

**GUA – SHUCA: EQUIPAMIENTO DEPORTIVO Y CULTURAL EN GUASCA,  
CUNDINAMARCA**

Jose Giovanni Mendoza Garzon



UNIVERSIDAD  
La Gran Colombia

Vigilada MINEDUCACIÓN

Programa académico, Facultad Arquitectura

Universidad La Gran Colombia

Bogotá D.C

2024

## **Gua – Shuca: equipamiento deportivo y cultural en Guasca, Cundinamarca**

**Jose Giovanni Mendoza Garzon**

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

Asesor Arq. Alberto Nope Bernal



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

Vigilada MINEDUCACIÓN

**Programa académico, Facultad Arquitectura**

**Universidad La Gran Colombia**

**Bogotá D.C**

**2025**

## **AGRADECIMIENTOS**

Quiero expresar mi más profundo agradecimiento a Dios, por darme la fuerza, la paciencia y la guía necesarias para llevar a cabo este proyecto.

A mi familia, por estar siempre a mi lado, apoyándome en cada momento y brindándome su amor y comprensión durante todo este proceso. Su apoyo incondicional ha sido fundamental para alcanzar mis metas.

A mis amigos y seres queridos, por acompañarme, ofrecerme su ánimo y estar presentes cuando más lo necesitaba. Su amistad y cercanía ha sido un pilar importante en mi camino.

Y, finalmente, a mis profesores, por su orientación, enseñanza y dedicación a lo largo de mi formación académica y durante la realización de este documento. Sus conocimientos y consejos han sido esenciales para mi crecimiento profesional y personal.

**Tabla de contenido**

<b>AGRADECIMIENTOS.....</b>	<b>3</b>
<b>RESUMEN.....</b>	<b>13</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>14</b>
<b>CAPÍTULO I: FORMULACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN .....</b>	<b>15</b>
<b>INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>15</b>
PREGUNTA PROBLEMA.....	17
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	17
JUSTIFICACIÓN.....	21
HIPÓTESIS.....	24
<b>CAPÍTULO II: OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN .....</b>	<b>25</b>
OBJETIVO GENERAL .....	25
OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	25
<b>CAPÍTULO III: MARCOS DE REFERENCIA.....</b>	<b>26</b>
MARCO REFERENCIAL .....	26
MARCO NORMATIVO.....	29
MARCO CONCEPTUAL .....	33
MARCO TEÓRICO .....	35
MARCO HISTÓRICO .....	37
<b>CAPÍTULO IV: METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.....</b>	<b>39</b>
ASPECTOS METODOLÓGICOS.....	39
Fase 1: Investigación Teórica y Diagnóstico Cualitativo.....	39

GUA – SHUCA: EQUIPAMIENTO DEPORTIVO Y CULTURAL EN GUASCA, CUNDINAMARCA	5
Fase 2: Recolección, Análisis y Evaluación Cuantitativa .....	40
Fase 3: Propuesta de Diseño y Evaluación Deductiva .....	40
Fase 4: Aplicación de la Metodología BIM.....	40
<b>CAPÍTULO V: ANÁLISIS Y DIAGNÓSTICO .....</b>	<b>42</b>
MACRO ECOLÓGICO – PROVINCIA DE GUAVIO .....	42
MACRO FUNCIONAL Y DE SERVICIOS – PROVINCIA DE GUAVIO .....	44
LA RUTA DEL AGUA.....	46
ANÁLISIS MESO - FUNCIONAL Y DE SERVICIOS .....	47
ANÁLISIS MESO – ECOLÓGICO .....	49
ANÁLISIS MESO – SOCIO ECONÓMICO.....	51
ANÁLISIS MESO – EXISTENCIAS Y RELACIÓN CON EL PROYECTO.....	53
ANÁLISIS MICRO – ENTORNO INMEDIATO Y LOTE DEL PROYECTO.....	54
ANÁLISIS MICRO – ENTORNO ALEDAÑO AL LOTE.....	56
ANÁLISIS MICRO – RUIDO Y FLUJO PEATONAL .....	57
<b>CAPÍTULO VI: PROYECTO.....</b>	<b>59</b>
PROPUESTA URBANA.....	59
BIOCLIMÁTICA .....	61
NORMATIVA URBANA Y PARÁMETROS DE OCUPACIÓN DEL LOTE.....	62
PROGRAMA ARQUITECTÓNICO .....	63
METODOLOGÍA DE DISEÑO.....	67
SISTEMA DE ORDEN Y COMPOSICIÓN – ESCALA URBANA .....	68
SISTEMA DE ORDEN Y COMPOSICIÓN – ESCALA ARQUITECTÓNICA.....	72

IMPLANTACIÓN Y ZONIFICACIÓN DEL PROYECTO.....	73
SISTEMA ESTRUCTURAL – IMPLANTACIÓN ARQUITECTÓNICA.....	75
MATERIALIDAD Y TRATAMIENTO DE SUPERFICIES .....	77
IMPLANTACIÓN Y ZONIFICACIÓN ARQUITECTÓNICA.....	79
<b>CAPÍTULO VII: IMPLEMENTACION DE LA METODOLOGIA BIM.....</b>	<b>82</b>
<b>MÓDULO I: INTRODUCCIÓN, NORMAS, ESTÁNDARES .....</b>	<b>83</b>
DIMENSIONES BIM.....	85
ROLES BIM .....	86
LOD Y LOI.....	87
Usos BIM .....	89
DOCUMENTO EIR (EMPLOYER’S INFORMATION REQUIREMENTS) .....	90
DOCUMENTO BEP (BIM EJECUTION PLAN) .....	91
CDE (COMMON DATA ENVIRONMENT) Us BIM .....	93
IFC (INDUSTRY FOUNDATION CLASSES) .....	95
BCF (BIM COLLABORATION FORMAT).....	97
Conclusiones de este módulo: .....	98
<b>MÓDULO III: MODELADO DE LA EDIFICACIÓN.....</b>	<b>99</b>
PRIMEROS PASOS: CONFIGURACIÓN DEL MODELO Y PLANTILLAS EN REVIT .....	99
ESTRUCTURA .....	104
MEP.....	110
SISTEMA ELÉCTRICO .....	111
SISTEMA HIDROSANITARIO .....	113

SISTEMA HVAC .....	115
SISTEMA PCI .....	117
SISTEMA SEGURIDAD Y CONTROL .....	118
Conclusiones de este módulo: .....	120
<b>MÓDULO IV: CDE (COMMON DATA ENVIRONMENT) .....</b>	<b>121</b>
ANÁLISIS DE INTERFERENCIAS E INCONSISTENCIAS .....	121
INTERFERENCE CHECK EN REVIT .....	122
CLASH DETECTIVE .....	123
CREACIÓN DE INFORMES DE COORDINACIÓN .....	125
ABSTRACCIÓN Y GESTIÓN DE CANTIDADES.....	126
CONFIGURACIÓN DE PLANIMETRÍAS Y DOCUMENTACIÓN .....	128
SIMULACIÓN DE ACTIVIDADES CONSTRUCTIVAS.....	131
Conclusiones de este módulo: .....	133
<b>MÓDULO V: REALIDAD VIRTUAL INMERSIVA.....</b>	<b>135</b>
EXPORTACIÓN A IFC .....	135
RENDERIZACIÓN EN TIEMPO REAL .....	136
FOTOMONTAJE Y RETOQUE FOTOGRÁFICOS 3D.....	138
FONDOS CLIMÁTICOS. MANEJO DE LUCES, SOMBRAS Y REFLEJOS.....	140
VISUALIZACIÓN EN MODELOS 3D.....	141
REALIDAD VIRTUAL INMERSIVA .....	143
IA.....	145
Conclusiones de este módulo: .....	146

**CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES..... 148**

**REFERENCIAS..... 150**

## Lista de Figuras

<b>Figura 1</b> Proyecciones de hogares a nivel municipal 2018-2035 .....	18
<b>Figura 2</b> Silvicultura nativa del sector .....	43
<b>Figura 3</b> Análisis ecológico provincia del Guavio.....	43
<b>Figura 4</b> Análisis funcional y de servicios del Guavio .....	45
<b>Figura 5</b> Ruta del agua.....	47
<b>Figura 6</b> Análisis funcional y de servicios dentro del municipio de Guasca.....	49
<b>Figura 7</b> Análisis ecológico del dentro del municipio de Guasca.....	50
<b>Figura 8</b> Análisis socio económico dentro del municipio de Guasca .....	52
<b>Figura 9</b> Análisis existencias y relación con el proyecto.....	54
<b>Figura 10</b> Entorno inmediato y lote del proyecto .....	55
<b>Figura 11</b> Entorno aledaño al lote.....	57
<b>Figura 12</b> Ruido y Flujo Peatonal.....	58
<b>Figura 13</b> Propuesta urbana .....	60
<b>Figura 14</b> Análisis Bioclimático .....	62
<b>Figura 15</b> Normativa y aplicación al Lote .....	63
<b>Figura 16</b> Programa arquitectónico.....	66
<b>Figura 17</b> Conceptos de la Biofilia .....	67
<b>Figura 18</b> Sistema de orden y composición jerarquía.....	69
<b>Figura 19</b> Sistema de orden y composición malla .....	70
<b>Figura 20</b> Sistema de orden y composición repetición .....	71
<b>Figura 21</b> Sistema de orden y composición adición y sustracción de la forma.....	73
<b>Figura 22</b> Implantación y zonificación del proyecto .....	75

<b>Figura 23</b> Sistema estructural .....	77
<b>Figura 24</b> Materialidad y tratamiento de superficies .....	79
<b>Figura 25</b> Zonificación primer piso .....	80
<b>Figura 26</b> Zonificación segundo piso.....	82
<b>Figura 27</b> Ciclo de vida.....	84
<b>Figura 28</b> Roles BIM .....	87
<b>Figura 29</b> Nivel de detalle de acuerdo con el LOD .....	88
<b>Figura 30</b> Aplicación de LOI al proyecto .....	88
<b>Figura 31</b> Usos BIM .....	89
<b>Figura 32</b> Parte de documento EIR.....	91
<b>Figura 33</b> Características y aplicación de BEP .....	92
<b>Figura 34</b> Flujo de información en un CDE .....	93
<b>Figura 35</b> Características de un CDE.....	95
<b>Figura 36</b> Características de un IFC .....	96
<b>Figura 37</b> Características de un BCF.....	97
<b>Figura 38</b> Configuración de plantillas en Revit.....	100
<b>Figura 39</b> Nomenclatura de modelos.....	101
<b>Figura 40</b> Plata estructural con EJES.....	102
<b>Figura 41</b> Niveles aplicados al proyecto.....	102
<b>Figura 42</b> Aplicación de los Worksets.....	103
<b>Figura 43</b> Modelo en el CDE.....	103
<b>Figura 44</b> Modelo estructural.....	106
<b>Figura 45</b> Modelo arquitectónico .....	109

<b>Figura 46</b> Modelo eléctrico.....	112
<b>Figura 47</b> Modelo hidrosanitario .....	114
<b>Figura 48</b> Modelo HVAC .....	116
<b>Figura 49</b> Modelo hidráulico .....	118
<b>Figura 50</b> Modelo de seguridad y control.....	120
<b>Figura 51</b> Aplicación del Interference Check .....	122
<b>Figura 52</b> Aplicación del Clash Detective .....	124
<b>Figura 53</b> Informes de interferencias .....	126
<b>Figura 54</b> Abstracción y gestión de cantidades .....	127
<b>Figura 55</b> Cantidades de los modelos .....	128
<b>Figura 56</b> Navegador de proyecto.....	129
<b>Figura 57</b> Planimetría.....	130
<b>Figura 58</b> Aplicación de simulación constructiva.....	132
<b>Figura 59</b> Integración de IFC.....	136
<b>Figura 60</b> Integración modelo con Twinmotion .....	138
<b>Figura 61</b> Ajustes de escena.....	139
<b>Figura 62</b> Ajuste de luces.....	141
<b>Figura 63</b> Claves para la buena exportación .....	142
<b>Figura 64</b> Características de la realidad aumentada.....	144
<b>Figura 65</b> Aplicación de IA en el proyecto.....	146

## Glosario

**Equipamiento:** Espacios y servicios que apoyan las actividades de una comunidad, como educación, cultura, deporte o recreación.

**EOT:** Documento municipal que organiza cómo debe crecer y usarse el territorio de un municipio.

**Comfort:** Sensación de bienestar dentro de un espacio, influenciada por luz, temperatura, ventilación y acústica.

**Biofilia:** Tendencia humana a sentirse conectada con la naturaleza. En arquitectura se aplica mediante el uso de luz natural, vegetación, agua y materiales naturales para generar bienestar en los espacios.

**BIM:** Metodología de trabajo que usa modelos digitales 3D para coordinar, diseñar y gestionar un proyecto de forma más precisa.

**EIR:** Documento donde el cliente define qué información necesita del proyecto y cómo debe entregarse.

**BEP:** Plan que explica cómo se va a trabajar con BIM en el proyecto, quién hace qué y bajo qué reglas.

**Interferencia:** Choque o cruce entre elementos del modelo que no deberían ocupar el mismo espacio.

## Resumen

Los equipamientos deportivos y culturales ofrecen un espacio multifuncional que fomenta la actividad física, la creatividad y la integración social. Este proyecto busca mejorar la calidad de vida de la comunidad de Guasca mediante actividades deportivas y culturales, promoviendo la salud, la educación, la identidad local y la cohesión social.

Guasca es un municipio que, pese a no contar con la infraestructura necesaria, ha evidenciado crecimiento poblacional, económico y urbano. Dado que las instalaciones actuales resultan insuficientes, este proyecto propone el diseño de un equipamiento deportivo y cultural que supla dichas necesidades, incentivando el fortalecimiento de su cultura y mejorando la calidad de vida de sus habitantes.

Como parte del proceso de diseño, se implementa la metodología BIM, lo que permite una gestión integral de la información, la coordinación interdisciplinar y la simulación espacial del proyecto. Su aplicación optimiza el uso del área proyectada, mejora la eficiencia del diseño y asegura la correcta articulación funcional de los espacios deportivos y culturales, haciendo la propuesta más sostenible y viable.

**Palabras clave:** Equipamiento, espacios deportivos, cultura, sostenible, BIM.

### **Abstract**

Sports and cultural facilities offer multifunctional spaces that promote physical activity, creativity, and social integration. This project seeks to improve the quality of life of the community of Guasca through sports and cultural activities, fostering health, education, local identity, and social cohesion.

Guasca is a municipality that, despite lacking adequate infrastructure, has demonstrated population, economic, and urban growth. Since the existing facilities are insufficient, this project proposes the design of a sports and cultural facility that addresses these needs, strengthens local culture, and enhances the quality of life of its inhabitants.

As part of the design process, the BIM methodology is implemented, enabling integral information management, interdisciplinary coordination, and spatial simulation of the project. Its application optimizes the use of the projected area, improves design efficiency, and ensures the correct functional integration of sports and cultural spaces, making the proposal more sustainable and feasible.

**Keywords:** Equipment, sports spaces, culture, sustainable, BIM.

## **CAPÍTULO I: FORMULACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN**

### **Introducción**

Un centro deportivo y cultural es una instalación que combina espacios y recursos para actividades tanto deportivas como culturales.

Guasca es un municipio de Cundinamarca ubicado en Colombia, se caracteriza por su entorno impregnado de naturaleza e historia. Sus recursos naturales son importantes en el municipio, entre los que destacan el Parque Nacional Natural Chingaza y la Reserva Biológica “El Encenillo”, la riqueza natural de este municipio se atribuye a su generosa provisión hídrica, ya que cuenta con 5 microcuencas, que propician un ecosistema diverso en fauna y flora, que junto con los senderos ecológicos aportan en gran medida a mostrar la abundancia del municipio. Esta combinación lo enriquece brindando a las personas que lo visitan un cambio de perspectiva en lo que se puede contemplar.

A su vez destaca por su agricultura, en donde se encuentran productos de alta calidad como la papa, las fresas y lácteos gracias a su ganadería. Además, se distingue por las flores de exportación, exhibiendo todo esto todos los domingos, puesto que es un momento dedicado al día de plaza, exponiendo la riqueza productiva.

Con el propósito de enriquecer y preservar su patrimonio cultural, Guasca enfatiza en celebrar diversos festivales, ferias y fiestas de carácter Bovino y Equino, estimulando también la promoción de las artesanías locales, así como el turismo hacia el municipio.

El agua es un elemento sagrado, esto está intrínseco en su cultura por el significado dado en el territorio que surge desde su propia cosmología indígena Muisca, la cual relacionaba el

agua con “concepción de la vida y el equilibrio natural”. Este pensamiento está aún presente en los habitantes actuales manteniendo presente la importancia del agua en la vida cotidiana.

Lamentablemente a pesar de mostrar gran potencial Deportivo y cultural no puede seguir desarrollándose puesto que cuenta con limitantes a la hora de desarrollar estas mismas prácticas, impidiendo así que los habitantes disfruten completamente de la formación adecuada. De este modo, Guasca es un municipio que debido a sus problemas lo que se busca es diseñar un equipamiento arquitectónico de carácter deportivo y cultural con el fin de garantizar a la comunidad adyacente la promoción de nuevos espacios de participación, esparcimiento y reunión. Con el fin de mejorar la calidad de vida, se plantea en este espacio diferentes actividades deportivas y culturales que aporten en gran medida al municipio de Guasca.

### **Pregunta problema**

¿De qué manera puede el municipio de Guasca, Cundinamarca superar la carencia de infraestructuras adecuadas para actividades culturales y deportivas, garantizando el acceso a espacios multifuncionales que fomenten el desarrollo local, evitando el hacinamiento en instalaciones existentes y promoviendo la cohesión social a través de un enfoque integral y sostenible?

### **Planteamiento del problema**

Según el Ministerio de Salud y Protección Social “En la promoción de modos, condiciones y estilos de vida saludable, la práctica de actividad física, actualmente, se constituye en una de las intervenciones más potentes para generar bienestar y prevenir enfermedades” (Ministerio de Salud y Protección Social, 2021).

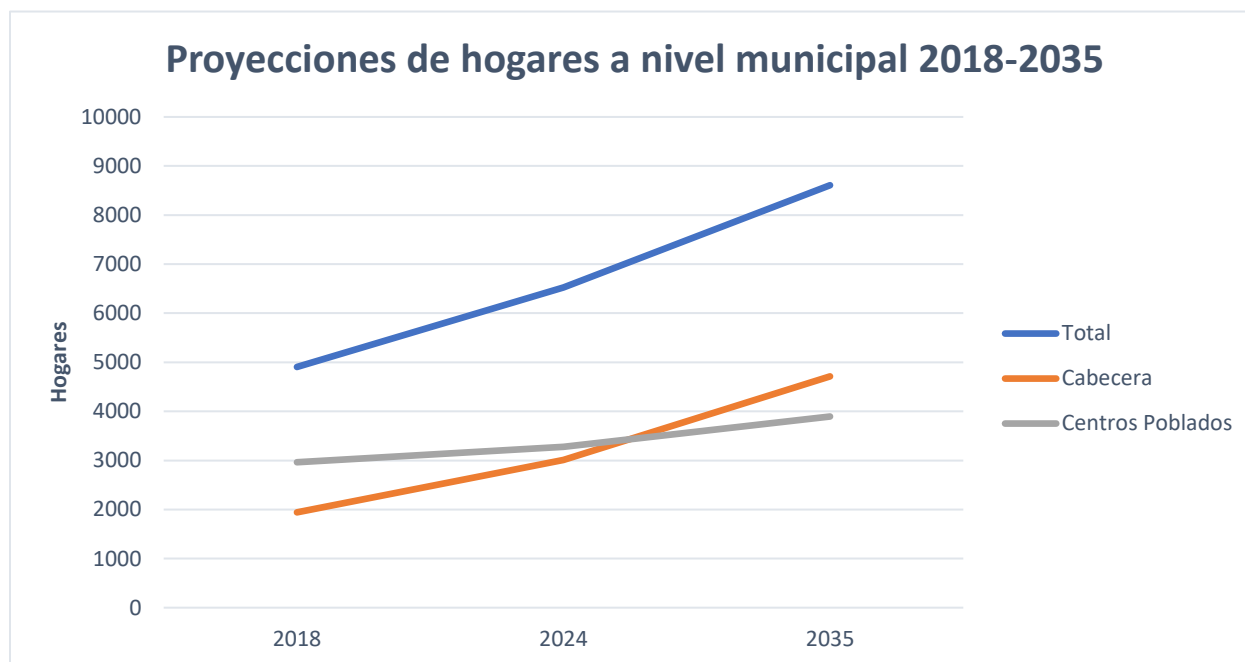
Actualmente el municipio de Guasca se enfrenta un desafío significativo en cuanto a la Insuficiencia de infraestructuras adecuadas que suplan las necesidades de la población para el desarrollo óptimo de actividades culturales y deportivas. A pesar de su potencial, instalaciones dedicadas a brindar diversidad deportiva limitan las oportunidades para el desarrollo cultural, la recreación y el fomento de la cohesión social.

El crecimiento demográfico ha sido uno de los factores que agravan esta situación. De acuerdo con el Censo Nacional de Población y Vivienda (CNPV) 2018 y las Proyecciones de Hogares 2018–2035 elaboradas por el DANE, el municipio contaba con 4.905 hogares en 2018. Para 2024, la proyección estimada asciende a 6.525 hogares, y para 2035 se prevé un total de 8.608 hogares, lo que representa casi el doble del registro inicial (DANE, 2018). Este incremento

revela una creciente presión sobre la infraestructura existente y anticipa una mayor demanda de equipamientos públicos.

### Figura 1

Proyecciones de hogares a nivel municipal 2018-2035



*Nota.* Elaboración propia con base en datos del DANE (CNPV, 2018). El gráfico representa la proyección de hogares en el municipio de 2018 a 2035.

A partir de estos datos (DANE, 2018), se infiere que hay un aumento considerable en la demanda de la vivienda, así como una mayor proporción en los hogares ubicados en centros poblados desde el 2018 al 2035, pero este patrón podría sugerir que la expansión urbana está ocurriendo más en las áreas rurales o en los alrededores de la cabecera, lo que podría estar relacionado con la disponibilidad de tierras, la búsqueda de costos de vida más bajos o el desarrollo de nuevas infraestructuras, en si un aumento considerable en su población residente.

El aumento en la población también se refleja en la comunidad educativa, principal usuaria de los espacios deportivos y culturales. Según datos del Sistema Integrado de Matrícula

(SIMAT), para 2020 las instituciones públicas del municipio registraban 3.155 estudiantes. De acuerdo con las proyecciones de la Secretaría de Educación Departamental, este número podría superar los 8.000 estudiantes en 2035 (SIMAT, 2020; SED Cundinamarca, 2023). En este territorio operan tres instituciones educativas oficiales: la I.E.D. Técnico Comercial Mariano Ospina Rodríguez, la I.E.D. Domingo Savio y la I.E.D. El Carmen, las cuales cuentan con sedes tanto urbanas como rurales (SED Cundinamarca, 2023). Esta amplia población escolar evidencia la necesidad de espacios adecuados para actividades deportivas, recreativas y culturales.

No obstante, la infraestructura que se dispone no sule por completo la necesidad. El municipio cuenta con un espacio para la práctica de deporte de manera pública, como lo es el Coliseo Deportivo del municipio de Guasca, en donde a pesar de contar con una cancha multifuncional es usado para la práctica de fútbol de salón, en cual en ocasiones genera hacinamiento, debido a que sobrepasa su capacidad. De igual manera, aunque las instituciones educativas mencionadas disponen de canchas múltiples, estas no tienen la capacidad para albergar una mayor diversidad deportiva ni soportar el volumen de estudiantes que las utilizan diariamente. Situación similar ocurre con la Casa de la Cultura, cuyo equipamiento limita el desarrollo de actividades culturales diversas (EOT Guasca, 2020). Por lo que no hay un espacio que sea lo suficientemente amplio para suplir las necesidades espaciales que alberga el municipio, así que la falta de un equipamiento apropiado no solo inhibe el desarrollo de talento local, sino que también obstaculiza la creación de un sentido de comunidad sólido y activo.

Las canchas múltiples en las instituciones educativas son espacios vitales para el desarrollo físico y social de los estudiantes. Estas áreas versátiles permiten la práctica de una variedad de deportes y actividades recreativas, promoviendo el ejercicio, el trabajo en equipo y el bienestar general. Sin embargo, el uso intensivo y el elevado número de estudiantes pueden

llevar a un deterioro significativo de estas instalaciones, presentando desafíos que requieren atención urgente.

Uno de los principales factores que contribuyen al deterioro de las canchas múltiples es la alta frecuencia de uso. En las escuelas con una gran cantidad de estudiantes, las canchas a menudo se utilizan durante todo el día, desde las clases de educación física hasta los entrenamientos extracurriculares y los eventos deportivos. Esta constante exposición al tráfico y al desgaste puede afectar negativamente la superficie de juego, causando desgaste en el pavimento, grietas en el revestimiento y una reducción en la calidad de la superficie de juego.

El diagnóstico del Esquema de Ordenamiento Territorial (EOT) señala que la infraestructura deportiva y cultural existente presenta una falta de mantenimiento, deterioro progresivo por uso intensivo y una distribución territorial insuficiente para atender el crecimiento poblacional y las demandas actuales de la comunidad (EOT Guasca, 2020). Estos factores evidencian que los espacios disponibles no están en sintonía con las necesidades contemporáneas del municipio.

El problema se agrava cuando el mantenimiento de las canchas no es adecuado o no se realiza con la frecuencia necesaria. Las grietas y los daños menores, si no se reparan a tiempo, pueden convertirse en problemas mayores que afectan la seguridad y el rendimiento de los jugadores. Además, la falta de inversión en materiales de alta calidad y en técnicas de construcción duraderas puede agravar el deterioro con el tiempo.

Al igual como ya se mencionó los espacios actuales no están en sintonía con las necesidades que requiere el municipio a nivel deportivo y cultural es por esto que la escasez de un espacio multifuncional para actividades culturales y deportivas deja a la comunidad con una brecha al acceso de instalaciones adecuadas.

## **Justificación**

En Guasca se realizan diferentes actividades a nivel cultural y deportivo, pero como ya hemos dicho estas son insuficientes para desarrollar estas prácticas. En la actualidad se están realizando las actividades en la Casa cultural junto con el Coliseo Deportivo que aunque prestan un servicio, no cumplen con las necesidades en totalidad del municipio, sin embargo esto ya es algo que ha identificado el municipio ya que dentro de las propuesta en el Plan de Desarrollo “Guasca Renace” en dos de sus componentes eje estratégicos a Guasca Promotor de la Cultura y el Patrimonio Histórico y Guasca Promotor del Deporte y del Aprovechamiento del Tiempo Libre (Alcaldía de Guasca, 2024) buscando generar hábitos más saludables con el fin de mejorar la calidad de vida a través del deporte, la actividad física y la actividad lúdica.

La práctica de actividad física es fundamental para prevenir enfermedades y promover un estilo de vida saludable. De acuerdo con el Ministerio de Salud, la actividad física constituye una de las intervenciones más efectivas para mejorar la salud pública y prevenir enfermedades crónicas (Ministerio de Salud y Protección Social, 2021). Un espacio adecuado fomentaría una mayor participación en actividades físicas, beneficiando la salud de la población. La presencia de equipamientos adecuados también facilita la educación sobre estilos de vida saludables, incluyendo nutrición y prevención de enfermedades. Estos espacios pueden servir como centros de información y educación, motivando a la comunidad a adoptar prácticas saludables. Además, tener instalaciones accesibles actúa como un ejemplo positivo, promoviendo una cultura de salud dentro de la comunidad. La accesibilidad y la inclusión son aspectos clave, al ofrecer actividades adaptadas a diferentes edades y necesidades, se asegura que todos los miembros de la comunidad, incluidos los jóvenes y las personas con discapacidad, puedan participar y beneficiarse.

Considerando el crecimiento demográfico del municipio y el aumento proyectado tanto en hogares como en población estudiantil respaldado por las proyecciones del DANE (2018) y los datos del SIMAT junto con la Secretaría de Educación Departamental (2020; 2023), la demanda de equipamientos deportivos y culturales continuará incrementándose de manera significativa. Un nuevo equipamiento permitiría reducir la saturación de las instalaciones actuales y garantizar el acceso a espacios seguros, modernos y adecuados para las actividades comunitarias. Además, contribuiría a mejorar la calidad de vida de los habitantes al ofrecer alternativas de uso del tiempo libre, formación artística y práctica deportiva en condiciones apropiadas.

Dentro del componente estratégico orientado al fortalecimiento cultural, el Plan de Desarrollo “Guasca Renace” propone la construcción o adecuación de un centro artístico, así como la ampliación de la formación cultural a las instituciones educativas de los siete sectores rurales del municipio (Alcaldía de Guasca, 2024). Esto evidencia una necesidad institucional clara y alineada con la ampliación de oportunidades para la población joven y el fortalecimiento del tejido social. De igual manera, la falta de infraestructura apropiada limita el desarrollo de talento local en disciplinas deportivas y artísticas, y obliga a muchos habitantes a desplazarse a municipios cercanos para acceder a programas especializados. Contar con un equipamiento adecuado permitiría ofrecer una mayor diversidad de actividades, promover competencias y eventos locales, e impulsar el crecimiento personal y profesional de los residentes.

Es por esto que, al diseñar un equipamiento cultural y deportivo adaptado a las necesidades específicas de Guasca pondrá un espacio versátil no solo albergará eventos culturales y deportivos, sino que también se convertiría en un centro comunitario integral que fomente la participación, la expresión creativa y el bienestar general de los habitantes de Guasca.

El diseño debería reflejar la identidad local, incorporando elementos culturales, utilizando tecnologías sostenibles y brindando instalaciones modernas que satisfagan las demandas variadas de la población. Este proyecto no solo busca llenar una brecha infraestructural, sino también potenciar el desarrollo socioeconómico y cultural de Guasca. Instalaciones adecuadas puede promover la integración comunitaria y el desarrollo de un sentido de pertenencia, crucial para un municipio en expansión.

### **Hipótesis**

Con la implementación del equipamiento cultural y deportivo de manera integrada con la identidad del municipio Guasca, junto con programas inclusivos, sostenibles. Se logra fortalecer la cohesión comunitaria, estimulando el desarrollo personal junto con el colectivo, fomentando prácticas sostenibles que contribuyen significativamente al bienestar general, así como a la prosperidad socioeconómica del municipio.

## **CAPÍTULO II: OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN**

### **Objetivo General**

Diseñar un equipamiento Deportivo y Cultural que satisfaga de manera integral las necesidades en el municipio de Guasca, Cundinamarca. Favoreciendo a los deportistas locales y enriqueciendo la vida, asegurando de manera auténtica que refleja la rica herencia cultural.

### **Objetivos Específicos**

- Analizar la oferta y estado actual de los equipamientos deportivos y culturales en Guasca, identificando sus deficiencias y oportunidades de mejora mediante un enfoque cualitativo y cuantitativo.
- Implementar programas y actividades deportivas junto con culturales que abarquen una amplia gama de intereses, habilidades, promoviendo la participación de diferentes grupos demográficos en Guasca.
- Aplicar soluciones arquitectónicas sostenibles en el diseño del equipamiento, priorizando la eficiencia energética, el uso responsable de materiales y la integración con el entorno natural
- Implementar la metodología BIM en el diseño del equipamiento deportivo y cultural, con un alcance de 500 m<sup>2</sup>, aplicando procesos de gestión de la información, coordinación interdisciplinar y simulaciones de uso espacial que permitan evitar el hacinamiento y promover un desarrollo sostenible.

## **CAPÍTULO III: MARCOS DE REFERENCIA**

### **Marco Referencial**

#### **Pabellón de Deportes de la Universidad de Beijing (Beijing, China)**

Diseñado por OMA (Office for Metropolitan Architecture) y Rem Koolhaas, es un ejemplo destacado de arquitectura contemporánea. Este edificio es conocido por su estructura innovadora, que desafía las convenciones arquitectónicas tradicionales, y su eficiente uso del espacio. La integración de elementos funcionales y estéticos en el diseño permite que el pabellón sirva tanto como un espacio deportivo de alto rendimiento como un símbolo arquitectónico en el campus universitario.

Se toma este referente por su caracteriza estructura geométrica única, donde las líneas rectas y los ángulos agudos se combinan para crear un espacio que es visualmente impactante y funcionalmente adaptable. La fachada está compuesta por una serie de paneles que no solo aportan al diseño estético, sino que también permiten la entrada controlada de luz natural, optimizando la iluminación interior y reduciendo la necesidad de iluminación artificial.

La versatilidad del interior del pabellón permite que se adapte a una variedad de deportes y eventos, mientras que su diseño eficiente maximiza el uso del espacio, tanto para actividades deportivas como para la audiencia. Este enfoque innovador de OMA y Rem Koolhaas refleja una combinación de creatividad arquitectónica y funcionalidad práctica, haciendo del Pabellón de Deportes de la Universidad de Beijing un referente en el diseño de instalaciones deportivas a nivel global.

### **Centro Pompidou (París, Francia)**

El Centro Pompidou, ubicado en París, es uno de los edificios más icónicos de la arquitectura contemporánea y fue diseñado por los arquitectos Renzo Piano y Richard Rogers. Inaugurado en 1977, el Centro es famoso por su diseño radical de "exoesqueleto", donde los elementos estructurales y las instalaciones, que tradicionalmente estarían ocultos en el interior de un edificio, están expuestos en el exterior.

Este enfoque innovador da al Centro Pompidou una apariencia única y futurista, con tuberías, conductos de ventilación, y escaleras mecánicas visibles desde el exterior, cada uno pintado en colores vibrantes que indican su función: azul para los sistemas de aire acondicionado, verde para las tuberías de agua, amarillo para la electricidad y rojo para las escaleras mecánicas. La estructura misma del edificio, incluyendo columnas y vigas, se sitúa en el exterior, liberando el espacio interior y permitiendo una flexibilidad total en la disposición de las salas de exhibición y otras instalaciones.

El Centro Pompidou no solo alberga el Museo Nacional de Arte Moderno, sino que también sirve como biblioteca pública, centro de investigación musical, y un espacio para exposiciones temporales y eventos culturales. La plaza adyacente al edificio se ha convertido en un lugar de encuentro y un vibrante espacio público en el corazón de París.

El diseño del Centro Pompidou fue inicialmente polémico, pero con el tiempo se ha convertido en un símbolo de la innovación arquitectónica y ha influido en el diseño de edificios en todo el mundo. Su enfoque hacia la arquitectura como un elemento interactivo y funcional en el entorno urbano continúa siendo un referente para generaciones de arquitectos y diseñadores.

### **La Casa de la Música en el Parque de los Deseos en Medellín**

La Casa de la Música en el Parque de los Deseos no solo es un edificio funcional, sino que también simboliza la apuesta de Medellín por la cultura y la educación como motores de transformación social. Su arquitectura, que es tanto inclusiva como adaptable, refleja un compromiso con el acceso universal a la cultura y las artes, permitiendo que la música sea una experiencia compartida por toda la comunidad.

Este espacio, al igual que el parque en el que se inserta, ha contribuido a redefinir el paisaje urbano de Medellín, transformando un área que antes era marginal en un centro vibrante de actividad cultural y social.

Se toma por sus espacios multifuncionales que además del auditorio y las salas de ensayo, el edificio incluye zonas que pueden adaptarse para diferentes usos, como talleres, conferencias, y exposiciones. Esta flexibilidad en el diseño permite que la Casa de la Música sea un lugar dinámico que responde a las diversas necesidades de la comunidad. Los espacios exteriores del parque, como las plazas y áreas verdes, se conectan visual y físicamente con los interiores de la Casa de la Música. Las grandes ventanas y puertas de vidrio permiten que la luz natural inunde los espacios interiores, creando una atmósfera abierta y transparente.

### **Marco normativo**

Dentro de las normas vigentes se toman en cuenta las que pueden aportar de manera relevante al desarrollo del proyecto, para comenzar se toma las ODS (Objetivos de desarrollo sostenible) la cual se habla de metas globales las cuales busca mejorar la calidad de vida a nivel mundial. Se toma el Objetivo 11 corresponde a Ciudades y comunidades sostenibles, este objetivo se centra en hacer que las ciudades, así como los asentamientos humanos sean inclusivos, seguros, resilientes y sostenibles. La importancia hacia el proyecto radica en la contribución a la creación y el acceso a espacios públicos seguros, inclusivos y accesibles los cuales fomentan la cohesión social, el bienestar físico, así como mental y la integración cultural.

De la misma manera a nivel nacional se toma en primera instancia algunos artículos y leyes de la constitución, la Ley 181 de 1995 es conocida como la Ley General de Cultura, establece el marco para el desarrollo cultural en Colombia, promoviendo la creación, circulación, investigación y preservación de la cultura en el país. Dentro de esta ley establece la obligación de crear instalaciones deportivas adecuadas para promover el deporte junto a la recreación. Durante el diseño de un centro deportivo, se deben cumplir con las normativas que aseguren la disponibilidad de áreas apropiadas para distintas disciplinas deportivas, tomando en cuenta las dimensiones y especificaciones técnicas necesarias para su uso seguro y eficiente. De la misma manera se habla de la accesibilidad para todas las personas, incluyendo aquellas con discapacidades, para cumplir con el principio de democratización del deporte y la recreación. Dentro de esta misma ley el Artículo 2 define los principios de la política cultural, incluyendo la democratización del acceso a la cultura y la descentralización de la gestión cultural, el Artículo 8 establece el Sistema Nacional de Cultura, que incluye centros culturales y promueve la creación de espacios para el desarrollo cultural en los diferentes territorios.

La Ley 397 de 1997 conocida como la Ley General de Cultura, establece el marco para el desarrollo cultural en Colombia, promoviendo la creación, circulación, investigación y preservación de la cultura en el país. Es fundamental en el diseño de la parte cultural, establece que deben existir espacios que faciliten la creación, difusión y preservación cultural, como auditorios, galerías, salas de exposiciones, y talleres artísticos. El diseño debe permitir la funcionalidad y flexibilidad de estos espacios para diversas actividades culturales, este diseño también debe considerar áreas que faciliten la participación comunitaria y el acceso a la cultura, promoviendo la integración social y el desarrollo cultural local. Así mismo el Artículo 2 define los principios de la política cultural, incluyendo la democratización del acceso a la cultura y la descentralización de la gestión cultural, el Artículo 8 establece el Sistema Nacional de Cultura, que incluye centros culturales y promueve la creación de espacios para el desarrollo cultural en los diferentes territorios, el Artículo 30: Dispone que los entes territoriales deben crear y sostener infraestructura cultural, como casas de la cultura, bibliotecas y centros culturales.

Acercándose más al territorio se encuentra el EOT (Esquema de Ordenamiento territorial) en cual se ha venido actualizando a medida de los años el vigente actual es del año 2021 en donde dispone de una distribución y análisis del territorio, es un documento que establece las directrices y normativas para el desarrollo urbano y rural del municipio. Incluye aspectos como zonificación del suelo, protección de áreas naturales, infraestructura, servicios públicos, vivienda, transporte, entre otros aspectos. Junto con esto va el Plan de Desarrollo “Guasca Renace” el cual determina estrategias y objetivos a cumplir con el fin de promover el crecimiento integral del municipio. Dentro de este abarca aspectos relacionados con la cultura, la salud, el deporte, medio ambiente, vivienda y empleo. demarca las necesidades, así como el posible potencial de sus áreas y habitantes

Este esquema se elabora con participación de la comunidad, instituciones y expertos en diferentes áreas para asegurar que el desarrollo del municipio sea sostenible y beneficie a todos los habitantes.

La norma ISO 19650-1:2018 establece los principios y conceptos básicos para la gestión de la información a lo largo del ciclo de vida de un activo construido mediante el uso de la metodología BIM. Define la importancia de estructurar la información desde las fases iniciales de un proyecto, abordando la necesidad de roles claros, procesos de intercambio de datos y el uso de un Entorno Común de Datos (CDE) que asegure la trazabilidad y la colaboración efectiva entre todos los participantes.

Por su parte la ISO 19650-2:2018 se centra en la fase de entrega de los activos construidos. Esta norma regula cómo se debe organizar la información durante el diseño y la construcción, promoviendo que los modelos digitales sean consistentes y verificables. Así, se asegura que los entregables cumplan con los requisitos planteados por el cliente, y que se optimice el trabajo colaborativo entre las diferentes disciplinas. En la práctica; la aplicación de esta norma permite reducir riesgos de reprocesos, mejorar la eficiencia en costos y tiempos y facilitar la operación futura del equipamiento.

El estándar IFC (Industry Foundation Classes) es un formato abierto desarrollado por buildingSMART International, diseñado para permitir la interoperabilidad entre diferentes plataformas y programas utilizados en la metodología BIM. Su objetivo es garantizar que los modelos digitales puedan ser compartidos, reutilizados y verificados sin depender de un software específico.

El uso de IFC posibilita que arquitectos, ingenieros y constructores trabajen con la misma información, reduciendo problemas de compatibilidad y mejorando la colaboración. En la

práctica, este formato se convierte en un lenguaje común; que facilita la integración de datos geométricos, materiales, costos y tiempos dentro del modelo digital. Gracias a esta estandarización los proyectos logran mayor transparencia y trazabilidad, aunque todavía existen desafíos en la correcta implementación por parte de algunos softwares.

El CDE (Common Data Environment) o Entorno Común de Datos, es un espacio digital centralizado que permite almacenar, organizar y compartir toda la información de un proyecto desarrollado con metodología BIM. De acuerdo con la norma ISO 19650, el CDE es fundamental para garantizar la trazabilidad de los datos, la seguridad documental y la coordinación entre los diferentes actores involucrados.

Este entorno puede estar soportado en plataformas en la nube como Autodesk Construction Cloud, Trimble Connect, entre otras. Su función es facilitar que los equipos trabajen en un único repositorio de información, minimizando errores y evitando la duplicidad de archivos. En la práctica el CDE no solo actúa como una base de datos; también como un espacio de trabajo colaborativo que permite controlar versiones, gestionar revisiones y validar entregables de manera más eficiente, aunque su correcta implementación depende de la capacitación de los usuarios.

### **Marco conceptual**

La Arquitectura sostenible está relacionada con la búsqueda de espacios que sean tanto funcionales como responsables con el medio ambiente. La integración de principios de sostenibilidad tiene múltiples beneficios, desde la reducción del impacto ambiental hasta la mejora de la experiencia del usuario. Se pueden vincular gracias a este concepto algunas áreas relacionadas mismo como lo es la Eficiencia Energética que integran el diseño con energías renovables para la reducción a la dependencia de combustibles fósiles, A su vez toca temas de Iluminación Natural para la reducción de la necesidad de iluminación artificial para disminuir el consumo de energía, mejorando el ambiente interno, haciendo los espacios más agradables y saludables. Otras áreas relacionadas es la Gestión del Agua, Diseño Bioclimático, Conexión con la Comunidad, Economía Circular y Ciclo de Vida.

La identidad cultural se refiere al sentido de pertenencia que una persona o grupo siente hacia una cultura particular, la cual está formada por un conjunto de valores, creencias, costumbres, tradiciones, idioma, arte, religión, y formas de vida que se comparten entre los miembros de una comunidad. La identidad cultural es un elemento fundamental para la cohesión social, ya que proporciona un sentido de continuidad y una conexión con las generaciones pasadas, presentes y futuras. Cabe destacar que existen diferentes componentes culturales que aportan a la identidad Cultural como lo son las tradiciones, costumbres, valores, creencias, historia, arte, espiritualidad. Este concepto cobra gran fuerza por el tipo de equipamiento que se busca ya que La identidad cultural proporciona a las personas un sentido de pertenencia a una comunidad más grande, lo que es crucial para el bienestar emocional y psicológico.

Proxémica estudia cómo las personas utilizan y perciben el espacio en sus interacciones, tiene una relación directa con el diseño de equipamientos deportivos y culturales. Estos espacios están destinados a facilitar la interacción entre personas, la comprensión de la proxémica es esencial para diseñar ambientes que sean cómodos, funcionales, respetuosos con las necesidades y expectativas de los usuarios.

Este concepto puede influir en la distribución del espacio, diseño de Zonas de Actividad como los Espacios Deportivos como gimnasios, canchas o pistas, la proxémica ayuda a establecer la distancia adecuada entre los usuarios para garantizar seguridad y confort. Por ejemplo, en un gimnasio, la distancia entre las máquinas de ejercicio debe ser suficiente para que los usuarios no se sientan invadidos o incómodos. También ayuda a la interacción entre usos Públicos y Privados, adaptación a diferentes Culturas y Grupos, incentivando la experiencia del usuario, así como su Comodidad y Bienestar creando un ambiente donde los usuarios se sienten cómodos y respetados en su espacio personal. Esto es especialmente importante en espacios donde las personas pasan mucho tiempo, como en eventos deportivos o culturales prolongados.

### **Marco teórico**

Jan Gehl es un Arquitecto y urbanista danés, ha desarrollado teorías y enfoques específicos sobre la importancia del espacio arquitectónico en el desarrollo cultural, centrándose en la creación de entornos urbanos más habitables y orientados a las personas. Dentro de sus teorías habla sobre “Importancia del Entorno Construido en la Vida Cotidiana”, argumenta que la calidad del entorno construido tiene un impacto directo en la vida cotidiana de las personas. Un diseño bien planificado puede fomentar la participación comunitaria, el disfrute cultural y la creación de identidad. Es por esto que Gehl argumenta que el diseño urbano y arquitectónico debe centrarse en las personas, promoviendo espacios que fomenten la interacción social y el bienestar. Su enfoque se basa en observar cómo las personas utilizan y experimentan el espacio urbano, y cómo las características del entorno pueden mejorar o deteriorar la calidad de vida.

Dentro de su teoría está enfatizando en la importancia de diseñar espacios públicos que inviten a la actividad y la interacción, en lugar de solo servir como lugares de tránsito. Espacios como plazas, parques y calles peatonales deben ser diseñados para facilitar la socialización y el uso activo. A su vez la importancia de diseñar espacios públicos que inviten a la actividad y la interacción, en lugar de solo servir como lugares de tránsito. Espacios como plazas, parques y calles peatonales deben ser diseñados para facilitar la socialización y el uso activo.

Por otro lado, Edward T. Hall es un antropólogo, experto en comunicación intercultural, es conocido por sus teorías sobre la relación entre la cultura y la comunicación, incluyendo su trabajo sobre el contexto cultural del espacio. En su libro "La dimensión oculta" ("The Hidden Dimension"), Hall explora cómo las diferentes culturas perciben y utilizan el espacio de maneras variadas. Es por esto que su teoría puede afectar el diseño y la percepción de los entornos construidos o por construir. Hall argumentó que el espacio no es solo una cuestión de

dimensiones físicas, sino que está profundamente influenciado por las normas culturales y sociales.

Esto significa que el diseño de los espacios debe tener en cuenta cómo diferentes culturas perciben y utilizan el espacio. En contraste, en culturas que valoran la convivencia y el contacto cercano, los espacios compartidos pueden ser más prominentes. Se puede aplicar al diseño de espacios públicos como plazas, parques y centros comunitarios. El diseño debe considerar cómo la proximidad y la disposición de los elementos afectan las interacciones sociales. En algunas culturas, los espacios públicos pueden estar diseñados para facilitar encuentros cercanos y comunicación, mientras que, en otras, se pueden preferir diseños que ofrezcan más espacio personal y privacidad.

Don Norman es uno de los pioneros en el campo del diseño centrado en el usuario (DCU), una disciplina que se enfoca en crear productos y sistemas que sean intuitivos y fáciles de usar para las personas. Su teoría y su obra fundamental, *"The Design of Everyday Things"*, ofrecen una visión profunda de cómo los principios del diseño pueden mejorar la interacción entre las personas y los objetos que utilizan en su vida diaria. Sostiene que el éxito de un producto o sistema depende de su capacidad para ser comprendido y utilizado fácilmente por sus usuarios finales. En lugar de centrarse únicamente en la funcionalidad técnica, esta teoría promueve el diseño que considera las necesidades, comportamientos y limitaciones de las personas. Explica principios fundamentales del diseño centrado en el usuario, como la visibilidad, el feedback, la consistencia y las restricciones. Estos principios ayudan a diseñar productos que sean más fáciles de usar y comprender. El trabajo de Norman ha tenido un impacto duradero en el campo del diseño, influyendo en la manera en que los diseñadores piensan sobre la interacción entre las personas y los productos. Sus principios han sido adoptados

en el diseño de interfaces, productos electrónicos, aplicaciones y más, y continúan guiando a los diseñadores para crear soluciones que sean más intuitivas y centradas en el usuario.

### **Marco histórico**

El nombre “Guasca” proviene de la lengua muisca y significa “Falda de un cerro”. Originalmente, este nombre designaba un territorio que formaba parte de las tierras bajo el dominio del cacique de Guatavita, aunque la administración local recaía en el cacique de Guasca. Durante la época precolombina, este territorio era parte de la rica y diversa cultura muisca que floreció en la región.

Con la llegada de los europeos en el año 1549, se desencadenó un proceso de culturización forzada que transformó profundamente el paisaje y la vida de los habitantes indígenas. Los colonizadores impusieron nuevas formas de organización y religión, obligando a la población residente a trasladarse a iglesias de piedra y teja en los nuevos asentamientos, lo cual se refleja en la arquitectura y urbanismo del municipio de Guasca.

La fundación oficial del pueblo de Guasca se llevó a cabo en el año 1600 bajo la dirección del Oidor de la Real Audiencia, don Luis Enríquez. Sin embargo, el asentamiento no quedó plenamente establecido hasta el 7 de octubre de 1639, cuando el Oidor don Gabriel de Carvajal llevó a cabo una repoblación formal. Para el año 1760, Guasca ya contaba con una iglesia y un atrio, marcando el inicio de una vida comunitaria cristiana en el pueblo.

A principios del siglo XIX, Guasca era un lugar de convivencia entre indígenas, mestizos y criollos, reflejando una mezcla cultural que resultó de la colonización. En 1839, se realizó una expansión significativa del templo, y para 1856, se habían añadido dos capillas más a la estructura religiosa existente.

En el transcurso de los años 1900, la región alrededor de Guasca vio una expansión de la población, con familias estableciéndose en los alrededores y dedicándose principalmente a la agricultura. Esta expansión agrícola contribuyó al desarrollo económico y social del municipio, consolidando a Guasca como un importante centro de producción en la región.

En 1920, Guasca experimentó un crecimiento urbano con la construcción de nuevas viviendas y la mejora de la infraestructura básica, incluyendo la pavimentación de calles y la instalación de servicios públicos. Durante la década de 1950, el municipio vio una modernización en la educación con la inauguración de nuevas escuelas y la expansión de la oferta educativa, facilitando el acceso a una educación de calidad para los jóvenes del área.

En 1968, Guasca fue testigo de un importante evento cultural con la celebración de su primer Festival de la Cultura, que se ha convertido en una tradición anual, atrayendo visitantes de diferentes regiones y promoviendo las costumbres locales.

La década de 1980 trajo consigo una notable mejora en las infraestructuras de transporte, con la ampliación y modernización de la carretera principal que conecta Guasca con otras localidades importantes. Este desarrollo facilitó el acceso y el comercio, impulsando aún más la economía local.

En el año 2000, Guasca celebró su cuarto centenario como municipio, con una serie de eventos conmemorativos que incluyeron exposiciones históricas, actividades culturales y festividades comunitarias. Esta celebración destacó el rico patrimonio histórico del pueblo y su evolución a lo largo de los siglos.

Más recientemente, en 2010, se inició un ambicioso proyecto de restauración y preservación del patrimonio histórico de Guasca, con el objetivo de conservar sus edificios

antiguos y promover el turismo histórico. Este esfuerzo ha contribuido a la revitalización del centro histórico y al fortalecimiento del sentido de identidad local.

## **CAPÍTULO IV: METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN**

### **Aspectos Metodológicos**

Para el desarrollo de una propuesta arquitectónica de un equipamiento deportivo y cultural en Guasca, se adopta una metodología mixta, consolidando un proceso versátil y robusto para evaluar y dar solución a las necesidades del territorio. Este enfoque combina elementos cuantitativos y cualitativos, ofreciendo una visión integral del problema y su entorno. La metodología se desarrolla en las siguientes fases:

#### **Fase 1: Investigación Teórica y Diagnóstico Cualitativo**

Esta etapa busca comprender las características socioculturales, deportivas y ambientales del contexto de Guasca. A través de una investigación teórica, se recogen antecedentes y referentes que sustentan el planteamiento del proyecto. Se realiza un análisis multiescalar que parte de un diagnóstico a nivel regional en la provincia de Guavio, para luego centrarse en el municipio de Guasca. Mediante el método inductivo, se identifican problemáticas, necesidades y potencialidades relacionadas con las dinámicas deportivas, culturales y de espacio público. Las herramientas utilizadas en esta fase incluyen entrevistas a actores locales, recorridos urbanos y la identificación de patrones de uso del territorio.

## **Fase 2: Recolección, Análisis y Evaluación Cuantitativa**

En esta fase, se recaban datos cuantitativos para evaluar el estado actual del equipamiento deportivo y cultural en Guasca, considerando aspectos como la disponibilidad de espacios, accesibilidad, cobertura y demanda de actividades deportivas y culturales. Se aplican encuestas y registros estadísticos que permiten medir variables clave para el diseño. Este análisis genera una base de información sólida para identificar las estrategias de intervención más adecuadas.

## **Fase 3: Propuesta de Diseño y Evaluación Deductiva**

Con base en los datos obtenidos en las fases anteriores, se desarrolla la propuesta arquitectónica del equipamiento deportivo y cultural. Este proceso incluye la conceptualización de espacios versátiles, sostenibles y adaptables que promuevan el desarrollo deportivo y cultural de la comunidad. El método deductivo permite validar las soluciones planteadas, asegurando su coherencia con los datos cuantitativos recopilados y las necesidades locales. La sostenibilidad es un eje transversal en el diseño, priorizando el uso eficiente de recursos, la integración del paisaje y la inclusión de prácticas arquitectónicas responsables. Finalmente, el proyecto busca ser un referente regional, no solo por su contribución al desarrollo deportivo y cultural de Guasca, sino también por su capacidad de fortalecer el tejido social mediante espacios que promuevan la participación comunitaria y el bienestar integral.

## **Fase 4: Aplicación de la Metodología BIM**

El alcance de la aplicación de la metodología BIM en el presente proyecto se limita a un área de 500 m<sup>2</sup>, correspondiente al diseño del equipamiento deportivo y cultural. Este espacio se

modelará bajo los principios de la metodología BIM, lo cual permitirá simular su desempeño en términos espaciales, funcionales y de sostenibilidad.

El proyecto se desarrollará considerando la ISO 19650, que regula la gestión de la información en el ciclo de vida de una construcción. Para ello, se incluyen los siguientes componentes:

- EIR (Employer's Information Requirements): Se definen los requerimientos de información del modelo digital que permitan evaluar la ocupación de los espacios, la eficiencia en su distribución y la adecuación normativa de las áreas deportivas y culturales.
- BEP (BIM Execution Plan): Se establece un plan de ejecución BIM que organiza los flujos de trabajo, software a utilizar (ej. Revit, ArchiCAD o similares), niveles de desarrollo (LOD 200-300) y responsabilidades de los actores involucrados.
- CDE (Common Data Environment): Se propone un entorno común de datos como repositorio digital para centralizar la información, garantizando la trazabilidad, actualización y coordinación entre disciplinas.
- Formatos de Interoperabilidad: El modelo se exportará en IFC (Industry Foundation Classes) para asegurar la compatibilidad entre diferentes plataformas, y en BCF (BIM Collaboration Format) para la gestión de incidencias durante el diseño.

## **CAPÍTULO V: ANÁLISIS Y DIAGNÓSTICO**

### **Macro ecológico – Provincia de Guavio**

La provincia del Guavio se caracteriza por poseer un entorno ecológico de gran riqueza natural, en el cual se integran ecosistemas de alta montaña, cuerpos de agua y reservas forestales que configuran un territorio diverso y ambientalmente sensible. Este contexto define de manera significativa las condiciones de habitabilidad, las dinámicas productivas y las posibilidades de desarrollo sostenible dentro del departamento de Cundinamarca.

En esta región se localizan importantes áreas de conservación como el Parque Natural Pionono, la Reserva Biológica Encenillo, el Parque Nacional Natural Chingaza y la Reserva Siembra, que conforman un corredor ecológico fundamental para la protección de especies nativas y la regulación hídrica del territorio. Dichos espacios no solo representan un valor ambiental, sino también cultural, pues son parte de la identidad territorial y del paisaje que rodea a los municipios que conforman el Guavio.

Asimismo, la presencia de cuerpos de agua como el Embalse de Tominé, el Embalse San Rafael y el Embalse El Guavio, refuerza la importancia de esta provincia dentro del sistema hídrico regional. Estos embalses garantizan el abastecimiento de agua a una parte significativa de la sabana de Bogotá, pero también generan condiciones paisajísticas que potencian el turismo ecológico y el reconocimiento del patrimonio natural.

La vegetación característica del Guavio está compuesta por especies representativas de los bosques andinos como el Cedro (*Cedrela odorata*), el Roble (*Quercus humboldtii*) y el Frailejón de Belén, especies que además de aportar a la biodiversidad, contribuyen a la estabilidad ambiental y al equilibrio del ecosistema.

**Figura 2**

Silvicultura nativa del sector

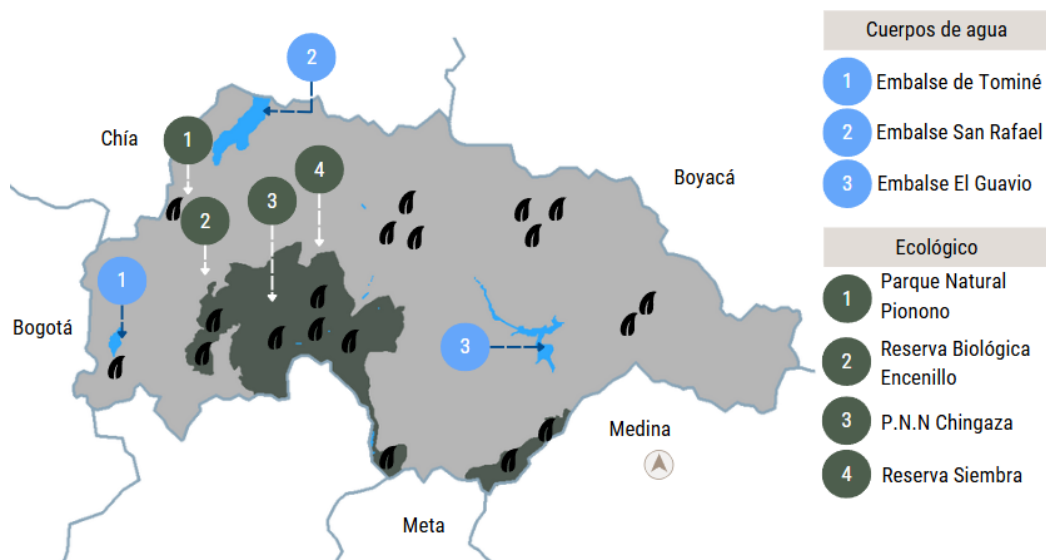


*Nota.* Elaboración propia con base en datos del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.

El mapa elaborado para este análisis evidencia la articulación de estas reservas, cuerpos de agua y zonas boscosas, mostrando la relevancia del Guavio como un territorio de transición ecológica. Por lo tanto, cualquier intervención arquitectónica en esta zona debe reconocer el valor ambiental y responder con estrategias de diseño que respeten y fortalezcan la estructura ecológica existente.

**Figura 3**

Análisis ecológico provincia del Guavio



*Nota.* Elaboración propia con base en el análisis territorial. El gráfico muestra las zonas con mayor relevancia ecológica dentro de la provincia del Guavio.

### **Macro Funcional y de Servicios – Provincia de Guavio**

La provincia del Guavio presenta una estructura funcional determinada por las vías principales que articulan los municipios y permiten la conexión con el resto del departamento. Entre estas se destacan la vía La Calera – Guasca y la vía Ubalá – Guasca, corredores que cumplen un papel fundamental en la movilidad del territorio y en la integración económica, turística y cultural de la región. Estas rutas facilitan el acceso tanto a los centros urbanos como a los equipamientos de servicio, configurando un sistema vial que conecta directamente con la sabana de Bogotá.

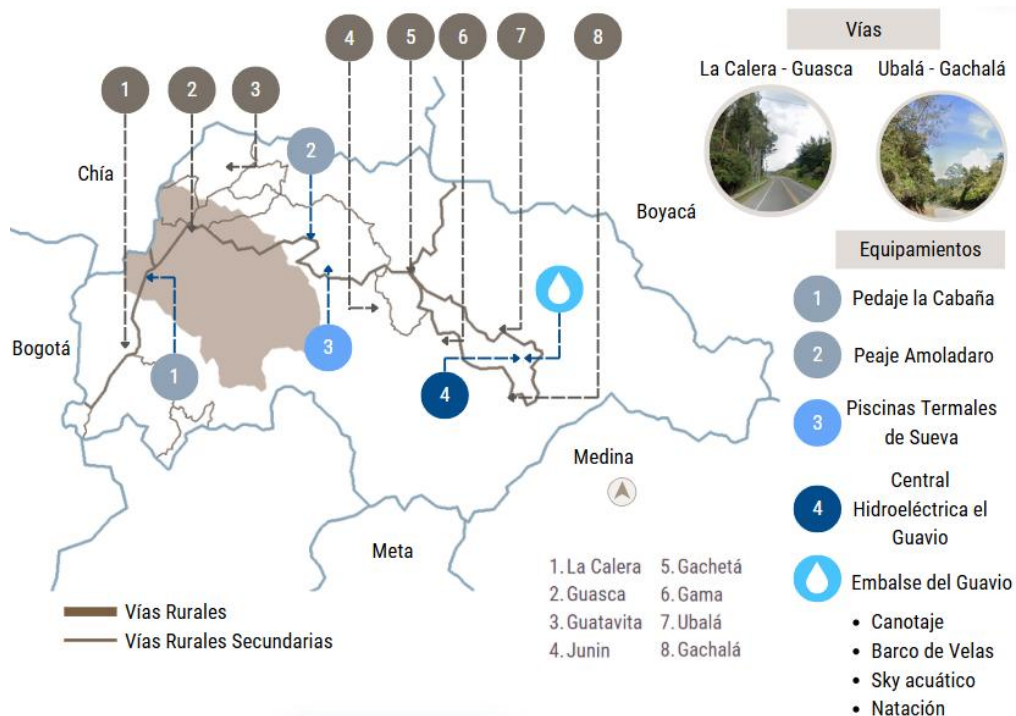
A lo largo de estos corredores se localizan diversos equipamientos y puntos de referencia regionales como los peajes La Cabaña y Amoladora, además de las Piscinas Termales de Sueva, que constituyen un atractivo turístico natural y recreativo de alta relevancia. De igual manera, se encuentra la Central Hidroeléctrica del Guavio, una de las más importantes del país, que aporta no solo a la generación energética, sino también a la dinámica económica y al reconocimiento territorial del Guavio como zona estratégica.

El Embalse del Guavio, además de su función energética, se convierte en un espacio de recreación y turismo de naturaleza, donde se desarrollan actividades como canotaje, navegación a vela, esquí acuático, natación y parapente. Estas prácticas deportivas y recreativas refuerzan el valor paisajístico del entorno, promoviendo un vínculo entre el aprovechamiento del recurso hídrico y las dinámicas culturales del territorio.

El mapa correspondiente a este análisis permite observar cómo los ejes viales, los equipamientos y los espacios recreativos se relacionan entre sí, generando una red funcional que influye directamente en la localización de futuros proyectos. En este sentido, el Equipamiento Deportivo y Cultural para Guasca se concibe como una oportunidad para fortalecer la infraestructura regional de servicios, ofreciendo un espacio que complemente la oferta existente y que articule deporte, cultura y naturaleza dentro del sistema territorial del Guavio.

**Figura 4**

Análisis funcional y de servicios del Guavio



*Nota.* Elaboración propia con base en el análisis territorial. El gráfico muestra las zonas con mayor relevancia funcional y de servicios dentro de la provincia del Guavio.

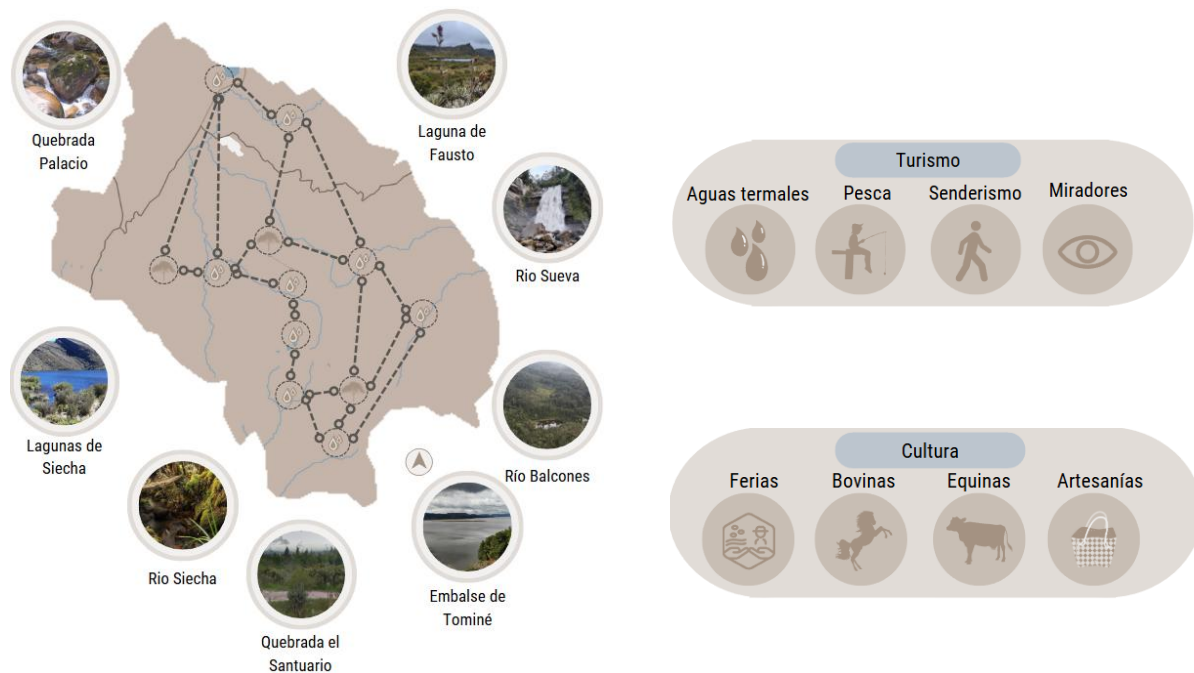
## **La Ruta del Agua**

Dentro del contexto territorial de la provincia del Guavio, la Ruta del Agua se presenta como un eje paisajístico, ambiental y turístico de gran relevancia. Esta ruta integra diferentes elementos naturales y culturales asociados al recurso hídrico, destacando la presencia de embalses, ríos, quebradas y zonas de reserva que conforman una experiencia territorial única. Su trazado conecta puntos de interés ecológico como el Embalse de Tominé, el Embalse San Rafael, y el Embalse del Guavio, permitiendo reconocer la importancia del agua como fuente de vida, energía y desarrollo sostenible.

La Ruta del Agua se ha consolidado como un recorrido popular dentro de la provincia, donde tanto visitantes como habitantes locales pueden disfrutar de actividades turísticas, deportivas y recreativas en contacto directo con el entorno natural. Este recorrido no solo ofrece un valor escénico, sino que también promueve la conciencia ambiental y la conservación de los ecosistemas asociados a los cuerpos de agua.

Para el desarrollo del Centro Deportivo y Cultural de Guasca, se reconoce esta ruta como un elemento estructurante dentro de la propuesta. El proyecto busca integrarse visual y funcionalmente con el recorrido, ofreciendo puntos de contemplación, información y conexión que permitan a los usuarios comprender la riqueza hídrica del territorio. De esta manera, se pretende que el equipamiento se convierta en una ventana hacia la Ruta del Agua, fortaleciendo el vínculo entre arquitectura, paisaje y sostenibilidad.

El mapa elaborado para este análisis evidencia la relación directa entre la ubicación del municipio de Guasca y los distintos tramos de la ruta, mostrando cómo el proyecto puede contribuir a visibilizar y potenciar este corredor ecológico y cultural que define gran parte de la identidad del Guavio.

**Figura 5****Ruta del agua**

*Nota.* Elaboración propia con base en el análisis territorial. El gráfico muestra las zonas con mayor relevancia ecológica dentro de la provincia del Guavio.

### **Análisis Meso - Funcional y de Servicios**

El sistema vial del municipio de Guasca se compone de una red jerarquizada que articula tanto las zonas urbanas como las rurales, permitiendo la conexión entre los diferentes centros poblados y veredas que conforman su territorio. Esta estructura vial es determinante para el desarrollo económico y social del municipio, además de ser un factor clave para la accesibilidad hacia el área donde se propone el Centro Deportivo y Cultural.

Las vías principales están conformadas por los corredores que comunican a Guasca con los municipios vecinos, entre ellas la vía La Calera – Guasca – Gachetá, que constituye el eje estructurante del sistema de movilidad y la principal ruta de acceso desde la sabana de Bogotá. Estas vías concentran el flujo de transporte regional y permiten el desplazamiento eficiente de bienes, servicios y personas hacia el casco urbano del municipio.

En un segundo nivel se encuentran las vías secundarias, que conectan el casco urbano con las zonas rurales y con los equipamientos de carácter recreativo y agrícola. Estas vías presentan una infraestructura más reducida, con tramos pavimentados y otros en afirmado, adaptándose a la topografía del territorio. Cumplen un papel esencial en la movilidad local, ya que enlazan las veredas con el centro urbano y con las rutas regionales.

Las vías terciarias y rurales son aquellas que se distribuyen dentro del tejido veredal, permitiendo el acceso directo a predios agrícolas, fincas y equipamientos dispersos. Estas rutas suelen ser de carácter no pavimentado, con secciones estrechas y pendientes variables, lo que limita el tránsito en algunas épocas del año, pero al mismo tiempo conserva el carácter paisajístico del entorno rural.

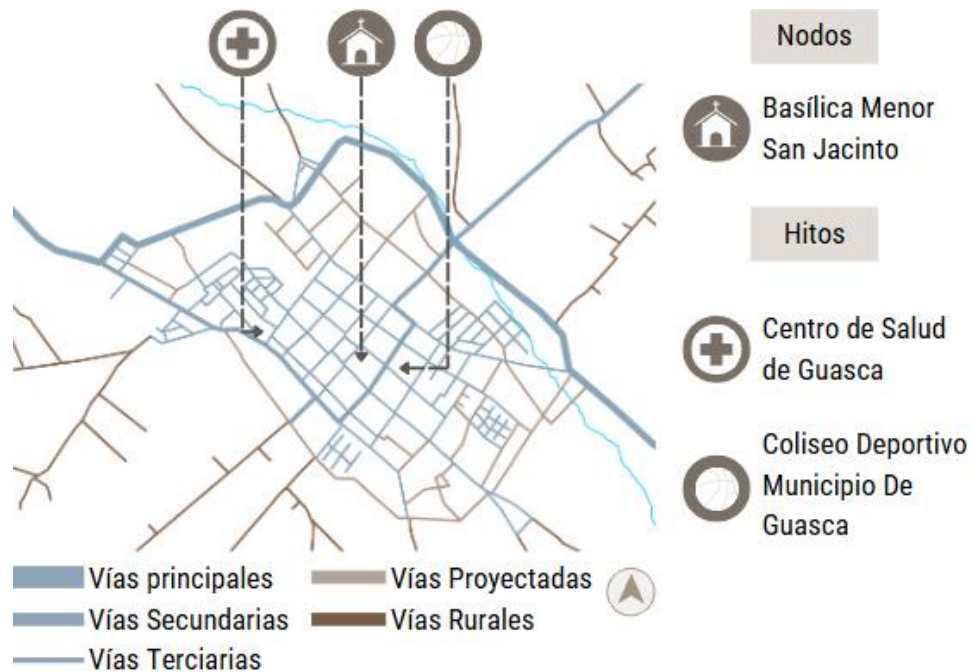
Por otro lado, se han identificado vías proyectadas que buscan mejorar la conectividad entre las veredas y optimizar el acceso hacia los sectores de expansión y desarrollo del municipio. Estas nuevas trazas viales se contemplan como parte del crecimiento planificado del territorio, y resultan relevantes para la futura consolidación del área donde se emplazará el proyecto, garantizando una mejor integración con el sistema general de movilidad.

El mapa vial elaborado para este análisis permite observar la distribución y jerarquía de las vías principales, secundarias, terciarias y proyectadas, evidenciando las rutas de acceso hacia la zona rural donde se localiza el proyecto. Este análisis resulta fundamental para comprender la

relación del equipamiento con el territorio, asegurando que su localización responda a criterios de accesibilidad, conectividad y sostenibilidad en la red de movilidad municipal.

### Figura 6

Análisis funcional y de servicios dentro del municipio de Guasca



*Nota.* Elaboración propia con base en el análisis territorial. El gráfico muestra las zonas con mayor relevancia funcional y de servicios dentro del municipio de Guasca.

### Análisis meso – Ecológico

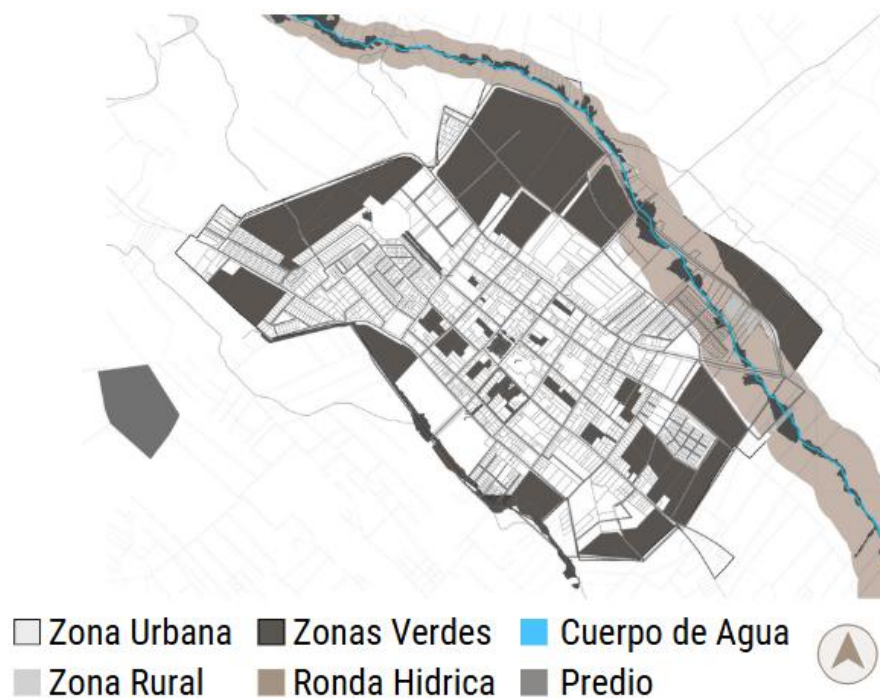
El municipio de Guasca se caracteriza por la presencia de zonas verdes estratégicamente distribuidas, las cuales no solo aportan a la calidad ambiental, sino que también incentivan un cambio de perspectiva respecto al desarrollo urbano y rural. Estas áreas verdes se concentran principalmente en el centro del municipio, conformando parques, plazas y corredores ecológicos que estructuran la vida comunitaria y fortalecen la identidad local.

Hacia las zonas rurales, las áreas verdes se amplían integrándose con los paisajes naturales y agrícolas, creando un gradiente ecológico que conecta el área urbana con el entorno natural circundante. Esta transición permite mantener la continuidad de los ecosistemas, conservar la biodiversidad y ofrecer espacios de recreación, esparcimiento y contacto directo con la naturaleza a los habitantes y visitantes.

Adicionalmente, el municipio cuenta con cuerpos de agua cercanos, que complementan la red ecológica y generan oportunidades para actividades recreativas y deportivas. Estos elementos hídricos no solo cumplen funciones ambientales, como regulación del microclima y recarga de acuíferos, sino que también refuerzan el valor paisajístico de Guasca y su potencial para el turismo ecológico.

### Figura 7

Análisis ecológico del dentro del municipio de Guasca



*Nota.* Elaboración propia con base en el análisis territorial. El gráfico muestra las zonas con mayor relevancia ecológica dentro del municipio de Guasca.

El análisis cartográfico evidencia cómo las zonas verdes urbanas y rurales se articulan con los cuerpos de agua, mostrando la relación entre la infraestructura natural y el desarrollo territorial. Este contexto ecológico resulta determinante para la ubicación y diseño del Centro Deportivo y Cultural, ya que permite integrar el equipamiento de manera armoniosa con el paisaje y las áreas naturales existentes, garantizando sostenibilidad ambiental y conexión con el entorno.

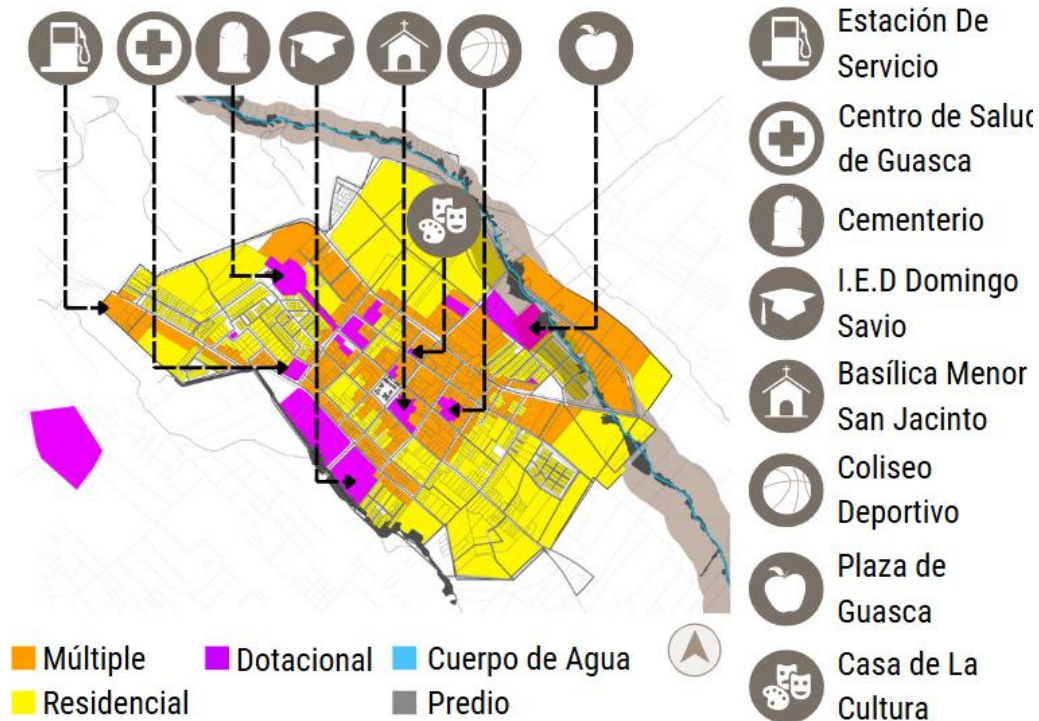
### **Análisis meso – Socio económico**

El municipio de Guasca presenta una estructura socioeconómica definida por la distribución de sus usos del suelo y equipamientos, los cuales reflejan las dinámicas de la población y las actividades productivas, culturales y recreativas del territorio. Los espacios residenciales se concentran principalmente en el casco urbano, mientras que las zonas rurales mantienen un patrón disperso asociado a fincas y actividades agrícolas.

Los usos dotacionales y de servicios se localizan estratégicamente para garantizar cobertura y accesibilidad a la población. Entre estos se encuentran la estación de transporte, el centro de salud, los colegios, el coliseo deportivo, la plaza principal y la Casa de la Cultura, los cuales constituyen nodos que articulan la vida comunitaria y fortalecen la cohesión social. Asimismo, se identifican áreas de uso mixto, donde la actividad comercial y residencial convive de manera complementaria, promoviendo la vitalidad urbana y la diversidad de funciones dentro del municipio.

**Figura 8**

Análisis socio económico dentro del municipio de Guasca



*Nota.* Elaboración propia con base en el análisis territorial. El gráfico muestra las zonas con mayor relevancia socio económica dentro del municipio de Guasca.

Este análisis evidencia la importancia de **concentrar los servicios y equipamientos** en relación con la distribución de la población y la accesibilidad vial, generando zonas de influencia que facilitan la interacción social y el desarrollo comunitario. El mapa correspondiente muestra cómo los diferentes usos del suelo y equipamientos se articulan, destacando las áreas con mayor concentración de servicios y los sectores de expansión futura.

### **Análisis Meso – Existencias y Relación con el Proyecto**

El análisis de las existencias dentro del municipio de Guasca permite comprender la distribución actual de equipamientos deportivos y culturales y su relación con la propuesta del proyecto. En el territorio se identifican diversas canchas múltiples, aunque la mayoría son de carácter privado, lo que limita su accesibilidad a la población general y evidencia la necesidad de espacios públicos que fortalezcan la práctica deportiva comunitaria.

Además, el municipio cuenta con un coliseo deportivo y algunas canchas múltiples públicas, las cuales representan los principales espacios de recreación deportiva para la comunidad. Estos equipamientos, aunque funcionales, no siempre satisfacen la demanda de los habitantes, tanto por capacidad como por disponibilidad horaria y diversidad de actividades.

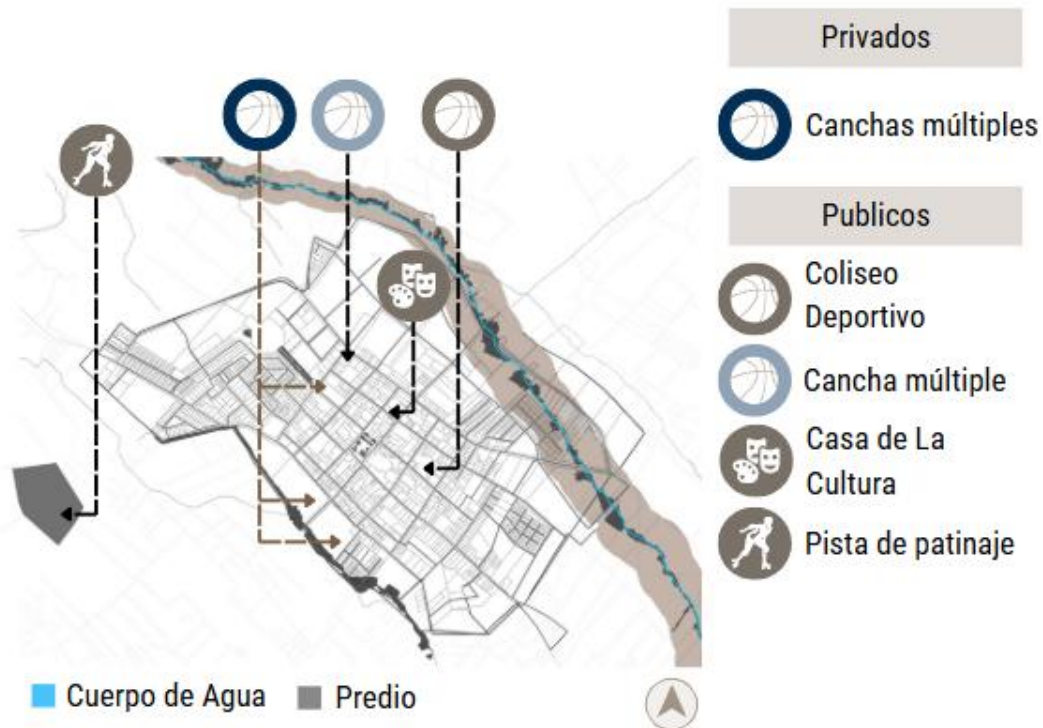
Por otra parte, la Casa de la Cultura funciona como nodo central de expresión artística y cultural, ofreciendo talleres, actividades y eventos que fortalecen la identidad local.

Complementando estas infraestructuras, se encuentra una pista de patinaje, que será integrada de manera directa con el nuevo Centro Deportivo y Cultural, ampliando así la oferta deportiva y creando un vínculo funcional con el equipamiento proyectado.

El mapa elaborado evidencia la distribución de estos equipamientos y su relación espacial con la ubicación del proyecto, mostrando oportunidades de conexión y complementación. Este análisis permite concluir que el Centro Deportivo y Cultural no solo cubrirá las necesidades existentes, sino que además potenciará la red de infraestructura deportiva y cultural del municipio, asegurando accesibilidad, integración y diversidad de usos para la comunidad.

**Figura 9**

Análisis existencias y relación con el proyecto



*Nota.* Elaboración propia con base en el análisis territorial. El gráfico muestra las zonas con mayor relevancia de existencias y relación dentro del municipio de Guasca.

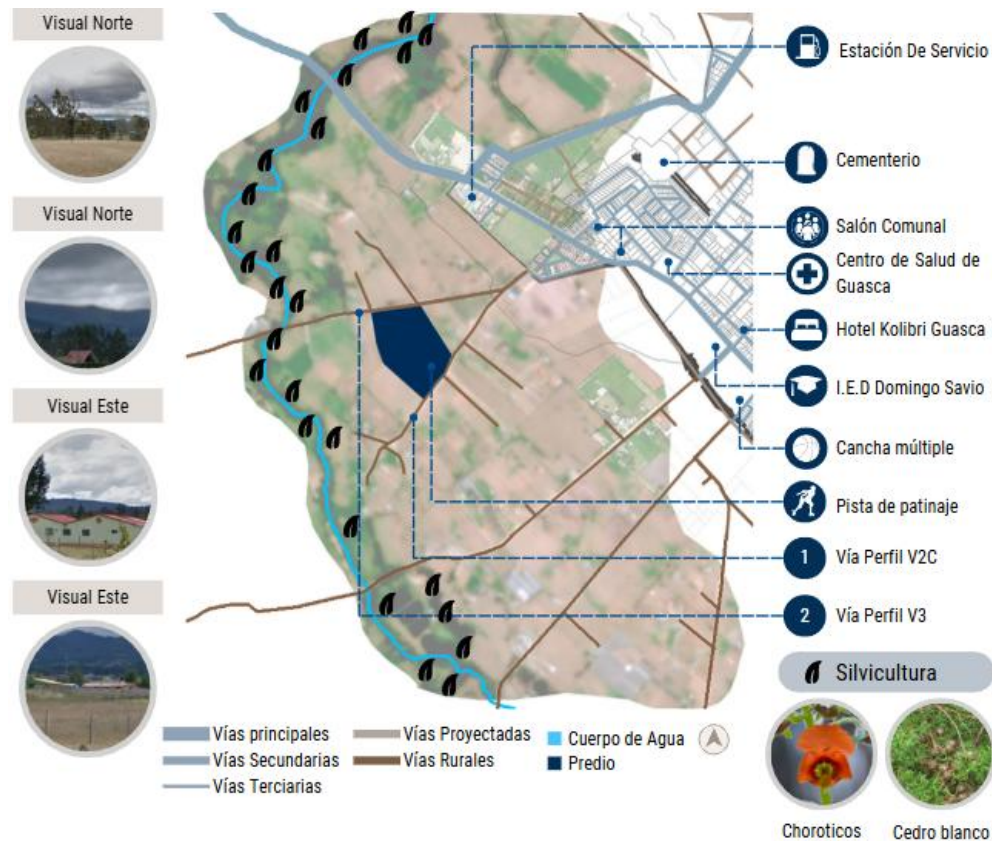
### **Análisis Micro – Entorno Inmediato y Lote del Proyecto**

El lote destinado al Centro Deportivo y Cultural se encuentra ubicado en una zona rural de Guasca, lo que permite una integración directa con el paisaje natural y el entorno ecológico del municipio. La localización del terreno garantiza visuales amplias hacia los elementos más representativos del área, tales como los colegios, la Casa de la Cultura, las canchas múltiples existentes y otros equipamientos de interés comunitario, permitiendo que el proyecto dialogue tanto con el tejido urbano como con el paisaje circundante.

El análisis de las vías de acceso al lote evidencia la presencia de vías secundarias y terciarias, que conectan el terreno con el casco urbano y las principales rutas regionales. Estas vías son determinantes para la accesibilidad del proyecto, especialmente considerando su carácter rural, y permiten proyectar estrategias de conectividad peatonal y vehicular que faciliten el flujo de usuarios hacia los diferentes espacios deportivos y culturales.

**Figura 10**

Entorno inmediato y lote del proyecto



*Nota.* Elaboración propia con base en el análisis territorial. El gráfico muestra las zonas del entorno inmediato y lote del proyecto.

La distribución del lote y su relación con los equipamientos existentes posibilita una implantación estratégica del proyecto, donde cada función del Centro Deportivo y Cultural puede vincularse con las visuales más importantes y los nodos de interés del entorno. La ubicación seleccionada también favorece la integración de las actividades al aire libre, garantizando que las áreas deportivas, recreativas y culturales se conecten de manera fluida con el paisaje y los servicios cercanos.

El mapa correspondiente muestra la ubicación del lote, las vías de acceso y los elementos de referencia en el entorno inmediato, evidenciando cómo la propuesta puede integrarse de manera coherente con su contexto y potenciar la relación entre comunidad, deporte y cultura.

### **Análisis Micro – Entorno Aledaño al Lote**

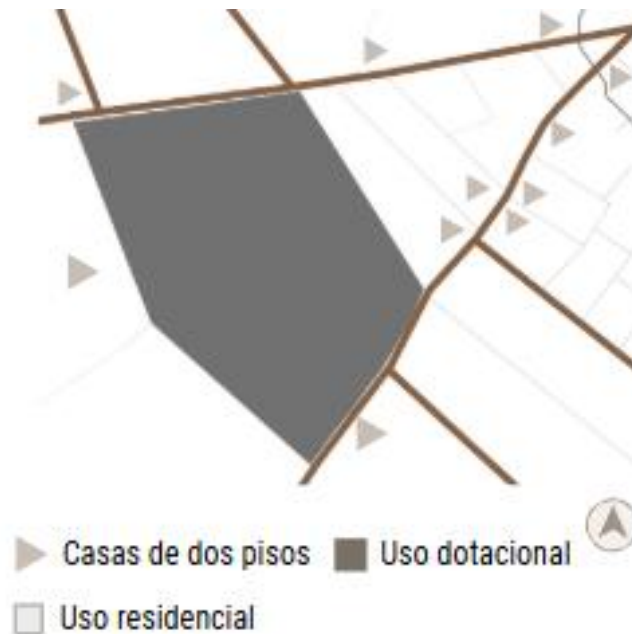
El análisis del entorno inmediato del lote permite comprender las condiciones físicas y sociales que influirán en la implantación del Centro Deportivo y Cultural. La vecindad está conformada principalmente por viviendas de dos pisos, de uso residencial, lo que define un contexto habitacional de baja densidad y caracterizado por la tranquilidad y privacidad propias de las zonas rurales del municipio.

El lote en estudio se encuentra clasificado como uso dotacional, lo que permite la instalación de equipamientos públicos sin generar conflictos de compatibilidad con los usos circundantes. Esta condición facilita que el proyecto pueda desarrollar sus funciones deportivas, culturales y recreativas, respetando al mismo tiempo la escala y el carácter de la vecindad inmediata. El mapa correspondiente evidencia la distribución de las viviendas y la delimitación del lote, mostrando claramente la relación entre la propuesta y la tipología residencial existente. Este análisis es fundamental para definir estrategias de integración paisajística, accesos

peatonales y visuales, así como para garantizar que el proyecto se inserte de manera armoniosa en su contexto, fortaleciendo la relación entre el equipamiento y la comunidad local.

### Figura 11

Entorno aledaño al lote



*Nota.* Elaboración propia con base en el análisis territorial. El gráfico muestra el entorno aledaño al lote y su uso.

### Análisis Micro – Ruido y Flujo Peatonal

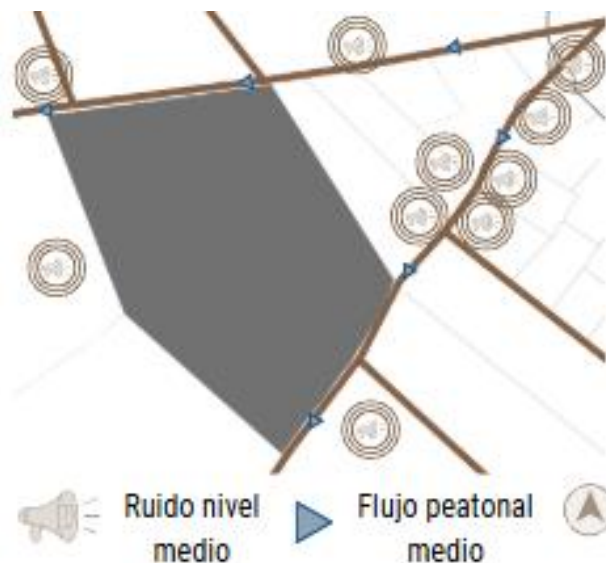
El estudio del nivel de ruido y del flujo peatonal en el entorno del lote permite comprender las condiciones ambientales y de uso que influirán en el diseño del Centro Deportivo y Cultural. El sector presenta un nivel de ruido medio, asociado principalmente al tránsito de las vías secundarias y terciarias que conectan el lote con el casco urbano y otros equipamientos. Este nivel de ruido requiere que el diseño considere estrategias de mitigación, como el uso de barreras

vegetales, orientación de las edificaciones y ubicación de áreas sensibles, garantizando confort acústico para los usuarios. En cuanto al flujo peatonal, se evidencia una circulación media, vinculada tanto a los residentes de la vecindad como a los usuarios de los equipamientos cercanos, como las canchas múltiples, la Casa de la Cultura y los colegios. Este patrón de movilidad permite identificar los puntos de acceso más frecuentes y planificar recorridos internos que conecten de manera eficiente las distintas áreas del proyecto, optimizando la seguridad y la experiencia de los usuarios.

El análisis, apoyado en el mapa correspondiente, muestra claramente los niveles de ruido y la intensidad de circulación peatonal, proporcionando información clave para la implantación, diseño de accesos y definición de espacios exteriores del Centro Deportivo y Cultural. Así, se asegura que el proyecto se adapte de manera funcional y confortable a las condiciones reales del entorno.

### Figura 12

Ruido y Flujo Peatonal



*Nota.* Elaboración propia con base en el análisis territorial. El gráfico muestra las zonas con mayor relevancia de ruido y flujo peatonal.

## **CAPÍTULO VI: PROYECTO**

### **Propuesta Urbana**

El desarrollo de la propuesta parte de la necesidad de generar una intervención urbana previa que permita integrar adecuadamente el proyecto al contexto territorial inmediato. Debido al aumento del tránsito peatonal y vehicular en las vías que bordean el lote, se propone una reconfiguración vial que mejore la movilidad y diversifique los accesos hacia el futuro Centro Deportivo y Cultural.

Por el auge y el tránsito incrementado de personas por estas vías, se plantea reemplazar la vía existente al costado norte y sur del predio por una vía de doble calzada tipo V3, la cual permitirá optimizar el flujo vehicular y al mismo tiempo incorporar una ciclovía como alternativa sostenible de movilidad. Esta nueva estructura vial no solo busca descongestionar el acceso principal, sino también aumentar la conectividad y accesibilidad desde los distintos puntos del municipio hacia el equipamiento.

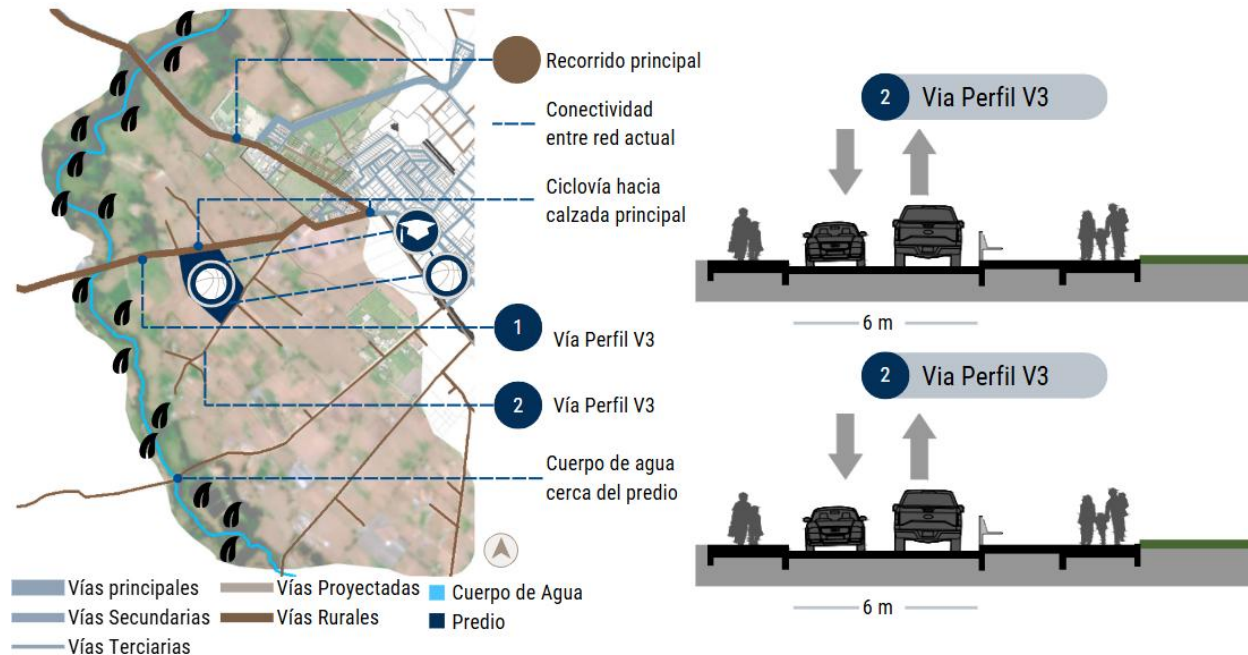
La inclusión de la ciclovía representa un componente esencial dentro de la propuesta urbana, ya que promueve modos de transporte no motorizados y una relación más directa entre la comunidad, el espacio público y el equipamiento. De esta manera, se fomenta una movilidad más activa, saludable y coherente con el carácter ambiental del municipio de Guasca.

El plano de la propuesta urbana ilustra la configuración de las nuevas vías, la integración de la ciclovía y los accesos proyectados al lote, evidenciando una planificación orientada a

mejorar la estructura funcional y ambiental del entorno inmediato, asegurando que el proyecto se consolide como un nodo articulador dentro del sistema urbano y rural del municipio.

**Figura 13**

Propuesta urbana



*Nota.* Elaboración propia con base en el análisis territorial. El gráfico muestra las zonas de intervención urbana.

### **Bioclimática**

El comportamiento bioclimático del municipio de Guasca constituye un factor determinante en el proceso de diseño arquitectónico, ya que las condiciones térmicas, de humedad y radiación solar inciden directamente en el confort ambiental y en las estrategias de sostenibilidad del proyecto.

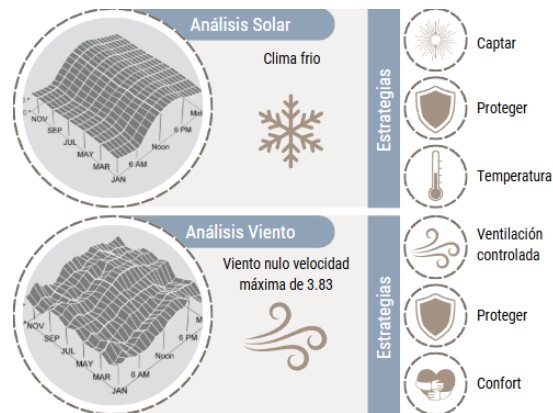
Guasca presenta una temperatura promedio anual de 13,2 °C, con variaciones que oscilan entre 2,6 °C en el mes de julio y 13,6 °C durante abril, lo que refleja un clima frío propio de los municipios del altiplano cundiboyacense. Las temperaturas más elevadas se registran entre los meses de febrero y mayo, así como en diciembre, mientras que las más bajas se presentan en los periodos de mitad de año.

Estas condiciones climáticas hacen necesario considerar estrategias de diseño bioclimático, tales como el aprovechamiento de la radiación solar directa para calefacción pasiva en los espacios interiores, la orientación adecuada de las edificaciones para captar luz natural sin generar deslumbramientos, y la protección frente a los vientos fríos dominantes, especialmente durante las madrugadas y noches.

Asimismo, el control de la humedad relativa y la incorporación de elementos vegetales en el entorno construido contribuyen al equilibrio térmico y a mejorar la calidad del aire. Todo este análisis permite desarrollar un diseño más aproximado y sensible al contexto ambiental, asegurando que el Centro Deportivo y Cultural responda adecuadamente a las condiciones climáticas de Guasca, promoviendo confort, eficiencia energética y una integración armónica con su entorno natural.

## Figura 14

### Análisis Bioclimático



*Nota.* Elaboración propia con base en el análisis bioclimático. El gráfico muestra el análisis solar y de vientos, junto con las estrategias recomendadas a usar.

### Normativa Urbana y Parámetros de Ocupación del Lote


Para el desarrollo del proyecto Centro Deportivo y Cultural de Guasca, es indispensable considerar las disposiciones establecidas en el Esquema de Ordenamiento Territorial (EOT) del municipio, el cual regula los usos del suelo, las condiciones de edificación y los parámetros de ocupación aplicables a los lotes con destino dotacional.

Según el EOT vigente, los predios con uso dotacional deben contar con un área mínima de 2 hectáreas, permitiendo un índice de ocupación de 0.3 y un índice de construcción máximo de 0.6. A su vez, se exige un aislamiento perimetral de 10 metros para asegurar la correcta relación entre la edificación, el entorno natural y las zonas de amortiguamiento ambiental. De igual forma, el documento normativo establece que un 10% del área neta debe ser destinado a parqueaderos, garantizando la funcionalidad y accesibilidad del equipamiento propuesto.

En el caso del lote seleccionado, el cual presenta un área bruta total de 38.886 m<sup>2</sup> y un área neta de 27.820 m<sup>2</sup>, al aplicar los parámetros del EOT se obtiene un área de ocupación de 10.468 m<sup>2</sup>, mientras que el índice de construcción permitido corresponde a 20.231 m<sup>2</sup>, representando el máximo edificable dentro del terreno. Para los parqueaderos, el 10% del área neta equivale a 2.781 m<sup>2</sup>, superficie que responde a las exigencias del esquema y a la demanda de usuarios esperada para el proyecto.

### Figura 15

Normativa y aplicación al Lote



Área Mínima Para los Predios		Índice de ocupación	Índice de construcción	Aislamiento	Parqueadero
2 ha		0,3	0,6	10 m	10 %
Área Bruta	Área Neta	Índice de ocupación	Índice de construcción	Aislamiento	Parqueadero
38,886 m <sup>2</sup>	27,820 m <sup>2</sup>	10,468 m <sup>2</sup>	20,231 m <sup>2</sup>	10 m	2,781 m <sup>2</sup>

*Nota.* Elaboración propia con base en el análisis territorial. El gráfico la normativa del lote, así como la aplicación de esta sobre el mismo.

### Programa Arquitectónico

El Centro Deportivo y Cultural de Guasca se plantea como un equipamiento integral que articula las actividades deportivas, culturales y recreativas del municipio, consolidándose como un espacio de encuentro, formación y participación ciudadana. El programa arquitectónico se organiza en dos módulos principales, el Módulo A de carácter deportivo y el Módulo B destinado al ámbito cultural, ambos conectados por un segundo nivel que permite la integración funcional entre las distintas áreas.

El Módulo A, ubicado en el primer nivel, corresponde al componente deportivo. En este se agrupan los espacios para la práctica y el entrenamiento físico, como la piscina semiolímpica, canchas de squash y la sala para artes marciales, junto con vestidores, duchas, servicios sanitarios y zonas de apoyo logístico. Su distribución busca garantizar el correcto funcionamiento de las actividades, priorizando la iluminación natural, la ventilación cruzada y la relación visual hacia las áreas abiertas.

En el segundo nivel del Módulo A, se ubican tres zonas comerciales destinadas a cafeterías o locales de comida, complementadas con un área común de comidas. Este nivel cuenta además con un acceso directo a las graderías de la piscina semiolímpica y con amplios espacios de esparcimiento que se abren hacia terrazas-mirador, desde donde se pueden contemplar las visuales del entorno natural, integrando así el paisaje como parte esencial de la experiencia del usuario.

El Módulo B constituye el componente cultural y administrativo del proyecto, y su desarrollo se realizó teniendo en cuenta la opinión y las necesidades expresadas por los habitantes de Guasca, quienes manifestaron la importancia de contar con espacios que fortalecieran su identidad y su vida comunitaria. Por ello, el programa cultural incluye en el primer nivel áreas de logística, auditorio, salones múltiples, espacios para la Sinfónica de Guasca, talleres de arte y salas de ensayo, concebidos para promover la formación artística y el intercambio cultural.

En el segundo nivel del Módulo B, se ubican la biblioteca y una sala múltiple de esparcimiento cultural, las cuales se complementan con terrazas y zonas de descanso que fomentan la convivencia y el aprendizaje informal. Este nivel se conecta directamente con la sala

de exposiciones, que actúa como un espacio articulador entre ambos módulos, generando un recorrido fluido, abierto y participativo.

El entorno urbano del proyecto se complementa con un edificio de parqueaderos, zonas de recreación infantil, una cancha múltiple pública y la pista de patinaje existente, integradas funcionalmente al conjunto. Además, el polideportivo preexistente se mantiene como parte del sistema deportivo municipal, consolidando una red continua de equipamientos y espacios públicos que fortalecen la vida social del territorio.

**Figura 16**

Programa arquitectónico

DEPORTE	BAJO TECHO	Piscina Semi - Olímpica	Duchas	Casilleros	Baños	
			Vestidores	Baños prioritarios		
		Cancha de Squash	Zona de calentamiento			
		Artes marciales	Área de Protección	Shiajiro		
			Vestidores	Casilleros		
		Tenis de mesa	Área de juego			
			Área de mesa			
	Salón de arte					
	Salón de música					
	Salón de danza					
	AIRE LIBRE	Pista de patinaje				
		Polideportivo				
		Cacha múltiple				
		Áreas recreativas				
DIFUSION CULTURAL	BAJO TECHO	Biblioteca	Hall	Zona de control y registro		
			Área libros	Zona de lectura		
		Salones multifunción	Exposición	Practica cultural		
		Auditorio	Escenario	Cuarto de luces		
			Vestidores	Casilleros	Gradas	
Área mesas de juego	Ajedrez	Tenis				
AREAS COMPLEMENTARIAS	BAJO TECHO	Baños	Baños Hombres	Baños Mujeres		
			Baños prioritarios			
		Área de salud	Casilleros	Camillas	Camillas	
ZONAS DE SERVICIOS GENERALES	BAJO TECHO	Sala de maquinas y equipos				
		Cuarto de bombeo y cisterna				
		Cuarto de limpieza y mantenimiento				
		Cuarto de tableros				
		Deposito				
		Cuarto de basura				

*Nota.* Elaboración propia con base en las necesidades del municipio. El gráfico muestra las zonas mínimas requeridas para el proyecto.

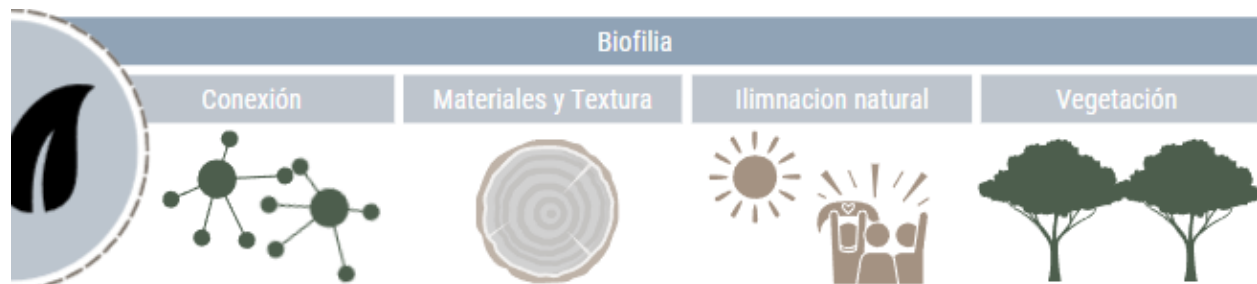
## Metodología de Diseño

Para el desarrollo del proyecto se adopta una metodología de diseño basada en la biofilia, entendida como el principio que busca reconectar al ser humano con la naturaleza a través de la arquitectura y el urbanismo. Este enfoque parte del reconocimiento de las condiciones naturales del municipio de Guasca, su clima, su topografía y su riqueza paisajística, como elementos esenciales que orientan tanto las decisiones espaciales como materiales del proyecto.

La biofilia en este contexto se traduce en la incorporación de estrategias pasivas de diseño, el aprovechamiento de la iluminación y ventilación natural, y la integración visual y física con el entorno. Se busca que cada espacio genere una experiencia sensorial donde la textura, la materialidad y la vegetación conformen un lenguaje arquitectónico coherente con el paisaje andino y con la identidad del lugar.

### Figura 17

#### Conceptos de la Biofilia



*Nota.* Elaboración propia con base en conceptos de la biofilia. El gráfico muestra los conceptos más importantes sobre la biofilia.

En el proyecto, la conexión con el entorno natural se da desde lo urbano hasta lo arquitectónico. En el plano urbano, los recorridos peatonales, las zonas verdes y las visuales abiertas refuerzan la sensación de pertenencia y continuidad con el paisaje. En el ámbito

arquitectónico, el uso de materiales como la madera, el concreto visto y el vidrio permiten una relación equilibrada entre lo natural y lo construido, favoreciendo el confort ambiental y la percepción de bienestar.

La vegetación no se concibe como un elemento aislado, sino como un componente estructurante del diseño, que regula el microclima, genera sombra, filtra el aire y potencia la relación directa del usuario con la naturaleza. Así mismo, la iluminación natural es utilizada como un recurso para resaltar la forma y textura de los espacios, propiciando ambientes cálidos, abiertos y dinámicos.

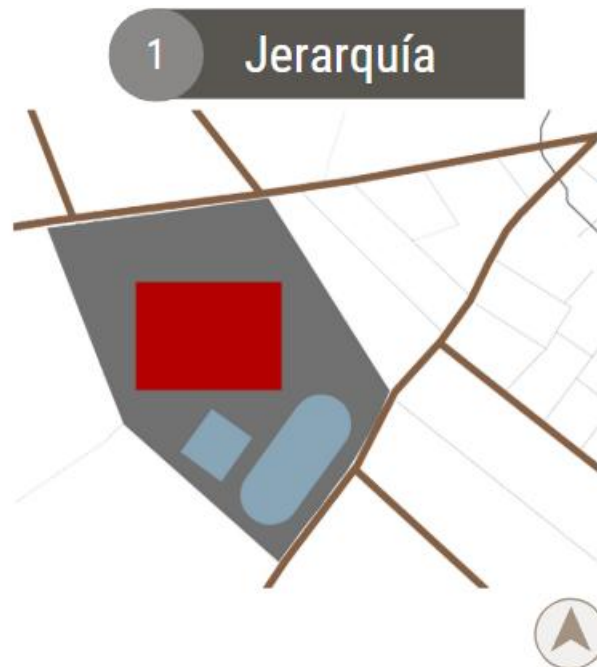
La metodología biofílica aplicada en el Centro Deportivo y Cultural de Guasca busca no solo crear un edificio funcional, sino también un espacio emocionalmente significativo, donde la interacción entre las personas, el entorno y la arquitectura promueva la salud, el bienestar y la conexión con la vida natural. En este sentido, la propuesta se consolida como un modelo de arquitectura sensible al contexto, capaz de integrar sostenibilidad, cultura y comunidad en una sola visión de diseño.

### **Sistema de Orden y Composición – Escala Urbana**

El sistema de orden y composición del proyecto parte de una lectura integral del entorno urbano inmediato, buscando establecer una estructura clara y jerárquica que permita organizar las diferentes piezas del conjunto y su relación con el contexto. En este sentido, el Centro Deportivo y Cultural se plantea como el elemento principal de la composición, actuando como eje estructurador y punto de referencia dentro del esquema general.

**Figura 18**

Sistema de orden y composición jerarquía



*Nota.* Elaboración propia con base en el análisis territorial. El gráfico muestra uno de los sistemas de orden y composición.

El proceso se desarrolla en tres fases conceptuales: Jerarquía, Malla y Repetición.

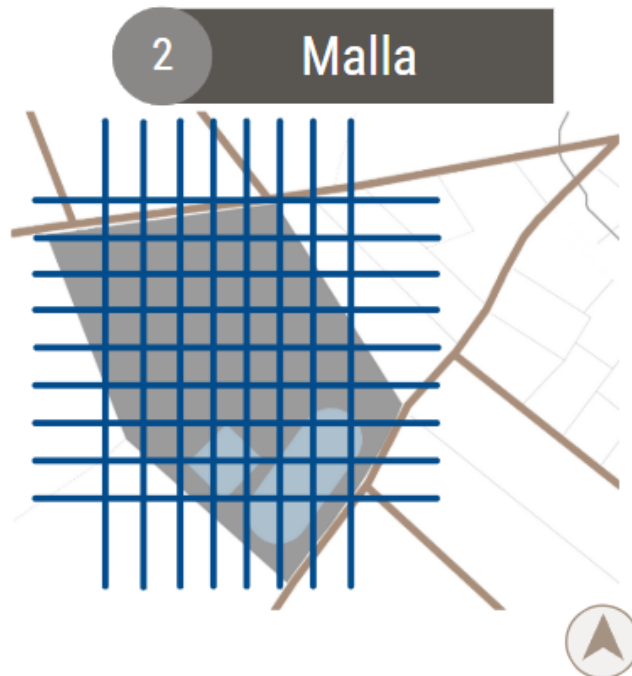
En primer lugar, la jerarquía define el papel protagonista del equipamiento dentro del área de intervención. Su volumen principal se dispone de forma estratégica, respondiendo a las visuales predominantes, las vías de acceso y la relación directa con los equipamientos ya existentes, como la pista de patinaje y el polideportivo.

Posteriormente, a partir de esta jerarquía, se genera una malla ordenadora, que funciona como una guía compositiva para la ubicación de los demás elementos urbanos. Esta malla permite distribuir de manera coherente los espacios complementarios, garantizando una relación armónica entre las áreas deportivas, culturales, recreativas y de circulación. La retícula actúa

como un sistema de referencia que facilita la lectura del conjunto y su integración con el trazado vial.

### Figura 19

Sistema de orden y composición malla

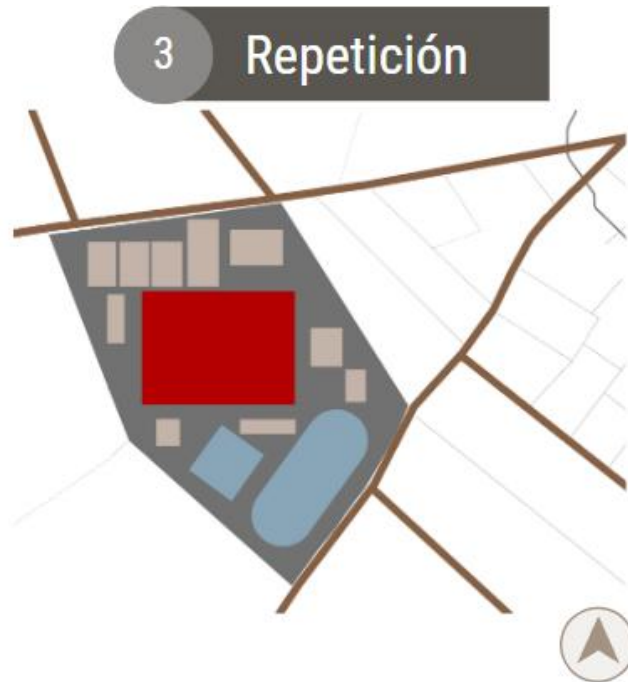


*Nota.* Elaboración propia con base en el análisis territorial. El gráfico muestra uno de los sistemas de orden y composición.

Finalmente, se aplica el principio de repetición, con el cual se refuerza la unidad formal del proyecto mediante la reiteración de proporciones, direcciones y llenos-vacíos que surgen de la malla. Este recurso genera una continuidad visual y espacial alrededor del equipamiento principal, articulando los espacios abiertos y los volúmenes secundarios para conformar un lenguaje coherente tanto en el diseño urbano como arquitectónico.

**Figura 20**

Sistema de orden y composición repetición



*Nota.* Elaboración propia con base en el análisis territorial. El gráfico muestra uno de los sistemas de orden y composición.

El resultado es un sistema de composición urbana flexible, capaz de adaptarse a las condiciones del terreno y de su entorno inmediato, pero que mantiene una lógica estructural clara, donde cada parte responde a un orden que nace desde el equipamiento como núcleo generador del proyecto.

### **Sistema de Orden y Composición – Escala Arquitectónica**

En la escala arquitectónica, el sistema de orden se fundamenta en los principios de adición y sustracción de la forma, los cuales permiten construir un volumen dinámico, coherente con las necesidades funcionales y con la lectura del contexto. A partir de un cuerpo inicial compacto, se comienzan a realizar operaciones de sustracción para generar vacíos, terrazas y espacios de transición que favorecen la ventilación, la iluminación natural y la conexión visual con el entorno natural de Guasca.

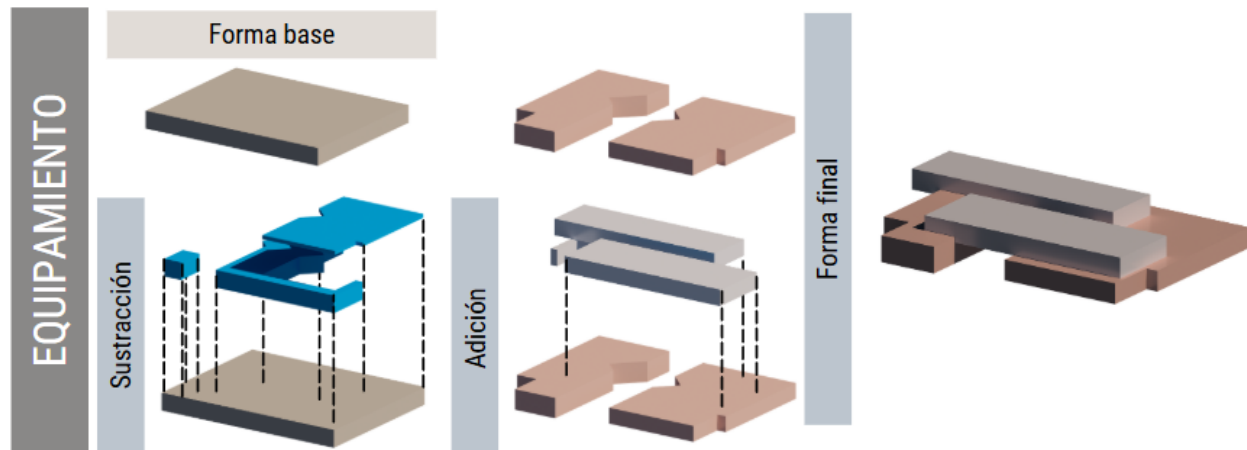
De manera complementaria, la adición de volúmenes se aplica para configurar los módulos que componen el equipamiento: el módulo A, destinado a las actividades deportivas, y el módulo B, orientado a la parte cultural y educativa. Estas adiciones se integran siguiendo una lógica de crecimiento controlado, donde cada nuevo cuerpo mantiene proporciones y alineaciones derivadas de la malla urbana inicial.

El resultado es una composición formal equilibrada, donde los llenos y vacíos se articulan mediante recorridos, rampas, terrazas y conexiones visuales que fortalecen la relación entre los espacios interiores y exteriores. Los gestos de adición y sustracción no solo responden a criterios estéticos, sino también bioclimáticos, al permitir la entrada de luz natural, la circulación de aire y la generación de zonas sombreadas que mejoran el confort térmico del edificio.

De esta manera, la arquitectura del Centro Deportivo y Cultural de Guasca se consolida como una extensión directa del orden urbano planteado, donde la forma construida surge de un proceso lógico que combina la funcionalidad, la percepción del usuario y la integración paisajística. La composición no se entiende como un objeto aislado, sino como una parte activa del entorno, capaz de dialogar con su contexto y con las dinámicas naturales del lugar.

**Figura 21**

Sistema de orden y composición adición y sustracción de la forma



*Nota.* Elaboración propia con base en el sistema de orden y composición. El gráfico muestra uno de los sistemas de orden y composición.

### **Implantación y Zonificación del Proyecto**

La implantación del Equipamiento Deportivo y Cultural de Guasca se construye a partir del sistema de orden previamente definido, integrando la forma arquitectónica con las condiciones específicas del lote y su entorno inmediato. La relación entre los accesos, la topografía, las visuales principales y la conexión con los equipamientos existentes orienta la disposición final del conjunto, dando como resultado una organización clara y funcional del espacio urbano y arquitectónico.

La zonificación se estructura en diferentes áreas que responden tanto a la dinámica del municipio como a las necesidades detectadas durante el proceso de análisis. En el sector urbano inmediato al equipamiento se incorporan nuevas zonas de recreación para niños y adultos mayores, con el propósito de generar espacios incluyentes y adecuados para diferentes rangos de

edad. Estas áreas cuentan con mobiliario específico, sombreados ligeros y puntos de descanso que permiten una utilización cómoda y cercana a los demás servicios del proyecto.

Como complemento al sistema deportivo existente en el municipio, se incorporan dos canchas múltiples adicionales, ubicadas estratégicamente para integrarse con la pista de patinaje y el polideportivo ya construidos. Esta decisión surge de la necesidad de ampliar la oferta deportiva pública, dado que varias de las canchas presentes en la zona son de uso privado y no permiten una participación comunitaria amplia.

Para suplir la demanda de estacionamiento generada por el equipamiento, se proyecta un edificio de parqueaderos, ubicado de manera que no interfiera con los flujos peatonales principales y, al mismo tiempo, mantenga una conexión eficiente con los accesos vehiculares. Adicionalmente, se incorporan baños públicos y bebederos de agua distribuidos a lo largo de todo el conjunto urbano, facilitando el uso continuo del espacio y promoviendo recorridos más cómodos para visitantes y habitantes.

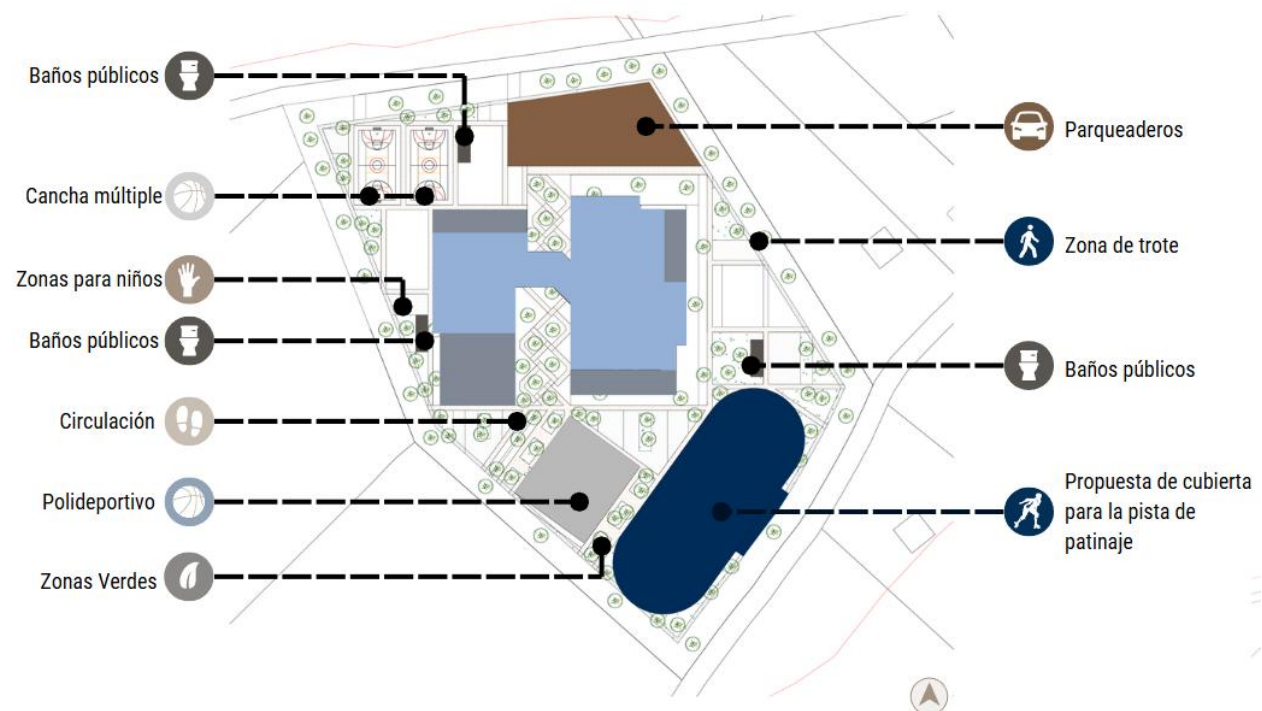
En cada zona de estancia y circulación se integran áreas de descanso con pérgolas, las cuales brindan sombra y generan ambientes agradables para la permanencia. Estos espacios también funcionan como puntos de pausa entre los recorridos, fortaleciendo la experiencia urbana y creando transiciones suaves entre los diferentes sectores del proyecto.

A lo largo de toda la propuesta se incorpora una vegetación basada en especies endémicas de Guasca y de la Provincia del Guavio, reforzando la identidad ecológica del lugar. La arborización se convierte en un elemento fundamental dentro del concepto de biofilia, creando corredores verdes, áreas sombreadas y microclimas favorables tanto para el confort térmico como para la integración visual del conjunto con el paisaje natural del municipio.

La implantación y zonificación final buscan, en conjunto, consolidar un espacio urbano vivo, accesible y coherente con las dinámicas actuales de Guasca. El equipamiento no se concibe como un edificio aislado, sino como un nodo articulador que fortalece la movilidad, la vida pública y la relación de la comunidad con su entorno natural y cultural.

## Figura 22

### Implantación y zonificación del proyecto



*Nota.* Elaboración propia con base en el sistema de orden y composición. El gráfico muestra la implantación y zonificación del proyecto.

### Sistema Estructural – Implantación Arquitectónica

Para la implantación arquitectónica del proyecto se adopta un sistema estructural mixto, seleccionado con el fin de responder tanto a las necesidades funcionales del equipamiento como

a las condiciones topográficas y técnicas del lote. La estructura inicia desde su base con el uso de zapatas aisladas y combinadas, enlazadas mediante vigas de cimentación, lo que permite distribuir adecuadamente las cargas hacia el terreno y generar un comportamiento estructural más estable considerando los cambios de nivel presentes en el sitio.

Sobre este sistema de cimentación se desarrolla un conjunto estructural mixto donde se emplean columnas metálicas como soporte principal, combinadas con vigas metálicas y viguetas, las cuales conforman la estructura general de los niveles superiores. Para las losas se opta por el uso de placas tipo metal deck, que permiten un sistema más liviano, eficiente en tiempo de construcción y adecuado para luces medianas, especialmente en los espacios con mayor flujo de personas.

En cuanto a los elementos especiales del proyecto, se incorporan cerchas metálicas únicamente en dos puntos estratégicos. La primera aplicación corresponde a la cubierta de la piscina semiolímpica, ubicada en el módulo A, donde la necesidad de grandes luces libres y una estructura de mayor rigidez justifica su uso para evitar elementos intermedios que interrumpen la espacialidad del complejo acuático. La segunda aplicación de cerchas se da en el auditorio del módulo B, donde también se requiere una cubierta de gran luz para garantizar un espacio diáfano, continuo y libre de interferencias visuales o estructurales que afecten la acústica interna.

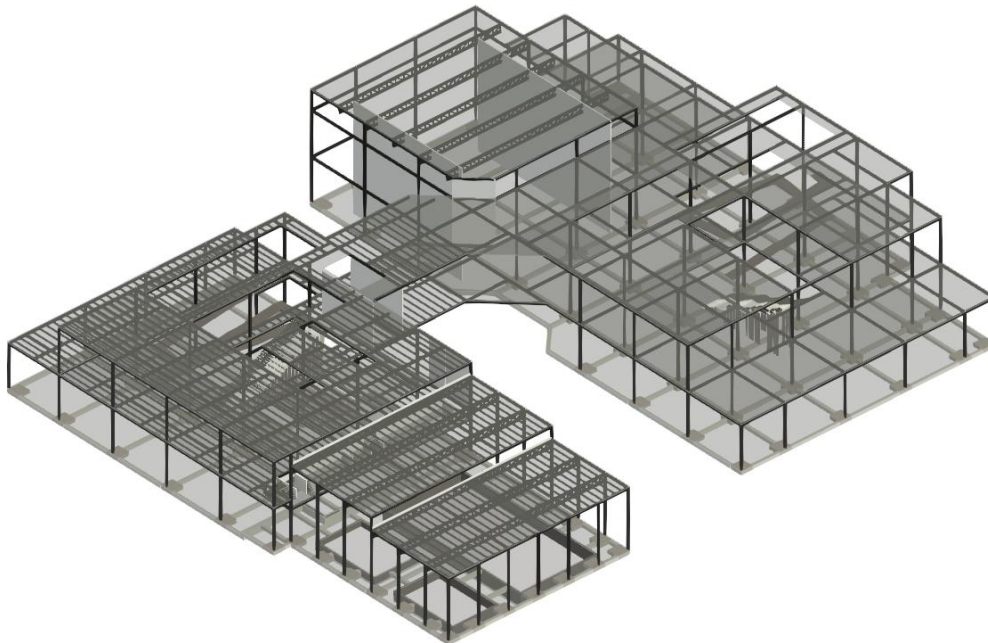
El resto del edificio se resuelve mediante un sistema más ligero de vigas metálicas y viguetas, adecuado para las áreas culturales, salas, aulas y circulaciones, permitiendo una modulación más flexible y adaptable al programa arquitectónico.

En el caso de la piscina semiolímpica, se realiza un tratamiento estructural y técnico especial. Este incluye el refuerzo de los muros perimetrales con concreto de alta resistencia, impermeabilización avanzada y juntas controladas que garantizan el correcto funcionamiento

hidráulico. La estructura de soporte perimetral se diseña para resistir la presión y evitar filtraciones, conservando al mismo tiempo la independencia estructural necesaria frente a vibraciones o cargas dinámicas.

### **Figura 23**

Sistema estructural



*Nota.* Elaboración propia con base a sistema de orden y composición. El gráfico muestra el sistema estructural planteado.

### **Materialidad y Tratamiento de Superficies**

La materialidad del proyecto se define a partir de los criterios establecidos en el análisis bioclimático, buscando siempre fortalecer dos principios fundamentales del diseño: captar y proteger. Estas estrategias permiten que el espacio urbano y arquitectónico responda de manera

adecuada al clima frío de Guasca, aprovechando la iluminación natural y reduciendo la ganancia térmica no deseada.

En los espacios públicos exteriores se propone el uso predominante de adoquín, material que ofrece buena resistencia, fácil mantenimiento y una adecuada adaptación al tránsito peatonal. Este adoquín se organiza en diferentes tonalidades, lo que permite diferenciar los recorridos principales y secundarios, generando una lectura más clara de la movilidad peatonal y reforzando la estructura urbana planteada. Además, en las zonas de permanencia se incorporan adoquines captadores de calor, que funcionan como apoyo térmico pasivo, almacenando la radiación durante el día para devolverla gradualmente y mejorar la sensación térmica en horas de menor temperatura.

Para el edificio principal se implementa un sistema de fachada ventilada, que mejora el comportamiento térmico al permitir una cámara de aire que reduce la transmisión de calor hacia los espacios interiores. Esta solución no solo actúa como protección ante la incidencia solar, sino que también contribuye a la durabilidad y al mantenimiento de la envolvente arquitectónica.

En cuanto a las zonas verdes, se integran dentro de toda la propuesta con un carácter funcional y ecológico. Se utilizan árboles y especies endémicas de la región, lo cual garantiza su adaptación al clima de Guasca, reduce costos de mantenimiento y fortalece la relación del equipamiento con el paisaje natural. Las áreas verdes funcionan como amortiguadores climáticos, generando sombra, mejorando la humedad del microclima y proporcionando espacios agradables de encuentro social y descanso.

Para los espacios destinados a niños y adultos mayores se incorpora una superficie de suelo en caucho, que ofrece condiciones óptimas de seguridad, absorción de impacto y

accesibilidad. Este material asegura un mejor desempeño en actividades lúdicas y recreativas, reduciendo el riesgo de lesiones y permitiendo un uso confortable durante todo el año.

Las decisiones de materialidad responden, por tanto, a un enfoque integral que combina desempeño ambiental, funcionalidad y confort, siendo coherente con las condiciones climáticas, las dinámicas sociales del municipio y los criterios de sostenibilidad planteados desde las primeras etapas del análisis territorial. Cada elección material es, en esencia, una extensión de las estrategias bioclimáticas que buscan equilibrar la captación de calor en momentos necesarios y la protección frente a la radiación excesiva, logrando así un ambiente urbano y arquitectónico.

### Figura 24

Materialidad y tratamiento de superficies



*Nota.* Elaboración propia con base en el análisis bioclimático. El gráfico muestra la materialidad a nivel urbano.

### Implantación y zonificación arquitectónica

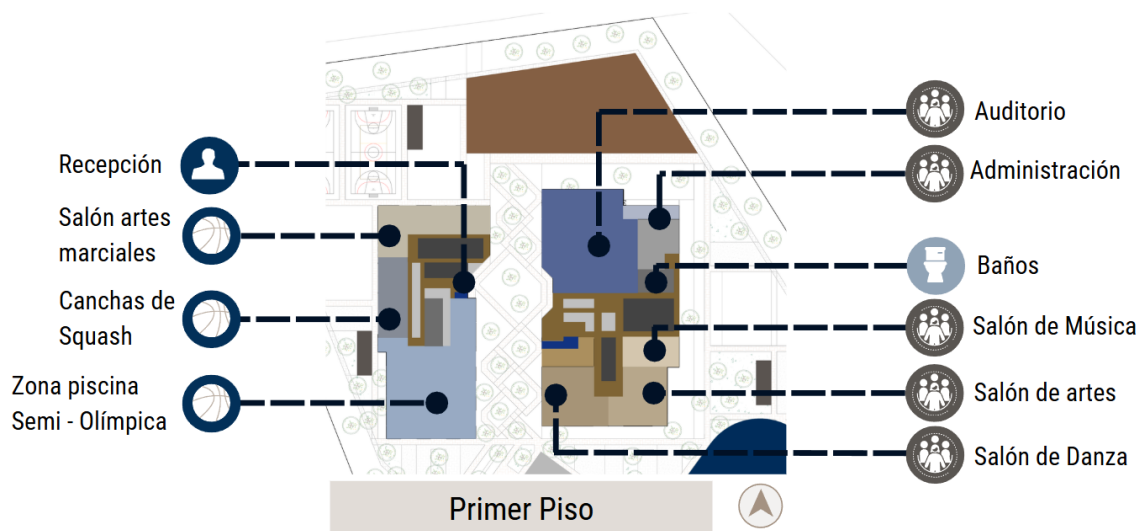
La implantación del proyecto parte de una estrategia clara de división funcional que permite organizar adecuadamente las actividades deportivas y culturales dentro del

equipamiento. Para ello, se definieron dos cuerpos principales: el Módulo A, destinado exclusivamente a los espacios deportivos, y el Módulo B, orientado hacia las actividades culturales, educativas y artísticas. Esta separación no solo responde a criterios funcionales, sino también a la necesidad de garantizar recorridos fluidos, controlados y adecuados a los distintos usuarios que harán uso del centro.

El Módulo A, ubicado hacia la zona donde el análisis urbano determinó mayores oportunidades de accesibilidad vial, alberga la zona de piscina semi-olímpica, los salones de artes marciales, las canchas de squash, así como la recepción general y los núcleos de servicio. En contraste, el Módulo B se emplaza en un sector más próximo a las áreas verdes propuestas y a los espacios de permanencia, permitiendo un ambiente más tranquilo para el auditorio, la administración, los salones de música, de danza, artes manuales y demás espacios que requieren mayor control acústico.

### Figura 25

Zonificación primer piso



*Nota.* Elaboración propia con base en la planta del primer piso. El gráfico muestra la zonificación de los espacios de manera general del primer piso.

En el segundo nivel, ambos módulos se conectan por medio de una Sala de Exposiciones, que funciona como puente y, al mismo tiempo, como un espacio articulador simbólico entre deporte y cultura. Esta zona intermedia permite que el usuario circule libremente entre los dos volúmenes y, además, genera un recorrido elevado con amplias visuales hacia el paisaje y hacia las zonas verdes interiores. Sobre este nivel también se encuentran las áreas de cafetería, las gradas hacia la piscina, terrazas de contemplación, así como la biblioteca y otros espacios culturales que complementan la experiencia del usuario.

La forma en que los módulos se interrelacionan puede comprenderse de manera más clara en los **esquemas anexos**, donde se aprecia la distribución interna de cada nivel, así como las conexiones verticales, terrazas, circulaciones, áreas de permanencia y la disposición eficiente de los servicios. Estos diagramas permiten visualizar la lógica espacial que sustenta la implantación, reforzando la idea de un proyecto abierto, accesible y estructurado a partir de la conexión entre sus funciones principales.

**Figura 26**

Zonificación segundo piso



*Nota.* Elaboración propia con base en la planta del segundo piso. El gráfico muestra la zonificación de los espacios de manera general del segundo piso.

## CAPÍTULO VII: IMPLEMENTACION DE LA METODOLOGIA BIM

En los últimos años, la metodología *Building Information Modeling* (BIM) ha tomado un papel central en la transformación del sector de la construcción, posicionándose no solo como una herramienta tecnológica, sino como un enfoque integral para la gestión de proyectos (Eastman et al., 2011). BIM propone un trabajo colaborativo en el que diferentes disciplinas comparten y actualizan información en un entorno digital común, lo que permite optimizar procesos, reducir errores y garantizar una mayor calidad en los resultados (Succar, 2009).

En este caso, se plantea la implementación de la metodología dentro de un área de 500 metros cuadrados, con el fin de demostrar cómo su aplicación práctica en un espacio concreto facilita la coordinación, la eficiencia y la trazabilidad de la información a lo largo de todo el ciclo

de vida del proyecto; estableciendo así el marco necesario para comprender su relevancia frente a métodos tradicionales.

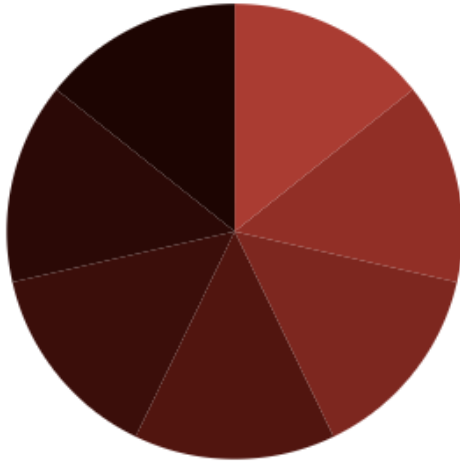
## **MÓDULO I: INTRODUCCIÓN, NORMAS, ESTÁNDARES**

El Building Information Modeling (BIM) es definido por la norma ISO 19650 como un proceso que implica la creación y gestión de representaciones digitales de las características físicas y funcionales de una edificación. En otras palabras, no se trata únicamente de un modelo en 3D, sino de una metodología que integra información gráfica y no gráfica en un entorno colaborativo. Esta visión permite que arquitectos, ingenieros, constructores y gestores trabajen de forma coordinada, lo que reduce la duplicidad de tareas y los posibles conflictos durante el desarrollo del proyecto (ISO, 2018)

El uso de BIM sirve principalmente para mejorar la comunicación entre los distintos actores, optimizar los tiempos de ejecución y garantizar un mayor control de los costos. Además, facilita la trazabilidad de la información desde las primeras etapas de diseño hasta la operación y mantenimiento del activo construido; lo que lo convierte en un recurso fundamental para asegurar la sostenibilidad y eficiencia en la industria de la construcción. Según autores como Succar (2009) y Eastman et al. (2011) la implementación de BIM genera beneficios tangibles en la coordinación interdisciplinar, incrementa la productividad y permite una mejor toma de decisiones a lo largo del ciclo de vida de los proyectos.

El ciclo de vida de un proyecto en BIM hace referencia a todas las etapas que atraviesa una edificación o infraestructura, desde su concepción inicial hasta el final de su vida útil. Este ciclo se divide en fases que incluyen el diseño, la planificación, la construcción, la operación y finalmente el mantenimiento o demolición del activo. Cada una de estas etapas está conectada

mediante un flujo continuo de información, lo cual permite que los datos generados en fases tempranas sirvan de base para las siguientes.



**Figura 27**

Ciclo de vida

- Estudios previos
- Anteproyecto
- Proyecto básico
- Proyecto en ejecución
- Construcción
- Mantenimiento
- Desmontaje y/o demolición

*Nota.* Elaboración propia con base en los ciclos de vida de los proyectos. El gráfico muestra los ciclos de vida de los proyectos.

## Dimensiones BIM

Las dimensiones BIM son niveles de información que se van agregando al modelo tridimensional para enriquecer la planificación, ejecución y gestión de un proyecto de construcción. Cada dimensión no es un modelo diferente, sino una capa de datos adicionales que amplía la utilidad del BIM y facilita la toma de decisiones (Succar, 2009).

- **3D (modelo tridimensional):** permitirá generar la representación digital del proyecto, facilitando la visualización de la propuesta arquitectónica y la detección temprana de interferencias entre los diferentes elementos constructivos.
- **4D (tiempo):** se aplicará para planificar la secuencia de actividades dentro del cronograma, asegurando que la ejecución del proyecto mantenga un orden lógico y que se puedan prever posibles retrasos.
- **5D (costos):** integrará la información económica directamente en el modelo, con el fin de estimar el presupuesto de manera más precisa y mantener un control sobre las variaciones financieras durante el desarrollo.
- **6D (sostenibilidad):** aunque el alcance es limitado, esta dimensión se usará para evaluar decisiones básicas sobre materiales y eficiencia energética, buscando reducir impactos ambientales dentro de lo posible.
- **7D (operación y mantenimiento):** se enfocará en generar información que facilite la administración del espacio construido después de su entrega, aportando datos útiles para un mantenimiento preventivo sencillo y eficiente.

## Roles BIM

Dentro de la metodología Building Information Modeling (BIM) se han definido distintos roles que permiten organizar las responsabilidades y garantizar el correcto flujo de información en los proyectos. Estos roles no son cargos fijos en todas las empresas, pero sí funcionan como una guía para estructurar los equipos de trabajo y evitar confusiones en la gestión de datos (Succar, 2009).

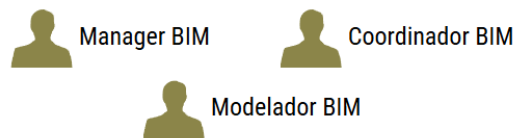
- **BIM Manager:** es el encargado de la estrategia global BIM dentro del proyecto o la organización. Define estándares, coordina los equipos y asegura que la metodología se aplique de forma correcta en todas las fases.
- **BIM Coordinator:** su función es coordinar los modelos de las distintas disciplinas (arquitectura, estructuras, instalaciones, etc.), revisando interferencias y garantizando la coherencia de la información.
- **BIM Modeler (o modelador):** es quien construye los modelos digitales en las diferentes plataformas BIM, incorporando la información necesaria según el nivel de detalle requerido.
- **BIM Specialist:** se centra en tareas técnicas específicas, como la simulación energética, el análisis de costos o la programación 4D.
- **BIM Owner/Employer:** representa al propietario o cliente del proyecto, quien establece los requisitos de información y valida los entregables en cada etapa.

Dado el alcance del proyecto, que se desarrollará en un área de 500 m<sup>2</sup>, y considerando el número reducido de personas que participarán en su ejecución, la aplicación de la metodología BIM se limitará únicamente a tres roles principales. Estos serán: el BIM Manager, encargado de definir los lineamientos y supervisar la correcta implementación de la metodología; el BIM Coordinator, responsable de integrar los modelos y verificar la coherencia entre las diferentes

disciplinas; y el BIM Modeler, quien llevará a cabo la construcción digital de los modelos con el nivel de detalle requerido. Esta simplificación responde a la necesidad de mantener un flujo de trabajo eficiente, sin generar una estructura excesiva que no corresponde a la escala del proyecto.

## Figura 28

### Roles BIM



*Nota.* Elaboración propia con base en los roles BIM. El gráfico muestra los roles BIM usados para la aplicación de la metodología.

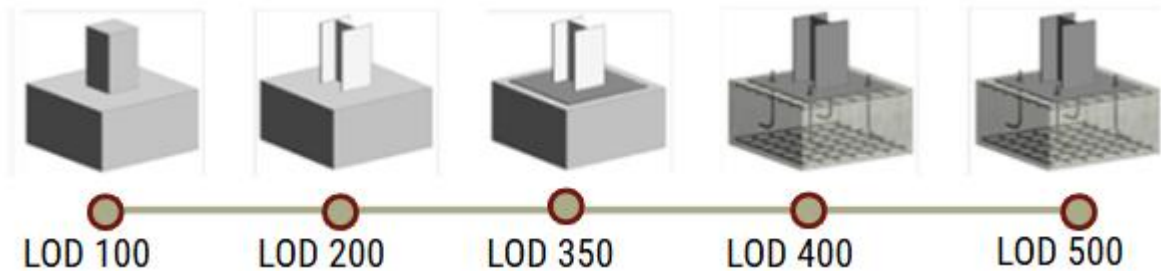
## LOD Y LOI

Existen dos conceptos fundamentales que ayudan a definir la calidad y el nivel de detalle de la información en un modelo: el LOD (Level of Development) y el LOI (Level of Information).

El LOD hace referencia al nivel de desarrollo geométrico de los elementos del modelo. En otras palabras, describe qué tan detallada es la representación gráfica en cada fase del proyecto. Un modelo en un LOD bajo (100–200) solo presenta volúmenes generales y aproximados, mientras que un LOD más avanzado (400–500) incorpora componentes con precisión constructiva listos para la ejecución (Eastman et al., 2011).

### Figura 29

Nivel de detalle de acuerdo con el LOD



*Nota.* Elaboración propia con base en el análisis territorial. El gráfico muestra uno de los sistemas de orden y composición.

El LOI, por su parte, corresponde al nivel de información no gráfica asociada a esos elementos. Aquí se incluyen datos como materiales, costos, propiedades técnicas o vida útil, que permiten no solo visualizar el objeto sino también gestionarlo dentro del ciclo de vida del proyecto (Eastman et al., 2011).

### Figura 30

Aplicación de LOI al proyecto

Graphics	
Visibility/Graphics Overrides	Edit...
Scale	1 : 250
Text	
Escala	INDICADA
Revision	1
Plancha No	3
De	12
Ciudad	BOGOTÁ 2025
Curso	OPCIÓN DE ÉNFASIS
Proyecto	GUA-CHUCA: EQUIPAMIENTO DEPO...
No Grupo	GRUPO 11
Fecha Copia	12/08/25
Fecha	
Semestre	PROYECTO DE GRADO

El texto "Información" está escrito a la derecha del cuadro de diálogo, con tres flechas rojas que apuntan hacia los campos "De", "Curso" y "Semestre" del cuadro de diálogo.

*Nota.* Elaboración propia con base en el modelo de ARQ. El gráfico muestra parámetros de proyecto.



*Nota.* Elaboración propia con base en la plantilla de usos BIM. El gráfico muestra los usos sobre el alcance del proyecto.

### **Documento EIR (Employer’s Information Requirements)**

Se utiliza para definir de manera clara qué información debe generar, entregar y gestionar cada uno de los participantes en el proyecto. En otras palabras, el EIR actúa como una “guía” que establece los estándares, formatos y niveles de detalle que se esperan en los modelos y en la información asociada (ISO, 2018).

Su función principal es asegurar que desde el inicio del proyecto todos los actores tengan claridad sobre las expectativas y requisitos en materia de información. Esto incluye aspectos como los plazos de entrega, el uso de plataformas colaborativas, el nivel de detalle (LOD), el nivel de información (LOI), los formatos de archivo y los criterios de calidad. Gracias al EIR, se evitan malentendidos y se garantiza que los modelos BIM cumplan realmente con las necesidades del cliente o del promotor del proyecto (ISO, 2018).

En el caso del proyecto la aplicación del EIR (Exchange Information Requirements) se convierte en una herramienta esencial para organizar y controlar el flujo de información. A través de este documento se establecen los requisitos mínimos que deberán cumplir los modelos BIM, definiendo aspectos como el nivel de detalle geométrico (LOD), el nivel de información (LOI), los formatos de archivo y los plazos de entrega.

En un proyecto de esta escala, el EIR servirá para garantizar que la información producida por los participantes se ajuste a las necesidades del diseño, la construcción y la posterior gestión del espacio. Esto significa que los modelos digitales deberán incluir datos útiles

sobre los materiales, costos, dimensiones de los espacios culturales y deportivos, además de la información técnica de las instalaciones necesarias para su funcionamiento.

## Figura 32

### Parte de documento EIR

EIR, Employer Information Requirements	
<b>Técnico</b>	
Objetivos del proyecto	Aplicación BIM en proyecto de grado, implementandolo en la arquitectura,
Objetivos de BIM en el proyecto	Definir unos modelos con una coordinacion de interferencias muy buena
Usos y alcances BIM	Arquitectura se requieren los usos 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 9, 13, 14, 15, 16, 17, 19, 20 y 24 Estructura se requieren los usos 1, 2, 3, 6, 7, 15, 16, 17, 19, 20 MEP se requieren los usos 1, 2, 6, 7, 15, 19, 20, 21 y 23
LOD y LOI para cada especialidad y componente	Arquitectura deben ir en un LOD 350 y LOI A, B y C Estructura deben ir en un LOD 350 y LOI A, B y C MEP deben ir en un LOD 350 y LOI A, B y C
Plataformas colaborativas, Software de modelado y Coordinación	Plataforma colaborativa (US BIM), Software de modelado (Revit Arquitectura, Estructura y MEP) y Software de Coordinación (Navisworks Manager)
<b>Administrativo</b>	
Estándares y normativas	ISO 19650
Roles y responsabilidades	Modelador BIM, Coordinador BIM, Diseñador BIM
Segregación de información	Por niveles y modulos
Plan de entregas	Cada 2 semanas revision de modelo
Plan de calidad	Revision semanal entre especialidades
<b>Comercial</b>	
Plataformas de entrega de la información	CDE, AUTODESK DRIVE
Formatos de entrega	IFC, RTV, PDF

*Nota.* Elaboración propia con base en la platilla del documento EIR. El gráfico muestra la información requerida para el EIR.

### Documento BEP (BIM Execution Plan)

Es un documento que define cómo se llevará a cabo la implementación de la metodología BIM en un proyecto. Se construye a partir de los requisitos planteados en el EIR (Exchange Information Requirements), y establece de manera práctica la estrategia de trabajo colaborativo, los flujos de información y las responsabilidades de cada rol dentro del proceso.

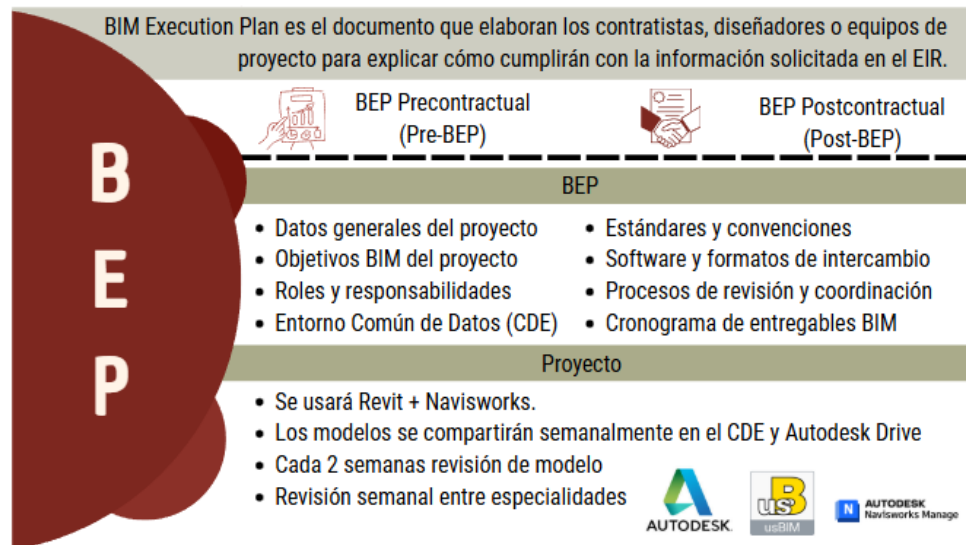
Su función principal es servir como una guía operativa para el equipo, indicando qué herramientas se van a utilizar, cómo se estructurarán los modelos, cuáles son los estándares que deben cumplirse y en qué momentos deben entregarse los productos BIM. En otras palabras, el

BEP asegura que todos los involucrados trabajen bajo un mismo marco metodológico, evitando duplicidad de esfuerzos o errores de comunicación.

Aplicado al proyecto de equipamiento deportivo y cultural, con un alcance de 500 m<sup>2</sup>, el BEP permitirá organizar las tareas entre los tres roles definidos (BIM Manager, BIM Coordinator y BIM Modeler), estableciendo de qué manera se intercambiará la información, qué niveles de detalle tendrá el modelo en cada fase y cómo se garantizará la trazabilidad de los datos. De esta forma, el BEP actúa como el “mapa de ruta” que guía la correcta aplicación de la metodología BIM durante todo el ciclo de vida del proyecto, dentro de este mismo se puede encontrar como: GUA\_CHUCA\_EQ\_DYC\_BEP.

### Figura 33

#### Características y aplicación de BEP



*Nota.* Elaboración propia con base en la platilla del BEP. El gráfico muestra las características del BEP así como su aplicación en el proyecto.

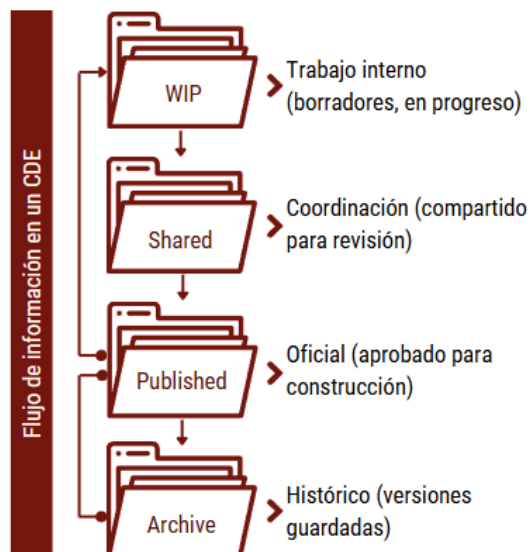
## CDE (Common Data Environment) Us BIM

El Entorno Común de Datos constituye uno de los pilares fundamentales en la metodología BIM, ya que se encarga de centralizar y gestionar de manera ordenada toda la información relacionada con el proyecto. Según la ISO 19650, el CDE funciona como un entorno digital estructurado donde se controla el intercambio, revisión, aprobación y publicación de la información, garantizando que todos los actores trabajen sobre datos confiables y actualizados (ISO, 2018).

De acuerdo con lo anterior, y como complemento desde mi propio análisis, el CDE puede entenderse no solo como un espacio de almacenamiento, sino como un sistema operativo del proyecto. Es decir, una plataforma que asegura que cada documento, modelo o archivo pase por un flujo claro y verificable, evitando confusiones por duplicidades o versiones erróneas. Desde esta perspectiva, el CDE no es únicamente un repositorio, sino una herramienta estratégica para asegurar transparencia, trazabilidad y coordinación en todas las etapas del proyecto.

### Figura 34

Flujo de información en un CDE



*Nota.* Elaboración propia con base en el flujo de información de un CDE. El gráfico muestra el flujo de información dentro de un CDE.

La principal función del CDE es permitir un flujo de información estructurado y confiable, asegurando que los modelos digitales, los planos, cronogramas, presupuestos y documentos asociados estén disponibles en el momento correcto y bajo los estándares definidos. Además, el CDE establece procesos de control de versiones, lo cual garantiza que siempre se trabaje con la última actualización aprobada y que los cambios realizados por cualquier disciplina queden registrados de manera transparente. De este modo, se fomenta la trazabilidad y se refuerza la colaboración interdisciplinar, aspectos claves en proyectos donde participan diferentes actores.

En el caso del equipamiento la implementación de un CDE adquiere gran relevancia porque permitirá que la información generada por los tres roles definidos (BIM Manager, BIM Coordinator y BIM Modeler) se mantenga organizada y accesible en todo momento. Al centralizar los modelos tridimensionales, los datos técnicos, los documentos de planificación y los registros de costos, se logra una gestión más eficiente que respalda la correcta ejecución del proyecto y su posterior operación.

Para este proyecto se ha decidido utilizar la plataforma US BIM como entorno común de datos. Esta herramienta ofrece la ventaja de trabajar en la nube, lo que significa que la información podrá ser consultada y actualizada por los participantes desde cualquier lugar, garantizando flexibilidad y accesibilidad. US BIM también facilita procesos de revisión, comentarios y validación de modelos, lo cual resulta fundamental para mantener la coherencia entre disciplinas, reducir errores y optimizar los tiempos de entrega.

**Figura 35**

Características de un CDE



*Nota.* Elaboración propia con base a características de un CDE. El gráfico muestra las características principales de un CDE.

### IFC (Industry Foundation Classes)

Es un formato de archivo estándar desarrollado por buildingSMART que permite el intercambio de información entre diferentes plataformas y softwares BIM. Su principal objetivo es garantizar la interoperabilidad, es decir, que los modelos digitales creados en un programa puedan ser leídos, interpretados y utilizados en otro sin perder información relevante. Gracias a ello, el IFC se ha convertido en un pilar de la metodología BIM, pues evita la dependencia de un único software y promueve un trabajo más colaborativo y abierto (buildingSMART International, 2020).

A diferencia de otros formatos cerrados, el IFC es neutral y no propietario, lo cual significa que cualquier aplicación certificada puede usarlo para importar o exportar datos. Este formato contiene tanto información geométrica (formas, dimensiones, volúmenes) como no geométrica (propiedades de materiales, costos, clasificación de elementos, vida útil, etc.), lo que

lo convierte en una herramienta integral para gestionar un modelo en todas las fases del ciclo de vida del proyecto.

### Figura 36

Características de un IFC



*Nota.* Elaboración propia con base en las características de un IFC. El gráfico muestra Las características más importantes de un IFC.

El uso de archivos IFC permitirá que los modelos generados por el equipo puedan ser compartidos y revisados en la plataforma US BIM (CDE elegido), asegurando que todos los participantes trabajen con información coherente, sin importar el software utilizado para crear los modelos. Esto asegura una mayor trazabilidad, reduce riesgos de incompatibilidad y facilita la colaboración entre disciplinas como arquitectura, estructuras e instalaciones.

En síntesis, el IFC sirve como el lenguaje común del BIM, permitiendo que la información fluya de manera transparente y garantizando que el modelo digital sea accesible y utilizable a lo largo de todo el ciclo de vida del proyecto, desde su diseño inicial hasta la fase de operación y mantenimiento.

### BCF (BIM Collaboration Format)

Es un formato de archivo que complementa al IFC, pero que no contiene geometría ni información del modelo en sí. En cambio, el BCF se utiliza para gestionar la comunicación y coordinación entre los equipos que trabajan con modelos BIM. Su función principal es documentar incidencias, observaciones, comentarios y propuestas de corrección sobre un modelo, vinculando estos mensajes a ubicaciones específicas dentro del mismo.

De manera práctica, un archivo BCF incluye datos como: la descripción del problema detectado, capturas de pantalla o vistas del modelo, la ubicación exacta del elemento en cuestión, el autor del comentario, la fecha y el estado de la incidencia (abierto, en revisión, resuelto). Esto permite un seguimiento claro y organizado de las tareas relacionadas con la coordinación, sin necesidad de alterar directamente el modelo IFC.

#### Figura 37

Características de un BCF



*Nota.* Elaboración propia con base en las características de un BCF. El gráfico muestra Las características más importantes de un BCF.

Resultarán especialmente útiles en la fase de coordinación interdisciplinaria. Por ejemplo, si durante la revisión del modelo estructural se detecta una interferencia con una instalación eléctrica, se puede generar un BCF señalando el punto exacto del conflicto y asignar la corrección al responsable correspondiente. Así se mejora la comunicación, se reducen los errores

y se evita que las observaciones queden dispersas en correos electrónicos o documentos separados.

### **Conclusiones de este módulo:**

La metodología BIM representa un cambio significativo en la forma de concebir, diseñar y gestionar proyectos, ya que permite una administración mucho más eficiente de la información en cada una de las fases del ciclo de vida, desde la planificación inicial hasta la operación y mantenimiento. Gracias a esta metodología se logra asegurar una mayor coordinación, un mejor seguimiento de los procesos y una reducción notable de errores que en modelos tradicionales suelen pasar desapercibidos.

En este marco, la norma ISO 19650 establece una guía regulatoria clara que define cómo debe organizarse, estructurarse y compartirse la información, teniendo como eje central el CDE (Entorno Común de Datos). Este espacio digital funciona como la columna vertebral del proyecto, ya que concentra todos los archivos, documentos y modelos en un mismo sitio accesible para los diferentes actores, facilitando no solo la transparencia, sino también la trazabilidad de cada decisión tomada durante el desarrollo.

Dentro de este proceso, el EIR (Exchange Information Requirements) se presenta como el documento base que recoge las necesidades y expectativas del cliente, dejando explícito qué información debe generarse y cómo se debe entregar. Complementando este aspecto, el BEP (BIM Execution Plan) explica de manera detallada la estrategia que seguirá el equipo de trabajo para dar cumplimiento a dichas necesidades, especificando roles, flujos de trabajo y niveles de detalle. Esta relación directa entre lo que se pide y la manera de ejecutarlo, asegura que el desarrollo del proyecto responda de forma coherente a los objetivos planteados.

Para garantizar que toda esta información no quede atrapada en un único software o formato, se emplean estándares abiertos como el IFC, que permite la interoperabilidad entre distintos programas, asegurando que los modelos puedan ser compartidos, leídos y modificados sin pérdida de información crítica. A su vez, el BCF facilita la gestión de comentarios, observaciones y problemas de coordinación, vinculándolos de manera precisa a los modelos y mejorando la comunicación entre disciplinas. Aunque a primera vista estos elementos puedan parecer técnicos, en realidad son los que sostienen la base colaborativa del BIM, ya que garantizan que todos trabajen bajo las mismas reglas y con la misma claridad de información.

Estos componentes no solo promueven proyectos más organizados, colaborativos y confiables, sino que también contribuyen a mejorar la calidad de los resultados finales, reducir tiempos y costos innecesarios, y fortalecer la transparencia entre los diferentes agentes del proceso constructivo.

### **MÓDULO III: MODELADO DE LA EDIFICACIÓN**

#### **Primeros pasos: Configuración del modelo y plantillas en Revit**

La configuración de las plantillas es uno de los pasos más relevantes al momento de iniciar un proyecto en Revit, ya que constituye la base sobre la cual se desarrollará todo el modelo. Una plantilla correctamente estructurada permite establecer los parámetros generales que regirán el flujo de trabajo, asegurando coherencia y eficiencia desde las primeras etapas. Dentro de estas configuraciones se incluyen elementos esenciales como los estilos de vista, los tipos de línea, los materiales, las familias base, las configuraciones gráficas, las unidades de trabajo y los estándares de representación visual. Estos aspectos no solo influyen en la estética

del modelo, sino también en su comportamiento técnico y en la manera en que interactúan las diferentes disciplinas involucradas arquitectura, estructura y MEP dentro del entorno BIM.

Disponer de una plantilla bien configurada permite mantener uniformidad en la presentación de planos, vistas y hojas de documentación, garantizando una apariencia profesional y coherente en todos los entregables del proyecto. Asimismo, reduce significativamente los tiempos de configuración inicial y minimiza los errores derivados de ajustes manuales o inconsistencias entre usuarios. Esto se traduce en un proceso de modelado más ágil, controlado y confiable.

Además, el uso de plantillas estandarizadas promueve la interoperabilidad y la colaboración dentro del equipo de trabajo. Cada integrante puede desarrollar su parte del modelo bajo las mismas condiciones y criterios de representación, lo que facilita la coordinación interdisciplinaria y asegura que la información compartida mantenga la calidad, precisión y trazabilidad necesarias para la correcta gestión del proyecto BIM. Para preparar la configuración del proyecto se realiza de la siguiente manera:

### Figura 38

Configuración de plantillas en Revit



*Nota.* Elaboración propia con base en el modelo de ARQ. El gráfico muestra parámetros de proyecto.

Guardando los archivos de cada disciplina como están estipulado en el BEP, definiéndolos de la siguiente manera:

### **Figura 39**

Nomenclatura de modelos

- GUA\_CHUCA\_EQ\_DYC\_MO\_EST
- GUA\_CHUCA\_EQ\_DYC\_MO\_ARQ
- GUA\_CHUCA\_EQ\_DYC\_MO\_URB
- GUA\_CHUCA\_EQ\_DYC\_MO\_PCI
- GUA\_CHUCA\_EQ\_DYC\_MO\_HVAC
- GUA\_CHUCA\_EQ\_DYC\_MO\_HID
- GUA\_CHUCA\_EQ\_DYC\_MO\_ELE
- GUA\_CHUCA\_EQ\_DYC\_MO\_SYC

*Nota.* Elaboración propia. El gráfico muestra la nomenclatura de los modelos para el CDE.

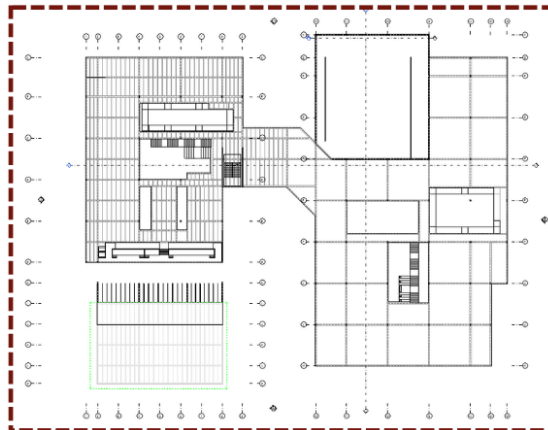
### **Rejillas y niveles**

Las rejillas guían la ubicación de elementos y aseguran la alineación entre disciplinas, mientras que los niveles establecen las alturas y referencias verticales.

Dentro del proyecto se emplean rejillas independientes para cada unidad del edificio, con el fin de mantener un control claro y ordenado del modelo. En este caso, se utilizará una numeración horizontal del 1 al 16 y una vertical de la A a la W.

**Figura 40**

Plata estructural con EJES

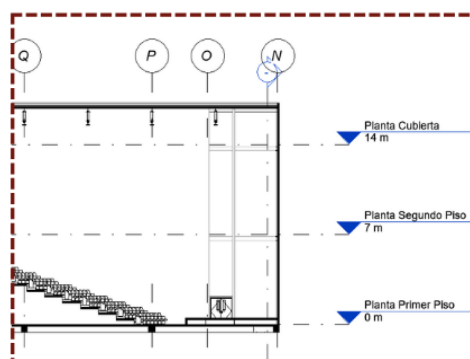


*Nota.* Elaboración propia con base en a la planta estructural. El gráfico muestra los ejes aplicados a el sistema estructural dentro del modelo.

Por otro lado, los niveles del proyecto se configuraron para garantizar una correcta coordinación entre las disciplinas y mantener la altura mínima necesaria para el paso de las redes. Este ajuste permite que los sistemas se con la estructura y con los elementos arquitectónicos.

**Figura 41**

Niveles aplicados al proyecto

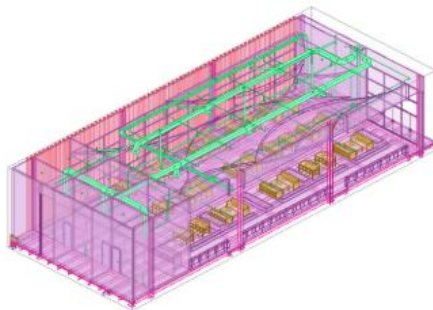


*Nota.* Elaboración propia sobre el modelo estructural. El gráfico muestra la aplicación de los niveles sobre el proyectó.

Así mismo dentro de los archivos base se configuran los Worksets los cuales son una herramienta que permite dividir un modelo en diferentes partes o áreas de trabajo para facilitar el trabajo colaborativo entre varios usuarios. Cada workset agrupa elementos específicos del proyecto, estos serán usados para agrupar acá disciplina que se inserta en el proyecto, dependiendo de la disciplina.

### Figura 42

Aplicación de los Worksets



*Nota.* Elaboración propia con base en el modelo ferado. El gráfico muestra la visualización del modelo ferado con su respectivo workset, para mejorar la visualización.

Una vez el archivo ha sido correctamente configurado, es fundamental guardarlo como un archivo central. Esto permite que todos los integrantes del equipo puedan acceder al modelo de manera ordenada y eficiente a través del CDE (Entorno Común de Datos).

### Figura 43

Modelo en el CDE

A screenshot of a web-based file management interface. The interface features a search bar at the top left with the placeholder text "Nombre" and a search icon. Below the search bar is a table with the following columns: "Nombre", "Última actualización", "Creado por", "Tamaño", and "Versión". A single file is listed in the table: "GUA\_CHUCA\_EQ\_DYC\_MO\_ARQ.rvt" with an update time of "hace 2 horas", created by "Giovanny Mendoza", a size of "41,57 MB", and version "V31". To the right of the file name, there is a button labeled "Obtener vínculo" and a vertical ellipsis menu icon. The entire interface is enclosed in a dashed red border.

*Nota.* Elaboración propia con base en modelo. El gráfico muestra el modelo ya en el CDE listo para compartirlo con los integrantes del equipo.

### **Estructura**

El sistema estructural en un modelo BIM representa el conjunto de elementos responsables de soportar y distribuir las cargas del edificio, garantizando su estabilidad y seguridad. Este sistema está conformado por componentes como columnas, vigas, losas, muros portantes, cimentaciones y conexiones estructurales. Cada uno de estos elementos cumple una función específica dentro del comportamiento general de la estructura, asegurando que las cargas gravitacionales, laterales y de servicio se transmitan adecuadamente hacia el terreno (Eastman et al., 2011).

El sistema estructural principal es mixto, combinando elementos en acero estructural con muros en mampostería reforzada. Esta configuración permite aprovechar las ventajas de ambos materiales: la resistencia, flexibilidad y rapidez constructiva del acero, junto con la solidez, durabilidad y capacidad de confinamiento de la mampostería. El sistema mixto ofrece una solución eficiente tanto desde el punto de vista estructural como constructivo, optimizando el comportamiento del edificio ante cargas verticales y laterales, además de permitir una mejor integración con las demás disciplinas del modelo BIM.

Dentro de Revit, la creación del sistema estructural se desarrolla mediante las herramientas especializadas de la disciplina de Estructura, disponibles en la interfaz del programa. Este proceso parte de la base establecida durante las configuraciones iniciales del

proyecto, donde ya se han definido los niveles y ejes de referencia, lo que permite ubicar los elementos estructurales con exactitud y coherencia respecto al modelo arquitectónico.

En esta etapa, se insertan las columnas estructurales y vigas utilizando familias paramétricas adaptadas a los materiales definidos, principalmente acero y concreto. Estas familias contienen información técnica detallada —como secciones, resistencia, peso o tipo de material— que facilita tanto su análisis como su documentación. Las losas se modelan siguiendo los ejes previamente establecidos, garantizando la correcta transmisión de cargas entre los diferentes componentes.

Para el caso de las zapatas, se utiliza una familia previamente configurada y nombrada, siguiendo la nomenclatura establecida para el proyecto. Esta clasificación permite identificar fácilmente cada tipo de elemento dentro del modelo estructural:

- **ZA** para **zapatas**
- **COL** para **columnas**
- **VI** para **vigas**
- **VIG** para **viguetas**
- **CER** para **cerchas**

El uso de esta nomenclatura estandarizada contribuye a mantener el orden y la trazabilidad de los elementos, facilitando tanto la revisión como la coordinación entre disciplinas.

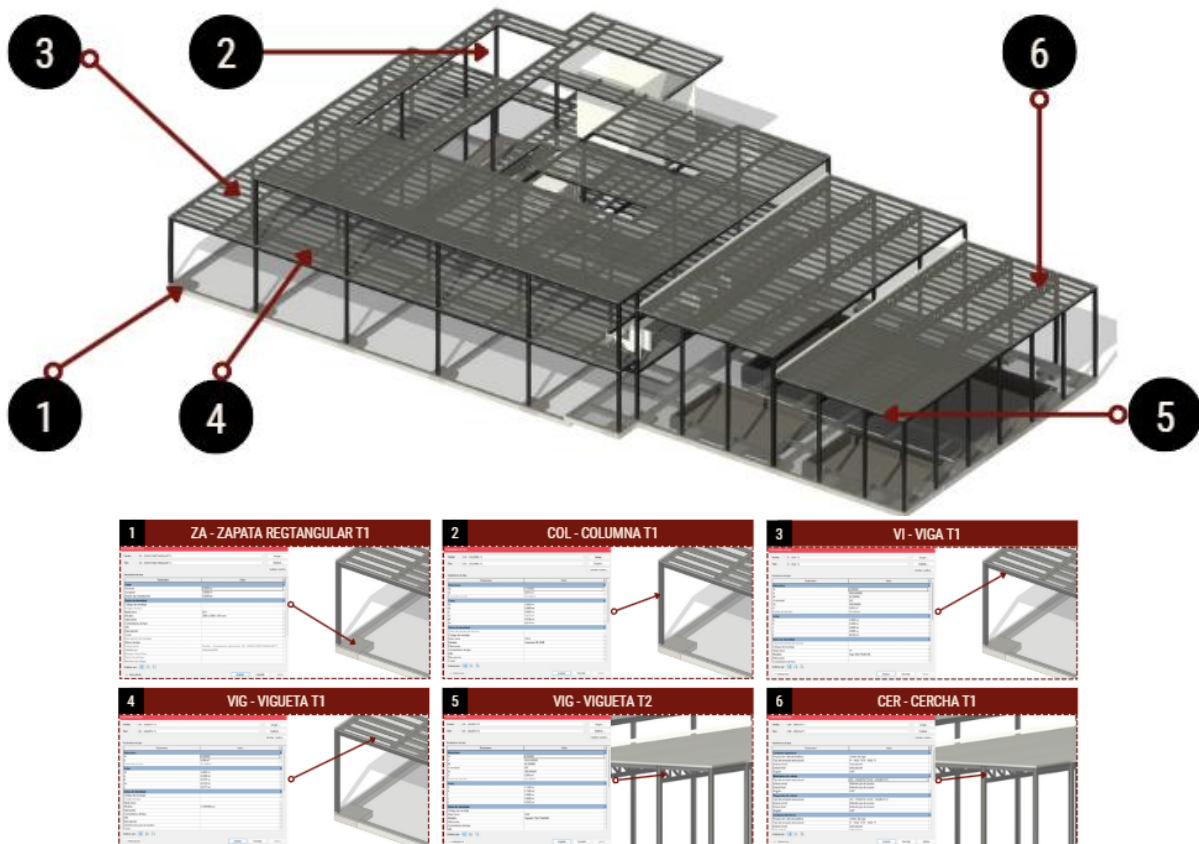
Asimismo, Revit permite modelar sistemas de vigas de forma automática y definir distintos tipos de losas macizas, aligeradas o prefabricadas según los requerimientos estructurales. También se pueden incorporar refuerzos de acero mediante barras, mallas o

anclajes, configurando su disposición para lograr un modelo más detallado y útil durante la fase constructiva.

Una de las principales ventajas del modelado estructural en Revit es la posibilidad de coordinar en tiempo real con las demás disciplinas, como arquitectura y MEP (instalaciones).

### Figura 44

Modelo estructural



*Nota.* Elaboración propia con base en las familias del modelo. El gráfico muestra la nomenclatura y las familias usadas.

### Arquitectura

La arquitectura cumple un papel fundamental dentro del proceso BIM, ya que define la forma, la distribución y el diseño general del proyecto. Es la disciplina encargada de dar

identidad al edificio, estableciendo su lenguaje espacial, estético y funcional. En Revit, el modelo arquitectónico no solo representa la geometría del proyecto, sino que también incorpora información detallada sobre los materiales, acabados, especificaciones técnicas y relaciones espaciales entre los diferentes ambientes, convirtiéndose así en una base esencial para la coordinación con las demás disciplinas (Eastman et al., 2011).

Dentro de Revit, el modelado arquitectónico se desarrolla a partir de las configuraciones iniciales del proyecto, donde ya se han establecido los niveles, ejes y plantillas que garantizan la correcta alineación y coherencia con el modelo estructural y de instalaciones. A partir de esto, se insertan los principales elementos arquitectónicos como muros, suelos, cubiertas, puertas, ventanas y cielos rasos, utilizando familias paramétricas que permiten controlar su tamaño, material y comportamiento dentro del modelo.

Para mantener la organización y trazabilidad de los elementos arquitectónicos, se emplea una nomenclatura estandarizada, que facilita la identificación y el control del modelo durante las fases de diseño, coordinación y documentación:

- **SU** para **suelos**
- **MU** para **muros**
- **PT** para **puertas**
- **MC** para **muros cortina**
- **CR** para **cielos rasos**

El uso de esta nomenclatura contribuye a mantener un orden lógico dentro del modelo, garantizando que todos los elementos estén correctamente clasificados y sean fácilmente identificables por cualquier integrante del equipo. Esto resulta especialmente útil en entornos

colaborativos, donde varios modeladores o disciplinas trabajan simultáneamente sobre un mismo proyecto o en modelos vinculados.

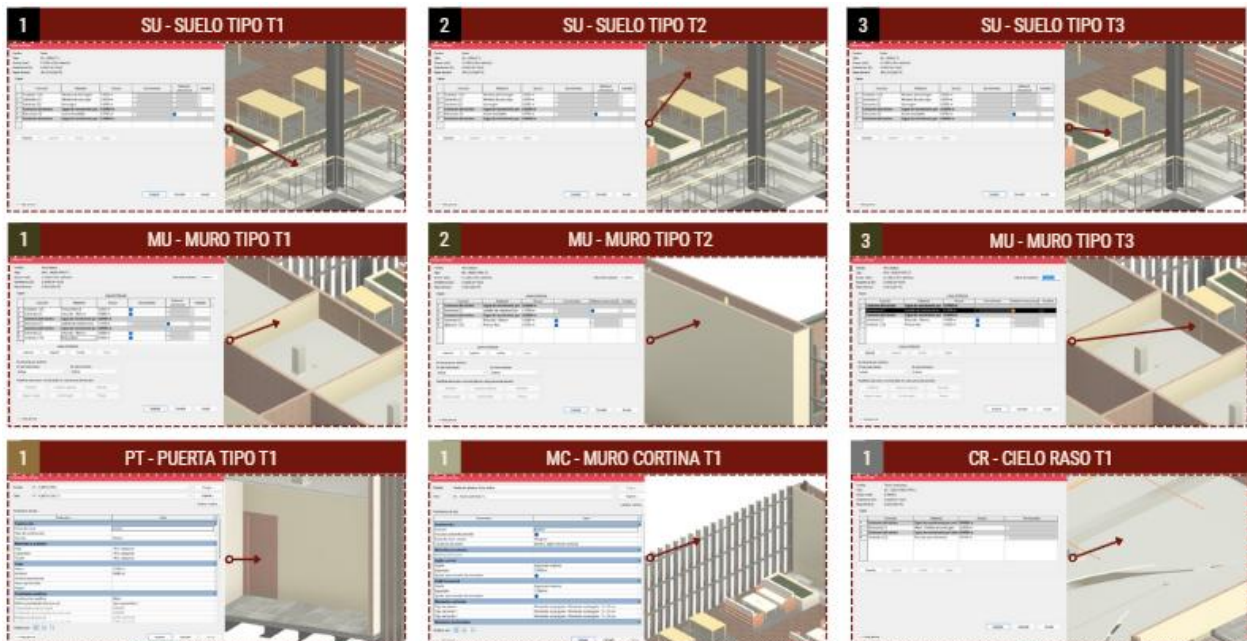
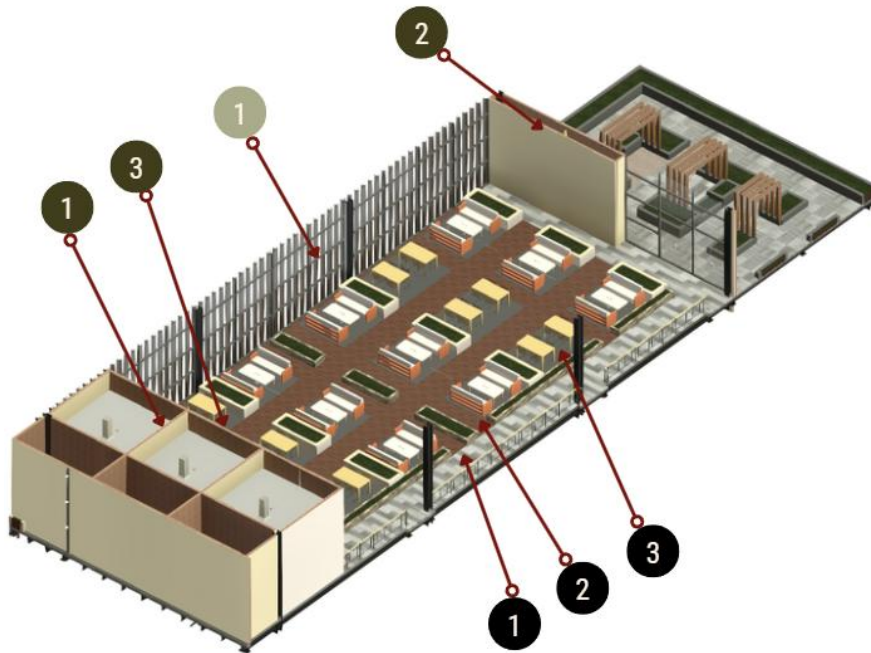
Para este proyecto, se trabaja con un nivel de detalle LOD 350, lo que significa que los elementos arquitectónicos se representan con suficiente precisión geométrica y con información técnica adecuada para la coordinación interdisciplinaria y la producción de documentación constructiva. Este nivel de desarrollo permite generar planos de detalle confiables y establecer una correspondencia directa entre el modelo digital y las condiciones reales de obra.

Asimismo, con el fin de facilitar la coordinación entre disciplinas, se han dejado buitrones o reservas en los elementos arquitectónicos, principalmente en muros y losas, para permitir el paso de ductos, tuberías o bandejas eléctricas. Estos espacios se modelan cuidadosamente para evitar interferencias durante la fase de coordinación y garantizar que las redes MEP puedan instalarse sin afectar la estructura o la arquitectura del edificio.

Durante el desarrollo del modelo, Revit ofrece herramientas que permiten definir con precisión los materiales y acabados, asignando capas constructivas, texturas y propiedades físicas a cada elemento. Esto no solo mejora la representación visual del proyecto, sino que también agrega valor técnico, ya que la información puede emplearse para cálculos de áreas, estimaciones de materiales y análisis de desempeño energético.

**Figura 45**

Modelo arquitectónico



*Nota.* Elaboración propia con base en las familias del modelo. El gráfico muestra la nomenclatura y las familias usadas.

## MEP

La disciplina MEP (Mecánica, Eléctrica y Plomería) dentro de un modelo BIM desempeña un papel esencial en la operatividad del edificio, al integrar los sistemas que garantizan su funcionamiento, confort y seguridad. En Revit, el modelado MEP permite diseñar, coordinar y documentar de manera precisa las redes de climatización, ventilación, electricidad, iluminación, abastecimiento y drenaje de agua, entre otras, asegurando que cada sistema se relacione correctamente con la arquitectura y la estructura del proyecto.

En el caso de este proyecto, se implementarán de forma coordinada las siguientes disciplinas MEP:

- **Eléctrica:** encargada de la distribución de energía, iluminación y tomas de corriente.
- **Seguridad y control:** orientada al diseño de sistemas de alarma, detección, automatización y control de acceso.
- **PCI (Protección Contra Incendios):** responsable de los sistemas de detección, alarma y extinción, garantizando el cumplimiento de las normativas de seguridad.
- **Hidráulica:** enfocada en el suministro y distribución de agua potable, así como en los sistemas de drenaje sanitario y pluvial.
- **HVAC (Heating, Ventilation and Air Conditioning):** encargada del confort térmico mediante la climatización, ventilación y control de la calidad del aire interior.

Cada una de estas disciplinas se desarrolla dentro del entorno BIM siguiendo las configuraciones iniciales del proyecto y utilizando familias paramétricas específicas, lo que permite mantener la coherencia entre los modelos y asegurar una correcta interoperabilidad.

## **Sistema Eléctrico**

La disciplina eléctrica dentro del modelo BIM tiene como objetivo garantizar la correcta distribución, administración y seguridad del sistema de energía en el edificio. En Revit, esta disciplina se desarrolla con un alto nivel de detalle mediante el modelado de tuberías, bandejas portacables, dispositivos eléctricos, luminarias y tableros de distribución, asegurando su adecuada coordinación con las demás disciplinas del proyecto.

Las instalaciones eléctricas deben cumplir con lo estipulado en el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas (RETIE), expedido por el Ministerio de Minas y Energía. Este reglamento establece los requisitos de seguridad, diseño y operación de todas las instalaciones eléctricas, incluyendo la certificación de productos, la protección de usuarios y la preservación del medio ambiente (Ministerio de Minas y Energía, 2024). Su cumplimiento es obligatorio tanto para nuevas construcciones como para remodelaciones y ampliaciones, asegurando que el modelado detallado de tuberías, bandejas, luminarias, dispositivos eléctricos y tableros en proyectos BIM, como los realizados en Revit, se ajuste a los parámetros de seguridad y eficiencia definidos por la normativa (Ministerio de Minas y Energía, s. f.)

En este caso, la instalación eléctrica se organiza a partir de una bandeja principal de cables, que actúa como el eje central de distribución del sistema. A esta bandeja llega toda la tubería eléctrica proveniente de los diferentes puntos de conexión ubicados en los espacios del proyecto, como tomas, interruptores y luminarias. Este sistema permite mantener recorridos definidos, eficientes y fácilmente coordinables con los modelos de estructura, arquitectura y MEP.

Dentro de las zonas de cafetería, se han dispuesto puntos eléctricos estratégicos destinados a ofrecer funcionalidad a los usuarios. Estos puntos permiten cargar dispositivos móviles,

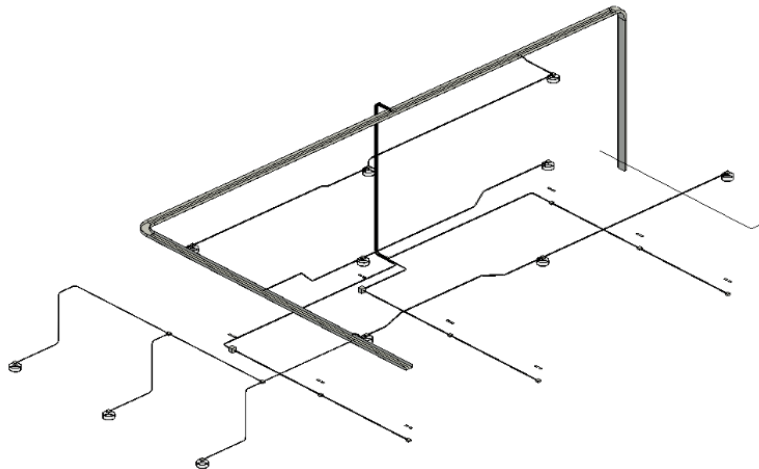
portátiles u otros equipos electrónicos, brindando comodidad y adaptabilidad a las necesidades cotidianas del espacio.

La bandeja principal se dirige hacia el buitrón técnico, el cual fue dejado de manera intencional dentro del modelo para permitir el paso de redes eléctricas y facilitar la coordinación con las demás disciplinas. Este buitrón funciona como canal de conexión vertical y de mantenimiento de las instalaciones. No obstante, el cuarto técnico eléctrico donde se concentran los tableros y equipos principales de control no se encuentra dentro del área delimitada por la aplicación del proyecto, ya que está ubicado fuera del perímetro modelado, correspondiente a una superficie aproximada de 500 m<sup>2</sup>.

El modelo correspondiente a esta disciplina se encuentra almacenado dentro del entorno colaborativo del CDE (Common Data Environment) bajo el nombre “GUA\_CHUCA\_EQ\_DYC\_MO\_ELE”, lo que permite su correcta identificación, trazabilidad y vinculación con las demás disciplinas del proyecto.

#### **Figura 46**

Modelo eléctrico



*Nota.* Elaboración propia con base en las familias del modelo. El gráfico muestra el modelo eléctrico 3D sobre los 500 m<sup>2</sup>.

### **Sistema hidrosanitario**

La disciplina hidrosanitaria dentro del modelo BIM es la encargada de diseñar, coordinar y documentar los sistemas de abastecimiento, distribución y evacuación de agua dentro del edificio, garantizando su correcto funcionamiento y cumplimiento de las normativas técnicas. En Revit, este sistema se desarrolla mediante el modelado preciso de tuberías, accesorios, válvulas, puntos de consumo, drenajes y conexiones sanitarias, permitiendo una integración total con las disciplinas de arquitectura, estructura y eléctrica.

Las instalaciones hidráulicas y sanitarias deben cumplir con lo establecido en la Norma Técnica Colombiana NTC 1500, que regula el diseño, construcción, operación y mantenimiento de los sistemas de agua potable, aguas residuales y drenajes (Icontec, 2022). Esta normativa asegura que el abastecimiento, la distribución y la evacuación de agua en edificaciones se realice de manera segura, eficiente y sostenible. En el contexto de un proyecto BIM, como los modelados en Revit, el cumplimiento de la NTC 1500 garantiza que el modelado detallado de tuberías, accesorios, válvulas, puntos de consumo, drenajes y conexiones sanitarias cumpla con los estándares técnicos exigidos, permitiendo su correcta coordinación con las demás disciplinas del proyecto.

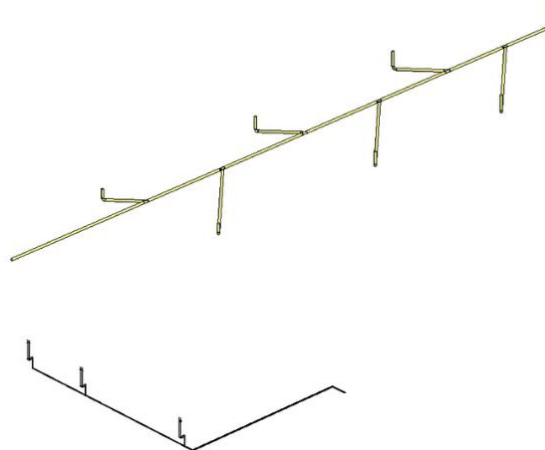
En el caso de este proyecto, el sistema hidráulico se ha diseñado para cubrir las necesidades de abastecimiento de agua fría y caliente, así como la correcta disposición de las aguas residuales y lluvias. En las zonas de cocina y áreas de comidas, se han dejado puntos hidráulicos específicos que garantizan tanto la llegada de agua fría como de agua caliente a los diferentes equipos y mesones de trabajo. Estos puntos cuentan con su respectiva fontanería de retorno y desagüe, lo que permite mantener un sistema funcional, seguro y eficiente para las operaciones diarias del área de servicio. Adicionalmente, el proyecto incluye un sistema de

drenaje para aguas lluvias, diseñado para conducir de forma controlada el agua desde las cubiertas y superficies exteriores hacia los puntos de recolección o descarga, evitando acumulaciones y garantizando la durabilidad de la infraestructura. Este sistema se ha coordinado cuidadosamente con el modelo estructural y arquitectónico, asegurando que las bajantes y tuberías mantengan recorridos libres de interferencias.

El archivo correspondiente a esta disciplina se encuentra dentro del CDE (Common Data Environment) bajo el nombre “GUA\_CHUCA\_EQ\_DYC\_MO\_HID”, siguiendo la nomenclatura establecida para la organización y trazabilidad de los modelos del proyecto.

#### **Figura 47**

Modelo hidrosanitario



*Nota.* Elaboración propia con base en las familias del modelo. El gráfico muestra el modelo hidrosanitario 3D sobre los 500 m2.

### **Sistema HVAC**

El sistema HVAC (Heating, Ventilation and Air Conditioning) dentro del modelo BIM tiene como propósito garantizar el confort térmico, la correcta ventilación y la calidad del aire interior en las distintas áreas del proyecto. En Revit, esta disciplina se modela mediante ductos, rejillas, equipos de ventilación, difusores y extractores.

Los sistemas de climatización, ventilación y aire acondicionado (HVAC) en edificaciones deben diseñarse y ejecutarse conforme a normativas técnicas nacionales e internacionales adoptadas oficialmente, tales como la NTC 5183 para calidad de aire interior, y la normativa vigente que regula los acondicionadores de aire y ventilación mecánica (Ministerio de Minas y Energía, 2015; ICONTEC, s. f.). En proyectos desarrollados bajo metodología BIM, como los modelados en Revit, la adopción de estas normativas garantiza que el modelado de ductos, rejillas, equipos de ventilación, difusores y extractores cumpla con los requisitos técnicos de ventilación, eficiencia energética y confort térmico, asegurando un ambiente interior saludable, seguro y funcional.

Se ha diseñado principalmente para atender las zonas de cocina y áreas de comidas, donde se concentran mayores cargas térmicas y se requiere un control específico de la extracción de humos y olores. Para ello, se han dispuesto puntos de extracción de humo estratégicamente ubicados sobre las áreas de cocción, los cuales se conectan a una red de ductos que conducen los gases hacia el exterior.

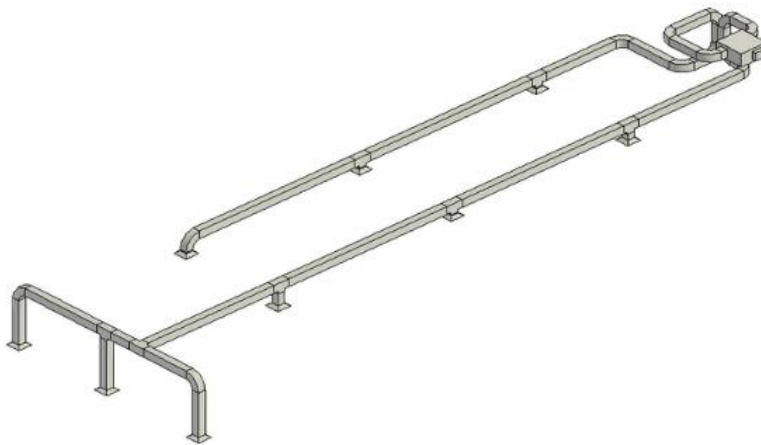
De igual manera, se han incorporado puntos de extracción e inducción de aire que favorecen la circulación y renovación del aire dentro de los espacios de trabajo, evitando acumulaciones de calor o humedad. Este sistema asegura condiciones adecuadas para el personal y los usuarios, manteniendo una ventilación constante y un ambiente confortable.

El equipo principal de climatización y ventilación se encuentra instalado en la cubierta del edificio, lo que facilita tanto su mantenimiento como su conexión directa con los ductos verticales que recorren el edificio. Esta ubicación estratégica permite optimizar la distribución de las redes, reducir pérdidas de carga y mantener despejadas las áreas útiles interiores.

Para garantizar una gestión ordenada de la información, el modelo correspondiente a esta disciplina se encuentra almacenado dentro del CDE (Common Data Environment) bajo la nomenclatura “GUA\_CHUCA\_EQ\_DYC\_MO\_HVAC”, siguiendo el sistema de codificación establecido para todos los modelos del proyecto.

### **Figura 48**

Modelo HVAC



*Nota.* Elaboración propia con base en las familias del modelo. El gráfico muestra el modelo HVAC 3D sobre los 500 m<sup>2</sup>.

## **Sistema PCI**

El sistema PCI (Protección Contra Incendios) dentro del modelo BIM desempeña un papel fundamental en la seguridad y prevención de riesgos del edificio, al asegurar la detección temprana y el control eficiente de posibles incendios. En Revit, esta disciplina se modela a través de tuberías, rociadores, gabinetes, válvulas y dispositivos de detección, garantizando una representación precisa y totalmente coordinada con las demás disciplinas del proyecto.

Los sistemas de Protección Contra Incendios (PCI) deben diseñarse y ejecutarse conforme a la Norma Técnica Colombiana NTC 2050, que regula la instalación de sistemas de rociadores, detección de incendios y equipos contra fuego en edificaciones (ICONTEC, 2013). Esta normativa establece los criterios para garantizar la seguridad de las personas, la protección de los bienes y la correcta evacuación en caso de emergencia. En el contexto de proyectos BIM, como los modelados en Revit, la aplicación de la NTC 2050 permite que el modelado de tuberías, rociadores, gabinetes, válvulas y dispositivos de detección se realice con precisión técnica, asegurando la coordinación integral con las demás disciplinas del proyecto y cumpliendo los estándares de seguridad y prevención requeridos.

En este caso, el sistema PCI ha sido diseñado para cubrir de manera integral tanto el área de la cocina como la zona de comidas, brindando una protección completa en los espacios con mayor concentración de equipos y personas. En la zona de cocina, donde existen fuentes de calor y posibles riesgos eléctricos, se ha dispuesto una mayor densidad de rociadores automáticos y dispositivos de detección, mientras que en el área de comidas se mantiene una cobertura uniforme que asegura una respuesta efectiva ante cualquier eventualidad.

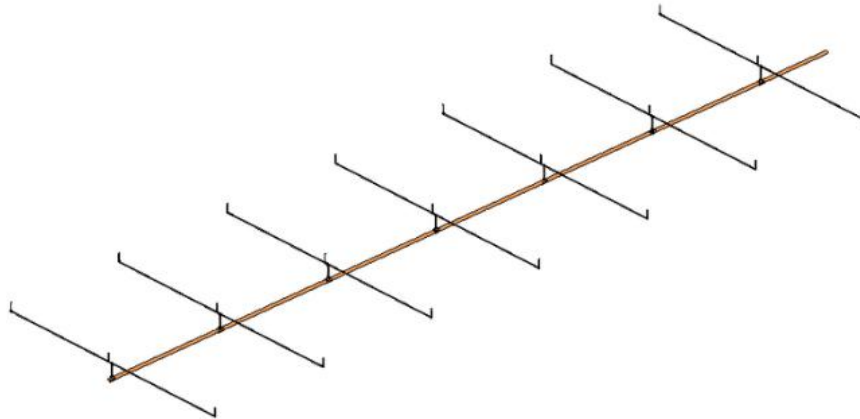
Toda la red de tuberías del sistema PCI se encuentra instalada sobre el cielo raso, permitiendo mantener una estética limpia en los espacios visibles y facilitando las labores de

mantenimiento o inspección. Desde esta red superior, las conducciones se conectan a la línea principal que se dirige hacia el buitrón, donde se centralizan los puntos de conexión verticales y el enlace con el sistema general del edificio

El modelo correspondiente a esta disciplina se encuentra almacenado en el CDE (Common Data Environment) bajo la nomenclatura “GUA\_CHUCA\_EQ\_DYC\_MO\_PCI”, siguiendo el estándar de codificación definido para todos los modelos del proyecto.

### **Figura 49**

Modelo hidráulico



*Nota.* Elaboración propia con base en las familias del modelo. El gráfico muestra el modelo hidráulico 3D sobre los 500 m2.

### **Sistema Seguridad y Control**

El sistema de Seguridad y Control (SYC) dentro del modelo BIM tiene como objetivo principal garantizar la protección de las personas y la detección temprana de eventos de emergencia, mediante la integración de dispositivos que alertan y permiten una respuesta rápida ante situaciones críticas. En Revit, esta disciplina se modela con precisión incorporando sirenas,

sensores, estaciones manuales y cableado, lo que facilita su coordinación con las demás especialidades del proyecto y su correcta ubicación dentro del entorno arquitectónico.

Los sistemas de Seguridad y Control (SYC) se diseñan siguiendo estándares internacionales como los de la National Fire Protection Association (NFPA), los cuales establecen criterios para la instalación de detectores de humo, alarmas, sirenas y sistemas de control en edificaciones con el fin de proteger la vida de los ocupantes y garantizar una respuesta eficaz ante emergencias (NFPA, 2023). En proyectos desarrollados bajo metodología BIM, como los modelados en Revit, la aplicación de estos estándares asegura que la ubicación de sirenas, sensores, estaciones manuales y cableado se realice de manera precisa, coordinada con las demás disciplinas, y cumpla con los parámetros de seguridad, eficiencia y prevención requeridos.

El sistema se ha diseñado para cubrir la totalidad de las áreas principales, incluyendo la zona de comidas y la cocina, asegurando así una cobertura completa y eficiente. Se han instalado sirenas estroboscópicas distribuidas estratégicamente para proporcionar alertas visuales y auditivas en caso de emergencia, garantizando que todos los ocupantes puedan percibir la señal de evacuación, incluso en entornos con alto nivel de ruido.

Además, se han dispuesto estaciones manuales de alarma, ubicadas en puntos accesibles y visibles, que permiten activar el sistema de forma inmediata ante cualquier incidente.

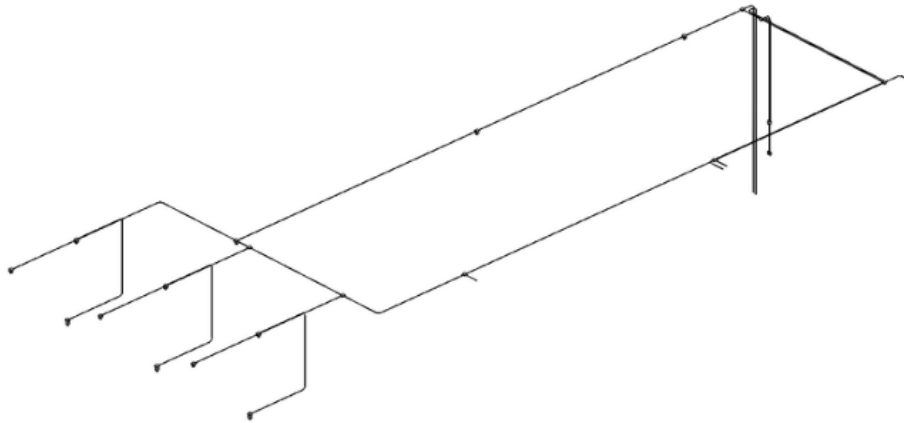
Complementando este sistema, se instalaron sensores de humo en el cielo raso tanto en la cocina como en el área de comidas, los cuales están conectados a la red principal de detección. Estos sensores permiten detectar la presencia de humo o partículas de combustión con rapidez, activando las alarmas y coordinando con los demás sistemas de emergencia, como el PCI.

El modelo correspondiente a esta disciplina se encuentra debidamente registrado en el CDE (Common Data Environment) bajo la nomenclatura

“GUA\_CHUCA\_EQ\_DYC\_MO\_SYC”, siguiendo la estructura de codificación establecida para los modelos del proyecto.

### Figura 50

Modelo de seguridad y control



*Nota.* Elaboración propia con base en las familias del modelo. El gráfico muestra el modelo de seguridad y control 3D sobre los 500 m2.

### Conclusiones de este módulo:

- La **configuración inicial del modelo** es el primer paso y uno de los más importantes en el proceso de modelado en Revit. Definir correctamente niveles, rejillas, unidades, plantillas y parámetros generales crea una base sólida para el desarrollo del proyecto. Este paso garantiza que todas las disciplinas trabajen bajo las mismas condiciones técnicas, evitando errores y asegurando la compatibilidad de la información desde el inicio.
- El **modelado estructural** permite definir los elementos que soportan las cargas del edificio, como vigas, columnas, losas y cimentaciones. Su correcta coordinación en Revit asegura

estabilidad, precisión en los cálculos y una integración eficiente con las demás disciplinas, evitando interferencias y optimizando el diseño.

- La **arquitectura** define los espacios, materiales y acabados del proyecto. Su modelado en Revit permite visualizar el diseño con precisión, mantener coherencia entre planos y vistas, y facilitar la coordinación con la estructura y las instalaciones, asegurando que el diseño cumpla con los requerimientos técnicos y estéticos.
- El **modelado de las disciplinas MEP** —eléctrica, hidráulica, PCI, HVAC, seguridad y control— permite planificar y coordinar los sistemas que garantizan el funcionamiento del edificio. Su integración con la arquitectura y la estructura asegura que las redes mantengan alturas adecuadas, evita conflictos entre sistemas y mejora la eficiencia general del proyecto.

## MÓDULO IV: CDE (COMMON DATA ENVIRONMENT)

### Análisis de interferencias e inconsistencias

Es un proceso esencial dentro del flujo de trabajo BIM, ya que permite garantizar la correcta coordinación entre las diferentes disciplinas que conforman un proyecto. A través de esta etapa, se verifica la compatibilidad entre los modelos de arquitectura, estructura e instalaciones, identificando posibles conflictos o cruces que puedan afectar la construcción o el desempeño del edificio. Tal como señalan Chong, Lee y Wang (2016), la detección temprana de interferencias mediante BIM contribuye significativamente a minimizar errores, mejorar la coordinación interdisciplinar y optimizar el flujo de información durante el desarrollo del proyecto.

Este procedimiento se realiza utilizando herramientas especializadas que comparan los distintos modelos y generan reportes precisos sobre las áreas en conflicto, lo que facilita la toma de decisiones y la optimización del diseño antes de la etapa constructiva. Gracias a esta metodología, se mejora la eficiencia, precisión y calidad del proyecto, reduciendo retrabajos y asegurando una ejecución más coordinada y controlada.

### **Interference Check en Revit**

En Revit es una función clave dentro del proceso de coordinación del modelo BIM, ya que permite detectar interferencias o choques entre elementos pertenecientes a distintas disciplinas, como arquitectura, estructura y MEP. Su principal objetivo es identificar cuándo dos o más objetos ocupan el mismo espacio físico, lo que puede generar problemas durante la construcción o afectar el rendimiento del proyecto. Este proceso es fundamental para anticipar errores y reducir retrabajos, ya que las herramientas de detección de interferencias permiten analizar los modelos de forma automatizada, mejorar la coordinación interdisciplinaria y evitar conflictos antes de llegar a obra (Zhang & El-Gohary, 2016).

Al ejecutar un Interference Check, Revit analiza los elementos seleccionados y genera un informe detallado que muestra los puntos exactos donde se presentan los conflictos, junto con la información de los objetos involucrados. Esto facilita la visualización, revisión y corrección de las interferencias directamente en el entorno del modelo.

Esta herramienta resulta especialmente útil en las etapas tempranas de diseño, ya que permite detectar y solucionar inconsistencias antes de que el proyecto avance a fases más complejas, reduciendo costos y tiempos de ajuste.

### **Figura 51**

## Aplicación del Interference Check



*Nota.* Elaboración propia con base modelo. El gráfico muestra el modelo aplicando el análisis de interferencias dentro de Revit.

## Clash Detective

En **Navisworks Manage** es una de las funciones más completas y avanzadas del entorno BIM, utilizada para la detección y gestión de interferencias entre los distintos modelos disciplinarios. Su principal objetivo es garantizar que el proyecto esté totalmente coordinado antes de pasar a la fase constructiva, evitando errores, retrabajos y sobrecostos en obra. Esta herramienta permite combinar modelos en formato NWC o NWF, integrando la información proveniente de Revit y otros programas compatibles en un único entorno de coordinación.

Una vez consolidados, Clash Detective analiza los elementos pertenecientes a las disciplinas de arquitectura, estructura, eléctrica, hidráulica, HVAC, PCI y seguridad, comparando sus geometrías y ubicaciones para identificar conflictos entre ellos. Dentro de la herramienta se pueden configurar diferentes tipos de pruebas de interferencia, adaptadas a las características del proyecto:

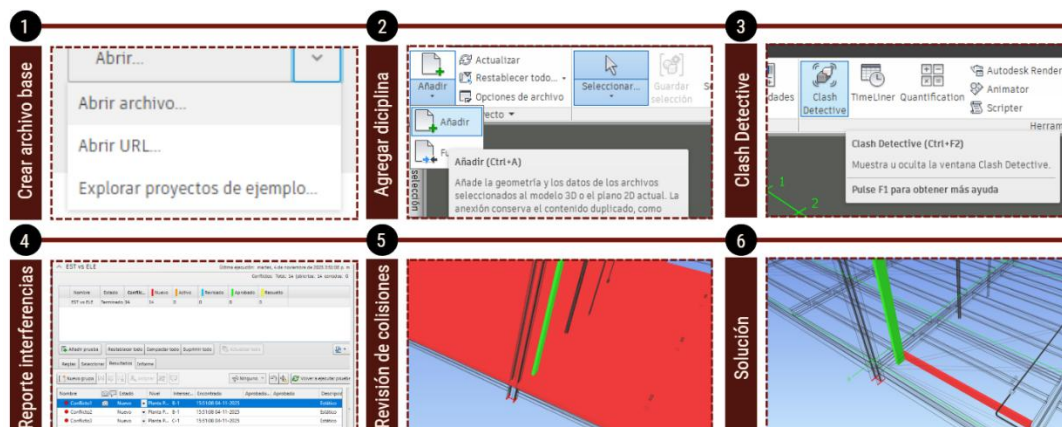
- **Los choques duros (Hard Clash)** detectan la superposición directa entre elementos sólidos, como una viga atravesando una tubería.
- **Los choques suaves (Soft Clash)** identifican invasiones dentro de zonas de seguridad o mantenimiento, como un ducto que se aproxima demasiado a una bandeja eléctrica.
- **Los choques de espacio libre (Clearance Clash)** verifican las distancias mínimas necesarias entre elementos, asegurando la accesibilidad y el cumplimiento de los estándares técnicos.

Además, Clash Detective permite configurar tolerancias, filtros, reglas y agrupaciones personalizadas, optimizando la precisión del análisis. Los resultados pueden organizarse según la disciplina o el tipo de interferencia, facilitando la comunicación entre los equipos y la asignación de responsabilidades para su corrección.

Uno de los puntos más relevantes de este proyecto fue la realización de pruebas de detección de colisiones para cada especialidad, garantizando que todas las disciplinas, desde la estructura hasta los sistemas MEP estuvieran correctamente coordinadas. Este proceso permitió identificar conflictos en etapas tempranas del diseño, resolverlos de forma colaborativa y mejorar la integración general del modelo.

**Figura 52**

Aplicación del Clash Detective



*Nota.* Elaboración propia con base en el modelo ferado. El gráfico muestra el modelo ferado dentro de NavisWork mostrando el paso a paso para ver las interferencias.

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

En esta etapa se genera el informe de coordinación a partir de los resultados obtenidos en el proceso de detección de interferencias dentro de Navisworks Manage. Este informe permite documentar los conflictos identificados entre las distintas disciplinas del proyecto y facilita la comunicación entre los equipos de trabajo para su corrección y seguimiento.

El software permite exportar reportes organizados, donde se incluye información detallada de cada conflicto, como el tipo de choque, los elementos involucrados, su ubicación dentro del modelo y el estado de revisión. Estos informes se convierten en una herramienta fundamental para la toma de decisiones y la gestión de los modelos dentro del flujo BIM.

Para la elaboración del informe dentro de Navisworks se siguieron los siguientes pasos:

1. Se cargaron los modelos en formato NWC o NWF correspondientes a cada especialidad del proyecto (arquitectura, estructura y MEP).
2. Desde la herramienta Clash Detective, se realizaron las pruebas de detección de interferencias entre las distintas disciplinas.
3. Una vez obtenidos los resultados, se procedió a revisar y clasificar los choques, determinando su tipo (duro, suave o de espacio libre) y su nivel de prioridad.
4. El informe se configuró con los campos necesarios, como el identificador del choque, las disciplinas involucradas, el estado del conflicto, las observaciones y las capturas de vista 3D.

5. Finalmente, el reporte fue guardado y subido al entorno común de datos (CDE) bajo el nombre GUA\_CHUCA\_EQ\_DYC\_MO\_PCI, siguiendo la convención establecida por el proyecto.

**Figura 53**

Informes de interferencias



*Nota.* Elaboración propia con base en el modelo ferado. El gráfico muestra el modelo ferado con un informe de interferencias y su exporte.

### Abstracción y gestión de cantidades

A través de las tablas de planificación y cuantificación en Revit, es posible obtener mediciones precisas de los elementos modelados, clasificándolos según categorías, materiales o sistemas constructivos. Este proceso permite extraer información cuantitativa directamente del modelo BIM, garantizando exactitud en el control de materiales, la estimación de costos y la

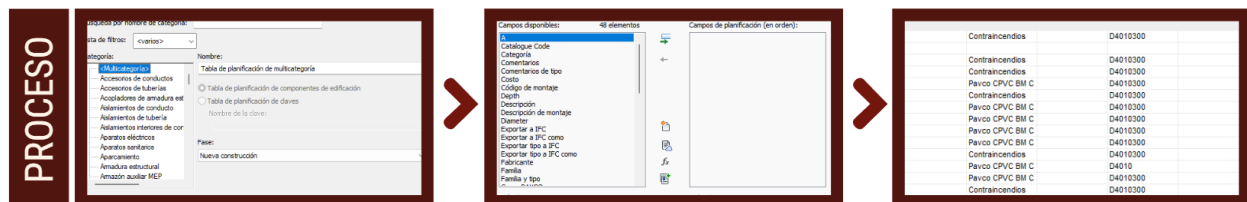
planificación de obra. Gracias a la abstracción de cantidades, se optimiza la gestión del proyecto al minimizar errores y mejorar la trazabilidad de la información.

Para este proyecto, la abstracción de cantidades se realizó dentro de cada disciplina, aprovechando las configuraciones y familias previamente definidas en los modelos:

- **Arquitectura:** se extrajeron cantidades de muros, puertas, pisos y cielos rasos, siguiendo la nomenclatura establecida (Su, Mu, Pt, Mc y CR).
- **Estructura:** se cuantificaron zapatas, columnas, vigas y cerchas, con sus respectivas nomenclaturas (Za, Col, Vi, VIG y Cer).
- **MEP:** se obtuvieron mediciones específicas para los sistemas eléctricos, hidráulicos, de HVAC, PCI y de seguridad y control, asegurando que cada componente se identificara correctamente según su disciplina.

## Figura 54

### Abstracción y gestión de cantidades



*Nota.* Elaboración propia con base a los modelos. El gráfico muestra el modelo y su proceso para extraer cantidades de cada disciplina.

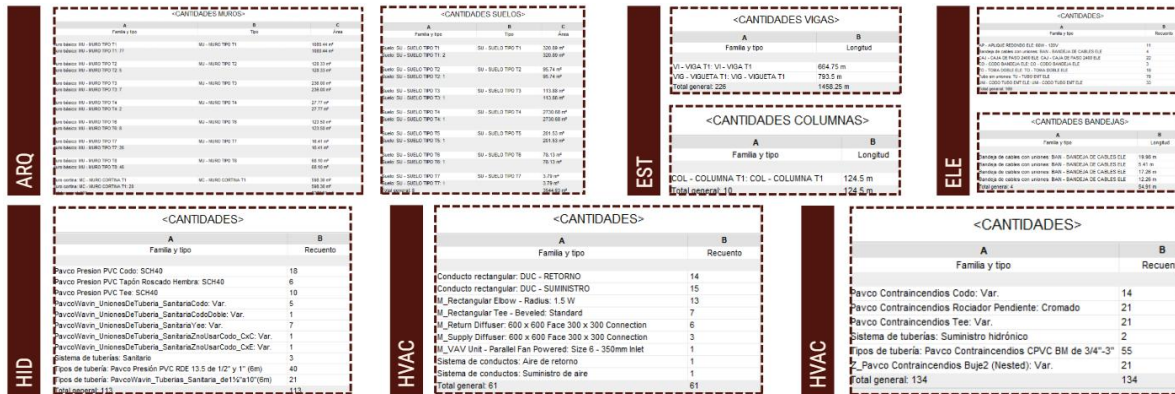
Cada disciplina generó su propia tabla de planificación dentro de Revit, desde la cual se exportaron los datos al entorno común de datos (CDE) bajo la siguiente nomenclatura de archivos:

- **Eléctrico:** GUA\_CHUCA\_EQ\_DYC\_MO\_ELE
- **Hidráulico:** GUA\_CHUCA\_EQ\_DYC\_MO\_HID
- **Hvac:** GUA\_CHUCA\_EQ\_DYC\_MO\_HVAC

- **Pci:** GUA\_CHUCA\_EQ\_DYC\_MO\_PCI
- **Seguridad y Control:** GUA\_CHUCA\_EQ\_DYC\_MO\_SYC

**Figura 55**

Cantidades de los modelos



*Nota.* Elaboración propia con base en las cantidades. El gráfico muestra las diferentes tablas de cantidades en los modelos.

## Configuración de planimetrías y documentación

### Navegador de proyectos

Se aborda la configuración de planos y plantillas, haciendo especial énfasis en la organización y ajuste del navegador de proyectos dentro de Revit. Este elemento cumple un papel fundamental en la gestión del modelo, ya que permite mantener una estructura jerárquica y clara de todas las vistas, planos, leyendas, tablas y hojas del proyecto, facilitando la navegación y el trabajo colaborativo entre las distintas disciplinas.

La correcta configuración del navegador de proyectos garantiza que cada usuario pueda identificar fácilmente las vistas asociadas a su disciplina y trabajar de manera ordenada. Para lograrlo, se establecieron parámetros de organización personalizados, que agrupan las vistas

según su tipo (plantas, cortes, vistas 3D, detalles, etc.) y la disciplina correspondiente (arquitectura, estructura o MEP). De esta forma, el flujo de trabajo se vuelve más eficiente, reduciendo tiempos de búsqueda y errores en la documentación.

Es importante destacar que esta configuración se realizó al inicio del proyecto, durante la fase de preparación y creación de los archivos destinados al Entorno Común de Datos (CDE). En ese momento, se definieron los estándares que debían seguir todas las disciplinas, asegurando que cada archivo mantuviera una estructura de navegador coherente y uniforme. Esto permitió que, al integrarse los distintos modelos en el proceso de coordinación, todos compartieran la misma lógica organizativa, facilitando su revisión y administración.

Además, se refuerza la importancia de mantener un orden constante dentro del CDE, donde las plantillas y archivos deben conservar una estructura visual y técnica común, garantizando la trazabilidad y coherencia de la información.

### Figura 56

Navegador de proyecto



*Nota.* Elaboración propia con base al navegador de proyecto. El gráfico muestra el navegador de proyecto junto a su configuración.

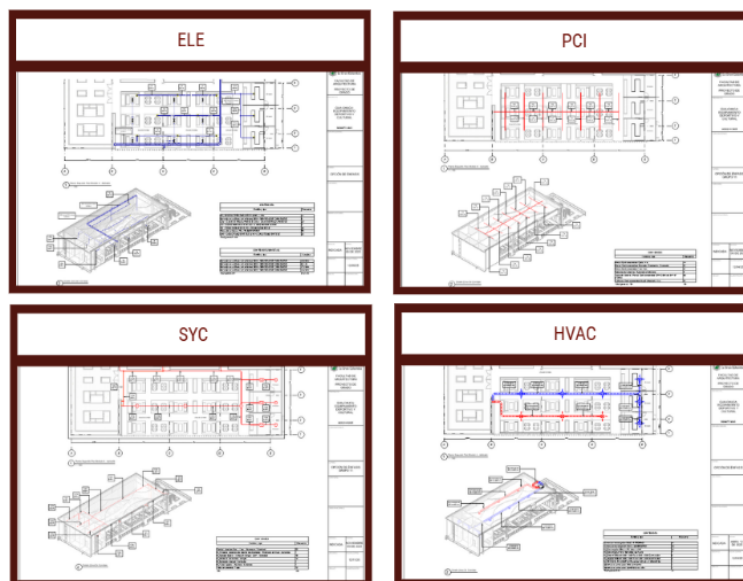
### Planimetría

La planimetría consiste en la representación gráfica y detallada de los elementos del modelo en vista horizontal, permitiendo visualizar la distribución, el orden y la relación entre los distintos componentes del proyecto. A través de estas vistas se define con precisión la ubicación y disposición de los elementos pertenecientes a cada sistema, facilitando una correcta interpretación del diseño y una coordinación efectiva entre disciplinas.

Dentro del proceso BIM, la planimetría cumple una función esencial, ya que traduce el modelo tridimensional en información técnica clara y comprensible para la documentación y ejecución de obra. En esta etapa se configuran las plantillas gráficas que determinan los estilos de línea, grosores, escalas, tipografías y convenciones gráficas que deben cumplir todos los planos del proyecto.

#### Figura 57

Planimetría



*Nota.* Elaboración propia con base a los planos del modelo. El gráfico muestra algunas planimetrías de los modelos.

Para el presente proyecto, se generaron los planos correspondientes a cada disciplina, asegurando que todos mantuvieran una presentación homogénea y fiel a los estándares establecidos en el Entorno Común de Datos (CDE). Cada plano fue configurado utilizando las plantillas definidas al inicio del proyecto, las cuales garantizan coherencia visual y técnica entre las disciplinas de arquitectura, estructura y MEP (eléctrica, hidráulica, HVAC, PCI y seguridad y control).

Asimismo, cada uno de los planos resultantes ha sido organizado y vinculado a su respectivo modelo dentro del CDE, siguiendo la nomenclatura oficial de archivos establecida para el proyecto. Esto permite mantener un flujo de trabajo ordenado y asegurar que toda la información planimétrica esté actualizada y coordinada con el modelo tridimensional.

Finalmente, se aclara que los planos completos se encuentran anexos al documento, donde puede consultarse el conjunto planimétrico correspondiente a cada disciplina, evidenciando la correcta aplicación de los estándares gráficos y de documentación definidos para este proyecto.

### **Simulación de actividades constructivas**

La simulación de actividades constructivas constituye una de las etapas más visuales e interpretativas dentro del proceso BIM, ya que permite vincular el modelo tridimensional con la planificación temporal de la obra. A través de la herramienta Timeliner de Navisworks Manage, es posible relacionar cada elemento del modelo con las tareas y fases del cronograma, generando

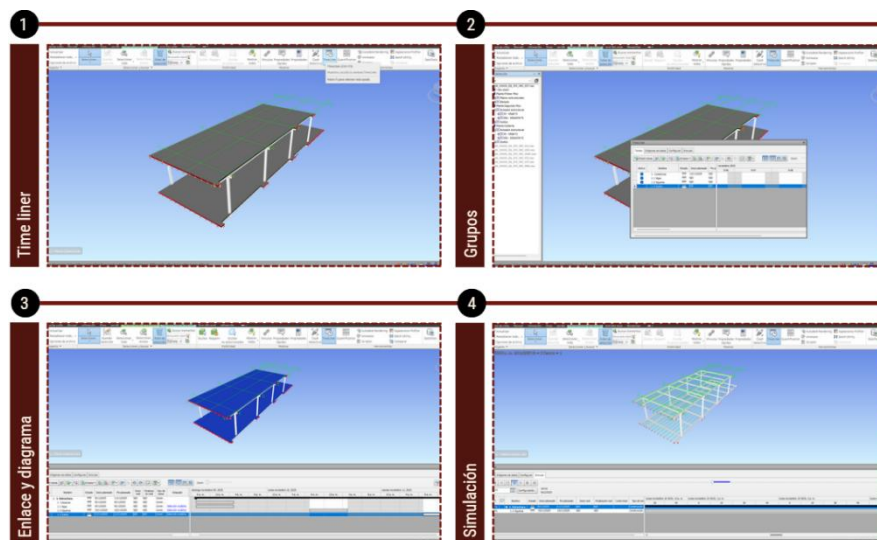
una representación animada del proceso constructivo. Según Sampaio, Mendes y Assis (2022), este tipo de simulación facilita el control del proceso real, ya que el modelo 4D puede actualizarse con los avances o retrasos identificados en la obra, permitiendo una mejor toma de decisiones y un seguimiento más preciso de la ejecución.

La simulación se realizó sobre el modelo estructural (EST), con el propósito de ejemplificar la secuencia constructiva y analizar el comportamiento de los elementos principales a lo largo del tiempo. Aunque la simulación se centró en esta disciplina, el ejercicio proporciona una visión general de cómo se desarrollaría la ejecución del proyecto, permitiendo comprender el orden de montaje y la interacción entre los diferentes sistemas.

Con la herramienta Timeliner permite crear o importar un cronograma de actividades desde programas de planificación y vincularlo directamente con los componentes del modelo BIM. Cada tarea puede asociarse a uno o varios elementos estructurales, como zapatas, columnas, vigas o losas, estableciendo su tiempo de inicio, duración y finalización. De este modo, la simulación muestra de forma dinámica la evolución de la obra día a día o fase a fase.

### Figura 58

Aplicación de simulación constructiva



*Nota.* Elaboración propia con base en el modelo ferado. El gráfico muestra el paso a paso para realizar una simulación constructiva.

Además de su función visual, esta herramienta es clave para detectar posibles conflictos temporales o constructivos, optimizar la secuencia de ejecución y facilitar la comunicación con los diferentes actores del proyecto. También permite generar videos o reportes de simulación, los cuales pueden integrarse dentro del Entorno Común de Datos (CDE) como parte del control y seguimiento de la obra.

### **Conclusiones de este módulo:**

El análisis de interferencias constituye una fase esencial dentro del proceso BIM, ya que permite detectar y resolver conflictos entre las diferentes disciplinas antes de iniciar la etapa constructiva. Este proceso garantiza un modelo coordinado, preciso y eficiente, evitando retrabajos en obra y mejorando la productividad general. Herramientas como Interference Check en Revit y Clash Detective en Navisworks se consolidan como recursos fundamentales para asegurar la coherencia espacial entre los sistemas de arquitectura, estructura y MEP, reduciendo errores, fortaleciendo la comunicación interdisciplinaria y optimizando la calidad del proyecto final.

Los informes de colisiones son el resultado tangible de este proceso, ya que documentan de manera ordenada los conflictos detectados, las observaciones y las soluciones aplicadas durante la coordinación. Estos reportes no solo sirven como evidencia del trabajo colaborativo, sino que también facilitan el seguimiento y la trazabilidad del proceso BIM, garantizando una comunicación transparente entre todos los equipos involucrados y permitiendo una gestión más efectiva del ciclo de revisión.

Por otra parte, la abstracción de cantidades proporciona un valor técnico y económico significativo. A través de las tablas de planificación, se obtienen mediciones precisas y actualizadas directamente del modelo, lo que favorece la planificación de materiales, el control de costos y la gestión eficiente de los recursos. Este proceso asegura que las decisiones constructivas estén basadas en información confiable y verificable, fortaleciendo la eficiencia y sostenibilidad del proyecto.

La configuración del navegador de proyectos y de las plantillas es otro pilar del flujo BIM. Una estructura organizada dentro del Entorno Común de Datos (CDE) permite mantener la coherencia, el orden y la estandarización entre disciplinas, facilitando el trabajo colaborativo y asegurando que cada modelo cumpla con los mismos criterios técnicos y gráficos. Gracias a esta configuración inicial, la gestión del modelo se vuelve más ágil, reduciendo tiempos de búsqueda y errores en la documentación.

La planimetría, por su parte, representa la traducción visual del modelo en documentos técnicos precisos. Su correcta elaboración y estandarización garantizan una lectura clara y unificada del proyecto, permitiendo una coordinación efectiva entre disciplinas y una ejecución más controlada en obra. Además, una planimetría bien desarrollada refuerza la calidad documental, asegurando que los planos transmitan la información necesaria con exactitud y claridad.

Finalmente, la simulación 4D mediante la herramienta Timeliner integra la dimensión temporal al modelo BIM, vinculando los elementos constructivos con el cronograma de ejecución. Este proceso permite visualizar la secuencia constructiva de manera dinámica, facilitando la planificación de obra, anticipando conflictos logísticos y mejorando la gestión

general del proyecto. La simulación aporta una visión más completa del proceso constructivo, reforzando la toma de decisiones estratégicas y la coordinación en tiempo real.

## **MÓDULO V: REALIDAD VIRTUAL INMERSIVA**

### **Exportación a IFC**

Dentro del flujo de trabajo BIM, uno de los aspectos más importantes es la correcta gestión y exportación de archivos de intercambio, ya que estos permiten que los modelos desarrollados en Revit puedan ser utilizados en otras plataformas y herramientas externas. Para ello, Revit incorpora el formato IFC (Industry Foundation Classes), un estándar abierto que facilita la interoperabilidad entre diferentes softwares aplicados al diseño, análisis y gestión del proyecto (buildingSMART International, 2023)

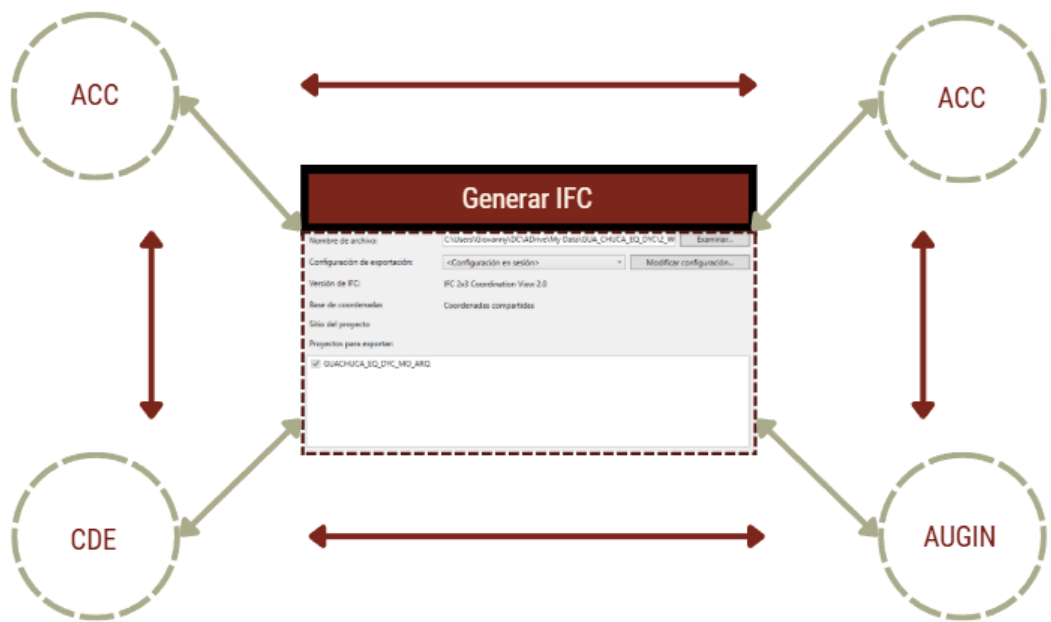
En Revit, los archivos IFC se configuran y exportan siguiendo parámetros específicos que garantizan que la información geométrica y los datos asociados a los elementos se mantengan de forma adecuada. Gracias a este formato, es posible compartir con precisión el modelo con usuarios que trabajen en otras aplicaciones, sin depender de que utilicen Revit como plataforma principal.

La exportación en formato IFC permite que el modelo sea utilizado en entornos colaborativos como Autodesk Construction Cloud (ACC), donde puede visualizarse, revisarse y gestionarse como parte del flujo integral del CDE. Asimismo, estos archivos pueden ser integrados en programas de simulación y análisis externos, como Augin, herramienta que permite visualizar modelos BIM en dispositivos móviles o en realidad aumentada, facilitando la revisión en campo o la socialización del proyecto con actores no técnicos.

Gracias al uso del formato IFC, se garantiza una mayor interoperabilidad, flexibilidad y accesibilidad del modelo, permitiendo que los datos del proyecto se mantengan consistentes y disponibles en diferentes plataformas según las necesidades de cada fase o especialidad. De esta manera, la exportación IFC se convierte en un componente esencial para la continuidad del flujo BIM y la colaboración efectiva entre todos los participantes del proyecto.

**Figura 59**

Integración de IFC



*Nota.* Elaboración propia con base en el modelo IFC. El gráfico muestra la integración del modelo de intercambio en los diferentes softwares.

### Renderización en tiempo real

En la integración entre Twinmotion y Revit, el modelo BIM puede trasladarse a un entorno de visualización avanzada donde se generan imágenes realistas, recorridos virtuales y representaciones inmersivas del proyecto. Twinmotion, desarrollado por Epic Games, es un

software de renderizado en tiempo real que destaca por su facilidad de uso, velocidad y capacidad para transformar modelos técnicos en visualizaciones altamente comprensibles. Además, su amplia biblioteca de materiales, iluminación y ambientes lo convierte en una herramienta ideal para comunicar el diseño de manera efectiva (Autodesk, s.f.)

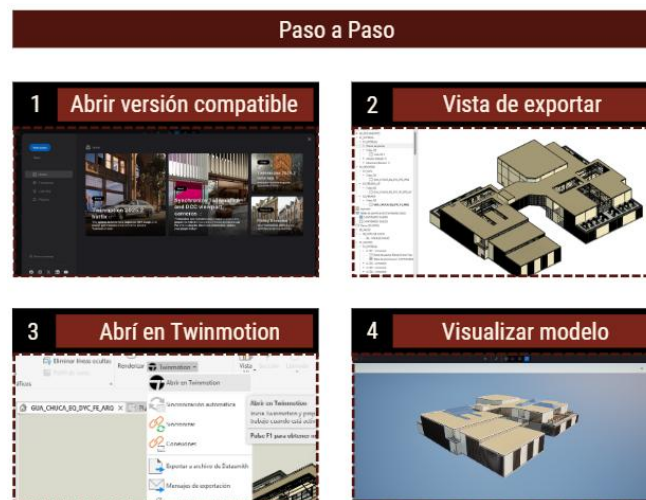
Con Revit 2024, esta integración se volvió aún más fluida, ya que no es necesario instalar ningún plugin adicional. Basta con disponer de una versión compatible de Twinmotion, la cual reconoce directamente el modelo de Revit mediante el sistema de enlace nativo y la exportación en formato Datasmith. Esto simplifica el flujo de trabajo y mejora la interoperabilidad entre ambas plataformas.

Gracias a esta integración nativa, cualquier modificación realizada en Revit puede sincronizarse directamente con Twinmotion, permitiendo que estos cambios se actualicen automáticamente en la escena sin necesidad de volver a importarlo desde cero. Esto garantiza un flujo de trabajo dinámico, donde el modelo se mantiene actualizado en ambas plataformas. Además, desde Twinmotion es posible modificar materiales directamente, reemplazando los que vienen desde Revit por versiones más realistas o con comportamientos avanzados de iluminación. Estas modificaciones pueden mantenerse incluso cuando se actualiza el enlace con Revit, permitiendo trabajar de forma híbrida:

- Revit controla la geometría y estructura del modelo.
- Twinmotion controla la apariencia y la visualización.

## Figura 60

Integración modelo con Twinmotion



*Nota.* Elaboración propia con base en el modelo ferado. El gráfico muestra la integración del modelo de Revit con el Twinmotion.

## Fotomontaje y retoque fotográficos 3D

La postproducción constituye la etapa en la que el modelo sincronizado desde Revit se transforma en una representación visual más completa y atractiva. En esta fase se realizaron diversos ajustes y mejoras dentro de Twinmotion con el objetivo de obtener una presentación final de alta calidad que permitiera comunicar el proyecto de manera clara, realista y visualmente impactante. Este proceso es fundamental dentro del flujo de visualización arquitectónica, ya que permite optimizar iluminación, materiales, cámaras, animaciones y entorno para generar resultados más precisos y profesionales (Epic Games, 2023).

Una de las principales intervenciones fue la modificación y optimización de los materiales importados desde Revit. No todos los materiales fueron reemplazados; solo se ajustaron aquellos elementos que, según las necesidades del ejercicio, requerían una apariencia

más realista o una mejora visual notable. Estos cambios se realizaron utilizando materiales de la biblioteca de Twinmotion, lo que permitió obtener texturas más precisas, reflejos adecuados y un comportamiento más coherente con las condiciones de iluminación, elevando así el nivel de detalle y fidelidad visual del proyecto.

Además de los ajustes de materiales, se procedió a agregar objetos adicionales que enriquecen la escena sin modificar el modelo BIM original. Estos elementos complementan la representación visual, contextualizan los espacios y ayudan a transmitir con mayor claridad la intención del diseño. Entre estos recursos se incluyó mobiliario adicional, elementos ambientales y diversos objetos de apoyo provenientes de la biblioteca de Twinmotion.

Para lograr una experiencia más inmersiva y realista, también se incorporaron personas y objetos animados, los cuales aportan escala, dinamismo y vida al espacio modelado. La presencia de usuarios simulados dentro del entorno ayuda a comprender mejor el funcionamiento y uso del espacio, especialmente en áreas como las zonas de comidas y circulación.

### Figura 61

Ajustes de escena



*Nota.* Elaboración propia con base en el modelo en Twinmotion. El gráfico muestra la integración de modelos de Twinmotion para mejorar la escena.

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

La iluminación dentro de Twinmotion es uno de los elementos más importantes para obtener una visualización realista y profesional del proyecto. Gracias a sus herramientas de control lumínico y ambiental, es posible ajustar la manera en que la luz interactúa con los materiales, los espacios y la escena en general, logrando resultados que elevan significativamente la calidad visual del modelo sincronizado desde Revit.

Twinmotion permite modificar distintos parámetros relacionados con la luz, como la intensidad, dirección, temperatura de color y comportamiento de la iluminación natural y artificial. A través del control del sol, las nubes y la hora del día, se puede simular cómo se comporta la luz en diferentes condiciones climáticas y momentos, ofreciendo una comprensión más realista del proyecto. Esto es especialmente útil para evaluar la iluminación en espacios interiores y exteriores, así como para identificar zonas con sombras profundas o áreas con exceso de luz.

Además de la iluminación directa, la plataforma facilita la modificación de fondos y ambientes, lo que incluye paisajes, cielos HDRI, escenarios urbanos y entornos naturales. Estos fondos no solo sirven para dar una apariencia más envolvente a la visualización, sino que también influyen en la iluminación global, aportando reflejos, tonos ambientales y una atmósfera coherente con el tipo de proyecto. En el caso del ejercicio desarrollado, se seleccionaron fondos acordes al entorno arquitectónico, logrando que el modelo se percibiera integrado en un contexto más realista y atractivo.

La correcta aplicación de estas herramientas permitió mejorar notablemente la visualización del proyecto. Al ajustar la iluminación natural se obtuvo una lectura clara de los materiales previamente optimizados, potenciando texturas, sombras y reflejos. De igual manera,

el uso de fondos personalizados contribuyó a crear escenas más envolventes, ideales para recorridos, imágenes renderizadas y presentaciones finales.

## Figura 62

Ajuste de luces



*Nota.* Elaboración propia con base en el modelo en twinmotion. El gráfico muestra la configuración de luces.

## Visualización en modelos 3d

La visualización del modelo dentro de Twinmotion ofrece herramientas avanzadas para crear presentaciones dinámicas, recorridos virtuales y animaciones que permiten explorar el proyecto de manera fluida y completamente inmersiva. Una de las funciones más destacadas es la posibilidad de generar videos de recorrido, tanto interiores como exteriores, que muestran la transición natural a través de los espacios, el comportamiento de la iluminación, la interacción entre materiales y la relación entre los elementos arquitectónicos.

Estos recorridos sirven para comunicar el diseño de forma clara, comprensible y visualmente atractiva. A diferencia de una imagen estática, un video permite apreciar la escala real del proyecto, la secuencia espacial, los puntos de vista relevantes y la atmósfera general del

entorno. Además, pueden ser renderizados y exportados en diferentes calidades, lo que los convierte en un recurso ideal para presentaciones profesionales, socialización del proyecto con clientes o equipos de trabajo, e incluso para documentación visual dentro del proceso BIM.

Para este proyecto en particular, se generó un video de recorrido aplicado a la zona de 500 m<sup>2</sup>, enfocándose en mostrar el espacio de manera integral y coherente. El recorrido permitió evidenciar cómo se articulan las circulaciones, cómo se comporta la iluminación ajustada previamente y cómo los materiales reemplazados reaccionan frente a las condiciones ambientales seleccionadas. También se aprovechó la ambientación añadida como personas, mobiliario y elementos complementarios para ofrecer una visualización más humana y contextualizada. Gracias a esta herramienta, se obtuvo un producto final capaz de transmitir claramente la intención del diseño y de representar el proyecto con un alto nivel de detalle, facilitando su comprensión y fortaleciendo la comunicación visual hacia cualquier tipo de audiencia.

### Figura 63

Claves para la buena exportación



*Nota.* Elaboración propia con base en Twinmotion. El gráfico muestra los pasos para tener una buena exportación dentro de Twinmotion.

### **Realidad virtual inmersiva**

La realidad virtual constituye una herramienta fundamental para ampliar las posibilidades de presentación y análisis dentro del flujo de trabajo BIM. Su integración permite no solo visualizar el proyecto de forma inmersiva, sino también recorrer los espacios a escala real, comprender mejor la volumetría, identificar detalles constructivos y mejorar la comunicación entre los actores del proyecto. Además, la RV fortalece la toma de decisiones al facilitar la detección temprana de errores y al mejorar la comprensión espacial del diseño (Davila Delgado et al., 2020)

Para este ejercicio se utilizó AUGIN, una aplicación especializada en realidad virtual y realidad aumentada que permite cargar modelos exportados desde Revit y visualizarlos directamente en dispositivos móviles o lentes compatibles. Con esta herramienta es posible explorar el modelo en un entorno 360°, navegar libremente a través de los espacios y obtener una experiencia cercana a la visita de obra, pero en un entorno completamente digital.

En este caso, fue necesario instalar la versión de AUGIN compatible con Revit 2024, para asegurar una exportación adecuada del modelo y evitar conflictos durante la sincronización. Una vez configurado el complemento, se procedió a preparar los archivos para su exportación, organizándolos dentro del CDE de acuerdo con las disciplinas y nomenclaturas correspondientes.

Sin embargo, durante el proceso se presentó una particularidad importante: el modelo completo del proyecto resultó ser demasiado pesado para ser visualizado en la versión gratuita de AUGIN, lo que generaba la limitada visualización. Debido a ello, se optó por una solución doble:

1. Exportar el proyecto completo, manteniendo toda la información del ejercicio para fines de documentación y compatibilidad con versiones de mayor capacidad.

2. Generar una exportación parcial, utilizando únicamente la zona correspondiente a la aplicación práctica del proyecto. Esto permitió cargar el modelo de manera más fluida dentro de AUGIN y garantizar una experiencia de realidad virtual estable, sin comprometer la calidad visual ni el nivel de detalle necesario.

Gracias a esta estrategia, fue posible aplicar realidad virtual al proyecto de manera efectiva, permitiendo una revisión inmersiva de los espacios y una presentación interactiva que complementa los procesos de coordinación, comunicación y validación del diseño.

### Figura 64

Características de la realidad aumentada



*Nota.* Elaboración propia con base en la realidad aumentada. El gráfico muestra la integración que se genera en la realidad aumentada.

## IA

El uso de la inteligencia artificial (IA) dentro del ámbito BIM y la gestión de proyectos se ha convertido en una herramienta de gran valor, siempre que se aplique de manera responsable y con criterios técnicos claros. Su integración no busca reemplazar el trabajo profesional, sino potenciar la eficiencia, mejorar la precisión y apoyar la toma de decisiones durante las diferentes etapas del desarrollo del proyecto. Diversos estudios destacan que la IA puede optimizar procesos como la detección de conflictos, la predicción de riesgos y la automatización de tareas, siempre bajo un marco ético y de supervisión humana (Nawari & Ravindran, 2019).

Una de las aplicaciones más relevantes es la revisión automatizada del modelo, donde la IA puede asistir en la verificación de que los elementos cumplan con normativas, estándares técnicos y requisitos específicos del proyecto. Mediante análisis avanzados, es posible identificar inconsistencias, elementos fuera de especificación o parámetros que no coinciden con las reglas establecidas, agilizando así el proceso de control de calidad y reduciendo posibles errores humanos.

Además, la IA también juega un papel importante en la mejora de los procesos de postproducción. Su uso permite optimizar materiales, ajustar iluminación, mejorar el realismo de las visualizaciones y facilitar la generación de imágenes o escenas complementarias, logrando presentaciones más profesionales y atractivas sin comprometer la integridad del modelo BIM original.

A medida que las herramientas de IA continúan evolucionando, su relevancia en los proyectos arquitectónicos, de ingeniería y construcción aumenta, convirtiéndose en un soporte clave para tareas que requieren análisis detallado, automatización y visualización avanzada. Su

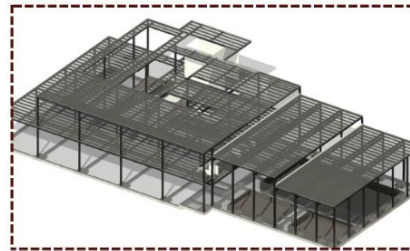
integración en el flujo de trabajo BIM no solo aporta rapidez, sino también una mayor capacidad de respuesta frente a los retos de diseño, coordinación y presentación del proyecto.

## Figura 65

Aplicación de IA en el proyecto

### Prompt

Tengo la siguiente estructura ayúdame a verificar si esta bien bajo la nsr10 y normativa necesaria, dame posibles correcciones



### Observaciones

- Retícula estructural uniforme
- Conexiones especificadas
- Transmisión de cargas a cimentación

### Mejoras

- Confirmar diafragma horizontal
- Revisar continuidad de elementos
- Revisión de elementos secundarios

*Nota.* Elaboración propia con base en respuestas de IA. El gráfico muestra la integración de la IA con el sistema estructural.

## Conclusiones de este módulo:

La exportación IFC se convierte en un paso esencial para garantizar la interoperabilidad entre plataformas BIM. Este formato permite trasladar el modelo con su información organizada, manteniendo la coherencia entre programas y asegurando que todos los participantes del proyecto trabajen con datos completos y precisos.

La renderización en tiempo real aporta dinamismo al proceso de diseño, permitiendo visualizar cambios al instante sin procesos largos de exportación o ajuste. Esto mejora la eficiencia del flujo de trabajo y facilita la toma de decisiones rápidas, especialmente en etapas de revisión y coordinación.

El fotomontaje y el retoque fotográfico en Twinmotion permiten integrar el modelo 3D en escenarios reales, logrando presentaciones más claras, contextualizadas y fáciles de

interpretar. Este proceso ayuda a comunicar mejor la propuesta, mostrando cómo se vería el proyecto dentro de su entorno final.

El manejo de fondos climáticos, luces y sombras permite recrear condiciones ambientales variadas, lo cual ayuda a comprender cómo se comporta el proyecto en diferentes momentos del día o en distintas situaciones atmosféricas. Este control aporta realismo, mejora la lectura volumétrica y apoya el análisis de la interacción entre la arquitectura y su contexto.

La visualización mediante renders y recorridos ofrece herramientas flexibles para la presentación del proyecto. Al permitir ajustar la calidad, se pueden generar desde vistas rápidas para revisión interna hasta imágenes y animaciones de alta resolución para entregas finales. Esto amplía las posibilidades de comunicación según las necesidades del proyecto o del cliente.

La realidad virtual, con plataformas como AUGIN, añade una capa inmersiva que permite experimentar el proyecto a escala real. Esta herramienta facilita la detección temprana de errores, mejora la comprensión espacial y permite al usuario recorrer el diseño como si ya estuviera construido, fortaleciendo la toma de decisiones y la retroalimentación del equipo.

La Inteligencia Artificial se integra como una herramienta complementaria que ayuda a automatizar tareas, analizar información, mejorar la organización del modelo y optimizar tiempos de producción. Sin embargo, su uso debe ser consciente y responsable, entendiendo que la IA no reemplaza el criterio profesional, sino que lo potencia y apoya durante el proceso de diseño.

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El presente trabajo permitió identificar y comprender la necesidad urgente de fortalecer la infraestructura deportiva y cultural en el municipio de Guasca. El análisis territorial, social y demográfico evidenció que el crecimiento poblacional, la saturación de los espacios existentes y la limitada oferta de equipamientos dificultan el acceso de la comunidad a actividades formativas, recreativas y culturales, afectando directamente su calidad de vida. Esta investigación confirmó que el municipio requiere un equipamiento integral que responda tanto a las dinámicas actuales como a las proyecciones futuras.

La propuesta arquitectónica desarrollada demuestra que es posible responder a estas necesidades mediante un diseño funcional, sostenible y estrechamente vinculado con la identidad cultural del territorio. El equipamiento Deportivo y Cultural se concibe como un proyecto que no solo amplía la oferta de espacios físicos, sino que transforma la manera en que la comunidad se relaciona con el deporte, la cultura y el paisaje. La incorporación de estrategias de biofilia, el aprovechamiento del entorno natural y la adaptación al clima de Guasca permitieron formular un diseño sensible y contextualizado, capaz de generar bienestar, confort y sentido de pertenencia.

A nivel social y comunitario, el proyecto constituye un aporte significativo al fortalecimiento del tejido social. Al integrar espacios deportivos, culturales y recreativos en un mismo conjunto, se promueve la participación ciudadana, la formación artística, la práctica deportiva y el encuentro intergeneracional. Así, el equipamiento se proyecta como un catalizador para el desarrollo integral del municipio, incentivando estilos de vida saludables, fomentando el arte local y facilitando actividades que fortalezcan la cohesión y el orgullo comunitario.

Los análisis multiescalares ecológicos, funcionales, socioeconómicos y normativos fueron determinantes para garantizar la coherencia del diseño con el territorio. Estos estudios permitieron establecer relaciones adecuadas con la movilidad, el paisaje, la normativa y las dinámicas urbanas, asegurando que el proyecto responda a criterios de sostenibilidad, accesibilidad y armonía con su entorno inmediato.

En cuanto a la metodología BIM, su aplicación aportó precisión, eficiencia y control estructurado de la información del proyecto. Gracias al uso de EIR, BEP, CDE y modelos interoperables, fue posible optimizar la organización espacial, prever interferencias, garantizar la coordinación interdisciplinar y simular el uso de los espacios. Esto confirma que BIM no solo mejora la calidad del diseño, sino que se posiciona como una herramienta fundamental para la gestión responsable y moderna de proyectos arquitectónicos en el contexto municipal.

Finalmente, el Equipamiento Deportivo y Cultural propuesto no debe entenderse únicamente como una respuesta a una necesidad actual, sino como una visión de futuro para Guasca. Este equipamiento tiene el potencial de convertirse en un nodo estructurante del municipio, un referente regional y un espacio capaz de adaptarse al crecimiento poblacional, a nuevas dinámicas sociales y a ampliaciones programáticas. Con ello, se consolida como un aporte significativo al desarrollo sostenible, cultural y deportivo del territorio, reafirmando la importancia de proyectar arquitectura que responda a las personas, al contexto y a sus necesidades más profundas.

## Referencias

- DANE. (2018). *Censo Nacional de Población y Vivienda 2018 (CNPV 2018)*. Departamento Administrativo Nacional de Estadística. Recuperado de <https://microdatos.dane.gov.co/index.php/catalog/study/DANE-DCD-CNPV-2018>  
[microdatos.dane.gov.co](https://microdatos.dane.gov.co)
- DANE. (2018). *Proyecciones de viviendas y hogares a nivel municipal 2018–2035*. Departamento Administrativo Nacional de Estadística. Recuperado de <https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/demografia-y-poblacion/proyecciones-de-viviendas-y-hogares> DANE
- Ministerio de Salud y Protección Social. (2021). *Promoción de la actividad física y estilos de vida saludables*. Ministerio de Salud y Protección Social.
- Alcaldía Municipal de Guasca Cundinamarca. (2000). *Esquema de Ordenamiento Territorial – EOT Guasca*. Recuperado de <https://repositoriocdim.esap.edu.co/handle/20.500.14471/10184> [repositoriocdim.esap.edu.co](https://repositoriocdim.esap.edu.co)
- Secretaría de Educación de Cundinamarca (SED). (2023). *Información institucional de sedes educativas oficiales del municipio de Guasca*. Secretaría de Educación Departamental de Cundinamarca. Recuperado de <https://www.cundinamarca.gov.co/dependencias/seceduacion/>
- Sistema Integrado de Matrícula (SIMAT). (2020). *Registro oficial de matrícula estudiantil*. Recuperado de <https://www.mineduccion.gov.co/portal/micrositios-institucionales/Sistemas-de-Informacion/168883:SIMAT> [sistemamaticulas.gov.co+1](https://sistemamaticulas.gov.co+1)
- Concejo Municipal de Guasca. (2021). *Acuerdo No. 027 de 2021 – Ajuste del EOT Guasca*. Recuperado de <https://www.guasca-cundinamarca.gov.co/eot-786089/acuerdo-no-027-de-2021-google-drive> [guasca-cundinamarca.gov.co](https://guasca-cundinamarca.gov.co)

Angulo, A. M. (2011). La Pensión de Invalidez en Colombia. *La Pensión de Invalidez en Colombia*. Bogotá D.C., Cundinamarca., Colombia.: Universidad Libre de Colombia.

Asamblea Nacional Constituyente de Francia. (26 de agosto de 1789). Declaración Universal de los Derechos del Hombre y del Ciudadano. [https://www.conseil-constitutionnel.fr/sites/default/files/as/root/bank\\_mm/espagnol/es\\_ddhc.pdf](https://www.conseil-constitutionnel.fr/sites/default/files/as/root/bank_mm/espagnol/es_ddhc.pdf)

Constitución política de Colombia [Const. P.]. (1991). Colombia: Leyer, 2.da ed. 10/02/2020.

[http://www.secretariasenado.gov.co/senado/basedoc/constitucion\\_politica\\_1991.html](http://www.secretariasenado.gov.co/senado/basedoc/constitucion_politica_1991.html)

Constitución política de Colombia [Const. P.]. (1991). Colombia: Leyer, 2.da ed. 10/02/2020.

[http://www.secretariasenado.gov.co/senado/basedoc/constitucion\\_politica\\_1991.html](http://www.secretariasenado.gov.co/senado/basedoc/constitucion_politica_1991.html)

Corte Constitucional [C.C.], enero 22, 2004, M.P: M. Cepeda. Sentencia T-025/04. Colombia. 10/02/2020. <https://www.corteconstitucional.gov.co/relatoria/2004/t-025-04.htm>

Corte Constitucional [C.C.], enero 23, 2008, M.P: R. Escobar. Sentencia C-030/08. Colombia. 10/02/2020. <https://www.corteconstitucional.gov.co/relatoria/2008/c-030-08.htm>

Dec. 2374 / 93, noviembre 30, 1993. Ministerio de Educación Nacional. (Colombia). 10/02/2020. [https://www.mineducacion.gov.co/1621/articles-104283\\_archivo\\_pdf.pdf](https://www.mineducacion.gov.co/1621/articles-104283_archivo_pdf.pdf)

Dec. 2613 / 13, noviembre 20, 2013. Ministerio del Interior. (Colombia). 10/02/2020. [https://www.mininterior.gov.co/sites/default/files/11\\_decreto\\_2613\\_de\\_2013.pdf](https://www.mininterior.gov.co/sites/default/files/11_decreto_2613_de_2013.pdf)

Ley 70 / 93, agosto 27, 1993. Diario Oficial. [D.O.]: 41.013. (Colombia).10/02/2020. <https://www.acnur.org/fileadmin/Documentos/BDL/2006/4404.pdf?file=fileadmin/Documentos/BDL/2006/4404>

Ley 89 / 90, noviembre 25, 1890. Ministerio de Interior. [OIPI]. (Colombia).10/02/2020.

<https://www.mininterior.gov.co/la-institucion/normatividad/ley-89-de-1890>

Naciones Unidas Derechos humanos. (diciembre, 1965). Convención Internacional sobre la Eliminación de todas las Formas de Discriminación Racial. Trabajo presentado en la Asamblea General en su resolución 2106 A (XX). Colombia.

[https://www.ohchr.org/Documents/ProfessionalInterest/cerd\\_SP.pdf](https://www.ohchr.org/Documents/ProfessionalInterest/cerd_SP.pdf)

Organización de los Estados Americanos. (1994). Convención Interamericana para prevenir, sancionar y erradicar la violencia contra la mujer. Trabajo presentado en la Organización de los Estados Americanos Departamento de Derecho Internacional, Belém.

<https://www.oas.org/es/mesecvi/convencion.asp>

Organización de los Estados Americanos. (noviembre, 1969). Convención americana sobre derechos humanos suscrita en la conferencia especializada interamericana sobre derechos humanos (B-32). Trabajo presentado en la Organización de los Estados Americanos

Departamento de Derecho Internacional, Costa Rica. [https://www.oas.org/dil/esp/tratados\\_b-32\\_convencion\\_americana\\_sobre\\_derechos\\_humanos.htm](https://www.oas.org/dil/esp/tratados_b-32_convencion_americana_sobre_derechos_humanos.htm)

Presidente de la Republica. (2010). Garantía del derecho fundamental a la consulta previa de los grupos étnicos nacionales. Directiva Presidencial no. 1 (p.1–7). Colombia. Recuperado de

[https://www.mininterior.gov.co/sites/default/files/13\\_directiva\\_presidencial\\_01\\_de\\_2010.pdf](https://www.mininterior.gov.co/sites/default/files/13_directiva_presidencial_01_de_2010.pdf)

Presidente de la Republica. (2013). *Guía para la realización de consulta previa.*

Directiva Presidencial no. 10 (p.1–26). Colombia.

[https://www.mininterior.gov.co/sites/default/files/12\\_directiva\\_presidencial\\_ndeg\\_10\\_del\\_07\\_de\\_noviembre\\_2013\\_4.pdf](https://www.mininterior.gov.co/sites/default/files/12_directiva_presidencial_ndeg_10_del_07_de_noviembre_2013_4.pdf)

Rodríguez Mesa, R. (2019). *Tratado Sobre Seguridad Social. Universidad Del Norte.*

<https://Ugc.Elogim.Com:3107/Es/Ereader/Ugc/122380?Page=64>

Velásquez, M, (2007). *El Sistema Pensional Colombiano.* Señal Editora. Medellín Colombia.

International Organization for Standardization. (2018). ISO 19650-1:2018. Organization and digitization of information about buildings and civil engineering works, including building information modelling (BIM) Information management using building information modelling Part 1: Concepts and principles. ISO. <https://www.iso.org/standard/68078.html>

buildingSMART International. (2020). Industry Foundation Classes (IFC) An open and neutral data format for BIM. buildingSMART. <https://www.buildingsmart.org/standards/bsi-standards/industry-foundation-classes>

buildingSMART International. (2021). Common Data Environment (CDE) Guideline and framework for collaborative information management. buildingSMART. <https://www.buildingsmart.org>

Eastman, C., Teicholz, P., Sacks, R., & Liston, K. (2011). *BIM Handbook: A Guide to Building Information Modeling for Owners, Managers, Designers, Engineers and Contractors* (2.<sup>a</sup> ed.). Wiley.

Succar, B. (2009). Building information modelling framework: A research and delivery foundation for industry stakeholders. *Automation in Construction*, 18(3), 357–375. <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2008.10.003>

Eastman, C., Teicholz, P., Sacks, R., & Liston, K. (2011). *BIM Handbook: A guide to building information modeling for owners, managers, designers, engineers and contractors* (2nd ed.). John Wiley & Sons

ISO. (2018). *ISO 19650-1: Organization and digitization of information about buildings and civil engineering works, including building information modelling (BIM) — Information management using building information modelling — Part 1: Concepts and principles.*

International Organization for Standardization

Ministerio de Minas y Energía. (s. f.). *Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas – RETIE.* <https://www.minenergia.gov.co>

Icontec. (2022). *NTC 1500: Código Colombiano de Instalaciones Hidráulicas y Sanitarias.* <https://mantenimientoymontajes.com/instalaciones-hidrosanitarias-diseno-y-normativa-en-colombia>

Ministerio de Minas y Energía. (2015). *Resolución 40298: Definiciones para acondicionadores de aire y equipos de ventilación.* Gestor Normativo CRA. Normas CRA

ICONTEC. (s. f.). *NTC 5183: Ventilación para calidad aceptable del aire en espacios interiores.*

ICONTEC. (2013). *NTC 2050: Instalaciones de protección contra incendios en edificaciones.* <https://www.icontec.org>

National Fire Protection Association. (2023). *NFPA 72: National Fire Alarm and Signaling Code.* <https://www.nfpa.org>

buildingSMART International. (2020). *Industry Foundation Classes (IFC) specification.* buildingSMART. <https://www.buildingsmart.org/standards/ifc>

Eastman, C., Teicholz, P., Sacks, R., & Liston, K. (2011). *BIM Handbook: A guide to building information modeling for owners, managers, designers, engineers and contractors* (2nd ed.). John Wiley & Sons.

Chong, H.-Y., Lee, C.-Y., & Wang, X. (2016). *A mixed review of the adoption of Building Information Modelling (BIM) for sustainability*. *Journal of Cleaner Production*, 142, 4114–4126. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.09.108>

Zhang, J., & El-Gohary, N. M. (2016). Automated clash detection for building information models. *Journal of Computing in Civil Engineering*, 30(4), 04015068. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)CP.1943-5487.0000539](https://doi.org/10.1061/(ASCE)CP.1943-5487.0000539)

Sampaio, A. Z., Mendes, E. D., & Assis, F. M. (2022). *Navisworks: Connecting the planning to the 3D models*. *Journal of Software Engineering and Applications*, 15(10), 345–358. <https://doi.org/10.4236/jsea.2022.1510020>

buildingSMART International. (2023). *Industry Foundation Classes (IFC): Open standard for data exchange in the built environment*. <https://www.buildingsmart.org/standards/ifc/>

Autodesk. (s.f.). *Twinmotion para Revit*. Autodesk. Recuperado de <https://www.autodesk.com/es/products/revit/features/twinmotion>

Epic Games. (2023). *Twinmotion User Guide: Visualization workflows and rendering tools*. <https://www.twinmotion.com>

Davila Delgado, J. M., Oyedele, L., Ajayi, A., Akanmu, A., & Bilal, M. (2020). *Virtual Reality and Building Information Modelling integration: A review of applications and future directions*. *Automation in Construction*, 113, 103144. <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2020.103144>

Nawari, N. O., & Ravindran, S. (2019). *Artificial intelligence and building information modeling for the future of AEC industry*. *Journal of Construction Engineering and Management*, 145(12), 04019087. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)CO.1943-7862.0001722](https://doi.org/10.1061/(ASCE)CO.1943-7862.0001722)