

## RESERVA VIIKKI

### ADAPTABILIDAD URBANA-RESIDENCIAL Y RENOVACIÓN SOSTENIBLE EN LA CIUDAD DE HELSINKI

Freddy Alexander Medina Vargas y Tania Rocio Medina Vargas



UNIVERSIDAD  
La Gran Colombia

Vigilada MINEDUCACIÓN

Programa de Arquitectura, Facultad de Arquitectura

Universidad La Gran Colombia

Bogotá, D. C.

2024

**RESERVA VIIKKI**

**Adaptabilidad urbana-residencial y renovación sostenible en la ciudad de Helsinki**

**Freddy Alexander Medina Vargas y Tania Rocio Medina Vargas**

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

**Arq. Mg. Yuber Alberto Nope Bernal**

**Arq. Mg. Carlos Fernando Hincapié Aristizabal**



**UNIVERSIDAD**  
**La Gran Colombia**

Vigilada MINEDUCACIÓN

**Programa de Arquitectura, Facultad de Arquitectura**

**Universidad La Gran Colombia**

**Bogotá, D.C.**

**2024**

### **Dedicatoria**

A nuestros queridos padres, Benedicto Medina y Anani Vargas, junto con nuestra amada tía Ines Vargas,

En este camino que emprendimos hacia la culminación de nuestra carrera profesional, su apoyo inquebrantable ha sido la luz que iluminó nuestro sendero. Cada paso, cada desafío y cada logro han sido posibles gracias a su apoyo incondicional y sacrificio.

A ustedes, que siempre creyeron en nosotros incluso cuando lo dudamos, les dedicamos este proyecto. Sus palabras de ánimo, sus consejos sabios, su cariño y aliento constante han sido nuestra mayor fuente de inspiración y nuestra mayor motivación. Sin su apoyo, este logro no habría sido posible.

Gracias por ser nuestra fuente de inspiración y nuestra red de seguridad en este viaje académico. Este viaje académico lleva un pedacito de cada uno de ustedes, y espero que lo sientan con tanto orgullo como nosotros. Este proyecto es el resultado de nuestro esfuerzo colectivo, y lo dedicamos con cariño a ustedes, en reconocimiento a la importancia de la familia en el proceso de aprendizaje y crecimiento personal y profesional. Este logro también es de ustedes.

### **Agradecimientos**

Agradecemos principalmente a Dios, por permitirnos culminar con satisfacción nuestras metas y a todas aquellas personas que nos apoyaron con este logro; a nuestra madre por brindarnos su amor, por estar siempre en cada momento de nuestras vidas celebrando nuestros triunfos y dándonos la mano en nuestras caídas, para así poder continuar. A nuestro padre, por su colaboración y apoyo incondicional en la elaboración de cada trabajo a lo largo de nuestra carrera, por ser esa mano amiga que no nos deja desfallecer. A nuestra tía que con sus oraciones y cuidados nos ha sabido guiar.

También agradecemos a nuestro director de tesis, Carlos Fernando Hincapie Aristizabal y Yuber Alberto Nope Bernal, por su orientación, apoyo constante y valiosos comentarios a lo largo de todo este proceso. Su guía y paciencia fueron fundamentales para dar forma a este trabajo y llevarlo a buen término; a nuestros profesores, en especial a nuestra profesora, Adriana Jimenez, que con sus enseñanzas y conocimientos compartidos a lo largo de nuestra formación académica fueron esenciales para la realización de este proyecto. Sus lecciones dejaron una huella indeleble en nuestro aprendizaje.

Este trabajo no habría sido posible sin la ayuda y el apoyo de todas estas personas. A cada uno de ustedes, les extendemos nuestros más sinceros agradecimientos.

## Tabla de contenido

|                                                             |           |
|-------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>RESUMEN</b>                                              | <b>9</b>  |
| <b>ABSTRACT</b>                                             | <b>10</b> |
| <b>INTRODUCCIÓN</b>                                         | <b>11</b> |
| <b>PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA</b>                           | <b>13</b> |
| <b>PREGUNTA PROBLEMA</b>                                    | <b>13</b> |
| <b>JUSTIFICACIÓN</b>                                        | <b>14</b> |
| <b>HIPÓTESIS</b>                                            | <b>15</b> |
| <b>OBJETIVOS</b>                                            | <b>16</b> |
| OBJETIVO GENERAL                                            | 16        |
| OBJETIVOS ESPECÍFICOS                                       | 16        |
| <b>MARCO TEÓRICO</b>                                        | <b>17</b> |
| ANTECEDENTES                                                | 17        |
| ADAPTABILIDAD, CONCEPTOS Y ALCANCE                          | 17        |
| USOS PATRIMONIALES                                          | 18        |
| MATERIALES                                                  | 20        |
| LA MADERA                                                   | 21        |
| CONCEPTOS ARQUITECTONICOS                                   | 23        |
| <b>MARCO CONCEPTUAL</b>                                     | <b>24</b> |
| HELSINKI Y SUS CARACTERÍSTICAS                              | 26        |
| MOVILIDAD SILVESTRE Y URBANA EN LA CIUDAD DE HELSINKI       | 27        |
| ECOURBANISMO COMO UN DISEÑO SOSTENIBLE                      | 28        |
| <b>MARCO NORMATIVO</b>                                      | <b>29</b> |
| PLAN MAESTRO LOCAL PARA ViiKKI - 1993                       | 29        |
| ECO - ViiKKI                                                | 30        |
| OBJETIVOS DE DESARROLLO SOSTENIBLE (ODS)                    | 31        |
| ● CIUDADES Y COMUNIDADES SOSTENIBLES N° 11                  | 31        |
| ● ENERGÍA ASEQUIBLE Y NO CONTAMINANTE N° 7                  | 31        |
| ● ACCIÓN POR EL CLIMA N° 13                                 | 32        |
| NORMATIVA BIM                                               | 32        |
| <b>MARCO HISTÓRICO</b>                                      | <b>33</b> |
| <b>CARACTERIZACIÓN DEL LUGAR</b>                            | <b>34</b> |
| <b>CONCEPTO DEL LUGAR</b>                                   | <b>35</b> |
| <b>PLAN MAESTRO</b>                                         | <b>37</b> |
| <b>IMPLEMENTACIÓN DE METODOLOGÍA BIM</b>                    | <b>40</b> |
| MÓDULO 1. ESTÁNDARES, TRABAJO COLABORATIVO E INTERPOLARIDAD | 42        |
| PLANTILLA BEP Y EIR                                         | 42        |

|                                                                   |    |
|-------------------------------------------------------------------|----|
| CDE y USBIM CLOUD                                                 | 45 |
| IFC y BCF                                                         | 47 |
| MÓDULO 3. MODELADO DE EDIFICACIÓN                                 | 48 |
| ESTRUCTURA                                                        | 48 |
| ARQUITECTURA                                                      | 50 |
| INSTALACIONES MEP                                                 | 52 |
| MÓDULO 4. COORDINACIÓN DE ESPECIALIDADES, DOCUMENTACIÓN Y TIEMPOS | 56 |
| ANÁLISIS DE INTERFERENCIAS E INCONSISTENCIAS                      | 56 |
| CREACIÓN DE INFORMES DE COORDINACIÓN                              | 57 |
| ABSTRACCIÓN Y GESTIÓN DE CANTIDADES                               | 59 |
| CONFIGURACIÓN DE PLANIMETRÍAS Y DOCUMENTACIÓN                     | 61 |
| SIMULACIÓN DE ACTIVIDADES CONSTRUCTIVAS                           | 63 |
| MÓDULO 5. REALIDAD VIRTUAL E INMERSIVA                            | 66 |
| REALIDAD VIRTUAL E INMERSIVA                                      | 66 |
| CONCLUSIONES                                                      | 74 |
| BIBLIOGRAFÍA                                                      | 75 |

**Lista de Figuras**

|                                                                                 |           |
|---------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>Figura 1</b> <i>Adaptabilidad</i> .....                                      | <b>18</b> |
| <b>Figura 2</b> <i>Nuevos usos del patrimonio arquitectónico</i> .....          | <b>20</b> |
| <b>Figura 3</b> <i>Madera en la construcción</i> .....                          | <b>21</b> |
| <b>Figura 4</b> <i>Auge de la madera</i> .....                                  | <b>23</b> |
| <b>Figura 5</b> <i>Identificación del lugar</i> .....                           | <b>35</b> |
| <b>Figura 6</b> <i>Concepto</i> .....                                           | <b>36</b> |
| <b>Figura 7</b> <i>Memoria</i> .....                                            | <b>37</b> |
| <b>Figura 8</b> <i>Plan maestro</i> .....                                       | <b>38</b> |
| <b>Figura 9</b> <i>Planificación de diseño</i> .....                            | <b>39</b> |
| <b>Figura 10</b> <i>Roles</i> .....                                             | <b>43</b> |
| <b>Figura 11</b> <i>Matriz de requerimientos y alcances</i> .....               | <b>44</b> |
| <b>Figura 12</b> <i>Usos BIM</i> .....                                          | <b>44</b> |
| <b>Figura 13</b> <i>UsBIM</i> .....                                             | <b>47</b> |
| <b>Figura 14</b> <i>Estructura general edificio B</i> .....                     | <b>49</b> |
| <b>Figura 15</b> <i>Estructura general edificio A</i> .....                     | <b>50</b> |
| <b>Figura 16</b> <i>Planta primer nivel edificio B</i> .....                    | <b>51</b> |
| <b>Figura 17</b> <i>Planta primer nivel edificio A</i> .....                    | <b>51</b> |
| <b>Figura 18</b> <i>Instalaciones mecánicas HVAC edificio B</i> .....           | <b>52</b> |
| <b>Figura 19</b> <i>Instalaciones Hidrosanitarias edificio B</i> .....          | <b>53</b> |
| <b>Figura 20</b> <i>Instalaciones eléctricas edificio B</i> .....               | <b>53</b> |
| <b>Figura 21</b> <i>Instalaciones mecánicas HVAC edificio A</i> .....           | <b>54</b> |
| <b>Figura 22</b> <i>Instalaciones Hidrosanitarias edificio A</i> .....          | <b>55</b> |
| <b>Figura 23</b> <i>Instalaciones eléctricas edificio A</i> .....               | <b>55</b> |
| <b>Figura 24</b> <i>Informe edificio B</i> .....                                | <b>58</b> |
| <b>Figura 25</b> <i>Informe edificio A</i> .....                                | <b>58</b> |
| <b>Figura 26</b> <i>Cantidades edificio B</i> .....                             | <b>60</b> |
| <b>Figura 27</b> <i>Cantidades edificio A</i> .....                             | <b>60</b> |
| <b>Figura 28</b> <i>Planimetría edificio B</i> .....                            | <b>62</b> |
| <b>Figura 29</b> <i>Planimetría edificio A</i> .....                            | <b>63</b> |
| <b>Figura 30</b> <i>Simulación edificio B</i> .....                             | <b>64</b> |
| <b>Figura 31</b> <i>Simulación edificio A</i> .....                             | <b>65</b> |
| <b>Figura 32</b> <i>Utilización Twinmotion en clima edificio B</i> .....        | <b>67</b> |
| <b>Figura 33</b> <i>Utilización Twinmotion en materialidad edificio A</i> ..... | <b>67</b> |
| <b>Figura 34</b> <i>Utilización augin edificio B</i> .....                      | <b>68</b> |
| <b>Figura 35</b> <i>Utilización augin edificio A</i> .....                      | <b>68</b> |

**Figura 36** *Render 1 edificio B*.....69

**Figura 37** *Render 2 edificio B*.....69

**Figura 38** *Render 3 edificio B*.....70

**Figura 39** *Render 4 edificio B*.....70

**Figura 40** *Render 5 edificio B*.....71

**Figura 41** *Render 1 edificio A*.....71

**Figura 42** *Render 2 edificio A*.....72

**Figura 43** *Render 3 edificio A*.....72

**Figura 44** *Render 4 edificio A*.....73

**Figura 45** *Render 5 edificio A*.....73

### Resumen

El objetivo principal del proyecto es desarrollar una vivienda temporal o permanente en el Campus de Vikki de la Universidad de Helsinki que no solo satisfaga con los modelos de eficiencia energética y ambiental, sino que también el confort, el bienestar y la comodidad de sus residentes. Para cumplir con el objetivo se realiza un estudio detallado tanto de las condiciones climáticas como de la fauna y flora de Helsinki, al mismo tiempo se considera las preferencias de los residentes futuros con aspectos como la luz natural, la ventilación, la calidad del aire interior y la conexión con la naturaleza circundante. El producto de este proyecto es desarrollar viviendas temporales y permanentes que incorporen las últimas tecnologías, materiales y prácticas sostenibles, como sistemas de energía renovable, aislamiento térmico avanzado y soluciones de automatización para maximizar la eficiencia energética, ya sea para estudiantes de investigación, profesores, trabajadores o residentes del común.

Así mismo, se ha enfocado al diseño interior para cambios de uso, la creación de espacios que fomenten el bienestar, la interacción social y el contacto con la naturaleza con enfoque en la renovación sostenible; con una dirección integral para el diseño y la construcción de estas viviendas, destacando la importancia de la eficiencia energética, el uso de materiales sostenibles, la reutilización de materiales y la calidad de vida de los habitantes en la búsqueda de un futuro más sostenible y confortable en entornos urbanos en la ciudad de Helsinki.

**Palabras clave:** *Vivienda sostenible, sostenibilidad, Helsinki, Eficiencia energética, Bienestar del habitante, Diseño arquitectónico, Sostenibilidad ambiental, Construcción sostenible, Calidad de vida, Arquitectura ecológica, Tecnologías sostenibles.*

### Abstract

The main objective of the project is to develop a temporary or permanent housing on the Vikki Campus of the University of Helsinki that not only meets the energy and environmental efficiency models, but also the comfort, well-being and convenience of its residents. To meet the objective, a detailed study of both the climatic conditions and the fauna and flora of Helsinki is carried out, at the same time the preferences of future residents are considered with aspects such as natural light, ventilation, indoor air quality. and the connection with the surrounding nature. The product of this project is to develop temporary and permanent housing that incorporates the latest technologies, materials and sustainable practices, such as renewable energy systems, advanced thermal insulation and automation solutions to maximize energy efficiency, whether for research students, professors, common workers or residents.

Likewise, it has focused on interior design for changes of use, the creation of spaces that promote well-being, social interaction and contact with nature with a focus on sustainable renovation; with a comprehensive direction for the design and construction of these homes, highlighting the importance of energy efficiency, the use of sustainable materials, the reuse of materials and the quality of life of the inhabitants in the search for a more sustainable and comfortable future in urban environments in the city of Helsinki.

**Keywords:** *Sustainable housing, sustainability, Helsinki, Energy efficiency, Inhabitant well-being, Architectural design, Environmental sustainability, Sustainable construction, Quality of life, Ecological architecture, Sustainable technologies.*

## Introducción

La adaptabilidad urbana-residencial y la renovación sostenible son temas esenciales en el desarrollo urbano moderno en Helsinki, la capital de Finlandia, la cual se convirtió en un ejemplo relevante de cómo unirse a estos desafíos de forma eficaz para optimizar la calidad de vida de sus residentes y al mismo tiempo reducir su huella ambiental con el fin de mitigar la contaminación por CO<sub>2</sub>, ya que se ha implementado una renovación urbana que promueve la densificación urbana y la renovación de edificios existentes para mitigar la expansión suburbana y así ayudar a disminuir el estrujamiento sobre las áreas naturales circundantes con el fin de mejorar la utilidad de la tierra y los recursos naturales.

En este contexto, el proyecto se centra en las estrategias y enfoques de la relación entre la adaptabilidad urbana-residencial y la renovación sostenible para obtener un proyecto más adaptable, sostenible y habitable por esta razón cabe destacar que es importante emplear la renovación de edificios antiguos para incrementar su eficiencia energética y adecuado para las necesidades cambiantes de los residentes con el confort habitacional, ya que esto no solo conserva el patrimonio arquitectónico de la ciudad, sino también reduce la exigencia de nuevas construcciones y el consumo de recursos naturales logrando soluciones urbanas y sostenibles; adicionalmente se busca que el proyecto responda al planteamiento territorial con base a la movilidad del lugar, ya sea en transporte público, peatonal,

La principal propuesta que se realiza en el área de intervención del Campus de La Universidad De Helsinki en el Distrito de Viki es que la vivienda siendo una necesidad principal para los habitantes de la zona que brinde confort ambiental, un espacio seguro conforme a las necesidades que se presenten a lo largo del tiempo; esto con el fin de implementar dos clases de vivienda ya sean temporales y/o permanentes. La importancia y las diferencias entre estas dos formas de alojamiento, así como su impacto en la calidad de vida de las personas, puesto que las viviendas temporales son aquellas

diseñadas para ser utilizadas durante un período limitado de tiempo como el brindar un refugio durante una investigación o la culminación de una carrera sin tener que realizar una inversión permanente.

Por otro lado, las viviendas permanentes son estructuras diseñadas para ofrecer un alojamiento a largo plazo. Estas viviendas influyen y hacen parte de la base de la vida familiar y comunitaria, proporcionando estabilidad y un lugar para implantar raíces, creando una identidad del lugar y un estilo de vida de acuerdo a las personalidades y el estilo de vida de los habitantes a lo largo del tiempo.

### **Planteamiento del problema**

El distrito de Viikki cuenta carencia de la vivienda ya sea de uso temporal o permanente para estudiantes e investigadores, profesores, trabajadores o residentes del común que cumpla con el confort térmico, la implementación y uso de materiales sostenibles, térmicos y reciclados del lugar para el desarrollo poblacional de la ciudad de Helsinki, la capital de Finlandia

Se ha evidenciado un crecimiento urbano constante en las últimas décadas dentro de la ciudad así mismo, el aumento de estudiantes en el Campus de la Universidad de Helsinki en el Distrito de Viikki, gracias a la incorporación de las nuevas facultades las cuales se centran en las ciencias y la investigación. Este desarrollo ha llevado a una cadena de retos que se vinculan con la adaptabilidad urbano-residencial y la sostenibilidad en el ámbito de la renovación de edificios para los cambios de uso y áreas residenciales. Este proyecto busca apuntar a esta competencia y entender cómo Helsinki puede lograr una adaptabilidad urbana-residencial efectiva y sostenible en el proceso de renovación de edificios o áreas residenciales que se dificultan en la adaptabilidad de nuevos usos de las necesidades que se requieren dentro del campus del distrito de Viikki con los estándares de sostenibilidad.

### **Pregunta problema**

¿Cómo la adecuación de un edificio patrimonial puede aportar a la construcción de un nuevo edificio residencial, para vivienda de uso temporal y/o permanente, con la implementación de materiales térmicos que brinden el confort ambiental y el desarrollo sustentable en la ciudad de Helsinki?

### **Justificación**

El presente proyecto busca responder de una manera adecuada al crecimiento poblacional que presenta Helsinki y la expansión que cuenta hacia el distrito de Viikki, junto con la alta demanda de viviendas, brindando como recurso principal la sostenibilidad del lugar sin llegar afectar la reserva natural y que aporte a la preservación de los entornos naturales, logrando una adaptabilidad urbana y residencial que fomente la activa relación con el entorno en cuanto al ser humano y la naturaleza, mejorando la calidad de vida de los habitantes. La renovación sostenible busca la eficiencia energética de los edificios y el aporte ambiental al ecosistema, mitigando la contaminación de CO<sub>2</sub>.

Este proyecto requiere un estudio del confort climático y habitacional para garantizar la calidad de vida de los residentes, proporcionando una vivienda de uso temporal y/o permanente principalmente para los estudiantes de la universidad de Helsinki e investigadores, que cumpla con las condiciones ambientales y sostenibles en la construcción y renovación de los edificios con el cambio de uso sin perder la identidad del lugar; logrando espacios de ocio, movilidad peatonal, silvestre y vehicular con relación urbano ambiental para los residentes.

### **Hipótesis**

Actualmente, la densificación urbana en Helsinki se ha prolongado, sin considerar que los edificios existentes abandonados, que pueden darse un cambio de uso realizando una renovación de la zonificación interior relacionada con la naturaleza y así la adaptabilidad del lugar se dé, gracias a la relación interior-exterior, este cambio de uso es importante ya que se reutiliza el edificio implementando materiales sostenibles y así reducir la huella ambiental.

## **Objetivos**

### **Objetivo General**

Diseñar una vivienda de uso temporal o permanente, manteniendo características y elementos patrimoniales que se apliquen a un cambio de uso espacial y habitacional al interior del edificio, junto con la relación de su entorno natural, que cumpla con el confort ambiental mejorando la calidad de vida de los residentes.

### **Objetivos Específicos**

- Identificar materiales del contexto para la reducción del costo monetario y energético del proyecto a través de la metodología BIM.
- Diseñar un proyecto de renovación urbano patrimonial a partir del confort térmico utilizando la metodología BIM.
- Evaluar el alcance de confort térmico dentro de los edificios existentes a través del análisis de las interacciones climáticas de Helsinki por medio del estudio bioclimático.

## Marco teórico

### Antecedentes

#### *Adaptabilidad, conceptos y alcance*

De acuerdo con el artículo "La Adaptabilidad En Edificios Patrimoniales: Conceptos Y Alcance" (s.f.), los edificios patrimoniales cuentan con un valor histórico desde un punto de vista cultural, social y económico, ya que conservan la relevancia histórica y cultural mientras se adaptan a los cambios en su entorno. Esto asegura que tanto la sociedad actual como las futuras generaciones podrán disfrutar de estos recursos. La renovación de edificios históricos, a través de su reutilización para nuevos fines, revitaliza estos espacios y conlleva ventajas como la generación de empleos, el desarrollo urbano y la cohesión social, entre otros beneficios.

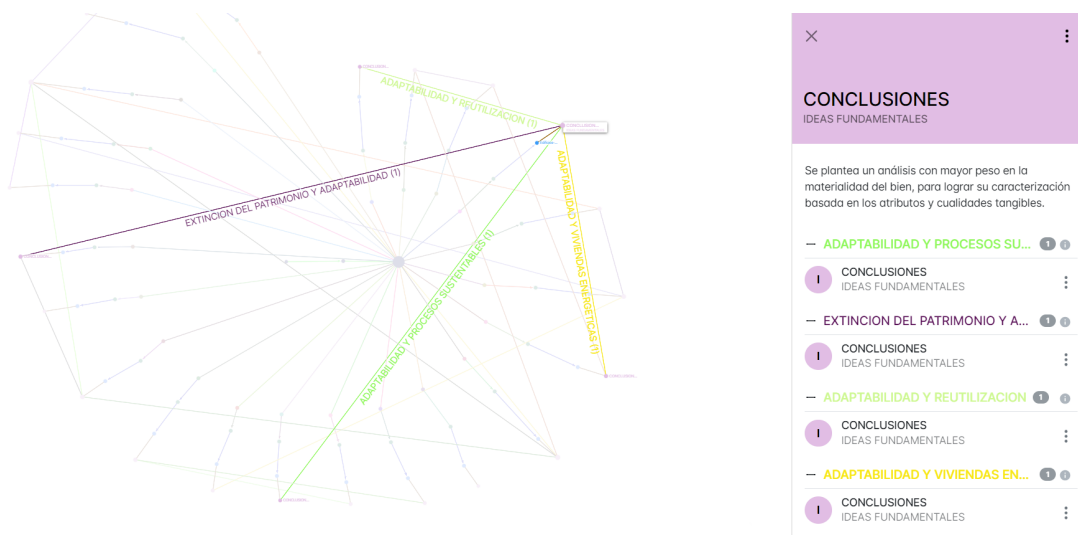
Así como en las normas de Quito reconocen la importancia de los bienes patrimoniales como valiosos recursos que pueden ser reutilizados para preservar sus valores materiales y culturales, al mismo tiempo que extienden su vida útil y los integran en el presente. Sin embargo, este trabajo no se enfoca en demostrar la calidad o las oportunidades de los edificios patrimoniales como recursos, ni en verificar que el uso adecuado alarga su vida útil, temas que ya han sido ampliamente abordados en la literatura especializada en años recientes. En cambio, su enfoque se centra en desarrollar una técnica para evaluar y relacionar las características materiales, constructivas, proyectuales y contextuales de los edificios patrimoniales, las cuales determinan y condicionan su capacidad para adaptarse a diferentes tipos de cambios.

En el ámbito de la adaptabilidad arquitectónica de viviendas históricas, se ha documentado un trabajo de dos autoras chilenas que introducen un método para evaluar esta capacidad. La adaptabilidad se refiere a la habilidad de los espacios arquitectónicos en viviendas históricas para adaptarse y servir a nuevas funciones en respuesta a cambios en los contextos culturales (Torres & Silva, 2017). A pesar de

que el diseño del método es conceptualmente sólido al reconocer la importancia de la adaptabilidad, se señala que el trabajo adolece de una exploración más profunda en cuanto a la magnitud de esta capacidad. Además, se critica que el enfoque del método se caracteriza por ser altamente cualitativo y subjetivo en la evaluación de las variables involucradas (Gómez & Cirvini, 2022).

**Figura 1**

### *Adaptabilidad*



Nota: Elaboración propia

### *Usos patrimoniales*

Durante la segunda mitad del siglo XIX y principios del XX, Barcelona y su entorno se erigieron como un relevante epicentro industrial, especialmente en el ámbito textil, rivalizando con los principales polos industriales de Europa. Este crecimiento industrial se evidenció en un radio de unos 70 kilómetros, donde se ubican diversas instalaciones fabriles. Algunas de estas factorías se localizaban junto a cursos de agua, mientras que otras ocupaban áreas urbanas de ciudades próximas a Barcelona, como Sabadell, Terrassa, Manresa y Sallent. Incluso, algunas fábricas se integraban en el tejido urbano del Ensanche de

Barcelona. Estas instalaciones se caracterizaban por su distintivo aspecto exterior, que incluía naves amplias y una estructura homogénea que las hacía fácilmente reconocibles.

Sin embargo, durante el último cuarto del siglo XX, muchas de estas fábricas en Barcelona y sus alrededores quedaron en desuso debido a la crisis del sector textil y la obsolescencia del modelo industrial, que modificó los procesos de producción. Esto resultó en el abandono de los edificios y, en algunos casos, en la expansión suburbana de las áreas urbanas donde se ubicaban estas fábricas. No obstante, casi simultáneamente al cese de su actividad productiva original, surgió un movimiento para preservar estos edificios como testimonios de una época pasada pero aún presente en la memoria colectiva.

El reconocimiento de su valor arquitectónico, frecuentemente destacado por sus singulares características estructurales, llevó a la mayoría de estos edificios a ser considerados patrimonio y, por ende, objeto de protección. Esto estimuló su recuperación y, en algunas áreas, impulsó la transformación urbana en lugares anteriormente ocupados por estas fábricas. Un caso ejemplar es el distrito del Poble Nou en Barcelona, que se ha convertido en un modelo de revitalización urbana basado en la conservación del valor patrimonial y el potencial de reutilización de los edificios industriales en la zona (Díaz et al., 2017).

**Figura 2***Nuevos usos del patrimonio arquitectónico*

Nota: Elaboración propia

**Materiales**

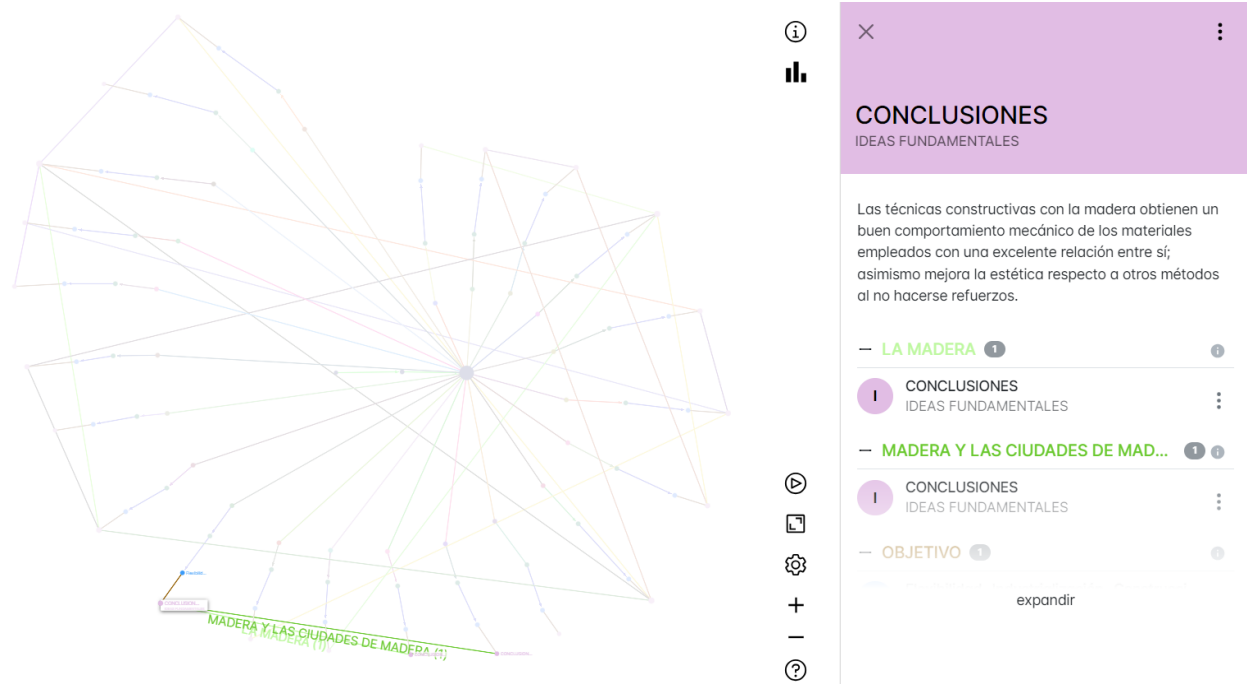
El incremento continuo en el consumo de madera ha motivado una mayor investigación sobre sus propiedades y el desarrollo de técnicas constructivas para su uso eficiente en la construcción, como se expone en el artículo sobre La madera en la construcción: Estructura y propiedades de la madera. La combinación de la madera con mortero ha revelado beneficios considerables, especialmente en su comportamiento mecánico frente a las fuerzas y tensiones presentes en un entorno de construcción.

A lo largo de la historia, la madera ha sido uno de los materiales más empleados en la construcción, aunque presenta ciertas limitaciones, siendo la susceptibilidad a la degradación en ciertos

ambientes una de las más destacadas. A pesar de esta percepción, en condiciones normales de uso, la madera es prácticamente resistente a los efectos de los agentes climáticos y físicos del entorno, con excepción de la fotodegradación superficial y los cambios dimensionales. La resistencia de la madera a la degradación biológica depende de diversos factores, como la especie de árbol, las condiciones de crecimiento, el uso y la parte del tronco de la que se obtiene, que puede ser más o menos resistente y porosa (Gutiérrez Oliva, 2008).

**Figura 3**

*Madera en la construcción*

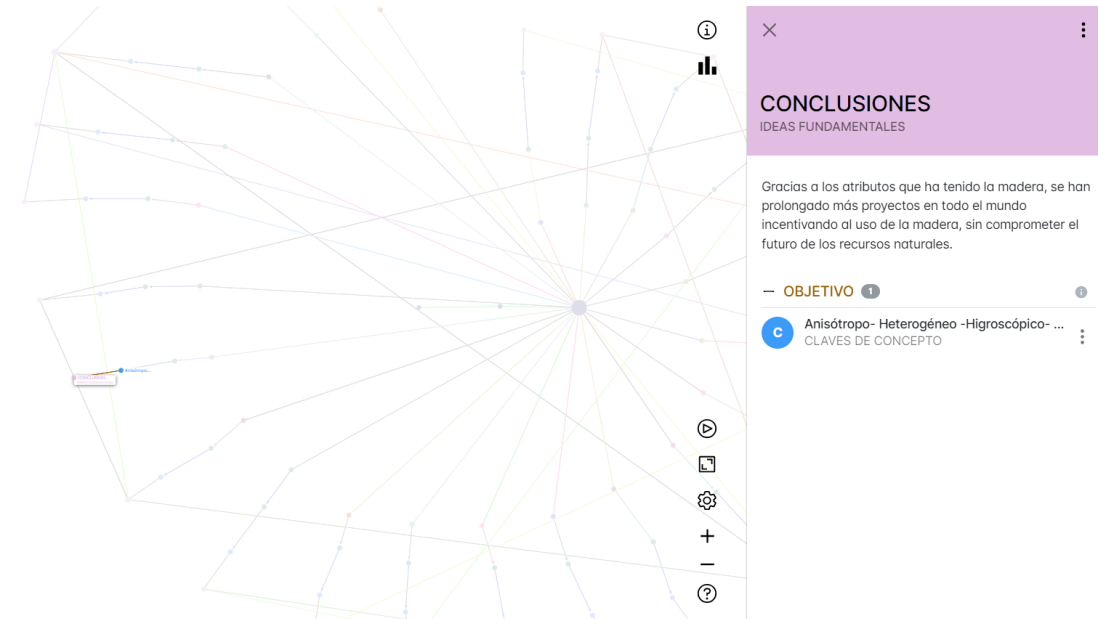


### **La Madera**

En la construcción de edificaciones, el uso de la madera ha experimentado un notable crecimiento, como se aborda en el documento sobre El auge del uso de la madera en la construcción.

Esto se debe a que la madera cumple con requisitos importantes en términos de sostenibilidad, eficiencia energética y estética. Su carácter renovable la convierte en una opción atractiva, ya que los bosques gestionados de manera sostenible ofrecen una fuente continua de este material, a diferencia de otros recursos considerados contaminantes. Además, la madera actúa como un eficiente aislante térmico, lo que contribuye al confort térmico en las edificaciones y a la reducción de costos energéticos y emisiones de carbono. Su flexibilidad permite un sistema constructivo más eficiente y rápido, mientras que su versatilidad ofrece oportunidades para el diseño arquitectónico sostenible y el confort ambiental en el interior de los edificios. La innovación en ingeniería de la madera ha dado lugar a nuevos materiales, como la madera laminada y la madera contralaminada, que ofrecen resistencia y durabilidad comparables a otros materiales de construcción, garantizando la seguridad y longevidad de las estructuras de madera (Jaramillo Morales, 2019).

En este contexto, el proyecto responde a una estructura ecológica que actualmente se está implementando en el distrito de Viki mediante el ecourbanismo. La incorporación de "dedos verdes" o canales de recolección de agua de lluvia contribuye a los beneficios ambientales al reducir la contaminación asociada al cambio climático, además de proporcionar un impacto económico positivo para los residentes.

**Figura 4***Auge de la madera*

Nota: Elaboración propia

### **Conceptos Arquitectonicos**

"La casa que crece" en el AA-System de Alvar Aalto es un concepto de diseño arquitectónico desarrollado por el arquitecto finlandés Alvar Aalto, centrado en la problemática de la reconstrucción de edificaciones. Este enfoque se caracteriza por el desarrollo de sistemas de prefabricación, así como por la flexibilidad y adaptabilidad de las viviendas, permitiendo que estas puedan expandirse y ajustarse según las necesidades cambiantes de sus habitantes con el paso del tiempo. Este concepto destaca la idea de que las viviendas no deben ser estáticas, sino que deben recuperar los espacios íntimos del ser humano en el diseño arquitectónico, respondiendo al contexto del lugar y teniendo la capacidad de adaptarse a las necesidades de sus residentes sin comprometer su diseño original en relación con el entorno.

La funcionalidad del espacio dentro de estas viviendas incorpora materiales que crean un ambiente agradable y flexible, promoviendo una arquitectura orgánica que integra los recursos naturales

del entorno. Este enfoque se basa en el diseño de viviendas que pueden crecer y evolucionar junto con las vidas de sus habitantes, fomentando una mayor calidad de vida y armonía en el entorno construido. Los principios fundamentales que guían este concepto incluyen la organización, la flexibilidad espacial, la integración con la naturaleza y la presencia humana en un entorno natural. Se implementa un sistema AA-System o la Oficina de Estandarización, que se materializa en la formulación del concepto de "estandarización flexible" (Fernández-Vivancos González, 2018).

En la actualidad, Helsinki experimenta una importante movilidad migratoria de aves a nivel internacional, lo que influye en el desarrollo del proyecto al considerar la contribución de la flora para enriquecer el hábitat de estas especies. Además, se analiza la planificación urbana del distrito y la intención de establecer un campus universitario para varias facultades, lo que se relaciona con la movilidad del lugar en términos de transporte público, ferroviario y peatonal. El objetivo es fomentar el crecimiento poblacional y aumentar la interacción en el campus universitario, en relación con la reserva natural y su entorno.

### **Marco Conceptual**

Viikki es considerado como uno de los distritos más importantes de la ciudad de Helsinki, Finlandia, ya que presentó un crecimiento continuo desde la década de 1990 con la construcción de nuevos edificios universitarios, incubadora de empresas, el edificio de ciencias naturales en la granja experimental de Vikki y un área residencial ecológica llamada “Eko-Viikki”, la cual se ha basado en el principio de vida sostenible, saludable y adaptable, teniendo en cuenta que Viikki seguirá siendo considerado como un paraíso natural donde comenzó la historia de la ciudad. De esta manera su finalidad primordial es seguir con el principio, reducir la huella ambiental con la adaptabilidad y renovación sostenible para viviendas universitarias temporales o permanentes. Por ende, se presentan los principales aspectos del marco conceptual:

Por consiguiente, la Adaptabilidad Urbana-Residencial en Helsinki, hace referencia a la capacidad de responder y ajustarse a los cambios en cuanto a las necesidades de los habitantes, respondiendo al entorno y la calidad de vida en los espacios urbanos de la ciudad, impulsando una mejor flexibilidad urbana. Así mismo, la adaptabilidad residencial es aquella que responde a las necesidades habitacionales de la vivienda; ya sea para una vivienda permanente o temporal, reconociendo los factores de renovación, avances y alcances de la ciudad.

Nos referimos, finalmente, a aquellos edificios de singular uso o significación cuya revitalización, o salvación, ha sido debida a la provisión de un nuevo uso. La relación podría ser relativamente extensa y la casuística abundante. Como en muchos de los edificios su distinción actual no deriva tanto de su catalogación o grado de protección, muchas veces inexistente, sino de la calidad de la intervención arquitectónica o del proceso surgido a raíz de la reivindicación social generada por su potencial desaparición. (Talaverano, 2014).

Por otra parte, es importante destacar el concepto de Renovación Sostenible ya que, la ciudad de Helsinki está sujeta al crecimiento poblacional del distrito de Vikki el cual tiene como características albergar más de 7000 habitantes, siendo el uso del suelo una mezcla entre áreas de investigación, áreas residenciales y de bienestar, las cuales sean un atractivo del lugar. Helsinki cuenta con la característica de ofrecer espacios públicos con grandes áreas verdes, zonas de investigación y de ocio a familias, estudiantes y profesionales; así mismo esta hace referencia a la restauración o el cambio de uso del lugar hacia una óptica en a energía energética, el uso de materiales reciclados y sostenibles, junto con el aporte al medio ambiente.

Entrando como se está en la tercera década del siglo 21, a nadie se le escapa la necesidad de vivir en un mundo sostenible. La sostenibilidad se ha convertido en un problema principal y global de todos los habitantes de este mundo. Sin embargo, este grave y urgente reto tiene una solución que de tan palmaria parece invisible: la solución es la Naturaleza (Estévez, 2020).

Sin embargo, también cabe resaltar que la arquitectura sostenible se basa en la respuesta de una construcción que se adecue al clima y al entorno satisfaciendo las necesidades de los residentes, ofreciendo una mejor calidad de vida y aportando de manera social y económica; como lo es la implementación y adecuado uso de la energía solar con el fin de mitigar el consumo de energía, adicionalmente la incorporación de materiales sostenibles que ofrecen un confort térmico y que su uso mitiga la contaminación y favorece al medio ambiente.

Gaudí no tuvo dudas, porque incluso su lectura de la historia se hacía bajo el principio de “retorno al origen”. Por ejemplo, dijo “no nos quedemos con lo que han hecho nuestros antepasados. A la Naturaleza es adonde han acudido para aprender” (Matamala, 1999, p. 342).

### **Helsinki y sus características**

Se debe de comprender las características específicas de Helsinki como ciudad, incluyendo su clima, cultura, demografía y políticas urbanas; y analizar cómo ha sido el desarrollo de Helsinki como ciudad y cuáles han sido sus estrategias de planificación a lo largo del tiempo. Considerar el cómo la eficiencia energética hace parte de los edificios y viviendas con el uso de estrategias tecnológicas y medidas de estudios que aporte al medio ambiente; como lo es el uso de energía renovable como lo es la energía solar o eólica. La calidad de vida de los residentes depende de saber distinguir las necesidades básicas de los habitantes y que se cumpla a satisfacción el confort ambiental del lugar.

La arquitectura debe cobijar las actividades frente al clima y los agentes externos, pero también debe aprovechar algunas condiciones naturales, como la radiación solar. Por ejemplo, a través de la captación pasiva por ventanas y muros envolventes del edificio, es factible regular la temperatura, otorgar iluminación y desinfectar ambientes. No obstante, se deben controlar consecuencias adversas como el encandilamiento, la acumulación o pérdidas excesivas en ciertos periodos, debido a que los aportes solares varían según las estaciones del año u horas del día. Las aberturas implican ganancias térmicas y lumínicas por asoleamiento, pero también potenciales fugas si están dispuestas en costados con escasa exposición solar (Besser, Rodrigues & Bobadilla, 2012; Guillén et al., 2014).

Con ello cabe precisar como las renovaciones sostenibles y patrimoniales contribuyen al desarrollo sostenible de la ciudad, con el fin de disminuir la contaminación de CO<sub>2</sub> y brindar una reseña histórica con el sostenimiento de los recursos y la reutilización de los materiales que ofrece el lugar o su misma edificación.

El proceso empírico, seguido por uno teórico conceptual, hizo evidente la importancia de la escala para enfocarse en las edificaciones de madera, considerando especies forestales

específicas y el bosque específico en su totalidad, así como una escala para abordar la importancia de un marco de la vida útil de la restauración del patrimonio, y una para el concepto territorial y cultural, y el paisaje local (Capel, 2016).

### **Movilidad silvestre y urbana en la ciudad de Helsinki**

La movilidad tanto silvestre como urbana, debe responder a la sostenibilidad del lugar; el transporte público ha sido uno de los principales sistemas eficientes pensados para los habitantes con espacios que involucran al peatón y a los usuarios que hagan uso de la bicicleta, siendo amigable con el medio ambiente y reduciendo la contaminación ambiental por dióxido de carbono, y al mismo tiempo mejorando la calidad de vida de sus residentes y futuros habitantes.

### **Ecourbanismo como un diseño sostenible**

El diseño urbano sostenible, tiene como enfoque en el distrito de Viikki la planificación y desarrollo urbano que tiene como objetivo crear un espacio que aporte al medio ambiente., creando un distrito urbano sostenible así mismo ha sido desde ese entonces un campo de investigación; ahora bien, en este distrito se ha desarrollado el plan maestro con la integración de edificios ecológicos que bien ahorro de energía y agua con la implementación de dedos verdes, cuya función es canalizar el agua lluvia y por medio de este realizar una filtración la cual alimenta de manera sostenible y sin contaminación al mar. Adicionalmente la movilidad en el lugar es importante, ya que está implementado culturalmente el uso de senderos peatonales con aporte de ocio y recreación en los espacios públicos, junto con el uso de bicicletas reduciendo la contaminación de dióxido de carbono, que brindan a sus habitantes una mejor calidad de vida.

La vida urbana cada vez es más tecnológica, esto ya es una realidad. Las tecnologías digitales conviven con nosotros, abriendo una nueva capa superpuesta en el espacio físico: “lo digital”. En

esta era digital y IV Revolución Industrial, las ciudades son el escenario donde todo interacciona y se concentran experiencias, se comparten herramientas tecnológicas, laboratorios urbanos, actividades, se promueven iniciativas de co-creación-participación, y se intercambian datos, información, en definitiva, conocimiento y creatividad (Sanz, 2016).

### **Marco normativo**

#### **Plan maestro local para Viikki - 1993**

En 1989 inicia la preparación del plan maestro para el distrito de Viikki, teniendo como idea principal el desarrollo de la planificación y construcción ecológica, llegando a pensar en una construcción sostenible la cual fue llamada en 1990 como la Nueva legislación de construcción “sostenible” en Finlandia, logrando consigo un plan urbano enfatizando en un diseño del edificio ecológico con el objetivo de lograr una energía circular, cumpliendo con el ahorro de energía y agua, logrando un confort habitacional y una flexibilidad en el edificio con materiales que aporten al medio ambiente y mitiguen la contaminación de CO<sub>2</sub>.

Seguidamente se crea el plan Maestro teniendo una superficie total de 1.132 hectáreas, de las cuales 292 hectáreas son de áreas construidas y 840 hectáreas como área de recreación y de conservación de la naturaleza; en la implementación de este plan se eliminó el antiguo canal de drenaje de aguas superficiales del cual se crea una simulación a un caudal de río natural, ofreciendo consigo una ralentización del movimiento del agua mejorando la calidad del agua antes de llegar a la bahía de vanhakaupunki y enriqueciendo a lo largo de su canal las flora y fauna del lugar.

El plan maestro fue aprobado de acuerdo al estudio realizado, en cinco factores como lo es la contaminación, la disponibilidad de recursos naturales, la salud, la biodiversidad de la naturaleza y la nutrición, los cuales miden en nivel ecológico que cumplía el régimen. Con el crecimiento de Viikki se busca el aprovechamiento de la accesibilidad con el centro de la ciudad de Helsinki, desarrollándose como un área sostenible el cual forma parte de la Universidad de Helsinki, ordenando los lineamientos para el desarrollo urbanístico y sostenible de la zona planificando áreas verdes, el uso eficiente de la energía y la gestión sostenible del agua.

**Eco - Viikki**

La implementación del plan Eco-Viikki se basa en la construcción ecológica de una edificación dando cumplimiento a las necesidades básicas de los residentes como lo es el confort ambiental dentro y fuera de la vivienda, logrando un ahorro energético importante con la orientación de las viviendas, proporcionando que la luz solar llegase a puntos estratégicos como lo es en las salas de estar y con el aporte estructural y la utilización de la madera.

Eco-Viikki cuenta con un enfoque en la relación urbana y ecológica, centrándose en un desarrollo urbano sostenible, el cual integre las calles y caminos reales de una manera armónica; planificando áreas verdes, espacio de ocio, áreas de recreación y de movilidad ecológica que se integren con la naturaleza, logrando que la fauna y flora del lugar se enriquezca con canales o ríos artificiales, así mismo como los alimentos agrícolas, promocionando las huertas comunitarias y la educación e investigación como una iniciativa del lugar. Un logro en cuanto a la planificación de cuencas artificiales o “dedos verdes”, realizados por parcelas agrícolas dentro de las viviendas, hace que la filtración del agua superficial sea almacenada en tanques subterráneos para uso de jardinería, con el fin de dar enriquecimiento a los campos abiertos y la vegetación cuya función es la de mitigar los vientos hacia las viviendas.

**Objetivos de desarrollo sostenible (ODS)**

Los Objetivos de Desarrollo Sostenible comprenden un conjunto de 17 metas establecidas por los 193 estados miembros de las Naciones Unidas en septiembre de 2015. Su propósito fundamental es erradicar la pobreza a nivel global, asegurando un nivel de vida adecuado para todos los individuos y contribuyendo a la preservación del medio ambiente. La estructura sostenible en el distrito de Viikki se basa en la integración de prácticas y principios que mejoren la sostenibilidad ambiental, social y

económica en la construcción de las viviendas y la calidad de vida de los residentes; en el distrito los objetivos de desarrollo sostenible más aplicables son los siguientes:

- ***Ciudades y comunidades sostenibles N° 11***

Este busca garantizar que Viikki logre viviendas inclusivas, seguras y sostenibles; generando nuevas zonas verdes y de ocio que aporten a los recursos naturales.

- ***Energía asequible y no contaminante N° 7***

La búsqueda de este objetivo es disminuir los impactos negativos de la energía en el medio ambiente; en Viikki se busca la implementación de energía renovable garantizando la efectividad energética y reducir la contaminación de CO2.

- ***Acción por el clima N° 13***

Fortalecer la capacidad de riesgos naturales del lugar, integrando medidas relativas y planificando acciones frente a los cambios climáticos, como lo es la reducción de transmisión de gases de efecto invernadero, promocionando la movilidad sostenible con el uso de bicicletas y espacios de ocio, con la reducción de contaminación en la construcción de edificios.

### **Normativa BIM**

En Colombia, el Gobierno ha tomado medidas significativas para promover la adopción de la metodología BIM en proyectos de infraestructura pública a través del Decreto 1090, emitido en 2018. Este decreto establece directrices detalladas para la implementación de BIM, con el objetivo de mejorar la eficiencia y la calidad en la ejecución de proyectos de construcción a nivel nacional.

Por otro lado, en Helsinki, Finlandia, si bien no existe una normativa específica para la ciudad, el país en su conjunto ha liderado la implementación de BIM. Finlandia ha establecido metas ambiciosas para la digitalización de la industria de la construcción, y el uso de BIM se ha convertido en un estándar para proyectos de construcción públicos. En Helsinki, numerosas empresas y profesionales del sector han adoptado activamente esta metodología, contribuyendo al posicionamiento de Finlandia como un líder en innovación digital en el ámbito de la construcción y el urbanismo.

### **Marco histórico**

Viikki es un distrito que está ubicado en la ciudad de Helsinki, Finlandia. La actividad principal económica fue la agricultura y la ganadería; la expansión urbana de la ciudad de Helsinki hizo que el distrito de Viikki dejará de ser una zona rural e inició la planificación urbana teniendo como objetivo la sostenibilidad y la relación con el entorno natural. En 1970, la Universidad de Helsinki establece en Viikki su campus agrícola y forestal, conocido como el "Campus Viikki", el cual hace que el lugar se relacione como una zona de investigación y estudio importante, fortaleciendo las facultades de ciencias naturales y agrícolas; esto hace que Viikki a través de los años se convirtiera en un lugar reconocido por las habilidades de desarrollo sostenible impulsando la biodiversidad en el entorno urbano.

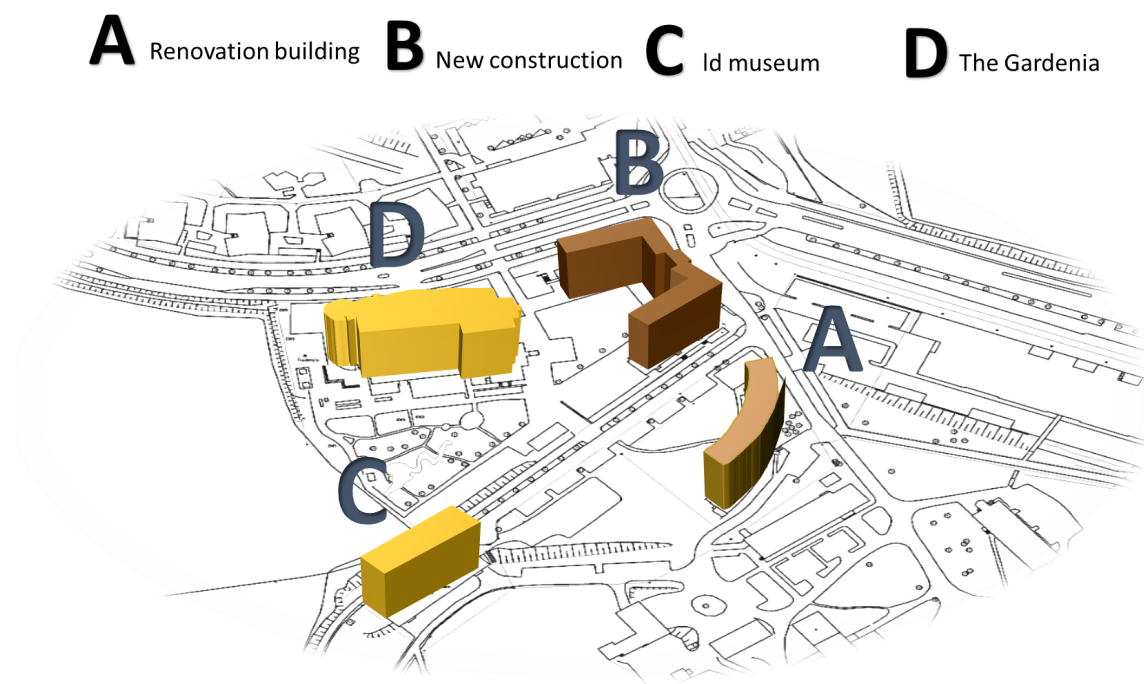
El Parque Natural de Viikki se fundó en el año 1990, llevando consigo una prolongada área de humedales y naturaleza el cual se ha conservado como una reserva natural para preservar la biodiversidad con la que cuenta el lugar, comprometiéndose con un enfoque en la eficiencia energética y circular junto con el aporte de una movilidad sostenible, áreas verdes; lo que concluye que Viikki es un distrito con un enfoque de sostenibilidad e investigación el cual refleja la evolución y crecimiento de la ciudad de Helsinki dando como compromiso la conservación del medio ambiente y mejorando la calidad de vida de los residentes.

### Caracterización del lugar

Priorizamos la sostenibilidad y la eficiencia energética para crear un entorno urbano moderno y consciente. Comprometidos a reducir las emisiones de carbono para un impacto ambiental positivo. Los componentes clave son: **(A) Edificio de renovación** logrando una Integración perfecta con espacios verdes, **(B) Nueva construcción** para estudiantes e investigadores obteniendo una conectividad y movilidad eficientes, **(C) Antiguo Museo** conservando la historia como patrimonio cultural y **(D) Gardenia y Jardín Japonés**, los cuales se caracterizan por ser los pulmones verdes para la comunidad.

**Figura 5**

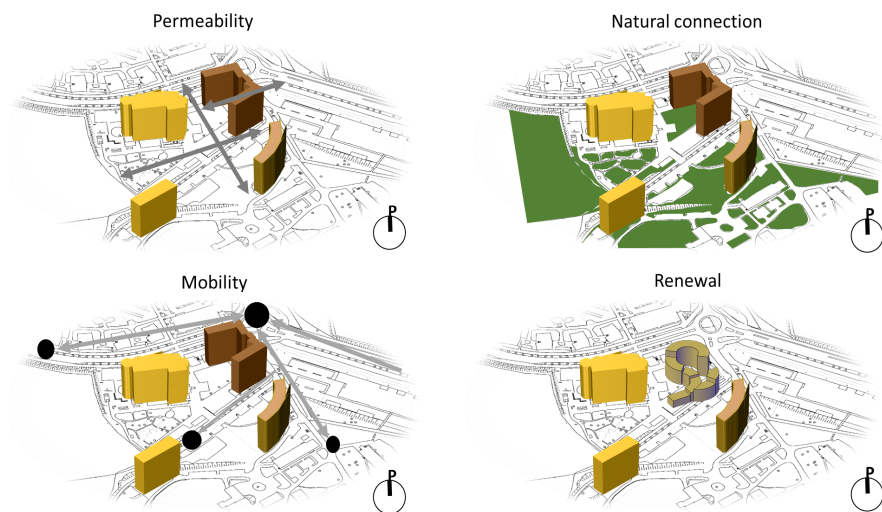
*Identificación del lugar*



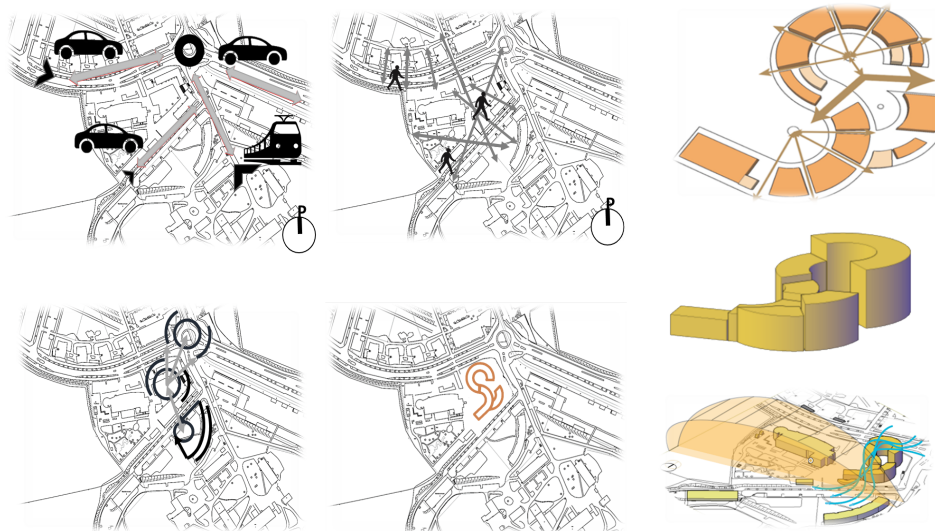
Nota: Elaboración propia

### **Concepto del lugar**

El concepto central de esta propuesta es la interacción y la creación de comunidades vibrantes. Se busca lograr esto a través de varios elementos clave. En primer lugar, se enfatiza la importancia de la permeabilidad para fomentar una movilidad eficiente, lo que facilita el acceso y la conexión entre diferentes espacios. Además, se promueve la integración de espacios verdes conectados para estimular la interacción con la naturaleza y se aboga por el uso de materiales respetuosos con el medio ambiente en los procesos de renovación. En cuanto al diseño, se propone una organización lógica de ejes céntricos para facilitar la navegación y se enfatiza la creación de comunidades vivas, donde las personas puedan encontrarse, compartir y vivir experiencias en conjunto. La conectividad circular se plantea como una forma de reducir las tensiones viales y peatonales, mientras que las pautas compositivas y el escalonamiento buscan estimular un entorno dinámico que promueva la interacción y la vitalidad comunitaria. En resumen, este enfoque integral busca crear entornos urbanos que fomenten la interacción social, la movilidad sostenible y la conexión con la naturaleza, con miras a promover comunidades más vibrantes y cohesionadas.

**Figura 6***Concepto*

Nota: Elaboración propia

**Figura 7***Memoria*

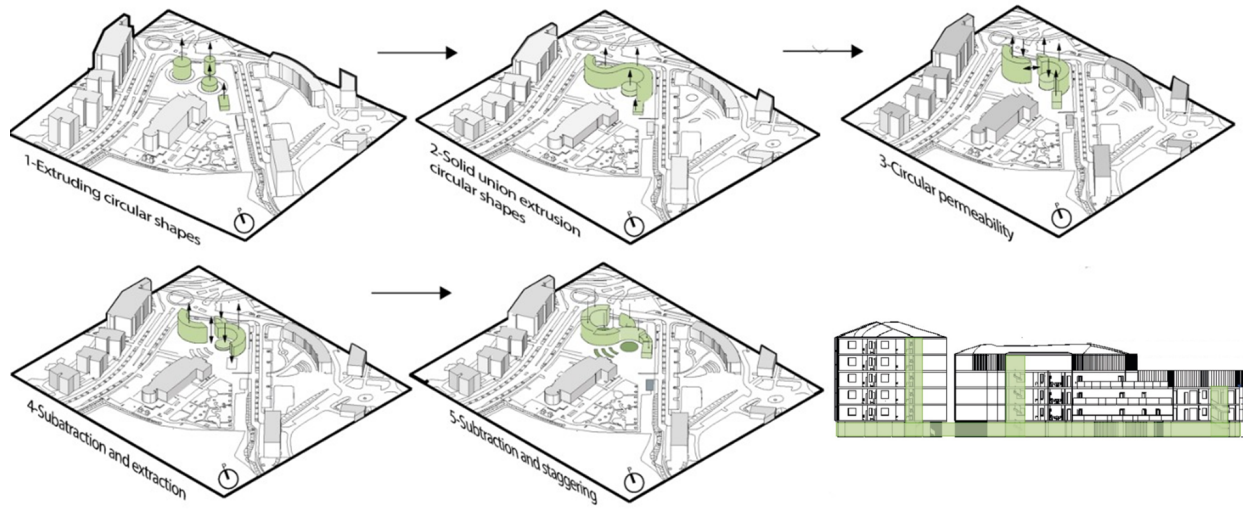
Nota: Elaboración propia

### **Plan maestro**

El enfoque del plan maestro se centra en la renovación, adaptación, reutilización y conexión entre espacios interiores y exteriores. Se ha priorizado una combinación equilibrada de elementos nuevos y existentes, como la construcción de un edificio de oficinas junto a la revitalización de un antiguo museo, la incorporación de un jardín botánico y un jardín japonés, así como alojamientos para estudiantes. Este enfoque integral busca no sólo la coexistencia armónica de diferentes funciones, sino también la creación de una comunidad dinámica y funcional. La integración de estas diversas características en el plan maestro no solo mejora la funcionalidad del espacio, sino que también promueve la vitalidad y la interacción entre sus usuarios, contribuyendo así a la creación de un entorno urbano más sostenible y enriquecedor.

**Figura 8***Plan maestro*

Nota: Adaptado de cartilla al concurso Saint gobain.

**Figura 9***Planificación de diseño*

Nota: Elaboración propia

### **Implementación de metodología BIM**

Para abordar los objetivos planteados, se emplea un enfoque investigativo cualitativo que permita profundizar en las complejidades y matices asociados con la identificación de materiales contextuales para la reducción de costos monetarios y energéticos mediante la metodología Building Information Modeling (BIM). Se realizará un análisis detallado de los elementos contextuales relevantes, considerando no solo las características técnicas de los materiales, sino también su integración en el entorno y sus posibles implicaciones energéticas. Además, para el diseño de un proyecto de renovación urbano patrimonial basado en el confort térmico, se adoptará una perspectiva cualitativa que involucre la comprensión profunda de las necesidades y preferencias de los usuarios finales. La metodología BIM será implementada como una herramienta integral que facilite la visualización y simulación de escenarios para optimizar el confort térmico. Asimismo, la evaluación del alcance del confort térmico en edificios existentes se llevará a cabo mediante un enfoque cualitativo que involucre el análisis de las interacciones climáticas de Helsinki. Este estudio bioclimático se centrará en comprender las dinámicas ambientales y sus efectos en el confort térmico, incorporando la percepción subjetiva de los usuarios y considerando la relación simbiótica entre el entorno natural y el construido.

Así mismo, para abordar los objetivos propuestos, se implementará una metodología de investigación que integre distintos tipos de investigación según la naturaleza de cada objetivo. En el caso de "Identificar materiales del contexto para la reducción del costo monetario y energético del proyecto a través de la metodología BIM," se aplicará una investigación exploratoria. Esto permitirá explorar y recopilar información sobre materiales contextuales que puedan influir en la reducción de costos y consumos energéticos, utilizando la metodología BIM como herramienta de análisis.

Para el objetivo "Diseñar un proyecto de renovación urbano patrimonial a partir del confort térmico utilizando la metodología BIM," se adoptará un enfoque proyectivo. Este tipo de investigación se

centrará en proyectar el diseño urbano patrimonial, considerando factores térmicos y aplicando la metodología BIM como una herramienta proactiva en la conceptualización y planificación del proyecto.

Por último, para el objetivo "Evaluar el alcance de confort térmico dentro de los edificios existentes a través del análisis de las interacciones climáticas de Helsinki por medio del estudio bioclimático," se empleará una metodología analítica. Este enfoque permitirá analizar en detalle las interacciones climáticas de Helsinki y evaluar el confort térmico en los edificios existentes, utilizando técnicas analíticas y el estudio bioclimático como base para la toma de decisiones informadas. La combinación de estos enfoques metodológicos garantizará un abordaje integral y multifacético en la investigación, permitiendo una comprensión profunda y holística de los diversos aspectos involucrados en cada objetivo.

Con ello se busca abordar los objetivos planteados, se aplicará una metodología de investigación centrada en la metodología BIM. Para el primer objetivo, "Identificar materiales del contexto para la reducción del costo monetario y energético del proyecto a través de la metodología BIM," se llevará a cabo un análisis BIM que permita modelar virtualmente el contexto y evaluar diversas opciones de materiales en términos de costos y eficiencia energética. Se utilizarán herramientas BIM para simular el rendimiento de los materiales en diferentes escenarios, facilitando la identificación de opciones óptimas.

En relación al segundo objetivo, "Diseñar un proyecto de renovación urbano patrimonial a partir del confort térmico utilizando la metodología BIM," se adoptará un enfoque BIM proyectivo. Se desarrollará un modelo BIM que integre variables relacionadas con el confort térmico, permitiendo la visualización y simulación de alternativas de diseño para optimizar las condiciones térmicas en el contexto urbano patrimonial.

Para el tercer objetivo, "Evaluar el alcance de confort térmico dentro de los edificios existentes a través del análisis de las interacciones climáticas de Helsinki por medio del estudio bioclimático," se combinará la metodología BIM con el estudio bioclimático. Se emplearán herramientas BIM para

modelar la geometría de los edificios existentes en Helsinki y se integrarán datos bioclimáticos para evaluar el confort térmico en función de las interacciones climáticas locales. Esta metodología BIM posibilitará una investigación integral y precisa, aprovechando las capacidades de modelado virtual para analizar y diseñar de manera eficiente, así como para evaluar el impacto de las decisiones de diseño en términos de costos, eficiencia energética y confort térmico.

### **Módulo 1. Estándares, trabajo colaborativo e interpolabilidad**

#### ***Plantilla BEP y EIR***

Este proyecto de grado se basa en la implementación de la Plantilla de Evaluación de Beneficios del Proyecto (BEP) y el Estudio de Impacto Ambiental (EIR) como herramientas fundamentales para la planificación y ejecución eficiente. Estas herramientas ofrecen un marco estructurado que evalúa tanto los beneficios económicos como los posibles impactos ambientales, garantizando una gestión integral y sostenible. La BEP se considera crucial en la toma estratégica de decisiones al enfocarse en identificar y cuantificar beneficios a corto, mediano y largo plazo, abarcando aspectos financieros, sociales y otros impactos positivos. Por otro lado, el EIR se destaca como un pilar esencial para la gestión responsable de proyectos al evaluar posibles impactos ambientales, proporcionando información clave para mitigar riesgos y cumplir con regulaciones ambientales. La aplicación sistemática de la BEP y el EIR en este proyecto comenzó con la identificación de beneficios esperados y un análisis detallado de impactos ambientales, abordando áreas como calidad del aire, agua, suelo y biodiversidad. Los resultados de la BEP ofrecieron una clara visión de los beneficios económicos y sociales para la comunidad e interesados. El EIR permitió identificar y evaluar impactos ambientales potenciales, facilitando la adopción de medidas para garantizar la sostenibilidad a largo plazo. La utilización conjunta de la BEP y el EIR ha demostrado ser crucial en la gestión integral de este proyecto, maximizando beneficios y minimizando impactos adversos para asegurar una implementación responsable y sostenible.

**Figura 10**

Roles

| Profesión              | Rol BIM                    | Definición del Rol BIM                                                                                                                                                  |
|------------------------|----------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Ingeniero              | Modelador estructural, MEP | Encargado de crear y gestionar el modelo estructural BIM y sistemas mecánicos, eléctricos y de fontanería, asegurando la compatibilidad y eficiencia en la instalación. |
| Arquitecto             | Modelador                  | Encargado de crear y mantener un modelo BIM integral, asegurando la integración de todas las disciplinas y la coherencia del diseño.                                    |
| Cliente                | Promotor                   | Representante del cliente que establece los requisitos del proyecto y utiliza la información del modelo para la toma de decisiones.                                     |
| Ingeniero especialista | Gestor de la información   | Responsable de gestionar la información del modelo, asegurando la coherencia y la calidad de los datos a lo largo del proyecto.                                         |
| Ingeniero              | Director de ejecución      | Supervisa la implementación de BIM en el proyecto, establece estándares y coordina la colaboración entre los participantes                                              |
| Contratista            | Constructor                | Gestiona la coordinación y ejecución del modelo BIM durante la fase de construcción, colaborando con los subcontratistas.                                               |
| Ingeniero              | Desarrollador              | Supervisa la implementación de BIM en proyectos inmobiliarios, garantizando una integración efectiva desde la planificación hasta la operación.                         |
| Arquitecto             | Proyectista                | Crea y gestiona el modelo BIM para la fase de diseño, asegurando la representación precisa de la visión creativa del proyecto.                                          |
| Especialista           | Estimador de costos        | Utiliza el modelo para la extracción de cantidades y la estimación de costos, asegurando una planificación financiera precisa.                                          |
| Arquitecto / Ingeniero | Manager                    | Supervisa la estrategia de implementación BIM, proporciona dirección y asegura la alineación con los objetivos del proyecto.                                            |

Nota: Elaboración propia

Para abordar los requisitos planteados, se han formado equipos especializados con profesionales de diversas disciplinas, cada uno asignado a tareas específicas. Estos equipos incluyen expertos en la estrategia de ejecución, gestores de desarrollos BIM, usuarios participantes en la producción y personal de apoyo transversal. Los perfiles de estos profesionales se alinean con los roles definidos para cada unidad de actuación en el proyecto.



|    |                                         |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
|----|-----------------------------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 20 | Modelación As-Built (Record Modelling)  | X | X | X | X | X | X | X | X | X |
| 21 | Programación del Mantenimiento (BIM 7D) |   |   | X | X | X | X | X | X | X |
| 22 | Análisis del sistema de edificación     |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 23 | Gestión de activos (BIM 7D)             |   |   | X | X | X | X | X | X | X |
| 24 | Gestión y seguimiento de espacios       | X |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 25 | Planificación y gestión de emergencias  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |

Nota: Elaboración propia

Los usos BIM son funciones específicas que se esperan que el modelo BIM cumpla durante el ciclo de vida del proyecto. Estos usos BIM pueden estar definidos en el Entorno de Información del Proyecto (EIR).

### ***CDE y USBIM CLOUD***

El propósito fundamental del CDE y USBIM CLOUD en un proyecto de arquitectura BIM es optimizar la colaboración y la gestión de información entre los diversos equipos involucrados. Estas plataformas se centran en facilitar la cooperación entre arquitectos, ingenieros y otros profesionales, al mismo tiempo que aseguran que todos tengan acceso oportuno a los datos pertinentes. Además, buscan garantizar la interoperabilidad entre diferentes herramientas de software, controlar versiones y cambios, y mejorar la eficiencia general del proyecto. En esencia, su función es mejorar la coordinación y la calidad del trabajo en el proceso de diseño y construcción.

- **Facilitar la colaboración:**

Estas plataformas permiten que los diferentes equipos de diseño y construcción trabajen de manera conjunta en un entorno centralizado. Esto significa que arquitectos, ingenieros, contratistas, y otros profesionales pueden colaborar de manera más eficiente, compartiendo modelos, datos y documentos de manera coordinada.

- **Gestión de la información:**

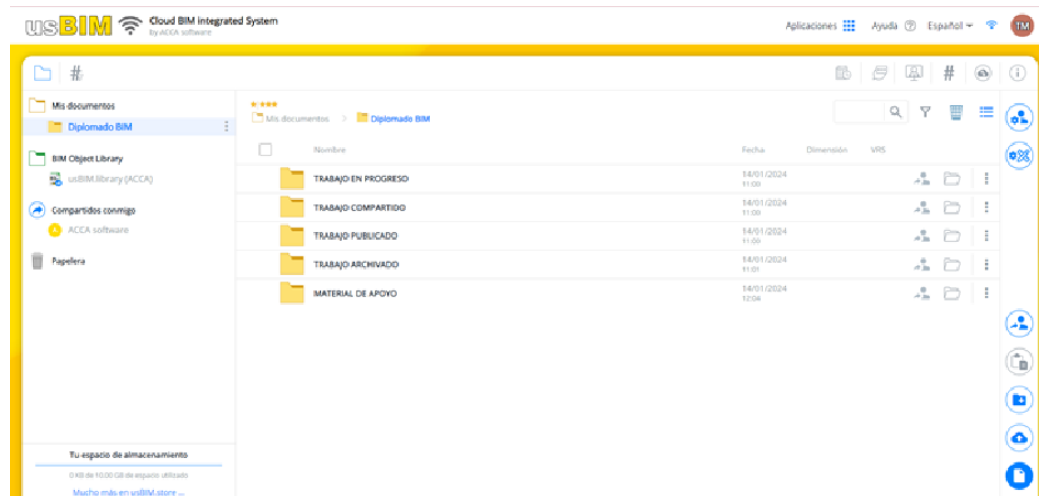
El CDE y USBIM CLOUD son herramientas diseñadas para gestionar toda la información generada durante el ciclo de vida del proyecto. Esto incluye modelos BIM, documentos, especificaciones, planos, informes, y cualquier otro tipo de información relevante. La gestión eficaz de esta información es crucial para garantizar que todos los implicados tengan acceso a los datos correctos en el momento adecuado.

- **Interoperabilidad:**

Estas plataformas también se enfocan en garantizar la interoperabilidad entre diferentes herramientas y software utilizados en el proceso de diseño y construcción. Esto significa que los modelos y datos pueden ser compartidos y utilizados por diferentes programas sin perder información o integridad.

- **Control de versiones y cambios:**

El CDE y USBIM CLOUD suelen incluir funciones para el control de versiones y la gestión de cambios. Esto permite realizar un seguimiento de las diferentes iteraciones del proyecto, así como gestionar y registrar los cambios realizados en los modelos y documentos a lo largo del tiempo.

**Figura 13***UsBIM*

Nota: Elaboración propia

**IFC y BCF**

El BCF (BIM Collaboration Format) es un estándar abierto que permite a los equipos de diseño y construcción comunicarse y colaborar de manera efectiva en proyectos BIM. Permite la creación de problemas, preguntas, solicitudes de información (RFI) y solicitudes de cambio directamente en el modelo BIM. Estos problemas pueden contener información detallada, como imágenes, anotaciones y ubicaciones específicas en el modelo. Los usuarios pueden asignar problemas a miembros del equipo, establecer prioridades y realizar un seguimiento del estado de resolución. Esto ayuda a agilizar el proceso de revisión y a garantizar que los problemas se aborden de manera oportuna, lo que contribuye a la eficiencia del proyecto y a la calidad final del diseño y la construcción.

Por otro lado, el IFC (Industry Foundation Classes) es un estándar de intercambio de datos que permite la interoperabilidad entre diferentes plataformas y herramientas de software BIM. Los modelos BIM se

pueden exportar en formato IFC para compartirlos con otros miembros del equipo, consultores externos, contratistas y clientes. Esto garantiza que todos los involucrados tengan acceso a la información actualizada y puedan colaborar utilizando sus propias herramientas preferidas. El IFC facilita la coordinación entre disciplinas y reduce los errores causados por la falta de compatibilidad entre diferentes software BIM.

Para exportar un modelo desde Revit a formato IFC utilizando USBIM, primero se debe asegurar de tener el modelo preparado y organizado en Revit. Luego, se deben configurar los parámetros y clasificaciones IFC en USBIM, revisar la geometría y los detalles del modelo, y ajustar las opciones de exportación según sea necesario. Una vez configurado, se procede a exportar el modelo a formato IFC desde USBIM y se revisa el archivo exportado para corregir cualquier problema que pueda surgir durante el proceso.

### **Módulo 3. Modelado de edificación**

#### ***Estructura***

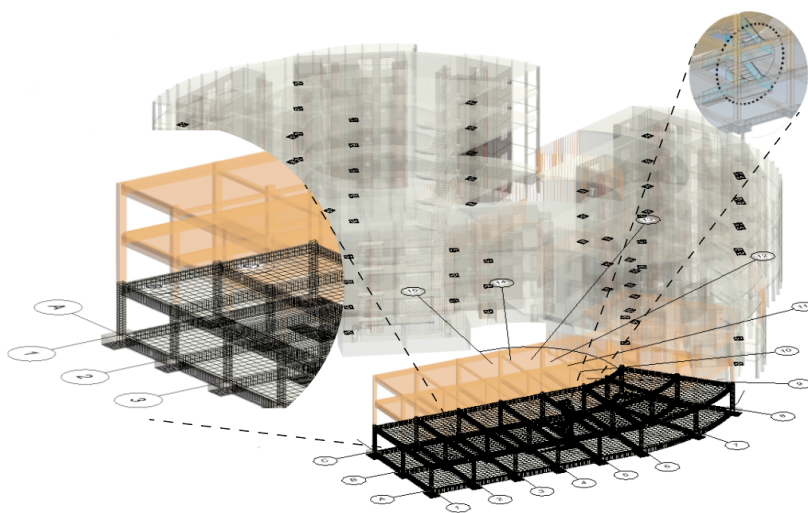
Para crear una estructura combinada de hormigón estructural y madera diseñamos el proyecto en Revit, siguiendo pasos como lo es el diseñar la estructura de hormigón utilizando las herramientas de modelado adecuadas, como muros, losas, cimentaciones y columnas. Se pueden definir los parámetros específicos de diseño y propiedades del hormigón para cada elemento. Luego, se puede integrar la madera utilizando componentes o familias de Revit diseñadas para este material. Esto implica la creación de elementos de madera, como vigas, pilares o paneles, y su colocación en la estructura de hormigón según el diseño estructural previsto garantizando un proyecto sustentable que ayude al medio ambiente y reduciendo con ellos su huella de carbono en la ciudad. Es esencial asegurarse de que la unión entre los elementos de madera y hormigón sea adecuada y cumpla con los requisitos de resistencia y seguridad. Además, es importante coordinar el diseño de la estructura con otros aspectos del proyecto,

como sistemas MEP (Mecánica, Electricidad y Fontanería) y arquitectura, para garantizar una integración fluida y eficiente. Revit proporciona herramientas de visualización y análisis que facilitan la verificación y optimización del diseño de la estructura combinada, lo que ayuda a garantizar su viabilidad y rendimiento adecuado en el proyecto.

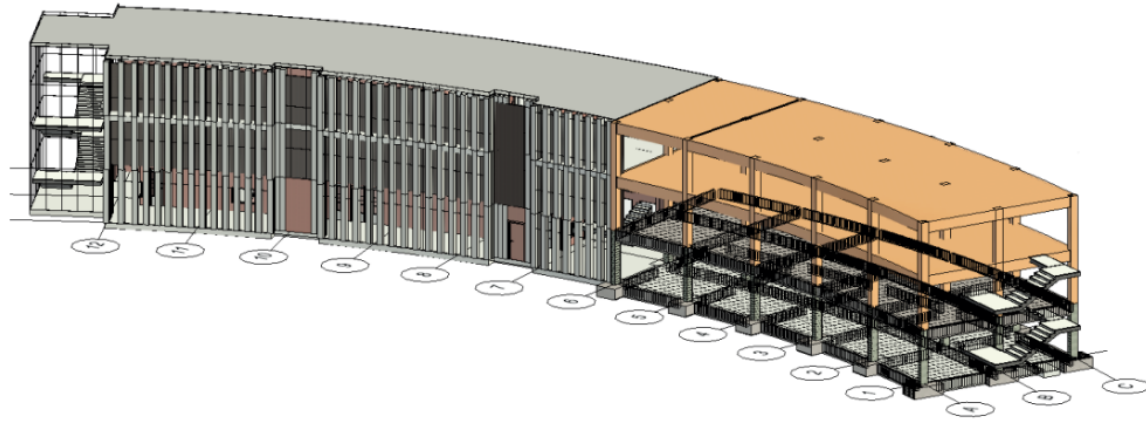
El enfoque de BIM revoluciona el diseño estructural en hormigón y madera al proporcionar una plataforma colaborativa que integra información detallada sobre la geometría, materiales y componentes estructurales de un proyecto. Los usuarios clave, como arquitectos, ingenieros estructurales, contratistas, propietarios y fabricantes de materiales, aprovechan BIM para optimizar la planificación, el diseño y la construcción. Desde la visualización y comunicación de diseños hasta la simulación de resistencia y la coordinación de la construcción, BIM promueve una mayor eficiencia, precisión y calidad en todas las etapas del proceso, mejorando así la ejecución de proyectos en hormigón y madera.

**Figura 14**

*Estructura general edificio B*



**Nota:** Estructura del edificio (B) Nueva construcción. Elaborado por Tania Rocio Medina Vargas.

**Figura 15***Estructura general edificio A*

Nota: Estructura del edificio (A) Renovación. Elaborado por Freddy Alexander Medina Vargas.

### **Arquitectura**

La implementación de la arquitectura en el contexto de BIM implica una serie de pasos, objetivos y alcances destinados a mejorar la eficiencia, precisión y colaboración en el proceso de diseño y construcción. Según Eastman et al. (2011), este proceso abarca desde la captura de requisitos y la definición del proyecto hasta la construcción y la entrega final. Los objetivos principales incluyen mejorar la eficiencia mediante el uso de tecnología BIM para agilizar el diseño y reducir errores, así como facilitar la colaboración multidisciplinaria entre los equipos de diseño, como mencionan Succar et al. (2009). Además, se busca lograr una mayor precisión en la representación del diseño arquitectónico mediante modelos BIM detallados, lo que contribuye a reducir discrepancias durante la construcción (Succar et al., 2009). En resumen, la arquitectura en BIM se centra en utilizar modelos BIM como herramienta central para optimizar el diseño, la coordinación y la entrega de proyectos arquitectónicos, con el fin de mejorar la eficiencia y la calidad del resultado final.

**Figura 16***Planta primer nivel edificio B*

Nota: Planimetría edificio (B) Nueva construcción. Elaborado por Tania Rocio Medina Vargas.

**Figura 17***Planta primer nivel edificio A*

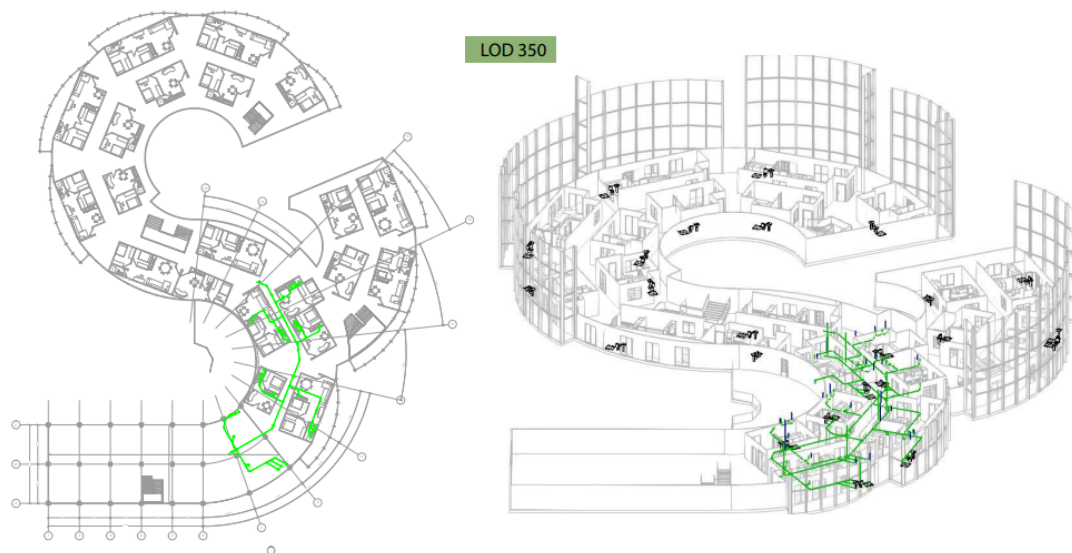
Nota: Planimetría edificio (A) Renovación. Elaborado por Freddy Alexander Medina Vargas.

### ***Instalaciones MEP***

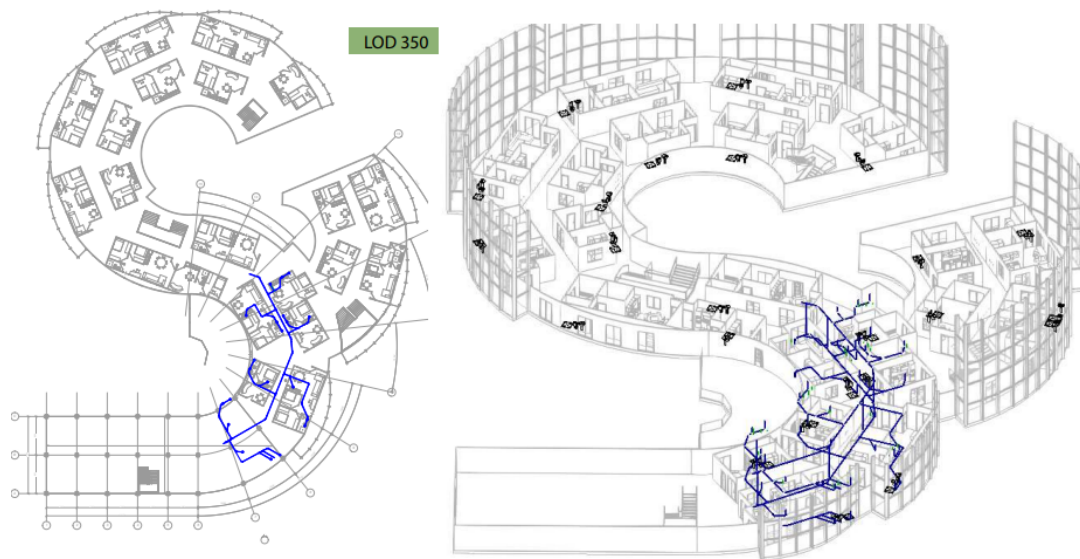
La integración de las instalaciones MEP (Mecánica, Electricidad y Fontanería) en el contexto de BIM implica una serie de etapas, metas y alcances destinados a mejorar la eficiencia y la precisión en el diseño, la coordinación y la ejecución de estos sistemas. Según Eastman et al. (2011), los procedimientos típicos incluyen la creación de modelos BIM detallados de las instalaciones MEP, la coordinación multidisciplinaria con otros equipos de diseño y la generación de documentación precisa para la construcción. Los objetivos principales son mejorar la eficiencia y la calidad del diseño, así como minimizar los conflictos y errores durante la construcción, como sugieren Succar et al. (2009). Los alcances abarcan desde la modelización y análisis de los sistemas MEP hasta la coordinación con otros aspectos del proyecto, como la arquitectura y la estructura, como mencionan Becerik-Gerber et al. (2011). Las instalaciones MEP en BIM se centran en utilizar modelos BIM como herramienta central para optimizar el diseño, la coordinación y la ejecución de sistemas mecánicos, eléctricos y de fontanería, con el fin de mejorar la eficiencia y la calidad del resultado final.

**Figura 18**

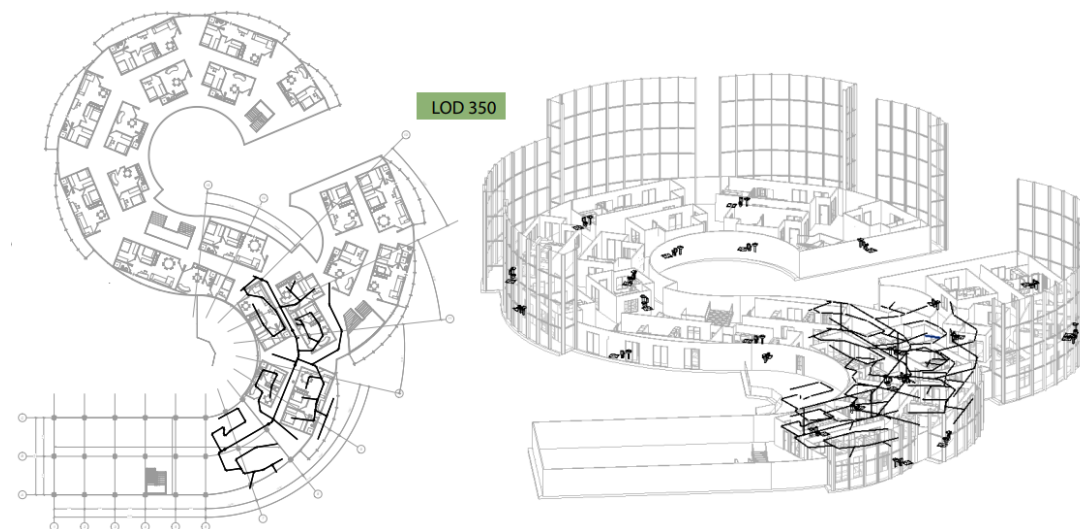
*Instalaciones mecánicas HVAC edificio B*



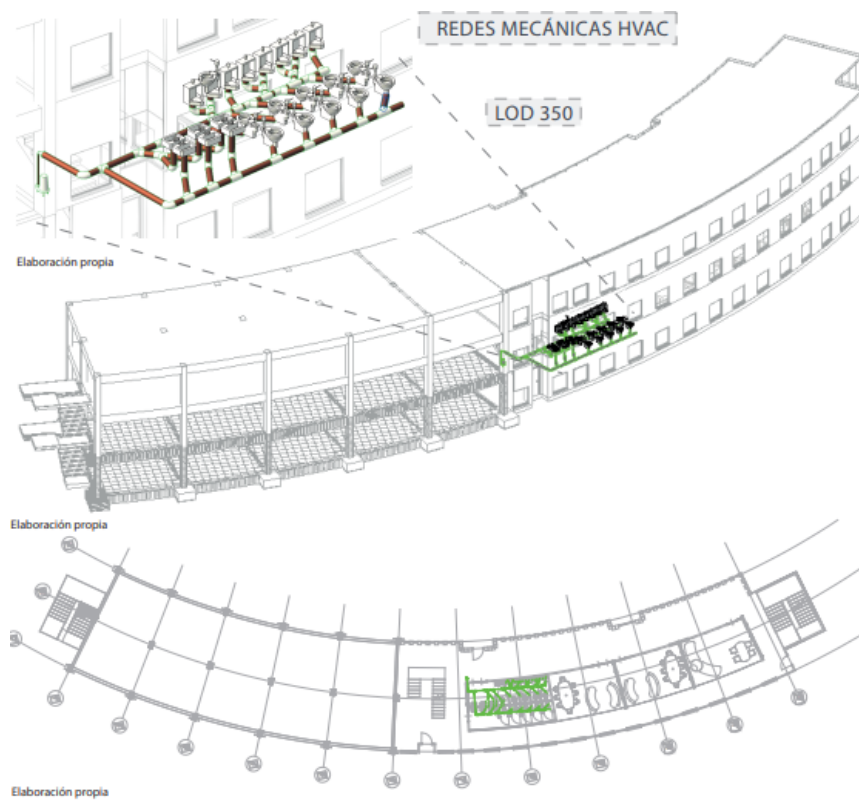
**Nota:** Instalaciones MEP (B) Nueva construcción. Elaborado por Tania Rocio Medina Vargas.

**Figura 19***Instalaciones Hidrosanitarias edificio B*

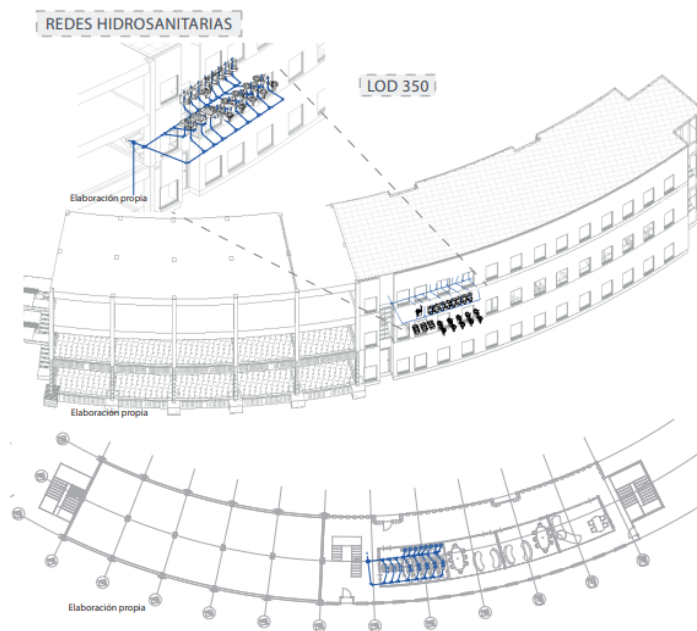
Nota: Instalaciones MEP (B) Nueva construcción. Elaborado por Tania Rocio Medina Vargas.

**Figura 20***Instalaciones eléctricas edificio B*

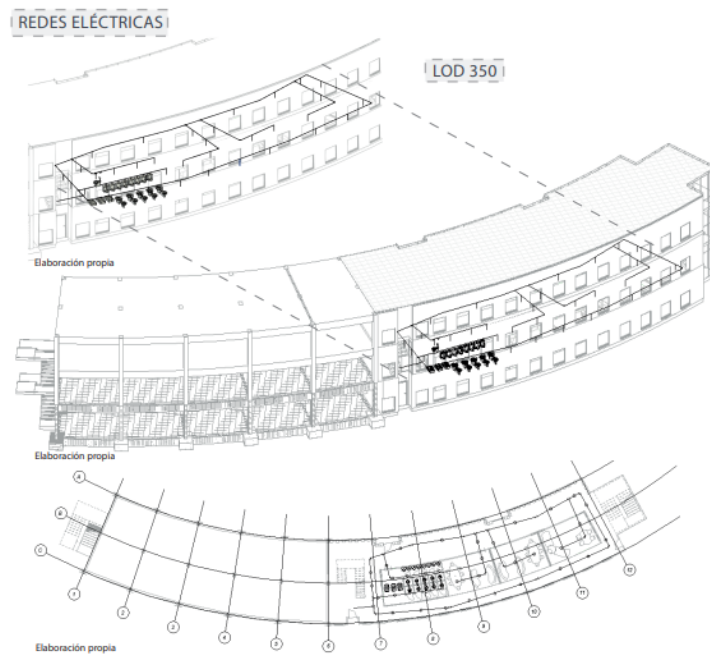
Nota: Instalaciones MEP (B) Nueva construcción. Elaborado por Tania Rocio Medina Vargas.

**Figura 21***Instalaciones mecánicas HVAC edificio A*

Nota: Instalaciones MEP (A) Renovación. Elaborado por Freddy Alexander Medina Vargas.

**Figura 22***Instalaciones Hidrosanitarias edificio A*

Nota: Instalaciones MEP (A) Renovación. Elaborado por Freddy Alexander Medina Vargas.

**Figura 23***Instalaciones eléctricas edificio A*

Nota: Instalaciones MEP (A) Renovación. Elaborado por Freddy Alexander Medina Vargas.

#### **Módulo 4. Coordinación de especialidades, documentación y tiempos**

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

La detección y resolución de interferencias en proyectos de construcción mediante el uso de Revit BIM ofrece numerosos beneficios, como la reducción de errores durante la fase de diseño, la optimización del tiempo y los recursos al evitar conflictos en la etapa de construcción, y la mejora general de la calidad del proyecto. Al utilizar herramientas de modelado 3D y la capacidad de coordinación de Revit, los equipos de diseño pueden identificar y abordar las interferencias de manera proactiva, lo que resulta en un proceso de construcción más eficiente, reducción de costos y mayor satisfacción del cliente. En resumen, Revit BIM no solo permite una mejor planificación y ejecución de proyectos, sino que también contribuye significativamente a la mitigación de riesgos y a la mejora de los resultados finales.

La ejecución de análisis de interferencias e inconsistencias dentro del ámbito de BIM comprende una serie de procedimientos, metas y alcances destinados a mejorar la coordinación y prevenir conflictos entre los diferentes sistemas y componentes del proyecto. Siguiendo a Eastman et al. (2011), los procedimientos habituales implican identificar interferencias mediante la superposición de modelos BIM multidisciplinarios, detectar inconsistencias y resolver conflictos identificados. Los principales objetivos incluyen minimizar errores y retrasos durante la construcción y optimizar la eficiencia del proceso de diseño, como se menciona en el trabajo de Succar et al. (2009). Los alcances abarcan desde la identificación de interferencias entre elementos estructurales, arquitectónicos y MEP, hasta la coordinación con otros aspectos del proyecto, como la planificación y la gestión de la construcción, según sugiere Kymmell et al. (2012). En síntesis, los análisis de interferencias e inconsistencias en BIM se enfocan en utilizar modelos BIM como herramienta central para detectar y solucionar problemas de

coordinación entre los diversos sistemas y componentes del proyecto, con el propósito de mejorar la eficiencia y la calidad del resultado final.

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

La generación de informes de coordinación en el marco de BIM implica una serie de procedimientos, metas y alcances dirigidos a mejorar la comunicación y la colaboración entre los diversos equipos involucrados en el diseño y la construcción. Siguiendo la perspectiva de Eastman et al. (2011), los pasos habituales incluyen la revisión de modelos BIM multidisciplinarios para detectar conflictos y discrepancias, la documentación de los problemas hallados y la presentación de propuestas de solución para resolverlos. Los principales objetivos son garantizar la coherencia y la precisión en el diseño del proyecto, así como reducir los errores y retrasos durante la construcción, tal como se menciona en el trabajo de Succar et al. (2009). Los alcances comprenden desde la elaboración de informes de coordinación entre elementos arquitectónicos, estructurales y MEP, hasta la coordinación con otros aspectos del proyecto, como la planificación de la construcción y la gestión de los recursos, según sugiere Kymmell et al. (2012). En resumen, la confección de informes de coordinación en BIM se centra en utilizar modelos BIM como herramienta principal para identificar y resolver problemas de coordinación entre los diferentes equipos y disciplinas del proyecto, con el fin de mejorar la eficiencia y la calidad del resultado final.

Crear informes de coordinación en BIM tiene como objetivo principal proporcionar una documentación detallada de los procesos de coordinación entre las disciplinas involucradas en un proyecto de construcción. Estos informes son fundamentales para identificar y resolver conflictos e interferencias en el modelo 3D, facilitar la comunicación entre los equipos y garantizar la coherencia y calidad del proyecto en todas sus etapas; generados y exportados en archivos HTML. En última instancia, contribuyen a la eficiencia y precisión en la ejecución del proyecto, minimizando riesgos, retrasos y

costos adicionales durante la fase de construcción, y promoviendo una colaboración efectiva entre todos los implicados.

**Figura 24**  
*Informe edificio B*

| AUTODESK®<br>NAVISWORKS® Informe de conflictos                                 |                     |           |           |                        |                                                                                                                          |                    |                            |                         |           |
|--------------------------------------------------------------------------------|---------------------|-----------|-----------|------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|----------------------------|-------------------------|-----------|
| Est VS Est                                                                     |                     |           |           |                        |                                                                                                                          |                    |                            |                         |           |
| Tolerancia (Conflicto) Nuevo (Arriba) Revisado (Aprobado) Resuelto Tipo Estado |                     |           |           |                        |                                                                                                                          |                    |                            |                         |           |
| 0.001m 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0                                                     |                     |           |           |                        |                                                                                                                          |                    |                            |                         |           |
| Elemento 1                                                                     |                     |           |           |                        |                                                                                                                          |                    |                            |                         |           |
| Imagen                                                                         | Nombre de conflicto | Estado    | Distancia | Utilización de rejilla | Descripción                                                                                                              | Fecha de detección | Punto de conflicto         | ID de elemento          | Capa Ruta |
|                                                                                | Conflict1           | Pendiente | 0.000     | 8-2: Nivel 3           | Archivos > bin m3.mt > Nivel 3 > Pilares estructurales > Madera Pilar > 337 x 445 > Madera Pilar > 337 x 445 > 337 x 445 | 2024/4/11 19:41    | x=35.445, y=3.262, z=6.000 | ID de elemento: 1043107 | Nivel 3   |
|                                                                                | Conflict2           | Pendiente | 0.008     | 8-4: Nivel 3           | Archivos > bin m3.mt > Nivel 3 > Pilares estructurales > Madera Pilar > 337 x 445 > Madera Pilar > 337 x 445 > 337 x 445 | 2024/4/11 19:41    | x=35.595, y=3.362, z=6.000 | ID de elemento: 1043107 | Nivel 3   |
|                                                                                | Conflict3           | Pendiente | 0.007     | 8-3: Nivel 3           | Archivos > bin m3.mt > Nivel 3 > Pilares estructurales > Madera Pilar > 337 x 445 > Madera Pilar > 337 x 445 > 337 x 445 | 2024/4/11 19:41    | x=35.703, y=3.312, z=6.000 | ID de elemento: 1043107 | Nivel 3   |
|                                                                                | Conflict4           | Pendiente | 0.499     | 8-3: Nivel 2           | Archivos > bin m3.mt > Nivel 3 > Pilares estructurales > Madera Pilar > 337 x 445 > Madera Pilar > 337 x 445 > 337 x 445 | 2024/4/11 19:41    | x=35.703, y=3.312, z=6.000 | ID de elemento: 1043107 | Nivel 3   |
|                                                                                | Conflict5           | Activo    | 0.302     | 8-4: Nivel 3           | Archivos > bin m3.mt > Nivel 3 > Pilares estructurales > Madera Pilar > 337 x 445 > Madera Pilar > 337 x 445 > 337 x 445 | 2024/4/11 19:41    | x=35.445, y=3.262, z=6.000 | ID de elemento: 1043107 | Nivel 3   |
|                                                                                | Conflict6           | Activo    | 0.362     | 8-3: Nivel 3           | Archivos > bin m3.mt > Nivel 3 > Pilares estructurales > Madera Pilar > 337 x 445 > Madera Pilar > 337 x 445 > 337 x 445 | 2024/4/11 19:41    | x=35.445, y=3.262, z=6.000 | ID de elemento: 1043107 | Nivel 3   |
|                                                                                | Conflict7           | Activo    | 0.302     | 8-3: Nivel 3           | Archivos > bin m3.mt > Nivel 3 > Pilares estructurales > Madera Pilar > 337 x 445 > Madera Pilar > 337 x 445 > 337 x 445 | 2024/4/11 19:41    | x=35.445, y=3.262, z=6.000 | ID de elemento: 1043107 | Nivel 3   |
|                                                                                | Conflict8           | Activo    | 0.362     | 8-3: Nivel 3           | Archivos > bin m3.mt > Nivel 3 > Pilares estructurales > Madera Pilar > 337 x 445 > Madera Pilar > 337 x 445 > 337 x 445 | 2024/4/11 19:41    | x=35.445, y=3.262, z=6.000 | ID de elemento: 1043107 | Nivel 3   |
|                                                                                | Conflict9           | Activo    | 0.386     | 8-7: Nivel 3           | Archivos > bin m3.mt > Nivel 3 > Pilares estructurales > Madera Pilar > 337 x 445 > Madera Pilar > 337 x 445 > 337 x 445 | 2024/4/11 19:41    | x=35.703, y=3.312, z=6.000 | ID de elemento: 1043107 | Nivel 3   |
|                                                                                | Conflict10          | Activo    | 0.336     | 8-3: Nivel 3           | Archivos > bin m3.mt > Nivel 3 > Pilares estructurales > Madera Pilar > 337 x 445 > Madera Pilar > 337 x 445 > 337 x 445 | 2024/4/11 19:41    | x=35.445, y=3.262, z=6.000 | ID de elemento: 1043107 | Nivel 3   |

Nota: Elaborado por Tania Rocio Medina Vargas.

**Figura 25**  
*Informe edificio A*

| AUTODESK®<br>NAVISWORKS® Informe de conflictos                                 |                     |        |           |                        |                                                                                                                                                        |                    |                             |                         |           |
|--------------------------------------------------------------------------------|---------------------|--------|-----------|------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|-----------------------------|-------------------------|-----------|
| Tolerancia (Conflicto) Nuevo (Arriba) Revisado (Aprobado) Resuelto Tipo Estado |                     |        |           |                        |                                                                                                                                                        |                    |                             |                         |           |
| 0.001m 1831 0 0 0 0 0 0 0 0                                                    |                     |        |           |                        |                                                                                                                                                        |                    |                             |                         |           |
| Elemento 1                                                                     |                     |        |           |                        |                                                                                                                                                        |                    |                             |                         |           |
| Imagen                                                                         | Nombre de conflicto | Estado | Distancia | Utilización de rejilla | Descripción                                                                                                                                            | Fecha de detección | Punto de conflicto          | ID de elemento          | Capa Ruta |
|                                                                                | Conflict1           | Nuevo  | -0.711    | A-11: Nivel 3          | Archivos > Edificio A-Renovacion-MA.rvt > Nivel 2 > Muros > Muro básico > muro en madera > Muro básico                                                 | 2024/4/11 20:51    | x=36.906, y=25.912, z=6.000 | ID de elemento: 890780  | Nivel 2   |
|                                                                                | Conflict2           | Nuevo  | -0.362    | 8-4: Nivel 3           | Archivos > Edificio A-Renovacion-MA.rvt > Nivel 4 > Suelos > Suelo > Hormigón-362 mm MADERA > Suelo                                                    | 2024/4/11 20:51    | x=35.173, y=19.501, z=8.638 | ID de elemento: 1020079 | Nivel 4   |
|                                                                                | Conflict3           | Nuevo  | -0.362    | 8-2: Nivel 3           | Archivos > Edificio A-Renovacion-MA.rvt > Nivel 3 > Pilares estructurales > Madera-Pilar > 337 x 445 > Madera-Pilar > 337 x 445 > 337 x 445            | 2024/4/11 20:51    | x=30.136, y=49.211, z=8.638 | ID de elemento: 1015133 | Nivel 3   |
|                                                                                | Conflict4           | Nuevo  | -0.362    | 8-3: Nivel 3           | Archivos > Edificio A-Renovacion-MA.rvt > Nivel 5 > Pilares estructurales > Madera-Pilar > 337 x 445 > Madera-Pilar > 337 x 445 > 337 x 445            | 2024/4/11 20:51    | x=32.742, y=64.134, z=8.638 | ID de elemento: 1015129 | Nivel 3   |
|                                                                                | Conflict5           | Nuevo  | -0.360    | 8-5: Nivel 3           | Archivos > Edificio A-Renovacion-MA.rvt > Nivel 4 > Suelos > Suelo > Hormigón-362 mm MADERA > Suelo                                                    | 2024/4/11 20:51    | x=37.184, y=54.810, z=8.638 | ID de elemento: 1020079 | Nivel 4   |
|                                                                                | Conflict6           | Nuevo  | -0.316    | A-4: Nivel 3           | Archivos > Edificio A-Renovacion-MA.rvt > Nivel 3 > Pilares estructurales > Madera-Pilar > 337 x 445 > Madera-Pilar > 337 x 445 > 337 x 445            | 2024/4/11 20:51    | x=31.108, y=57.878, z=8.400 | ID de elemento: 1015124 | Nivel 3   |
|                                                                                | Conflict7           | Nuevo  | -0.303    | A-3: Nivel 3           | Archivos > Edificio A-Renovacion-MA.rvt > Nivel 4 > Armazón estructural > Hormigón-Viga rectangular1 > 300 x 600mm madera > Hormigón-Viga rectangular1 | 2024/4/11 20:51    | x=28.715, y=62.966, z=8.400 | ID de elemento: 1016412 | Nivel 4   |

Estos informes son indispensables para los profesionales de la construcción, ya que facilitan la detección temprana de problemas y la toma de decisiones más informadas, lo que contribuye a evitar retrasos y costos adicionales en el proyecto.

Nota: Elaborado por Freddy Alexander Medina Vargas.

***Abstracción y gestión de cantidades***

La importancia de obtener mediciones precisas a partir de modelos BIM se destaca en la información proporcionada, al resaltar la utilidad de los modelos federados en la detección de interferencias entre especialidades y subrayar la relevancia de la coordinación en el proceso de diseño y construcción. Se enfatiza que la consistencia del modelo y el nivel de detalle son esenciales para evitar errores en las mediciones y gestionar la información de manera efectiva en el flujo de trabajo. Además, se menciona que la información extraída de los modelos federados se organiza como bases de datos, proporcionando flexibilidad en la organización según las necesidades del proyecto. Aspectos clave como la organización de la información de los modelos y la revisión de los parámetros de las familias utilizadas se abordan para garantizar la calidad y eficiencia del proceso de modelado y coordinación. La atracción y gestión de cantidades en BIM amplía estos beneficios al permitir una medición precisa y eficiente de materiales desde el modelo, optimizando el diseño, promoviendo la coordinación entre disciplinas, facilitando el análisis de costos y mejorando la colaboración entre equipos. En esencia, su objetivo radica en mejorar la eficiencia, precisión y rentabilidad de los proyectos de construcción mediante una gestión más inteligente de recursos y costos.

Figura 26  
Cantidades edificio B

| Familia      | Familia y tipo                          | Tipo                       | Longitu | Funció   |
|--------------|-----------------------------------------|----------------------------|---------|----------|
| Muro básico  | Muro básico: Partición con capa de yeso | Partición con capa de yeso | 6.65    | Interior |
| Muro cortina | Muro cortina: Muro cortina - horizontal | Muro cortina - horizontal  | 16.89   | Exterior |
| Muro básico  | Muro básico: Partición con capa de yeso | Partición con capa de yeso | 7.63    | Interior |
| Muro cortina | Muro cortina: Muro cortina - horizontal | Muro cortina - horizontal  | 14.46   | Exterior |
| Muro básico  | Muro básico: Por defecto - 10 cm        | Por defecto - 10 cm        | 9.21    | Exterior |
| Muro básico  | Muro básico: Partición con capa de yeso | Partición con capa de yeso | 22.23   | Interior |
| Muro básico  | Muro básico: Partición con capa de yeso | Partición con capa de yeso | 10.89   | Interior |
| Muro básico  | Muro básico: Partición con capa de yeso | Partición con capa de yeso | 15.09   | Interior |
| Muro básico  | Muro básico: Partición con capa de yeso | Partición con capa de yeso | 2.33    | Interior |
| Muro básico  | Muro básico: Partición con capa de yeso | Partición con capa de yeso | 8.76    | Interior |
| Muro básico  | Muro básico: Partición con capa de yeso | Partición con capa de yeso | 5.88    | Interior |
| Muro cortina | Muro cortina: Muro cortina - horizontal | Muro cortina - horizontal  | 16.10   | Exterior |
| Muro cortina | Muro cortina: Muro cortina - horizontal | Muro cortina - horizontal  | 16.06   | Exterior |
| Muro básico  | Muro básico: Partición con capa de yeso | Partición con capa de yeso | 5.82    | Interior |
| Muro básico  | Muro básico: Partición con capa de yeso | Partición con capa de yeso | 5.82    | Interior |
| Muro cortina | Muro cortina: Muro cortina - horizontal | Muro cortina - horizontal  | 16.11   | Exterior |
| Muro cortina | Muro cortina: Muro cortina - horizontal | Muro cortina - horizontal  | 16.06   | Exterior |
| Muro básico  | Muro básico: Partición con capa de yeso | Partición con capa de yeso | 5.82    | Interior |
| Muro básico  | Muro básico: Partición con capa de yeso | Partición con capa de yeso | 1.71    | Interior |
| Muro cortina | Muro cortina: Muro cortina - horizontal | Muro cortina - horizontal  | 9.25    | Exterior |
| Muro cortina | Muro cortina: Muro cortina - horizontal | Muro cortina - horizontal  | 25.13   | Exterior |

Nota: Elaborado por Tania Rocio Medina Vargas.

Figura 27  
Cantidades edificio A

| <cantidades de muros nivel 3> |                      |                    |                     |          |         |          |
|-------------------------------|----------------------|--------------------|---------------------|----------|---------|----------|
| A                             | B                    | C                  | D                   | E        | F       | G        |
| Familia                       | Familia y tipo       | Tipo               | Restricción de base | Longitud | Volumen | Área     |
| Muro básico                   | Muro básico: mader   | madera             | Nivel 3             | 5.75     | 1.76 m³ | 17.56 m² |
| Muro básico                   | Muro básico: mader   | madera             | Nivel 3             | 4.39     | 1.29 m³ | 12.89 m² |
| Muro básico                   | Muro básico: mader   | madera             | Nivel 3             | 4.56     | 1.40 m³ | 13.97 m² |
| Muro básico                   | Muro básico: mader   | madera             | Nivel 3             | 5.75     | 1.73 m³ | 17.25 m² |
| Muro básico                   | Muro básico: mader   | madera             | Nivel 3             | 5.75     | 1.70 m³ | 16.95 m² |
| Muro básico                   | Muro básico: mader   | madera             | Nivel 3             | 5.74     | 1.71 m³ | 17.08 m² |
| Muro básico                   | Muro básico: mader   | madera             | Nivel 3             | 31.32    | 7.52 m³ | 75.30 m² |
| Muro básico                   | Muro básico: mader   | madera             | Nivel 3             | 2.03     | 0.46 m³ | 4.64 m²  |
| Muro básico                   | Muro básico: Partici | Partición con capa | Nivel 3             | 25.64    | 7.66 m³ | 76.69 m² |
| Muro básico                   | Muro básico: Partici | Partición con capa | Nivel 3             | 1.16     | 0.35 m³ | 3.46 m²  |
| Muro básico                   | Muro básico: Partici | Partición cen capa | Nivel 3             | 1.26     | 0.17 m³ | 1.74 m²  |
| Muro básico                   | Muro básico: Partici | Partición con capa | Nivel 3             | 1.14     | 0.34 m³ | 3.43 m²  |
| Muro básico                   | Muro básico: Partici | Partición con capa | Nivel 3             | 1.19     | 0.14 m³ | 1.38 m²  |
| Muro básico                   | Muro básico: Partici | Partición cen capa | Nivel 3             | 1.15     | 0.35 m³ | 3.46 m²  |

Nota: Elaborado por Freddy Alexander Medina Vargas.

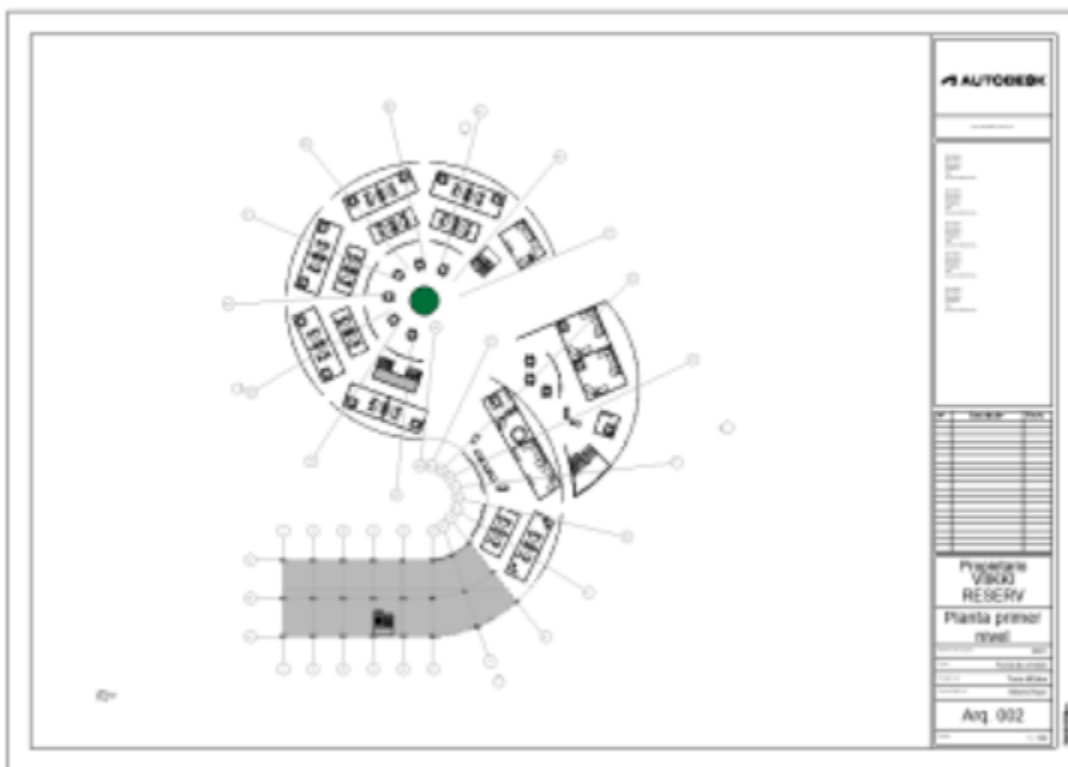
***Configuración de planimetrías y documentación***

La configuración de planimetrías y la documentación en BIM ofrecen un conjunto de alcances que revolucionan la manera en que se conciben y desarrollan los proyectos de construcción. La automatización de la generación de planos a partir del modelo tridimensional proporciona una eficiencia sin precedentes al reducir drásticamente el tiempo y los recursos necesarios para producir documentación gráfica. Esta automatización no solo agiliza el proceso, sino que también garantiza la coherencia y precisión de los planos, al basarse en un único modelo actualizado en tiempo real.

La coordinación entre las diversas disciplinas involucradas en un proyecto se ve profundamente mejorada gracias a la configuración de planimetrías en BIM. Al trabajar con la misma información centralizada y actualizada, los equipos de diseño, ingeniería y construcción pueden identificar y resolver conflictos de manera proactiva, minimizando así los errores y retrabajos durante el ciclo de vida del proyecto. Además, la capacidad de actualizar dinámicamente los planos en función de los cambios realizados en el modelo 3D garantiza que la documentación esté siempre sincronizada con el diseño actual, evitando discrepancias y malentendidos entre las partes interesadas.

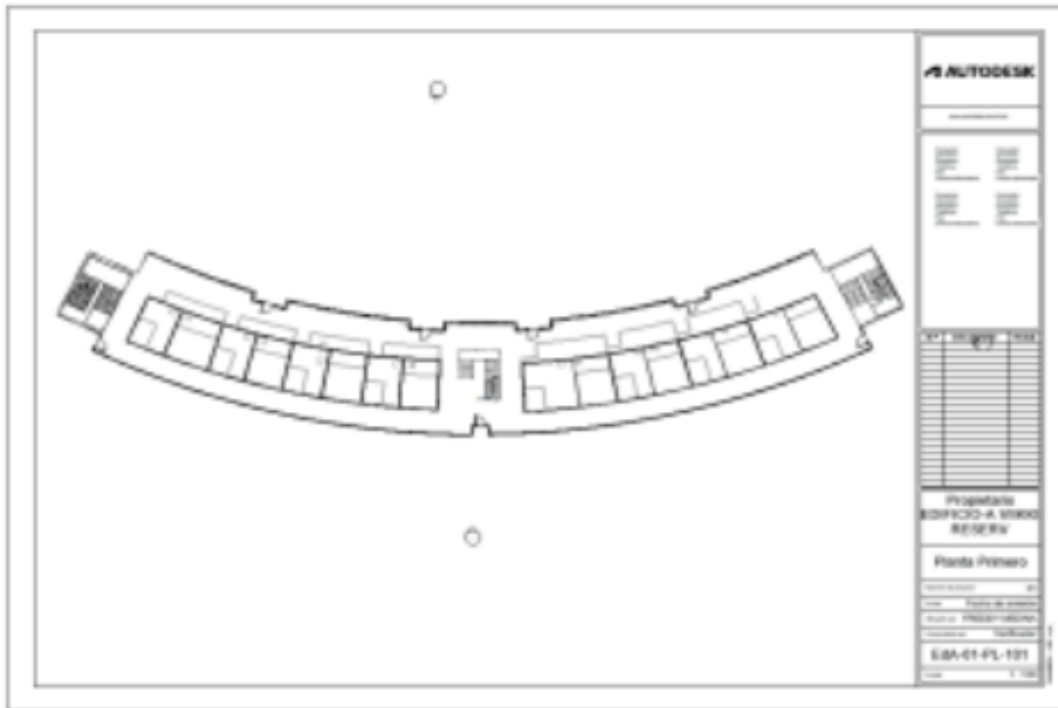
La visualización y comunicación mejoradas son otros beneficios clave de la configuración de planimetrías en BIM. Los planos generados a partir del modelo 3D ofrecen una representación visual detallada y precisa del proyecto, lo que facilita la comprensión y la toma de decisiones por parte de todos los actores involucrados en el proyecto. Esta capacidad de comunicación efectiva promueve la colaboración y la participación de manera más amplia, lo que contribuye a un proceso de diseño y construcción más transparente y eficiente.

**Figura 28**  
*Planimetría edificio B*



Nota: Elaborado por Tania Rocio Medina Vargas.

**Figura 29**  
*Planimetría edificio A*



Nota: Elaborado por Freddy Alexander Medina Vargas.

### ***Simulación de actividades constructivas***

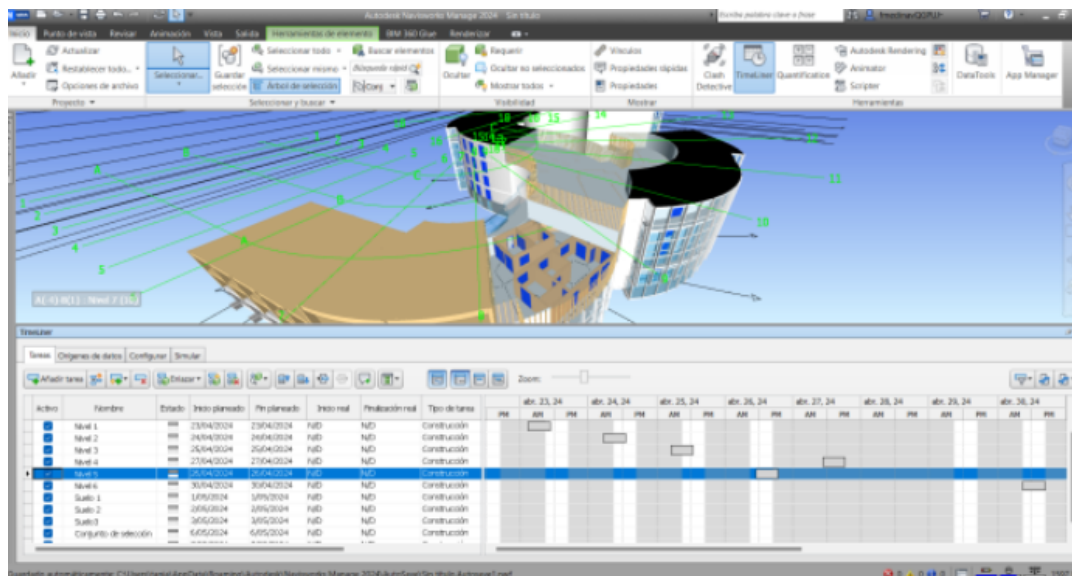
La simulación de actividades constructivas en BIM ofrece una serie de alcances que transforman la forma en que se planifican y ejecutan los proyectos de construcción. Una de las ventajas clave es la capacidad de realizar simulaciones virtuales de todo el proceso constructivo antes de que comience la construcción física (Howard & Bjork, 2008). Esto permite identificar posibles conflictos, optimizar la secuencia de trabajo y estimar con mayor precisión los tiempos y costos del proyecto. Esta anticipación de problemas y la optimización de la planificación contribuyen significativamente a la reducción de retrasos y costos adicionales durante la construcción.

La integración de la simulación de actividades constructivas en el entorno BIM también facilita la comunicación y colaboración entre los diversos equipos y partes interesadas involucradas en el proyecto

(Hammad, Elbeltagi, & Dawood, 2015). Al visualizar de manera clara y comprensible el progreso del proyecto y las interacciones entre las diferentes actividades constructivas, se promueve una mejor comprensión y coordinación entre todos los involucrados. Esta transparencia y claridad en la comunicación ayudan a minimizar malentendidos y conflictos, lo que resulta en una ejecución más fluida y eficiente del proyecto.

Además, la simulación de actividades constructivas en BIM proporciona una plataforma para la evaluación y optimización de la seguridad en el lugar de trabajo (Vico Software, 2010). Al identificar y abordar riesgos potenciales durante la fase de planificación, se pueden implementar medidas preventivas para garantizar un entorno de trabajo seguro para todos los trabajadores. Esto contribuye no solo a la protección de la salud y seguridad de los trabajadores, sino también a la reducción de accidentes y reclamaciones legales que podrían surgir durante la construcción.

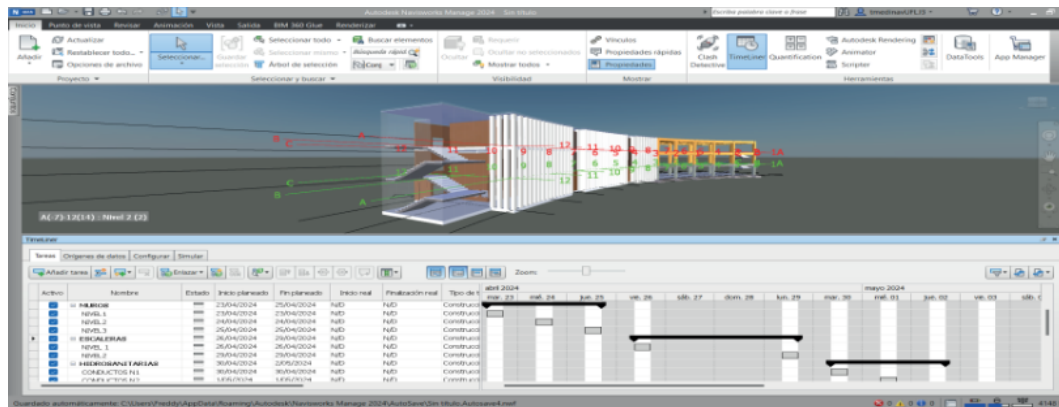
**Figura 30**  
*Simulación edificio B*



Nota: Elaborado por Tania Rocio Medina Vargas.

**Figura 31**  
edificio A

*Simulación*



Nota: Elaborado por Freddy Alexander Medina Vargas.

El análisis de interferencias e inconsistencias en proyectos de construcción a través de Revit BIM y otras herramientas ofrece una serie de ventajas sustanciales. Estas prácticas no solo reducen errores durante la fase de diseño, sino que también optimizan el uso del tiempo y los recursos al evitar conflictos durante la construcción, mejorando así la calidad general del proyecto. La ejecución de estos análisis dentro del marco de BIM involucra una serie de procedimientos destinados a mejorar la coordinación y prevenir conflictos entre los diferentes sistemas y componentes del proyecto. Además, la generación de informes de coordinación en BIM facilita la comunicación y colaboración entre los equipos involucrados, al proporcionar una documentación detallada de los procesos de coordinación entre disciplinas. La abstracción y gestión de cantidades en BIM permiten una medición precisa y eficiente de materiales desde el modelo, lo que optimiza el diseño y promueve la coordinación entre disciplinas. La configuración de planimetrías y la documentación en BIM ofrecen una eficiencia sin precedentes al reducir el tiempo y los recursos necesarios para producir documentación gráfica, mejorando la coordinación y la toma de decisiones. Por último, la simulación de actividades constructivas en BIM facilita la identificación de conflictos, optimiza la secuencia de trabajo y mejora la comunicación entre los equipos, lo que contribuye a una ejecución más eficiente del proyecto. Estas prácticas representan una evolución significativa en la industria de la construcción, brindando beneficios tangibles en términos de eficiencia, calidad y colaboración.

## **Módulo 5. Realidad virtual e inmersiva**

### ***Realidad virtual e inmersiva***

La exportación a formatos como IFC y FBX y la utilización de Twinmotion garantiza la interoperabilidad y la compatibilidad entre diferentes aplicaciones de realidad virtual e inmersiva. Al exportar los modelos BIM a estos formatos, se permite su compartición y uso en una variedad de aplicaciones de realidad virtual, lo que facilita la exploración de los diseños a escala real y desde diversas perspectivas. Esta capacidad no solo se limita a la visualización inmersiva, sino que también se extiende a la revisión y colaboración en entornos virtuales, donde los equipos pueden identificar conflictos, realizar cambios y tomar decisiones colaborativas de manera más informada.

Además, la exportación a formatos como IFC y FBX es útil para presentar proyectos de construcción a clientes, partes interesadas y equipos de proyecto. Esto asegura una integración fluida de los diseños desde plataformas de diseño a Twinmotion, garantizando la compatibilidad y la continuidad del flujo de trabajo. Por otro lado, la importación de archivos en formato FBX en Twinmotion permite la renderización en tiempo real, lo que significa que los modelos 3D pueden ser manipulados y renderizados instantáneamente, ofreciendo una amplia gama de herramientas para agregar elementos como materiales realistas, vegetación, efectos climáticos y de iluminación. Esto facilita la creación de representaciones visuales impresionantes y convincentes, contribuyendo así a la presentación efectiva de proyectos a clientes y partes interesadas.

Por último, el fotomontaje y retoque fotográfico 3D en Twinmotion ofrece una función esencial para integrar modelos BIM con fotografías reales, lo que permite crear visualizaciones precisas y atractivas de proyectos arquitectónicos y de construcción. Además, las opciones de configuración de fondos climáticos, manejo de luces, sombras y reflejos proporcionan una representación convincente del

proyecto, facilitando la toma de decisiones de diseño y la comunicación efectiva con clientes y autoridades reguladoras. Esta combinación de herramientas no solo ofrece una renderización en tiempo real impresionante, sino que también facilita la toma de decisiones y la presentación impactante de proyectos a clientes y partes interesadas.

**Figura 32**

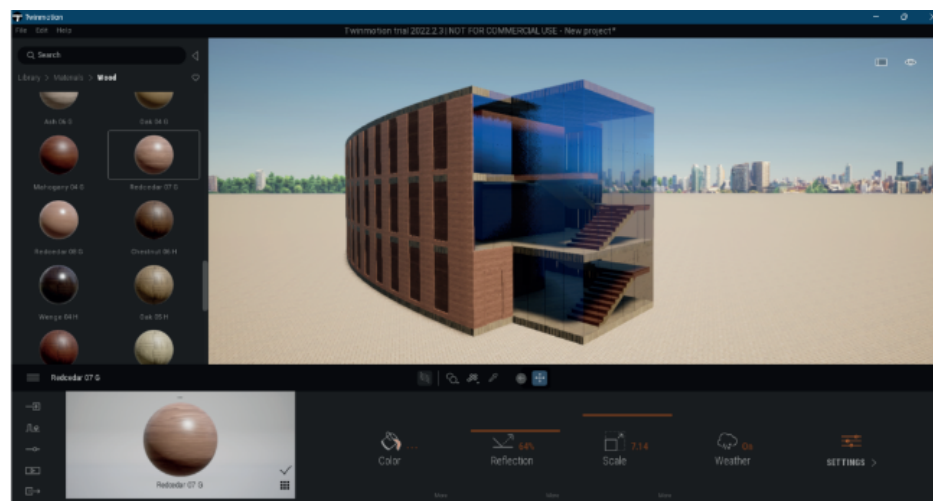
*Utilización Twinmotion en clima edificio B*



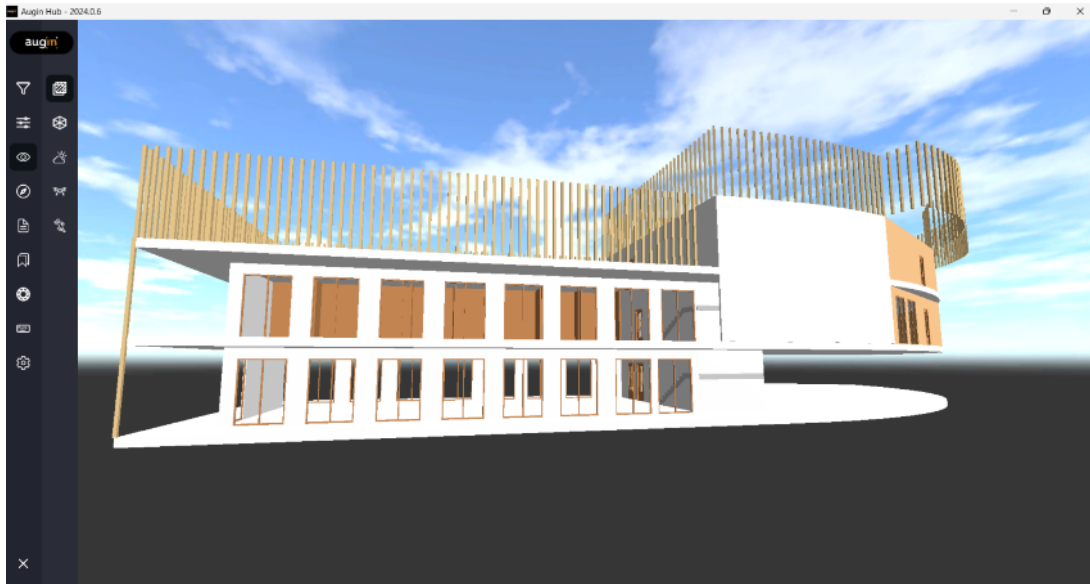
Nota: Elaborado por Tania Rocio Medina Vargas.

**Figura 33**

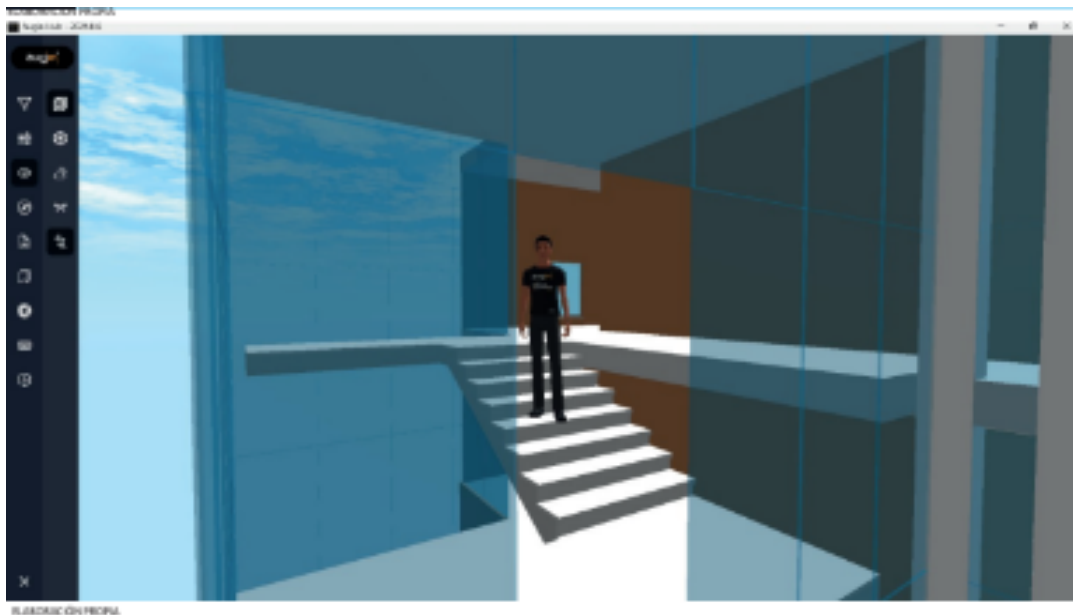
*Utilización Twinmotion en materialidad edificio A*



Nota: Elaborado por Freddy Alexander Medina Vargas.

**Figura 34***Utilización augin edificio B*

Nota: Elaborado por Tania Rocio Medina Vargas.

**Figura 35***Utilización augin edificio A*

Nota: Elaborado por Freddy Alexander Medina Vargas.

**Figura 36**  
1 edificio B

*Render*



Nota: Elaborado por Tania Rocio Medina Vargas.

**Figura 37**  
2 edificio B

*Render*



Nota: Elaborado por Tania Rocio Medina Vargas.

**Figura 38**  
3 edificio B

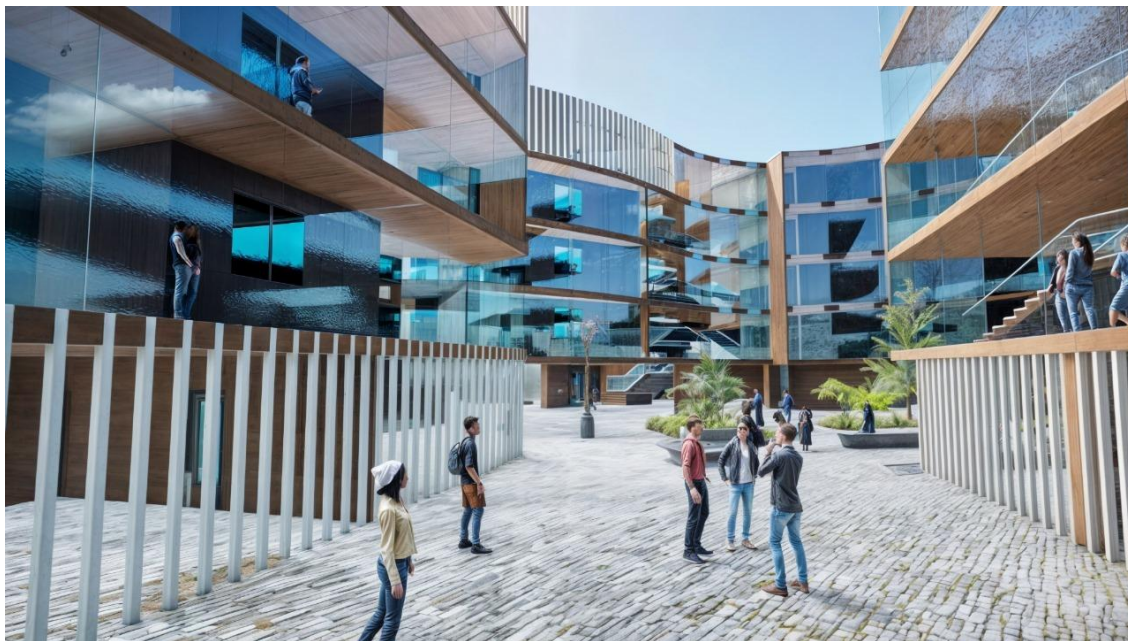
*Render*



Nota: Elaborado por Tania Rocio Medina Vargas.

**Figura 39**  
4 edificio B

*Render*



Nota: Elaborado por Tania Rocio Medina Vargas.

**Figura 40**  
5 edificio B

*Render*



Nota: Elaborado por Tania Rocio Medina Vargas.

**Figura 41**  
1 edificio A

*Render*



Nota: Elaborado por Freddy Alexander Medina Vargas.

**Figura 42**  
2 edificio A

*Render*



Nota: Elaborado por Freddy Alexander Medina Vargas.

**Figura 43**  
3 edificio A

*Render*



Nota: Elaborado por Freddy Alexander Medina Vargas.

**Figura 44**  
4 edificio A

*Render*



Nota: Elaborado por Freddy Alexander Medina Vargas.

**Figura 45**  
5 edificio A

*Render*



Nota: Elaborado por Freddy Alexander Medina Vargas.

### Conclusiones

El proyecto se encuentra dividido en tres fases, la primera es la adecuación de un edificio existente con uso administrativo a vivienda residencial, la segunda fase es la demolición y la nueva construcción de un edificio para uso residencial con dos tipos de usuarios (estudiante e investigador); la integración de estos edificios con su entorno nos brindó como objetivo estudiar el confort térmico dentro de la vivienda con el uso de materiales eco sostenibles que aportan al medio ambiente y reduce la huella de contaminación de CO2.

El proyecto arquitectónico en el distrito de Viikki, Helsinki, se centra en la sostenibilidad y la adaptabilidad urbana y residencial. Se busca continuar con la tradición de vida sostenible en la zona, integrando la renovación y la adaptabilidad a las necesidades cambiantes de los residentes y el entorno. La arquitectura sostenible se enfoca en el confort ambiental y la eficiencia energética, aprovechando recursos naturales como la energía solar y utilizando materiales sostenibles. La movilidad urbana y silvestre debe ser sostenible, priorizando el transporte público y los espacios peatonales y ciclistas. Se sigue el enfoque de los Objetivos de Desarrollo Sostenible de las Naciones Unidas para lograr una ciudad y comunidad sostenible. La implementación de la metodología BIM se ha convertido en estándar en la construcción finlandesa, contribuyendo a la eficiencia y calidad de los proyectos. El proyecto se caracteriza por su enfoque en la sostenibilidad y la eficiencia energética, con énfasis en la creación de comunidades vibrantes e integradas.

En la implementación de la metodología BIM son fundamentales para entender su impacto y potencial. Se utilizó un análisis BIM para evaluar opciones de materiales, identificando opciones óptimas. En el diseño urbano, se adoptó un enfoque BIM proyectivo para optimizar condiciones térmicas. Combinando BIM con el estudio bioclimático, se evaluó el confort térmico en edificios existentes. La configuración de planimetrías y la documentación en BIM agilizan la producción de documentos y

mejoran la coordinación entre disciplinas. La simulación de actividades constructivas en BIM permite identificar conflictos, optimizar la planificación y reducir retrasos y costos adicionales.

### **Bibliografía**

Jenny Gonzále Muñoz. (2017). Reutilización De Los Edificios Patrimoniales. ¿Re-Significación De La Memoria?

<https://www.redalyc.org/journal/5524/552459228005/552459228005.pdf>

Díaz, C., Gumà, R., Rodríguez-Cid, J., Simancas, L., Torres, C., & Cornadó, C. (2017). Nuevos usos para el patrimonio difuso.

<https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2117/8235/NUEVOS%20USOS%20PARA%20EL%20PATRIMONIO%20DIFUSO>

Carlos Ernesto Ferrufino-Martínez. (2023). Vista de Arquitectura moderna en El Salvador (1950-1980): una interpretación de dos tendencias. (s. f.).

<https://revistadearquitectura.ucatolica.edu.co/article/view/4139/4579>

Fernanda Flach, Marco A. S. Gonzále, Andrea P. Kern. (2008). Un Estudio Sobre El Mejoramiento Del Inventario De Edificios Sociales Con Énfasis En La Rehabilitación De Fachadas.

[https://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0718-50732008000300003&script=sci\\_arttext#back](https://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0718-50732008000300003&script=sci_arttext#back)

José Alejandro Gómez Voltan, Silvia Augusta Cirvini (2022). La Adaptabilidad En Edificios Patrimoniales. Conceptos y Alcance.

[https://revistas.javeriana.edu.co/files-articulos/APUNTES/35%20\(2022\)/539571871004/index.html](https://revistas.javeriana.edu.co/files-articulos/APUNTES/35%20(2022)/539571871004/index.html)

Jaramillo Morales, N. J. (2019). El auge del uso de la madera en la construcción.

<https://upcommons.upc.edu/bitstream/2117/329924/1/TFM%20-%20Johana%20Jaramillo%20Morales.pdf>

Rodrigo García Alvarado, Maureen Trebilcock Kelly y Jaime Soto Muñoz (2013). Mejoramiento Ambiental De Viviendas Urbanas Unifamiliares En Centro-Sur De Chile

[http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S1815-58982013000300005&script=sci\\_arttext&tlng=pt](http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S1815-58982013000300005&script=sci_arttext&tlng=pt)

Rodrigo García Alvarado<sup>2</sup>, Alex González<sup>3</sup>. (2014). Condiciones De Forma Y Desempeño Energético De Viviendas Unifamiliares En El Centro-Sur De Chile

[https://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0718-83582014000100005&script=sci\\_arttext&tlng=pt#n1](https://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0718-83582014000100005&script=sci_arttext&tlng=pt#n1)

Biere Arenas, R., Marmolejo Duarte, C., Crespo Sánchez, E., y Onecha Pérez, B. (2023). Percepción De Beneficios Y Co-Beneficios De Las Viviendas Energéticamente Eficientes. Un Análisis Para Barcelona

[https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2117/387405/Arellano2023\\_INVI.pdf?sequence=3&isAllowed=y](https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2117/387405/Arellano2023_INVI.pdf?sequence=3&isAllowed=y)

Cèsar Díaz, Ramon Gumà, Jimena Rodríguez-Cid, Leiris Simancas, Claudia Torres, Còssima Cornadó. (2014). Nuevos Usos Para El Patrimonio Difuso

[https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2117/8235/NUEVOS%20USOS%20PARA%20EL%20PATRIMONIO%20DIFUSO\\_Ponencia.pdf](https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2117/8235/NUEVOS%20USOS%20PARA%20EL%20PATRIMONIO%20DIFUSO_Ponencia.pdf)

Esteban Zalamea-LeónFelipe Quesada. (2017). Criterios De Integración De Energía Solar Activa En Arquitectura Potencial Tecnológico Y Consideraciones Proyectuales

<https://revistadearquitectura.ucatolica.edu.co/article/view/1018/1375>

Gerardo Saelzer Canouet, David Campusano Brown, Pablo Gómez Alvial. (2022). Edificios Históricos De Madera, Restaurados Con Fines Públicos En El Sur De Chile. Un Análisis Crítico Y Un Enfoque Hacia El Paisaje Cultural

[https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0719-64662022000200094&lang=es](https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0719-64662022000200094&lang=es)

Universidad La Gran Colombia. Nuevas Tecnologías Digitales Para El Desarrollo y Gestión de Proyectos Open BIM. (3 de mayo de 2024).

<https://www.ugc.edu.co/bogota/diplomados/nuevas-tecnologias-digitales-para-el-desarrollo-y-gestion-de-proyectos-open-bim>

Yuan, Z., Sun, C., & Wang, Y. (2018). Design for Manufacture and Assembly-oriented parametric design of prefabricated buildings. *Automation in Construction*, 88(December 2017), 13–22.  
<https://doi.org/10.1016/j.autcon.2017.12.021>

Sharma, S., Sawhney, A., & Arif, M. (2017). Parametric Modelling for Designing Offsite Construction. *Procedia Engineering*, 196(June), 1114–1121.  
<https://doi.org/10.1016/j.proeng.2017.08.069>

Coloma, E. (2008). Introducción A La Tecnología Bim.  
<https://doi.org/10.13140/2.1.1072.6722>

Gómez Voltan, J. A., & Cirvini, S. A. (2022). La adaptabilidad en edificios patrimoniales: Conceptos y alcance. *Nombre de la Revista*.  
[https://revistas.javeriana.edu.co/filesarticulos/APUNTES/35%20\(2022\)/539571871004/index.html](https://revistas.javeriana.edu.co/filesarticulos/APUNTES/35%20(2022)/539571871004/index.html)

Gutiérrez Oliva, A. (2008). La madera en la construcción: Estructura y propiedades de la madera.  
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=2980079>

Fernández-Vivancos González, E. (2018). La casa que crece en el AA-System de Alvar Aalto. *ZARCH*, 11.  
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7063694>