

COMPLEJO MULTIPROPÓSITO DEPORTIVO DE ALTO RENDIMIENTO

Gisseth Dayana León Prieto, Miguel Steven Contador Mancilla



Facultad de Arquitectura

Universidad la Gran Colombia

Bogotá D.C

2024

**Complejo Multipropósito Deportivo de Alto Rendimiento en la Región de la Sabana
Occidental en Cundinamarca**

Gisseth Dayana León Prieto, Miguel Steven Contador Mancilla

Trabajo de Grado presentado como requisito para optar al título de arquitectos

Línea de Investigación: Diseño arquitectónico

Opción de Énfasis: Diseño proyecto arquitectónico

Arq. Mario Enrique Gutiérrez Quijano

Director

Arq. Yuber Alberto Nope Bernal

Asesor



Facultad de Arquitectura

Universidad la Gran Colombia

Bogotá D.C

2024

Agradecimientos

Dedicamos este trabajo con profunda gratitud a nuestros familiares, quienes con su amor y confianza han sido nuestro motor en cada etapa de esta travesía, les expresamos nuestro más sincero agradecimiento a nuestros tutores, por compartir sus conocimientos y brindarnos un espacio de crecimiento académico y a nuestros compañeros, con quienes hemos compartido risas, desafíos y aprendizajes, les agradecemos sus comentarios y amistad, que han sido indispensables para la culminación de este proyecto.

Tabla de Contenido

Resumen.....	12
Abstract.....	13
Introducción	14
CAPÍTULO 1 FORMULACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	15
Planteamiento Problema.....	16
Pregunta Problema	20
Objetivos	20
Objetivo General.....	20
Objetivos Específicos	20
Justificación.....	21
Hipótesis.....	22
CAPITULO 2 MARCOS DE REFERENCIA DE LA INVESTIGACIÓN.....	24
Antecedentes	24
Marco teórico	26
Marco conceptual	27
Marco Legal	31
Marco contextual.....	38
METODOLOGIA DE INVESTIGACIÓN	52

COMPLEJO MULTIPROPÓSITO DE ALTO RENDIMIENTO	5
Variables.....	53
Instrumentos de la metodología	54
Instrumentos utilizados	55
CAPÍTULO 3 DESARROLLO DEL PROYECTO	60
Plan Maestro.....	60
Relación de preexistencias y el lote.....	60
Ubicación Estratégica y Conectividad Intermodal	60
Propuesta del Diseño Urbano Sostenible.....	61
Atracción Turística y Eventos de Talla regional, nacional y mundial.....	61
Composición del proyecto.....	62
CAPÍTULO 4 METODOLOGÍA BIM APLICADA AL PROYECTO	67
Coordinación metodología BIM.....	70
Modelado de la Edificación.....	80
Realidad Virtual e Inmersiva.....	111
Augin.....	119
CONCLUSIÓN Y RECOMEDACIONES	121
Lista de Referencia	123
Anexos	129

Lista de Figuras

Figura 1. <i>Árbol de Problemas en la región de la sabana occidental</i>	16
Figura 2. <i>Prevalencia de la inactividad física en América Latina y el Caribe– AL y C Vs. Colombia</i>	18
Figura 3. Graficas de los Escenarios deportivos.....	19
Figura 4. Mapa operativo de los antecedentes para complejos deportivos.....	24
Figura 5 Mapa operativo del marco teórico.....	26
Figura 6 Mapa operativo del marco Conceptual.....	28
Figura 7 Mapa operativo del orden jerárquico del marco legal	32
Figura 8 Mapa Operativo contextual	39
Figura 9 Mapa de las conexiones con las diferentes regiones.	40
Figura 10 Conexiones Insuficientes y Saturadas	41
Figura 11 Mapa de los municipios que conforman la sabana Occidental	42
Figura 12 Mapa del área rural y urbana de Madrid	43
Figura 13 Mapa de sectores más concurridos por los habitantes entre los 12 y 44 años.	44
Figura 14 Mapa cabecero municipal de Madrid	45
Figura 15 Usos de Suelo	46
Figura 16 Mapa de Lote de Estudio.....	47
Figura 17 Perfil Vial Calle 7.....	49
Figura 18 Perfil Vial Calle 15.....	50

Figura 19 Mapa operativo de la metodología	52
Figura 20 Variables de análisis.....	54
Figura 21 Análisis Municipios Sabana Occidental.....	57
Figura 22 Organigrama arquitectónico	63
Figura 23 Composición Urbana y Volumétrica.....	64
Figura 24 Distribucion d elos modulos del proyecto.....	65
Figura 25 Análisis de movimiento de Sol.....	66
Figura 26 Área seleccionada: modulo 1	67
Figura 27 Grupo A y B para implementación de metodología BIM	68
Figura 28 Programa arquitectónico de las dos zonas A intervenir	69
Figura 29 Programa arquitectónico de las dos zonas B intervenir	69
Figura 30 Ciclo de vida de un proyecto	71
Figura 31 Dimensiones BIM.....	72
Figura 32 Roles BIM	73
Figura 33 Niveles de desarrollo	74
Figura 34 Requisitos de información.....	76
Figura 35 Elaboración de un CDE	78
Figura 36 Exportación IFC	79
Figura 37 Zonas de trabajo A administrativa y B deportiva.	80

Figura 38 Sistema Aporticado	81
Figura 39 Visualización inalámbrica	83
Figura 40 Área administrativa detalles arquitectónicos.....	84
Figura 41 Segunda planta área administrativa	84
Figura 42 Muros.....	85
Figura 43 Arquitectura del proyecto zona de administración.....	86
Figura 44 Configuración Entorno de Trabajo.....	87
Figura 45 Mobiliario- ventanas -puertas.....	88
Figura 46 Fachadas Modulo 1 del proyecto.....	89
Figura 47 Corte longitudinal arquitectónico	89
Figura 48 Redes suministro agua fría y caliente.....	90
Figura 49 Redes Sanitarias	91
Figura 50 Red eléctrica	92
Figura 51 Circuitos de potencia e iluminación	93
Figura 52 Programas de Coordinación	94
Figura 53 Pasos en Revit para la ejecucion de interferencias.....	95
Figura 54 Comprobación de Interferencias	95
Figura 55 Interferencia entre tomacorriente y Muro	96
Figura 56 Interferencia entre muro y lavamanos	96

Figura 57 Exportación de Revit a Navisworks	97
Figura 58 Herramienta Clash Detective.....	97
Figura 59 Cuadro de Clash Detective	98
Figura 60 Interferencia de Columna con Placa de entepiso	99
Figura 61 Interferencia entre Cabinas de duchas.....	99
Figura 62 Ventana para realizar Informes de Inconsistencias	100
Figura 63 Tabla Informes de Conflictos Navisworks.....	101
Figura 64 Informe de Conflictos en imágenes.....	101
Figura 65 Navegador de Proyectos.....	102
Figura 66 Computo de Materiales Paso 1	103
Figura 67 Propiedad de Computo de materiales Paso 2	103
Figura 68 Cantidades de Muros Paso 3	104
Figura 69 Configuración del Navegador de Proyectos.....	105
Figura 70 Plano de Cimentación y Primer Piso.....	105
Figura 71 Plano de Corte longitudinal y transversal.....	107
Figura 72 Corte de Zapata y Columna.....	108
Figura 73 Barra de herramientas Simulación de Proyectos	109
Figura 74 Cuadro de Árbol de selección y Conjuntos.....	109
Figura 75 Barra de simulación Timeliner	110

Figura 76 Simulaciones	110
Figura 77 Beneficios de la realidad virtual	112
Figura 78 Exportar modelo en IFC	113
Figura 79 Pasos del modelado al renderizado	114
Figura 80 Exportación a Twinmotion o datasmith	114
Figura 81 Uso de Twinmotion para renderizar	115
Figura 82 Render Clima Calido	116
Figura 83 Render Clima Invierno	117
Figura 84 Ventanas de herramientas Twinmotion	117
Figura 85 Render interno	118
Figura 86 Render de Área de entrenamiento Funcional.	118
Figura 87 Realidad virtual mediante Augin.....	119

Lista de Tablas

Tabla 1	Grupo al que pertenece el equipamiento según la NSR-10 TITULO K.....	34
Tabla 2	Subgrupo al que pertenece el equipamiento según la NSR-10 TITULO K.....	35
Tabla 3	Índice de ocupación según la norma.....	35
Tabla 4	Usos del suelo donde se ubicó la propuesta.....	51
Tabla 5	Tabulación de las encuestas aplicadas. Generalidades 1	58
Tabla 6	Usos BIM	75
Tabla 7	EIR utilizados en el proyecto	77

Resumen

La Organización Mundial de la Salud destaca la importancia del deporte para la salud. Sin embargo, en Madrid, Cundinamarca, la escasez de equipamientos deportivos limita la actividad física de sus habitantes. Este proyecto propone construir una instalación deportiva multipropósito, diseñada para adaptarse a diversas disciplinas y promover el bienestar social, económico y cultural de la región. La infraestructura contará con espacios polivalentes, tecnología avanzada (sistemas de automatización, realidad aumentada) y materiales sostenibles, estableciendo un nuevo estándar en arquitectura deportiva. Paralelamente, se busca implementar la metodología BIM en el sector de la construcción de la región. A través de modelos 3D y bases de datos coherentes, se logrará una mayor sinergia entre las diferentes especialidades involucradas en un proyecto arquitectónico. El objetivo es establecer directrices claras para una ejecución óptima, garantizando la calidad y eficiencia de las construcciones. La implementación de BIM en la construcción de la instalación deportiva permitirá una gestión más eficiente del proyecto, desde la fase de diseño hasta la ejecución. Además, los datos obtenidos a través de BIM podrán ser utilizados para optimizar el funcionamiento de la instalación y mejorar la experiencia de los usuarios. Este proyecto busca abordar la necesidad de espacios deportivos en Madrid, Cundinamarca, y al mismo tiempo impulsar la adopción de tecnologías de vanguardia en el sector de la construcción, generando un impacto positivo en la calidad de vida de los habitantes.

Palabras clave: Deporte, Equipamiento multipropósito, Alto Rendimiento, Espacios polivalentes, Bienestar, Coordinación y metodología BIM.

Abstract

The World Health Organization highlights the importance of sports for health. However, in Madrid, Cundinamarca, the scarcity of sports facilities limits physical activity among its inhabitants. This project proposes the construction of a multi-purpose sports facility, designed to adapt to various disciplines and promote the social, economic, and cultural well-being of the region. The infrastructure will feature versatile spaces, cutting-edge technology (automation systems, augmented reality), and sustainable materials, setting a new standard in sports architecture. In parallel, the implementation of the BIM methodology in the region's construction sector is sought. Through 3D models and coherent databases, greater synergy will be achieved among the various specialties involved in an architectural project. The goal is to establish clear guidelines for optimal execution, ensuring the quality and efficiency of constructions. The implementation of BIM in the construction of the sports facility will allow for more efficient project management, from the design phase to execution. Additionally, data obtained through BIM can be used to optimize the facility's operation and enhance the user experience. This project aims to address the need for sports spaces in Madrid, Cundinamarca, while simultaneously promoting the adoption of cutting-edge technologies in the construction sector, generating a positive impact on the quality of life of the inhabitants.

Keywords: Sports, Multipurpose equipment, Multipurpose spaces, High performance, Multipurpose spaces, Well-being, Connectivity, Coordination, BIM methodology.

Introducción

En la actualidad, la promoción de estilos de vida saludables y el bienestar integral son prioridades hoy en día, sin embargo, persiste el acceso limitado a instalaciones deportivas, lo que restringe oportunidades en muchas regiones, esta problemática es evidente en la Sabana Occidental de Cundinamarca, donde la falta de equipamientos deportivos multipropósito ha obstaculizado la práctica deportiva y el desarrollo del alto rendimiento.

Ante esta situación, se propone un enfoque metodológico que combina análisis cualitativos y cuantitativos, esto incluye caracterizar la información por municipio, las necesidades de deportistas de alto rendimiento, las condiciones de las instalaciones existentes y las demandas de actividades físicas, surgen variables clave, que influyen en el diseño óptimo del complejo, como las disciplinas deportivas, los requerimientos de infraestructura, los niveles de rendimiento, los aspectos biomecánicos y las condiciones ambientales.

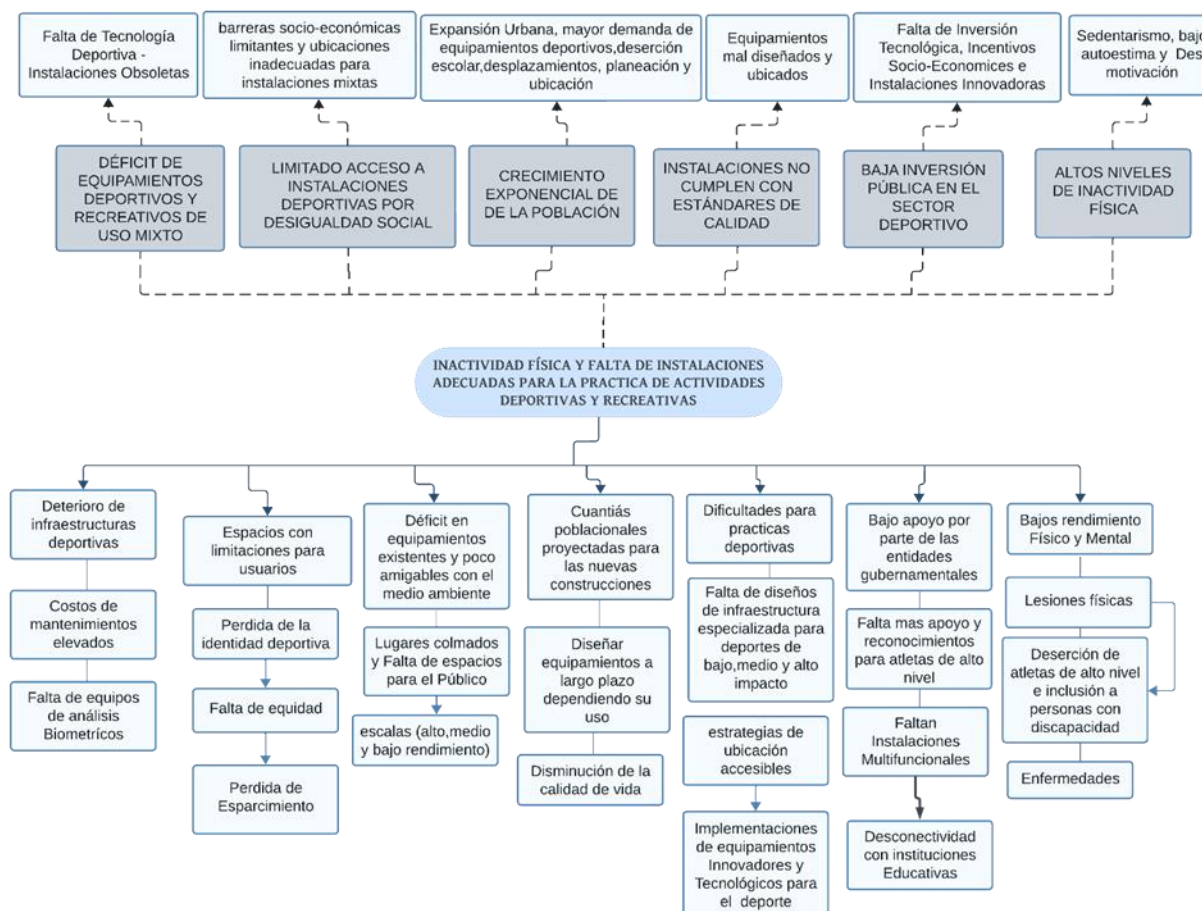
Al incorporar la metodología Building Information Modeling (BIM) en el proceso de diseño y planificación, busca optimizar la gestión del proyecto desde su concepción hasta su operación, esta herramienta permite una colaboración interdisciplinaria eficiente, mejora la precisión en la estimación de costos y tiempos, facilita hallar posibles irregularidades entre el diseño. Además, el uso de BIM posibilita una mejor visualización del proyecto, lo que ayuda a tomar decisiones acertadas en cuanto al proceso diseño-construcción.

Con base a este enfoque, se propone un innovador complejo deportivo que brinda espacios confortables, seguros, sostenibles y adaptados a las necesidades de los usuarios, la implementación de BIM mejora la eficiencia de la construcción y refuerza las bases para una gestión optimizada a lo largo del ciclo de vida de la instalación.

CAPÍTULO 1 FORMULACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

La carencia de instalaciones y equipamientos deportivos accesibles para la población en la región de la sabana occidental en Cundinamarca ha sido identificada como un factor que contribuye al incremento de la inactividad física y el sedentarismo en la sociedad contemporánea, lo que acarrea serias implicaciones para la salud pública a nivel local, nacional y global. Por consiguiente, es crucial realizar una investigación exhaustiva sobre las causas y efectos de esta deficiencia, con el propósito de proponer soluciones efectivas que promuevan la práctica regular de actividad física entre los residentes de la región.

Además, creemos en el poder del deporte para transformar vidas. Por eso, estamos desarrollando un modelo que permita a personas de todas las edades y niveles acceder a herramientas y recursos para mejorar su condición física y mental. Nuestro objetivo es fomentar una cultura deportiva inclusiva y accesible, donde todos tengan la oportunidad de alcanzar su máximo potencial.

Figura 1.*Árbol de Problemas en la región de la sabana occidental*

Nota: Se identificaron 8 problemáticas relevantes en la región de la sabana occidental. Elaboración propia

Planteamiento Problema

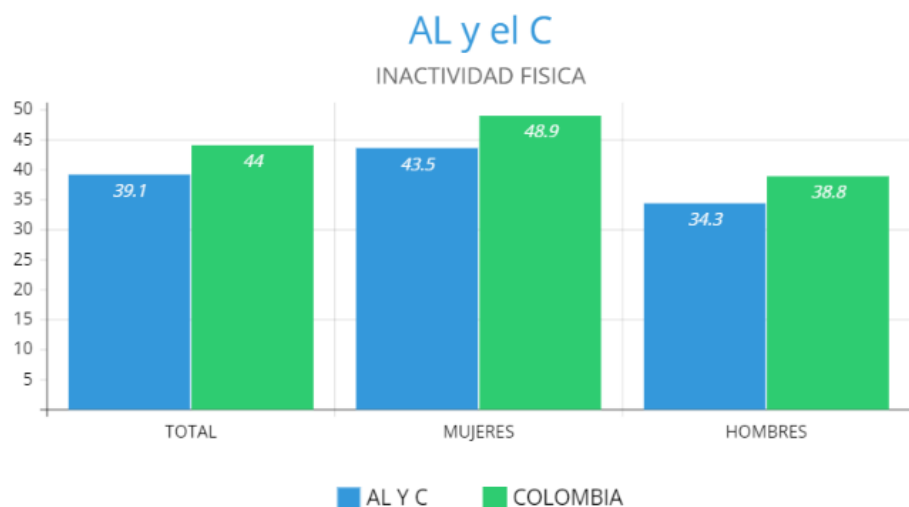
La escasez de equipamientos multipropósitos en la región de la Sabana Occidental de Cundinamarca plantea un desafío significativo que impacta tanto a los atletas de alto rendimiento como a la población en general, la falta de tecnologías, equipamiento biomecánico, terapias y mecanismos de entrenamiento avanzados, así como la ausencia de atención integral a la salud Física y mental sin discriminación social, restringe las oportunidades para la práctica deportiva.

Esta problemática se agrava debido a la alta tasa de sedentarismo y las deficiencias en la participación en actividades deportivas, especialmente entre jóvenes, adultos y personas de la tercera edad, los espacios para la práctica deportiva son escasos, distantes, presentan mal estado y algunos resultan muy costosos, lo que contribuye a la falta de motivación en la población para apoyar a los nuevos atletas.

Se identifica que en Madrid es uno de los municipios que enfrenta un desafío significativo relacionado con la inactividad física de su población y las deficiencias en las instalaciones deportivas y de alto rendimiento. De acuerdo al Plan Estratégico Sectorial Deporte, Recreación y Actividad Física 2023-2026, realizado por el Ministerio del Deporte (2023), se estableció que el país tiene bajos niveles de actividad física en su población (niños, adultos y adultos mayores), dando como resultado que un 44% de la población nacional se encuentra dentro de los niveles de inactividad física, estando por encima del promedio de América Latina y del Caribe que es de un 39.1%; esto se debe a la falta de planificación, concientización y de inversión al área deportiva y cultural.

Figura 2.

Prevalencia de la inactividad física en América Latina y el Caribe– AL y C Vs. Colombia



Nota: Adaptado de *Plan Estratégico Sectorial Deporte, Recreación y Actividad Física 2023-2026*, Guthold, Stevens, Riley, & Bull, 2018 como se cita en Mindeportes 2023.

(https://www.mindeporte.gov.co/recursos_user/2024/PLANEACION/Plan_Estrategico_Ministerio_del_Deporte_2023-2026_%28versio%CC%81n_final_18-01-2024%29.pdf)

Principalmente, en el municipio de Madrid, situado a 21 km de Bogotá, se analizan bajos niveles de participación en actividad física, afectando directamente las metas establecidas en los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) a nivel mundial; según la Organización Mundial de la Salud (OMS, 2019) “las medidas normativas sobre la actividad física reportan beneficios física reportan beneficios sanitarios, sociales y económicos multiplicadores y contribuirán directamente al logro del ODS 3 (buena salud y bienestar)” (p.7). También, hay deficiencia en las infraestructuras deportivas, desigualdad en el acceso al deporte, falta de cultura deportiva, sostenibilidad del deporte, falta de variedad en los programas deportivos y su divulgación.

Uno de los factores negativo es el estado de abandono de las instalaciones deportivas existentes, esto se debe, a la falta de un mantenimiento adecuado y a los altos costos asociados con su reparación y conservación, como resultado, los atletas y deportistas locales se ven

obligados a practicar en espacios inseguros y poco funcionales, aumentando el riesgo de lesiones y desmotivando su participación.

Todo esto demostró la necesidad expuesta en las mesas de participación que se realizaron con la comunidad de la Alcaldía de Madrid (2020) de *Plan Municipal de desarrollo 2020-2023*, donde el diagnóstico que se obtuvo fue el siguiente “Las necesidades en materia de deporte, salud y cultura, se centran básicamente en la ausencia de escenarios deportivos que incentiven la actividad física diaria hasta convertirlo en parte integral de la sociedad” (p. 99).

Figura 3.

Graficas de los Escenarios deportivos



Nota. Nota: Adaptado de *Plan de desarrollo Madrid crece contigo 2020-2024*, informe mesas de participación de Madrid 2020 como se cita en el plan de desarrollo de Madrid 2020.

(<https://www.efr-cundinamarca.gov.co/sites/default/files/efr-pdf/45891-pdm-final-madrid1.pdf>)

El municipio enfrenta un déficit alarmante de equipamientos deportivos, con instalaciones que no cumplen los estándares de calidad. Problemas como la obsolescencia, la

falta de tecnología avanzada y las deficiencias de diseño limitan las oportunidades de la población para mantenerse activa y del desarrollo del alto rendimiento, esto ha provocado un aumento de enfermedades y lesiones, desmotivación y deserción deportiva, así como un desgaste de la identidad y cultura deportiva en la región. El talento local ve limitadas sus posibilidades de alcanzar el máximo rendimiento y representar al municipio en competencias. Esta problemática multifacética requiere una solución integral y visionaria, enfocada en la falta de instalaciones adecuadas para la práctica deportiva, recreativa y cultural.

Pregunta Problema

¿Qué características arquitectónicas debería tener un complejo multipropósito centrado en el desarrollo y preparación deportiva de alto rendimiento para atletas y promover la actividad física en la población de la región de la sabana occidental?

Objetivos

Objetivo General

Diseñar un complejo multipropósito de alto rendimiento que forme atletas de alto nivel en cualquier disciplina deportiva e impulse la práctica de actividades físicas y recreativas, mediante espacios flexibles, innovadores, prácticos y funcionales que respondan a las necesidades de los usuarios.

Objetivos Específicos

- Realizar un diagnóstico integral y participativo de las necesidades y demandas de la población deportiva de la región, en materia de actividades físicas y recreativas, con el fin de garantizar el diseño y su funcionalidad.

- Proponer un modelo de gestión integral para el complejo multipropósito, garantizando su operación eficiente, sostenible y equitativa a través de la creación de espacios inclusivos y accesibles para todos los usuarios.
- Utilizar la metodología BIM para coordinar el diseño del complejo multipropósito de alto rendimiento logrando espacios polivalentes y adaptables para diferentes tipos de actividades deportivas, previniendo la accesibilidad, la seguridad y la sostenibilidad.

Justificación

El acceso a la práctica de actividades físicas, deportivas y culturales es un derecho fundamental reconocido tanto en la Constitución Política de Colombia (1991), como por organizaciones internacionales como la OMS. Estas actividades contribuyen al bienestar físico, mental y emocional de las personas, promoviendo estilos de vida saludables. Sin embargo, en la actualidad, los niveles de inactividad física en Colombia son alarmantes, con un 48,9% en mujeres y un 38,8% en hombres, según investigaciones recientes (Brechas de Género, 2020). Esta situación se ve agravada por la falta de propuestas concretas y la insuficiencia de espacios adecuados para la realización de estas actividades.

El artículo 52 de la Constitución Política de Colombia (1991) establece que "se reconoce el derecho de todas las personas a la recreación, a la práctica del deporte y al aprovechamiento del tiempo libre". En este sentido, el estado tiene la responsabilidad de proteger y facilitar el acceso a estos derechos, proporcionando a la población espacios agradables, amigables con el medio ambiente y funcionales, donde se puedan llevar a cabo actividades físicas y deportivas que beneficien la salud de los ciudadanos.

Por otro lado, según el Balance de Diálogos Regionales Vinculantes (2023), en el departamento de Cundinamarca se requiere un ordenamiento de escenarios deportivos que fomente la participación y la motivación en el deporte, tanto a nivel recreativo como de rendimiento y alto rendimiento. Por lo tanto, es crucial que el estado no solo garantice el acceso a espacios deportivos inclusivos y funcionales, sino también que promueva la participación en el deporte, fomentando hábitos saludables y descubriendo talentos emergentes en el departamento de Cundinamarca.

Además, según el plan de desarrollo municipal *Cultivando con amor por Madrid 2024-2028* emitido por la Alcaldía de Madrid, Cundinamarca (2024), las infraestructuras deportivas en Madrid Cundinamarca se encuentran en un atraso significativo en comparación con otros municipios de la sabana como lo son Funza o Mosquera, esto se debe a que las instalaciones siguen siendo las mismas desde el siglo XX, y no son capaces de prestar un adecuado servicio a la población que sigue en un crecimiento exponencial.

En este contexto se propone diseñar un Complejo Multifuncional innovador y flexible para abordar la problemática desde una perspectiva arquitectónica y urbanística, este proyecto aspira a convertirse en un referente de infraestructura multipropósito, capaz de generar un impacto positivo en la comunidad deportiva cumpliendo con los altos estándares resolviendo deficiencias, y creando bases para un futuro prometedor en el ámbito deportivo de la región.

Hipótesis

El planteamiento y el diseño para el desarrollo de un Complejo Multipropósito Deportivo y Recreativo de alto rendimiento con características flexibles, innovadoras y funcionales, que contribuirá significativamente a mejorar la calidad de vida y el bienestar social de la región. Este

complejo facilitará el acceso a la actividad física, generando impactos positivos en la salud física y mental de las personas, así como en la cohesión social y el desarrollo de habilidades socioemocionales.

Asimismo, la incorporación de espacios dedicados a la promoción de la cultura deportiva, la salud física y psicológica, la recuperación deportiva, la preparación profesional, no solo a los atletas, sino que también para capacitar y brindar apoyo a los centros e instalaciones de la región, es fundamental crear conciencia sobre la importancia de mejorar las instalaciones deportivas y brindar una zona de confort para los distintos usuarios. Se recomienda difundir los beneficios que brindará este mega equipamiento no solo beneficiando a los usuarios sino también conectado todos los equipamientos deportivos cubiertos y al aire libre en la región, es necesario implementar estrategias para el mejoramiento colectivo y así, promover la colaboración entre los diferentes centros e instalaciones para fortalecer el núcleo deportivo de la sabana occidental, esto contribuirá a la creación de una red de instalaciones deportivas que trabajen de manera coordinada y ofrezcan servicios de alta calidad a la comunidad y a los atletas sobrevalorados.

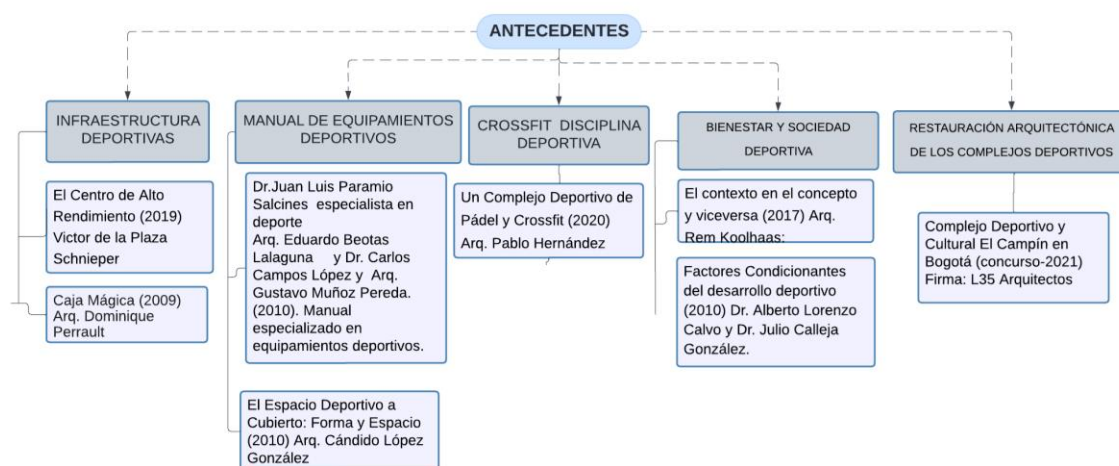
CAPITULO 2 MARCOS DE REFERENCIA DE LA INVESTIGACIÓN

Antecedentes

Diseñar un Complejo Multipropósito Deportivo de Alto Rendimiento requiere unas bases sólidas y multidisciplinarias, este marco de referentes reúne aportes teóricos y prácticos para impulsar el desarrollo de este proyecto en la regional enfatizando en espacios que respondan a las necesidades de los usuarios.

Figura 4.

Mapa operativo de los antecedentes para complejos deportivos



Nota. Se evidencia antecedentes relevantes para el proceso de dirección de la investigación. Elaboración propia.

El Complejo Cultural y Deportivo El campín, diseñado por L35 Arquitectos (2021), propone una renovación integral que combina innovación y tradición. Otros como El Espacio Deportivo a Cubierto: Forma y Espacio escrito por López (2010) y el Manual de Equipamientos e instalaciones Deportivos. Paramito et al. (2010) todos ellos concuerdan en sus análisis sobre espacios deportivos cubiertos, destacando su evolución desde simples recintos hasta convertirse en centros multifuncionales.

Mientras López (2010) enfatiza estos espacios como puntos de encuentro social y expresión cultural, Paramito et al. (2010) complementa esta visión al profundizar en aspectos técnicos como la seguridad, el confort y la accesibilidad universal, estableciendo así una base integral para el diseño de instalaciones deportivas modernas.

La propuesta de diseñar un complejo multipropósito de alto rendimiento que forme atletas de alto nivel y promueva la práctica de actividades físicas y recreativas se encuentra alineada con las tendencias actuales en el diseño de instalaciones deportivas. Proyectos como el Complejo Cultural y Deportivo El Campin, liderado por L35 (2021), Arquitectos, ejemplifican cómo la innovación y la sostenibilidad pueden integrarse en espacios flexibles y funcionales. Este complejo no solo responde a las necesidades deportivas, sino que también actúa como un catalizador social y cultural, reflejando la identidad de la ciudad.

Asimismo, la evolución de los espacios deportivos cubiertos, tal como lo analizan López y Paramito en sus libros, subraya la importancia de concebir estos lugares como centros multifuncionales que fomentan la interacción social y la expresión cultural. Al enfatizar aspectos técnicos como la seguridad, el confort y la accesibilidad universal, se establece un marco integral que debe guiar el diseño de instalaciones deportivas modernas.

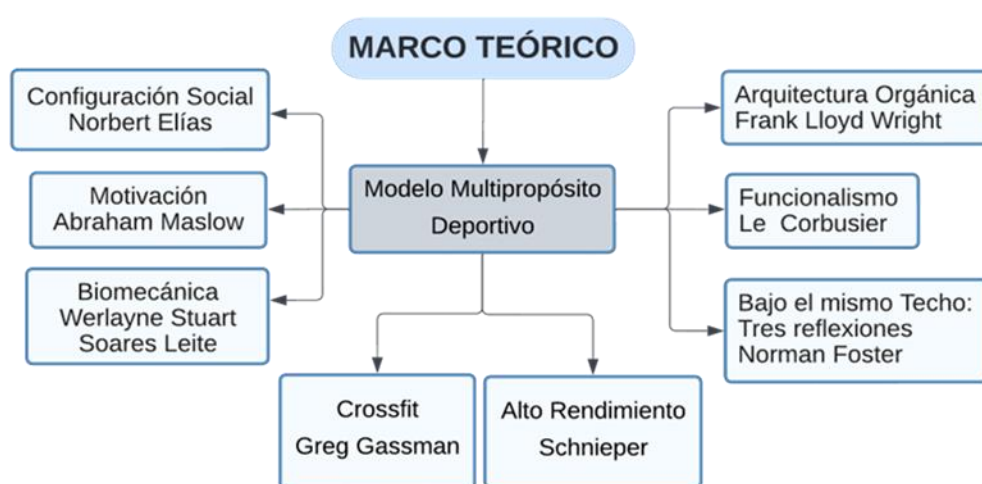
En este contexto, el diseño del complejo multipropósito debe priorizar la creación de espacios innovadores y adaptables, que no solo atiendan las necesidades de los atletas, sino que también enriquezcan la comunidad y promuevan un estilo de vida activo y saludable. Al integrar estos principios, se logrará un espacio que trascienda lo meramente deportivo, convirtiéndose en un referente de inclusión, sostenibilidad y bienestar social.

Marco teórico

Para el desarrollo de un modelo deportivo integral requiere la integración de diversas teorías y enfoques que aborden los múltiples aspectos que influyen en la práctica y el diseño de espacios deportivos, en este mapa operativo, se referencian ocho teorías clave para la construcción de un marco sólido que respalde el modelo propuesto.

Figura 5

Mapa operativo del marco teórico



Nota. Mapa operativo del Marco Teórico sobre factores importantes en el deporte.

Las teorías presentadas conforman un marco integral para el desarrollo deportivo y arquitectónico: Según Maslow A.H (1943), “la motivación enfatiza la autorrealización como impulso fundamental del desarrollo humano” (p. 370); la biomecánica de Gray Cook establece las bases científicas para optimizar el movimiento y prevenir lesiones; la sociología deportiva de Norbert Elías destaca la importancia de las relaciones e interdependencias sociales; el funcionalismo de Le Corbusier prioriza la utilidad sin descuidar la estética; y los principios del CrossFit de Greg Gassman definen nueve capacidades físicas esenciales para el desarrollo

atlético integral. Todo esto se complementa con la visión de Norman Foster sobre la importancia del lugar, la sostenibilidad y la luz en el diseño arquitectónico.

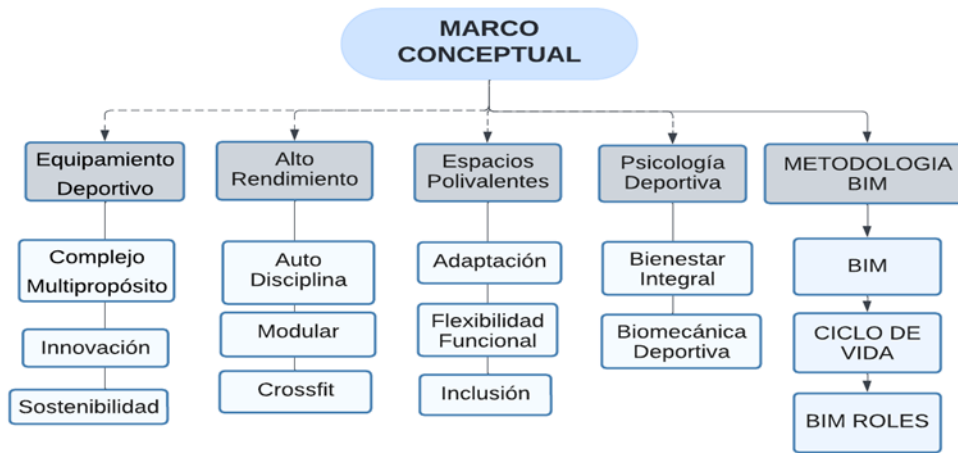
En conjunto, estas teorías sugieren que un espacio deportivo exitoso debe integrar aspectos físicos, psicológicos, sociales y arquitectónicos para crear ambientes que no solo faciliten el rendimiento deportivo, sino que también fomenten el desarrollo personal y la conexión comunitaria.

Las teorías nombradas forman un marco integral que se alinea con el objetivo general, la motivación de Maslow resalta la autorrealización, sugiriendo que el diseño debe inspirar a los atletas a alcanzar su máximo potencial; la biomecánica de Gray Cook asegura que los espacios sean funcionales y seguros, optimizando el movimiento y previniendo lesiones; la sociología deportiva de Norbert Elías enfatiza la importancia de las relaciones sociales, lo que implica crear ambientes que fomenten la interacción y la comunidad. El funcionalismo de Le Corbusier aboga por la utilidad y la estética, esenciales para atraer a los usuarios.

Finalmente, los principios del CrossFit y la visión de Norman Foster sobre sostenibilidad refuerzan la necesidad de un diseño innovador y respetuoso con el entorno, así, al integrar estas teorías, se logra un complejo que no solo forma atletas de alto nivel, sino que también promueve el desarrollo personal y la cohesión social.

Marco conceptual

El marco conceptual para el diseño del complejo Deportivo se basa en una serie de conceptos claves para orientar el diseño y funcionamiento de espacios polivalentes, amigables y que atribuyan al bienestar integral de los usuarios.

Figura 6*Mapa operativo del marco Conceptual**Nota:* Elaboración propia.

Estos son algunos de los conceptos claves para el desarrollo de la investigación presente:

Equipamiento deportivo

Es un conjunto de elementos y servicios fijos y móviles que facilitan la práctica deportiva o su observación y que contribuyen de forma importante, a ofrecer unas condiciones de comodidad, seguridad, higiene, accesibilidad, limpieza y otras necesidades para todos los usuarios (Paramito et al., 2010, p.17).

Complejo Multipropósito

Es un espacio diseñado para realizar varias actividades en un mismo espacio, siendo flexible y adaptable al momento o el uso que se le asigne, de esta forma garantiza espacios accesibles e inclusivos.

Sostenibilidad

Según el Arq. Norman Foster (2022) hace referencia a sostenibilidad con cinco complementos que son armonía, eficiencia energética, materialidad, bienestar humano y la regeneración Urbana como la capacidad de satisfacer las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades.

Alto Rendimiento

Según el experto en alto rendimiento deportivo Dr. Alejandro Lucía Mulas, puede definirse como: "El nivel más alto de práctica deportiva posible, donde el objetivo último es maximizar el rendimiento individual o grupal, mediante un entrenamiento planificado y científico, empleando métodos y técnicas avanzadas de preparación que permitan optimizar todas las capacidades de los deportistas" (Lucía, A., 2020).

Espacios Polivalentes

Según López (2012), el concepto implica una flexibilidad en el diseño arquitectónico que permita la reconfiguración y el uso múltiple de las instalaciones deportivas cubiertas. Esto puede lograrse mediante diseños modulares, áreas adaptables, sistemas de divisiones móviles, entre otros recursos arquitectónicos. La mirada retrospectiva revela vínculos desde el mundo clásico hasta la época contemporánea y la polivalencia en las instalaciones deportivas a cubierto, aunque diseñadas para un deporte específico, pueden alojar puntualmente otras especialidades deportivas.

Bienestar Integral

Según Ramírez (2019), se debe entender que "El deporte no solo mejora la condición física, sino que también contribuye al bienestar integral del individuo al promover el equilibrio

entre la mente, el cuerpo y las emociones. Una práctica deportiva regular y consciente puede reducir el estrés, aumentar la autoestima y fomentar un estilo de vida saludable" (p. 25).

Biomecánica deportiva

Es una ciencia que estudia el movimiento humano durante la actividad física, combinando tecnología avanzada y análisis científico y su objetivo es doble: optimizar el rendimiento atlético y prevenir lesiones, mediante el estudio de fuerzas, patrones de movimiento y cargas mecánicas. Como parte de la biometría deportiva, incorpora mediciones de variables físicas, fisiológicas y psicológicas, utilizando herramientas como la captura de movimiento y la electromiografía para proporcionar datos precisos que mejoren el entrenamiento y el rendimiento deportivo (Knudson, 2007; Hattery, 2017; Isson, 2018).

Diagnostico Integral

Es un enfoque multidisciplinario que busca evaluar de manera exhaustiva todos los factores que influyen en el rendimiento de un atleta, esta práctica, respaldada por numerosos estudios y recomendada por organizaciones como el Comité Olímpico Internacional, permite una individualización del entrenamiento y una optimización del rendimiento deportivo (Bompa, 2002; Sánchez Galán, 2017).

Modelo de gestión integral

La gestión de proyectos en el deporte de alto rendimiento se basa en principios establecidos por autores como Tudor Bompa y Ángel Sánchez Galán, quienes han destacado la importancia de la planificación a largo plazo, la motivación del atleta y la adaptación a las demandas específicas de cada deporte. El Comité Olímpico Internacional, por su parte, ha establecido directrices generales para el desarrollo de programas de alto rendimiento, enfatizando

la necesidad de una gestión integral que abarque aspectos físicos, psicológicos y sociales" (Bompa, 2002; Sánchez Galán, 2017; COI, 2023).

Building Information Modeling (BIM)

Es un enfoque innovador para gestionar proyectos de construcción, a través de un modelo digital en 3D, se puede visualizar el proyecto en todas sus fases, desde el diseño inicial hasta la construcción y su mantenimiento. Esto permite anticipar posibles problemas, disminuir costos y elevar la calidad del resultado final. Además, el BIM promueve la colaboración entre los distintos equipos de trabajo, lo que optimiza los procesos y aumenta la eficiencia.

PAS 1192

Son series de estándares británicos que definen los procesos y procedimientos para la implementación de la metodología BIM en la industria de la construcción.

COBIE (Construction Operations Building Information Exchange)

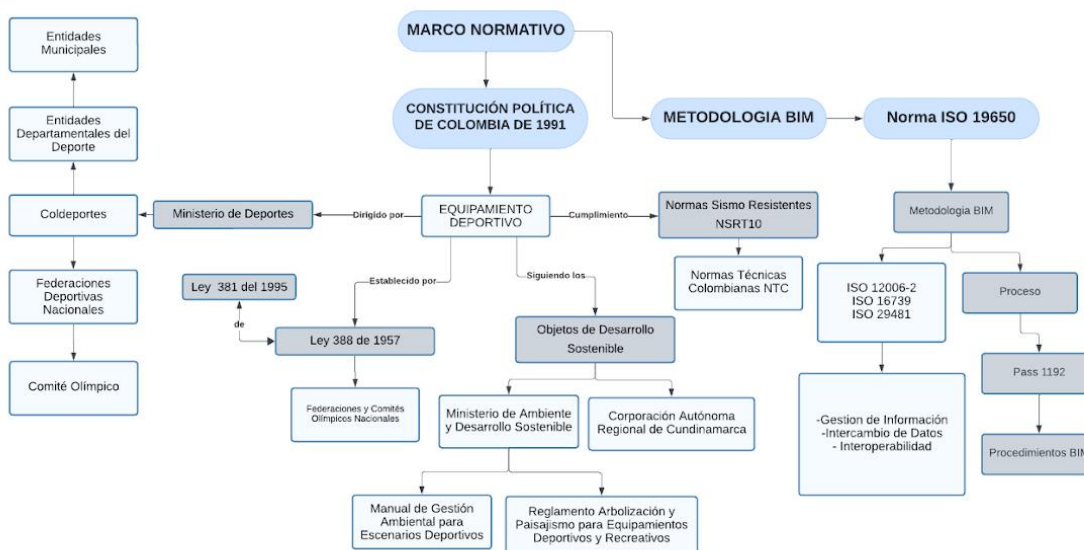
Son estándar para la entrega de información de construcción operativa, que define los formatos de datos y la estructura para la entrega de información de activos de construcción.

Marco Legal

El marco legal se estructura de forma jerárquica, partiendo de la Constitución Nacional como ley suprema, las leyes, decretos, entre otros, seguido de entes nacionales como lo son el ministerio de deportes, Coldeportes que rigen y deciden sobre el diseño y la construcción de las instalaciones deportivas a nivel nacional en concordancia con la norma sismo resistente NSR10 y los objetivos de desarrollo sostenible ODS a nivel global.

Figura 7

Mapa operativo del orden jerárquico del marco legal



Nota: Elaboración propia de mapa operativo normativo que aplica a un complejo deportivo.

La norma aplicada para el complejo Multipropósito está regida por el ministerio del deporte donde sobresalen algunas de las siguientes normas que son esenciales para la elaboración del proyecto propuesto.

Manual de Escenarios Deportivos MED

El Ministerio del Deporte creó el Manual de Escenarios Deportivos (MED) en 2018 en cuatro módulos los cuales anualmente se van actualizando. Estos módulos proporcionan medidas y condiciones específicas para la construcción de escenarios deportivos destinados a una variedad de deportes de alto rendimiento. El objetivo de estos escenarios, que serán implementados en varios departamentos de Colombia, incluyendo el municipio de Madrid, es crear nuevos lugares para la actividad física, el uso del tiempo libre, la capacitación de atletas y el entrenamiento de atletas de alto rendimiento. En general, la norma tiene como objetivo

establecer estándares técnicos y su implementación durante el proceso de construcción de estos escenarios deportivos. Esto permite una mayor articulación entre los actores involucrados en la promoción del deporte y la actividad física en todo el país, como entidades departamentales, municipales y nacionales.

Ley 388/1997

Esta sienta las bases y principios generales para el ordenamiento territorial en Colombia y tiene como objetivo dar a los municipios aprobación y autoridad para administrar y controlar el uso de su territorio de manera medida y de acuerdo con los objetivos establecidos en esta.

Resolución 896 de 2022

Esta resolución tiene como objetivo facilitar y regular la planificación y desarrollo de instalaciones deportivas y recreativas en Colombia, asegurando su sostenibilidad y eficiencia. También busca la implementación de mecanismos de accesibilidad busca crear un entorno inclusivo y accesible para que todos puedan disfrutar del deporte y la recreación sin obstáculos.

Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS)

los objetivos que se aplican al proyecto son los siguientes:

- **ODS 3: Salud y Bienestar:** Promover la salud y el bienestar de los usuarios mediante la creación de espacios que fomenten la actividad física y estilos de vida saludables.
- **ODS 5: Igualdad de Género:** Garantizar la igualdad de oportunidades y el acceso a las instalaciones deportivas y recreativas para mujeres y niñas.
- **ODS 9: Industria, Innovación e Infraestructura:** Diseñar infraestructuras deportivas innovadoras y sostenibles que utilicen tecnologías avanzadas, como el BIM, para optimizar el proceso de construcción.

- **ODS 11 Ciudades y Comunidades Sostenibles:** Proporcionar acceso universal a zonas verdes y espacios públicos seguros, inclusivos y accesibles. Promover la planificación urbana integrada y sostenible para la creación de equipamientos deportivos y recreativos.
- **ODS 13 Acción por el Clima:** Diseñar instalaciones sostenibles y resilientes al cambio climático, con medidas de eficiencia energética y gestión de residuos.

Estos ODS pueden guiar el diseño y la implementación del complejo, asegurando que no solo cumpla con su propósito deportivo, sino que también contribuya al desarrollo sostenible y al bienestar de la comunidad (OMS.2019).

Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente NSR-10 TITULO K

Establecen los requisitos que deben cumplir las edificaciones de uso deportivo y recreativo para garantizar su adecuado comportamiento estructural y funcional. Se proporciona un marco normativo completo que regula aspectos estructurales, funcionales, de seguridad y accesibilidad, que deben cumplirse obligatoriamente en el diseño y construcción de cualquier infraestructura deportiva en Colombia, como se evidencia el grupo al que pertenece el equipamiento propuesto.

Tabla 1

Grupo al que pertenece el equipamiento según la NSR-10 TITULO K

Grupo y sub grupo de ocupación	Clasificación	Sección
LUGARES DE REUNIÓN		K 2.7
L-1	Deportivos	
L-2	Culturales	
L-3	Sociales y Recreativos	
presenta una lista de grupos y subgrupos de ocupación destinada a la clasificación de edificaciones y espacios		

Nota. Tomado y ajustado del título k de la NSR-10.

Tabla 2

Subgrupo al que pertenece el equipamiento según la NSR-10 TITULO K.

L-1 y L-3	
Subgrupo de ocupación lugares de reunión deportivos	Subgrupo de ocupación lugares de reunión sociales y recreativos
Estadios	Centros de Recreación
Gimnasios	Clubes
Carpas y espacios Abiertos	Salones de Baile
Piscinas	Bibliotecas
Poligonos	Salones de Juegos
Hipodromos- Coliseos	salones de reuniones
entre otros similares	entre otros similares

Nota. Tomado y ajustado del título k de la NSR-10.

Tabla 3

Índice de ocupación según la norma

L	LUGARES DE REUNIÓN	
	Uso concentrado (Sin asientos)	0.5
	Uso concentrado (Asientos no fijos)	0,7
	Uso menos concentrado (Mesas y asientos)	1.4
	Uso con asientos fijos	Según número de asientos
	Asientos tipo grada	450 mm lineales por persona
	Casinos y áreas similares	1
	Salas de Lectura	4.6
	Zonas de Estantería de Libros	9.3
	Piscinas (lámina de agua)	4.6
	Piscinas (Deck)	1.4
	Escenarios	1.4
	Salas de ejercicios con equipos	4.6
	Salas de ejercicios sin equipos	1.4
	Zonas de reclamo de equipaje	1.8
	Zonas de manejo de equipaje	28
	Zonas de espera	1.4
	Juzgados (Sin asientos fijos)	3.7
	Cocinas	9.3
M	MIXTO	Según la ocupación de cada área de acuerdo con el uso específico
P	ALTA PELIGROSIDAD	9
R	RESIDENCIAL.	18
T	TEMPORAL Y MISCELÁNEO	según ocupación

Nota: Tomado del título k de la NSR-10 usos permitidos según la norma

La normativa aplicada para el complejo deportivo de alto rendimiento está regida principalmente por el Ministerio del Deporte y demás entidades competentes a nivel nacional, departamental y municipal, estas normas son esenciales para la elaboración y desarrollo del proyecto propuesto. En primer lugar, la Constitución Política de Colombia de 1991 señala que el ejercicio del deporte y la recreación son fundamentales para la formación integral de las personas y el desarrollo de una mejor salud. Posteriormente, la Ley 181 de 1995 establece la necesidad de reglamentar lineamientos, estrategias y programas para apoyar el talento deportivo y promover el deporte de alto rendimiento en el país.

Adicionalmente, el (MED) creado por el Ministerio del Deporte en 2018 proporciona medidas y condiciones específicas para la construcción de este tipo de instalaciones. A nivel regional y local, las entidades departamentales y municipales de deporte tienen la responsabilidad de cumplir y hacer cumplir las normas establecidas a nivel nacional, así como crear reglamentos específicos para la regulación de la infraestructura deportiva en sus respectivas jurisdicciones. Finalmente, otras normativas como la Ley 388 de 1997, el Acuerdo No. 017 de 2006 del municipio de Madrid y la Resolución 896 de 2022, entre otras, serán fundamentales para garantizar que el complejo deportivo cumpla con los requisitos de planificación, accesibilidad, inclusión y sostenibilidad necesarios para su adecuado funcionamiento.

Norma ISO 19650

Define los principios y los requisitos necesarios para la gestión de la información a lo largo de todo el ciclo de vida de un activo, aplicando la metodología BIM. Se estructura en cinco secciones, que incluyen: conceptos y principios; etapas de entrega de los activos; gestión operativa de los activos; intercambio de información; y directrices para la seguridad.

Resolución 0441 de 01 de septiembre de 2020

Según el Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio de la República de Colombia promueve el uso de la metodología BIM a partir de la guía de digitalización de licencias de construcción en la modalidad de obra nueva. Este es un documento que tendrá toda la importancia y validez par la expedición de licencias de construcción en modalidad obra nueva (2020).

Norma ISO 12006-2 (Marco para el desarrollo de sistemas de clasificación)

Es una herramienta fundamental para la gestión de la información en proyectos de construcción. Al proporcionar un marco común para clasificar y estructurar los datos, contribuye a mejorar la comunicación, la colaboración y la calidad de los proyectos.

Esta Norma define categorías para clasificar los elementos de un edificio como función, forma, y material también genera un lenguaje para que todos los roles del proyecto tengan una comunicación efectiva y por último ayuda a facilitar la gestión del proyecto.

Norma ISO 16739 (Industry Foundation Classes (IFC) para el intercambio de datos en los sectores de la construcción y la gestión de instalaciones)

Esta norma establece el IFC como estándar para el intercambio de datos en el proceso BIM, permitiendo la transferencia y el uso compartido de información entre diferentes aplicaciones de software. Primero, define un esquema conceptual de los datos y, en segundo lugar, un formato de archivo para el intercambio. Los formatos utilizados incluyen express-G y XML, que describen los dominios y atributos de referencia. Aunque el contenido está principalmente dirigido a programadores y desarrolladores, entender el origen y las características de los datos también es beneficioso para los diseñadores, ya que les permite gestionar de manera adecuada la exportación de datos en formato IFC desde el software BIM utilizado.

Es decir que la normativa establece claramente todas las interacciones que un objeto BIM debe presentar, tanto en cuanto a sus características como en relación a los vínculos que genera al asociarse con otros objetos o sistemas a través de los parámetros.

Norma ISO 29481 (Manual de Entrega de Información (IDM))

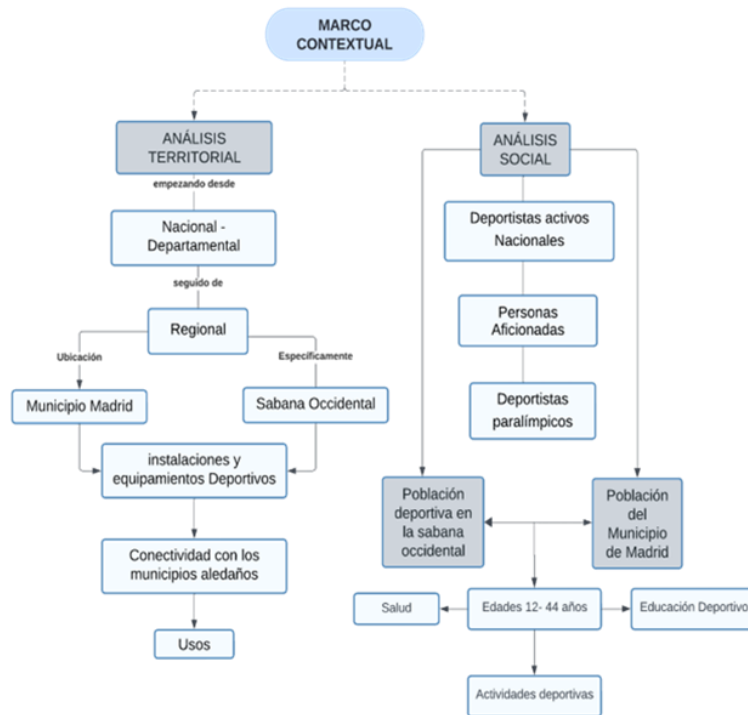
Esta norma establece un marco para el intercambio confiable de información, garantizando que los usuarios reciban datos precisos y adecuados para sus actividades. Su objetivo es facilitar la interoperabilidad entre aplicaciones de software en todas las etapas del ciclo de vida de las obras de construcción, desde la preparación hasta la demolición. Además, especifica una metodología que vincula procesos de negocio y describe los flujos de información a lo largo del ciclo de vida de los proyectos.

Marco contextual

A continuación, se analiza mediante el marco contextual dos factores de análisis claves para la propuesta, que son el ámbito territorial y social.

Figura 8

Mapa Operativo contextual



Nota. En la figura anterior se explica y resalta los puntos base del ámbito territorial y social, elaboración propia.

Escala Nacional

Colombia en términos deportivos es un país que a pesar de sus problemas económicos y sociales ha logrado formar deportistas de alto rendimiento, representando a nivel nacional y a nivel internacional. Según la Organización de los juegos nacionales y para nacionales 2023 hubo una cifra positiva con el número de deportistas activos en el país, en total se registraron 15.750 deportistas (6700 mujeres y 9050 hombres) González Grajales, S. 2023

Escala Regional

Cundinamarca es uno de los 32 departamentos que conforman la República de Colombia, se encuentra ubicado en la región central del país, ubicándose en la cordillera Oriental de los

Andes colombianos. Su capital es Bogotá D.C. Cundinamarca limita al norte con el departamento de Boyacá, al oriente con los departamentos de Meta y Casanare, al sur con los departamentos de Huila, Tolima y Meta, y al occidente con los departamentos de Tolima y Caldas.

Figura 9

Mapa de las conexiones con las diferentes regiones.



Nota. Análisis del departamento de Cundinamarca y las diferentes áreas con la sabana occidental, elaboración propia.

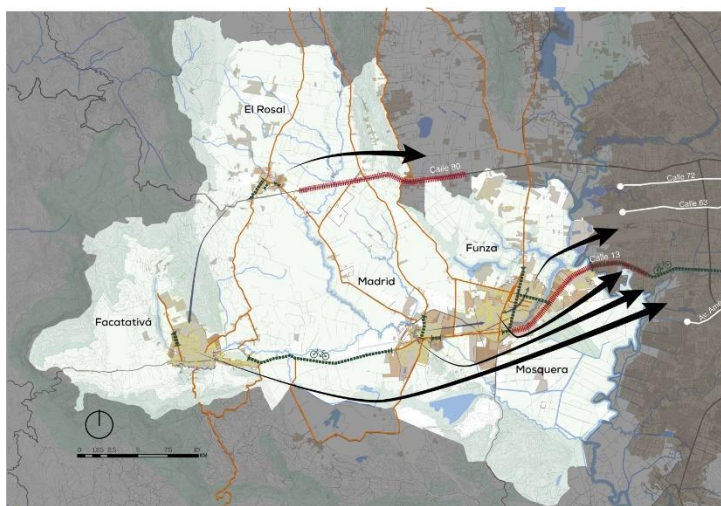
Movilidad

La **Sabana Occidental de Cundinamarca**, al estar tan cerca de Bogotá, está experimentando un rápido crecimiento y desarrollo. Sin embargo, esta expansión está generando grandes problemas en cuanto a las vías y el transporte. El principal problema es que muchas de las carreteras que conectan a la Sabana con Bogotá y otras regiones están en mal estado o son insuficientes para manejar el creciente tráfico. Esto causa congestiones, dificulta el transporte de personas y mercancías, y limita el desarrollo económico de la zona. Según el Plan Vial Regional

de la Sabana (2021), solo el 35% de las vías de esta región se encuentran pavimentadas, mientras que el 65% restante son vías en afirmado o en mal estado.

Figura 10

Conexiones Insuficientes y Saturadas



Nota. Tomado de Plan estratégico de desarrollo para sabana occidente a 2051 PROBOGOTA 2022

(https://www.probogota.org/proyectos_desarrollo/plan-estrategico-de-desarrollo-para-sabana-occidente-el-rosal-facatativa-funza-madrid-y-mosquera-a-2051-y-sus-proyectos-detonantes-fases-1/)

Sabana Occidental

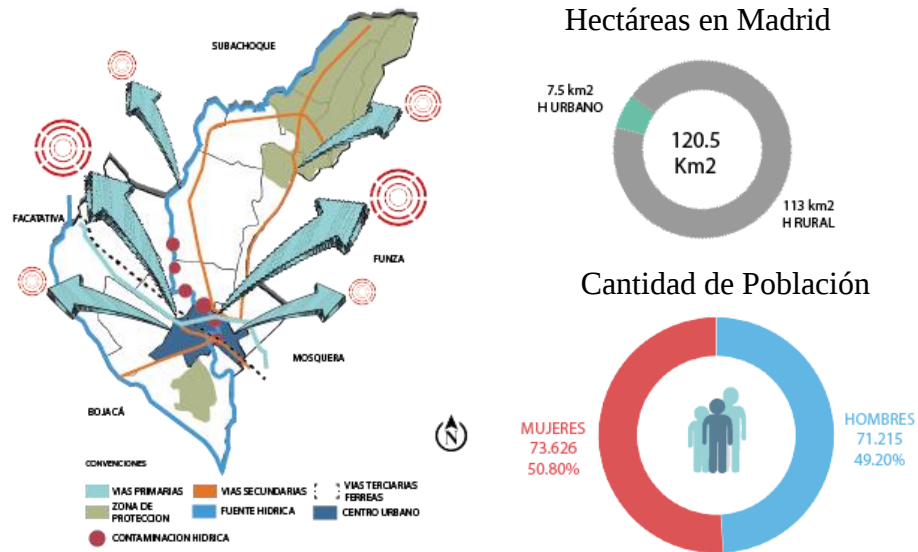
La Sabana Occidental forma parte de la gran sabana de Bogotá, está conformada por varios municipios aledaños a Bogotá como Mosquera, Funza, Madrid, Facatativá, Bojacá, Zipacón, Subachoque y el Rosal con una población de 624.392 en sus actividades económicas más importantes esta la agroindustria y la floricultura, en temas de movilidad por la sabana pasa por las principales vías que conectan con la capital y además se ubica cerca, del aeropuerto El Dorado de Bogotá.

Equipamientos Deportivos

relacionados con el desarrollo de Madrid, que se ha caracterizado por un rápido crecimiento durante los últimos años (PDM ,2024).

Figura 12

Mapa del área rural y urbana de Madrid



Nota. Análisis de conectividad y fuente hídricas en el municipio de Madrid, y números de habitantes en el Municipio. Elaboración propia.

Población

Se determinó un rango de edad entre los 12 y 44 años en el municipio de Madrid como población objetivo, ya que, según las encuestas realizadas, este segmento es el que más frecuenta los espacios libres deportivos y culturales. En la gráfica se muestran las zonas del casco urbano que son más visitadas por esta población, lo que permite comprender la dinámica y los patrones de movilidad de este grupo.

Figura 13

Mapa de sectores más concurridos por los habitantes entre los 12 y 44 años



Nota. Análisis de los sectores más transitados por edades en Madrid. Elaboración propia

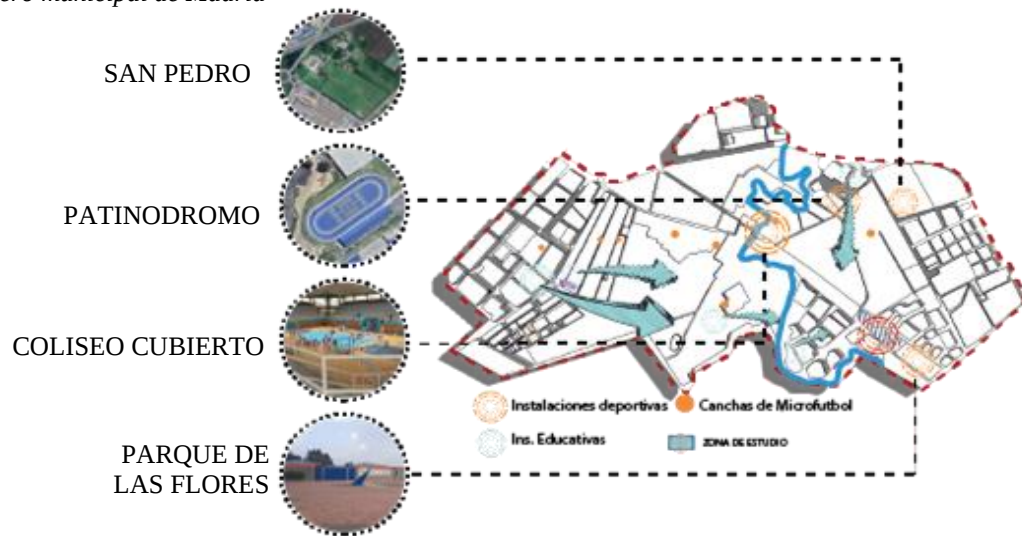
Esta información es clave para identificar el punto estratégico para el desarrollo de una solución a la falta de infraestructura deportiva en el municipio, al analizar los datos recopilados, se evidencia que la población entre los 12 y 44 años tiene una presencia significativa en diversas áreas del casco urbano de Madrid. Esto demuestra su interés por la participación en actividades recreativas y deportivas, así como su movilidad dentro del municipio. Conocer sus rutas y zonas de mayor concentración es fundamental para determinar la ubicación óptima del nuevo complejo deportivo.

Instalaciones Deportivas

En esta figura se analiza las instalaciones deportivas y las conexiones inmediatas con las zonas educativas.

Figura 14

Mapa cabecero municipal de Madrid



Nota: Análisis de los equipamientos existentes de la zona urbana de Madrid y las diferentes conexiones con las instituciones educativas

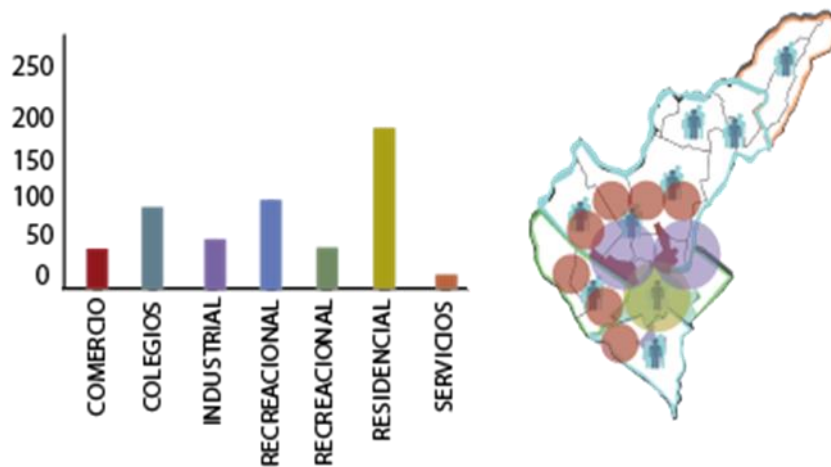
El municipio en cuestión cuenta con instalaciones deportivas que son muy antiguas y ya no son suficientes para atender las necesidades de su creciente población. Estas instalaciones, como el coliseo, el velódromo y las canchas de fútbol, están siendo sobreutilizadas y no pueden ofrecer los servicios necesarios para todos los habitantes.

Usos

Para los usos permitidos en la región se explica mediante la figura:

Figura 15

Usos de Suelo



Nota. Adaptado de Alcaldía de Madrid Plan de desarrollo Madrid Crece Contigo 2020-2024.

(<https://www.efr-cundinamarca.gov.co/sites/default/files/efr-pdf/45891-pdm-final-madrid1.pdf>)

El municipio de Madrid, Cundinamarca, se caracteriza por tener como principal uso de suelo, destinado a vivienda, esto se debe a que Madrid es un municipio eminentemente residencial, donde gran parte de su territorio está compuesto por áreas urbanas y suburbanas dedicadas a la construcción de hogares y conjuntos habitacionales.

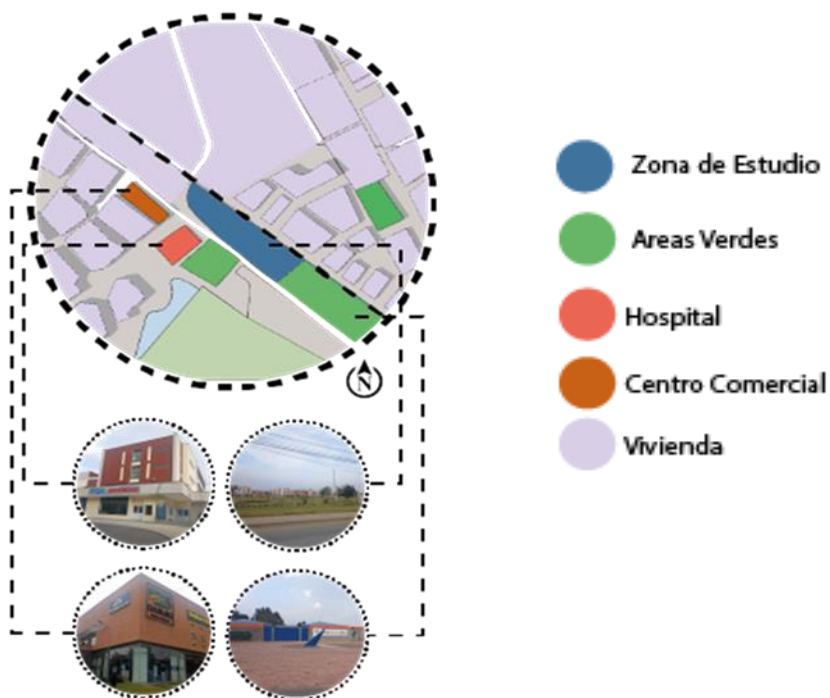
En cuanto a la estratificación socioeconómica, en Madrid se encuentran presentes los estratos 2, 3 y 4. Estas categorías definen el nivel de ingresos y las condiciones de vida de los hogares madrileños (PDM ,2020).

Lote de Estudio

Por punto estratégico y resultado de varios análisis investigativos la ubicación más viable para el complejo es en Madrid, Cundinamarca.

Figura 16

Mapa de Lote de Estudio



Nota. Análisis del lote de estudio y equipamientos alrededor del lote. Elaboración propia

El terreno seleccionado para el complejo deportivo de alto rendimiento es estratégico por varias razones:

Ubicación: Se encuentra en una zona de alta densidad poblacional, cerca de un hospital, un centro comercial y un parque, lo que garantiza un fácil acceso y una alta afluencia de personas.

Conectividad: Cuenta con una vía principal que conecta con todo el municipio y en el futuro se beneficiará de una conexión ferroviaria, lo que facilitará el transporte y el turismo.

Disponibilidad: El terreno está vacío, lo que permite diseñar y construir un complejo deportivo totalmente nuevo y adaptado a las necesidades actuales.

Impacto social: Fomentará la práctica deportiva y la actividad física en la población.

Desarrollo económico: Atraerá turismo deportivo y generará empleo.

Desarrollo urbano: Mejorará la calidad de vida de los habitantes y posicionará al municipio como un referente deportivo.

Perfiles Vial

Sobre la Zona de estudio encontramos 3 tipos de perfiles viales los cuales nos permiten tener una conexión con el municipio y directamente con los municipios aledaños como Mosquera Funza y Facatativá, estos perfiles son, la calle 7, la calle 15 y el de la Variante de Occidente de Madrid.

Figura 17

Perfil Vial Calle 7

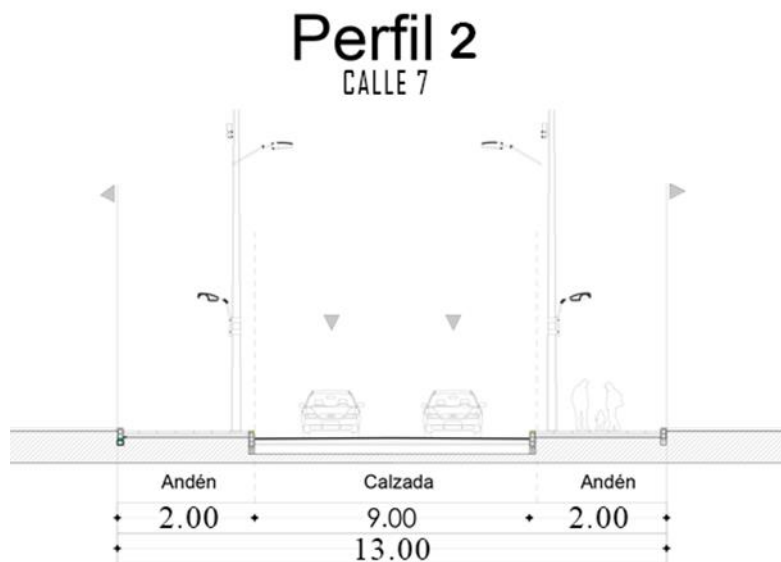
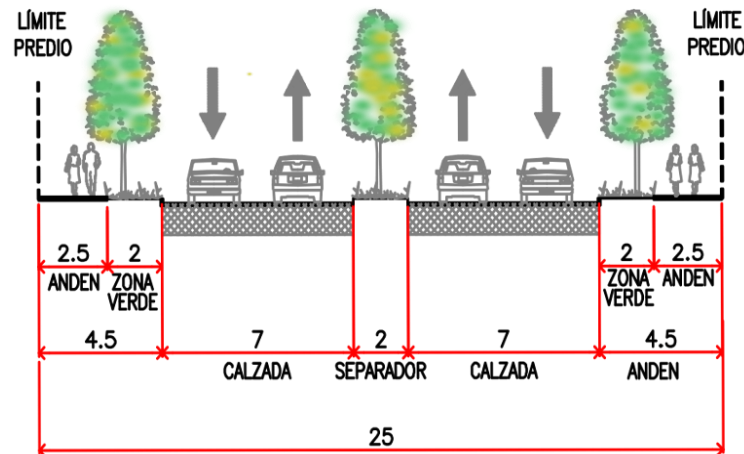


Figura 18*Perfil Vial Calle 15*

Nota: Adaptado del plan de ordenamiento territorial de Madrid. Alcaldía de Madrid 2024.

Normativa que aplica al sector:

ZURC Zona Urbana Residencial de Consolidación

Zona Urbana Residencial De Consolidación (ZURC) Se refiere a aquellas áreas de la ciudad cuyo uso y actividad predominante es la vivienda. Se complementa con aquellas actividades que surgen como soporte a la actividad residencial: comercio diario, industrias de pequeña escala consumo diario, actividades recreacionales para el grupo familiar y servicios institucionales de carácter local. (Plan Básico Ordenamiento Territorial,2000)

Tabla 4*Usos del suelo donde se ubicó la propuesta***2. ZONA URBANA RESIDENCIAL DE CONSOLIDACIÓN (ZURC)**

Usos	Uso Principal		GRUPO: A, F											
	Uso Compatible		GRUPO: B, C, D											
	Uso condicionado		GRUPO: E, G, K, O excepto 60, 61, 65, 66; P excepto 68, 99, 109; R excepto del 140 al 148, 156, 157, 159, 185,											
	Uso Prohibido		Todos Los demás											
Estructura Urbana			LOTEO (Predio a Predio)						AGRUPACION					
			VIS			NO VIS			VIS			NO VIS		
			Unifamiliar	bifamiliar	Multi familiar	Unifamiliar	bifamiliar	Multi familiar	Unifamiliar	bifamiliar	Multi familiar	Unifamiliar	bifamiliar	Multi familiar
	Para Vivienda	Frete mínimo lote (ml)	N/A		6	9	12	6	9	12	7	12	12	
		Tamaño mínimo lote (m2)			60	90	120	60	90	120	84	120	144	
	Para todos los usos	Tamaño máximo supermanzana útil (m2)	40.000											

Nota. Tomado del Plan Básico de Ordenamiento territorial Madrid Cundinamarca 2024.

El terreno en cuestión está sujeto a una regulación urbanística (ZURC) que busca un desarrollo urbano ordenado y sostenible. Esta norma garantiza que se destinen espacios para equipamientos públicos y áreas verdes, mejorando la calidad de vida de los futuros habitantes. Además, el terreno goza de una ubicación estratégica, está rodeado de importantes servicios como un hospital, un centro comercial y un parque, cuenta con acceso directo a una calle principal, lo que facilita el desplazamiento.

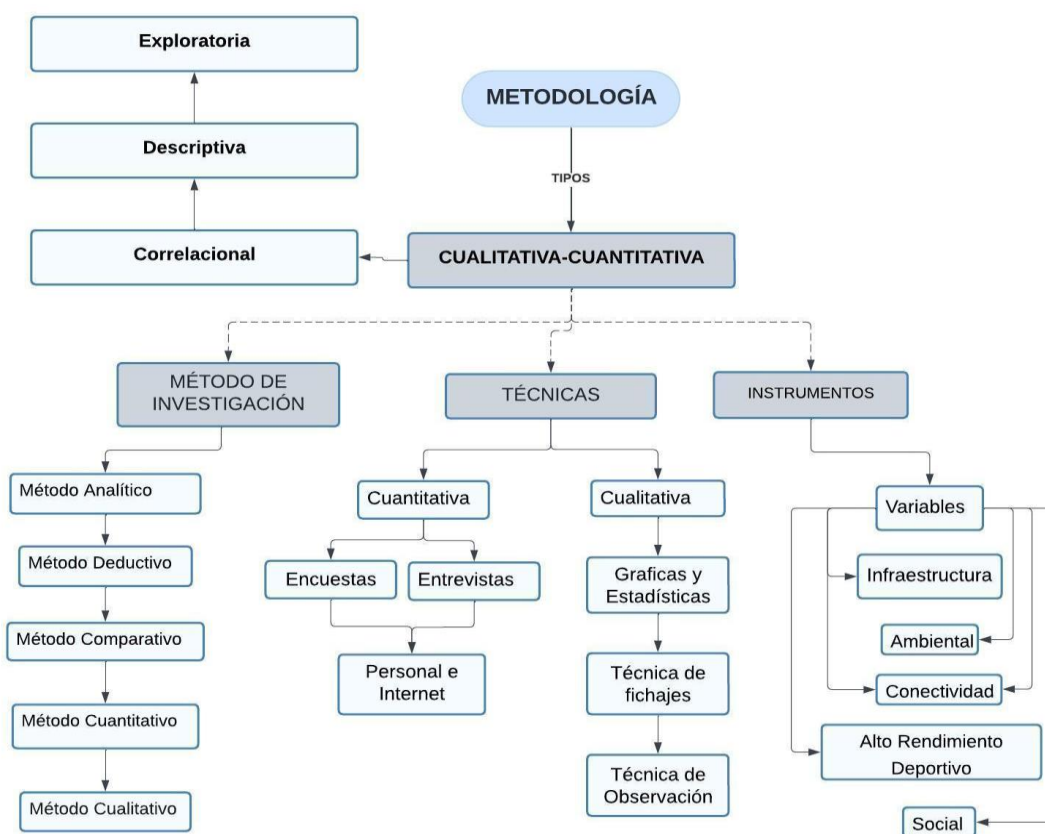
En resumen, la ubicación y la normativa que rige este terreno lo convierten en un lugar ideal para desarrollar un proyecto que beneficie a la comunidad y se integre de manera armoniosa con el entorno urbano

METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN

Para el diseño del complejo deportivo de alto rendimiento regional, se emplea una metodología de investigación mixta que integra enfoques cuantitativos y cualitativos. Esto permitirá obtener una comprensión profunda e integral de las necesidades, factores influyentes y requerimientos clave a considerar.

Figura 19

Mapa operativo de la metodología



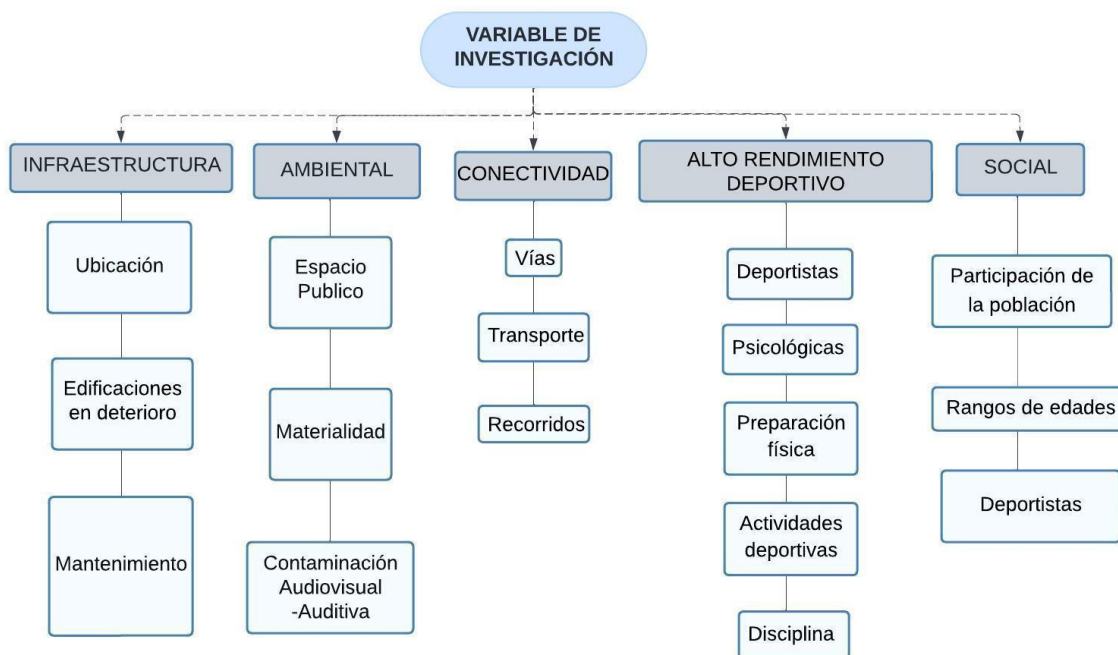
Nota. Esta figura representa la metodología utilizada para el análisis. Elaboración propia

Metodología

Esta investigación abordará tres fases principales: descriptiva, correlacional y explicativa. En la fase descriptiva, se recolectarán y analizarán datos para caracterizar detalladamente el contexto regional, los deportistas de alto rendimiento, las instalaciones existentes y las necesidades de la población, mediante encuestas, observaciones y revisión documental. Luego, en la fase correlacional, se identificarán y analizarán las posibles variables que influyen en el diseño óptimo del complejo, como disciplinas deportivas, requerimientos de instalaciones, niveles de rendimiento, aspectos biomecánicos y condiciones climáticas. Finalmente, la fase explicativa buscará encontrar explicaciones a los patrones observados que impactan el rendimiento deportivo, mediante análisis estadísticos, para comprender los factores determinantes del alto rendimiento en el contexto regional.

Variables

Las variables de estudio clave para la propuesta abarcan diversos aspectos fundamentales estos incluyen la infraestructura deportiva, las consideraciones ambientales, la conectividad y accesibilidad, las instalaciones orientadas al alto rendimiento, y los factores sociales que influyen en el desarrollo de este tipo de equipamientos. Cada una de estas variables desempeña un papel crucial en la planificación, diseño y ejecución del proyecto.

Figura 20*Variables de análisis*

Nota: Mapa operativo de las variables resultantes de la metodología de investigación, Elaboración propia

Instrumentos de la metodología

Para el estudio de las variables clave en la propuesta del complejo deportivo de alto rendimiento, se utilizarán diversos instrumentos de investigación que permitan recopilar información relevante y realizar un análisis integral entre estos instrumentos se encuentran:

Revisión documental: Se llevará a cabo una exhaustiva revisión de la normativa, planes, programas y estudios existentes relacionados con el desarrollo de infraestructura deportiva, la gestión ambiental, la planificación urbana y la promoción del deporte de alto rendimiento. Esta revisión permitirá establecer el marco legal y conceptual que rige el proyecto.

El cuadro de metodología: Es la aplicación de los objetivos de estudio definidos con relación a las problemáticas significativas en la zona de estudio.

Fichas de observación: Se realizarán visitas al sitio de estudio, ha complejos deportivos de referencia, tanto a nivel local como regional, con el fin de analizar de manera detallada las características de la infraestructura, las dinámicas de uso y las condiciones de accesibilidad y conectividad de estos espacios.

Entrevistas: Se aplicarán entrevistas a actores clave, como autoridades deportivas, profesores, deportistas y a la comunidad, con el propósito de obtener información cualitativa sobre las necesidades, percepciones y expectativas en torno al complejo deportivo propuesto.

Encuestas: Se diseñarán cuestionarios dirigidos a la población del área de influencia del proyecto, con el objetivo de recopilar datos cuantitativos sobre el uso y apropiación de los espacios deportivos existentes, así como las preferencias y sugerencias de la comunidad.

Estos instrumentos de investigación permitirán generar un diagnóstico integral que fundamente la toma de decisiones en el diseño, planificación y gestión del complejo deportivo de alto rendimiento, asegurando un buen trabajo de campo.

Instrumentos utilizados

Encuesta

Las encuestas dirigidas a deportistas y la comunidad en general buscan conocer de primera mano sus necesidades, percepciones y requerimientos sobre las instalaciones y servicios deportivos en la región. Al consultar sobre el acceso actual a los equipamientos, los factores que afectan la actividad física, las preferencias en tipos de instalaciones, los servicios esenciales para un complejo de preparación, las carencias existentes, el progreso personal en la disciplina y la

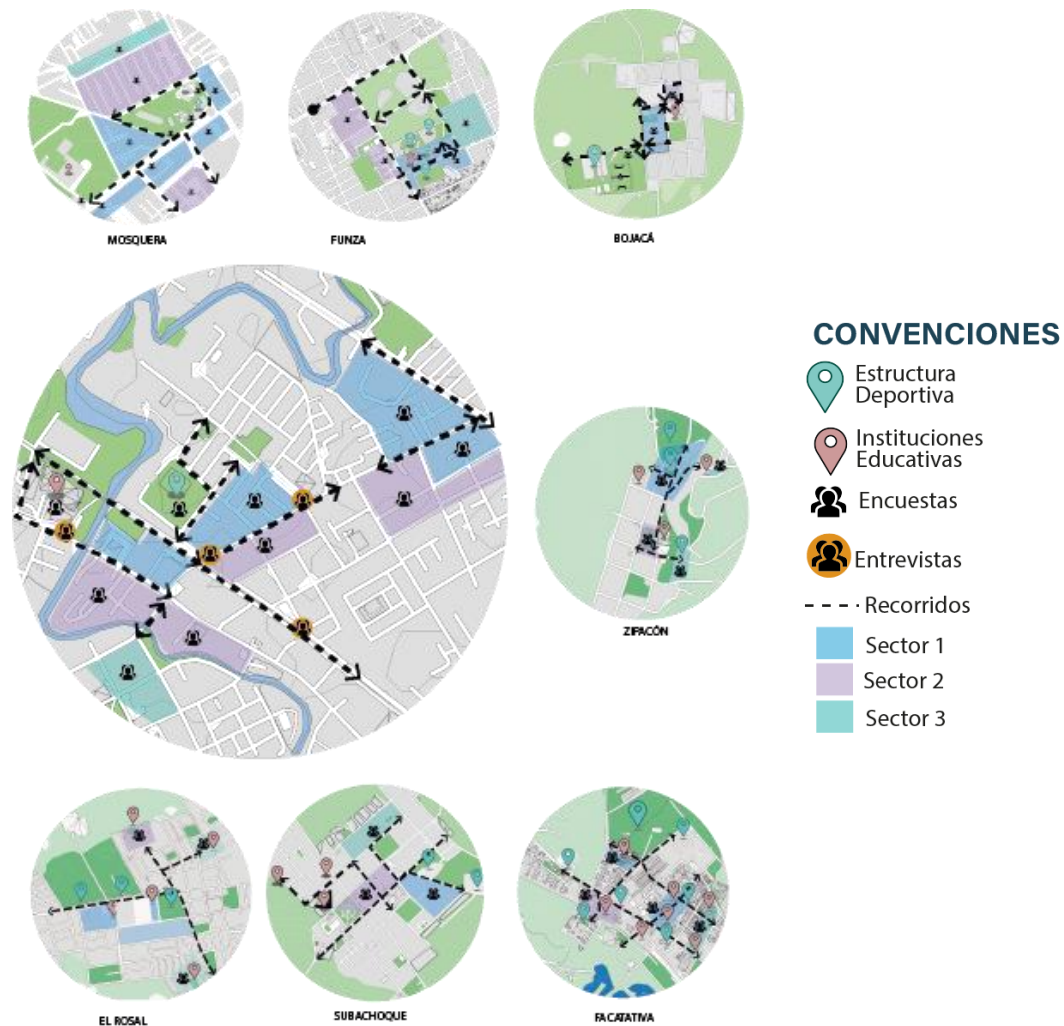
disposición a desplazarse, se obtendrán datos valiosos de los potenciales usuarios. Esta información descriptiva y las correlaciones identificadas servirán de base para diseñar un complejo deportivo de alto rendimiento alineado con las necesidades regionales, que fomente la actividad física, el alto rendimiento y ofrezca servicios integrales de calidad.

Sectores de aplicación de instrumento

Se llevó a cabo un análisis de campo con el objetivo de recolectar datos cualitativos y cuantitativos en diferentes sectores de cada municipio, enfocándose en las áreas colindantes con equipamientos deportivos, y culturales.

Las variables para tener en cuenta fueron infraestructura, ambiental y conectividad para la infraestructura, se determinó el número de estructuras deportivas y su estado. En cuanto a la variable ambiental, se tomó en consideración el estado del espacio público, por último, en la variable de conectividad se tuvo en cuenta el número de vías de acceso a los sectores seleccionados y el tiempo de recorrido desde la vía principal de cada municipio hasta el sitio. Los análisis se realizaron en: Subachoque, El Rosal, Facatativá, Zipacón, Bojacá, Funza, Mosquera y Madrid.

Los 8 municipios analizados cuentan con infraestructura deportiva y cultural, pero su estado actual limita el desarrollo de actividades físicas y culturales. Con el fin de mejorar la calidad de vida de los habitantes y promover el deporte, se realizó un estudio detallado de las necesidades de la región. Los resultados, presentados en la figura, permitieron identificar los espacios más vulnerables y prioritarios para la construcción de un complejo deportivo integral.

Figura 21*Análisis Municipios Sabana Occidental*

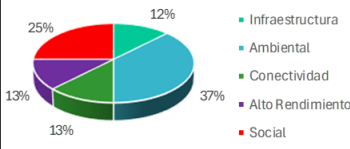
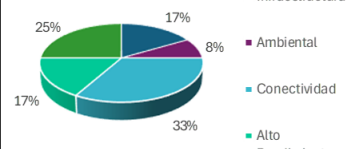
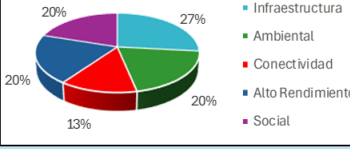
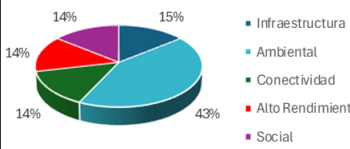
Nota. Muestra de sectores analizados para la aplicación del instrumento. Elaboración Propia

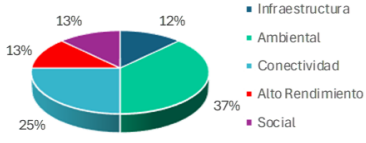
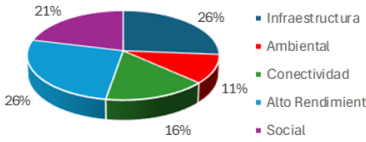
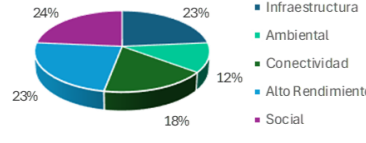
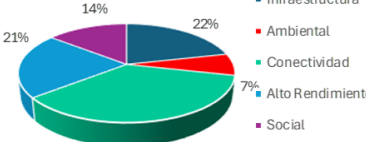
Resultados de las encuestas aplicadas

Las encuestas son utilizadas como herramienta metodológica y fueron aplicadas a los 8 municipios de la región, en total se realizaron 80 encuestas, con el fin de medir factores generales como edades, género, deportes, falencias, equipamientos, costos, beneficios de la práctica deportiva, accesibilidades y que tanto conoce la población de estudio del tema.

Tabla 5

Tabulación de las encuestas aplicadas. Generalidades 1

VARIABLES Y ACTIVIDADES	CALIFICACIÓN					DIAGNÓSTICO	INDICADORES
	1	2	3	4	5		
Subachoque							
Infraestructura	X					El diagnostico es que el municipio no cuenta con el desarrollo apropiado debido a que no tiene gran magnitud poblacional, vias en mal estado, transporte es reducido, poca influencia de los beneficios de la practica deportiva, lo que genre un deficit de instalaciones amplias que brinden servicios de alto rendimiento. No limita todos los municipios de la sabana occidental	
Ambiental			X				
Conectividad	X						
Alto Rendimiento	X						
Social		X					
El Rosal							
Infraestructura		X				Se evidencia poco apoyo de parte de las entidades para la promocion de instalaciones deportivas, debido a que tiene afectaciones viales, poca inverion y apoyo a atletas , no cuenta con instalaciones adecuadas y las pocas esta deterioradas y utilizadas para otros usos forzados.	
Ambiental	X						
Conectividad				X			
Alto Rendimiento		X					
Social			X				
Facatativá							
Infraestructura				X		Por ser el municipio con mayor poblacion cuenta con un centro deportivo mixto pero con restricciones de uso, una de sus debilidades es temas de accibilidad y espacio publico debido a vias en mal estado, contaminacion visual y auditiva.	
Ambiental			X				
Conectividad		X					
Alto Rendimiento				X			
Social				X			
Zipacón							
Infraestructura	X					Debido a su poca capacidad del territorio, no cuenta con zonas amplias para promocion del deporte o creacion de un centro de gran magnitud, en cuanto a la motivacion deportiba es baja , poco insentivo a sus habitantes y falta de apoyo y promoción	
Ambiental			X				
Conectividad	X						
Alto Rendimiento	X						
Social	X						

Bojacá						
Infraestructura	X					Por ser uno de los municipios con poca expansion y acccesibilidad municipio, tiene poca capacidad para grandes infraestructuras, lo que genera afectaciones a la participación deportiva, tasas de participacion bajas dado que no cuenta cn el perosal ni las instalaciones adecuadas. 
Ambiental			X			
Conectividad		X				
Alto Rendimiento	X					
Social	X					
Mosquera						
Infraestructura					X	Tiene como fuerte instalaciones destinadas a competencias de gran escala solo para alletas de alto rendimiento, espacios solamente destinados a una función en especial. 
Ambiental		X				
Conectividad				X		
Alto Rendimiento					X	
Social				X		
Funza						
Infraestructura				X		Cuenta con instalaciones enfocadas en una actividad especifica, enfocada en bajos niveles de competitividad, infraestructuras estados basicos con falta de mantenimientos, deterioro del espacio público y bajo indice de rutas o eventos deportivos. 
Ambiental		X				
Conectividad			X			
Alto Rendimiento				X		
Social				X		
Madrid						
Infraestructura			X			Se evidencia falta de instalaciones deportivas a gran escala, que brinden servicios deportivos de calidad tanto a la comunidad como a la región , ademas el espacio publico no cubre las demandas de la poblacion, limitando los accesos a las infraestructuras existentes, debido a que estan obsoletas y mal planificadas, sin embargo madrid tiene a favor que limita con los demás municipios de la sabana occidental, posicionandolo como punto estrategico que articule toda la sabana occidnetal mediante un complejo de alto rendimiento deportivo. 
Ambiental	X					
Conectividad					X	
Alto Rendimiento			X			
Social		X				

Nota. Elaboración propia de los datos recolectados de las encuestas realizadas.

CAPÍTULO 3 DESARROLLO DEL PROYECTO

Plan Maestro

Mediante una serie de análisis y conclusiones de la investigación se determinó tres escalas de análisis para concluir la ubicación estratégica y selección del lote para destinar el equipamiento deportivo de alto rendimiento que brinda servicios multipropósitos a sus usuarios y también generará beneficio tanto al entorno inmediato como a los municipios aledaños y toda la región.

Relación de preexistencias y el lote

El terreno seleccionado para el complejo deportivo se encuentra en un punto estratégico de la ciudad, rodeado de vías principales y elementos urbanos relevantes. Su proximidad a la naturaleza, como el río Subachoque y la alameda ecológica, ofrece una oportunidad única para crear un espacio que conecte el deporte, la cultura y el medio ambiente, revitalizando la zona y promoviendo el turismo.

Ubicación Estratégica y Conectividad Intermodal

La elección de Madrid como sede de este complejo deportivo innovador y arrasador está ubicado en el corazón de Cundinamarca, lo convierte en un punto de articulación estratégico para una red de equipamientos deportivos de escalas micro, meso y macro, Gracias a su excelente conectividad, el complejo se convertirá en un imán que atraerá a atletas, entrenadores y aficionados de toda la región y más allá.

El diseño urbano para vincular el complejo se ha concebido con una visión holística, integrando de manera armoniosa la conectividad y la permeabilidad, se propone la creación de nodos como la estación intermodal del tranvía, la estación de trasbordo, ciclo rutas, puentes peatonales y la

ampliación de la vía calle 7 y el mejoramiento y continuidad de la calle 8, como estrategia que facilitarán el acceso y la movilidad al proyecto garantizando una experiencia fluida y cómoda para todos los visitantes y articulando el proyecto con su entorno.

Propuesta del Diseño Urbano Sostenible

El diseño urbano integrará de manera orgánica la revitalización de áreas verdes, rondas hídricas y espacios públicos, creando un equilibrio perfecto entre el desarrollo urbano y la preservación del medio ambiente, elementos como parques, senderos peatonales, zonas de contemplación y un pabellón botánico enriquecerán la experiencia de los visitantes y promoverán un estilo de vida saludable y en armonía con la naturaleza.

Se plantea conectar la alameda existente y darle continuidad generando lazos entre el complejo deportivo propuesto, el parque de las flores, la renovación de la calle 8 con espacio público, ciclo rutas, y senderos peatonales, zonas de permanencia, encuentros y dando un fuerte impacto a esta zona convirtiéndose en órganos vitales para dar vida y identidad entre lo preexistente y lo propuesto.

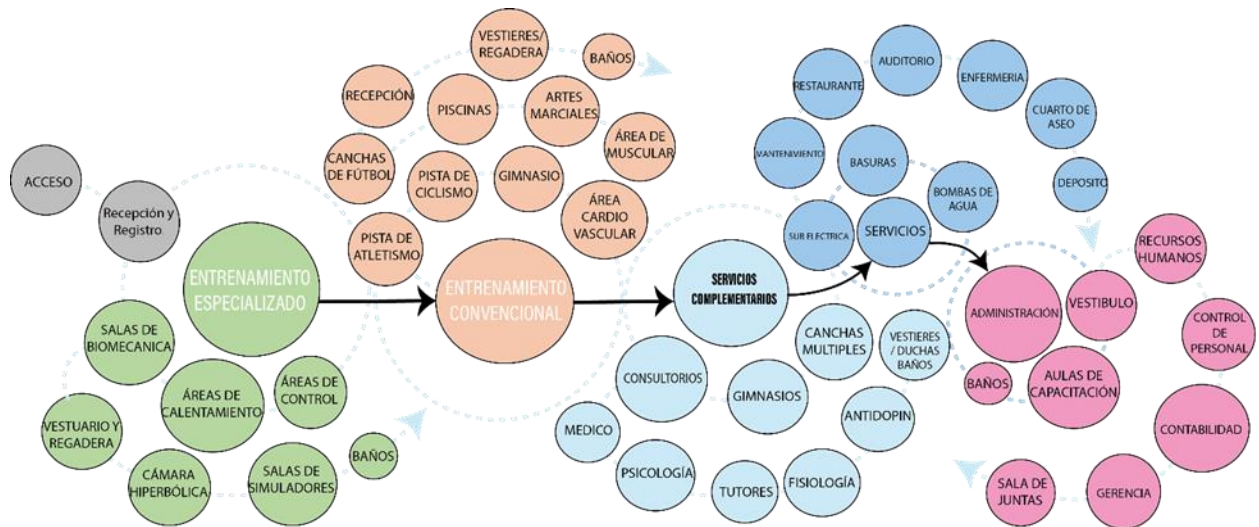
Atracción Turística y Eventos de Talla regional, nacional y mundial

El Complejo Deportivo de Alto Rendimiento en Madrid se convertirá en un motor de desarrollo económico y turístico para la región, al atraer a deportistas de élite, espectadores y eventos deportivos de talla internacional, impulsará la industria hotelera, el comercio local y generará nuevas oportunidades de empleo. Su ubicación estratégica y diseño lo posicionarán como un destino atractivo para visitantes de todo el mundo.

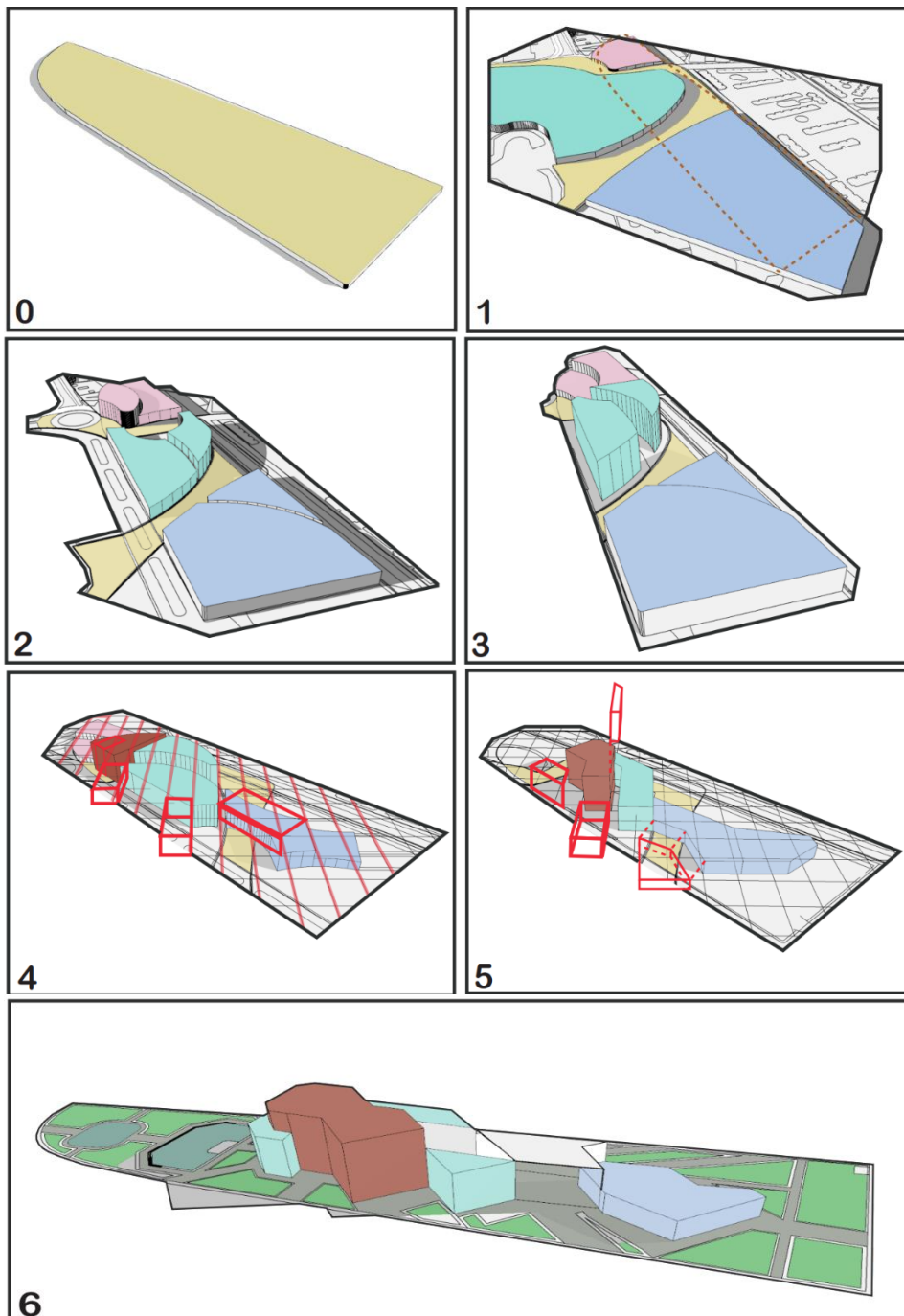
Composición del proyecto

Al proponer un modelo de gestión integral para este proyecto se comienza con un análisis completo del sitio donde se llevará a cabo, evaluando la topografía, la orientación, el clima, recursos disponibles y características geométricas del lugar permite tomar decisiones sobre el diseño y la planificación, asegurando que la composición del proyecto se adapte a su entorno. El diseño contextual es fundamental, ya que la composición geométrica del proyecto debe responder a las particularidades del lugar, mejorando tanto la estética como la funcionalidad y sostenibilidad del desarrollo.

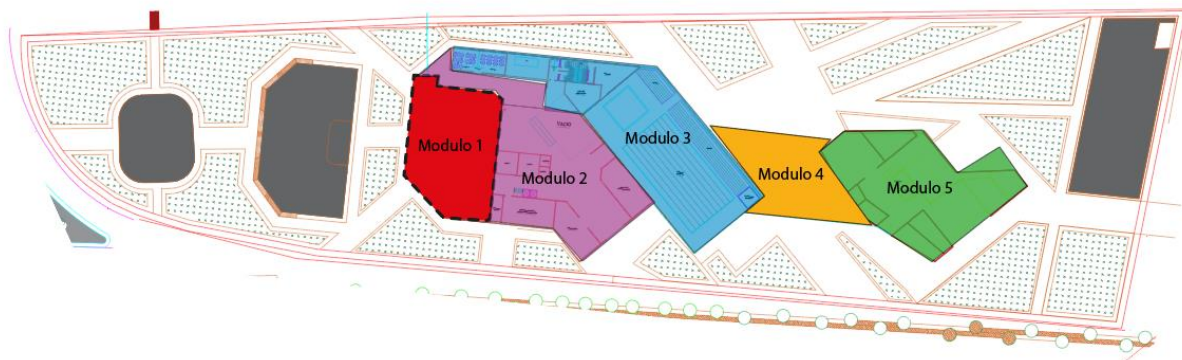
La planificación espacial también juega un papel clave, coordinando los espacios dentro del proyecto para maximizar el uso eficiente del terreno, lo que incluye la distribución de áreas funcionales y la circulación, siempre en consideración de la geometría del lugar. Además, un diseño que aproveche las características naturales del entorno, como la luz solar y los vientos, puede reducir el consumo energético y mejorar la eficiencia general del edificio. La colaboración multidisciplinaria es esencial para el éxito de la gestión integral, donde diferentes disciplinas, como la arquitectura, la ingeniería y el urbanismo, trabajan juntas para evaluar la viabilidad del proyecto apoyados de la metodología BIM.

Figura 22*Organigrama arquitectónico**Nota. Elaboración propia*

La gráfica muestra la evolución del diseño volumétrico del complejo deportivo, desde la distribución geométrica y las conexiones del entorno.

Figura 23*Composición Urbana y Volumétrica*

Nota. Adaptado de Illustrator. Elaboración propia.

Figura 24*Distribucion d elos modulos del proyecto*

Nota. elaboración propia asistida de AutoCAD.

Determinantes ambientales

Para diseñar un complejo deportivo, se debe considerar los factores ambientales para su buen funcionamiento, la orientación es esencial para los espacios ya que es importante aprovechar la luz natural, el estudio de los vientos facilita una ventilación cruzada eficiente en espacios cerrados; el manejo del agua requiere especial atención, implementando sistemas de drenaje eficientes que respondan a las precipitaciones locales y aprovechando el agua pluvial mediante su recolección y reutilización, la temperatura y humedad del sitio dictarán las estrategias de climatización necesarias, influyendo directamente en la selección de materiales y sistemas constructivos.

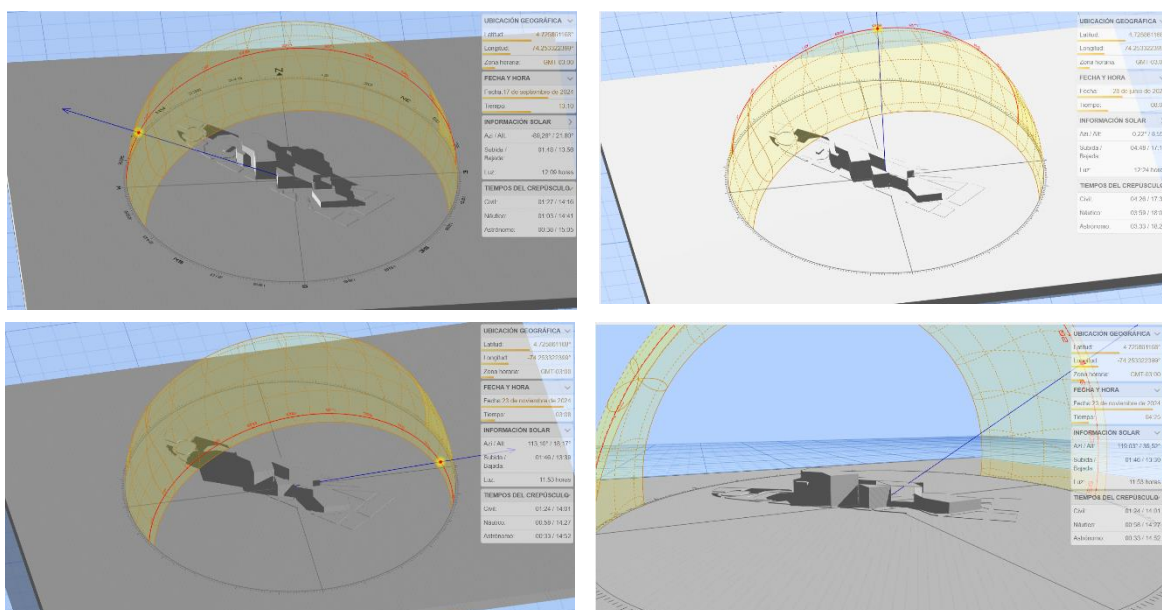
La topografía existente debe ser respetada y aprovechada, minimizando los movimientos de tierra y adaptando el proyecto, la vegetación desempeña un papel fundamental como elemento regulador del microclima, actuando como barrera contra vientos y proporcionando sombra

natural, por lo que su preservación e integración estratégica en el diseño resultan indispensables para crear un entorno deportivo ambientalmente responsable.

El movimiento y la interacción con la luz natural son esenciales para el desarrollo del volumen. Se consideró la posición del lote y sus coordenadas, ya que el sol sale por el este y se oculta en el oeste. Así, se propuso ubicar los espacios principales en dirección al sol, maximizando la entrada de luz natural a lo largo del día.

Figura 25

Análisis de movimiento de Sol



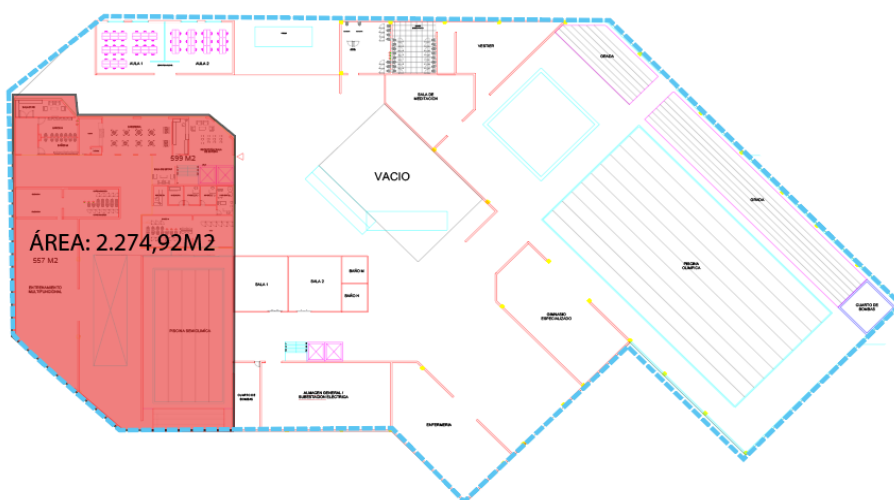
Nota. Sistema de Asolación en diferentes horas del día - Adaptado de Shadop MAP

CAPÍTULO 4 METODOLOGÍA BIM APLICADA AL PROYECTO

El presente capítulo describe como se utiliza la metodología BIM para coordinar el diseño del complejo multipropósito de alto rendimiento logrando espacios polivalentes y adaptables para diferentes tipos de actividades deportivas, previniendo la accesibilidad, la seguridad y la sostenibilidad, teniendo en cuenta que el proyecto tiene un área de 13.000 m², donde se toma un área de 2.274 m² para realizar la metodología.

Figura 26

Área seleccionada: modulo 1



Nota. Elaboración propia, planta arquitectónica para enfatizar área de trabajo asistido.

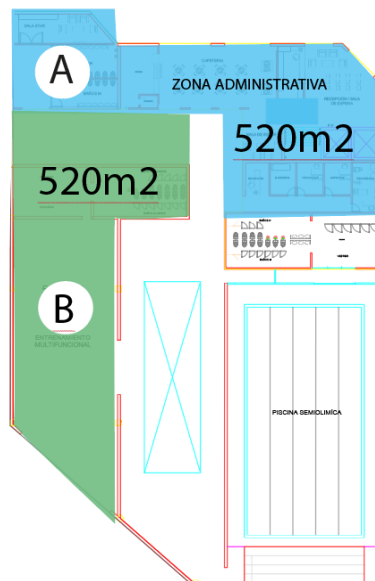
El proyecto, responde a un programa arquitectónico orientado al alto rendimiento deportivo, cada espacio ha sido adaptado para cumplir con las especificaciones de cada de cada disciplina.

Inicialmente el área del proyecto total es de 13.000 m², a nivel regional, pero para la elaboración del diplomado se selecciona el módulo 1 con un área de 2.274 m² ubicado al costado oeste del

predio. Se hace una selección más precisa donde se utilizarán 1.040 m² para desarrollar en dos grupos A y B; los cuales están conformados cada uno por 520 m² en el primer nivel; como se evidencia en la siguiente figura.

Figura 27

Grupo A y B para implementación de metodología BIM



Nota. Elaboración propia especificación de áreas de trabajo para el grupo A y B.

Figura 28*Programa arquitectónico de las dos zonas A intervenir*

ZONA A				
ZONA	ESPACIO	AFORO	NIVEL	AREA
ADMINISTRATIVA	RECEPCIÓN	4 A 10	1	72,61
SERVICIOS	CAFETERIA	20 A 40	1	126,63
	BAÑOS PUBLICOS	15	1	58,94
ADMINISTRATIVA	OFICINAS 1	4	1	41,41
	SALA DE ESTAR	6	1	16,5
SERVICIOS	PUNTO FIO	5 A 15	1	143,39
	CONSULTORIOS	10 A 15	1	85,25
ADMINISTRATIVA	GERENCIA	1	2	55,5
	SALA DE JUNTAS	10	2	89,22
	CONTABILIDAD	4	2	88,66
SERVICIOS	BAÑOS PUBLICOS	15	2	58,94
ADMINISTRATIVA	OFICINA DE PROFESIONALES	7	2	41,41
	RECURSOS HUMANOS	12	2	54,45
SERVICIOS	CUARTO TECNICO	1	2	16,53
	PUNTO FIO	5 A 15	2	143,39
TOTAL M2 MODULO 1 ZONA A				1092,83

*Nota. Adaptado de Excel - Elaboración propia***Figura 29***Programa arquitectónico de las dos zonas B intervenir*

ZONA B				
ZONA	ESPACIO	AFORO	NIVEL	AREA
DEPORTIVA	ENTRENAMIENTO FUNCIONAL	50	1	315,00
	SALA BIOMECANICA	20	3	208,00
	NATACION CONTRACORRIENTE	8	3	136,00
	SALAS DE SIMULADORES	30	4	208,00
	SALA DE ESTIRAMIENTO	15	4	150,00
SERVICIOS	BAÑO HOMBRES	12	1,2,3	55,00
	BAÑO MUJERES	12	1,2,3	55,00
	DUCHAS HOMBRES	12	1,2,3	45,00
	DUCHAS MUJERES	12	1,2,3	45,00
TOTAL M2 MODULO 1 ZONA B				1217,00

Nota. Adaptado de Excel - Elaboración propia

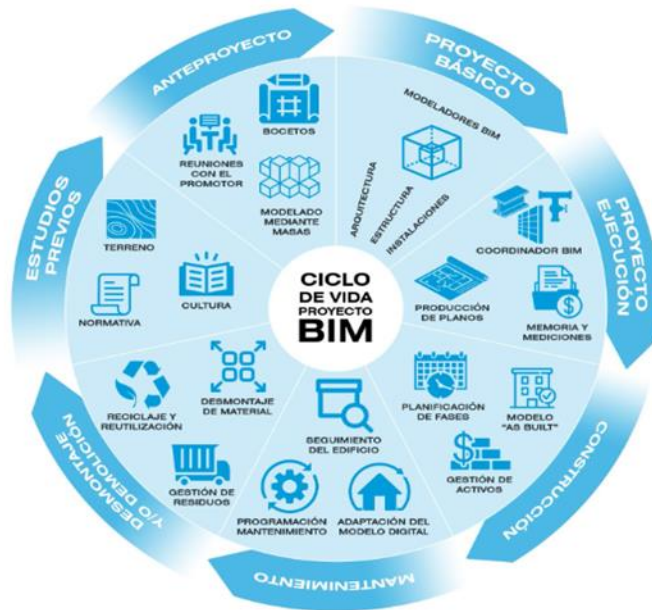
Coordinación metodología BIM

Al utilizar la metodología BIM en el proyecto se implementa un sistema de coordinación interdisciplinaria, aplicando los conocimientos adquiridos en el diplomado se logra integrar efectivamente las áreas de estructura, arquitectura e instalaciones de redes, en este espacio delimitado, desarrollaremos un modelo digital detallado mediante el software Revit, que nos permitirá visualizar y coordinar la interacción entre las diferentes disciplinas, el modelo no solo facilitará la detección de interferencias y la optimización de procesos constructivos, sino que también garantizará el cumplimiento de las normativas vigentes.

El uso de las herramientas Building Information Modeling (BIM) brinda un trabajo colaborativo-multidisciplinar que comprende la gestión, planificación y ejecución de un proyecto constructivo mediante software digitales.

Ciclo de vida de un proyecto

Se entiende como un proceso integral que abarca todas las fases de un proyecto de construcción, desde su concepción inicial hasta su mantenimiento a largo plazo. Este enfoque utiliza la metodología BIM (Building Information Modeling) para gestionar y optimizar la información del proyecto en cada etapa, incluyendo: Fase preparatoria y conceptual, Planificación detallada, Diseño, Construcción, Gestión de costos y tiempos durante la ejecución y Mantenimiento y operación del edificio.

Figura 30*Ciclo de vida de un proyecto*

Nota. tomado y Adaptada de Oviedo (2020) y Zaballa (2022).

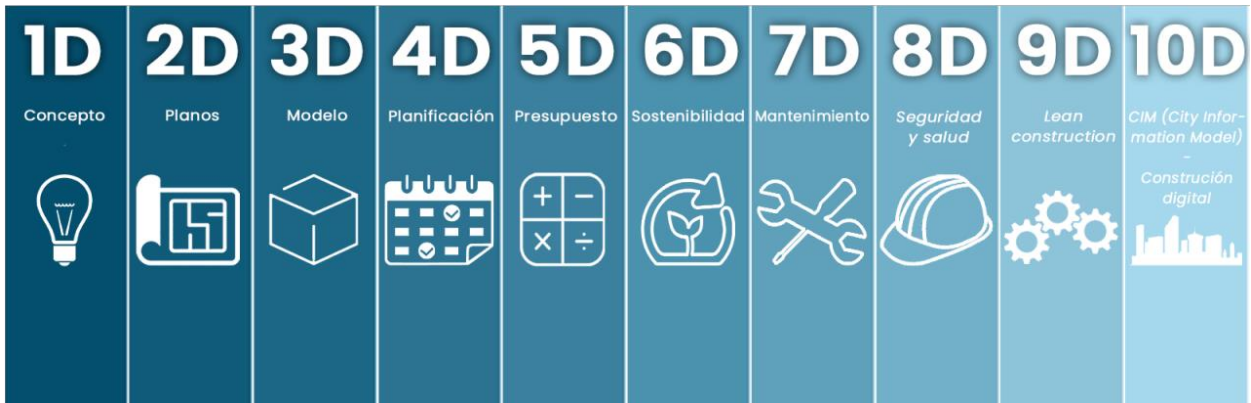
En cada fase, se utiliza software especializado para crear, actualizar y gestionar un modelo digital del proyecto, permitiendo una colaboración más eficiente entre todas las partes interesadas y una toma de decisiones más informada a lo largo de toda la vida útil del edificio.

Dimensiones BIM

Estas representan la evolución y la profundidad de la información que se puede manejar en un proyecto de construcción utilizando la metodología BIM entendiéndose como capas de información que se aplican al modelo.

Figura 31

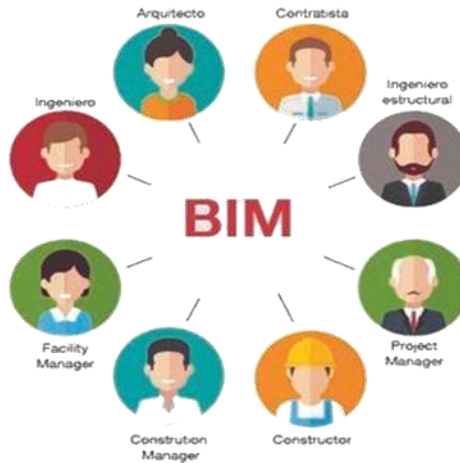
Dimensiones BIM



Nota. Tomado de Moret salvador (2020)

Roles BIM

Para la implementación de BIM en un proyecto de la magnitud de un complejo multipropósito se requiere de una amplia gama de roles especializados que trabajen de forma coordinada para garantizar el éxito del proyecto. A continuación, se detalla los roles BIM más relevantes para este tipo de construcción: **Director BIM** - **Coordinador BIM** - **Modelador BIM**

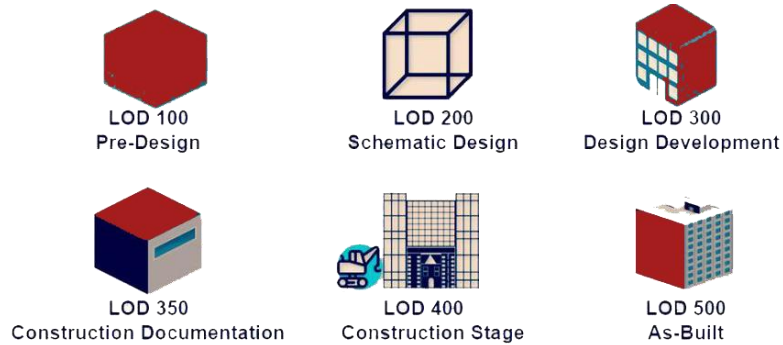
Figura 32*Roles BIM*

Nota. Tomada y adaptada de diplomado BIM eje temático 2. Building SMART Spain (2021) y Esarte, E (2020).

Niveles de desarrollo BIM - Level of Development (LOD)

Los LOD son una escala que nos indica el grado de detalle y madurez de la información contenida en un elemento dentro de un modelo BIM. Es como si estuviéramos construyendo un rompecabezas: al principio tenemos una imagen general (LOD bajo), y a medida que avanzamos, vamos agregando más piezas y detalles hasta tener una imagen completa (LOD alto).

La escala de LOD, compuesta por seis niveles (100, 200, 300, 350, 400 y 500), proporciona una graduación precisa del nivel de detalle de los elementos BIM. Esta escala es fundamental para tomar decisiones claras en cada fase del proyecto, desde el diseño conceptual hasta la ejecución de la obra.

Figura 33*Niveles de desarrollo*

Nota. Tomada y adaptada de diplomado BIM eje temático 2. Building SMART Spain (2021) y Esarte, E (2020).

Usos BIM

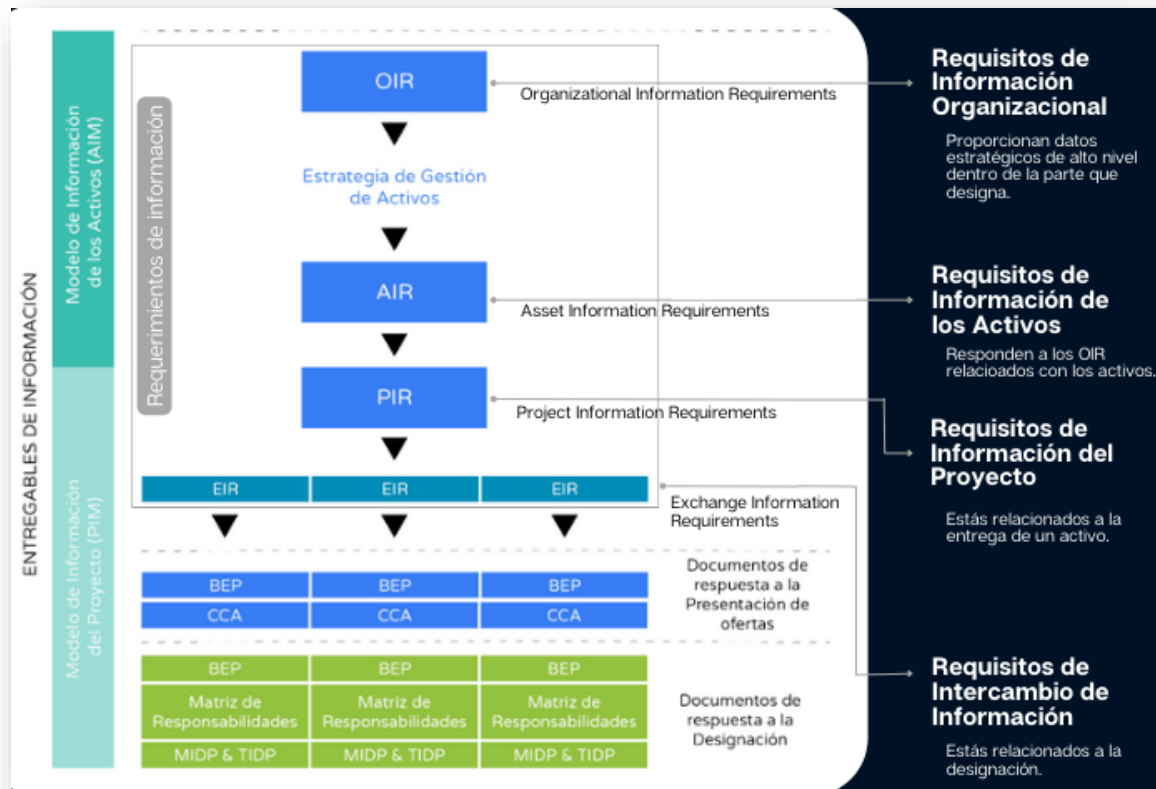
Principalmente se rigen para planificar, diseñar, construir y mantener en resumen debido a que en total son 25 usos que se les da que corresponde a la siguiente tabla:

Tabla 6*Usos BIM*

		ESPECIALIDADES								
		ARQ	EST	SAN	TUB	ELE	SIC	HAVAC	BAS	VOD
1	Levantamiento de condiciones existentes (Modelamiento 'As-Built')	X	X	X						
2	Estimación de cantidades y costos	X	X	X	X	X	X	X	X	X
3	Planificación de fases (Modelado 4D)	X	X							
4	Análisis del cumplimiento del programa espacial con 3D (zonificación)	X								
5	Análisis de ubicación									
6	Diseño de especialidades	X	X	X	X	X	X	X	X	X
7	Revisión del diseño ('Design review')	X	X	X	X	X	X	X	X	X
8	Análisis estructural		X							
9	Análisis lumínico	X				X				
10	Análisis energético	X	X							
11	Análisis mecánico									
12	Otros análisis de ingeniería									
13	Evaluación de Sostenibilidad (BIM 6D)	X	X	X	X	X				
14	Validación normativa	X	X	X	X	X	X	X	X	X
15	Coordinación 3D (Detección de interferencias)	X	X	X	X	X	X	X	X	X
16	Planificación de obra	X	X							
17	Diseño de sistemas constructivos		X							
18	Fabricación digital									
19	Control de obra	X	X	X	X	X	X	X	X	X
20	Modelación As-Built (Record Modelling)	X	X	X	X	X	X	X	X	X
21	Programación del Mantenimiento (BIM 7D)									
22	Análisis del sistema de edificación									
23	Gestión de activos (BIM 7D)									
24	Gestión y seguimiento de espacios	X	X							
25	Planificación y gestión de emergencias	X	X							

Nota. Adaptada de diplomado BIM 2024 UGC**Requisitos de la información**

La norma ISO 19650 proporciona un marco de trabajo completo que detalla los principios y requisitos necesarios para adquirir, utilizar y gestionar la información de manera eficiente en cualquier proyecto de construcción o infraestructura, desde la concepción hasta la finalización.

Figura 34*Requisitos de información*

Nota. MEF, 2021. adaptado de “Guía Nacional BIM”.

EIR (Employer’s information requirement) o Requisitos de información del empleador

Este documento hace parte de los requisitos del cliente donde se describe las condiciones específicas de la metodología usada.

Tabla 7*EIR utilizados en el proyecto*

EIR, Employer Information Requirements	
Técnico	
Objetivos del proyecto	Utilizar la metodología BIM para diseñar un complejo multipropósito de alto rendimiento que forme atletas de alto nivel en cualquier disciplina deportiva e impulse la práctica de actividades físicas y recreativas, asegurando que el diseño arquitectónico y las instalaciones cumplan con estándares tecnológicos y de accesibilidad para atletas de alto deportivo.
Objetivos de BIM en el proyecto	Implementar un modelo de gestión integral para el complejo multipropósito, garantizando su operación eficiente, sostenible y equitativa a través de la creación de espacios inclusivos y accesibles para todos los usuarios controlando costos y tiempos para la correcta ejecución de la obra.
Usos y alcances BIM	Modelado de la arquitectura, estructura e instalaciones para análisis y coordinación. Generación de información para la planificación de la construcción y el mantenimiento del equipamiento.
LOD y LOI para cada especialidad y componente	Arquitectura: LOD 350 y LOI A, B y C para elementos como muros, cubiertas y espacios interiores. Estructura: LOD 400 y LOI A y B para elementos estructurales como columnas y vigas. Instalaciones: LOD 350 y LOI A y B para sistemas de HVAC, eléctricos y sanitarios.
Plataformas colaborativas, Software de modelado y Coordinación	Plataforma colaborativa: BIM 360 para la gestión de documentos y la colaboración en tiempo real. Software de modelado: Revit Architecture, Revit Structure y Revit MEP para la creación de modelos BIM integrados. Software de coordinación: Navisworks para la detección de conflictos y la coordinación entre disciplinas.
Administrativo	
Estándares y normativas	Cumplimiento de las normativas de construcción y seguridad vigentes en Bogotá, incluyendo las regulaciones para instalaciones destinadas a la reinserción social, como la NSR 10, RETIE, Normativa de Accesibilidad Universal, Normativa de Salud ocupacional y Seguridad Industrial, ISO 16950 y Plan BIM
Roles y responsabilidades	Modelador BIM, Coordinador BIM, Diseñador BIM
Segregación de información	Organización por niveles: Organizar información según la distribución vertical del edificio. Organización por áreas funcionales: Esta categorización implica agrupar la información según las diferentes funciones o áreas de actividad dentro del edificio de reinserción social. Organización por sistemas: Dividir la información según los sistemas o servicios presentes en el edificio, como sistemas eléctricos, sistemas de plomería, sistemas de HVAC (calefacción, ventilación y aire acondicionado), sistemas de seguridad, entre otros.
Plan de entregas	Segun cronograma del Diplomado BIM.
Plan de calidad	Revisiones semanales de los modelos y la documentación
Comercial	
Plataformas de entrega de la información	Uso de la Plataforma Common Data Environment (CDE), puede utilizarse BIM 360 de Autodesk
Formatos de entrega	Archivos en formato IFC para los modelos BIM y archivos en formato RVT para los modelos de Revit

Nota. Elaboración propia

Common data environment (CDE) entorno común de datos

Es una herramienta digital colaborativa, generalmente basada en la nube, que sirve como punto central para almacenar y gestionar la información de un proyecto, esta plataforma permite que todos los miembros del equipo accedan, revisen y modifiquen los datos según sus roles específicos. Al centralizar y estructurar la información, el CDE mejora la seguridad de los datos, minimiza la duplicación de información y fortalece la comunicación entre los participantes del proyecto. La plataforma USBIM será nuestro principal aliado para la colaboración en este proyecto BIM. Al centralizar toda la información en un modelo 3D compartido, facilitaremos la comunicación y la coordinación entre los diferentes roles BIM. Esto permitirá optimizar los procesos de diseño, construcción y mantenimiento, y reducir significativamente los costos y los plazos de entrega.

Figura 35

Elaboración de un CDE



Nota. Elaboración propia

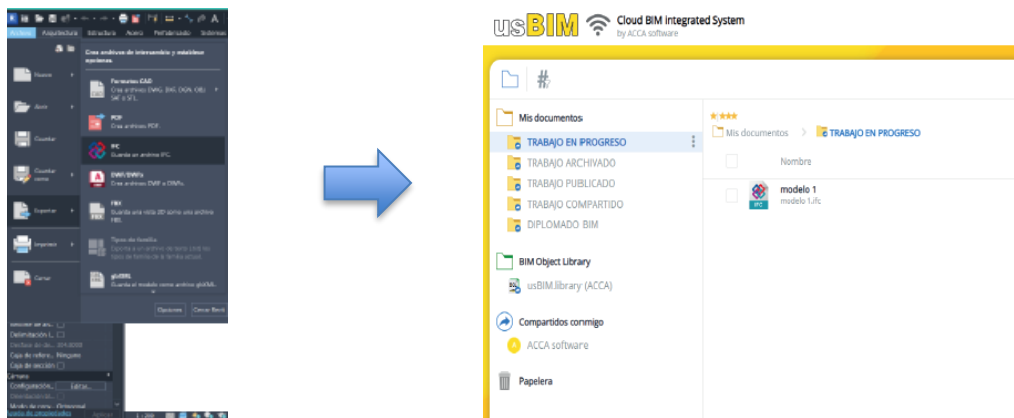
Industry Foundation Classes (IFC)

El IFC es un diccionario que permite a diferentes programas de diseño entenderse entre sí. Gracias a él, podemos compartir información de forma precisa. Por otro lado, el BCF es como una plataforma de comunicación que nos ayuda a colaborar en el proyecto. En este espacio, podemos hacer comentarios, plantear preguntas y resolver cualquier problema que surja directamente sobre el modelo 3D.

La implementación de BIM en nuestro complejo deportivo permitirá tomar decisiones más claras y basadas en datos en todas las fases del proyecto. Al contar con un modelo digital detallado y actualizado, podremos realizar análisis de costos, simular diferentes escenarios y evaluar el impacto de las decisiones de diseño. Esto, a su vez, nos permitirá optimizar los recursos y reducir los costos de construcción y operación.

Figura 36

Exportación IFC



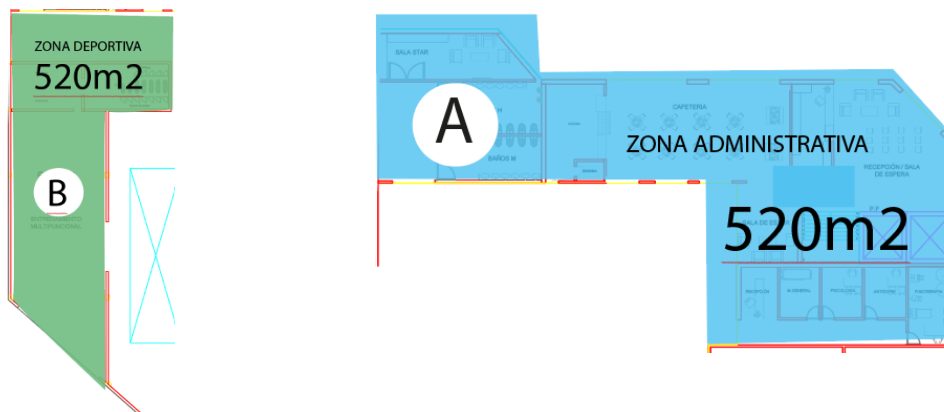
Nota. Elaboración propia

Modelado de la Edificación

La metodología BIM se aplica a dos áreas del módulo 1 del proyecto: una para la zona administrativa y la zona deportiva. Esta división temática permitió abordar de manera específica las particularidades de cada sector y facilitar la implementación efectiva de BIM en el proyecto, el cual cuenta con un área total de 1040 m² dividida en dos secciones de 520 m² cada una. En ambos módulos se trabajaron las disciplinas de Estructura, Arquitectura y Sistemas MEP/HVAC. Como se puede evidenciar en la figura siguiente:

Figura 37

Zonas de trabajo A administrativa y B deportiva.



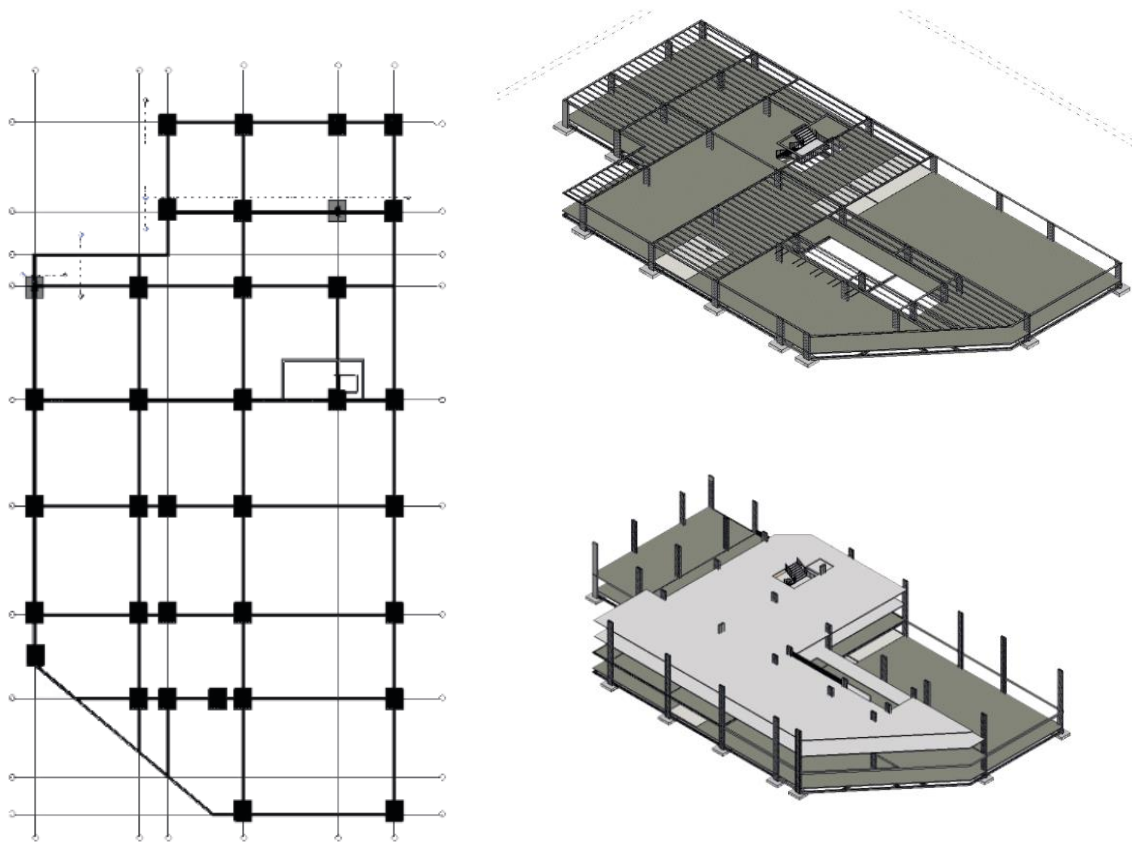
Nota. Elaboración propia asistida de AutoCAD.

Modelo Estructural

El sistema por implementar al área de trabajo es un sistema a porticado para todo el módulo de trabajo, como se muestra en la figura.

Figura 38

Sistema Aporticado

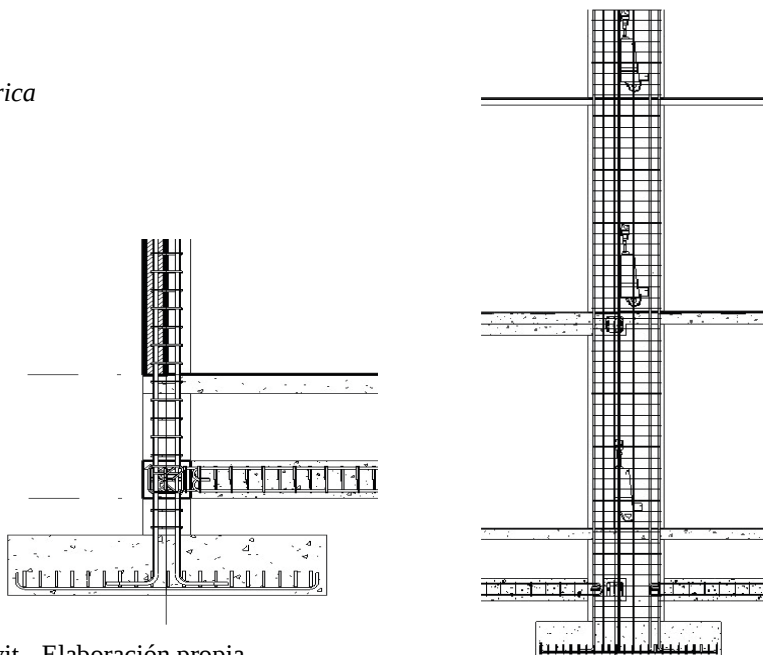


Nota. Adaptado de Revit - Elaboración propia

El sistema aporticado es un método constructivo que emplea pórticos de columnas y vigas para soportar las cargas de un edificio, ofreciendo mayor flexibilidad en el diseño en el diseño y resistencia a sismos. Los pórticos de un sistema aporticado actúan como marcos rígidos, soportando tanto el peso propio del edificio, como las cargas que se ejercen sobre él, como el mobiliario o las personas.

El sistema estructural del proyecto se compone de una serie de elementos de hormigón armado y acero estructural, implementados y modelados mediante el software Revit siguiendo los parámetros establecidos por la normativa vigente. La cimentación se resuelve mediante un sistema de zapatas aisladas interconectadas por vigas de cimentación, que distribuyen eficientemente las cargas al edificio. La estructura vertical se configura mediante columnas que transmiten las cargas gravitacionales y laterales, mientras que el sistema horizontal integra vigas aéreas y viguetas que soportan las placas macizas de entrepiso.

Para la cubierta, se ha diseñado un sistema compuesto por cerchas y vigas metálicas que optimizan las luces y garantizan la estabilidad estructural del proyecto. El modelado en Revit permite no solo la representación física detallada de cada elemento estructural, sino también la visualización del sistema en modo analítico, facilitando el análisis de la composición estructural, la verificación de conexiones y la identificación de posibles interferencias. Esta capacidad de visualización dual permite validar el comportamiento integral del sistema estructural y realizar los ajustes necesarios en los refuerzos y conexiones para garantizar su óptimo desempeño.

Figura 39*Visualización inalámbrica**Nota.* Adaptado de Revit - Elaboración propia

Modelo Arquitectónico

El diseño arquitectónico, desarrollado mediante metodología BIM en Revit, se caracteriza por una envolvente con amplios sistemas de acristalamiento que maximizan la iluminación natural, la distribución espacial se fundamenta en áreas polivalentes de gran escala, optimizadas para actividades físicas y adaptables a diversos usos, la zonificación se estableció siguiendo el programa arquitectónico previamente definido.

El sistema constructivo integra particiones interiores modulares, muros en mampostería y un sistema de fachada que combina cristalería de alto rendimiento con perfilería metálica. La especificación de familias de mobiliario en Revit permite una precisa planificación espacial y cuantificación de elementos, garantizando la funcionalidad de cada ambiente según su uso previsto. Gracias al uso de la coordinación BIM se reducen tiempos de ejecución, se agiliza procesos y previene interferencias entre los profesionales que estén coordinando el proyecto hablando un mismo lenguaje.

Como se puede evidenciar en las siguientes imágenes tanto en el Módulo A y B.

Figura 40

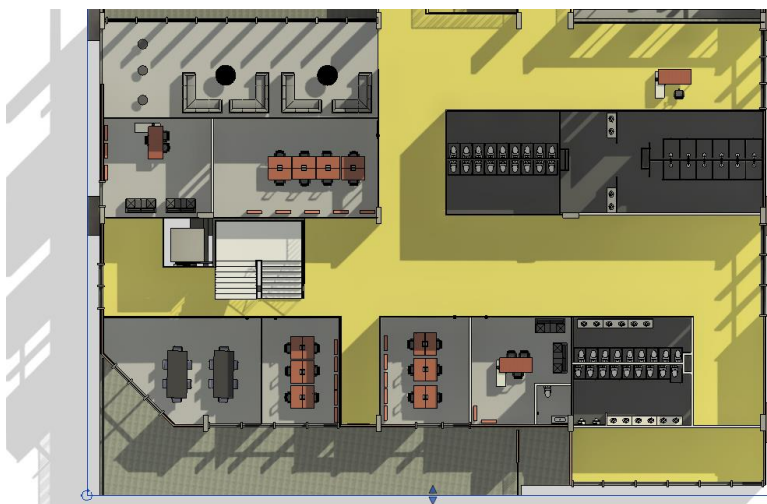
Área administrativa detalles arquitectónicos



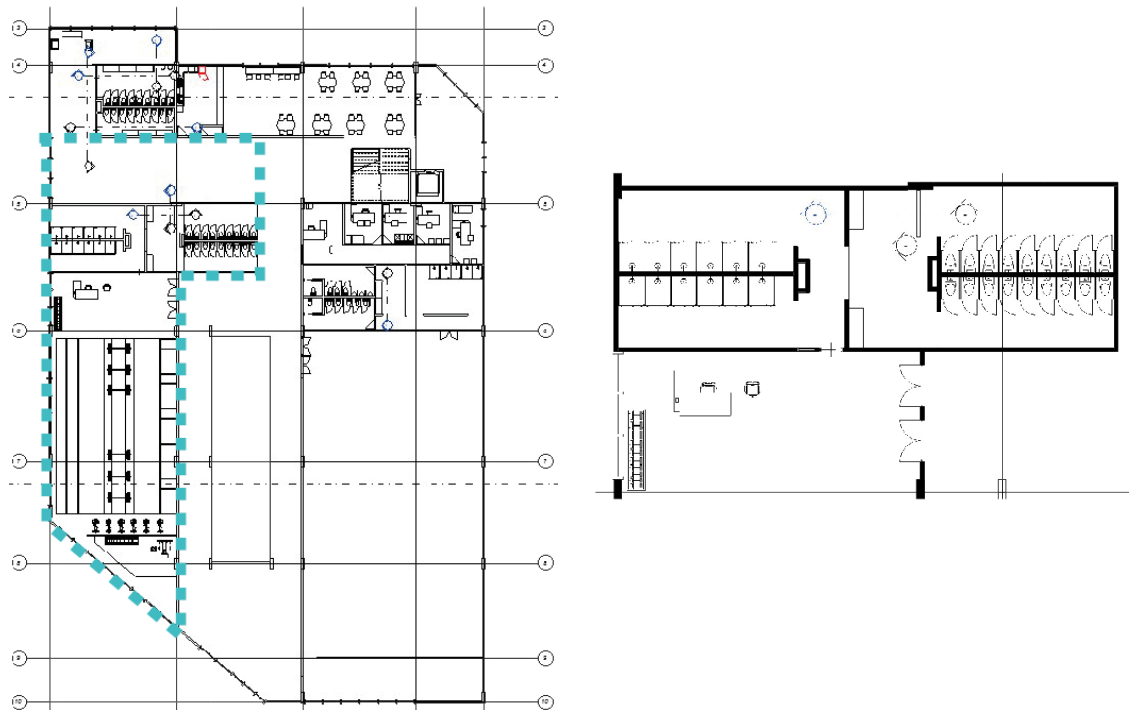
Nota. Elaboración propia proyecto en Revit disciplina arquitectónica

Figura 41

Segunda planta área administrativa



Nota. Elaboración propia planta piso 2.

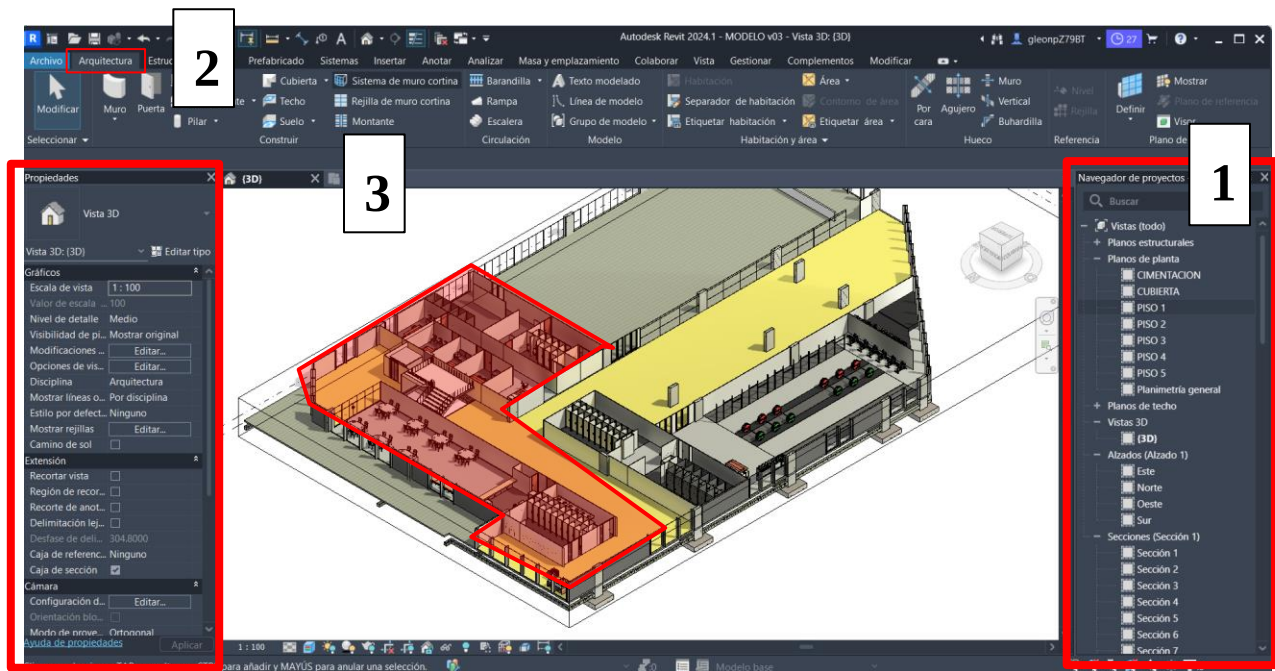
Figura 42*Muros*

Nota. Adaptado de Revit 2024 – Elaboración Propia

Se utiliza la interfaz de Revit relacionada a propiedades y navegación en el proyecto para ir estructurando toda la parte arquitectónica desde la pestaña como se muestra a continuación.

Figura 43

Arquitectura del proyecto zona de administración.

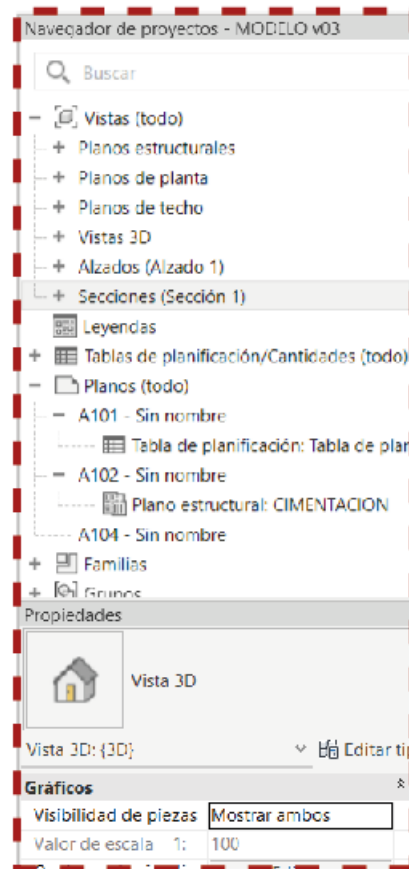


Nota. Elaboración propia interfaz zona administrativa.

Para tener un buen control de este proceso también se tuvo que realizar un orden en la configuración del entorno de trabajo en Revit, esto nos permite tener un mejor control de las plantas y espacios que se están trabajando.

Figura 44

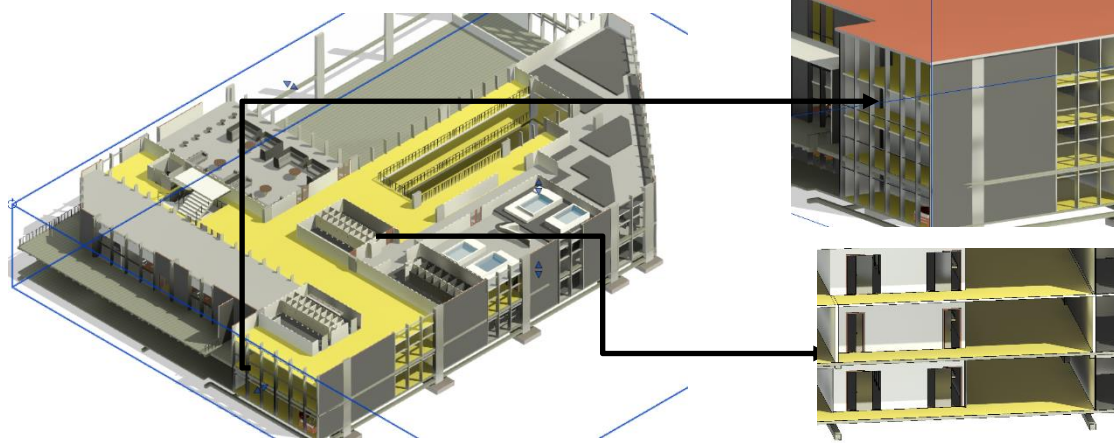
Configuración Entorno de Trabajo.



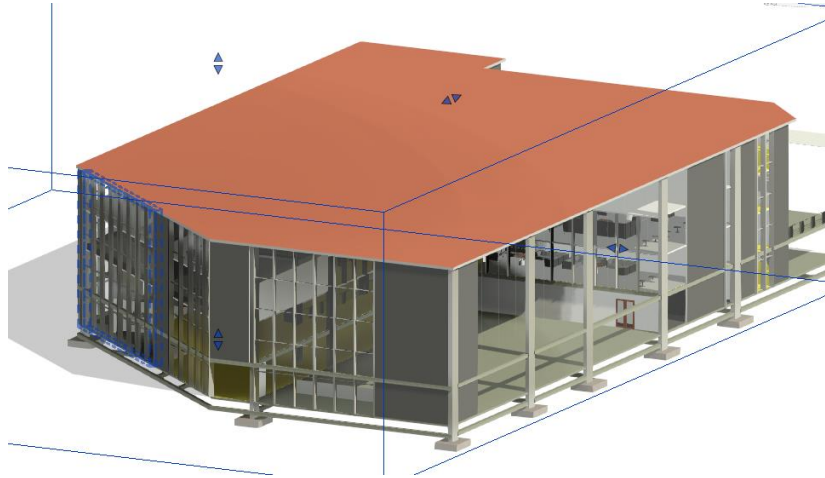
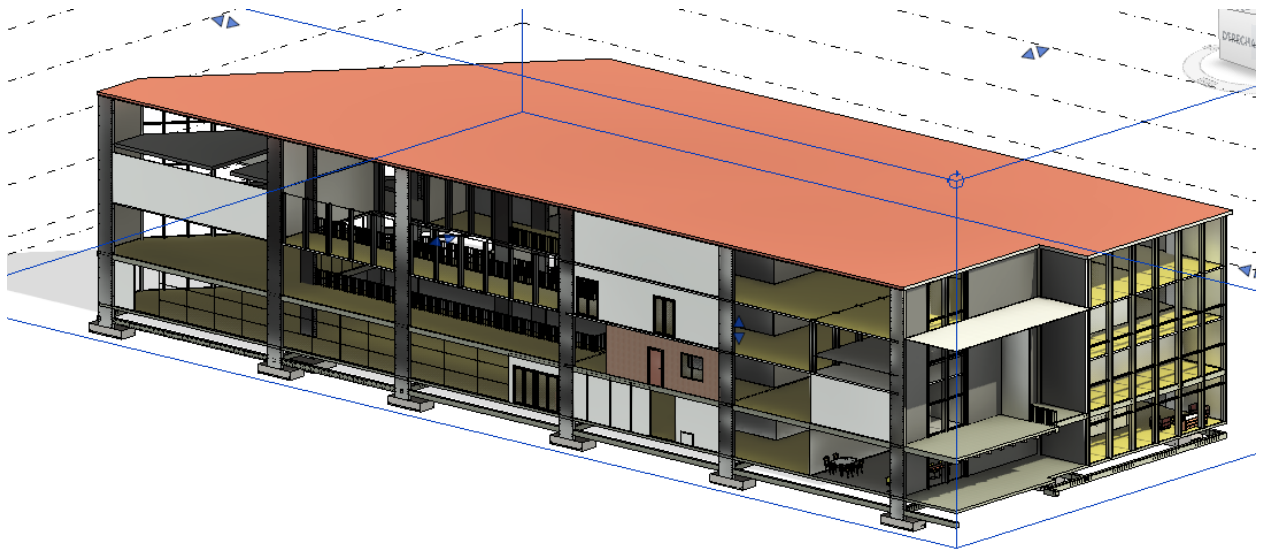
Nota. Tomado de Revit 2024

Mobiliario – Ventanas – Puertas

Dentro de la disciplina de Arquitectura, se llevó a cabo el modelado detallado de mobiliario, ventanas y puertas, integrando estos elementos al modelo BIM general del proyecto. Esta integración permitió una coordinación precisa con otras disciplinas como estructura e instalaciones, asegurando una ejecución eficiente y evitando conflictos constructivos.

Figura 45*Mobiliario- ventanas -puertas**Nota.* Adaptado de Revit Elaboración Propia modelo arquitectónico**Diseño de fachada**

Durante la fase de diseño, se priorizó la integración de la luz natural en todos los espacios. Mediante la implementación de fachadas acristaladas, se logró un diseño que no solo cumple con los requerimientos funcionales del programa arquitectónico, sino que también optimiza el aprovechamiento de la luz natural, generando ambientes más saludables y eficientes energéticamente.

Figura 46*Fachadas Modulo 1 del proyecto**Nota. Elaboración propia***Figura 47***Corte longitudinal arquitectónico**Nota. Elaboración propia corte arquitectónico en modelo*

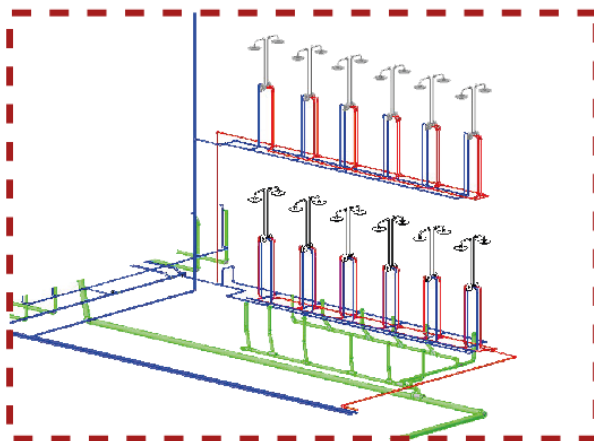
Modelado Mep (Mecánica, Electricidad Y Plomería)

Los componentes MEP engloban todas las instalaciones técnicas esenciales para garantizar el óptimo funcionamiento de una edificación, también HVAC (calefacción, ventilación y aire acondicionado), lo que son redes eléctricas, hidráulicas y sanitarias.

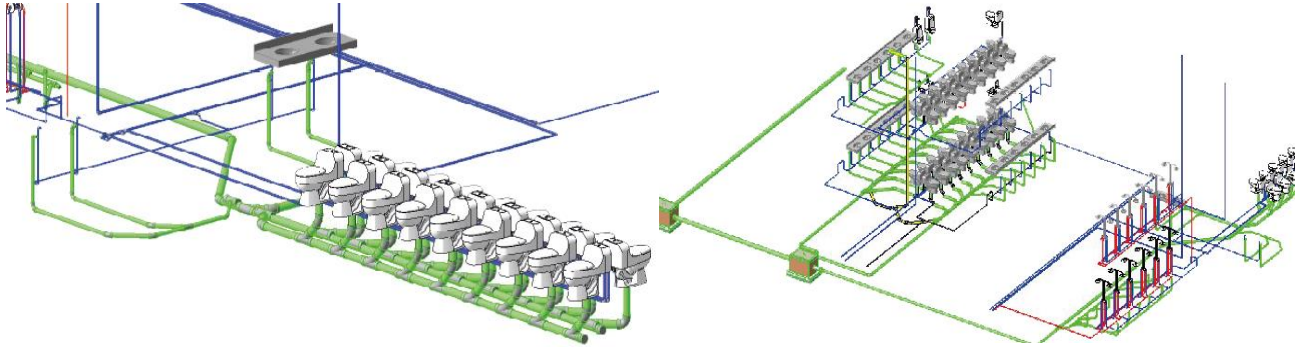
La implementación de sistemas MEP mediante tecnología BIM permite desarrollar representaciones tridimensionales detalladas de estas instalaciones. Estos modelos digitales no solo capturan la disposición espacial y características dimensionales de los elementos, sino que también incorporan información técnica crucial como especificaciones de rendimiento, capacidades operativas y detalles de interconexión entre componentes.

Figura 48

Redes suministro agua fría y caliente

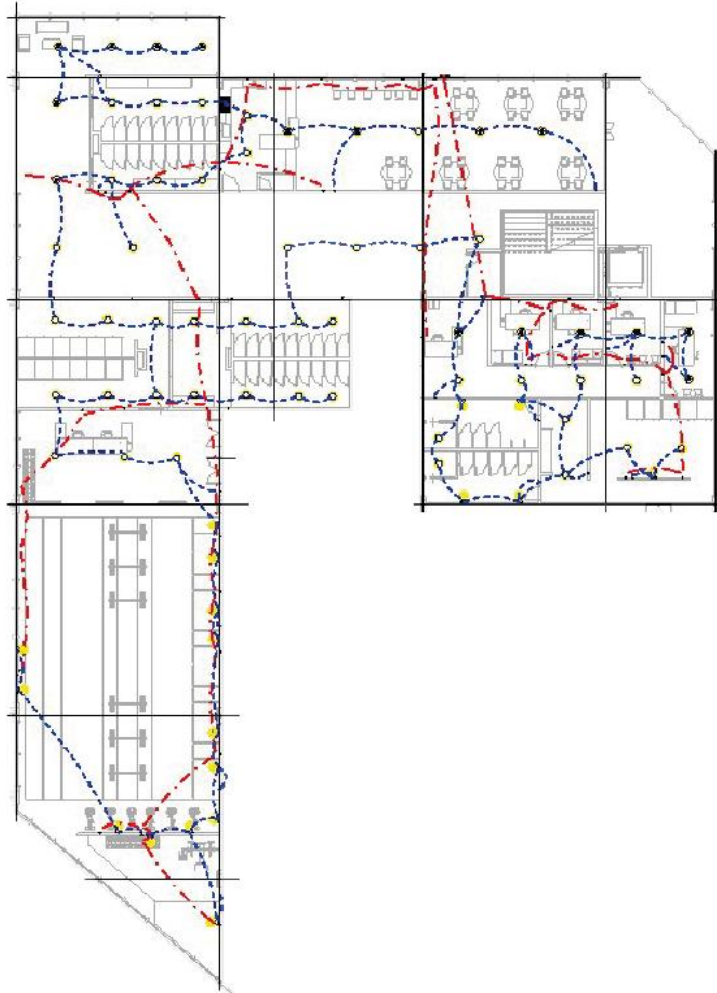


Nota. Elaboración Propia de Redes hidráulicas.

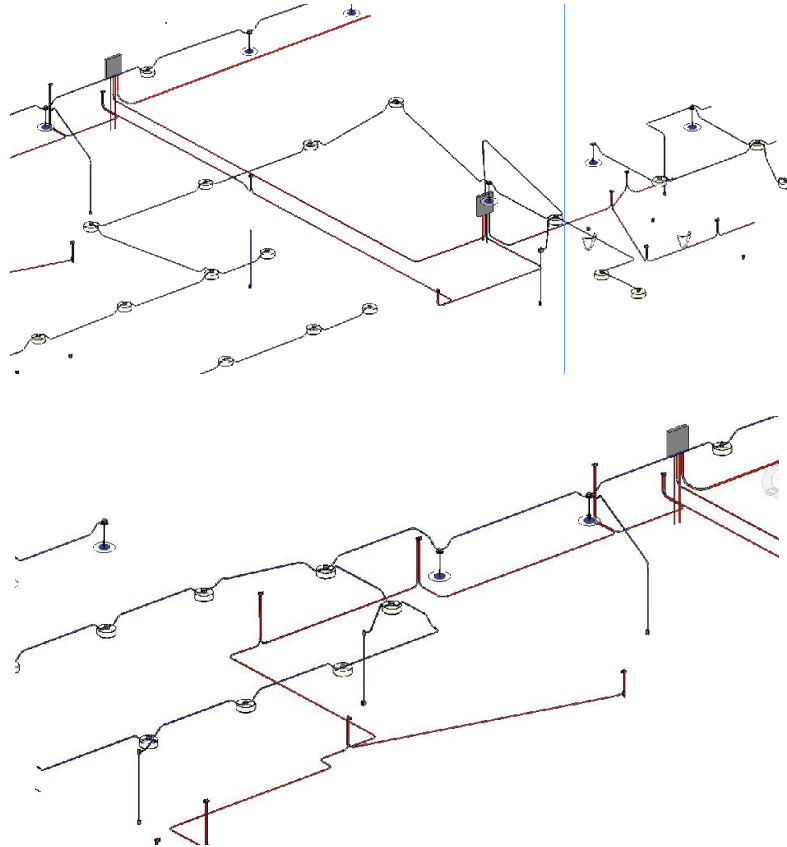
Figura 49*Redes Sanitarias**Nota.* Elaboración Propia, Redes Sanitarias

Redes eléctricas

Con el objetivo de optimizar el consumo energético, se ha implementado una red eléctrica eficiente, con circuitos de iluminación diseñados para aprovechar al máximo la luz natural y minimizar el consumo de energía artificial. Además, se han instalado dispositivos de control y protección para garantizar un funcionamiento seguro y eficiente.

Figura 50*Red eléctrica*

Nota. Elaboración Propia, sistema de iluminación y control

Figura 51*Circuitos de potencia e iluminación**Nota: Elaboración Propia, Circuitos*

La implementación de BIM en nuestro complejo deportivo permitirá tomar decisiones más claras y basadas en datos en todas las fases del proyecto, al contar con un modelo digital detallado y actualizado, podremos realizar análisis de costos, simular diferentes escenarios y evaluar el impacto de las decisiones de diseño. Esto, a su vez, nos permitirá optimizar los recursos y reducir los costos de construcción y operación.

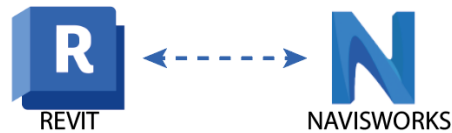
Una coordinación BIM es un proceso multidisciplinario que implica verificar que no existan incongruencias e interferencias entre las distintas disciplinas de un modelo 3D la coordinación

BIM nos permite detectar visualmente colisiones entre elementos de un proyecto como por ejemplo redes eléctricas que se cruzan con muros o placas.

Figura 52

Programas de Coordinación

Software para Coordinación BIM



Nota. Programas para la coordinación BIM

Análisis de interferencias e inconsistencias

El análisis de interferencias es una herramienta fundamental en la construcción moderna especialmente en proyectos grandes y complejos. Permite identificar y resolver problemas de diseño antes de que se convierta en problemas de construcción, lo que se traduce en proyectos más eficientes y de mejor calidad.

Es eficiente para: Solucionar errores – reducción de tiempos y costos – Comunicación asertiva entre disciplinas.

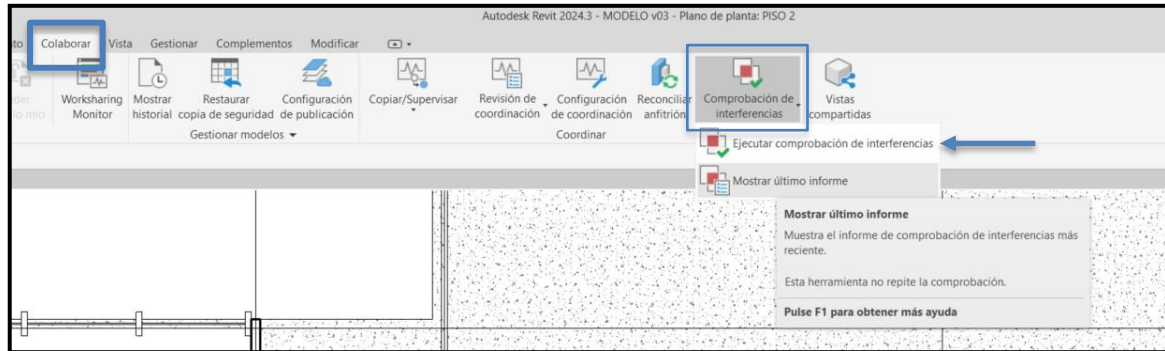
Paso a paso de la coordinación en Revit

Para ejecutar desde revit y conocer las interferencias debemos seguir 3 pasos importantes que son sobre las barras de herramientas en REVIT.

1 Colaborar - 2 Comprobación de interferencias - 3 Ejecucion de Interferencias.

Figura 53

Pasos en Revit para la ejecución de interferencias

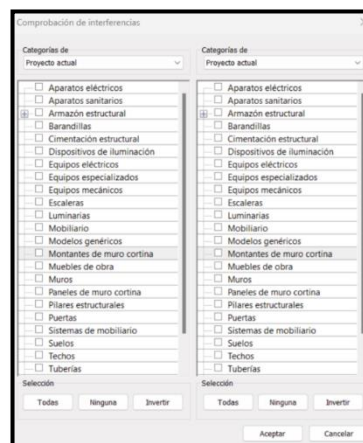


Nota. Adaptado de REVIT 2024

Después de este proceso ejecutamos para conocer las interferencias que tenemos, esto depende según lo que queramos cruzar en el Modelo en este caso se ejecutó todas las disciplinas de Estructura, Arquitectura y Redes.

Figura 54

Comprobación de Interferencias



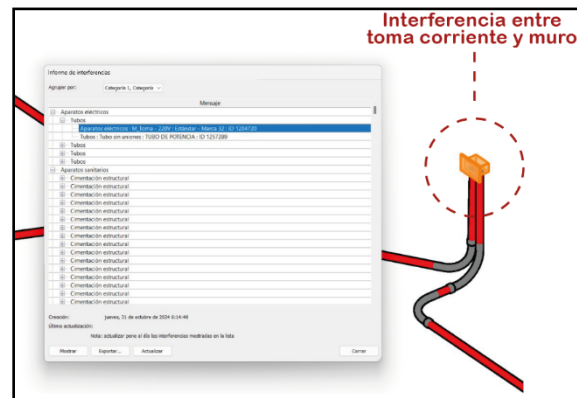
Nota. Adaptado de Revit 2024

Interferencias Encontradas en el Modelo 3D

Al realizar la comprobación de interferencias podemos visualizar las inconsistencias que tiene el Modelo, podemos identificarlas por disciplinas.

Figura 55

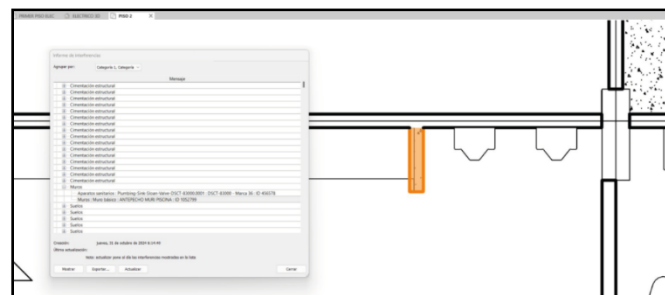
Interferencia entre tomacorriente y Muro



Nota. Adaptado de Revit – Elaboración Propia

Figura 56

Interferencia entre muro y lavamanos



Nota. Adaptado de Revit – Elaboración Propia

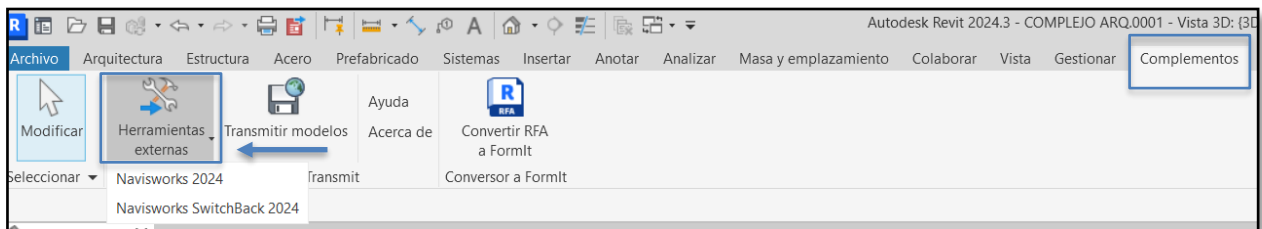
Revit nos brinda la capacidad de detectar con precisión cada interferencia en el modelo, agilizando así el proceso de coordinación. Gracias a esta herramienta, podemos identificar y resolver de manera eficiente cualquier conflicto, optimizando el diseño y la construcción.

Coordinación a partir de Naviswork

Para llevar a cabo un análisis de interferencias en Navisworks, el primer paso es exportar el modelo desde Revit en formato NWC. Este archivo, altamente compatible con Navisworks, nos permite importar el modelo completo y comenzar a detectar las colisiones que puedan existir entre los diferentes elementos del proyecto.

Figura 57

Exportación de Revit a Navisworks

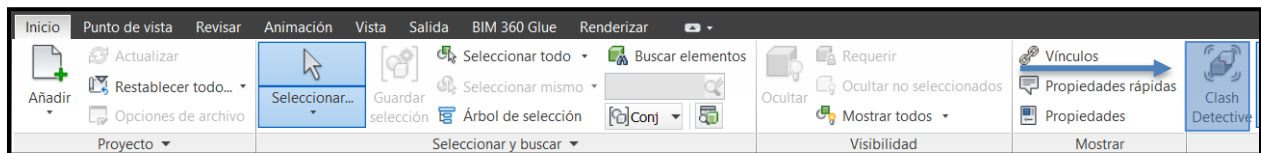


Nota. Adaptado de Revit

En Navisworks ya con la exportación hecha debemos ejecutar la herramienta Clash Detective esta nos permitirá configurar por disciplinas y hacer diferentes Pruebas sobre las interferencias que pueda tener el Proyecto.

Figura 58

Herramienta Clash Detective

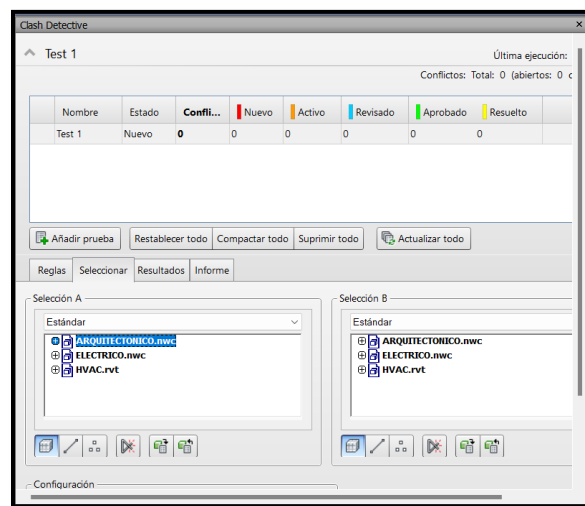


Nota. Adaptado de Navisworks 2024

Para llevar a cabo las verificaciones, se despliega un cuadro de diálogo que nos permite comparar las diferentes disciplinas del proyecto de manera individual o conjunta. Esta herramienta es fundamental para identificar cualquier inconsistencia o interferencia que pueda afectar la ejecución de la obra.

Figura 59

Cuadro de Clash Detective



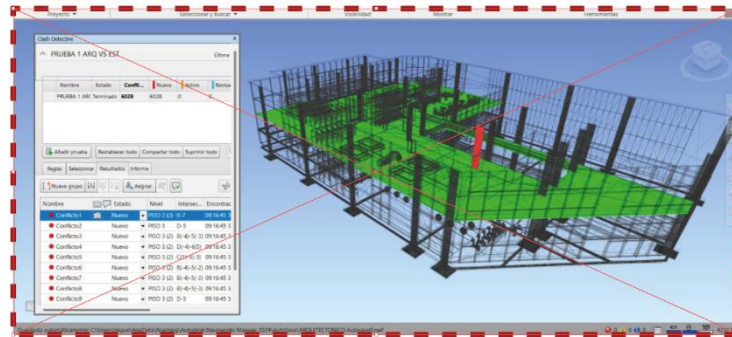
Nota. Adaptado de Navisworks 2024

Interferencias Por Navisworks

La visualización de interferencias en este programa es excepcional, lo que nos permite detectar errores de manera instantánea y tomar las medidas correctivas necesarias de forma coordinada con el responsable del área correspondiente.

Figura 60

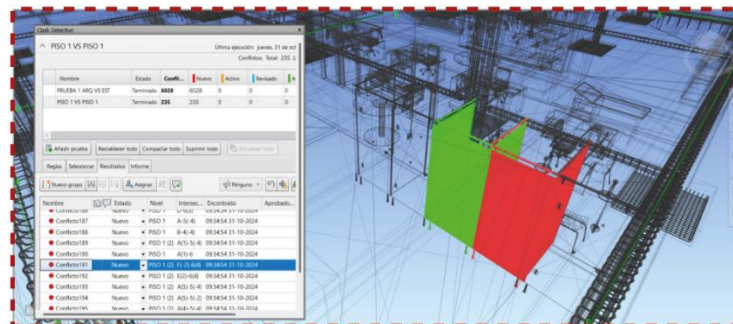
Interferencia de Columna con Placa de entrepiso



Nota. Adaptado de Revit – Elaboración Propia

Figura 61

Interferencia entre Cabinas de duchas



Nota. Adaptado de Revit – Elaboración Propia

La detección de interferencias es un paso fundamental en la revisión del proyecto, ya que garantiza la coherencia entre las disciplinas de arquitectura, estructura y redes. Esta verificación continua es esencial para asegurar la viabilidad y el éxito del proyecto.

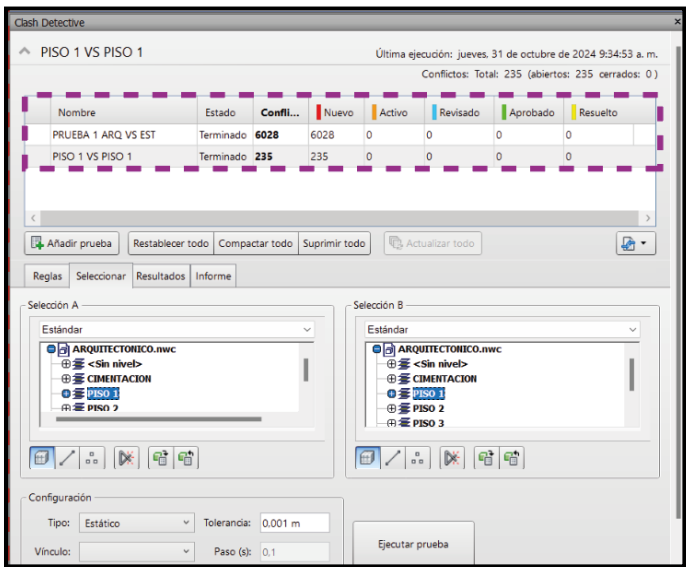
Informe de coordinación BIM

Navisworks

Es una herramienta esencial para la detección y gestión de interferencias en modelos 3D. Genera informes detallados que incluyen la identificación precisa de conflictos, además proporciona imágenes visuales de cada incidencia para una mejor comprensión.

Figura 62

Ventana para realizar Informes de Inconsistencias



Nota. Adaptado de Navisworks 2024

Una vez realizadas las comprobaciones del modelo 3D, la herramienta genera informes detallados que incluyen el nombre, la ubicación y el identificador de cada interferencia. Estos informes, pueden exportarse en formato de tabla o imagen, ofrecen una visión precisa de los conflictos entre las diferentes disciplinas del proyecto.

Figura 63

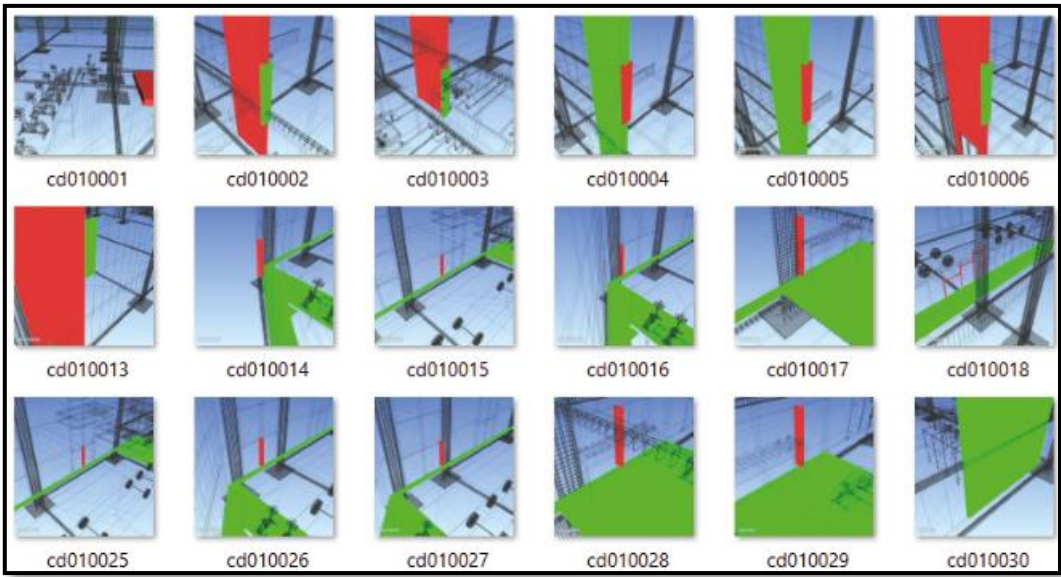
Tabla Informes de Conflictos Navisworks

AUTODESK® NAVISWORKS® Informe de conflictos											
PISO 1 VS PISO 1		Tolerancia	Conflictos	Nuevo	Activo	Revisado	Aprobado	Resuelto	Tipo	Estado	
		0.001m	235	235	0	0	0	0	Estático	Aceptar	
									Elemento 1		
Imagen	Nombre de conflicto	Estado	Distancia	Ubicación de rejilla	Descripción	Fecha de detección	Punto de conflicto	ID de elemento	Capa Ruta	Elemento 1	Elemento Nombre
	Conflicto1	Nuevo	-0.099	B-9 : PISO 1	Estático	2024/10/31 14:34	x:-49.830, ID de y:-37.106, elemento: z:0.400	862589	PISO 1	Archivo > ARQUITECTONICO.mvc > PISO 1 > Suelos > Suelo > PISO ZONA DE RECUPERACION BOX > Suelo > Roofing, EPDM Membrane	Roofing, EPDM Membrane
	Conflicto2	Nuevo	-0.075	C-4 : PISO 2	Estático	2024/10/31 14:34	x:-42.264, ID de y:13.532, elemento: z:4.042	479171	PISO 1	Archivo > ARQUITECTONICO.mvc > PISO 1 > Muros > Muro básico > muro externo 15cm > Muro básico > Yeso	Yeso
	Conflicto3	Nuevo	-0.075	C-4 : PISO 1	Estático	2024/10/31 14:34	x:-42.264, ID de y:13.532, elemento: z:1.640	479171	PISO 1	Archivo > ARQUITECTONICO.mvc > PISO 1 > Muros > Muro básico > muro externo 15cm > Muro básico > Yeso	Yeso
	Conflicto4	Nuevo	-0.075	C-4 : PISO 3	Estático	2024/10/31 14:34	x:-42.264, ID de y:13.532, elemento: z:6.452	480238	PISO 1	Archivo > ARQUITECTONICO.mvc > PISO 1 > Montantes de muro cortina > Montante rectangular > Montante rectangular - 10 x 40 cm > Montante rectangular > Montante rectangular - 10 x 40 cm > Montante rectangular - 10 x 40 cm > Sólido	Montante rectangular - 10 x 40 cm

Nota. Adaptado de Navisworks – Elaboración Propia

Figura 64

Informe de Conflictos en imágenes



Nota. Adaptado de Navisworks - Elaboración Propia

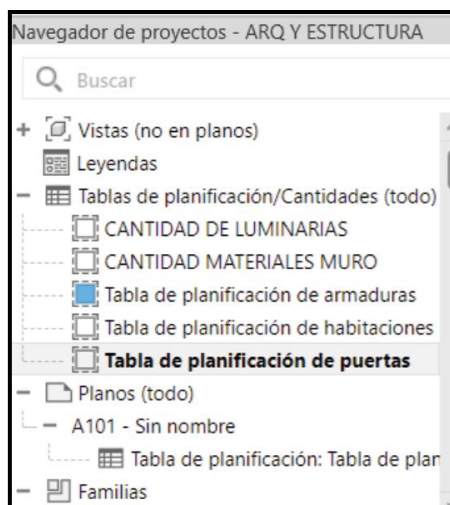
Proceso de abstracción y gestión de cantidades

La abstracción de cantidades consiste en extraer datos cuantitativos de un modelo BIM, como áreas, longitudes, volúmenes etc. Esta información es esencial para la generación de presupuesto, planificación de Obra y control de costos. Para sacar las cantidades desde REVIT se debe seguir el siguiente proceso.

Debemos ir al navegador de Proyectos y crear una nueva tabla de planificación de cantidades y seleccionar Nuevo Computo de Cantidades.

Figura 65

Navegador de Proyectos

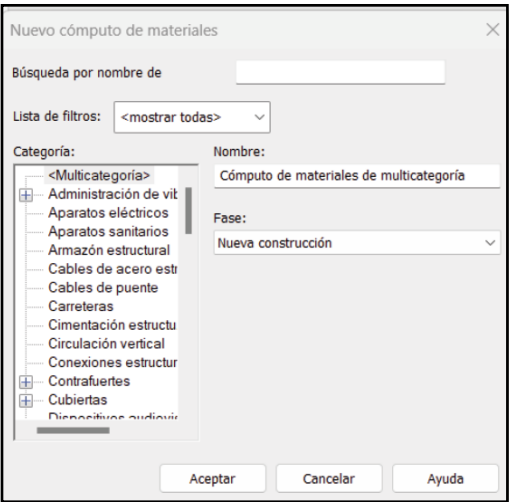


Nota. Adaptado de Revit 2024

Seguido de este paso pasamos a seleccionar la categoría que queremos analizar para sacar las cantidades en este caso se sacó la de muros conociendo el área en m2 y la longitud.

Figura 66

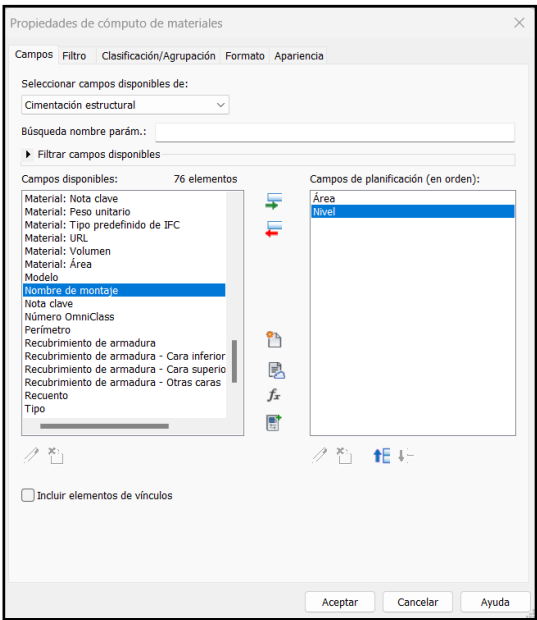
Computo de Materiales Paso 1



Nota. Adaptado de Revit

Figura 67

Propiedad de Computo de materiales Paso 2



Nota. Adaptado de Revit 2024

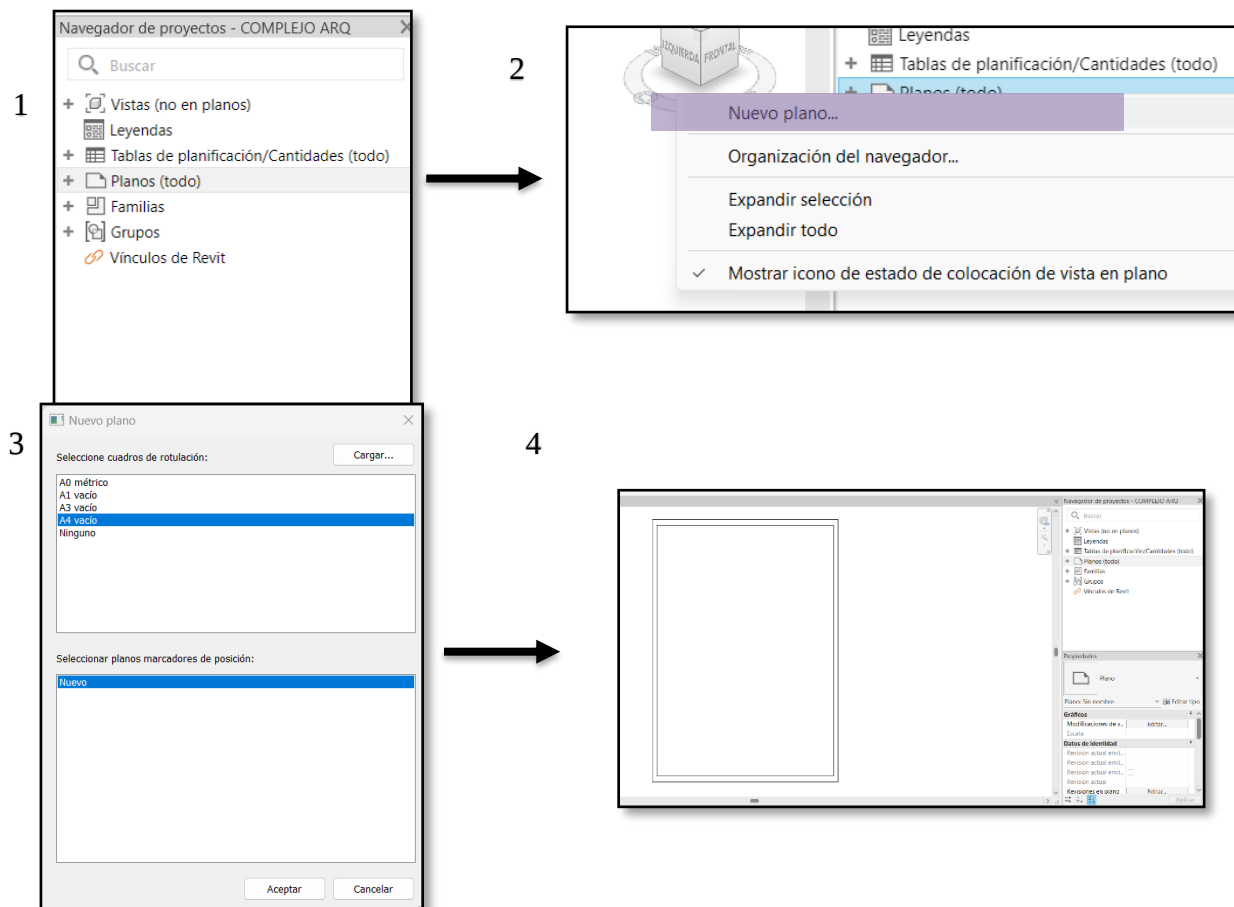
Figura 68*Cantidades de Muros Paso 3*

<CANTIDAD MATERIALES MURO >			
A	B	C	D
Material: Nombre	Área	Material: Como pintura	Longitud
Ladrillo	71.64 m²	No	5.97
Yeso	71.64 m²	No	5.97
Hormigón - Mortero	71.64 m²	No	5.97
Muro por defecto	234.04 m²	No	19.26
Muro por defecto	515.79 m²	No	42.98
Muro por defecto	770.65 m²	No	64.11
Muro por defecto	15.28 m²	No	5.20
Muro por defecto	129.35 m²	No	10.67
Muro por defecto	79.32 m²	No	6.57
Muro por defecto	73.80 m²	No	24.60
Muro por defecto	30.48 m²	No	10.16
Muro por defecto	594.15 m²	No	49.29
Muro por defecto	228.19 m²	No	76.02

Nota. Adaptado de Revit

Configuración de Planimetría y documentación

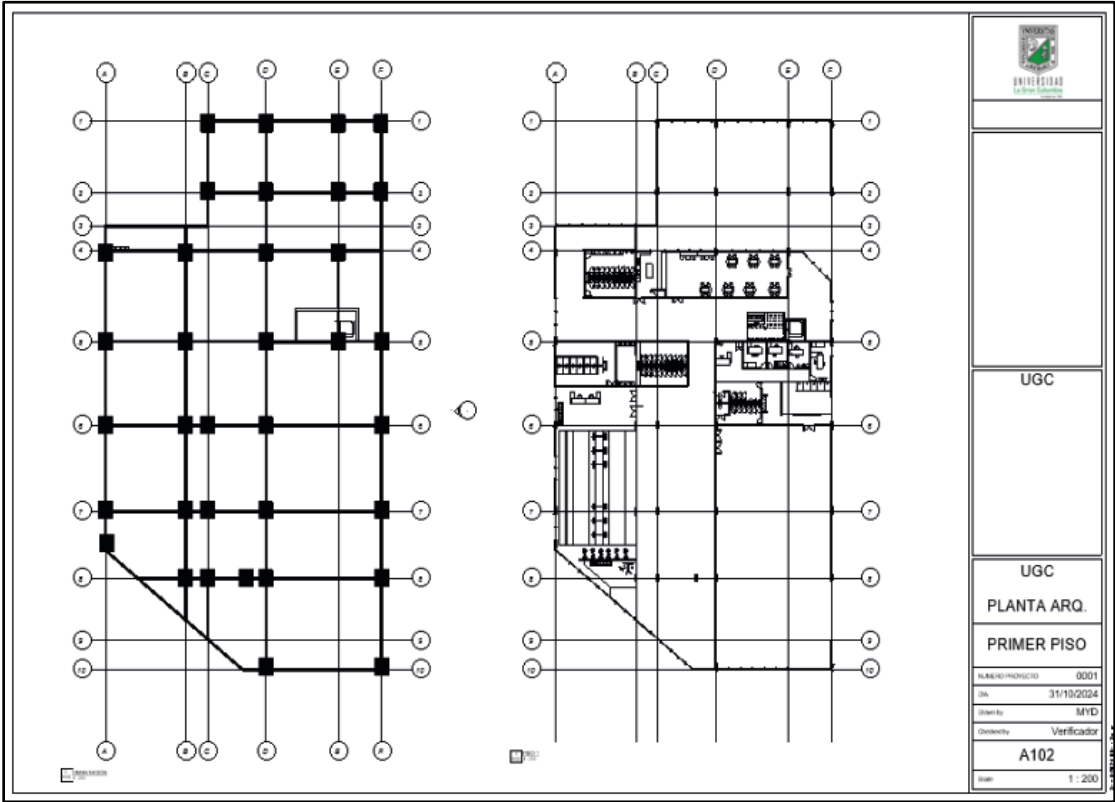
La planimetría es la proyección Bidimensional de un modelo tridimensional generando vistas planas que detallan la disposición y las relaciones espaciales de los elementos arquitectónicos y estructurales de un proyecto, también podemos obtener cortes detallados de las zapatas y vigas de cimentación permitiendo tener una mejor coordinación de los elementos estructurales. Por último, es importante tener visualizaciones en los acabados que se preseleccionan para la construcción de la obra esto nos ayudara para dar una vista real del Proyecto.

Figura 69*Configuración del Navegador de Proyectos**Nota.* Adaptado de Revit

Para adaptar el plano a las necesidades específicas de cada proyecto, se ajustan las medidas del plano y del rótulo. Esto garantiza una representación precisa y detallada de la planimetría.

Planimetría Complejo Deportivo

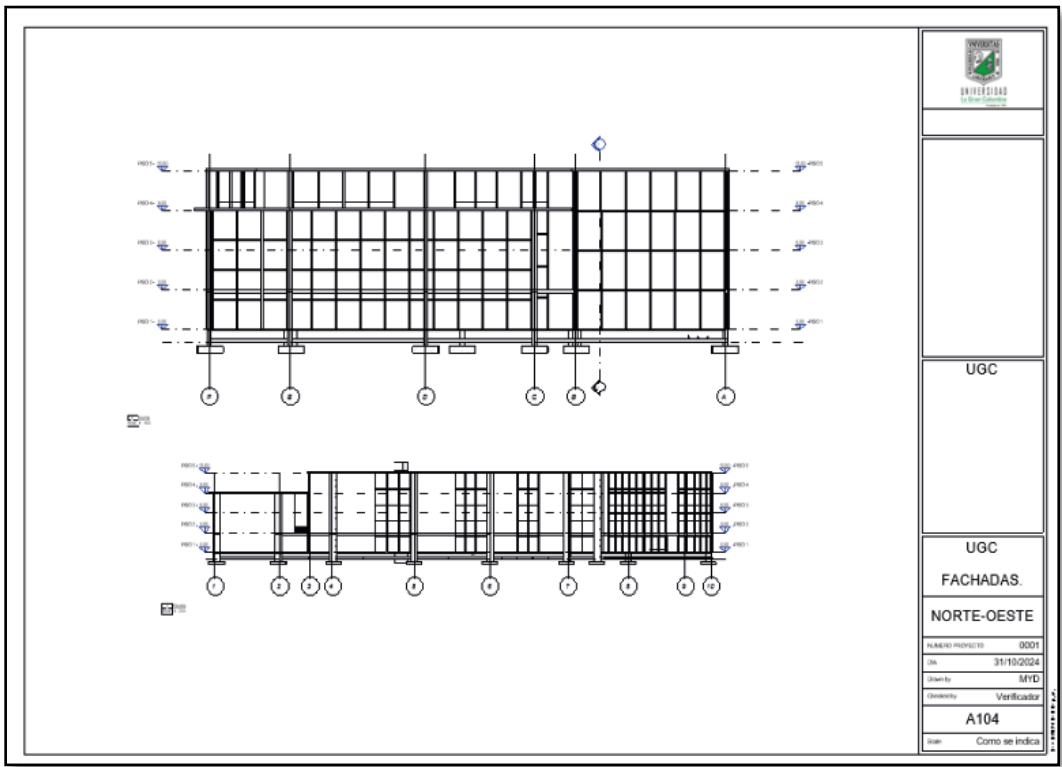
Figura 70*Plano de Cimentación y Primer Piso*



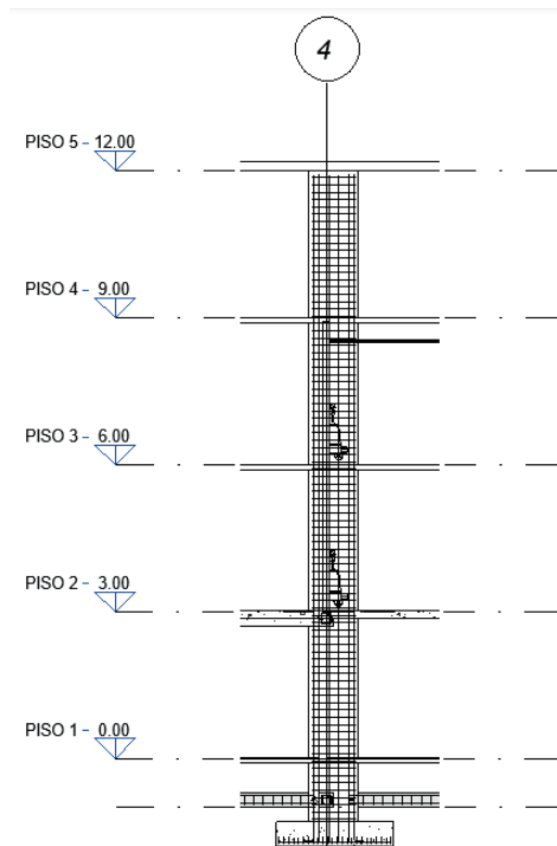
Nota. Elaboración Propia Planos Arquitectónicos

Figura 71

Plano de Corte longitudinal y transversal



Nota. Adaptado de Revit – Elaboración Propia

Figura 72*Corte de Zapata y Columna**Nota.* Adaptado de Revit – Elaboración Propia

Simulación de proceso constructivos

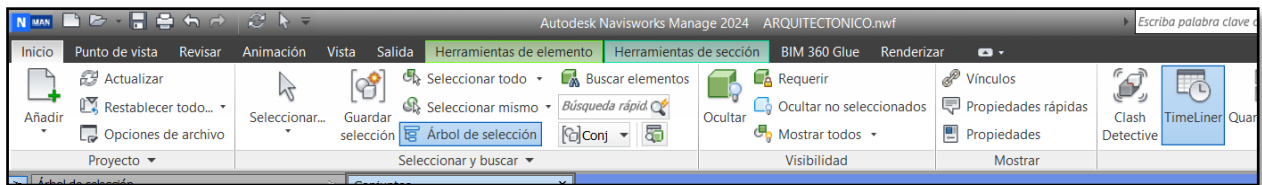
Navisworks es una herramienta de Autodesk que nos permite unificar modelos de diversas disciplinas (arquitectura, estructura, instalaciones) en un entorno 3D común. Su principal ventaja radica en su capacidad de simular la construcción a lo largo del tiempo, ofreciendo una visión dinámica y detallada del proceso constructivo que no es posible obtener con otro software.

Para llevar a cabo una simulación precisa del proceso constructivo, es fundamental organizar de manera metódica las carpetas y disciplinas del proyecto. Esta estructuración nos permitirá establecer una secuencia de construcción clara y definir tiempos de ejecución precisos.

Por medio de la Herramienta TimeLiner podemos realizar la simulación y desde la herramienta árbol de selección nos muestra todas las disciplinas que estamos trabajando como arquitectura, redes eléctricas y HVAC.

Figura 73

Barra de herramientas Simulación de Proyectos

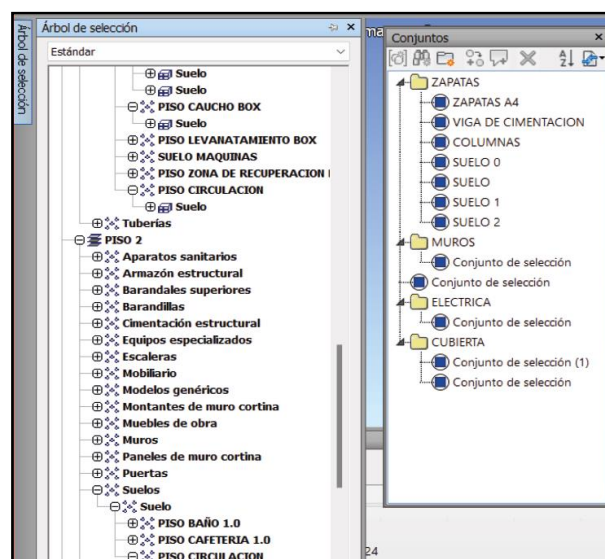


Nota. Adaptado de Navisworks 2024

Ahora para tener la simulación se deben organizar las carpetas o conjuntos, estas van desde la cimentación hasta la cubierta.

Figura 74

Cuadro de Árbol de selección y Conjuntos

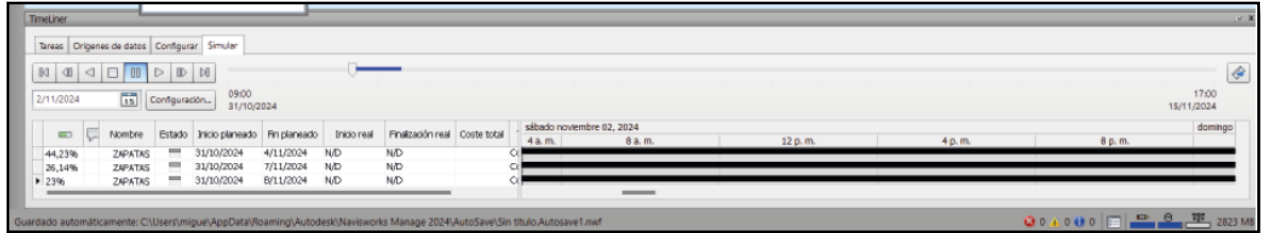


Nota. Adaptado de Navisworks 2024

Después de organizar las carpetas con los diferentes procesos vamos a la barra de TimeLiner e iniciamos la simulación.

Figura 75

Barra de simulación Timeliner

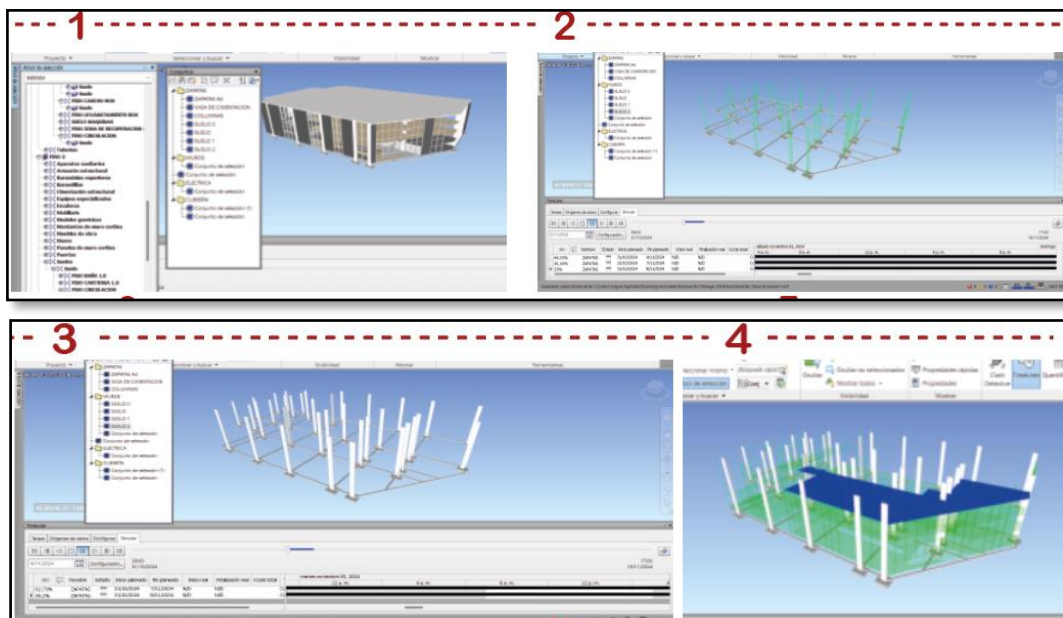


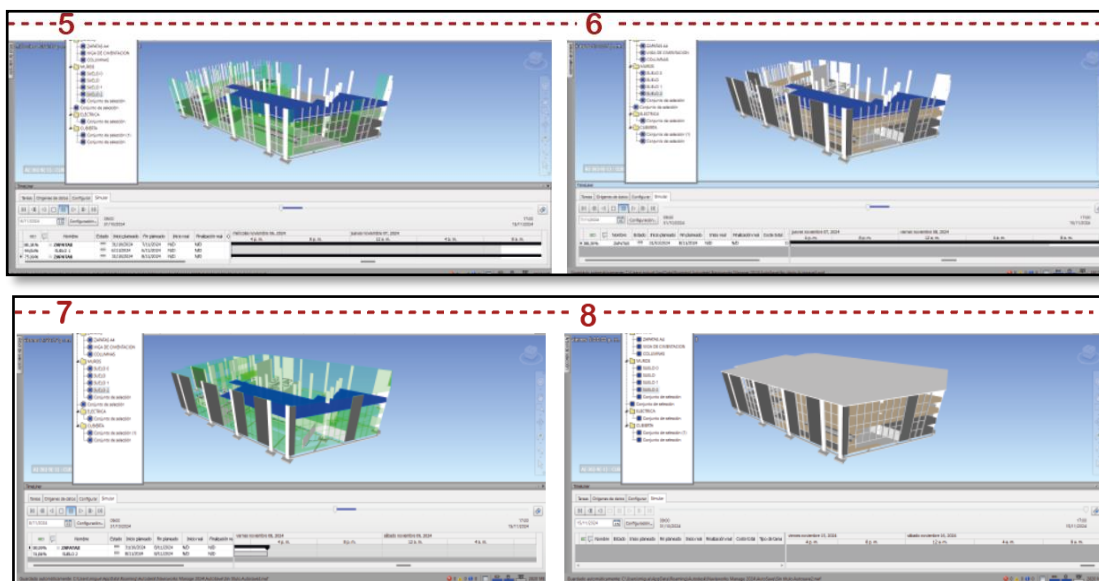
Nota. Adaptado de Navisworks 2024

En conclusión, Navisworks nos proporciona una simulación detallada del proyecto, permitiéndonos visualizar la construcción en tiempo real y detectar posibles conflictos antes de que ocurran. Esta herramienta es invaluable para optimizar la planificación, mejorar la coordinación entre disciplinas y reducir el riesgo de imprevistos durante la ejecución de la obra.

Figura 76

Simulaciones





Nota. Adaptado de Navisworks – Elaboración Propia

Realidad Virtual e Inmersiva

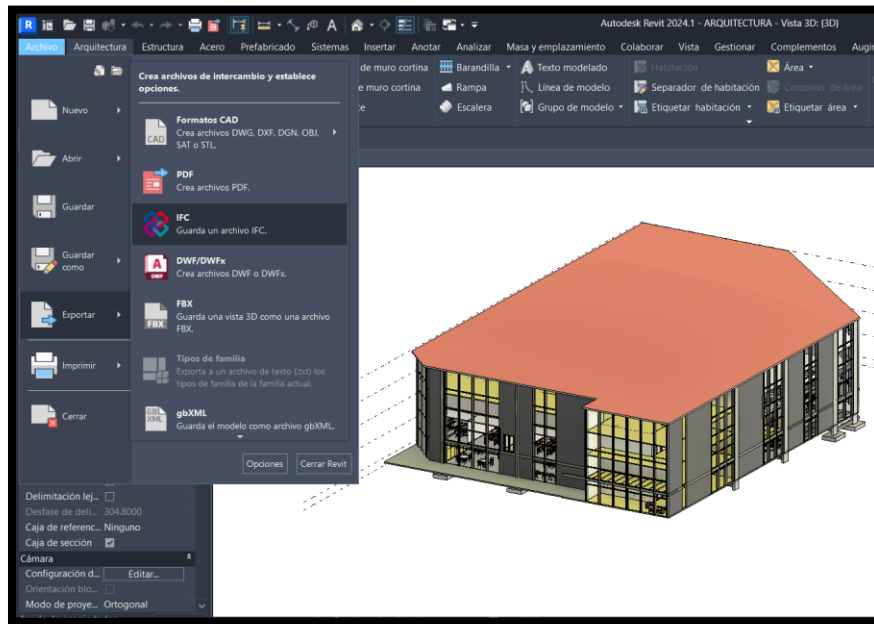
La realidad virtual es una tecnología que permite a los usuarios interactuar con entornos digitales tridimensionales generados por software, en el contexto BIM, esto significa poder "caminar" e interactuar dentro de un modelo 3D de un edificio antes de su construcción, transformando los planos tradicionales en planos y espacios virtuales explorables que simulan la realidad, mejorando así la visualización y comprensión del proyecto.

Algunos de los beneficios de usar la realidad virtual es hacer las vistas de los proyectos más realistas, optimizar recursos al momento de la planeación y coordinar todas las disciplinas antes de construir, permitiendo generar simulaciones, para detectar riesgos, verificación y revisiones técnicas.

Figura 77*Beneficios de la realidad virtual*

Nota. Elaboración propia

Como ya hemos hablado anteriormente la exportación del modelo en formato IFC (Industry Foundation Classes) representa el flujo de trabajo BIM, ya que permite la interoperabilidad entre diferentes plataformas y disciplinas involucradas en el proyecto, este formato actúa como un lenguaje común, garantizando que toda la información, diseño, propiedades del modelo se mantengan completas durante el intercambio de datos. Al exportar nuestro modelo a IFC, facilitamos la colaboración efectiva entre arquitectos, ingenieros y constructores, asegurando que cada profesional pueda acceder y trabajar con la información del proyecto independientemente del software que utilice, manteniendo así el ciclo de vida de un proyecto anticipado y controlado.

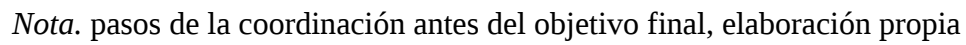
Figura 78*Exportar modelo en IFC*

Nota. Elaboración propia asistido en Revit

Gracias al uso del modelado 3d mediante Revit y una vez coordinado el proyecto con todas las demás disciplinas, se pasa a utilizar programas como 5D RENDER o TWINMOTION, las dos son usadas en el campo de la arquitectura y la planeación urbanística, mediante presentaciones y simulaciones realistas.

También permite trabajar y realizar modificaciones y renderizado en tiempo real, mediante la conexión de los programas Revit y Twinmotion en este caso, genera imágenes digitales de alta calidad. Para exportar de Revit a twinmotion se debe tener el programa instalado para poder abrir desde Revit, si no se tiene el programa vinculado a Revit se debe exportar a datasmith para abrirlo en el programa de visualización.

Pasos del modelado al renderizado

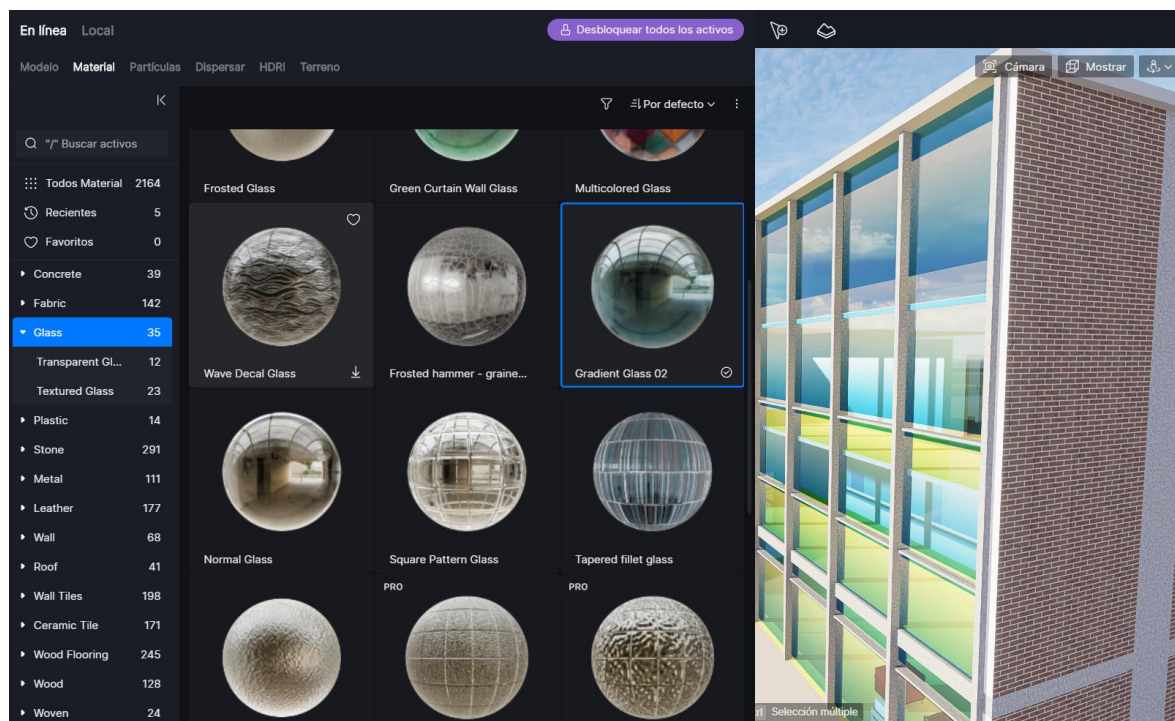


Exportación a Twinmotion o datasmith



Figura 81

Uso de Twinmotion para renderizar



Nota. Adaptado de Twinmotion – Elaboración Propia

Por último, Twinmotion se destaca como una potente herramienta de visualización arquitectónica que eleva la calidad de nuestras representaciones 3D a un nivel superior, esta plataforma nos permite crear renders fotorrealistas mediante un completo sistema de configuración visual que incluye fotomontajes precisos, retoque gráfico avanzado y una amplia biblioteca de elementos contextuales. Su interfaz intuitiva facilita el control detallado de condiciones ambientales, permitiendo ajustar dinámicamente la iluminación natural y artificial, gestionar sombras y reflejos, personalizar las condiciones climáticas y también ofrece la flexibilidad de visualizar los proyectos en diferentes momentos del día, desde amaneceres hasta

escenas nocturnas, integrando perfectamente los modelos en su entorno con vegetación, personas y elementos urbanos que aportan escala y realismo a las presentaciones.

Figura 82

Render Clima Calido



Nota. Adaptado Twinmotion - elaboración propia

Figura 83*Render Clima Invierno**Nota. Adaptado Twinmotion - elaboración propia*

Estas herramientas nos brindan la capacidad de sumergirnos en el proyecto y experimentar el complejo deportivo como si ya estuviera construido. Gracias a los fotomontajes, podemos apreciar cómo se verá en diferentes estaciones y cómo interactuarán las personas con el espacio, gracias a la incorporación de mobiliario, texturas y animaciones realistas.

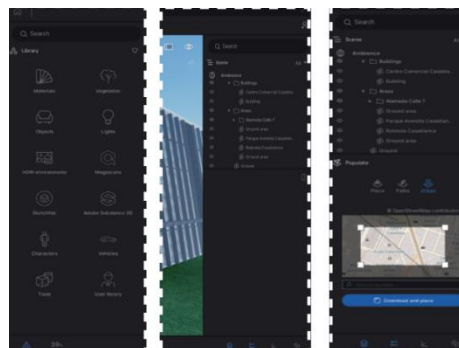
Figura 84*Ventanas de herramientas Twinmotion**Nota. Adaptado de Twinmotion*

Figura 85*Render interno*

Nota. Asistido por Twinmotion y Elaboración propia- Cafetería del módulo A.

Figura 86*Render de Área de entrenamiento Funcional.*

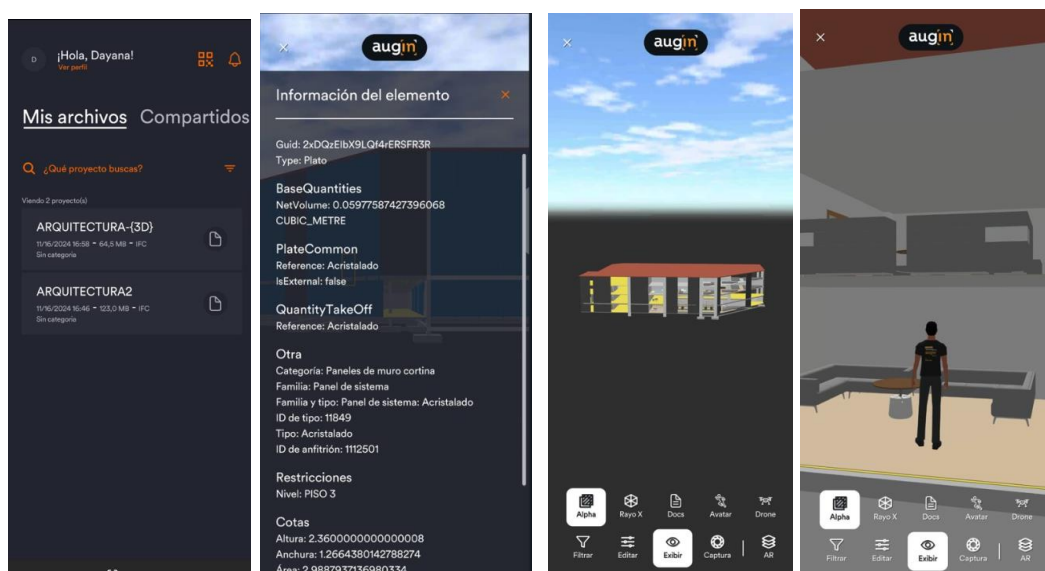
Nota. Adaptado de Twinmotion – Elaboración Propia

Augin

Es una aplicación de realidad aumentada enfocada en el sector de la construcción y la arquitectura, permite visualizar modelos BIM (Building Information Modeling) y otros modelos 3D directamente en el sitio de construcción o en cualquier ubicación mediante un celular o Tablet.

Figura 87

Realidad virtual mediante Augin



Nota. Adaptado de Revit a Augin – Elaboración Propia

Gracias a los avances de la tecnología y el uso de aplicaciones como Augin para la visibilizarían de cualquier proyecto, en nuestro caso del módulo 1 del complejo deportivo, desde un aspecto técnico, permite una integración eficiente de herramientas de modelado 3D y realidad virtual. En primer lugar, Revit es una herramienta fundamental para la creación de proyectos arquitectónicos completos, generando un modelo tridimensional, a su vez la capacidad de trabajar con objetos

paramétricos garantiza que todos los elementos del proyecto estén interconectados, permitiendo modificaciones coherentes a medida que avanza el diseño.

Una vez que se ha completado parte del modelo en Revit, el siguiente paso consiste en utilizar Twinmotion para la visualización, Twinmotion permite transformar esos modelos en representaciones fotorrealistas, añadiendo detalles como iluminación dinámica, vegetación y otros elementos que enriquecen el entorno. Esta herramienta también permite crear presentaciones en tiempo real y realizar recorridos virtuales, lo cual mejora la comprensión visual del diseño y la interacción entre los espacios.

Finalmente, Augin nos permite dar el siguiente paso a la realidad virtual, este ofrece la posibilidad de interactuar directamente con el diseño, permitiendo una evaluación directa de la funcionalidad y la distribución de los espacios.

En conclusión, la integración de Revit, Twinmotion y Augin permite crear un proyecto de alto rendimiento deportivo no solo con una modelización técnica precisa, sino también con la capacidad de visualizar, interactuar y simular el diseño de forma realista e inmersiva. Este enfoque mejora tanto el proceso de diseño como la toma de decisiones, además de optimizar la presentación del proyecto a todas las partes interesadas, combinando la potencia del modelado 3D, la visualización fotorrealista y la inmersión en realidad virtual para garantizar la máxima precisión y eficacia en todas las etapas del proyecto.

CONCLUSIÓN Y RECOMEDACIONES

La implementación de la metodología BIM en el proyecto del complejo multipropósito de alto rendimiento ha demostrado ser una herramienta transformadora para la gestión y coordinación del proyecto, a través de la integración de diferentes plataformas como Revit, Navisworks, Twinmotion y Augin, se logró establecer un flujo de trabajo colaborativo que permitió la detección temprana de interferencias y conflictos entre los sistemas arquitectónicos, estructurales y MEP, optimizando significativamente el proceso de diseño y planificación. Esta metodología no solo facilitó una mejor visualización y comprensión del proyecto mediante modelos 3D detallados y realidad virtual, sino que también mejoró sustancialmente la comunicación entre todos los involucrados.

Por lo tanto, la construcción del complejo deportivo multipropósito representa un hito significativo para el desarrollo deportivo de la Sabana Occidental, al proporcionar instalaciones de primer nivel y programas especializados, se fortalecerán las capacidades físicas, técnicas y emocionales de los atletas de la región. A largo plazo, esta iniciativa no solo impulsará el rendimiento deportivo, sino que también contribuirá a la formación de ciudadanos más saludables y comprometidos, consolidando a la Sabana Occidental como un referente en el ámbito deportivo.

RECOMENDACIONES

Para optimizar la implementación de la metodología BIM en futuros proyectos similares, es fundamental establecer desde el inicio una estructura organizacional clara con roles BIM bien definidos y un plan de ejecución detallado. La planificación debe incluir protocolos específicos para el manejo de la información, estructura de carpetas en el CDE y estándares de modelado que faciliten la coordinación entre disciplinas. Es esencial mantener un sistema de revisiones periódicas de interferencias y documentar efectivamente todos los cambios realizados en el modelo.

La comunicación efectiva juega un papel crucial en el éxito de la implementación BIM, por lo que se recomienda establecer protocolos claros de comunicación y mantener reuniones regulares de coordinación entre los diferentes equipos. El registro sistemático de decisiones y cambios realizados durante el desarrollo del proyecto permitirá una mejor trazabilidad y servirá como referencia valiosa para futuras intervenciones. La adopción de estas recomendaciones no solo optimizará el proceso de implementación BIM, sino que también contribuirá significativamente a la calidad final del proyecto y la satisfacción de todos los involucrados.

La importancia del deporte para la salud es indispensable, sin embargo, para que el ejercicio físico se convierta en una práctica habitual, es necesario crear entornos deportivos atractivos y accesibles. Los espacios deportivos deben ser diseñados de manera innovadora, fomentando la actividad física como un estilo de vida y no solo como una obligación. Si aspiramos a un mundo más saludable, debemos invertir en la creación de infraestructuras deportivas que inspiren y motiven a las personas a moverse.

Lista de Referencia

Acuerdo 017/2006, noviembre 3, 2006. plan básico de ordenamiento territorial del municipio de Madrid.(Colombia). Obtenido el 25 de noviembre de 2024. <https://www.madrid-cundinamarca.gov.co/normatividad/acuerdo-017-de-2016>

Alcaldía Bogotá (1995). <https://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=9211>

Alcaldía de Madrid, Cundinamarca (2020). Madrid Crece Contigo. Alcaldía de Madrid. https://madridcundinamarca.micolombiadigital.gov.co/sites/madridcundinamarca/content/files/000918/45891_pdm-final.pdf

Alcaldía de Madrid, Cundinamarca. (2024). *Cultivando con amor por Madrid 2024-2028*.

Alcaldía de Madrid.

https://drive.google.com/drive/u/1/folders/1mfWsK117lNO2GJX3_wRIuoebakD5ymU

Alcaldía de Madrid. (2020). *Plan de Desarrollo "Madrid Crece Contigo" 2020-2024*. (2020).

<https://www.google.com/url?sa=i&url=https%3A%2F%2Fwww.madrid-cundinamarca.gov.co%2Fplanes%2Fplan-de-desarrollo-madrid-crece-contigo-20202024&psig=AOvVaw1pcYTj7lFKFQTuCPJ4yz4v&ust=1732724078623000&source=images&cd=vfe&opi=89978449&ved=0CAYQrpoMahcKEwjAiZSrsvqJAxUAAAAAHQAAAAAQBA>

<https://www.efr-cundinamarca.gov.co/sites/default/files/efr-pdf/45891-pdm-final-madrid1.pdf>

Alcaldía Popular de Madrid, Dirección de Planeación Municipal. (2000). *Plan básico de ordenamiento territorial: Proyecto de acuerdo*. Alcaldía Popular de Madrid.

https://www.google.com/url?sa=i&url=https%3A%2F%2Ftramites1.suit.gov.co%2Fregistro-web%2Fsuit_descargar_archivo%3FA%3D108522&psig=AOvVaw0L55UU6hMdG6cYWDvAlMWq&ust=1732767859881000&source=images&cd=vfe&opi=89978449&ved=0CAYQrpoMahcKEwiQ6Mq31fuJAxUAAAAAHQAAAAAQBA

A theory of human motivation. Psychological Review

<https://psycnet.apa.org/record/1943-03751-001>

Bompa, T. O. (2017). *Periodización del entrenamiento deportivo*. Paidotribo.

https://books.google.com/books/about/Periodizaci%C3%B3n_del_entrenamiento_deporti.html?id=ZVSRDwAAQBAJ

Brontons, M., Juarez, J. M., Rosell, J., & Puig, F. (2018). Financial viability analysis of sports facilities: The case of the Barcelona Olympic facilities. *Sports Management Review*, 21(1), 115-128. <https://doi.org/10.1016/j.smr.2017.04.002>

Butragueño, B., Raposo, J., & Salgado, M. (2017). Rem Koolhaas: el contexto en el concepto y viceversa. *Revista de Arquitectura*.

[https://oa.upm.es/46552/1/INVE MEM 2017 256852.pdf](https://oa.upm.es/46552/1/INVE_MEM_2017_256852.pdf)

Comité Olímpico Internacional. (2023). *Informe sobre el desarrollo del deporte de alto rendimiento*. (Informe técnico). Comité Olímpico Internacional. <https://olympics.com/en/>

Consejo de Madrid, Cundinamarca (2016). *Por el Cual se establece el estatuto rentas del municipio de Madrid*. Consejo de Madrid. https://madridcundinamarca.micolombiadigital.gov.co/sites/madridcundinamarca/content/files/000549/27415_acuerdo018de201614dediciembrede2016pdf-estatuto-tributario.pdf

Constitución política de Colombia [Const. P.]. (1991). Colombia. Obtenido el 21 de julio de 2020. <https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=4125>

Departamento Administrativo del Deporte, la Recreación, la Actividad Física y el

Aprovechamiento del Tiempo Libre COLDEPORTES, Lineamientos de Política Pública en Infraestructura Deportiva.(2018). *Manual de escenarios deportivos de Colombia*

Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE). (2020). *Mujeres y hombres:*

Brechas de género en Colombia. Informe de resultados.

https://www.google.com/url?sa=i&url=https%3A%2F%2Fwww.dane.gov.co%2Ffiles%2FInvestigaciones%2Fgenero%2Fpublicaciones%2Fmujeres-y-hombre-brechas-de-genero-colombia-informe.pdf&psig=AOvVaw0y3SwoFtQlRXPxBm_pZ72q&ust=1732724688960000&source=images&cd=vfe&opi=89978449&ved=0CAYQrpoMahcKEwjQzpnOtPqJAxUAA AAAHQAAAAAQBA

Departamento Nacional de planeación (DPN). (2023). *Balance diálogos regionales vinculante* el 25 de noviembre de 2024.

<https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=339>

Gámez, F. C., Severino, M. J. S., & Márquez, R. J. G. (2014). Introducción a la metodología

BIM. *Spanish Journal of building information modelling*, 4-10.

https://www.researchgate.net/profile/Ramon-Jesus-Gonzalez-Marquez/publication/284159764_INTRODUCCION_A_LA_METODOLOGIA_BIM/links/564cbc6b08aeafc2aaaf73c2/INTRODUCCION-A-LA-METODOLOGIA-BIM.pdf

Hattery, M. (2017). *Analytics and Sports*. Springer International Publishing.

https://www.google.com/url?sa=i&url=https%3A%2F%2Fdialogosregionales.dnp.gov.co%2Fresultados-dialogos&psig=AOvVaw05j78FfaGAOxuA07kcUJD&ust=1732725363642000&source=images&cd=vfe&opi=89978449&ved=0CAYQrpoMahcKEwiIvvWPt_qJAxUAAAAAHQAAAAAQBA

<https://www.mindeporte.gov.co/mindeporte/quienes-somos/dependencias/direccion-recursos-herramientas-del-sistema-nacional-del-deporte/grupo-interno-trabajo-infraestructura/manual-escenarios-deportivos-med>

ISO 19650 BIM Building Information Modelling. (s. f.). BSI.

<https://www.bsigroup.com/es-ES/iso-19650/>

Icontec.(2021). NTC-ISO (12006-2). <https://tienda.icontec.org/gp-construccion-organizacion-de-la-informacion-de-las-obras-de-construccion-parte-2-marco-para-la-clasificacion-ntc-iso12006-2-2021.html>

International Organization for Standardization (ISO). (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*. <https://www.iso.org/standard/68080.html>

International Organization for Standardization (ISO). (2024). *ISO 16739-1:2024 – Industry Foundation Classes (IFC) for data sharing in the construction and facility management industries — Part 1: Data schema* (2nd ed.). <https://www.iso.org/es/contents/data/standard/08/41/84123.html>

International Organization for Standardization. (2022). *ISO 29481-3:2022 - Building information models — Information delivery manual — Part 3: Data schema* (1st ed.). International Organization for Standardization. <https://www.iso.org/standard/81261.html>

Isson, J. (2018). *Data Analytics in Sports: New Era of Sport Science*. Cambridge Press.

Knudson, D. (2007). *Fundamentals of Biomechanics*. Springer Science & Business Media.

L35 Arquitectos, (2021). *Complejo cultural y deportivo El Campín*.

<https://www.l35.com/proyectos/complejo-cultural-y-deportivo-el-campin.html>

Ley 181/1995, enero 18, Ministerio del deporte. (Colombia) Obtenido el 25 de noviembre de

2024. [https://www.mindeporte.gov.co/transparencia/2-normativa/2-1-](https://www.mindeporte.gov.co/transparencia/2-normativa/2-1-normatividad/normatividad-general-reglamentaria/normograma/leyes-2/ley-181-1995)

[normatividad/normatividad-general-reglamentaria/normograma/leyes-2/ley-181-1995](https://www.mindeporte.gov.co/transparencia/2-normativa/2-1-normatividad/normatividad-general-reglamentaria/normograma/leyes-2/ley-181-1995)

Ley 388/1997, Julio 18, 1997. Reglamentada por los Decretos Nacionales. (Colombia) Obtenido

Ley 400/1997, marzo , 1997. Reglamento Colombiano de Construcciones Sismo Resistentes

NSR-10.(Colombia), Obtenido el 25 de noviembre de 2024.

<https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=339>

Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio. (2010). Decreto 926 de 2010, por el cual se

establecen los requisitos de carácter técnico y científico para construcciones sismo resistentes

Ministerio del Deporte. (2023). *Plan Estratégico Sectorial Deporte, Recreación y Actividad*

Física 2023-2026. Mindeporte. Bogotá.

https://www.mindeporte.gov.co/recursos_user/2024/PLANEACION/Plan_Estrategico_Ministerio_del_Deporte_2023-2026_%28versio%CC%81n_final_18-01-2024%29.pdf

Organización Mundial de la Salud [OMS]. (2019). *Objetivos de desarrollo sostenible*

<https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/objetivos-de-desarrollo-sostenible/>

Paramito, J., Beotas, E., Campos, C., & Muñoz, G. (2010). *Manual de Equipamientos e instalaciones Deportivos*. Síntesis

Plan estratégico de desarrollo para sabana occidente a 2051 PROBOGOTÁ 2022

https://www.probogota.org/proyectos_desarrollo/plan-estrategico-de-desarrollo-para-sabana-occidente-el-rosal-facatativa-funza-madrid-y-mosquera-a-2051-y-sus-proyectos-detonantes-fases-1/

política pública ambiental en el municipio de Madrid <https://www.madrid-cundinamarca.gov.co/tema/normatividad> /////<https://www.car.gov.co/>

Práctica Deportiva <https://www.redalyc.org/pdf/542/54221990001.pdf>

Presidencia de la República (2009).

<https://dapre.presidencia.gov.co/normativa/normativa/LEY%201355%20DEL%2015%20DE%20OCTUBRE%20DE%202009.pdf>

Resolución 0441/2020, septiembre 01,2020. Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio.(Colombia) obtenido el 26 de noviembre de 2024.

<https://minvivienda.gov.co/sites/default/files/normativa/0441%20-%202020.pdf>

Resolución 896/2022,julio 29,2022.Ministerio de Deporte. (Colombia) obtenido el 25 de noviembre de 2024. [https://www.mindeporte.gov.co/mindeporte/quienes-](https://www.mindeporte.gov.co/mindeporte/quienes-somos/dependencias/direccion-recursos-herramientas-del-sistema-nacional-del-deporte/grupo-interno-trabajo-infraestructura/presentacion-proyectos-infraestructura-recreativa-deportiva)

[somos/dependencias/direccion-recursos-herramientas-del-sistema-nacional-del-deporte/grupo-interno-trabajo-infraestructura/presentacion-proyectos-infraestructura-recreativa-deportiva](https://www.mindeporte.gov.co/mindeporte/quienes-somos/dependencias/direccion-recursos-herramientas-del-sistema-nacional-del-deporte/grupo-interno-trabajo-infraestructura/presentacion-proyectos-infraestructura-recreativa-deportiva)

Sánchez Galán, Á. (2017). *Psicología del deporte*. Alianza Editorial.

Anexos

1. Planos
2. Paneles