

**APLICACIÓN EN TEMÁTICAS DE INGENIERÍA CIVIL
DISEÑO ESTRUCTURAL DE UN SALÓN SOCIAL PARA LA COMUNIDAD DEL
BARRIO NUEVA JERUSALÉN UBICADO EN LA CIUDAD DE VILLAVICENCIO
– META**



Por:
Johan Sebastián Alvarez Colina
Daniel Eduardo Ochoa Mora



UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
VILLAVICENCIO
2020

**APLICACIÓN EN TEMÁTICAS DE INGENIERÍA CIVIL
DISEÑO ESTRUCTURAL DE UN SALÓN SOCIAL PARA LA COMUNIDAD DEL
BARRIO NUEVA JERUSALÉN UBICADO EN LA CIUDAD DE VILLAVICENCIO
– META**



Por:
Johan Sebastián Alvarez Colina
Daniel Eduardo Ochoa Mora

Documento final presentado como opción de grado para optar al título profesional
de ingeniero civil

Aprobado por:
Ing. Alexander Solarte Benavides, M.Sc.
Director

UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
VILLAVICENCIO
2020

AUTORIDADES ACADÉMICAS

Fray José Gabriel Mesa Ángulo, O.P.
Rector General

Fray Eduardo González Gil, O.P.
Vicerrector Académico General

Fray José Antonio Balaguera Cepeda, O.P.
Rector Sede Villavicencio

Fray Rodrigo García Jara, O.P.
Vicerrector Académico Sede Villavicencio

Julieth Andrea Sierra Tobón
Secretaria de División Sede Villavicencio

Ing. Manuel Eduardo Herrera Pabón.
Decano Facultad de Ingeniería Civil

Nota de aceptación

ING. MANUEL EDUARDO HERRERA PABÓN
Decano Facultad Ingeniería Civil

ING. ALEXANDER SOLARTE BENAVIDES
Director Trabajo de Grado

ING. YENY NATALIA MANCIPE CRISTIANO
Jurado

Villavicencio, 5 de noviembre de 2020

DEDICATORIA

Le dedico este proyecto a toda mi familia, quienes fueron un apoyo incondicional en cada momento de este camino a la vida profesional, y a todas las personas que dieron su grano de arena durante estos 5 años para seguir esforzándome y luchando por mi sueño profesional.

Daniel Eduardo Ochoa M.

Dedico este proyecto esencialmente a mis padres quienes me otorgaron su apoyo y confianza para cumplir mis metas y me abrieron las puertas a una vida profesional.

Johan Sebastián Alvarez C.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos primero a Dios, por ser quien nos ha dado la oportunidad de seguir luchando por nuestros objetivos y quien nos ha dado la salud y fortaleza para continuar esforzándonos a pesar de la difícil situación que se ha presentado debido a la pandemia.

También agradecemos a nuestros padres y familiares quienes se han dedicado a velar por darnos una educación de calidad, por entregarnos todo su tiempo para apoyarnos en todo momento y por estar siempre creyendo en nuestras capacidades de llegar a ser unos excelentes profesionales.

Finalmente, agradecemos al ingeniero Alexander Solarte y todos los ingenieros que no han dudado en guiarnos en este proceso académico que hemos realizado, de igual forma agradecemos por todos los consejos y recomendaciones dados para nuestra vida profesional.

RESUMEN

Nueva Jerusalén es un barrio ubicado en la comuna ocho en la ciudad de Villavicencio (Meta) que está pasando por inconformismos sociales debido a problemas de organización comunal ya que este sitio no cuenta con espacios sociales que permitan el desarrollo de actividades en la comuna; por tal motivo el presente proyecto está destinado al desarrollo de un salón social que permita solucionar la necesidad presentada frente a los habitantes de Nueva Jerusalén.

Para ello se hace necesario la ejecución de diversos estudios que permitieron garantizar un diseño estructural seguro, cómodo y eficiente respetando todos los aspectos normativos involucrados para su desarrollo.

Se ejecutaron estudios topográficos que permitieron el reconocimiento de la zona y la forma del terreno, de este modo, se logra dar pie al diseño con base a los requisitos mínimos exigidos por la NSR-10, además de aquellos aspectos hidrosanitarios, eléctricos, aspectos estéticos y económicos involucrados en todo el desarrollo del proyecto.

Palabras Clave: topografía, estructural, construcción, hidrosanitarios.

ABSTRACT

Nueva Jerusalem is a neighborhood located in community eight in the city of Villavicencio (Meta) that is going through social nonconformities due to problems of community organization and that this site does not have social spaces that affect the development of activities in the community; For this reason, this project is aimed at the development of a social hall that allows the need presented to the inhabitants of New Jerusalem to be resolved.

This requires the execution of various studies that allow a safe, comfortable and efficient structural design respecting all the regulatory aspects involved for its development.

Topographic studies were carried out that allowed the recognition of the area and the shape of the terrain, in this way, it is possible to give rise to the design based on the minimum requirements demanded by the NSR-10, in addition to those hydrosanitary, electrical, aesthetic aspects and economics involved in the entire development of the project.

Key Word: *topography, structural, construction, hydrosanitary.*

CONTENIDO

1.	INTRODUCCIÓN	13
2.	FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	14
3.	JUSTIFICACIÓN.....	15
4.	OBJETIVOS.....	16
4.1.	OBJETIVO GENERAL	16
4.2.	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	16
5.	ALCANCE.....	17
6.	MARCO DE REFERENCIA	18
6.1.	MARCO CONCEPTUAL	18
6.1.1	Conceptos Topográficos	18
6.1.2	Conceptos Estructurales	18
6.2.	MARCO TEÓRICO	18
6.2.1	Espacios comunitarios	19
6.2.2	Dimensionamiento del Terreno	19
6.2.3	Cálculos de Proyecciones	21
6.2.4	Diseño Estructural	21
6.2.5	Servicios Públicos: Agua y Electricidad.....	24
6.3.	ANTECEDENTES.....	24
6.4.	ESTADO DEL ARTE.....	25
6.5.	MARCO NORMATIVO	26
6.6.	MARCO GEOGRÁFICO	27
7.	METODOLOGÍA	28
7.1.	LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO	28
7.2.	ARQUITECTURA DEL SALÓN COMUNAL.....	32
7.3.	MEMORIA DE CÁLCULOS ESTRUCTURALES	35
7.4.	DESCRIPCIÓN DE LA ESTRUCTURA	36
7.5.	METODOLOGÍA DE DISEÑO	36
7.6.	ANÁLISIS ESTRUCTURAL Y PLANOS ESTRUCTURALES	37
7.6.1	Combinaciones de Carga.....	37
7.6.2	Especificaciones de materiales	38
7.6.3	Avaluó de Cargas.....	39
7.6.4	Revisión del Diseño según el Título E NSR-10	44
7.6.5	Modelos Estructurales.....	50
7.6.6	Planos Estructurales	52
7.7.	RED DE SERVICIOS PÚBLICOS DE AGUA, ALCANTARILLADO Y ENERGÍA.....	53
7.7.1	Instalaciones sanitarias y de aguas lluvias.....	53
7.7.2	Instalaciones Hidráulicas.....	54
7.7.3	Instalaciones de energía	55
7.8.	PRESUPUESTO DEL DISEÑO	58
8.	ANÁLISIS DE RESULTADOS	62
9.	RESULTADOS E IMPACTOS	63
9.1.	RESULTADOS ESPERADOS	63
9.2.	IMPACTOS	63
10.	CONCLUSIONES Y TRABAJOS FUTUROS.....	65
10.1.	CONCLUSIONES	65

10.2. TRABAJOS FUTUROS.....	66
11. REFERENCIAS	67

LISTA DE TABLAS

Tabla 2-1 Cuadro de área Nueva Jerusalén	14
Tabla 6-1 Espesores mínimos nominales para muros estructurales en casas de uno y dos pisos (mm) (Tabla E.3.5-1)	23
Tabla 6-2 Fuentes de referencia	24
Tabla 6-3 Fuentes de referencia del estado del arte	25
Tabla 6-4 Normativa aplicable al proyecto	26
Tabla 7-1 Cartera de campo.....	31
Tabla 7-2 Distribucion de los espacios en la arquitectura del salón comunal	33
Tabla 7-3 Características más importantes del salón comunal	36
Tabla 7-4 Combinaciones de carga sin dividir sobre R	37
Tabla 7-5 Especificaciones del concreto estructural	38
Tabla 7-6 Especificaciones del acero de refuerzo.....	38
Tabla 7-7 Especificaciones del acero estructural	38
Tabla 7-8 Especificaciones de la mampostería.....	38
Tabla 7-9 Avalúo de carga de la placa fácil.....	39
Tabla 7-10 Avalúo de cargas de la placa de concreto sobre la placa fácil	39
Tabla 7-11 Avalúo de carga del Bloquelón de la placa fácil	39
Tabla 7-12 Avalúo de carga del perfil metálico de la placa fácil.....	40
Tabla 7-13 Avalúo de carga del alistado de la placa fácil.....	40
Tabla 7-14 Carga muerta final del entepiso sin mayorar.....	40
Tabla 7-15 Avalúo de carga viva.....	40
Tabla 7-16 Carga última del entepiso mayorada.....	41
Tabla 7-17 Avalúo de carga de los muros de mampostería de bloque estriado de arcilla.....	42
Tabla 7-18 Avalúo de cargas para la cercha de la cubierta.....	44
Tabla 7-19 Chequeo para junta sísmica.....	44
Tabla 7-20 Espesor de los muros confinados	45
Tabla 7-21 Longitud mínima de los muros confinados	45
Tabla 7-22 Sumatoria de los muros del piso 1 en sentido X	45
Tabla 7-23 Sumatoria de los muros del piso 1 en sentido Y	47
Tabla 7-24 Distribucion de la simetría de los muros del piso 1 en sentido X	49
Tabla 7-25 Distribucion de la simetría de los muros del piso 1 en sentido Y	49
Tabla 7-26 Sección de las columnas de confinamiento	49
Tabla 7-27 Sección de las vigas de confinamiento	49
Tabla 7-28 Presupuesto de obra.....	58
Tabla 9-1 Resultados esperados.....	63
Tabla 9-2 Impactos.....	63

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 Radiación simple de un lote	20
Figura 2 Barrio Nueva Jerusalén/Fecha: 11/23/2018	27
Figura 3 Armado del punto delta con la estación total.....	29
Figura 4 Radiación simple del lote	30
Figura 5 Plano topográfico del lote baldío	32
Figura 6 Planta 1 del salón comunal	34
Figura 7 Planta 2 del salón comunal	34
Figura 8 Vista lateral derecha del salón comunal.....	35
Figura 9 Vista en planta de la cubierta del salón comunal	35
Figura 10 Esquema de la placa fácil	40
Figura 11 Esquema de la cimentación de la estructura.....	41
Figura 12 Memoria de cálculos de las correas por Arquimet 2.0.....	43
Figura 13 Esquema del cálculo de la sumatoria de muros en sentido X	46
Figura 14 Esquema del cálculo de la sumatoria de muros en sentido Y	48
Figura 15 Descripción del rectángulo menor que contiene el área de la cubierta o entrepiso.....	48
Figura 16 Base de la estructura del salón comunal.....	50
Figura 17 Piso 1 de la estructura del salón comunal	50
Figura 18 Piso 2 de la estructura del salón comunal	51
Figura 19 Vista en 3D del modelo estructural del salón comunal.....	51
Figura 20 Cercha que sostiene la cubierta del salón comunal en SAP 2000 V21. 52	
Figura 21 Plano de instalaciones hidrosanitarias y aguas lluvias primera planta ..	53
Figura 22 Plano de instalaciones hidrosanitarias y aguas lluvias segunda planta	54
Figura 23 Plano de instalaciones de aguas lluvias cubierta	54
Figura 24 Plano de instalaciones hidráulicas primer piso.....	55
Figura 25 Plano de instalaciones eléctricas toma corriente primer piso.....	56
Figura 26 Plano de instalaciones eléctricas toma iluminación primer piso.....	56
Figura 27 Plano instalaciones eléctricas toma corriente segundo piso	57
Figura 28 Plano instalaciones eléctricas iluminación segundo piso	57

1. INTRODUCCIÓN

El presente proyecto establecido por la unidad de proyección social tendrá como propósito el desarrollo de diferentes áreas de estudios que darán como resultado el diseño estructural de un salón comunal ubicado en el barrio de Nueva Jerusalén en el sector de la comuna 8 en la ciudad de Villavicencio-Meta.

Nueva Jerusalén es una urbanización constituida, conformada por 11 cuadras con un total de 15.995 metros cuadrados, es un barrio con altas posibilidades de extender su área. La presidenta de acción comunal ha comentado la necesidad de contar con un espacio social en el que los habitantes de la comunidad de Nueva Jerusalén puedan realizar diferentes actividades que permitan la integración y organización social en su barrio.

La Universidad Santo Tomás sede de Villavicencio responde ante la necesidad que presenta Nueva Jerusalén como apoyo al proceso de desarrollo social mediante una estrategia de diseño que se ajuste a las comodidades del barrio y para ello es necesario seguir el conducto regular infringido por las normas tales como la NSR-10, para dar cumplimiento a este propósito.

Este proyecto comprenderá la importancia de desarrollar la alternativa de un diseño que abarque planos arquitectónicos, hidráulicos y eléctricos con fines comunitarios, la estructura diseñada debe brindar un espacio de reunión social, permitiendo la acción de participación de los habitantes de la zona y garantizando su seguridad.

2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

La urbanización Nueva Jerusalén, es una comunidad asentada en la periferia de la comuna 8 de Villavicencio y que actualmente hace parte del plan de ordenamiento territorial (POT) de la ciudad, el cual caracteriza su infraestructura residencial, espacio comunal, zonas verdes, vías, alumbrado público, uso del suelo, zonas de riesgo, entre otros parámetros presentes en el plan de ordenamiento. Es claro denotar que el proceso de expansión de la comuna se ha ido desarrollando adecuadamente, un claro ejemplo es el proceso de legalización del barrio Montecarlo alto a cargo de la unidad de proyección social de la facultad de ingeniería civil de la Universidad Santo Tomás.

El sector presenta diversas problemáticas sociales que está generando el inconformismo entre la comunidad, una de ellas es referente a espacio comunitario, donde se realizan distintas actividades sociales, como: eventos o fiestas, educación preescolar, actividades que involucran a la comunidad y sede principal de la junta de acción comunal. Nueva Jerusalén, cuenta con 15.995,84 m² de área neta útil según el plano de la urbanización realizado por la sociedad CONSTRUCCIONES JERUSALÉN Ltda. Esta área se encuentra dividida de la siguiente forma (ver Tabla 2-1).

Tabla 2-1 Cuadro de área Nueva Jerusalén

Tipo de Predio	Área (m²)
Afectación vial	5.638,71
Vialidad	4.566
Área Neta Urbanizable	19.273,09
Zona Verde	1.638,64
Zona Comunal	1.638,64
Área Neta Útil	15.995,84

Fuente: [1].

Nueva Jerusalén presenta a la institución de educación superior universidad Santo Tomás su problemática social y de espacio comunitario. La unidad de proyección social de la universidad realiza el acogimiento de la comunidad con el fin de responder ante esta disposición planteada donde finalmente un grupo de estudiantes de la facultad de ingeniería civil de forma rigurosa y profesional efectúa los respectivos estudios y diseños de una estructura de carácter comunitario o como comúnmente le denomina la población de la zona “salón comunal”. Lo que permite formular lo siguiente, ¿Cómo solucionar la falta de un espacio de participación y cooperación social para la comunidad de Nueva Jerusalén?

3. JUSTIFICACIÓN

La realización del proyecto tiene como propósito principal el desarrollo de las capacidades que tiene un estudiante de ingeniería civil en el campo de estructuras para afrontar problemas que afectan a una comunidad, de esta forma ampliar su conocimiento en la investigación y el análisis de forma que permitan las mejores alternativas frente a la solución de una necesidad.

El desarrollo del diseño estructural de un salón comunal pretende dar solución a la necesidad presentada por la comunidad de Nueva Jerusalén, de contar con un espacio social propio para los habitantes de la zona y así realizar eventos o actividades comunitarias, enseñanzas de preescolar y labores administrativas.

La ejecución de estos diseños estructurales mediante la aplicación de la topografía realizada a la zona, constituyen la base fundamental para el desarrollo del proyecto. Sin embargo, la materialización de este proceso de planeación de infraestructura comunal tiene que ir acompañado de la experticia de profesionales en las áreas respectivas que revisen y monitoreen los estudios que se hagan en campo, y posterior los diseños, que son efectuados por los encargados del proyecto.

El aprovechamiento de los recursos que tiene la universidad Santo Tomás permite la planeación y ejecución plena del proyecto; pues cuenta con las herramientas, equipos y la respectiva dirección del trabajo por parte de profesionales capacitados en las diferentes ramas de la facultad de ingeniería civil.

Los logros estarán dados por suplir tres necesidades contenidas en la voz de la presidenta de acción comunal, la señora Luz Mila Peña, quien expone:

Destinar para actividades de recreación, campañas sociales, ambientales, religiosas o políticas, generando un espacio seguro y confortable para toda la comunidad de Nueva Jerusalén.

4. OBJETIVOS

4.1. OBJETIVO GENERAL

- Realizar el diseño estructural del proyecto de salón comunal brindando un espacio de participación y cooperación social, para la comunidad del barrio Nueva Jerusalén de la comuna (8) en la ciudad de Villavicencio.

4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Ejecutar un levantamiento topográfico que permita reconocer la posición de los elementos del paisaje, la forma del terreno y las dimensiones del lote a trabajar.
- Realizar el diseño arquitectónico que permita identificar los respectivos espacios funcionales que contendrá la estructura.
- Realizar los cálculos estructurales y de cimentación acogido por el Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente del 2010 (NSR 10) aplicando dentro de un marco legal el correcto funcionamiento y el cumplimiento de seguridad estructural.
- Elaborar los planos arquitectónicos de las redes de servicio público de agua y electricidad el cual es necesario para el desarrollo de las actividades domésticas y necesidades básicas humanas.
- Determinar las cantidades de obra y el costo total para la realización del proyecto.

5. ALCANCE

Este proyecto se encuentra encaminado al desarrollo de diferentes áreas de estudio aplicando los conocimientos adquiridos a lo largo de la carrera de ingeniería civil en la Universidad Santo Tomás sede Villavicencio, todo aquello con el fin de mejorar el ámbito social y calidad de vida en la comunidad de Nueva Jerusalén, desarrollando, analizando y diseñando la mejor alternativa en conocimiento, con la necesidad presentada por la comunidad.

En toda primera fase para la construcción de una obra civil se necesita de una delimitación y reconocimiento superficial que permita conocer las características geográficas y físicas sobre la zona a trabajar, por ello, es necesario hacer un “levantamiento topográfico con el fin de establecer puntos de amojonamiento que permitan implantar una base guía como límite divisorio o línea perimetral entre los predios” [2].

Si bien está claro que cada diseño de infraestructura se ajusta a las necesidades y funciones a las que está destinado, por lo que se debe elaborar un diseño arquitectónico congruente con el paisaje y aprovechando el área que se consigna para el proyecto.

El análisis estructural siendo el paso más importante, por el cual permite a los diseñadores evaluar el comportamiento y las condiciones que incurrirán directamente en el desarrollo de la obra [3], en él se establecerá los factores a considerar tales como: las cargas vivas, las cargas muertas, las respuestas que generan los fenómenos naturales frente a la infraestructura, entre otras; Así, Finalmente determinar la respectiva distribución de esfuerzos, momentos y deformaciones cumpliendo con las normas de seguridad regidos por la NSR 10. Este análisis estructural permitirá establecer las bases de seguridad pertinentes para así diseñar un modelo estructural cómodo y eficiente que se adapte a las necesidades de la comunidad.

Con todos los insumos, desde la elaboración de los estudios topográficos hasta el modelo final de la estructura de salón comunal, se puede precisar la construcción de un presupuesto que derive un valor final del costo total del proyecto. Finalmente verificar detalles finales en el diseño, presentación de planos y consideraciones finales que darán como resultado el diseño estructural de un salón comunal en mejora a la calidad de vida del barrio Nueva Jerusalén.

6. MARCO DE REFERENCIA

6.1. MARCO CONCEPTUAL

6.1.1 Conceptos Topográficos

El siguiente autor afirma lo siguiente:

Se entiende por topografía como la ciencia que estudia el conjunto de técnicas y principios que tienen como fin la representación gráfica de una superficie terrestre. En ella se encuentra la combinación de las tres medidas de los elementos del espacio: distancia, elevación y dirección y pueden implementarse para superficies planas bien sea para terrenos pequeños y gracias a la denominación de geodesia para áreas mayores. [4].

6.1.2 Conceptos Estructurales

La norma NSR-10 da el siguiente concepto:

Se denomina carga muerta al tipo de carga que permanecen todo el tiempo en la vida de una estructura puesto que en ella se encuentran elementos estructurales, es decir, aquellos que hacen parte de la estructura como vigas, columnas, pisos, techos y aquellos que ya no forman parte de la estructura como tal, es decir, ventanas, puertas, entre otras. Para ello debemos considerar los pesos reales de todos los materiales y de eso determinar una densidad de masa real (kg/m^3) de la cual se multiplicará por el valor de la gravedad ($9,81 \text{ m/s}^2$), véase la Tabla B.3.2-1 según [5] con aquellos materiales de uso más frecuente.

De igual forma, explica el siguiente concepto;

En estructuras el término “Deriva” se define como la relación entre el desplazamiento lateral máximo en el tope del edificio dividido por la altura total del edificio. Es de gran importancia cumplir las condiciones de deriva que impone la normativa NSR-10 debido a que este factor garantiza el comportamiento de la estructura frente a un sismo [5].

6.2. MARCO TEÓRICO

Actualmente el uso de sistemas de pórticos ha sido el más difundido en nuestro medio, este sistema presenta gran libertad arquitectónica para cualquier diseño y grandes ventajas en cuanto a costos y beneficios, además de que es un sistema seguro y suele tener buen comportamiento frente sismos. Este tipo de sistema es utilizado para la construcción de viviendas, bodegas, salones comunitarios, edificios e instituciones públicas o privadas.

En Colombia existe la normativa NSR10 que rige el diseño y construcción para este tipo de sistema estructural, dicha norma implanta las medidas necesarias para la

realización de un diseño seguro que se ajuste a las condiciones del terreno sobre el cual se cimentara la estructura diseñada, por ello se emplearán los títulos pertinentes a los estudios y diseños.

6.2.1 Espacios comunitarios

Los espacios comunitarios son parte importante en el desarrollo social de las diferentes comunidades asentadas en ciudades o pueblos, generalmente son conocidos como salones comunales, los cuales prestan el servicio a las personas de cierto barrio, conjunto o urbanización, de realizar actividades donde puedan compartir o participar de forma activa entre los mismos habitantes. De esta forma, el Departamento Nacional de Planeación - Subdirección Territorial y de Inversiones Públicas en su guía “PROYECTO TIPO” para la formulación de un proyecto comunitario explica el porqué es necesario la implementación de un centro comunitario, destacando así dos causas que generan la baja participación ciudadana y la degeneración de la competitividad de la comunidad por ausencia de estos espacios.

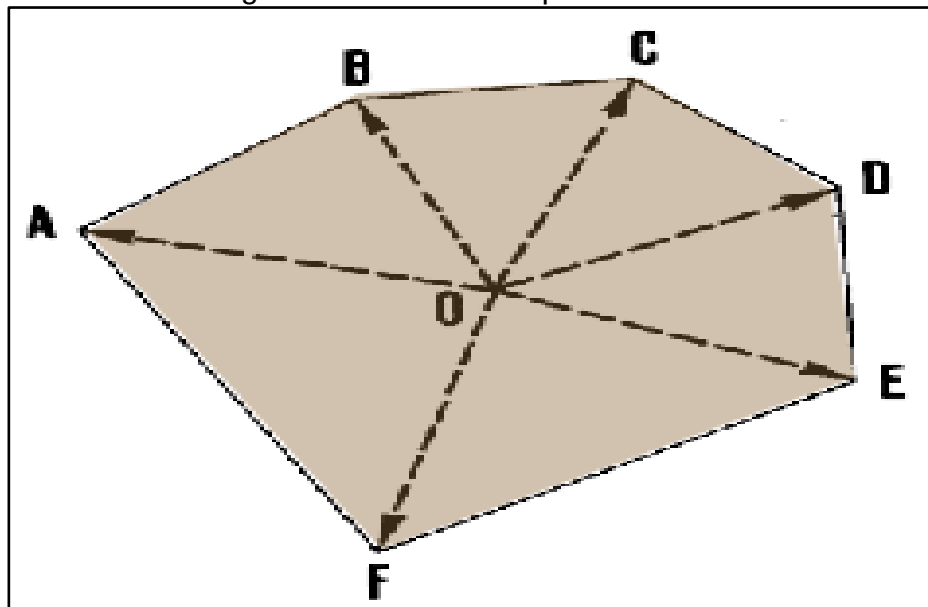
- Deficiencia en los espacios para la interacción social y el desarrollo comunitario.
- Desinterés en los miembros de la comunidad por la participación y comunitaria.

6.2.2 Dimensionamiento del Terreno

Para poder hacer este dimensionamiento del espacio existen diferentes métodos topográficos, los cuales son dependientes del tipo de terreno que se desee a levantar en planos. El método más viable para emplear el dimensionamiento de un predio o un lote de dimensiones pequeñas es el método de la radiación, dado que en el proyecto el lote que se pretender levantar tiene un área de 475.75 m² a lo cual no es una dimensión amplia.

El método de Radiación simple según [6]: “Es el método más utilizado para realizar la toma de detalles de una poligonal abierta o cerrada desde cada uno de sus detalles (ver Figura 1), con el fin de obtener todos los datos de coordenadas y elaborar el modelo digital del terreno - MDT”.

Figura 1 Radiación simple de un lote



Fuente: [7].

Según [6] muestra en la Figura 1;

el esquema del método de radiación simple elaborado para un lote pequeño. En este método se ubica un punto central, vértice o delta donde se ubica el equipo (estación total o teodolito) y se calibra con el fin de proceder a realizar la radiación. Donde está localizado el equipo, se debe observar los puntos puestos en el terreno para delimitar el lote o predio. Teniendo el punto central donde está el equipo se visualiza el Norte arbitrario, es decir fijar la visual a un objeto inamovible, o el Norte real, si se toma entre dos puntos de coordenadas conocidas; teniendo en cuenta que en este se puede establecer el azimut real de cada punto. También se requiere medir el ángulo existente entre la norte y la dirección de cada vértice del terreno, y así mismo medir la distancia entre el punto desde donde se está radiando a cada vértice del terreno delimitado.

En [6];

explica el procedimiento de radiación, el cual consiste en ubicar el equipo en el punto más central del terreno permitiendo tener vista de todos los puntos a radiar; este delta debe estar en ceros en el limbo horizontal ($0^{\circ}0'0''$), de esta forma se gira horizontalmente el equipo midiendo el ángulo y la distancia entre el centro y el punto puesto en el terreno, este proceso se repite con cada detalle puesto en el lote para así poder dibujar el predio, estos datos se consignan en una cartera de campo.

Verificando el error angular que puede darse en la medición, se procede a visualizar el primer punto medido o la Norte y revisar el ángulo horizontal mostrado por el equipo para poder determinar posibles errores angulares “e” por error del topógrafo o desnivelación de este, este no debe exceder la precisión angular del teodolito o

estación total, en que no sea el caso se debe volver a ejecutar el procedimiento anteriormente mencionada para medir los ángulos.

Según [6] los detalles que se encuentren en el terreno, y que se deba colocar en el dibujo lleva una asignación:

Un punto (árbol, señal de tránsito, poste, entre otros) y las características se colocan en las observaciones (altura, diámetro, ancho).

Una línea (cerca, muro, canal, recta de una calle, entre otros) con dos puntos, una al inicio y la otra al final.

Una curva (bordillo de la esquina de una calle, curva de una carretera o ferrocarril, meandro de un río) con tres puntos, uno al inicio, otro en el medio y el tercero al final.

6.2.3 Cálculos de Proyecciones

En [6] describe que el proceso de cálculo de proyecciones se realiza al medir los ángulos de los puntos a partir del Norte real magnético, se determinó el azimut de cada punto y así poder precisar las proyecciones N y E. El azimut y la distancia de cada detalle las cuales son coordenadas polares tomadas en campo se convierten a proyecciones cartesianas (N y E); en caso de que la Norte se establezca con coordenadas conocidas se debe hallar el azimut y se calcula el azimut.

[6] emplea la ecuación (2), ecuación (3) y ecuación (4) para así determinar la tabla de proyecciones y coordenadas:

$$\begin{aligned}N_B &= N_A + \Delta N \quad (1) \\E_B &= E_A + \Delta E \quad (2) \\ \Delta N &= d \cdot \cos(Az.) \text{ \& } \Delta E = d \cdot \sin(Az.) \quad (3)\end{aligned}$$

6.2.4 Diseño Estructural

6.2.4.1 Diseño y análisis estructural

6.2.4.1.1 Combinaciones de carga

Para el respectivo análisis estructural según lo estipula el título B de la NSR-10, hay una serie de combinaciones de carga que debe tenerse en cuenta para así mayorar las cargas y construir de forma segura. Dada el tipo de uso de la estructura, la cantidad de persona que alberga (menos de 200) y el número de pisos que tiene, este se somete a lo reglamentado en el Título E “Casas de 1 y 2 pisos” de la NSR-10. Este título maneja las combinaciones de carga básicas para cargas verticales, pues no se tienen en cuenta las cargas sísmicas ya que no existe un estudio de suelos debido a que la estructuras que cuentan con 1 y 2 pisos no requieren dicho estudio.

6.2.4.1.2 Materiales

Los materiales usados usualmente en toda obra son: el concreto, acero de refuerzo, acero estructural, mampostería estructural o de confinamiento. Las propiedades de los materiales mencionados dependen del tipo de cargas a las que se someten la estructura.

El concreto más usado en los diseños de casas de 1 y 2 pisos según el capítulo E.4.2.1 (a) debe ser mayor o igual a 17.5 Mpa a los 28 días. En cuanto al acero de refuerzo según el capítulo E.4.2.1 (b) no debe ser menor a un esfuerzo de fluencia de 240 Mpa.

De igual forma debe contar con unas dimensiones mínimas para vigas y columnas de confinamiento y un refuerzo mínimo, y que están estipuladas en los capítulos E.4.3 y E.4.4 de la NSR-10.

6.2.4.2 Requisitos para el avalúo de cargas

Estos requisitos se presentan ante el Título B según [5]

6.2.4.2.1 Cargas Muertas

Este tipo de cargas permanecen todo el tiempo en la vida de una estructura puesto que en ella se encuentran elementos estructurales, es decir, aquellos que hacen parte de la estructura como vigas, columnas, pisos, techos y aquellos que ya no forman parte de la estructura como tal, es decir, ventanas, puertas, entre otras. Para ello debemos considerar los pesos reales de todos los materiales y de eso determinar una densidad de masa real (kg/m^3) de la cual se multiplicará por el valor de la gravedad ($9,81 \text{ m/s}^2$), véase la Tabla B.3.2-1 con aquellos materiales de uso más frecuente.

Así mismo encontrar diferentes elementos estructurales tanto horizontales como verticales evidenciados en el capítulo 3 título B del reglamento sismo resistente NSR-10 [5]

6.2.4.2.2 Cargas Vivas

Este tipo de cargas son aquellas a las cuales les brindamos un uso o una ocupación dentro de una construcción, por ejemplo, dentro de las cargas vivas se pueden incluir personas, vehículos y cualquier otro objeto material que se puedan cambiar de sitio o moverse. Véase en la Tabla B.4.2.1-1 los elementos de las cargas vivas mínimas más comunes implementadas en un diseño.

6.2.4.2.3 Verificación del Diseño (Titulo E NSR-10)

El modelo que se desee simular mediante un modelo numérico en elementos finitos, debe estar previamente verificado por una serie de sujeciones impuestas por el Título E de la NSR-10; las cuales deben cumplirse. La mampostería confinada debe cumplir con los siguientes requisitos:

El espesor de muros está dado por la Tabla 6-1.

Tabla 6-1 Espesores mínimos nominales para muros estructurales en casas de uno y dos pisos (mm) (Tabla E.3.5-1)

Zona de Amenaza Sísmica	Numero de niveles de construcción		
	Un piso	Dos pisos	
		1° Nivel	2° Nivel
Alta Intermedia Baja	110	110	100
	100	110	95
	95	110	95

Nota. Para estos espesores mínimos nominales no se deben tener en cuenta los pañetes y acabados.

Por otro lado, la longitud de los muros debe cumplir con una longitud mínima la cual se calcula mediante la ecuación E.3.6-1 la cual depende de los coeficientes de la Tabla E.3.6-1, el espesor de los muros y el área del entrepiso de la estructura. Ahora bien, con este chequeo también se debe realizar una verificación de la distribución simétrica de los muros que se calcula mediante la ecuación E.3.6-2.

Fuente: [8]

6.2.4.3 Cimentación de la Estructura

La cimentación empleada para este tipo de estructuras, suelen ser superficiales puesto que no son edificaciones de gran altura o que estén destinadas a actividades industriales o de manufactura, es decir estructuras de gran envergadura.

Los tipos de cimentación que se suelen diseñar para estas unidades de dos a tres pisos son denominadas vigas de cimentación sobre un concreto ciclópeo; según la asociación colombiana de ingeniería sísmica [5] “este elemento de cimentación debe soportar cargas mayoradas y reacciones inducidas de la edificación”.

Las vigas de cimiento o de amarre enlazan a las columnas que soportan a toda la estructura. Estas suelen estar colocadas sobre un concreto ciclope; este concreto según [9] está definido como un tipo de concreto corriente que tiene composición de

material granular de gran tamaño, conocido como canto rodado, este supera el tamaño de 2 pulgadas y con peso de hasta 50 kgf.

6.2.5 Servicios Públicos: Agua y Electricidad

La edificación de salón comunal como cualquier estructura independientemente de la función a la que sea sometida, deben contener una serie de instalaciones de servicios públicos como lo son: agua, electricidad, telefonía y gas.

El servicio de agua en este espacio dedicado a varias actividades de la comunidad, requieren un sistema básico de instalación hidráulicas, sanitarias y de energía, teniendo en cuenta que estas instalaciones están regidas por la NTC 1500, RAS 2000 y la NTC 2050, respectivamente; allí se muestra los valores de dotación y las dimensiones mínimas para las instalaciones hidráulicas y sanitarias para un espacio social, y que conexiones básicas debe llevar la estructura comunitaria.

Por ultimo las cantidades de obra permiten cuantificar los suministros o materiales que requiera la construcción del salón comunal, las herramientas, alquileres y contratación de mano de obra para la estimación del costo de la estructura.

6.3. ANTECEDENTES

El diseño de este tipo de estructuras se presenta muy a menudo en los principales barrios de Villavicencio-Meta, ahora es común que cada comunidad quiera contar con su propio espacio social en cual llevar a cabo todas las actividades importantes para beneficio propio de una comunidad, está claro que cada diseñador tendrá su propia metodología para el desarrollo de un proyecto, por ello se tendrá como referencia las siguientes investigaciones y trabajos realizados que aportarán una serie de desarrollos metodológicos, teorías propuestas y demás información necesaria para el desarrollo de la presente investigación (ver Tabla 6-2).

Tabla 6-2 Fuentes de referencia

Año	Autor	Título	Tipo de publicación	Aplicación en el Anteproyecto
2016	DNP - departamento Nacional de Planeación	Proyectos Tipo "30 Construcciones de centros comunitarios"	Proyecto Nacional	2. Problemas por resolver
2017	Mario Arturo Rincón Villalba, Wilson Vargas, Carlos Javier González	Topografía (Conceptos y Aplicaciones)	Libro	Metodología para radiación Simple, Contenido Teórico y Conceptos generales.
2003	José María Pernía Llera	Operatividad de la instrumentación en aguas	Libros en Línea	Chapter 4. Instrumentación

		subterráneas, suelos contaminados y riesgos geológicos		Geotécnica En Los Estudios De Riesgos Geológicos
2013	Braja M. Das.	Fundamentos de ingeniería geotécnica	Libro	Ingeniería geotécnica, (capacidad portante)
2012	José Luis Blanco Claraco Antonio González Herrera José Manuel García Manrique	Análisis estático de estructuras por el método matricial	Libro	Métodos de cálculo matricial

Fuente: Autor

6.4. ESTADO DEL ARTE

Se presentan distintos trabajos de grado referentes al diseño de salones con propósitos sociales, recreativos y pedagógicos; en cada uno se plantea una metodología de modo técnica la cual siempre hace énfasis en diseñar una estructura que tenga la funcionalidad prevista en el planteamiento del problema (ver Tabla 6-3).

Tabla 6-3 Fuentes de referencia del estado del arte

Año	Autor	Título	Tipo de Publicación	Descripción General del Trabajo	Aplicación en el Anteproyecto
2018	Sergio Eduardo Daza Yody Hirled Santofimio	Estudios y diseño participativo de salón social para la comunidad indígena del cabildo doyare centro municipio de coyaima, Tolima.	Tesis de pregrado	Se realiza una documentación de las soluciones generadas a partir de plantear la construcción de un salón comunal	Diseño metodológico y aspectos que influyen en el diseño
2017	Diana Paola Porto Carrero Flores	Construcción casa comunal barrio fundadores	Tesis de pregrado	Se realiza una construcción de un salón comunal para el barrio los fundadores en Armenia, Quindío	Diseño metodológico, Límites y alcances del trabajo. Comparaciones sobre temas de manejo y saneamiento
2017	Estefany Pava Alvarado	Estudios, cálculos y diseños de una estructura a	Tesis de pregrado	Presenta el diseño de un salón de eventos teniendo como material	Diseño estructural SAP 2000, análisis de cargas.

		porticada en guadua, para el salón social del barrio madelena" ciudad bolívar		principal la guadua, así mismo se encargan de realizar las memorias de cálculo y el presupuesto de obra.	
2016	Neli Celmira Cely Diaz	Apoyo técnico para la construcción de salón comunal "Verbenal Sueña" Ciudad Bolívar	Tesis de pregrado	Se realiza distintos diseños estructurales de salón comunal bajo la NSR10 y adjunto se determinan las cantidades de obra por el método Vargas e ingles	Análisis del suelo, combinaciones de carga, diseño cimentación

Fuente: Autor

6.5. MARCO NORMATIVO

El comité curricular en la Universidad Santo Tomás establece dentro de su modalidad de grado correspondiente a aplicaciones de temáticas en ingeniería civil, en donde los estudiantes desarrollan una serie de conocimientos adquiridos a lo largo de su carrera bajo la dirección de un profesional con conocimientos con el fin de optar al estudiante; toda la serie de actividades dentro del proyecto estarán comprometidas bajo las siguientes normativas (ver Tabla 6-4).

Tabla 6-4 Normativa aplicable al proyecto

Norma	Título	Aplicación en la Ingeniería.
NSR-10	E	Requisitos Generales De Diseño Y Construcción Sismo Resistente
NSR-10	B	Avaluó de Cargas
NTC1500	-	Instalaciones Hidrosanitarias
RETIE RETILAB	-	Instalaciones Eléctricas

Fuente: Autor

6.6. MARCO GEOGRÁFICO

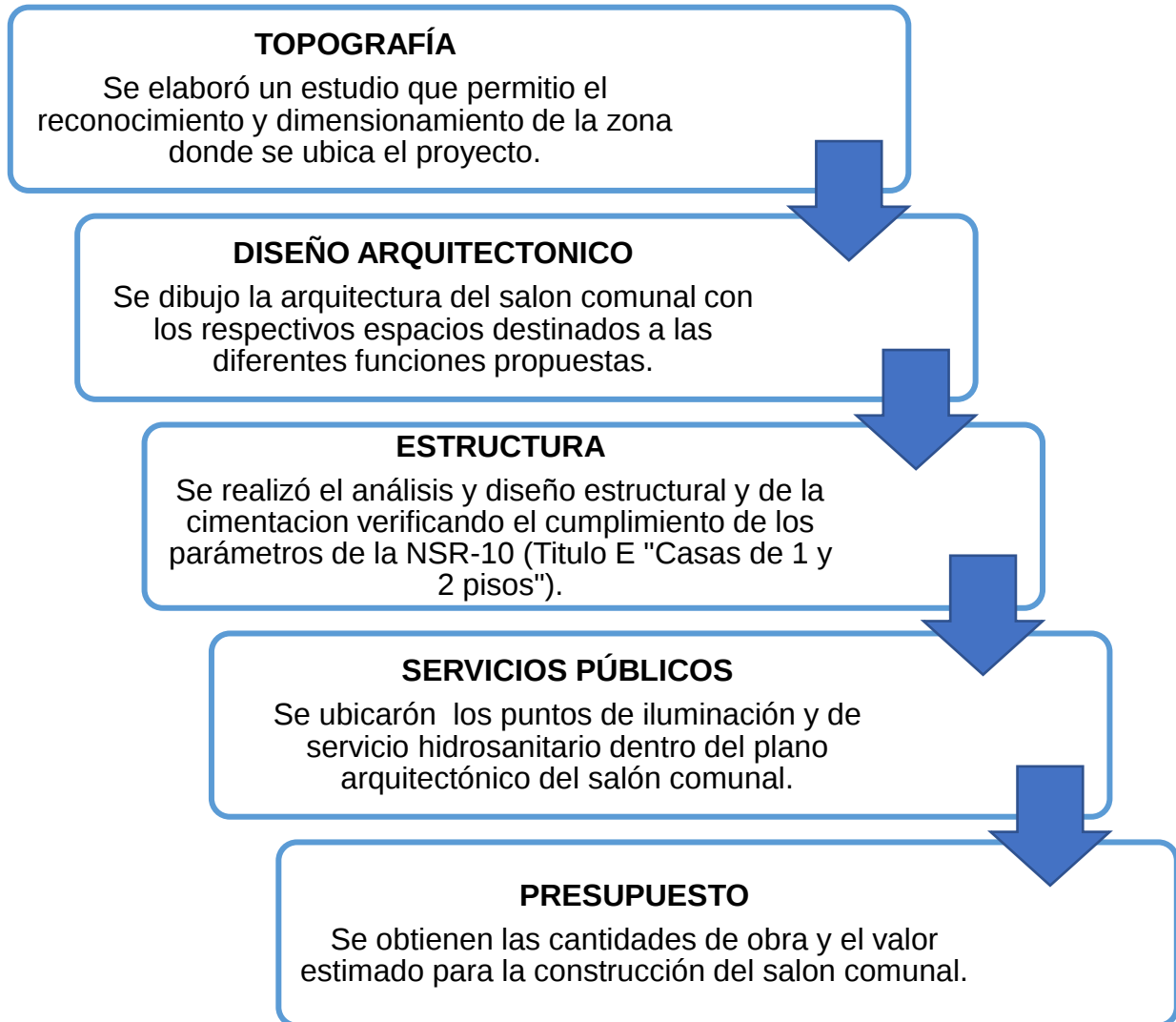
Nueva Jerusalén ubicada en la periferia de la comuna 8 en la ciudad de Villavicencio-Meta Cuenta con 29,478 m² de Área bruta según lo establecido por CONSTRUCCIONES JERUSALÉN Ltda. Véase en la Figura 2 la delimitación barrial de este sector.

Figura 2 Barrio Nueva Jerusalén/Fecha: 11/23/2018



Fuente: Google Earth

7. METODOLOGÍA



7.1. LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO

El desarrollo de la metodología conocida como radiación simple permitió una medición sencilla y precisa en la aplicación de predios o terrenos de dimensiones pequeñas y para este procedimiento fue necesario el empleo de una estación total ya que la implementación de equipos de medición electrónica hace de este levantamiento un procedimiento muy versátil.

En primera instancia fue necesario realizar un reconocimiento en el terreno y establecer los puntos y detalles que se van a levantar. A partir del reconocimiento del terreno es conveniente elaborar un bosquejo del predio junto con la identificación de los detalles y a si programar los trabajos e identificar el punto de armado del equipo conocido como el punto delta.

Es necesario asegurarse que a partir del punto de armado o punto delta se tenga visual a todos los puntos o detalles que van a hacer levantados (ver Figura 3), también es importante asegurar la calibración y nivelación del equipo asegurándose de establecer ceros en el limbo horizontal ($0^{\circ} 00' 00''$).

Figura 3 Armado del punto delta con la estación total



Autor: Rafael Eduardo Ochoa Mora

Una vez calibrado el equipo y con visual a la norte se dio inicio al levantamiento topográfico. Se da movimiento lento sobre el eje horizontal de modo que permita tomar la medida de ángulos horizontales y la distancia desde el punto delta o vértice de armado a cada detalle tal como lo muestra la Figura 4, dicho procedimiento es el mismo en todos los casos y permite una fácil lectura de ángulos y distancias que deben ser anotados en la cartera de campo.

Figura 4 Radiación simple del lote



Autor: Rafael Eduardo Ochoa Mora

finalizado este proceso se vuelve a dar visual a la norte y al punto que se materializo el primer detalle debido a que por lo general existe una diferencia de error en la medición de ángulos al tomar una segunda lectura, este error suele presentarse debido al movimiento que puede ocasionar un leve desnivel del equipo durante la medición de los ángulos, el error angular debe calcularse a partir de la expresión.

$$e = \alpha - \alpha'$$

Donde " α " corresponde a la primera lectura o primer detalle medido y " α' " la segunda lectura del primer detalle, así nos asegurarnos de haber hecho un buen procedimiento.

Con todos estos datos tomados en campo es momento de trabajar desde la oficina ya que a partir de ello se calculó azimut, las proyecciones y las coordenadas de cada detalle, áreas pertinentes contenidas en una cartera de campo que se muestra en la Tabla 7-1 y así se dio paso a la elaboración del plano topográfico final (ver Figura 5).

Tabla 7-1 Cartera de campo

Δ	Punto	Azimut			Distancia	Altura	Azimut	Azimut
		Grados	Minutos	Segundos				
A								
	Norte	0	0	0	-	-	0	0°0'0"
	P-2.1	26	17	52	6,953	432	26,30	26°17'52"
	P-2.2	124	50	33	8,895	430	124,84	124°50'33"
	P-3	137	36	32	14,253	433	137,61	137°36'32"
	P-3.1	163	14	2	17,758	435	163,23	163°14'2"
	P-4	178	5	50	22,918	433	178,10	178°5'50"
	P-4.1	245	44	46	7,674	432	245,75	245°44'46"
	P-4-2	300	57	14	12,472	430	300,95	300°57'14"
	P-4.3	322	20	57	26,414	427	322,35	322°20'57"
	P-1	325	13	16	31,476	428	325,22	325°13'16"
	P-1.1	340	11	30	20,958	429	340,19	340°11'30"
	P-2	358	39	5	15,863	427	358,65	358°39'5"
	P-2.1	26	17	15	6,953		26,29	26°17'15"

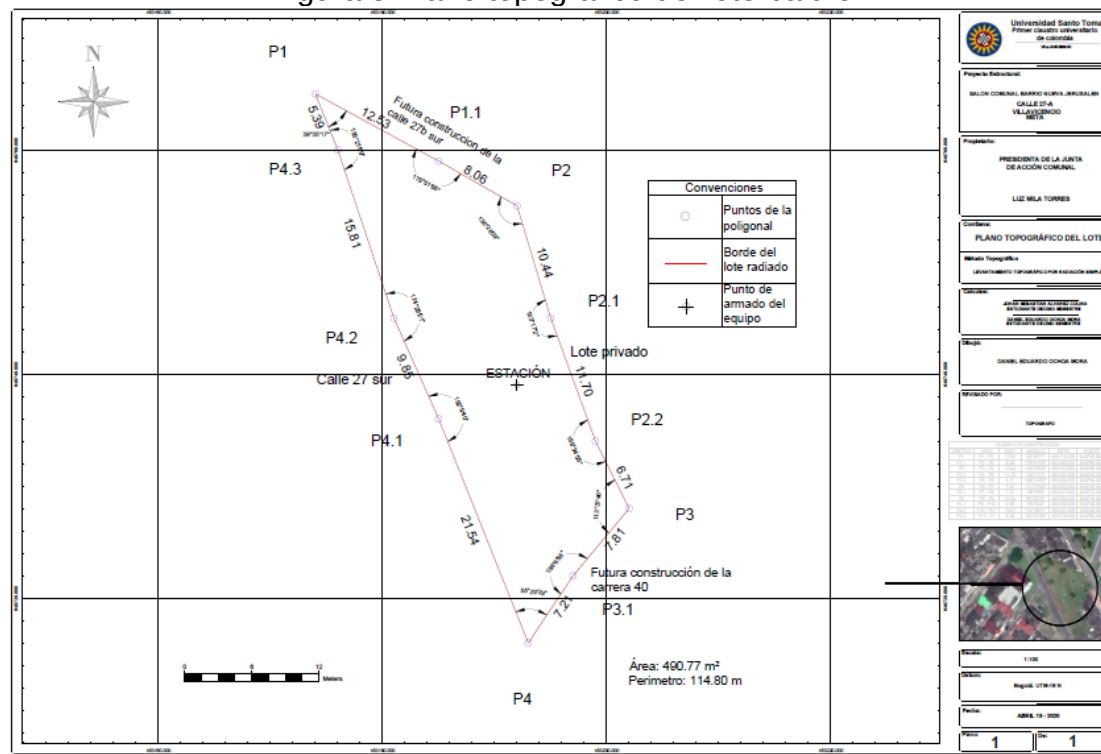
Fuente: Elaboración propia

Rumbo	RUMBO			PROYECCIONES				COORDENADA S	
Dec.				N (+)	S (-)	E (+)	W (-)	Norte	Este
								649739	453192
26,29778	N	26°17'52"	E	6,233	0,000	3,080	0,000	649745	453195
55,1575	S	55°9'27"	E	0,000	5,082	7,300	0,000	649734	453199
42,39111	S	42°23'28"	E	0,000	10,527	9,609	0,000	649728	453202
16,76611	S	16°45'58"	E	0,000	17,003	5,123	0,000	649722	453197
1,902778	S	1°54'10"	E	0,000	22,905	0,761	0,000	649716	453193
65,74611	S	65°44'46"	W	0,000	3,152	0,000	6,997	649736	453185

59,0461 1	N	59°2'46"	W	6,415	0,000	0,00 0	10,69 6	649745	453181
37,6508 3	N	37°39'3"	W	20,91 3	0,000	0,00 0	16,13 5	649760	453176
34,7788 9	N	34°46'44"	W	25,85 3	0,000	0,00 0	17,95 4	649765	453174
19,8083 3	N	19°48'30"	W	19,71 8	0,000	0,00 0	7,102	649759	453185
1,34861 1	N	1°20'55"	W	15,85 9	0,000	0,00 0	0,373	649755	453192
26,2875	N	26°17'15"	E	6,234	0,000	3,07 9	0,000	649745	453195

Fuente: Elaboración propia (Anexo 1-1)

Figura 5 Plano topográfico del lote baldío



Fuente: Elaboración propia/AutoCAD (Anexo 1-2)

7.2. ARQUITECTURA DEL SALÓN COMUNAL

La estructura del salón comunal se diseñó con la función principal de este tipo de espacios, la reunión social o celebración de eventos. Adicionalmente, con las necesidades propuestas por la comunidad y el máximo aprovechamiento del área del lote, se realizó un diseño con varios espacios funcionales, los cuales se mencionan en la Tabla 7-2 que se muestra a continuación.

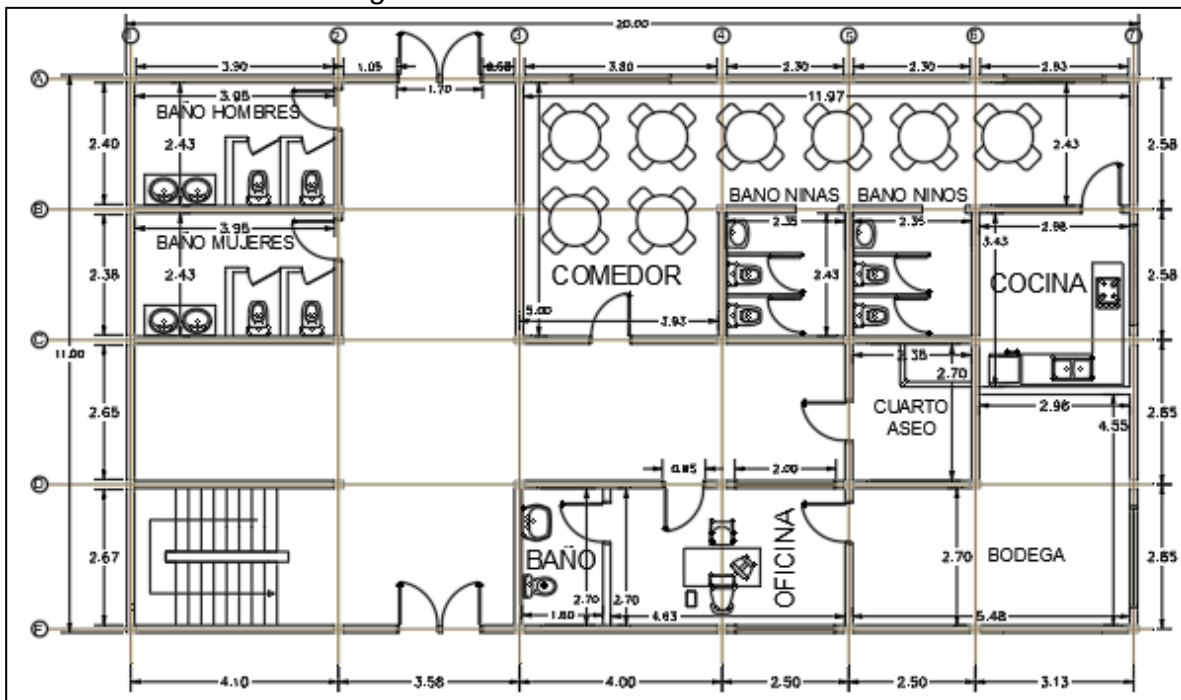
Tabla 7-2 Distribucion de los espacios en la arquitectura del salón comunal

Espacio	Dimensiones	Función
Baño Principal (Hombres)	2.43x3.95 m	Baños para adultos
Baño Principal (Mujeres)	2.43x3.95 m	Baños para adultos
Baño Comedor (Niños)	2.43x2.36 m	Baños para menores
Baño Comedor (Niñas)	2.43x2.36 m	Baño para menores
Baño Oficina	2.70x1.60 m	Baño para administrador
Bodega	4.55x5.48 m	Espacio destinado para equipos audiovisuales, silletería, mesas, etc.
Cocina	3.43x2.95 m	Preparar alimentos, conservar alimentos
Cuarto Aseo	2.70x2.35 m	Limpieza de utensilios de aseo
Comedor	5x11.97 m	Albergan mesas para usos varios
Oficina	2.70x4.63 m	Espacio para guardar archivos, reuniones privadas, comités
Salón de Eventos	10.78x19.65 m	Usos varios, eventos, reuniones sociales, etc.

Fuente: Elaboración propia

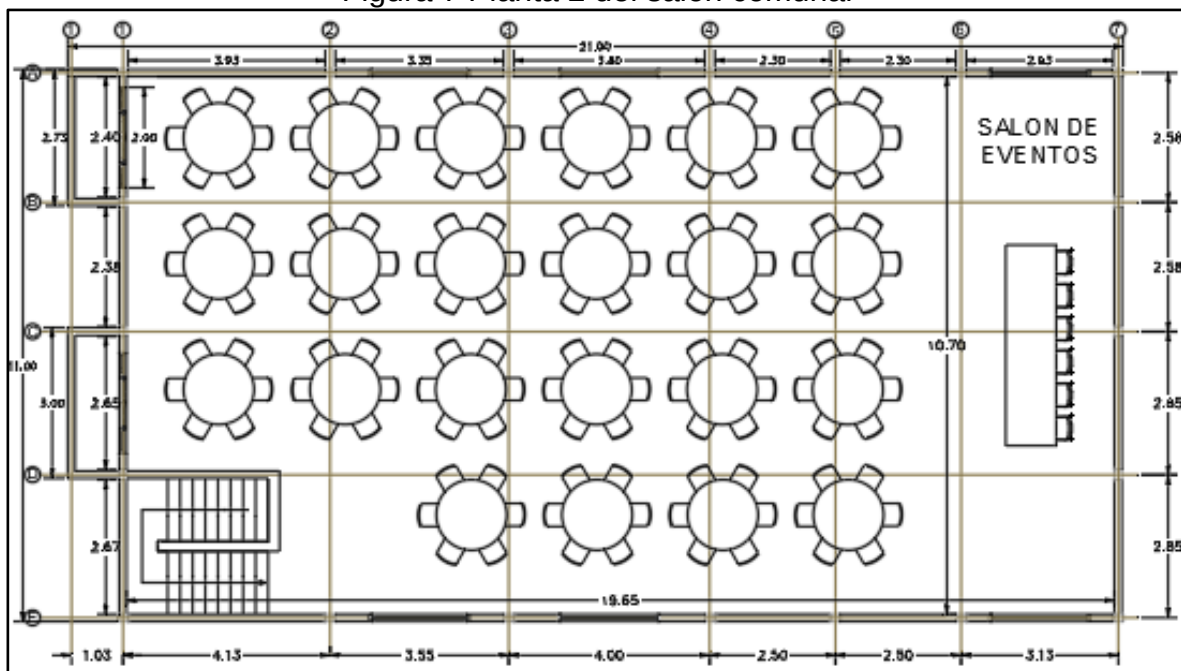
En la Figura 6 y Figura 7 se muestra cómo se planteó el modelo arquitectónico final del salón comunal, el cual cuenta con dos plantas, la primera tiene los baños, la oficina, la bodega, la cocina, el cuarto de aseo y el comedor, y la segunda planta en la totalidad del espacio destinado a reuniones o eventos sociales, también cuenta con dos balcones en la vista frontal del salón comunal. La conexión entre las dos plantas está dada por la escalera en la sección D1-F1/D2-F2 según el plano arquitectónico.

Figura 6 Planta 1 del salón comunal



Fuente: Elaboración propia (Anexo 2)

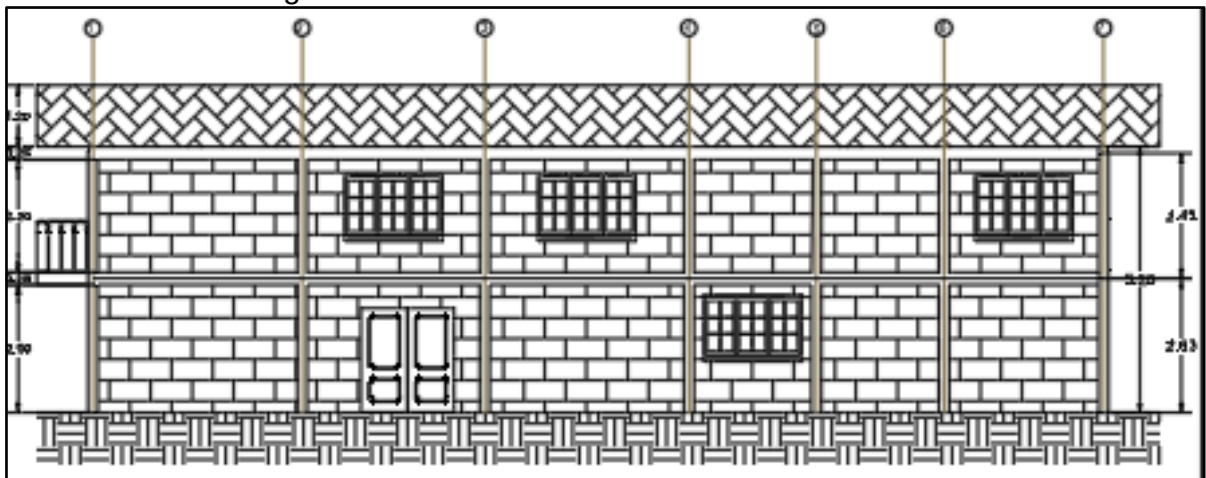
Figura 7 Planta 2 del salón comunal



Fuente: Elaboración propia (Anexo 2)

En la Figura 8 se muestra la vista lateral derecha del salón comunal mostrando un detallado de la fachada.

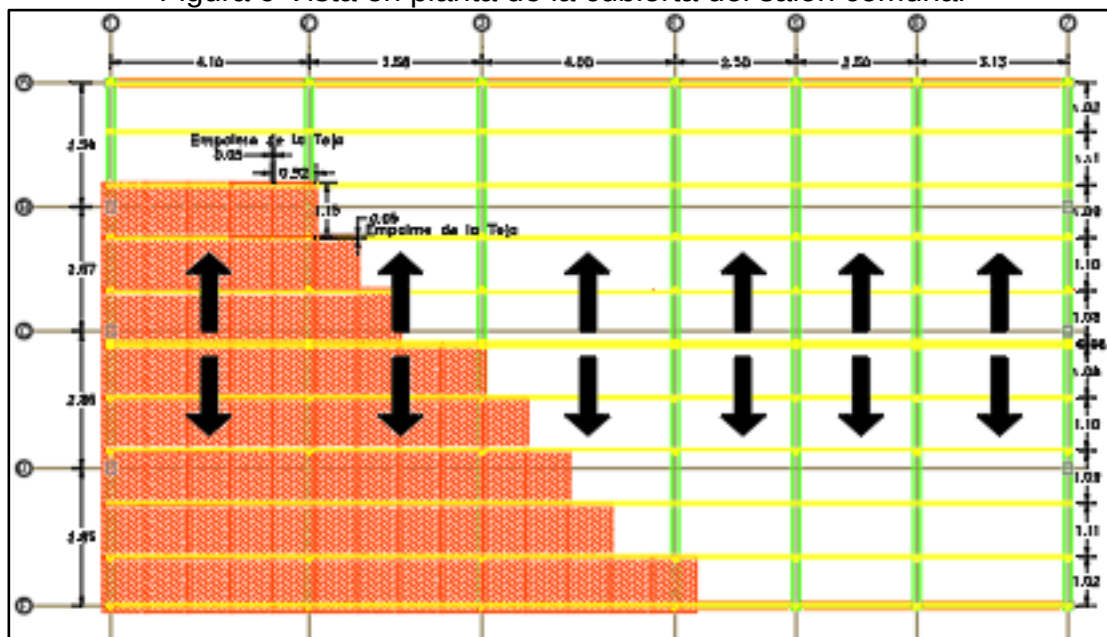
Figura 8 Vista lateral derecha del salón comunal



Fuente: Elaboración propia (Anexo 2)

Y en la Figura 9 se muestra la planta estructural de la cubierta donde se evidencia la distribución de las cerchas que sostiene la cubierta y las correas que van sobre las cerchas.

Figura 9 Vista en planta de la cubierta del salón comunal



Fuente: Elaboración propia (Anexo 2)

7.3. MEMORIA DE CÁLCULOS ESTRUCTURALES

A continuación, se presenta el análisis, cálculo y diseño de la estructura del salón comunal del proyecto, el cual se localiza en el lote de área 490.77 m² destinando un área de 220 m² para la estructura, este ubicado en un predio baldío en el barrio

Nueva Jerusalén. El diseño estructural se realizó por el estudiante Daniel Eduardo Ochoa y fue supervisado y verificado por el ingeniero Alexander Solarte Msc. La edificación cuenta con dos plantas; la primera planta cuenta con una altura de 2.63 metros y la segunda planta tiene una altura de 2.45 metros, y con dimensiones perimetrales de 20 metros de largo y 11 metros de ancho. El sistema estructural designado para el diseño fue el de muros de mampostería confinada ya que la estructura no alberga más de 200 personas en su interior y por lo tanto es de Grupo de uso I y está en el alcance del Título E del Reglamento Colombiano de Construcción Sismo resistente NRS-10.

7.4. DESCRIPCIÓN DE LA ESTRUCTURA

Ahora bien, es necesario enlistar las particularidades más importantes de la estructura, por lo cual se presenta la Tabla 7-3 que contiene las características.

Tabla 7-3 Características más importantes del salón comunal

Localización del Proyecto	Barrio Nueva Jerusalén, Comuna 8, Villavicencio-Meta
Número de Pisos:	2
Altura medida desde el N+0.00 (m):	6.56 (hasta el caballete de la cubierta)
Uso del Proyecto:	Social
Grupo de Uso (Titulo A – A.2.5 – NRS-10):	Grupo I
Tipo de Sistema Estructural a Emplear (Titulo A – A.3-1 a A.3-4 – NRS-10):	Muros de Carga-Muros de Mampostería Confinada
Tipo de Entrepiso a empelar:	Placa Fácil
Material de Muros Divisorios:	Bloque estriado de arcilla
Tipo de cimentación a emplear:	Viga de Amarre de Cimentación, Sobre una Base de Concreto Ciclópeo de 50X50 cm

Fuente: Elaboración propia (Anexo 3-1)

7.5. METODOLOGÍA DE DISEÑO

El diseño estructural del salón comunal está regido por los lineamientos establecidos en el Título E de la NSR-10 para así poder tener un diseño verídico y confiable. Por consiguiente, se establece los pasos seguidos para realizar el modelo estructural y se plantió la construcción de un modelo numérico en elementos finitos representando

el comportamiento de la estructura para la realización de un diseño acorde a las cargas a las que estará sometida.

En primer lugar, se definió el tipo de sistema estructural que se emplea de acuerdo con el diseño arquitectónico propuesto y con las especificaciones del proyecto. De acuerdo con esta definición se establecen que combinaciones de carga se emplearon.

En segundo lugar, se especificó las propiedades mecánicas de los materiales (concreto, acero, bloque, perfiles) que componen el diseño estructural. De igual forma, se efectuó una revisión del diseño de acuerdo con los capítulos E.1.3.4.3, E.3.5, E.3.6/E.3.6.6, E.4 de la NSR-10.

Luego, se realizó el debido avalúo de cargas gravitacionales que soporta la estructura, teniendo en cuenta que la cubierta no es sencilla, sino que está compuesta por una cercha metálica de 11 metros de luz a la cual se le realizó el avalúo de cargas respectivo.

Posteriormente, se elaboró un modelo tridimensional matemático en el software ETABS 17 para la estructura del salón comunal y en el software SAP 2000 V.21 la estructura de la cercha. A cada modelo se le especificó sus propiedades mecánicas y características geométricas para la realización de la simulación y finalmente establecer las secciones solicitadas para la integridad de la estructura.

Finalmente, se producen los planos estructurales con los despieces de los elementos estructurales y los cortes de la cercha.

7.6. ANÁLISIS ESTRUCTURAL Y PLANOS ESTRUCTURALES

7.6.1 Combinaciones de Carga

La combinación de carga para el análisis estructural corresponde a lo estipulado en el Título B capítulo B.2.4.2 de la NRS-10. Estas combinaciones son tenidas en cuenta en la memoria de cálculos y dentro del modelo en el software de elementos finitos como entrada de datos; es preciso aclarar que para el diseño no se emplea las fuerzas sísmicas ya que el cálculo de los coeficientes de efectos de sitio F_a y F_v necesarios para construir el espectro elástico de diseño, es cabal el reconocer el tipo de suelo donde se pretende cimentar la estructura, y que se obtiene a través de un estudio de suelo. Sin embargo, el Título E que es para casas de 1 y 2 pisos en mampostería confinada no requiere estudio de suelos, por lo tanto, se manejan las combinaciones de cargas verticales que se presentan en la Tabla 7-4 enlistadas.

Tabla 7-4 Combinaciones de carga sin dividir sobre R

COMBINACIONES DE CARGA DE DISEÑO					
COMBINACION	MUERTA	PESO PROPIO	VIVA	SISMO X	SISMO Y
COMB1	1,4	1,4			

COMB2	1,2	1,2	1,6
--------------	-----	-----	-----

Fuente: Elaboración propia (Anexo 3-1)

7.6.2 Especificaciones de materiales

7.6.2.1 Concreto Estructural

En la Tabla 7-5 se muestra las especificaciones del concreto a emplear en el diseño.

Tabla 7-5 Especificaciones del concreto estructural

Concreto Estructural			
Vigas	f'c	21	Mpa
Columnas	f'c	21	Mpa
Placas	f'c	21	Mpa

Fuente: Elaboración propia (Anexo 3-1)

7.6.2.2 Acero de Refuerzo

En la Tabla 7-6 se evidencia las especificaciones del acero de refuerzo del diseño.

Tabla 7-6 Especificaciones del acero de refuerzo

Acero de Refuerzo			
Vigas	fy	420	Mpa
Columnas	fy	420	Mpa

Fuente: Elaboración propia (Anexo 3-1)

7.6.2.3 Acero Estructural

En la Tabla 7-7 esta las especificaciones del acero de la cercha.

Tabla 7-7 Especificaciones del acero estructural

Acero (ASTM A-500 grado C) de Cerchas

Cercha	fy	345	Mpa
---------------	----	-----	-----

Fuente: Elaboración propia (Anexo 3-1)

7.6.2.4 Mampostería de Arcilla

En la Tabla 7-8 se muestra las especificaciones de la mampostería del diseño.

Tabla 7-8 Especificaciones de la mampostería

Mampostería estructural (Bloque estriado de arcilla)

Largo	30	cm
Ancho	12	cm
Alto	20	cm

Fuente: Elaboración propia (Anexo 3-1)

7.6.3 Avaluó de Cargas

La estructura del salón comunal se dispuso para diseñarse con varias funcionalidades, entre las cuales se destaca en el segundo piso una planta libre para eventos sociales; para soportar las cargas vivas (silletería móvil, mesas y personas) se propuso un entrepiso de placa fácil (perfiles metálicos y Bloquelón) pues es un sistema constructivo seguro, económico y rápido de construir. En la Tabla 7-16 se muestra la carga ultima final mayorada referente a la placa fácil.

Tabla 7-9 Avaluó de carga de la placa fácil

PLACA FACIL		
Altura del Bloquelón	0,08	m
Espesor del recubrimiento de concreto	0,05	m
Ancho del perfil de Acero	0,09	m
Peso específico del Concreto	24	kN/m ³
Separación	0,89	
Largo de Bloquelón	0,8	m
Ancho del Bloquelón	0,23	m
Viguetas en 1 metro	1,12	Uds.

Nota. En la tabla se hace un análisis similar a una placa aligerada para mostrar las especificaciones del armazón de la placa fácil.

Fuente: Elaboración propia (Anexo 3-1)

Tabla 7-10 Avaluó de cargas de la placa de concreto sobre la placa fácil

PLACA DE CONCRETO		
Carga de la Placa	1,2	kN/m ²
Área del Concreto	0,0072	m ²
Carga de Viguetas	0,194	kN/m ²
Carga de Placa + Carga de Viguetas	1,394	kN/m ²

Fuente: Elaboración propia (Anexo 3-1)

Tabla 7-11 Avaluó de carga del Bloquelón de la palca fácil

BLOQUELON		
Bloques por metro cuadrado	4,89	Un
Peso del Bloquelón	11	Kg
Carga del Bloquelón	0,53	kN/m ²

Fuente: Elaboración propia (Anexo 3-1)

Tabla 7-12 Avalúo de carga del perfil metálico de la placa fácil

PERFIL

Peso del Perfil	4,77	Kg/m
Carga del Perfil	0,05	kN/m ²

Fuente: Elaboración propia (Anexo 3-1)

Tabla 7-13 Avalúo de carga del alistado de la placa fácil

ALISTADO

Espesor	0,05	m
Peso específico de Alistado	21	kN/m ³
Carga del Perfil	1,05	kN/m ²

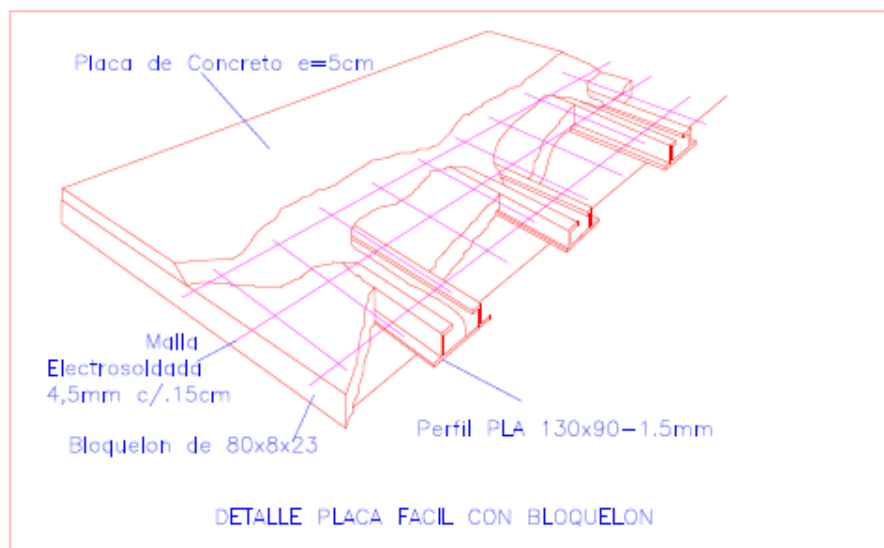
Fuente: Elaboración propia (Anexo 3-1)

Tabla 7-14 Carga muerta final del entrepiso sin mayorar

Carga Muerta Total por Entrepiso 3,02 kN/m²

Fuente: Elaboración propia (Anexo 3-1)

Figura 10 Esquema de la placa fácil



Fuente: Elaboración propia/AutoCAD (Anexo 3-4)

Tabla 7-15 Avalúo de carga viva

CARGA VIVA

Nota. Concreto ciclope de 50x50 cm, y sobre este se apoya la viga de cimiento de 30x30 cm con barras #4.

Fuente: Elaboración propia/AutoCAD (Anexo 3-4)

A continuación, se presenta en la Tabla 7-17 la carga de muros de mampostería de bloque estriado de arcilla que va sobre las vigas de confinamiento de la estructura.

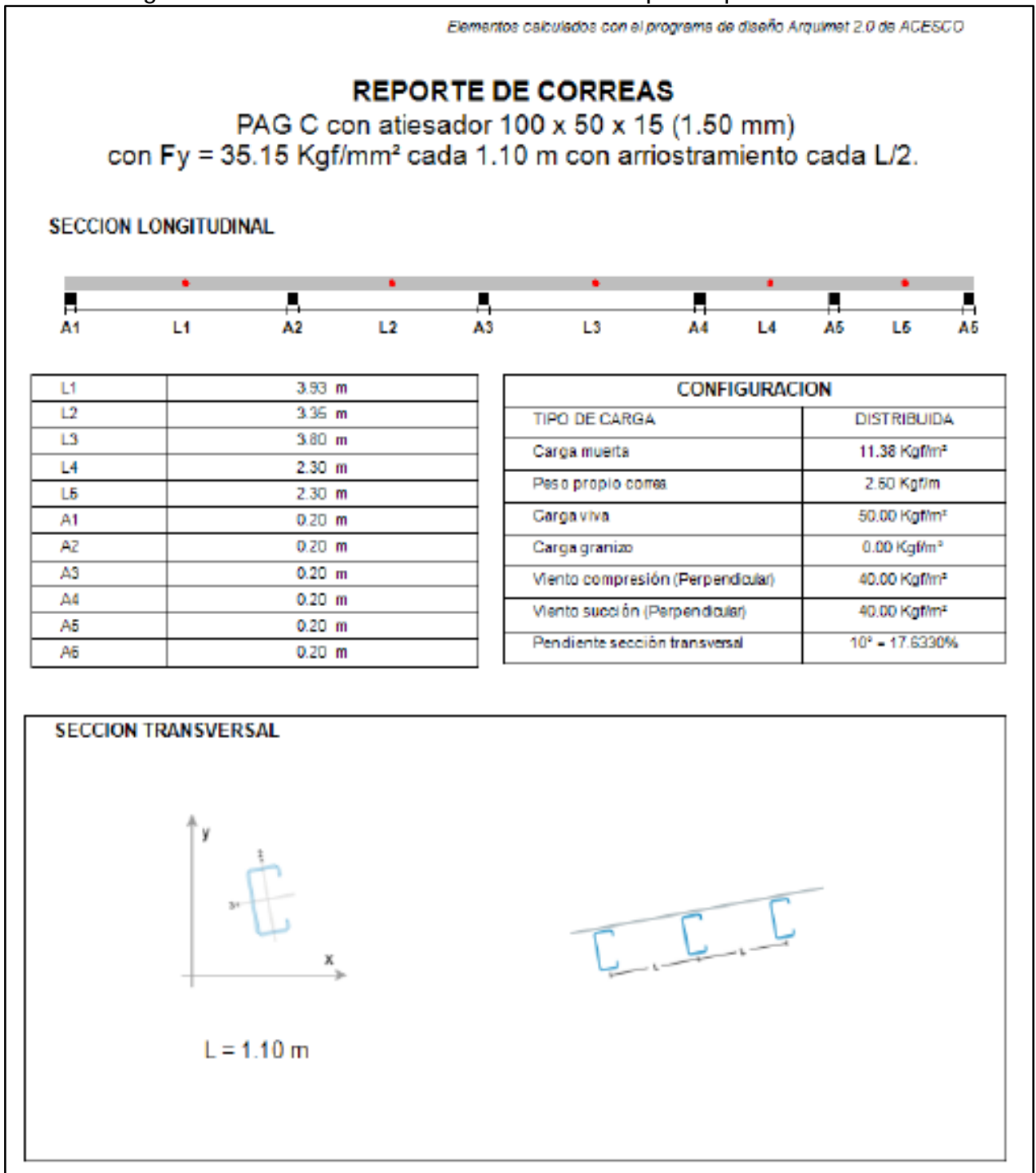
Tabla 7-17 Avalúo de carga de los muros de mampostería de bloque estriado de arcilla

Análisis de carga por metro sobre viga		
Mampostería de bloque de arcilla	0,15	m
Peso del bloque de arcilla hueco	4,9	Kg
Altura de muros	2,20	m
Largo del muro	1,00	m3
Peso de los muros	14,85	Kg/m3
Carga del Muro	4,9	Kg/m
Carga del Muro	0,005	Ton/m

Fuente: Elaboración propia (Anexo 3-1)

Finalmente, el avalúo de cargas para la cubierta se realizó en dos pasos; primero se hizo el modelo de distribución de las correas que van sobre la cercha, esto mediante el software Arquimet 2.0, allí se determinó la carga muerta, carga de viento por succión, carga de viento por compresión, la inclinación de las correas, si lleva o no arriostramiento y finalmente que tipo de perfil según la norma AISI S100-07 con la que trabaja ACESCO, y así seleccionar el perfil más eficiente para instalar en la cubierta. En la Figura 12 se evidencia la memoria de cálculos proporcionada por el software Arquimet 2.0.

Figura 12 Memoria de cálculos de las correas por Arquimet 2.0



Fuente: Arquimet 2.0

En segundo lugar, se realizó el respectivo avalúo de cargas en una hoja de Excel donde se especificó la carga muerta, la carga viva, la carga de viento de succión y la carga de viento de compresión que serán las cargas que descansan sobre la cercha

que se modelo en el software SAP 2000 V21. En la Tabla 7-18 se muestran el respectivo avalúo de cargas para la cubierta.

Tabla 7-18 Avalúo de cargas para la cercha de la cubierta

CUBIERTA		
Separación entre correas	1,1	m
Peso Propio de la Correa	2,50	Kg/m
Separación entre apoyos	L1	3,93 m
	L2	3,35 m
	L3	3,8 m
	L4	2,3 m
	L5	2,3 m
	L6	2,93 m
Teja N° 6 Eternit (Carga Muerta)	11,38	Kg/m ²
	12,51	kgf/m
Carga Viva	50,00	Kg/m ²
	55,00	kgf/m
Viento Compresión	40,00	Kg/m ²
	44,00	kgf/m
Viento Succión	40,00	Kg/m ²
	44,00	kgf/m
Carga Muerta Lineal Total	15,01	Kgf/m
Carga Puntual Muerta	59,00	Kgf
Carga Puntual Viva	216,15	Kgf
Carga Puntual Viento Com.	172,92	Kgf
Carga Puntual Viento Suc.	172,92	Kgf

Fuente: Elaboración propia (Anexo 3-1)

7.6.4 Revisión del Diseño según el Título E NSR-10

Para el cumplimiento de la estabilidad e integridad de la estructura, se realizó el chequeo y verificación teórica mediante el Título E de la NSR-10, el cual está desarrollado para la revisión de estructuras de 1 y 2 pisos.

7.6.4.1 Juntas Sísmicas

Tabla 7-19 Chequeo para junta sísmica

Juntas Sísmicas (NSR 10 - Título E - E.1.3.4.3)		
Longitud en Planta	L (m)	21
Base en Planta	B (m)	11
Relación de distancias	r (m)	1,91
No excede la relación L/B 3:1		

Nota. Mediante la verificación de la relación B/L se puede establecer si es necesario una junta sísmica.

Fuente: Elaboración propia (Anexo 3-1)

7.6.4.2 Espesor de Muros

Tabla 7-20 Espesor de los muros confinados

Espesor de Muros (NSR 10 - Título E - E.3.5)

Espesor sin pañete y sin acabados	t(mm)	150
--	--------------	------------

Fuente: Elaboración propia (Anexo 3-1)

7.6.4.3 Longitud de Muros Confinados

Tabla 7-21 Longitud mínima de los muros confinados

Longitud de Muros Confinados (NRS 10 - Título E - E.3.6)

Zona de amenaza sísmica	ZAS	Alta
Aceleración horizontal	Aa	0,35
Coeficiente (Tabla E.3.6-1)	Mo	30
Área de la cubierta	Ap	219,45
Longitud mínima de muros confinados	Lmin	43,89

Fuente: Elaboración propia (Anexo 3-1)

Tabla 7-22 Sumatoria de los muros del piso 1 en sentido X

PISO 1 (Muros sentido X)

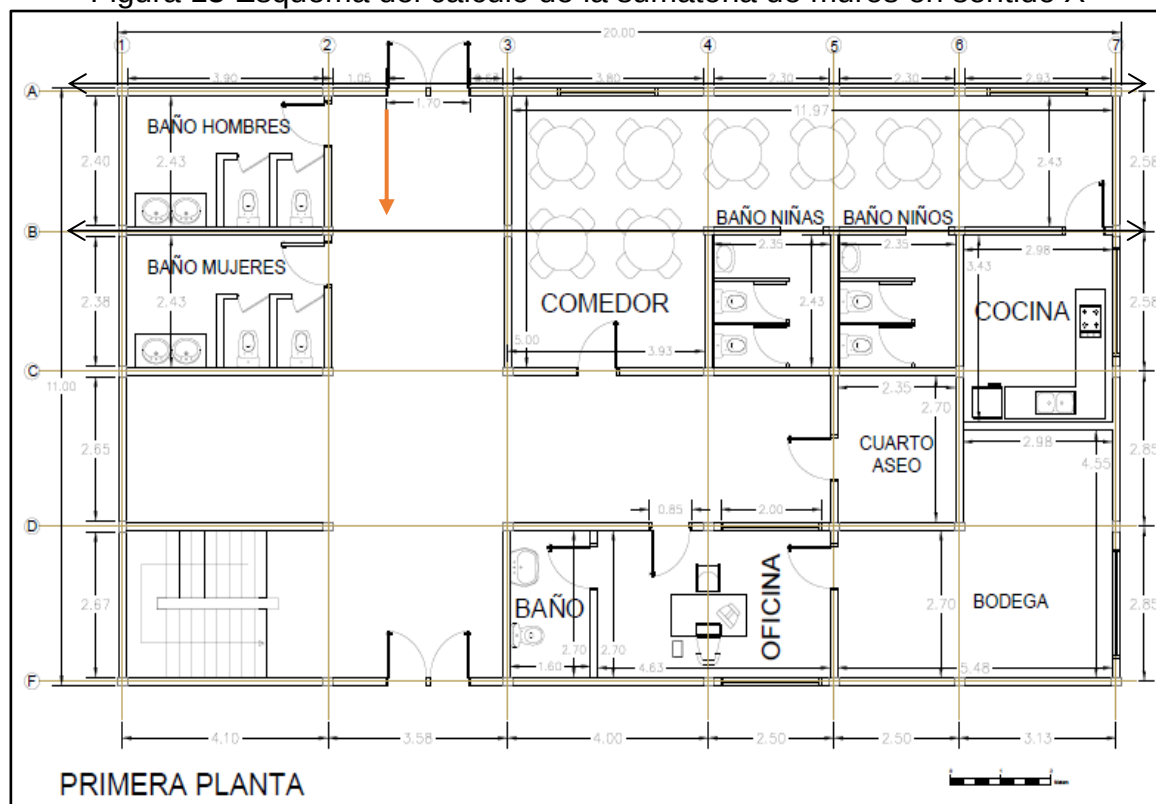
EJE	Lmx	b	Lmx*b
A	Arbitrario		
A	3,900	0	0,00
A	1,680	0	0,00
A	3,800	0	0,00
A	2,300	0	0,00
A	2,300	0	0,00
A	2,930	0	0,00
B	3,900	2,58	10,04
B	1,450	2,58	3,73
B	1,450	2,58	3,73
B	2,080	2,58	5,37
C	3,900	5,15	20,09

C	2,950	5,15	15,19
C	2,300	5,15	11,85
C	2,300	5,15	11,85
C'	2,925	6,15	17,99
D	3,900	8,00	31,20
D	2,950	8,00	23,60
D	0,300	8,00	2,40
F	3,900	10,85	42,32
F	3,800	10,85	41,23
F	1,680	10,85	18,23
F	0,300	10,85	3,26
F	2,300	10,85	24,96
F	0,930	10,85	10,09
Σ	60,225	Σ	297,11

Cumple con la Lmin

Fuente: Elaboración propia (Anexo 3-1)

Figura 13 Esquema del cálculo de la sumatoria de muros en sentido X



Fuente: Elaboración propia/AutoCAD

Nota. La sumatoria se contabiliza con la longitud de los muros en el sentido X, y así después multiplicar por la distancia perpendicular del eje neutral al muro.

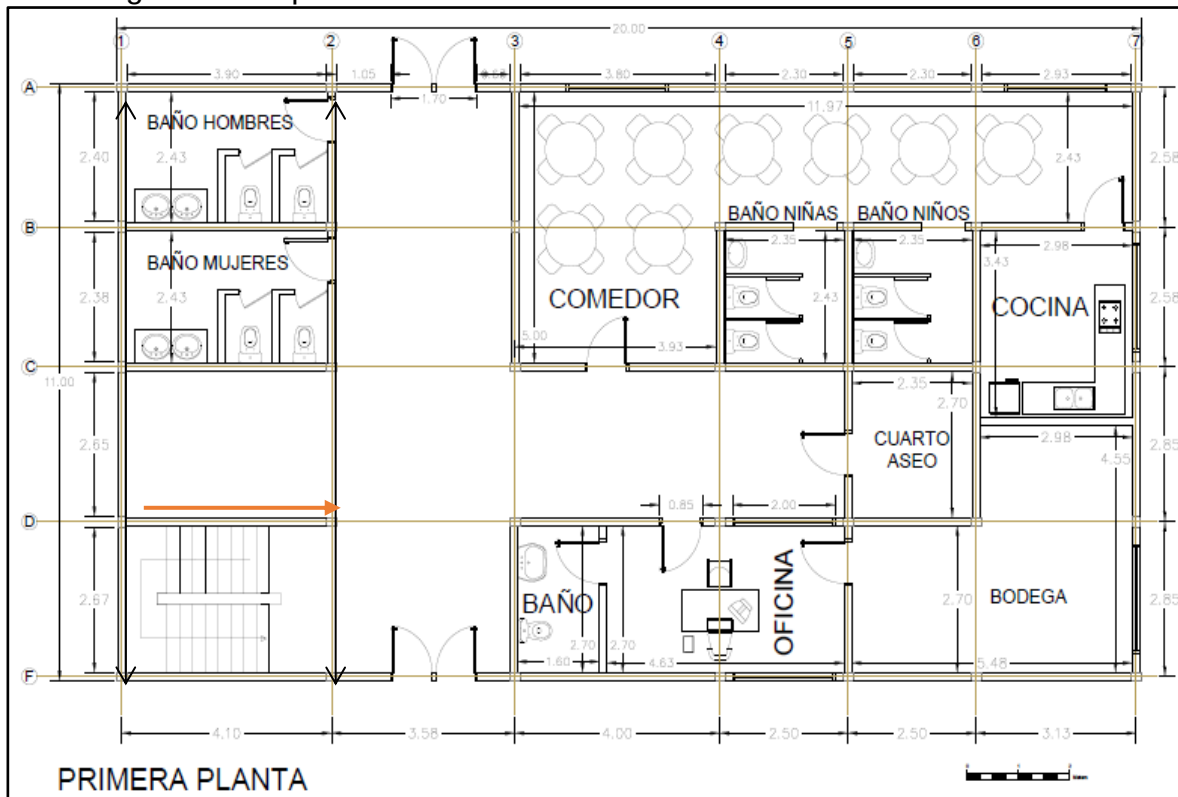
Tabla 7-23 Sumatoria de los muros del piso 1 en sentido Y

PISO 1 (Muros sentido Y)			
EJE	Lmy	b	Lmy*b
1	Arbitrario		
1	2,700	0	0,000
1	2,700	0	0,000
1	2,430	0	0,000
1	2,430	0	0,000
2	1,580	5,02	7,936
2	1,580	5,02	7,936
3	2,700	7,68	20,723
3	2,430	7,68	18,650
3	2,430	7,68	18,650
3'	1,850	9,40	17,390
4	2,430	11,68	28,370
5	2,430	9,40	22,842
5	1,850	9,40	17,390
5	1,850	14,18	26,224
6	2,700	16,68	45,023
6	2,430	16,68	40,520
7	1,850	19,80	36,630
7	2,700	19,80	53,460
7	0,430	19,80	8,514
7	2,430	19,80	48,114
Σ	43,930	Σ	345,87175

Cumple con la Lmin

Fuente: Elaboración propia (Anexo 3-1)

Figura 14 Esquema del cálculo de la sumatoria de muros en sentido Y



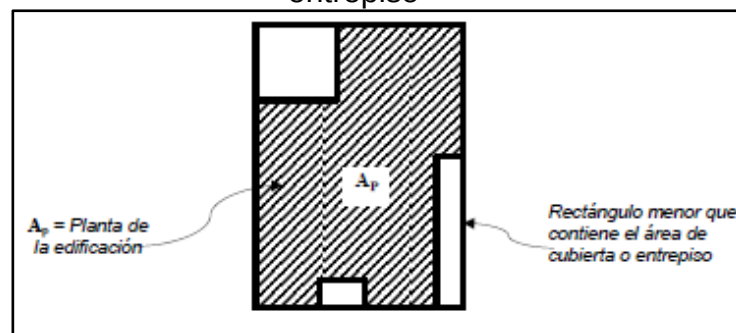
Nota. La sumatoria se contabiliza con la longitud de los muros en el sentido Y, y así después multiplicar por la distancia perpendicular del eje neutral al muro.

Fuente: Elaboración propia/AutoCAD

7.6.4.4 Distribucion Simétrica de Muros

Para la verificación de la simetría de los muros, se aplicó la ecuación E.3.6-2 del Título E de la NSR-10. La Figura 15 muestra el esquema que representa la ecuación E.3.6-1

Figura 15 Descripción del rectángulo menor que contiene el área de la cubierta o entrepiso



Fuente: [8]

Tabla 7-24 Distribucion de la simetría de los muros del piso 1 en sentido X

Piso 1 Sentido X		
B	m	10,85
Lmin	m	43,89
Lmx*b	m	297,11
0,045	≤	0,15

Fuente: Elaboración propia (Anexo 3-1)

Tabla 7-25 Distribucion de la simetría de los muros del piso 1 en sentido Y

Piso 1 Sentido Y		
B	m	19,80
Lmin	m	43,89
Lmy*b	m	345,87
0,102	≤	0,15

Fuente: Elaboración propia (Anexo 3-1)

Para el segundo piso no se realizó el mismo proceso ya que este cuenta con muros de cerramiento únicamente.

7.6.4.5 Elementos de Mampostería Confinada

En la Tabla 7-26 y Tabla 7-27 se muestra las dimensiones geométricas y el refuerzo mínimo de los elementos estructurales de confinamiento.

Tabla 7-26 Sección de las columnas de confinamiento

Columnas de confinamiento E.4.3		
Base de la sección	b (cm)	15
Altura de la sección	h (cm)	20
Área de la sección	A (cm ²)	300 > 200 cm ² (E.4.3.2)
Refuerzo Longitudinal	As	4#4 (E.4.3.4)
Refuerzo Transversal	Av	#3 @ 100 mm (E.4.3.4)

Fuente: Elaboración propia (Anexo 3-1)

Tabla 7-27 Sección de las vigas de confinamiento

Vigas de confinamiento E.4.4		
Base de la sección	b (cm)	15
Altura de la sección	h (cm)	25
Área de la sección	A (cm ²)	375 > 200 cm ² (E.4.4.2)
Refuerzo Longitudinal	As	4#4 (E.4.4.4)
Refuerzo Transversal	Av	#3 @ 100 mm (E.4.4.4)

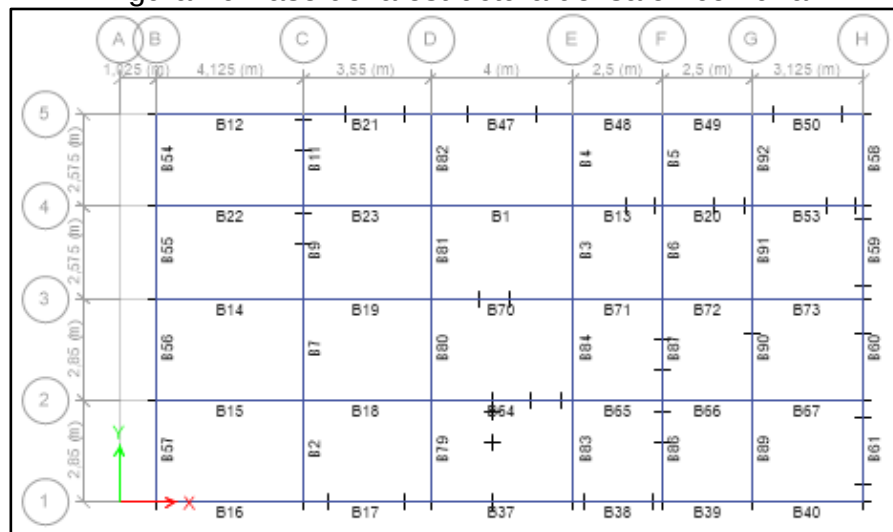
Fuente: Elaboración propia (Anexo 3-1)

7.6.5 Modelos Estructurales

7.6.5.1 Estructura del Salón Comunal.

El respectivo análisis fue ejecutado por el software ETABS 17, en el cual se propuso las especificaciones geométricas de los elementos estructurales y las propiedades mecánicas de los mismos. Se estableció como parámetros principales para la simulación de la estructura la masa de la estructura, la rigidez, los casos de cargas y las combinaciones de carga. El modelo matemático de elementos finitos generado por el software; se aprecia en la Figura 16 para la base de la estructura, la Figura 17 siendo el primer piso y la Figura 18 que muestra el segundo piso.

Figura 16 Base de la estructura del salón comunal



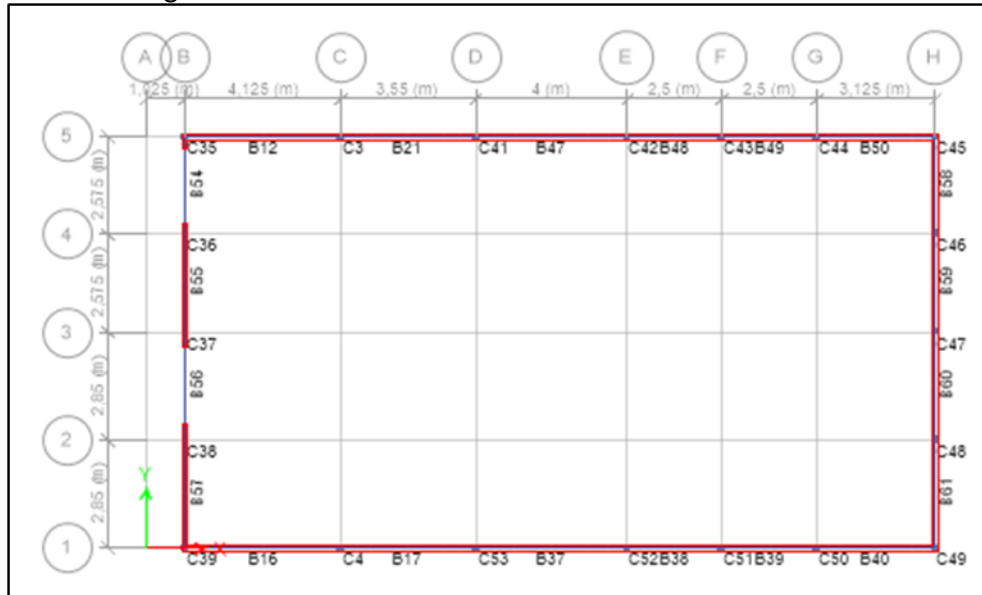
Fuente: Elaboración propia/AutoCAD (Anexo 3-2)

Figura 17 Piso 1 de la estructura del salón comunal



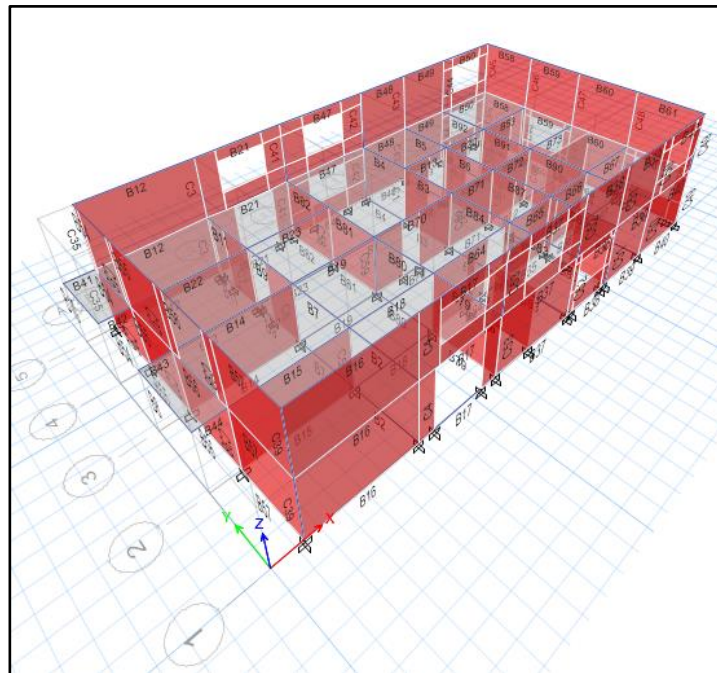
Fuente: Elaboración propia/AutoCAD (Anexo 3-2)

Figura 18 Piso 2 de la estructura del salón comunal



Fuente: Elaboración propia/AutoCAD (Anexo 3-2)

Figura 19 Vista en 3D del modelo estructural del salón comunal



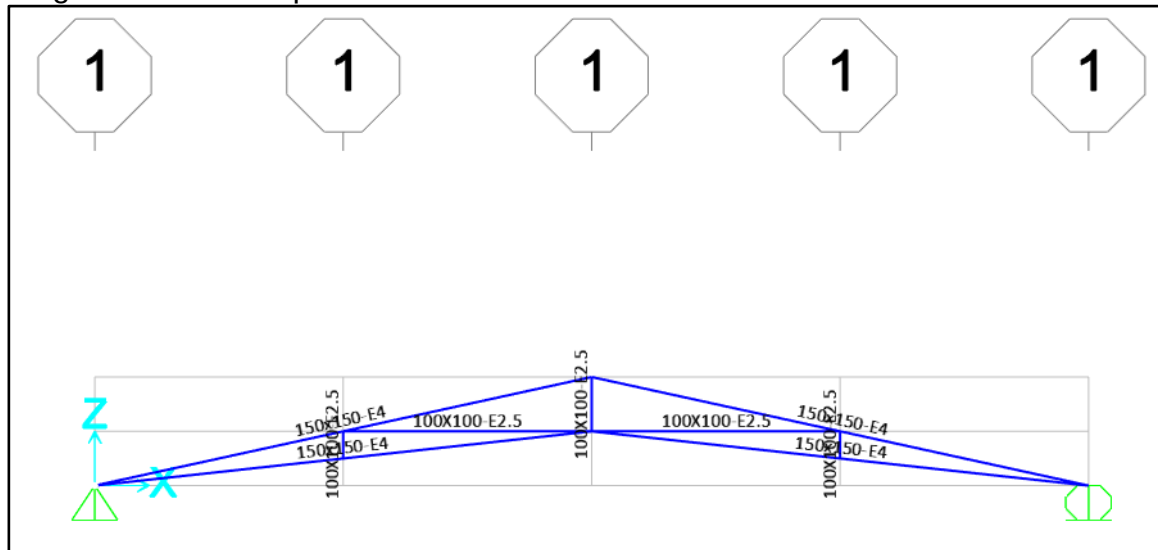
Fuente: Elaboración propia/AutoCAD (Anexo 3-2)

Para tener un reporte completo de cada ítem evaluado por ETABS 17, se generó un reporte de proyecto desde el software y se adjuntó en la carpeta de memoria de cálculos del proyecto.

7.6.5.2 Estructura de la Cercha de la Cubierta.

Para el análisis de la cercha de la cubierta, se realizó un modelo matemático de elementos finitos mediante SAP 2000 V21 donde se especificó material, propiedades mecánicas del material, tipo de perfil, restricciones de la estructura y los casos de carga. En la Figura 20 se muestra las secciones y el diseño de la estructura de acero.

Figura 20 Cercha que sostiene la cubierta del salón comunal en SAP 2000 V21



Fuente: Elaboración propia/AutoCAD (Anexo 3-3)

El software generó un reporte completo de cada parámetro específico que se tuvo en cuenta a la hora de simular la estructura, por lo tanto, se deja adjunto en la carpeta de memoria de cálculos del proyecto el archivo.

7.6.6 Planos Estructurales

Teniendo los modelos verificados en la simulación; se denota el cumplimiento de las secciones propuestas para la estabilidad de la estructura. Para mostrar a detalle cómo se debe construir el diseño del salón comunal, se realizaron los planos de cimentación con despiece de las vigas de amarre mostrando el refuerzo (longitudinal y transversal), el concreto ciclope y los detalles constructivos; los planos de vigas del primer piso y columnas del primer piso y segundo piso con despiece mostrando el refuerzo de cada una (longitudinal y transversal) y la placa de entrepiso con los detalles constructivos (placa fácil en la dirección más corta); los planos de vigas de del segundo piso con el refuerzo de cada una (longitudinal y transversal) y la cercha con los detalles de la cubierta (correas, perfiles soldadura, teja, y cortes de los elementos que se soldán). Para no extender el capítulo de metodología debido a los criterios del documento escrito no se coloca como figura todos los planos, sino que se deja como anexo.

7.7. RED DE SERVICIOS PÚBLICOS DE AGUA, ALCANTARILLADO Y ENERGÍA

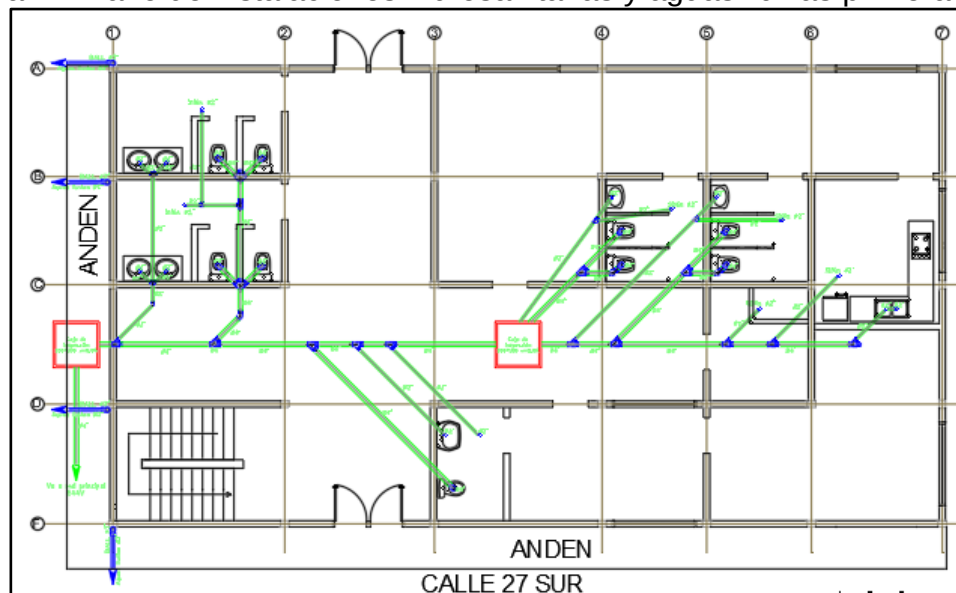
Luego de haber concluido la etapa de diseño estructural se distribuyó lo correspondiente a las instalaciones sanitarias, de aguas lluvias, hidráulicas y eléctricas (toma corrientes e iluminación).

7.7.1 Instalaciones sanitarias y de aguas lluvias

De acuerdo con las disposiciones de la “Norma Técnica Colombiana” NTC 1500, en su numeral 4.3 las conexiones de aparatos sanitarios van directamente a la red de alcantarillado publica, siendo esta la “EMPRESA DE ACUEDUCTO Y ALCANATRILLADO DE VILLAVICENCIO” EAAV.

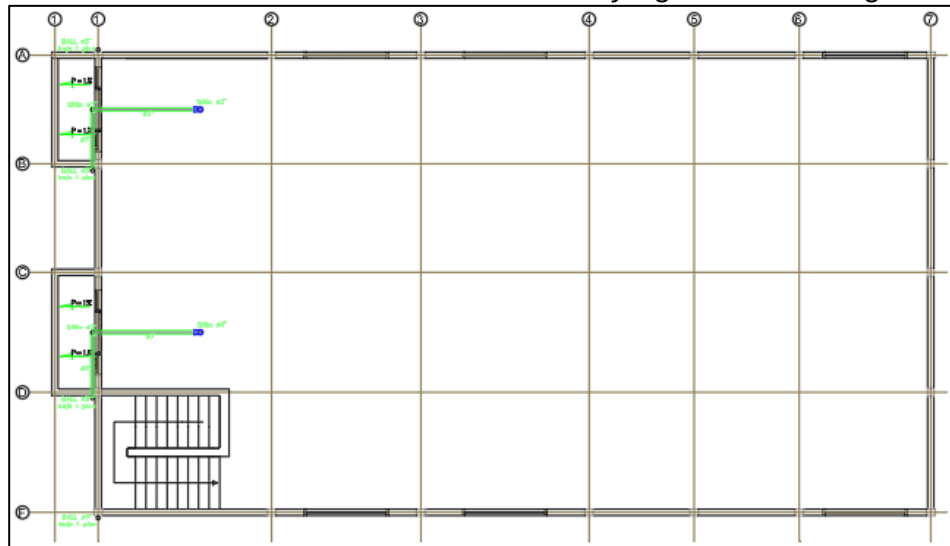
La red sanitaria cuenta con tubería de 2” para lavamanos, lavaplatos y sifones y tubería de 4” para los inodoros y la tubería principal o tubería madre. Se tienen dos cajas de inspección; la primera ubicada dentro de la estructura con dimensiones de 1x1 metros con espesor de 0.05 metros para poder ejecutar alguna revisión en caso de daños en la tubería de la zona de los baños del comedor, de la cocina y el cuarto de aseo; y la segunda caja de inspección se ubica en la parte frontal de la estructura bajo el andén, donde llega la red principal (4”) y las aguas negras de los baños principales y de la oficina, de igual forma las dimensiones son 1x1 metros por 0.05 metros de espesor. Por otro lado, se tienen cuatro bajantes de 3” para las aguas lluvias provenientes de los balcones del segundo piso y el lavado del salón comunal, y las dos canales en los extremos laterales de la cubierta. (ver Figura 21, Figura 22, Figura 23)

Figura 21 Plano de instalaciones hidrosanitarias y aguas lluvias primera planta



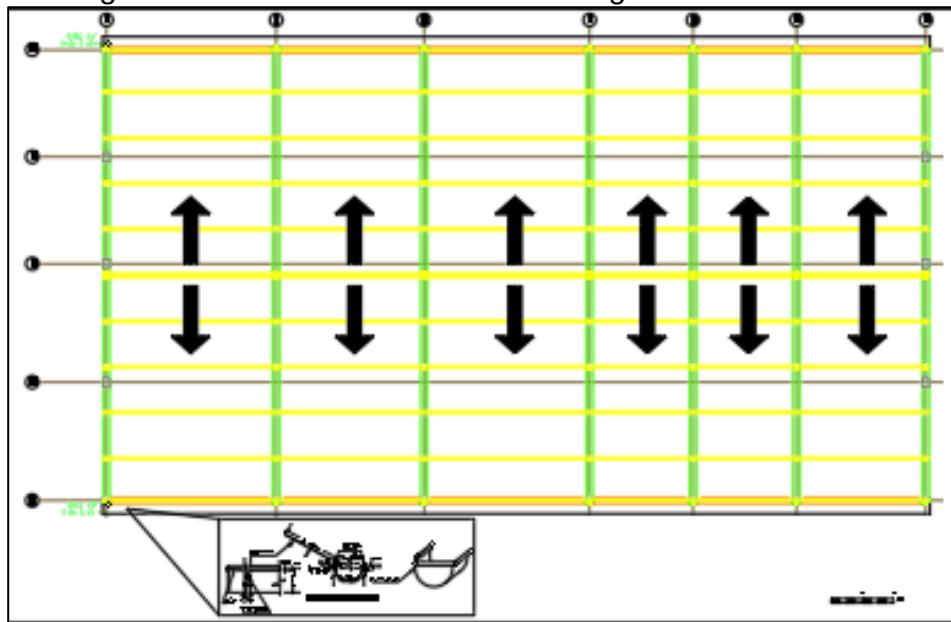
Fuente: Elaboracion propia/Auto CAD (Anexo 2)

Figura 22 Plano de instalaciones hidrosanitarias y aguas lluvias segunda planta



Fuente: Elaboracion propia/Auto CAD (Anexo 2)

Figura 23 Plano de instalaciones de aguas lluvias cubierta



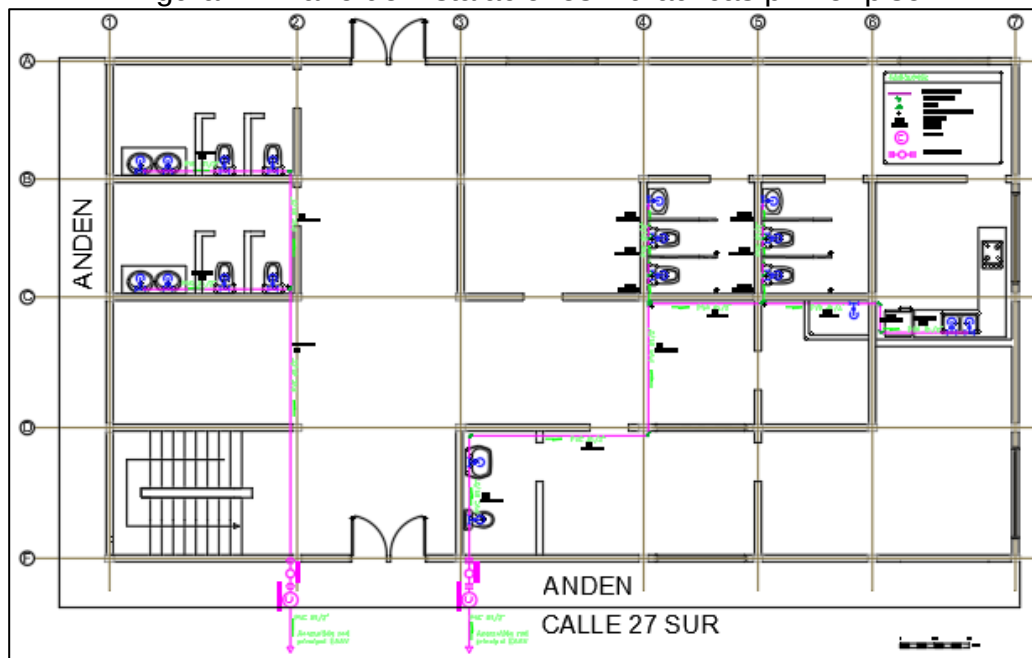
Fuente: Elaboracion propia/Auto CAD (Anexo 2)

7.7.2 Instalaciones Hidráulicas

Con respecto al abastecimiento con agua de la los aparatos sanitarios, de lavado y cocina de acuerdo a la “Norma Técnica Colombiana” NTC 1500 la tubería debe ser menor a $\frac{3}{4}$ de pulgada o 1 $\frac{1}{2}$ pulgada para unidades públicas, en este caso siendo un espacio donde se realizan eventos de carácter público y que usualmente no se emplean todos los días, el consumo no es alto; por dicha razón se colocó tubería de PVC de $\frac{1}{2}$ pulgada para toda la red hidráulica de abastecimiento. Se cuenta con dos

contadores en el costado lateral derecho del salón comunal para el registro por parte de la “Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Villavicencio” EAAV (ver Figura 24).

Figura 24 Plano de instalaciones hidráulicas primer piso



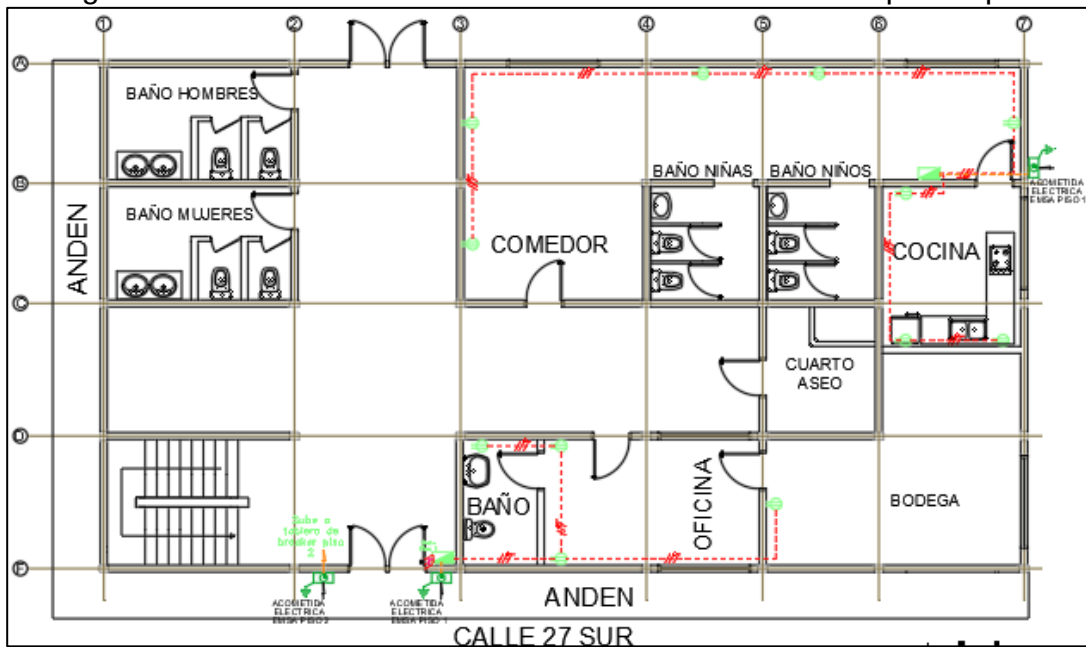
Fuente: Elaboracion propia/Auto CAD (Anexo 2)

7.7.3 Instalaciones de energía

7.7.3.1 Toma corrientes e iluminación

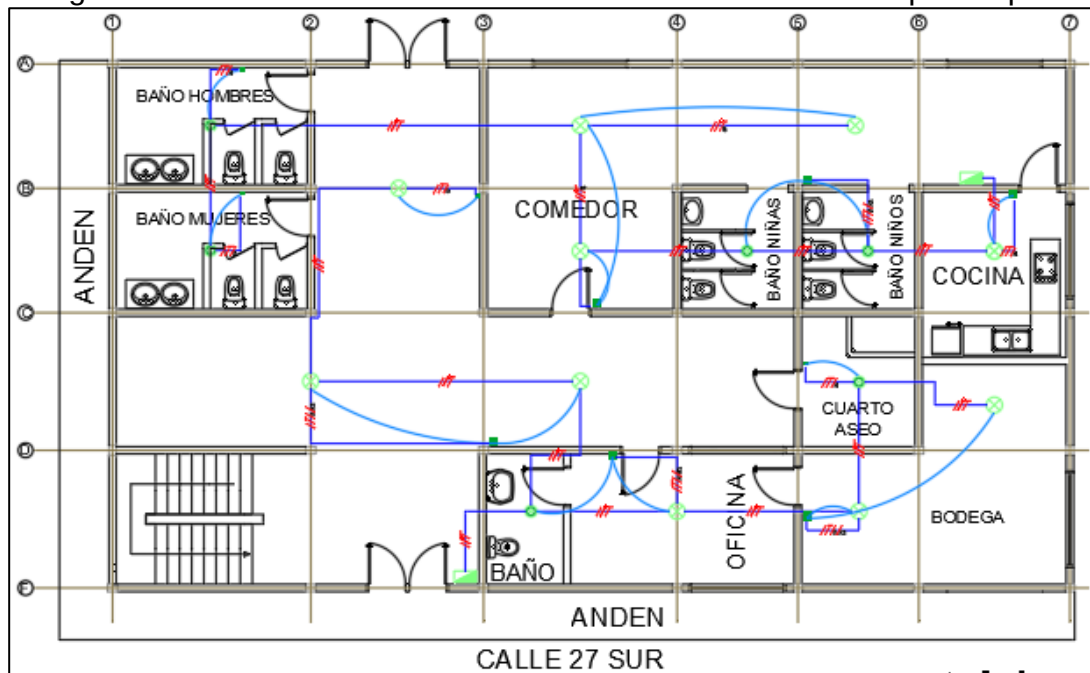
De acuerdo con el RETIE, en su última actualización se establece un diseño para las instalaciones eléctricas para vivienda unifamiliar o bifamiliar y pequeños comercios o pequeñas industrias, donde la capacidad sea mayor a 7 kVA o menor o igual a 15 kVA, también debe tenerse en cuenta que la tensión no debe ser mayor a 240 V. la red propuesta es básica, cuenta con conexiones de toma corriente en el primer piso para el comedor, la cocina, la bodega y la oficina. Por otro lado, hay una red de iluminación distribuida de la siguiente forma; el comedor, la oficina y la bodega cuentan con bombillas de cielo conectadas a interruptores dobles, y el pasillo principal también cuenta con estas bombillas; los baños y el cuarto de aseo tienen bombillas cielo de menor capacidad, pero estas conectadas a interruptores sencillos. la red tiene tres contadores de energía: uno que registra el consumo del segundo piso, el otro registra el consumo de las conexiones de la oficina y el baño aledaño, estos dos en el costado lateral derecho del salón comunal y el ultimo registra el consumo de la cocina y el comedor ubicado en la zona trasera de la estructura. (ver Figura 25, Figura 26)

Figura 25 Plano de instalaciones eléctricas toma corriente primer piso



Fuente: Elaboracion propia/Auto CAD (Anexo 2)

Figura 26 Plano de instalaciones eléctricas toma iluminación primer piso

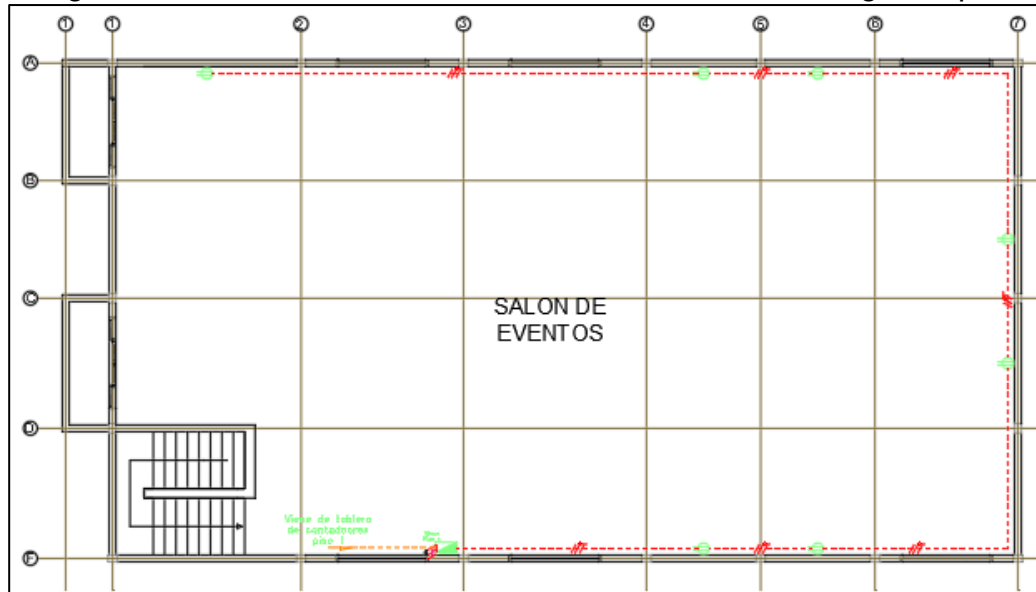


Fuente: Elaboracion propia/Auto CAD (Anexo 2)

Para el segundo piso se tienen siete toma corrientes en una sola línea que se conectan a la caja de taco del segundo piso que baja a los contadores del primero piso. En cuanto a la iluminación, cada balcón tiene una bombilla aplique pared conectada cada una a un interruptor sencillo y las bombillas cielo del salón comunal están distribuidas de forma que abarque la iluminación de todos los espacios del

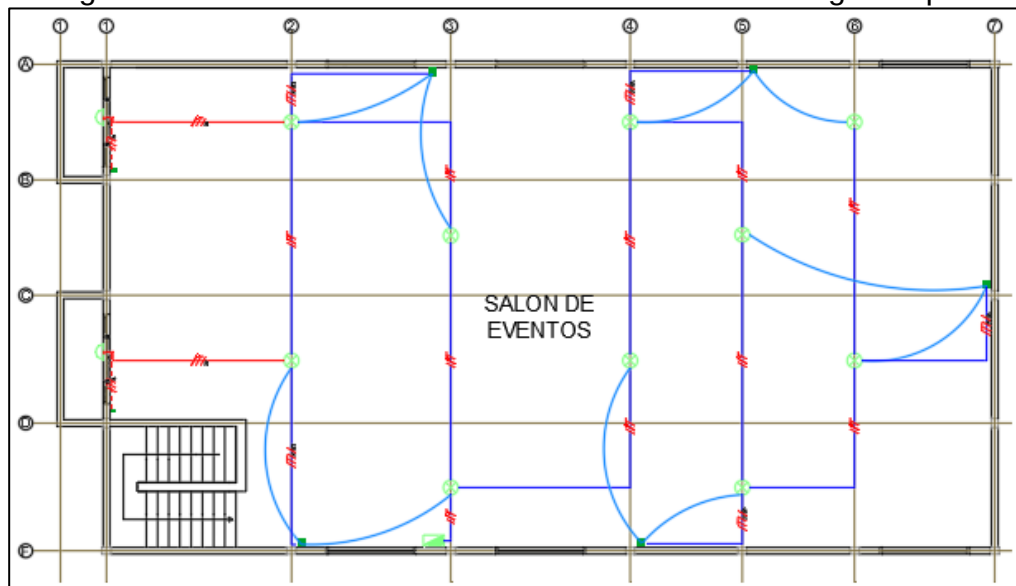
área destinada para eventos, estas estas sujetas a las cerchas de la cubierta y conectadas a interruptores dobles de acuerdo a la distribucion de que tiene cada una. (ver Figura 27, Figura 28)

Figura 27 Plano instalaciones eléctricas toma corriente segundo piso



Fuente: Elaboracion propia/Auto CAD (Anexo 2)

Figura 28 Plano instalaciones eléctricas iluminación segundo piso



Fuente: Elaboracion propia/Auto CAD (Anexo 2)

7.8. PRESUPUESTO DEL DISEÑO

Se determinan las cantidades de obra acorde a las actividades enumeradas por ítem, para lo cual se busca estimar el costo total de la estructura garantizando un proyecto viable, seguro y económico que se ajuste a las necesidades de la población (ver Tabla 7-28). Los valores unitarios de los materiales, maquinaria, equipos y mano de obra fueron tomados del catálogo de la página del INVIAE referente a los APU del Meta 2020, ajustándolos a los precios actuales del mercado de la región. (VER ANEXO)

Tabla 7-28 Presupuesto de obra.

PRESUPUESTO PARA LA CONSTRUCCION DE SALON SOCIAL EN LA COMUNIDAD DE NUEVA JERUSALEN					
PRESUPUESTO					
ITEM	DESCRIPCIÓN	UNID	CANTIDAD	VR. UNITARIO	VR. TOTAL
1	PRELIMINARES				
1.1	Campamento en lámina de zinc	M2	136,00	\$ 89.823,00	\$ 12.215.928,00
1.2	Servicios Provisionales hidrosanitarios y de energía	GB	1,00	\$ 2.649.282,00	\$ 2.649.282,00
1.3	Descapote de terreno de 220 m2 de área a 30 cm de profundidad	M2	220,00	\$ 7.546,00	\$ 1.660.120,00
1.4	Replanteo, alineación y nivelación del terreno	M2	220,00	\$ 11.516,00	\$ 2.533.520,00
1.5	Cerramiento con postes de madera y lona verde, altura de 2 mts	ML	132,00	\$ 12.406,00	\$ 1.637.592,00
		SUBTOTAL			\$ 20.696.442,00
2	MOVIMIENTO DE TIERRAS				
2.1	Excavación manual, profundidad inferior a un metro	M3	73,61	\$ 33.954,00	\$ 2.499.489,76
2.2	Cargue manual y retiro de escombro	M3	73,61	\$ 37.442,00	\$ 2.756.255,39
2.3	Rellenos con material de río, compactación manual	M3	17,16	\$ 158.579,00	\$ 2.721.057,06
		SUBTOTAL			\$ 7.976.802,21
3	RED SANITARIA				
3.1	Caja de inspección en concreto 100X100X100	UND	2,00	\$ 296.550,00	\$ 593.100,00
3.2	Red sanitaria tubería PVC 4"	ML	36,41	\$ 70.997,00	\$ 2.585.000,77
3.3	Red sanitaria tubería PVC 2"	ML	34,33	\$ 59.696,00	\$ 2.049.363,68
3.4	Salida sanitaria en PVC de 4"	UND	9,00	\$ 97.570,00	\$ 878.130,00
3.5	Salida sanitaria en PVC de 2"	UND	16,00	\$ 74.963,00	\$ 1.199.408,00

3.6	Red de aguas lluvias en tubería PVC de 3"	ML	7,82	\$ 56.946,00	\$ 445.317,72
3.7	Salida de aguas lluvias en tubería PVC de 3"	UND	6,00	\$ 61.572,50	\$ 369.435,00
		SUBTOTAL			\$ 8.119.755,17
4	RED HIDRAULICA				
4.1	Red hidráulica en tubería PVC presión de 1/2 "	ML	37,73	\$ 17.100,00	\$ 645.183,00
4.2	Punto de agua fría en tubería PVC de 1/2 "	UND	19,00	\$ 64.749,00	\$ 1.230.231,00
		SUBTOTAL			\$ 1.875.414,00
5	ESTRUCTURA EN CONCRETO REFORZADO				
5.1	Concreto ciclópeo 60/40	M3	39,86	\$ 336.437,00	\$ 13.410.378,82
5.2	Acero de refuerzo, incluye alambre de amarre	KG	6.142,33	\$ 5.164,00	\$ 31.719.012,78
5.3	Concreto para vigas de cimentación	M3	15,00	\$ 377.192,00	\$ 5.657.880,00
5.4	Concreto para placa de piso, incluye malla electrosol	M2	220,00	\$ 31.023,00	\$ 6.825.060,00
5.5	Concreto para columnas	M3	4,25	\$ 718.655,00	\$ 3.054.283,75
5.6	Concreto para viga de entrepiso	M3	6,77	\$ 768.641,00	\$ 5.203.699,57
5.7	Concreto para viga a nivel de culata	M3	2,33	\$ 435.218,00	\$ 1.012.317,07
5.8	Mesón de concreto, e=10 cms, Ancho 60 cm	M2	2,28	\$ 332.959,00	\$ 759.146,52
5.9	Estructura placa fácil para entrepiso	M2	220,00	\$ 123.912,00	\$ 27.260.640,00
		SUBTOTAL			\$ 94.902.418,50
6	MAMPOSTERIA EN BLOQUE DE LADRILLO				
6.1	Muro en bloque de arcilla, espesor 12 centímetros	M2	371,64	\$ 97.640,00	\$ 36.286.441,40
6.2	Pañetes de muros en mortero 1:4 impermeabilizado	M2	743,27	\$ 54.719,00	\$ 40.670.991,13
6.3	Enchape cerámico para piso y pared	M2	739,20	\$ 70.584,00	\$ 52.175.410,46
		SUBTOTAL			\$ 129.132.842,99
7	INSTALACIÓN ELECTRICA				
7.1	Acometida al contador, incluye contador y accesorios	GB	1,00	\$ 2.029.348,00	\$ 2.029.348,00
7.2	Acometida del contador al tablero general	ML	10,00	\$ 56.291,00	\$ 562.910,00
7.3	Puesta a tierra del tablero	UND	5,00	\$ 322.583,00	\$ 1.612.915,00
7.4	Tablero general de distribución de 3 circuitos	GB	1,00	\$ 650.488,00	\$ 650.488,00
7.5	Red eléctrica de distribución, incluye accesorios	ML	220,09	\$ 38.688,00	\$ 8.514.919,30
7.6	Salida toma trifilar para la estufa, incluye aparato	UND	1,00	\$ 38.257,00	\$ 38.257,00

7.7	Salida toma doble con polo a tierra, incluye aparato	UND	18,00	\$ 68.406,00	\$ 1.231.308,00
7.8	Salida para iluminación, incluye aparato	UND	28,00	\$ 66.390,00	\$ 1.858.920,00
7.9	Salida para interruptor, incluye aparato	UND	17,00	\$ 67.031,00	\$ 1.139.527,00
SUBTOTAL					\$ 17.638.592,30
8	CARPINTERIA METALICA				
8.1	Ventanearía metálica, según diseño, inc. instalación	M2	28,60	\$ 334.599,00	\$ 9.569.531,40
8.2	Puerta lámina / marco metálico, para Interiores incluye instalación	UND	6,00	\$ 424.613,00	\$ 2.547.678,00
8.3	Puerta lámina portón doble para exteriores incluye instalación	UND	2,00	\$ 884.613,00	\$ 1.769.226,00
8.4	Divisiones sanitarias en acero inoxidable (Altura 1.80m) incluye instalación	M2	10,95	\$ 488.863,00	\$ 5.352.072,12
8.5	Ventana tipo corredera de 4 hojas en aluminio, incluye instalación	UND	2,00	\$ 868.863,00	\$ 1.737.726,00
8.6	Pasamano tipo barandal para balcón en acero inoxidable, incluye instalación	ML	10,00	\$ 400.432,00	\$ 4.004.320,00
8.7	Estructura metálica de cubierta, perfiles A500 Grado C para cercha	ML	188,86	\$ 81.625,00	\$ 15.415.697,50
8.8	Estructura metálica de cubierta, correas perfil C (espesor 1.5 mm)	ML	240,00	\$ 23.241,00	\$ 5.577.840,00
8.9	Cubierta de teja de fibro cemento ondulada perfil 7, inc. instalación	M2	220,00	\$ 59.801,00	\$ 13.156.220,00
8.10	Canales y bajantes, incluye instalación	ML	60,00	\$ 40.120,00	\$ 2.407.200,00
SUBTOTAL					\$ 61.537.511,02
9	APARATOS SANITARIOS				
9.1	Taza y cisterna, incluye instalación y prueba	UND	9,00	\$ 214.403,00	\$ 1.929.627,00
9.2	Lavamanos con pedestal blanco, incluye grifería, (incluye instalación y prueba)	UND	3,00	\$ 153.853,00	\$ 461.559,00
9.3	Lavamanos dobles, incluye grifería, (incluye instalación y prueba)	UND	2,00	\$ 181.553,00	\$ 363.106,00
9.4	Lavaplatos de insertar en el mesón de acero inoxidable, incluye grifería	UND	1,00	\$ 394.553,00	\$ 394.553,00
SUBTOTAL					\$ 3.148.845,00

10	ACABADOS				
<u>10.1</u>	Espejo para el baño, incluye instalación (120x70 cm)	UND	2,00	\$ 374.421,00	\$ 748.842,00
<u>10.2</u>	Espejo para el baño, incluye instalación (75x70 cm)	UND	3,00	\$ 129.263,00	\$ 387.789,00
<u>10.3</u>	Pintura puertas en esmalte, incluye hoja y marco	UND	1,00	\$ 23.750,00	\$ 23.750,00
<u>10.4</u>	Pintura estructura metálica de cubierta	ML	188,86	\$ 11.548,00	\$ 2.180.955,28
<u>10.5</u>	Pintura fachada en vinilo para exteriores	M2	226,26	\$ 15.381,00	\$ 3.480.105,06
<u>10.6</u>	Pintura en vinilo para interiores, 3 manos	M2	145,38	\$ 13.202,00	\$ 1.919.240,75
<u>10.7</u>	Aseo grueso y diario	GB	1,00	\$ 6.790.667,00	\$ 6.790.667,00
<u>10.8</u>	Aseo fino para entrega de la obra	GB	1,00	\$ 126.195,00	\$ 126.195,00
<u>10.9</u>	Manual de mantenimiento del salón comunal	GB	1,00	\$ -	\$ -
SUBTOTAL					\$ 15.657.544,09

COSTO DIRECTO POR UNIDAD	\$ 360.686.167,28
COSTO DIRECTO REDONDEADO A LA UNIDAD	\$ 360.686.168,00
<u>AIU 25%</u>	\$ 91.236.790,22
COSTO TOTAL POR UNIDAD	\$ 451.922.958,22
COSTO TOTAL REDONDEADO	\$ 451.922.959,00

Fuente: Elaboración propia (Anexo 4)

El plazo estimado para la ejecución del proyecto es de 6 meses, debido a la simplicidad de construcción del sistema de muros confiados y la accesibilidad geográfica a la obra. De modo que el costo final del proyecto se estima en \$ 451.922.959 COP.

8. ANÁLISIS DE RESULTADOS

Se logra completar plenamente el reconocimiento del terreno en donde estará ubicado el proyecto, a partir de ello se realizó el plano topográfico adecuando todos los puntos y detalles levantados y dando como resultado un área de trabajo de 490.77 m², el espacio del lote es suficiente para el diseño que se tiene propuesto del salón comunal.

Ahora bien, con la disponibilidad del terreno, el diseño arquitectónico cuenta con una estructura de dos pisos, en la cual se distribuyó coherente con los espacios requeridos para las diferentes necesidades que la comunidad presente. El primero piso quedó destinado a las actividades que tienen prioridad administrativa, uso académico, para preparación de alimentos, aseo general y sanitarios públicos; y en el segundo piso se ubica el salón comunal únicamente reservado para todas las actividades sociales, eventos y reuniones. La dimensión en planta del diseño arquitectónico ocupa 220 m² de toda el área total delimitada por el levantamiento topográfico, sin incluir los andenes que rodean la vista frontal y lateral derecha del salón comunal, los cuales tienen un área de 32 m². Así mismo, con el diseño finalmente revisado por el ingeniero y aprobado por la comunidad de Nueva Jerusalén, se realizó el predimensionamiento de los elementos estructurales que refiere a un sistema de mampostería confinada y la simulación en un modelo matemático de elementos finitos por medio del software Etabs 17 para verificar la integridad estructural del salón, y en SAP 2000 para la simulación del diseño de la cercha que sostiene la cubierta.

Los planos arquitectónicos, no solo componen el diseño sino también la distribución de las instalaciones de servicios de públicos entre los cuales se encuentran aguas lluvias, sanidad, hidráulica y eléctrica (iluminación y toma corriente); estas instalaciones se encuentran distribuidas en los dos pisos y estas a su vez se encuentran convergiendo en las acometidas respectivas. Cabe destacar que los planos de instalaciones cuentan con las convenciones según sea la norma aplicable (NTC 1500, RETIE).

Finalmente, con los diseños definitivos se realiza un análisis presupuestal para todas las actividades de obra; este proceso encierra un análisis de cantidades de obra, mano de obra (cuadrillas), análisis de precios unitarios (APU), análisis de costos indirectos (A.I.U) y el costo total del proyecto; de manera que el costo final destinado a este diseño del salón comunal es de \$ 451.922.959 COP.

9. RESULTADOS E IMPACTOS

9.1. RESULTADOS ESPERADOS

Tabla 9-1 Resultados esperados

Resultado	Indicador	Objetivo Relacionado
Plano topográfico del sector en estudio	Levantamiento topográfico a través de trabajos de campo.	Objetivo 1
Plano arquitectónico de la estructura.	Modelado por medio de software de diseño AutoCAD.	Objetivo 2
Diseño estructural del salón comunal y la cimentación	Programación a través de software y verificación mediante el título E de la NSR 10.	Objetivo 3
Distribución funcional de los servicios de agua y energía en el plano arquitectónico.	Modelado por medio de software de diseño AutoCAD.	Objetivo 4
Cantidades de obra y del valor total del salón comunal.	Informe del presupuesto de obra	Objetivo 5

Fuente: Elaboración Propia.

9.2. IMPACTOS

Tabla 9-2 Impactos

Aspecto	Impacto	Supuesto	Plazo
Social	Fortalecer el ambiente social y cultural sin generar impactos ambientales que puedan comprometer los espacios naturales y de recreación.	Mejora en la organización y calidad de vida para la población de la comuna.	Largo
Económico	Generar beneficios económicos a la comunidad en la prestación de este espacio social y generar mayores ingresos.	Crecimiento y desarrollo para la comunidad a través de ingresos que puedan beneficiar a los habitantes.	Largo
Académico	Fortalecer los espacios de conocimiento pedagógicos (Éticos, prácticos, ideologías, otros) los cuales puedan brindar beneficios para todos los adultos y niños de la comunidad.	Aporte social a la comunidad, con la entrega de los diseños del salón comunal para las necesidades planteadas por los habitantes de Nueva Jerusalén.	Corto
Técnico	Contribuir al desarrollo de nuevos modelos que permitan mejorar la calidad estructural para la creación de nuevos espacios sociales.	Realizar un diseño arquitectónico distinto dentro de un contexto extenso de la construcción de salones comunales en la ciudad.	Mediano
Científico	Incentivar a la investigación de nuevos estudios que puedan	Desarrollo e innovación de nuevos modelos estructurales para sistemas aporticados.	Largo

garantizar y contribuir al desarrollo de estructuras futuras.

Fuente: Elaboración Propia.

10. CONCLUSIONES Y TRABAJOS FUTUROS

10.1. CONCLUSIONES

- El diseño del salón comunal se hizo con el fin de presentar una alternativa de solución a las necesidades que presenta la comunidad de Nueva Jerusalén, cumpliendo con la normativa vigente de construcción y así poder entregar un proyecto que satisface las necesidades de reunión social, apoyo infantil y organización de eventos.
- Los planos topográficos elaborados a partir del levantamiento realizado en el predio, posibilitó el reconocimiento de las características físicas y geográficas del terreno en donde está ubicada la estructura, además permitió conocer la posición relativa de cada detalle sobre plano horizontal, el área y perímetro del lote.
- Se logra desarrollar el diseño arquitectónico con un área de 220 m² y dos pisos en el cual se comprende la distribución funcional de los espacios requeridos por la comunidad de nueva Jerusalén, el diseño arquitectónico trae consigo zonas de desarrollo pedagógico y administrativo para el beneficio de la comuna.
- Se logra un diseño estructural seguro en muros de mampostería confinada teniendo en cuenta los requisitos mínimos establecidos por el Título E “Casas de uno y dos pisos” de la Norma Técnica de Construcción Sismo Resistente (NSR-10). De igual modo, la simulación realizada por medio del software Etabs 17 permitió validar la capacidad de los elementos estructurales que la constituyen.
- Se logra realizar los planos referentes a las instalaciones eléctricas (RETIE), hidráulicas, sanitarias y de aguas lluvias (NTC 1500) cumpliendo con las normativas vigente y velando por el derecho a los servicios publico básicos para toda la comunidad de Nueva Jerusalén.
- El costo de realizar el diseño estructural de un salón comunal es de \$ 451.922.959 COP (Cuatrocientos cincuenta y un millones novecientos ventidos Mil novecientos cincuenta y nueve pesos colombianos), incluyendo costos indirectos, costos directos y un análisis detallado de mano de obra, materiales y equipos los cuales se ajustan al precio del mercado del departamento del Meta.

10.2. TRABAJOS FUTUROS

A partir de la entrega del documento final de proyecto de grado enfocado a la aplicación en temáticas de la ingeniería civil, se proporciona a la comunidad un precedente de diseños y planos como medio para que puedan iniciar la gestión ante las respectivas entidades gubernamentales, de la construcción del salón comunal y así asignar a los profesionales pertinentes en el desarrollo del proyecto que por varios años han soñado los habitantes del barrio de Nueva Jerusalén.

11. REFERENCIAS

- [1] Construcciones Nueva Jerusalén Limitada Ltda., Villavicencio, 1994.
- [2] CERTICALIDAD, «¿Qué es el levantamiento topográfico?,» 2009. [En línea]. Available: <https://www.certicalia.com/levantamiento-topografico/que-es-el-levantamiento-topografico>.
- [3] Universidad del Norte, «El análisis estructural,» 3 enero 2016. [En línea]. Available: <http://ylang-ylang.uninorte.edu.co:8080/Objetos/ingenieria/analisis-estructural/analisis.html>. [Último acceso: 2020].
- [4] Topoequipos S.A, «¿ QUE ES TOPOGRAFÍA ?,» 8 enero 2018. [En línea]. Available: <http://www.topoequipos.com/dem/qu-es/terminologia/que-es-topografa>. [Último acceso: 2019].
- [5] Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica NSR-10., «Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente,» Bogotá, 2010.
- [6] M. A. R. V. y. W. H. V. v. González Vergara Carlos Javier, Topografía Conceptos y Aplicaciones, ECOE EDICIONES.
- [7] «Levantamientos topograficos - planimetria,» 7 abril 2007. [En línea]. Available: http://www.fao.org/tempref/Fl/CDrom/FAO_Training/FAO_Training/General/x6707s/x6707s07.htm. [Último acceso: 2020].
- [8] Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, Reglamento de Construcción Sismo Resistente, Bogotá: Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica, 2010.
- [9] BECOSAN, «Becosan Concrete Floor-Made Better,» 2000. [En línea]. Available: <https://www.becosan.com/es/concreto-ciclopeo/>.
- [10] E. P. Wigner, «Theory of traveling wave optical laser,» *Phys. Rev.*, vol. 134, pp. A635-A646, 2005.
- [11] A. C. Sole, Instrumentación Industrial, Mexico: Alfaomega, 2006.
- [12] L. L. a. H. Miao, «A specification based approach to testing polymorphic attributes,» de *Formal Methods and Software Engineering: Proceedings of the 6th International Conference on Formal Engineering Methods, ICFEM 2004*, Seattle, WA, USA,, November 8-12.
- [13] A. Rezi and M. Allam,, «Techniques in array processing by means of transformations,» de *Control and Dynamic Systems Vol. 69*, San Diego, Academic Press, 1995, pp. 133-180.
- [14] F. Cañizares, ResearchGate, [En línea]. Available: https://www.researchgate.net/publication/308749559_DIFERENCIA_ENTRE_ESPECTRO_DE_RESPUESTA_ER_Y_ESPECTRO_DE_DISENO_ED.
- [15] C. A. L.Mendoza, «Estudios de Suelos, topograficos y diseños estructurales e hidrosanitarios con cantidades de obra para la construcción de un salón comunal,» San Jose de Cucuta, 2013.
- [16] A. H. J. G. L.Blanco, Análisis estático de estructuras por el método matricial, Málaga.
- [17] M. E. Mejía, Análisis Estructural básico (Apuntes de clase), Bogotá : Universidad Piloto de Colombia, 2016.
- [18] D. BRAJA, Fundamentos de Ingeniería de Cementación (4ta Edición), Mexico, D.F: Cengage Learning.
- [19] G. Ceron y D. Álvarez, «Propuesta de diseño estructural de un salón comunal y de un polideportivo tipo cancha múltiple, ubicados en el barrio,» Repositorio USTA, Villavicencio, 2019.
- [20] L. González y G. Alvarado, «Diseño estructural e hidrosanitario, cantidades de obra y presupuesto para la construcción del salón comunal del,» Repositorio USTA, Villavicencio, 2020.

ANEXO

ANEXO 1

ANEXO 1-1 CARTERA DE CAMPO

ANEXO 1-2 PLANO TOPOGRÁFICO

ANEXO 2

PLANOS ARQUITECTÓNICOS E INSTALACIONES

ANEXO 3

ANEXO 3-1 MEMORIAS DE CALCULO

ANEXO 3-2 MODELO ETABS 17

ANEXO 3-3 MODELO SAP 2000

ANEXO 3-4 PLANOS ESTRUCTURALES

ANEXO 4

PRESUPUESTO