

**REDIMIENDO EL PATRIMONIO URBANO ARQUITECTÓNICO: RESTAURACIÓN Y REVITALIZACIÓN DEL
CONJUNTO FÉRREO DE CHIQUINQUIRÁ, BOYACÁ.**

Martínez Suárez Daniel Giovanni.



UNIVERSIDAD
La Gran Colombia

Vigilada MINEDUCACIÓN

Arquitectura, Facultad de arquitectura

Universidad La Gran Colombia

Bogotá D.C.

2025

**Redimiendo el patrimonio urbano arquitectónico: restauración y revitalización del conjunto férreo
de Chiquinquirá, Boyacá.**

Martínez Suárez Daniel Giovanni

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

Director, Yuber Alberto Nope Bernal, Arq.



Arquitectura, Facultad de arquitectura

Universidad La Gran Colombia

Bogotá D.C.

2025

Dedicatoria

A mi mamá y a mi abuelo,

Porque son la raíz y la fuerza que me sostienen.

A ti, mamá, por enseñarme a creer incluso cuando todo parece incierto, por ser mi abrigo en cada tormenta y mi impulso cuando siento que ya no puedo más.

Y a ti, abuelo, por tu sabiduría serena, tu cariño incondicional y tu manera de estar siempre, incluso en silencio.

Este logro es tan mío como de ustedes.

Gracias por caminar conmigo, por sostenerme, y por amarme sin medida.

Con todo mi amor, siempre para ustedes.

Agradecimientos

Agradezco inmensamente a mi mamá y a mi abuelo, porque sin ellos no habría llegado hasta aquí. Gracias por estar ahí siempre, por levantarme cuando ya no podía más, por las palabras de ánimo, por las palmadas en la espalda y también por los empujones cuando hacían falta.

A mi hermano, que aunque parezcamos de mundos distintos, ha sido un apoyo firme y constante.

A mi familia, porque de muchas formas —pequeñas o grandes— han sido parte de este camino y de este proyecto de vida.

A mis profesores, que han tenido que lidiar conmigo, con mi carácter, mis preguntas y mis silencios. Gracias por todo lo que me enseñaron, incluso a punta de regaños. Sin sus conocimientos, su paciencia y la confianza que me brindaron, no estaría escribiendo esto.

Y a mis roommates, que aguantaron noches eternas de trabajo, estrés y cafés a deshoras. Gracias por darme energía cuando ya no me quedaba.

A todos, de corazón, gracias. Esto también es suyo.

TABLA DE CONTENIDO

TABLA DE CONTENIDO	5
RESUMEN	15
ABSTRACT	16
INTRODUCCIÓN	17
PREGUNTA PROBLEMA	18
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	19
JUSTIFICACIÓN	21
HIPÓTESIS	23
OBJETIVOS	24
OBJETIVO GENERAL.....	24
OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	24
CAPÍTULO I: MARCOS DE REFERENCIA	25
MARCO REFERENCIAL	25
ESTADO DEL ARTE: RESTAURACIÓN DE ESTACIONES DE FERROCARRIL.....	25
ANÁLISIS DE REFERENTES.....	30
<i>Estación de Orsay – Museo de Orsay</i>	30
<i>Estación de King’s Cross por John McAslan y Asociados</i>	34
<i>Estación del Retiro, Buenos Aires</i>	39
MARCO NORMATIVO	46
MARCO TEÓRICO	48
MARCO HISTÓRICO	52
CAPITULO II: LA ESTACIÓN DE TREN DE CHIQUINQUIRÁ	56
METODOLOGÍA	56

ESTACIÓN DE CHIQUINQUIRÁ ANTECEDENTES	61
ESTACIÓN DE CHIQUINQUIRÁ ESTADO ACTUAL	65
<i>Toma de Medidas y Levantamiento arquitectónico</i>	66
<i>Levantamiento fotográfico</i>	69
<i>Fichas Patológicas</i>	81
<i>Análisis de Patologías</i>	81
CAPITULO III: PROYECTO.....	91
PLANTEAMIENTO DEL PROYECTO.....	91
ANÁLISIS BIOCLIMÁTICO.	92
OBJETIVOS DE DESARROLLO SOSTENIBLE	95
DETERMINANTES DE DISEÑO	96
INSTRUMENTOS DE GESTIÓN Y PLANEACIÓN	97
FINANCIACIÓN	99
PROPUESTA ARQUITECTÓNICA.....	100
<i>Memoria Compositiva</i>	100
<i>Planta de Cimentación</i>	104
<i>Planta estructural nivel 1</i>	104
<i>Plano de Parqueadero</i>	105
<i>Plano Nivel – 1</i>	105
<i>Plano Nivel – 1 ½</i>	106
<i>Plano Primer Nivel</i>	106
<i>Plano de Cubiertas</i>	107
<i>Cortes Arquitectónicos</i>	107
<i>Fachadas</i>	108
CAPÍTULO IV. APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA BIM.....	109
MÓDULO 1: INTRODUCCIÓN, NORMAS, ESTÁNDARES, TRABAJO COLABORATIVO E INTEROPERABILIDAD. ...	109
<i>Definición</i>	109
<i>Roles BIM</i>	111
<i>Niveles de desarrollo y de información (LOD / LOI)</i>	116

<i>LOD (Level of Development / detalle geométrico)</i>	117
<i>Normativa y estándares aplicables</i>	120
<i>Documentos contractuales: EIR y BEP</i>	123
<i>Entorno Común de Datos (CDE): estructura y estados</i>	127
<i>Interoperabilidad: IFC, BCF y COBie</i>	129
<i>Ciclo de vida de la información: PIM → AIM y aplicaciones por fase</i>	131
MÓDULO 3: MODELADO DE LA EDIFICACIÓN	132
<i>FASE I: Desarrollo y Modelado Arquitectónico</i>	133
<i>FASE II: Modelado Estructural</i>	137
<i>FASE III: Modelado de Instalaciones (MEP)</i>	139
MÓDULO IV: COORDINACION DE ESPECIALIDADES, DOCUMENTACIÓN Y TIEMPOS	143
<i>Análisis de Interferencias o inconsistencias</i>	143
<i>Creación de informes de Coordinación</i>	145
<i>Abstracción y creación de cantidades BIM</i>	147
<i>Configuración de planimetría y documentación</i>	149
<i>Simulación de actividades constructivas 4D</i>	151
MODULO V: REALIDAD VIRTUAL IMERSIVA	154
<i>Exportación a IFC entre otros</i>	154
<i>Renderización en Tiempo Real (Real-Time Rendering)</i>	155
<i>Fotomontaje y Retoques Fotográficos 3D</i>	157
<i>Ambientación Climática y Gestión Lumínica</i>	159
<i>Visualización de Modelos 3D para la Gestión</i>	160
<i>Realidad Virtual Inmersiva</i>	161
CONCLUSIONES GENERALES DE LA METODOLOGÍA BIM	163
CONCLUSIONES	164
BIBLIOGRAFÍA	165

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 Mimetización de lo antiguo y lo nuevo en Kings Cross.....	26
Figura 2 Nave central del Museo de Orsay.....	26
Figura 3 Hall Principal de Grand Central – NYC	27
Figura 4 Fachada principal, estación El Retiro, Buenos Aires.	28
Figura 5 Estación de La Luz San Pablo, Br.....	28
Figura 6 Estación de La Sabana, Bogotá, Col.	29
Figura 7 Mapa Línea Férrea del Norte II	54
Figura 8 Variables en la evaluación de la Estación del Ferrocarril de Chiquinquirá	57
Figura 9 Metodología para la Conservación del Patrimonio	60
Figura 10 <i>Plano de toma de medidas levantamiento Primer Nivel.</i>	66
Figura 11 Plano de toma de medidas levantamiento Segundo Nivel.....	66
Figura 12 Plano de toma de medidas levantamiento Tercer Nivel.	67
Figura 13 <i>Plano de Levantamiento, Toma de medidas y diagonales Primer Nivel</i>	67
Figura 14 Plano de Levantamiento, Toma de medidas y diagonales Segundo Nivel	68
Figura 15 Plano de Levantamiento, Toma de medidas y diagonales Tercer Nivel	68
Figura 16 Perspectiva de la estación.	69
Figura 17 Fotografía Interior. Espacio 103 - A	69
Figura 18 <i>Fotografía Interior. Espacio 103 – B</i>	69
Figura 19 Fotografía Interior. Espacio 103 - C	70
Figura 20 Fotografía Interior. Espacio 104 - A	70
Figura 21 <i>Fotografía Interior. Espacio 104 - B</i>	70
Figura 22 Fotografía Interior. Espacio 104 - C	70
Figura 23 Fotografía Interior. Espacio 104 - D	71

Figura 24 Fotografía Interior. Espacio 111.....	71
Figura 25 Fotografía Interior. Espacio 102 - A	71
Figura 26 Fotografía Interior. Espacio 101 - A	71
Figura 27 Fotografía Interior. Espacio 102 - B	72
Figura 28 Fotografía Interior. Espacio 102 - C	72
Figura 29 Fotografía Interior. Espacio 101 – B.....	72
Figura 30 Fotografía Interior. Espacio 102 - D	72
Figura 31 Fotografía Interior. Espacio 108.....	73
Figura 32 Fotografía Interior. Espacio 112.....	73
Figura 33 Fotografía Interior. Espacio 115 - A	73
Figura 34 Fotografía Interior. Espacio 115 - B	73
Figura 35 Fotografía Interior. Espacio 115 - C	74
Figura 36 Fotografía Interior. Espacio 115 - D	74
Figura 37 Fotografía Interior. Espacio 115 - E.....	74
Figura 38 Fotografía Interior. Espacio 201 - A	74
Figura 39 Fotografía Interior. Espacio 201 - B	75
Figura 40 Fotografía Interior. Espacio 201 - C	75
Figura 41 Fotografía Interior. Espacio 201 - D.....	75
Figura 42 Fotografía Interior. Espacio 201 - E.....	75
Figura 43 Fotografía Interior. Espacio 201 - F.....	76
Figura 44 Fotografía Interior. Espacio 201 - G	76
Figura 45 Fotografía Interior. Espacio 205.....	76
Figura 46 Fotografía Interior. Espacio 201 - H	76
Figura 47 Fotografía Interior. Espacio 201 - K	77

Figura 48 Fotografía Interior. Espacio 201 - L.....	77
Figura 49 Fotografía Interior. Espacio 201 - M.....	78
Figura 50 Fotografía Interior. Espacio 201 - N.....	78
Figura 51 Fotografía Interior. Espacio 201 - M.....	78
Figura 52 Fotografía Interior. Espacio 208.....	78
Figura 53 Fotografía Interior. Espacio 303 - A.....	79
Figura 54 Fotografía Interior. Espacio 303 - B.....	79
Figura 55 Fotografía Interior. Espacio 306 - A.....	79
Figura 56 Fotografía Interior. Espacio 306 - B.....	79
Figura 57 Fotografía Interior. Espacio 202.....	80
Figura 58 Fotografía Interior. Espacio 315.....	80
Figura 59 Fotografía Exterior 1.....	80
Figura 60 Fotografía Exterior 2.....	80
Figura 61 Fotografía Exterior 3.....	80
Figura 62 Fotografía Exterior.....	80
Figura 63 Lote Intervención.....	91
Figura 64 Temperatura de Chiquinquirá.....	92
Figura 65 Humedad de Chiquinquirá.....	92
Figura 66 Velocidad y dirección del viento en Chiquinquirá.....	93
Figura 67 Precipitaciones en Chiquinquirá.....	93
Figura 68 Ciclo de planificación y gestión del patrimonio.....	97
Figura 69 Estrategias de financiación y gestión.....	99
Figura 70 Conceptualización de los arcos.....	101
Figura 71 Conceptualización de los cuerpos.....	101

Figura 72 Conceptualización de las mansardas a estructura	102
Figura 73 Conceptualización de las pendientes para la cubierta	102
Figura 74 Integración Compositiva	103
Figura 75 Simetría Final	103
Figura 76 Plano Planta de cimentación	104
Figura 77 Plano planta de estructura primer nivel	104
Figura 78 Plano planta de parqueadero	105
Figura 79 Plano planta Nivel -1	105
Figura 80 Plano planta arquitectónica Nivel -1 ½	106
Figura 81 Plano Planta primer nivel	106
Figura 82 Plano de cubiertas	107
Figura 83 Corte A-A	107
Figura 84 Corte B - B	107
Figura 85 Fachada Principal / occidental	108
Figura 86 Fachada Sur	108
Figura 87 Metodología BIM	110
Figura 88 Cilco de Vida del Proyecto con la Metodología BIM	111
Figura 89 Roles en la Metodología BIM	113
Figura 90 Usos BIM en la gestión de proyectos	115
Figura 91 Niveles LOD	118
Figura 92 Niveles LOI	119
Figura 93 Normas aplicadas a BIM	120
Figura 94 Conceptos y principios de la ISO 19650	121
Figura 95 Línea de tiempo de implementación BIM en Colombia	122

Figura 96 Contenidos del EIR	123
Figura 97 Proceso de ejecución del BEP	125
Figura 98 Características del CDE	128
Figura 99 Componentes de la interoperabilidad IFC	129
Figura 100 Fase Preliminar de configuración del Modelado Arquitectónico	133
Figura 101 Proceso de modelado de elementos arquitectónicos.	134
Figura 102 Proceso de Modelado de Acabado del proyecto.....	135
Figura 103 Planta de Modelado arquitectónico, y algunos detalles de los elementos.	136
Figura 104 Isometría 3D de la fase de modelado arquitectónico del proyecto	136
Figura 105 Coordinación del proyecto estructural	137
Figura 106 Establecimiento de las bases geométricas	137
Figura 107 Proceso de modelado de la Fase estructural.....	138
Figura 108 Isométrico 3D del diseño estructural.....	139
Figura 109 Proceso de configuración de plantillas para la producción de los modelos MEP	140
Figura 110 Isométrico del diseño de la red eléctrica del proyecto.	141
Figura 111 Isométrico del diseño de la red hidrosanitaria del proyecto.....	142
Figura 112 Proceso de identificación y análisis de interferencias	143
Figura 113 Proceso de análisis de interferencias en Revit	144
Figura 114 Resultado del análisis de interferencias en Revit	144
Figura 115 Proceso de análisis de interferencias en Navisworks	144
Figura 116 Resultado del análisis de interferencias en Navisworks.....	144
Figura 117 Informe de análisis de coordinación en Navisworks	146
Figura 118 Tabla de análisis de interferencias y visualización 3D de la misma.....	146
Figura 119 Proceso de extracción de cantidades BIM.....	147

Figura 120 Proceso y resultado, para obtener una tabla de cantidades.....	148
Figura 121 Pasos para la configuración de la planimetría	149
Figura 122 Visualización de un formato planimétrico del proyecto.....	151
Figura 123 Proceso de creación de una simulación 4D en Navisworks.....	152
Figura 124 Selección de elementos	153
Figura 125 Parametrización de la simulación y sus tiempos	153
Figura 126 Resultado parcial de la simulación	153
Figura 127 Proceso de exportación BIM.....	154
Figura 128 Pantallazos del proceso de exportación IFC	155
Figura 129 Proceso de Renderización en tiempo real	156
Figura 130 Renderización en tiempo real en Enscape.....	156
Figura 131 Renderización en tiempo real en Twinmotion	157
Figura 132 Proceso para la creación de fotomontajes	157
Figura 133 Fotomontaje interior – Exterior, edición de elementos gráficos – Enscape	158
Figura 134 Fotomontaje exterior, edición de materiales – Twinotion.....	158
Figura 135 Proceso de ambientación climática y gestión de luces y sombras.....	159
Figura 136 Referencias del manejo de luces y sombras en diferentes espacio del proyecto ...	160
Figura 137 Proceso de visualización de modelos 3D.....	160
Figura 138 Visualización de modelo, adición de su geolocalización, y su entorno en 3D.....	161
Figura 139 Proceso para la realidad virtual inmersiva	162
Figura 140 Montaje y visualización de realidad virtual en la app AUGIN.....	162

LISTA DE TABLAS

Tabla 1 Tabla de Roles BIM del Proyecto	113
Tabla 2 Tabla de Niveles de desarrollo BIM	116
Tabla 3 Tabla EIR del Proyecto	124
Tabla 4 Tabla BEP del proyecto	126
Tabla 5 Tabla de funciones de la creación de informes de coordinación	145

Resumen

La restauración y revitalización de la Estación de Ferrocarril de Chiquinquirá emerge como un proyecto de considerable importancia, dirigido a recuperar y adecuar sus estructuras a las exigencias contemporáneas, mientras se conserva su distinguida identidad histórica. Este proyecto no solo aspira a preservar el valor patrimonial del conjunto arquitectónico, sino que también busca reactivar el transporte ferroviario y promover un desarrollo sostenible en la región.

La Estación fue erigida como Monumento Nacional en 1996, ha sufrido un gradual deterioro y abandono desde el cese de sus operaciones ferroviarias en la década de 1970. A pesar de intervenciones previas, como la llevada a cabo en 2014, su actual uso cultural no ha logrado mantener una relevancia constante en la comunidad.

El proyecto propuesto enfrenta esta problemática con un enfoque integral, abordando tanto la restauración física de las edificaciones como su integración armónica con el entorno urbano. Se propone, además, la adaptación de las instalaciones a las exigencias técnicas y funcionales del transporte ferroviario moderno.

La restauración y revitalización de la Estación de Ferrocarril de Chiquinquirá no solo redundará en la preservación del patrimonio cultural de la región, sino que también se espera que genere impactos positivos en diversos aspectos. Se anticipa que esta iniciativa contribuirá significativamente al turismo cultural, revitalizando la economía local y fortaleciendo el sentido de identidad en la comunidad de Chiquinquirá y sus alrededores.

Palabras Clave: Estación de Ferrocarril de Chiquinquirá, restauración, revitalización, proyecto, importancia, identidad histórica, valor patrimonial, reactivar, desarrollo sostenible, Monumento Nacional.

Abstract

The restoration and revitalization of the Chiquinquirá Railroad Station emerges as a project of considerable importance, aimed at recovering and adapting its structures to contemporary demands, while preserving its distinguished historical identity. This project not only aspires to preserve the heritage value of the architectural complex but also seeks to reactivate railway transportation and promote sustainable development in the region.

The Station was erected as a National Monument in 1996, and has suffered gradual deterioration and abandonment since the cessation of its railway operations in the 1970s. Despite previous interventions, such as those carried out in 2014, its current cultural use has not been able to maintain constant relevance in the community.

The proposed project addresses this issue with a comprehensive approach, addressing both the physical restoration of the buildings and their harmonious integration with the urban environment. Additionally, the adaptation of the facilities to the technical and functional requirements of modern railway transportation is proposed.

The restoration and revitalization of the Chiquinquirá Railroad Station will not only result in the preservation of the cultural heritage of the region but is also expected to generate positive impacts in various aspects. It is anticipated that this initiative will significantly contribute to cultural tourism, revitalizing the local economy, and strengthening the sense of identity in the community of Chiquinquirá and its surroundings.

Keywords: Restoration, Revitalization, Chiquinquirá Railroad Station, Heritage preservation, Contemporary demands, Sustainable development, Cultural tourism, Local economy, Community identity, Railway transportation.

Introducción

El presente trabajo aborda la revitalización arquitectónica y urbana del conjunto férreo de Chiquinquirá, Boyacá, en respuesta al progresivo deterioro y abandono de sus estructuras tras el cierre de operaciones ferroviarias en la década de 1970. La estación, actualmente declarada Monumento Nacional mediante el Decreto 746 de 1996, representa no solo un testimonio tangible del pasado ferroviario del país, sino también un hito urbano con alto potencial simbólico, funcional y cultural.

La problemática central radica en la pérdida de funcionalidad, deterioro físico, desarticulación con su entorno inmediato y la desvinculación con su identidad como nodo ferroviario. Pese a intervenciones anteriores, como las de 1986 y 1998, estas no han logrado una restitución integral de su rol como articulador urbano ni la conservación activa de su valor patrimonial

. De allí se deriva la necesidad de formular una estrategia que, más allá de restaurar físicamente los inmuebles, reactive la memoria colectiva, resignifique su uso y lo inserte en dinámicas contemporáneas sostenibles.

Desde esta perspectiva, el proyecto plantea la rehabilitación del conjunto férreo de Chiquinquirá mediante acciones integrales de conservación, restauración, adaptación funcional y diseño urbano-arquitectónico, que garanticen la preservación de sus valores patrimoniales, al tiempo que atiendan las nuevas exigencias técnicas del transporte férreo y de la ciudad contemporánea

Adoptando un enfoque mixto, fundamentado en una revisión documental crítica del contexto histórico, un levantamiento arquitectónico detallado, un diagnóstico patológico riguroso y el desarrollo de un diseño arquitectónico contemporáneo basado en principios de sostenibilidad, mínima intervención, reversibilidad y legibilidad

Pregunta problema

¿Cómo conservar las edificaciones del conjunto férreo de Chiquinquirá, para permitir la revitalización y preservación de su valor patrimonial, a la vez que se adaptan a las nuevas exigencias técnicas y operacionales?

Planteamiento del problema

La Estación de Ferrocarril de Chiquinquirá, erigida a comienzos del siglo XX como parte estructural de la línea del Ferrocarril del Norte —promovida por la Colombian Northern Railway Company Limited—, constituye en la actualidad un referente de incuestionable valor histórico, simbólico y urbano en el contexto de la ciudad de Chiquinquirá, Boyacá (Hernández, 2018). Sin embargo, el cese paulatino de las operaciones ferroviarias en el país, intensificado durante la década de 1970 (Pérez, 2008), dio paso a un proceso de abandono funcional, deterioro físico progresivo y desvinculación del inmueble respecto a las dinámicas sociales y territoriales que otrora estructuraba. Esta condición, lejos de representar una anomalía local, responde a una problemática extendida en diversos países de América Latina, donde la desarticulación del sistema férreo ha dejado como legado un patrimonio construido en situación de alta vulnerabilidad, requiriendo urgentemente estrategias de rehabilitación integral (Zicovich-Wilson, 2015).

Pese a haber sido objeto de intervenciones esporádicas —como su adecuación temporal con ocasión de la visita del Papa Juan Pablo II en 1986, su declaratoria como Monumento Nacional mediante el Decreto 746 de 1996 (Samper Pizano, 1996), o su inclusión en programas específicos de conservación promovidos por el Ministerio de Cultura (Ministerio de Cultura & Unión Temporal Rincón-López, 1998)—, tales acciones no han logrado revertir el estado de desvinculación estructural ni funcional de este conjunto edificado. A la par, se ha mantenido una fragilidad tanto física como simbólica, producto de la ausencia de un uso programáticamente sostenible que le restituya pertinencia urbana.

En ese sentido, el desafío sustantivo en el caso del conjunto férreo de Chiquinquirá — conformado por la Estación principal, el Antiguo corredor ferroviario adyacente— reside en evitar su reducción a una función museográfica, escenográfica o meramente ornamental. Por el contrario,

resulta imperativo proyectar su incorporación activa dentro de una lógica de ciudad contemporánea, que le restituya funcionalidad, fortalezca los vínculos identitarios y contribuya, de manera estructural, a los procesos de sostenibilidad ambiental, económica y social. Esta orientación se alinea con los postulados de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), en particular el ODS 9, relativo a infraestructura resiliente e innovación, y el ODS 11, enfocado en ciudades inclusivas y sostenibles (ONU, s.f. – Objetivo 9; ONU, s.f. – Objetivo 11). A su vez, organismos como la UNESCO y el Comité Internacional para la Conservación del Patrimonio Industrial (TICCIH) han insistido en reconocer las infraestructuras ferroviarias como parte del patrimonio cultural de la humanidad, con un alto potencial como catalizadores de regeneración urbana (UNESCO, 2003; TICCIH, 2003; UNESCO, 2010).

Desde esta perspectiva, se concibe una respuesta metodológica y proyectual a dicha problemática, proponiendo una estrategia de revitalización que parta de una reinterpretación crítica y contextualizada del valor patrimonial del conjunto férreo. Esta estrategia busca su integración funcional, programática y simbólica dentro de las dinámicas contemporáneas de desarrollo de Chiquinquirá, conforme a los lineamientos establecidos por la Recomendación sobre el Paisaje Urbano Histórico (UNESCO, 2011). En tal sentido, se plantea una articulación entre la conservación del valor patrimonial y los principios de innovación urbana sostenible, con el propósito de proyectar un futuro que reconozca la memoria del pasado, sin perder de vista las necesidades reales y emergentes de la comunidad chiquinquireña (GUPEA, 2024; ResearchGate, 2015).

Justificación

El conjunto férreo de Chiquinquirá representa un importante legado histórico y arquitectónico que requiere atención en su preservación y revitalización. En este sentido, este proyecto se fundamenta en la necesidad imperante de rehabilitar este conjunto férreo, no solo como un esfuerzo para conservar su valioso patrimonio, sino también como una estrategia integral para la futura reactivación del transporte ferroviario en la región que permite promover el desarrollo urbano sostenible.

El transporte ferroviario en Colombia está intrínsecamente ligado al desarrollo socioeconómico del país. Así mismo, las estaciones de ferrocarril, como la de Chiquinquirá, desempeñaron un papel fundamental en la conexión de comunidades, el transporte de mercancías y la integración nacional. Sin embargo, con el paso del tiempo y el avance de otras formas de transporte, muchas de estas estaciones han quedado en desuso, perdiendo su función original y su valor patrimonial. La Estación de Ferrocarril de Chiquinquirá, declarada monumento nacional, es un testimonio tangible de este pasado ferroviario y representa un recurso invaluable para la identidad cultural y el desarrollo de la región. En consecuencia, su restauración y revitalización no solo permitirán preservar su legado histórico, sino también generará oportunidades de desarrollo económico y social para la comunidad local.

El presente proyecto tiene como objetivo fundamental rehabilitar el conjunto férreo de Chiquinquirá a través de la restauración de los edificios declarados monumento nacional y el diseño de un proyecto arquitectónico que responda a las necesidades técnicas y funcionales actuales del transporte ferroviario. Para lograr este propósito, se plantean la identificación de los hechos históricos relevantes del conjunto férreo de Chiquinquirá y las patologías presentes, la adaptación de las edificaciones, y el diseño de un proyecto arquitectónico que articule las edificaciones presentes con las necesidades actuales.

La restauración y revitalización de la Estación de Ferrocarril de Chiquinquirá no solo asegurará la conservación de su valor patrimonial, sino que también contribuirá a la reactivación del transporte ferroviario en la región. Por consiguiente, mediante la incorporación de normativas de conservación en conjunto de la aprobación del Consejo de Monumentos Nacionales, se garantizará la preservación de su importancia histórico-arquitectónica para las generaciones tanto presentes como futuras. Se espera que este proyecto genere beneficios en términos del desarrollo económico, social y cultural para la comunidad local y la región en general. Por ello, la revitalización de la estación de ferrocarril impulsará el turismo cultural, revitalizará la economía local y promoverá el desarrollo urbano sostenible en Chiquinquirá y sus alrededores.

Con base en lo anterior, el presente proyecto propone la restauración y revitalización del Conjunto Férreo de Chiquinquirá, con la finalidad de conservar su valor histórico y cultural, reactivar el transporte ferroviario en la región y promover el desarrollo urbano sostenible. En consecuencia, se espera que los resultados de este proyecto no solo contribuyan al conocimiento académico en el campo de la arquitectura y el patrimonio cultural, sino que también generen impactos positivos y duraderos en la comunidad local y la región en general.

Hipótesis

La rehabilitación de la Estación de Ferrocarril de Chiquinquirá, juntamente con su complejo férreo, conllevará a la restitución de su función original, conservando su valor patrimonial, asegurando de esta manera, la preservación de sus elementos arquitectónicos patrimoniales. Adaptando de manera óptima las edificaciones a las nuevas necesidades del transporte ferroviario y sus actividades adicionales, vislumbrando la oportunidad de generar beneficios económicos, turísticos, y ambientales tangibles para la población local y regional.

El diseño de un nuevo conjunto arquitectónico, que se integre de manera armónica con los edificios existentes, fungirá como un vínculo entre el pasado y el presente, así como entre las nuevas actividades proyectadas para la estación. Se prevé que este diseño enriquecerá la experiencia en la estación, adaptando los espacios para satisfacer las necesidades técnicas de las actividades ferroviarias e integrándose con el espacio público circundante, convirtiendo la estación en un punto focal para el turismo regional y brindando oportunidades de desarrollo para el municipio y la región.

Objetivos

Con el fin de generar una correcta intervención para cumplir las metas del proyecto se plantean los siguientes objetivos

Objetivo General

Rehabilitar el conjunto férreo de Chiquinquirá, Boyacá, por medio de la conservación, restauración y revitalización de sus edificaciones, a la vez que se adaptan a las nuevas exigencias técnicas y operacionales, preservando al mismo tiempo su valor arquitectónico y patrimonial.

Objetivos Específicos

- Identificar los hechos históricos relevantes relacionados con el conjunto férreo de Chiquinquirá y el estado actual reconociendo las patologías presentes en las edificaciones.
- Reutilizar las edificaciones del conjunto férreo de Chiquinquirá, preservando su valor patrimonial, adaptando los edificios a las nuevas necesidades espaciales y normativas que aplican al transporte férreo.
- Diseñar un proyecto urbano-arquitectónico que permita la articulación de las edificaciones presentes del conjunto férreo de Chiquinquirá, complementando sus servicios, atendiendo a las nuevas necesidades y requerimientos del transporte férreo.

CAPÍTULO I: Marcos de referencia

Marco Referencial

Estado del Arte: Restauración de Estaciones de Ferrocarril

La restauración de estaciones de ferrocarril se configura como un campo interdisciplinario de creciente relevancia, que combina la conservación rigurosa del patrimonio arquitectónico e industrial con las dinámicas contemporáneas de revitalización urbana y modernización de la infraestructura de transporte (Graham y Shaw, 2008). Estas intervenciones no solo preservan la memoria material de épocas históricas, sino que buscan reinsertar estos nodos en el tejido funcional y social de las ciudades, atendiendo las demandas de movilidad y desarrollo sostenible en un contexto globalizado.

Perspectiva Global: Faros de Conservación y Adaptación Funcional

A nivel internacional, ciertos proyectos destacan como referentes por su éxito en la integración entre patrimonio y funcionalidad contemporánea. La intervención en la Estación de King's Cross en Londres, desarrollada por McAslan + Partners, es paradigmática al demostrar cómo una estructura victoriana puede adaptarse para responder a las exigencias actuales, conjugando la conservación de su estructura de hierro y ladrillo con innovaciones tecnológicas y nuevos usos multifuncionales (McAslan + Partners, s.f.). Tal como se aprecia en la figura 1, donde se representa la estación renovada, la combinación de la nueva cubierta arquitectónica con el espacio histórico revaloriza el edificio, mejorando simultáneamente la experiencia del usuario y la circulación peatonal, sin sacrificar la autenticidad del monumento.

Figura 1

Mimetización de lo antiguo y lo nuevo en Kings Cross.

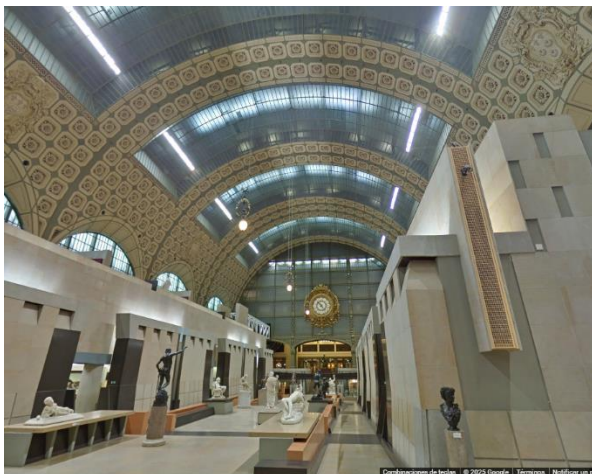


Nota. La imagen de la Estación King's Cross muestra la nueva cubierta curva que se integra con la estructura victoriana original, generando un espacio amplio, luminoso y accesible que facilita la circulación peatonal sin alterar los elementos patrimoniales significativos. Tomado de “Estación de King’s Cross” por J. McAslan. 2012. (<https://www.mcaslan.co.uk/projects/kings-cross-station>).

En un ejemplo de reutilización adaptativa, la Gare d’Orsay en París fue reconvertida en el Musée d’Orsay, conservando su monumentalidad original para albergar una importante colección artística (Rewald, 1986). La figura 2, muestra cómo el gran espacio interior de la antigua estación, con su estructura metálica y vidriada, constituye un escenario arquitectónico único para la exhibición de arte, evidenciando la armonía entre función cultural y conservación patrimonial.

Figura 2

Nave central del Museo de Orsay



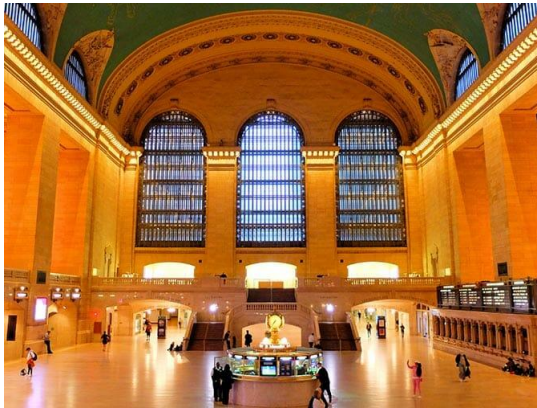
Nota. Se observa cómo la gran nave central de la antigua estación ferroviaria ha sido preservada para albergar la colección artística, conservando la estructura metálica y la iluminación natural proporcionada por la cubierta vidriada. Tomado de “De la estación al museo de Orsay renovado” - Google Arts & Culture. (s. f.). Google Arts & Culture.

(<https://artsandculture.google.com/story/LgWBxC6S6xQA&hl=es>).

Por otro lado, la Grand Central Terminal en Nueva York ha mantenido su esplendor Beaux-Arts tras una restauración cuidadosa que permitió gestionar un elevado volumen de usuarios (Middleton, 1997). La figura 3 del interior destaca el icónico hall principal, símbolo de la restauración activa que potencia la funcionalidad y la carga simbólica del edificio, confirmando su rol central en la vida urbana.

Figura 3

Hall Principal de Grand Central – NYC



Nota. En la imagen destaca el gran hall principal, cuyo techo ornamentado y ventanas arqueadas han sido restaurados para conservar la atmósfera histórica mientras se atienden las exigencias funcionales del transporte masivo. Tomado de “*Grand Central Terminal en Nueva York*” por Eric. (s. f.). NuevaYork.com. (<https://www.nuevayork.com/grand-central-terminal-en-nueva-york/>)

Estas tendencias globales demuestran la multifuncionalidad estratégica como clave para la viabilidad económica de las estaciones restauradas, integrando comercio, cultura y servicios, junto con la incorporación tecnológica respetuosa con el valor patrimonial (Edwards, 2005; Brand, 1994). La participación comunitaria y la valoración del patrimonio intangible también emergen como elementos esenciales para la sostenibilidad a largo plazo (Samuel, 1994). Finalmente, el diseño sostenible se posiciona como un criterio cada vez más importante en estas intervenciones (Vale, 2009).

Perspectiva Latinoamericana: Entre la Historia Ferrocarrilera y la Reinención Urbana

En Latinoamérica, la restauración de estaciones de ferrocarril refleja la compleja historia ferroviaria regional y el interés por revalorizar el patrimonio industrial como componente identitario urbano (Ciccolella y Mignaqui, 2009). La majestuosa Estación del Retiro en Buenos Aires se erige como símbolo de la expansión ferroviaria, con un potencial significativo para su restauración y recuperación, aunque la información sobre intervenciones específicas, como las del estudio BLV, aún es limitada

(Infobae, 2023). En la imagen que se muestra, se evidencian sus imponentes fachadas y elementos arquitectónicos emblemáticos, subrayando la importancia de su conservación para preservar la identidad histórica de la ciudad.

Figura 4

Fachada principal, estación El Retiro, Buenos Aires.



Nota. La fotografía de la Estación Retiro resalta las fachadas ornamentadas y la monumentalidad de la estructura, aspectos claves para la identidad arquitectónica de Buenos Aires y que justifican la necesidad de intervención restaurativa. Tomado de “La renovada cúpula de Estación Retiro vuelve a iluminar el cielo porteño” Clarín, R. (2019, 17 octubre).

(https://www.clarin.com/arq/arquitectura/renovada-cupula-estacion-retiro-vuelve-iluminar-cielo-porteno_0_Sky9C9JHG.html)

En São Paulo, la Estación da Luz ejemplifica la reutilización adaptativa como modelo de revitalización urbana, funcionando como centro cultural y de transporte (Prefeitura de São Paulo, s.f.). La imagen de la estación revela la integración entre elementos restaurados de la arquitectura original y su actual uso activo, ilustrando cómo la conservación puede coexistir con la funcionalidad contemporánea.

Figura 5

Estación de La Luz San Pablo, Br.



Nota. En la imagen de la Estación da Luz se evidencia la combinación entre la arquitectura victoriana restaurada y su uso actual como eje conector del epicentro cultural, lo que ejemplifica la reutilización adaptativa en la región. Tomado de “343 São Paulo Cultural Complex Luz” por Herzog & de Meuron. (s. f.). (<https://www.herzogdemeuron.com/projects/343-sao-paulo-cultural-complex-dance-theater/>)

Por otro lado, México, la Estación Buenavista fue transformada en la terminal de un moderno sistema suburbano, evidenciando una estrategia pragmática de preservación con un uso distinto al original (Ferrocarriles Suburbanos, s.f.). Lo que generó una alteración significativa de sus espacios, reflejando las tensiones entre conservación y modernización funcional en contextos latinoamericanos. Los desafíos económicos y la necesidad de equilibrar preservación con desarrollo urbano caracterizan la restauración ferroviaria en Latinoamérica, donde la adaptación a usos culturales o comerciales se posiciona como vía para asegurar la supervivencia y el acceso público (Baer, 2008; Lorelli, 2012; Roberts y Sykes, 2000).

Perspectiva Colombiana: Rescate de la Memoria Ferroviaria y Nuevos Horizontes

Funcionales

En Colombia, la Estación de la Sabana en Bogotá destaca como referente de recuperación patrimonial ferroviaria, convertida en un centro cultural activo que celebra la historia ferroviaria nacional (Alcaldía Mayor de Bogotá, s.f.; Instituto Distrital de Patrimonio Cultural, s.f.). La imagen de la estación ilustra sus volumetrías originales preservadas, evidenciando la adaptación para nuevos usos sin perder su identidad histórica, lo que reafirma el papel del patrimonio en la memoria colectiva y el desarrollo urbano.

Figura 6

Estación de La Sabana, Bogotá, Col.



Nota: La imagen de la Estación de la Sabana en Bogotá exhibe las volumetrías originales y la integración de ventanales modernos tras su restauración, reforzando el valor patrimonial como eje de revitalización urbana. Tomado de “*El Tren de la Sabana, un hito en la historia ferroviaria - itBogotá.*” por L. Fernández. (Dic 9, 2021).

(<https://bogota.italiani.it/estacion-del-tren-de-la-sabana/>)

A pesar de obstáculos financieros y administrativos, el interés en conservar el legado ferroviario se mantiene firme, con un reconocimiento creciente del potencial turístico y económico que ofrecen las estaciones restauradas (Ministerio de Cultura de Colombia, s.f.; Pro Colombia, s.f.).

El Hito de la Rehabilitación al Uso Original Tras un Cambio de Uso

Retornar a la función original ferroviaria tras un periodo de uso diferente representa un hito estratégico en conservación y planificación urbana, destacando la movilidad sostenible y la conectividad regional como prioridades actuales (Vigar, 2002; Newman y Kenworthy, 1999). Esta inversión implica valorar el patrimonio no solo desde la estética sino como un recurso funcional vital.

Tal rehabilitación puede catalizar la revitalización urbana, mejorando la accesibilidad y fomentando un desarrollo centrado en el transporte público (Hall, 2006). Aunque casos específicos de reversión funcional son limitados, la tendencia global hacia la valorización de estaciones ferroviarias para usos multifuncionales subraya la importancia de preservar y reactivar su función original cuando sea viable técnica, social y ambientalmente.

Análisis de referentes

Estación de Orsay – Museo de Orsay

1. Contexto Histórico y Arquitectónico

La Gare d'Orsay, inaugurada en 1900 y diseñada por Víctor Laloux, fue concebida como una estación terminal para trenes eléctricos provenientes del suroeste de Francia, en el contexto de la Exposición Universal. Su diseño constituye un ejemplo paradigmático del eclecticismo de transición, al fusionar una fachada neoclásica en piedra tallada con una estructura interior de hierro y vidrio, elementos que en su momento representaban el auge de la ingeniería moderna. Según Bergdoll

(2009), este tipo de arquitectura ilustraba la voluntad de dotar a las nuevas infraestructuras de transporte de una dignidad monumental, comparable a la de los edificios institucionales del Estado.

No obstante, con el paso de las décadas y el crecimiento de la infraestructura ferroviaria, la estación fue quedando obsoleta para los nuevos trenes de mayor longitud. Como lo indicó Doezema (1986), su uso fue discontinuado hacia 1939, iniciando un proceso de abandono progresivo. El reconocimiento de su valor patrimonial llevó a que fuera declarado monumento histórico en 1978, lo que activó una serie de debates sobre su conservación y reutilización.

2. La Transformación de la Gare d'Orsay en Museo (1978–1986)

Como lo señaló Grand (1986), la idea de reconvertir la antigua estación en un museo surgió como una solución tanto funcional como simbólica, permitiendo reutilizar un inmueble icónico para alojar una colección que no tenía cabida en otros museos estatales. El proyecto fue confiado al equipo ACT Architecture, mientras que la museografía fue dirigida por la arquitecta italiana Gae Aulenti, quien apostó por una intervención respetuosa con la arquitectura original, pero capaz de dotar al edificio de una nueva vida. Doezema (1986) apuntó que uno de los grandes desafíos fue encontrar el equilibrio entre la conservación del espacio monumental de la estación y las exigencias técnicas de un museo moderno. Aulenti optó por conservar el volumen general de la nave y sus elementos estructurales metálicos, introduciendo nuevos recorridos, plataformas expositivas y recursos técnicos que dialogaran con el espacio original sin intentar imitarlo ni ocultarlo.

3. Procesos Claves de la Restauración y Adaptación Estructural

a) Restauración de la Nave Central y Estructura Metálica:

Según Chemaly (2016), la gran nave central de la estación fue uno de los elementos que más atención recibió en el proceso de restauración, no solo por su escala, sino por su valor estructural. Se

reforzó la estructura de hierro con tratamientos anticorrosivos a base de resinas epóxicas y se realizaron reemplazos puntuales de perfiles deteriorados con elementos de acero inoxidable de igual sección. El sistema de cubierta de vidrio fue desmontado parcialmente para su limpieza, sellado y restitución, mejorando su eficiencia térmica y lumínica.

Se llevó a cabo también una intervención cuidadosa de la bóveda acristalada, respetando las modulaciones originales del esqueleto metálico. Como lo mencionó Grand (1986), estas labores permitieron recuperar la transparencia espacial de la estación, reforzando su monumentalidad como galería museística.

b) Rehabilitación de Fachadas y Ornamentación

La fachada de piedra caliza fue sometida a un proceso de limpieza con nebulización controlada, consolidación con lechadas de cal y restitución puntual de piezas erosionadas mediante morteros de restauración compatibles. Según Bergdoll (2009), uno de los logros clave fue la recuperación integral de los dos grandes relojes de fachada, elementos simbólicos que fueron restaurados tanto estética como mecánicamente.

Las esculturas de relieves decorativos fueron intervenidas con técnicas de consolidación mineral y limpieza mecánica, y en casos de alto deterioro, se realizaron moldes en resina para su reintegración volumétrica. También se restauraron las marquesinas y detalles de herrería en puertas y ventanas, devolviéndoles su función original como protección climática y elementos decorativos.

c) Integración de Nuevos Recorridos Expositivos

Como lo planteó Asensio (2019), la incorporación de nuevos recorridos museográficos respetó las circulaciones longitudinales propias de la estación, generando plataformas suspendidas que no alteraban la percepción del espacio original. Se instalaron escaleras metálicas auto portantes, pisos

flotantes y estructuras ligeras en acero galvanizado y vidrio laminado para permitir el tránsito y la exposición sin alterar la arquitectura portante original.

También se generaron espacios técnicos en los antiguos depósitos y áreas de espera, transformándolos en salas climatizadas, oficinas, depósitos de reserva y espacios educativos.

4. La Integración de Nuevas Infraestructuras y Sistemas Modernos

a) Climatización y Control Ambiental

Para garantizar la preservación de las obras, el edificio fue equipado con un sistema centralizado de climatización que permitiera controlar temperatura, humedad relativa y renovación de aire. Según el Musée d'Orsay (s.f.), este sistema fue diseñado para ser completamente oculto bajo las nuevas plataformas, sin alterar la estética patrimonial. Se utilizaron ductos flexibles de baja presión y difusores lineales ocultos.

El control ambiental incluyó sensores distribuidos por toda la nave y un sistema automatizado de respuesta a condiciones exteriores, garantizando una humedad relativa constante entre el 50% y el 60%, ideal para pinturas, esculturas y mobiliario del siglo XIX.

b) Iluminación Museográfica Especializada

Como indicó Chemaly (2016), se adoptó una estrategia de iluminación híbrida, aprovechando la luz natural cenital de la bóveda en combinación con iluminación LED regulable, colocada en rieles suspendidos. Esta solución permitió modular la intensidad lumínica según el tipo de obra, al tiempo que respetaba el carácter monumental del espacio. Se incorporaron filtros UV y sistemas de monitoreo para evitar daños por foto degradación.

c) Circulaciones Verticales y Nuevos Servicios

Se introdujeron núcleos verticales con ascensores panorámicos de acero y vidrio, colocados estratégicamente para evitar interrupciones visuales. También se crearon núcleos sanitarios, depósitos, una librería y una cafetería, distribuidos en zonas perimetrales de la estación. Según Doezema (1986), la organización de estos nuevos espacios funcionales buscó no alterar la experiencia del visitante, manteniendo el protagonismo de la nave central como eje simbólico del museo.

5. Restauraciones Posteriores y Conservación Preventiva (2009–2011 y actual)

Entre 2009 y 2011 se realizó una actualización general de las instalaciones del museo. Se reforzaron los sistemas de impermeabilización de la cubierta, se mejoraron los aislamientos térmicos en los vidrios de la bóveda, y se amplió la red de climatización, actualizándola a estándares internacionales de conservación. A su vez, se reorganizó la museografía para permitir un mejor flujo de visitantes y se restauraron vitrinas, suelos de mármol y pasamanos de bronce. Según el Musée d'Orsay (s.f.), actualmente se mantiene una política de conservación preventiva, mediante monitoreos periódicos y mantenimiento de los sistemas técnicos. Además, el C2RMF (Centre de Recherche et de Restauration des Musées de France) actúa como asesor permanente en la conservación de las colecciones y del edificio.

Estación de King's Cross por John McAslan y Asociados

Introducción: La Necesidad de Intervención en King's Cross.

La estación de King's Cross, un importante centro de transporte londinense diseñado por Lewis Cubitt e inaugurado en 1852, llegó a finales del siglo XX con evidentes signos de deterioro y una funcionalidad desbordada. El paso del tiempo, los daños ocasionados por conflictos bélicos y la falta de inversión habían mermado su estructura y su capacidad para atender el creciente flujo de pasajeros (ICE, s.f.; Network Rail Consulting, s.f.). Ante este panorama, se hizo imprescindible un proyecto

integral que abordara tanto la modernización de sus instalaciones como la revitalización de su significativo patrimonio histórico. Según Network Rail Consulting, la estación sufría además de un diseño ineficiente, una imagen pública deteriorada y serias limitaciones estructurales, lo que impulsó una intervención ambiciosa de carácter regenerativo.

Contexto Histórico: Génesis y Evolución de un Hito Ferroviario

La concepción de King's Cross se enmarca en la efervescencia de la era ferroviaria británica del siglo XIX. Su diseño original, obra de Lewis Cubitt, se distinguió por una estética funcional y despojada, en contraste con la ornamentación predominante en otras estaciones de la época (ICE, s.f.). Su rol como terminal del Great Northern Railway la consolidó como una conexión crucial con el norte de Gran Bretaña. A lo largo de su extensa trayectoria, la estación fue testigo de momentos históricos trascendentales y sufrió las consecuencias de los conflictos bélicos del siglo XX. El siglo siguiente trajo consigo períodos de declive y subinversión, acentuando la necesidad de una renovación a gran escala (Network Rail Consulting, s.f.; PPIAF, s.f.). Tal como se señala en los informes de la PPIAF, King's Cross fue por años un símbolo del rezago urbano, lo cual hizo que su renovación adquiriera no solo un carácter funcional, sino también social y cultural.

Principios y Fundamentos del Proyecto de John McAslan + Partners: Una Filosofía de

Integración

La visión de John McAslan + Partners para la transformación de King's Cross se articuló en torno a una serie de principios fundamentales que permearon cada etapa del diseño y la ejecución (McAslan + Partners, s.f.).

Entendimiento y Respeto del Legado: Según McAslan + Partners, la inmersión profunda en la historia, la arquitectura y el significado cultural de la obra original de Cubitt constituyó el punto de

partida esencial. Se llevaron a cabo estudios históricos y levantamientos detallados para asegurar que la intervención partiera desde el conocimiento integral del edificio.

Revelación de la Claridad Original: El proyecto se propuso rescatar la lógica espacial y la funcionalidad inherentes al diseño primigenio, eliminando adiciones confusas del siglo XX como la marquesina de los años setenta, permitiendo que la fachada oeste, anteriormente oculta, fuera nuevamente visible (Arup, 2012).

Integración en Lugar de Imitación: Como lo señala Arup, los nuevos elementos se diseñaron en contraste con la estructura histórica, a través de materiales contemporáneos como el acero y el vidrio, evitando la mimetización.

Prioridad a la Experiencia del Usuario: Se reorganizó la circulación interior, se mejoraron los accesos y se incorporó señalética intuitiva. Según Fourway Communication, también se mejoró radicalmente la infraestructura tecnológica y de telecomunicaciones.

Sostenibilidad como Eje Transversal: Tal como se indica en el informe de Lime Green (2013), el proyecto incorporó estrategias pasivas de climatización, reutilización de materiales y sistemas energéticos eficientes, logrando certificaciones ambientales destacadas.

Catalizador de Regeneración Urbana: Según Islington Council, la intervención fue el detonante para la transformación del entorno inmediato, generando nuevos desarrollos residenciales, comerciales y espacios públicos.

Colaboración y Diálogo Continuo: McAslan + Partners enfatiza que la consulta ciudadana y la coordinación con las autoridades locales fueron constantes desde la fase de diseño hasta la ejecución final.

Tratamiento de la Estación Patrimonial: Un Enfoque de Conservación Delicado

La intervención en la estructura histórica de King's Cross se rigió por una filosofía de mínima intervención, priorizando la conservación in situ de los elementos originales mediante técnicas y materiales compatibles (Lime Green, 2013). El proceso incluyó una evaluación exhaustiva para identificar las patologías presentes, seguida de limpieza especializada con métodos no invasivos, reparación y reintegración de elementos dañados con materiales similares a los originales, y una meticulosa restauración del techo y los acabados interiores. Según Fourway Communication, también se restauraron las cubiertas abovedadas mediante soldaduras en caliente y reestructuración metálica sin desmontaje generalizado, garantizando estabilidad estructural sin pérdida patrimonial.

Análisis de las Patologías Encontradas: Un Diagnóstico para la Intervención

La identificación y el análisis detallado de las patologías fueron fundamentales para definir las estrategias de restauración adecuadas (Fourway Communication, s.f.):

Deterioro del Ladrillo: Se examinaron la erosión, la acumulación de contaminantes, los desprendimientos, las fisuras y el deterioro del mortero en la fachada, producto de la exposición ambiental y la contaminación urbana acumulada.

Corrosión de Elementos Metálicos: Se evaluó el tipo y el grado de corrosión en la estructura del techo y otros componentes metálicos, especialmente en las zonas de unión y apoyo.

Daños en el Techo: Se identificaron problemas como roturas, filtraciones y deterioro de los sellantes en el acristalamiento. Arup (2012) destaca la complejidad de la intervención debido a las dimensiones del espacio.

Problemas de Funcionalidad: Aunque no eran patologías estructurales, la congestión y las deficiencias en la circulación se analizaron para informar el diseño de los nuevos espacios.

Restauración de la Ornamentación: Un Trabajo de Precisión Artesanal

La recuperación de los elementos ornamentales exigió una labor minuciosa y especializada (Lime Green, 2013):

Identificación y Documentación: Se catalogaron detalladamente todos los elementos ornamentales, tanto exteriores como interiores, mediante levantamientos digitales y fotogrametría.

Limpieza Delicada: Se emplearon métodos suaves como micro abrasión con aire, evitando la agresión a las superficies originales.

Reparación y Consolidación: Se utilizaron morteros de cal, pigmentos minerales y elementos de anclaje reversibles para garantizar compatibilidad y durabilidad.

Reintegración y Reconstrucción: En los casos de elementos perdidos, se realizó una investigación histórica exhaustiva para su reconstrucción fiel, diferenciando claramente lo nuevo de lo original mediante discretos marcadores.

Integración de lo Nuevo y lo Antiguo: Un Diálogo Arquitectónico en el Western Concourse (Perspectiva de la Crítica Arquitectónica)

La adición del Western Concourse representa un ejemplo paradigmático de integración arquitectónica contemporánea (Arup, 2012; McAslan + Partners, s.f.). El contraste entre el techo de acero y vidrio del Concourse y la estructura de ladrillo y piedra original establece un diálogo visual. La transparencia del Concourse enmarca la fachada oeste restaurada. La elección de materiales diferencia las épocas constructivas, mientras que la escala y la proporción mantienen la armonía. El diseño facilita la funcionalidad, y la King's Cross Square actúa como un espacio de transición (Dezeen, 2012). Desde la crítica arquitectónica, Deyan Sudjic (2012) en *Architecture Today* analiza cómo el contraste deliberado entre lo nuevo y lo antiguo destaca las cualidades de cada época. El diseño del

Concourse se relaciona con la escala del entorno, y la funcionalidad se integra sin comprometer el patrimonio. La materialidad diferencia las fases constructivas, y la King's Cross Square articula la relación entre la estación y la ciudad. Según Arup, la estructura del Concourse fue concebida como una parábola inversa de acero auto sustentada, con un impacto visual impresionante y una ingeniería de vanguardia.

Conclusión: Un Modelo de Conservación Adaptativa

La restauración de la estación de King's Cross se erige como un modelo ejemplar de conservación adaptativa, demostrando cómo la revitalización de un patrimonio histórico puede coexistir y enriquecerse con la introducción de una arquitectura contemporánea innovadora. Al priorizar el legado, la integración reflexiva y la mejora de la experiencia del usuario, el proyecto no solo ha asegurado la preservación de un hito arquitectónico, sino que también ha catalizado la regeneración de un importante enclave urbano (Islington Council, s.f.). La intervención de John McAslan + Partners ha sido reconocida como un referente internacional de intervención patrimonial y regeneración urbana.

Estación del Retiro, Buenos Aires.

Introducción: La urgencia de valorizar un legado ferroviario con perspectiva histórica

La Estación del Retiro, reconocida como uno de los nodos ferroviarios de mayor relevancia en América Latina, representa una convergencia entre infraestructura, historia y memoria colectiva. Su construcción, que tuvo lugar a inicios del siglo XX, respondió a una marcada influencia británica, como lo ha señalado Balloffet al estudiar el rol de los capitales y modelos extranjeros en la configuración de la infraestructura argentina. A partir de esta perspectiva, el edificio no puede entenderse únicamente desde su funcionalidad como espacio de transporte, sino también como emblema de una etapa caracterizada por el auge industrial y la consolidación urbana de Buenos Aires. En la actualidad, frente

al reto de su conservación y adaptación, se vuelve imperativo concebir una intervención integral que reconozca tanto su valor patrimonial como las demandas contemporáneas de movilidad y uso. En este contexto, la eventual intervención del estudio BLV (Baudizzone, Lestard y Varas) invita a una lectura crítica del edificio, entendiéndolo como un sistema arquitectónico vivo, en el cual cada decisión proyectual se convierte en una acción que simultáneamente remite a la memoria y proyecta un horizonte futuro.

Contexto histórico: Génesis y significado de un emblema urbano con raíces británicas

Desde la mirada de Cacciatore, quien analiza el impacto de las inversiones extranjeras en el desarrollo del sistema ferroviario argentino, la estación de Retiro se inserta en el apogeo del modelo agroexportador impulsado por capitales británicos, que apostaron por una red ferroviaria nacional de gran envergadura. Las terminales Mitre, San Martín y Belgrano, desarrolladas entre 1909 y 1915, dieron forma a esta aspiración mediante una arquitectura monumental, ecléctica y altamente simbólica. En este marco, Retiro fue concebida como una reinterpretación local de paradigmas británicos como las estaciones de St Pancras o King's Cross, integrando estructuras metálicas y cubiertas de vidrio que posibilitaron grandes espacios interiores destinados al tránsito de personas y mercancías. La inauguración de este conjunto significó un hecho político y urbano de gran envergadura, consolidando a Buenos Aires como metrópoli ferroviaria. Según un reportaje de Infobae, en fecha reciente, se ha destacado que la estación llegó a operar con más de 500 trenes diarios, posicionándose como uno de los complejos ferroviarios más avanzados del hemisferio sur. Tal como se desprende de dicha fuente, su presencia simbólica se ha entrelazado históricamente con los procesos de migración interna, los movimientos sociales y el devenir cotidiano del país.

Estado previo a la intervención: Desafíos acumulados y necesidad de adaptación

Con el paso de las décadas y el uso ininterrumpido del edificio, la estación comenzó a manifestar signos evidentes de deterioro y obsolescencia. A partir de diversos relevamientos urbanos y patrimoniales, se constata que el abandono de áreas clave y la aplicación de intervenciones fragmentarias carentes de sensibilidad histórica han comprometido elementos arquitectónicos esenciales. En este sentido, Clarín ha reportado que, al igual que en otras estaciones comparables como Constitución u Once, se han detectado problemáticas estructurales, desgaste significativo en los materiales originales y una pérdida progresiva de integración con el tejido urbano. Asimismo, el desfase entre las condiciones proyectuales originales y los estándares actuales en términos de accesibilidad, confort y seguridad pone en evidencia la urgencia de reformular la circulación interna, los espacios de permanencia y los sistemas de información. Todo ello configura un escenario en el que se impone un abordaje multidisciplinar y escalonado, capaz de conjugar criterios de conservación patrimonial con estrategias de revitalización funcional.

Patologías identificadas: Un desafío técnico y ético para la restauración

El diagnóstico técnico de la estación, realizado por especialistas en restauración y patología constructiva, ha permitido identificar una variedad significativa de problemáticas que afectan tanto la estabilidad estructural como la legibilidad histórica y la habitabilidad del conjunto. En primer lugar, se observa una corrosión avanzada de elementos metálicos como columnas, vigas y perfiles estructurales, especialmente en zonas expuestas a humedad ambiental y cambios térmicos bruscos, lo que ha generado deformaciones y debilitamientos considerables.

En segundo lugar, se constatan daños severos en las cubiertas, caracterizados por filtraciones recurrentes, rotura de tejas de zinc y desprendimientos parciales en claraboyas de vidrio, lo que ha facilitado el ingreso persistente de agua. A ello se suma la humedad ascendente en muros portantes,

ocasionada por capilaridad desde el subsuelo, fenómeno que ha derivado en eflorescencias salinas, desprendimiento de pinturas y pérdida de revoques originales. También se identifican daños en elementos decorativos y escultóricos ejecutados en piedra artificial y yeso, muchos de los cuales presentan pérdida de material producto de la acumulación de contaminantes urbanos. En el caso de las carpinterías de madera, la acción de xilófagos, hongos y pudrición por falta de protección superficial ha comprometido la funcionalidad de puertas, ventanas y revestimientos. El portal especializado Chemaly, al analizar intervenciones comparables como las de las estaciones de Atocha en Madrid o São Bento en Oporto, remarca que estas patologías requieren soluciones técnicas especializadas, respetuosas de los materiales originales y basadas en la reversibilidad. En consecuencia, la restauración de Retiro debe asumirse como una operación con implicancias éticas profundas, orientada a preservar el patrimonio común con el mayor rigor científico y profesional.

Objetivos de la intervención: Una síntesis entre modernización y reverencia patrimonial

Desde la óptica de una restauración integral, y atendiendo a los enfoques que ha desarrollado el estudio BLV en sus intervenciones anteriores, se propone un conjunto de objetivos que permitan articular la dimensión histórica con los requerimientos funcionales del presente. En primer lugar, se plantea una modernización sustancial de la infraestructura, que contemple la actualización de sistemas eléctricos, la incorporación de señalética digital y soluciones tecnológicas en iluminación y servicios, todo ello sin comprometer la estética original. En segundo término, se prioriza la mejora en la experiencia del usuario, mediante la adecuación de accesos, la ampliación de zonas de espera y la inclusión de mobiliario ergonómico que garantice el confort y la inclusión. En tercer lugar, se propone una restauración científica basada en metodologías como el mapeo de lesiones, el análisis fisicoquímico de los materiales y la aplicación de técnicas de reintegración cromática y morfológica. Asimismo, se postula una integración urbana del conjunto, a través de la creación de espacios públicos de calidad, la recuperación de fachadas secundarias y la peatonalización del entorno inmediato, con el

objetivo de fomentar una relación armónica entre estación, ciudad y ciudadanía. Finalmente, se considera imprescindible dotar al edificio de una flexibilidad programática, mediante la incorporación de áreas modulares capaces de alojar usos culturales, comerciales o comunitarios, sin interferir en la lógica ferroviaria.

Materialidad histórica y propuesta contemporánea: Un diálogo sin imitación

El conjunto arquitectónico de Retiro se distingue por una paleta material refinada, que combina muros de ladrillo visto, basamentos de piedra, techumbres metálicas, carpinterías de cedro y herrajes decorativos. Según el análisis realizado por el portal Arcón de Buenos Aires, esta materialidad representa un testimonio tangible del alto nivel constructivo alcanzado durante las primeras décadas del siglo XX. Frente a este legado, la intervención contemporánea no debería incurrir en imitaciones que comprometan la autenticidad del conjunto. En su lugar, se sugiere una estrategia de contraste armónico, fundamentada en la utilización de materiales contemporáneos como el acero inoxidable, el vidrio templado o el hormigón visto, especialmente en elementos nuevos como señalética, núcleos sanitarios o pasarelas. Esta lógica se encuentra en consonancia con la postura proyectual de Alberto Varas, quien, de acuerdo con lo documentado por el portal Modernabuenosaires.org, ha defendido reiteradamente una aproximación sensible al entorno patrimonial desde la arquitectura contemporánea. Lejos de pretender borrar las huellas del tiempo, esta propuesta busca otorgarles nuevo sentido desde el lenguaje técnico y estético del presente.

Criterios de intervención: Una ética de proyecto patrimonial

La intervención en la Estación Retiro debería regirse por principios ampliamente aceptados en el campo de la restauración, como los establecidos por la Carta de Venecia (ICOMOS, 1964) y reforzados por la Recomendación sobre el Paisaje Urbano Histórico (UNESCO, 2011). Entre ellos, se destaca la primacía de la autenticidad y la mínima intervención, es decir, conservar al máximo la

estructura original, interviniendo únicamente cuando sea indispensable. También se plantea la necesidad de garantizar una distinción formal clara entre lo nuevo y lo antiguo, sin perder la coherencia compositiva. La reversibilidad y la sostenibilidad se configuran como principios operativos fundamentales, lo cual implica emplear materiales reciclables, técnicas desmontables y soluciones de bajo impacto ambiental. Asimismo, el cumplimiento de criterios de accesibilidad universal debe alcanzarse sin dañar los valores patrimoniales, a través de dispositivos discretos y respetuosos. Finalmente, se propone una participación interdisciplinaria constante, incorporando a historiadores, ingenieros, restauradores y miembros de la comunidad local en cada etapa del proceso.

Proceso de restauración: Etapas para una intervención estratégica

Una restauración de esta magnitud exige una planificación meticulosa, articulada en distintas fases complementarias. Inicialmente, se requiere una investigación histórica exhaustiva y una documentación gráfica detallada, basada en planos originales, archivos fotográficos, testimonios orales y relevamientos planimétricos tridimensionales. A continuación, es imprescindible un diagnóstico técnico profundo, mediante tecnologías no invasivas como la termografía, el escáner láser o el ultrasonido, junto con análisis específicos de morteros, pigmentos y materiales. Sobre esta base, se debe diseñar un proyecto de intervención integral que cuente con el aval de organismos patrimoniales y actores sociales. En una etapa posterior, será necesario consolidar estructuralmente el edificio, reforzando cimientos, techumbres y elementos portantes mediante técnicas compatibles, tales como inyecciones de cal o encamisados de hierro fundido. Seguirá luego la restauración arquitectónica propiamente dicha, que incluirá procedimientos de limpieza por micro abrasión, reintegración volumétrica, consolidación de elementos pétreos y recuperación de carpinterías. Finalmente, se procederá a una readecuación funcional y urbana, reorganizando flujos internos, incorporando servicios contemporáneos y rediseñando el paisaje del entorno inmediato.

Conclusión: Hacia una Estación Retiro como legado vivo.

La restauración proyectada para la Estación Retiro representa mucho más que una acción de recuperación física: se configura como una oportunidad para consolidarla como modelo ejemplar de intervención contemporánea sobre patrimonio ferroviario. En la medida en que se logre articular funcionalidad, memoria y sostenibilidad, Retiro podrá transformarse en un nodo de conectividad, un espacio de memoria activa y un símbolo de la capacidad de Buenos Aires para reconciliar su historia con las aspiraciones del presente. Desde esta perspectiva, el edificio deja de ser una ruina venerable para convertirse en un sistema patrimonial revitalizado con rigor técnico, sensibilidad estética y responsabilidad social.

Marco Normativo

La protección legal del patrimonio cultural en Colombia, y en particular del Conjunto Férreo de Chiquinquirá, se sustenta bajo normas, cuyo desarrollo han permitido establecer criterios técnicos y jurídicos para la conservación, uso y revitalización de bienes de interés cultural. En este contexto, la Ley 63 de 1959 constituye el primer hito normativo significativo, al disponer mecanismos de defensa del patrimonio histórico, artístico y monumental del país, otorgando competencias al Consejo de Monumentos Nacionales para proponer declaratorias y ejercer vigilancia sobre dichos bienes (Congreso de la República de Colombia, 1959).

A esta norma le siguió el Decreto 264 de 1963, el cual reglamenta la Ley 163 de 1959 (vinculada a la anterior), y detalla la declaratoria de monumentos y objetos arqueológicos como patrimonio histórico, científico y artístico, así como el procedimiento para la delimitación de reservas y la regulación de intervenciones (Presidencia de la República de Colombia, 1963). Este decreto consolida una estructura normativa para el manejo y conservación de los bienes culturales de la Nación.

En lo que respecta específicamente a la Estación de Ferrocarril de Chiquinquirá, su carácter patrimonial fue reconocido de manera temprana. El Decreto 3059 de 1990 la declara Monumento Nacional, destacando su valor como testimonio arquitectónico de una época clave en el desarrollo económico impulsado por el sistema férreo, su aporte a un nuevo lenguaje en la arquitectura ferroviaria, y su pertenencia al repertorio formal del periodo Republicano. Esta declaratoria exige su conservación como parte activa de la memoria material y simbólica de la ciudad (Presidencia de la República de Colombia, 1990).

Posteriormente, el Decreto 746 de 1996 amplía dicha protección, al declarar Monumento Nacional todas las estaciones de ferrocarril existentes en el país, disponiendo que cualquier

intervención en estas estructuras deberá contar con el concepto previo y favorable del Consejo de Monumentos Nacionales. Esta medida refuerza la protección integral del sistema ferroviario patrimonial en su conjunto.

El andamiaje legal se fortalece aún más con la promulgación de la Ley 397 de 1997, conocida como Ley General de Cultura, la cual establece que todo bien cultural con valor histórico, simbólico o técnico debe ser objeto de protección estatal, privilegiando intervenciones técnicamente justificadas, el principio de mínima intervención, la salvaguarda de la autenticidad y la promoción de su función social (Congreso de la República de Colombia, 1997). Esta ley fue posteriormente modificada por la Ley 1185 de 2008, que operacionalizan sus mecanismos, introduciendo la exigencia de evaluación técnica previa por parte de los Consejos de Patrimonio, la conformación de equipos interdisciplinarios con idoneidad comprobada y la garantía de reversibilidad de cualquier intervención (Congreso de la República de Colombia, 2008).

Finalmente, el Manual de Normatividad Férrea de Colombia, expedido por la Agencia Nacional de Infraestructura (ANI, 2021), constituye una herramienta técnica de observancia obligatoria para cualquier actuación sobre el sistema ferroviario nacional. Este instrumento extiende su ámbito de aplicación tanto a la infraestructura operativa como a aquella en desuso, como es el caso del Conjunto Férreo de Chiquinquirá, estableciendo directrices precisas sobre la conservación del potencial férreo, la preservación de elementos estructurales originales, la compatibilidad morfológica con su uso histórico y la posibilidad de adaptación a futuras operaciones ferroviarias. Asimismo, cualquier cambio en el uso del suelo férreo requiere la aprobación expresa por parte de la ANI, lo que convierte a este manual en un regulador clave de las acciones proyectuales dentro del polígono ferroviario (ANI, 2021).

Marco Teórico

La recuperación de infraestructuras ferroviarias abandonadas se ha consolidado como una estrategia crucial dentro de las políticas contemporáneas de desarrollo urbano sostenible, reconociendo en ellas no solo el valor arquitectónico o ingenieril, sino su papel en la construcción simbólica, social y territorial de las ciudades. Las estaciones de tren, en particular, son espacios que condensan memorias colectivas, prácticas cotidianas y dinámicas de movilidad, y cuya restauración permite resignificar el pasado al tiempo que se proyectan nuevas formas de centralidad y cohesión territorial. La estación de ferrocarril de Chiquinquirá constituye un caso emblemático en el que confluyen la necesidad de conservar un bien patrimonial con la posibilidad de activar procesos urbanos, sociales y económicos de alto impacto regional.

Las raíces de la conservación: John Ruskin y Eugène Viollet-le-Duc

La discusión moderna sobre la intervención en el patrimonio construido halla sus fundamentos en el pensamiento decimonónico de John Ruskin y Eugène Viollet-le-Duc, cuyas posiciones antagónicas continúan incidiendo en los enfoques contemporáneos de conservación.

Por un lado, Ruskin, en *The Seven Lamps of Architecture* (1849), planteaba una defensa radical de la autenticidad material, manifestando una oposición categórica frente a cualquier acto de restauración que implicara reconstrucción, reposición o mimetismo estilístico. Su concepción entendía al edificio como portador de un valor simbólico y testimonial que se acumula con el tiempo, por lo que cualquier intervención sobre su materia original constituía, a su juicio, una falsificación de la historia.

Por el otro, Viollet-le-Duc sostenía que la restauración debía aspirar a restituir un estado ideal, incluso si este no hubiese existido en términos estrictamente históricos. A través de sus intervenciones en edificios como Notre-Dame de París o la ciudadela de Carcasona, proponía reconstrucciones estilísticamente coherentes, orientadas a dotar al edificio de una unidad formal y

una lectura arquitectónica comprensible desde la lógica del proyecto.

Ambas posturas establecieron los cimientos para el posterior desarrollo teórico de la restauración: una, centrada en la integridad histórica del objeto; la otra, en su integridad formal y compositiva.

La evolución de la conservación: teoría contemporánea de la restauración

A partir de la segunda mitad del siglo XX, particularmente con la promulgación de la Carta de Venecia (1964), se consolidó un enfoque más equilibrado entre los extremos anteriormente expuestos, el cual ha orientado la práctica profesional contemporánea de la restauración arquitectónica.

Este enfoque reconoce múltiples dimensiones de la autenticidad —material, formal, histórica, simbólica y cultural—, así como la necesidad de preservar las huellas del tiempo sin renunciar a la funcionalidad del bien patrimonial. Bajo estos principios, se promueve la mínima intervención, la reversibilidad de las acciones, la distinguibilidad entre lo original y lo nuevo, y la adopción de metodologías interdisciplinarias.

A su vez, documentos como la Carta de Nara sobre la Autenticidad (1994) y la Recomendación sobre el Paisaje Urbano Histórico (UNESCO, 2011) han ampliado el marco conceptual hacia contextos culturales diversos y hacia la integración del patrimonio en dinámicas urbanas contemporáneas. En este sentido, la restauración ya no se concibe como una operación aislada sobre un objeto, sino como parte de un proceso complejo que involucra valores sociales, simbólicos, funcionales y territoriales.

Reutilización adaptativa: sostenibilidad y nuevo ciclo de vida

La reutilización adaptativa ha emergido como una estrategia de intervención que articula la conservación patrimonial con los principios de sostenibilidad y desarrollo urbano. Este enfoque propone extender la vida útil de los edificios históricos a través de la asignación de nuevos usos

compatibles, permitiendo su permanencia funcional y simbólica en el tiempo.

Dicha práctica se sustenta en la reutilización de la energía incorporada en los materiales, la reducción del impacto ambiental derivado de la demolición y la nueva construcción, y la preservación de la memoria colectiva mediante la continuidad del objeto en la vida urbana. A su vez, fomenta procesos de regeneración barrial, activa la economía local, fortalece la identidad del lugar y permite adaptar edificios a nuevas normativas técnicas sin comprometer su valor patrimonial.

No obstante, la implementación de estos procesos requiere abordar desafíos específicos relacionados con la adaptación de tipologías obsoletas, la incorporación de infraestructuras contemporáneas, la mejora en la accesibilidad universal y la conciliación entre la integridad arquitectónica del bien y las demandas funcionales del nuevo programa.

Infraestructura ferroviaria como patrimonio cultural y motor urbano

El sistema ferroviario representa una tipología patrimonial compleja que combina valores históricos, tecnológicos, territoriales y sociales. Su tratamiento como objeto de conservación y desarrollo ha sido abordado desde dos perspectivas complementarias: su reconocimiento como patrimonio mundial y su potencial regenerador en el contexto urbano contemporáneo.

Railways as World Heritage

La UNESCO ha promovido el reconocimiento del sistema ferroviario como parte del patrimonio cultural de la humanidad, considerando su rol estructurante en los procesos de modernización, integración territorial e innovación tecnológica de los siglos XIX y XX.

Desde este enfoque, el valor patrimonial del ferrocarril no se limita a los edificios aislados, sino que incluye líneas férreas, estaciones, talleres, puentes y paisajes asociados. Se reconoce su capacidad de configurar territorios, articular redes productivas, movilizar personas e ideas, y dar forma a identidades locales y nacionales. El enfoque patrimonial se amplía, entonces, hacia una noción de sistema técnico-social que ha dejado una huella material y simbólica significativa en

múltiples escalas.

Este reconocimiento implica una serie de responsabilidades en cuanto a su documentación, protección, gestión, y transmisión a las futuras generaciones, pero también abre oportunidades para el diseño de proyectos de revitalización cultural, educación patrimonial, turismo sostenible y desarrollo local.

Railway Stations Boosting the City

En paralelo, se ha consolidado una línea de pensamiento que reivindica el papel estratégico de las estaciones ferroviarias como nodos urbanos con un alto potencial para dinamizar la ciudad contemporánea. Este enfoque plantea que la intervención sobre estaciones históricas no debe limitarse a su conservación formal, sino que debe integrar procesos de renovación urbana, innovación programática y mejora en la conectividad territorial.

Las estaciones actúan como articuladores de sistemas multimodales de transporte, como catalizadores de procesos de regeneración urbana, y como soportes para equipamientos híbridos de carácter cultural, comercial, administrativo o comunitario. En consecuencia, su intervención demanda un abordaje integral que contemple la recuperación de sus valores arquitectónicos y tipológicos, pero también su integración efectiva en la estructura funcional, simbólica y social de la ciudad.

Desde esta perspectiva, las estaciones no solo se preservan por su valor histórico, sino que se proyectan como infraestructuras activas capaces de responder a los desafíos urbanos contemporáneos mediante estrategias sostenibles, inclusivas y culturalmente significativas.

Marco Histórico

La historia ferroviaria de Colombia está íntimamente ligada al proyecto de consolidación del Estado republicano durante la segunda mitad del siglo XIX y principios del siglo XX (Pérez, 2008). En este contexto, el sistema férreo se consolidó como una herramienta fundamental de integración territorial, económica y simbólica (Sociedad Colombiana de Ingenieros, 2022). Entre las iniciativas más ambiciosas se encuentra el Ferrocarril del Norte, concebido con el propósito de articular Bogotá con la región del río Magdalena y la Costa Atlántica, atravesando territorios estratégicos del altiplano cundiboyacense. Como señala el historiador Carlos Hernández (2018), esta línea férrea fue una de las "arterias de la modernización colombiana", no solo por su capacidad de transporte, sino por su potente simbolismo de una nación conectada a través del riel.

La línea comenzó su ejecución hacia finales del siglo XIX, enfrentando importantes dificultades técnicas, políticas y financieras, pero avanzó de manera progresiva, estableciendo paradas fundamentales en Zipaquirá, Nemocón, Ubaté, Saboyá, Chiquinquirá y, más adelante, en Barbosa y Puerto Berrío. En este entramado, la Estación de Ferrocarril de Chiquinquirá, inaugurada oficialmente el 12 de octubre de 1926, asumió un rol protagónico. Su ubicación estratégica en el corredor central, su cercanía con el Santuario Mariano, su vocación agrícola y comercial, y su conexión con los centros regionales del norte de Boyacá y sur de Santander, la posicionaron como uno de los nodos más dinámicos y vitales del sistema (Pérez, 2008).

El edificio principal de la Estación, de arquitectura republicana sobria pero monumental, incorporó una volumetría jerarquizada en tres cuerpos, cubierta en mansarda, arquerías frontales y detalles en hierro forjado que evidencian tanto influencias europeas como la adaptación a la técnica constructiva nacional (Hernández, 2018). Su diseño, atribuido al arquitecto belga Joseph Martens, se enmarca en la lógica tipológica de las estaciones de segunda clase del sistema nacional, y fue

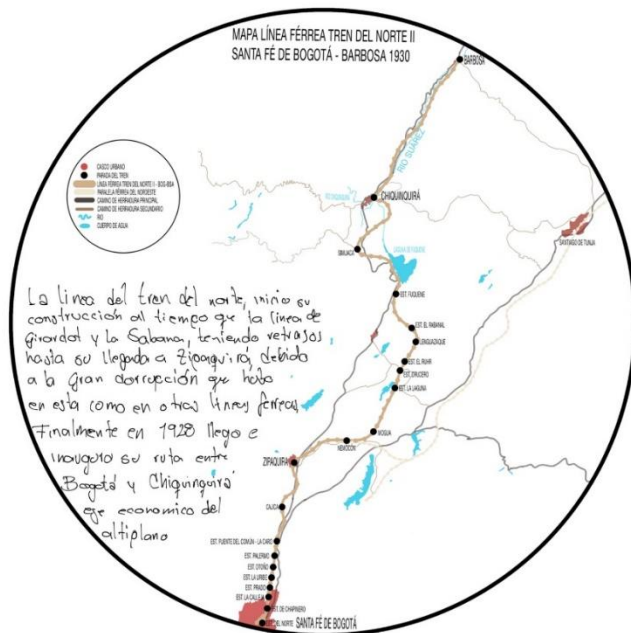
complementado por estructuras auxiliares como bodegas, patios de maniobra y un antiguo taller de mantenimiento (Ministerio de Cultura & Union temporal Arq. Rafael Rincón y Arq. Roberto López, 1998). Esta arquitectura se integra en el estudio de las estaciones ferroviarias como hitos urbanos y patrimonio cultural (Bonicatto, 2018).

Tras décadas de operación, el sistema ferroviario nacional entró en una crisis estructural a partir de la década de 1970 (Pérez, 2008), que culminó con la liquidación definitiva de Ferrocarriles Nacionales en los noventa, dejando a la Estación de Chiquinquirá en un progresivo desuso y deterioro (Giunta, 2017). Si bien fue objeto de una restauración puntual en 1986 con motivo de la visita del Papa Juan Pablo II, y de una intervención posterior en 2014 en el marco del programa "Caminos de Hierro" (Ministerio de Cultura, s.f.), ninguna de estas acciones logró establecer un uso sostenible en el tiempo ni integrar la infraestructura de forma duradera al desarrollo urbano (Chemaly, 2016). Actualmente, aunque el edificio alberga ocasionalmente actividades culturales bajo la administración de Comfaboy, su integración con el resto del conjunto ferroviario (especialmente el antiguo taller y el corredor de vía) permanece fracturada, y su función como nodo de movilidad regional está completamente desactivada, evidenciando un "patrimonio en movimiento" que busca una nueva funcionalidad (Zicovich-Wilson, 2015).

En este marco de abandono funcional y valor patrimonial latente, el proyecto de reactivación del Ferrocarril del Norte II, impulsado en años recientes por entidades como el Ministerio de Transporte y la Agencia Nacional de Infraestructura (ANI, 2021), introduce una dimensión adicional. Este nuevo trazado propone la revitalización de las rutas férreas entre Bogotá, Boyacá y Santander como parte de un modelo de conectividad intermodal y sostenible (Ministerio de Transporte de Colombia, 2018). Si bien el corredor férreo de Chiquinquirá no ha sido aún considerado como parte activa del trazado del Norte II, su valor estratégico como punto intermedio y su legado arquitectónico y urbano lo convierten en un candidato ideal para ser reinsertado en el mapa nacional ferroviario, no

solo como testimonio de un pasado glorioso, sino como soporte de una movilidad con futuro y un catalizador para la regeneración urbana (OECD, 2012; Oxford Brookes University, 2023).

Figura 7
Mapa Línea Férrea del Norte II



Nota. Se observa el trazado de la Línea Férrea del Norte II. Elaboración propia.

Clasificación de las estaciones férreas

Según Hernández en 2018, las estaciones de ferrocarril se pueden clasificar:

Estaciones principales

Las estaciones principales, ubicadas en los complejos ferroviarios más importantes del país, presentan un diseño arquitectónico caracterizado por modelos en forma de "U" o "L", con influencias neoclásicas europeas. Funcionalmente, se dividían en áreas para pasajeros y carga, con servicios como venta de tiquetes y salas de espera. Ejemplos destacados incluyen la Estación de la Sabana en Bogotá, la de Medellín en Antioquia y la de Manizales en Caldas.

Estaciones secundarias

Estas estaciones, ubicadas en ciudades intermedias, tenían trayectos más largos y requerían paradas intermedias para control y distribución. Su diseño era menos complejo, con edificaciones de uno o dos pisos, paralelas a la línea férrea y con áreas de bodegaje. Ejemplos incluyen estaciones en Chiquinquirá, Zipaquirá, Cajicá, Armenia, Palmira, Cartago y Cisneros, entre otras.

Estaciones de orden modernista: Algunas estaciones mostraban influencias modernistas y art déco temprano, con composiciones de fachadas y lenguaje arquitectónico distintivos. Ejemplos de esto incluyen estaciones en Ambalema, Fontibón, Pereira y Santa Rosa de Cabal, entre otras.

Estaciones de tercer orden

Estas estaciones, ubicadas en áreas rurales o poblados, eran de parada para carga o pasajeros y se complementaban con las principales y secundarias. Su diseño era más sencillo, adaptándose a la arquitectura vernácula de la región. Ejemplos incluyen estaciones en Neiva, Mariquita, Honda, Mosquera, el Corzo, Andalucía, Chinchiná y Santiago, entre otras. (Hernández, 2018)

CAPITULO II: La Estación de Tren de Chiquinquirá

Metodología

La presente investigación adoptará un enfoque mixto, combinando elementos cualitativos y cuantitativos para ofrecer una comprensión holística del caso de estudio. Se busca establecer relaciones y explicaciones causales, lo que la clasifica como un estudio de tipo explicativo. Este diseño permitirá no solo describir el estado actual de la infraestructura ferroviaria en estudio, sino también analizar las razones detrás de su condición, su valor, y proyectar su potencial de transformación.

Variables de Análisis

El estudio se estructurará en torno a la evaluación de tres variables fundamentales, cuyo abordaje integral permite comprender tanto las condiciones materiales del inmueble como su significado patrimonial y su potencial de revitalización en el contexto urbano contemporáneo:

1.1. Estado físico-patológico de la estación:

Esta variable contempla el diagnóstico detallado de las condiciones constructivas, estructurales y de acabados del edificio, mediante la identificación de deterioros visibles, lesiones materiales, agentes patológicos asociados y su clasificación según nivel de gravedad. Dicho análisis resulta insoslayable como base técnica para cualquier propuesta de intervención, dado que permite establecer la magnitud del daño, las causas subyacentes y los criterios de conservación requeridos.

1.2. Valor patrimonial del conjunto férreo:

Se enfoca en la valoración del bien desde sus dimensiones históricas, arquitectónicas, tecnológicas, sociales y culturales, atendiendo a los principios de **autenticidad** e **integridad**. Esta evaluación permite establecer su relevancia dentro de los contextos local,

regional y nacional, en coherencia con los postulados de la conservación patrimonial contemporánea y los marcos internacionales de referencia.

1.3. Uso actual y potencial del inmueble y su entorno:

Se analiza la funcionalidad vigente del edificio y las dinámicas espaciales que se desarrollan en su entorno inmediato, considerando tanto los usos actuales como las posibilidades de **reutilización adaptativa**. Este análisis permite identificar escenarios viables y sostenibles de transformación, orientados a la reactivación del tejido urbano y al fortalecimiento del rol de la estación como nodo estratégico y “motor para la ciudad”.

Figura 8

Variables en la evaluación de la Estación del Ferrocarril de Chiquinquirá



Nota. Elaboración Propia.

Elementos empleados para la recolección y análisis de información

La estrategia metodológica adoptada contempla un enfoque mixto, que articula herramientas de análisis cualitativo y cuantitativo, estructuradas en torno a técnicas rigurosas y aplicadas con

criterio científico. A continuación, se describen los principales procedimientos e instrumentos empleados para la recolección y el procesamiento de la información:

1.4. Análisis histórico-documental:

Comprende la revisión crítica y sistemática de fuentes primarias y secundarias —archivos históricos, bibliografía especializada, cartografía antigua, planos originales, fotografías de época y documentación oficial— con el propósito de reconstruir la evolución del conjunto férreo en términos técnicos, sociales y simbólicos.

Instrumentos: fichas de registro documental, línea de tiempo del inmueble y del sistema ferroviario, cartografía comparativa (superposición de mapas antiguos sobre planos actuales).

Aplicación: esta técnica resulta fundamental para sustentar el valor patrimonial del conjunto desde una perspectiva teórica que integra los postulados de John Ruskin, Eugène Viollet-le-Duc y la Teoría Contemporánea de la Restauración.

1.5. Revisión normativa y técnica en restauración y conservación patrimonial:

Implica el análisis detallado del marco jurídico nacional y local en materia de protección patrimonial, así como de las principales cartas internacionales (Venecia, ICOMOS) y manuales técnicos que orientan la práctica de la restauración arquitectónica.

Instrumentos: cuadros comparativos normativos, fichas de requisitos técnicos aplicables a la intervención de bienes patrimoniales.

Aplicación: permite establecer un marco de actuación legalmente sustentado y conceptualmente coherente con las exigencias de autenticidad, integridad y reversibilidad, en línea con los fundamentos de la teoría restaurativa contemporánea.

1.6. Levantamiento arquitectónico (planimetría, registros fotográficos, croquis):

Consiste en la recolección precisa de información dimensional, espacial y formal del inmueble y su contexto urbano inmediato.

Instrumentos: planos actualizados (plantas, alzados, secciones), registros fotográficos sistemáticos (general y de detalles), croquis in situ con anotaciones técnicas.

Aplicación: constituye la base gráfica para el diagnóstico físico-patológico, la lectura de los valores arquitectónicos y la elaboración de una propuesta de intervención coherente con los principios de reutilización adaptativa.

1.7. Observación directa en campo:

Comprende el reconocimiento sistemático del inmueble y su entorno mediante visitas técnicas, orientadas al registro de las condiciones materiales, los usos actuales y las dinámicas espaciales presentes.

Instrumentos: guías de observación estructuradas, diario de campo, registro fotográfico.

Aplicación: permite contrastar la información documental con la realidad física, identificar patologías no evidenciables en planos y comprender las relaciones espaciales y sociales del entorno, lo cual resulta determinante para la evaluación del uso actual y potencial del inmueble como infraestructura estratégica dentro de la ciudad.

1.8. Fichas de patología:

Se refiere a la identificación, descripción y clasificación sistemática de las lesiones y deterioros observados en el inmueble.

Instrumentos: fichas normalizadas que registran el tipo de lesión, ubicación, magnitud, nivel de gravedad, causa probable y posible tratamiento.

Aplicación: permite cuantificar y tipificar el estado físico-patológico del edificio, facilitando la definición de criterios de intervención basados en la severidad y extensión de los daños.

1.9. Desarrollo de proyecto:

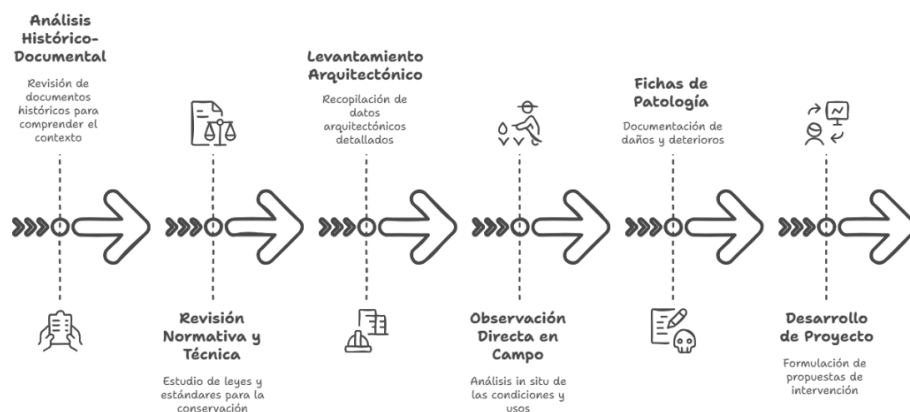
A partir del conjunto de diagnósticos previos, se formulará una propuesta arquitectónica y urbanística de intervención integral. Esta fase contempla el diseño de soluciones técnicas, funcionales y espaciales orientadas a la conservación del valor patrimonial y a la dinamización urbana del entorno.

Instrumentos: planos de proyecto (plantas, secciones, fachadas, detalles constructivos), renders o visualizaciones digitales, diagramas funcionales, presupuestos estimativos y fases de ejecución.

Aplicación: esta etapa constituye la síntesis operativa del estudio, en la que convergen los principios de reutilización adaptativa, las normativas patrimoniales vigentes y las estrategias de regeneración urbana, aspirando a que el inmueble recupere su función estructurante dentro del paisaje urbano y, en casos pertinentes, se articule con los criterios internacionales de los Railways as World Heritage.

Figura 9

Metodología para la Conservación del Patrimonio



Nota: Elaboración propia.

Estación De Chiquinquirá Antecedentes

Con base en la investigación realizada el Ferrocarril del Norte fue una de las infraestructuras más importantes para la consolidación territorial, económica y política de Colombia entre finales del siglo XIX y principios del XX. Concebido para conectar Bogotá con el río Magdalena y la Costa Atlántica, representó un esfuerzo estratégico del Estado republicano por integrar regiones clave del país. A diferencia de otras líneas férreas consolidadas antes de 1920, como el Ferrocarril de la Sabana o el del Pacífico, esta línea enfrentó obstáculos técnicos, financieros y políticos que retrasaron su ejecución.

A pesar de su desarrollo incompleto, el trazado del Ferrocarril del Norte logró articular Bogotá con municipios estratégicos de Cundinamarca, Boyacá y Santander. En este marco, la Estación de Chiquinquirá se destaca como un nodo clave por su ubicación, dimensión urbana y función religiosa, comercial y agrícola. A diferencia de otras estaciones que han desaparecido, está aún conserva su estructura, lo que le otorga un alto valor patrimonial y un enorme potencial para ser restaurada como hito de memoria colectiva y motor de revitalización territorial. Teniendo en cuenta lo anterior, la estación presenta 3 momentos clave:

Estado de abandono tras el cierre de Ferrocarriles nacionales hasta 1986.

(Basado en el Levantamiento Plan métrico y Patológico de 1986,)

Tras la desarticulación progresiva de Ferrocarriles Nacionales de Colombia, múltiples estaciones ferroviarias en el país parecen haber entrado en un proceso de desuso y deterioro, entre ellas la estación de Chiquinquirá. Si bien no se conservan registros escritos detallados sobre su estado exacto antes de la intervención de 1986, los planos de levantamiento y las fichas técnicas elaboradas en dicho año permiten inferir ciertas condiciones materiales que podrían haber caracterizado el inmueble durante ese periodo de abandono.

Evidencias Probables de Abandono según el Levantamiento Técnico de 1986

El levantamiento plan métrico y patológico desarrollado en 1986 —sugiere:

Deterioro físico superficial en elementos no estructurales:

La documentación gráfica y las fichas patológicas permiten suponer la existencia de filtraciones en la cubierta y humedad por capilaridad en muros, lo cual podría haberse manifestado en forma de manchas, desprendimientos de revoque o eflorescencias salinas. Estas patologías suelen ser indicativas de una prolongada exposición a agentes atmosféricos sin mantenimiento. Sin embargo, no se identifican evidencias claras de fallos estructurales, lo cual permite inferir la conservación general de la estabilidad del edificio.

Signos de abandono funcional:

La disposición de espacios vacíos, sin mobiliario, y la falta de equipamiento en zonas de taquillas o salas de espera sugieren que la estación pudo haber estado en desuso por varios años. La acumulación de objetos, polvo o escombros, evidenciada fotografías, apunta a un estado de desatención antes del levantamiento arquitectónico.

Ausencia de intervención reciente:

La planimetría levantada muestra un estado arquitectónico conservador, sin adiciones, demoliciones parciales ni modificaciones visibles que indiquen intervenciones contemporáneas al año del levantamiento. Esto refuerza la idea de un abandono sin transformación funcional previa, lo cual facilitó su posterior restauración integral.

Impacto en el entorno inmediato:

Aunque el levantamiento se concentra en la edificación, el contexto social y urbano de estaciones similares en Colombia permite inferir que el cese de su función habría afectado negativamente el

dinamismo económico y social del entorno inmediato. Por ello las siguientes imágenes, son fotografías de algunos de los planos y fichas patológicas revisados de ese momento.

Proyecto de Restauración de 1986

Con el declive del transporte ferroviario, esta y muchas otras estructuras ferroviarias en Colombia cayeron en desuso y sufrieron un notable deterioro. Ante esta situación, se hizo evidente la necesidad de un proyecto de restauración para preservar este patrimonio histórico y cultural.

El proyecto de restauración de la Estación de Chiquinquirá incluyó una fase crucial en 1986, la cual estuvo directamente motivada por la visita del Papa Juan Pablo II a la ciudad. Este acontecimiento de gran trascendencia a nivel nacional impulsó la realización de una restauración integral de la estación, con el objetivo principal de adecuar las instalaciones para la bienvenida del Sumo Pontífice y garantizar la comodidad y seguridad de su visita.

Este esfuerzo abarcó una serie de intervenciones significativas. En primer lugar, se llevó a cabo una adecuación general de las instalaciones para cumplir con los requerimientos logísticos y protocolares de un evento de tal magnitud. Se diseñó y construyó una nueva escalera norte que complementó la simetría interna del edificio, mejorando su estética y funcionalidad. Además, se eliminaron las oficinas existentes para optimizar y ampliar el espacio disponible, facilitando la circulación y el flujo de personas. Los baños fueron completamente rediseñados para cumplir con los estándares de higiene y accesibilidad requeridos. Finalmente, se realizó una restauración completa de la estación en su totalidad, abordando tanto aspectos estructurales como decorativos, recuperando su esplendor original y asegurando su conservación a largo plazo.

En resumen, este proyecto no se centró únicamente en la recuperación física del edificio, sino que también se ocupó de mejorar su funcionalidad y su estética, preparándolo para acoger un evento

de gran importancia y trascendencia como la visita papal. Por ello las siguientes imágenes, son fotografías de algunos de los planos del proyecto realizado.

Proyecto de Restauración de 1998

En 1998, el Gobierno Nacional y Departamental, en conjunto con el Ministerio de Cultura, tomaron la decisión de llevar a cabo un proyecto de restauración en la Estación del Ferrocarril de Chiquinquirá. Esta iniciativa surgió con el propósito fundamental de recuperar y revitalizar este importante inmueble, para posteriormente entregarlo en comodato al municipio. Se buscaba no solo preservar el valor histórico y arquitectónico de la estación, sino también adecuarla para su uso y disfrute por parte de la comunidad local.

El proyecto fue liderado por un equipo de profesionales especializados, conformado por el Arquitecto Rafael Rincón, el Arquitecto Roberto López y el Ingeniero Samuel Ramírez. Su labor se centró en abordar las necesidades más urgentes del edificio, que incluían la reestructuración integral de los baños y la solución de diversas patologías que afectaban su estructura y funcionalidad. La intervención en los baños se realizó con el objetivo de modernizar estas instalaciones, mejorar su accesibilidad y adaptarlas a las normativas sanitarias vigentes. Por otro lado, la solución de patologías implicó un análisis exhaustivo de los problemas que presentaba el inmueble, como humedades, filtraciones, grietas y deterioro de materiales, para luego implementar las técnicas y procedimientos adecuados para su reparación y prevención.

Estación de Chiquinquirá Estado Actual

Tras un análisis detallado de los antecedentes y las intervenciones pasadas que ha experimentado la estructura, se procede a un nuevo levantamiento y análisis patológico para comprender a fondo su condición actual.

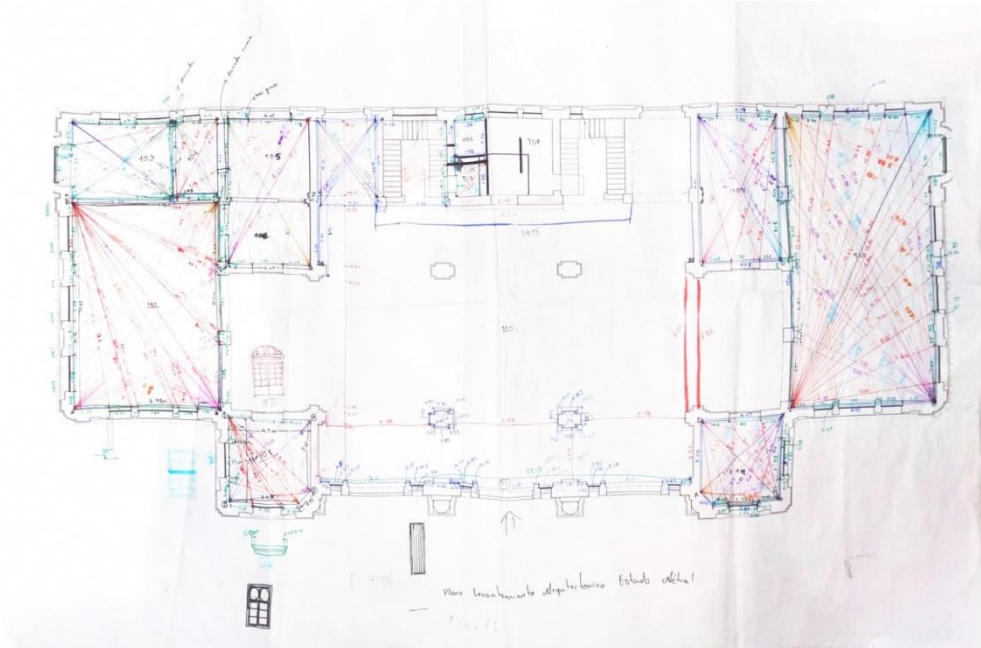
Este estudio se llevará a cabo mediante una visita presencial a la estación, donde se realizarán las siguientes actividades:

1. Toma de medidas y diagonales: Se llevará a cabo un levantamiento arquitectónico preciso para documentar las dimensiones y la geometría del edificio, lo cual es fundamental para evaluar su integridad estructural y planificar cualquier intervención futura.
2. Levantamiento fotográfico: Se realizará un registro fotográfico completo de la estación, tanto del interior como del exterior, para documentar el estado actual de la estructura, los materiales, los acabados y los detalles arquitectónicos. Este registro servirá como base para el análisis patológico y para futuras intervenciones.
3. Análisis de patologías: Se realizará una inspección detallada de la estructura para identificar y caracterizar las patologías presentes, como fisuras, humedades, desprendimientos, deterioro de materiales, entre otros. Este análisis permitirá determinar las causas de los daños y su alcance.
4. Creación de nuevas fichas patológicas: Se desarrollará un sistema de fichas patológicas para documentar de manera sistemática y organizada cada una de las patologías identificadas. Estas fichas incluirán información detallada sobre la ubicación, tipo, gravedad, posible causa y evolución de cada patología, lo cual facilitará su seguimiento y tratamiento.

Toma de Medidas y Levantamiento arquitectónico

Figura 10

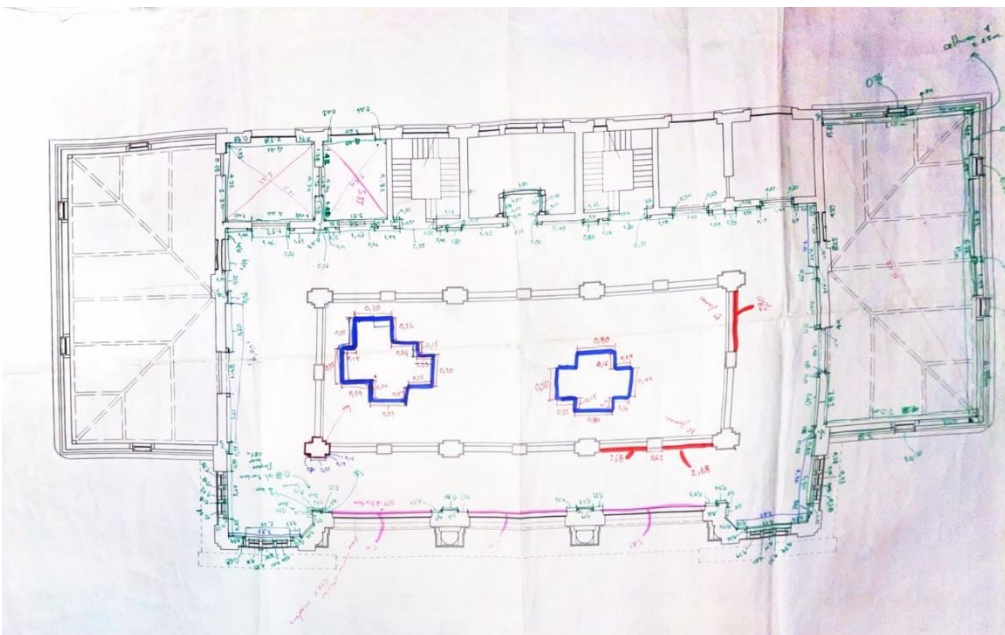
Plano de toma de medidas levantamiento Primer Nivel.



Nota: Plano realizado en salida de campo. Elaboración Propia.

Figura 11

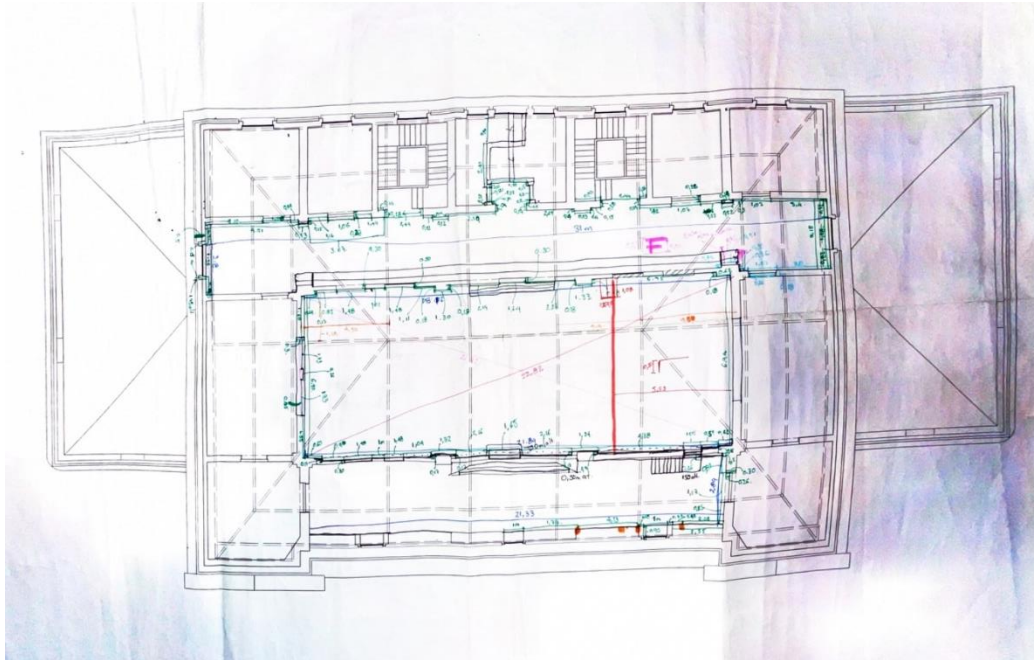
Plano de toma de medidas levantamiento Segundo Nivel.



Nota: Plano realizado en salida de campo. Elaboración Propia.

Figura 12

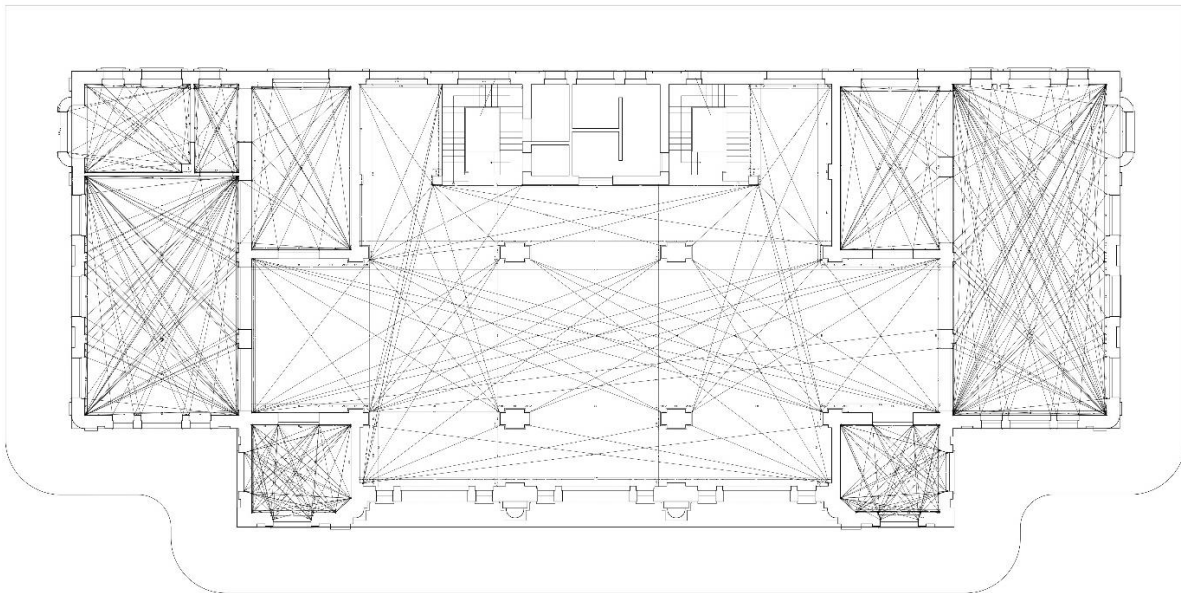
Plano de toma de medidas levantamiento Tercer Nivel.



Nota: Plano realizado en salida de campo. Elaboración Propia.

Figura 13

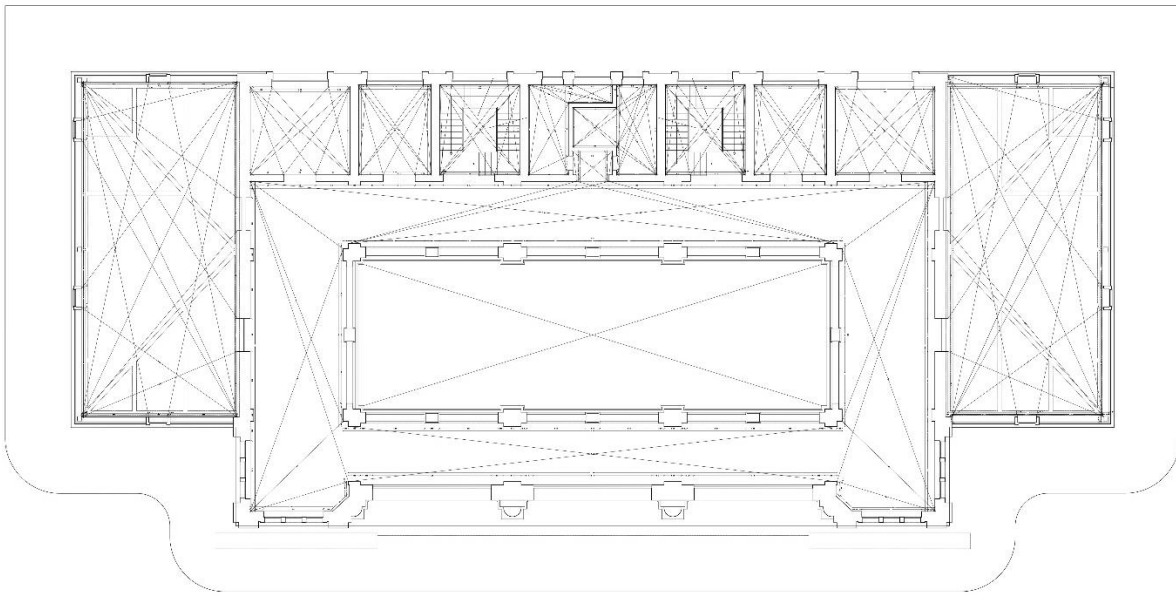
Plano de Levantamiento, Toma de medidas y diagonales Primer Nivel



Nota: Plano Levantamiento Primer Nivel, plano en limpio. Elaboración Propia.

Figura 14

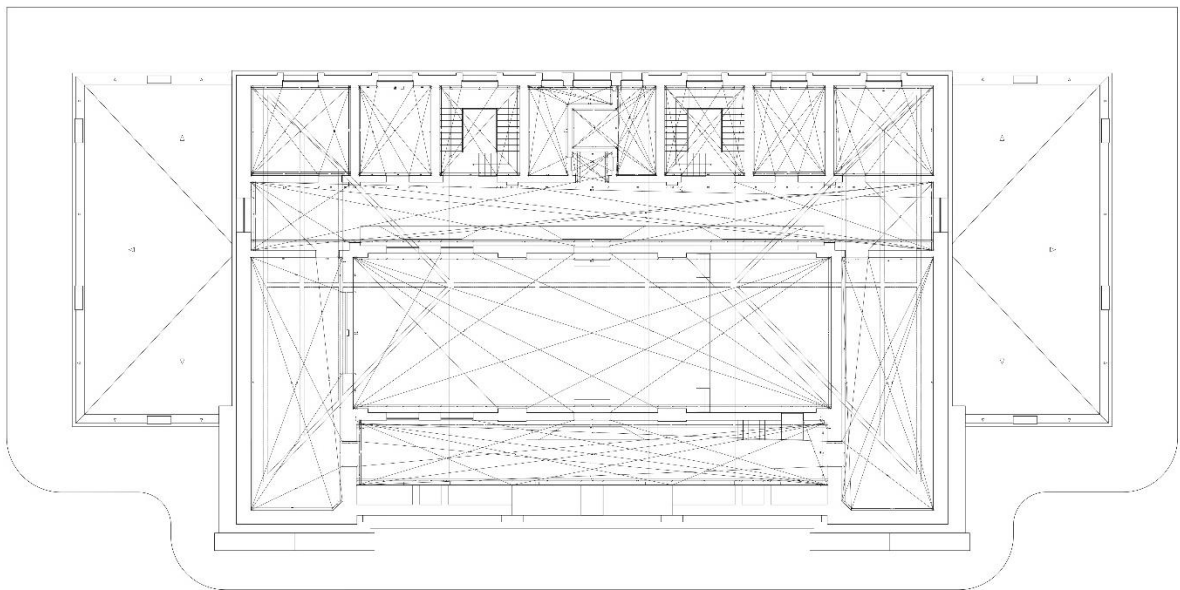
Plano de Levantamiento, Toma de medidas y diagonales Segundo Nivel



Nota: Plano Levantamiento Primer Nivel, plano en limpio. Elaboración Propia.

Figura 15

Plano de Levantamiento, Toma de medidas y diagonales Tercer Nivel



Nota: Plano Levantamiento Primer Nivel, plano en limpio. Elaboración Propia.

Levantamiento fotográfico

Figura 16

Perspectiva de la estación.



Nota: Perspectiva de la estación, Elaboración Propia, Revisar Anexo Cartilla de Levantamiento Fotográfico.

Figura 17

Fotografía Interior. Espacio 103 - A



Nota: Interior espacio 103 - A, Elaboración Propia, Revisar Anexo Cartilla de Levantamiento Fotográfico.

Figura 18

Fotografía Interior. Espacio 103 - B



Nota: Interior espacio 103 - B, Elaboración Propia, Revisar Anexo Cartilla de Levantamiento Fotográfico.

Figura 19

Fotografía Interior. Espacio 103 - C



Nota: Interior espacio 103 - C, Elaboración Propia, Revisar Anexo Cartilla de Levantamiento Fotográfico.

Figura 20

Fotografía Interior. Espacio 104 - A



Nota: Interior espacio 104 - A, Elaboración Propia, Revisar Anexo Cartilla de Levantamiento Fotográfico.

Figura 21

Fotografía Interior. Espacio 104 - B



Nota: Interior espacio 104 - B, Elaboración Propia, Revisar Anexo Cartilla de Levantamiento Fotográfico.

Figura 22

Fotografía Interior. Espacio 104 - C



Nota: Interior espacio 104 - C, Elaboración Propia, Revisar Anexo Cartilla de Levantamiento Fotográfico.

Figura 23

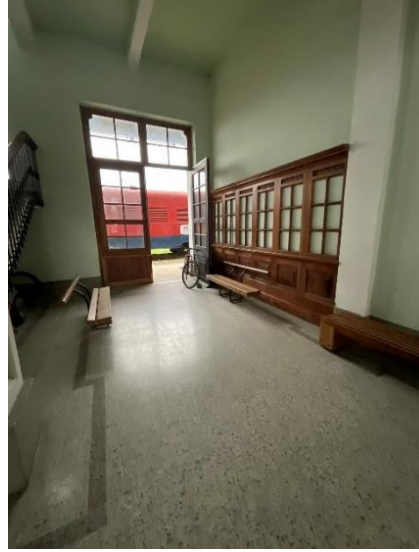
Fotografía Interior. Espacio 104 - D



Nota: Interior espacio 104 - D, Elaboración Propia, Revisar Anexo Cartilla de Levantamiento Fotográfico.

Figura 24

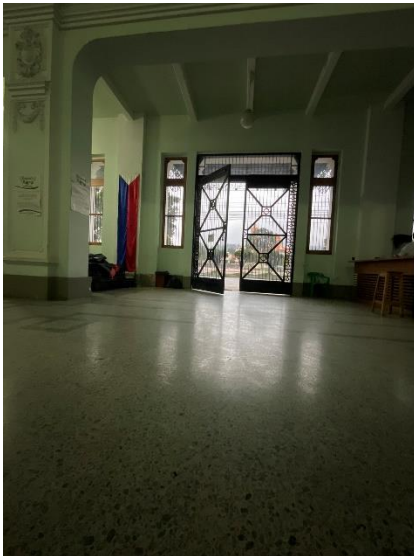
Fotografía Interior. Espacio 111



Nota: Interior espacio 111, Elaboración Propia, Revisar Anexo Cartilla de Levantamiento Fotográfico.

Figura 25

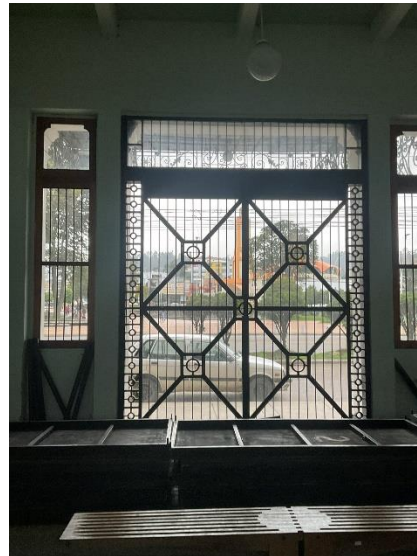
Fotografía Interior. Espacio 102 - A



Nota: Interior espacio 102 - A, Elaboración Propia, Revisar Anexo Cartilla de Levantamiento Fotográfico.

Figura 26

Fotografía Interior. Espacio 101 - A



Nota: Interior espacio 101 - A, Elaboración Propia, Revisar Anexo Cartilla de Levantamiento Fotográfico.

Figura 27

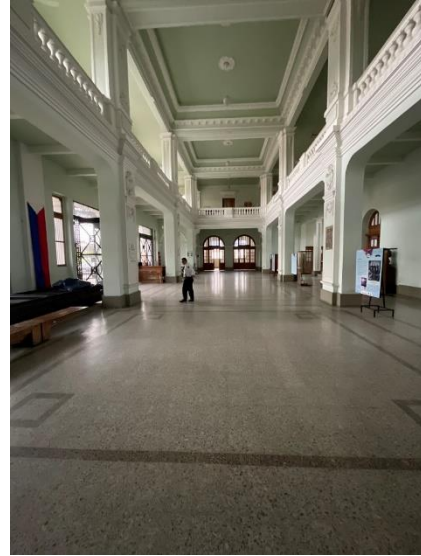
Fotografía Interior. Espacio 102 - B



Nota: Interior espacio 102 - B, Elaboración Propia, Revisar Anexo Cartilla de Levantamiento Fotográfico.

Figura 28

Fotografía Interior. Espacio 102 - C



Nota: Interior espacio 102 - C, Elaboración Propia, Revisar Anexo Cartilla de Levantamiento Fotográfico.

Figura 29

Fotografía Interior. Espacio 101 - B



Nota: Interior espacio 101 - B, Elaboración Propia, Revisar Anexo Cartilla de Levantamiento Fotográfico.

Figura 30

Fotografía Interior. Espacio 102 - D



Nota: Interior espacio 102 - D, Elaboración Propia, Revisar Anexo Cartilla de Levantamiento Fotográfico.

Figura 31

Fotografía Interior. Espacio 108



Nota: Interior espacio 108, Elaboración Propia, Revisar Anexo Cartilla de Levantamiento Fotográfico.

Figura 32

Fotografía Interior. Espacio 112



Nota: Interior espacio 112, Elaboración Propia, Revisar Anexo Cartilla de Levantamiento Fotográfico.

Figura 33

Fotografía Interior. Espacio 115 - A



Nota: Interior espacio 115 - A, Elaboración Propia, Revisar Anexo Cartilla de Levantamiento Fotográfico.

Figura 34

Fotografía Interior. Espacio 115 - B



Nota: Interior espacio 115 - B, Elaboración Propia, Revisar Anexo Cartilla de Levantamiento Fotográfico.

Figura 35

Fotografía Interior. Espacio 115 - C



Nota: Interior espacio 115 - C, Elaboración Propia, Revisar Anexo Cartilla de Levantamiento Fotográfico.

Figura 37

Fotografía Interior. Espacio 115 - E



Nota: Interior espacio 115 - E, Elaboración Propia, Revisar Anexo Cartilla de Levantamiento Fotográfico.

Figura 36

Fotografía Interior. Espacio 115 - D



Nota: Interior espacio 115 - D, Elaboración Propia, Revisar Anexo Cartilla de Levantamiento Fotográfico.

Figura 38

Fotografía Interior. Espacio 201 - A



Nota: Interior espacio 201 - A, Elaboración Propia, Revisar Anexo Cartilla de Levantamiento Fotográfico.

Figura 39

Fotografía Interior. Espacio 201 - B



Nota: Interior espacio 201 - B, Elaboración Propia, Revisar Anexo Cartilla de Levantamiento Fotográfico.

Figura 40

Fotografía Interior. Espacio 201 - C



Nota: Interior espacio 201 - C, Elaboración Propia, Revisar Anexo Cartilla de Levantamiento Fotográfico.

Figura 41

Fotografía Interior. Espacio 201 - D



Nota: Interior espacio 201 - D, Elaboración Propia, Revisar Anexo Cartilla de Levantamiento Fotográfico.

Figura 42

Fotografía Interior. Espacio 201 - E



Nota: Interior espacio 201 - E, Elaboración Propia, Revisar Anexo Cartilla de Levantamiento Fotográfico.

Figura 43

Fotografía Interior. Espacio 201 - F



*Nota: Interior espacio 201 - F,
Elaboración Propia, Revisar Anexo Cartilla de
Levantamiento Fotográfico.*

Figura 44

Fotografía Interior. Espacio 201 - G



*Nota: Interior espacio 201 - G,
Elaboración Propia, Revisar Anexo Cartilla de
Levantamiento Fotográfico.*

Figura 45

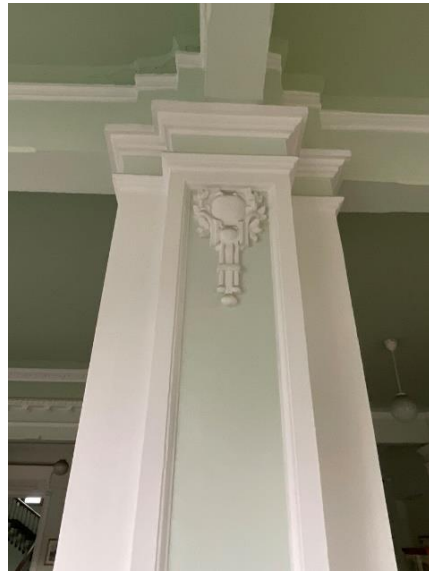
Fotografía Interior. Espacio 205



*Nota: Interior espacio 205,
Elaboración Propia, Revisar Anexo Cartilla de
Levantamiento Fotográfico.*

Figura 46

Fotografía Interior. Espacio 201 - H



*Nota: Interior espacio 201- H,
Elaboración Propia, Revisar Anexo Cartilla de
Levantamiento Fotográfico.*

Figura 109

Fotografía Interior. Espacio 201 - I



Nota: Interior espacio 201 - I, Elaboración Propia, Revisar Anexo Cartilla de Levantamiento Fotográfico.

Figura 110

Fotografía Interior. Espacio 201 - J



Nota: Interior espacio 201 - J, Elaboración Propia, Revisar Anexo Cartilla de Levantamiento Fotográfico.

Figura 47

Fotografía Interior. Espacio 201 - K



Nota: Interior espacio 201 - K, Elaboración Propia, Revisar Anexo Cartilla de Levantamiento Fotográfico.

Figura 48

Fotografía Interior. Espacio 201 - L



Nota: Interior espacio 201 - L, Elaboración Propia, Revisar Anexo Cartilla de Levantamiento Fotográfico.

Figura 49

Fotografía Interior. Espacio 201 - M



*Nota: Interior espacio 104 - A,
Elaboración Propia, Revisar Anexo Cartilla de
Levantamiento Fotográfico.*

Figura 50

Fotografía Interior. Espacio 201 - N



*Nota: Interior espacio 104 - A,
Elaboración Propia, Revisar Anexo Cartilla de
Levantamiento Fotográfico.*

Figura 51

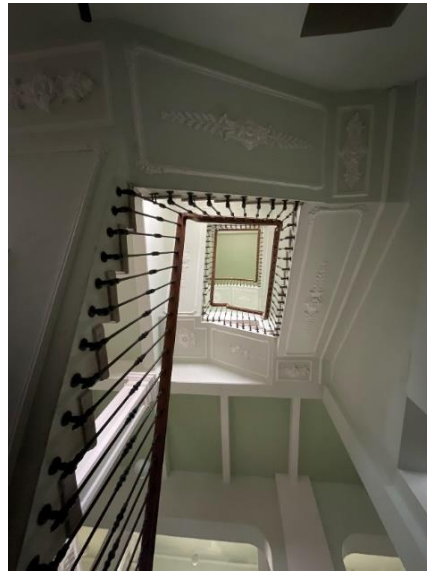
Fotografía Interior. Espacio 201 - M



*Nota: Interior espacio 201 - M,
Elaboración Propia, Revisar Anexo Cartilla de
Levantamiento Fotográfico.*

Figura 52

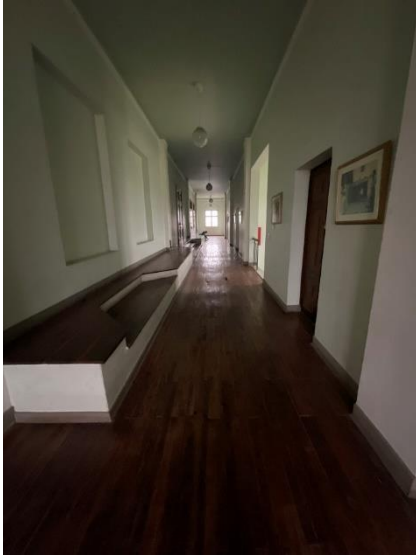
Fotografía Interior. Espacio 208



*Nota: Interior espacio 208, Elaboración
Propia, Revisar Anexo Cartilla de Levantamiento
Fotográfico.*

Figura 53

Fotografía Interior. Espacio 303 - A



Nota: Interior espacio 303 - A, Elaboración Propia, Revisar Anexo Cartilla de Levantamiento Fotográfico.

Figura 54

Fotografía Interior. Espacio 303 - B



Nota: Interior espacio 303 - B, Elaboración Propia, Revisar Anexo Cartilla de Levantamiento Fotográfico.

Figura 55

Fotografía Interior. Espacio 306 - A



Nota: Interior espacio 306 - A, Elaboración Propia, Revisar Anexo Cartilla de Levantamiento Fotográfico.

Figura 56

Fotografía Interior. Espacio 306 - B



Nota: Interior espacio 306 - B, Elaboración Propia, Revisar Anexo Cartilla de Levantamiento Fotográfico.

Figura 57

Fotografía Interior. Espacio 202



Nota: Interior espacio 202, Elaboración Propia, Revisar Anexo Cartilla de Levantamiento Fotográfico.

Figura 58

Fotografía Interior. Espacio 315



Nota: Interior espacio 315, Elaboración Propia, Revisar Anexo Cartilla de Levantamiento Fotográfico.

Figura 59

Fotografía Exterior 1



Nota: Interior Exterior 1 - A, Elaboración Propia, Revisar Anexo Cartilla de Levantamiento Fotográfico.

Figura 60

Fotografía Exterior 2



Nota: Interior Exterior 2, Elaboración Propia, Revisar Anexo Cartilla de Levantamiento Fotográfico.

Figura 61

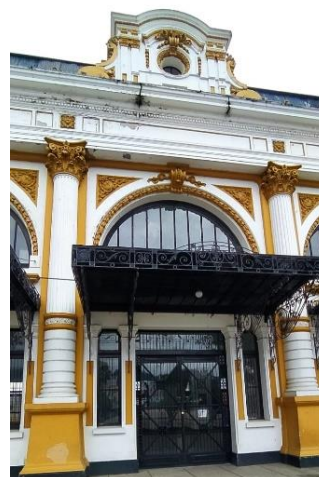
Fotografía Exterior 3



Nota: Interior Exterior 3, Elaboración Propia, Revisar Anexo Cartilla de Levantamiento Fotográfico.

Figura 62

Fotografía Exterior



Nota: Interior Exterior 4, Elaboración Propia, Revisar Anexo Cartilla de Levantamiento Fotográfico.

Fichas Patológicas

Revisar Anexo Cartilla de Fichas Patológicas.

Análisis de Patologías

• **Abrasión** Es el **desgaste superficial** por la remoción progresiva de material debido a la fricción o frotamiento con otro cuerpo o partículas.

Causas: Tráfico y uso repetitivo, presencia de partículas duras (arena, gravilla), fricción mecánica entre elementos y limpieza agresiva.

Tratamiento: Mejorar la resistencia superficial con recubrimientos de alta dureza (Stachowiak & Batchelor, 2005), controlar el entorno reduciendo abrasivos y, en casos severos, restaurar o reemplazar el material.

• Ampollamientos Son **protuberancias o burbujas** en recubrimientos (pinturas, morteros) causadas por la acumulación de presión interna de gases o vapor, indicando un fallo de adherencia.

Causas: Humedad residual en el sustrato, aplicación sobre superficies calientes, incompatibilidad de materiales, contaminación de la superficie y reacciones químicas.

Tratamiento: Diagnosticar y eliminar la fuente de humedad, abrir y limpiar las ampollas, y reaplicar con materiales y condiciones adecuadas.

• Ataque **Químico** Es el **deterioro de un material por interacción con sustancias químicas agresivas**, alterando su composición y propiedades (Cardona, 2010).

Causas: Exposición a agentes ácidos o alcalinos, sales solubles, gases atmosféricos (SO₂, CO₂) y contaminación biológica.

Tratamiento: Identificar y eliminar la fuente, limpiar y neutralizar la superficie, aplicar barreras protectoras y reparar o reemplazar el material afectado.

- Colonización **Biológica** Es el **crecimiento de organismos vivos** (algas, hongos, líquenes, musgos, plantas) sobre o dentro de los materiales de construcción (Gaylarde & Gaylarde, 2005).

Causas: Humedad persistente, temperaturas adecuadas, disponibilidad de nutrientes, exposición a la luz (para fotosintéticos) y superficies porosas o rugosas.

Tratamiento: Limpieza superficial (mecánica o química), aplicación de biocidas/fungicidas, control de la humedad, modificación de condiciones ambientales y aplicación de recubrimientos protectores.

- Deformación Es el **cambio en la forma o dimensiones** de un elemento constructivo debido a una fuerza o tensión (Callister & Rethwisch, 2010). Puede ser elástica o plástica.

Causas: Cargas excesivas, variaciones térmicas, fluencia (deformación gradual), retracción y expansión por humedad, asentamientos diferenciales y defectos de diseño o construcción.

Tratamiento: Reducir o redistribuir cargas, reforzar estructuralmente (Beer et al., 2009), recalzar cimentaciones, corregir la deformación y monitorear el comportamiento.

- Desajuste Es la **falta de correspondencia o encaje adecuado** entre dos o más componentes de una construcción, afectando su geometría o funcionalidad (Schriever, 1998).

Causas: Errores en el diseño, deficiencias en la fabricación, errores en el montaje o instalación y deformaciones estructurales.

Tratamiento: Corregir errores de diseño, ajustar o reparar componentes, realinear o reubicar y reforzar o estabilizar la estructura.

- Desalineación Es la **pérdida de la disposición o posición relativa correcta** de los componentes de una estructura respecto al diseño previsto (Brandt, 2008).

Causas: Asentamientos diferenciales de la cimentación, errores en el replanteo o ejecución, deformaciones por fluencia o cargas sostenidas y movimientos sísmicos o vibraciones.

Tratamiento: Realinear los elementos afectados, reforzar estructuralmente para corregir asentamientos o deformaciones e instalar elementos de conexión o sujeción.

- Desgaste Es el **deterioro superficial por pérdida gradual de material** debido a la acción mecánica de otro material, superficie o fluido (Stachowiak & Batchelor, 2005).

Causas: Fricción entre superficies en movimiento, impacto repetido de partículas sólidas, erosión por fluidos y corrosión.

Tratamiento: Seleccionar materiales con alta resistencia al desgaste, aplicar recubrimientos o tratamientos superficiales, lubricación adecuada y mantenimiento preventivo.

- Desprendimiento y **Pérdida de Adherencia del Revestimiento** Consiste en la **separación del revestimiento** de la superficie del elemento constructivo cuando la fuerza de adherencia es insuficiente (Capelán, 2008).

Causas: Preparación inadecuada de la superficie, aplicación incorrecta del mortero/revestimiento, movimientos diferenciales, humedad e incompatibilidad de materiales.

Tratamiento: Retirar las zonas sueltas, preparar exhaustivamente la superficie de soporte y aplicar un nuevo revestimiento compatible con aditivos si es necesario.

- Desprendimientos **de Borde** Son **separaciones específicas en la zona perimetral** de un material laminar, donde el borde se despega (Martínez, 2014).

Causas: Movimientos diferenciales (dilatación/contracción), humedad excesiva, impactos o cargas concentradas en los bordes, aplicación inadecuada del adhesivo y falta de juntas de dilatación/movimiento.

Tratamiento: Retirar las partes desprendidas, limpiar y preparar las superficies, reaplicar el material con adhesivo de alta resistencia y proteger los bordes con perfiles o selladores.

• **Deterioro de la Pintura** Es la **alteración o degradación de las propiedades estéticas o funcionales** de un recubrimiento pictórico (RILEM, 1992).

Causas: Exposición a radiación ultravioleta (UV), humedad y agua, variaciones térmicas, ataque químico, preparación inadecuada del sustrato y aplicación deficiente.

Tratamiento: Diagnosticar la causa, remover la pintura deteriorada, preparar el sustrato, seleccionar y aplicar la pintura adecuada correctamente y realizar mantenimiento preventivo.

• **Eflorescencias** Son **depósitos cristalinos de sales solubles** que se forman en la superficie de materiales porosos cuando el agua que los contiene se evapora (Macías, 2010).

Causas: Presencia de sales solubles (en el material, agua, suelo, ambiente), humedad como vehículo, evaporación del agua y porosidad del material.

Tratamiento: Identificar y eliminar la fuente de humedad (Kissell, 2002; Ham, 2006), limpiar los depósitos salinos, aplicar tratamientos preventivos (hidrofugantes) y, en casos severos, reemplazar materiales afectados.

• **Erosión** Es el **desgaste y remoción de material** por la acción dinámica de **agentes fluidos** (agua, viento) que transportan partículas o ejercen presión (González, 2005).

Causas: Erosión hídrica (impacto de lluvia, escorrentía, cavitación) y erosión eólica (abrasión por viento, deflación, erosión por hielo).

Tratamiento: Controlar el agente erosivo (drenaje eficiente, barreras contra el viento), mejorar la resistencia superficial con recubrimientos, restaurar la superficie erosionada y, en taludes, usar vegetación.

- Fisura **Vertical** Es una **discontinuidad lineal** que se extiende perpendicularmente a la base de un elemento estructural como un muro o columna, indicando problemas de estabilidad o distribución de esfuerzos (Crocì, 1998).

Causas: Asentamiento diferencial de la cimentación, expansión o contracción del suelo, falta de juntas de dilatación/control, sobrecargas localizadas, defectos constructivos, e impactos o vibraciones.

Tratamiento: Estudio geotécnico y estructural, recalce de cimentación, inyección de resinas, refuerzo estructural, e instalación de juntas.

- Fisuración **Superficial** Se caracteriza por una red de **finas discontinuidades** en la capa externa de un material (morteros, pinturas), sin afectar la integridad estructural profunda (RILEM, 1992).

Causas: Retracción por secado, variaciones higrótérmicas, curado deficiente, espesores excesivos de capa, alta relación agua/cemento y movimientos leves del sustrato.

Tratamiento: Limpieza, sellado con productos elásticos, aplicación de recubrimientos flexibles, refuerzo superficial y control de las condiciones ambientales.

- Fisuras **Activas e Irregulares** Las **fisuras activas** son aquellas que evolucionan o se mueven con el tiempo, comprometiendo la estabilidad (CIRIA, 2005). Las **irregulares** no siguen una dirección definida.

Causas: Asentamientos diferenciales progresivos, variaciones térmicas o higrométricas cíclicas, vibraciones o movimientos sísmicos y corrosión de armaduras.

Tratamiento: Monitorización, identificación de la causa de la actividad, estabilización de la estructura y reparación específica de las fisuras.

- Fracturas Una **fractura** es la separación completa de un sólido en dos o más partes debido a una fuerza o tensión que excede la resistencia del material (Kahn, 2004).

Causas: Tracción, compresión, flexión, cizalladura, fatiga, impacto, torsión o defectos intrínsecos en el material.

Tratamiento: Evaluación del daño, reconstrucción, sustitución del elemento si el daño es severo, reforzamiento estructural y control de la causa original.

- Grietas Son **aberturas o discontinuidades lineales** que afectan la capacidad de carga, la estanqueidad y la durabilidad de un elemento. Su análisis es clave para entender problemas ocultos (Serrano Alcudia, citado en el texto).

Causas: Asentamientos, cargas excesivas, retracción y expansión, corrosión, impactos y vibraciones y defectos constructivos.

Tratamiento: Diagnóstico exhaustivo, estabilización estructural, reparación (inyección de resinas, sellado, cosido, reconstrucción) y monitoreo.

- Grietas **Horizontales y Oblicuas** Las **grietas** son aberturas lineales profundas causadas por tensiones que superan la resistencia del material (Arteaga, 2012).

Causas de grietas horizontales: Asentamientos diferenciales uniformes, retracción por secado, corrosión de armaduras, flexión o expansión térmica diferencial.

Causas de grietas oblicuas: Esfuerzos cortantes, asentamientos diferenciales no uniformes, torsión o empujes laterales.

Tratamiento: Diagnóstico estructural (Arango-Londoño, citado en el texto), sellado y relleno para grietas inactivas, y refuerzo estructural si son activas o indican un fallo.

- Levantamientos **Puntuales** Son **elevaciones localizadas** de una porción de un material que se separa de la superficie circundante (Hepworth & Viljoen, 2003).

Causas: Expansión localizada del material, corrosión de refuerzos internos, infiltración de sustancias expansivas, impactos o cargas concentradas, defectos en la aplicación de adhesivos y actividad biológica.

Tratamiento: Identificar y eliminar la causa, remover la porción levantada, preparar la superficie y reaplicar el material, con reforzamiento localizado si es necesario.

- Mancha **Circular Oscura** Es una **alteración cromática localizada** en forma redonda y más oscura que el área circundante (Villegas, 2014), sugiriendo un origen puntual.

Causas: Oxidación de elementos metálicos, crecimiento de microorganismos, derrames de líquidos (aceites, grasas) o contacto con materiales degradados.

Tratamiento: Identificar el agente causante, realizar una limpieza específica, eliminar la fuente del problema y aplicar protección superficial.

- **Manchas de Humedad** Son áreas de **coloración oscura o diferente** en la superficie, indicando la presencia o exceso de agua (ASHRAE, 2009).

Causas: Filtraciones de agua, humedad ascendente por capilaridad, condensación de vapor de agua, fugas en instalaciones y esorrentía superficial.

Tratamiento: Identificar y eliminar la fuente de humedad (Parrett, citado en el texto), secar el material afectado, limpiar y desinfectar, y aplicar tratamientos protectores transpirables.

- **Microfisuración Generalizada** Es una **red de fisuras muy finas y ramificadas** distribuidas uniformemente sobre una superficie, de escasa profundidad (RILEM, 1992).

Causas: Retracción plástica o por secado, variaciones térmicas, contracción por carbonatación, curado deficiente y exceso de agua de amasado.

Tratamiento: Limpiar la superficie, aplicar selladores superficiales de baja viscosidad, usar recubrimientos protectores elásticos y asegurar un curado adecuado en nuevas aplicaciones.

- **Oscurecimiento** Es la **alteración del color de una superficie** hacia tonos más oscuros o una pérdida de luminosidad (Johnson, 2017).

Causas: Acumulación de suciedad y contaminantes, crecimiento de microorganismos, reacciones químicas (oxidación, carbonatación), exposición a la humedad, degradación del material y efecto de sombra/suciedad diferencial.

Tratamiento: Limpieza de la superficie, aplicación de tratamientos protectores (hidrofugantes, selladores), control de la humedad, mejora de la ventilación e iluminación y, si es necesario, repintado.

- **Pandeo** Es un fenómeno de **inestabilidad elástica** en elementos esbeltos bajo compresión axial, resultando en una flexión lateral repentina (Beer et al., 2009).

Causas: Carga de compresión crítica, esbeltez excesiva, imperfecciones geométricas, falta de arriostramiento, materiales con bajo módulo de elasticidad y daños/defectos.

Tratamiento: Reducir la carga, aumentar la sección transversal, reducir la longitud efectiva mediante arriostramientos, corregir imperfecciones o sustituir el elemento.

- Perforación Es la **creación de un orificio** que atraviesa completamente un material o elemento, comprometiendo su continuidad (Andrews, 2021).

Causas: Instalaciones, fijaciones, impactos, corrosión localizada, actividad biológica y defectos de fabricación.

Tratamiento: Sellado del orificio, reforzamiento de la zona, protección de los bordes y control de la causa.

- Pérdida de **Cohesión** Es la **disminución o desaparición de las fuerzas internas** que mantienen unidas las partículas de un material, provocando su desintegración (Ollgaard et al., 1988).

Causas: Ataque químico, humedad excesiva, ciclos de congelación y deshielo, vibraciones o impactos repetidos, defectos intrínsecos del material y envejecimiento.

Tratamiento: Consolidación del material con resinas, eliminación de la causa, reparación o sustitución y protección superficial.

- **Pérdida de Integridad** Es la **disminución de la capacidad** de un material, elemento o estructura para mantener su estado original, propiedades mecánicas, función o seguridad (ASTM, 2000).

Causas: Envejecimiento y degradación natural, acciones ambientales extremas, cargas excesivas o accidentales, defectos de diseño o construcción y mantenimiento deficiente.

Tratamiento: Evaluación integral, reparación y rehabilitación, reforzamiento estructural, control de la causa y monitoreo.

• **Separación** Es la **discontinuidad o falta de unión** entre dos o más componentes de un material o sistema constructivo que deberían estar en contacto o unidos.

Causas: Movimientos diferenciales, falla de adherencia, cargas excesivas, asentamientos o deformaciones estructurales, vibraciones o impactos y defectos constructivos.

Tratamiento: Diagnóstico de la causa, limpieza y preparación, reconexión de los componentes, reforzamiento de la unión e instalación de juntas de movimiento.

• **Suciedad** Es la **acumulación de partículas extrañas** (polvo, hollín, tierra, residuos orgánicos) sobre la superficie de los materiales (Watt, 2008).

Causas: Contaminación atmosférica, actividad biológica (excrementos, polen), actividad humana y condiciones ambientales que favorecen su adhesión.

Tratamiento: Limpieza superficial adecuada al tipo de material y suciedad, protección superficial para reducir la adhesión, control de la fuente y mantenimiento preventivo.

• **Superficie Irregular** Es una superficie que presenta **desviaciones significativas** respecto a un plano o nivel ideal (ISO, 1997).

Causas: Defectos de ejecución, deformaciones del soporte, daños localizados, errores en la dosificación o curado de materiales, reparaciones inadecuadas y fallo de materiales.

Tratamiento: Regularizar el soporte (morteros de regularización, pastas autonivelantes), reparar defectos, aplicar acabados de mayor espesor y, crucialmente, abordar cualquier causa estructural subyacente.

CAPITULO III: Proyecto

Planteamiento del proyecto

El proyecto se concibe como una estrategia integral de intervención urbana centrada en el conjunto férreo de Chiquinquirá, conformado por la Estación del Ferrocarril, el corredor ferroviario y los predios del antiguo taller. Esta área, de alto valor histórico y estratégico, se plantea como un nodo articulador de nuevas centralidades urbanas. La propuesta se estructura en dos ejes: la restauración rigurosa de la Estación de Pasajeros, bajo criterios de autenticidad, integridad y sostenibilidad; y el diseño de nuevas edificaciones contemporáneas que complementan sus funciones mediante espacios culturales, comerciales y zonas adaptables a futuras dinámicas de transporte. Más allá de la conservación patrimonial, esta intervención busca reintegrar el conjunto a la ciudad, promoviendo un desarrollo urbano sostenible que articule memoria e innovación, activando el espacio público y fortaleciendo la identidad colectiva de Chiquinquirá.

Figura 63

Lote Intervención.



Nota: Elaboración Propia.

Análisis Bioclimático.

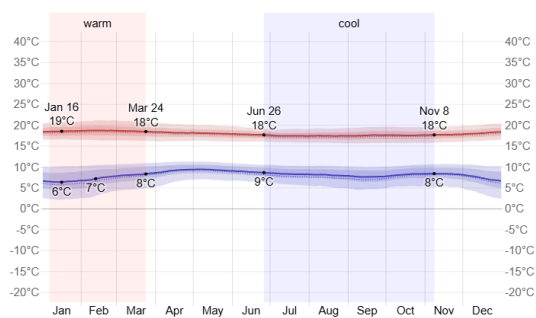
Chiquinquirá posee un **clima fresco a templado y mayormente nublado**, con precipitaciones a lo largo del año y vientos suaves. La baja oscilación térmica anual sugiere que los extremos de frío o calor son poco comunes, y la percibida baja humedad simplifica el diseño de confort térmico.

Parámetros Climáticos Clave e Implicaciones Arquitectónicas

Temperatura: Con un rango habitual de 6.1°C a 18.9°C, las noches y madrugadas son frescas. Esto implica que el diseño debe enfocarse en la **ganancia solar pasiva y la conservación del calor**, con ventilación moderada para periodos más templados.

Figura 64

Temperatura de Chiquinquirá



Nota: Tomado de www.Meteoblue.com

Humedad: La percepción de un 0% de bochorno indica baja incomodidad por humedad. Sin embargo, dada la alta pluviosidad, es crucial implementar **medidas para controlar la humedad interior** y prevenir condensaciones e infiltraciones.

Figura 65

Humedad de Chiquinquirá

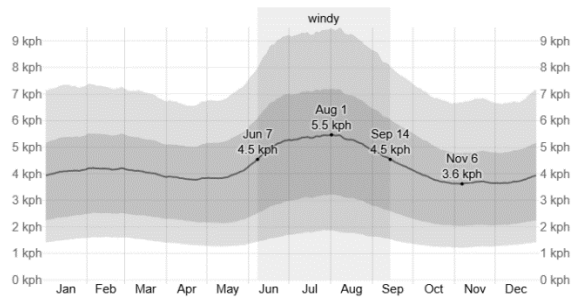


Nota: Tomado de www.Meteoblue.com

Viento: Predominan velocidades suaves (3.7 a 5.3 km/h) del este (diciembre-octubre) y norte (octubre-diciembre). Esto permite aprovechar el viento para **ventilación natural pasiva**, orientando las aberturas para favorecer la ventilación cruzada.

Figura 66

Velocidad y dirección del viento en Chiquinquirá

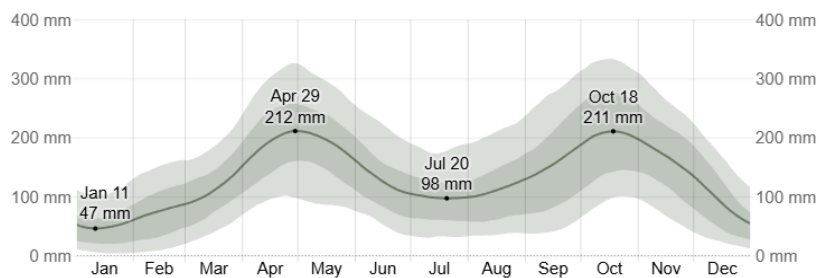
Nota: Tomado de www.Meteoblue.com

Nubosidad y Radiación Solar: La alta nubosidad (abril, 92% cubierto) y una duración diurna constante (aproximadamente 12 horas de luz) hacen de la **iluminación natural difusa un recurso esencial**. La ganancia solar directa debe maximizarse estratégicamente, y las protecciones solares son útiles para controlar el deslumbramiento.

Precipitación: Las lluvias son constantes durante todo el año, con un pico en octubre (210 mm) y un mínimo en enero (48 mm). Esto demanda **cubiertas eficientes, sistemas de drenaje pluvial** y la selección de materiales resistentes a la humedad. El aprovechamiento de aguas lluvias es una estrategia sostenible viable.

Figura 67

Precipitaciones en Chiquinquirá

Nota: Tomado de www.Meteoblue.com

Estrategias de Diseño Bioclimático Propuestas

Considerando el análisis climático, se sugieren las siguientes estrategias arquitectónicas:

Conservación de Calor y Masa Térmica:

Uso de materiales con alta inercia térmica (mampostería, concreto) para acumular calor diurno.

Optimización de la orientación de vanos (fachadas este, oeste, sur) para maximizar la captación solar.

Incorporación de aislamiento térmico en cubiertas y muros si es necesario para el confort en madrugadas frías.

Diseño de carpinterías con alta hermeticidad para evitar infiltraciones de aire frío.

Iluminación Natural Difusa:

Inclusión de amplias superficies vidriadas para maximizar la entrada de luz difusa y reducir la necesidad de iluminación artificial.

Implementación de lucernarios en espacios profundos, con protección solar adecuada.

Uso de colores claros y superficies reflectantes en interiores para distribuir la luz.

Ventilación Natural Controlada:

Diseño de ventanas y aberturas que faciliten la ventilación cruzada, aprovechando las corrientes de viento predominantes (este y norte).

Protección contra Lluvias y Humedad:

Diseño de aleros y voladizos para proteger fachadas y aberturas de la lluvia directa.

Sistemas pluviales de alta eficiencia para un drenaje adecuado.

Selección de materiales exteriores resistentes a la humedad y aplicación de tratamientos impermeabilizantes.

Estudio para la recolección y almacenamiento de aguas lluvias para usos no potables, promoviendo la sostenibilidad hídrica.

Objetivos de Desarrollo Sostenible

El proyecto se articula de forma directa con los principios establecidos en la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible, promovida por las Naciones Unidas. A continuación, se expone la incidencia concreta del proyecto frente a los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) que más se acercan al proyecto, demostrando su alcance multidimensional y su impacto más allá del plano local.

ODS 8 – Trabajo Decente y Crecimiento Económico: El proyecto impulsa la generación de empleo directo (restauradores, artesanos) e indirecto (servicios conexos), dinamizando la economía local. Además, promueve el turismo patrimonial como una estrategia de desarrollo sostenible, fomentando la identidad y los oficios locales.

ODS 9 – Industria, Innovación e Infraestructura: Contribuye al aprovechar y mejorar una infraestructura existente, convirtiéndola en resiliente y eficiente. Se aplica innovación técnica para soluciones constructivas compatibles con el patrimonio y la integración de tecnologías para la eficiencia energética. Aunque no reactive el uso ferroviario, revaloriza el sistema ferroviario como potencial de movilidad futura.

ODS 11 – Ciudades y Comunidades Sostenibles: Es altamente pertinente por su carácter urbano y patrimonial. Asegura la protección del patrimonio cultural, impulsando la regeneración

urbana en el centro-sur de la ciudad. Genera espacios públicos inclusivos y accesibles, y su planificación territorial sostenible reduce la huella ambiental al reutilizar y extender la vida útil del edificio.

ODS 13 – Acción por el Clima: El proyecto se vincula directamente con la mitigación del cambio climático. Evita demoliciones y nuevas construcciones, lo que se traduce en una significativa reducción de la huella de carbono. La eficiencia energética operativa se optimiza mediante diseño bioclimático (iluminación natural, ventilación cruzada), y fomenta la movilidad sostenible al poder convertirse en un nodo intermodal.

ODS 17 – Alianzas para Lograr los Objetivos: Resalta la importancia de la cooperación interinstitucional entre el gobierno, entidades nacionales, la academia y el sector privado. Facilita la movilización de recursos al hacer el proyecto elegible para financiación internacional y promueve el intercambio de conocimientos en conservación patrimonial y planificación urbana sostenible.

Determinantes de diseño

El diseño del proyecto para la Estación del Ferrocarril de Chiquinquirá se fundamenta en un enfoque integral que entrelaza diversas determinantes. En primer lugar, se consideran las condiciones físico-ambientales del clima templado de altitud, incorporando estrategias bioclimáticas pasivas como la ganancia solar controlada, la inercia térmica y la ventilación cruzada, además de sistemas de drenaje sostenible para la eficiencia hídrica. En segundo lugar, se busca una reconexión morfológica y urbana, transformando la antigua línea férrea de barrera a elemento articulador que promueva la movilidad peatonal y la integración espacial. Un componente central es el patrimonial, donde la intervención se rige por un diagnóstico riguroso de la estación y el taller, asegurando la preservación de su autenticidad e integridad. A nivel funcional y programático, el diseño prioriza la adaptabilidad, la inclusión social y la accesibilidad universal, permitiendo una diversidad de usos culturales, educativos

y comunitarios. Finalmente, la sostenibilidad se integra como criterio transversal, alineándose con los ODS, guiando la elección de materiales de bajo impacto y contribuyendo activamente a la mitigación del cambio climático y la regeneración urbana, todo bajo una estricta observancia de la normativa vigente.

Instrumentos de gestión y planeación

Dado el carácter patrimonial y urbano del conjunto férreo de Chiquinquirá, así como la complejidad operativa que implica su revitalización, es indispensable considerar los instrumentos de planeación y gestión que inciden de manera directa en el desarrollo del proyecto. Estos instrumentos, de carácter normativo, técnico y estratégico, constituyen la base legal y metodológica sobre la cual se debe sustentar toda actuación proyectual, especialmente en contextos de alto valor cultural y urbano.

Figura 68

Ciclo de planificación y gestión del patrimonio



Nota: Elaboración propia

Declaratoria como Bien de Interés Cultural (BIC): Este es el paso inicial para la protección legal del conjunto. La declaratoria como BIC (ya sea nacional o municipal) activa un robusto marco jurídico que facilita el acceso a financiación, establece normativas específicas de conservación y protege contra intervenciones inadecuadas. Su verificación se realiza en el Registro Nacional de BIC o secretarías de cultura.

Plan Especial de Manejo y Protección (PEMP): Si el conjunto es declarado BIC, el PEMP es un requisito técnico obligatorio. Este instrumento define rigurosamente los niveles de intervención permitidos, los usos compatibles, alturas, materiales, criterios de restauración y directrices de gestión para el bien y su entorno inmediato, sirviendo como el marco normativo más preciso para el proyecto.

Concepto Previo Favorable del Ministerio de Cultura: Toda intervención sobre un BIC (declarado o en proceso) exige el concepto técnico vinculante de la Dirección de Patrimonio del Ministerio de Cultura. Este dictamen asegura la conformidad del proyecto con los principios de conservación y autenticidad, y debe obtenerse antes de cualquier fase constructiva.

Instrumentos de Planeación Territorial y Urbana:

Estos definen el marco normativo local para el uso del suelo y el desarrollo urbano del área del proyecto:

Plan de Ordenamiento Territorial (POT) de Chiquinquirá: Es el instrumento rector de la planificación municipal y rige directamente el área del proyecto. Debe observarse estrictamente en cuanto a usos del suelo, índices de ocupación y construcción, alturas y tratamientos urbanísticos. Cualquier inconsistencia podría requerir ajustes en el proyecto o, excepcionalmente, modificaciones al POT. El documento es de acceso público en la Alcaldía Municipal.

Planes Parciales o Unidades de Actuación Urbanística (UAU): Dada la escala y el objetivo de renovación urbana integral del "Lote del Proyecto", es muy probable que deba enmarcarse en un Plan Parcial o una UAU. Estos instrumentos desarrollan y operacionalizan el POT para áreas específicas, permitiendo reconfiguraciones, definición de cargas urbanísticas e integración de servicios y nuevos usos, siendo estratégicos para la viabilidad de una intervención coordinada y sostenible. Su necesidad se coordina con la Secretaría de Planeación Municipal.

Financiación

La viabilidad material y operativa de un proyecto de esta naturaleza exige la identificación y articulación de fuentes de financiación diversificadas, así como de mecanismos de gestión social que aseguren legitimidad, gobernanza y sostenibilidad a largo plazo.

Figura 69
Estrategias de financiación y gestión



Nota: Elaboración propia

Sistema General de Regalías (SGR): Una fuente prioritaria para proyectos regionales con componente patrimonial. Se accede mediante convocatorias públicas a través de los OCAD.

Presupuesto General de la Nación (PGN) – Vía Ministerios: Recursos directos del Gobierno Nacional. Los Ministerios de Cultura (patrimonio), Transporte (ferroviario) y Comercio, Industria y Turismo (turismo) son actores clave para canalizar fondos a través de convocatorias o acuerdos específicos.

Alianzas Público-Privadas (APP): Instrumento financiero viable para fases de inversión, operación o gestión de nuevos usos (culturales, comerciales). Permite distribuir riesgos y beneficios, formalizándose mediante inscripción en el Banco de Proyectos del DNP.

Cooperación Internacional: Fondos bilaterales y multilaterales de agencias como la Unión Europea, AECID, BID o World Monuments Fund, dado el perfil patrimonial, social y sostenible del proyecto. Son estratégicos para componentes específicos de restauración, desarrollo comunitario, turismo sostenible y transición energética.

Instrumentos de Gestión Social y Coordinación Interinstitucional:

El éxito del proyecto no solo es técnico o financiero, sino también social y de gobernanza:

Mesas de Trabajo y Talleres de Diseño Participativo: Espacios fundamentales de diálogo y co-creación con la comunidad local. Legitiman la intervención, fortalecen la apropiación social, y permiten identificar usos pertinentes y necesidades locales. Se verifican mediante actas, relatorías y registros.

Convenios Interadministrativos: Instrumentos jurídicos vinculantes esenciales para formalizar la articulación entre los distintos niveles de gobierno (municipal, departamental, nacional). Definen roles, competencias, cronogramas y compromisos financieros, asegurando la participación de entidades como la Alcaldía de Chiquinquirá, la Gobernación de Boyacá, el Ministerio de Cultura, y otras entidades relevantes.

Propuesta arquitectónica

Memoria Compositiva

Fundamento conceptual

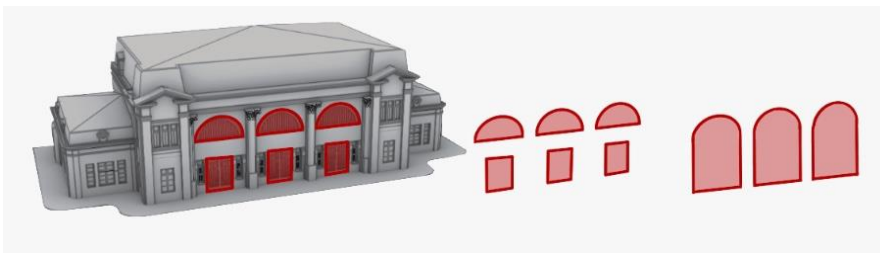
El desarrollo de la propuesta arquitectónica parte del análisis compositivo y simbólico de la estación de ferrocarril de Chiquinquirá. A partir de sus elementos jerárquicos, volumetría tripartita y cubierta en mansarda, se construye una nueva interpretación formal que dialoga con la edificación patrimonial, manteniendo un lenguaje propio y contemporáneo.

Triple arcada como gesto inicial

Análisis formal de fachada: Se identificaron tres arcos dominantes en la fachada principal, correspondientes a los vanos de acceso. Se reinterpretaron uniendo los rectángulos de los accesos, generando un módulo de triple arcada. Este elemento se convierte en el gesto inicial de la nueva volumetría. Como se observa en la siguiente imagen:

Figura 70

Conceptualización de los arcos



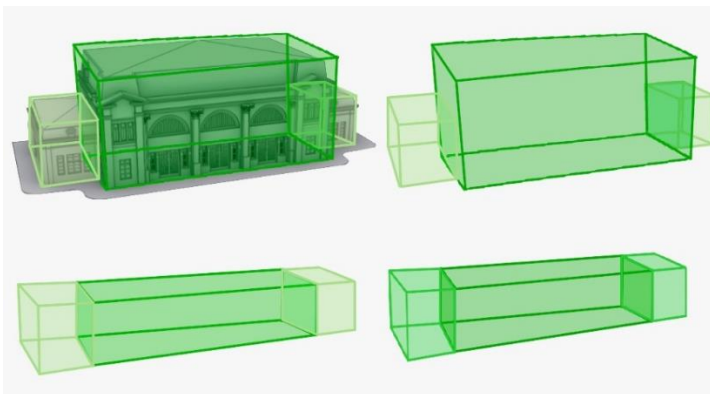
Nota: Elaboración propia

Corporalidad tripartita reinterpretada

La composición original de la estación, formada por un cuerpo central y dos laterales, fue abstracta y sintetizada en un solo volumen. Se mantuvo la lectura tripartita mediante la ubicación estratégica de arcos, destacando el centro mediante la arcada triple y reforzando los laterales con arcos individuales. Como se observa en la siguiente imagen:

Figura 71

Conceptualización de los cuerpos

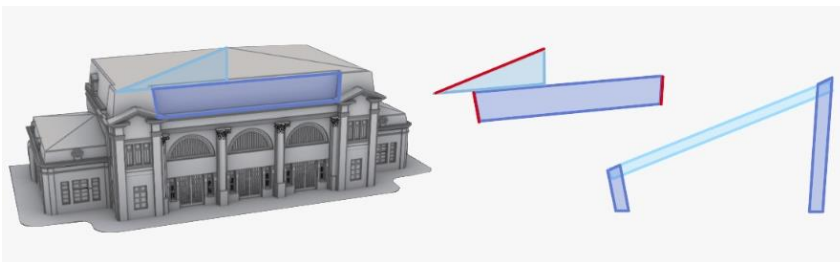


Nota: Elaboración propia

Inversión de las mansardas como estructura

Las pendientes inclinadas de las cubiertas tipo mansarda se invierten para conformar la estructura de soporte. Esta operación genera una lectura contemporánea de los elementos originales y permite resolver cargas estructurales con un lenguaje arquitectónico coherente. Como se observa en la siguiente imagen:

Figura 72
Conceptualización de las mansardas a estructura

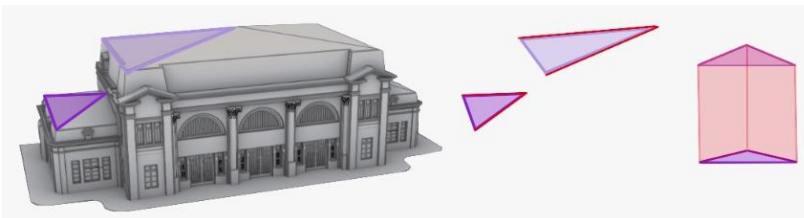


Nota: Elaboración propia

Composición de la cubierta superior

Se retoma la inclinación de las cubiertas originales y se replican como gesto formal. La cubierta se articula a partir de la pendiente de las mansardas, resultando en una techumbre a dos aguas que se evidencia desde los laterales. Como se observa en la siguiente imagen:

Figura 73
Conceptualización de las pendientes para la cubierta

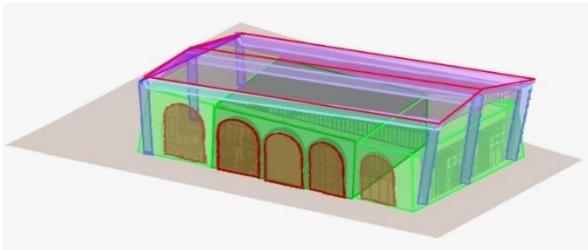


Nota: Elaboración propia

Integración compositiva

Los elementos extraídos y reinterpretados se integran en una nueva unidad volumétrica coherente. El resultado es una edificación que evoca sin replicar, que dialoga sin competir, y que se sostiene tanto en lo conceptual como en lo técnico. Como se observa en la siguiente imagen:

Figura 74
Integración Compositiva

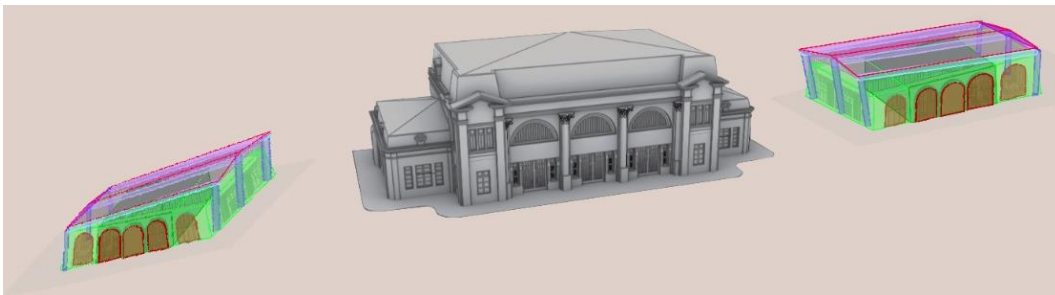


Nota: Elaboración propia

Simetría y gesto simbólico final

Se retoma el eje de simetría de la estación para posicionar dos nuevas edificaciones gemelas, dispuestas frontalmente hacia la estación. Este gesto enmarca la edificación patrimonial y la corona como elemento central del conjunto, evocando la forma de la corona de la Virgen del Rosario.

Figura 75
Simetría Final

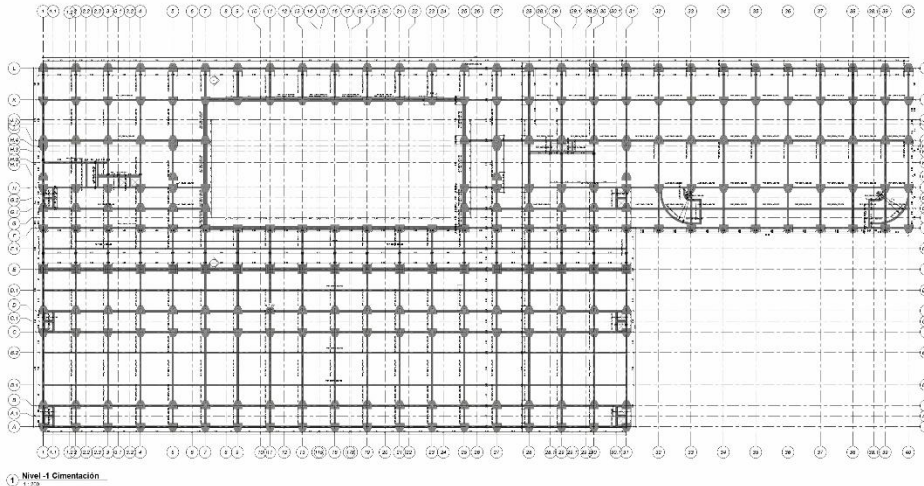


Nota: Elaboración propia

Planta de Cimentación

Figura 76

Plano Planta de cimentación

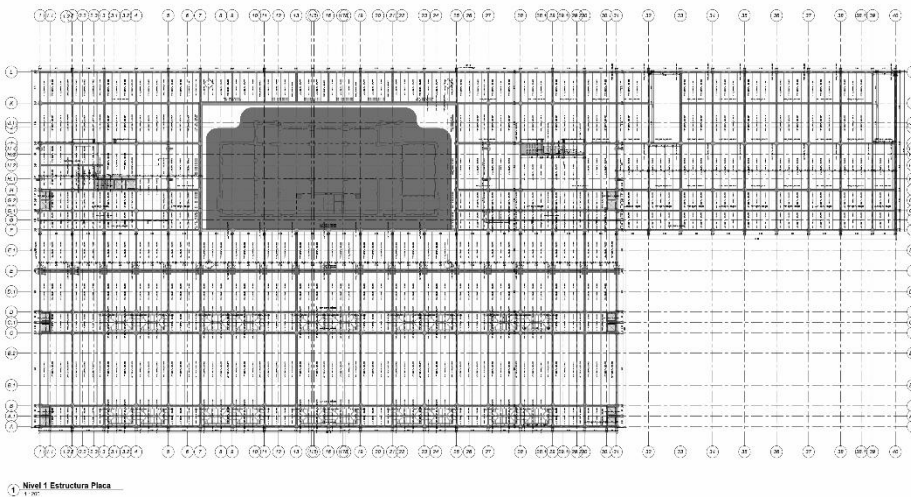


Nota: Elaboración propia

Planta estructural nivel 1

Figura 77

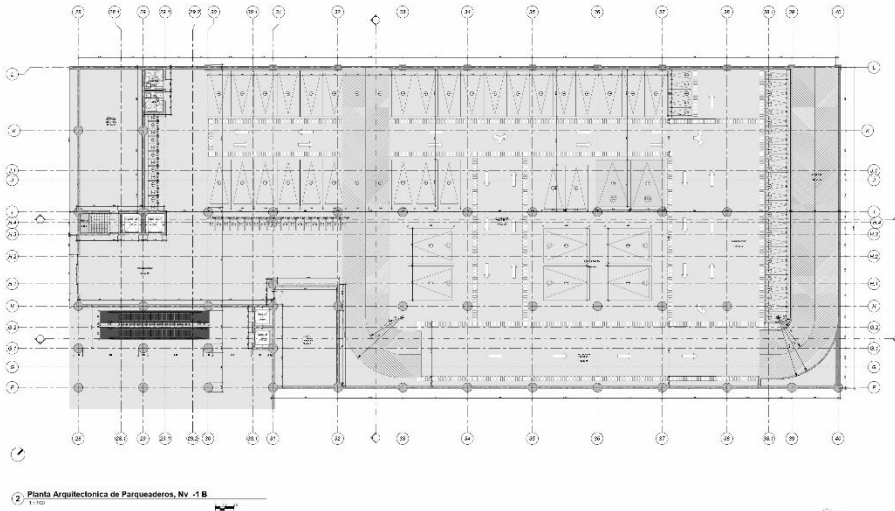
Plano planta de estructura primer nivel



Nota: Elaboración propia

Plano de Parquadero

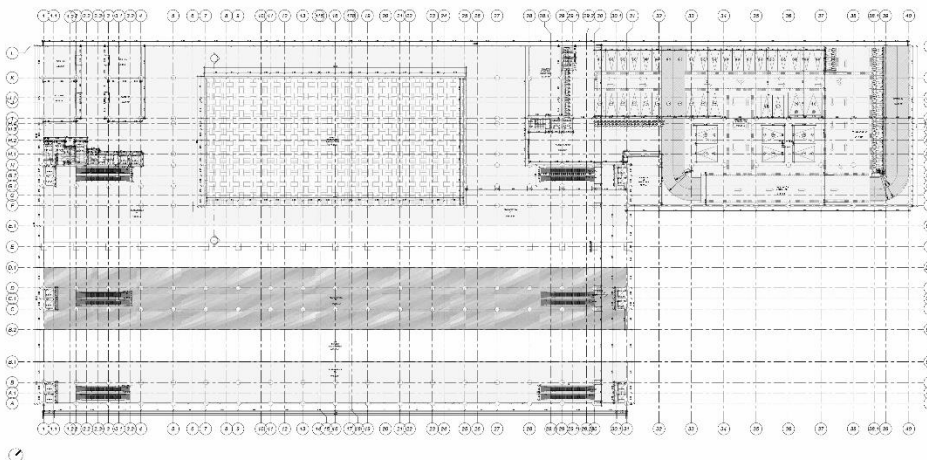
Figura 78
Plano planta de parqueadero



Nota: Elaboración propia

Plano Nivel – 1

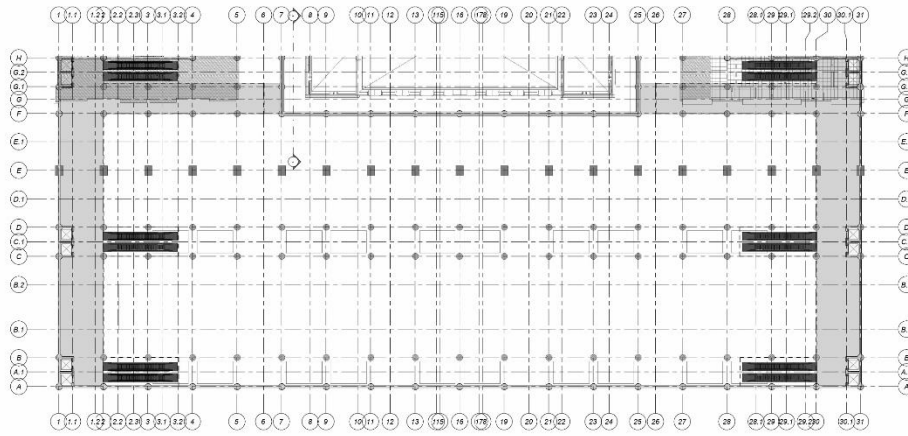
Figura 79
Plano planta Nivel -1



Nota: Elaboración propia

Plano Nivel – 1 ½

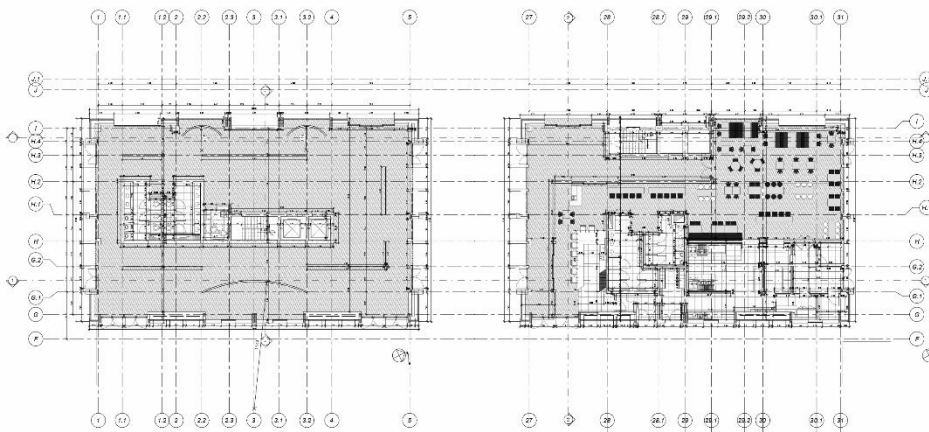
Figura 80
Plano planta arquitectónica Nivel -1 ½



Nota: Elaboración propia

Plano Primer Nivel

Figura 81
Plano Planta primer nivel

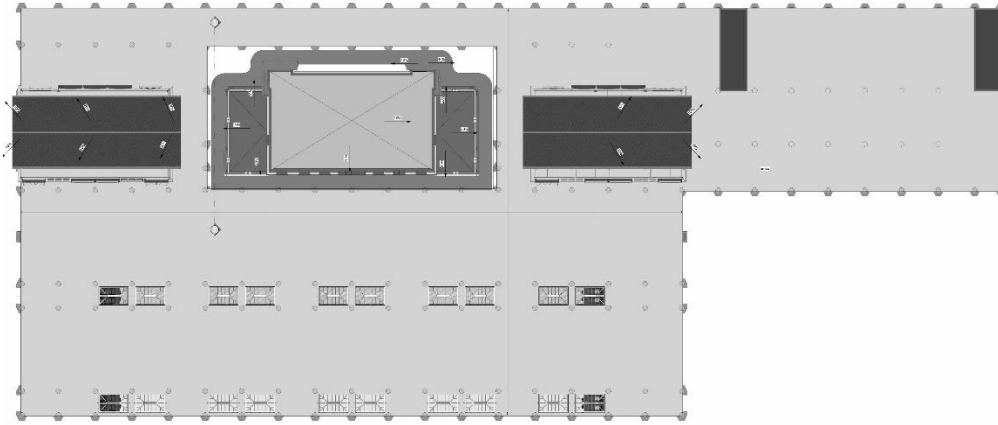


Nota: Elaboración propia

Plano de Cubiertas

Figura 82

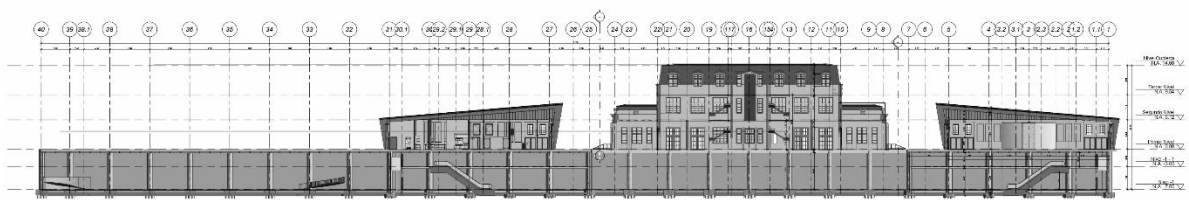
Plano de cubiertas



Cortes Arquitectónicos

Figura 83

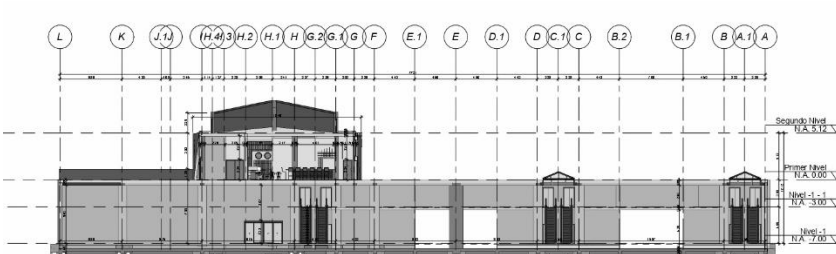
Corte A-A



Nota: Elaboración propia

Figura 84

Corte B - B

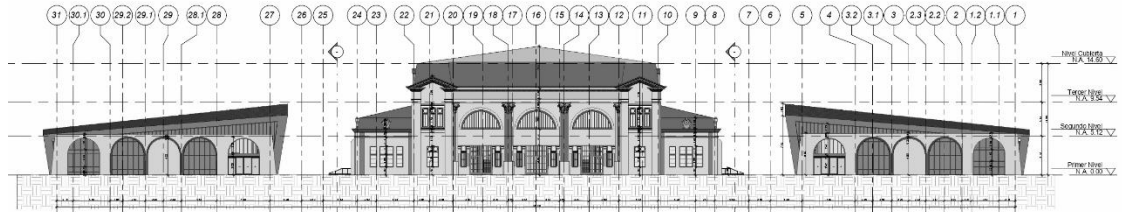


Nota: Elaboración propia

Fachadas

Figura 85

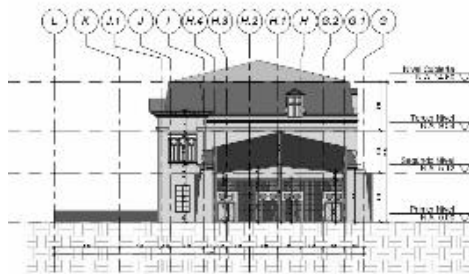
Fachada Principal / occidental.



Nota: Elaboración propia

Figura 86

Fachada Sur



Nota: Elaboración propia

CAPÍTULO IV. APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA BIM

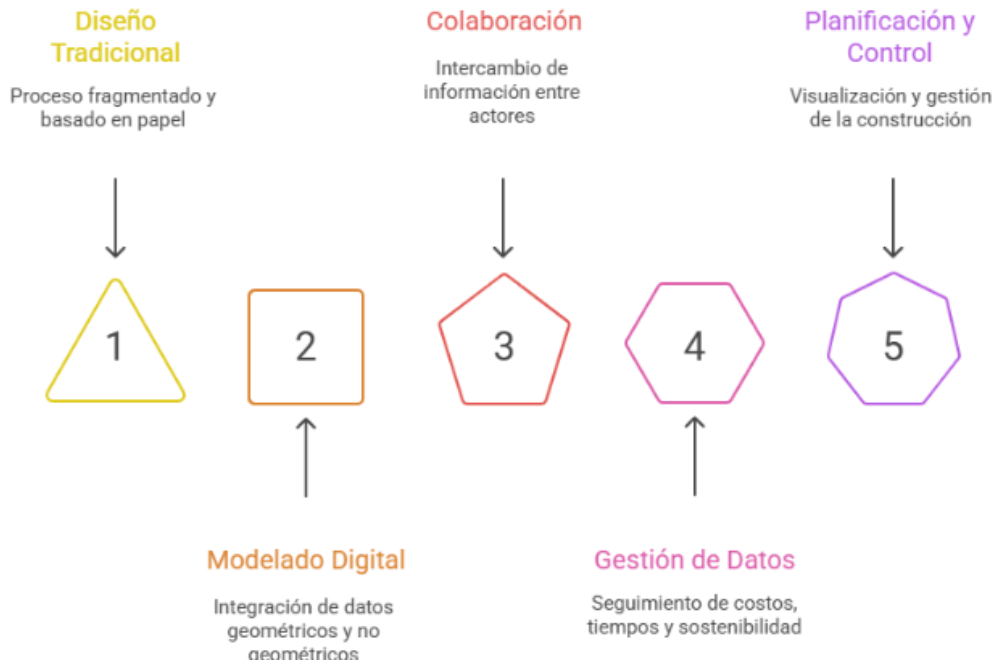
MÓDULO 1: INTRODUCCIÓN, NORMAS, ESTÁNDARES, TRABAJO COLABORATIVO E INTEROPERABILIDAD.

El presente capítulo sintetiza los conceptos, normas, procesos y herramientas que configuran la gestión de la información en proyectos BIM. Se parte de la definición práctica de BIM como metodología de gestión de información y se enlaza con los instrumentos contractuales (EIR, BEP), el Entorno Común de Datos (CDE) y los formatos de interoperabilidad (IFC, BCF, COBie) exigidos por la normativa nacional. Las bases normativas principales que guían este capítulo son la serie ISO 19650 (gestión de la información) y la Resolución 0441 de 2020 del Ministerio de Vivienda (Colombia), complementadas con guías técnicas y manuales de implementación.

Definición

BIM (Building Information Modeling) se entiende como una metodología de trabajo colaborativa que se basa en crear y gestionar un modelo digital centralizado que reúne tanto la información geométrica como la alfanumérica del proyecto a lo largo de todo su ciclo de vida, desde su concepción inicial hasta su rehabilitación o demolición. Más que un software o un simple modelo 3D, BIM funciona como un proceso estructurado que se apoya en la estandarización mediante lineamientos como la serie ISO 19650 (buildingSMART Spain, 2021); en la gestión organizada de la información dentro de un Entorno Común de Datos (Bricsys, s.f.); y en la interoperabilidad entre disciplinas mediante el uso de formatos abiertos como IFC (Autodesk, 2018). Además, BIM aclara los roles y responsabilidades en la producción y entrega de información, tal como lo plantean las guías nacionales e internacionales (Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio, 2020; Pastor García, 2019). Tal y como se demuestra en la figura 87.

Figura 87
Metodología BIM



Nota: Elaboración propia

La metodología BIM sirve para gestionar de manera más organizada, precisa y coordinada toda la información de un proyecto. Permite visualizar el diseño antes de construirlo, detectar errores a tiempo, coordinar las diferentes disciplinas, planificar costos y tiempos con mayor exactitud y contar con un modelo digital que acompaña al proyecto durante toda su vida útil. En esencia, BIM ayuda a mejorar la eficiencia, la calidad y la toma de decisiones en cada etapa del proyecto, tal y como

Ciclo de Vida del Proyecto con BIM

El Ciclo de Vida BIM (Building Information Modeling) trasciende la simple modelación tridimensional para constituirse como una metodología de gestión del conocimiento integral (Pastor García, 2019). Este ciclo, regido por estándares internacionales como la serie ISO 19650, garantiza la trazabilidad, integridad y continuidad de la información del activo construido a lo largo de todas sus fases, desde la concepción inicial hasta la demolición (buildingSMART Spain, 2021).

Su implementación efectiva permite eliminar los tradicionales silos de información que han fragmentado históricamente a la industria. Al promover la colaboración interdisciplinaria y ofrecer datos estructurados y confiables (organizados en el Modelo de Información del Proyecto - PIM y el Modelo de Información de Activos - AIM), la metodología BIM no solo optimiza los recursos y reduce los costos operativos (OPEX), sino que también faculta una toma de decisiones más informada y proactiva para todos los agentes del proyecto (Plan de ejecución BIM, BEP, 2022).

De esta manera, redefine la eficiencia y la entrega de valor a lo largo de toda la vida útil del activo construido, como se evidencia en el siguiente gráfico.

Figura 88
Ciclo de Vida del Proyecto con la Metodología BIM



Nota: Elaboración propia

Roles BIM

En la metodología BIM (*Building Information Modeling*), los roles no deben entenderse simplemente como cargos laborales fijos, sino como funciones y responsabilidades específicas asignadas para gestionar la información a lo largo del ciclo de vida del activo (ISO, 2018). Según el marco de la norma ISO 19650, esta estructura es flexible: una sola persona puede ejercer varias

funciones, o una función compleja puede ser asumida por todo un equipo, dependiendo de la magnitud del proyecto (buildingSMART Spain, 2021).

Su propósito fundamental es **estructurar la colaboración**. Sirven para asegurar que la información —tanto geométrica como de datos— sea creada, compartida y validada bajo estándares comunes, garantizando así la integridad del modelo digital y evitando la pérdida de información entre fases (Eastman et al., 2018).

Clasificación General de los Roles:

1. Roles Estratégicos (Toma de decisiones):

- Parte que Designa (Cliente): Define los requisitos de información (EIR) y los objetivos del proyecto (Pastor García, 2019).
- BIM Manager: Diseña la estrategia de implementación y el Plan de Ejecución BIM (BEP) para cumplir con los requisitos del cliente.

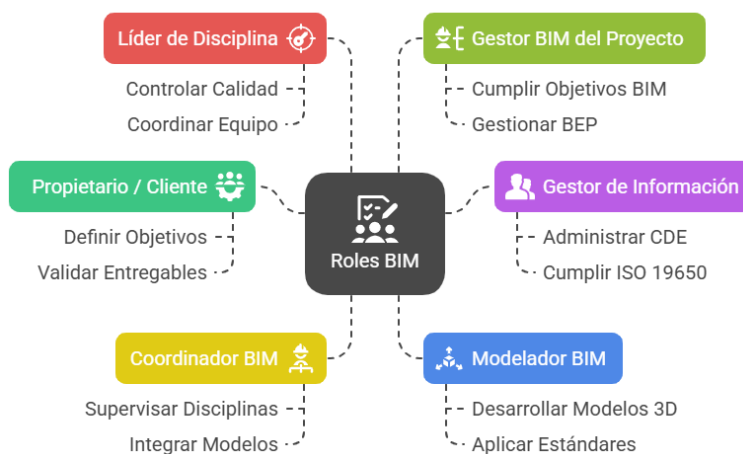
2. Roles de Gestión y Coordinación (Supervisión):

- Gestor de Información (IM): Es la función encargada de la gestión del Entorno Común de Datos (CDE) y el cumplimiento de los estándares de información (ISO, 2018).
- Coordinador BIM: Integra los modelos de las distintas disciplinas y resuelve conflictos técnicos (detección de interferencias).
- Líder de Disciplina: Asegura la calidad técnica y normativa dentro de su especialidad (Arquitectura, Estructuras, MEP).

3. Roles de Producción (Ejecución):

- Modelador BIM: Genera la representación digital y los entregables gráficos bajo las directrices establecidas.

Figura 89
Roles en la Metodología BIM



Nota: Elaboración propia

Roles Complementarios (BIM Avanzado):

Para proyectos de alta madurez digital, se integran perfiles especializados (Eastman et al., 2018):

- Especialista 4D/5D: Vincula el modelo geométrico con la planificación temporal (4D) y la estimación de costos (5D).
- Gestor BIM FM: Prepara el modelo *As-Built* para la gestión y mantenimiento del activo (Facility Management).
- Desarrollador BIM: Crea automatizaciones y herramientas personalizadas mediante programación para optimizar flujos de trabajo repetitivos.

Tabla 1
Tabla de Roles BIM del Proyecto

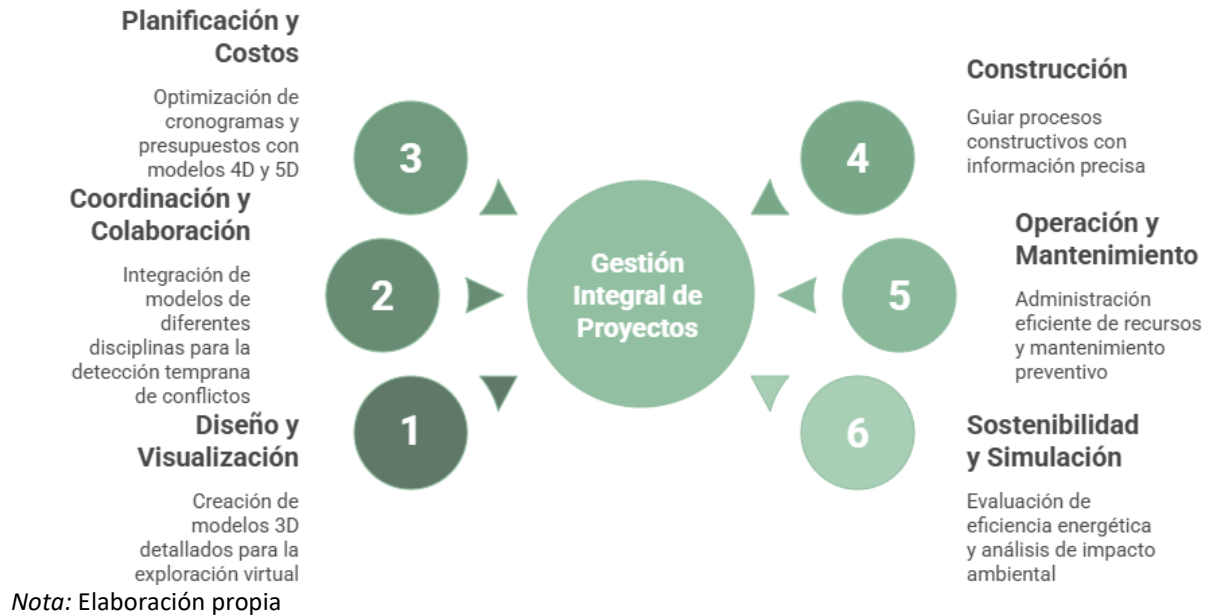
Profesión	Rol BIM	Encargado	Definición del Rol BIM
Arquitecto restaurador	Modelador ARQ BIM	Yuber Alberto Nope	Genera modelos arquitectónicos y de conservación.
	BIM Manager		Gestor de toda la operación.
Ingeniero estructural	Modelador EST BIM	Daniel Giovanni Martínez Suárez	Modela estructuras para rehabilitación.
Ingeniero MEP	Modelador MEP BIM	Daniel Giovanni Martínez Suárez	Modela instalaciones (eléctrica, sanitaria, hidráulica).

Especialista en patrimonio	Asesor Patrimonial BIM	Daniel Giovanni Martínez Suárez	Garantiza criterios de conservación.
Coordinador BIM	Coordinador General	Yuber Alberto Nope	Integra modelos y gestiona interferencias.
Gestor de Información	Information Manager	Daniel Giovanni Martínez Suárez	Administra CDE y nomenclatura ISO 19650.
Cliente/Entidad	Revisor BIM	Daniel Giovanni Martínez Suárez	Valida cumplimiento normativo y entregables.

Nota: Tomado de UGC_CHIQTR_REST_2025_BEP / Elaboración propia.

Usos y alcance BIM

La metodología BIM va mucho más allá de representar un edificio en 3D; funciona como un sistema integral de gestión donde intervienen distintas “Dimensiones” (3D a 7D) y una serie de Usos BIM que guían el proceso. Según la guía de la Universidad de Penn State, estos usos no son un fin en sí mismos, sino herramientas seleccionadas de acuerdo con los Requisitos de Intercambio de Información (EIR) definidos por el cliente, con el fin de asegurar el valor del activo durante todo su ciclo de vida (Messner et al., 2019). Dentro de este enfoque, la primera capa es la Dimensión Geométrica (3D), que actúa como base del ecosistema digital. Aquí se genera un modelo paramétrico que sirve como “única fuente de verdad”, garantizando coherencia entre plantas, cortes y fachadas. El 3D, sin embargo, adquiere sentido completo cuando permite la Coordinación Multidisciplinar: al federar los modelos de arquitectura, estructura e instalaciones, se pueden realizar auditorías de diseño y detectar interferencias antes de construir (Eastman et al., 2018). Este proceso es esencial porque evita conflictos físicos, reduce retrabajos y minimiza las solicitudes de información derivadas de errores de diseño. Por ello el siguiente gráfico explica un poco más a profundidad los usos en la metodología BIM y sus implicaciones.

Figura 90*Usos BIM en la gestión de proyectos*

Conforme el proyecto avanza, el modelo se va enriqueciendo para apoyar otras necesidades.

La Planificación 4D incorpora la variable del tiempo y vincula la geometría con el cronograma, permitiendo simular secuencias constructivas, analizar la logística del sitio y anticipar problemas antes de ejecutar. En la práctica profesional, esta dimensión se conecta con los principios de Lean Construction porque ayuda a identificar cuellos de botella y optimizar los flujos de trabajo. De forma paralela, la Dimensión Económica (5D) integra la gestión de costos mediante la extracción automática de cantidades a partir del modelo, utilizando sistemas de clasificación estandarizados como GuBIMclass o Uniclass. Gracias a esto, los presupuestos se actualizan en tiempo real frente a cualquier cambio de diseño, mejorando la precisión financiera (Pastor García, 2019).

En un contexto actual donde la sostenibilidad es prioritaria, la Dimensión 6D permite realizar simulaciones energéticas, lumínicas y térmicas directamente sobre el modelo, lo que facilita tomar decisiones informadas para reducir la huella ambiental del edificio y orientar el proyecto hacia certificaciones como LEED o BREEAM. Finalmente, la Gestión de Operaciones (7D) transforma el

modelo en un Modelo de Información del Activo (AIM), incorporando datos como manuales, garantías y planes de mantenimiento, generalmente organizados mediante COBie. Esto permite a los propietarios gestionar mejor el edificio, controlar el OPEX y mantener trazabilidad de su operación (ISO, 2018). En el caso de edificaciones patrimoniales, este enfoque da paso al HBIM, que integra tecnologías como el escaneo láser para documentar con precisión el estado actual y apoyar los procesos de conservación.

Niveles de desarrollo y de información (LOD / LOI)

El proyecto empleará los Niveles de Desarrollo (LOD) y los Niveles de Información (LOI) como un marco estandarizado para controlar el grado de detalle y la calidad de los datos del modelo BIM en cada etapa. Esta metodología permite mantener una coordinación clara entre disciplinas, asegurar la consistencia del modelo y gestionar de forma ordenada la información relacionada con la restauración del edificio patrimonial.

Beneficios de esta implementación

La adopción progresiva de LOD y LOI garantiza que el modelo BIM avance de forma ordenada y coherente, evitando sobrecarga de información y asegurando que cada etapa tenga el nivel de detalle adecuado. Esto se traduce en una mayor eficiencia en la toma de decisiones, mejor calidad en la documentación y una ejecución más controlada durante la restauración de la Estación de Chiquinquirá.

Tabla 2

Tabla de Niveles de desarrollo BIM

Entidad o elemento por modelar	Nivel de información	Descripción	Formato de intercambio
Elementos civiles (plataformas, accesos, cimentaciones menores)	LOD 300 LOI C	Información detallada del tamaño, forma, localización, cantidad y orientación de elementos civiles relevantes para el diseño y montaje.	RVT / IFC4

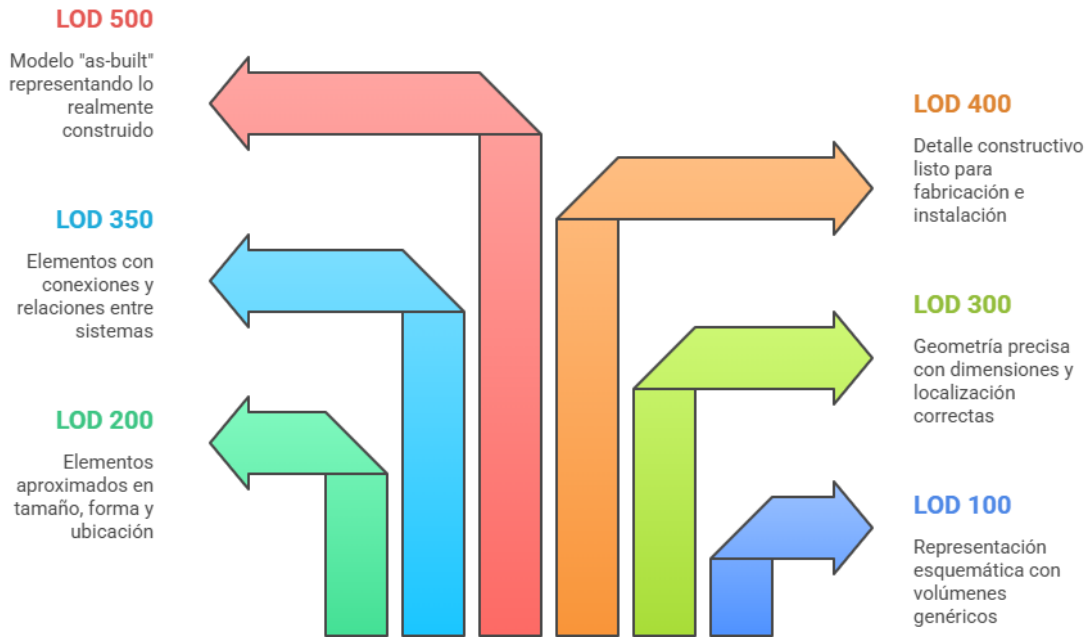
Entidad o elemento por modelar	Nivel de información	Descripción	Formato de intercambio
Estructuras especiales (cubierta metálica, cerchas, refuerzos estructurales patrimoniales)	LOD 350 LOI D	Información precisa de tamaño, forma, conexiones y orientación de estructuras especiales, incluyendo atributos de material y estado de conservación.	RVT / IFC4 / NWD
Distribución y tuberías MEP (eléctrica, hidráulica, sanitaria)	LOD 300 LOI C - D	Información detallada del tamaño, forma, localización y cantidad de tuberías y ductos. Incluye material, diámetro y estado de conservación.	RVT / IFC4 / COBie
Elementos patrimoniales (fachada, ornamentos, carpinterías históricas)	LOD 350 LOI E	Información geométrica precisa y atributos históricos (año de construcción, estado de conservación, valor patrimonial, técnica constructiva).	RVT / IFC4 / PDF
Modelo As-Built / AIM	LOD 500 LOI F	Información real construida, atributos finales para gestión de activo patrimonial y mantenimiento.	IFC4 / COBie / PDF

Nota: Tomado de UGC_CHIQTR_REST_2025_BEP / Elaboración propia

LOD (Level of Development / detalle geométrico)

El Nivel de Desarrollo (LOD, por sus siglas en inglés Level of Development) se entiende como una métrica estandarizada que define cuánta fiabilidad y precisión tiene la información asociada a los elementos de un modelo BIM (BIMForum, 2023). A diferencia de la idea más visual de “nivel de detalle”, el LOD se enfoca en la madurez real de la geometría y de los datos que la acompañan. Esta progresión comienza con representaciones conceptuales y volumétricas (LOD 100), continúa con elementos esquemáticos (LOD 200) y modelos aptos para coordinación (LOD 300 y 350), y culmina en componentes que alcanzan el nivel necesario para fabricación (LOD 400) o documentación verificada en campo, es decir, As-Built (LOD 500) (AIA, 2013). Como se observa en el gráfico a continuación.

Figura 91
Niveles LOD



Nota: Elaboración propia.

El Nivel de Desarrollo (LOD, por sus siglas en inglés *Level of Development*) se entiende como una métrica estandarizada que define cuánta fiabilidad y precisión tiene la información asociada a los elementos de un modelo BIM (BIMForum, 2023). A diferencia de la idea más visual de “nivel de detalle”, el LOD se enfoca en la madurez real de la geometría y de los datos que la acompañan. Esta progresión comienza con representaciones conceptuales y volumétricas (LOD 100), continúa con elementos esquemáticos (LOD 200) y modelos aptos para coordinación (LOD 300 y 350), y culmina en componentes que alcanzan el nivel necesario para fabricación (LOD 400) o documentación verificada en campo, es decir, As-Built (LOD 500) (AIA, 2013).

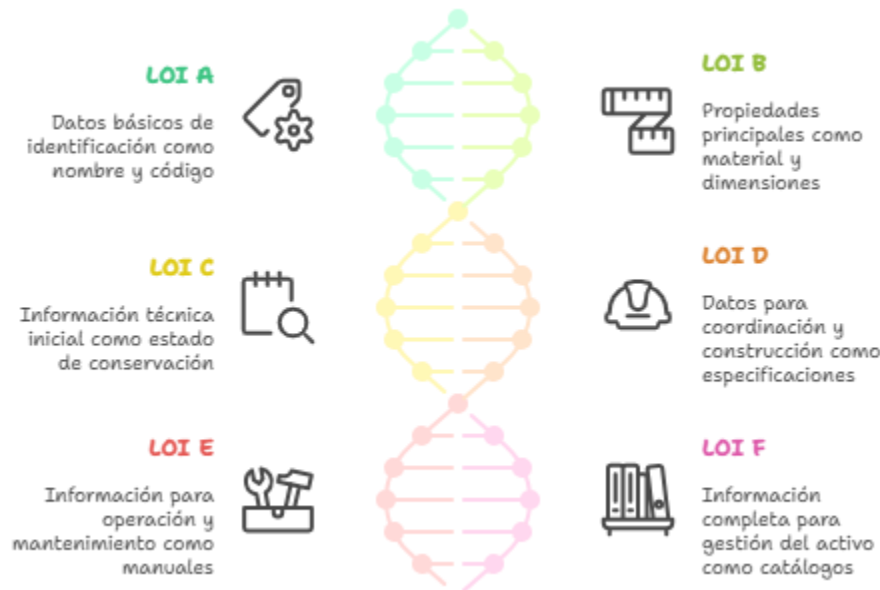
LOI (Level of Information / datos no gráficos)

El Nivel de Información (LOI) se refiere a qué tanta información no gráfica —o sea, datos y atributos— tiene cada elemento dentro del modelo BIM. Mientras la geometría muestra la forma, el LOI define los datos que acompañan ese objeto.

Este nivel va creciendo por etapas: al inicio solo se identifica y clasifica el elemento (LOI A o 1), luego se añaden especificaciones de funcionamiento (LOI B-C), más adelante datos de fabricación e instalación (LOI D), y finalmente toda la información necesaria para operación y mantenimiento, como vida útil, garantías o códigos de repuesto (LOI E-F).

Con la ISO 19650, este concepto se integra dentro del “Nivel de Información Necesaria”, resaltando que los datos deben gestionarse por separado de la geometría y solo incluirse cuando realmente se necesitan.

Figura 92
Niveles LOI



Nota: Elaboración propia.

El LOI permite controlar la cantidad de información en cada fase del proyecto para no llenar el modelo de datos innecesarios desde el principio. Sirve para organizar los requisitos dentro del BEP y evitar que los diseñadores pierdan tiempo agregando información que todavía no es relevante.

Cuando el proyecto avanza, el LOI garantiza que el modelo sí incluya toda la información clave para la entrega final, especialmente para Gestión de Activos y Facility Management.

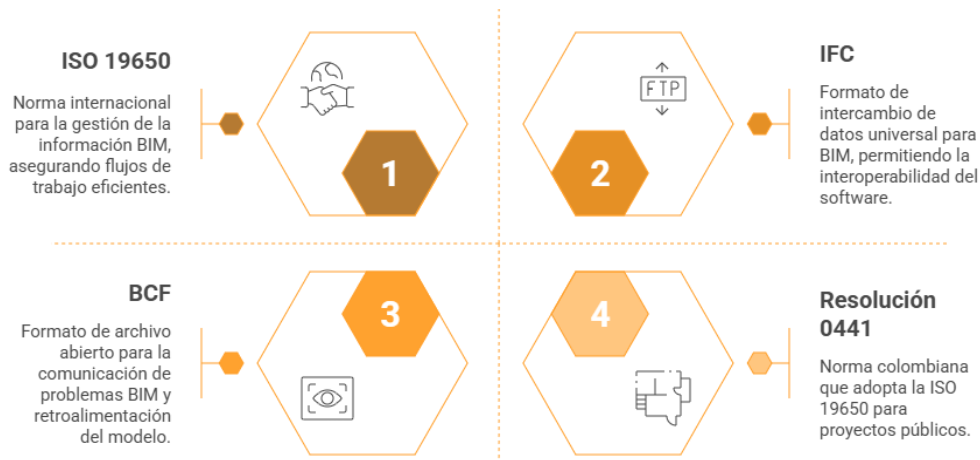
Gracias a esta estructuración progresiva, es posible automatizar mediciones, presupuestos y

especificaciones, asegurando que la base de datos del proyecto sea completa, confiable y realmente útil para quien va a gestionar el activo.

Normativa y estándares aplicables

Figura 93

Normas aplicadas a BIM



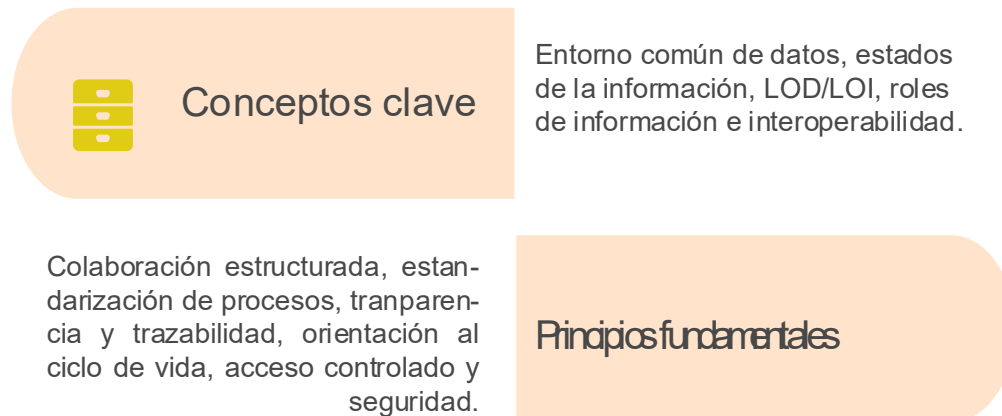
Nota: Elaboración propia.

Norma Internacional ISO 19650: Gestión de la Información BIM

La serie ISO 19650 es el estándar internacional que define cómo se debe organizar, gestionar y digitalizar la información en proyectos de construcción y obras civiles usando BIM. Básicamente, es la guía que unifica cómo se debe trabajar de forma colaborativa a nivel mundial, centrándose en el uso correcto de un Entorno Común de Datos (CDE).

Dentro de este entorno, la norma establece un flujo de trabajo claro y ordenado que divide la información en cuatro estados:

- Trabajo en Curso (WIP): donde cada equipo desarrolla su trabajo internamente.
- Compartido (Shared): cuando la información se sube para coordinar entre disciplinas.
- Publicado (Published): cuando ya está revisada, autorizada y lista para uso contractual o constructivo.
- Archivado (Archived): donde se guarda como registro histórico para trazabilidad y auditoría.

Figura 94*Conceptos y principios de la ISO 19650**Nota:* Elaboración propia.

El objetivo principal de la ISO 19650 es asegurar que todos trabajen siempre con información confiable y actualizada. Es decir, busca garantizar la llamada “fuente única de la verdad”: un solo lugar donde la información correcta está disponible para quienes la necesitan y en el momento adecuado.

Gracias a este orden, la norma evita que un plano que todavía está en desarrollo (WIP) termine usándose para construir sin haber pasado por revisiones o aprobaciones —algo que suele generar errores y retrabajos.

Además, al estandarizar cómo se nombran los archivos, cómo se cargan los metadatos y cómo se aprueba cada información, la ISO 19650 reduce el riesgo de confusiones, versiones duplicadas o documentos obsoletos. Todo esto permite una trazabilidad completa durante las fases de diseño, construcción y operación del activo.

Resolución 0441 de 2020: Digitalización del Licenciamiento Urbanístico

La Resolución 0441 de 2020, emitida por el Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio, es la norma que moderniza el proceso de licenciamiento urbanístico en Colombia. Esta resolución define cómo deben presentarse, revisarse y expedirse las licencias de construcción en formato digital, y además reconoce el uso de tecnologías como BIM para generar la documentación técnica del proyecto

(Ministerio de Vivienda, 2020).

En esta regulación también se establecen los estándares de metadatos, nomenclatura y formatos permitidos para la radicación en línea ante curadurías y entidades de planeación, alineándose con las metas de la Estrategia Nacional BIM 2020–2026 (DNP, 2020).

Figura 95
Línea de tiempo de implementación BIM en Colombia



Nota: Elaboración propia.

El propósito principal de la Resolución 0441 es reemplazar los trámites en papel y dar plena validez legal a los expedientes digitales. Gracias a esto, se estandariza cómo se intercambia la información entre los constructores y las autoridades municipales, haciendo que el proceso sea más transparente, trazable y seguro.

Al permitir el uso de medios electrónicos y plataformas digitales para toda la gestión documental, esta resolución también abre el camino para que, en un futuro cercano, el uso de modelos BIM y formatos abiertos como IFC sea obligatorio en procesos públicos. Todo esto mejora la eficiencia del trámite y reduce los tiempos de aprobación de proyectos (Ministerio de Vivienda, 2020).

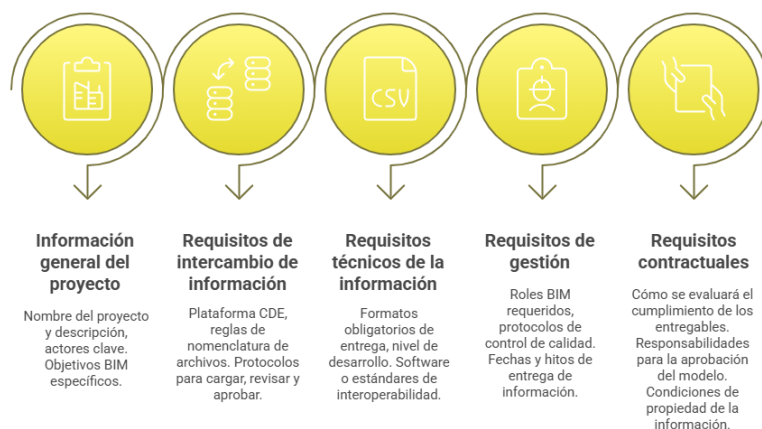
Documentos contractuales: EIR y BEP

EIR (Employer's Information Requirements)

El EIR (Employer's Information Requirements) es el documento estratégico que el cliente —o la entidad que contrata— prepara antes de iniciar el proyecto para dejar muy claro qué información necesita y en qué condiciones debe ser producida. La ISO 19650 lo define como el documento que establece “el qué”: los estándares que deben aplicarse, los formatos de entrega (tanto nativos como IFC), los niveles de información requeridos (LOD y LOI), y los lineamientos de seguridad y gestión de datos que los equipos deben cumplir (ISO, 2018).

En esencia, el EIR traduce lo que el cliente quiere lograr en requisitos técnicos concretos, y por eso se incorpora directamente a los pliegos de licitación. Su función es asegurar que los objetivos organizacionales del cliente se conviertan en parámetros claros y medibles dentro del proyecto (Pastor García, 2019). De este modo la siguiente grafica explica los contenidos para tener en cuenta durante la elaboración del EIR.

Figura 96
Contenidos del EIR



Nota: Elaboración propia.

La razón de ser del EIR es garantizar una contratación transparente y coherente. Al obligar al cliente a definir todo desde el inicio, permite que los oferentes preparen un Plan de Ejecución BIM

(BEP) precontractual que responda específicamente a esas exigencias, demostrando cómo las cumplirán.

Además, al integrarse al contrato, el EIR funciona como un marco de protección tanto técnica como jurídica: evita interpretaciones ambiguas, asegura que la información entregada al final no sea solo un modelo visual bonito, sino una base de datos útil y alineada con los objetivos reales del cliente (por ejemplo, mantenimiento, operación o análisis de costos), y previene la generación de datos innecesarios que solo consumen tiempo y recursos (Eastman et al., 2018).

Es por ello por lo que la siguiente tabla, presenta el EIR del actual Proyecto.

Tabla 3

Tabla EIR del Proyecto

EIR, Employer Information Requirements	
Técnico	
Objetivos del proyecto	Restauración arquitectónica y funcional de la Estación de Tren de Chiquinquirá, garantizando conservación patrimonial y adecuación para uso de transporte.
Objetivos de BIM en el proyecto	Documentar el estado actual con nube de puntos y modelo LOD 300, coordinar disciplinas en restauración (LOD 350-400), entregar modelo As-Built LOD 500 y AIM para mantenimiento.
Usos y alcances BIM	Modelado de condiciones existentes, coordinación interdisciplinaria, control de obra 4D/5D, documentación para licencias, gestión de mantenimiento 6D.
LOD y LOI para cada especialidad y componente	LOD 300-500 LOI A-F
Plataformas colaborativas, Software de modelado y Coordinación	Plataforma colaborativa (usBIM), Software de modelado (Revit Arquitectura, Estructura y MEP) y Software de Coordinación (Navisworks Manager, BIM COLLAB).
Administrativo	
Estándares y normativas	ISO 19650, RESOLUCION 0441 DE 2020, NTC 4595 – Conservación Patrimonial
Roles y responsabilidades	Cliente, Asesor BIM, Gestor de Información, Coordinador BIM contratista, Especialistas Patrimonio.
Segregación de información	POR ESPECIALIDADES, Y POR AREAS.
Plan de entregas	Plan Quincenal, en relación a hitos y alcances,
Plan de calidad	Revisión de avances semanales, y revisión parcial quincenal.
Comercial	
Plataformas de entrega de la información	CDE, usBIM
Formatos de entrega	Modelos nativos RVT, CAD, IFC, PDFs de planos, nube de puntos (E57/LAS).

Nota: Tomado de UGC_CHIQTR_REST_2025_EIR/ Elaboración propia

BEP (BIM Execution Plan)

El Plan de Ejecución BIM (BEP) es el documento operativo que explica cómo el equipo del proyecto gestionará la información para cumplir con todo lo que el cliente definió previamente en el EIR. De acuerdo con la ISO 19650-2, el BEP no es único ni fijo, sino que se desarrolla en dos momentos distintos. Por un lado, está el **BEP Precontractual**, que los oferentes presentan durante la licitación para mostrar su capacidad técnica y su estrategia de trabajo. Y, una vez adjudicado el contrato, se

elabora el **BEP Postcontractual**, donde ya se confirma la cadena de suministro, la infraestructura tecnológica que se va a usar, los roles definitivos y los métodos formales para producir, revisar y entregar la información (ISO, 2018).

En esta fase postcontractual, el BEP se convierte en el documento que unifica los estándares del proyecto: define cómo se federarán los modelos, cómo se organizará el Entorno Común de Datos (CDE), cómo se nombrarán los archivos y cómo funcionarán los controles de calidad que harán posible el trabajo colaborativo sin inconsistencias (Messner et al., 2019). Como se evidencia a continuación.

Figura 97
Proceso de ejecución del BEP



Nota: Elaboración propia.

El BEP funciona como la “hoja de ruta” del proyecto: es el manual que evita que cada actor trabaje a su manera y asegura que toda la información fluya bajo los mismos criterios y procesos. Su

utilidad real está en que es un documento vivo; es decir, debe actualizarse cada vez que haya cambios en el equipo, en la estrategia o en las fases del proyecto (buildingSMART Spain, 2021).

Además, el BEP articula dos piezas claves: la Matriz de Responsabilidades, que deja claro quién hace qué, y el Plan Maestro de Entrega de Información (MIDP), que organiza cuándo y en qué formato se deben entregar los modelos y documentos. Cuando el proyecto no cuenta con un BEP bien estructurado, el riesgo es inmediato: aparecen problemas de interoperabilidad, se pierden datos, los modelos no conversan entre sí y la coordinación se vuelve caótica, afectando directamente los tiempos, los costos y la calidad de la información (Eastman et al., 2018).

Tabla 4

Tabla BEP del proyecto

		ESPECIALIDADES								
		ARQ	EST	SAN	TUB	ELE	SIC	HAVAC	BAS	VOD
1	Levantamiento de condiciones existentes (Modelamiento 'As-Built')	X	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	X								
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								
11	Análisis mecánico								X	
12	Otros análisis de ingeniería									
13	Evaluación de Sostenibilidad (BIM 6D)	X								
14	Validación normativa	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	X							
18	Fabricación digital	X	X							
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)			X	X	X	X	X	X	X
22	Análisis del sistema de edificación									
23	Gestión de activos (BIM 7D)			X	X	X	X	X	X	X
24	Gestión y seguimiento de espacios	X								
25	Planificación y gestión de emergencias	X								

Nota: Tomado de UGC_CHIQTR_REST_2025_BEP / Elaboración propia

Entorno Común de Datos (CDE): estructura y estados

El Entorno Común de Datos (CDE, por sus siglas en inglés *Common Data Environment*) no se entiende simplemente como un depósito digital o una nube de almacenamiento, sino como un sistema integral que combina infraestructura tecnológica con flujos de trabajo controlados para gestionar, organizar y distribuir toda la información del proyecto. Según la ISO 19650-1, el CDE funciona como la “única fuente de la verdad”, un espacio donde cada documento, modelo o dato debe ser validado antes de pasar a manos de otros agentes (ISO, 2018).

Para lograrlo, la norma estructura el CDE en cuatro estados funcionales que ordenan el ciclo de vida de la información: Trabajo en Curso (WIP), destinado al desarrollo interno; Compartido (Shared), donde la información revisada se habilita para la coordinación; Publicado (Published), que contiene la documentación autorizada con validez contractual; y Archivado (Archived), que conserva el registro final e inalterable del proyecto. Este esquema garantiza un flujo de datos controlado, en el que cada fase debe atravesar compuertas de revisión y aprobación antes de ser utilizada por otras disciplinas (buildingSMART Spain, 2021).

Estados del CDE

Los cuatro estados funcionales que deben existir en el CDE son:

- WIP (Work in Progress): trabajo interno de cada disciplina.
- SHARED: información publicada para coordinación multidisciplinar.
- PUBLISHED: información verificada y aprobada para uso contractual/obra.
- ARCHIVED: información histórica/obsoleta, retenida por trazabilidad.

Estos estados definen el flujo WIP → SHARED → PUBLISHED → ARCHIVED y requieren controles de transición documentados (revisiones, aprobaciones).

A continuación se presenta un gráfico que caracteriza al CDE.

Figura 98
Características del CDE



Nota: Elaboración propia.

Estructura de carpetas sugerida

Recomendación (ejemplo práctico y alineado con ISO 19650):

Carpeta Nivel 1: UGC_CHQTRN_REST_2025

Carpeta Nivel 2: UGC_CHQTRN_REST_2025_ARQ

Carpeta Nivel 3: UGC_CHQTRN_REST_2025_ARQ_DOC_TPRO

Carpeta Nivel 3: UGC_CHQTRN_REST_2025_ARQ_MOD_TPRO

Carpeta Nivel 3: UGC_CHQTRN_REST_2025_ARQ_DOC_COMP

Carpeta Nivel 3: UGC_CHQTRN_REST_2025_ARQ_MOD_COMP

Carpeta Nivel 3: UGC_CHQTRN_REST_2025_ARQ_ARCH

Carpeta Nivel 3: UGC_CHQTRN_REST_2025_ARQ_PUBL

El propósito central del CDE es asegurar la trazabilidad, la integridad y la coherencia de los datos, evitando la frecuente dispersión que generan los correos electrónicos, los archivos duplicados o las versiones no controladas. Su utilidad radica en que permite que todos los participantes —desde diseñadores y consultores hasta contratistas y subcontratistas— trabajen siempre con la versión

vigente y aprobada, reduciendo de manera significativa el riesgo de construir con información desactualizada (Eastman et al., 2018). Además, el CDE cumple una función jurídica y de auditoría. Cada interacción queda registrada de manera automática —quién cargó un archivo, quién lo revisó, quién lo aprobó y en qué momento— creando una cadena de responsabilidad completamente transparente. Este registro protege a las partes ante posibles disputas y facilita la entrega final del activo digital al propietario, ya que todo el historial documental del proyecto queda organizado, estructurado y trazable (Preteni-Dujkovic et al., 2021).

Interoperabilidad: IFC, BCF y COBie

IFC (Industry Foundation Classes)

El formato IFC es un estándar internacional abierto (ISO 16739) creado por buildingSMART para permitir el intercambio de datos en la construcción. A diferencia de los formatos nativos de cada software (.rvt, .pln, etc.), el IFC funciona como un esquema neutral que organiza la información del proyecto siguiendo una estructura lógica (Proyecto > Sitio > Edificio > Nivel > Elemento). Este formato no solo lleva la geometría 3D, sino también propiedades, relaciones y atributos de cada objeto del modelo, como muros, vigas o equipos (ISO, 2018). En Colombia, la Resolución 0441 de 2020 exige el uso de formatos abiertos como IFC para la radicación de licencias, asegurando que la información pública pueda leerse sin depender de un software comercial específico (Ministerio de Vivienda, 2020).

Figura 99

Componentes de la interoperabilidad IFC



Nota: Elaboración propia.

El IFC existe para garantizar la interoperabilidad, es decir, que cada disciplina pueda trabajar con su software preferido sin perder información al intercambiar modelos. Funciona como un “archivo de referencia” estable, similar a un PDF 3D enriquecido que captura el estado del diseño en un momento concreto.

También es clave para la preservación digital a largo plazo, porque permite que la información del proyecto siga siendo accesible y legible incluso cuando el software original queda obsoleto (Borrmann et al., 2018).

BCF (BIM Collaboration Format)

El BCF es un formato abierto basado en XML pensado para gestionar la comunicación de incidencias dentro del proceso BIM. Su enfoque es separar los comentarios de la geometría (buildingSMART, 2020).

En vez de enviar modelos completos cada vez que aparece un problema, el archivo BCF solo contiene lo necesario: una captura, la posición de la cámara, el GUID del objeto implicado, la descripción del conflicto, quién debe solucionarlo y el estado de la incidencia (Abierto, Resuelto o Cerrado).

El BCF ayuda a agilizar la revisión y coordinación entre disciplinas. Permite gestionar choques o errores en plataformas centralizadas, de modo que, si un coordinador detecta un problema en Solibri o Navisworks, puede generar un BCF y enviarlo al modelador.

Al abrirlo en Revit u otro software de autoría, el programa lleva directamente al modelador a la vista exacta del conflicto, evitando confusiones y eliminando el uso de correos o tablas desorganizadas (Eastman et al., 2018).

COBie (Construction-Operations Building information exchange)

COBie es una especificación internacional (integrada hoy en ISO 19650-4 y NBIMS-US) centrada en organizar la información *no gráfica* del proyecto. Su objetivo principal es recopilar los

datos que se necesitan para operar y mantener el activo (East, 2016). Aunque COBie es técnicamente una vista del esquema IFC, casi siempre se entrega en hojas de cálculo (.xlsx) o XML, donde se registran espacios, zonas, sistemas y componentes mantenibles, junto con datos como garantías, fabricantes, fechas de instalación y números de serie (NBS, 2016).

COBie existe para evitar la pérdida de información entre la etapa de construcción y la fase de operación. Es el “puente de datos” que permite cargar toda la información del activo en sistemas de mantenimiento (CMMS/CAFM). En lugar de entregar manuales en papel o carpetas desordenadas, el propietario recibe una base de datos estructurada que responde preguntas clave desde el día uno: qué activos existen, dónde están y cómo deben mantenerse (East, 2016). Esto agiliza el inicio de la operación del edificio.

Ciclo de vida de la información: PIM → AIM y aplicaciones por fase

PIM (Project Information Model)

El PIM agrupa los modelos y datos desarrollados durante diseño y construcción. Su función principal es coordinar la ejecución de la obra, soportar planificación 4D/5D y generar entregables contractuales.

AIM (Asset Information Model)

El AIM es el modelo final para operación y mantenimiento (As-Built enriquecido). Incluye toda la información de COBie, manuales, fichas y los metadatos necesarios para FM. La transformación PIM → AIM supone validar y enriquecer la información durante la puesta en marcha y la entrega final.

Conclusiones

BIM no es solo un modelo 3D, es una manera distinta de pensar y trabajar los proyectos, donde la información se convierte en el eje central y todos los actores participan de forma coordinada.

La ISO 19650 nos da un marco claro para organizar la información y mantenerla bajo control en todo el ciclo de vida del activo, mientras que la Resolución 0441 en Colombia aterriza esos principios a la realidad de nuestros proyectos.

El uso de formatos abiertos como IFC, BCF y COBie asegura que la comunicación y la información fluyan sin depender de un único software, garantizando así la interoperabilidad y la transparencia. La evolución del modelo de PIM a AIM demuestra que la información no termina en la construcción, sino que se transforma en un recurso de valor para la operación y mantenimiento del activo. Los beneficios son evidentes: menos errores, más eficiencia, reducción de costos y mayor sostenibilidad. En pocas palabras, BIM mejora tanto el proceso como el resultado final.

En definitiva adoptar BIM, significa avanzar hacia una construcción más colaborativa, eficiente, sostenible y transparente, donde la información es el activo más valioso y donde cada fase del ciclo de vida del proyecto se fortalece con datos confiables y bien gestionados.

MÓDULO 3: MODELADO DE LA EDIFICACIÓN

Preliminares del modelado

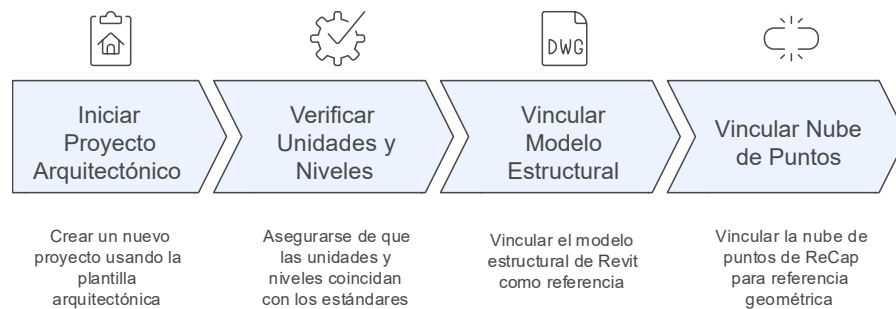
Antes de iniciar el proceso de modelado en Revit, es fundamental preparar un entorno de trabajo ordenado y coherente con las necesidades del proyecto, y establecer las bases para un modelado preciso y controlado, garantizando la compatibilidad entre las distintas disciplinas. En primer lugar, se selecciona la plantilla adecuada según la especialidad —arquitectura, estructura o MEP, lo cual facilita el uso de familias, parámetros y vistas específicas. Posteriormente, se configuran las unidades y estilos del proyecto, ajustándolos a los estándares de documentación Necesarios. Finalmente, se trazan los ejes y niveles de referencia que sirven como base para organizar la geometría y las alturas características del edificio. Estas acciones iniciales aseguran un flujo de trabajo coordinado, que permite representar fielmente el modelado y la documentación del proyecto.

FASE I: Desarrollo y Modelado Arquitectónico

El Modelado Arquitectónico es básicamente el punto de partida de todo el proceso BIM. Aquí es donde se construye el modelo 3D paramétrico que define la forma, la intención del diseño, la parte funcional y también todo lo que tiene que ver con la normativa del proyecto. A diferencia del CAD tradicional, donde solo se dibujan líneas, en BIM cada elemento tiene lógica, información y relaciones reales. El modelo define la envolvente del edificio, sus divisiones internas, los espacios habitables y la materialidad con la que se construirá. Por ello se prepara y se configura la plantilla al iniciar el programa, tal como se muestra a continuación.

Figura 100

Fase Preliminar de configuración del Modelado Arquitectónico



Nota: Elaboración propia.

Desde el punto de vista de la ISO 19650, el modelo arquitectónico es el Modelo de Referencia Principal, es decir, el que marca los límites, alturas, plenos y restricciones que deben respetar las demás disciplinas. Esto garantiza que el diseño original se mantenga coherente mientras se desarrollan las ingenierías (Eastman et al., 2018). El proceso se trabaja de manera iterativa y siguiendo un flujo controlado para asegurar calidad en el modelo.

1. Estrategia de Federación y Configuración Inicial

Antes de empezar a modelar, se define la estructura de archivos en el BEP. Si el proyecto es grande, el modelo se divide por zonas para evitar problemas de rendimiento.

También se ajusta el Sistema de Coordenadas Compartidas usando la topografía real, alineándolo con

el sistema MAGNA-SIRGAS (en Colombia). Esto permite que más adelante el modelo pueda integrarse correctamente en sistemas GIS (Borrmann et al., 2018).

2. Modelado Constructivo por Capas

Los muros, losas y demás elementos no se modelan como bloques genéricos. Se construyen por capas reales (estructura, aislación, acabado, etc.), con sus espesores y propiedades correspondientes. Esto asegura que tanto los detalles constructivos como los cálculos de cantidades sean precisos.

Figura 101

Proceso de modelado de elementos arquitectónicos.



Nota: Elaboración propia.

3. Gestión de Espacios y Zonificación

Se colocan “Habitaciones” o “Espacios”, que aunque no se ven, son esenciales. Ahí se guarda información como el uso del espacio, acabados, requisitos de iluminación y ocupación. Estos datos alimentan las fichas técnicas de espacios (Room Data Sheets).

4. Enriquecimiento de Datos y Clasificación

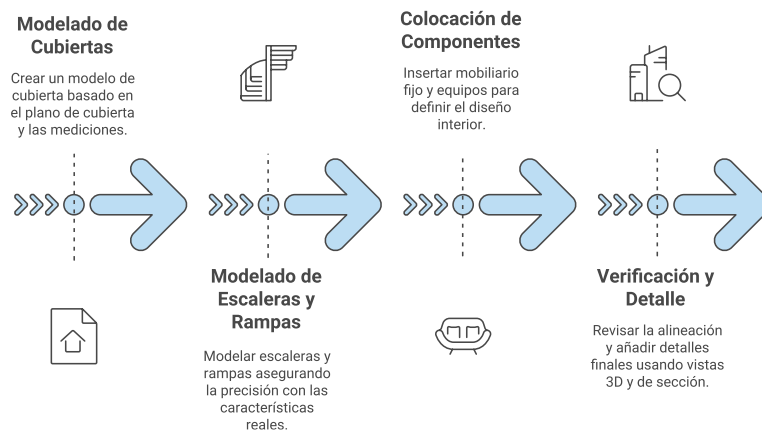
Cada elemento recibe su código de clasificación (Uniclass, OmniClass, GuBIMclass, etc.). Esto permite que los programas de presupuesto identifiquen automáticamente qué tipo de elemento es y lo asignen a la partida correcta.

5. Control de Calidad y Publicación

Antes de publicar el modelo, el arquitecto hace una revisión interna: que no existan objetos duplicados, que los espacios estén correctamente cerrados, que la nomenclatura cumpla los estándares del proyecto. Tal como observamos en la gráfica a continuación.

Figura 102

Proceso de Modelado de Acabado del proyecto.



Nota: Elaboración propia.

Después de validar todo, el modelo se exporta en IFC (con la MVD correcta) y se sube a la carpeta Shared del CDE (ISO, 2018). El Modelado Arquitectónico sirve como la base de todo el proceso BIM. Es el modelo que define el espacio, la forma y las condiciones que deben respetar las demás disciplinas, por eso funciona como la guía para lograr una coordinación precisa entre arquitectura, estructura e instalaciones. También es la herramienta que permite generar toda la documentación necesaria para los trámites y licencias, especialmente en contextos donde se exige información digital estandarizada. Al tener la geometría y los datos completos, se pueden obtener cantidades reales desde las primeras etapas, facilitando la evaluación económica del proyecto.

Además, este modelo permite realizar simulaciones de confort —como iluminación, ventilación y comportamiento térmico— para mejorar el rendimiento del edificio antes de construirlo. Y finalmente, es la base para crear visualizaciones, renders y recorridos virtuales que ayudan a

comunicar la propuesta y apoyar la etapa comercial o de presentación del proyecto. Por ello a continuación se evidencia una parte del proceso de modelado arquitectónico.

Figura 103
Planta de Modelado arquitectónico, y algunos detalles de los elementos.



Nota: Elaboración Propia

Figura 104
Isometría 3D de la fase de modelado arquitectónico del proyecto



Nota: Elaboración Propia

Conclusión de la Fase Arquitectónica

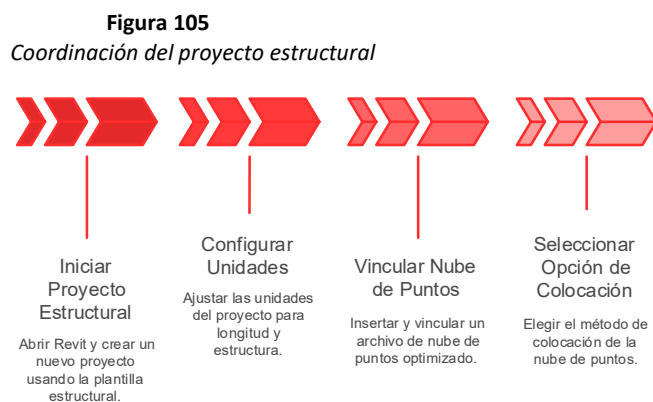
El Modelado Arquitectónico no es solo una representación bonita del edificio: es la base de datos espacial sobre la cual se desarrollan todas las demás disciplinas.

Si la arquitectura está mal o incompleta, los modelos estructurales, las redes y el presupuesto repetirán esos errores.

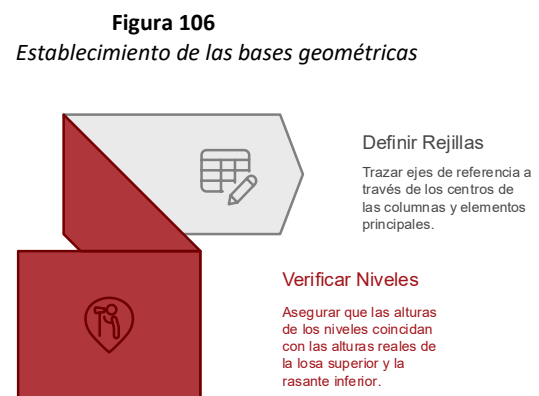
Por eso, aplicar correctamente los estándares de LOD/LOI y garantizar una buena georreferenciación desde esta fase es la mejor estrategia para evitar errores, reprocesos y sobrecostos en obra.

FASE II: Modelado Estructural

El Modelado Estructural es el proceso mediante el cual se construye digitalmente el sistema portante del edificio. Partiendo de la configuración de la plantilla de modelado estructural, para establecer los parámetros y la posible geometría a diseñar, tal como se puede observar en la siguiente grafica.



Nota: *Elaboración Propia*



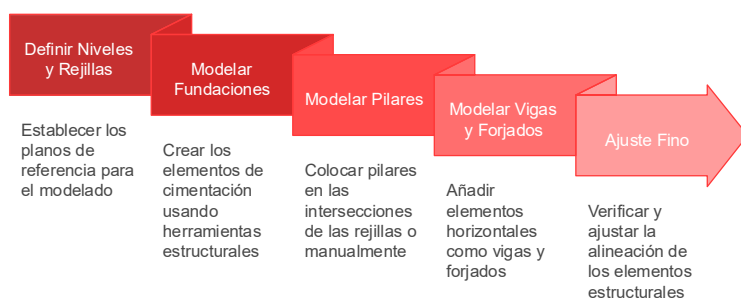
Nota: *Elaboración Propia*

El desarrollo del modelo estructural se realizó siguiendo un proceso secuencial enfocado en la precisión del levantamiento y la coherencia constructiva. El proceso comenzó con la definición de los ejes y niveles a partir del levantamiento físico, elementos que organizan la ubicación y la altura del sistema estructural y permiten que la representación digital corresponda con precisión a las

condiciones reales del inmueble. Posteriormente, se modelaron los elementos portantes —vigas y columnas— utilizando las herramientas de la pestaña *Estructura*, ajustando y personalizando las familias para conservar la forma, proporciones y materialidad del sistema original, incluyendo las irregularidades propias de una edificación patrimonial. A continuación, se desarrolló la modelación de las cimentaciones con base en la información diagnóstica disponible, incorporando los nodos y detalles de unión necesarios para garantizar la estabilidad del conjunto estructural. Luego se abordaron los sistemas horizontales y de circulación, modelando las losas y las escaleras con sus espesores, materiales y condiciones de apoyo, lo que permitió visualizar la estructura completa y evaluar la compatibilidad entre los elementos existentes y las intervenciones proyectadas. Finalmente, de manera paralela se realizó la coordinación analítica verificando la alineación con el modelo arquitectónico, asegurando que los refuerzos estructurales propuestos no afectaran la estética ni la espacialidad del bien patrimonial. Tal cual se observa en la siguiente grafica.

Figura 107

Proceso de modelado de la Fase estructural

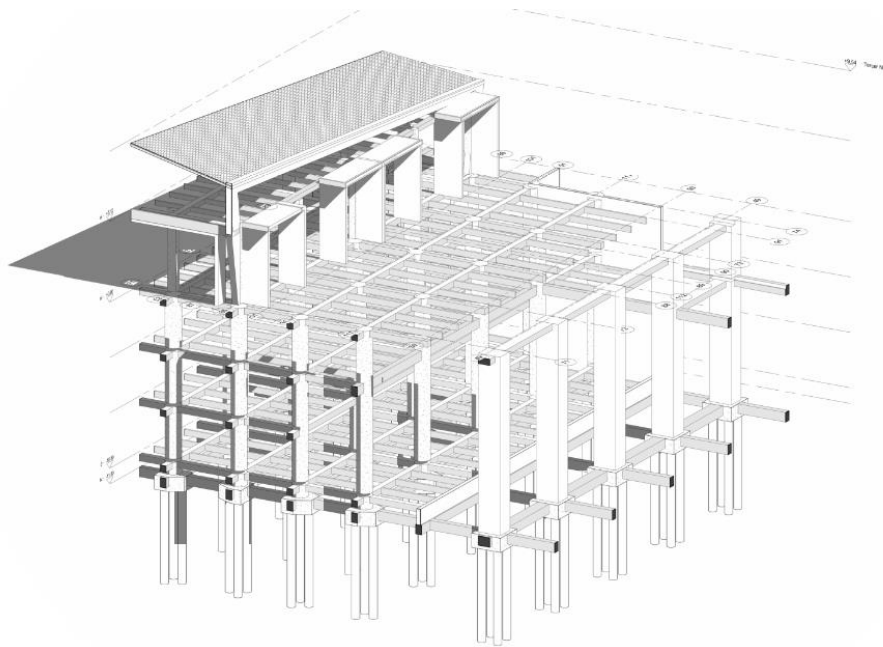


Nota: Elaboración Propia

El modelo estructural en este proyecto aporta beneficios clave, ya que proporciona una base precisa para evaluar el estado actual de la edificación y detectar puntos críticos antes de intervenir, fortaleciendo el diagnóstico y la conservación del bien patrimonial. Asimismo, facilita la coordinación de las intervenciones al permitir planificar refuerzos y soluciones estructurales que sean compatibles con las características físicas y estéticas del inmueble. También optimiza la estimación de materiales mediante la extracción exacta de cantidades tanto de los elementos existentes como de los nuevos

refuerzos, mejorando la planeación presupuestal. Finalmente, permite visualizar y analizar el comportamiento estructural del conjunto, estudiando cómo interactúan volumétrica y constructivamente las preexistencias con las intervenciones proyectadas.

Figura 108
Isométrico 3D del diseño estructural.



Nota: Elaboración Propia Se observan los pilotes y dados de cimentación, la estructura y su amarre mediante vigas y viguetas.

Conclusión de la Fase

El Modelado Estructural consolidó la viabilidad técnica de la intervención. La precisión lograda en ejes, niveles y familias personalizadas permitió generar un modelo confiable para la toma de decisiones. Como resultado, se facilitó la coordinación interdisciplinaria y se garantizó que la propuesta estructural respetara la preexistencia, aportando seguridad y contribuyendo a la preservación del valor patrimonial del edificio.

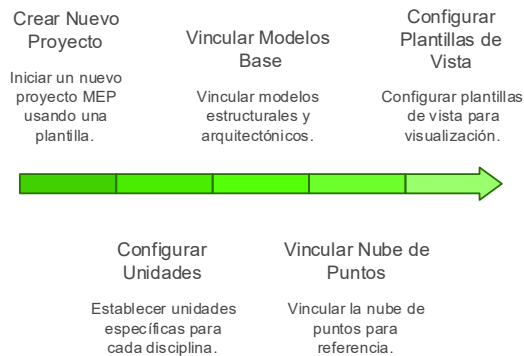
FASE III: Modelado de Instalaciones (MEP)

El modelado MEP representa la integración tecnológica del proyecto y convierte el modelo en una red funcional de sistemas interconectados. A diferencia del modelado puramente geométrico, el

BIM MEP requiere definir circuitos, flujos y relaciones lógicas que permiten validar el comportamiento real de las instalaciones antes de ejecutarlas en obra (Eastman et al., 2018). Teniendo en cuenta esto, es importante configurar la plantilla de trabajo, así como se demuestra a continuación.

Figura 109

Proceso de configuración de plantillas para la producción de los modelos MEP



Nota: Elaboración Propia

Red Eléctrica y Telecomunicaciones

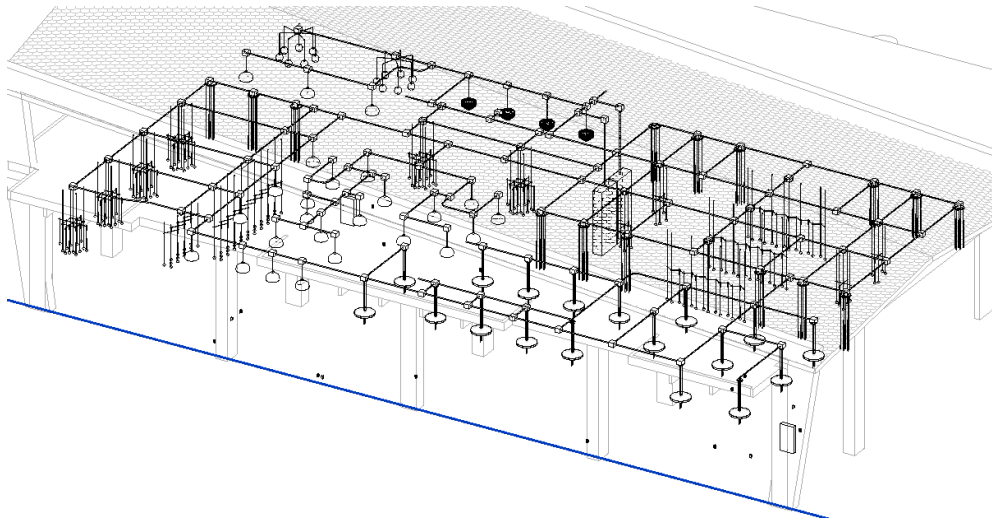
El modelado eléctrico abarca la distribución de energía en Media y Baja Tensión, iluminación y sistemas de corrientes débiles. Más que ubicar luminarias, implica definir circuitos reales que conectan los consumos con los tableros y establecer rutas de cableado mediante bandejas y tuberías.

El proceso inicia con la ubicación de transformadores y tableros según RETIE, seguido del modelado de bandejas y tuberías con geometría real. Luego se configuran los sistemas eléctricos en el software, conectando puntos de consumo para calcular cargas. Generalmente se trabaja en LOD 350 en áreas técnicas y LOD 300 en ramales.

Este modelado permite balancear cargas, coordinar luminarias con otros sistemas y realizar simulaciones lumínicas que garantizan los niveles de iluminación requeridos en cada espacio.

Figura 110

Isométrico del diseño de la red eléctrica del proyecto.



Nota: Elaboración Propia

Conclusión

La red eléctrica funciona como el sistema nervioso del edificio. Su correcta definición garantiza la operatividad de todos los sistemas y evita riesgos generados por interferencias con otras redes, especialmente en zonas de cielos rasos y ductos verticales.

Red Hidrosanitaria (Plomería / Piping)

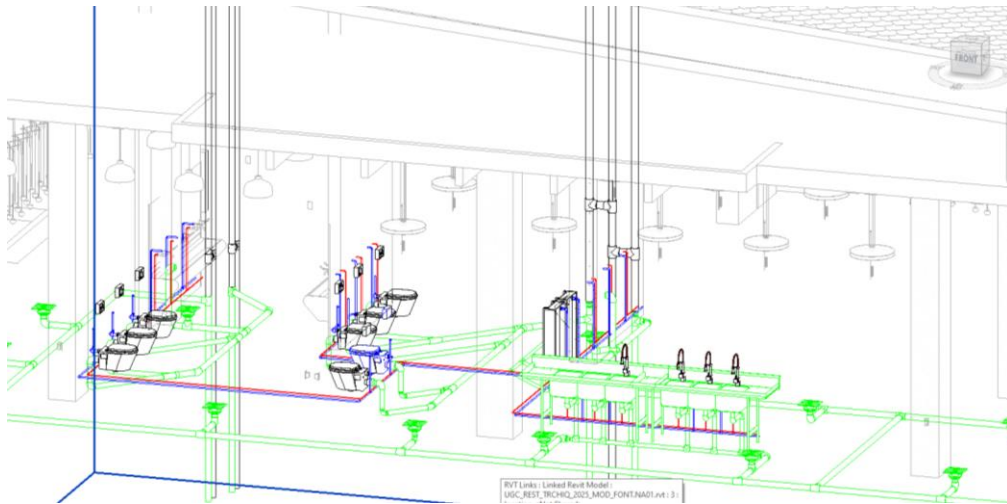
Este subsistema integra las redes de agua fría y caliente, contra incendios y evacuación de aguas residuales y lluvias. Su complejidad proviene de combinar tuberías a presión, que permiten mayor flexibilidad, con sistemas por gravedad que requieren pendientes y trazados exactos.

El modelado empieza con las tuberías de desagüe, ajustando sus pendientes mínimas; luego se trazan las redes de suministro, que tienen mayor libertad. Se incluyen los aislamientos térmicos y se revisan interferencias con la estructura para definir pases antes del vaciado de concreto.

Sirve para evitar perforaciones improvisadas en la estructura, verificar velocidades y pérdidas de presión, y generar tramos prefabricados (spools) que aceleran la instalación en obra.

Figura 111

Isométrico del diseño de la red hidrosanitaria del proyecto



Nota: *Elaboración Propia*

Conclusión

La red hidrosanitaria suele ser la principal fuente de conflictos en obra. Su validación digital es fundamental para asegurar que las pendientes, diámetros y rutas se ajusten a los espacios previstos por la arquitectura, eliminando la improvisación en campo.

Red Mecánica (HVAC)

El modelado HVAC comprende los sistemas de climatización y ventilación mecánica. Dada su dimensión y requerimientos de operación, es el subsistema que más volumen ocupa dentro del edificio. Incluye equipos como UMAs y chillers, además de la red de ductos de inyección, retorno y extracción, y las tuberías de agua helada o refrigerante.

El proceso inicia con la reserva de espacios debido al tamaño significativo de los ductos. Luego se modelan los conductos correspondientes, considerando los radios de curvatura y el espesor del aislamiento. Se asignan filtros de vista para diferenciar los sistemas (inyección, retorno, extracción) y

se verifica la conexión con las otras disciplinas, como las líneas eléctricas o los desagües de condensados.

El modelo HVAC permite realizar análisis energéticos para dimensionar adecuadamente los equipos, estudiar la distribución del aire mediante simulaciones CFD y planificar la logística de montaje en espacios reducidos.

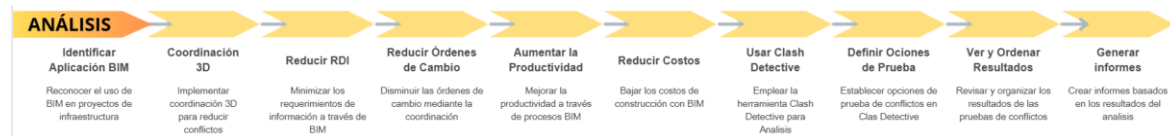
Conclusión

Esta red determina en gran medida las alturas libres del proyecto. Una buena coordinación del modelo HVAC evita la necesidad de bajar cielos rasos y asegura que el sistema funcione correctamente sin afectar la configuración espacial definida por la arquitectura.

MÓDULO IV: COORDINACION DE ESPECIALIDADES, DOCUMENTACIÓN Y TIEMPOS

Figura 112

Proceso de identificación y análisis de interferencias



Nota: *Elaboración Propia*

Análisis de Interferencias o inconsistencias

El Análisis de Interferencias es el proceso que revisa los modelos de Arquitectura, Estructura y MEP dentro del modelo federado para detectar choques geométricos o problemas normativos antes de construir. Más que una función del software, es un control de calidad que confirma que el modelo sea realmente construible y que las disciplinas encajen sin improvisaciones.

El proceso es iterativo y sigue el BEP. Primero se federan los modelos desde el CDE usando un mismo sistema de coordenadas. Luego se arma una Matriz de Interferencias para definir qué disciplinas se revisan entre sí. Posterior se configuran las colisiones: las duras (dos elementos ocupan

el mismo espacio) y las blandas (afectan zonas de operación o mantenimiento). El software genera choques y el Coordinador filtra falsos positivos. Finalmente, los incidentes reales se comunican mediante BCF, enviando la ubicación exacta del problema al modelador para su corrección.

Este análisis reduce retrabajos y desperdicios resolviendo problemas antes de llegar a obra. Disminuye las RFI porque aclara dudas en la etapa de diseño. También valida que los sistemas puedan construirse y mantenerse adecuadamente. Además, evita cambios inesperados de presupuesto al eliminar interferencias que podrían generar sobrecostos. Para esto hay dos opciones de proceso de análisis, uno en Revit y otro en Navisworks, a continuación se muestran gráficos que explican cada proceso por separado.

Figura 113

Proceso de análisis de interferencias en Revit



Nota: Elaboración Propia

Figura 115

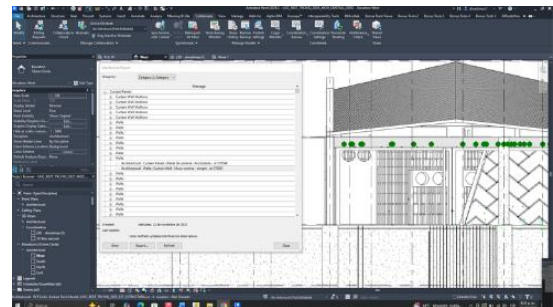
Proceso de análisis de interferencias en Navisworks



Nota: Elaboración Propia

Figura 114

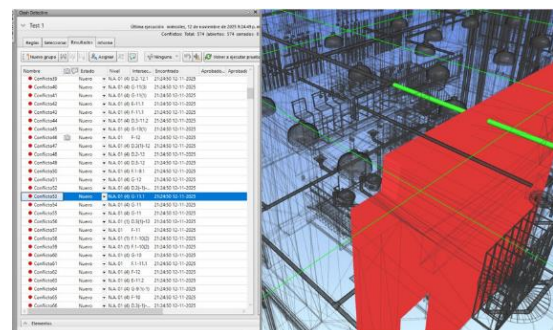
Resultado del análisis de interferencias en Revit



Nota: Captura de pantalla. Imagen propia

Figura 116

Resultado del análisis de interferencias en Navisworks



Nota: Captura de pantalla. Imagen propia

Conclusión

El análisis de interferencias convierte el modelo en una construcción virtual confiable. Más allá de detectar errores, fortalece la comunicación entre disciplinas y asegura que el modelo final sea una guía precisa para ejecutar la obra, reduciendo riesgos técnicos y coordinando mejor el proyecto.

Creación de informes de Coordinación

La creación de informes de coordinación es el proceso que documenta y da seguimiento a las incidencias encontradas durante el análisis de interferencias. No es solo listar errores: es la trazabilidad formal del proyecto, donde cada conflicto queda registrado con responsable, fechas y estado. Este proceso conecta lo que detecta el software con la gestión real del equipo, permitiendo medir el avance y la calidad del modelo.

Tabla 5

Tabla de funciones de la creación de informes de coordinación

Función Principal	Descripción Detallada
1. Registrar Resultados del Análisis	El informe actúa como un documento formal que registra todos los conflictos e interferencias detectadas en el modelo federado (generalmente mediante Navisworks Clash Detective).
2. Analizar y Clasificar Conflictos	Permite analizar los resultados de la detección de interferencias, clasificándolos según su estado (Nuevo, Activo, Aprobado, Resuelto), su prioridad o la disciplina responsable. Esta clasificación ayuda a priorizar las correcciones.
3. Facilitar la Comunicación	El informe se utiliza para comunicar los problemas de coordinación a los diferentes responsables de especialidad (Arquitectura, Estructura, MEP). Un reporte claro asegura que todos los participantes tengan información actualizada y precisa sobre los errores.
4. Permitir la Trazabilidad y Seguimiento	El informe permite el seguimiento de las soluciones . Al registrar el estado de cada conflicto y su resolución, se asegura la trazabilidad del proceso de corrección, garantizando que los problemas no se reintroduzcan y que la coordinación sea efectiva.
5. Mejorar la Coordinación y Reducir Riesgos	En última instancia, la comunicación efectiva a través de los informes mejora la coordinación entre las disciplinas, lo que a su vez reduce el riesgo y los costos derivados de errores o cambios inesperados en la fase de construcción.

Nota: Elaboración Propia

El proceso sigue los lineamientos de la ISO 19650-2 y se ejecuta periódicamente. Primero, el Coordinador filtra falsos positivos y agrupa choques repetidos en una sola incidencia. Luego, los problemas se gestionan en formato BCF, que guarda la vista exacta, los elementos implicados y el responsable para corrección.

Para la gerencia, se generan informes ejecutivos o dashboards con KPIs como incidencias abiertas/cerradas o problemas críticos. Finalmente, todos los reportes se suben al CDE, dejando una trazabilidad de quién reportó y quién solucionó cada incidencia.

Los informes permiten asignar responsabilidades claras y medir el desempeño de cada disciplina. También optimizan las reuniones de coordinación, ya que los problemas simples ya están registrados y listos para revisión. Además, la trazabilidad actúa como respaldo técnico y apoya la certificación de calidad del modelo previo a construcción.

Figura 117

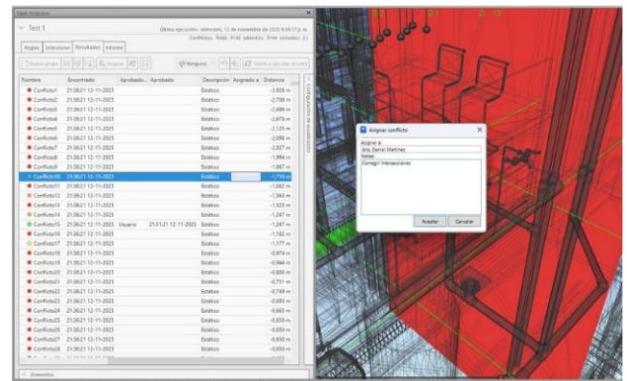
Informe de análisis de coordinación en Navisworks

Imagen	Número de conflicto	Estado	Distancia	Utilización de regla	Descripción	Fecha de Adición	Asignado/Fecha de aprobación	Aprobado por	Punto de conflicto	ID de elemento	Capa	Elemento Nombre	Elemento ID de usuario	Elemento Tipo	Elemento Nombre	Elemento ID de usuario	Elemento Tipo
	1	Abierto	0.00	S.00 - S.00 - 00		2025/11/13 02:36			x=87.496, y=4.712, z=0.210	Elemento ID: 462243	S.E. 03	Metal - Steel	Elemento ID: 462243	Solid	Elemento ID: 462243	S.E. 03	Chapa grande
	2	Abierto	-2.08	S.03 - S.12 - S.01		2025/11/13 02:36			x=22.214, y=6.533, z=0.670	Elemento ID: 297048	S.A. 03	Support Wall Board	Elemento ID: 462243	Solid	Elemento ID: 462243	S.E. 03	Chapa grande
	3	Abierto	-2.09	S.03 - S.12 - N.S. 01		2025/11/13 02:36			x=22.526, y=6.894, z=0.670	Elemento ID: 462243	S.A. 03	Default Wall	Elemento ID: 462243	Solid	Elemento ID: 462243	S.E. 03	Suelo por defecto
	4	Abierto	-2.09	S.03 - S.12 - S.01		2025/11/13 02:36			x=33.134, y=6.533, z=0.670	Elemento ID: 297048	S.A. 03	Support Wall Board	Elemento ID: 462243	Solid	Elemento ID: 462243	S.E. 03	Chapa grande
	5	Abierto	-2.09	S.03 - S.12 - S.01		2025/11/13 02:36			x=35.795, y=6.876, z=0.670	Elemento ID: 462243	S.A. 03	Support Wall Board	Elemento ID: 462243	Solid	Elemento ID: 462243	S.E. 03	Chapa grande
	6	Abierto	-2.08	S.03 - S.12 - S.01		2025/11/13 02:36			x=26.438, y=6.533, z=0.670	Elemento ID: 297048	S.A. 03	Support Wall Board	Elemento ID: 462243	Solid	Elemento ID: 462243	S.E. 03	Chapa grande
	7	Abierto	-2.07	S.03 - S.12 - S.01		2025/11/13 02:36			x=81.252, y=6.793, z=0.210	Elemento ID: 462243	S.E. 03	Metal - Steel	Elemento ID: 462243	Solid	Elemento ID: 462243	S.E. 03	Chapa grande

Nota: Captura de pantalla. Imagen propia

Figura 118

Tabla de análisis de interferencias y visualización 3D de la misma



Nota: Captura de pantalla. Imagen propia

Conclusión

Esta fase convierte la coordinación en un proceso serio y verificable. Sin informes, la detección de choques no tendría impacto. Con un manejo riguroso de BCF y reportes, se asegura transparencia, orden y un modelo final confiable para construir.

Abstracción y creación de cantidades BIM

La abstracción de cantidades (QTO) es el proceso que extrae volúmenes, áreas, longitudes y conteos directamente del modelo BIM. A diferencia de medir planos en 2D, aquí las cantidades vienen de la base de datos del modelo. Para que funcione, los elementos deben tener parámetros completos y estar clasificados con un sistema estándar, lo que permite convertir la geometría en partidas presupuestarias útiles.

Figura 119

Proceso de extracción de cantidades BIM

1	Verificar la Consistencia del Modelado Asegurar que el modelo esté bien construido sin elementos superpuestos o duplicados.
2	Evaluar el Nivel de Desarrollo (LOD) Determinar si el modelo tiene el LOD requerido para la etapa del proyecto.
3	Identificar Elementos del Modelo Nombrar o codificar correctamente los elementos del modelo para una organización eficiente.
4	Añadir Información Esencial Incluir medidas esenciales y propiedades asociadas en los elementos del modelo.
5	Iniciar Navisworks Quantification Abrir la herramienta Navisworks Quantification para comenzar el proceso de medición.
6	Realizar Mediciones de Modelos Extraer automáticamente cantidades de objetos 3D en el modelo.
7	Realizar Mediciones Virtuales Medir manualmente elementos o áreas que no están modeladas.
8	Realizar Mediciones 2D Utilizar planos bidimensionales para la cuantificación cuando sea necesario.
9	Añadir Elementos al Libro de Quantification Agregar elementos seleccionados al libro de cuantificación junto con sus propiedades.
10	Exportar Datos a Excel Exportar las mediciones recopiladas a un archivo de Excel para su análisis posterior.

Nota: Elaboración Propia

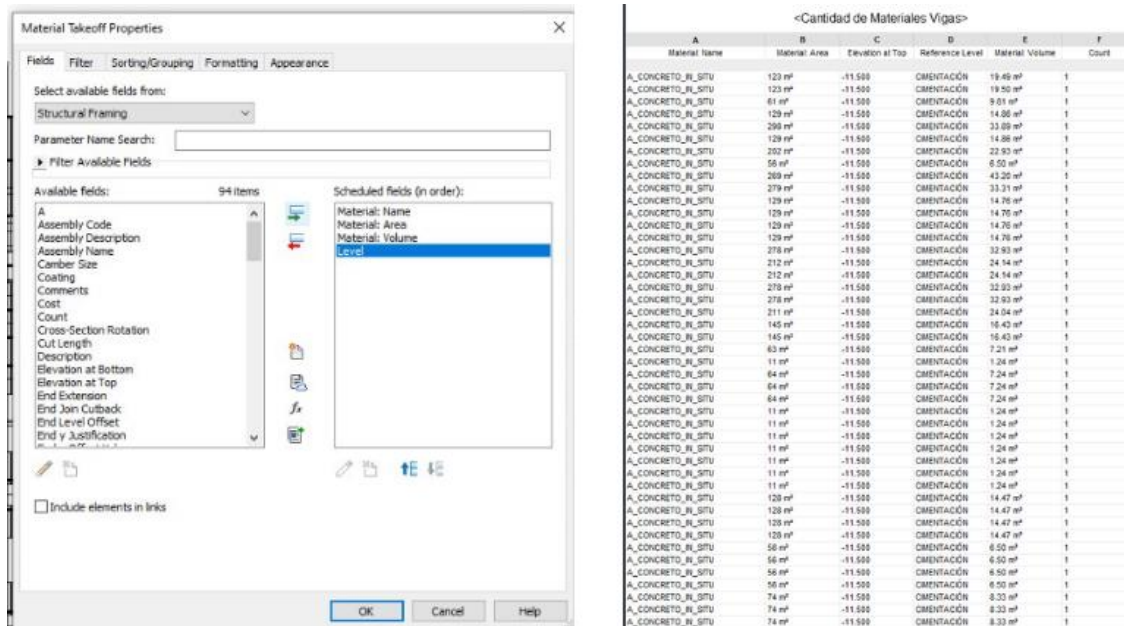
El QTO depende de una buena organización previa. Primero, cada elemento se clasifica con un sistema como Uniclass u OmniClass, conectando así el modelo con la base de precios. Luego se revisan

los parámetros del LOI y se configuran las tablas o exportaciones IFC.

Las cantidades extraídas se vinculan a una base de costos mediante software especializado, y finalmente se valida visualmente que todo lo cuantificado coincida con lo modelado, evitando omisiones o partidas duplicadas.

Figura 120

Proceso y resultado, para obtener una tabla de cantidades



The image shows the 'Material Takeoff Properties' dialog box on the left and a table of material quantities on the right. The dialog box has tabs for 'Fields', 'Filter', 'Sorting/Grouping', 'Formatting', and 'Appearance'. Under 'Fields', 'Structural Framing' is selected. The 'Available fields' list includes 94 items, and 'Material: Volume' is selected in the 'Scheduled fields (in order):' list. The table on the right, titled '<Cantidad de Materiales Vigas>', has columns for Material Name, Material Area, Elevation at Top, Reference Level, Material Volume, and Count. It lists 30 rows of data for concrete beams (A_CONCRETO_IN_SITU) with varying areas and volumes.

Material Name	Material Area	Elevation at Top	Reference Level	Material Volume	Count
A_CONCRETO_IN_SITU	123 m²	-11.500	CIMENTACIÓN	19.46 m³	1
A_CONCRETO_IN_SITU	123 m²	-11.500	CIMENTACIÓN	19.50 m³	1
A_CONCRETO_IN_SITU	61 m²	-11.500	CIMENTACIÓN	9.61 m³	1
A_CONCRETO_IN_SITU	129 m²	-11.500	CIMENTACIÓN	14.86 m³	1
A_CONCRETO_IN_SITU	296 m²	-11.500	CIMENTACIÓN	33.89 m³	1
A_CONCRETO_IN_SITU	129 m²	-11.500	CIMENTACIÓN	14.86 m³	1
A_CONCRETO_IN_SITU	202 m²	-11.500	CIMENTACIÓN	23.93 m³	1
A_CONCRETO_IN_SITU	56 m²	-11.500	CIMENTACIÓN	6.50 m³	1
A_CONCRETO_IN_SITU	269 m²	-11.500	CIMENTACIÓN	43.25 m³	1
A_CONCRETO_IN_SITU	279 m²	-11.500	CIMENTACIÓN	33.31 m³	1
A_CONCRETO_IN_SITU	129 m²	-11.500	CIMENTACIÓN	14.76 m³	1
A_CONCRETO_IN_SITU	129 m²	-11.500	CIMENTACIÓN	14.76 m³	1
A_CONCRETO_IN_SITU	129 m²	-11.500	CIMENTACIÓN	14.76 m³	1
A_CONCRETO_IN_SITU	279 m²	-11.500	CIMENTACIÓN	32.93 m³	1
A_CONCRETO_IN_SITU	212 m²	-11.500	CIMENTACIÓN	24.14 m³	1
A_CONCRETO_IN_SITU	212 m²	-11.500	CIMENTACIÓN	24.14 m³	1
A_CONCRETO_IN_SITU	278 m²	-11.500	CIMENTACIÓN	32.93 m³	1
A_CONCRETO_IN_SITU	211 m²	-11.500	CIMENTACIÓN	24.04 m³	1
A_CONCRETO_IN_SITU	145 m²	-11.500	CIMENTACIÓN	16.43 m³	1
A_CONCRETO_IN_SITU	145 m²	-11.500	CIMENTACIÓN	16.43 m³	1
A_CONCRETO_IN_SITU	63 m²	-11.500	CIMENTACIÓN	7.21 m³	1
A_CONCRETO_IN_SITU	11 m²	-11.500	CIMENTACIÓN	1.24 m³	1
A_CONCRETO_IN_SITU	64 m²	-11.500	CIMENTACIÓN	7.24 m³	1
A_CONCRETO_IN_SITU	64 m²	-11.500	CIMENTACIÓN	7.24 m³	1
A_CONCRETO_IN_SITU	64 m²	-11.500	CIMENTACIÓN	7.24 m³	1
A_CONCRETO_IN_SITU	11 m²	-11.500	CIMENTACIÓN	1.24 m³	1
A_CONCRETO_IN_SITU	11 m²	-11.500	CIMENTACIÓN	1.24 m³	1
A_CONCRETO_IN_SITU	11 m²	-11.500	CIMENTACIÓN	1.24 m³	1
A_CONCRETO_IN_SITU	11 m²	-11.500	CIMENTACIÓN	1.24 m³	1
A_CONCRETO_IN_SITU	128 m²	-11.500	CIMENTACIÓN	14.47 m³	1
A_CONCRETO_IN_SITU	128 m²	-11.500	CIMENTACIÓN	14.47 m³	1
A_CONCRETO_IN_SITU	129 m²	-11.500	CIMENTACIÓN	14.47 m³	1
A_CONCRETO_IN_SITU	56 m²	-11.500	CIMENTACIÓN	6.50 m³	1
A_CONCRETO_IN_SITU	56 m²	-11.500	CIMENTACIÓN	6.50 m³	1
A_CONCRETO_IN_SITU	56 m²	-11.500	CIMENTACIÓN	6.50 m³	1
A_CONCRETO_IN_SITU	74 m²	-11.500	CIMENTACIÓN	8.33 m³	1
A_CONCRETO_IN_SITU	74 m²	-11.500	CIMENTACIÓN	8.33 m³	1
A_CONCRETO_IN_SITU	74 m²	-11.500	CIMENTACIÓN	8.33 m³	1

Nota: Captura de pantalla. Imagen propia

La dimensión 5D permite presupuestos dinámicos que se actualizan automáticamente con los cambios del modelo. Esto reduce la incertidumbre en las cantidades, mejora la precisión económica y facilita la planeación del flujo de caja. Además, apoya al área de compras con datos exactos para optimizar materiales y reducir desperdicios.

Conclusión

El QTO demuestra la calidad real del modelado: si el modelo está bien hecho, el presupuesto será confiable. Su valor está en liberar al estimador de medir planos manualmente, permitiéndole enfocarse en el análisis de costos y la ingeniería de valor.

Configuración de planimetría y documentación

La Configuración de Planimetría y Documentación es el proceso en el que se definen las plantillas, los estándares gráficos y los protocolos de anotación que permitirán generar de manera automática los planos 2D (plantas, cortes, fachadas y detalles) directamente desde el Modelo de Información del Proyecto (PIM). Su función principal es garantizar que esos planos sean una representación fiel del modelo 3D y, además, que cumplan con todos los requisitos técnicos, normativos y gráficos del proyecto, incluidos los establecidos por la Resolución 0441 de 2020 del Ministerio de Vivienda en Colombia. Esta fase depende totalmente de los estándares definidos desde el inicio del proyecto, ya sea en el BEP o en el Protocolo de Modelado. Por ello el siguiente grafico explica el paso a paso para la elaboración de documentos planimétricos.

Figura 121

Pasos para la configuración de la planimetría



Nota: Elaboración Propia

Estandarización de Vistas y Plantillas:

Se configuran las plantillas de vista para cada disciplina (Arquitectura, Estructura, MEP), asegurando que los estilos gráficos, escalas, filtros de visibilidad y niveles de detalle sean consistentes en todos los

documentos.

También se crean los cajetines con campos paramétricos que toman automáticamente la información del proyecto (nombre, versión, fecha, autor, etc.) desde los datos del modelo.

Extracción Coherente:

Los planos se generan directamente a partir del modelo 3D, lo que garantiza que cualquier cambio se actualice automáticamente en la documentación (Autodesk, 2018).

Toda la información se organiza usando una nomenclatura estandarizada (buildingSMART Spain, 2021), con códigos de disciplina (ARQ, EST, RDE) y secuencias de entrega que aseguran su correcta clasificación en el CDE.

Anotación y Etiquetado Paramétrico:

Se utilizan etiquetas y notas paramétricas que extraen información directamente de los elementos modelados. Esto hace que los planos incluyan datos actualizados y coherentes con el LOI exigido (por ejemplo, una puerta muestra su clasificación, resistencia al fuego, etc.).

Verificación Final y Publicación:

Antes de publicar, se realiza una revisión de calidad (QA/QC) para confirmar que todos los documentos cumplen con el EIR (Pastor García, 2019).

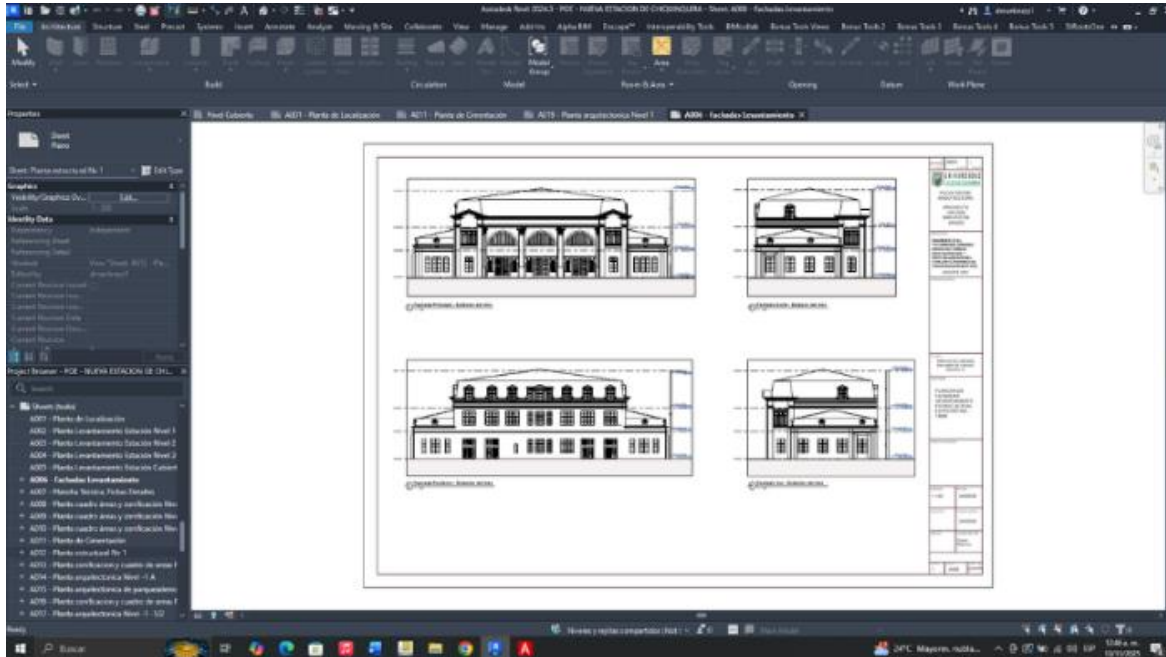
Finalmente, los planos aprobados se cargan al Entorno Común de Datos (CDE), normalmente como PDF, y se les asigna su estado de publicación final (Bricsys, s.f.).

- **Control de Calidad Documental:** Asegura que los planos coincidan exactamente con el modelo, eliminando errores típicos de la documentación tradicional.
- **Cumplimiento Regulatorio:** Facilita la creación de un paquete de planos que cumple con lo requerido para licencias y trámites oficiales (Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio, 2020).
- **Eficiencia en Obra:** Proporciona planos claros y coordinados que evitan confusiones y reducen las RFIs.

- **Base para el AIM:** Permite generar los planos As Built a partir del PIM final, facilitando su uso en la fase 7D y en la gestión de activos.

Figura 122

Visualización de un formato planimétrico del proyecto



Nota: Captura de pantalla. Imagen propia

Conclusión de la Fase

Esta etapa convierte el modelo coordinado en los documentos oficiales del proyecto. La estandarización de plantillas, la correcta configuración gráfica y la extracción automática de los planos garantizan una documentación precisa, coherente y lista para aprobación. Con esto se cierra el ciclo de diseño y coordinación, asegurando que la obra inicie con la información correcta y con la calidad exigida.

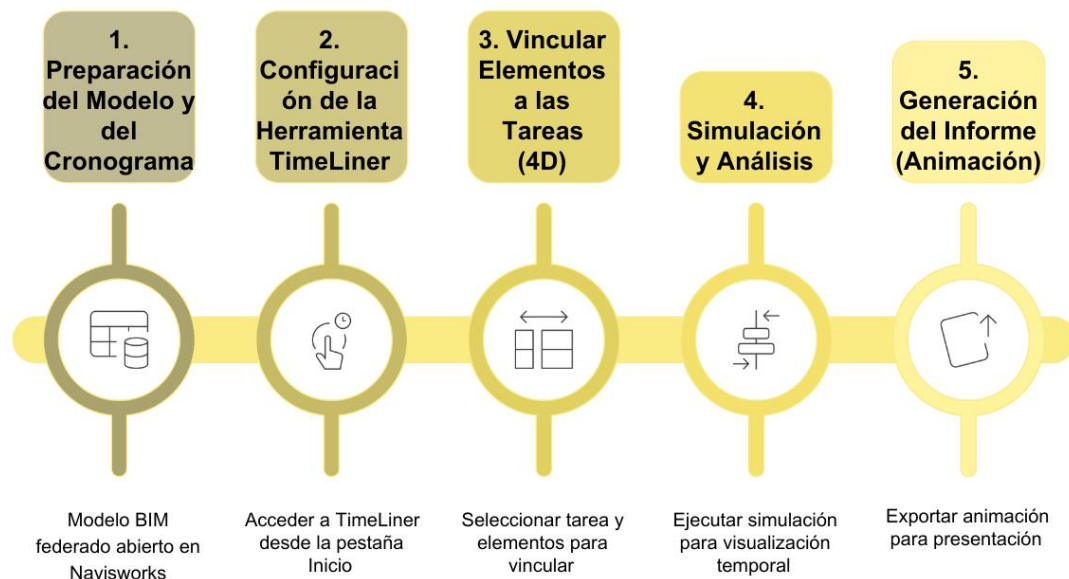
Simulación de actividades constructivas 4D

La Simulación de Actividades Constructivas 4D consiste en integrar la dimensión tiempo al modelo 3D coordinado (PIM). Básicamente, se crea un vínculo directo entre los elementos del modelo y las tareas del cronograma para visualizar cómo se construye el proyecto paso a paso.

El resultado es una simulación que muestra la aparición y avance de los elementos según las fechas programadas, permitiendo entender de forma clara la secuencia constructiva antes de ejecutarla en obra, teniendo en cuenta esto el siguiente grafico ayuda a entender el proceso de creación de esta simulación.

Figura 123

Proceso de creación de una simulación 4D en Navisworks



Nota: *Elaboración Propia*

El desarrollo de la simulación 4D es un trabajo conjunto entre el Coordinador BIM y el equipo de Planificación. Requisitos Previos:

- **Modelo 3D Coordinado:** Debe estar libre de interferencias críticas y con un LOD adecuado (usualmente 300/350) para identificar y vincular cada elemento.
- **Cronograma Detallado:** El equipo de planificación debe entregar un cronograma validado (CPM o Gantt) con su estructura de trabajo (WBS) y dependencias claras.

Vinculación de Datos

El Coordinador BIM importa el modelo federado y el cronograma en un software de simulación (Navisworks, Synchro, entre otros).

Después se realiza el mapeo, asignando cada elemento o conjunto del modelo a la actividad que le

corresponde. Por ejemplo, la tarea “Vaciado de Losa Nivel 5” se conecta directamente con la geometría de esa losa.

Ejecución de la Simulación

Con todo vinculado, el software genera una animación que reproduce la construcción del proyecto de acuerdo con las fechas del cronograma.

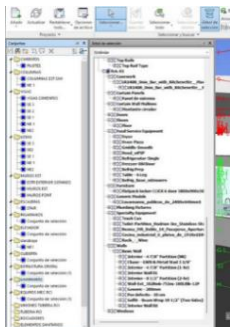
Esta visualización permite revisar la secuencia y anticipar problemas logísticos o de seguridad mucho antes de llegar al sitio.

Su utilidad es:

- Optimización de la Secuencia: Permite validar el orden constructivo y detectar solapamientos, retrasos potenciales o conflictos con la logística de obra, ajustando el plan antes de ejecutar.
- Análisis de Impacto: Cualquier cambio en el cronograma se refleja de inmediato en la simulación, facilitando entender cómo afecta al resto del proyecto.
- Mejor Comunicación: Es una herramienta visual muy clara para comunicar el plan a todos los involucrados: operarios, interventoría, cliente y dirección del proyecto.
- Seguridad y Logística: Facilita planear ubicación temporal de grúas, andamios, accesos y zonas de trabajo en cada fase.

Figura 124

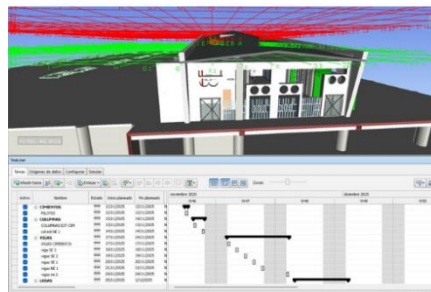
Selección de elementos



Nota: Captura de pantalla. Imagen propia

Figura 125

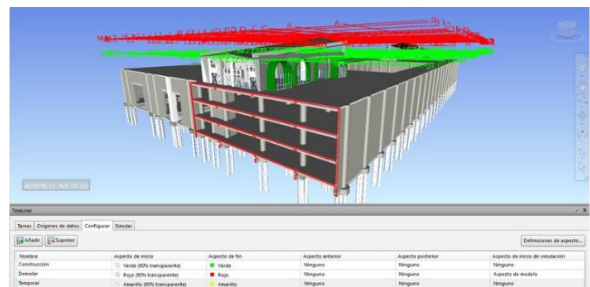
Parametrización de la simulación y sus tiempos



Nota: Captura de pantalla. Imagen propia

Figura 126

Resultado parcial de la simulación



Nota: Captura de pantalla. Imagen propia

Conclusión

La Simulación 4D conecta directamente el diseño con la ejecución. Permite construir virtualmente el proyecto antes de construirlo físicamente, reduciendo riesgos, retrasos y errores en la planificación. Su correcta implementación asegura una obra más eficiente, segura y alineada con los tiempos establecidos en el BEP.

MODULO V: REALIDAD VIRTUAL IMERSIVA

Exportación a IFC entre otros

La exportación a IFC es el proceso de convertir el modelo nativo (Revit, Archicad, Tekla, etc.) a un formato abierto y universal: **IFC**, regulado por la **ISO 16739-1**.

Este formato guarda la geometría y también la información del modelo (materiales, propiedades, ubicación y relaciones).

Su objetivo es permitir que cualquier software pueda leer y usar esos datos sin depender de un programa específico.

Figura 127

Proceso de exportación BIM



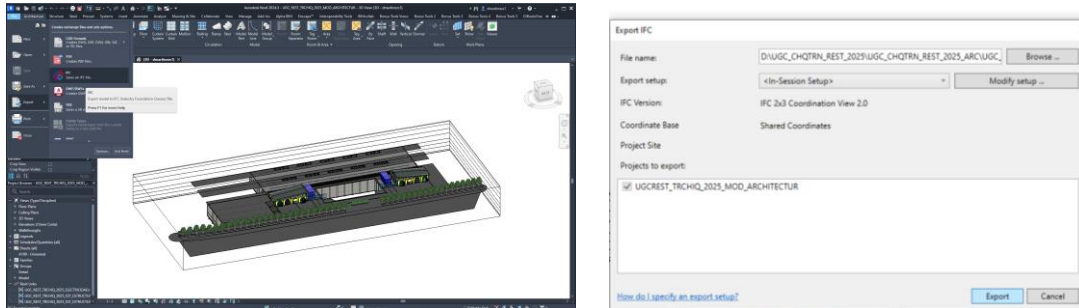
Nota: Elaboración Propia

Su función principal sirve para conectar: Interoperabilidad: Permite coordinar modelos hechos en diferentes softwares. Cumplimiento normativo: Cada vez más requerido en proyectos públicos

(Estrategia Nacional BIM 2020–2026). Y Preservación del activo: Garantiza acceso al modelo a largo plazo, incluso si el software original deja de existir.

Figura 128

Pantallazos del proceso de exportación IFC



Nota: Captura de pantalla. Imagen propia

Conclusión

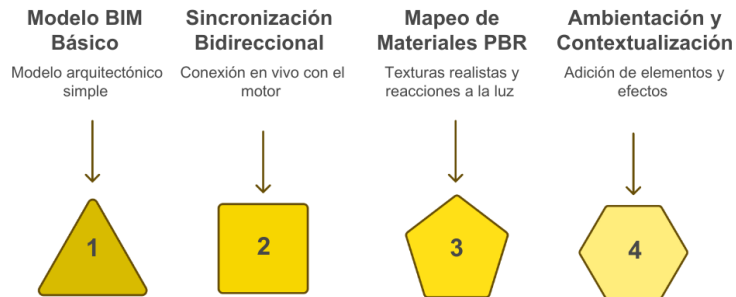
Exportar a IFC es un paso clave para asegurar que el modelo sea entendible, usable y compatible en cualquier plataforma.

No es solo un “guardar como”: es asegurar que el proyecto tenga un **modelo abierto, limpio y listo** para coordinación, costos, sostenibilidad y operación.

Renderización en Tiempo Real (Real-Time Rendering)

La Renderización en Tiempo Real es una forma de visualización que genera imágenes de manera instantánea, logrando velocidades interactivas superiores a 30 fps. A diferencia del renderizado tradicional que se demora horas por imagen, aquí todo se procesa gracias a la potencia de las GPU actuales. Básicamente, esta técnica convierte el modelo BIM en una experiencia visual dinámica. Se utilizan motores como Unreal Engine, Twinmotion o Lumion, que permiten simular la luz, los materiales y el entorno en vivo. Esto hace que uno pueda recorrer el proyecto, cambiar variables y evaluar decisiones al instante, lo cual facilita muchísimo la comprensión espacial (Epic Games, 2023; Wang et al., 2014). El proceso consiste en sincronizar el modelo BIM con el motor de visualización y reemplazar los materiales por versiones más realistas. Se desarrolla en tres pasos principales:

- Sincronización Bidireccional (Live Sync):
- Mapeo de Materiales PBR (Physically Based Rendering):
- Ambientación y Contextualización (Assets)

Figura 129*Proceso de Renderización en tiempo real**Nota: Elaboración Propia*

Su propósito principal es: Validación de Diseño lo que permite hacer revisiones rápidas y comparar alternativas de forma inmediata. Cambiar acabados, probar iluminaciones o revisar distribuciones toma segundos, lo que agiliza la toma de decisiones. Comunicación con Stakeholders que ayuda los clientes entiendan el proyecto sin necesidad de interpretar planos. Al verlo como un recorrido real, disminuyen los malentendidos y los cambios tardíos durante la obra (buildingSMART Spanish Chapter, 2014). Experiencias Inmersivas (VR/AR) que son la base para generar experiencias de Realidad Virtual. Con gafas VR, los usuarios ven el proyecto a escala real, lo cual es útil para revisar ergonomía, seguridad, señalización y experiencia del usuario (Sacks et al., 2018).

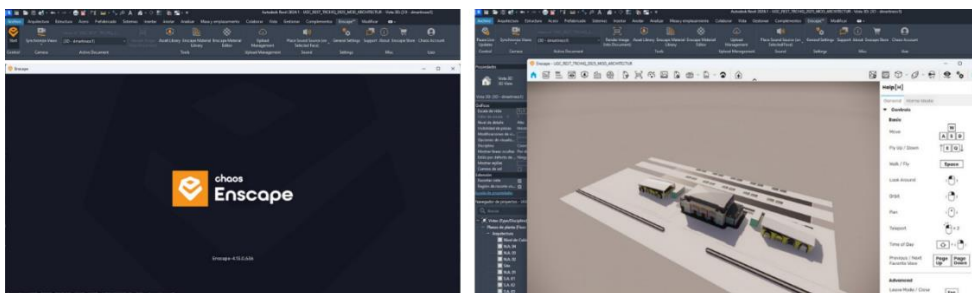
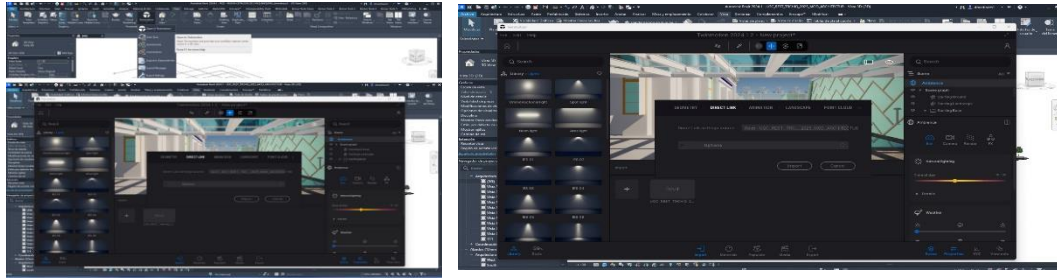
Figura 130*Renderización en tiempo real en Enscape**Nota: Captura de pantalla. Imagen propia*

Figura 131

Renderización en tiempo real en Twinmotion



Nota: Captura de pantalla. Imagen propia

Conclusión

La Renderización en Tiempo Real trasciende lo estético: es una herramienta de comunicación visual que convierte la información técnica del BIM en una experiencia comprensible para todos. Bien utilizada, asegura que la intención del diseño se mantenga clara y facilita tanto la aprobación del proyecto como su comercialización.

Fotomontaje y Retoques Fotográficos 3D

El Fotomontaje y Retoque Digital —conocido técnicamente como Composición Digital— es una técnica de postproducción que integra un modelo 3D (PIM) dentro de una fotografía real. A diferencia del render tradicional, que genera una escena completamente digital, aquí el objetivo es lograr que el proyecto se vea como si realmente estuviera en el sitio.

Figura 132

Proceso para la creación de fotomontajes

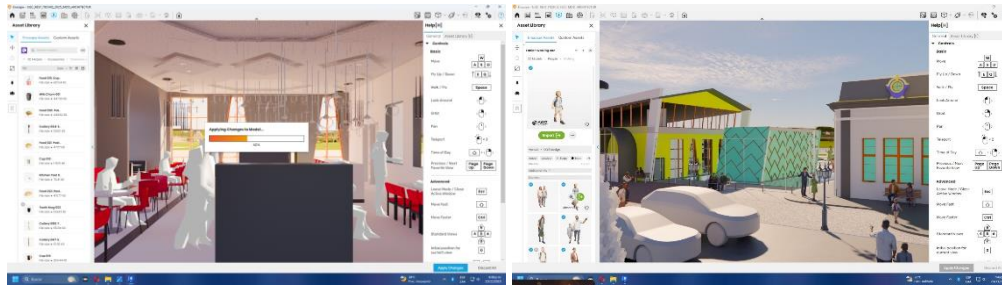


Nota: Elaboración Propia

Este proceso busca crear una imagen híbrida realista integrando un modelo arquitectónico 3D en una fotografía real, asegurando que coincidan en luz, escala y perspectiva mediante un retoque final imperceptible. Esta técnica tiene aplicaciones cruciales como la **Evaluación de Impacto Visual (VIA)**, que analiza cómo el proyecto afecta el paisaje y cumple con la normativa, y la **Validación Contextual del Diseño**, que evalúa la armonía de la propuesta con su entorno inmediato. Además, este enfoque genera una comunicación de alta credibilidad, resultando más convincente para clientes e inversores que los renders tradicionales con fondos genéricos.

Figura 133

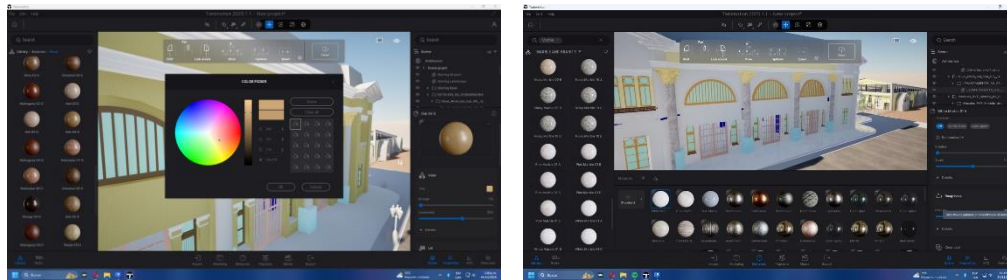
Fotomontaje interior – Exterior, edición de elementos gráficos – Enscape



Nota: *Captura de pantalla. Imagen propia*

Figura 134

Fotomontaje exterior, edición de materiales – Twinmotion



Nota: *Captura de pantalla. Imagen propia*

Conclusión

El Fotomontaje 3D es el punto donde la arquitectura propuesta se confronta con la realidad. No es un proceso decorativo, sino una técnica de verificación visual que permite anticipar impactos, evitar errores y comunicar con claridad. Cuando está bien ejecutado, convierte el PIM en una evidencia confiable que respalda decisiones de diseño, normativas y de gestión antes de iniciar obra.

Ambientación Climática y Gestión Lumínica

Esta fase se centra en simular la iluminación natural y las condiciones atmosféricas reales del sitio. El objetivo es que el modelo digital responda a la luz y al clima igual que lo haría en la vida real. El eje principal es la Iluminación Basada en Imágenes (IBL), realizada con mapas HDRI. Estos archivos no son solo una imagen de fondo: contienen información de luz real (intensidad, dirección, color en Kelvin). Gracias a eso, el modelo se ilumina como si estuviera bajo un cielo verdadero, generando sombras, reflejos y tonos físicamente correctos (Akenine-Möller et al., 2018; Chaos Group, 2023).

Figura 135

Proceso de ambientación climática y gestión de luces y sombras

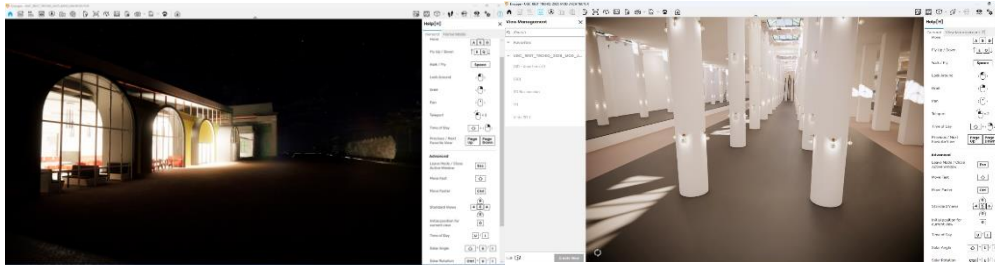


Nota: Elaboración Propia

Sirve para realizar análisis bioclimático y solar esencial para evaluar estrategias pasivas de diseño, como el ingreso de luz natural, el manejo de sombras y la sostenibilidad del proyecto. La correcta ambientación lumínica también es fundamental para la percepción de la volumetría, ya que la luz y las sombras revelan la forma, profundidad y materialidad del edificio. Finalmente, la iluminación es clave para la narrativa visual, permitiendo definir el carácter y la atmósfera de la escena, desde un cielo nublado que suaviza la arquitectura hasta un atardecer que evoca sensaciones más emocionales.

Figura 136

Referencias del manejo de luces y sombras en diferentes espacios del proyecto



Nota: Captura de pantalla. Imagen propia

Conclusión

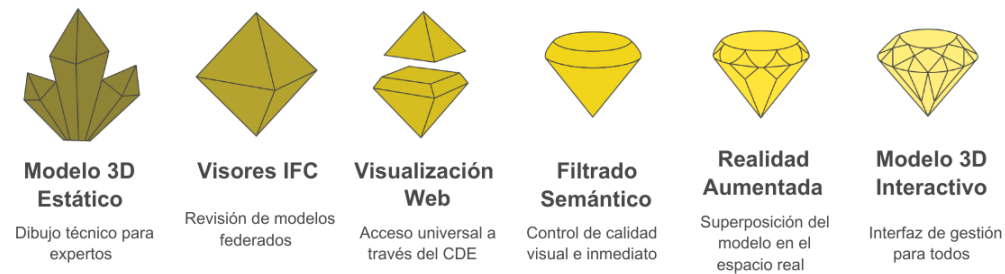
La gestión lumínica convierte el modelo en un espacio creíble. Más allá del aspecto visual, permite validar el comportamiento real del edificio frente al clima y la luz natural. Es una fase decisiva para asegurar que la representación final sea realista, funcional y confiable antes de pasar a la presentación o revisión del proyecto.

Visualización de Modelos 3D para la Gestión

La Visualización para la Gestión es el uso del modelo 3D como herramienta técnica, no para lograr fotorrealismo, sino para revisar, comunicar y consultar información del proyecto. Aquí el modelo BIM (PIM) actúa como una base de datos navegable: permite que cualquier participante —sin ser experto en modelado— pueda entender la geometría, validar normativas y revisar la coordinación. En esta fase, el modelo cambia de ser un “dibujo” a ser una interfaz de gestión interactiva.

Figura 137

Proceso de visualización de modelos 3D

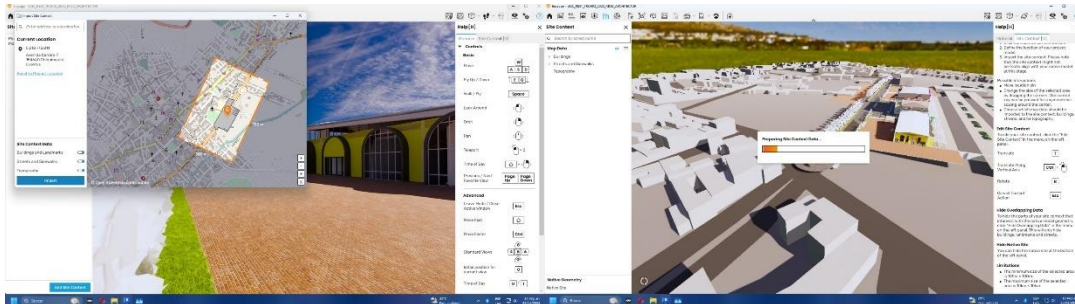


Nota: Elaboración Propia

La visualización del modelo 3D funciona como herramienta técnica, no para lograr fotorrealismo, sino para revisar, comunicar y consultar información del proyecto. Aquí el modelo BIM actúa como base de datos navegable: permite que cualquier participante pueda entender la geometría, validar normativas y revisar la coordinación. Así como la concordancia con el entorno, como se evidencia, además de permitir visualizar en forma de visual de dron, vuelo o peatón, los aspectos del objeto arquitectónico.

Figura 138

Visualización de modelo, adición de su geolocalización, y su entorno en 3D



Nota: Captura de pantalla. Imagen propia

Conclusión

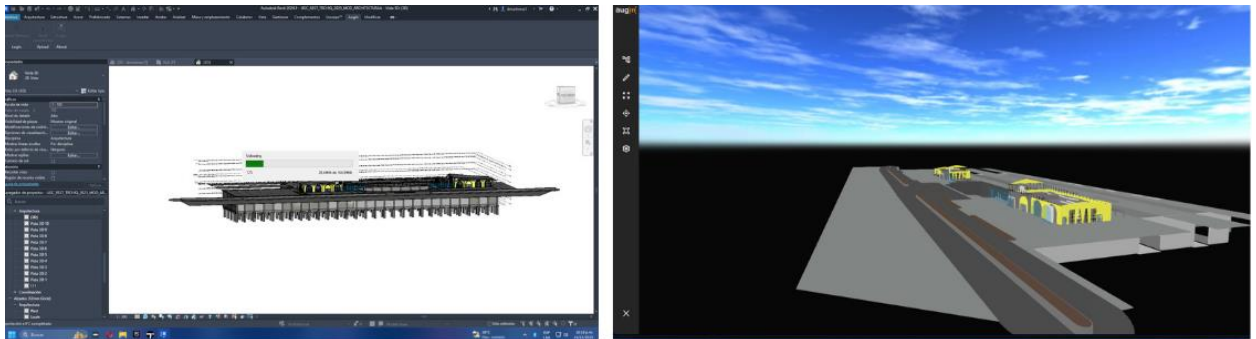
La Visualización para la Gestión muestra el verdadero valor operativo del BIM. Mientras que el renderizado vende la idea, esta fase construye el proyecto: permite que la información del modelo realmente llegue a la toma de decisiones, a la coordinación y al trabajo en campo. Su fuerza está en convertir los datos en una herramienta de gestión clara y accesible.

Realidad Virtual Inmersiva

La Realidad Virtual Inmersiva (VR) sustituye por completo la percepción del entorno real por un espacio digital tridimensional. En el contexto BIM, permite experimentar el modelo a escala 1:1 mediante visores VR (HMD), generando sensación de presencia y profundidad estereoscópica. Con esto, el usuario puede recorrer y habitar el proyecto antes de construirlo, validando ergonomía, accesibilidad y funcionalidad espacial desde el diseño.

Figura 139*Proceso para la realidad virtual inmersiva**Nota: Elaboración Propia*

La VR inmersiva convierte el modelo BIM en una experiencia realista que fortalece la toma de decisiones. Reduce incertidumbre, mejora la comprensión del proyecto y valida la funcionalidad antes de construir. Es una de las herramientas más sólidas para anticipar errores y asegurar que el diseño funcione para quienes lo usarán y operarán. Por esto mismo es que se usa la app Augin como uno de los softwares que permiten la inmersión en realidad virtual

Figura 140*Montaje y visualización de realidad virtual en la app AUGIN**Nota: Captura de pantalla. Imagen propia*

Conclusión

La VR inmersiva convierte el modelo BIM en una experiencia realista que fortalece la toma de decisiones. Reduce incertidumbre, mejora la comprensión del proyecto y valida la funcionalidad antes de construir. Es una de las herramientas más sólidas para anticipar errores y asegurar que el diseño funcione para quienes lo usarán y operarán.

CONCLUSIONES GENERALES DE LA METODOLOGÍA BIM

El módulo uno deja claro que BIM funciona cuando la información está ordenada desde el comienzo. Las normas (como la ISO 19650) y el CDE permiten que todos trabajen con la misma base y que el proyecto avance sin confusiones. La idea principal es que BIM no es solo usar software, sino adoptar un sistema que garantiza información confiable y una colaboración real entre equipos. Sin esta base, ningún flujo BIM funciona bien.

El módulo tres se entiende como que el modelo no es solo un dibujo 3D, sino la base de datos del proyecto. Modelar con intención —según el LOD/LOIN y los requisitos del empleador— asegura que cada elemento tenga la información justa y necesaria. La conclusión es que un buen modelado define la calidad del proyecto completo, porque de ahí salen la coordinación, las cantidades y la gestión.

El módulo cuatro demuestra que la coordinación y el 4D son claves para evitar problemas en obra. Detectar colisiones, programar el modelo y generar documentación clara reduce riesgos, costos y retrasos. La conclusión es que el modelo deja de ser solo diseño y se convierte en una herramienta real de planeación y control del proyecto.

Finalmente el módulo cinco muestra cómo la VR y la visualización llevan el modelo a una experiencia directa. Ver el proyecto a escala real, renderizar en tiempo real o usar fotomontajes ayuda a tomar decisiones seguras y reduce la incertidumbre. La conclusión es que estas herramientas fortalecen el diseño, mejoran la comunicación con el cliente y permiten detectar errores antes de construir.

CONCLUSIONES

Este proyecto no solo impulsa la recuperación física de la estación de ferrocarril de Chiquinquirá, sino que redefine su papel dentro de la ciudad al convertirla en un punto activo de encuentro, cultura y memoria. La intervención parte del respeto profundo por su valor patrimonial, demostrando que revitalizar no es congelar, sino abrir nuevas posibilidades a partir de lo que ya existe. Los espacios antes inactivos se transforman en equipamientos culturales que fortalecen el tejido social y reafirman la estación como infraestructura comunitaria.

A esta visión se suma la metodología BIM, que aporta precisión y claridad en cada etapa del proceso. La organización de la información, la coordinación temprana y la validación espacial (incluso a escala real mediante VR) permitieron tomar decisiones fundamentadas y garantizar que la intervención dialogara correctamente tanto con la estructura histórica como con los nuevos usos. En conjunto, BIM se convierte en un soporte esencial para lograr una restauración consciente, eficiente y alineada con los estándares contemporáneos de gestión del patrimonio.

El proyecto, además, apuesta por la sostenibilidad mediante estrategias bioclimáticas y la reutilización de elementos existentes, mostrando que el patrimonio puede responder a los retos actuales sin perder su esencia. Con ello, esta propuesta se consolida como referencia para futuras intervenciones en otros conjuntos ferroviarios del país, planteando una mirada responsable y actualizada sobre cómo el pasado puede seguir construyendo ciudad hoy.

BIBLIOGRAFÍA

Agencia Nacional de Infraestructura – ANI. (2021). Manual de normatividad férrea de Colombia.

Gobierno de Colombia. https://normograma.ani.gov.co/docs/SGR_REGULACION_FERREO/

Akenine-Möller, T., Haines, E., & Hoffman, N. (2018). *Real-Time Rendering* (4.ª ed.). CRC

Press. <https://doi.org/10.1201/b22086>

Asensio, S. (2019). Rehabilitación del patrimonio industrial: de la estación al Musée d'Orsay [Trabajo de grado, Universidad de Zaragoza]. Zeguan. <https://zeguan.unizar.es/record/85353/files/?ln=es>

ASHRAE. (2021). *ASHRAE Handbook—Fundamentals (SI Edition)*. American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers.

Autodesk. (2018). *Manual de IFC para Revit*. Autodesk.

Autodesk. (2018). *BIM 360: The Common Data Environment (CDE) Explained*. Autodesk Construction Cloud Resources. <https://construction.autodesk.com>

Autor desconocido. (2022). *Plan de Ejecución BIM (BEP)*.

Azhar, S. (2011). *Building Information Modeling (BIM): Trends, benefits, risks, and challenges for the AEC industry*. *Leadership and Management in Engineering*, 11(3), 241–252.

[https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)LM.1943-5630.0000127](https://doi.org/10.1061/(ASCE)LM.1943-5630.0000127)

Bertolini, L., & Spit, T. (1998). *Cities on Rails: The Redevelopment of Railway Station Areas*. E & FN Spon.

Borrmann, A., König, M., Koch, C., & Beetz, J. (Eds.). (2018). *Building Information Modeling: Technology Foundations and Industry Practice*. Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-92862-3>

Bricsys. (s.f.). *Manual CDE (Bricsys 24/7)*. Bricsys.

Brown, J. (2015). Revitalizing heritage: The transformation of Kings Cross station. *Architectural Journal*, 28(4), 45–58.

buildingSMART International. (2020). *Technical Report: BIM Interoperability and OpenBIM Standards*. buildingSMART International.

buildingSMART Spain. (2021). *Introducción a la serie EN ISO 19650 (Revisión mayo 2021)*. buildingSMART Spain.

buildingSMART Spain. (2021). *Manual de nomenclatura de documentos al utilizar BIM (junio 2021)*. buildingSMART Spain.

buildingSMART Spanish Chapter. (2014a). *Documento 8: Uso de modelos para la visualización*. Iniciativa uBIM.

buildingSMART Spanish Chapter. (2014b). *Documento 11: Gestión de un proyecto BIM*. Iniciativa uBIM.

Callister, W. D., & Rethwisch, D. G. (2010). *Materials Science and Engineering: An Introduction (8.ª ed.)*. John Wiley & Sons.

Cardona, O. (2010). *Evaluación del riesgo de desastres y la gestión de la emergencia*. Universidad Nacional de Colombia.

Chaos Group. (2023). *Understanding HDRI lighting in V-Ray*. Chaos Software Documentation. <https://docs.chaos.com>

CIRIA. (2005). *Cracking in Buildings: A Guide to Diagnosis and Repair*. CIRIA.

Congreso de la República de Colombia. (1959). Ley 63 de 1959.

<https://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=326&dt=S>

Congreso de la República de Colombia. (1997). Ley 397 de 1997. Diario Oficial No. 43.091.

<https://www.mincultura.gov.co/ministerio/leyes-decretos/Paginas/Ley-397-de-1997.aspx>

Congreso de la República de Colombia. (2008). Ley 1185 de 2008. Diario Oficial No. 46.929.

<https://www.mincultura.gov.co/ministerio/leyes-decretos/Paginas/Ley-1185-de-2008.aspx>

Departamento Nacional de Planeación. (2020). *Estrategia Nacional BIM 2020-2026*. Gobierno de Colombia. <https://www.dnp.gov.co>

Doezema, M. (1986). *The Musée d'Orsay*. Abrams.

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

Epic Games. (2023). *Twinmotion Documentation: The architectural visualization tool*. Epic Games, Inc. <https://www.twinmotion.com/docs/en-US/>

Gaylarde, C. C., & Gaylarde, P. M. (2005). Algae and Cyanobacteria on painted buildings in Latin America. *International Biodeterioration & Biodeterioration*, 55(2), 93–99.

https://www.researchgate.net/publication/223575986_Algae_and_cyanobacteria_on_painted_buildings_in_Latin_America

Ham, J. (2006). Moisture and salts in historic buildings. *APT Bulletin*, 37(2), 140–145.

https://www.heritage.vic.gov.au/_data/assets/pdf_file/0026/505268/Salt-attack-and-rising-damp.pdf

Hardin, B., & McCool, D. (2015). *BIM and Construction Management: Proven Tools, Methods, and Workflows* (2nd ed.). Wiley.

Hernández, C. (2018, 17 de junio). Las estaciones del ferrocarril en el siglo XX: Estilos. Banrepcultural.
<https://www.banrepcultural.org/biblioteca-virtual/credencial-historia/numero-343/las-estaciones-del-ferrocarril-en-el-siglo-xx-estilos>

International Organization for Standardization. (2018). *Industry Foundation Classes (IFC) for data sharing in the construction and facility management industries — Part 1: Data schema* (ISO Standard No. 16739-1:2018). <https://www.iso.org/standard/70303.html>

International Organization for Standardization. (2018). *Organization and digitization of information about buildings and civil engineering works, including building information modelling (BIM) — Information management using building information modelling — Part 1: Concepts and principles* (ISO Standard No. 19650-1:2018). <https://www.iso.org/standard/68078.html>

Kahn, H. (2004). *Fracture mechanics: Fundamentals and Applications* (3.^a ed.). CRC Press.

Kissell, J. (2002). Efflorescence on brickwork. *Journal of Architectural Conservation*, 8(1), 67–72.
<https://www.masonryinstitute.org/pdf/612.pdf>

Kiviniemi, A., Sulankivi, K., Kähkönen, K., Mäkelä, T., & Merivirta, M. (2011). *BIM-based Safety Management and Communication for Building Construction*. VTT Technical Research Centre of Finland.

Landscape Institute. (2019). *Visual Representation of Development Proposals: Technical Guidance Note 06/19*. Landscape Institute.

Macías, A. (2010). *Patología de la edificación: Diagnóstico y rehabilitación*. Editorial Gustavo Gili.

Martínez, J. (2014). Manual de patología de la edificación: Detección, diagnóstico y soluciones. Editorial Paraninfo.

McAslan + Partners. (s.f.). King's Cross Station. <https://www.mcaslan.co.uk/work/kings-cross-station>

Ministerio de Cultura & Unión Temporal Arq. Rafael Rincón y Arq. Roberto López. (1998). Restauración Estación del Ferrocarril – Chiquinquirá.

Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio. (2020). *Resolución 0441 de 2020: Por la cual se fija el alcance y el procedimiento para el control y vigilancia de las normas de construcción*. República de Colombia.

Modelado de redes eléctricas, iluminación y potencia. (s.f.). *Manual técnico de modelado eléctrico*.

Murphy, M., McGovern, E., & Pavia, S. (2013). *Historic building information modelling (HBIM)*. Structural Survey, 31(3), 186–205. <https://doi.org/10.1108/SS-01-2013-0002>

OECD. (2012). Railway stations as urban development engines. En Compact City Policies. OECD Publishing. <https://www.oecd.org/urban/policy-highlights-compact-city-policies-en.pdf>

ONU. (s.f.). Objetivo 11: Lograr que las ciudades y los asentamientos humanos sean inclusivos, seguros, resilientes y sostenibles. <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/cities/>

ONU. (s.f.). Objetivo 9: Construir infraestructuras resilientes, promover la industrialización inclusiva y sostenible y fomentar la innovación. <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/infrastructure/>

Pastor García, J. (2019). *Guía para la redacción de un EIR (Employers Information Requirements) para el desarrollo de un proyecto en BIM (Building Information Modeling)* [Trabajo de fin de grado, Universidad Carlos III de Madrid]. Universidad Carlos III de Madrid.

Pérez, G. (2008). *Nos dejó el tren*. Gustavo Pérez Ángel.

Presidencia de la República de Colombia. (1963). Decreto 264 de 1963.

<https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=1307>

Presidencia de la República de Colombia. (1990). Decreto 3059 de 1990. <https://www.suin-juriscol.gov.co/viewDocument.asp?ruta=Decretos/1510449>

Presidencia de la República de Colombia. (1996). Decreto 746 de 1996. <https://www.suin-juriscol.gov.co/viewDocument.asp?ruta=Decretos/30046521>

Ruskin, J. (1849). *The Seven Lamps of Architecture*. Smith, Elder & Co.

<https://www.gutenberg.org/files/32688/32688-h/32688-h.htm>

Sacks, R., Eastman, C., Lee, G., & Teicholz, P. (2018). *BIM Handbook: A Guide to Building Information Modeling for Owners, Designers, Engineers, Contractors, and Facility Managers* (3rd ed.). Wiley.

Sacks, R., Perlman, A., & Barak, R. (2013). Construction safety training using immersive virtual reality. *Construction Management and Economics*, 31(9), 1005–

1017. <https://doi.org/10.1080/01446193.2013.828844>

Schriever, W. R. (1998). *Building Defects and Failures: A Guide to Diagnosis and Remedy*. McGraw-Hill.

Smith, P. (2014). *BIM & the 5D project cost manager*. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 119, 475–484. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2014.03.053>

Unity Technologies. (2022). *Unity for Architecture, Engineering & Construction (AEC)*. Unity Technologies. <https://unity.com/solutions/aec>

Viollet-le-Duc, E. (1854–1868). *Dictionnaire raisonné de l'architecture française du XIe au XVIe siècle*. A. Morel.

- Volk, R., Stengel, J., & Schultmann, F. (2014). *Building Information Modeling (BIM) for existing buildings—Literature review and future needs*. *Automation in Construction*, 38, 109–127.
<https://doi.org/10.1016/j.autcon.2013.10.023>
- Wang, X., Love, P. E. D., Kim, M. J., Park, C. S., Sing, C. P., & Hou, L. (2013). A conceptual framework for integrating building information modeling with augmented reality. *Automation in Construction*, 34, 37–44. <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2012.10.017>
- Wang, X., Trujillo, L., & Wong, J. (2014). Game Engine based virtual reality construction safety training. *En Proceedings of the 14th International Conference on Construction Applications of Virtual Reality*.
- Whyte, J., & Nikolić, D. (2018). *Virtual Reality and the Built Environment* (2.^a ed.). Routledge. <https://doi.org/10.4324/9781315618500>
- Zicovich-Wilson, S. (2015). Patrimonio en movimiento: Intervenciones en estaciones ferroviarias de Argentina. *Anales del IAA*, 45(1), 95–110.
<https://repositorio.filo.uba.ar/bitstream/handle/123456789/2717/patrimonio.pdf?sequence=1>