

GESTIÓN SOSTENIBLE DE RESIDUOS SÓLIDOS A TRAVÉS DE UNA RED DE RECICLAJE EFICIENTE

Jonathan Javier González Garzón y Angie Natalia Santamaria Parra



UNIVERSIDAD
La Gran Colombia

Vigilada MINEDUCACIÓN

Arquitectura, Facultad de Arquitectura

Universidad La Gran Colombia

Bogotá D.C.

2023

Gestión sostenible de residuos sólidos a través de una red de reciclaje eficiente

Jonathan Javier González Garzón y Angie Natalia Santamaria Parra

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

Directora: Yuly Caterín Díaz Jiménez Docente titular

Director: Yuber Alberto Nope Bernal



UNIVERSIDAD
La Gran Colombia

Vigilada MINEDUCACIÓN

Arquitectura, Facultad de Arquitectura

Universidad La Gran Colombia

Bogotá D. C.

2023

Tabla de contenido

RESUMEN	15
ABSTRACT	16
INTRODUCCIÓN	17
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	19
PREGUNTA PROBLEMA.....	20
CAUSAS Y EFECTOS	21
JUSTIFICACIÓN.....	22
HIPÓTESIS	24
OBJETIVOS	25
OBJETIVO GENERAL	25
OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	25
METODOLOGÍA.....	27
MARCO TEÓRICO	30
MARCO CONCEPTUAL	32
MARCO NORMATIVO.....	34
ANÁLISIS DE REFERENTES	37
DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DEL LUGAR.....	46
JUSTIFICACIÓN DEL LUGAR	48
DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DEL USUARIO	49
CONCLUSIONES DE LA INVESTIGACIÓN	50
PROYECTO ARQUITECTÓNICO.....	51
RENDERS PROTOTIPO PROPUESTO	52
ESTRATEGIAS DE DISEÑO	56

ARQUITECTURA BIOFÍLICA	56
ILUMINACIÓN NATURAL.....	57
VENTILACIÓN NATURAL	57
INTEGRACIÓN DE TECNOLOGÍAS AVANZADAS	57
INTELIGENCIA ARTIFICIAL PARA CLASIFICACIÓN	57
SISTEMAS DE CONTROL Y TRAZABILIDAD	58
ARQUITECTURA BIOMIMÉTICA	58
INFRAESTRUCTURA ADECUADA PARA ALMACENAR AGUA.....	58
RECOLECCIÓN DE AGUA LLUVIA	58
REUTILIZACIÓN Y TRATAMIENTO DE AGUAS	59
MATERIALES EFICIENTES.....	59
CLIMATIZACIÓN PASIVA.....	59
ENERGÍAS RENOVABLES	59
ESTRATEGIA CONTROL SOLAR	59
FORMA VOLUMÉTRICA	60
PROGRAMA ARQUITECTÓNICO Y ZONIFICACIÓN	62
MEMORIA COMPOSITIVA	63
CIRCULACIÓN.....	63
CUBIERTA	64
ESTRUCTURA	65
MATERIALIDAD	66
VIDRIO FOTOVOLTAICO.....	66
CONCRETO A LA VISTA.....	67
CRISTAL VERDE	67
ALGAS PARDAS	67

ACERO	67
APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA BIM.....	68
MÓDULO 1. INTRODUCCIÓN, NORMAS, ESTÁNDARES, TRABAJO COLABORATIVO E INTEROPERABILIDAD	68
Usos BIM	69
ROLES BIM	71
DOCUMENTACIÓN BIM (EIR Y BEP)	71
DOCUMENTO (EIR) EMPLOYER INFORMATION REQUIREMENTS	72
DOCUMENTO (BEP) BIM EXECUTION PLAN	73
CICLO DE VIDA	75
CDE (COMMON DATA ENVIRONMENT).....	76
BIM MANAGEMENT SYSTEMBIM (US BIM).....	77
IFC (INDUSTRY FOUNDATION CLASSES)	79
BFC (BIM COLLABORATION FORMAT)	80
MÓDULO 3: MODELADO DE EDIFICACIÓN	82
MODELADO DE ESTRUCTURA	82
MODELADO DE ARQUITECTURA.....	84
INSTALACIONES MEP	87
MÓDULO 4: COORDINACIÓN DE ESPECIALIDADES, DOCUMENTACIÓN Y TIEMPOS.....	91
ANÁLISIS DE INTERFERENCIA E INCONSISTENCIA.....	91
CREACIÓN DE INFORMES DE COORDINACIÓN	93
ABSTRACCIÓN Y GESTIÓN DE CANTIDADES.....	95
CONFIGURACIÓN DE PLANIMETRÍA Y DOCUMENTACIÓN	98
SIMULACIÓN DE ACTIVIDADES CONSTRUCTIVAS.....	102
MÓDULO 5: REALIDAD VIRTUAL E INMERSIVA	105
RENDERIZACIÓN EN TIEMPO REAL	105
FOTOMONTAJE Y RETOQUE FOTOGRÁFICO 3D	107

FONDOS CLIMÁTICOS, MANEJO DE LUCES, SOMBRAS Y REFLEJOS.....	108
VISUALIZACIÓN DE MODELOS 3D	112
RENDER.....	113
REALIDAD VIRTUAL INMERSIVA	116
CONCLUSIONES BIM.....	117
LISTA DE REFERENCIA O BIBLIOGRAFÍA.....	119
ANEXOS	124

Lista de Figuras

Figura 1 Causas y efectos.....	21
Figura 2 Conceptos	33
Figura 3 Planta de Tratamiento de Residuos - Batlleiroig	37
Figura 4 Planta de Tratamiento de Residuos - Batlleiroig	38
Figura 5 Centro de Reciclaje Sydhavns - BIG	40
Figura 6 Centro de Reciclaje Sydhavns - BIG	41
Figura 7 Planta de Tratamiento de envases y residuos de medicamentos SIGRE – BIOTRAN	43
Figura 8 Planta de Tratamiento de envases y residuos de medicamentos SIGRE – BIOTRAN	44
Figura 9 Planta de Clasificación y Procesamiento de Residuos Sólidos.....	51
Figura 10 Planta de Clasificación y Procesamiento de Residuos Sólidos.....	52
Figura 11 Planta de Clasificación y Procesamiento de Residuos Sólidos.....	52
Figura 12 Planta de Clasificación y Procesamiento de Residuos Sólidos.....	53
Figura 13 Planta de Clasificación y Procesamiento de Residuos Sólidos.....	53
Figura 14 Planta de Clasificación y Procesamiento de Residuos Sólidos.....	54
Figura 15 Planta de Clasificación y Procesamiento de Residuos Sólidos.....	54
Figura 16 Planta de Clasificación y Procesamiento de Residuos Sólidos.....	55
Figura 17 Planta de Clasificación y Procesamiento de Residuos Sólidos.....	55
Figura 18 Estrategias de Diseño.....	56
Figura 19 Forma volumétrica.....	60
Figura 20 Forma volumétrica.....	61
Figura 21 Programa Arquitectónico y Zonificación	62
Figura 22 Circulación	63

Figura 23 Cubierta	64
Figura 24 Estructura.....	65
Figura 25 Materialidad.....	66
Figura 26 Roles BIM	71
Figura 27 Ciclo de vida	75
Figura 28 Aspectos del CDE	76
Figura 29 CDE usBIM.....	77
Figura 30 CDE usBIM.....	78
Figura 31 características	79
Figura 32 Procedimiento IFC.....	80
Figura 33 Busca dar soluciones.....	81
Figura 34 Procedimiento BFC.....	81
Figura 35 ESTRUCTRA	83
Figura 36 Sistemas de Revit	84
Figura 37 Arquitectura.....	86
Figura 38 propiedades	86
Figura 39 Detalle puerta	87
Figura 40 Instalaciones HVAC	88
Figura 41 Instalaciones Eléctricas	89
Figura 42 Instalaciones Hidrosanitarias.....	89
Figura 43 Sistema Revit.....	90
Figura 44 inconsistencias	92
Figura 45 Interferencias.....	92
Figura 46 Interferencias Revit.....	93

Figura 47 Creación de Informes.....	94
Figura 48 gestión de cantidades arquitectura	95
Figura 49 gestión de cantidades Estructura	96
Figura 50 gestión de cantidades MEP.....	96
Figura 51 Abstracción y gestión de cantidades	97
Figura 52 Planimetría de Arquitectura	98
Figura 53 Planimetría de Estructura	99
Figura 54 Planimetría red eléctrica.....	100
Figura 55 planimetría HVAC.....	101
Figura 56 Configuración de planimetría y documentación	102
Figura 57 simulación de actividades constructivas	103
Figura 58 procedimiento de simulación de actividades	104
Figura 59 twinmotion	105
Figura 60 Exportación Twinmotion.....	106
Figura 61 Herramientas Twinmotion.....	107
Figura 62 configuración de materiales y mobiliarios.....	108
Figura 63 Fondo Climático medio día	109
Figura 64 Fondo climático atardecer.....	109
Figura 65 Fondo climático noche.....	110
Figura 66 Fondo climático lluvioso	110
Figura 67 Manejo de luces.....	111
Figura 68 Visualización de modelos 3D	112
Figura 69 Área administrativa.....	113
Figura 70 Sala de espera	113

Figura 71 Exterior de la planta.....	114
Figura 72 Exterior de la planta.....	114
Figura 73 Plazoleta.....	115
Figura 74 Cubierta Transitable.....	115
Figura 75 AUGIN	116

Lista de Tablas

Tabla 1 Usos BIM	70
Tabla 2 EIR. Employer Information Requirements	72
Tabla 3 Roles BIM	74
Tabla 4 elementos estructurales	83
Tabla 5 Planificación de muro y muros cortina	85
Tabla 6 Tabla de planificación de puertas	85
Tabla 7 <i>Ficha bibliográfica conceptual</i>	124

Glosario

Agua de Lluvia: El agua que se recolecta de la lluvia y se almacena para su uso, como riego, limpieza o procesos internos de una edificación, reduciendo la demanda de agua potable y aliviando la carga en los recursos hídricos.

Análisis de Referentes: Es el proceso de examinar proyectos anteriores o ejemplos relevantes en el campo de la arquitectura industrial y la gestión de residuos para identificar elementos, estrategias o conceptos que puedan aplicarse al proyecto.

Arquitectura Industrial: Es un campo de la arquitectura que se centra en el diseño y la planificación de estructuras industriales, como plantas de tratamiento de residuos, centros de reciclaje y fábricas, teniendo en cuenta la funcionalidad, la eficiencia y la seguridad.

BIM (Building Information Modeling): Es una metodología que utiliza los modelos digitales en 3D para gestionar y visualización de un proyecto de construcción.

BCF (BIM Collaboration Format): Es un esquema empleado para intercambiar información y puntos de vista de un modelo BIM entre individuos. Independientemente de las herramientas de software.

BEP (BIM execution plan): Es un documento que visualiza una visión general y a detalle de la implementación de una guía al equipo de un proyecto.

CDE (Common Data Environment): Es una herramienta web para recopilar, administrar y comunicar datos de modelos y documentos de proyectos, independientemente de su tamaño, entre equipos multidisciplinarios en procesos administrados.

Centro de Reciclaje: Es una instalación que recibe, clasifica y procesa materiales reciclables para su reutilización, reduciendo la cantidad de residuos enviados a vertederos y promoviendo la sostenibilidad ambiental.

Control y Trazabilidad: Es la implementación de sistemas y procesos que permiten monitorear y rastrear el movimiento de los residuos a lo largo de todo el proceso de gestión, garantizando la calidad y la responsabilidad en la cadena de tratamiento.

Educación Ambiental: Es la promoción de la conciencia ambiental y la educación en temas relacionados con la gestión de residuos y la sostenibilidad.

EIR (Employer Information Requirements): Es un documento se define como redactar un EIR de manera clara y precisa, en donde se utilizan términos y conceptos explicados a lo largo de un informe en para la redacción de una guía BIM.

Energías Renovables: Fuentes de energía que se renuevan de manera natural, como la solar, la eólica o la hidroeléctrica, pueden emplearse para alimentar los sistemas de una planta de tratamiento de residuos y disminuir su dependencia de combustibles fósiles.

Fomento del Reciclaje: Es la promoción activa y la creación de programas para incentivar a la comunidad a participar en el reciclaje y la clasificación de residuos.

Impacto Ambiental y de Salud Pública: Evaluación de los efectos medioambientales y en la salud pública que pueden surgir de la gestión de residuos, con un enfoque en la identificación y mitigación de riesgos.

IFC (Industry Foundation Classes): Son un estándar internacional abierto para datos BIM que puede intercambiarse y compartirse entre diversas aplicaciones de software.

Integración Urbana: Es el diseño y planificación de un proyecto de manera que se integre de manera armoniosa en un entorno urbano, contribuyendo a su estética y accesibilidad.

Inteligencia Artificial: Es la implementación de sistemas de computación que pueden aprender y realizar tareas específicas, como la clasificación de residuos, con alta precisión y sin intervención humana.

Planta de Tratamiento de Residuos: Es una instalación industrial diseñada para recibir, procesar y gestionar residuos sólidos con el objetivo de reducir su impacto ambiental y maximizar la recuperación de materiales reciclables y la disposición segura de residuos no reciclables.

Potencial para Establecer un Modelo Piloto: Es la oportunidad de utilizar el proyecto como un prototipo inicial que pueda servir como ejemplo y ser replicado en otros lugares.

Tecnología Avanzada: Es el uso de tecnología de vanguardia que implica innovaciones técnicas, procesos altamente eficientes y equipos de última generación en el funcionamiento de una planta.

Ubicación en Vertedero: La elección estratégica de instalar una planta de tratamiento de residuos en las cercanías de un vertedero controlado, lo que facilita el transporte de residuos y la disposición final sin una afectación adicional al entorno.

Resumen

En un mundo donde la gestión inadecuada de residuos sólidos es una preocupación cada vez mayor, es crucial abordar esta problemática de manera efectiva. En Bogotá, la acumulación descontrolada en el relleno sanitario de Doña Juana presenta serias consecuencias para el medio ambiente y la salud pública. Actualmente, solo se aprovecha aproximadamente el 16% de los residuos generados diariamente en la ciudad, lo que resalta la urgencia de implementar estrategias innovadoras y sostenibles.

Este proyecto propone una solución ambiciosa: la creación de una red de centros de acopio de material reciclable y plantas de clasificación de residuos sólidos, estratégicamente ubicados en la ciudad. El objetivo es maximizar la recuperación de materiales aprovechables y reducir drásticamente la acumulación en el relleno Doña Juana. Al hacerlo, se busca mitigar la contaminación ambiental y fomentar prácticas de gestión de residuos más responsables.

La ubicación estratégica del prototipo inicial de la planta de clasificación y procesamiento de residuos sólidos en Ciudad Bolívar, cerca del relleno, permite minimizar las distancias de transporte de residuos, reducir costos operativos y acorta el tiempo de procesamiento de dichos residuos. Este proyecto no solo busca transformar la forma en que manejamos nuestros desechos, sino también crear un modelo piloto que pueda ser replicado en otras áreas de la ciudad. Es una oportunidad para no solo mejorar el entorno local, sino también para fomentar la participación de la comunidad en prácticas de reciclaje y sensibilización ambiental, contribuyendo así a un futuro más sostenible y limpio para Bogotá.

Abstract

In a world where improper solid waste management is an escalating concern, there arises a critical need to effectively address this issue. In Bogotá, the uncontrolled accumulation at the Doña Juana landfill poses severe consequences for both the environment and public health. Currently, only approximately 16% of the daily generated waste in the city is effectively utilized, underscoring the urgency to implement innovative and sustainable strategies.

This project presents an ambitious solution: the establishment of a network comprising recyclable material collection centers and solid waste sorting plants, strategically positioned throughout the city. The primary objective is to maximize the recovery of reusable materials while significantly reducing the buildup at the Doña Juana landfill. In doing so, the aim is to alleviate environmental pollution and promote more responsible waste management practices.

The strategic location of the initial prototype of the solid waste sorting and processing plant in Ciudad Bolívar, in close proximity to the landfill, facilitates the minimization of waste transport distances, leading to cost reduction and shorter processing times. This project not only seeks to revolutionize the way we handle waste, but also endeavors to establish a pilot model that can be replicated in other areas of the city. It presents an opportunity not only to enhance the local environment, but also to encourage community involvement in recycling practices and environmental awareness, thereby contributing to a more sustainable and cleaner future for Bogotá.

Introducción

La cantidad de residuos que produce al año la humanidad es una cifra exorbitante, según datos de la ONU en el mundo se recolecta un aproximado de 11.200 millones de toneladas de residuos sólidos, de los cuales solo el 9% de los desechos plásticos producidos hasta la fecha ha sido reciclado, un 12% ha sido incinerado y el otro 79% termina en vertederos, basureros o en el medio ambiente (Naciones Unidas, s. f.), esto está provocando una mayor contaminación mundial producto de la mala clasificación de los desechos sólidos y a su vez genera un desaprovechamiento de posible materia prima que puede ser incorporada a nuevos procesos de producción, lo más alarmante de esto es que según un informe del banco mundial la producción de desechos habrán aumentado a 2050 un 70% de lo que se produce actualmente (Banco Mundial, 2018).

En Colombia, según cifras de la Superintendencia De Servicios Públicos Domiciliarios (SSPD), en 2020 se produjeron 32.580 toneladas diarias de residuos sólidos, para un total de 11.891.700 toneladas al año, de las cuales tan solo 1.903.269 toneladas en el año fueron aprovechadas, un 17% aproximadamente (Minambiente, 2022), esto quiere decir que hay un 83% de residuos que no están siendo aprovechados y de los cuales como mínimo se puede recuperar un 50%, esto teniendo en cuenta las estrategias adoptadas por varios países como Suiza, Suecia, Austria, Alemania, Bélgica, y Países Bajos, entre otros, en estas naciones el porcentaje de reciclaje está muy por encima del 50%.

Bogotá genera unas 7.500 toneladas de residuos sólidos a diario, de las cuales se logran aprovechar unas 1.200 toneladas equivalentes aproximadamente al 16%, esto gracias a la conciencia ciudadana y al duro trabajo de los más de 22.000 recicladores independientes (Jmalaver, 2019). La Unidad Administrativa Especial de Servicios Públicos (UAESP), es quien se encarga de todo el manejo, prestación, coordinación, supervisión y operación del relleno doña Juana, lugar que cuenta con licencia ambiental desde el año 2000, se prevé que en el 2024 se completará su capacidad para almacenar

residuos (Camelo, 2022). Esto en parte es producido por la ausencia de una óptima clasificación de residuos sólidos que permita el aprovechamiento de material reciclable o reutilizable.

El exceso de basura en el relleno sanitario de Doña Juana está produciendo una gran contaminación ambiental e insalubridad debido a la mala disposición de los residuos sólidos que allí son aglomerados. Este está a escasos meses de quedarse sin capacidad para seguir almacenando desechos, en el 2020 recibió 2.314.905 de toneladas de basura y el 2021 recibió 2.924.997 (Aproximadamente). (Camelo, 2022), esto evidencia una clara necesidad de crear alternativas y soluciones diferentes a las empleadas actualmente (almacenar, rellenar, sepultar, etc.), ya que dichas soluciones están provocando efectos adversos como afectaciones a la salud de los habitantes y vecinos de los barrios aledaños al botadero y la contaminación de suelos fértiles y cuerpos de agua como el río Tunjuelo.

Planteamiento del problema

Los desechos sólidos que producen los humanos son una problemática que ha cobrado cada vez más fuerza en los últimos años, pues son una de las principales causas de la contaminación ambiental. Lamentablemente, esta es la circunstancia que actualmente enfrenta Bogotá, en donde la acumulación excesiva de desechos en el relleno sanitario de Doña Juana está generando consecuencias severas en el entorno.

Este vertedero ha tenido intervenciones por parte del gobierno distrital, en su momento el alcalde Enrique Peñalosa, durante su segundo mandato propuso una ampliación, pues afirmaba que no hay otro lugar que pueda suplir su función en Bogotá, mientras que el experto ambientalista, Cristian Díaz, docente de la universidad central, planteó otro punto de vista, él cree que aumentar la vida útil del relleno sería una idea desacertada, pues llevará a que se presenten problemas ambientales en un futuro próximo.

Díaz, (2017) “En la actualidad estos residuos son la causa de varias afectaciones al ecosistema, también es necesario tener en cuenta que el botadero ha causado daño a los habitantes de los barrios aledaños al sector”. (Como se cita en Pérez & Garnica, 2017), quienes han presentado enfermedades oculares y dermatológicas por la emanación de olores fuertes y la proliferación de plagas como los roedores y las moscas, lo cual está afectando su calidad de vida y salud.

Debido a la necesidad de reducir el uso de materiales contaminantes como el plástico se han creado alternativas inteligentes para disponer dichos residuos, una de ellas es el reciclaje y está comprobado que es una solución efectiva a la hora de reducir y reutilizar dichos desechos sólidos.

Para reincorporar estos desechos a nuevos procesos de producción por medio del reciclaje, es necesario realizar una correcta separación y clasificación de estos, es en ese proceso en donde se debe hacer mucho énfasis para evitar que material aprovechable termine en botaderos como Doña Juana.

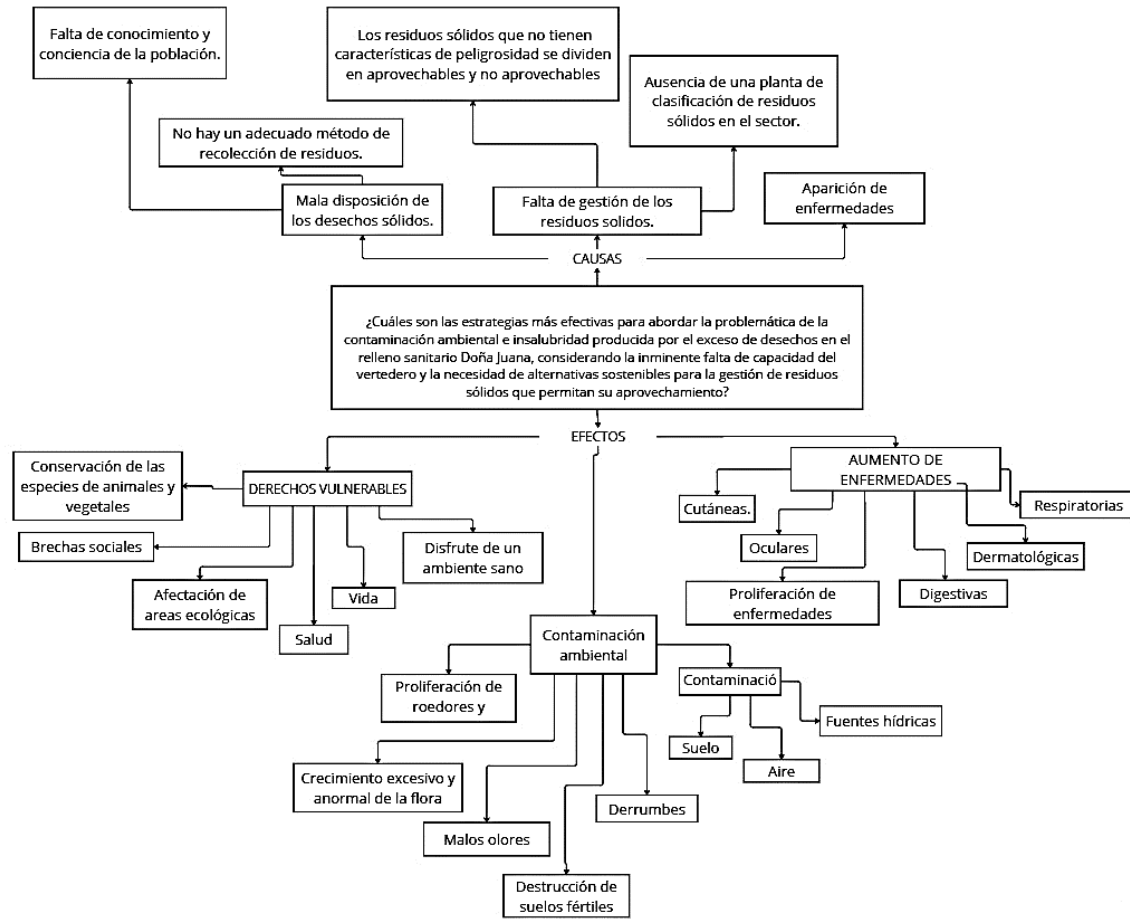
Por esta razón es necesario hallar estrategias que permitan recuperar, la mayor cantidad de residuos sólidos aprovechables, para que estos sean incorporados como materia prima en los diferentes procesos productivos que demanda el mundo actual, esto por medio de una red de centros de acopio de material reciclable y plantas de clasificación de residuos sólidos ubicadas en puntos estratégicos en Bogotá (inicialmente), de esta manera se evitará su desperdicio y acumulación en vertederos contaminantes productores de enfermedades y principales focos de contaminación ambiental.

Pregunta problema

¿Cuáles son las estrategias más efectivas para abordar la problemática de la contaminación ambiental e insalubridad producida por el exceso de desechos en el relleno sanitario Doña Juana, considerando la inminente falta de capacidad del vertedero y la necesidad de alternativas sostenibles para la gestión de residuos sólidos que permitan su aprovechamiento?

Causas y efectos

Figura 1
Causas y efectos



miro

Elaboración propia.

Justificación

Es necesario abordar una problemática urgente y creciente en Bogotá: la gestión de residuos sólidos y su impacto negativo en el medio ambiente y la salud pública. A continuación, se presentan los puntos clave que respaldan la importancia de este proyecto:

Contaminación Ambiental: El crecimiento descontrolado de residuos sólidos, especialmente en el relleno sanitario de Doña Juana, ha llevado a una grave contaminación ambiental. Esto incluye la contaminación de suelos, cuerpos de agua y la emisión de gases de efecto invernadero. Abordar esta problemática es esencial para preservar el entorno natural y reducir los riesgos asociados al cambio climático.

Impacto en la Salud Pública: La acumulación y gestión inadecuada de residuos sólidos pueden tener efectos perjudiciales en la salud de la población cercana a los vertederos. Esto incluye problemas respiratorios, dermatológicos y oculares, así como la proliferación de plagas. La implementación de un sistema más eficiente de gestión de residuos tiene el potencial de mejorar la salud de los habitantes de la ciudad.

Aprovechamiento de Recursos: La correcta gestión de residuos sólidos permite la recuperación de materiales reciclables, lo que puede reducir la demanda de recursos naturales y disminuir los costos de producción. Además, fomentar el reciclaje y la reutilización puede impulsar la economía circular y la creación de empleo en la industria del reciclaje.

Legislación y Conciencia Ambiental: En la última década, se han implementado leyes y regulaciones más estrictas en Colombia para abordar la gestión de residuos sólidos. Además, la conciencia ambiental en la sociedad está en aumento. Este estudio contribuirá al cumplimiento de regulaciones y promoverá prácticas más sostenibles.

Reducción de Costos a Largo Plazo: Si se implementan estrategias efectivas de gestión de residuos sólidos, se pueden reducir los costos a largo plazo asociados con la recolección, transporte y disposición final de los desechos. Esto puede liberar recursos financieros para otras necesidades de la ciudad.

Responsabilidad Social y Sostenibilidad: Bogotá tiene la oportunidad de convertirse en un ejemplo de gestión sostenible de residuos sólidos en América Latina. Esto no solo beneficia a la ciudad y su población, sino que también contribuye al cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo Sostenible de las Naciones Unidas.

Hay una necesidad imperante de abordar la problemática de la gestión de residuos sólidos en Bogotá, con el objetivo de mitigar los impactos negativos en el medio ambiente y la salud pública, promover la economía circular y contribuir a un futuro más sostenible para la ciudad.

Hipótesis

Si se implementa una red de centros de acopio de material reciclable y plantas de clasificación de residuos sólidos en Bogotá, entonces se logrará una mayor recuperación de residuos sólidos aprovechables, lo que reducirá significativamente la acumulación de basura en el relleno sanitario de Doña Juana y mitigará la contaminación ambiental.

Objetivos

Los objetivos de un proyecto son la brújula que guía su desarrollo y define el rumbo hacia el logro de sus metas. En el contexto de nuestra iniciativa destinada a transformar la gestión de residuos sólidos y potenciar el reciclaje en Bogotá, estos objetivos representan el corazón de nuestro compromiso con el bienestar de la comunidad y el cuidado del medio ambiente. Cada objetivo representa un paso significativo en nuestra misión de transformar nuestra ciudad en un modelo ejemplar de gestión de residuos y prácticas de reciclaje.

Objetivo General

Proponer un plan estratégico integral para la gestión de residuos sólidos en Bogotá, que incluya la implementación de una red de centros de acopio de material reciclable y plantas de clasificación y procesamiento de residuos sólidos, a través de la promoción del reciclaje y la correcta disposición de estos residuos.

Objetivos Específicos

Identificar y localizar las áreas clave en Bogotá para la ubicación estratégica de centros de acopio de material reciclable, considerando la densidad poblacional, la generación de residuos y la accesibilidad, con el fin de facilitar la participación de la comunidad en el reciclaje.

Analizar qué tipo de centros de acopio de material reciclable y plantas de clasificación y procesamiento de residuos sólidos son las más convenientes para Bogotá, según su funcionamiento y programa arquitectónico, para su posterior implementación en puntos estratégicos de la ciudad, que permitan la separación eficiente de materiales reciclables, de los desechos generales.

Proponer un plan piloto de una red de centros de acopio de material reciclable y plantas de clasificación y procesamiento de residuos sólidos ubicadas estratégicamente en Bogotá, cuyo prototipo inicial es una planta de clasificación y procesamiento de residuos sólidos ubicada en la localidad de Ciudad Bolívar, aledaña al relleno sanitario de Doña Juana.

Utilizar la metodología colaborativa del BIM para el diseño, visualización y planificación eficiente la planta de la planta de procesamiento de residuos en Bogotá, buscando una construcción óptima, operaciones eficientes y gestión efectiva de recursos.

Metodología

Este proyecto de investigación se llevará a cabo siguiendo un enfoque mixto, combinando métodos cualitativos y cuantitativos. Esto permitirá obtener una comprensión profunda de la problemática de la gestión de residuos sólidos en Bogotá, así como recopilar datos cuantitativos para evaluar el impacto de las estrategias propuestas.

Diseño de la Investigación:

1. Fase de Diagnóstico y Análisis de la Situación Actual:

Revisión de Fuentes Secundarias: Se llevará a cabo una revisión exhaustiva de literatura, informes gubernamentales y estudios previos relacionados con la gestión de residuos sólidos en Bogotá, identificando las principales problemáticas y tendencias.

Entrevistas y Encuestas: Se realizarán entrevistas estructuradas y encuestas a actores clave, incluyendo representantes de la UAESP, recicladores, comunidades locales y empresas, para obtener información sobre la situación actual y percepciones, para esto se tendrá en cuenta la escala Likert de Rensis Likert, como referente para la realización de un instrumento de medición con datos cuantitativos, en este caso encuestas conformadas por preguntas a escala unipolar, las cuales se fundamentan en una sola vía (Ortega, 2023), y así obtener resultados más precisos.

Análisis Espacial: Utilizando herramientas SIG (Sistemas de Información Geográfica), se realizará un análisis espacial de la generación y acumulación de residuos sólidos en Bogotá, identificando áreas críticas.

2. Fase de Diseño de Estrategias:

Investigación de Mejores Prácticas: Se investigarán casos exitosos de gestión de residuos en otras ciudades para identificar estrategias efectivas.

3. Fase de Implementación del Prototipo:

Diseño del Prototipo: Se desarrollará un diseño arquitectónico detallado para la planta de clasificación y procesamiento de residuos sólidos en Ciudad Bolívar, utilizando las metodologías BIM (Building Information Modeling).

Pruebas Piloto: Se realizarán pruebas piloto para evaluar la efectividad de las estrategias de reciclaje y clasificación en el prototipo.

4. Fase de Evaluación y Monitoreo:

Indicadores de Desempeño: Se establecerán indicadores de desempeño para evaluar el impacto ambiental, social y económico de las estrategias implementadas.

Recopilación de Datos Cuantitativos: Se recopilarán datos cuantitativos a través de mediciones en terreno.

Evaluación Cualitativa: Se llevarán a cabo entrevistas y grupos focales con la comunidad local y otros actores clave para evaluar la percepción y aceptación de las estrategias.

Muestreo:

Muestreo no probabilístico intencional para las entrevistas con actores clave, buscando representatividad de diferentes perspectivas.

Muestreo aleatorio simple para las encuestas a la población general.

Muestreo estratificado para asegurar que se incluyan participantes de diferentes áreas de la ciudad y estratos socioeconómicos.

Recolección de Datos:

La recolección de datos se llevará a cabo mediante entrevistas, encuestas, mediciones en terreno y observaciones.

Análisis de Datos:

Análisis cualitativo: Se realizará un análisis temático de las entrevistas y grupos focales.

Análisis cuantitativo: Los datos cuantitativos se analizarán utilizando herramientas estadísticas, como software de análisis de datos.

Ética y Confidencialidad:

Se seguirán protocolos éticos para la obtención del consentimiento informado de los participantes y se garantizará la confidencialidad de los datos personales.

Marco teórico

Según la ONU el 79% de los residuos sólidos aprovechables termina en vertederos, basureros o en el medio ambiente (Naciones Unidas, s. f.).

Según un informe del banco mundial la producción de desechos habrá aumentado a 2050 un 70% de lo que se produce actualmente (Banco Mundial, 2018).

Según cifras de la Superintendencia De Servicios Públicos Domiciliarios (SSPD), en 2020 tan solo un 17% (aproximadamente) de residuos sólidos en el año fueron aprovechados y un 83% no fue aprovechado (Minambiente, 2022).

En Bogotá se logra aprovechar el 16% (aproximadamente) de los residuos sólidos que genera a diario, esto producto de la conciencia ciudadana y del duro trabajo de los más de 22.000 recicladores independientes (Jmalaver, 2019).

La Unidad Administrativa Especial de Servicios Públicos (UAESP), es quien se encarga de todo el manejo, prestación, coordinación, supervisión y operación del relleno doña Juana, lugar que se prevé complete su capacidad de almacenar residuos en el 2024 (Camelo, 2022).

Según el experto ambientalista, Cristian Díaz, docente de la universidad central, los residuos del botadero Doña Juana están provocando varias afectaciones al medio ambiente y son la causa de afectaciones en la salud de los habitantes del sector (Díaz, 2017 como se cita en Pérez & Garnica, 2017).

Según como lo menciona Charles (1974) era profesor y pionero en el diseño del modelado de información de construcción, donde este sistema consistía en la agregación de elementos gráficos 3D que contenían información geométrica y de materiales, este sistema simplifica el proceso de diseño, construcción y análisis del edificio al ofrecer herramientas para insertar gráficamente formas y elementos complejos, un lenguaje gráfico interactivo para configurar la disposición de los elementos, capacidades para producir dibujos de alta calidad en papel y una función para clasificar y esquematizar la base de datos, incluyendo atributos como tipo de material y proveedor, para su posterior análisis (Como se cita en Charles,1974).

Marco conceptual

Reciclaje: “Es el proceso mediante el cual se aprovechan y transforman los residuos sólidos recuperados y se devuelve a los materiales su potencialidad de reincorporación como materia prima para la fabricación de nuevos productos. El reciclaje puede constar de varias etapas: procesos de tecnologías limpias, reconversión industrial, separación, recolección selectiva acopio, reutilización, transformación y comercialización” (Decreto 1713, Colombia, Secretaría Jurídica Distrital, 2002).

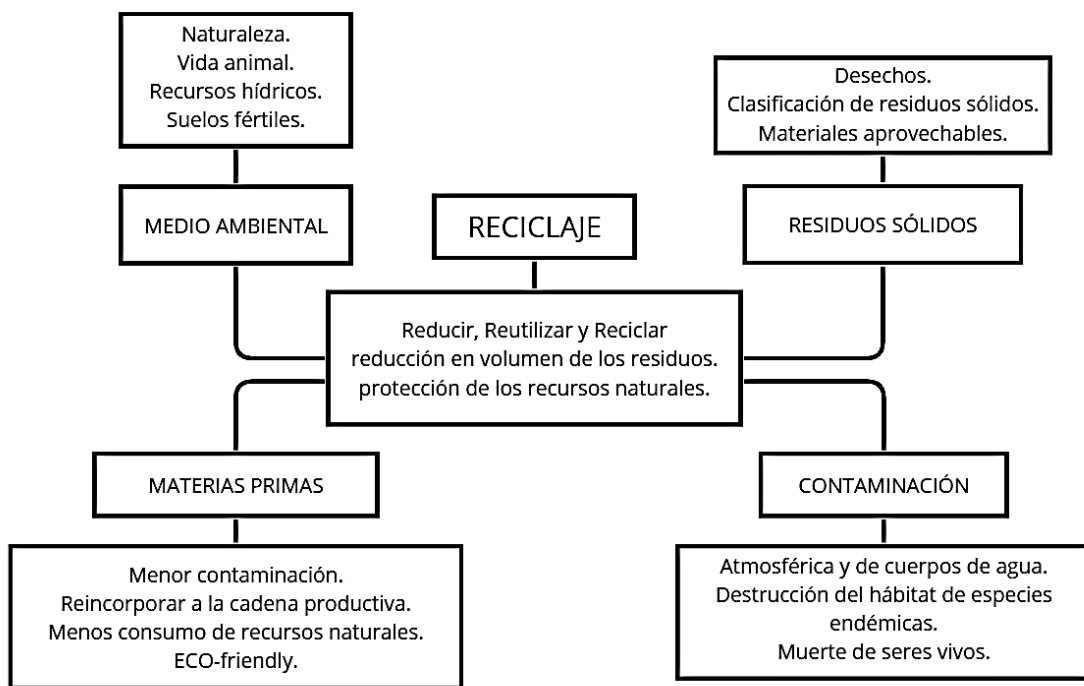
Residuo sólido: “Es cualquier objeto, material, sustancia o elemento sólido resultante del consumo o uso de un bien en actividades domésticas, industriales, comerciales, institucionales o de servicios, que el generador abandona, rechaza o entrega y que es susceptible de aprovechamiento o transformación en un nuevo bien, con valor económico o de disposición final”. (Decreto 1713, Colombia, Secretaría Jurídica Distrital, 2002).

Conectividad ambiental: “Tienen como objetivo mejorar la calidad del paisaje, buscando fortalecer y generar dinámicas ecológicas en todas sus escalas desde y hacia la ruralidad como piezas clave dentro de la EEP, en diálogo con el uso y disfrute del espacio público por parte de la ciudadanía y todas las formas de vida.” (Manual de espacio público 2023, Bogotá, Secretaría Distrital de Planeación, 2023).

Relleno sanitario: “Es el lugar técnicamente seleccionado, diseñado y operado para la disposición final controlada de residuos sólidos, sin causar peligro, daño o riesgo a la salud pública, minimizando y controlando los impactos ambientales y utilizando principios de ingeniería, para la confinación y aislamiento de los residuos sólidos en un área mínima, con compactación de residuos, cobertura diaria de los mismos, control de gases y lixiviados, y cobertura final” (Decreto 838, Colombia, Secretaría Jurídica Distrital, 2005).

BIM (Building Information Modeling): “El uso de una representación digital compartida (modelo de información) de un activo construido para facilitar los procesos de diseño, construcción y operación, y proporcionar una base confiable para la toma de decisiones.” (Introducción EN ISO 19650,2021)

Figura 2
Conceptos



miro

Elaboración propia.

Marco normativo

Ley 491 de 1999: Esta ley establece las normas para la gestión integral de residuos sólidos y puede ser especialmente relevante para este proyecto relacionado con la gestión de residuos.

Ley 09 de 1979: Esta ley se refiere a las medidas sanitarias para el manejo de residuos sólidos y puede ser relevante en términos de la disposición adecuada de los residuos.

Decreto 605 de 1996: Este decreto reglamenta la Ley 142 de 1994 en relación con el manejo, transporte y disposición final de residuos sólidos, lo que podría ser relevante para este proyecto.

Documento CONPES 2750 de 1994: Este documento contiene políticas relacionadas con la gestión de residuos sólidos y puede proporcionar orientación sobre enfoques y estrategias.

Plan De Ordenamiento Territorial, Bogotá Reverdece 2022-2035: Este documento cuenta con los siguientes artículos cuyo enfoque principal es el manejo y disposición de los residuos sólidos en Bogotá:

Artículo 98. Sistemas de Servicios Públicos. Numeral 2. Pag. 119

Artículo 99. Estrategias del Sistema de Servicios Públicos. numeral 7. Pag. 120

Artículo 122. Criterios de diseño para el sistema de espacio público peatonal y para el encuentro. Numeral 4 - F. Pag. 139

Artículo 192. Identificación y localización de áreas potenciales para la disposición final de residuos sólidos ordinarios no aprovechables. Numeral 1-4. Pag. 193.

Artículo 199. Estaciones de Clasificación y Aprovechamiento -ECA. Pag. 196.

Artículo 200. Centros Especializados de aprovechamiento. Pag. 196.

Artículo 201. Estaciones de transferencia. Pag. 196.

Artículo 439. Lineamientos del sistema para la gestión integral de residuos. Numeral 1 - a, b. Numeral 3 - a. Pag. 331

Artículo 440. Criterios para la localización de infraestructura asociada al sistema para la gestión integral de residuos sólidos en suelo rural. Pag. 332.

Artículo 451. Áreas del sistema de servicios públicos domiciliarios. Numeral 1 - 2. Pag. 340.

Artículo 566. Programa Conectividad ecosistémica, reverdecimiento y atención de la emergencia climática. Numeral 13. Subprograma de manejo Integral de residuos Sólidos. Pag. 456.

ISO 19650: Esta norma busca mejorar la eficiencia y la eficacia en la gestión de la información durante todo el ciclo de vida de un proyecto y donde se aplican los mecanismos de Building Information Modeling (BIM) y se subdividen en 5 normas:

ISO 19650-1: Proporciona los principios y conceptos recomendados para dirigir los procesos de desarrollo y manejo de información a lo largo de todo el ciclo de vida de cualquier activo de construcción.

ISO 19650-2: Se centra en definir los procedimientos para el desarrollo y manejo de información durante la etapa de desarrollo de un proyecto.

ISO 19650-3: Aborda los procedimientos para el uso y manejo de información durante la etapa de operación del activo.

ISO 19650-4: Se encuentra en proceso de elaboración y definirá el intercambio de información en BIM durante las fases de desarrollo y operación.

ISO 19650-5: Establece los requisitos de seguridad de la información en este contexto.

Resolución 0441 de 2020: Establece pautas para la emisión de licencias de construcción en la modalidad de obra nueva a través de medios electrónicos, con un enfoque primordial en la implementación de la metodología BIM (Modelado de Información para la Construcción). Su objetivo principal es brindar orientación a los interesados, curadores urbanos y autoridades municipales o distritales competentes sobre los requisitos mínimos para la preparación de los entregables digitales BIM necesarios en el proceso de radicación, estudio y emisión de licencias de construcción.

Esta resolución destaca la importancia de estandarizar y adoptar la metodología BIM dentro del proceso de licenciamiento urbanístico. Esto permite verificar el cumplimiento de las normativas vigentes en las edificaciones y agilizar la emisión de los actos administrativos relacionados con las licencias de construcción. BIM se reconoce como una herramienta que posibilita la representación detallada de las características físicas y funcionales de una instalación antes de su construcción, lo cual facilita la toma de decisiones tempranas y la optimización de los procesos de diseño y construcción.

Análisis de referentes

Planta de Tratamiento de Residuos - Batlleiroig

ARQUITECTURA INDUSTRIAL

Ubicación: VACARISSES, ESPAÑA

Arquitectos: Batlleiroig

Área: 45000 m²

Año: 2010

Figura 3

Planta de Tratamiento de Residuos - Batlleiroig



Tomado de Planta de "Tratamiento de Residuos / Batlleiroig (2011)" por archdaily Colombia (<https://www.archdaily.co/co/02-125088/planta-de-tratamiento-de-residuos-batlle-i-roig-arquitectes>)

Figura 4*Planta de Tratamiento de Residuos - Batlleiroig*

Tomado de Planta de "Tratamiento de Residuos / Batlleiroig (2011)" archdaily Colombia (<https://www.archdaily.co/co/02-125088/planta-de-tratamiento-de-residuos-batlle-i-roig-arquitectes>)

Este referente se investigó por ser una planta de tratamiento de residuos novedosa, cuya implantación se integra al paisaje de forma armoniosa. De este se analizaron tres conceptos de importancia:

Uso y producción de energías renovables: La planta utiliza y produce internamente energías renovables para su funcionamiento, este enfoque ayuda a reducir la dependencia de fuentes de energía no renovables y contribuye a la sostenibilidad ambiental.

Uso de agua de lluvia: Su funcionamiento proviene del agua de lluvia. Esto es importante porque reduce la presión sobre los recursos hídricos convencionales, y promueve el uso sostenible del agua.

Ubicación en vertedero: Esta planta se encuentra ubicada en un vertedero controlado de residuos de Coll Cardús. Su ubicación es estratégica, ya que está próxima a un sitio de disposición final de residuos y no genera una afectación ambiental diferente a la ya producida.

Centro de Reciclaje Sydhavns - BIG

ARQUITECTURA INDUSTRIAL

Ubicación: Copenhague, Dinamarca

Arquitectos: BIG

Área: 1.500 m²

Año: 2015

Figura 5

Centro de Reciclaje Sydhavns - BIG



Tomada de "Centro de Reciclaje Sydhavns en Copenhague / BIG 2015" por archdaily Colombia

(<https://www.archdaily.co/co/763007/big-disena-centro-de-reciclaje-pensado-como-espacio-publico-en-copenhague>)

Figura 6*Centro de Reciclaje Sydhavns - BIG*

Tomada de "Centro de Reciclaje Sydhavns en Copenhague / BIG 2015" archdaily Colombia

(<https://www.archdaily.co/co/763007/big-disena-centro-de-reciclaje-pensado-como-espacio-publico-en-copenhague>)

Este referente se investigó por ser un centro de reciclaje que rompe con la idea del típico equipamiento industrial aislado de los centros urbanos, parece más un equipamiento deportivo. De este referente se analizaron tres conceptos de importancia:

Enfoque en la integración urbana: Este centro de reciclaje rompe con la idea del típico equipamiento industrial aislado de los centros urbanos. En lugar de eso, se enfoca en crear un "espacio urbano atractivo y vivo".

Fomento de áreas públicas: El centro de reciclaje propone amplias áreas públicas donde las personas pueden practicar deportes o disfrutar de un picnic. Esto hace que no solo se trate de un lugar para la gestión de residuos, sino también de un espacio que mejora la calidad de vida de los residentes.

Ubicación en un barrio residencial: El hecho de que este centro de reciclaje se encuentre en un barrio residencial es significativo, ya que facilita la participación de la comunidad en el proceso de reciclaje y se promueve una mayor conciencia ambiental entre los residentes.

Planta de Tratamiento de envases y residuos de medicamentos SIGRE – BIOTRAN

ARQUITECTURA INDUSTRIAL

Tudela de Duero (Valladolid), ESPAÑA

Arquitectos: Biotran

Área: 11.000 m²

Año: 2012

Figura 7

Planta de Tratamiento de envases y residuos de medicamentos SIGRE – BIOTRAN

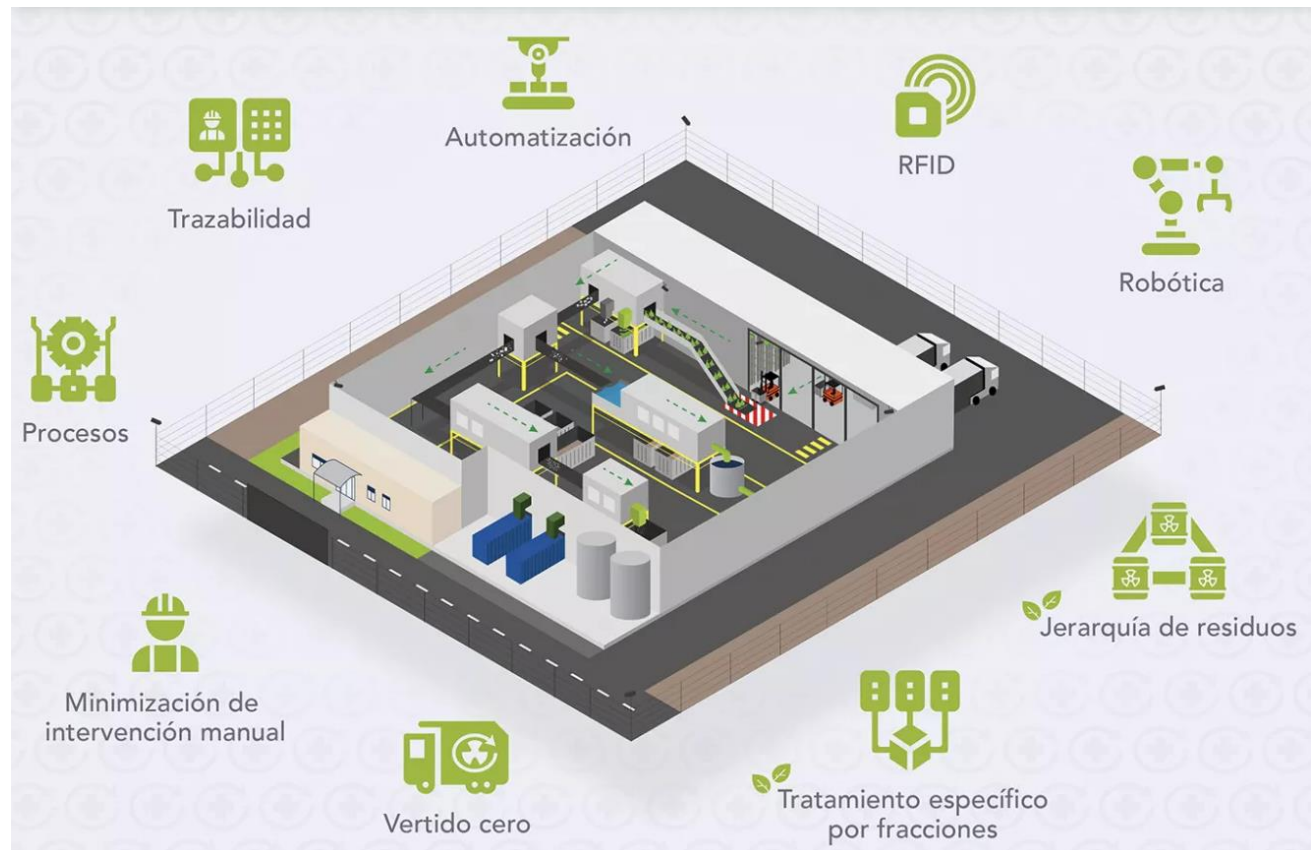


Tomada de “Planta de Tratamiento de envases y residuos de medicamentos SIGRE / Biotran. 2012” por Congreso nacional del medio ambiente [Conama] 2014

<http://www.conama11.vsf.es/conama10/download/files/conama2014/CT%202014/1896711960.pdf>

Figura 8

Planta de Tratamiento de envases y residuos de medicamentos SIGRE – BIOTRAN



Tomada de “Planta de Tratamiento de envases y residuos de medicamentos SIGRE / Biotran. 2012” por Congreso nacional del medio ambiente [Conama] 2014

<http://www.conama11.vsf.es/conama10/download/files/conama2014/CT%202014/1896711960.pdf>

Este referente se investigó por ser una planta de tratamiento de envases y residuos de medicamentos pionera en el uso de tecnología de alto grado de tecnificación y automatización.

De este referente se analizaron tres conceptos de importancia:

Tecnología avanzada: La planta se destaca por su uso de tecnología de alto grado de tecnificación y automatización. La adopción de tecnologías avanzadas puede resultar en una mayor productividad y una reducción de los impactos ambientales negativos.

Inteligencia artificial: La incorporación de la inteligencia artificial en los procesos de clasificación y selección de residuos es un enfoque innovador y prometedor. La inteligencia artificial puede mejorar la precisión y la eficiencia de la clasificación de materiales reciclables.

Control y trazabilidad: El hecho de que la planta cuente con medidas de control que garanticen la trazabilidad y la calidad de los servicios es esencial. La trazabilidad asegura que se pueda rastrear el origen y el destino de los residuos, lo que es fundamental para el seguimiento y la mejora continua.

Descripción y análisis del lugar

El plan piloto de la red de centros de acopio de material reciclable y plantas de clasificación y procesamiento de residuos sólidos está planteado para ser desarrollada en puntos estratégicos de la ciudad de Bogotá. El prototipo inicial de la planta de clasificación y procesamiento de residuos sólidos, la cual es el objeto arquitectónico de este proyecto, se encuentra ubicada en la localidad de Ciudad Bolívar, junto a la vía mochuelo y la carrera 17, aledaña al relleno sanitario Doña Juana.

Estas son las razones por las cuales se escogió este lugar para realizar la implantación del prototipo:

Proximidad al Relleno Sanitario Doña Juana: La ubicación cercana al relleno sanitario Doña Juana es estratégica, ya que este es el principal sitio de disposición final de residuos sólidos de Bogotá.

Minimización de Distancias de Transporte: Al estar cerca del relleno, se reducen las distancias de transporte de residuos sólidos, lo que disminuye los costos operativos y reduce la huella de carbono asociada al transporte de desechos.

Necesidades Locales: Ciudad Bolívar puede tener necesidades específicas en términos de gestión de residuos y reciclaje, dada su proximidad al relleno. Esto brinda la oportunidad de abordar los problemas directamente en la comunidad afectada.

Fomento del Reciclaje: La ubicación cercana al relleno ofrece la posibilidad de implementar programas de reciclaje, clasificación y separación de residuos de manera eficiente, lo que es esencial para la reducción de la acumulación de residuos en el relleno.

Impacto Ambiental y de Salud Pública: La ubicación cerca del relleno destaca la importancia de abordar el impacto ambiental y de salud pública que puede surgir de una gestión inadecuada de residuos sólidos en la zona.

Participación de la Comunidad: Al estar en una ubicación cercana, es más factible involucrar a la comunidad local en programas de reciclaje y sensibilización ambiental.

Mejora del Entorno Local: La implementación del proyecto en Ciudad Bolívar puede tener un impacto directo en la mejora del entorno local, reduciendo la acumulación de residuos y promoviendo prácticas de gestión sostenible.

Potencial para Establecer un Modelo Piloto: La ubicación puede servir como un modelo piloto para la implementación de estrategias de gestión de residuos y reciclaje que luego se puedan expandir a otras áreas de Bogotá.

Justificación del lugar

El lote aledaño al relleno sanitario de Doña fue seleccionado como la ubicación óptima para implementar un prototipo inicial de una planta de clasificación y procesamiento de residuos sólidos, que se articulara con una red de centros de acopio a lo largo y ancho de la localidad en donde se encuentra, Ciudad Bolívar, debido a su estratégica ubicación geográfica. La proximidad a áreas urbanas densamente pobladas, específicamente a Bogotá, el distrito capital de Colombia, una de las principales ciudades del país, facilita el acceso y transporte eficiente de residuos sólidos desde las comunidades circundantes, reduciendo los costos logísticos y las emisiones de carbono asociadas con el transporte a larga distancia.

La selección de este sitio se basó en la capacidad del relleno sanitario, ya que es el más grande y extenso del país y puede servir como un punto central para la gestión sostenible de residuos, permitiendo una mayor eficiencia en la recolección y clasificación de materiales reciclables, lo que podría ser un ejemplo para ser aplicado en otras capitales del territorio. La ubicación estratégica del relleno sanitario de Doña Juana optimiza la cadena de suministro y contribuye a un enfoque más sostenible y eficaz en la gestión de residuos para la región y el territorio.

Descripción y análisis del usuario

El proyecto va dirigido a toda la población permanente y flotante de Bogotá, incluida su periferia inmediata. Entre ellos se encuentran:

Residentes de Bogotá: La población en general de Bogotá es un usuario clave, ya que la gestión de residuos y la promoción del reciclaje tienen un impacto directo en la calidad de vida de los habitantes de la ciudad.

Empresas y Comercios: Las empresas en Bogotá, desde pequeñas empresas hasta grandes corporaciones, son usuarios importantes, ya que pueden participar en programas de reciclaje, gestión de residuos y reducción de su huella ambiental.

Gobierno Local: Las autoridades gubernamentales locales, como la Alcaldía de Bogotá y las entidades ambientales, son partes interesadas clave, ya que tienen un papel regulador y de supervisión en la gestión de residuos y la protección ambiental.

Organizaciones Ambientales: Organizaciones no gubernamentales y grupos ambientales pueden ser usuarios interesados que colaboran en proyectos y campañas relacionadas con la gestión de residuos y la sostenibilidad ambiental en la ciudad.

Educadores y Escuelas: Los educadores y las instituciones educativas en Bogotá desempeñan un papel importante en la promoción de la educación ambiental y la conciencia de la comunidad.

Instituciones de Investigación: Universidades e instituciones de investigación pueden contribuir con conocimientos y estudios relacionados con la gestión de residuos y la innovación en reciclaje.

Medios de Comunicación: Los medios de comunicación, como periódicos, estaciones de radio y canales de televisión en Bogotá, son usuarios que pueden ayudar a difundir información sobre el proyecto y promover la conciencia ambiental.

Conclusiones de la investigación

Es necesario definir qué cantidad de centros de acopio de material reciclable y de plantas de clasificación y procesamiento de residuos sólidos serán necesarias para lograr la red de reciclaje eficiente que se está proponiendo en este proyecto.

Se pretende dejar definida la ubicación de cada uno de los centros de acopio de material reciclable y de las plantas de clasificación y procesamiento de residuos sólidos, esto por UPL según el análisis previo realizado.

Es necesario determinar el programa arquitectónico del prototipo inicial de la planta de clasificación y procesamiento de residuos sólidos planteada, con el fin de iniciar el proceso de diseño e implantación.

Proyecto Arquitectónico

El prototipo inicial de la planta de clasificación y procesamiento de residuos sólidos, ubicada de ciudad bolívar, se diseñó partiendo de la investigación previa realizada, con el fin de cumplir con los objetivos y estrategias planteados previamente.

Figura 9
Planta de Clasificación y Procesamiento de Residuos Sólidos



Elaboración propia.

Se busco cumplir con la función sin dejar a un lado temas como la autosostenibilidad y la autosustentabilidad y demás criterios y estrategias de diseño que fueron implementados en el proyecto y que más adelante se explican y detallan completamente.

Renders prototipo propuesto

Figura 10

Planta de Clasificación y Procesamiento de Residuos Sólidos



Elaboración propia.

Figura 11

Planta de Clasificación y Procesamiento de Residuos Sólidos



Elaboración propia.

Figura 12
Planta de Clasificación y Procesamiento de Residuos Sólidos



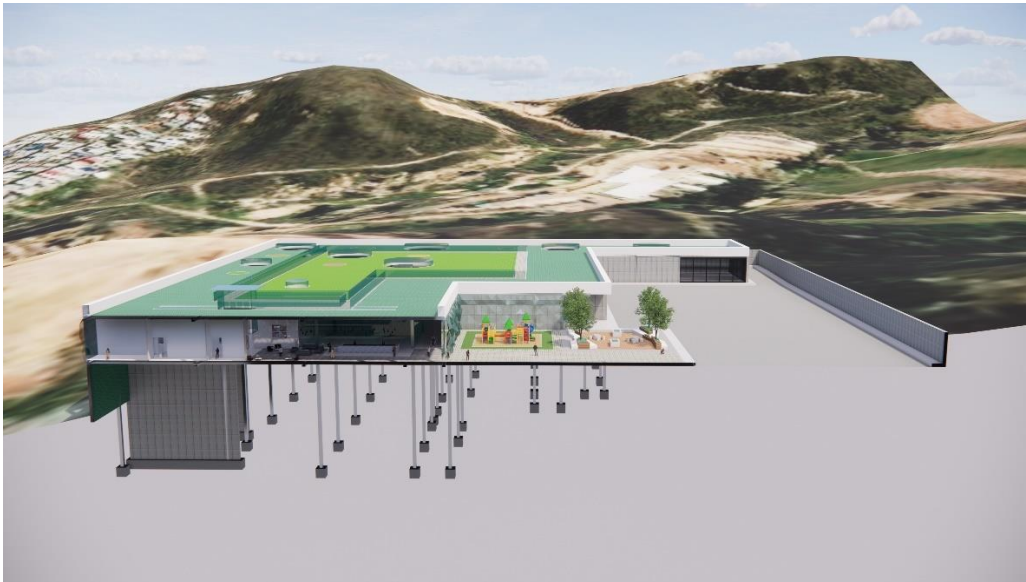
Elaboración propia.

Figura 13
Planta de Clasificación y Procesamiento de Residuos Sólidos



Elaboración propia.

Figura 14
Planta de Clasificación y Procesamiento de Residuos Sólidos



Elaboración propia.

Figura 15
Planta de Clasificación y Procesamiento de Residuos Sólidos



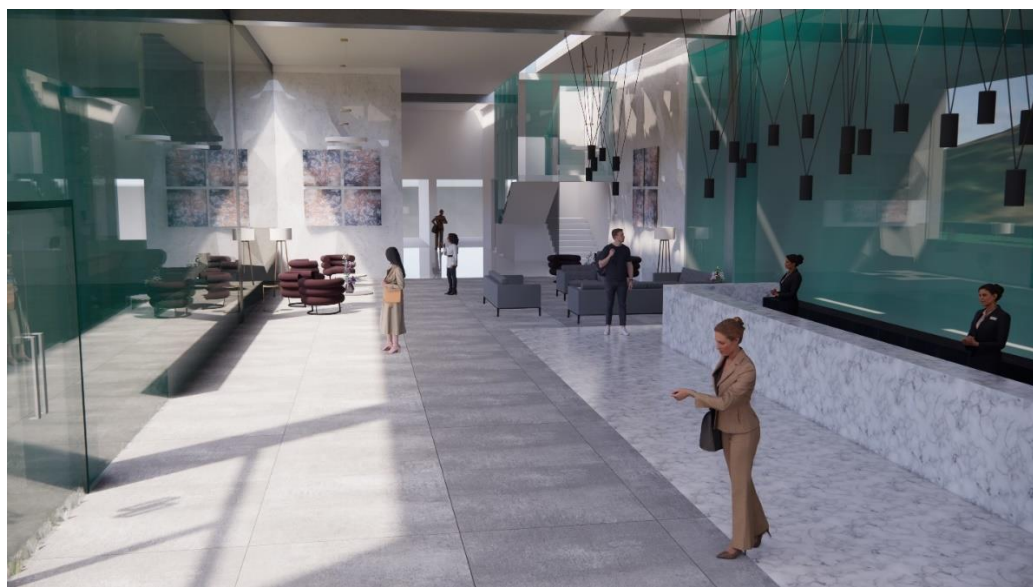
Elaboración propia.

Figura 16
Planta de Clasificación y Procesamiento de Residuos Sólidos



Elaboración propia.

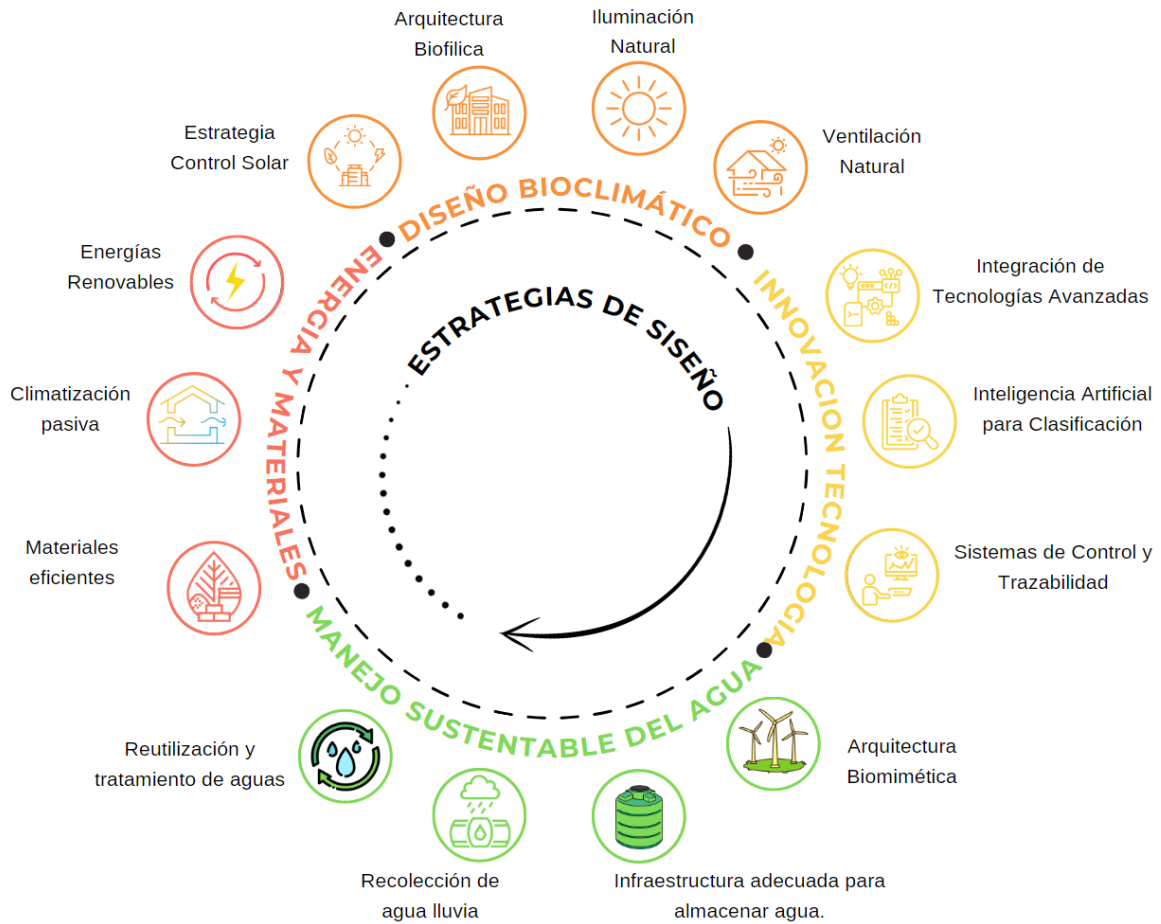
Figura 17
Planta de Clasificación y Procesamiento de Residuos Sólidos



Elaboración propia.

Estrategias de Diseño

Figura 18
Estrategias de Diseño



Elaboración propia.

Arquitectura Biofílica

Es un enfoque de diseño que incorpora elementos naturales y patrones biológicos en entornos construidos para mejorar el bienestar, la conexión con la naturaleza y la sostenibilidad. Se implementa principalmente en la cubierta verde propuesta.

Iluminación Natural

Se busco maximizar el uso de la luz del día para reducir la dependencia de la iluminación artificial, utilizando aberturas, tragaluces y claraboyas para llevar la luz natural al interior de los espacios. Se implemento en cubiertas y fachadas.

Ventilación Natural

Se busco facilitar el flujo de aire natural dentro de los espacios, utilizando estrategias como la ubicación estratégica de aberturas y la planificación de la distribución del edificio para optimizar la circulación del aire. Se convino la altura de piso a techo junto con vanos en fachada y cubierta, también se utilizaron puertas con aberturas tipo pérgola en puertas de ingreso y descargue vehicular y de servicios.

Integración de Tecnologías Avanzadas

Se planteo el uso de tecnologías de vanguardia para mejorar la eficiencia y funcionalidad del diseño, como sistemas inteligentes de gestión energética y soluciones de automatización para el control de iluminación y climatización. Se aplico principalmente en la elección del color de los cristales, el uso de cristales fotovoltaicos con estructura móvil y en la cubierta verde con cultivos de algas pardas.

Inteligencia Artificial para Clasificación

Se propone la implementación de algoritmos de inteligencia artificial para automatizar y mejorar el proceso de clasificación de materiales o residuos, contribuyendo a la eficiencia en la gestión de recursos.

Sistemas de Control y Trazabilidad

Se propone la utilización de sistemas para monitorear y rastrear el consumo de recursos, permitiendo una gestión más eficiente y sostenible de la energía, agua y otros elementos.

Arquitectura Biomimética

Es un enfoque de diseño que se inspira y en la aplicación de soluciones provenientes de la observación y replicación de la naturaleza para resolver desafíos arquitectónicos y de diseño. Se aplicó en la estructura móvil de los cristales fotovoltaicos haciendo una similitud de las plantas buscando el sol para hacer fotosíntesis.

Infraestructura adecuada para almacenar agua

En la cubierta se propone el desarrollo de un sistema con la estructura para la recolección, almacenamiento y distribución eficiente de agua lluvia, a sanitarios, sistemas de riego para la vegetación en cubierta y demás procesos internos de la planta, contribuyendo a la gestión sostenible de recursos hídricos.

Recolección de agua lluvia

Se implementaron sistemas para capturar y almacenar agua lluvia con el propósito de su posterior uso, reduciendo la dependencia de fuentes externas. Se implementó principalmente en la cubierta y en áreas públicas como plazoletas y zonas verdes, esto para ser utilizada en procesos internos de la planta.

Reutilización y tratamiento de aguas

Se propone implementar sistemas que permitan el tratamiento y reutilización de aguas residuales como los planteados anteriormente, para reducir la demanda de agua fresca y mitigar impactos ambientales.

Materiales eficientes

Se seleccionaron materiales con propiedades sostenibles, con bajos impactos ambientales, alta eficiencia en su uso y con altísima durabilidad como el concreto, considerando su ciclo de vida completo.

Climatización pasiva

El diseño aprovecha las condiciones climáticas locales para regular la temperatura interior sin depender en gran medida de sistemas mecánicos, utilizando estrategias como la orientación, la ventilación adecuada y una cubierta verde.

Energías Renovables

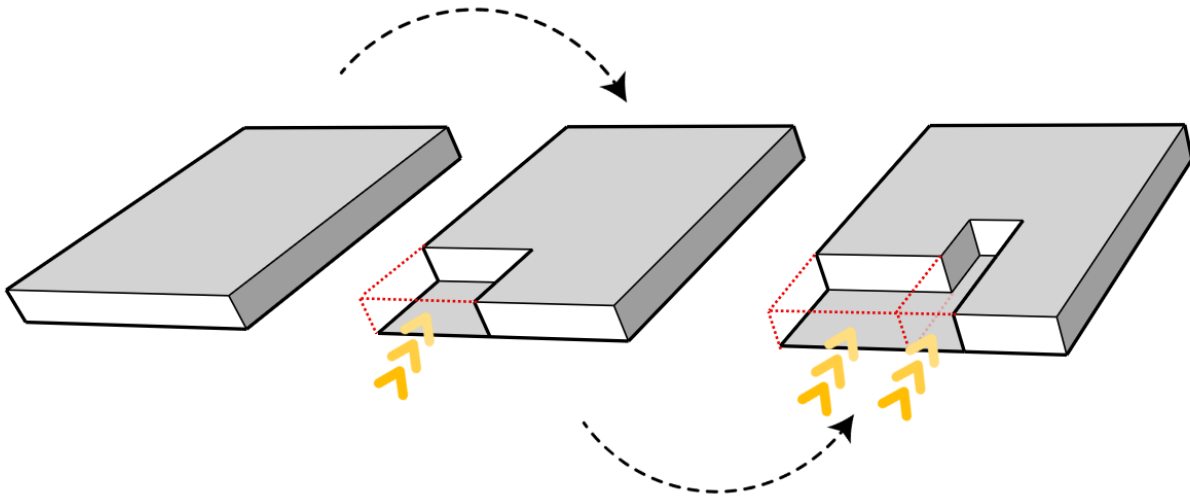
Se Implementaron fuentes de energía sostenible y renovable, en este caso vidrios fotovoltaicos, para reducir la dependencia de los combustibles fósiles y mitigar el impacto ambiental.

Estrategia Control Solar

El proyecto incorpora elementos para gestionar y optimizar la radiación solar, como sombreado eficiente y una cubierta verde, esto para mejorar la eficiencia energética y el confort térmico en el interior del edificio.

Forma Volumétrica

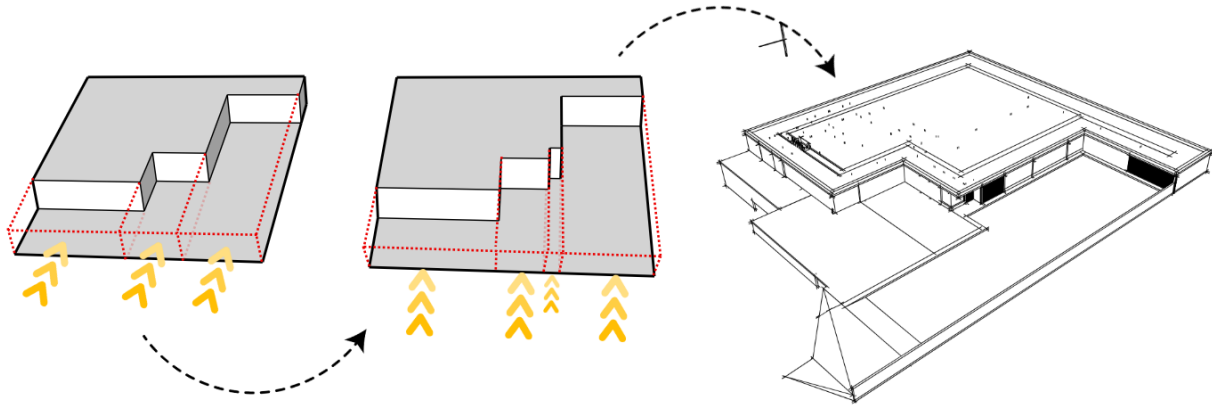
Figura 19
Forma volumétrica



Elaboración propia.

Para el desarrollo de La forma volumétrica se partió originalmente de un paralelepípedo rectangular, el cual fue sometido a sustracciones en su exterior para lograr una identidad arquitectónica única. Se aplicaron cortes estratégicos y extracciones en la envolvente del edificio, creando volúmenes negativos y áreas de acceso abierto que establecieron una conexión visual y funcional con el entorno circundante.

Figura 20
Forma volumétrica



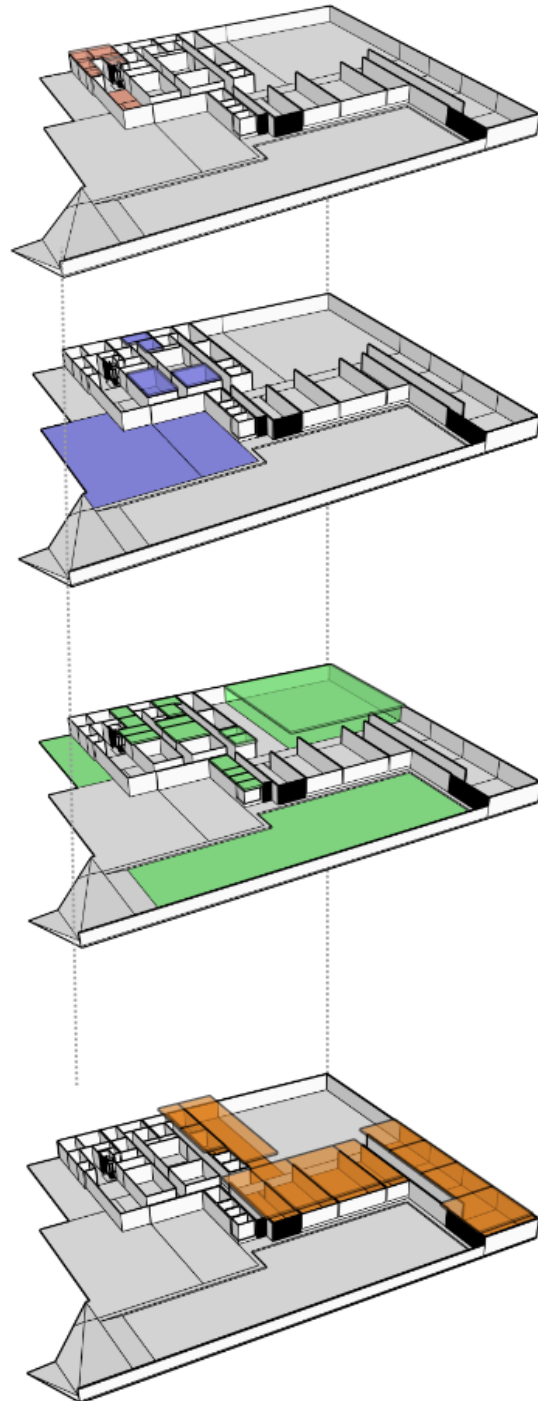
Elaboración propia.

Estas sustracciones exteriores no solo configuraron espacios abiertos para la circulación, sino que también generaron una estética contemporánea y dinámica. La luz natural penetra a través de los vacíos creados, proporcionando iluminación y ventilación naturales, al tiempo que se fomenta la interacción visual con el paisaje circundante. Este enfoque de sustracción exterior no solo cumple con las necesidades prácticas de la planta de residuos sólidos, sino que también dota al edificio de una presencia visual única, destacando su función y compromiso con la sostenibilidad de manera innovadora.

Programa Arquitectónico y Zonificación

Figura 21
Programa Arquitectónico y Zonificación

<p>ZONA ADMINISTRATIVA</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ingreso 80 M2 • Recepción 100 M2 • Sala de espera 40 M2 • Sala de reuniones 40 M2 • Sanitario damas 20 M2 • Sanitario caballeros 20 M2 • Archivo 10 M2 • Oficinas Administrativas 60 M2 • Sala de descanso administrativo 20 M2
<p>ZONA COMPLEMENTARIA</p> <ul style="list-style-type: none"> • Plazoletas 1.200 M2 • Talleres 100 M2 • Parque Sensibilización 600 M2 • Sanitarios damas 40 M2 • Sanitarios caballeros 40 M2 • Senderos peatonales 50 M2 • Salón Polivalente 100 M2
<p>ZONA DE SERVICIOS</p> <ul style="list-style-type: none"> • Acceso de servicio 20 M2 • Patio de maniobras 2000 M2 • Parqueadero de vehículos livianos 800 M2 • Parqueadero de vehículos pesados 2000 M2 • Areas verdes 400 M2 • Guardia 20 M2 • Cuarto Eléctrico 30 M2 • Cuarto de bombas 40 M2 • Cuarto de servicio 20 M2 • Cuarto de basuras 40 M2 • zona de descanso operarios 50 M2 • Taller de mantenimiento 20 M2 • Cafetería 80 M2 • Comedor de trabajadores 80 M2 • Sanitario damas 40 M2 • Sanitario caballeros 40 M2 • Vestidores 40 M2 • Duchas 40 M2 • Acceso y salida vehicular- Punto de vigilancia 20 M2
<p>ZONA DE TRATAMIENTO</p> <ul style="list-style-type: none"> • Control de balanza de peso 200 M2 • Zona de descarga 300 M2 • Zona de descarga 200 M2 • Clasificación de residuos solidos 200 M2 • Zona de separación de residuos orgánicos 200 M2 • Material clasificado 500 M2 • Área de compactación de material reciclable 200 M2 • Área de procesamiento del material reciclable 300 M2 • servicios de abastecimiento 100 M2 • servicios técnicos 100 M2 • Zona de acopio 400 M2 • circulaciones 50 M2
<p>TOTAL METROS CUADRADOS 11.000 M2</p>



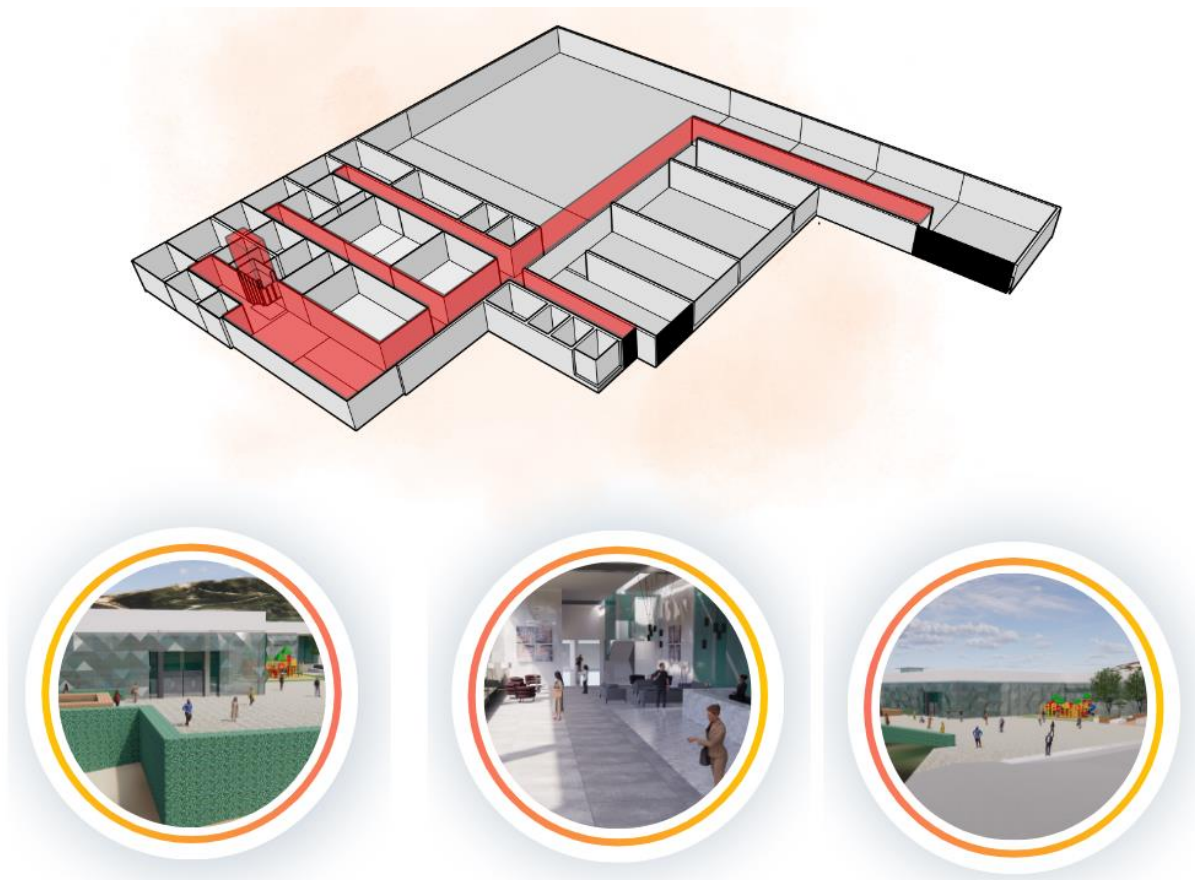
Elaboración propia.

Memoria Compositiva

Circulación

Se diseñó una circulación lineal en forma de “F” con recorrido continuo, lineal y sin interrupciones significativas en pasillos y corredores a lo largo del espacio, de esta manera el movimiento se orienta de manera directa y sin desviaciones marcadas, creando un flujo visual y funcional cohesivo, fomentando así una sensación de orden y claridad en los espacios, buscando optimizar la eficiencia y la conexión directa entre las diferentes áreas.

Figura 22
Circulación

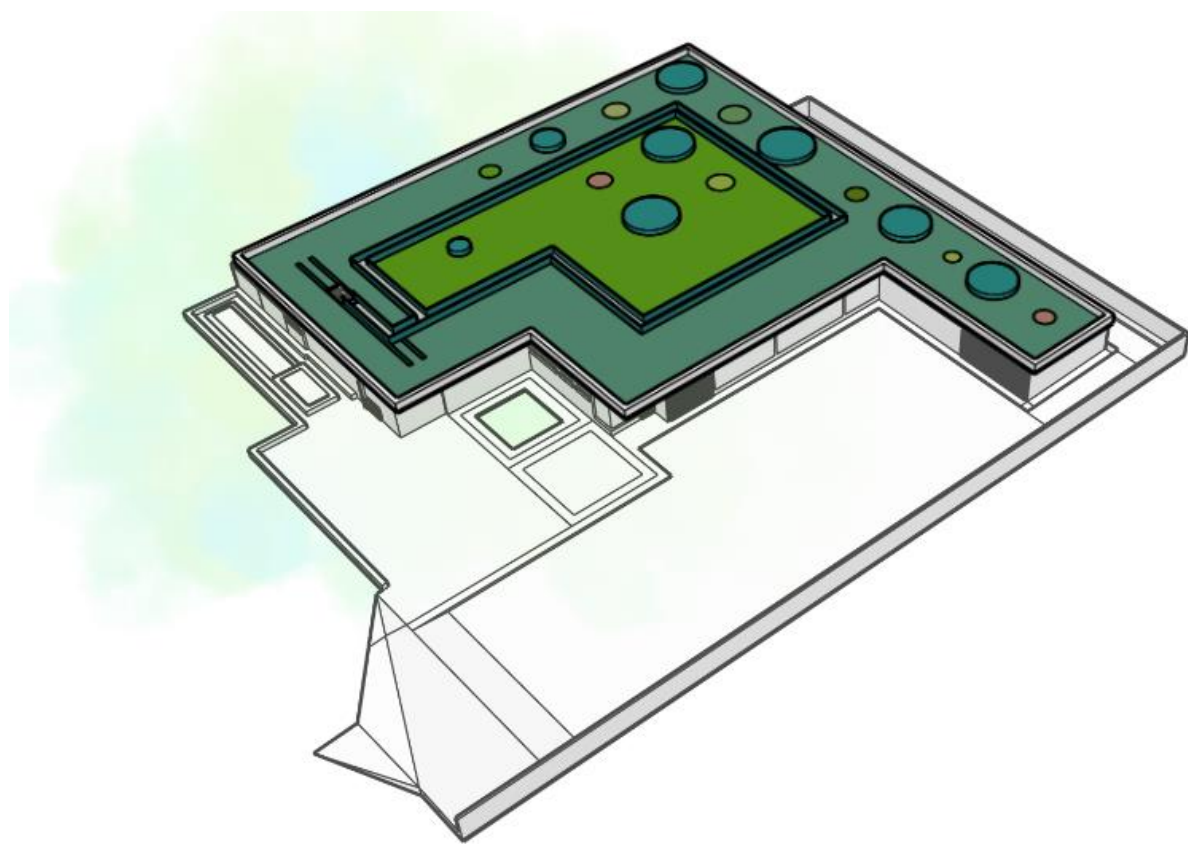


Elaboración propia.

Cubierta

Para este proyecto se diseñó una cubierta verde en donde se implementaron Algas pardas y claraboyas circulares. Las algas contribuyen a la sostenibilidad del entorno al absorber dióxido de carbono y producir oxígeno, mientras que las claraboyas maximizan la entrada de luz natural, reduciendo la dependencia de la iluminación artificial, creando así un ambiente luminoso y conectado con la naturaleza en el interior de los espacios. Esta combinación busca no solo beneficios medioambientales, sino también una experiencia arquitectónica estéticamente agradable y sostenible.

Figura 23
Cubierta

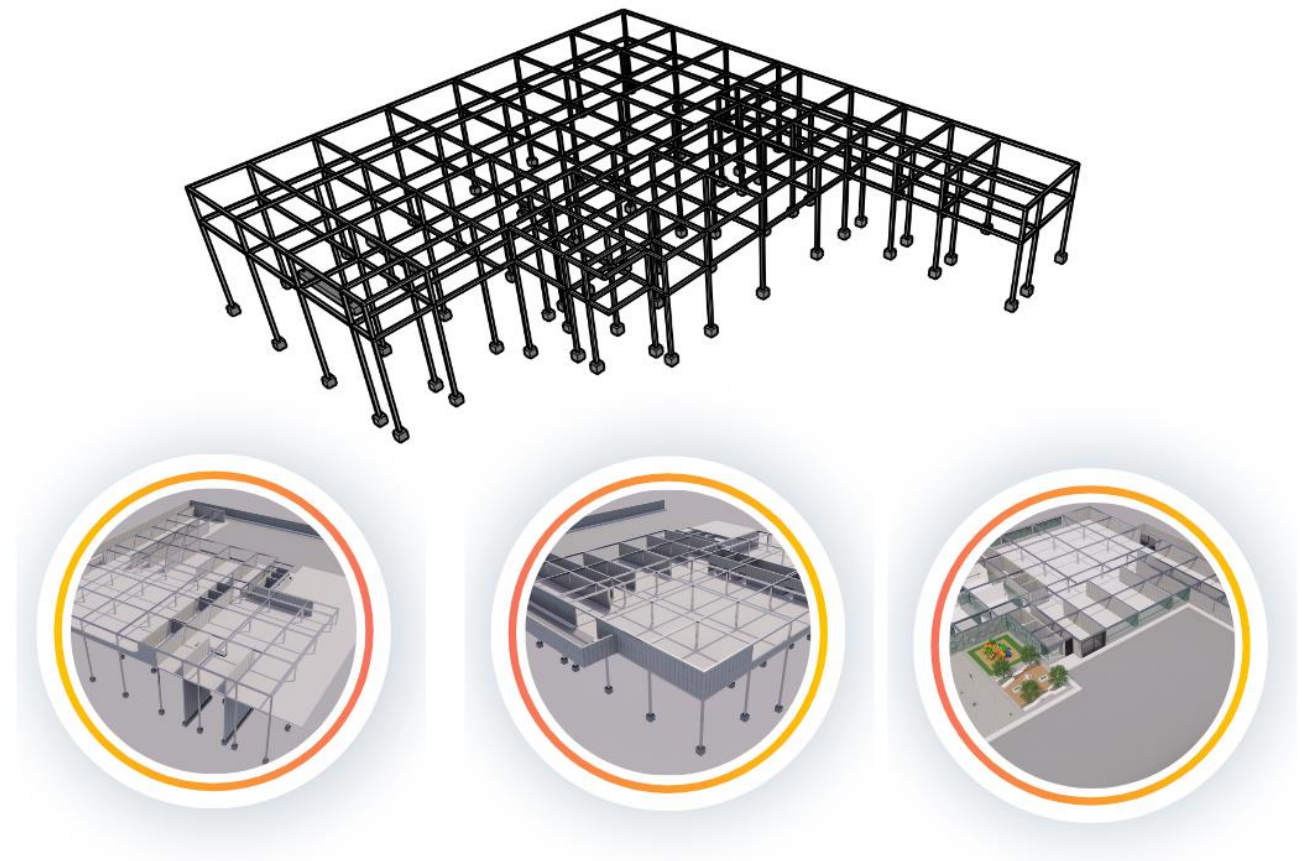


Elaboración propia.

Estructura

La estructura se basa en un sistema mixto entre pórticos en acero y muros pantalla en concreto reforzado, los cuales descansan sobre pilotes de acero en "H" que reposan sobre zapatas de 1.50 metros por 1.50 metros a una profundidad de 12 y 18 metros, los cuales están dispuestos en el terreno teniendo en cuenta las curvas de nivel presentes y los riesgos inherentes a estas.

Figura 24
Estructura



Elaboración propia.

Materialidad

Figura 25
Materialidad



Elaboración propia.

Vidrio Fotovoltaico

Material transparente que incorpora tecnología fotovoltaica, permitiendo la generación de energía solar al convertir la luz solar en electricidad.

Concreto a la Vista

Tipo de concreto utilizado en construcción donde la superficie no se recubre, dejando visible la textura y el color natural del material.

Cristal Verde

Vidrio que contiene óxidos metálicos para conferirle un tono verde, proporcionando propiedades como la reducción de la radiación solar y la mejora de la eficiencia energética.

Algas Pardas

Organismos fotosintéticos marinos que pertenecen al grupo de algas pardas, desempeñan funciones ecológicas cruciales y son utilizadas en diversas aplicaciones, como en la alimentación y la sostenibilidad ambiental.

Acero

Aleación de hierro y carbono con propiedades mecánicas y estructurales excepcionales, ampliamente utilizado en la construcción, la industria y otros sectores debido a su resistencia y maleabilidad.

Aplicación de la metodología BIM

MÓDULO 1. Introducción, normas, estándares, trabajo colaborativo e interoperabilidad

La metodología BIM ha revolucionado la manera en que se diseñan, construyen y gestionan proyectos de construcción. Al crear un modelo inteligente en 3D del diseño, facilita la realización de diseños y documentación de manera más eficiente y precisa, lo que mejora la coordinación en todo el proceso. Esta metodología no solo beneficia a propietarios y proveedores de servicios al mejorar la planificación, diseño, construcción y gestión de infraestructuras, sino que también se ha convertido en el pilar esencial para una gestión efectiva de proyectos. Con la ayuda de esta metodología, llevaremos a cabo la planificación, el diseño, la disposición de espacios y la planificación de instalaciones, logrando así una modelización eficiente de la planta de reciclaje.

BIM centraliza y gestiona de manera integrada toda la información relacionada con un proyecto, desde su concepción hasta la fase de mantenimiento. Esto posibilita una colaboración más eficiente entre los diferentes actores involucrados, reduciendo errores y conflictos durante la construcción, y optimizando los procesos de planificación y gestión. Además, BIM contribuye a mejorar la calidad, eficiencia y sostenibilidad de las construcciones, promoviendo el desarrollo de infraestructuras más seguras y resilientes.

Usos BIM

Los usos BIM se basarán en los diversos propósitos delineados en la tabla 1 de usos BIM. Inicialmente, se centrarán en la fase de diseño, donde se empleará para desarrollar un modelo digital tridimensional detallado del equipamiento. Este enfoque permitirá una visualización precisa y una comprensión profunda de la estructura y el funcionamiento del proyecto. Durante la fase de construcción. BIM facilitará la coordinación entre las diversas partes involucradas, garantizando una ejecución eficiente y precisa de las tareas. Además, se integrarán los aspectos específicos de la planta de reciclaje, asegurando una gestión adecuada de los residuos y promoviendo la sostenibilidad ambiental en todas las etapas del proyecto.

Tabla 1
Usos BIM

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

Elaborado por Natalia Santamaria.

Roles BIM

En el ámbito de la gestión de proyectos BIM, se establecen roles y responsabilidades claramente definidos en el Plan de Implementación BIM (BEP), el cual forma parte integral del contrato. Este documento detalla los roles esenciales necesarios para llevar a cabo el proyecto de la planta de reciclaje, abarcando desde la gestión de información hasta la planificación en 3D, 4D y 5D, pasando por la coordinación de equipos y la gestión del ciclo de vida del edificio.

Figura 26
Roles BIM



Elaborado por Natalia Santamaria.

Documentación BIM (EIR y BEP)

El proyecto se ejecutará empleando la metodología Building Information Modeling (BIM), la cual prioriza la inclusión de documentación esencial para garantizar la efectividad del proceso, como lo es el EIR y el BEP.

Documento (EIR) Employer Information Requirements

El documento EIR” Employer Information Requirements” (Requisitos de información del empleador) Es un documento que contendrá toda la información necesaria, que el cliente necesita proporcionar deben contener solo la sección en la que describimos nuestras condiciones sobre el uso de las metodologías BIM en nuestro proyecto, sin más información adicional. La cual se basará en tres aspectos fundamentales: técnico, administrativo y comercial. Esta información será proporcionada por el propietario o promotor del proyecto.

Tabla 2

EIR. Employer Information Requirements

(EIR) Employer Information Requirements	
Técnico	
Objetivos del proyecto	Proponer un plan estratégico integral para la gestión de residuos sólidos en Bogotá, que incluya la implementación de una red de centros de acopio de material reciclable y plantas de clasificación y procesamiento de residuos sólidos, a través de la promoción del reciclaje y la correcta disposición de estos residuos.
Objetivos de BIM en el proyecto	Utilizar la metodología colaborativa del BIM para el diseño, visualización y planificación eficiente la planta de la planta de procesamiento de residuos en Bogotá, buscando una construcción óptima, operaciones eficientes y gestión efectiva de recursos.
Usos y alcances BIM	Usos Arquitectura 1,2,3,4,5,7 Usos estructura 2,5,7,8 Usos instalación 2,6
LOD y LOI para cada especialidad y componente	Arquitectura LOD 300 y LOI A, B, C Estructura LOD 200 Y LOI A, B, C Instalación LOD 200 Y LOI A, B, C
Plataformas colaborativas, Software de modelado y Coordinación	Plataforma colaborativa (US BIM), Software de modelado (Revit Arquitectura, Estructura) y Software de Coordinación (Navisworks Manager)
ADMINISTRATIVO	
Estándares y normativas	La norma ISO 19650, Resolución 0441 - 2020, Plan BIM
Roles y responsabilidades	Diseñador BIM, Modelador BIM, Coordinador BIM, Estimador de costes

Segregación de información	Módulos y niveles
Plan de entregas	Semanal
Plan de calidad	Revisión semanal
COMERCIAL	
Plataformas de entrega de la información	CDE (usBIM) y BFC (BIM Collab Cloud), Drive, y Moodle
Formatos de entrega	(rvt). Archivos IFC. Planos y documentos pdf y Excel

Elaborado por Natalia Santamaria.

Documento (BEP) BIM Execution plan

El Plan de Ejecución BIM (BEP) "BIM Execution plan" (Plan de Ejecución BIM) es crucial para el éxito del proyecto BIM, ya que sirve como una herramienta esencial para gestionarlo adecuadamente y coordinar eficientemente todas las etapas, desde la planificación inicial hasta la gestión durante la construcción.

En la Red de reciclaje eficiente de residuos sólidos se designaron los siguientes roles claves para la implementación fundamental de este proyecto como lo son:

Manager BIM (Arquitecto): se ocupa de dirigir todo el proceso y necesita comunicarse mucho con el experto y el coordinador del BIM. Debe estar listo para tomar decisiones importantes por su cuenta. Aunque no necesita ser un experto en el programa BIM, sí tiene que conocer lo esencial para poder participar en todas las etapas del proyecto y elegir las herramientas adecuadas para todos.

Modelador BIM: (Ingeniero Estructural) se encarga de crear y gestionar el modelo digital de información de la construcción (BIM) específicamente relacionado con la parte estructural del proyecto. Esto implica utilizar software especializado para desarrollar representaciones tridimensionales detalladas de los elementos estructurales, como vigas, columnas, losas y cimentaciones, así como integrar información sobre materiales, dimensiones, cargas y resistencia de los materiales.

Modelador BIM: (Ingeniero Mecánico). El modelador mecánico es responsable de desarrollar modelos digitales detallados de componentes y sistemas mecánicos utilizando software especializado en diseño (Auto CAD). Su trabajo implica optimizar el diseño de piezas y ensamblajes para garantizar su funcionamiento eficiente y su fabricación precisa.

Modelador BIM (Ingeniero Eléctrico) El modelador eléctrico se enfoca en la creación y gestión de modelos digitales de sistemas eléctricos, desde circuitos y cableado hasta sistemas de iluminación y control.

Modelador BIM (Ingeniero de Fontanería) El modelador de fontanería se dedica a diseñar y gestionar modelos digitales de sistemas hidráulicos, incluidas redes de tuberías, sistemas de bombeo y control de aguas.

Gestión de información: Encargado de organizar, almacenar y distribuir la información relevante para el proyecto de la planta de reciclaje. Asegura que la información esté disponible para todos los miembros del equipo cuando sea necesario.

Tabla 3
Roles BIM

Profesión	Rol BIM	Definición del rol BIM
Arquitecto	Manager BIM (natalia Santamaria)	Gestiona toda la operación y por ello debe mantener una comunicación constante con otros dos participantes: el experto BIM y el coordinador BIM.
Ingeniero estructural	Modelador BIM	Se encarga de mostrar el modelado de la iniciativa que se quiere llevar a cabo.
Ingeniero Eléctrico	Modelador BIM	consiste en diseñar, modelar y coordinar los sistemas eléctricos de un proyecto, utilizando herramientas BIM para asegurar la integración y eficiencia de estos sistemas dentro del entorno construido.
Ingeniero de Fontanería	Modelador BIM	consiste en diseñar, modelar y coordinar los sistemas de fontanería en un proyecto, utilizando herramientas BIM para asegurar la integración y eficiencia de estos sistemas dentro del entorno construido.
Ingeniero mecánico	Modelador BIM	consiste en diseñar, modelar y coordinar los sistemas mecánicos, en un proyecto, utilizando herramientas BIM para asegurar la integración y eficiencia de estos sistemas dentro del entorno construido.

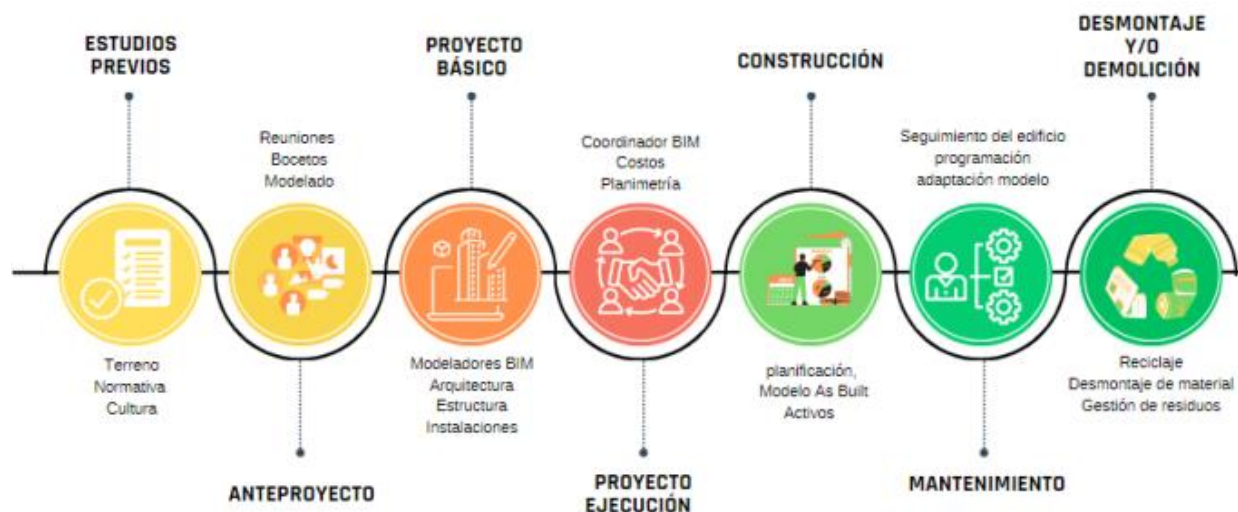
Arquitecto	Gestor de información	administrar y coordinar toda la información digital del proyecto, asegurando su precisión, actualización y accesibilidad para todos los involucrados.
------------	-----------------------	---

Elaborado por Natalia Santamaria.

Ciclo de vida

El ciclo de vida de un proyecto BIM abarca desde la fase inicial de planificación y conceptualización hasta la etapa de construcción, incluyendo la gestión de costos y tiempos. Durante esta evolución, se integran diversas etapas que involucran el diseño, la coordinación y la ejecución de la obra, así como también la gestión de recursos y el seguimiento de la obra. En este proceso, la planta de reciclaje desempeña un papel crucial en la gestión de residuos y la sostenibilidad del proyecto, garantizando la correcta disposición de los materiales utilizados durante la construcción y promoviendo prácticas ambientales responsables. Luego, en la fase de mantenimiento, se utiliza software especializado para gestionar e informatizar la instalación del proyecto, permitiendo un monitoreo eficiente de los sistemas y equipos, así como también la programación de tareas de mantenimiento preventivo y correctivo para garantizar el funcionamiento óptimo de las instalaciones a lo largo del tiempo.

Figura 27
Ciclo de vida



Elaborado por Natalia Santamaria.

CDE (Common Data Environment)

Este recurso en línea constituye una herramienta versátil y poderosa para gestionar datos y documentos de proyectos de construcción, sin importar su escala. Su funcionalidad principal es facilitar la colaboración entre equipos multidisciplinarios en procesos administrados, permitiendo una comunicación fluida y eficaz. Además, su capacidad para proporcionar transparencia en el proceso y permitir auditorías y controles asegura la integridad y la calidad de la gestión del proyecto en todas sus fases.

Al hacer uso del CDE, se garantiza que todos los involucrados realicen comentarios dejando la trazabilidad en el tiempo. Esto garantiza que la información esté actualizada y aprobada, enriqueciendo la accesibilidad inmediata a la información en la totalidad del ciclo de vida del proyecto.

Figura 28
Aspectos del CDE

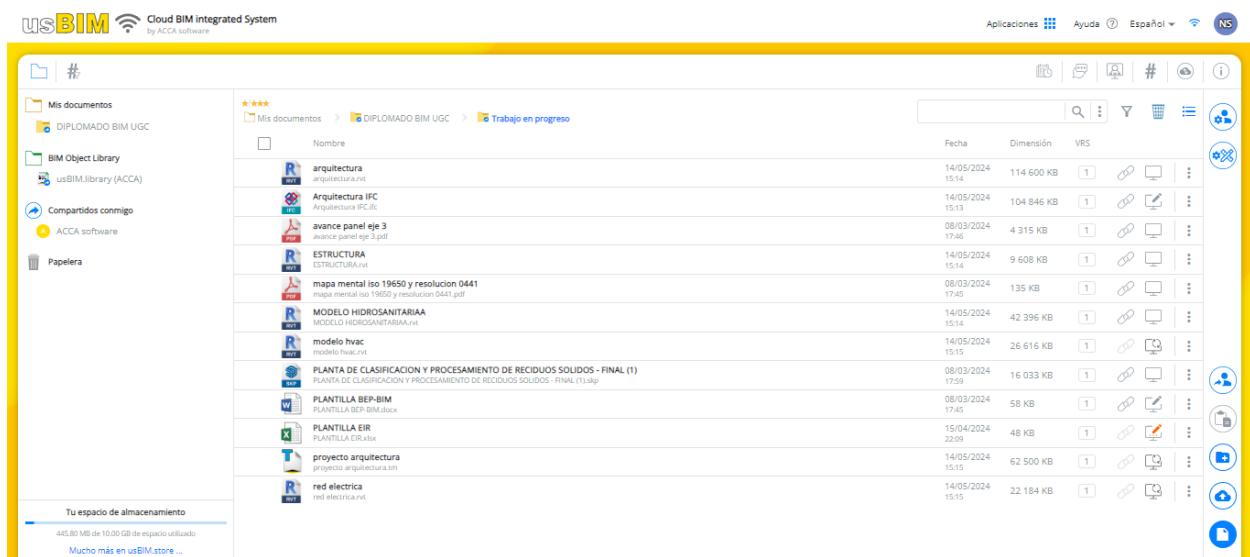


Elaborado por Natalia Santamaria.

BIM management system (US BIM)

Hay varios tipos de Common Data Environments (CDE), como Dalux, Viewpoint, Aconex, usBIM.platform y Bricsys 24/7. En nuestro caso, hemos optado por utilizar la plataforma usBIM. Esta herramienta ofrece una solución rápida, potente y completamente en línea. Proporciona un espacio de almacenamiento en la nube donde puedes cargar, visualizar y gestionar tus proyectos. Además, asegura que todos los involucrados estén al tanto de la información en tiempo real.

Figura 29
CDE usBIM



Elaborado por Natalia Santamaria.

Figura 30
CDE usBIM



Elaborado por Natalia Santamaria.

En el desarrollo de la planta de clasificación, se emplearán varios programas informáticos clave, entre ellos Revit, AutoCAD, Navisworks y USBIM. Estas herramientas desempeñarán un papel esencial al proporcionar la infraestructura tecnológica necesaria para la implementación eficaz del enfoque BIM en el proyecto.

Estos programas no solo facilitarán la creación y ejecución de modelos digitales tridimensionales, sino que también promoverán la colaboración y la interoperabilidad entre diferentes equipos y disciplinas. Su capacidad para integrarse entre sí permitirá una comunicación fluida y una coordinación efectiva durante todas las etapas del proyecto de la planta de clasificación, asegurando así un proceso de construcción más eficiente y sin problemas.

IFC (Industry Foundation Classes)

El formato IFC “Industry Foundation Classes” (Clases fundamentales de la industria) es ampliamente reconocido y utilizado en la industria de la construcción para intercambiar modelos y datos entre diferentes equipos y software. No se limita solo al intercambio de datos entre equipos de trabajo, sino que también facilita la comunicación entre diferentes fases del proyecto, desde el diseño hasta el mantenimiento. Esta capacidad de interoperabilidad ayuda a mejorar la eficiencia, reducir errores y promover la colaboración entre los profesionales involucrados en todas las etapas del proyecto de construcción.

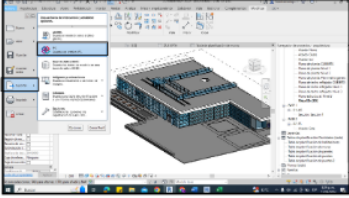
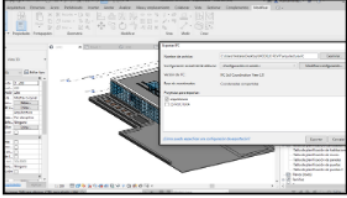
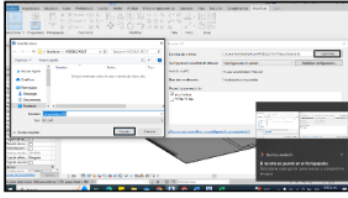
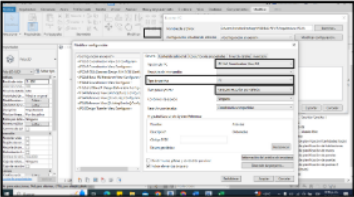
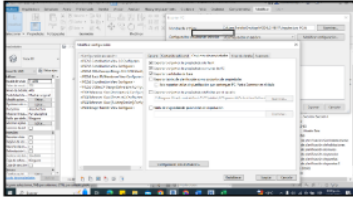
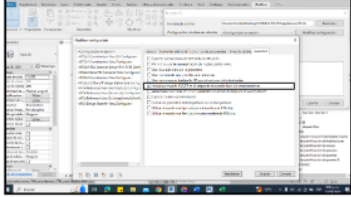
Figura 31
características



Elaborado por Natalia Santamaria.

Basándonos en la figura 32, vamos a detallar el procedimiento paso a paso de cómo se llevó a cabo la creación de los archivos IFC (Clases fundamentales de la industria).

Figura 32
Procedimiento IFC

<p>1. RUTA DE EXPORTACIÓN DEL IFC DESDE REVIT</p>  <p>Nos dirigimos a archivo, clic en exportar y luego en IFC.</p>	<p>2. CONFIGURACIÓN DE PROPIEDADES AVANZADAS DEL IFC DESDE REVIT</p>  <p>Aparece un cuadro de dialogo para configurar "IFC"</p>	<p>3. RUTA Y CONFIGURACIÓN DEL IFC DESDE REVIT</p>  <p>Damos clic en examinar, seleccionamos el lugar donde quedara y guardamos.</p>
<p>4. CONFIGURACIÓN DE PROPIEDADES AVANZADAS DEL IFC DESDE REVIT</p>  <p>En general, ya viene por defecto la configuración de IFC 2x3 coordination view. se verificamos que el tipo de archivo sea "IFC" y que la base de coordenadas sea "coordenadas compartidas".</p>	<p>5. CONFIGURACIÓN DE CONTENIDO ADICIONAL DEL IFC DESDE REVIT</p>  <p>En conjunto de propiedades, se recomienda seleccionar las primeras 3 casillas.</p>	<p>6. CONFIGURACIÓN DEL NIVEL DE DETALLE DEL IFC DESDE REVIT</p>  <p>En avanzada, se recomienda seleccionar la siguiente casilla.</p>

Elaborado por Natalia Santamaria.

BFC (BIM Collaboration Format)

BCF, que corresponde a BIM Collaboration Format o Formato de Colaboración BIM, es un estándar internacional abierto desarrollado y mantenido por buildingSMART International. Esta norma se puede emplear en diversas herramientas de software BIM y está concebida para ofrecer soluciones en colaboración y está diseñado para proporcionar soluciones para las incidencias, modelos, orientado a datos y compartir.

Figura 33
Busca dar soluciones

<p>INCIDENCIAS BCF unifica la forma en que las incidencias son comunicadas; la información transmitida contendrá no solo el resultado de una comprobación de modelo, sino también propuesta.</p>	<p>MODELOS se utiliza para intercambiar modelos de información, BCF es la solución para comunicarse sobre esos modelos.</p>
<p>ORIENTADO A DATOS BCF es un formato orientado a datos que permite la comunicación de incidencias entre distintas herramientas de software.</p>	<p>COMPARTIR las incidencias pueden ser compartidas a través del simple intercambio de archivos o mediante sincronización basada en la nube.</p>

Elaborado por Natalia Santamaria.

El BCF ofrece beneficios adicionales, como la reducción de costos mediante una mejor coordinación, un mayor control de los flujos de trabajo y la reducción de los plazos de entrega gracias a su claridad y facilidad de uso. Además, permite una mejor coordinación, independientemente de las herramientas de software utilizadas.

Basándonos en la figura 34, vamos a detallar el procedimiento paso a paso de cómo se llevó a cabo la creación del BFC (Formato de Colaboración BIM).

Figura 34
Procedimiento BFC

<p>1. CREACIÓN DE CUENTA BIM COLLAB</p>  <p>Hacemos la creación de la cuenta en la página collab Cloud y en Revit.</p>	<p>2. VISUALIZACIÓN DE LAS INCIDENCIAS EN REVIT</p>  <p>llenaremos los campos de cada incidencia. dándole clic en el icono de conectar proyecto BIMcollab.</p>	<p>3. BCF EJECUTADO DESDE REVIT</p>  <p>Podremos visualizar cada incidencia que creemos.</p>	<p>4. VINCULACIÓN DE REVIT A BIM COLLAB CLOUD</p>  <p>Al hacer clic en "Sincronizar proyecto" en Revit, el proyecto estará disponible en la página de BIM Collab Cloud.</p>
--	--	---	---

Elaborado por Natalia Santamaria.

MÓDULO 3: Modelado de edificación

En este capítulo, nos adentraremos en el proceso de modelado de la planta de reciclaje, tomando como punto de partida un área de 500m² como nuestra referencia principal. En esta etapa, nos concentraremos en la creación detallada de la zona administrativa, así como en una parte específica de la zona de servicios. Este proceso incluirá la implementación completa de la estructura del edificio, considerando su diseño y distribución arquitectónica, así como la integración de las instalaciones MEP (Mecánicas, Eléctricas y de Fontanería). Este modelo comprenderá niveles de desarrollo (LOD) 100 y 200 y 300 para cada especialidad, en estricta conformidad con las directrices establecidas en el Plan de Ejecución BIM (BEP).

Modelado de Estructura

Para el diseño estructural de la planta de reciclaje, se ha tenido en cuenta la normativa NRS10, que establece las Normas de Reglamentación Sísmica para garantizar la resistencia sísmica de la construcción. El enfoque adoptado asegura la estabilidad del edificio frente a posibles eventos sísmicos. La estructura principal está compuesta un sistema mixto entre pórticos en acero y muros pantalla en concreto reforzado, proporcionando una base sólida y duradera. Se emplearon zapatas aisladas con dimensiones de 1.50 m x 1.50 m x 1.50 m para distribuir adecuadamente las cargas y garantizar la estabilidad del edificio, con un nivel de desarrollo (LOD) de 200.

Cada material utilizado se seleccionó cuidadosamente para garantizar tanto la eficiencia como la seguridad del conjunto. Se optó por columnas y vigas estándar de 0.50 m x 0.50 m, en acero para aumentar su resistencia. En cuanto al entrepiso, se implementaron viguetas para soportar una losa con un espesor de 0.30 m, cumpliendo con los requisitos de carga y proporcionando una superficie duradera para las operaciones de la planta.

Figura 35
ESTRUCTRA



Elaborado por Natalia Santamaria.

En el modelado de estructuras, se empleará un nivel de desarrollo (LOD) 200, lo que implica una representación detallada de los elementos estructurales en el modelo BIM. En este nivel, se incluirán componentes como columnas, vigas y losas con dimensiones y formas precisas, así como detalles de conexión básicos.

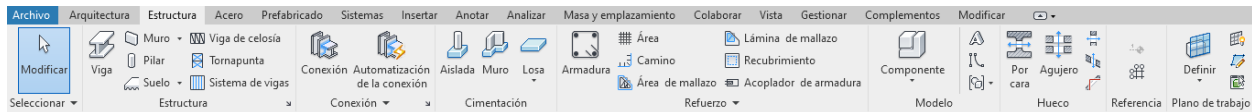
Tabla 4
elementos estructurales

ELEMENTOS ESTRUCTURALES			
	VIGAS	COLUMNAS	ZAPATAS
DIMENSIÓN	0.50m x 0.50m	0.50 m x 0.50 m	1.50m x 1.50m x 1.50m
FAMILIA	Sistema de vigas estructurales	Acero-Rectangular-Pilar	Zapata aislada
TIPO	Sistema de armazón estructural	Acero -Rectangular-Pilar	M_zapata rectangular

Elaborado por Natalia Santamaria.

El modelado de la estructura se llevó a cabo utilizando el software Revit, específicamente a través de su sección dedicada a estructuras. En esta área del programa, se accede a una variedad de herramientas diseñadas para facilitar la creación y edición de elementos estructurales. Desde esta interfaz, los usuarios pueden realizar un modelado detallado y preciso de la estructura, aprovechando las funciones disponibles para garantizar la integridad y la eficiencia del diseño.

Figura 36
Sistemas de Revit



Elaborado por Natalia Santamaria.

Modelado de Arquitectura

En el diseño arquitectónico se realizó un nivel de detalle Level of Development (LOD)300 su nivel de diseño arquitectónico incluyó la especificación de materiales para los muros internos y externos, estos últimos en concreto a la vista. Además, se detallaron las puertas, los muros cortina y los vidrios externos, los cuales son fotovoltaicos. La fachada se caracteriza por contar con cristal verde, mientras que la cubierta presenta algas verdes. Este diseño se realizó con un nivel de desarrollo consistente en (LOD) 300 y contempla una distribución interna de espacios que incluye un solo nivel y una cubierta transitable. Entre las áreas del nivel se encuentran una zona administrativa, un área de servicios y un espacio complementario.

Tabla 5*Planificación de muro y muros cortina*

TABLA DE PLANIFICACIÓN DE MUROS		
TIPO	FAMILIA	ACABADO
Muro básico	Muro T1 15cm	Enlucido Blanco
Muro básico	Muro T2 15cm	Porcelana Marfil
Muro básico	Muro T3 15 cm	Porcelana Marfil
Muro básico	Hormigón con enlucido .50cm	Hormigón pasarela
Muro básico	Muro exterior T4 25cm	Enlucido Blanco
TABLA DE PLANIFICACIÓN DE MUROS CORTINA		
Muro Cortina	Muro cortina T1	Cristal
Muro Cortina	Muro cortina T2	Cristal
Muro Cortina	Muro cortina T3	Vidrio fotovoltaico
Muro Cortina	Muro cortina T4	Vidrio fotovoltaico

Elaborado por Natalia Santamaria.

Tabla 6*Tabla de planificación de puertas*

TABLA DE PLANIFICACIÓN DE PUERTAS	
TIPO	FAMILIA
2000 x 2300	Aluprof_MB-78EI-DPA_E_Alu_Automatic-Fireproof-Door-Dbl-with-Sidelights-and-Fanlight_ENG_R-00264
900 x 2100	Aluprof_MB-86-ST-AG05_E_Alu_Sgl-Panel-Door-Outward-Opening-Sidelight_ENG_R-00477
G-4400	Doors_Industrial-Door_Garaga_G-4400-Full-Vision-Aluminum-Frame-Garage-Door

Elaborado por Natalia Santamaria.

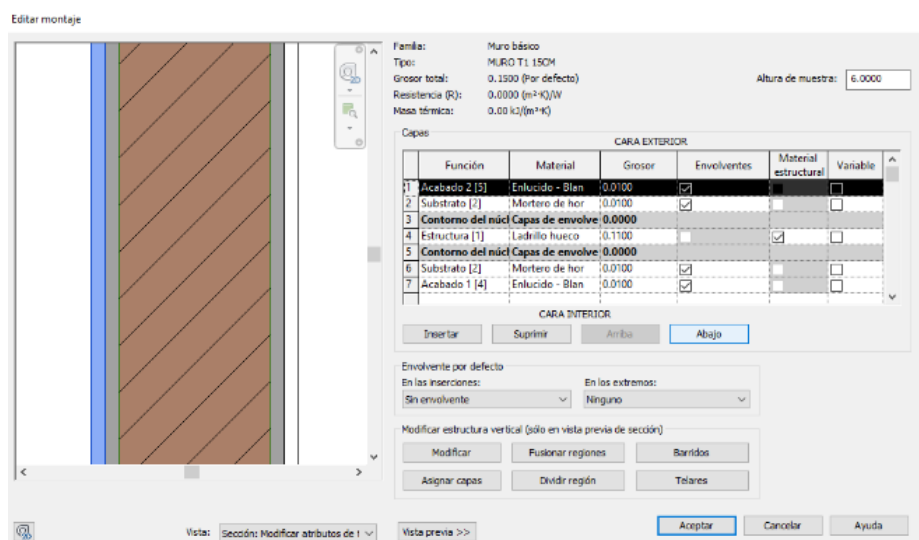
Figura 37
Arquitectura



Elaborado por Natalia Santamaria.

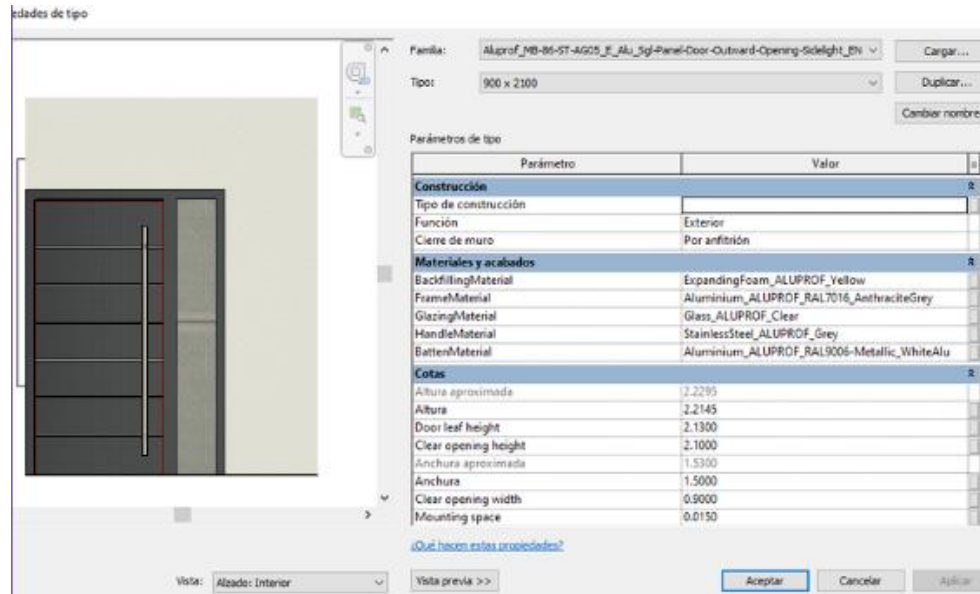
Para la parte arquitectónica, se empleará un nivel de desarrollo (LOD) 300, que implica un detallado exhaustivo de los elementos como puertas, muros y ventanas, incluyendo especificaciones de dimensiones, materiales y acabados. Con este LOD, se logra una visualización precisa de cada espacio, mostrando la disposición, ubicación y acabados de los muros utilizados en el proyecto.

Figura 38
propiedades



Elaborado por Natalia Santamaria.

Figura 39
Detalle puerta



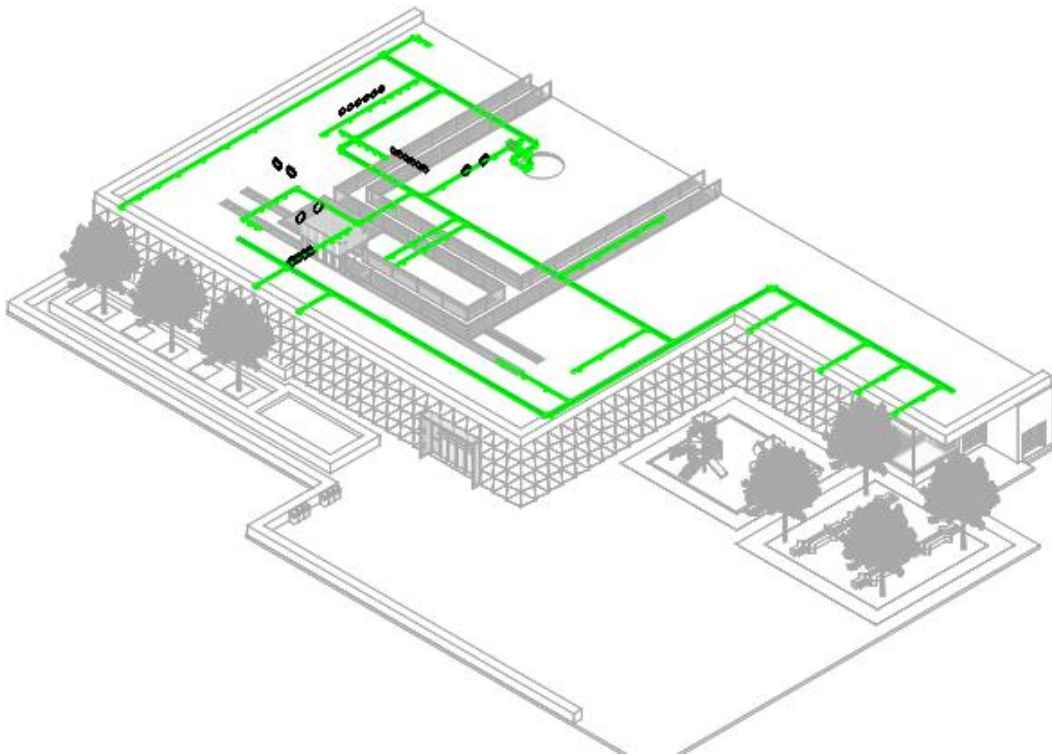
Elaborado por Natalia Santamaria.

Instalaciones MEP

Las instalaciones MEP (Mecánicas, Eléctricas y de Fontanería) integradas en la planta de reciclaje desempeñan un papel fundamental en el funcionamiento eficiente y sostenible de la instalación. Estas instalaciones incluyen sistemas de climatización y ventilación para mantener condiciones ambientales óptimas, sistemas eléctricos que proporcionan energía a la maquinaria y equipos, y sistemas hidrosanitarios que garantizan el suministro de agua potable y la gestión adecuada de aguas residuales. La integración de estas instalaciones dentro del diseño arquitectónico y estructural de la planta permite una operación coordinada y sin problemas, contribuyendo así a la eficiencia operativa y al cumplimiento de los estándares ambientales y de seguridad requeridos en la industria del reciclaje. A continuación, se presentan estas instalaciones que trabajan en armonía para cumplir con los requisitos técnicos y normativos del proyecto.

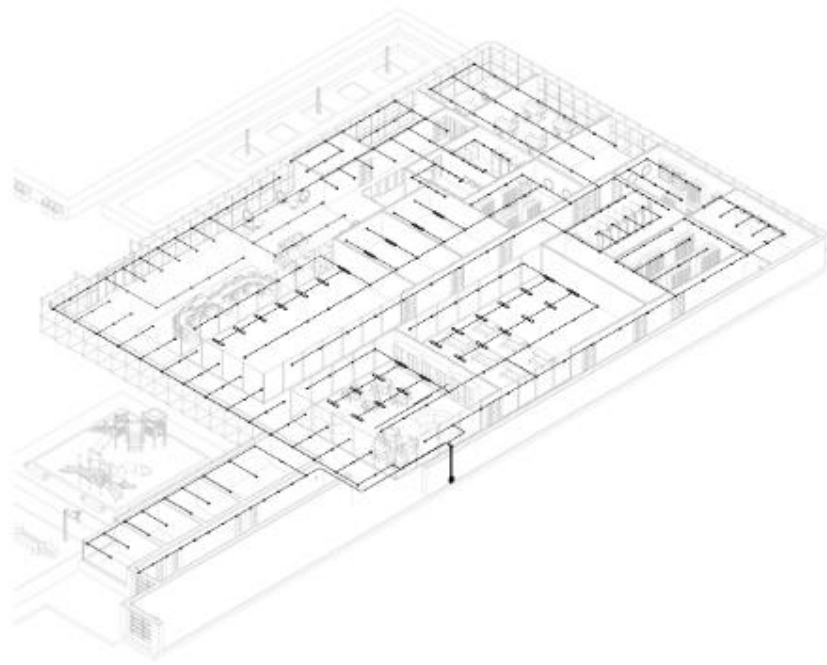
Para la parte de instalaciones, se empleará un nivel de desarrollo (LOD) 200 en las instalaciones implica una representación básica de los componentes, donde se incluyen elementos como conductos, tuberías o equipos. Aunque se muestra la ubicación y disposición general de estos elementos, los detalles específicos sobre tamaños, conexiones y materiales pueden ser limitados en comparación con niveles de desarrollo más altos.

Figura 40
Instalaciones HVAC



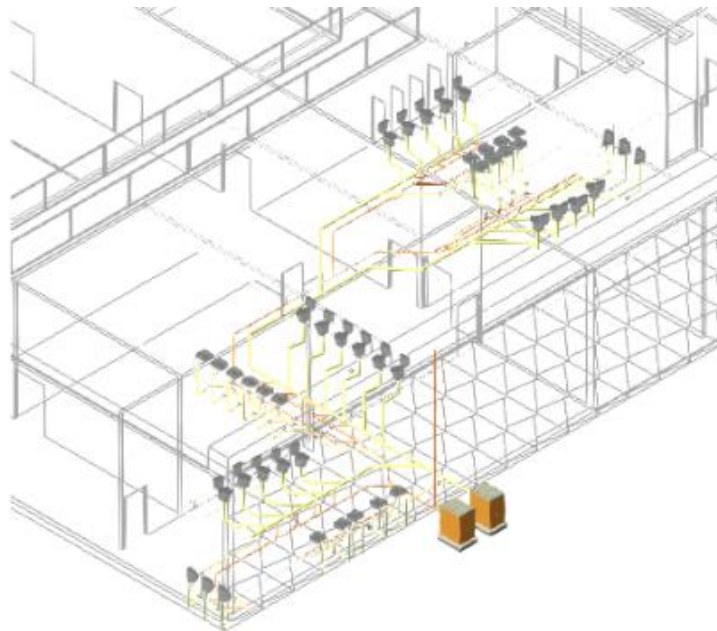
Elaborado por Natalia Santamaria.

Figura 41
Instalaciones Eléctricas



Elaborado por Natalia Santamaria.

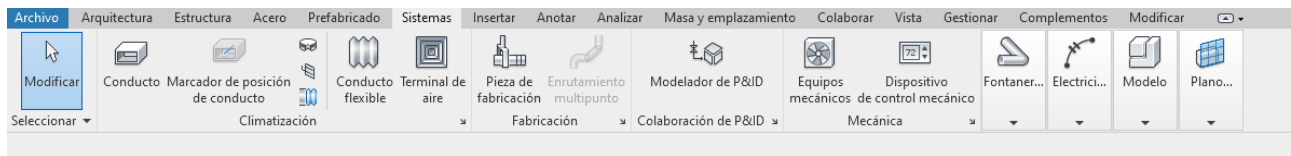
Figura 42
Instalaciones Hidrosanitarias



Elaborado por Natalia Santamaria.

Para llevar a cabo el diseño de las instalaciones eléctricas, red eléctrica, hidráulica y HVAC (calefacción, ventilación y aire acondicionado), se empleó el software Revit, focalizando el trabajo en la sección de sistemas. Dentro de esta interfaz, se dispone de diversas herramientas que facilitan el modelado completo de estas instalaciones. Con estas opciones, los usuarios pueden realizar el diseño de manera eficiente y precisa, asegurando la integración adecuada de las instalaciones en el proyecto.

Figura 43
Sistema Revit



Elaborado por Natalia Santamaria.

MÓDULO 4: Coordinación de especialidades, documentación y tiempos

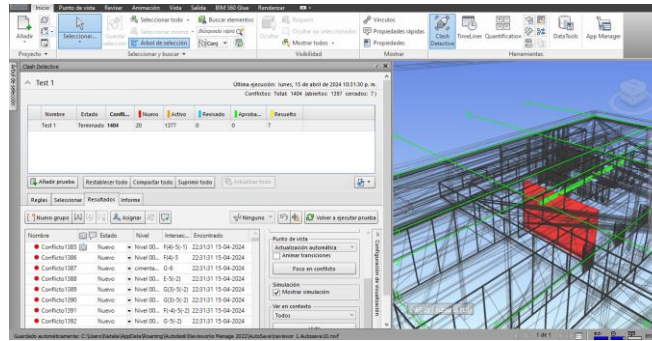
La coordinación de diferentes áreas, la organización de documentos y el seguimiento de tiempos en la construcción de una planta de clasificación implica manejar de manera eficiente los diseños de arquitectura, estructura, electricidad, mecánica y otros aspectos del proyecto. Esto significa identificar y resolver problemas entre los diseños, establecer reglas para asegurar la calidad y supervisar la información compartida entre los modelos. Además, implica dirigir el proceso de creación y gestión de modelos, así como trabajar en equipo.

Análisis de interferencia e inconsistencia

En el contexto del proyecto de la planta de reciclaje, el control de interferencias e inconsistencias con BIM desempeña un papel importante. Esta metodología nos permite identificar y resolver posibles conflictos entre elementos tridimensionales durante la etapa de diseño y planificación. Dichos conflictos pueden presentarse como colisiones entre componentes, como un panel de muro cortina y una viga.

Las inconsistencias en Navisworks son problemas detectados entre los diferentes modelos 3D del proyecto. Se pueden abarcar desde colisiones entre elementos en ubicaciones incorrectas. Identificar y resolver estas inconsistencias es crucial para garantizar la precisión y la coherencia en el modelo del proyecto de construcción.

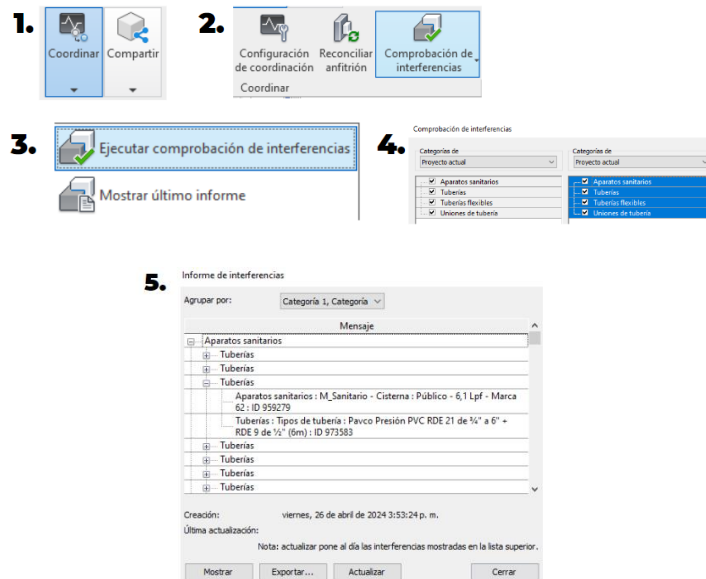
Figura 44
inconsistencias



Elaborado por Natalia Santamaria.

Para abordar eficazmente las interferencias del proyecto de construcción, el uso de software como Revit es esencial. Revit nos permite integrar modelos de diseño en 3D de diversas disciplinas, como arquitectura, estructuras, mecánica, electricidad y fontanería. Mediante un análisis detallado, se identifican posibles conflictos y discrepancias entre estos elementos, lo que facilita una detección temprana de problemas y la aplicación de medidas correctivas.

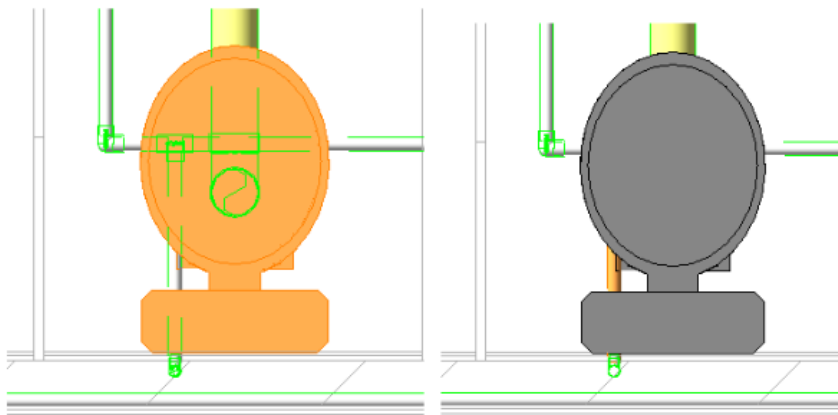
Figura 45
Interferencias



Elaborado por Natalia Santamaria.

Tomando como referencia la Figura 42, comenzamos el proceso de interferencias con el software Revit, yendo a la pestaña "Colaborar". Luego, hacemos clic en "Coordinar" y seleccionamos "Comprobación de Interferencias". Se despliegan dos opciones, y elegimos "Ejecutar Comprobación de Interferencias". A continuación, marcamos todas las opciones en ambas categorías, y damos clic en "Aceptar". Posteriormente, se muestran todas las interferencias detectadas en el proyecto, donde podemos descargar un informe detallado.

Figura 46
Interferencias Revit



Nota. "El informe de Revit reveló las interferencias detectadas en el proyecto destacándolas con un color naranja". Elaborado por Natalia Santamaria.

Creación de informes de coordinación

La Creación de informes de coordinación es esencial en la gestión de proyectos de construcción, implica generar documentos detallados que reflejen los resultados del análisis de coordinación en un modelo BIM. En el caso de la planta de clasificación, estos informes ofrecen una visión clara de las interferencias entre distintas disciplinas, como arquitectura, estructuras, mecánica y electricidad. Además de identificar los conflictos, suelen incluir recomendaciones para resolverlos y mejorar la coordinación entre los equipos de diseño y construcción.

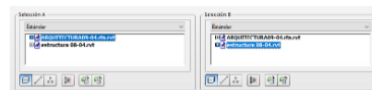
Para generar informes con la herramienta Clash Detective en Navisworks, primero importa todos los modelos de diseño pertinentes y configura las reglas de detección de interferencias. Luego, ejecuta el análisis de choques, revisa los resultados y filtra las interferencias según tus criterios. Una vez identificadas, puedes generar un informe detallado con las opciones disponibles en Clash Detective y guardarlo en el formato deseado para compartirlo con el equipo y abordar las correcciones necesarias.

Figura 47
Creación de Informes

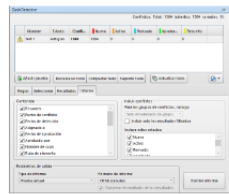
1. En la ventana de Clash Detective, se debe ejecutar la prueba correspondiente. De haberse ejecutado todas las pruebas del panel Pruebas, debe seleccionarse la prueba con los resultados que desean consultarse. Además, se debe hacer clic en la ficha informe.



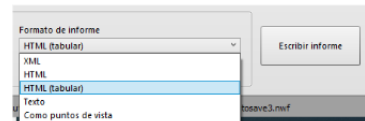
3. los informes generados por herramientas BIM como Navisworks Manager posibilitan que los diseños de ingeniería, que incluyen estructuras, sistemas de climatización, contra incendios, eléctricos y de hidrosanitarios, se ejecuten con muy pocas interferencias.



2. Identificación de interferencias Utilizando Navisworks Manager para cargar los modelos de diseño y realizar un análisis de interferencias para detectar colisiones entre elementos.



4. Finalmente, exporta el informe en el formato deseado, como XML, HTML o HTML(tabular), para compartirlo con otros miembros del equipo de proyecto y tomar las medidas necesarias para resolver las interferencias detectadas.



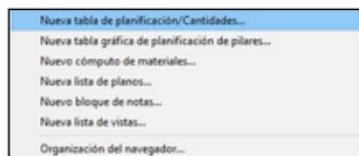
5. Una vez generado el informe, comunica los hallazgos a los equipos relevantes, incluyendo arquitectos, ingenieros y contratistas, para que estén al tanto de las colisiones detectadas y puedan tomar medidas correctivas según sea necesario.

ID	Elemento	Descripción	Tipo	Gravedad	Resolución
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10

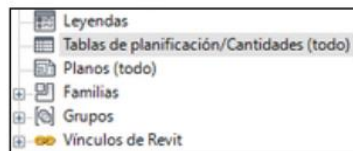
A continuación, se mostrará en la figura 51 un paso a paso para llevar a cabo la gestión de cantidades en Revit. Para comenzar, es necesario modelar todos los elementos del proyecto, tales como paredes, pisos, techos, puertas y ventanas, utilizando las herramientas de modelado paramétrico del software. Posteriormente, se deben asignar propiedades a estos elementos, como materiales, dimensiones y cantidades.

Luego, utilizando las funciones integradas de Revit, se generan listados detallados de cantidades que incluyen información sobre áreas, volúmenes y cantidades de materiales presentes en el proyecto. Estos listados pueden ser exportados en formatos como Excel para su análisis y uso en la planificación y presupuestación del proyecto, facilitando así la gestión de recursos y la toma de decisiones durante el desarrollo del mismo.

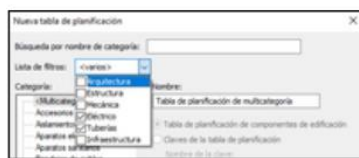
Figura 51
Abstracción y gestión de cantidades



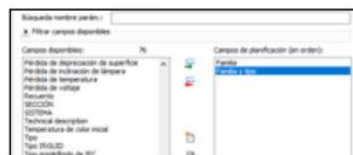
1. En navegador del proyecto, se busca la opción nueva tabla de planificación / cantidades.



2. Damos clic izquierdo y saldrá la siguiente ventana.



3. En este paso seleccionamos, la categoría en la deseamos hacer la cantidad, ya sea Arquitectura, estructura, etc.



4. En este paso Seleccionamos lo que deseamos ver las categorías, como tipo, familia.

Elaborado por Natalia Santamaria.

Figura 56

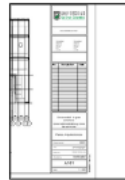
Configuración de planimetría y documentación



- 1.** Nos vamos a Navegador de proyectos y buscamos planos (todos). damos clic derecho y le damos nuevo proyecto.



- 2.** cargamos el rotulo.



- 3.** Empezamos a modificar donde va la información del proyectó.



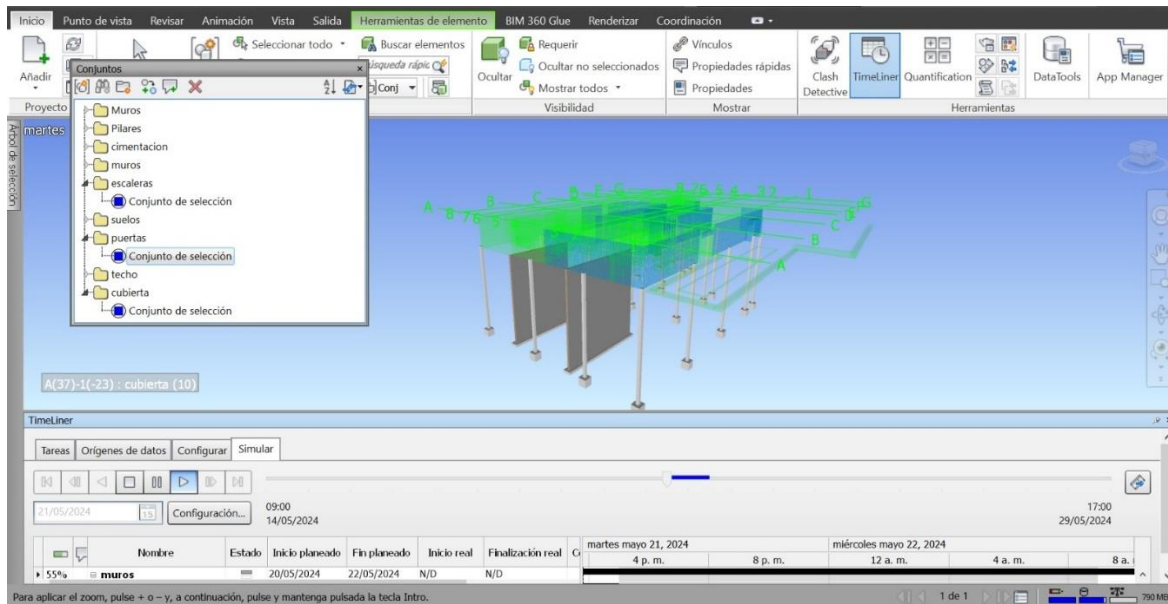
- 4.** Para agregar los planos, simplemente selecciona el plano que deseas incorporar al rótulo y arrástralo. Después, configura la escala según tus necesidades.

Elaborado por Natalia Santamaria.

Simulación de actividades constructivas.

La simulación de actividades constructivas en Navisworks es un proceso que permite planificar y visualizar la secuencia de construcción del proyecto, utilizando la plataforma de software Navisworks. Con esta herramienta, se importan modelos BIM y otros archivos de diseño para asignar secuencias de tiempo a los elementos del modelo, representando la programación de la construcción en el orden en que se llevarán a cabo en el proyecto real. Esto incluye la visualización de la secuencia de montaje, instalación y otras actividades, así como la detección de posibles interferencias y colisiones entre elementos del modelo.

Figura 57
simulación de actividades constructivas



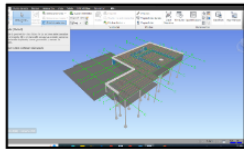
Elaborado por Natalia Santamaria.

Para vincular modelos en Navisworks, primero se añaden archivos de cada especialidad del proyecto utilizando la opción "Añadir" y archivos en formato .rvt. Luego, se activa y visualiza el Árbol de selección para ver la estructura de cada archivo y modelo vinculado. Posteriormente, se activa y visualiza el Administrador de conjuntos para iniciar la programación por actividades de ejecución, lo que permite crear carpetas para cada actividad y facilita la organización del proyecto. A continuación, se crean conjuntos por carpetas según las actividades generales del proyecto, como muros, losas y escaleras, entre otros. Luego, seleccionando cada componente en el modelo, se asignan componentes a conjuntos, identificando en el árbol de selección la ubicación general y específica de cada categoría. Seguidamente, con los conjuntos creados y los componentes cargados en cada carpeta, se selecciona la opción Time Liner para visualizar las actividades de acuerdo a la configuración de conjuntos creada. Después de cambiar el nombre, se activa la opción "Para cada conjunto", la cual generará automáticamente un diagrama de Gantt con fechas de inicio y fin para todas las actividades. Finalmente,

una vez ajustadas las fechas de inicio y finalización, se selecciona la opción "Simular" para visualizar la secuencia constructiva del proyecto.

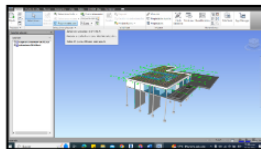
Figura 58
procedimiento de simulación de actividades

1. VINCULACIÓN DE MODELOS



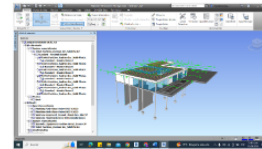
El proceso de vinculación de archivos de cada especialidad del proyecto se realiza mediante la opción "Añadir" y utilizando archivos en formato .rvt.

2. ACTIVACIÓN Y VISUALIZACIÓN DEL ÁRBOL DE SELECCIÓN



Activando el árbol de selección podrá visualizar la estructura de cada uno de los archivos y modelos vinculados.

3. ADMINISTRADOR DE CONJUNTOS



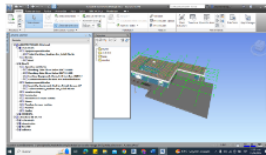
Para iniciar la programación por actividades de ejecución, es necesario activar y visualizar el administrador de conjuntos. Esto permitirá crear carpetas para cada actividad, lo que facilitará la organización y planificación del proyecto.

4. CREACIÓN DE CONJUNTOS POR CARPETAS



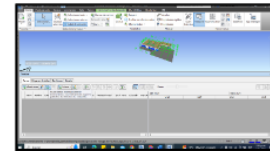
Se pueden crear carpetas según las actividades generales del proyecto. La figura muestra ejemplos de carpetas generales para actividades como muros, losas y escaleras, entre otros.

5. ASIGNACIÓN DE COMPONENTES A CONJUNTOS



Seleccionando cada componente en el modelo podrá identificar en el árbol de selección la ubicación general y específica de cada categoría.

6. SELECCIÓN DE TIME LINER Y AÑADIR CONJUNTO



Con los conjuntos creados y los componentes cargados en cada carpeta, podrá seleccionar la opción Time Liner, la cual activará el cuadro de diálogo que permitirá visualizar las actividades, acorde a la configuración de conjuntos creada.

7. VISUALIZACIÓN DE LA PROGRAMACIÓN ACORDE A LOS CONJUNTOS CREADOS



Después de cambiar el nombre, se activará la opción "Para cada conjunto", la cual generará automáticamente un diagrama de Gantt con fechas de inicio y fin para todas las actividades.

8. SIMULAR EL PROCESO CONSTRUCTIVO



Una vez ajustadas las fechas de inicio y finalización, se debe seleccionar la opción "Simular" para visualizar la secuencia constructiva del proyecto.

Elaborado por Natalia Santamaria.

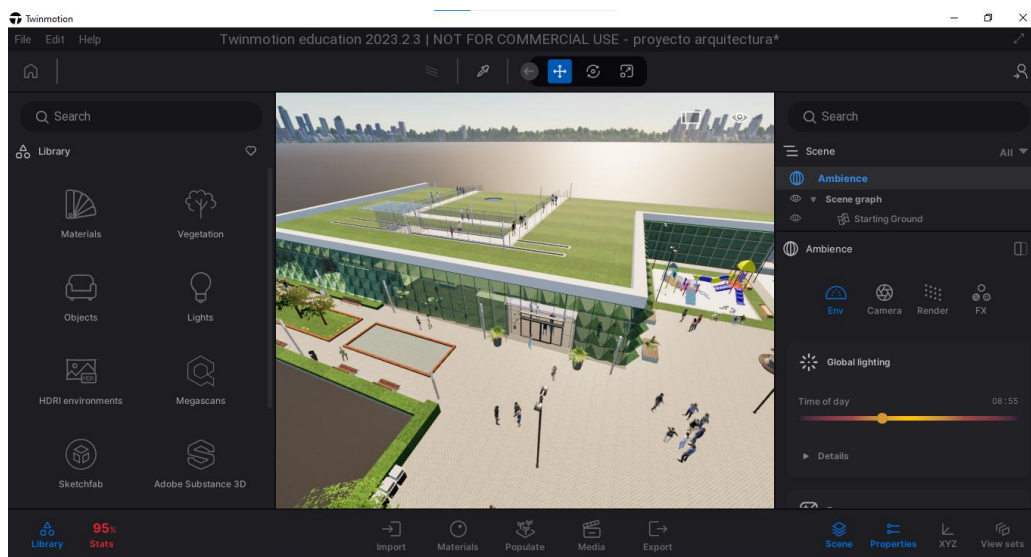
MÓDULO 5: Realidad virtual e inmersiva

Renderización en tiempo real

La renderización en tiempo real es un proceso que permite generar imágenes o animaciones de alta calidad de forma instantánea mientras se interactúa con un modelo digital. A diferencia de la renderización tradicional, donde se requieren largos períodos de tiempo para producir una sola imagen, en la renderización en tiempo real, los cambios en el modelo se visualizan al instante, lo que facilita la toma de decisiones y la iteración rápida en el diseño.

Twinmotion, desarrollado por Epic Games, es un software de visualización arquitectónica en tiempo real que permite a arquitectos y diseñadores crear visualizaciones fotorrealistas de sus proyectos de manera rápida y sencilla. Twinmotion ofrece herramientas de animación que permiten agregar movimiento, ideal para proyectos, con esta herramienta, sería posible presentar cada etapa del proceso de reciclaje de manera clara y convincente, permitiendo a los inversores, autoridades y la comunidad comprender completamente el funcionamiento de la planta incluso antes de que se construya, facilitando así la planificación y el diseño eficientes.

Figura 59
twinmotion

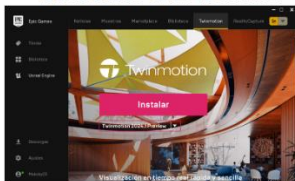


Elaborado por Natalia Santamaria.

Para instalar Twinmotion desde Epic Games, primero ve a la página de Epic Games y descarga el archivo del plugin Twinmotion. Si aún no tienes una cuenta institucional, créala mientras se descarga. Una vez descargado, abre el archivo y selecciona "Twinmotion Edu 2023.2.3" en la pestaña "Twinmotion" para instalarlo. Antes de hacerlo, asegúrate de tener la última versión de Twinmotion instalada. Verifica esto en el iniciador de Epic Games y cierra Revit si está abierto. Luego, en Revit, ve a la pestaña de Data Smith y selecciona "Sincronizar modelos" para llevar los datos a Twinmotion. Abre Twinmotion y elimina objetos innecesarios como la esfera. Después, importa el modelo en Twinmotion seleccionando "Direct Link" y luego "Importar". Ahora puedes visualizar y ambientar tus proyectos arquitectónicos al instante en Twinmotion, agregando elementos para crear un ambiente realista en tus presentaciones.

Figura 60
Exportación Twinmotion

1. INSTALACIÓN DE TWMOTION DESDE EPIC GAMES GAMES



Ve a la página de Epic Games y descarga el archivo del plugin Twinmotion. Mientras se descarga, crea una cuenta institucional si aún no la tienes. Una vez completada la descarga, abre el archivo y accede a la pestaña "Twinmotion". Despliega la barra de opciones y elige "Twinmotion Edu 2023.2.3" para instalarlo en tu software.

2. PREPARACIÓN PARA LA INSTALACIÓN DEL PLUGIN TWMOTION



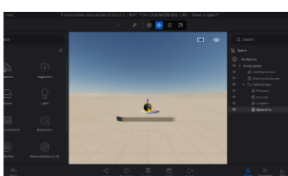
Antes de instalar el plugin, asegúrate de tener la última versión de Twinmotion instalada. Puedes verificarlo abriendo el iniciador de Epic Games y yendo a la pestaña de Twinmotion. Si Revit está abierto, ciérralo antes de proceder con la instalación.

3. SINCRONIZACIÓN DE DATOS EN REVIT CON TWMOTION



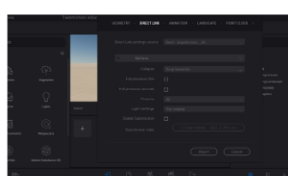
Abre Revit y ve a la pestaña de Data Smith. Luego, selecciona la opción de sincronizar modelos para llevar los datos a Twinmotion.

4. PREPARACIÓN DE ESPACIO EN TWMOTION



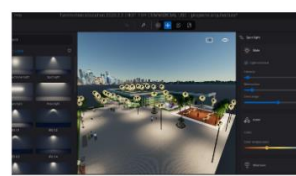
Después, abre Twinmotion y selecciona los objetos que deseas eliminar, como la esfera. Haz clic izquierdo en "Sphere 1m" y selecciona "Eliminar". Repite este proceso con otros elementos para liberar espacio antes de cargar el archivo de Revit.

5. IMPORTACIÓN DEL MODELO EN TWMOTION



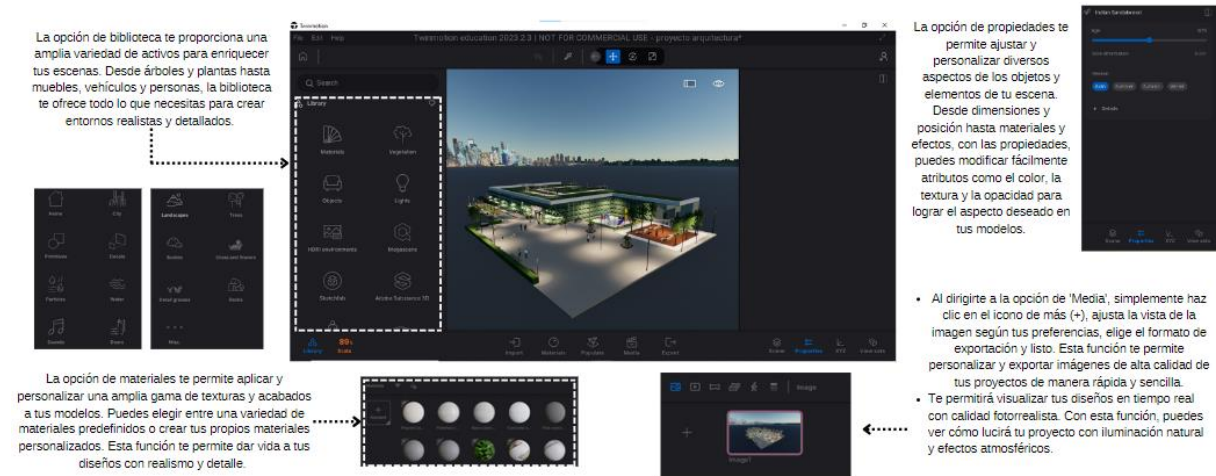
A continuación, importa el modelo en Twinmotion. Haz clic en el botón "+" para abrir el menú de importación, luego selecciona la pestaña "Direct Link" y haz clic en "Importar". Esto abrirá el modelo en Twinmotion.

6. VISUALIZA Y AMBIENTA TUS PROYECTOS EN TWMOTION



Twinmotion te permite visualizar y ambientar tus proyectos arquitectónicos al instante. Con esta herramienta, puedes ver tus diseños en tiempo real y agregar elementos para crear un ambiente realista en tus presentaciones.

Figura 61
Herramientas Twinmotion



Elaborado por Natalia Santamaría.

Fotomontaje y retoque fotográfico 3D

El fotomontaje y retoque fotográfico 3D es el proceso de combinar fotografías reales con elementos generados por computadora para crear imágenes que parecen completamente naturales. Se utiliza en arquitectura, diseño de interiores, cine y publicidad para visualizar proyectos antes de su ejecución, logrando resultados realistas y convincentes. Esta técnica permite a los diseñadores y arquitectos explorar diferentes opciones de diseño, materiales y disposición de espacios, así como simular la interacción de la luz y la sombra en un entorno virtual. Además, en el cine y la publicidad, el fotomontaje 3D se utiliza para crear escenas espectaculares y efectos visuales impresionantes, añadiendo elementos digitales que complementan perfectamente la realidad capturada en la fotografía.

Figura 62
configuración de materiales y mobiliarios



Para configurar los materiales y el mobiliario interno y externo, se utilizaron algunos de los recursos proporcionados por el programa, además se incluyeron texturas. En cuanto al mobiliario, se han empleado varios elementos como árboles, sillas, luminarias, entre otros.

Elaborado por Natalia Santamaria.

Fondos climáticos, manejo de luces, sombras y reflejos

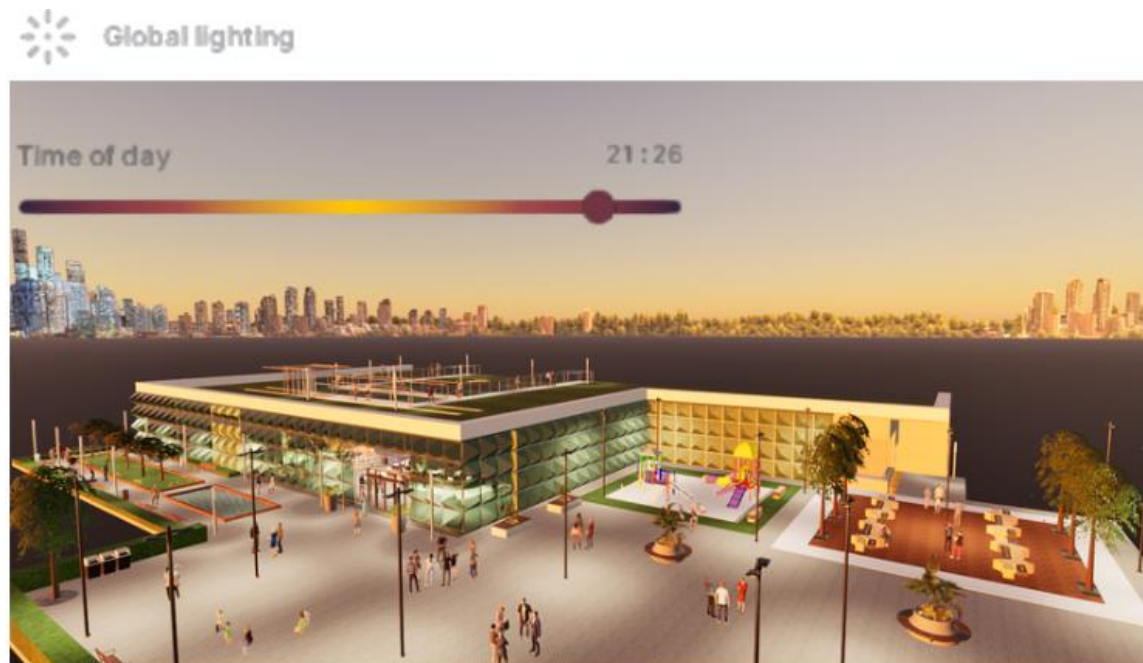
FONDOS CLIMÁTICOS: Los fondos climáticos son opciones predefinidas que te permiten establecer diferentes condiciones atmosféricas. Puedes elegir entre una variedad de condiciones climáticas, como cielo despejado, nublado, lluvioso, nevado, entre otros, para crear la atmósfera deseada en tu escena. En este caso seleccionamos cuatro escenas que representan diferentes momentos del día y condiciones atmosféricas. Mostramos cómo se vería el proyecto durante la noche, al mediodía, al atardecer y en un día lluvioso.

Figura 63
Fondo Climático medio día



Elaborado por Natalia Santamaria.

Figura 64
Fondo climático atardecer



Elaborado por Natalia Santamaria.

Figura 65
Fondo climático noche



Elaborado por Natalia Santamaria.

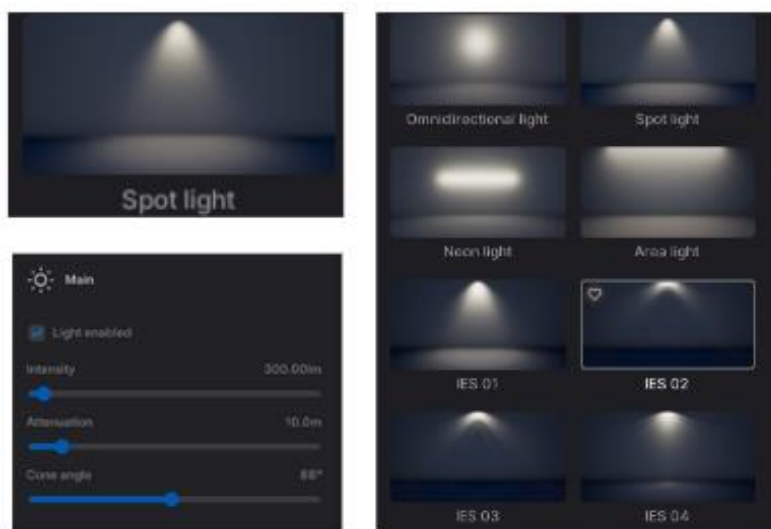
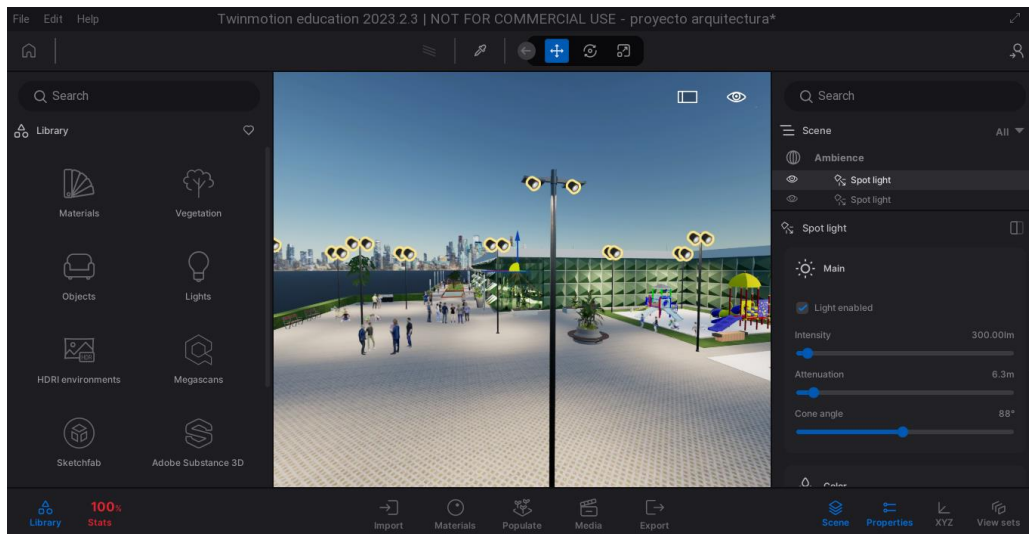
Figura 66
Fondo climático lluvioso



Elaborado por Natalia Santamaria.

MANEJO DE LUCES: Para el manejo de luces y la creación de ambientes realistas y atractivos en tu escena, puedes ajustar la dirección, intensidad y color de la luz solar, así como agregar luces artificiales, como spot lights, para resaltar puntos específicos del proyecto. Además, controla la proyección de sombras y la interacción de los objetos con la luz para mejorar la atmósfera general y el realismo de tus visualizaciones. En este caso, hemos configurado las propiedades de las luces según se muestra en la imagen para lograr un ambiente luminoso y agradable.

Figura 67
Manejo de luces



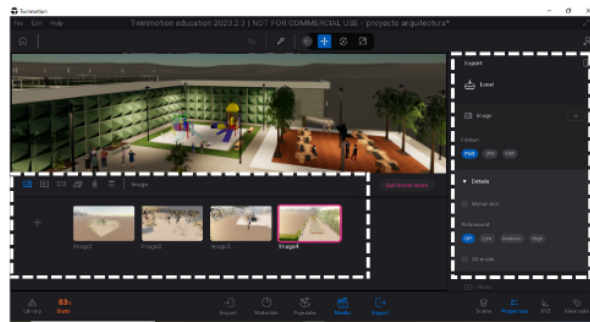
Elaborado por Natalia Santamaria.

Visualización de modelos 3D

La visualización de modelos 3D es el proceso de crear representaciones visuales de objetos tridimensionales en un entorno virtual. Utilizando software especializado, como Twinmotion, Unreal Engine, o Blender, los diseñadores pueden crear imágenes o animaciones que muestran con precisión cómo se verá un objeto o un entorno antes de su construcción física. Esto es especialmente útil en arquitectura, diseño de productos, ingeniería y entretenimiento, donde la visualización de modelos 3D ayuda a los profesionales a comunicar ideas, realizar ajustes de diseño y evaluar la apariencia final de un proyecto.

Figura 68

Visualización de modelos 3D



primero asegúrate de tener tu escena configurada como deseas. Luego, ve a la pestaña "Media" y haz clic en el ícono de "+" para agregar una nueva imagen. Ajusta la vista de la escena como prefieras y selecciona el formato en el que deseas exportar el render. Finalmente, haz clic en "Guardar imagen" para guardar el render en tu computadora.

image1	13/05/2024 8:54 p. m.	Archivo PNG	2.364 KB
proyecto arquitectura	11/05/2024 12:52 a. m.	Archivo TM	62.004 KB

Elaborado por Natalia Santamaría.

Render

Figura 69
Área administrativa



Elaborado por Natalia Santamaria.

Figura 70
Sala de espera



Elaborado por Natalia Santamaria.

Figura 71
Exterior de la planta



Elaborado por Natalia Santamaria.

Figura 72
Exterior de la planta



Elaborado por Natalia Santamaria.

Figura 73
Plazoleta



Elaborado por Natalia Santamaria.

Figura 74
Cubierta Transitable



Elaborado por Natalia Santamaria.

Realidad virtual inmersiva

La realidad virtual inmersiva es una tecnología que permite a los usuarios sumergirse completamente en un entorno virtual generado por computadora. Utilizando dispositivos como auriculares de realidad virtual (VR) y controladores de movimiento, los usuarios pueden experimentar una sensación de presencia en un mundo digital tridimensional. Esta tecnología no solo ofrece una experiencia visual, sino que también puede incluir retroalimentación táctil y auditiva para una inmersión aún más completa.

Para acceder a la plataforma Augin, primero descarga la aplicación desde tu tienda de aplicaciones y luego abre Revit para guardar el archivo en formato "IFC". Después, crea una cuenta en Augin y selecciona "Importar archivo" para cargar el archivo IFC. Una vez cargado, podrás ver el archivo en tu inicio de sesión y simplemente haz clic en "Cargar proyecto" para visualizar tu modelo arquitectónico en el mundo real a través de dispositivos móviles.

Figura 75
AUGIN



Elaborado por Natalia Santamaria.

Conclusiones BIM

La implementación de la metodología BIM (Building Information Modeling) y el uso de herramientas y estándares relacionados resultan esenciales para la gestión eficaz de proyectos de construcción. La combinación de la Resolución 0441 y la normativa ISO 19650 proporciona un marco sólido que asegura el cumplimiento de regulaciones y una gestión eficiente de la información. Mientras que la Resolución 0441 se enfoca en los procesos para obtener licencias urbanísticas, la ISO 19650 establece pautas claras para la gestión de la información a lo largo del ciclo de vida del proyecto, mejorando la eficiencia y efectividad en la ejecución de los mismos.

El Plan de Ejecución BIM (BEP) y el Informe de Requerimientos de Información (EIR) ofrecen una estructura organizativa que facilita la gestión de la información de manera efectiva desde el inicio hasta la finalización del proyecto. Estos documentos aseguran una comunicación clara y consistente entre los equipos, estableciendo requisitos precisos que ayudan a evitar errores y mejoran la eficiencia general del proyecto.

El Entorno Común de Datos (CDE) es fundamental para centralizar y compartir la información, mejorando la colaboración y la comunicación entre los diferentes actores del proyecto. Además, los formatos IFC (Industry Foundation Classes) y BCF (BIM Collaboration Format) permiten una interoperabilidad efectiva entre distintas plataformas y herramientas BIM, facilitando la visualización y coordinación de los modelos.

Las herramientas de software como Revit y Navisworks son esenciales para el modelado y la coordinación de proyectos. Revit permite el diseño y modelado detallado de estructuras, arquitectura e instalaciones, mientras que Navisworks es crucial para la detección y resolución de interferencias, mejorando la coherencia y precisión del modelo y reduciendo riesgos y costos.

La simulación y visualización también juegan un papel crucial en el éxito de los proyectos. Twinmotion ofrece capacidades avanzadas de renderizado en tiempo real, permitiendo crear visualizaciones realistas y presentaciones convincentes. Por otro lado, Augin facilita la visualización de modelos en el mundo real mediante dispositivos móviles, mejorando la toma de decisiones y la comunicación con los clientes.

Finalmente, la integración de todas estas herramientas y normativas asegura que los proyectos de construcción sean gestionados de manera eficiente, cumplan con los requisitos legales y técnicos, y resulten en edificaciones bien planificadas, seguras y confortables. Esta integración no solo optimiza los recursos y tiempos, sino que también mejora la calidad y satisfacción del cliente, garantizando el éxito de los proyectos en el sector de la construcción.

Lista de Referencia o Bibliografía

Alcaldía Mayor de Bogotá D.C. (2021, septiembre 10). Conoce en detalle el articulado del POT radicado ante el Concejo de Bogotá. Bogota.gov.co.

<https://bogota.gov.co/mi-ciudad/pot-bogota-reverdece-2022-2035/articulado-del-pot-bogota-reverdece-2022-2035>

Banco Mundial. (2018, 20 septiembre). Informe del Banco Mundial: Los desechos a nivel mundial crecerán un 70% para 2050, a menos que se adopten medidas urgentes. Banco Mundial.

<https://www.bancomundial.org/es/news/press-release/2018/09/20/global-waste-to-grow-by-70-percent-by-2050-unless-urgent-action-is-taken-world-bank-report>

Banco Mundial. (2018, 20 septiembre). Panorama mundial de la gestión de desechos sólidos. Banco Mundial.

<https://www.bancomundial.org/es/news/infographic/2018/09/20/what-a-waste-20-a-global-snapshot-of-solid-waste-management-to-2050>

Blázquez, M. (2014). Planta de tratamiento de envases y residuos de medicamentos: una apuesta tecnológica de referencia mundial. CONAMA2014.

<http://www.conama11.vsf.es/conama10/download/files/conama2014/CT%202014/1896711960.pdf>

Camelo, D. F. (2022, 2 diciembre). 'Doña Juana' recibió casi 3 millones de toneladas de residuos en 2021. Observatorio Ambiental de Bogotá.

<https://oab.ambientebogota.gov.co/relleno-dona-juana-recibio-casi-3-millones-de-toneladas-de-residuos-en-2021/>

Camelo, D. F. (2022, 2 diciembre). Gestión integral de residuos en Bogotá. Observatorio Ambiental de Bogotá.

<https://oab.ambientebogota.gov.co/gestion-integral-de-residuos-en-bogota/>

Del Val, A. (1997). Tratamiento de los residuos sólidos urbanos. Biblioteca CF+S.

<http://habitat.aq.upm.es/cs/p3/a014.html>

Duque, K. (2021, febrero 18). Planta de Tratamiento de Residuos / Batlleiroig. ArchDaily Colombia.

<https://www.archdaily.co/co/02-125088/planta-de-tratamiento-de-residuos-batlle-i-roig-arquitectes>

Editorial La República S.A.S. (2019, 9 enero). Seis países alrededor del mundo reciclan más de 50% de su basura durante el año. Diario La República.

<https://www.larepublica.co/responsabilidad-social/seis-paises-alrededor-del-mundo-reciclan-mas-de-50-de-su-basura-durante-el-ano-2813051>

Gester. (2022, 24 febrero). Planta de clasificación de residuos ¿Qué es y cómo funciona? Gester | Blog de maquinaria. Gester.

<https://gester.es/blog/planta-de-clasificacion-de-residuos-que-es-y-como-funciona/>

IDEAM. (s. f.). Residuos - IDEAM. Gov.co. Recuperado el 6 de septiembre de 2023, de

<http://www.ideam.gov.co/web/siac/residuos>

ISO 19650-3, la norma dedicada a la fase de operaciones y mantenimiento. (2022, 9 diciembre).

<https://www.e-zigurat.com/es/blog/norma-bim-iso-19650-3/>

Jaramillo, G. & Zapata, L. (2008). Aprovechamiento de los residuos sólidos orgánicos en Colombia.

Universidad de Antioquia. Recuperado el 30 de septiembre de 2023, de

<https://bibliotecadigital.udea.edu.co/bitstream/10495/45/1/AprovechamientoRSOUenColombia.pdf>

López, A. Z. (2024, 19 abril). ISO 19650 Parte 1 y 2, ¿qué es la ISO 19650? Espacio BIM.

<https://www.espaciobim.com/iso-19650>

Malaver, J. (2019, 25 junio). Reciclaje, el primer paso responsable para aprovechar la basura que generamos. Bogota.gov.co.

<https://bogota.gov.co/yo-participo/blogs/basura-en-bogota-una-responsabilidad-de-todos-los-ciudadanos>

Marín, P. (2016). Políticas ambientales y cultura del reciclaje. Actualidadambiental.pe. Recuperado el 30 de septiembre de 2023, de

<https://www.actualidadambiental.pe/wp-content/uploads/2016/02/EI-Peruano-27-02-2016.pdf>

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2022, 17 mayo). Hoy no se habla de basura, sino de residuos que son insumos para productos: Minambiente. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. Gov.co.

<https://www.minambiente.gov.co/asuntos-ambientales-sectorial-y-urbana/hoy-no-se-habla-de-basura-sino-de-residuos-que-son-insumos-para-productos-minambiente/>

Montes, C. (2018). Estudios de los residuos sólidos en Colombia. Universidad del Externado de Colombia.

<https://bdigital.uexternado.edu.co/server/api/core/bitstreams/34996da5-2eab-4fc3-ad8b-2eb67a322507/content>

Naciones Unidas. (s. f.). Datos y cifras | Naciones Unidas. Recuperado el 6 de septiembre de 2023, de

<https://www.un.org/es/actnow/facts-and-figures>

Pérez, C. & y Garnica, J. (2017). Doña Juana, un vecino incomodo. Universidad del rosario.

<https://repository.urosario.edu.co/sitios/14212/>

Portafolio. (2022, mayo 18). Colombia produce 12 millones de toneladas de basura, pero recicla solo 17%. El Tiempo.

<https://www.eltiempo.com/economia/sectores/que-hacen-los-colombianos-con-la-basura-que-producen-cada-ano-673208>

Recytrans. (2017, 19 mayo). Funcionamiento de una planta de clasificación de residuos. Gestión de residuos - Soluciones Globales para el Reciclaje. Recytrans.

<https://www.recytrans.com/blog/funcionamiento-de-una-planta-de-clasificacion-de-residuos/>

Resolución 0441 - 2020 | MinVivienda. (s. f.).

<https://minvivienda.gov.co/normativa/resolucion-0441-2020>

Rosenfield, K. (2020, febrero 3). BIG diseña centro de reciclaje pensado como espacio público en Copenhague. ArchDaily Colombia.

<https://www.archdaily.co/co/763007/big-disena-centro-de-reciclaje-pensado-como-espacio-publico-en-copenhague>

Sanmartín, G., Zhigue, R. & Alaña, T. (2017). El reciclaje: un nicho de innovación y emprendimiento con enfoque ambientalista. Universidad y Sociedad [seriada en línea], 9 (1), pp. 36-40. Recuperado de

<http://rus.ucf.edu.cu/>

Secretaría De Planeación (s/f). POT ¿Qué es? Gov.co. Recuperado el 28 de septiembre de 2023, de

<https://www.sdp.gov.co/micrositios/pot/que-es>

Secretaría Distrital de Planeación (2023). Manual de espacio público 2023. Gov.co.

https://www.sdp.gov.co/sites/default/files/generales/manual_espacio_publico_2023_c.pdf

Secretaría Jurídica Distrital de la Alcaldía Mayor de Bogotá D.C. (2002). Decreto 1713 de 2002 Nivel Nacional. Gov.co.

<https://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=5542>

Secretaría Jurídica Distrital de la Alcaldía Mayor de Bogotá D.C. (2005). Decreto 838 de 2005 Nivel Nacional. Gov.co.

<https://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=16123>

Unidad de Planeación Minero-Energética. (s/f). Normatividad Ambiental. Unidad de Planeación Minero-Energética. Gov.co. Recuperado el 6 de septiembre de 2023, de http://www.upme.gov.co/guia_ambiental/carbon/gestion/politica/normativ/normativ.htm

Viva, A. (2020, diciembre 15). Centro de Residuos, Vacarisses - Batlleiroig Arquitectura Viva. <https://arquitecturaviva.com/obras/centro-de-residuos-en-vacarisses-4>

Anexos

Tabla 7

Ficha bibliográfica conceptual

FICHA BIBLIOGRAFICA CONCEPTUAL					
CONCEPTO	AUTOR	AÑO	PÁGINA	REFERENCIAS	CITA TEXTUAL
RECICLAJE	Gladys Jaramillo Henao Liliana María Zapata Márquez	2008	96	Jaramillo, G. & Zapata, L. (2008) Aprovechamiento de los residuos sólidos orgánicos en Colombia. Universidad de Antioquia. Recuperado el 30 de septiembre de 2023, de https://bibliotecadigital.udea.edu.co/bitstream/10495/45/1/AprovechamientoRSOUenColombia.pdf	"Beneficio directo de una buena gestión lo constituye la recuperación de recursos a través del reciclaje o reutilización de residuos que pueden ser convertidos en materia prima o ser utilizados nuevamente en fines diferentes a los iniciales".
	Pilar Marín Bravo (Periodista)	2016	N/A	Marín, P. (2016). Políticas ambientales y cultura del reciclaje. <i>Actualidadambiental.pe</i> . Recuperado el 30 de septiembre de 2023, de https://www.actualidadambiental.pe/wp-content/uploads/2016/02/El-Peruano-27-02-2016.pdf	"Por ejemplo, en Chile las cifras señalan que genera 17 millones de toneladas de residuos sólidos, de las cuales 6.5% corresponde a residuos domiciliarios. Si bien esta cifra lo sitúa como uno de los países con la tasa más alta en la región, el porcentaje de los desechos que van al reciclaje llega al 10%. En la vecina Colombia, el aprovechamiento de residuos sólidos llega al 15% y ya se han puesto en marcha medidas para aumentar este porcentaje al 20% en los próximos cuatro años, contando como uno de sus principales aliados aumentar el número de recicladores formales en el país".
	MSc. Gladis Sara Sanmartín Ramón MSc. Rosalía Aura Zhigüe Luna MSc. Tania Patricia Alaña Castillo	2017	38	Sanmartín, G., Zhigüe, R. & Alaña, T. (2017). El reciclaje: un nicho de innovación y emprendimiento con enfoque ambientalista. <i>Universidad y Sociedad</i> [seriada en línea], 9 (1), pp. 36-40. Recuperado de http://rus.ucf.edu.cu/	"El reciclaje consiste en dar un aprovechamiento a los residuos sólidos que se generan y obtener de estos una materia prima que pueda ser incorporada de manera directa a un ciclo de producción o de consumo. El proceso de reciclaje es una actividad que conlleva a la utilización de energía para obtener nuevos productos en una planta recicladora (Coreaga, 1993). La importancia del reciclaje radica en evitar la tala indiscriminada de árboles, disminuir la contaminación en el aire, agua, suelo y por último, vivir en un planeta libre de contaminación (Aguilar Rojas & Iza, 2009)".
RESIDUOS SÓLIDOS	Carolina montes cortés	2018	19	Montes, C. (2018). <i>Estudios de los residuos sólidos en Colombia</i> . Universidad del Externado de Colombia. https://bdigital.uexternado.edu.co/server/api/core/bitstreams/34996da5-2eb4f3-ad8b-2eb67a322507/content	"La gestión ambiental de los residuos sólidos presenta varias fases, y una de ellas es la del aprovechamiento de los residuos sólidos, con la cual se pretende retornar al ciclo económico y productivo aquellas materias primas que aún pueden servir para la producción de nuevos bienes. No obstante, no todos los residuos sólidos que se generan a partir de las actividades de producción y consumo tienen las mismas posibilidades de ser aprovechados, pues solo aquellos que están incluidos en una cadena de valor (oferta/demanda) pueden llegar a incorporarse nuevamente a las cadenas productivas".
	Gladys Jaramillo Henao Liliana María Zapata Márquez	2018	25	Jaramillo, G. & Zapata, L. (2018) Aprovechamiento de los residuos sólidos orgánicos en Colombia. Universidad de Antioquia. Recuperado el 30 de septiembre de 2023, de https://bibliotecadigital.udea.edu.co/bitstream/10495/45/1/AprovechamientoRSOUenColombia.pdf	"Es cualquier objeto, material, sustancia o elemento sólido resultante del consumo o uso de un bien en actividades domésticas, industriales, comerciales, institucionales o de servicios, que el generador abandona, rechaza o entrega y que es susceptible de aprovechamiento o transformación en un nuevo bien, con valor económico o de disposición final."
	Alfonso del Valle	1997	N/A	Del Val, A. (1997). <i>Tratamiento de los residuos sólidos urbanos</i> . Biblioteca CF+S. http://habitat.oq.upm.es/cs/p3/a014.html	"La cuestión de los residuos afecta en general y de forma horizontal a todas las actividades, personas y espacios, convirtiéndose en problema no sólo por lo que representa en términos de recursos abandonados sino por la creciente incapacidad para encontrar lugares que permitan su acomodo correcto desde un punto de vista ecológico. Esta incapacidad viene determinada no sólo por la excesiva cantidad de residuos que generamos sino por su extraordinaria peligrosidad en determinados casos: radiactivos, algunos organoclorados".
CONECTIVIDAD AMBIENTAL	Secretaría Distrital de Planeación	2023	200	Secretaría Distrital de Planeación (2023). <i>Manual de espacio público 2023</i> . Gov. co. https://www.sdp.gov.co/sites/default/files/generales/manual_espacio_publico_2023_c.pdf	"Herramientas de conectividad ambiental (biológica o ecosistémica, incluye calidad paisajística y confort espacial), vitalidad, accesibilidad y seguridad".
	Secretaría Distrital de Planeación	2023	204	Secretaría Distrital de Planeación (2023). <i>Manual de espacio público 2023</i> . Gov. co. https://www.sdp.gov.co/sites/default/files/generales/manual_espacio_publico_2023_c.pdf	"La conectividad ambiental implica no solo el diseño de áreas verdes y suelos permeables para reducir las islas de calor, sino también la integración de corredores verdes, áreas de conservación, parques y jardines para mejorar la calidad del aire, reducir la contaminación acústica y visual, y proveer hábitats y refugios para la fauna silvestre".
	Secretaría Distrital de Planeación	2023	468	Secretaría Distrital de Planeación (2023). <i>Manual de espacio público 2023</i> . Gov. co. https://www.sdp.gov.co/sites/default/files/generales/manual_espacio_publico_2023_c.pdf	"Todas las herramientas buscan generar una conectividad ambiental amigable con el entorno natural existente y adaptarse de manera respetuosa a las condiciones ambientales de la EEP de la ciudad".

Nota. Investigación de la definición conceptual desde la perspectiva de varios autores. Elaboración propia.