

Práctica Empresarial en la empresa E & C Construcciones S.A.S. como auxiliar de proyectos en el área estructural

Sergio Andrés Padilla Quesada

Trabajo de Grado para Optar el título de Ingeniería Civil

Director

Alexis Vega Arguello

Ingeniero Civil, Magister en Ingeniería Estructural

Tutor

Julián Andrés Rojas Ariza

Ingeniero Civil, Especialista en gerencia de interventoría de obras civiles

Universidad Industrial de Santander

Facultad de Ingenierías Físico-mecánicas

Escuela de Ingeniería Civil

Bucaramanga

2022

Dedicatoria

A mi madre y a mis hermanos por su amor incondicional; a mi familia por su apoyo constante en cada paso de mi vida.

A mis amigos por acompañarme en cada momento de esta etapa universitaria, por darme una voz de aliento y consejos cada vez que fueron necesarios.

A mi pareja por brindarme su compañía, por darme motivación en los momentos de dificultad y por su cariño incondicional.

A E&C Construcciones por contribuir a mi formación profesional y a cumplir este objetivo.

Agradecimientos

Quiero agradecer primero a Dios por haberme permitido culminar esta etapa tan importante en mi vida, por darme fortaleza y sabiduría en los momentos de dificultad. A mi madre por dar siempre lo mejor y luchar incansablemente para ver a sus hijos profesionales, a mi familia y a mi novia por su acompañamiento en este proceso porque muchas veces vieron mis preocupaciones y me brindaron apoyo y palabras de aliento que me permitieron terminar esta etapa, a mis profesores de pregrado por sus enseñanzas y por siempre dar lo mejor para graduar profesionales íntegros y que representen la grandeza de la Universidad Industrial de Santander.

Tabla de Contenido

	Pág.
Introducción	8
1. Objetivos	9
1.1 Objetivo General	9
1.2 Objetivos Específicos	9
1.3 Alcances - resultados esperados	9
2. Cuerpo del trabajo	11
2.1 Marco Teórico	11
2.1.1 Estructuras en la Ingeniería Civil	11
2.1.2 Planos estructurales	11
2.1.3 Cálculo de cantidades de obra	12
2.1.4 Diseño de estructuras	12
2.1.5. Etapas del diseño de estructuras	13
2.1.6 Memorias de cálculo estructural	14
2.1.7 Entregables	15
2.2 Metodología	16
2.2.1 Etapa 1: vinculación, inducción y asignación de actividades a realizar	16
2.2.2 Etapa 2: Reconocimiento de las actividades asignadas	16
2.2.3 Etapa 3: Ejecución de las actividades asignadas	17
2.2.4 Etapa 4: Balance de las actividades realizadas	18
2.3 Resultados	19
2.3.1 Apoyo en las actividades de diseño estructural	19
2.3.2 Apoyo en la realización de planos estructurales y en el cálculo de cantidades de obra	20
2.3.3 Participación en la elaboración de memorias de cálculo estructural	37
2.3.4 Participación en la organización de entregables para la radicación de proyectos a entidades	38
2.3.5 Consideraciones	40
3. Conclusiones	45
4. Referencias	47

Lista de figuras

Figura 1	20
Figura 2	21
Figura 3	21
Figura 4	22
Figura 5	22
Figura 6	23
Figura 7	24
Figura 8	24
Figura 9	25
Figura 10	25
Figura 11	26
Figura 12	26
Figura 13	27
Figura 14	27
Figura 15	28
Figura 16	29
Figura 17	29
Figura 18	30
Figura 19	30
Figura 20	31
Figura 21	31
Figura 22	32
Figura 23	32
Figura 24	33
Figura 25	33
Figura 26	34
Figura 27	35
Figura 28	35
Figura 29	36
Figura 30	36
Figura 31	37
Figura 32	38
Figura 33	39
Figura 34	43
Figura 35	43

Resumen

Título: Práctica Empresarial en la empresa E & C Construcciones S.A.S. como auxiliar de proyectos en el área estructural^{1*}

Autor: Sergio Andrés Padilla Quezada^{2**}

Palabras clave: Proyectos, estructural, planos, memorias, cantidades.

Descripción:

En el presente escrito se describen las etapas y los resultados de las actividades realizadas en el marco del cumplimiento de la práctica empresarial como auxiliar de proyectos, enfocados en el área estructural. Lo anterior, con el fin de optar por el título de ingeniero civil. En el informe se pueden ver de manera organizada cada una de las etapas que fueron: la vinculación, inducción y asignación de actividades a realizar, el reconocimiento de las actividades asignadas, la ejecución de las actividades asignadas y el balance de las actividades realizadas. Además, se presentan los resultados obtenidos en la ejecución de las actividades asignadas: apoyo en la realización de planos estructurales y cálculo de cantidades de obra, apoyo en las actividades de diseño estructural, participación en la elaboración de memorias de cálculo estructural y participación en la organización de entregables para radicación de proyectos a entidades.

^{1*} Trabajo de Grado

^{2**} Facultad de Ingenierías Fisicomecánicas. Escuela de Ingeniería Civil. Alexis Vega Arguello.

Abstract

Title: Business practices in the company E&C Construcciones S.A.S. as project assistant in the structural area^{3*}

Author: Sergio Andrés Padilla Quezada^{4**}

Keywords: Projects, structural, plans, memories, quantities.

Description:

This document describes the phases and results of the carried-out activities during the period of the business practice as a project assistant, focused on the structural area. That, for to opt the title of civil engineer. In this report it can see on an organized the phases mentioned that phases were the entailment, induction, and assignment of activities to be carried out, the recognition of the assigned activities, the execution of the assigned activities and the balance of the activities carried out. Also, the results obtained in the execution of the assigned activities are presented as support in the carrying out structural plans and calculation of work quantities, support in structural design activities, participation in preparation of structural calculation reports and participation in the organization of deliverables for filing projects to entities.

^{3*} Degree Work

^{4**} Faculty of Physicomechanical Engineering. School of Civil Engineering. Alexis Vega Arguello.

Introducción

En el amplio mundo de la ingeniería civil, una de las ramas más importantes es el área de estructuras, esta se encarga del diseño y el cálculo de elementos y sistemas estructurales con el fin de poder transformarlos en estructuras reales. Según lo anterior, no es de extrañar que este proceso sea de vital importancia a la hora de planear una construcción, pues: “El diseño estructural, visto como un proceso, involucra todas aquellas actividades encaminadas a la definición de las propiedades del sistema (estructural) que proporcionan de manera económica resistencia y rigidez a la construcción” (De la Colina, J y Ramírez, H. La ingeniería estructural. *Ciencia Ergo sum*, 7(2)171-177. <https://n9.cl/kc0pm>). En este sentido, la correcta ejecución de un diseño estructural permite ahorrar tiempo y recursos al tener una planificación adecuada del proyecto, lo cual evitará fallas en las estructuras y como consecuencia pérdidas económicas e incluso, humanas.

Teniendo en cuenta lo mencionado y el hecho de que la Universidad Industrial de Santander ofrece la alternativa de realizar práctica empresarial como modalidad de proyecto de grado, se toma la decisión de elegir esta opción con el fin de ampliar los conocimientos adquiridos durante los años de formación académica y así fortalecer las competencias personales y profesionales en una de las áreas que representa un mayor interés en el caso particular del estudiante. Entonces, con el fin de ampliar sus conocimientos y culminar sus actividades misionales con la universidad (Proyecto de grado), el estudiante se compromete a cumplir de manera ética e idónea las actividades que la empresa E&C Construcciones S.A.S. ponga a su cargo, esto en miras de realizar una excelente praxis de la ingeniería civil, en representación de la universidad.

Ahora, cabe mencionar que en el presente artículo se evidenciarán las actividades que se realizarán a lo largo de la práctica, la metodología y el cronograma de actividades planteadas para el periodo de la práctica empresarial como auxiliar de proyectos enfocados en el área estructural.

1. Objetivos

1.1 Objetivo General

Desarrollar práctica empresarial como auxiliar de Ingeniería Civil en la empresa E&C Construcciones S.A.S. llevando a cabo actividades relacionadas con proyectos especialmente en el área de estructuras.

1.2 Objetivos Específicos

- Apoyar las actividades de realización de planos estructurales y cálculo de cantidades de obra.
- Realizar labores de apoyo en las actividades de diseño estructural.
- Participar en la elaboración de memorias de cálculo estructural.
- Participar en la organización de entregables para radicación de proyectos a entidades.

1.3 Alcances - resultados esperados

La práctica empresarial se desarrollará durante el segundo semestre del año 2021, una vez la propuesta sea aceptada por el comité de trabajo de grado de la escuela de ingeniería civil de la Universidad Industrial de Santander. La práctica se realizará como auxiliar de ingeniería dando apoyo al grupo de proyectos, de la empresa E&C Construcciones S.A.S. durante la práctica ingenieril. Las labores por realizar serán las siguientes:

- Recolección de información de los estudios de suelos o sondeos (carga admisible, perfil de suelos, ángulo de fricción, peso específico, módulo de balastos, entre otros) para aplicación en el modelado de estructuras.
- Buscar los parámetros sísmicos de la zona de estudio, con base en el Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente (NSR-10 Capítulo A), para cada proyecto existente.
- Manejo de *softwares* (AutoCAD 2021 y Civil 3D 2021).
- Elaboración de memorias de cantidades de obra para presupuesto de proyectos.
- Apoyo en la elaboración de entregables para radicación de proyectos a entidades.
- Realización de planos estructurales según disposiciones del diseñador estructural.
- Participación en la elaboración de memorias estructurales.

2. Cuerpo del trabajo

2.1 Marco Teórico

El marco teórico que se tendrá en cuenta para cumplir con los objetivos planteados se nutrirá con los siguientes conceptos:

2.1.1 Estructuras en la Ingeniería Civil

Las estructuras en la ingeniería civil se definen como:

(...) la parte de la construcción destinada a soportar su propio peso y las acciones exteriores sin perder las condiciones de funcionalidad para las que fue concebida la obra. Los únicos desplazamientos que pueden sufrir estas estructuras son resultado de las deformaciones internas (Reboredo, A. 2021. p. 11).

Teniendo en cuenta lo mencionado por el autor, es de gran importancia plantear una correcta definición, ya que en muchos de los casos se evade lo esencial que es impedir o limitar el movimiento y esto lleva a que muchas de las estructuras en la ingeniería civil fracasen, ya que son creadas para resistir los esfuerzos, pero no impiden el movimiento, pues, según Reboredo, de esto resulta que “conceptualmente la estructura no debe separarse de la construcción de la que hace parte y que la coherencia entre el sistema estructural y el sistema constructivo es esencial” (Reboredo, A. 2021. p. 11).

2.1.2 Planos estructurales

Los planos estructurales son la representación gráfica de todos los elementos estructurales que se plantean en un proyecto. También:

Tienen como misión, definir, junto con otros documentos de forma unívoca el objeto del proyecto; y definir las obras estructurales que ha de desarrollar el contratista. También son los documentos más utilizados y por ello han de ser completos, suficientes y concisos, es decir, incluir toda la información necesaria para poder ejecutar la obra del proyecto en la forma más concreta posible y sin dar información inútil o innecesaria. (Cáceres y Jaimes. 2007, p. 29)

En ese sentido, es necesario tener en cuenta que si se presentan errores en los planos probablemente esto conlleva a tener repercusiones en el proyecto, por ejemplo, reclamaciones jurídicas, entre otros. Por esto la importancia de realizar un buen trabajo a la hora de representar los elementos estructurales.

2.1.3 Cálculo de cantidades de obra

El cálculo de cantidades de obra es el procedimiento dinámico y estructurado que complementariamente permite la posibilidad de dar vigilancia a los datos obtenidos de cualquier actividad presente en una obra. Este proceso es de gran importancia ya que los proyectos de construcción se encuentran sujetos a errores, incompatibilidades e incongruencias en las fases de diseño, lo que se traduce en retrasos, disminución de la calidad o el aumento del costo de los proyectos. Para el cálculo de cantidades de obra existen muchas metodologías para las cuales se emplean formatos que deben adaptarse al mayor número probable de condiciones. (Rincón Vargas, 2018)

2.1.4 Diseño de estructuras

El diseño estructural es una metodología de investigación acerca de la estabilidad, resistencia y la rigidez de las estructuras. Este es un proceso creativo en el cual se determina la forma y las

características de la estructura de una construcción. El objetivo final del diseño estructural es generar una estructura segura y económica que satisfaga una necesidad. Las consecuencias de la falla de una estructura pueden ser muy graves en términos de pérdidas humanas y económicas, por ello a esta labor se le añaden avances importantes como la incorporación de nuevos materiales, de nuevos sistemas estructurales, el desarrollo y el uso de herramientas de cómputo más sofisticadas que permitan la generación de modelos más cercanos a la realidad. (Colina Martínez, J. & de Alba, H. R., 2000)

2.1.5. Etapas del diseño de estructuras

Para la elaboración de un diseño estructural se necesita desarrollar etapas bajo un mismo criterio, con el fin de desarrollar el cálculo de la estructura y modelar su comportamiento frente a agentes externos también llamados solicitaciones. A continuación, se describen las etapas del diseño estructural:

a) Estructuración:

“Esta etapa define el sistema o sistemas estructurales que, de manera global, darán a la construcción resistencia y rigidez para que responda satisfactoriamente ante las acciones (cargas) a las que previsiblemente pueda someterse” (Colina Martínez, J. & de Alba, H. R., 2000, p. 172). Es de gran importancia definir tanto los sistemas estructurales, como los materiales que mejor se adapten a este, ya que, lo anterior impactará en gran medida al proyecto en general.

b) Análisis:

En esta etapa se agrupan:

(...) las tareas necesarias para evaluar la respuesta de la estructura ante las acciones que puedan preverse. Para esto, deben estimarse las magnitudes y distribuciones de las acciones y

aplicarlas a un modelo (generalmente analítico) a fin de determinar su respuesta (deformación) y la distribución de fuerzas entre los distintos elementos que conforman la estructura (Colina Martínez, J. & de Alba, H. R., 2000, p. 172).

Ahora, es importante resaltar que este proceso se realiza con la ayuda de programas de cómputo creados para esta labor, teniendo en cuenta que hasta este momento la estructura solo existe en el papel. “Esta etapa también arroja información sobre las reacciones que la estructura transmitirá al suelo. Información útil para el diseño de la cimentación y el análisis de posibles asentamientos de la estructura, es decir, determinar si serán tolerables”. (Colina Martínez, J. & de Alba, H. R., 2000, p. 172). La información obtenida en esta fase es de gran importancia, ya que nos brindará los datos necesarios para dar paso a la siguiente etapa.

c) Dimensionamiento:

En esta etapa: “(...) se seleccionan las dimensiones y características de todos los elementos de la estructura a fin de que ésta responda con seguridad (y funcionalidad) a las acciones predeterminadas” (Colina Martínez, J. & de Alba, H. R., 2000, p. 172). Es importante mencionar que, para elegir el dimensionamiento de los elementos estructurales debe comprobarse que estas dimensiones impedirán que estos fallen antes las diferentes condiciones de carga, además impedir que la estructura en su conjunto se deforme de manera considerable.

2.1.6 Memorias de cálculo estructural

“Una memoria de cálculo estructural es un documento descriptivo donde se reflejan de manera exhaustiva los procedimientos aplicados, en este caso, para el cálculo de determinada estructura y el dimensionamiento de cada uno de sus elementos”. (2021. Extraído de: <https://onx.la/36933>). Para que la memoria cumpla con su función, la misma debe contener y

transmitir con claridad una serie de capítulos o contenidos mínimos, que pueden variar según la normativa de cada país o el tipo de estructura.

2.1.7 Entregables

Un entregable se define como: “(...) cualquier producto, resultado o capacidad único y verificable para ejecutar un servicio que se produce para completar un proceso, una fase o un proyecto” (Project Management Institute, Inc. 2017, p. 4). En ese sentido, los entregables en los proyectos corresponden a los diferentes folios que se entregan luego de los estudios y diseños realizados con el fin de dar una visión de lo que sería el proyecto.

2.2 Metodología

Durante el desarrollo de la práctica empresarial se plantean las siguientes etapas para dar cumplimiento a los objetivos propuestos, estas serán supervisadas por el tutor, cabe resaltar que al tratarse de diferentes actividades no se realizarán de manera secuencial, sino en la medida que sea necesaria la realización de estas.

2.2.1 Etapa 1: vinculación, inducción y asignación de actividades a realizar

Se realiza la vinculación a la empresa y posteriormente, al cargo. Se hace un recorrido por las instalaciones, reconociendo los grupos de trabajo y el rol que desempeñan dentro de la compañía. Seguido a esto, se asigna el grupo de trabajo y, por ende, hay un acercamiento con la persona que está a cargo del liderazgo del equipo, en este caso el ingeniero de infraestructura.

Una vez terminada la inducción a la empresa y al grupo de trabajo, se lleva a cabo la asignación de las actividades como auxiliar, las cuales son: apoyar la realización de planos estructurales y el cálculo de cantidades de obra, labores de apoyo en el área de diseño estructural, participación en la elaboración de memorias de cálculo estructural y participación en la organización de los entregables para la radicación de proyectos a las entidades correspondientes.

2.2.2 Etapa 2: Reconocimiento de las actividades asignadas

Al asignarse las funciones como auxiliar, se conocieron los pormenores a realizar en cada una de ellas:

- Apoyar las actividades de realización de planos estructurales y cálculo de cantidades de obra: se reciben planos realizados previamente por uno de los profesionales de la empresa para que sirvan de guía a la hora de ejecutar dicha función que consiste en dibujar los planos de los proyectos que fuesen asignados al grupo de infraestructura, lo

anterior, de la mano del ingeniero estructural de la empresa. En cuanto al cálculo de cantidades se reciben los formatos que se usan según el proyecto con el fin de realizar el cálculo de cantidades de obra, con énfasis en la parte estructural, y consignarlas en dicho documento.

- Realizar labores de apoyo en las actividades de diseño estructural: en este caso, se recibe el estudio de suelos para ser revisado y realizar un resumen de las conclusiones y recomendaciones que mencionaban los geotecnistas sobre el proyecto y que fueran relevantes en cuanto a la parte estructural, por ejemplo: la carga admisible del suelo, factores como la A_a , A_v , F_a , F_v ; factor de importancia, tipo de cimentación recomendada, entre otros.
- Participar en la elaboración de memorias de cálculo estructural: se reciben por parte del ingeniero estructural las memorias preliminares arrojadas por el *Software* CYPECAD, estas se organizan y se les agrega información adicional sobre el lugar en que se realizaría la obra y los parámetros que arroje el estudio de suelos.
- Participar en la organización de entregables para radicación de proyectos a entidades: en este caso, la participación estaba enfocada en la elaboración de informes fotográficos, especificaciones técnicas y procesos constructivos.

2.2.3 Etapa 3: Ejecución de las actividades asignadas

Durante esta etapa, el practicante ejecuta las actividades asignadas por el ingeniero a cargo, cumpliendo con las especificaciones recibidas, entre estas el tiempo y las características propias para cada actividad. En el caso de los planos estructurales se entregarán en el formato DWG. Lo anterior, se llevará a cabo en los siguientes proyectos:

- “Construcción de salón múltiple y laboratorio de fisicoquímica del Instituto Agropecuario Santa Rosa, en el corregimiento de Santa Rosa municipio de Bolívar, Santander

2.2.4 Etapa 4: Balance de las actividades realizadas

Finalmente, el practicante hará un balance de las actividades que haya realizado a lo largo de su práctica. Además, realizará el informe pertinente para que su director de proyecto de grado pueda avalar el proceso. En este punto se hablará de los objetivos alcanzados y según las expectativas iniciales.

2.3 Resultados

En este apartado, los resultados se expondrán según las actividades en las que se participó como auxiliar de proyectos. entonces, se mostrará cada etapa y se explicarán las funciones que cumplió el practicante en el siguiente proyecto: “Construcción de salón múltiple y laboratorio de fisicoquímica del Instituto Agropecuario Santa Rosa, en el corregimiento de Santa Rosa municipio de Bolívar, Santander”

2.3.1 Apoyo en las actividades de diseño estructural

El apoyo en las actividades de diseño estructural estuvo enfocado en la obtención de información, en forma de resumen, para los diseños realizados por el diseñador estructural de la empresa. Para ello, se hizo una lectura del estudio de suelos de los proyectos y una tabla resumen de los parámetros que el diseñador estructural consideró que eran relevantes en este diseño. En ese sentido, a los parámetros que se podían calcular por procesos pertenecientes a la NSR10 se les hizo una revisión para comprobar que estuvieran calculados correctamente, estos parámetros fueron: la zona de amenaza sísmica, coeficiente de aceleración pico efectiva (A_a), coeficiente de velocidad horizontal pico efectiva, coeficiente de importancia, perfil de suelo, coeficiente de amplificación del suelo para la zona de períodos cortos del espectro (F_a) y coeficiente de amplificación del suelo para la zona de períodos intermedios del espectro (F_v), en el caso de la Capacidad Portante (Ton/m^2) y Tipo de Cimentación recomendada los datos fueron tomados directamente del estudio de suelos que se realizó. Lo anterior, se puede evidenciar en la ilustración 1, ya que, en cada una se muestran los datos y las variaciones del municipio en el que se proyectó el diseño.

Figura 1*Síntesis de parámetros de diseño*

PARAMETROS DE DISEÑO SÍSMICO SALÓN MÚLTIPLE Y LABS. BOLIVAR	
Zona de Amenaza Sísmica	Intermedia
Coeficiente de aceleración pico efectiva (Aa)	0,15
Coeficiente de velocidad horizontal pico efectiva	0,15
Coeficiente de importancia	1,25 (III)
Perfil de Suelo	D
Coeficiente de amplificación del suelo para la zona de periodos cortos del espectro (Fa)	1,5
Coeficiente de amplificación del suelo para la zona de periodos intermedios del espectro (Fv)	2,2
Capacidad Portante (Ton/m ²)	7,5
Tipo de Cimentación recomendada	Zapatas Aisladas unidas por vigas de amarre

2.3.2 Apoyo en la realización de planos estructurales y en el cálculo de cantidades de obra

En el proyecto “Construcción de salón múltiple y laboratorio de fisicoquímica del Instituto Agropecuario Santa Rosa, en el corregimiento de Santa Rosa municipio de Bolívar, Santander”, se participa en la elaboración de los planos estructurales. Para dicho fin, se recibieron por parte del diseñador unos detalles preliminares arrojados por el *software* CYPECAD luego de realizar el diseño y constatar que cumplieran con la NSR10. En ese momento, se procede a configurar el rótulo para los planos y se añadieron las especificaciones técnicas en todos los rótulos. Seguido, se realizó una vista de la planta de cimentación del salón múltiple, el despiece de las zapatas, el despiece de las vigas de cimentación, el detalle del concreto ciclópeo y el detalle de la losa de antepiso. Lo anterior, se puede observar en las ilustraciones 2, 3, 4, 5 y 6.

Figura 2

Planta de cimentación y despiece de vigas de cimentación del salón múltiple.

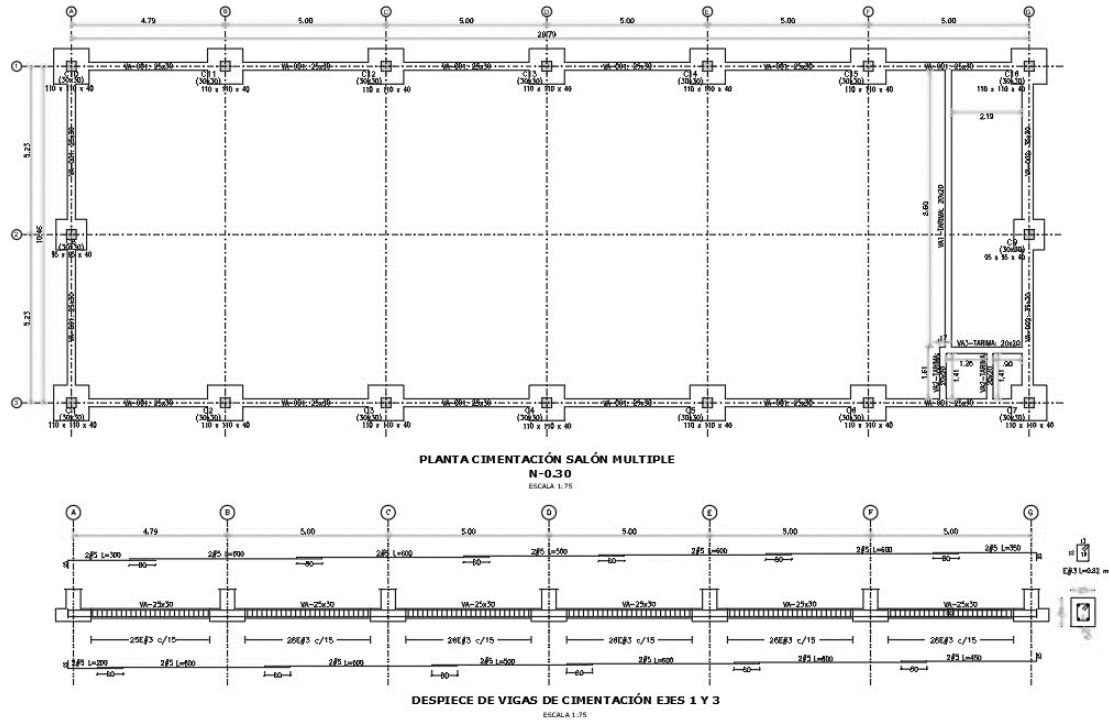


Figura 3

Detalle de concreto ciclópeo del salón múltiple.

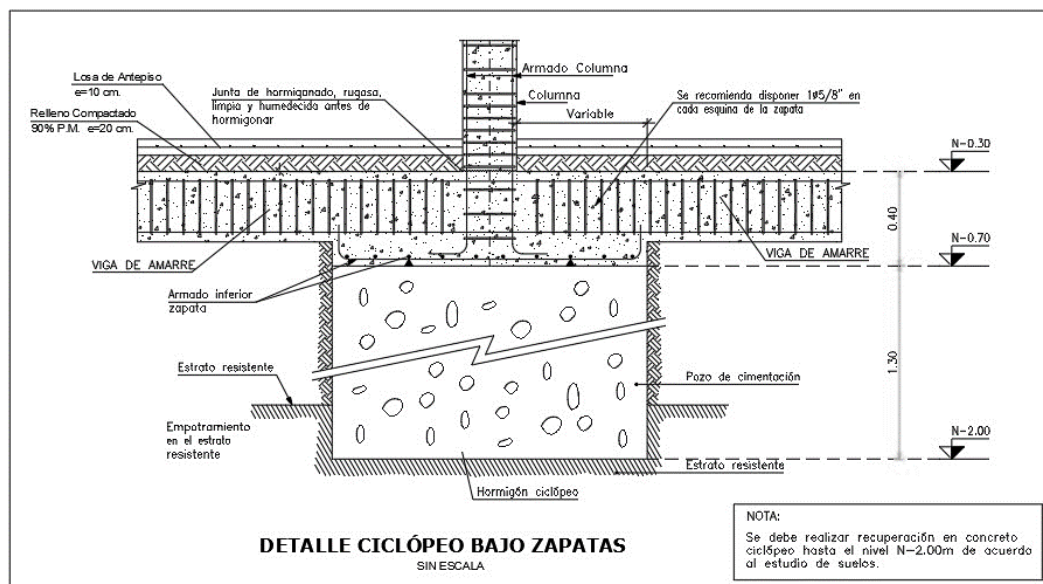


Figura 4

Despiece y detalle de vigas de cimentación del salón múltiple y especificaciones técnicas.

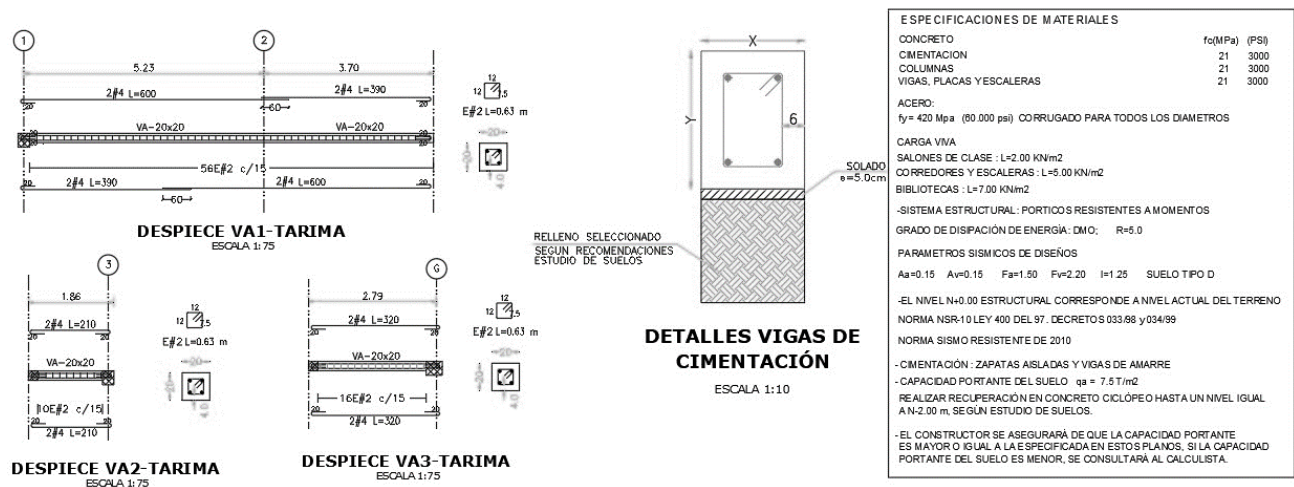


Figura 5

Despiece de zapatas, nomenclatura de zapatas y columnas, cuadro de elementos de cimentación y sección de losa de antepiso.

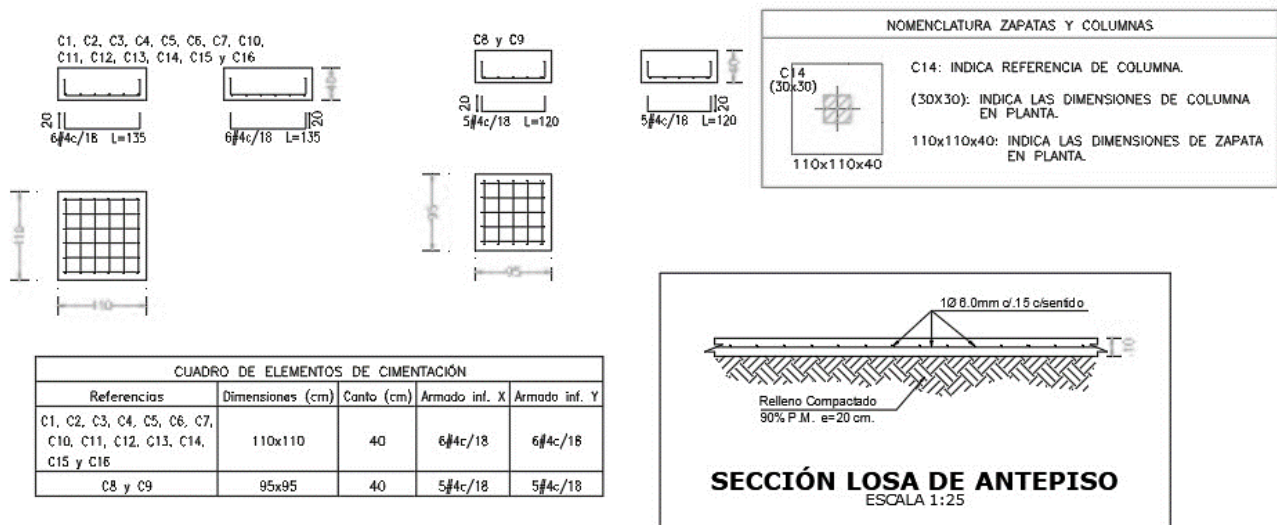
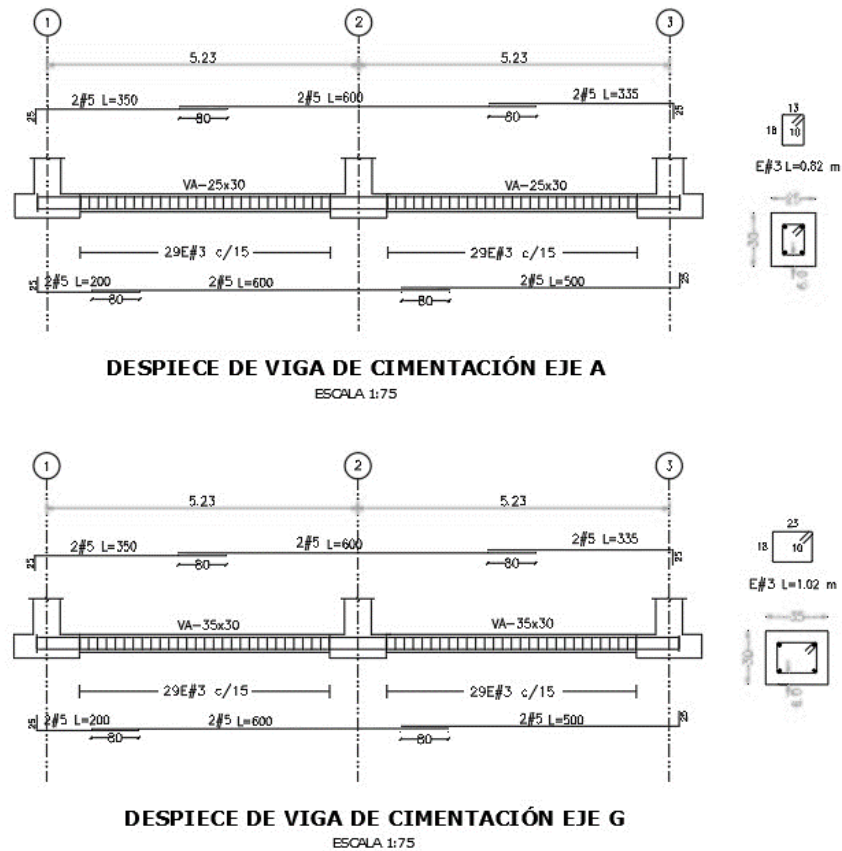


Figura 6

Despiece de vigas de cimentación del salón múltiple.



Continuando con la elaboración de los planos estructurales se realizó una planta a un nivel intermedio del salón múltiple para mostrar la ubicación de las vigas perimetrales encontradas en este nivel, además, se llevó a cabo el despiece de las vigas aéreas del nivel intermedio y el despiece de las columnas del salón múltiple, como se puede observar en las ilustraciones 7, 8 y 9.

Figura 7

Planta intermedia del salón múltiple.

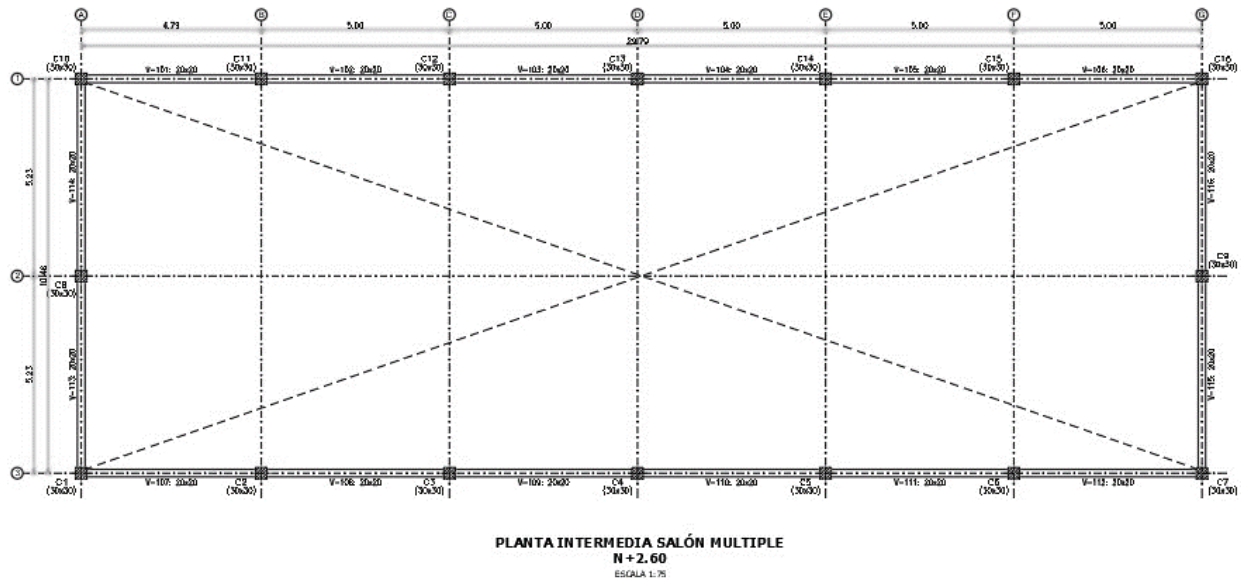


Figura 8

Despiece de vigas aéreas, nivel intermedio, salón múltiple.

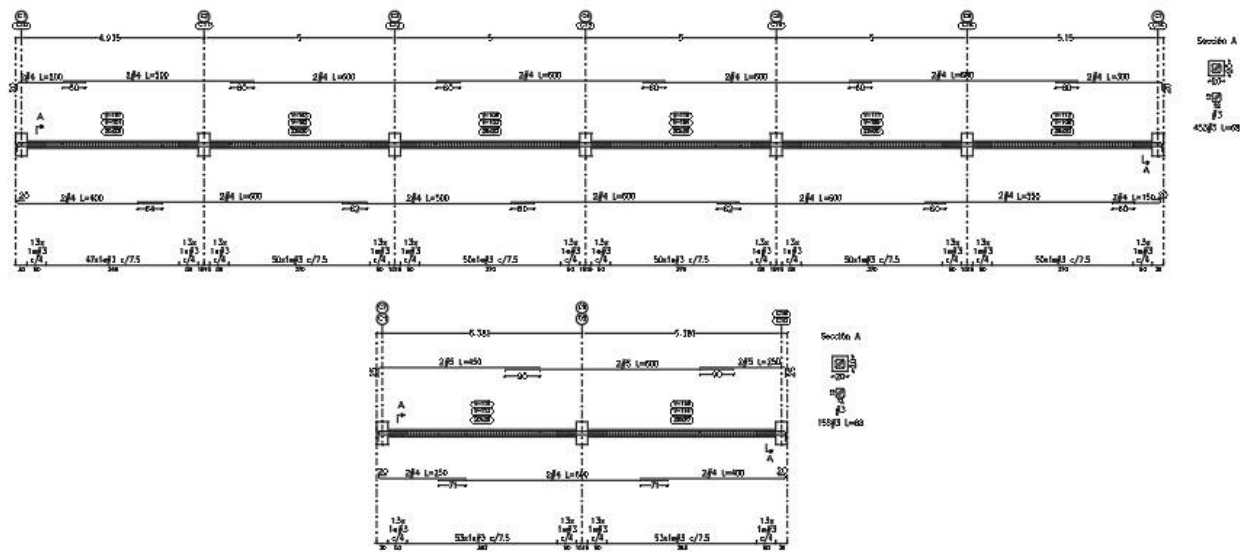
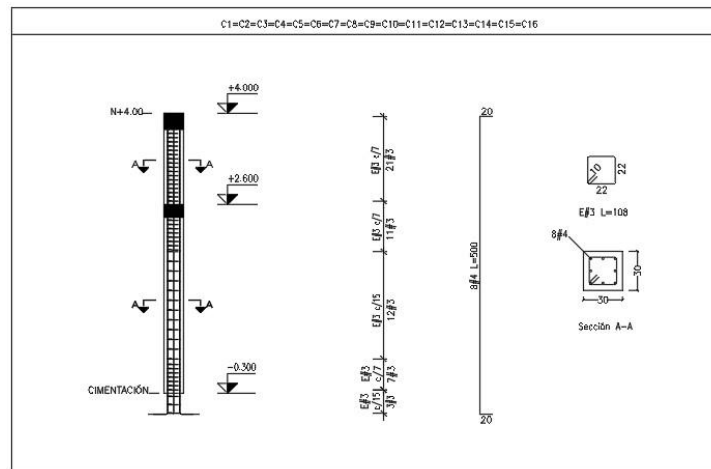


Figura 9

Despiece de columnas del salón múltiple.



Seguido a esto, se realizó una planta al nivel superior de la estructura de pórtico del salón múltiple, lo anterior, para mostrar la ubicación de las vigas perimetrales encontradas en el nivel superior, además, se llevó a cabo el despiece de las vigas aéreas del nivel superior y se añadió un detalle del isométrico general de la estructura de la cubierta. Esto se puede observar con mayor detalle en las ilustraciones 10, 11 y 12.

Figura 10

Planta superior del salón múltiple.

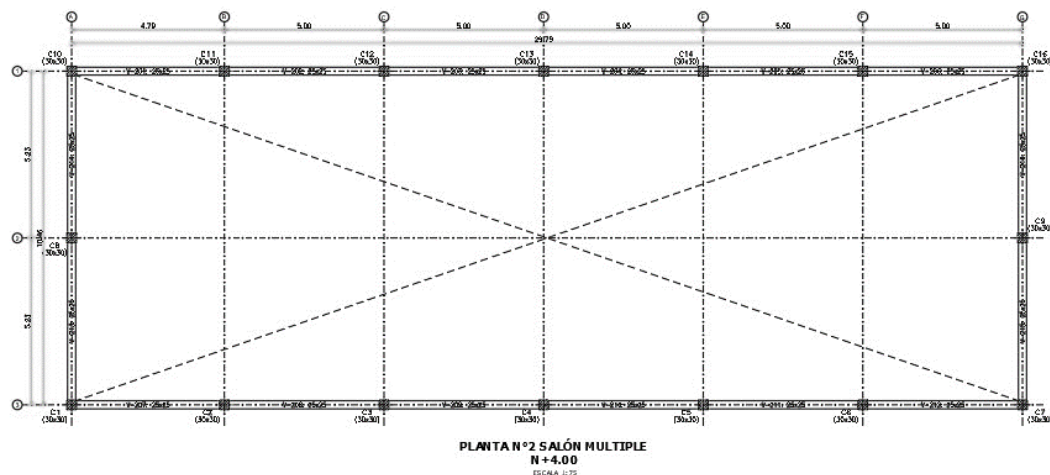


Figura 11

Despiece de vigas de nivel superior del salón múltiple.

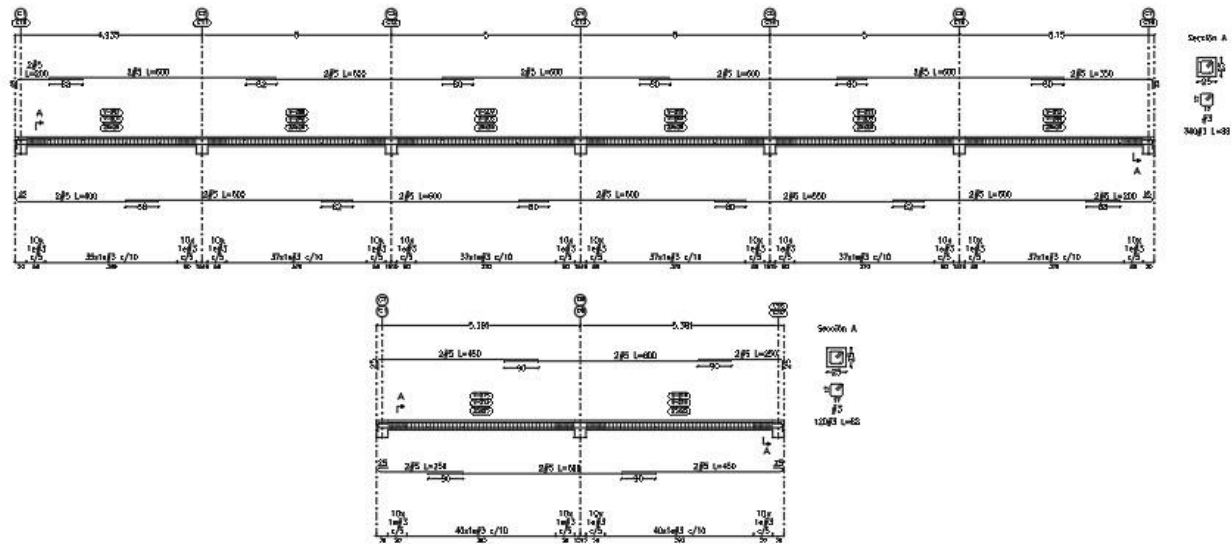
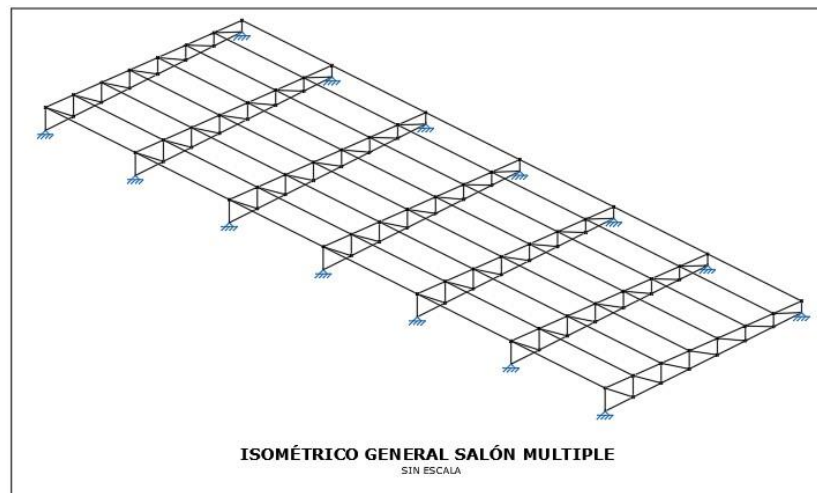


Figura 12

Isométrico general del salón múltiple.



Continuando con la elaboración de los planos estructurales, se realizó la planta de la cubierta del salón múltiple ubicando cada uno de los elementos de la estructura, además se agregó el detalle de las cerchas, nombrando los perfiles estructurales que la conforman. Para cada uno

de estos perfiles se realizó un detalle de la sección transversal y a esto se le sumaron el perfil de la sección de las correas y el detalle del templete de las correas. Esto se puede observar en las ilustraciones 13, 14 y 15.

Figurn 13

Planta de cubierta del salón múltiple.

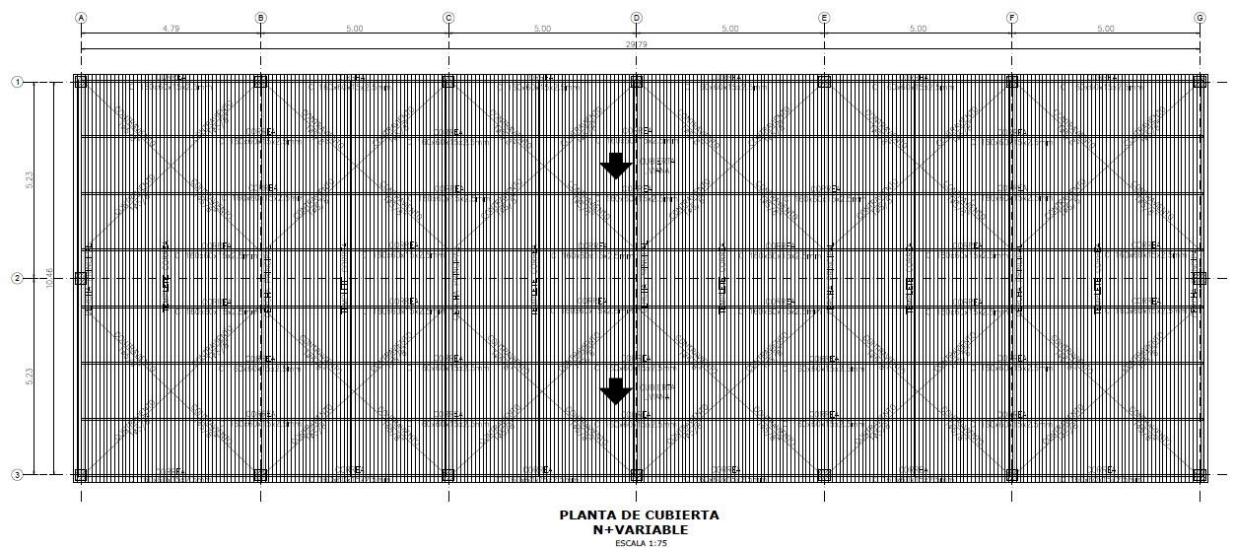


Figura 14

Detalle de cercha y detalle del templete de las correas del salón múltiple.

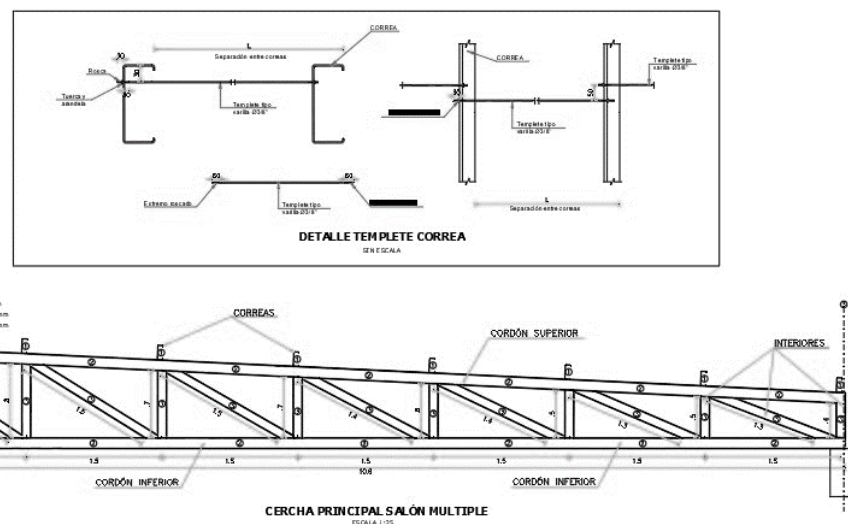
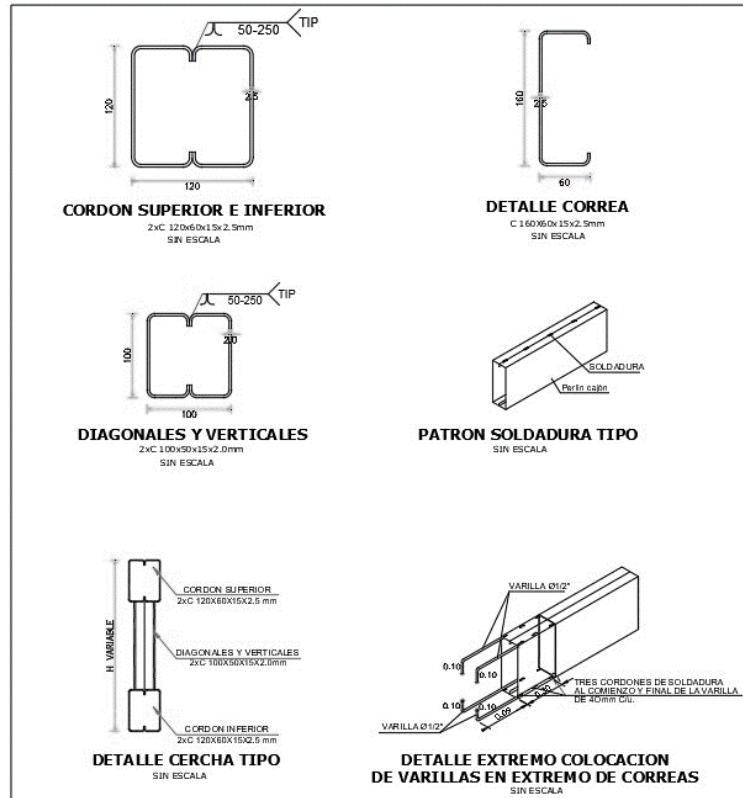


Figura 15

Sección transversal de perfiles estructurales, patrón de soldadura tipo y detalle de cercha tipo del salón múltiple.



También, se realizó una vista de la planta de cimentación de los laboratorios, el despiece de las zapatas, el despiece de las vigas de cimentación, el detalle del concreto ciclópeo, el detalle de las ménsulas de apoyo y el detalle de la losa de antepiso. Lo anterior, se puede observar en las ilustraciones 16, 17, 18, 19 y 20.

Figura 16

Planta de cimentación, despiece de zapatas y cuadro de elementos de cimentación de los laboratorios.

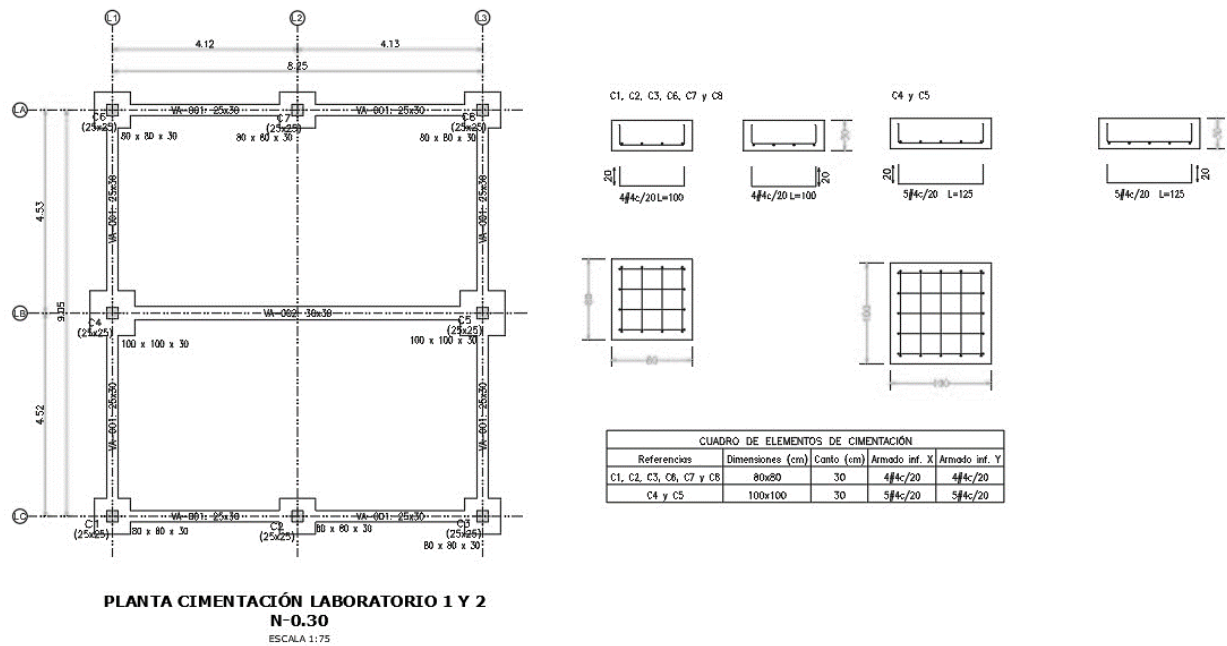


Figura 17

Detalle de concreto ciclópeo de los laboratorios

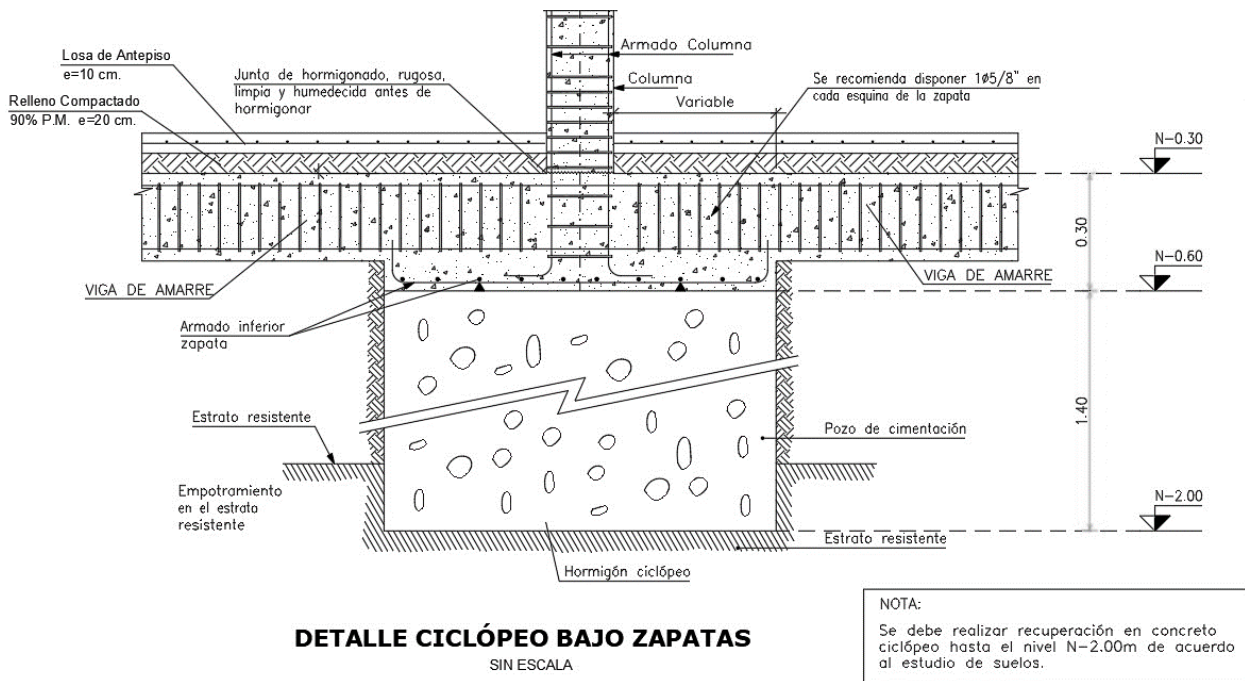


Figura 18

Detalle de ménsula, sección de losa de antepiso y despiece de vigas de cimentación de los laboratorios.

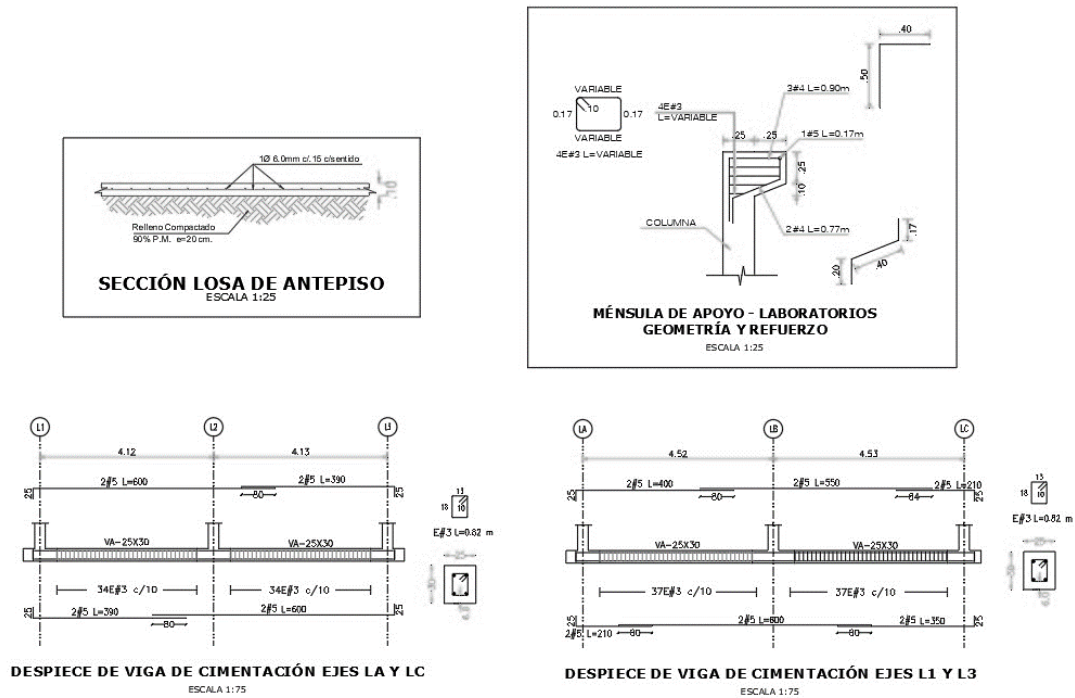


Figura 19

Despiece y detalles de vigas de cimentación de los laboratorios y ménsula de apoyo del salón múltiple.

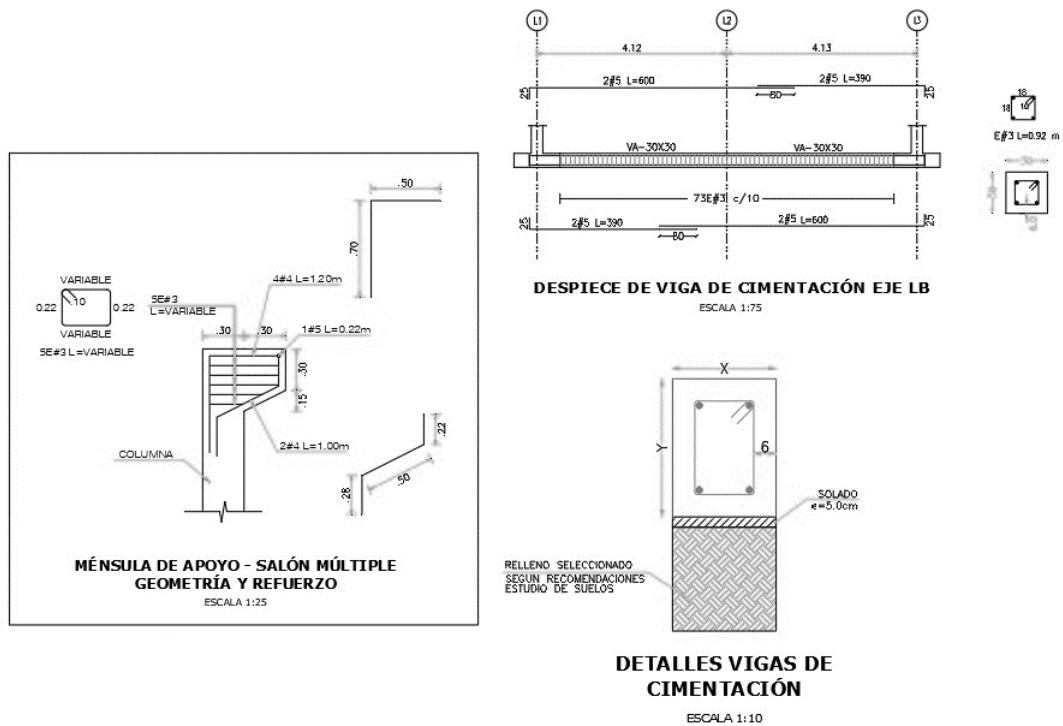
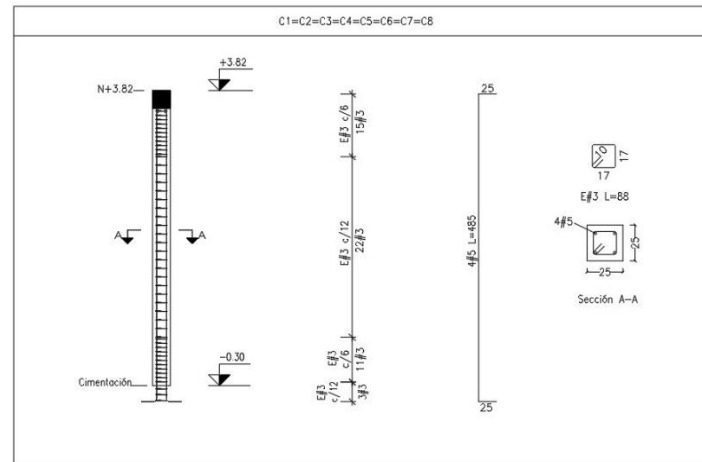


Figura 20

Despiece de columnas de los laboratorios.



Seguido, se realizó una planta al nivel superior de la estructura de pórtico de los dos laboratorios, esto se hizo para mostrar la ubicación de las vigas perimetrales encontradas en el nivel superior. Se procedió a hacer el despiece de las vigas aéreas del nivel superior y se añadió un detalle de las culatas que se ubicarían en las zonas laterales y frontal de los laboratorios. Una parte de estos detalles se pueden observar en las ilustraciones 21 y 22.

Figura 21

Planta intermedia y planta superior de los laboratorios.

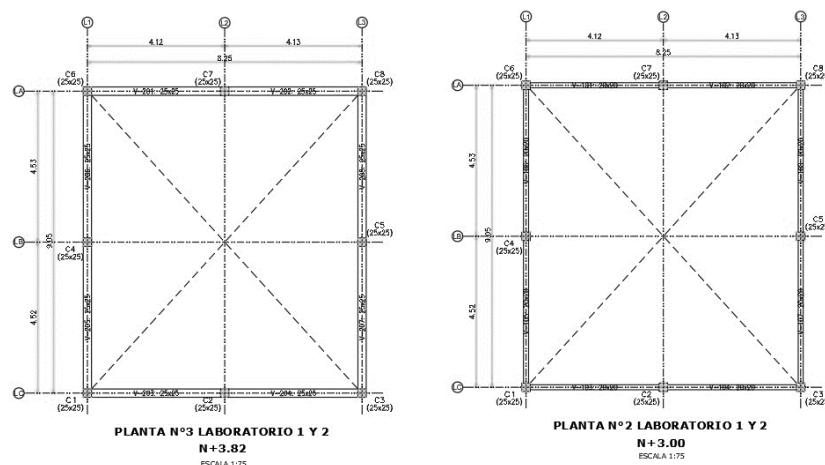


Figura 24

Planta de cubierta de los laboratorios.

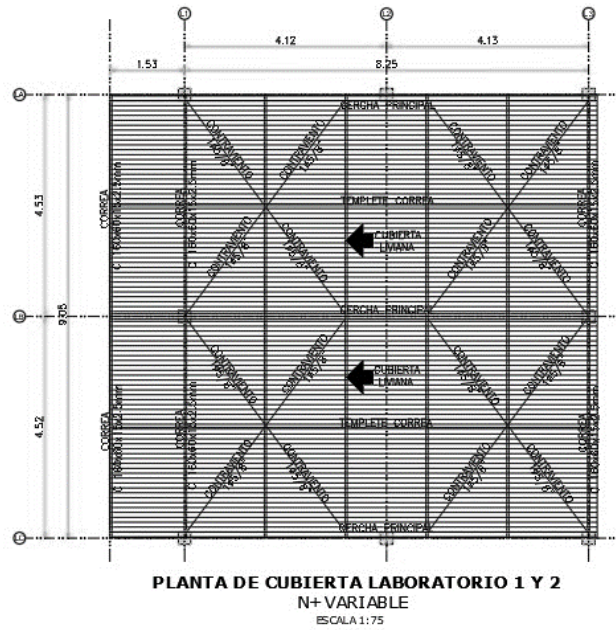
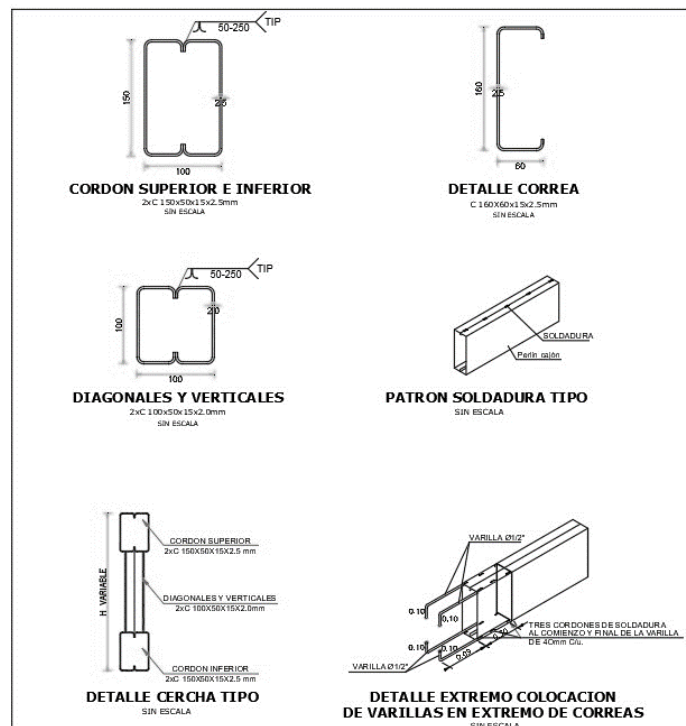


Figura 25

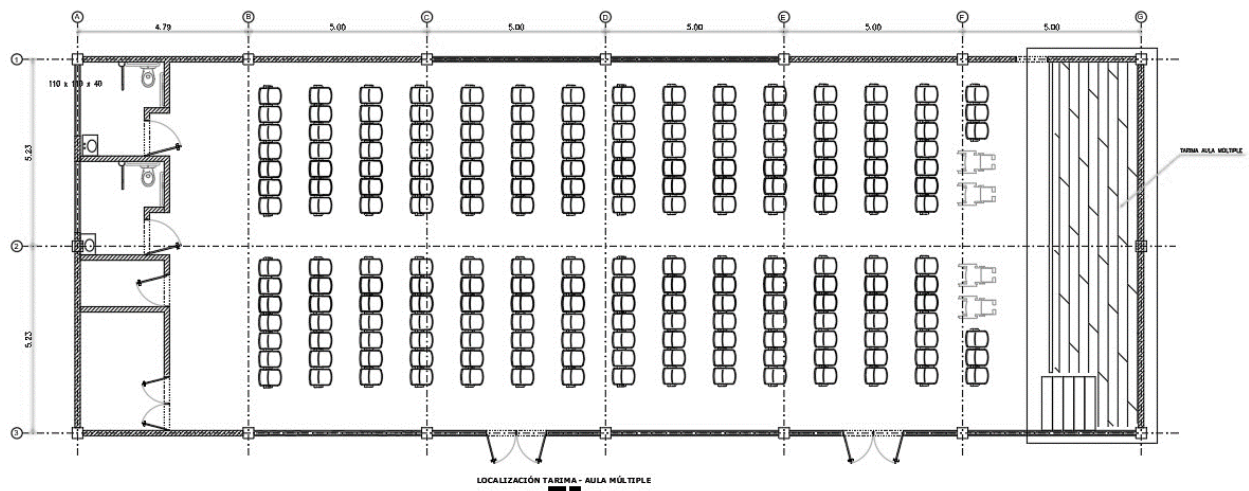
Sección transversal de perfiles estructurales, patrón de soldadura tipo y detalle de cerchas tipo de los laboratorios.



Además, se realizó una planta de la ubicación de la tarima en el salón múltiple, se añadió la planta de la ubicación de los muros de mampostería, junto la planta de la placa maciza de la tarima y el detalle del refuerzo que tendrá esta placa. La planta de la ubicación de la tarima se puede observar en la ilustración 26.

Figura 26

Planta de ubicación de la tarima.



Seguido a esto, se realizó en un plano el detalle del refuerzo de la escalera de acceso a la tarima, además, se añadieron los despieces de las vigas cintas de remate de los muros de mampostería de la tarima, junto al despiece de las columnetas. Estos detalles se pueden observar en las ilustraciones 27 y 28.

Figura 27

Refuerzo de escalera de acceso a tarima y despiece de vigas de la tarima.

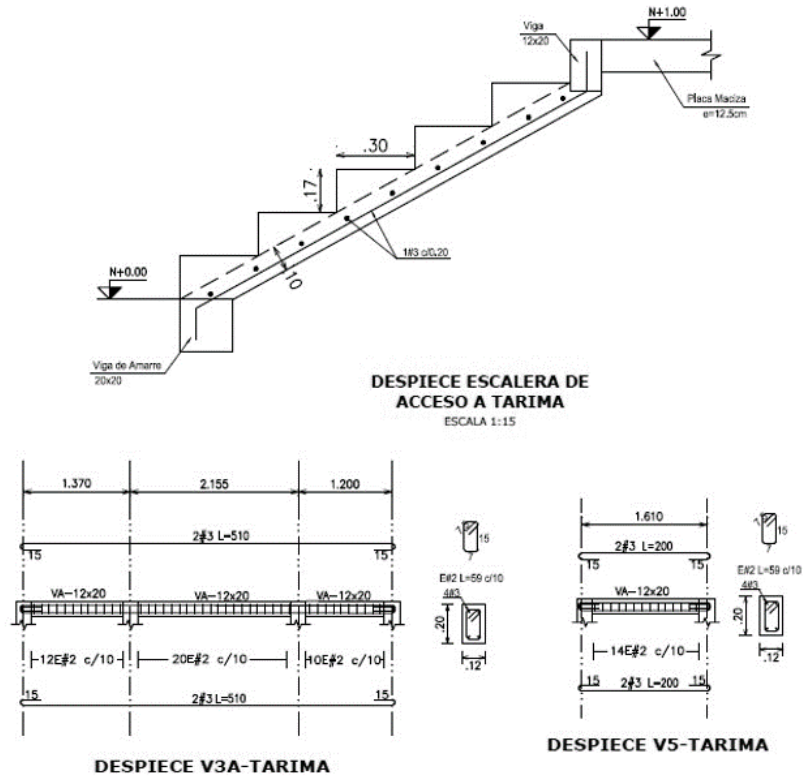
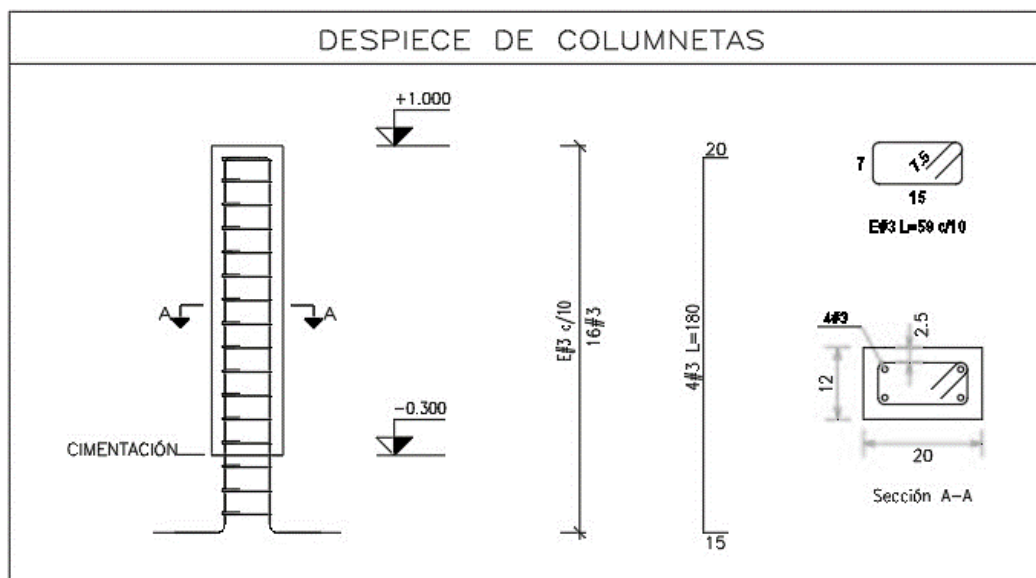


Figura 28

Despiece de columnetas de la tarima.



También, se realizó una planta de la ubicación de las rampas de acceso, junto con los detalles del refuerzo de estas. Estos detalles se pueden observar en las ilustraciones 29 y 30.

Figura 29

Planta de ubicación de rampas de acceso.

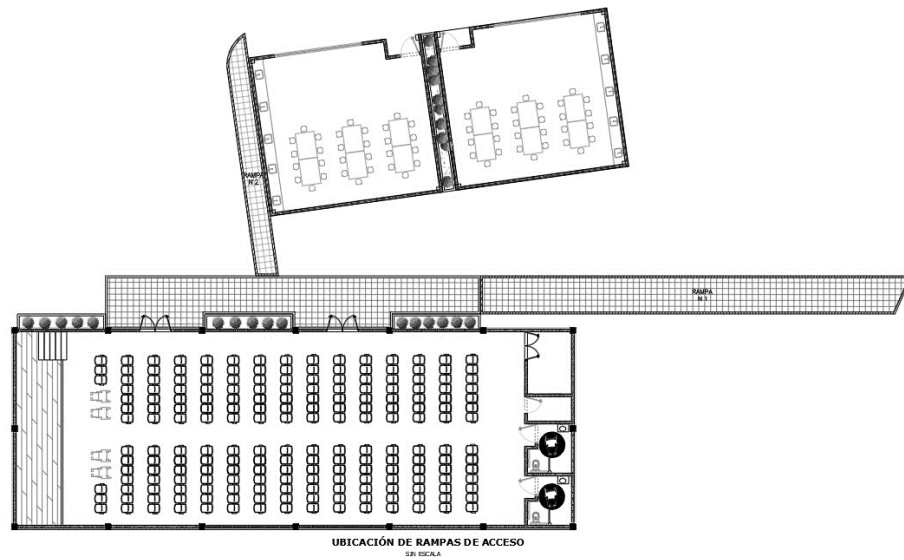
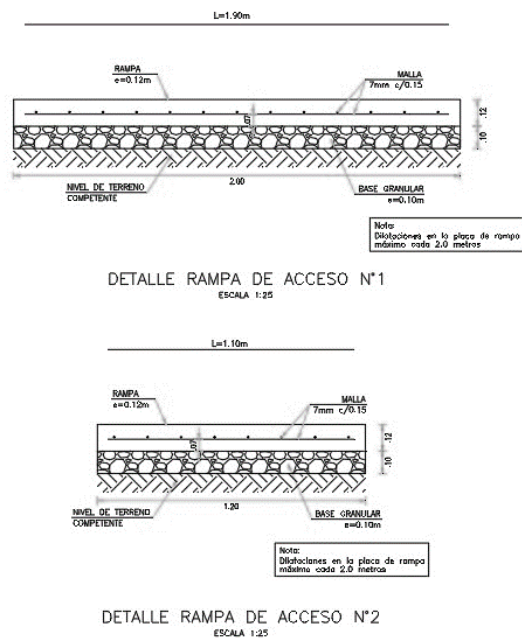


Figura 30

Detalle del refuerzo de rampas de acceso.



Ahora, como se puede observar en la ilustración 31, en el caso del cálculo de cantidades se revisaron los diferentes ítems que se incluyeron en el presupuesto general de obra del proyecto en mención. Para cada ítem se verificó la unidad que se tendría en cuenta para el cálculo del valor unitario del ítem. Los ítems a los que se tuvieron que calcular las cantidades estaban enfocados en la parte estructural como: concreto, acero figurado y perfilera metálica.

Figura 31

Ejemplo de cálculo de cantidades de obra.

ESTRUCTURAS EN CONCRETO										
ID	ACTIVIDAD						UNIDAD	TOTAL		
3.02	Concreto de 2500 psi solado s=5cm						M2	91,53		
DESCRIPCION	L	[m]	B	[m]	Profund [m]	L prom [m]	B prom [m]		Cantidad [und]	VALOR PARCIAL
laboratorio										
zapata 1						0,8	0,8		12	7,68
zapata 2						1	1		4	4,00
viga cimentacion 1						3,3	0,3		8	7,92
viga cimentacion 2						3,6	0,3		8	8,64
viga cimentacion 3						7,25	0,3		2	4,35
auditorio										
ZAPATA TIPO 1						1,4	1,4		11	21,56
ZAPATA TIPO 2						1,8	1,8		2	6,48
ZAPATA TIPO 3						2	2		1	4,00
ZAPATA TIPO 4						2	1,1		1	2,20
ZAPATA TIPO 5						1,1	1,1		2	2,42
V. CIMENTACION TIPO 1						4,1	0,3		4	4,92
V. CIMENTACION TIPO 2						3,6	0,3		10	10,80
V. CIMENTACION TIPO 3						3,15	0,4		2	2,52
V. CIMENTACION TIPO 4						3,55	0,4		2	2,84
V. CIMENTACION TIPO 5						3	0,4		1	1,20
MURO										
ZAPATA TIPO 1						0,8	0,8		2	1,28
VIGA DE CIMENTACION						22,5	0,2		1	4,50

2.3.3 Participación en la elaboración de memorias de cálculo estructural

Para la elaboración de memorias de cálculo estructural, se realizó un resumen de los factores relevantes en el diseño presentado por el ingeniero estructural, además, se agregó información referente al proyecto que sirviera de apoyo en la revisión de las memorias. La información más relevante del diseño se recibió por parte del diseñador estructural como

preliminares, esta era descargada del *software* CYPECAD luego de constatar que el diseño cumplía con las exigencias normativas. Al recibir los preliminares por parte del diseñador se realizaba la organización y unificación en un documento completo. En la ilustración 32 se puede observar la portada del documento en el que se consignaban las memorias de cálculo.

Figura 32

Portada del documento de memorias de cálculo estructural.



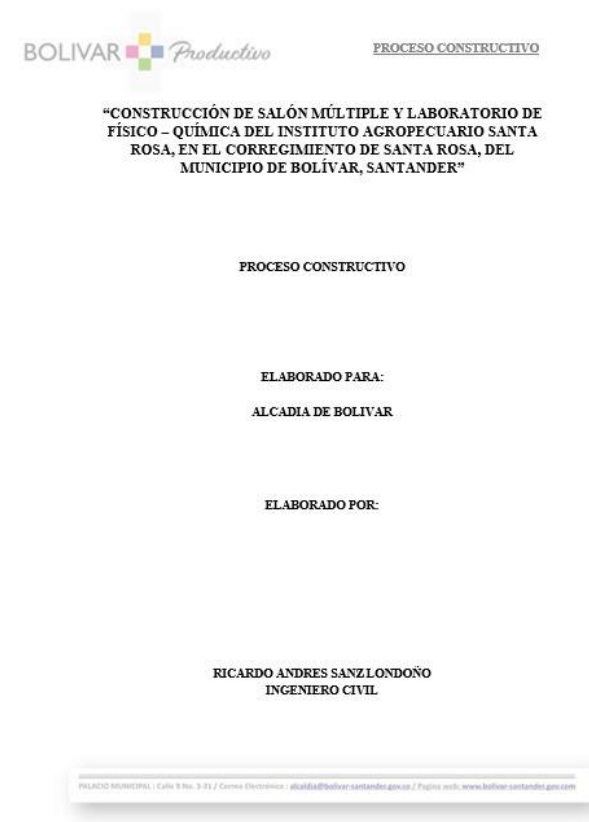
2.3.4 Participación en la organización de entregables para la radicación de proyectos a entidades

En cuanto a la participación de entregables para radicación de proyectos a entidades, se apoyó en la elaboración del proceso constructivo del proyecto “Construcción de salón múltiple y

laboratorio de fisicoquímica del Instituto Agropecuario Santa Rosa, en el corregimiento de Santa Rosa, del municipio de Bolívar, Santander”. En la elaboración de este proceso constructivo se tuvo acompañamiento por parte del diseñador estructural, quien dio indicaciones sobre el proceso de construcción que tendrían las actividades a mencionar en el documento. Algunos de los ítems consignados en el documento fueron: los preliminares de obras, estructuras en concreto, mampostería y friso, pisos y enchapes, aparatos sanitarios y varios, carpintería metálica, carpintería de aluminio, entre otros. En algunos casos, se realizó una investigación personal sobre los procesos de algunas actividades que se mencionaron. En la ilustración 33 se puede observar la portada del documento en cuestión.

Figura 33

Portada del proceso constructivo.



2.3.5 Consideraciones

- **Cálculo de cuantía de columnas del salón múltiple:**

Geometría: Las dimensiones de las columnas del salón múltiple es 30cm x 30 cm.

Para el espesor del elemento:

$$\delta_{\min}=0.01 \times 30\text{cm} \times 30\text{cm}= 9.0 \text{ cm}^2$$

Acero de refuerzo suministrado:

$$A_s= 8\#4$$

$$\text{Área de varilla \#4: } 1,29 \text{ cm}^2$$

$$A_s= 8 \times 1,29\text{cm}^2 = 10,32 \text{ cm}^2$$

Luego de la revisión se comprueba que la cantidad de acero suministrado cumple con el requerido por las solicitaciones y cumple con la cuantía mínima.

El espaciamiento de los estribos cerrados (S_o) de confinamiento no debe exceder de $S_{\max}$ (Artículo C.21.3.5.6)

$$S_o \leq S_{\max}$$

$S_{\max}$ =Ocho veces el diámetro de la barra longitudinal confinada de menor diámetro.

$$S_{\max}= 102 \text{ mm}$$

$S_{\max}$ =16 veces el diámetro de la barra del estribo cerrado de confinamiento.

$$S_{\max}= 152 \text{ mm}$$

$S_{\max}$ = Un tercio de la menor dimensión de la sección transversal de la columna.

$$S_{\max}= 100 \text{ mm}$$

$$S_{max}=150 \text{ mm.}$$

$$S_o= 70 \text{ mm} \leq S_{max}= 100 \text{ mm}$$

Se cumple que el espaciamiento de los estribos cerrados de confinamiento no excede el espaciamiento máximo permitido.

Fuera de la longitud L_o , deben colocarse estribos de confinamiento, con la misma disposición, diámetro y resistencia a la fluencia, con un espaciamiento centro a centro que no debe ser mayor de dos veces el espaciamiento utilizado en la longitud L_o (Artículo C.21.3.5.11)

$$S \leq 2 \times S_{max}$$

Donde:

$$S_{max}= \text{Valor mínimo } S_1, S_2, S_3 \text{ y } S_4$$

$$S_1=8$$

$$S_o \leq S_{max}$$

$$S_{max}= \text{Ocho veces el diámetro de la barra longitudinal confinada de menor diámetro.}$$

$$2 \times S_{max}= 204 \text{ mm}$$

$$S_{max}=16 \text{ veces el diámetro de la barra del estribo cerrado de confinamiento.}$$

$$2 \times S_{max}= 304 \text{ mm}$$

$$S_{max}= \text{Un tercio de la menor dimensión de la sección transversal de la columna.}$$

$$2 \times S_{max}= 200 \text{ mm}$$

$$S_{max}=300 \text{ mm.}$$

$$S_o= 150 \text{ mm} \leq 2 \times S_{max}= 200 \text{ mm}$$

Se cumple que el espaciamiento de los estribos en zona no confinada no excede el espaciamiento máximo permitido.

- **Cálculo de cuantía de escaleras de acceso a tarima:**

Acero de Refuerzo: Se hace revisión de la cuantía mínima para la disposición del acero de refuerzo en la placa maciza de la escalera.

Para el espesor del elemento:

$$A_s = 0.0018 * 10cm * 100cm = 1.80cm^2/m \text{ "una capa"}$$

Acero de refuerzo requerido por solicitaciones:

$$A_s = 1\#3 \text{ c}/0.39cm = 2.33cm^2/m \text{ "una capa"}$$

Acero de refuerzo suministrado:

$$A_s = 1\#3 \text{ c}/0.20 = 3.55 cm^2/m \text{ "una capa en cada dirección"}$$

Con el acero suministrado se cumple con las solicitaciones a flexión, cortante y con la cuantía mínima para el control de retracción y fraguado.

- **Diseño de Ménsula**

Con el fin de verificar el correcto diseño de la ménsula se incluye el cálculo previsto por el diseñador estructural:

Figura 34

Diseño de ménsula parte 1.

DISEÑO MÉNSULA TIPO

Proyecto: COLEGIO AGROPECUARIO BOLIVAR - SANTANDER

Tipo : MÉNSULA APOYO CERCHAS

Columna		Ménsula	
Bc =	30.0 cm	B =	30.0 cm
Lc =	30.0 cm	L =	30.0 cm
		h =	45.0 cm
		h1 =	30.0 cm
		rec =	5.0 cm
		a =	15.0 cm
		d =	40.0 cm
		μ =	1.40
		(Ménsula monolítica con la columna)	

Cargas	
Carga muerta	CM= 601 Kg

Carga viva	CV= 1,376 Kg
------------	--------------

Impacto	
Impacto 20.0% CV...	275 Kg

Carga última	3,364 Kg
--------------	----------

Vu =	2,924 Kg
Nuc =	585 Kg

Resistencia de esfuerzos de contacto

b platina =	30.0 cm
L platina =	30.0 cm

φ Pnb =	99,225 Kg	>	Vu	bien
---------	-----------	---	----	------

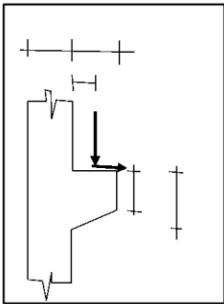


Figura 35

Diseño de ménsula parte 2.

Altura de la cara del apoyo

$\phi V_n 1 =$	37,800 Kg	>	V_u	bien
$\phi V_n 2 =$	44,820 Kg	>	V_u	bien
$\phi V_n 3 =$	99,000 Kg	>	V_u	bien

Luz de cortante

$a =$	15.00 cm			
$a/d =$	0.38	<	1	bien

Refuerzo A_{vf} para corte por fricción

$A_{vf} =$	0.66 cm ²
------------	----------------------

Refuerzo A_n por tracción directa

$A_n =$	0.19 cm ²
---------	----------------------

$$1 \text{ } \phi \text{ } 5/8''$$

Refuerzo por flexión

$M_u =$	.47 Ton*m
---------	-----------

$A_f =$	0.41 cm ²
---------	----------------------

$$1 \text{ } \phi \text{ } 1/2''$$

Refuerzo principal (A_s)

$A_s 1 =$	0.60 cm ²
-----------	----------------------

$A_s 2 =$	0.63 cm ²
-----------	----------------------

$A_{s \text{ min}} =$	3.96 cm ²
-----------------------	----------------------

$A_s =$	3.96 cm ²
---------	----------------------

$$4 \text{ } \phi \text{ } 1/2''$$

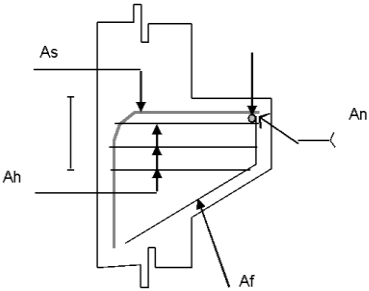
Refuerzo secundario (A_h)

Estribos paralelos al refuerzo horizontal
en los 2/3 superiores de d

$A_h =$	1.89 cm ²
---------	----------------------

$$3 \text{ } \phi \text{ } 3/8''$$

Diagrama de un elemento estructural (columna o viga) que muestra la distribución de refuerzo. Se indican las áreas de refuerzo A_s (vertical), A_h (horizontal) y A_f (diagonal). Se muestran también las dimensiones a y d , y la longitud de desarrollo l_d .



En la ilustración 34 y 35 se puede evidenciar el diseño realizado y anexado en las memorias de cálculo estructural. En estas se puede evidenciar que las ménsulas soportan las solicitaciones por las cuales van a estar afectadas, además cumplen con las cuantías mínimas de acero requeridas. De lo anterior se puede decir que las ménsulas están correctamente diseñadas.

- **Unidades en Sistema Internacional**

Todas las unidades que se encuentran en este documento deberían ser presentadas en sistema internacional, ya que como se menciona el apartado A.1.7.1 de la NSR10: “De acuerdo con lo exigido por el Decreto 1731 de 18 de septiembre de 1967, el presente Reglamento Colombiano de Construcciones Sismo Resistentes NSR-10, se ha expedido utilizando el Sistema Internacional de Medidas (SI), el cual es de uso obligatorio en el territorio nacional” (2010).

Por lo tanto, las diferentes unidades que se usaron en el sistema inglés en el presente documento deben ser remplazadas al sistema internacional. Esto se puede observar en la ilustración 4 y la ilustración 31.

- **Ganchos inferiores de las varillas de las columnas y columnetas**

Los ganchos inferiores presentados en elementos como columnas y columnetas deben tener su orientación hacia adentro, ya que como lo menciona el apartado C.21.12.2.2 de la NSR10: “Si se requiere de ganchos el refuerzo longitudinal que resiste la flexión debe tener ganchos de 90 grados cerca del fondo de la cimentación, con el extremo libre de las barras orientado hacia el centro de la columna” (2010).

Por lo tanto, las diferentes imágenes presentadas con elementos cuyos ganchos se encuentren con su extremo libre hacia afuera, deben ser remplazados por ganchos orientados hacia el centro del elemento. Esto ocurre en la ilustración 9, la ilustración 20 y la ilustración 28.

3. Conclusiones

Al finalizar el periodo de prácticas empresariales como auxiliar de proyectos en el área estructural se puede mencionar que, el trabajo realizado se hizo de manera integral, pues los aprendizajes adquiridos fueron relevantes en el ámbito personas y profesional. En cuanto al proceso realizado en la empresa, se participó en actividades como la elaboración de planos estructurales hasta la compilación de información para la radicación de proyectos. Lo anterior, permite decir que es importante permearse de las diferentes áreas que componen el campo de la Ingeniería Civil, ya que esto dará un valor agregado al profesional a la hora de enfrentarse a su vida laboral.

También, en cuanto al área estructural los conocimientos provistos por la Universidad Industrial de Santander, durante el pregrado, fueron complementados en el tiempo de la práctica, ya que, los saberes previos fueron puestos en práctica y nutridos a medida que se avanzaba en la realización de las actividades encomendadas por parte del ingeniero estructural quien fue el líder y mentor del proceso que se llevó a cabo en la empresa E&C Construcciones S.A.S.

En cuanto al apartado de consideraciones se realizó para aclarar ciertos aspectos expuestos con el fin de corregir posibles inconsistencias encontradas en algunos apartados de la información suministrada en el artículo. Esto puede ser visto como un aporte a la empresa que pudiera ser usado para modificar esta información en el proyecto.

Finalmente, cabe resaltar que haber realizado el proyecto de grado en la modalidad de práctica empresarial, fue un gran aporte para el practicante, pues esto significó alcanzar nuevos

conocimientos, especialmente, en el área estructural, que serán de gran ayuda para el desarrollo de su vida profesional.

4. Referencias

La guía de los fundamentos para la dirección de proyectos (Guía del PMBOK). (2017). Project Management Institute, Inc.

De la Colina, J y Ramírez, H. La ingeniería estructural. *Ciencia Ergo sum*, 7(2)171-177.
<https://n9.cl/kc0pm>

Cáceres, J. y Jaimes, S. (2007). *Tienen como misión, definir, junto con otros documentos de forma univoca* [Tesis de Pregrado, Universidad Industrial de Santander]. Biblioteca virtual – Universidad Industrial de Santander.

Memoria de cálculo estructural: Contenidos y estructura, 31 de marzo de 2021. Structuralia.
<https://onx.la/36933>

Universidad Industrial de Santander, REGLAMENTO ACADÉMICO – ESTUDIANTEL, vol. 1982, no. 72. 2015.

Vargas, N. (2018). APOYO TÉCNICO EN EL CALCULO DE CANTIDADES DE OBRAS CIVILES Y SUPERVISIÓN DE CRONOGRAMAS DE EJECUCIÓN EN LA PROMOTORA Y.

Reboredo, A. (2021). *El diseño estructural*. CP67.

Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente (NSR-10).