

UNIVERSIDAD MAYOR REAL Y PONTIFICIA DE SAN FRANCISCO XAVIER DE CHUQUISACA

VICERRECTORADO

CENTRO DE ESTUDIOS DE POSGRADO E INVESTIGACIÓN



**APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA BIM EN LA ELABORACIÓN DE PROYECTOS
ACADÉMICOS DE LA U.S.F.X.CH. CASO DE ESTUDIO “CENTRO MUNICIPAL DE
MANTENIMIENTO DE INFRAESTRUCTURAS EDUCATIVAS PARA LA CIUDAD DE
SUCRE”**

**TRABAJO EN OPCIÓN AL DIPLOMADO EN BIM MODELADO Y GESTIÓN DE
PROYECTOS CONSTRUCTIVOS, MODALIDAD VIRTUAL VERSIÓN I**

Noelia Paola Reynolds Maturano

Sucre, Julio, 2024

INDICE

1	INTRODUCCIÓN.....	5
1.1	ANTECEDENTES Y JUSTIFICACIÓN.....	5
1.2	SITUACIÓN PROBLEMÁTICA.....	6
1.3	FORMULACIÓN DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.	7
1.4	OBJETIVOS.....	7
1.4.1	Objetivo general.....	7
1.4.2	Objetivos específicos.....	7
1.5	DISEÑO METODOLÓGICO.....	8
1.5.1	Enfoque.	8
1.5.2	Métodos a emplear.	8
1.5.3	Esquema diseño metodológico	9
2	CAPÍTULO I.....	10
2.1	MARCO CONCEPTUAL	10
2.1.1	INICIOS DEL BIM	10
2.1.2	BIM EN LAS UNIVERSIDADES.....	10
2.1.3	BASES TEÓRICAS BIM	11
2.1.4	NORMAS DE MODELADO BIM.....	11
2.2	GLOSARIO	14
3	CAPÍTULO II.....	15
3.1	MARCO CONTEXTUAL.....	15
3.1.1	Contexto General.....	15
3.1.2	Contexto Geográfico.	17
3.1.3	Contexto específico.	17
3.1.4	Ubicación del Sitio.	18
4	CAPÍTULO III.....	19
4.1	ANÁLISIS Y DIAGNÓSTICO.	19
4.1.1	Antecedentes del proyecto.....	19
4.1.2	Criterios Conceptuales.....	19
4.1.3	Partido Arquitectónico.	25
4.1.4	Descripción general del Proyecto generado con herramientas 2D y 3D.....	28

5	CAPÍTULO V	32
5.1	PROPUESTA.....	32
5.1.1	Lineamientos Generales	32
5.1.2	Nomenclaturas.....	32
5.1.3	Estándares de Modelado	33
5.1.4	Proyecto Arquitectura	33
5.1.5	Revit Estructuras	40
5.1.6	Revit MEP.....	42
	Referencias Bibliográficas.....	46

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.	Planta Baja Biblioteca Nacional de Sejong	16
Figura 2.	Vista Digitalizada Biblioteca Nacional de Sejong	16
Figura 3.	Ubicación del Sitio.....	18
Figura 4.	Esquema Organizacional por áreas.....	21
Figura 5.	Àrea administrativa.....	22
Figura 6.	Àrea de talleres Técnicos	23
Figura 7.	Àrea de Almacenes	23
Figura 8.	Alturas.....	24
Figura 9.	Geometría Preferencial	25
Figura 10.	Acceso al sitio.....	26
Figura 11.	Esquema Funcional	27
Figura 12.	Esquema Formal	27
Figura 13.	“Centro Municipal de Mantenimiento de infraestructuras educativas”	28
Figura 14.	Planimetría	29
Figura 15.	Planta Baja	30
Figura 16.	Elevación Lateral Izquierda.....	30
Figura 17.	Sección Transversal	31
Figura 18.	Plano de Fundaciones	31
Figura 19.	Proyecto Georreferenciado	35
Figura 20.	Modelo 3D Arquitectónico	37
Figura 21.	Modelo Estructural 3D	40

INDICE DE TABLAS

Tabla 1.	Herramientas de modelado	32
Tabla 2.	Nomenclaturas	32
Tabla 3.	Estándares de modelo.....	33
Tabla 4.	Plantillas BIM	33
Tabla 5.	Niveles	34
Tabla 6.	Vinculación CAD: Plano Topográfico.....	34
Tabla 7.	Vinculación CAD: Planos Técnicos.....	35
Tabla 8.	Propiedades de los elementos	36
Tabla 9.	Plantillas de vista.....	37
Tabla 10.	Plantillas BIM	42

1 INTRODUCCIÓN.

1.1 ANTECEDENTES Y JUSTIFICACIÓN.

BIM (Building Information Modeling) es una metodología integral que mejora la precisión en la colaboración proyectos de construcción. Esta metodología brinda ciertas ventajas y beneficios, como ser una mejor planificación y gestión de un proyecto, incluyendo el control de costos y tiempos, la colaboración entre diferentes disciplinas y partes interesadas en el proyecto, la visualización y simulación del proyecto antes de su construcción, lo que ayuda a identificar y resolver problemas potenciales, y la centralización de datos puesto que BIM permite la creación de un modelo digital completo el cual contiene toda la información relevante del proyecto. Esto incluye elementos de arquitectura, estructura e instalaciones, datos geométricos, especificaciones de materiales, costos y tiempos

La obtención de un modelo tridimensional centralizado, facilita la comprensión del diseño arquitectónico y ayuda a coordinar el proyecto en sus diferentes componentes, en su componente formal permite la visualización previa de cómo se va formando el proyecto, en su componente espacial permite observar de manera clara la composición espacial de los diferentes ambientes, y en su componente estructural permite la realización de un análisis estructural previo para asegurar la viabilidad del diseño.

Actualmente en nuestro contexto los proyectos académicos ocasionalmente son elaborados bajo el concepto de la metodología BIM debido a que esta facilita y ayuda a reducir los tiempos de elaboración de un proyecto, puesto que al realizar el modelado 3D el software directamente facilita la obtención de planos, y presupuesto de obra. Sin embargo, en su mayoría los estudiantes, continúan utilizando herramientas tradicionales de diseño, por lo que no cuentan con herramientas visuales tridimensionales las cuales ayudan a visualizar proyectos en un entorno inmersivo, mejorando la comprensión espacial y el diseño interactivo.

Al utilizar la metodología BIM los estudiantes contarán con un modelo 3D centralizado por lo que podrán ir viendo de qué manera se va conformando el proyecto en sus diferentes especialidades similar de lo que harían en el mundo profesional y particularmente tendrán una idea más clara de

lo que tienen pensado diseñar además que la capacidad de identificar y resolver conflictos en la fase de diseño ayuda a los estudiantes a entender la importancia de la planificación anticipada y la reducción de errores y finalmente la generación automática de planos, lo que ahorra tiempo y reduce la posibilidad de errores manuales.

1.2 SITUACIÓN PROBLEMÁTICA.

Actualmente en nuestro contexto en consecuencia de la falta de cursos enfocados en la enseñanza sobre el manejo de herramientas tridimensionales tales como BIM ocasiona que los estudiantes elaboren sus proyectos bajo herramientas tradicionales en 2D las cuales presentan varias desventajas en comparación a los sistemas de modelado modernos los cuales entre muchos de sus beneficios mejoran la comprensión espacial y técnica de un proyecto arquitectónico a medida que se va realizando el diseño.

Las normativas BIM pueden ser complejas y estar redactadas en un lenguaje especializado, por lo que los estudiantes pueden tener dificultades para entender y aplicar correctamente estos estándares sin una orientación adecuada. Aunque un estudiante puede entender las normativas en teoría, aplicarlas correctamente en un modelo 3D práctico requiere experiencia y comprensión profunda del software y de los principios de BIM.

Las herramientas de modelado tradicionales no facilitan la visualización de cómo se verán los espacios en tres dimensiones lo cual es muy importante al momento de diseñar un proyecto debido a que esto limita la capacidad de los estudiantes para entender la proporción de los espacios, así como anticipar problemas de diseño que sólo se pueden evidenciar en un entorno tridimensional. La elaboración de los elementos técnicos realizados con herramientas 2D puede ser más compleja y menos intuitiva. Los planos técnicos a menudo requieren de múltiples dibujos lo que una sola vista en 3D puede mostrar de manera más clara y efectiva.

1.3 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.

¿Por qué es importante el uso de la metodología BIM y de qué manera facilita la realización del diseño de un proyecto académico?

1.4 OBJETIVOS.

1.4.1 Objetivo general

Aplicar la metodología BIM en la elaboración de proyectos académicos de la U.S.F.X.Ch. a través de la elaboración de un modelo digital para optimizar la gestión de diseño del proyecto “Centro de Mantenimiento de Infraestructuras educativas”

1.4.2 Objetivos específicos

- Investigar cuáles son las normativas de Modelado BIM a través de una investigación bibliográfica para implantarlas en la realización del modelo 3D.
- Recopilar información técnica del proyecto Centro municipal de mantenimiento de infraestructuras educativas a través una investigación bibliográfica para la elaboración del modelo 3D
- Elaborar un modelo 3D Arquitectónico del equipamiento “Centro Municipal de Mantenimiento de Infraestructuras Educativas para la ciudad de Sucre” para prevenir errores de diseño y mejorar la comprensión espacial de cada uno de los ambientes del proyecto.

1.5 DISEÑO METODOLÓGICO

1.5.1 Enfoque.

Se ha elegido el enfoque cualitativo debido a su capacidad para proporcionar una comprensión profunda y contextualizada.

1.5.2 Métodos a emplear.

De modo general, se hace mención a dos métodos científicos que formarán parte de todas las etapas a desarrollar

a) Métodos empíricos

Método bibliográfico .- Recopilar, clasificar y sintetizar la información y datos obtenidos, para la fundamentación de la investigación especialmente en los marcos teóricos.

b) Métodos teóricos

Método de análisis y síntesis .- Se aplicará en las dos primeras etapas de la investigación en la segunda parte del proceso de ejecución del proyecto (Análisis y diagnóstico)

Método deductivo.- Empleado en todo el proceso de la investigación, especialmente en la parte del diagnóstico, partiendo de un análisis general, se llegarán a determinar las particularidades y las conclusiones del trabajo

Método Documental.- Para el análisis de normativa, se recurre a bibliografía específica, marcos normativos, las cuales nos permiten obtener información real vinculada a los factores que forman parte del uso de la metodología BIM.

1 Enfoque cualitativo.- El enfoque cualitativo de investigación se centra en comprender fenómenos complejos desde una perspectiva subjetiva y contextualizada.

2 Método empírico.- Los métodos empíricos de investigación se basan en la observación y experimentación directa para recopilar datos y obtener conocimientos sobre un fenómeno

3 Método teórico.- Los métodos teóricos de investigación son enfoques utilizados para desarrollar y evaluar teorías, conceptos y modelos. Estos métodos se centran en la formulación de hipótesis, el desarrollo de marcos conceptuales y el análisis de principios abstractos.

1.5.3 Esquema diseño metodológico

Etapas	Objetivo específico	Procedimiento	Medios	Cronograma
Marco Conceptual	Investigar cuáles son las normativas de Modelado BIM a través de una investigación bibliográfica para implantarlas en la realización del modelo 3D.	Mediante la recopilación de información, clasificando y sintetizando los datos obtenidos.	En base a una investigación bibliográfica sobre las normas de modelado BIM.	Del 21 al 28 de Mayo
Análisis y Diagnóstico	Recopilar información técnica del proyecto Centro municipal de mantenimiento de infraestructuras educativas a través una investigación bibliográfica para la elaboración del modelo 3D.	Mediante el análisis de documentos y planos técnicos.	Apoyado en la bibliografía.	Del 29 de Mayo al 5 de Junio
Propuesta	Elaborar un modelo 3D Arquitectónico del equipamiento “Centro Municipal de Mantenimiento de Infraestructuras Educativas para la ciudad de Sucre” para prevenir errores de diseño y mejorar la comprensión espacial de cada uno de los ambientes del proyecto.	Elaborar el modelo tridimensional de las especialidades de Arquitectura, Estructuras y MEP.	Apoyado en el software Autodesk Revit.	Del 6 al 17 de Junio

CAPÍTULO I

1.6 MARCO CONCEPTUAL

1.6.1 INICIOS DEL BIM

En la década de 1980 y 1990 :Desarrollos significativos en software permitieron la creación de modelos digitales más detallados y precisos. Empresas como Graphisoft (creadora de ArchiCAD) y Autodesk (creadora de Revit) comenzaron a introducir funcionalidades que se asemejan a lo que hoy conocemos como BIM.

1.6.2 BIM EN LAS UNIVERSIDADES

- **Año 2000**

- Las primeras adopciones de BIM en universidades se centraron en la incorporación de software BIM en cursos de arquitectura e ingeniería. Las universidades comenzaron a ofrecer talleres y cursos electivos sobre herramientas como Revit y ArchiCAD

- **Año 2010**

- Las universidades comenzaron a integrar BIM de manera más formal en sus currículos, no solo en arquitectura e ingeniería, sino también en otros campos relacionados como la gestión de la construcción, diseño interior y planificación urbana
- Se promovió el uso de BIM en proyectos colaborativos interdepartamentales, simulando el entorno de trabajo de la industria de la construcción donde múltiples disciplinas deben trabajar juntas.
- Las universidades empezaron a utilizar BIM como una herramienta para la investigación en áreas como la sostenibilidad, eficiencia energética, y optimización de procesos constructivos

1.6.3 BASES TEÓRICAS BIM

BIM (del inglés, Building Information Modeling) es una metodología de trabajo colaborativa y en tiempo real para la gestión de proyectos constructivos. A través de herramientas de software para modelado de edificios en tres dimensiones y en tiempo real, BIM logra centralizar toda la información de un proyecto en un único modelo, permitiendo estudiar todo su ciclo de vida, desde el diseño hasta su posterior demolición.

Para lograr esto, BIM integra a todos los agentes que intervienen en el proceso, ya sean arquitectos, ingenieros, constructores, propietarios, especialistas, etc. Esto facilita la colaboración y comunicación entre las partes, ya que se trabaja desde un único modelo con información basada en datos reales.

La metodología BIM centraliza toda la información del proyecto en un único modelo de información creado por todos los agentes participantes. Incluso puede incluir los productos necesarios para materializar la obra, incorporando al modelo sus características, costo e información de contacto para comprarlos.

El Modelado de información para la construcción (BIM) es el proceso holístico de creación y administración de la información de un activo construido. Basado en un modelo inteligente e impulsado por una plataforma en la nube, BIM integra datos estructurados y multidisciplinarios para generar una representación digital de un activo durante todo su ciclo de vida, desde la planificación y el diseño hasta la construcción y las operaciones

1.6.3.1.1.1.1.1

1.6.4 NORMAS DE MODELADO BIM

Las normas de modelado BIM son directrices y estándares que aseguran la coherencia, calidad y eficiencia en la creación y gestión de modelos BIM. Estas normas ayudan a facilitar la colaboración entre diferentes disciplinas y a garantizar que los modelos sean utilizables a lo largo de todo el ciclo de vida del proyecto. A continuación, se describen algunas de las normas y mejores prácticas más comunes en el modelado BIM:

Niveles de Desarrollo (LOD)

Los LOD especifican el grado de detalle y la cantidad de información contenida en los elementos del modelo BIM en diferentes etapas del proyecto. Los niveles comúnmente utilizados son:

- LOD 100 (Conceptual): Representación básica con información aproximada.
- LOD 200 (Diseño Esquemático): Representación general con información sobre tamaño, forma y ubicación.
- LOD 300 (Desarrollo de Diseño): Representación precisa con detalles suficientes para la construcción.
- LOD 350 (Coordinación): Información detallada con conexiones e interfaces con otros elementos.
- LOD 400 (Construcción): Información específica para la fabricación y construcción.
- LOD 500 (As-Built): Información exacta de lo construido y detalles para operación y mantenimiento.

Normas de Nomenclatura

Las convenciones de nomenclatura aseguran que todos los elementos del modelo sean nombrados de manera consistente. Esto facilita la identificación y gestión de los elementos a lo largo del proyecto. Ejemplos de normas de nomenclatura incluyen:

- **Código de Proyecto:** Identificador único del proyecto.
- **Disciplina:** Indicador de la disciplina a la que pertenece el elemento (ARQ para Arquitectura, ESTR para Estructura, MEP para Mecánica, Eléctrica y Plomería, etc.).
- **Tipo de Elemento:** Identificación del tipo de elemento (Muro, Puerta, Ventana, etc.).
- **Identificador Único:** Número o código único para cada elemento específico.

Estándares de Modelado

Los estándares de modelado aseguran que los elementos se modelan de manera coherente y adecuada. Esto incluye:

- **Dimensiones y Escalas:** Uso de escalas y dimensiones precisas.
- **Coordenadas y Georreferenciación:** Ubicación correcta de los elementos en el espacio del proyecto y, si es necesario, georreferenciación para integración con datos geoespaciales.
- **Propiedades de los elementos:** Definición de las propiedades necesarias para cada tipo de elemento, como materiales, especificaciones técnicas, y atributos de rendimiento.

Interoperabilidad

La interoperabilidad se refiere a la capacidad de los modelos BIM de ser utilizados y modificados por diferentes herramientas de software sin pérdida de información. Los estándares comunes para asegurar la interoperabilidad incluyen:

- **Formato IFC:** Formato de archivo abierto para compartir modelos BIM entre diferentes plataformas de software.
- **Cobie:** Estándar para la gestión y el intercambio de datos de construcción.

Control de Calidad y Validación

Para asegurar la calidad del modelo BIM, es esencial implementar procedimientos de control y validación, tales como:

- **Revisión del Modelo:** Revisión regular de los modelos por parte de diferentes disciplinas para asegurar que cumplan con los estándares y requisitos del proyecto.
- **Detección de Conflictos:** Uso de software de detección de conflictos, como Navisworks, para identificar y resolver interferencias entre diferentes elementos del modelo.

- **Auditorías de Modelos:** Realización de auditorías periódicas para verificar la coherencia y precisión de los modelos.

Documentación y Manuales

Es fundamental contar con documentación clara y accesible que describa las normas de modelado. Esto incluye:

- **Manual de Modelado BIM:** Documento que describe en detalle todas las normas y procedimientos de modelado que se deben seguir en el proyecto.
- **Guías de Uso del Software:** Instrucciones específicas sobre cómo utilizar las herramientas de software BIM conforme a las normas establecidas.

1.7 GLOSARIO

Metodología. - Es el estudio crítico del conjunto de operaciones y procedimientos racionales y sistemáticos que utiliza el ser humano para encontrar soluciones óptimas a problemas complejos, teóricos o prácticos.

Revit.- Revit es un software de diseño inteligente de modelado BIM para arquitectura e ingeniería, que facilita las tareas de diseño de proyecto y los procesos de trabajo. Este software utiliza objetos inteligentes (familias paramétricas) y los modela en 3D a medida que se desarrolla el proyecto.

Coordinación. - Capacidad de sincronizar los propios movimientos para realizar una acción de manera efectiva

Software. - Conjunto de programas, instrucciones y reglas informáticas para ejecutar ciertas tareas en una computadora.

Prevención. - Preparación y disposición que se hace anticipadamente para evitar un riesgo o ejecutar algo

Protocolo. - El protocolo es un conjunto de reglas o instrucciones a seguir, fijadas por la ley o la tradición.

2 CAPÍTULO II

2.1 MARCO CONTEXTUAL.

2.1.1 Contexto General.

El uso de la metodología BIM en las universidades de todo el mundo varía según los recursos disponibles, los objetivos educativos y las necesidades específicas de cada universidad. Muchas universidades han integrado BIM en el currículo de sus programas de arquitectura, ingeniería civil y construcción, asegurando que los estudiantes aprendan esta metodología desde el principio de sus estudios con el objetivo de mejorar la calidad de la educación y de preparar a sus estudiantes para las demandas del mercado actual.

La metodología BIM en las Universidades se aplica en países tales como Estados Unidos, Reino Unido, Australia, Canadá, Alemania, Países Escandinavos, China, España, Brasil, Países Bajos. En estas universidades el BIM forma parte de sus programas académicos de Arquitectura e Ingeniería Civil, otras universidades enfocan el BIM en la gestión de proyectos de construcción.

En América Latina la metodología BIM es utilizada en la Universidad de los Andes (Colombia) la cual ofrece cursos BIM en sus programas de arquitectura e ingeniería civil y en la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) la cual ha comenzado a integrar BIM en sus programas de arquitectura y construcción.

Proyectos Similares.

No existen proyectos similares al Centro Municipal de Mantenimiento de Infraestructuras educativas generados con BIM sin embargo se tomó el siguiente ejemplo como referencia

Biblioteca Nacional de la ciudad de Sejong.- Se utilizó BIM para modelar la mayoría de los

elementos estructurales, incluidos los forjados y los pilares, y para confirmar la viabilidad y la estabilidad de toda la estructura. BIM también se utilizó para calcular y proporcionar varios modelos para la fase previa a la construcción

Figura 1. Planta Baja Biblioteca Nacional de Sejong

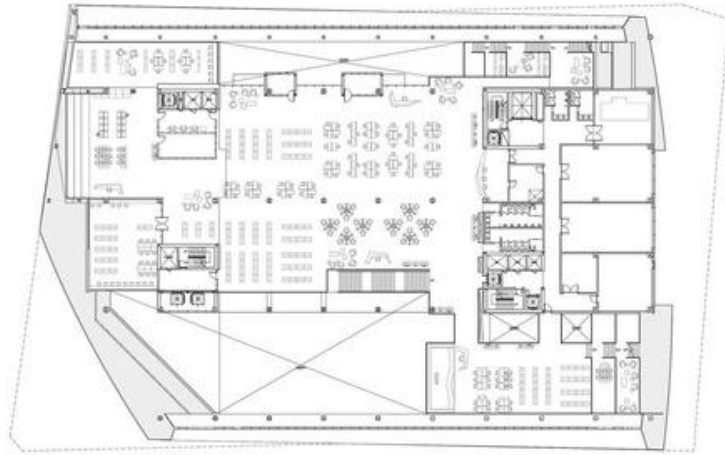


Figura 2. Vista Digitalizada Biblioteca Nacional de Sejong



2.1.2 Contexto Geográfico.

El uso de BIM en las Universidades de la ciudad de Sucre es casi inexistente debido a que ninguna universidad tiene dentro de su malla curricular esta metodología como asignatura y por otro lado los programas de capacitación BIM externos a las universidades son muy escasos y es por este motivo que los estudiantes continúan usando las herramientas tradicionales en 2d, las cuales no aportan las ventajas de la tecnología actual y por lo tanto no ofrecen una visión completa del diseño, lo que puede dificultar la comprensión espacial y la visualización del proyecto, además que la creación de planos técnicos requiere doble esfuerzo por lo que no es posible acortar los tiempos de un proyecto de inicio a fin.

2.1.3 Contexto específico.

El proyecto Centro de Mantenimiento de Infraestructuras es un proyecto académico en el cual se aplicará la metodología BIM para prevenir e identificar las posibles fallas de tanto diseño arquitectónico como estructural además de poder obtener una visualización guía de cómo va quedando el proyecto a medida que se va realizando el diseño.

Para la elaboración de este proyecto se observó que los parámetros de diseño funcional, formal y tecnológico que fueron tomados en cuenta corresponden a la normativa de equipamientos de Industria Liviana.

Este proyecto fue desarrollado manejando herramientas 2D por lo que al momento de ser diseñado no se pudo obtener una visualización previa de cómo se iba formando, por otro lado, cada uno de los componentes funcionales, formales y tecnológicos fueron diseñados cada uno por su cuenta sin ser centralizados lo que pudo haber ocasionado problemas en el resultado final.

2.1.4 Ubicación del Sitio.

El emplazamiento del proyecto Centro Municipal de Mantenimiento de Infraestructuras educativas para la ciudad se encuentra ubicado en el Distrito 3 específicamente en el parque industrial, en una calle sin denominación, Se puede acceder al sitio a través de la Av. Navarra la cual es una vía principal. Cuenta con una Superficie de 6005,94 mt², dentro de una forma de terreno Rectangular

Figura 3. Ubicación del Sitio



Fuente: Tesis Proyecto de grado

3 CAPÍTULO III

3.1 ANÁLISIS Y DIAGNÓSTICO.

El siguiente análisis fue realizado con la información recopilada de la tesis de proyecto de grado que lleva por nombre “Centro Municipal de mantenimiento de infraestructuras educativas para la ciudad de Sucre” el cual pertenece a la Carrera de Arquitectura y Ciencias del hábitat de la U.S.F.X.CH.

3.1.1 Antecedentes del proyecto

En este capítulo se dará a conocer y determinar el contexto en el cual se desarrolló el proyecto, se identificarán cuáles fueron los diferentes aspectos que se tomaron en cuenta para la realización del mismo.

El proyecto “Centro de Mantenimiento de Infraestructuras Educativas para la ciudad de Sucre” fue elaborado para la dirección de Educación del G.A.M.S.

El Gobierno Autónomo Municipal de Sucre mediante la dirección de Educación se encarga del mantenimiento de las infraestructuras educativas públicas del municipio donde se implementan acciones destinadas a la fabricación de equipamiento y mantenimiento de las infraestructuras educativas, estas acciones se articulan a la política nacional de mejorar la calidad del sistema educativo. Los Establecimientos Educativos de manera permanente requieren y solicitan el mantenimiento de equipamiento e infraestructura por lo que esto debe ser atendido de manera inmediata con el personal que cuenta la Dirección de Educación, en consecuencia, es necesario que el equipamiento cuente con un Almacén el cual se encargará de abastecer y suministrar de todo material necesario para la intervención inmediata en dichas Infraestructuras.

3.1.2 Criterios Conceptuales

Para la realización de este proyecto se plantearon los siguientes criterios conceptuales en base a los siguientes componentes de diseño

- Componente Funcional
- Componente Espacial

- Componente Tecnológico

Componente Funcional

Caracterización de las Áreas y ambientes principales

- **Área Administrativa**

Esta área se caracteriza por planificar y realizar inspecciones técnicas de los trabajos que se necesitan y que se van realizando en cada unidad educativa, además es el área responsable de la organización del equipamiento y de hacer que este cumpla con todas sus funciones. Está área se debe ubicar cerca de una vía principal para ser más accesible para el personal administrativo y los visitantes con el fin de que no tengan que pasar por el área de producción, por otro lado, se debe considerar el menor número de columnas y dejar prevista la expansión a futuro.

Fuente: Plazola, C. (1977). Enciclopedia Plazola

- **Área de talleres**

Esta área se caracteriza por los trabajos de mantenimiento y fabricación de mobiliario que realizan los técnicos especialistas de cada taller.

El proceso de producción según la normativa tiene cinco fases:

- La primera etapa es la llegada de la materia prima a la planta industrial
- La segunda etapa es la preparación de la materia prima
- La tercera etapa es la de producción de mobiliario
- La cuarta etapa son los métodos complementarios que mejorarán el producto como ser el barnizado del equipamiento educativo
- La quinta y última etapa del proceso de producción es la salida del producto terminado

Fuente: Plazola, C. (1977). Enciclopedia Plazola

El diseño de la planta se debe establecer en base a una clasificación de producción de los productos que sean similares en operaciones para definir las posibles circulaciones.

El diseño de la planta se debe establecer en base a una clasificación de producción de los productos que sean similares en operaciones para definir las posibles circulaciones.

Cada taller deberá tener un almacén donde se guarde la materia prima con la que se trabaje y otros insumos necesarios para el proceso de producción, estos almacenes deben tener una relación directa con el área de carga y descarga.

Fuente: Neufert. E. (1999). Arte de proyectar en arquitectura, Barcelona, Editorial Eduardo Gili

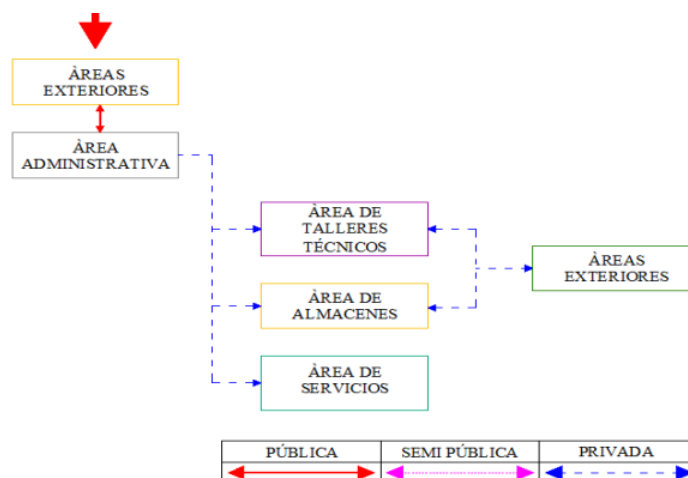
- **Área de almacenes**

Su característica principal es la de almacenar insumos que son utilizados para realizar refacciones en las infraestructuras educativas. Plazola menciona que es importante que exista un almacén al principio del proceso de producción para guardar la materia prima e insumos con los que se trabajará y al final del proceso para guardar el producto terminado, la organización del almacenaje se efectúa considerando los siguientes criterios: orden alfabético o numérico, almacenamiento por espacio y código de ubicación

Fuente: Plazola, C. (1977). Enciclopedia Plazola

Esquemas Organizacionales

Figura 4. Esquema Organizacional por áreas

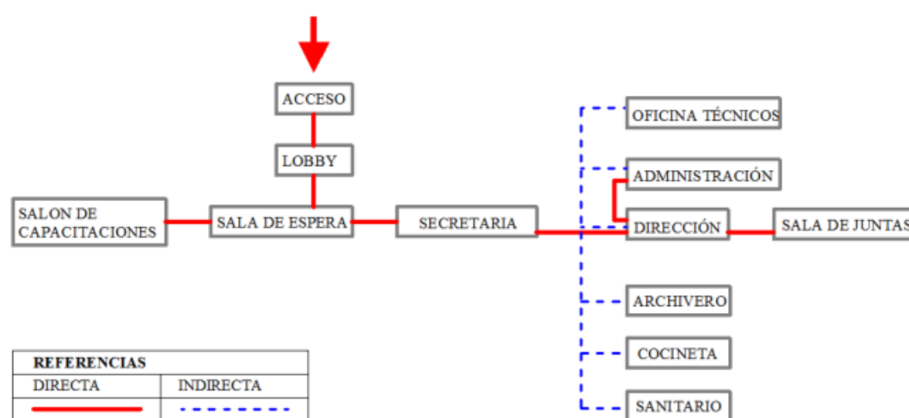


Fuente: Tesis Proyecto de grado

Las circulaciones de las áreas en general son privadas debido a que debe existir un control estricto de los materiales que entran y salen del área de almacenes, por otro lado, el área de talleres es un

área restringida solo para el personal técnico especialista por las actividades que se realizan en esta, el área administrativa tiene una circulación pública dentro de algunos ambientes.

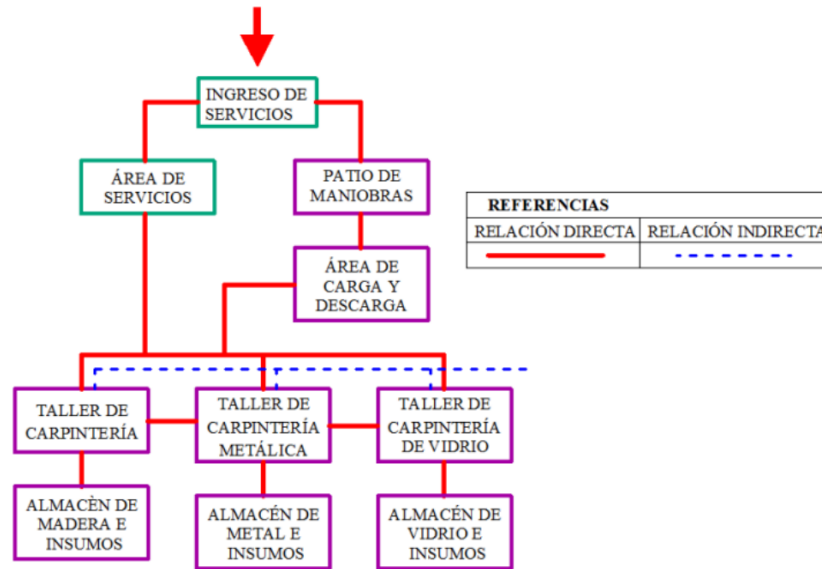
Figura 5. Área administrativa



Fuente: Tesis Proyecto de grado

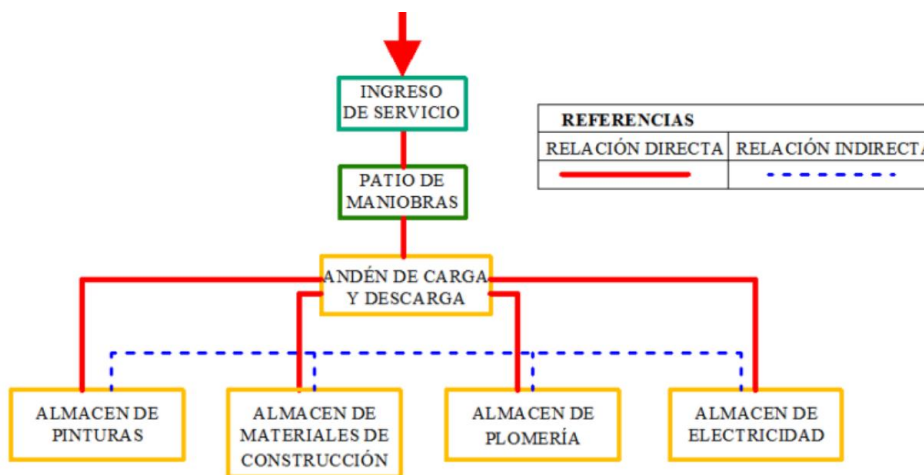
Esta área se caracteriza por planificar y realizar inspecciones técnicas de los trabajos que se necesitan y que se van realizando en cada unidad educativa, además es el área responsable de la organización del equipamiento y de hacer que este cumpla con todas sus funciones.

Figura 6. Área de talleres Técnicos



Esta área se caracteriza por los trabajos de mantenimiento y fabricación de mobiliario que realizan los técnicos especialistas de cada taller.

Figura 7. Área de Almacenes



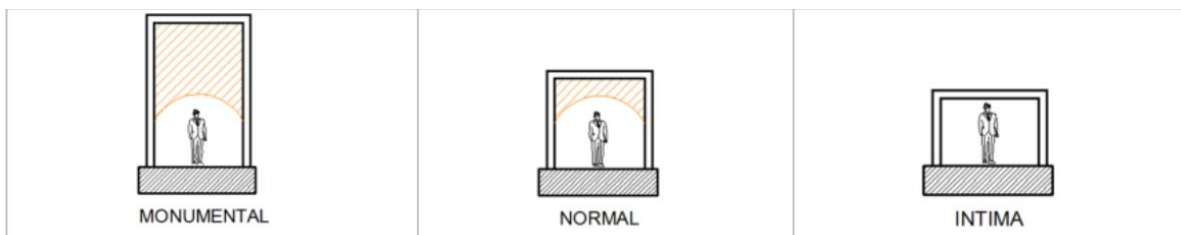
Fuente: Tesis Proyecto de Grado

Su característica principal es la de almacenar insumos que son utilizados para realizar refacciones en las infraestructuras educativas.

Componente Espacial

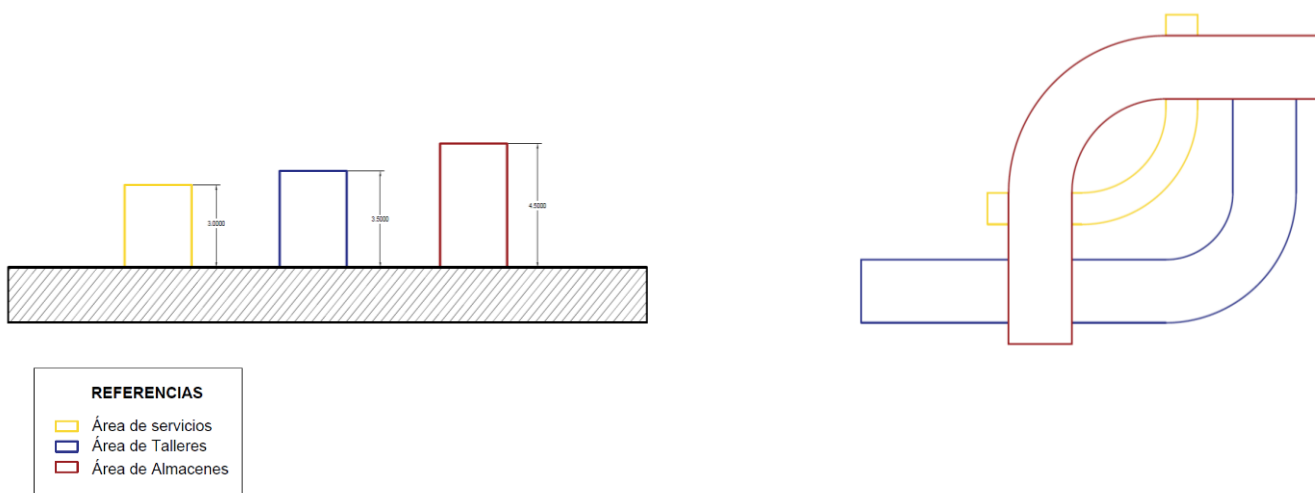
Las escalas fueron empleadas según el tipo de actividad que se desarrolló en las diferentes áreas, en el área administrativa por tener oficinas se manejó una escala normal, mientras que en los espacios de mayor demanda por el usuario se utilizó una escala monumental como por ejemplo la sala de espera, los ambientes del área técnica tienen una escala monumental debido al volumen de aire que deben tener estos espacios por los residuos que dejan los materiales

Escalas



Fuente: Tesis Proyecto de Grado

Figura 8. Alturas



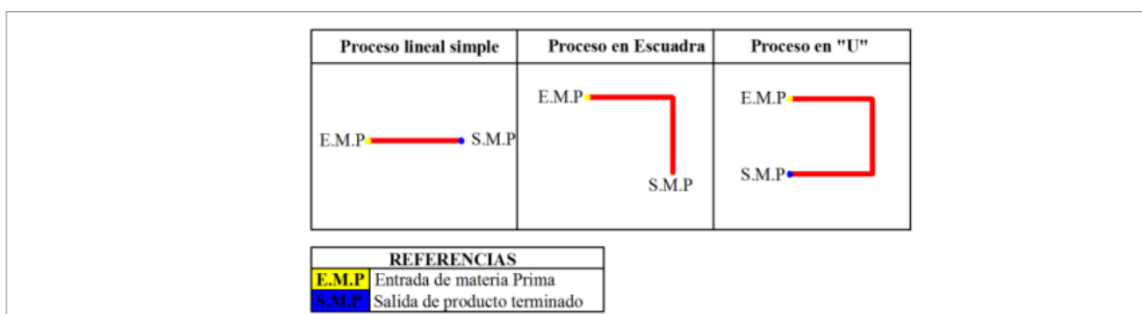
Fuente: Tesis Proyecto de grado

El área administrativa tiene una altura de 3.50 m. El área de Talleres y de almacenes tiene una altura 4.50 m y finalmente el área de servicios presenta una altura de 3.00 m.

Geometría Preferencial

Debido a la forma de las máquinas en el área de talleres y para el mejor aprovechamiento de espacio formal en el área de almacenes se utilizaron figuras regulares para la conformación de la geometría.

Figura 9. Geometría Preferencial



Fuente: Tesis Proyecto de grado

- **Componente Tecnológico**

Empleo de materiales mixtos; como ser el metal y el hormigón que permitan cubrir luces amplias para no perjudicar con columnas centrales el área de talleres y almacenes

3.1.3 Partido Arquitectónico.

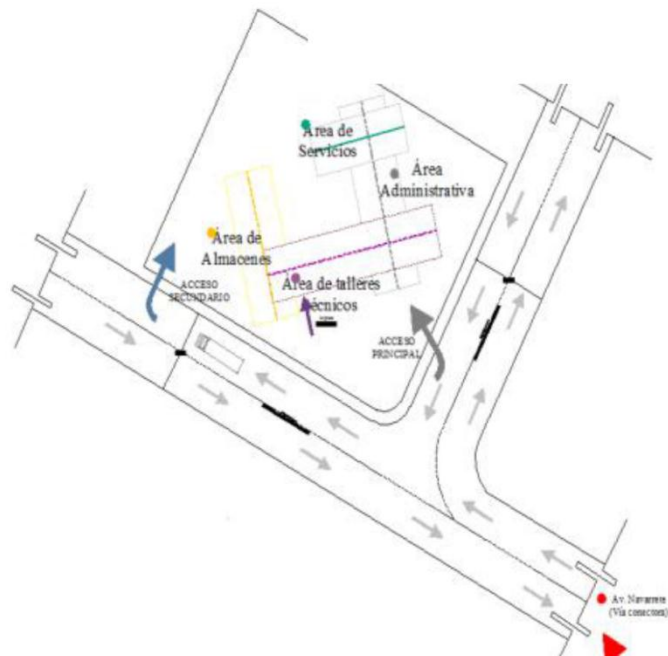
Acceso específico al sitio de intervención Ubicación.-

El sitio de intervención del proyecto se encuentra ubicado al Norte de la ciudad de Sucre, dentro del Distrito III, más propiamente en la zona del parque industrial. Cuenta con una superficie de 6000 m² de una proporción de 80*40 m. Dentro de una forma rectangular y homogénea que según normativa plazola es la ideal para este tipo de equipamientos.

Accesibilidad.-

La accesibilidad al sitio es muy favorable al situarse cerca de vías estructurantes como ser la av. Juana Azurduy de Padilla y la Av. Navarra El esquema de partido en la propuesta se genera a partir de un eje primario, que tiene relación con el terreno, los ejes secundarios son paralelos y perpendiculares al eje primario logrando generar de esta manera una estructura lineal.

Figura 10. Acceso al sitio

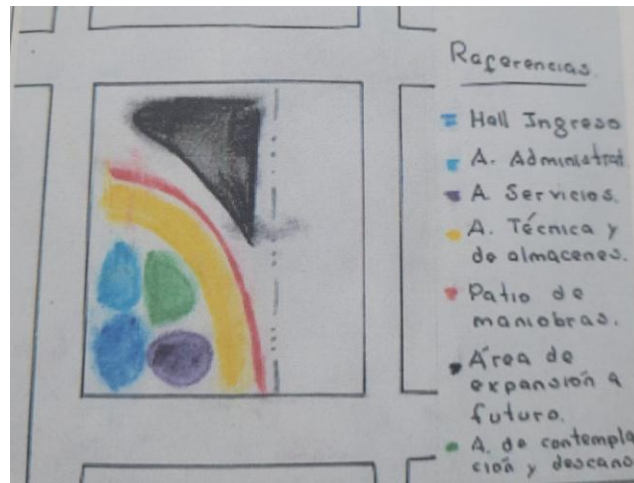


Fuente: Tesis Proyecto de grado

Componente Funcional

El ingreso al equipamiento se encuentra ubicado estratégicamente en un lugar donde pueda ser visible para los usuarios, el área técnica y el área administrativa se encuentran separados por el área de contemplación y descanso debido a que en cada uno de estos se realizan diferentes actividades, el patio de maniobras tiene relación directa con el área de almacenes.

Figura 11. Esquema Funcional

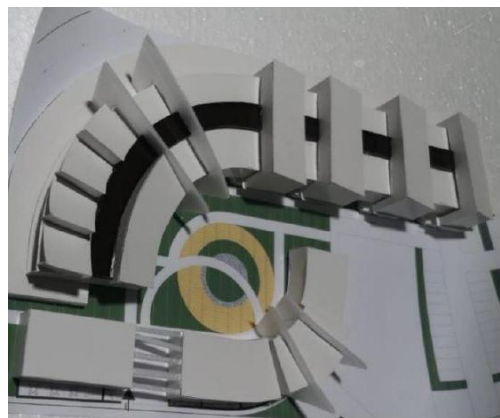
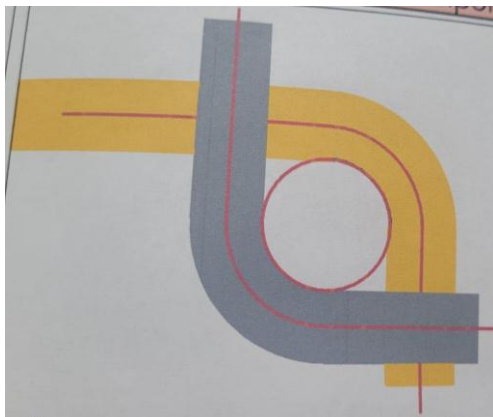


Fuente: Tesis Proyecto de grado

Componente Formal

A partir del eje se realizó una composición formal en el cual el área administrativa, el área de producción y el área de almacenamiento se encuentran separados debido a que las actividades que se realizan en ambas áreas no son compatibles.

Figura 12. Esquema Formal

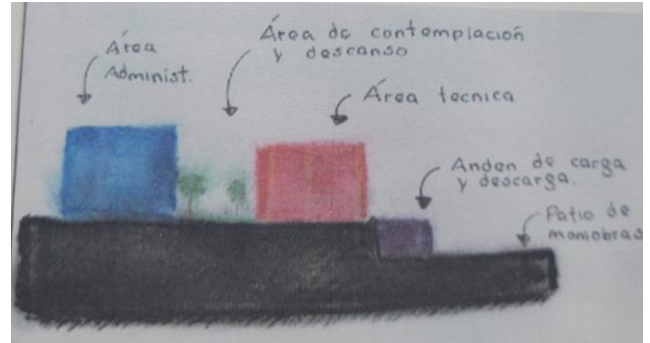


Fuente: Tesis Proyecto de grado

Esquema Espacial

Componente Espacial

Se aprovechó la pendiente con la que cuenta el terreno para ubicar el patio de maniobras en el punto más bajo



Fuente: Tesis Proyecto de grado

3.1.4 Descripción general del Proyecto generado con herramientas 2D y 3D

El proyecto “Centro Municipal de Mantenimiento de Infraestructuras Educativas para la Ciudad de Sucre” fue elaborado con herramientas 2D y con herramientas 3D.

3.1.4.1 Modelo 3D

El modelo 3D fue realizado con el software Autodesk Revit, sin hacer uso de la metodología BIM. Es decir que, el enfoque utilizado para desarrollar el modelo no incluyó los procesos y prácticas típicas de BIM, como la colaboración interdisciplinaria, la gestión de datos integrados y la optimización de recursos. En su lugar, se aprovechó únicamente el aspecto de modelado 3D de Revit para crear una representación visual y estructural del proyecto.

Figura 13. “Centro Municipal de Mantenimiento de infraestructuras educativas”



Fuente: Tesis Proyecto de grado

3.1.4.2 Planos Técnicos

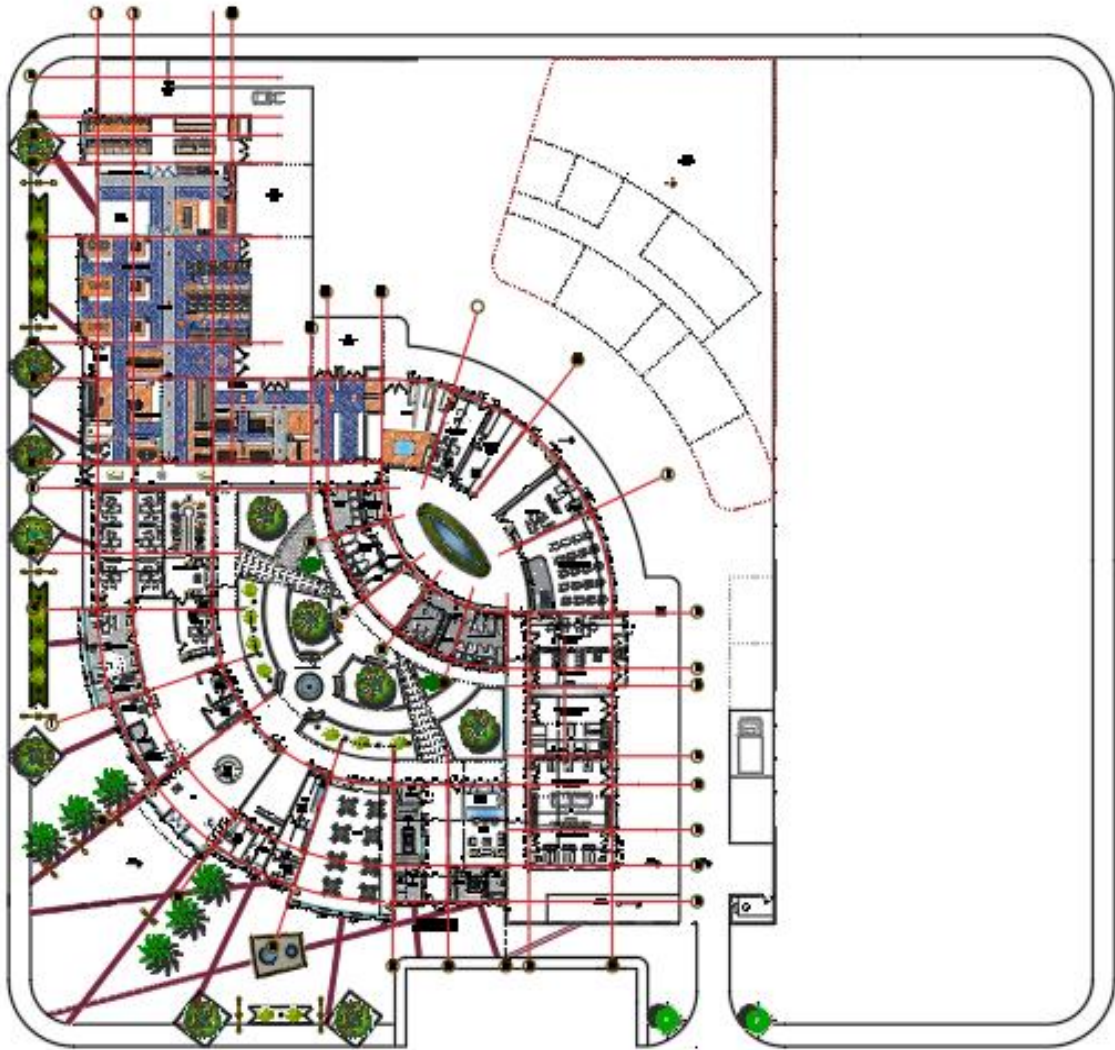
Los planos técnicos fueron realizados con el software Autodesk AutoCAD.

Figura 14. Planimetría



Fuente: Tesis Proyecto de grado

Figura 15. Planta Baja

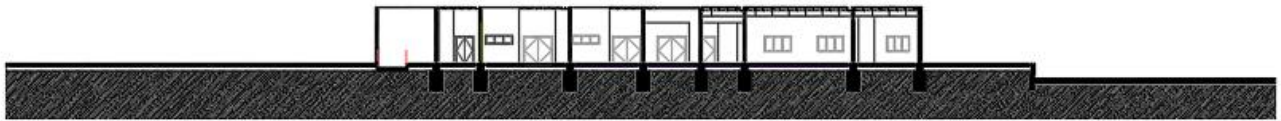


Fuente: Tesis Proyecto de grado

Figura 16. Elevación Lateral Izquierda

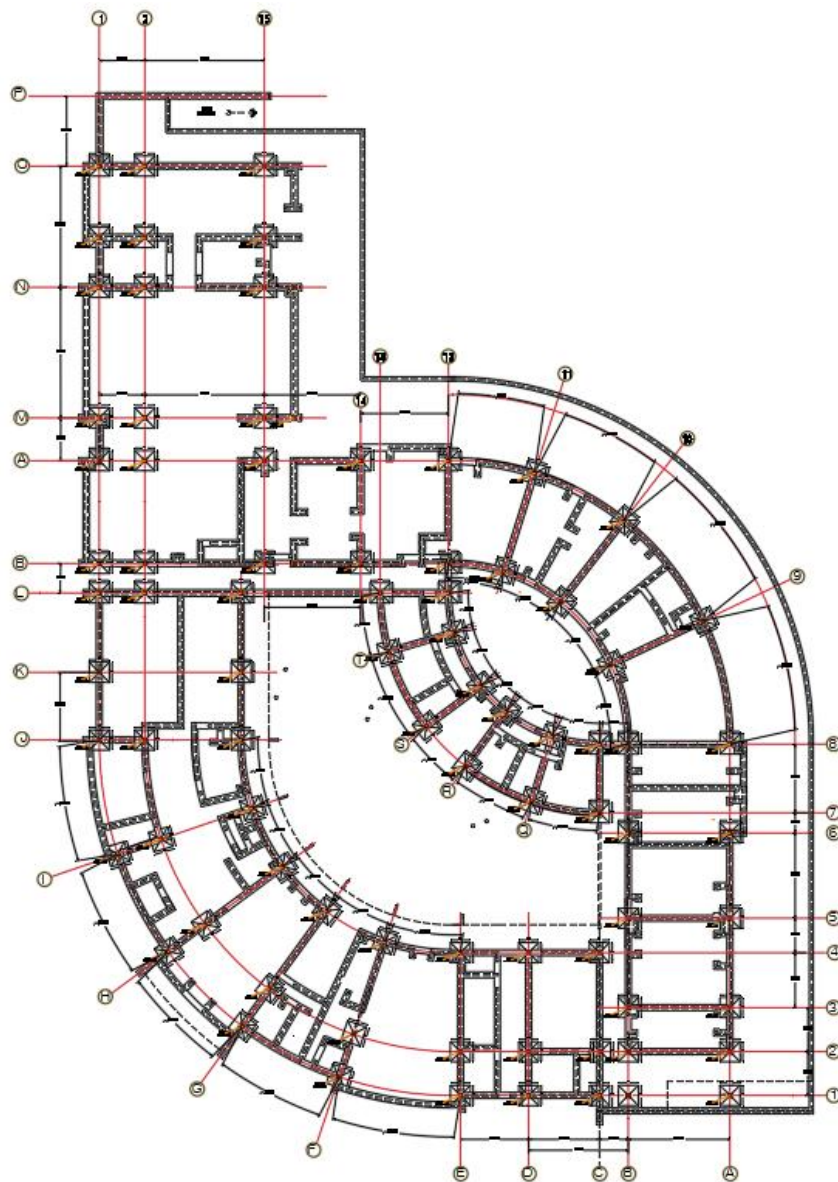


Figura 17. Sección Transversal



Fuente: Tesis Proyecto de grado

Figura 18. Plano de Fundaciones



Fuente: Tesis Proyecto de grado

4 CAPÍTULO V

4.1 PROPUESTA.

Para la elaboración del modelo tridimensional del proyecto Centro Municipal de Mantenimiento de Infraestructuras educativas se utilizaron herramientas 2d y 3D

4.1.1 Lineamientos Generales

Tabla 1. Herramientas de modelado

Tipo de Herramientas	Software
Herramientas 2D	Autodesk Autocad 2024 (español) Licencia Académica
Herramientas 3D	Autodesk Revit 2024 (español) Licencia Académica

Fuente: Elaboración Propia en base

4.1.2 Nomenclaturas

Se utilizaron las siguientes convenciones de nomenclatura para facilitar la identificación y gestión de cada disciplina a lo largo del proyecto

Tabla 2. Nomenclaturas

Proyecto Arquitectura	
Código de Proyecto	Proyecto_Revit Arquitectura_Reynolds Maturano Noelia Paola
Disciplina	Arquitectura (ARQ)
Proyecto Estructuras	
Código de Proyecto	Proyecto_Revit Arquitectura_Reynolds Maturano Noelia Paola
Disciplina	Estructuras (ESTR)

Proyecto Instalaciones	
Código de Proyecto	Proyecto_Revit Arquitectura_Reynolds Maturano Noelia Paola
Disciplina	Mecánica (MEP)

Fuente: Elaboración Propia en base

4.1.3 Estándares de Modelado

Se tomarán en cuenta los siguientes estándares de modelo para asegurar que los elementos sean modelados de manera coherente y adecuada. Esto incluye:

Tabla 3. Estándares de modelo

Escala:	1:100
Coordenadas y georeferenciación	11.20°; N/S 8074823.94; E/O 799443; Elev; 2551.00m.

Fuente: Elaboración Propia en base

4.1.4 Proyecto Arquitectura

Para la elaboración del modelo Arquitectónico se trabajó en base a la plantilla que nos fue otorgada en clases

Tabla 4. Plantillas BIM

Disciplina	Arquitectura
Nombre de la Plantilla	Plantilla Proyecto Revit Arquitectura

Fuente: Elaboración Propia

4.1.4.1 Elaboración del modelado 3D

4.1.4.2 Creación de niveles y rejillas

El proyecto cuenta con dos plantas la planta de acceso se encuentra a nivel 0 y el andén de carga y descarga se encuentra en el nivel -1,10 por lo que se crearon dos niveles cada uno con su nombre y altura correspondiente y se colocaron las rejillas correspondientes otorgadas por el plano de cimientos del proyecto.

Tabla 5. Niveles

Plantas	Niveles
Planta Baja (Acceso)	+/- 0
Andén de Carga y Descarga	-1.10

4.1.4.3 Vinculación CAD

Se realizó la vinculación CAD del plano topográfico

Tabla 6. Vinculación CAD: Plano Topográfico

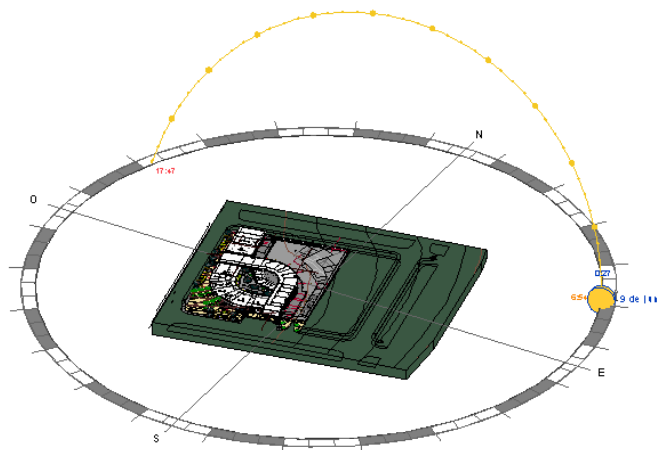
Vincular CAD	Plano topografico.dwg
--------------	-----------------------

Fuente: Elaboración Propia

1. Generación de Topografía. - El primer paso fue generar la topografía a partir del archivo CAD vinculado.
2. Excavación del suelo topográfico. - Se hizo la excavación del suelo topográfico en relación a los nivel -1.10 (Andén de Carga y descarga)
3. Comparación Paramétrica del descuento por el movimiento de tierras.- Se creó la tabla de planificación de sólidos topográficos para hacer una comparación paramétrica del movimiento de tierras.

4. Finalmente se hizo la georreferenciación de la topografía y posteriormente se realizó la georreferenciación del proyecto en relación a los siguientes datos; **N/S** 8074823.94; **E/O** 799443; **Elev**; 2551.00m.

Figura 19. Proyecto Georreferenciado



Fuente: Tesis Proyecto de grado

Posteriormente se realizó la vinculación CAD de los Planos Técnicos: Nivel -1 Andén de carga y descarga, Plano de planta y Planimetría para comenzar con la elaboración del modelo tridimensional comenzando con la delimitación del perímetro de trabajo y el colocado de rejillas con sus nombres correspondientes.

Tabla 7. Vinculación CAD: Planos Técnicos

Vincular CAD	Nivel -1 Andén de carga y descarga.dwg
	Plano de planta baja.dwg
	Planimetría.dwg

Fuente: Elaboración Propia

Pasos a seguir para la elaboración del modelo 3D:

1. Colocado de columnas
2. - Colocado de muros
3. - Colocado de Puertas y ventanas
4. - Colocado losas
5. - Diseño exterior

Tabla 8. Propiedades de los elementos

Elemento	Nombre	Especificaciones Técnicas
Columnas	Pilar Rectangular	Pilar rectangular de H°A° 30 * 30 CM
Muros	Muro Básico	Rev. Interior Cerámica s/n + Muro de Ladrillo de 6h (Soguillo) 10 cm + Rev. Ext. Yeso
		Muro Básico 0.15 m. Rev. Int. Yeso + Muro de Ladrillo de 6h (Soguillo) 10 cm + Rev. Ext. Yeso
Losas	Losa Nervada	Losa Nervada H° A° 25 CM

Fuente: Elaboración Propia

4.1.4.4 Plantillas de Vista

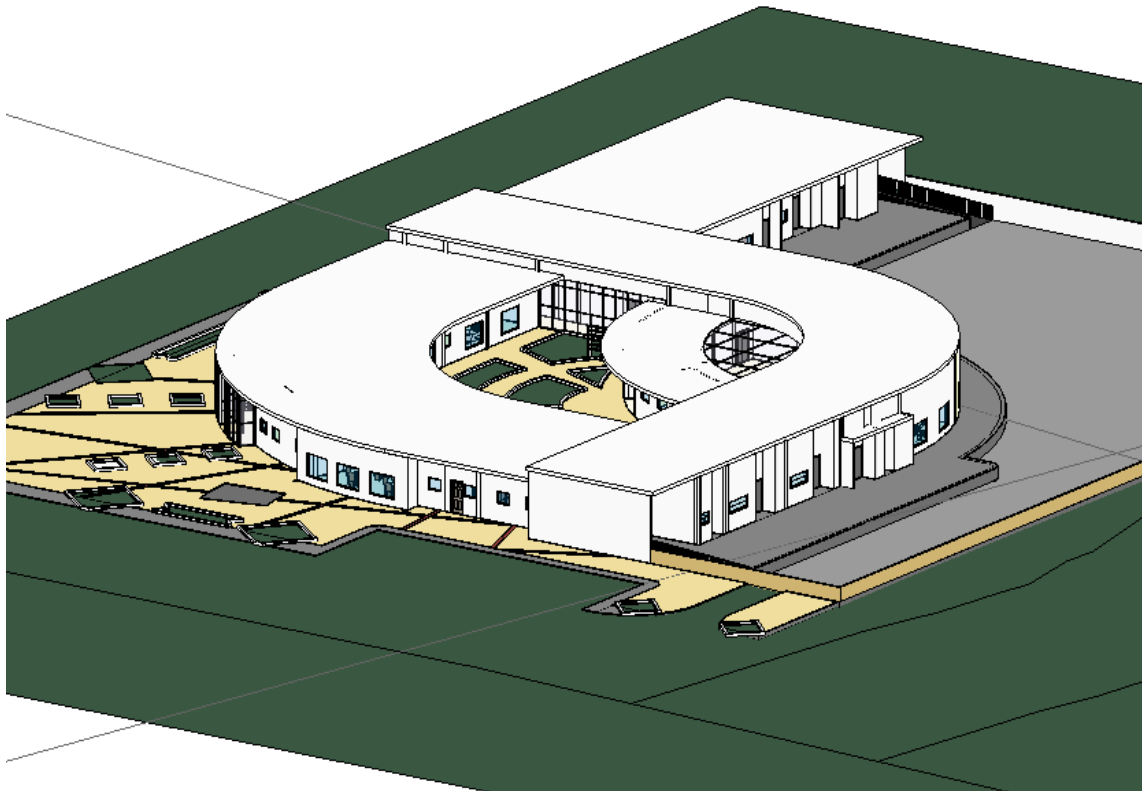
Finalmente, una vez terminada la etapa de modelado se realizaron plantillas de vista para la planta baja, elevaciones y secciones con sus respectivas etiquetas de habitación, para la generación de los planos técnicos

Tabla 9. Plantillas de vista

Planos	Plantillas de vista
Planta Baja	Planta Baja (Acceso) Plantilla de vista
Alzado este Posterior	Alzado Este Posterior Plantilla de vista
Sección Horizontal	Sección Diseño Horizontal Plantilla de vista
Sección Vertical	Sección Diseño Vertical Plantilla de vista

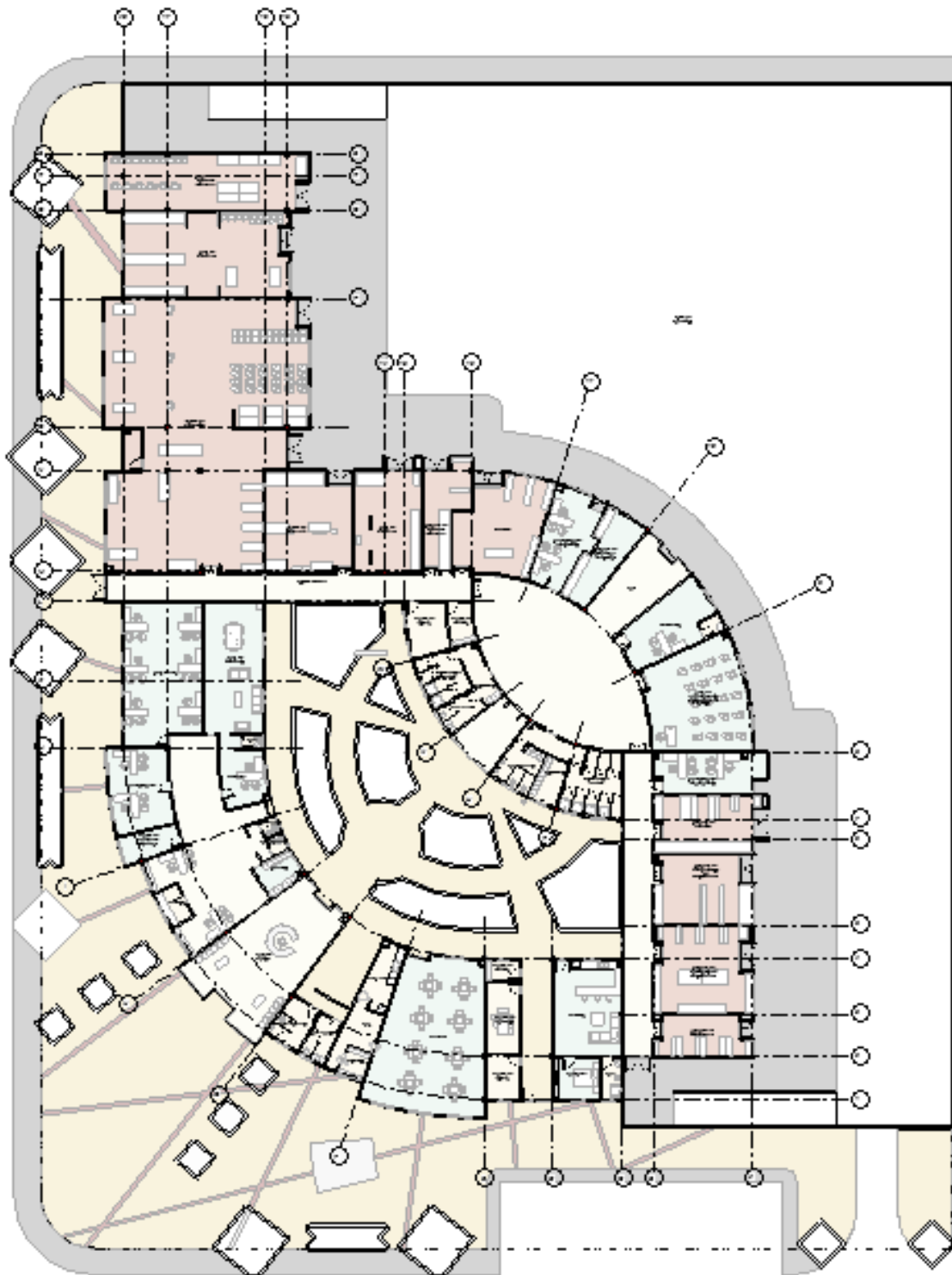
Fuente: Elaboración Propia

Figura 20. Modelo 3D Arquitectónico

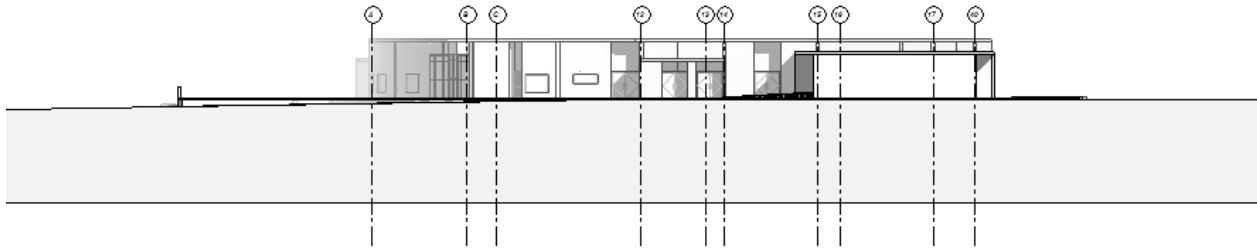


Fuente: Elaboración Propia

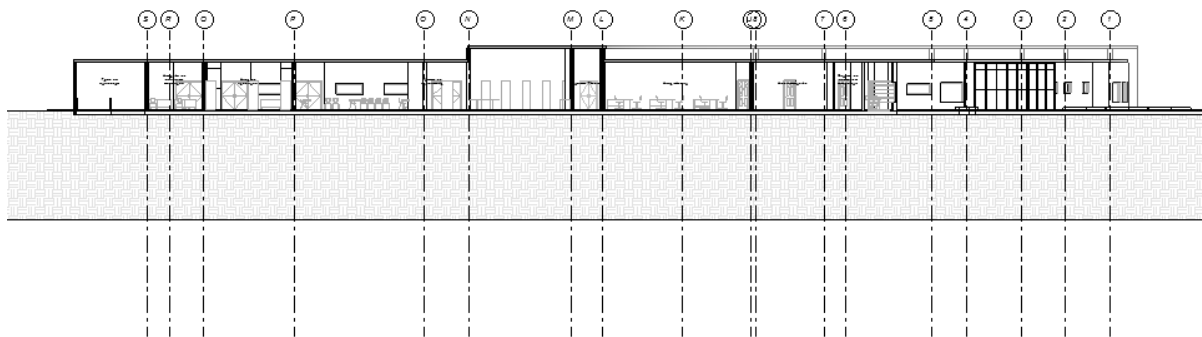
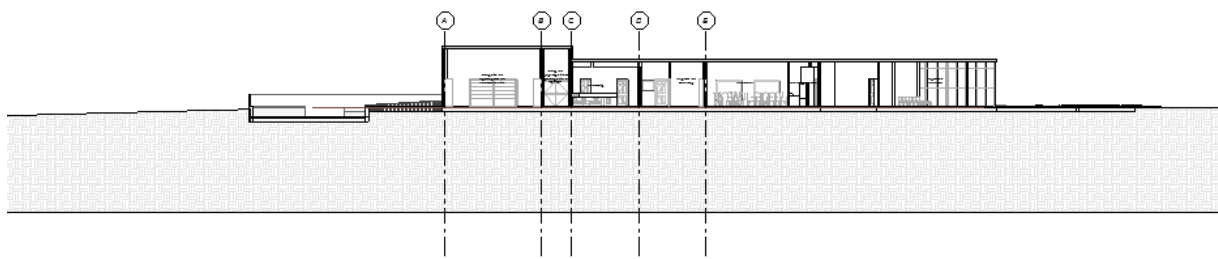
4.1.4.5 Planta Baja



4.1.4.6 Elevaciones



4.1.4.7 Secciones



4.1.5 Revit Estructuras

Se realizó la vinculación Revit del proyecto arquitectónico con su respectiva georreferenciación, posteriormente se copió y supervisó los niveles del proyecto de Revit arquitectura para comenzar con la elaboración del modelo 3D

1. - Colocado de zapatas
2. - Colocado de Cimiento corrido
3. - Colocado de Sobrecimiento
4. - Colocado de Muros
5. - Colocado de Vigas
6. - Colocado de Viguetas

Estructura Proyecto

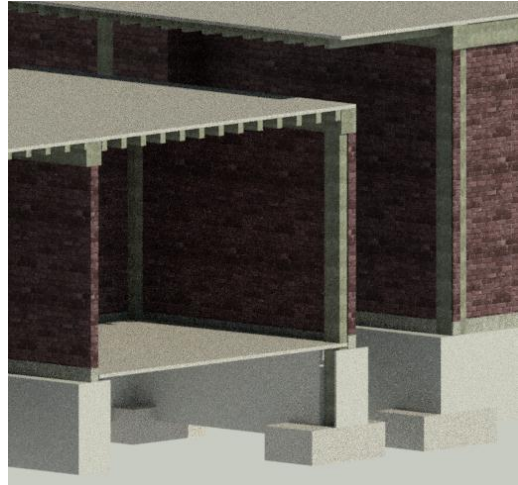
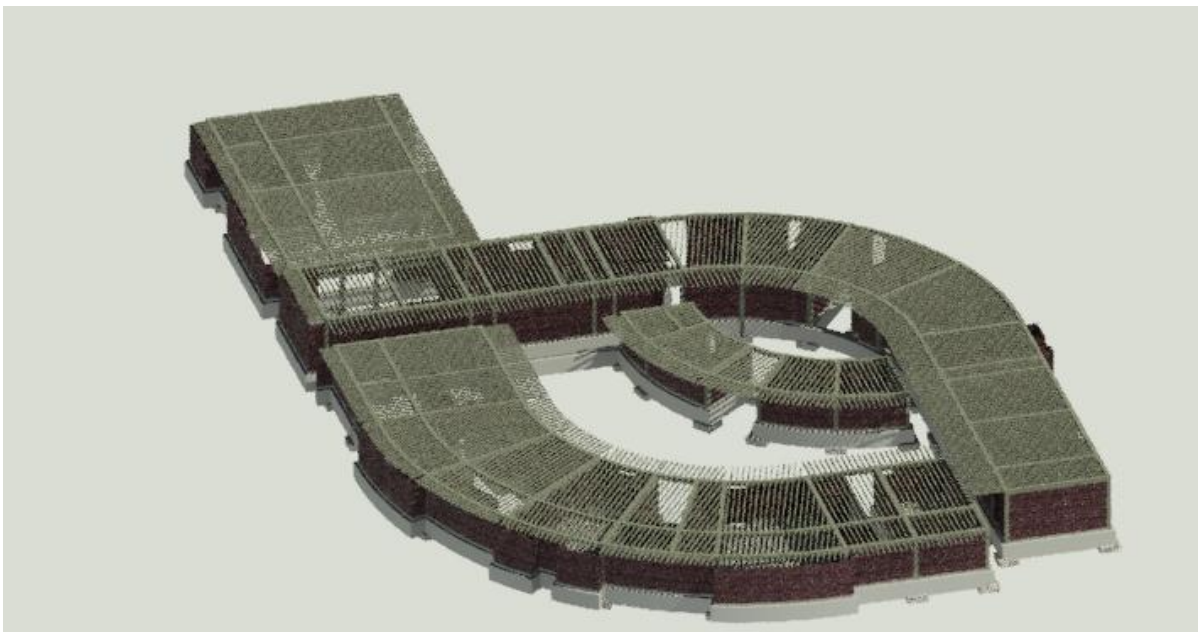
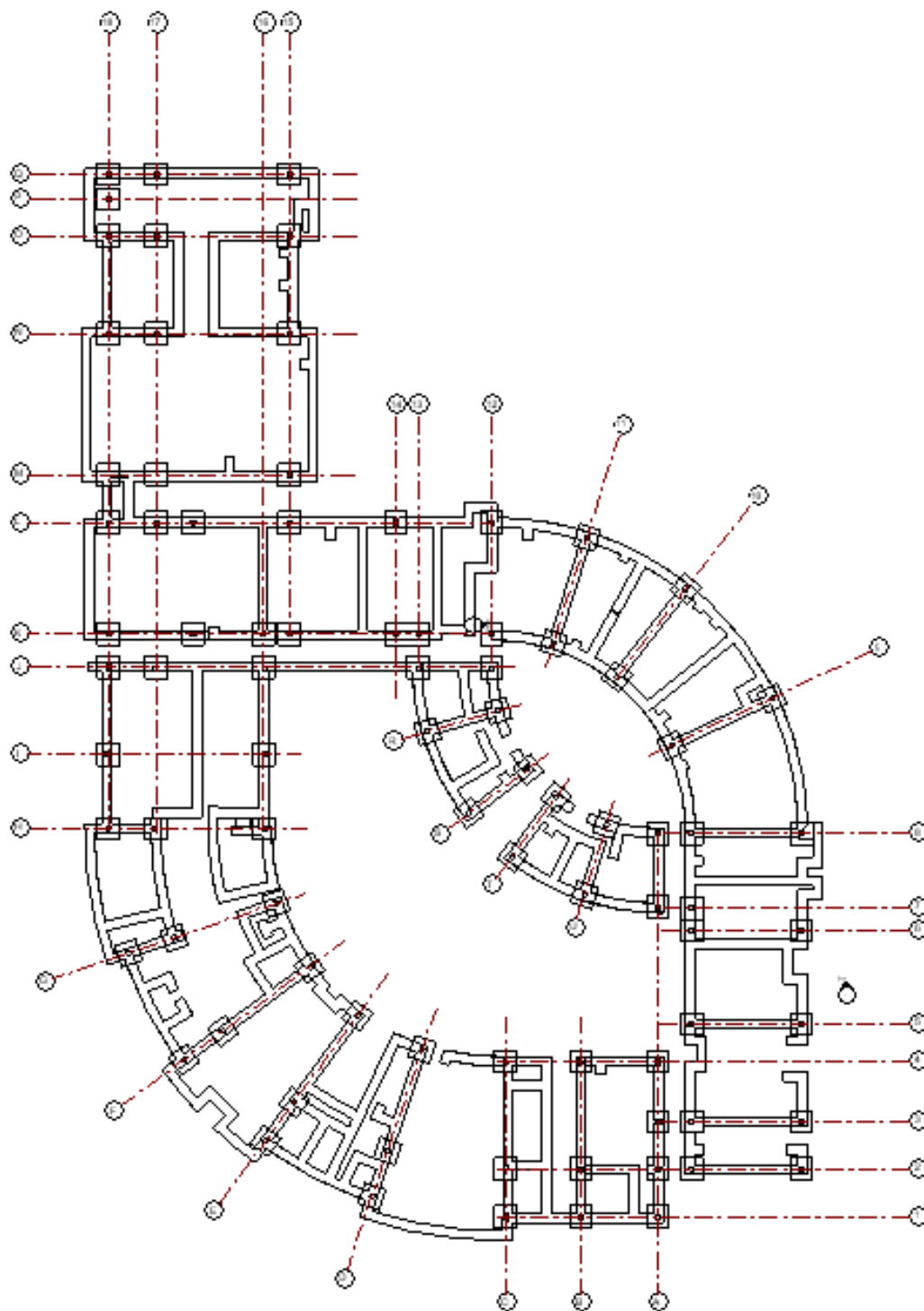


Figura 21. Modelo Estructural 3D



Fuente: Elaboración Propia

Plano de Fundaciones



4.1.6 Revit MEP

Para la elaboración del modelo MEP se trabajó en base a la plantilla que fue elaborada en clases con el docente.

Tabla 10. Plantillas BIM

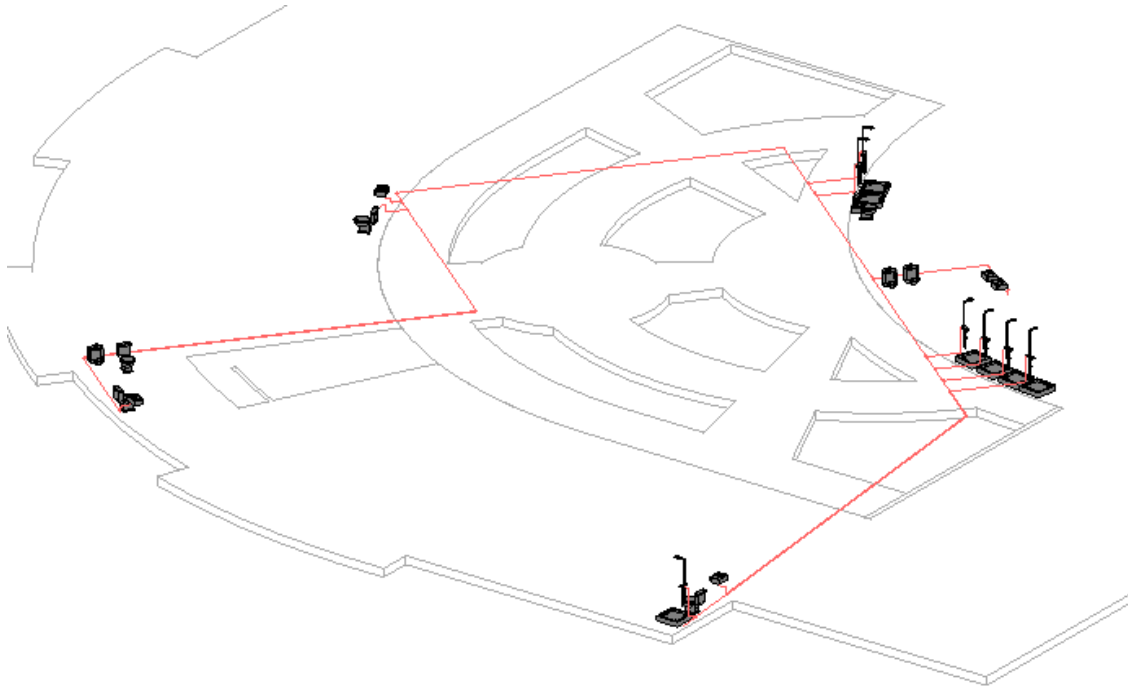
Disciplina	Mecánica
Nombre de la Plantilla	Plantilla Proyecto Revit MEP

Fuente: Elaboración Propia

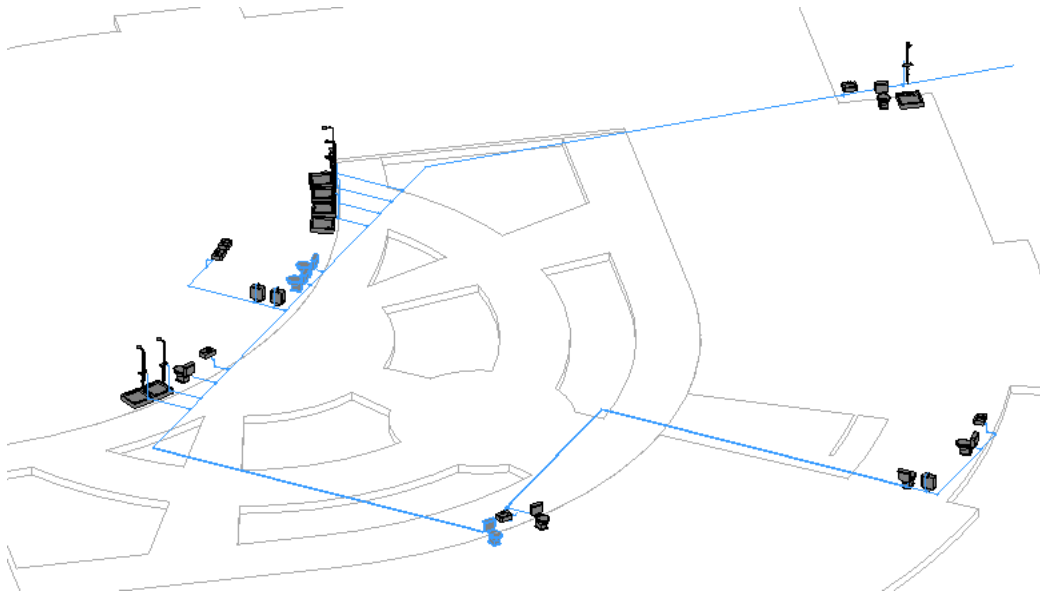
Se realizó la coordinación con la disciplina arquitectura a través de la vinculación Revit del proyecto nuevamente con su respectiva georreferenciación, en esta ocasión se copió y supervisó los niveles para la realización del diseño de las instalaciones de Agua Caliente, Agua Fría e Instalaciones Sanitarias.

1. Colocado ó copiar y supervisar los aparatos Sanitarios
2. Colocado de tuberías

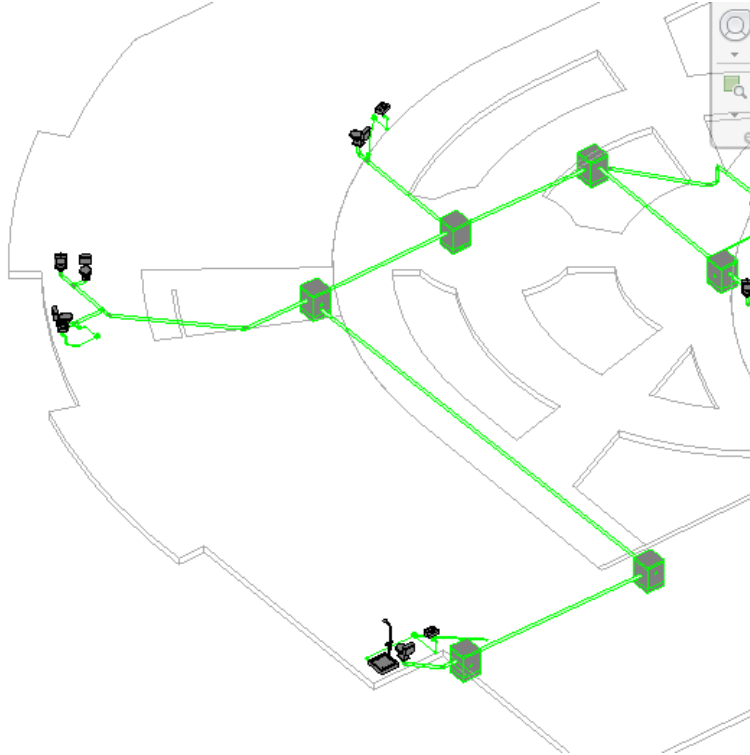
4.1.6.1 Instalaciones de Agua Caliente



4.1.6.2 Instalaciones de Agua Fría



4.1.6.3 Instalaciones Sanitarias



4.1.6.3.1.1.1.1 Referencias bibliográficas

- Echeverrimontes (17 de abril de 2023) normativas Bim

<https://www.echeverrimontes.com/blog/normativas-bim-en-que-consiste-la-iso-19650>

- Wiggot (15 de (Octubre de 2021)

<https://wiggot.com/archivos/sistema-bim-como-funciona-para-que-sirve>

- Reynolds M. (2023) Centro Municipal de Mantenimiento de infraestructuras educativas para la ciudad de Sucre, [Tesis de grado, Universidad San Francisco Xavier de Chuquisaca].