

Práctica empresarial en Alexis Vega Ingenieros S.A.S. como auxiliar de ingeniería en el área de diseño estructural, estimación de cantidades, costos y control de obra

Javier Estiben Granados Chaparro

Proyecto de grado para optar al título de Ingeniero Civil

Director:

Alexis Vega Argüello

Ingeniero Civil Esp. En Estructuras

Universidad Industrial de Santander

Facultad de Ingenierías Fisicomecánicas

Escuela de Ingeniería Civil

Bucaramanga

2020

Agradecimientos

A la Universidad Industrial de Santander por darme la oportunidad de ser parte de esta prestigiosa institución, ser mi alma máter, permitir la ejecución de este proyecto y a su vez por darme le privilegio y el honor de ser un egresado UIS.

A mi familia, Nini Johana Chaparro, Diego Durán y Rosa Chaparro, a ellos por ser el principal motor y responsables que haya podido lograr esta meta.

A la empresa Alexis Vega Ingenieros S.A.S. por ser partícipe de este proyecto.

Al ingeniero Alexis Vega, al ingeniero Rafael Ariza, al ingeniero Rafael Correa y al maestro

Edison Rojas, mi gratitud por la confianza y toda su orientación dada durante este proceso.

A las personas que hicieron directa o indirectamente parte de mi vida durante estos años, a los que están y a los que ya no están, cada uno me enseñó cosas indispensables para mi futuro y en su momento fueron de gran apoyo para mí. A todos los llevo en mi corazón.

Javier E. Granados

Contenido

	Pág.
Introducción	10
1. Información de la empresa.....	11
2. Actividades Realizadas	12
2.1 Permisos del predio.....	12
2.1.1 Carta catastral.....	13
2.1.2 Escrituras del predio	13
2.1.3 Norma urbanística.....	13
2.2 Supervisión técnica en estudios previos	14
2.2.1 Levantamiento topográfico	14
2.2.2 Estudio de suelos.....	15
2.3 Manejo de software.....	17
2.3.1 Dibujo y ploteo de planos mediante el uso de AUTOCAD (Autodesk Inc. Autocad. V.2018, 2020).....	17
2.4 Diseño estructural	17
2.4.1 Naturaleza de la carga.....	18
2.4.2 Prediseño estructural.....	18
2.4.3 Diseño de placa maciza.....	19
2.4.4 Diseño de viguetas	21

2.4.5 Diseño de vigas	21
2.4.6 Diseño de vigas de cimentación.....	22
2.4.7 Diseño de zapatas.....	23
2.4.8 Diseño de tanques de agua.....	24
2.4.9 Diseño de escaleras	25
2.4.10 Diseño de muros estructurales	26
2.5 Residencia y supervisión técnica en obra	27
2.5.1 Recepción de materiales	27
2.5.2 Elementos de protección personal	28
2.5.3 Movimientos de tierra	29
2.5.4 Redes hidrosanitarias y eléctricas	30
2.5.5 Cimentación	30
2.5.6 Formaleta	32
2.5.7 Muros estructurales	33
2.5.8 Placa maciza.....	35
3. Conclusiones	37
4. Recomendaciones	38
Referencias Bibliográficas	39

Lista de Figuras

	Pág.
Figura 1. Logo empresa con certificación ISO 9001:2008.....	12
Figura 2. Lote por intervenir, posee 6 metros de ancho por 10 metros de largo.	15
Figura 3. Estación geodésica para levantamiento topográfico.....	15
Figura 4. Seguimiento en toma de muestras para ensayo SPT.	16
Figura 5. Muestra de suelo ensayo SPT.....	17
Figura 6. Ejemplo del método franjas de losa.....	20
Figura 7. Distribución de la deformación unitaria y deformación unitaria neta de tracción.	22
Figura 8. Modelo zapata céntrica.....	24
Figura 9. Modelo placa tanque de agua.	25
Figura 10. Modelo escalera con carga muerta.	26
Figura 11. Carga axial muros estructurales.....	27
Figura 12. Materiales de construcción.	28
Figura 13. Trabajador con sus EPP.....	29
Figura 14. Materiales de construcción.	30
Figura 15. Cimentación.....	31
Figura 16. Acero de refuerzo para cimentación.....	32
Figura 17. Componentes formaleta.....	33
Figura 18. Acero de refuerzo muro estructural.....	34
Figura 19. Muros estructurales encofrados.....	34

Figura 20. Muros estructurales desencofrados..... 35

Figura 21. Encofrado formaleta placa maciza. 36

Figura 22. Placa maciza después del vaciado. 36

Lista de Apéndices

Ver documentos adjuntos en el CD y pueden ser visualizados en la Base de Datos de la Biblioteca

UIS

Apéndice A. Plano de planta

Apéndice B. Franjas de losa

Apéndice C. Vigas entrepiso

Apéndice D. Plano muros

Resumen

Titulo. Práctica empresarial en Alexis Vega Ingenieros S.A.S. como auxiliar de ingeniería en el área de diseño estructural, estimación de cantidades, costos y control de obra.*

Autor: Javier Estiben Granados Chaparro **

Palabras Clave: Diseño estructural, supervisión técnica, desarrollo urbanístico

Descripción

El diseño estructural es uno de los primeros pasos para la elaboración de un proyecto, ya que es allí donde se realiza un balance entre las funciones que un material puede brindar y sus características naturales siempre alcanzando el más óptimo equilibrio costo-funcionabilidad. Una labor complementaria es la supervisión técnica la cual es una de las piezas más importantes que conforman el sistema de control para el buen desarrollo de las obras. Así, el uso de este instrumento debe llevarse a cabo, con la mayor responsabilidad, pulcritud, veracidad y objetividad.

Por este motivo, en la empresa Alexis Vega Ingenieros S.A.S. se realizó la práctica empresarial dando apoyo ingenieril en el diseño estructural de un proyecto de vivienda familiar ubicado en el municipio de Piedecuesta. Se realizaron labores complementarias en oficina al alcance del practicante tales como elaboración y ploteo de planos, memorias de cálculo, despiece de elementos estructurales tales como vigas, viguetas, columnas y muros estructurales. Todo esto se complementa con el trabajo en campo, se realiza la supervisión técnica de uno de los proyectos diseñados con el fin de lograr un desarrollo íntegro del proyecto. Mediante este proceso se logra definir la ruta crítica del proyecto, para de esta manera realizar un balance óptimo de costos entre mano de obra, materiales y tiempo.

* Proyecto de grado

** Facultad de Ingenierías Fisicomecánicas Escuela de Ingeniería Civil Director.

Abstract

Title. Business internship at Alexis Vega Ingenieros S.A.S. as an engineering assistant in the area of structural design, quantity estimation, costs and work control.*

Author: Javier Estiben Granados Chaparro **

Keywords: structural designs, technical supervision, urban development.

Description

Structural design is maybe one of the firsts steps on a project development, even is there when we make a balance between the functions that a material can provide and its natural characteristics, always achieving the most optimal cost-functionality balance. A complementary task is the technical supervision which is one of the most important pieces that make up the control system for the good development of the works. The use of this instrument must be carried out, with the greatest responsibility, neatness, truthfulness, and objectivity.

For this reason, in the company Alexis Vega Ingenieros S.A.S. the business practice was carried out giving engineering support in the structural design of one project located in the municipality of Piedecuesta. Complementary work was done in the office available to the practitioner such as the elaboration and plotting of plans, calculation memories, exploded structural elements such as beams, joists, columns and structural walls. All this is complemented by the construction work, technical supervision of one of the projects designed to achieve a complete development of the project is carried out. Through this process, it is possible to define the critical path of the project, in order to achieve an optimal balance of costs between labor, materials and time.

* Proyecto de grado

** Facultad de Ingenierías Fisicomecánicas Escuela de Ingeniería Civil Director.

Introducción

El diseño estructural o consultoría es una etapa de la ejecución de un proyecto. Son varios los factores que se tienen en cuenta para un diseño estructural, en primer lugar, se realizan estudios de prefactibilidad para tener una idea básica de la estructura, posteriormente, se hacen iteraciones en base a los requerimientos mínimos para la funcionabilidad básica de la estructura, y así de esta manera generar un modelo en computadora ayudándonos de distintos programas estructurales tales como **ETABS** (Computer and Structures INC. ETABS. V.16, 2011) y **SAP2000**. (Computer and Structures INC. SAP 2000. V.10, 2009) Inmediatamente después se toman en cuenta los detalles complementarios que le dan forma a la estructura; Ahí es donde inició el trabajo por parte del practicante, al cual se le fueron asignando tareas cada vez más complejas a medida que iba avanzando en su aprendizaje y fue siendo más intensa la puesta en práctica de lo aprendido en la universidad, siempre con la supervisión y verificación de un profesional asignado por la empresa.

Esta práctica empresarial se orientó hacia el apoyo de los procesos y actividades ya mencionadas, dando participación de manera activa por parte del estudiante, tanto en tareas de apoyo en diseño, revisión de calidad, conformación y entrega de planos. A su vez se dio apoyo en tareas de obra.

En cuanto al trabajo en campo, previo al inicio se efectuaron visitas al lote, en el cual se cumplió con apoyo y supervisión en la toma de muestras y realización estudios previos tales como: levantamiento topográfico (Estación Geodésica), estudio de suelos (SPT), despeje, limpieza del terreno, movimientos de tierra e inicio de labores de cimentación. Posteriormente se realizó la supervisión técnica esperada, se estuvo presente en varios de los procesos constructivos del proyecto, hasta el momento, el proyecto se encuentra en el tercer nivel de la estructura.

Las actividades que se realizaron durante el tiempo como auxiliar de ingeniería en la que se basó la práctica empresarial serán presentadas en este documento, en el cual se efectuará el cumplimiento de los objetivos planteados anteriormente en el plan de proyecto, siempre bajo la supervisión del tutor de la empresa tanto en oficina, como en obra. Debido a los imprevistos y la gran cantidad de tiempo necesario para su culminación, es probable que no se logre la culminación del proyecto en el tiempo que dura la práctica empresarial, por consiguiente a esto, se abarcarán los alcances estipulados en el plan de proyecto hasta donde sea permitido por el avance de la obra, por otra parte el estudiante seguirá vinculado al proyecto hasta su finalización, toda vez que el estudiante posee conocimiento de la estructura el cual puede ser de útil en los procesos constructivos de la estructura.

1. Información de la empresa

Alexis Vega Ingenieros S.A.S. es una empresa santandereana con presencia en todo el territorio nacional, con oficinas en Bucaramanga y Bogotá, con 20 años de experiencia en la consultoría y construcción de proyectos de ingeniería civil.

La empresa Alexis Vega Ingenieros S.A.S. ofrece servicios de **consultoría y construcción de proyectos** en ingeniería civil con los más altos índices de calidad y cumplimiento, así mismo tiene como propósito suministrar estudios, diseños y procesos de supervisión técnica de obra en el ámbito de ingeniería civil que den cumplimiento a los requisitos y necesidades establecidas por sus clientes, a las normas técnicas aplicables y a los requisitos determinados por la propia

organización. Gracias a su interés por ofrecer servicios con calidad para sus clientes, obtuvo la certificación **ISO 9001:2008** en **Diseño de Estructuras y Supervisión Técnica de Obras Civiles** (Vega Argüello, 2014).

Figura 1.

Logo empresa con certificación ISO 9001:2008.



Nota. Tomado de: Alexis Vega Ingenieros S.A.S.

2. Actividades Realizadas

Durante la práctica empresarial se realizaron tramites ejecutivos previos al diseño, actividades de campo y actividades de oficina, todas estas que conjuntas ayudan al correcto y satisfactorio cumplimiento del plan de proyecto aprobado el semestre inmediatamente anterior. Las actividades que estuvieron enfocadas en el cumplimiento de la práctica empresarial serán detalladas a continuación.

2.1 Permisos del predio

Previo al inicio de una construcción hay ciertos trámites legales para la obtención de los permisos de construcción, que se deben efectuar para el desarrollo correcto y transparente del mismo. El proceso de legalización del predio se llevó a cabo con un alto grado de ética, siempre siendo guiado por un profesional en el campo.

Al ya existir un preacuerdo entre la empresa y el cliente, se procedió a realizar los primeros trámites para la legalización de la obra, los cuales serán enumerados a continuación:

2.1.1 Carta catastral

Es un documento que nos permite obtener información jurídica, y económica del predio, esta información está almacenada en la base de datos del IGAC (Instituto Geográfico Agustín Codazzi). Se realizó el día 06 de junio de 2019 en el Instituto Geográfico Agustín Codazzi de Bucaramanga.

2.1.2 Escrituras del predio

Este documento nos permite obtener veracidad en la propiedad del predio, es decir, si el propietario lo es legalmente. Se realizó el día 07 de junio de 2019 en la oficina de Instrumentos Públicos de Piedecuesta.

2.1.3 Norma urbanística

Este documento es un veredicto del curador donde informa las características urbanísticas del predio, y, de esta manera poder tener una idea de lo que se puede construir en el predio. Se realizó el día 18 de junio de 2019 en la Curaduría 2 de Piedecuesta.

2.2 Supervisión técnica en estudios previos

En se realizaron estudios de prefactibilidad en el predio, los cuales nos sirvieron para obtener sus dimensiones, sus características físicas y su ubicación en el espacio.

2.2.1 Levantamiento topográfico

La topografía es un elemento importante a la hora de iniciar un proyecto debido a que nos da una idea geométrica del terreno al cual nos enfrentamos. El levantamiento realizó el día 20 de junio de 2019 en el predio mediante estación geodésica debido a su fácil manejo y alta precisión.

Figura 2.

Lote por intervenir, posee 6 metros de ancho por 10 metros de largo.



Figura 3.

Estación geodésica para levantamiento topográfico.



2.2.2 Estudio de suelos

El montaje para realizar el ensayo Standard Penetration Test (*ver figura 4*) consta de un motor que funciona a base de ACPM, un armazón metálico que nos da altura para obtener un rango de golpeo, un cabezal el cual es impulsado por el motor, y un vástago el cual es el encargado de

recibir los golpes del cabezal, penetrar en el terreno y a su vez recoger una muestra por capas de suelo. El SPT básicamente trata de obtener la capacidad portante del suelo mediante una correlación entre el número de golpes, y la penetración que presenta el vástago en el terreno. Es uno de los ensayos más comunes realizados en territorios donde el suelo normalmente tiende a ser de buena calidad, aunque no es tan preciso como otros ensayos suele ser usado dado a que es un ensayo sin mucha complejidad, económico y su equipo es de fácil transporte.

De acuerdo con lo estipulado en el capítulo H de la NSR-10 (Asociación colombiana de ingeniería sísmica, 2010) se realizaron 3 sondeos. Se realizó el día 25 de junio de 2019 y se entregó el día 04 de noviembre de 2019. Se obtuvo un suelo areno arcilloso con una capacidad portante de $220 \frac{kN}{m^2}$ y una profundidad de cimentación mínima de 1.0 m.

Figura 4.

Seguimiento en toma de muestras para ensayo SPT.



Figura 5.

Muestra de suelo ensayo SPT.

**2.3 Manejo de software****2.3.1 Dibujo y ploteo de planos mediante el uso de AUTOCAD (Autodesk Inc. Autocad. V.2018, 2020)**

Es una de las actividades principales en las que se enfocó la práctica debido a que todo lo calculado y proyectado deber estar plasmado en planos para su correcta construcción, estos deben ser elaborados de la manera más sencilla y comprensible posible siguiendo ciertas reglas para que en efecto el constructor y/o el interventor pueda cumplir con su trabajo con la mayor exactitud.

Ver Anexo 1.

2.4 Diseño estructural

El diseño estructural es una de las áreas donde se desempeña la ingeniería civil. En éste se busca darle la rigidez necesaria a la estructura mediante la asignación de materiales con sus

respectivas dimensiones. De igual modo, conociendo las propiedades mecánicas del mismo para de esta manera darle armonía estructural y capacidad de disipación de energía. [título A NSR-10] (Asociación colombiana de ingeniería sísmica, 2010)

2.4.1 Naturaleza de la carga

La carga se define como el peso de los materiales que al actuar sobre la superficie de la estructura generan un esfuerzo que en el ámbito de la ingeniería civil tiene varias naturalezas, entre las más usadas tenemos la carga viva y la carga muerta. Nuestra unidad de peso será el newton y sus derivados (kilonewton, meganewton, etc.).

La carga viva se define como la carga variable de las personas, equipamiento, mobiliario y demás. La carga muerta se define como la carga vertical aplicada sobre la estructura incluyendo su propio peso. Existen varios tipos de combinaciones de carga para que, con un factor de seguridad, obtener una carga última o total, la cual es una ponderación de cada tipo de carga. Utilizaremos en la mayoría de nuestros cálculos la combinación: $1.6V + 1.2M$ (Diccionario de arquitectura y construcción, 2020).

2.4.2 Prediseño estructural

En esta fase se hace una definición del sistema estructural a utilizar, dimensiones tentativas para evaluar preliminarmente las diferentes sollicitaciones tales como: la masa de la estructura, las cargas muertas, las cargas vivas, los efectos sísmicos y las fuerzas de viento. Después de realizar este procedimiento se realiza un análisis sísmico mediante el método de Fuerza Horizontal

Equivalente. Tomado de la tabla A.1.3-1 de la NSR-10 (Asociación colombiana de ingeniería sísmica, 2010).

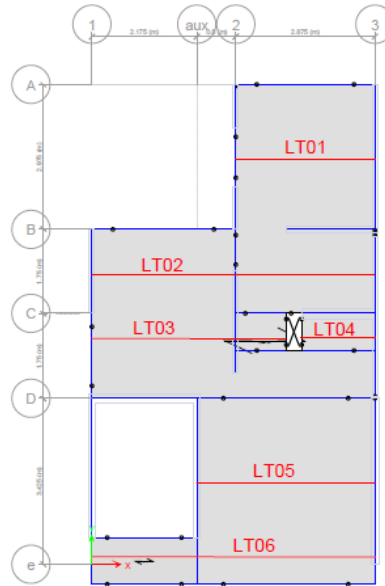
2.4.3 Diseño de placa maciza

Para el diseño de la placa maciza lo primero para tener en cuenta es su espesor, el cual lo hallamos ya sea desde la experiencia del diseñador o con la fórmula $\frac{L}{24}$, donde L es la luz mayor en el proyecto. Al haber obtenido el espesor de la placa; en segundo lugar, se procede al cálculo del acero requerido y su disposición a través de la placa.

Para el cálculo del acero, su disposición y despiece, empezamos por utilizar el método de las franjas de losa, en el cual trazamos líneas imaginarias a través de la losa siguiendo la dirección en la cual estamos diseñando, tal cual se muestra a continuación:

Figura 6.

Ejemplo del método franjas de losa.



Nota. Tomado de: Alexis Vega Ingenieros S.A.S

Ulteriormente se procede a crear un modelo por cada franja de losa teniendo en cuenta su dirección, los apoyos que interactúan con ella y las cargas asignadas al modelo. Para su modelado utilizamos el método del elemento unitario en el cual modelamos una placa de 1 [m] de ancho, se utiliza en elementos de gran dimensión para hacer su modelado más sencillo e igualmente preciso. Después corremos el modelo para obtener su diagrama de cortante, momento y su sollicitación de acero. *Ver Anexo 2.*

2.4.4 Diseño de viguetas

Para el diseño de viguetas utilizamos el método de franja de losa, en el cual, debemos obtener las distancias entre apoyos y las cargas viva y muerta que recibe cada uno. Al momento de cargarlo debemos tener cuidado de multiplicar por la afección si la carga está en $[\text{kN/m}^2]$ y sumarle el peso propio de la vigueta visto que, el programa toma en cuenta el peso propio de la viga mas no de la vigueta. ***Ver Anexo 3.***

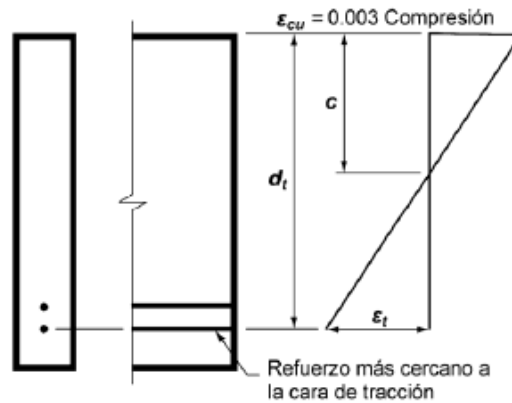
2.4.5 Diseño de vigas

Existen varios tipos de diseños de vigas debido a que dependen del tipo de sistema estructural y la forma en que se transmiten las cargas. En este caso hablaremos del que se realizó durante la práctica, en el cual se diseñaron vigas para una placa aligerada. Al obtener previamente las reacciones en los apoyos de las viguetas, se diseñan con estas mismas teniendo en cuenta como se transmiten las cargas a las vigas, se modelan y se obtiene el acero de refuerzo utilizando su respectiva cuantía mínima.

De esta manera se controla la flexión; ahora debemos hacer control por tracción, para esto se hace el chequeo de la deformación unitaria neta que según la figura CR10.3.3. del título C de la NSR-10 (Asociación colombiana de ingeniería sísmica, 2010) debemos hacer cumplir que la deformación unitaria por tracción (ϵ_t) sea mayor a 0.0051.

Figura 7.

Distribución de la deformación unitaria y deformación unitaria neta de tracción.



Nota. Tomado de: Título C.10.3.3. NSR-10

2.4.6 Diseño de vigas de cimentación

Para el diseño de vigas de cimentación se tiende a tomar una unión en anillos cerrados según la NSR-10. (Asociación colombiana de ingeniería sísmica, 2010) Se procede a asignarle una dimensión en la cual el alto tiende a coincidir con el alto de las zapatas, no puede ser mayor. Todo esto se incluye en el modelo principal para de esta manera obtener el requerimiento de acero en cada viga de cimentación o unión, y por ende realizar su respectivo despiece. Cuando nos enfrentamos a una zapata excéntrica debemos chequear las fuerzas actuantes sobre la zapata, para de esta manera saber si se necesita adición de acero, y de esta forma, equiparar momentos actuantes contra momentos resistentes y así evitar su volcamiento y/o agrietamiento (David Darwin, W., Dolan, Arthur, & Nilson, 2016).

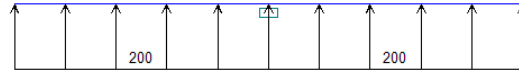
2.4.7 Diseño de zapatas

Para el diseño de zapatas debemos obtener la reacción del suelo con la estructura para así saber qué cargas debemos contrarrestar. Para esto vamos al modelo, exportamos tablas con las reacciones en la base, con esto ya sabemos qué carga deben soportar nuestras zapatas. Con la capacidad portante del suelo y su reacción con la estructura vamos a darle una dimensión a las zapatas. Existen varios factores a tener en cuenta a la hora del diseño de zapatas, entre esos el más visible es el cruce de bulbos de presión, la distancia entre bordes de dos zapatas no debe ser menor a la mitad del ancho de la zapata más grande porque si se cumple esto el suelo en ese punto se va a ver sometido a la carga de las dos zapatas y se pueden generar asentamientos diferenciales que produzcan agrietamiento en la estructura, por esta razón si se llega a presentar este caso se procede a diseñar una zapata combinada. Habiendo ya obtenido las dimensiones de la zapata procedemos a calcular su distribución de acero.

Para modelar la zapata en ETABS (Computer and Structures INC. ETABS. V.16, 2011), en primer lugar, debemos obtener la reacción de carga viva y la reacción de carga muerta en cada punto a analizar. En segundo lugar, se obtiene la dimensión de la zapata utilizando su respectiva carga, ya teniendo esto, se modela la zapata con sus respectivas cargas, dimensiones (si la zapata es muy grande se usa el método del elemento unitario, es decir, un elemento con un metro de ancho) y combinaciones según se muestra a continuación:

Figura 8.

Modelo zapata céntrica.



Nota. Tomado de: Alexis Vega Ingenieros S.A.S

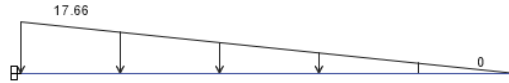
La carga se distribuye hacia arriba debido a que lo idealizamos como la reacción del suelo con el elemento. Tener cuidado que el programa no tome el peso propio del elemento, para esto al momento de definir los patrones de carga ponemos el multiplicador de la carga muerta en cero para que de así no nos reste carga en el modelo, ya que la carga se encuentra en contra de la gravedad y el peso propio nos podría restar carga en el elemento, posterior a esto hallamos el requerimiento de acero el cual se distribuye de acuerdo con la cuantía de acero permitido según el título C de la NSR-10. (Asociación colombiana de ingeniería sísmica, 2010)

2.4.8 Diseño de tanques de agua

En el diseño de tanques de agua se realizó el diseño de un tanque de abastecimiento para el proyecto RN Piedecuesta. (Computer and Structures INC. ETABS. V.16, 2011). Se realizó un diseño de las paredes del tanque como placa maciza con elemento unitario, la cual se diseñó para que contrarrestara la fuerza hidrostática del agua ($\rho = \gamma g h$) en su mayor punto (tanque lleno) y aun así se le aplicaron combinaciones para obtener un factor de seguridad aceptable. En el caso de que el tanque se encuentre enterrado en el suelo se debe diseñar para que contrarreste también el empuje del suelo o en su defecto chequear el caso más crítico y proceder con el diseño.

Figura 9.

Modelo placa tanque de agua.



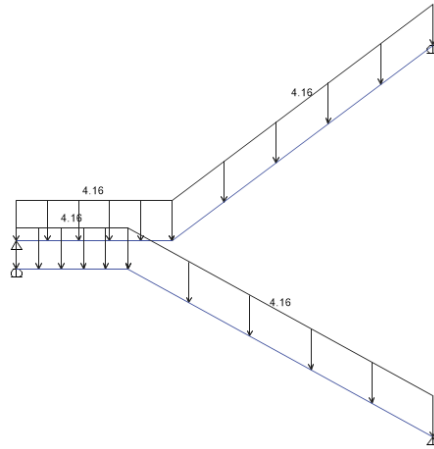
Nota. Tomado de: Alexis Vega Ingenieros S.A.S

2.4.9 Diseño de escaleras

Para el diseño de escaleras se realizó un tipo de escalera compuesto por placa y sus respectivos peldaños, para el cálculo del espesor de la placa se usa la fórmula $\frac{L}{24}$ donde L es la luz entre apoyos, la cual no debe ser menor a 0.15 [m]. En cuanto a sus cargas para la carga viva usamos la carga por norma en el título B de la NSR-10 (Asociación colombiana de ingeniería sísmica, 2010) y para la carga muerta se obtiene de la suma entre el peso propio, los escalones y sus acabados. Posterior a esto modelamos la escalera usando el método de elemento unitario con su respectiva carga como se muestra a continuación:

Figura 10.

Modelo escalera con carga muerta.



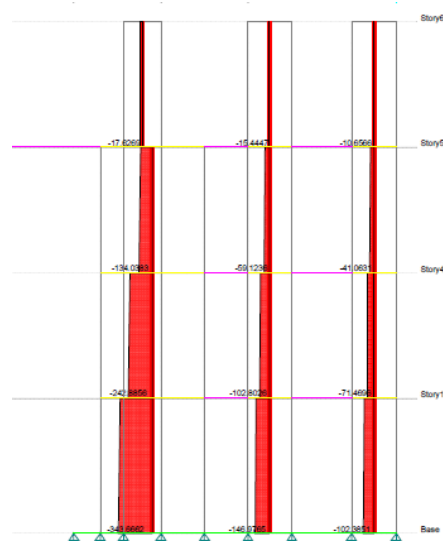
Nota. Tomado de: Alexis Vega Ingenieros S.A.S

2.4.10 Diseño de muros estructurales

Para el diseño estructural de los muros se debe cargar el modelo, la placa principalmente con sus respectivas cargas posteriormente mayoradas de acuerdo con lo solicitado en el proyecto. Siguiendo a esto se procede a obtener las reacciones de carga axial, carga cortante y momento en las intersecciones entre placa y muro para de esta manera lograr obtener las fuerzas a las cuales va a estar enfrentada nuestra estructura. ***Ver anexo 4.***

Figura 11.

Carga axial muros estructurales.



Nota. Tomado de: Alexis Vega Ingenieros S.A.S

2.5 Residencia y supervisión técnica en obra

2.5.1 Recepción de materiales

En cuanto a la recepción de materiales, el estudiante fue el encargado ante el propietario del proyecto. Se debía verificar la cantidad y calidad del pedido. A su vez la puntualidad y cumplimiento del proveedor para no generar retrasos en el diario de obra y así cumplir con el mismo.

Figura 12.

Materiales de construcción.



2.5.2 Elementos de protección personal

Los elementos de protección personal (EPP) son un componente vital para garantizar la seguridad en el trabajo, en ocasiones sacrificando un poco la eficacia de la labor ejecutada. Al trabajador se le exigía el porte de casco, guantes, botas de seguridad, gafas protectoras a la hora de seccionar el acero, arnés para trabajo en alturas y tapabocas.

Figura 13.

Trabajador con sus EPP.



2.5.3 Movimientos de tierra

El movimiento de tierra es la fase de la construcción en la cual se puede replantear, despejar y preparar el terreno antes de empezar la cimentación. En esta fase se incluyen tanto las excavaciones realizadas en máquina como las realizadas mecánicamente por los trabajadores del proyecto.

Para la excavación en máquina fue necesario el uso de la “pajarita” (*ver figura 17*) ya que se removió un total de 40 [m³] de suelo hasta dejar aproximadamente el nivel deseado. Además de lo anterior, se realizó excavación mecánica por parte de los trabajadores donde se ahondó 2 [m], esto fue necesario debido a que las características mecánicas del terreno solicitaban un refuerzo de concreto ciclópeo.

Figura 14.

Materiales de construcción.

**2.5.4 Redes hidrosanitarias y eléctricas**

Las redes hidrosanitarias se iban dejando embebidas en la cimentación y se iban dejando los pases embebidos en la placa. Así también las redes eléctricas se iban dejando embebidas en la placa y en los muros estructurales, todo esto se realiza a medida que avanza la obra para de esta manera no tener que realizar demoliciones innecesarias más adelante.

2.5.5 Cimentación

La cimentación es un grupo de elementos estructurales y su misión es transmitir las cargas de la construcción o elementos apoyados a este al suelo, distribuyéndolas de forma que no superen su presión admisible ni produzcan cargas zonales. Debido a que la resistencia del suelo es, generalmente, menor que la de los pilares o muros que soportará, el área de contacto entre el suelo y la cimentación será proporcionalmente más grande que los elementos soportados.

Propósitos:

- Resistir esfuerzos de flexión que produce el terreno, para lo cual se dispondrán armaduras en su cara inferior.

- Resistir las agresiones del terreno y del agua y su presión, si las hay (Grupo CIPSA, 2020).

En nuestro caso diseñamos y se construyeron zapatas aisladas conectadas mediante vigas de amarre, lo cual le dio integridad estructural a la cimentación. La cual se encuentra construida sobre una capa de concreto ciclópeo de 2.00 [m] de espesor ya que el terreno no era tan bueno.

Figura 15.

Cimentación.



Figura 16.

Acero de refuerzo para cimentación.



2.5.6 Formaleta

La formaleta metálica se utiliza en el sector de la construcción toda vez que nos permite darle las dimensiones deseadas a nuestro elemento estructural independiente de su naturaleza. En consecuencia, nos garantiza (sin ocasionar desperdicio considerable) el encofrado, vaciado y desencofrado. Sin embargo, se debe asegurar el correcto aplomo, nivelación y alineamiento de la formaleta de acuerdo con los planos estructurales para de esta manera plasmar en el terreno los esquemas diseñados en el plano estructural.

La formaleta por sí sola no asegura su armonía estructural en cuanto a que debe contar con elementos auxiliares para su correcto amarre, alineación y demás funcionalidad. A continuación, veremos cada uno de sus elementos de la formaleta metálica junto a sus elementos auxiliares utilizados en obra necesarios para su óptimo funcionamiento:

Figura 17.*Componentes formaleta.*

ELEMENTO	FUNCIÓN	VISUALIZACIÓN
Formaleta	Principal elemento del armazón que nos permite darle dimensiones y acabados al concreto.	
Rinconera	Son elementos cuya función es unir formaletas adyacentes formando así las esquinas internas.	
Ángulo	Elemento externo de unión de 90°.	
Chapeta	Elemento de unión y acople para las formaletas.	
Corbata	Elementos que actúan como distanciadores de las formaletas garantizando el espesor de los muros.	
Pin	Elemento de unión para las corbatas a la formaleta.	
Alineador	Elemento que garantiza el alineamiento recto de los elementos estructurales.	
Tensor	Elemento de unión de los alineadores a la formaleta.	
Cercha	Elemento de soporte para retrancar o dar estabilidad a la formaleta.	
Paral	Elemento de unión de los alineadores a la formaleta.	

2.5.7 Muros estructurales

Los muros estructurales o muros de carga, en este proyecto son el soporte principal de las cargas ejercidas por la estructura. Se pensó de esta manera ya que, se contaba con poco espacio y los muros estructurales se ajustaban de buena manera a la idea de amplitud espacial que nos ofrecía el diseño arquitectónico. Estos muros se encuentran compuestos por elementos de borde, con sus respectivos estribos, y mallas electrosoldadas de 0.15 x 0.15 [m]. Para su anclaje, se dejaron

arranques de barras N3 cada 15 [cm] en la zona de las mallas electrosoldadas; Para el anclaje de los elementos de borde, se dejaron barras N3 embebidas en la cimentación.

El método constructivo de estos muros consiste en el vaciado del concreto en elementos de confinamiento, tal cual son las formaletas, cuyos elementos ya fueron explicados previamente.

Figura 18.

Acero de refuerzo muro estructural.



Figura 19.

Muros estructurales encofrados.



Figura 20.

Muros estructurales desencofrados.



2.5.8 Placa maciza

El proyecto *R&N Piedecuesta* posee un espacio de luz relativamente amplio entre apoyos, no obstante, a causa de que las cargas no eran demasiado altas se logró un diseño óptimo con este tipo de losa de entrepiso. A su vez, se pensó en losa maciza debido a que el espacio de entrepiso era pequeño y no era óptimo diseñar una losa de gran espesor aun si así lo sugiriera el diseño arquitectónico. Nuestra losa de entrepiso cuenta con un espesor de 0.12 [m], con descolgados para las viguetas de enlace entre muros, las cuales nos brindan armonía estructural. Los descolgados se producen debido a que sus dimensiones son en su mayoría 0.10 x 0.20 [m], las viguetas del voladizo aumentan su sección a 0.15 x 0.25 [m] debido a la amplitud del voladizo.

Figura 21.

Encofrado formaleta placa maciza.



Figura 22.

Placa maciza después del vaciado.



3. Conclusiones

Se logró dar apoyo en diseño estructural y realizar la supervisión de la correcta ejecución de los planos tanto hidrosanitarios como eléctricos del proyecto.

Se logró estar presente y dar apoyo en los diferentes procesos constructivos de la estructura del proyecto, siempre con la supervisión y acompañamiento de un profesional en el área.

Se logró aplicar herramientas tecnológicas tales como AutoCAD y Sap2000, de esta manera se afianzó y se puso en práctica lo aprendido en el pregrado de ingeniería civil.

Se obtuvo una percepción diferente en cuanto a la relación entre el diseño en oficina y los procesos constructivos llevados a cabo en obra. El estudiante idealizó la manera más óptima en cuanto a la elaboración de un diseño estructural sin perder de vista el proceso constructivo que se lleva a cabo en obra.

4. Recomendaciones

Se recomienda a Alexis Vega Ingenieros S.A.S. la implementación de tecnología BIM en sus procesos de diseño y modelado debido a la optimización de procesos que nos brinda esta herramienta. En cuanto al trabajo en obra, se recomienda llevar un control más estricto en el manejo de los contratistas externos a la obra, la entrega y recepción de materiales en tareas críticas ya que provoca retrasos en el diario de obra, generando sobrecostos.

Referencias Bibliográficas

- Asociación colombiana de ingeniería sísmica. (2010). *Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente NSR-10*. Bogotá: Ministerio de Minas, Vivienda y Desarrollo Territorial.
- Autodesk Inc. Autocad. V.2018. (2020). *Integrated design software aided by computer*. California: Autodesk Inc.
- Computer and Structures INC. ETABS. V.16. (2011). *Integrated Software for structural analysis and design*. California: Computers and Structures Inc.
- Computer and Structures INC. SAP 2000. V.10. (2009). *Integrated Software for structural analysis and design*. California: Computers and Structures Inc.
- David Darwin, D., W., C., Dolan, C. W., Arthur, H., & Nilson, A. H. (2016). *Desing of concrete structures*. New York.
- Diccionario de arquitectura y construcción. (2020). *Definición de carga viva*. Obtenido de <https://www.parro.com.ar/definicion-de-carga+viva>
- Grupo CIPSA. (2020). *La cimentación y tipos de cimentaciones*. Obtenido de <https://www.cipsa.com.mx/38/noticias/la-cimentacion-y-tipos-de-cimentaciones>
- Vega Argüello, A. (2014). *Manual de calidad. Documento interno no publicado, Alexis Vega Ingenieros S.A.S.*