

**APOYO EN LAS LABORES DE EJECUCIÓN DE ESTUDIOS Y DISEÑOS
ESTRUCTURALES EN LA EMPRESA MELO & ÁLVAREZ INGENIERÍA S.A.S
COMO AUXILIAR DE INGENIERÍA**

PRESENTADO POR:

MARÍA FERNANDA RODRÍGUEZ SERRANO

ID: 000257435

UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

BUCARAMANGA

2018

**APOYO EN LAS LABORES DE EJECUCIÓN DE ESTUDIOS Y DISEÑOS
ESTRUCTURALES EN LA EMPRESA MELO & ÁLVAREZ INGENIERÍA S.A.S
COMO AUXILIAR DE INGENIERÍA**

MARÍA FERNANDA RODRÍGUEZ SERRANO

ID: 000257435

DIRECTOR ACADÉMICO:

JOHN ALEXIS CASTELLANOS REYES

INGENIERO CIVIL

DIRECTOR EMPRESARIAL

LUZ CONSUELO LUNA CARRILLO

INGENIERA CIVIL

UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

BUCARAMANGA

2018

Nota de aceptación:

Ing. Luz Consuelo Luna Carrillo

Tutor Empresarial

Ing. John Alexis Castellanos Reyes

Evaluador

Evaluador

Bucaramanga, 2018

DEDICATORIA

A mis padres por darme todo su apoyo, ejemplo y amor en cada etapa de mi vida, por brindarme la mejor educación posible con el fin de proveerme con las herramientas necesarias para formarme no solo como persona sino como un buen profesional y lograr todas las metas que me proponga.

A mis abuelitos, los que siguen conmigo y los que ya no están, porque gracias a ustedes crecí y me convertí en lo que hoy soy y todo gracias al amor que me brindaron.

“La educación es la llave para abrir el mundo, un pasaporte a la libertad”
- Oprah Winfrey

AGRADECIMIENTOS

A mi padre Juan Fernando Rodríguez por introducirme y mostrarme el amor a esta profesión junto con la seriedad y responsabilidad al enfrentar las diferentes situaciones que se me presenten en la vida, a mi madre Eddy Serrano por mostrarme que sin importar que dificultades tenga en la vida siempre se puede triunfar y salir adelante sin dejar de ser una persona amorosa y correcta y a mis Abuelos que siempre me educaron con amor y paciencia.

Agradezco a la Universidad Pontificia Bolivariana y a todos los que componen la Facultad de ingeniería civil por estos 5 años de aprendizaje y conocimientos transmitidos.

A la empresa Melo & Álvarez Ingeniería S.A.S y al Doctor Ramón Álvarez por permitirme realizar las prácticas empresariales en esta empresa con tanta trayectoria y respeto en el sector de la ingeniería, al Ingeniero Ramón Andrés Álvarez por el apoyo, paciencia y dedicación en las labores que desempeñé y a la Ingeniera Luz Consuelo Luna por su orientación a lo largo de estos 4 meses.

TABLA DE CONTENIDO

TABLA DE FIGURAS.....	viii
INDICE DE GRÁFICAS.....	ix
RESUMEN GENERAL DE TRABAJO DE GRADO.....	x
GENERAL SUMMARY OF WORK OF GRADE.....	xi
1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. OBJETIVOS.....	2
2.1. OBJETIVO GENERAL.....	2
2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	2
3. GLOSARIO.....	4
4. DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA.....	6
4.1. MISIÓN.....	7
4.2. VISIÓN.....	7
5. PROYECTOS REALIZADOS.....	8
5.1. Consultoría.....	8
5.1.1. Complejo penitenciario La Joya.....	8
5.1.2. Proyecto Malibú del Puerto.....	8
5.1.3. Centro Comercial Delacuesta.....	9
5.2. Construcción.....	10
5.2.1. Biblioteca Universidad Cooperativa de Colombia.....	10
5.2.2. Conjunto Residencial Terrazas del caribe.....	10
5.2.3. Puente Peatonal CC. Cabecera.....	11
6. DESCRIPCIÓN DE PROYECTOS TRABAJADOS.....	12
6.1. Torre VITRO.....	12
6.2. Urbanización Puntalta Altagracia.....	13
6.3. Edificio Nueva Rotativa de Vanguardia Liberal.....	14
6.4. La Plazuela.....	15
6.5. Río del Hato.....	17
7. DESARROLLO DEL PLAN DE TRABAJO.....	18
7.1. Adquisición de conocimientos en el Software CYPECAD.....	18
7.1.1. Introducción a CYPECAD.....	18
7.1.2. Capacitación.....	21
7.2. Colaboración en elaboración de modelos estructurales.....	23
7.2.1. VITRO.....	24
7.2.2. Torre Parqueaderos Puntalta Altagracia.....	27
7.3. Participación en la Licitación Privada Edificio Nueva Rotativa Vanguardia Liberal.....	29
7.3.1. Recopilación de Información.....	30

7.3.2.	Ensamblaje de la propuesta.....	31
7.4.	Control de Información Remitida al Departamento de dibujo Proyecto La Plazuela.	33
7.5.	Cálculo Cantidades de Puente Vehicular de Río del Hato.	39
7.6.	Organización de la información correspondiente a las memorias de cálculo de proyectos realizados por Melo & Álvarez ingeniería S.A.S	47
8.	APORTE AL CONOCIMIENTO	55
8.1.	Diagrama de Introducción de datos e Inicio	56
8.2.	Diagrama de Introducción de Plantas y Plantillas Arquitectónicas	57
8.3.	Inserción de Columnas.....	58
8.4.	Inserción de Vigas.....	59
	59
9.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	60
10.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	62
11.	ANEXOS	63
11.1	Programación Inicial.....	63
11.2.	Seguimiento a cronograma	63

TABLA DE FIGURAS

Figura 1. Logo Empresa. (Melo & Álvarez Ingeniería S.A.S, 2018).....	6
Figura 2. Complejo Penitenciario La Joya (Melo & Álvarez Ingeniería S.A.S, 2018).....	8
Figura 3. Malibú del Puerto (Melo & Álvarez Ingeniería S.A.S, 2018).....	8
Figura 4. Centro Comercial Delacuesta (Melo & Álvarez Ingeniería S.A.S, 2018).....	9
Figura 5. Biblioteca UCC (Melo & Álvarez Ingeniería S.A.S, 2018).....	10
Figura 6. Conjunto Residencial Terrazas del Caribe (Melo y Álvarez Ingeniería S.A.S, 2018).....	10
Figura 7. Puente Peatonal CC. Cabecera (Melo y Álvarez Ingeniería S.A.S, 2018).....	11
Figura 8. VITRO (Melo & Álvarez Ingeniería S.A.S, 2018).....	12
Figura 9. Puntalta Altagracia (Marval S.A, 2018).....	13
Figura 10. Logo Vanguardia Liberal (Vanguardia Liberal, 2018).....	14
Figura 11. La Plazuela. (Marval S.A, 2018).....	15
Figura 12. Río del Hato Condominio. (Marval S.A, 2018).....	17
Figura 13. CYPE (CYPE Ingenieros, 2018).....	18
Figura 14. CYPECAD (CYPE Ingenieros, 2018).....	19
Figura 15. NSR-10 en CYPECAD (CYPE Ingenieros, 2018).....	19
Figura 16. Ubicación de NSR-10 en CYPECAD (CYPE Ingenieros, 2018).....	20
Figura 17. Videos Tutoriales (CYPE Ingenieros, 2018).....	21
Figura 18. Modelo Edificio CYPE (CYPE Ingenieros, 2018).....	22
Figura 19. Modelamiento VITRO CYPECAD (CYPE Ingenieros, 2018).....	24
Figura 20. Despiece Vigas VITRO (CYPE Ingenieros, 2018).....	25
Figura 21. Despiece Columnas VITRO (CYPE Ingenieros, 2018).....	26
Figura 22. Vista en planta VITRO (CYPE Ingenieros, 2018).....	26
Figura 23. Modelamiento Parqueaderos Altagracia (CYPE Ingenieros, 2018).....	27
Figura 24. Vista en planta Altagracia (CYPE Ingenieros, 2018).....	28
Figura 25. Licitación Oteco (Melo y Álvarez S.A.S, 2018).....	29
Figura 26. Tabla Cronograma Licitación (Melo y Álvarez S.A.S, 2018).....	30
Figura 27. Modelo Plantilla Licitación (Melo y Álvarez S.A.S, 2018).....	33
Figura 28. Generación planos I (Plazuela, 2018).....	34
Figura 29. Generación Planos II. (Plazuela, 2018).....	35
Figura 30. Selección tipo de plano (Plazuela, 2018).....	35
Figura 31. Generación plano planta (Plazuela, 2018).....	36
Figura 32. Cambio Formato Plano planta (Plazuela, 2018).....	36
Figura 33. Cimentación (Plazuela, 2018).....	37
Figura 34. Columnas (Plazuela, 2018).....	37
Figura 35. Vigas (Plazuela, 2018).....	38
Figura 36. Planta primer piso (Plazuela, 2018).....	38
Figura 37. Cantidad acero Estribos. (Autor, 2018).....	41
Figura 38. Cantidad acero Vigas (Autor, 2018).....	42
Figura 39. Cantidad acero Aletas (Autor, 2018).....	43
Figura 40. Cantidad acero Losa (Autor, 2018).....	44
Figura 41. Volumen de Concreto. (Autor, 2018).....	45
Figura 42. Cuadro resumen. (Autor, 2018).....	46
Figura 43. Ejemplo de Portada Memorias de Cálculo. (Autor, 2018).....	47
Figura 44. Plantilla Memorias de Cálculo. (Autor, 2018).....	49
Figura 45. Plantilla Resumen de Diseño. (Melo & Álvarez Ingeniería S.A.S, 2018).....	51
Figura 46. Planta Cimentación Altagracia (Autor, 2018).....	52
Figura 47. Planta Piso Tipo Altagracia. (Autor, 2018).....	52
Figura 48. Vista 3D Altagracia (Autor, 2018).....	53
Figura 49. SAFE (CSI America, 2018).....	54

INDICE DE GRÁFICAS

Gráfica 1. Introducción de datos (Autor, 2018).....	56
Gráfica 2. Diagrama de Introducción de Plantas y Plantillas Arq. (Autor, 2018).....	57
Gráfica 3. Inserción de Columnas (Autor, 2018).....	58
Gráfica 4. Inserción Vigas (Autor, 2018)	59

RESUMEN GENERAL DE TRABAJO DE GRADO

TITULO: APOYO EN LAS LABORES DE EJECUCIÓN DE ESTUDIOS Y DISEÑOS ESTRUCTURALES EN LA EMPRESA MELO & ÁLVAREZ INGENIERÍA S.A.S COMO AUXILIAR DE INGENIERÍA

AUTOR(ES): María Fernanda Rodríguez Serrano

PROGRAMA: Facultad de Ingeniería Civil

DIRECTOR(A): John Alexis Castellanos Reyes

RESUMEN

El siguiente documento comprende el informe final de trabajo de grado en la modalidad de práctica empresarial realizada en la empresa Melo & Álvarez Ingeniería S.A.S, el cual contiene todo lo realizado durante los 4 meses pactados para su duración. El propósito principal de la práctica empresarial es servir como auxiliar de ingeniería realizando las labores de apoyo en diseño estructural mediante el uso del programa de cálculo, diseño y modelamiento de estructuras de hormigón armado y metálicas llamado CYPECAD, el cual es la herramienta más utilizada por la empresa para esta actividad y participar como apoyo en la organización de las memorias de cálculo resultantes.

PALABRAS CLAVE:

CYPECAD, modelamiento, diseño, Memorias de cálculo, Hormigón armado

V° B° DIRECTOR DE TRABAJO DE GRADO

GENERAL SUMMARY OF WORK OF GRADE

TITLE: SUPPORT IN THE WORK OF EXECUTION OF STUDIES AND STRUCTURAL DESIGNS IN THE COMPANY MELO & ÁLVAREZ INGENIERÍA S.A.S AS ENGINEERING ASSISTANT.

AUTHOR(S): María Fernanda Rodríguez Serrano

FACULTY: Facultad de Ingeniería Civil

DIRECTOR: John Alexis Castellanos Reyes

ABSTRACT

The following document includes the final report of the degree work in the modality of business practice carried out in the company Melo & Álvarez Ingeniería S.A.S, which contains everything carried out during the 4 months agreed upon for its duration. The main purpose of the business practice is to serve as an engineering assistant performing the support tasks in structural design through the use of the program for calculation, design and modeling of reinforced concrete and metal structures called CYPECAD, which is the most used tool by the company for this activity and participate as support in the organization of the resulting calculation reports.

KEYWORDS:

CYPECAD, modeling, design, calculation reports, Reinforced concrete

V° B° DIRECTOR OF GRADUATE WORK

1. INTRODUCCIÓN

Melo y Álvarez Ingeniería S.A.S es una empresa con una amplia trayectoria y reconocimiento en el sector de la Consultoría estructural y Construcción de obras civiles no solo en la ciudad de Bucaramanga, sino también en muchas otras ciudades del país. Esta se encuentra en una búsqueda constante de la actualización de conocimientos en la parte estructural al igual que en programas especializados para las diferentes actividades que esta desarrolla y así de esta forma lograr la satisfacción de los clientes (Melo y Álvarez S.A.S, 2018).

Durante los 4 meses de duración de la práctica empresarial se tendrá un enfoque en la parte de consultoría estructural y manejo del programa CYPECAD que la empresa posee y utiliza para el cálculo, modelamiento y diseño estructural en los distintos proyectos planteados para trabajar en el periodo previamente determinado de práctica.

CYPECAD es un programa Español elaborado por CYPE ingenieros S.A, el cual ha sido creado para el cálculo, diseño y modelamiento de estructuras metálicas y de hormigón armado, dicho programa propone un armado para los diferentes elementos que componen la estructura, los cuales pueden ser editados por el ingeniero calculista. Este permite exportar a planos todos los resultados arrojados por la estructura, al igual que a formato DWG. Convirtiéndose en una gran herramienta y uno de los mejores programas para cálculo de estructuras civiles (CYPE ingenieros S.A, 2018).

2. OBJETIVOS

2.1.OBJETIVO GENERAL

Desarrollar las actividades de apoyo en consultoría estructural asignadas por la empresa Melo y Álvarez S.A.S, como auxiliar de ingeniería ejecutando las diversas actividades que se requieren para la presentación de estudios y diseños al igual que propuestas económicas.

2.2.OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Apoyo en la presentación de propuestas para las licitaciones públicas o privadas, mediante la recopilación de información necesaria de la organización con el propósito de que esta se encuentre ordenada al momento de presentar la propuesta.
- Adquirir conocimientos en el uso del software CYPECAD como herramienta de diseño estructural para apoyar la gestión de los diferentes estudios y diseños que se ejecuten en la empresa.
- Colaborar activamente en la elaboración de modelos estructurales asignados mediante la utilización del software de diseño CYPECAD.

- Organizar la información correspondiente a las memorias de cálculo estructural de los proyectos que se encuentren en ejecución mediante la recolección de cada uno de los entregables establecidos por Melo y Álvarez logrando el cumplimiento de los requerimientos establecidos por los clientes.
- Controlar la información que se remite al departamento de dibujo, mediante la implementación de los procedimientos establecidos en el sistema de gestión de calidad garantizando el cumplimiento de los requisitos del cliente.
- Apoyo en el cálculo de cantidades de obra mediante el seguimiento de los planos definitivos de los proyectos como insumo para la realización de los presupuestos de obra.

3. GLOSARIO

Consultoría: Servicio que presta una empresa o individuo con experiencia en un área específica, asesorando personas o empresas en esa área de conocimiento.

Vigas: Estructura horizontal que trabaja principalmente a flexión cuya longitud predomina sobre las otras dimensiones, está ubicada de manera horizontal.

Vigas de Atado: Es un elemento de cimentación cuya principal función es unir las zapatas entre sí, esta solo soporta fuerzas de tensión y compresión más no los momentos.

NSR-10: Reglamento Colombiano de construcción Sismo-resistente, es el reglamento Colombiano creado en el 2010, que busca regular los requisitos y las condiciones con las que se deben contar a la hora de realizar y presentar los diseños, al igual que a la hora de realizar la parte constructiva de cualquier estructura en Colombia.

Hormigón: Material más utilizado en construcción, conformado por la mezcla de agregado fino, grueso, agua y cemento.

Hormigón Armado: Es el resultante de la utilización del hormigón reforzándolo mediante el uso de barras o mallas de acero, a las cuales se les denomina armadura.

Cimentación: Se le conoce como cimentación al conjunto de elementos estructurales cuya función principal es la de transmitir las cargas de una estructura a suelo apto.

Hormigón Postensado: Se le conoce al hormigón que es sometido luego de ser vertido y haber fraguado a fuerzas de tensión.

Despiece: Manera en la que están dispuestos los elementos que conforman muros, columnas, vigas, etc.

Columna: Elemento estructural que trabaja principalmente a compresión, más alto que ancho y se encuentra orientado en posición vertical, de sección normalmente cilíndrica o poligonal.

Estructura: Cualquier tipo de construcción conformada por uno o varios elementos que trabajan entre sí, los cuales deben soportar la acción de una serie de fuerzas aplicadas sobre ellos.

Software: Conjunto de programas que le permiten a la computadora realizar distintas tareas, las cuales van enfocadas a distintas áreas de interés.

Perlines: Son perfiles estructurales en acero negro o galvanizado, los cuales se encuentran formados en frío, con amplia gama de referencias en C y Z. Estos se utilizan tipo cajón de entrepiso, como un sistema nuevo de losa aligerada.

Cuantía de acero: Relación existente entre la cantidad de acero en unidad de peso que se necesitan para la construcción de elementos en concreto reforzado y la cantidad de concreto en unidad de volumen.

4. DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA

La empresa Melo y Álvarez Ingeniería S.A.S es una empresa con más de 40 años de experiencia en los sectores de consultoría estructural, supervisión técnica y construcción de obras civiles.

Melo y Álvarez Ingeniería S.A.S dio comienzo a sus actividades empresariales el 28 de Diciembre de 1978 bajo el nombre de Soc. Melo y Álvarez Ltda. por iniciativa de los socios, el Arquitecto Christian Melo Mc.Cormick y el Ingeniero Civil Ramón Álvarez Hernández, la empresa desde ese entonces ha ejecutado varios proyectos en varias ciudades del país tanto en el ámbito de la Arquitectura como en el de la Ingeniería Civil, pero manteniendo su sede principal en la ciudad de Bucaramanga.

El 30 de marzo del 2015, el Ingeniero Ramón Álvarez Hernández creó la empresa que se conoce hoy en día, Melo y Álvarez Ingeniería S.A.S (Melo y Álvarez S.A.S, 2018).

Ubicación:

Carrera 29 No.45-45 Oficina 1607

Edificio Metropolitan Business Park

Bucaramanga, Santander, Colombia

Logo:



Figura 1. Logo Empresa. (Melo & Álvarez Ingeniería S.A.S, 2018)

4.1.MISIÓN

Consiste en la prestación de los servicios de Ingeniería Civil en Consultoría, Construcción y Supervisión Técnica con altos estándares de Calidad, apoyados en la innovación y en la actualización permanente del conocimiento, buscando que la satisfacción de los clientes nos permita un crecimiento integral. (Melo y Álvarez S.A.S, 2018, p.2)

4.2.VISIÓN

Orientada hacia la sostenibilidad empresarial en el ámbito regional e incrementar la participación a nivel nacional, siempre con énfasis en la creación de valor para nuestros clientes, basándonos en el conocimiento y en la experiencia, con propuestas innovadoras y que, utilizando nuevas tecnologías de la información, afronte la competencia con clara diferencia por el valor agregado a los clientes y acreciente las oportunidades de negocio, respetando los aspectos de construcción sostenible. (Melo y Álvarez S.A.S, 2018, p.2)

5. PROYECTOS REALIZADOS

5.1.Consultoría

5.1.1. Complejo penitenciario La Joya



Figura 2. Complejo Penitenciario La Joya (Melo & Álvarez Ingeniería S.A.S, 2018)

Ubicación: Ciudad de Panamá, Panamá.

Diseño Arquitectónico: Melo y Álvarez Ingeniería S.A.S

Diseño Estructural: Melo y Álvarez Ingeniería S.A.S

Constructor: Consorcio UM Panamá (Marval).

5.1.2. Proyecto Malibú del Puerto



Figura 3. Malibú del Puerto (Melo & Álvarez Ingeniería S.A.S, 2018)

Ubicación: Vía al mar en sentido Barranquilla-Cartagena Puerto Colombia

(Diagonal 4 entre calle 13-14)

Diseño Estructural: Melo y Álvarez Ingeniería S.A.S

Constructor: GRAMA Construcciones.

Tipo de inmueble: Vivienda.

5.1.3. Centro Comercial Delacuesta



Figura 4. Centro Comercial Delacuesta (Melo & Álvarez Ingeniería S.A.S, 2018)

Ubicación: Piedecuesta, Santander.

Diseño Estructural: Melo y Álvarez Ingeniería S.A.S

Constructor: Marval S.A.

Tipo de inmueble: Locales Comerciales.

5.2. Construcción

5.2.1. Biblioteca Universidad Cooperativa de Colombia



Figura 5. Biblioteca UCC (Melo & Álvarez Ingeniería S.A.S, 2018)

Ubicación: Bucaramanga, Santander.

Diseño Estructural: Melo y Álvarez Ingeniería S.A.S

Constructor: Melo y Álvarez Ingeniería S.A.S

Tipo de inmueble: Educativo.

5.2.2. Conjunto Residencial Terrazas del caribe



Figura 6. Conjunto Residencial Terrazas del Caribe (Melo y Álvarez Ingeniería S.A.S, 2018)

Ubicación: Cartagena, Colombia

Diseño Estructural: Melo y Álvarez Ingeniería S.A.S

Constructor: Melo y Álvarez Ingeniería S.A.S

Tipo de inmueble: Vivienda.

5.2.3. Puente Peatonal CC. Cabecera



Figura 7. Puente Peatonal CC. Cabecera (Melo y Álvarez Ingeniería S.A.S, 2018)

Ubicación: Bucaramanga, Santander.

Diseño Estructural: Melo y Álvarez Ingeniería S.A.S

Constructor: Melo y Álvarez Ingeniería S.A.S.

Tipo de inmueble: Servicio Público.

6. DESCRIPCIÓN DE PROYECTOS TRABAJADOS

6.1. Torre VITRO



Figura 8. VITRO (Melo & Álvarez Ingeniería S.A.S, 2018)

El proyecto Torre VITRO centro empresarial, es un edificio de oficinas y locales que contará con 86.50 m de altura y 22 pisos de los cuales 14 serán de oficinas, 2 sótanos y 4 pisos de parqueaderos. Este estará ubicado en la Carrera 33 con Calle 42, Cabecera del Llano, el cual contará con diversas tipologías de oficinas y locales comerciales (Marval S.A, 2018).

En sus zonas interiores contara con:

- Lobby con recepción y sala de espera
- Terraza y cubierta verde
- Salón de reuniones
- Comedor
- Baños públicos

- Cuarto técnico en cada piso
- Baño privado junto con vista panorámica en cada oficina.

6.2. Urbanización Puntalta Altagracia.



Figura 9. Puntalta Altagracia (Marval S.A, 2018)

El proyecto Puntalta Altagracia, es un proyecto de vivienda que va a ser realizado por la constructora Marval S.A, el cual se va a encontrar ubicado en la ciudad de Cartagena en la Calle 14 #30-247. Este proyecto contará con áreas privadas desde los 54.13 m² y áreas construidas desde los 60.21 m², al igual que con 3 tipologías diferentes de apartamentos. (Marval S.A, 2018).

En sus zonas exteriores contará con:

- Salón de eventos
- Sendero peatonal
- Gimnasio
- Sala de juegos
- Piscina para adultos

- Piscina familiar
- Guardería
- Cancha múltiple
- Sauna
- Zonas Verdes
- Juegos Infantiles
- Kiosko social
- Sala de Recepción
- Zona BBQ.

Puntalta Altagracia contará con una torre de parqueaderos independiente de la estructura, la cual va a abastecer a esta con los parqueaderos requeridos por norma, dicha torre es en la cual se va a trabajar en el tiempo de duración de la práctica empresarial (Marval S.A, 2018).

6.3.Edificio Nueva Rotativa de Vanguardia Liberal.



Figura 10. Logo Vanguardia Liberal (Vanguardia Liberal, 2018)

El edificio nueva rotativa de vanguardia liberal, es un proyecto realizado por el diario impreso Vanguardia liberal ubicado en las inmediaciones del anillo vial, este

edificio tiene como principal objetivo el contener la nueva rotativa Sueca adquirida por el diario bumangués. Este edificio se creó debido al gran tamaño de la rotativa adquirida por el diario impreso, la cual no se pudo instalar en la sede anterior de dicho diario. Este va a dar inicio a su funcionamiento a finales del 2017 (Ruiz, 2016).

El papel principal de la empresa relacionado con el proyecto, fue el de participar en la licitación privada presentada por OTECO para el suministro, fabricación e instalación de estructura metálica.

6.4.La Plazuela.



Figura 11. La Plazuela. (Marval S.A, 2018)

La Plazuela Apartamentos es un proyecto de vivienda, el cual va a ser realizado por la constructora Marval S.A.S, dicho proyecto va a estar ubicado en la ciudad de Barranquilla en la Calle 53 entre carrera 45 y 44. Es proyecto contará con 5 tipologías de apartamentos con áreas construidas entre 58.44 m² y 69.03 m² y áreas privadas entre

49.05 m2 y 60.02 m2. Su precio de compra va a estar desde los \$198'850.000 dependiendo de la tipología escogida por el cliente. (Marval S.A, 2018).

Dicho proyecto contará con:

- Espacio Interior:
 - Sala – comedor
 - Cocina
 - Zona de ropas
 - Alcoba Principal con baño
 - 2 alcobas auxiliares
 - Baño auxiliar
 - Parqueadero
 - Balcón

- Zonas Exteriores:
 - Salón de eventos
 - Gimnasio
 - Sala de Juegos
 - Piscina para adultos y Familiar
 - Zonas verdes
 - Juegos Infantiles
 - Sala de recepción

6.5. Río del Hato



Figura 12. Río del Hato Condominio. (Marval S.A, 2018)

Río del Hato es un proyecto de vivienda, tipo Condominio, creado por la constructora Marval S.A, el cual se va a encontrar Ubicado en la Circunvalar Guatiguará con Carrera 4 que todavía se encuentra en proceso de construcción y diseño, este va a estar conformado por varios conjuntos residenciales dentro de los cuales hasta el momento se encuentran diseñado y planteados:

- Colina del Hato
- Serranía del Hato
- Bosques del Hato
- Pradera del Hato

Pero que se espera en un futuro el proyecto crezca y esté conformado por aún más proyectos residenciales. Debido a la extensa área del lote en el cual va a estar ubicado el Condominio de Río del Hato y el cruce del río del Hato, el cual le otorga el nombre al condominio, se vio en la necesidad de la construcción de un puente vehicular para la creación de un acceso para los Conjuntos residenciales que se encontraran dentro de proyecto.

7. DESARROLLO DEL PLAN DE TRABAJO

7.1. Adquisición de conocimientos en el Software CYPECAD

7.1.1. Introducción a CYPECAD

En las primeras semanas de la práctica empresarial, se dispuso el tiempo para el aprendizaje y capacitación en el programa de diseño estructural manejado por la empresa, llamado CYPECAD de CYPE Ingenieros.

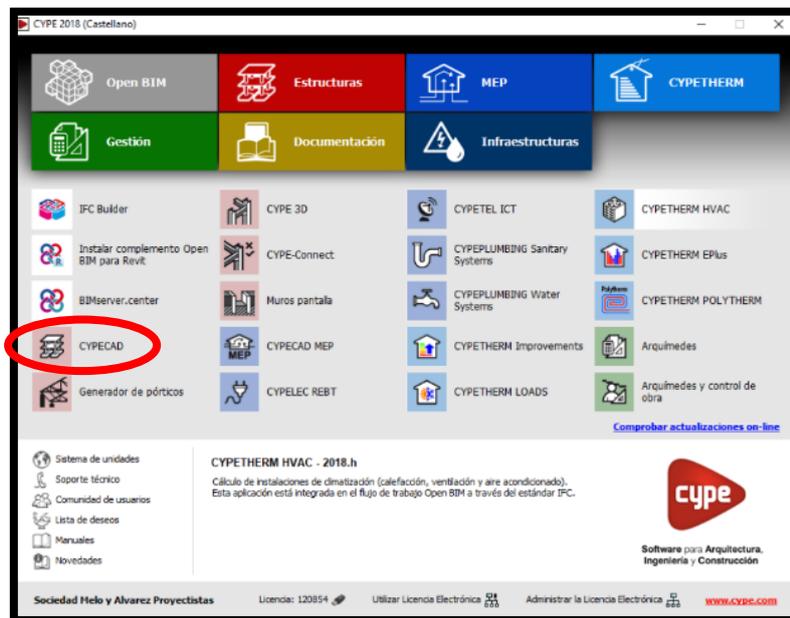


Figura 13. CYPE (CYPE Ingenieros, 2018)

CYPECAD es un software creado para realizar el cálculo y dimensionamiento de estructuras metálicas y de hormigón armado. Este tiene una gran cantidad de características que lo vuelven uno de los mejores del mercado, entre ellas se puede destacar el cálculo sísmico el cual tiene un análisis modal espectral completo, gran cantidad de opciones de cálculo, opción de armado personalizado por el usuario, su versatilidad a la hora del diseño de cimentaciones y su editor de armaduras (CYPE ingenieros S.A, 2018).



Figura 14. CYPECAD (CYPE Ingenieros, 2018)

Como se ha mencionado previamente, este programa es de origen Español y es considerado uno de los mejores programas para diseño y cálculo estructural. Al tener este origen, facilita en cierta medida el aprendizaje y entendimiento de este para personas de habla hispana dándole una ventaja por sobre otros programas.

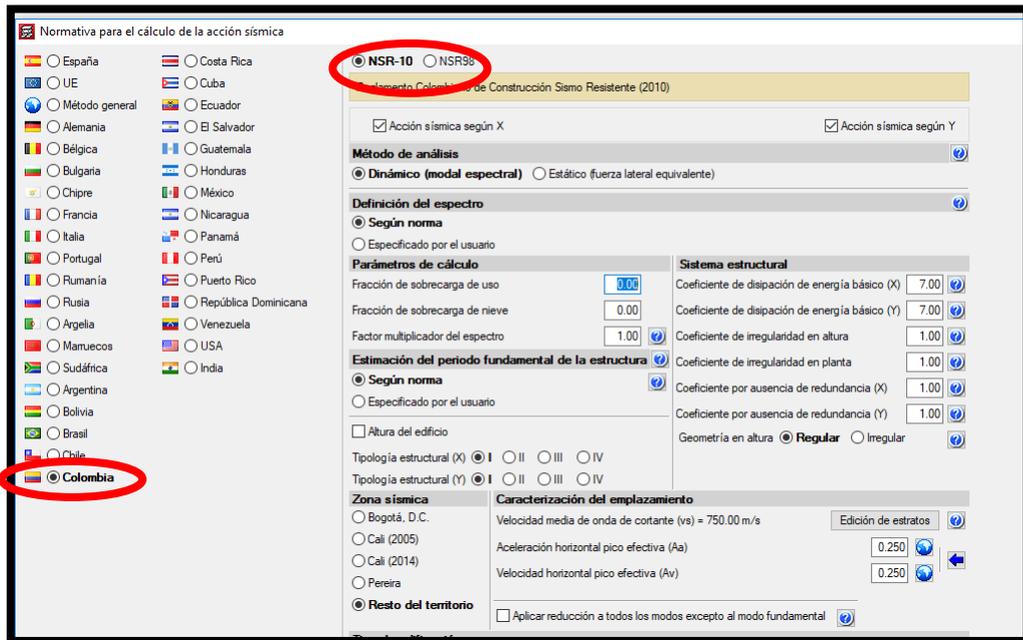


Figura 15. NSR-10 en CYPECAD (CYPE Ingenieros, 2018)

CYPECAD es un programa muy completo para la realización de diseños estructurales, es uno de los pocos programas que contiene la NSR-10 completa cargada en su sistema, permitiendo de este modo un cálculo adecuado. Como característica adicional, el programa con cada resultado que arroja, indica qué cálculos realizó y de qué parte de la NSR-10 (Para el caso de Colombia) sacó los

parámetros utilizados en dicho cálculo, permitiendo al diseñador un mayor control y entendimiento de lo que el programa está realizando, adicionalmente permitiendo solucionar cualquier duda que surja con respecto a los resultados arrojados por el programa.

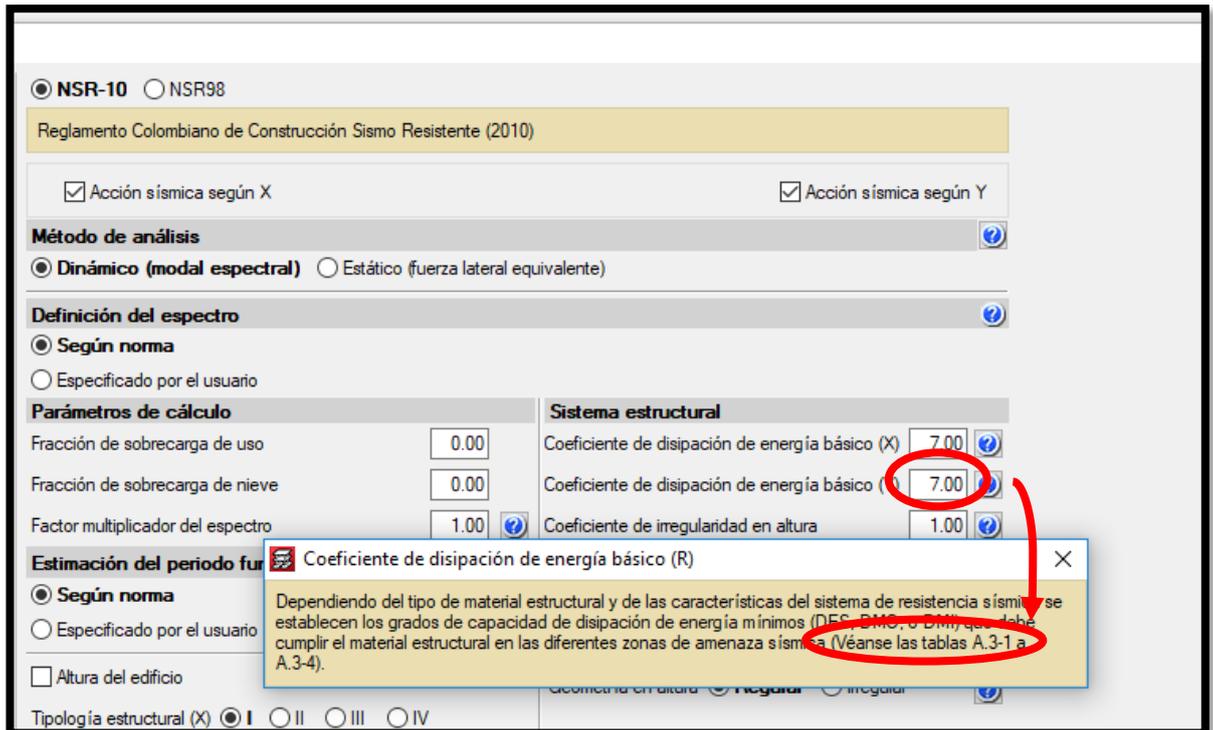


Figura 16. Ubicación de NSR-10 en CYPECAD (CYPE Ingenieros, 2018)

La NSR-10 es el Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente, este como su nombre lo indica es la norma técnica Colombiana la cual tiene como principal objetivo reglamentar todas las condiciones necesarias con las que deben contar las construcciones para garantizar un correcto comportamiento estructural a un sismo (NSR-10, 2010).

Dentro del Reglamento Colombiano de Construcción sismo resistente se puede encontrar información correspondiente a características de materiales a utilizar,

calidad del concreto, detalles del refuerzo, Métodos de diseño y demás requisitos necesarios para un diseño estructural (NSR-10, 2010).

7.1.2. Capacitación

En primera instancia fue entregado un conjunto de videos tutoriales del programa, creados especialmente por CYPE ingenieros S.A, para una primera familiarización con lo que se puede realizar y hasta donde se puede llegar con dicho programa.



Figura 17. Videos Tutoriales (CYPE Ingenieros, 2018)

Dentro de estos videos básicos de aprendizaje en el manejo de CYPECAD se trataban temas tales como: Datos Generales y soportes de la estructura, datos de vigas y losas entrepisos, Análisis de resultados del cálculo, cimentaciones, datos de sismo y viento y losas postensadas y mixtas.

A pesar de que el programa es muy utilizado dentro de la empresa, esta no posee un manual o un instructivo guía propio, por este motivo el paso a seguir después del

conocimiento básico del programa por parte de los videos fue la profundización de este mismo junto con el ingeniero supervisor utilizando como medio de apoyo modelos previamente realizados por la empresa.

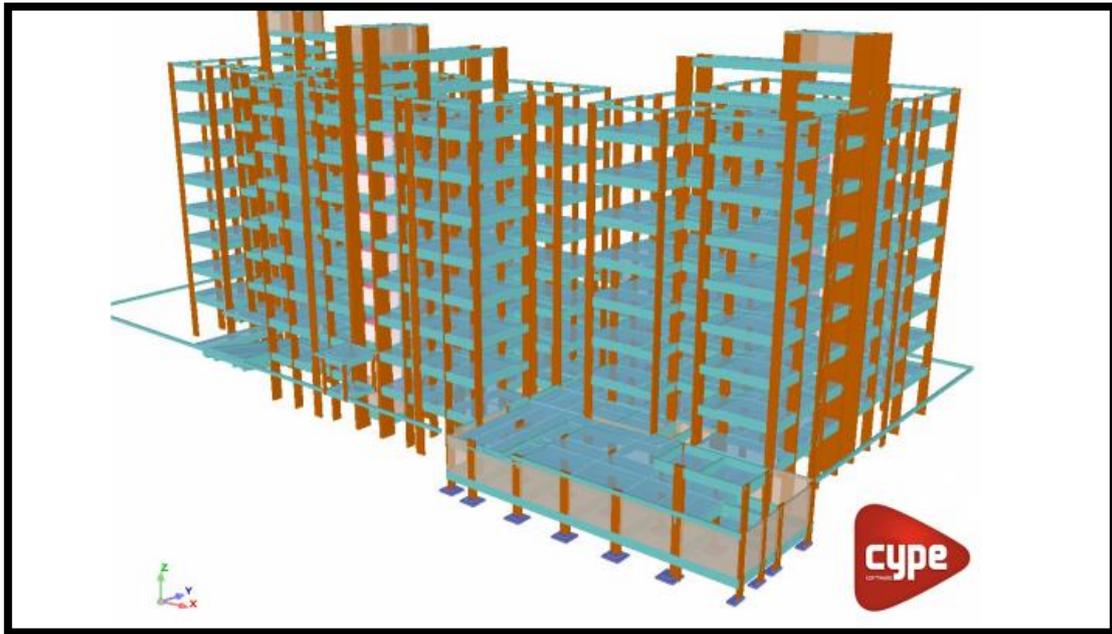


Figura 18. Modelo Edificio CYPE (CYPE Ingenieros, 2018)

Dentro de la capacitación realizada por el Ingeniero supervisor, se pudieron tratar temas que no fueron abarcados en los videos de CYPECAD, dentro de estos se puede resaltar el modelamiento y diseño de rampas, profundidad de cimentación y asignación de la categoría sismo resistente adecuada a los diferentes elementos que componen la estructura., al igual que el reforzamiento de todo el conocimiento teórico que viene de la mano con la utilización de todas esas herramientas que ofrece CYPECAD.

7.2.Colaboración en elaboración de modelos estructurales.

Ya en la siguiente etapa y luego de haber recibido la capacitación adecuada para poder hacer uso del programa de acuerdo a las necesidades de la empresa, fueron asignados 2 proyectos para su modelamiento y colaboración en el diseño estructural.

En esta etapa se busca crear en el programa CYPECAD un modelo digital de la edificación que se va a diseñar, para que este pueda realizar todos los cálculos requeridos, como comprobación de dimensiones, cálculo de derivas y despiece de vigas y columnas, al igual que una representación en 3D de cómo se vería la estructura del edificio con todos sus componentes.

Para poder dar inicio a esta etapa de modelamiento en el programa, lo primero que se necesita es el conjunto completo de planos arquitectónicos los cuales nos van a dar la gran mayoría de información necesaria para la creación del modelo dentro de CYPECAD, dentro de los planos arquitectónicos necesarios se encuentran: Las diferentes vistas en perfil de la estructura, la planta del piso tipo, plantas de los demás pisos y la cubierta, para de esta forma conocer algunos datos importantes tales como:

- Altura de entre pisos
- Altura total del edificio
- Características geométricas de la estructura que se va a modelar
- Distribución de cada piso
- Uso de cada piso para poder conocer las cargas
- Localización de algunos elementos estructurales previamente pactado por los Arquitectos

Después de la recepción y análisis de los planos arquitectónicos se puede dar inicio a la introducción de datos en CYPECAD y así de esta forma crear el modelo necesario. Esto se realizó para dos proyectos de Marval S.A en los cuales se va a profundizar más adelante.

7.2.1. VITRO

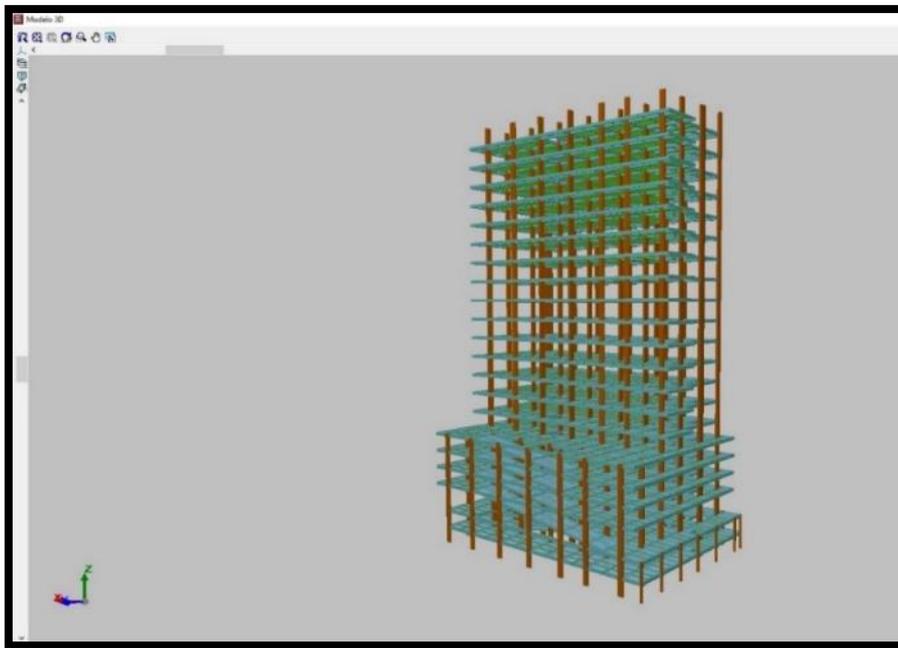


Figura 19. Modelamiento VITRO CYPECAD (CYPE Ingenieros, 2018)

El primer proyecto en el cual se trabajó fue La Torre Empresarial VITRO, el cual es un proyecto de Marval S.A y se encuentra ubicado en la ciudad de Bucaramanga, a este proyecto se le realizó el modelamiento estructural en el programa CYPECAD para poder verificar que el dimensionamiento de los elementos fuera adecuado y poder realizar el despiece y diseño tanto de vigas como de columnas. (Marval S.A, 2018).

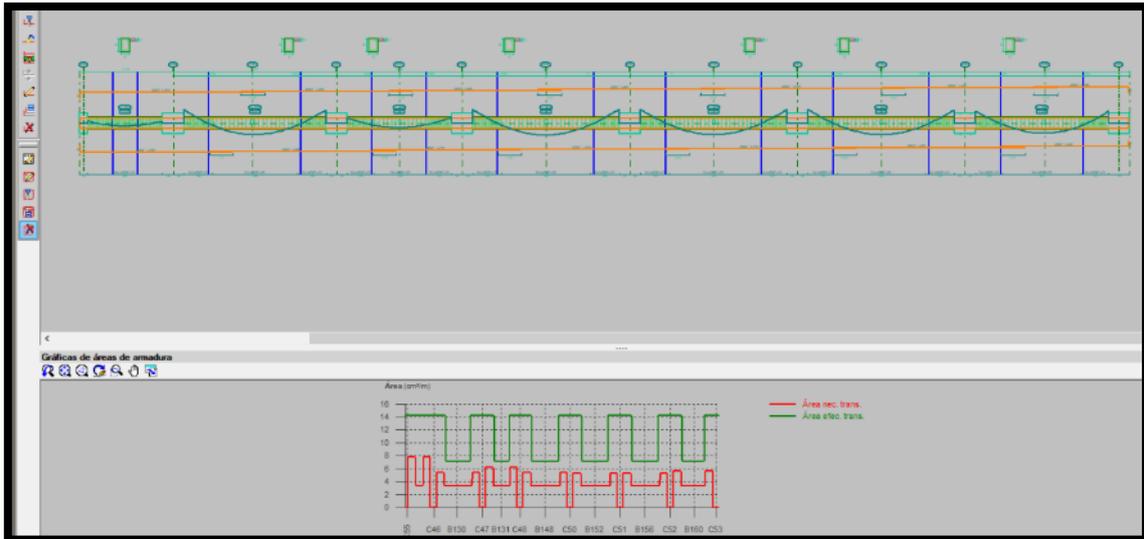


Figura 20. Despiece Vigas VITRO (CYPE Ingenieros, 2018)

El programa sugiere unos despieces tanto para vigas como para columnas, los cuales pueden ser editados por el ingeniero de acuerdo a la experiencia y facilidad no solo en el cálculo de cantidades sino en el armado en obra, para facilitar esta edición de armados en el caso de las vigas, el programa arroja unas gráficas con el área mínima de acero requerida tanto para flexión como para cortante.

En la **Figura 20** se puede observar el refuerzo necesario para cortante y como en la parte inferior se ve el gráfico de áreas de acero necesaria para el buen funcionamiento de la viga con respecto a cortante, pero este gráfico no solo lo genera para el refuerzo a cortante, el programa también genera una gráfica de área mínima de acero necesario para flexión.

Como características adicionales, el programa tiene la opción de cargar a estos tipos de barras que uno desee, le avisa al ingeniero calculista cuándo la cantidad de barras colocadas en una viga excede el espacio existente utilizando los criterios de la NSR-10 de recubrimiento y separación entre barras.

Edificación del armado		Dimensión		Armadura longitudinal				Armadura transversal		Au/Ac (%)	
		X (m)	Y (m)	Esquinas		Cara X		Cara Y			
Piso 5	15.75 m	100	40	4	Ø3/4"	14	Ø3/4"	6	Ø3/4"	10	1.7
Piso Intermedio 5	13.45 m	100	40	4	Ø3/4"	14	Ø3/4"	6	Ø3/4"	10	1.7
Piso 4	12.25 m	100	40	4	Ø3/4"	14	Ø3/4"	6	Ø3/4"	10	1.7
Piso Intermedio 4	9.95 m	100	40	4	Ø3/4"	14	Ø3/4"	6	Ø3/4"	10	1.7
Piso 3	8.75 m	100	40	4	Ø3/4"	14	Ø3/4"	6	Ø3/4"	10	1.7
Piso Intermedio 3	6.45 m	100	40	4	Ø3/4"	14	Ø3/4"	6	Ø3/4"	10	1.7
Piso 2	5.25 m	100	40	4	Ø3/4"	14	Ø3/4"	6	Ø3/4"	10	1.7
Piso Intermedio 2	2.95 m	100	40	4	Ø3/4"	14	Ø3/4"	6	Ø3/4"	10	1.7
Piso 1	0 m	100	40	4	Ø3/4"	14	Ø3/4"	6	Ø3/4"	10	1.7
Piso Intermedio 1	-1.34 m	100	40	4	Ø3/4"	14	Ø3/4"	6	Ø3/4"	10	1.7
Sotano 1	-3.5 m	100	40	4	Ø3/4"	14	Ø3/4"	6	Ø3/4"	10	1.7
Cimentación	-7 m	100	40	4	Ø3/4"	14	Ø3/4"	6	Ø3/4"	3	1.7

Resumen de las comprobaciones																					
Pilar	Posición	Disp.	Am.	Comprobaciones				Aprov. (%)	Comb.	Comp.	Esfuerzos permisibles						Referencia		Eo	Com.	
				Q (%)	N.M. (S)	Disp. S.	Cap.				N	Max	Myy	Qx	Qy	Max	Myy				
C30	5.25 m	N.P.	N.P.	N.P.	45.3	N.P.	✓	40.3	1.2 PP.	N.M.S	138.59	18.92	3.67	1.96	-12.08	17.98	3.67				
	Cabeza	✓	✓	10.0	41.1	✓	✓		0.9 PP.	Q.S	115.75	-11.89	0.06	-0.66	-4.54	-10.63	0.06				
	1 m	✓	✓	10.0	42.2	✓	✓		1.2 PP.	N.M	225.18	-7.66	-0.55	-0.20	-0.63	-1.94	-0.55				
	Pie	✓	✓	10.0	42.2	✓	✓		0.9 PP.	Q.S	119.94	11.75	-3.01	-0.66	-4.54	10.46	-3.01				
								1.2 PP.	N.M	230.76	7.90	-1.45	-0.20	-0.63	0.99	-1.45					
								0.9 PP.	Q.S	119.94	11.75	-3.01	-0.66	-4.54	10.46	-3.01					
								1.2 PP.	N.M	230.76	7.90	-1.45	-0.20	-0.63	0.99	-1.45					

Figura 21. Despiece Columnas VITRO (CYPE Ingenieros, 2018)

Esta estructura está diseñada con sistema constructivo aporricado, este tipo de sistema es aquel cuyos elementos estructurales principales están compuestos por vigas y columnas conectados por medio de nudos formando pórticos por esto el nombre del sistema y la losa utilizada en esta edificación es una losa maciza con perlines (Muñoz & Arias, 2017).

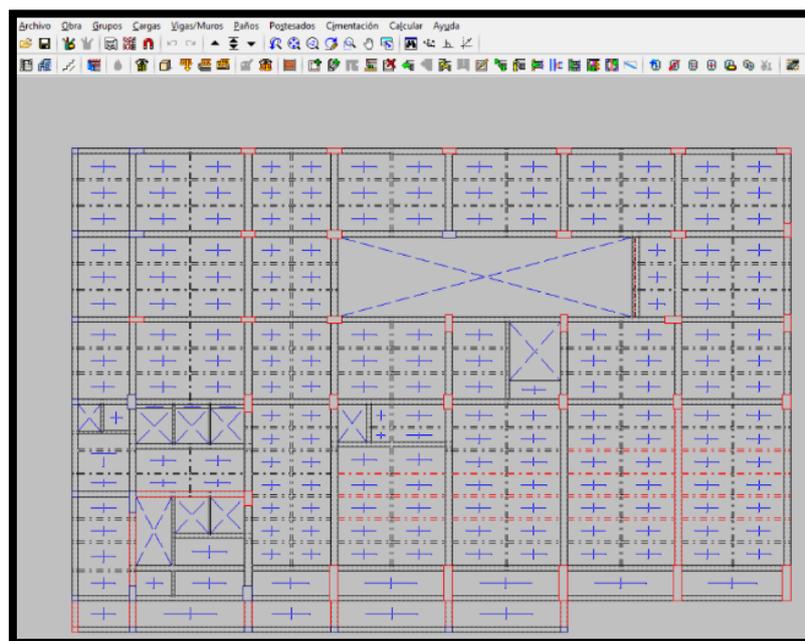


Figura 22. Vista en planta VITRO (CYPE Ingenieros, 2018)

Esta estructura comprende 5 tipos de plantas diferentes, dentro de las cuales las que requerían más trabajo eran las plantas de los parqueaderos debido a que estas poseen rampas por las cuales se movilizan los automóviles de piso en piso, para este proyecto las rampas se realizaron generando un nivel intermedio en el cual se creaban y por medio de desniveles se rotaban en un eje hasta llegar al piso donde debían iniciar y terminar. Esto se realizó de esta manera ya que gracias a la experiencia en el manejo del programa, los ingenieros de la empresa Melo & Álvarez S.A.S pudieron identificar que el programa entiende y procesa de una manera más sencilla y menos propensa a errores el concepto de la rampa, que si esta se realizara sin la necesidad de crear un nivel intermedio.

7.2.2. Torre Parqueaderos Puntalta Altagracia

El Segundo proyecto en el cual se trabajó fue La Torre de parqueaderos del conjunto residencial Puntalta Altagracia, el cual es un proyecto de Marval S.A y se encuentra ubicado en la ciudad de Cartagena (Marval S.A, 2018).

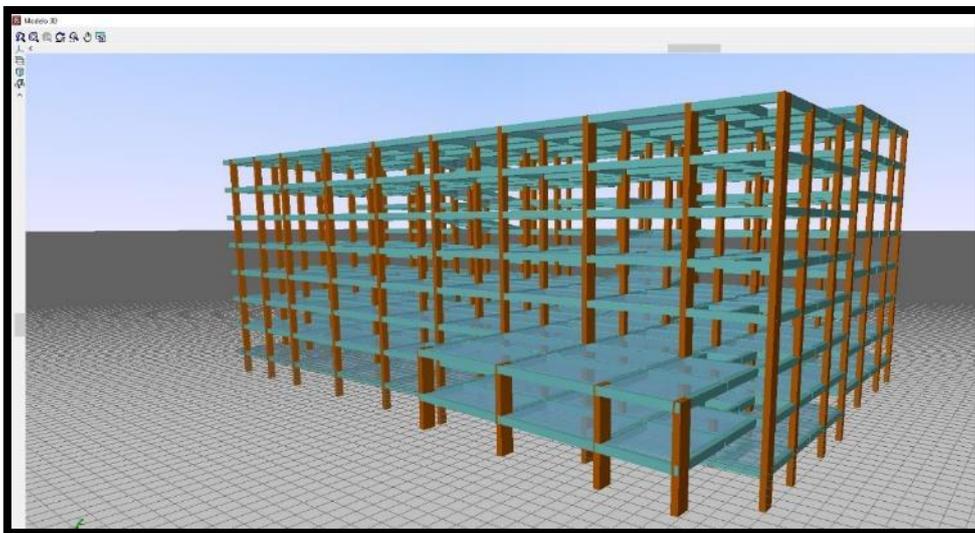


Figura 23. Modelamiento Parqueaderos Altagracia (CYPE Ingenieros, 2018)

A este proyecto se le realizó el modelamiento estructural en el programa CYPECAD para poder verificar que el dimensionamiento de los elementos fuera adecuado y de esta manera poder enviar un reporte con los resultados arrojados por el programa avalando o rechazando el sistema utilizado junto con las posibles correcciones o mejoras que el ingeniero calculista considere. Esta estructura también fue diseñada con sistema constructivo aporticado.



Figura 24. Vista en planta Altagracia (CYPE Ingenieros, 2018)

Lo primero que se realizó, fue corroborar con el ingeniero calculista que las dimensiones de las columnas utilizadas en el diseño arquitectónico podrían funcionar, para de esta forma tener el visto bueno para proseguir con el modelamiento de la estructura, dentro del programa se utiliza la plantilla arquitectónica como guía para la ubicación de vigas y columnas.

Esta estructura requería un poco de trabajo por el motivo de que tiene 3 niveles diferentes de cimentación, está compuesta por niveles intermedios en vez de pisos y contiene 14 rampas para poderse desplazar de nivel en nivel, las cuales no son

elementos muy sencillos a la hora de modelar ya que hay que tener mucho cuidado a la hora de diseñarlas para evitar crear cortantes muy grandes en las columnas que se encuentran rodeando la rampa.

En este caso en particular, las rampas se diseñaron de manera distinta a como se menciona en VITRO, debido a que esta estructura estaba comprendida por niveles intermedios y no por pisos como en el caso anterior, las alturas entre niveles son muy pequeñas, por lo tanto no era posible crear un piso intermedio de rampa y hacer el procedimiento explicado anteriormente, por este motivo las rampas se crearon en uno de los niveles que se conectan y luego con desniveles se subía o bajaba el extremo para conectar con el otro nivel.

7.3.Participación en la Licitación Privada Edificio Nueva Rotativa Vanguardia Liberal.

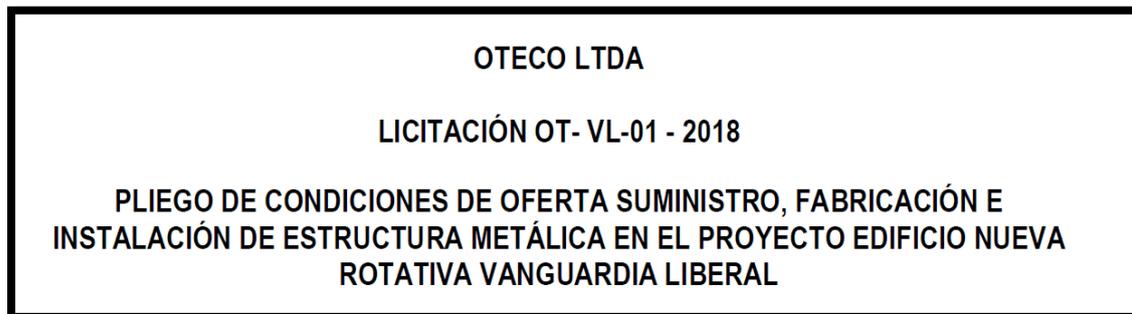


Figura 25. Licitación Oteco (Melo y Álvarez S.A.S, 2018)

La empresa Melo & Álvarez Ingeniería S.A.S participó en la licitación que abrió OTECO para el suministro, fabricación e instalación de la estructura metálica para el Edificio Nueva Rotativa de Vanguardia Liberal.

Una licitación privada como en la que se participó es un proceso participativo el cual tiene como principal objetivo adquirir las mejores condiciones de compra de una obra o producto, este tipo de licitación se diferencia de la pública en que las invitaciones

presentadas por el contratante en este caso OTECO, se hacen a determinadas empresas y no de manera pública como si ocurriría en las licitaciones públicas (Universidad EAFIT, 2018).

El papel principal desempeñado dentro de la presentación de la propuesta en la participación de la Licitación es el de recopilar toda la información requerida y exigida por la entidad contratante, cerciorándose de que se tienen todos los documentos necesarios y en orden y la realización del ensamblaje de dicha propuesta para luego ser presentada al contratante, en este caso a OTECO.

7.3.1. Recopilación de Información.

ELABORACIÓN DE LA PROPUESTA						
DOCUMENTOS QUE DEBE ENTREGAR EL PERSONAL DE MELO Y ALVAREZ INGENIERIA						
DOCUMENTO REQUERIDO	OBSERVACIONES	PÁGINA DE REFERENCIA EN LOS PLEGOS PARA CONSULTA	NOMBRE COMPLETO DE LA PERSONA RESPONSABLE	FECHA PROGRAMADA PARA LA ENTREGA	RECIBO Y REVISIÓN DE LA INFORMACIÓN	VISTO BUENO DE LA ÚLTIMA REVISIÓN
Carta de presentación de la propuesta	Anexo 2	2	Yaneth Suárez	21/03/2018		Falta
Valor total propuesta	Anexo 3, firmado y en excel	2, 5, 6 y 7	Eduardo Melo Mc.Cormick	21/03/2018		Falta
APU	Exportados a excel	2, 5, 6 y 7	Eduardo Melo Mc.Cormick	21/03/2018		Falta
Programación de obra	Fabricación y montaje	2, 7	Eduardo Melo Mc.Cormick	21/03/2018		Falta
Protocolo de ensayos		2	Eduardo Melo Mc.Cormick	21/03/2018		Falta
Póliza de seriedad de la propuesta	Póliza en original y recibo de pago	2	Yaneth Suárez	21/03/2018		Falta
Relación de contratos en ejecución	Indicar objeto, actividades, porcentaje de avance y valor del contrato	2	Paola Vera	21/03/2018		Falta
Fotocopia de la C.C. del Representante Legal		2	Luz Consuelo Luna C.	20/03/2018		Falta
Certificado de Existencia y Representación Legal		2	Paola Vera	20/03/2018		Falta
Copia del RUT		2	Yaneth Suárez	20/03/2018		Falta
Acta de constitución del Copasst o nombramiento de Vigía Ocupacional		2	Edelmira Forero M.	21/03/2018		Falta
Acta de Constitución de comité de Convivencia Laboral		2	Edelmira Forero M.	20/03/2018		Falta
Copia de la matriz de riesgos de la labor objeto de la licitación		2	Eduardo Melo Mc.Cormick	21/03/2018		Falta
Estadísticas de accidentalidad del 2017		2	Eduardo Melo Mc.Cormick	21/03/2018		Falta
Protocolo de calidad	Ver información que se requiere incluir en el documento en la página 3	3 y 4	Eduardo Melo Mc.Cormick	21/03/2018		Falta

Figura 26. Tabla Cronograma Licitación (Melo y Álvarez S.A.S, 2018)

Dentro de la Fase de recopilación se busca documentar y gestionar todos los requerimientos para la propuesta de licitación, para esto se debe realizar la labor de recepción de documentos y de cumplimiento de las fechas estipuladas (Prada, 2017).

Utilizando el formato anterior (**ver Figura 26**), se va a buscar llevar el control y seguimiento de los documentos entregados y faltantes de acuerdo a las fechas estipuladas por el ingeniero encargado de la licitación.

Esto se busca cumplir para que los responsables de cada documento hagan entrega oportuna de estos y no exista ningún contratiempo a la hora de la creación de la propuesta, para poder hacer entrega de todos los documentos en la fecha final a la Ingeniera encargada, en este caso la ingeniera Luz Consuelo Luna Carrillo y esta les pueda dar el visto bueno final para dar comienzo al ensamblaje de la propuesta.

7.3.2. Ensamblaje de la propuesta

Ya después de haber recolectado toda la documentación necesaria para presentar la propuesta de Suministro, Fabricación e Instalación de estructura metálica en el proyecto edificio nueva rotativa vanguardia liberal, se procede al apoyo en la revisión por parte de la Ingeniera Luz Consuelo Luna de la documentación para que esta pueda dar su aval para la realización del ensamblaje final de la propuesta.

Para la realización del ensamblaje, se creó un formato muy básico de presentación el cual consta de:

- Portada con toda la información respectiva a la propuesta
- Una Tabla de contenido enlistando todos los ítems y documentos solicitados:
 - ANEXO 2 Carta de la Oferta.
 - ANEXO 3 Cuadro de Propuesta.
 - Análisis de Precios Unitarios de la oferta.
 - Programa de Obra: Fabricación y Montaje.
 - Protocolo de Ensayos.
 - Póliza de Seriedad de la Propuesta.
 - Relación de Contratos en Ejecución.
 - Fotocopia de la Cédula de Ciudadanía de Representante Legal.
 - Certificado de Representación Legal de la Cámara de Comercio.
 - Registro Único Tributario, RUT.
 - Análisis de Precios Unitarios para cada Ítem del cuadro de Propuesta.
 - Acta de Constitución de COPASST.
 - Acta de Constitución de Comité de Convivencia Laboral.
 - Copia de Matriz de Riesgos de la Labor Objeto de la Licitación.
 - Estadísticas de Accidentalidad del 2017.
- Cada Documento organizado en el orden en que se mencionan en el pliego de licitación enviado por el contratante en este caso OTECO, estos se colocaran con una pequeña portada individual la cual especificara lo que representa cada documento.

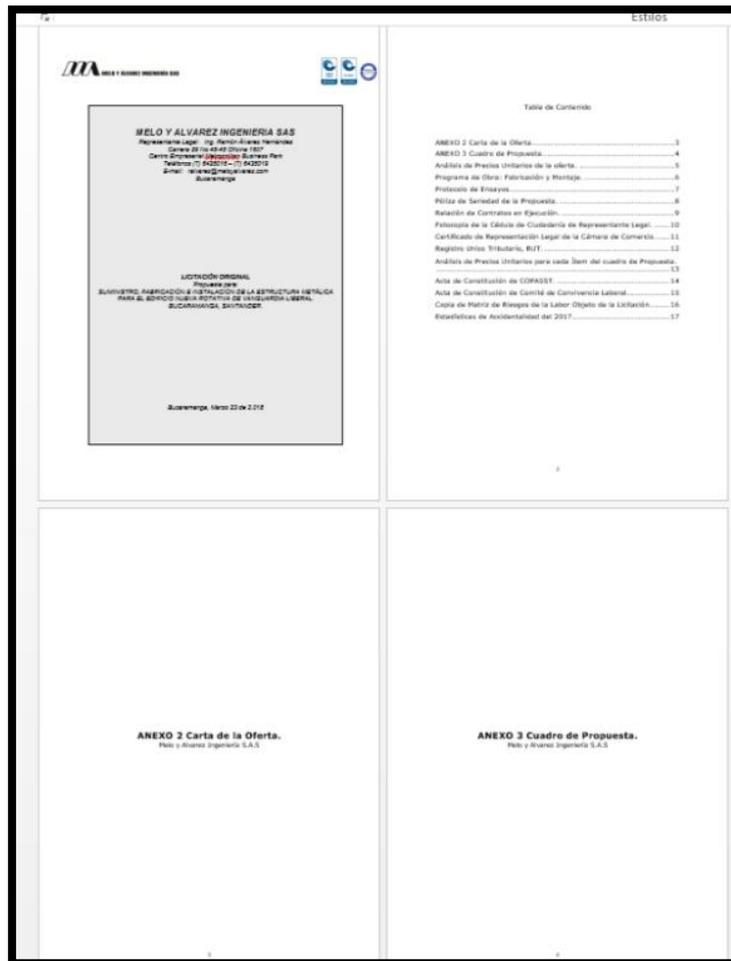


Figura 27. Modelo Plantilla Licitación (Melo y Álvarez S.A.S, 2018)

7.4. Control de Información Remitida al Departamento de dibujo Proyecto La Plazuela.

Luego de la realización de los diseños estructurales de cada específico proyecto, en este caso el proyecto de vivienda La Plazuela, toda la información pertinente debe ser remitida al departamento de dibujo para que este pueda proceder a la realización de los planos correspondientes para ser enviados tanto a la entidad contratante, como a obra y para archivos propios de la empresa.

Para que los dibujantes puedan realizar de manera adecuada los planos requeridos, el ingeniero calculista debe saber qué datos son los requeridos y de qué manera presentarlos para facilitar y agilizar el trabajo de los dibujantes.

Para este trabajo en específico el programa de diseño CYPECAD ofrece la posibilidad de generar una especie de planos de los elementos que componen la estructura diseñada previamente, aunque de gran ayuda estos no son totalmente adecuados para la presentación comúnmente utilizada por la empresa ni por la mayoría de entidades o empresas contratantes, ya que hay muchos criterios que se presentan de manera distinta al igual que la organización de algunos elementos y datos dentro de los planos, pero permiten de manera más fácil y rápida el envío y presentación de información al departamento de dibujo, ya que dentro de estos se expone todo lo necesario para la creación de los planos finales.

A continuación se va a presentar un paso a paso de la manera en la que se generan los planos de la estructura de duchas y baños del sector de la piscina en CYPECAD, que posteriormente son enviados al departamento de dibujo.

1)

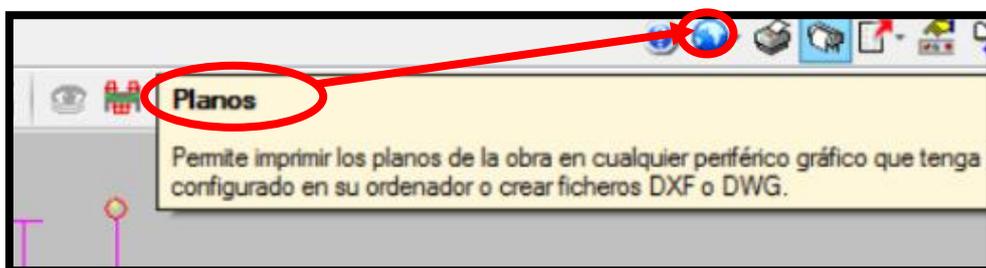


Figura 28. Generación planos I (Plazuela, 2018)

2)

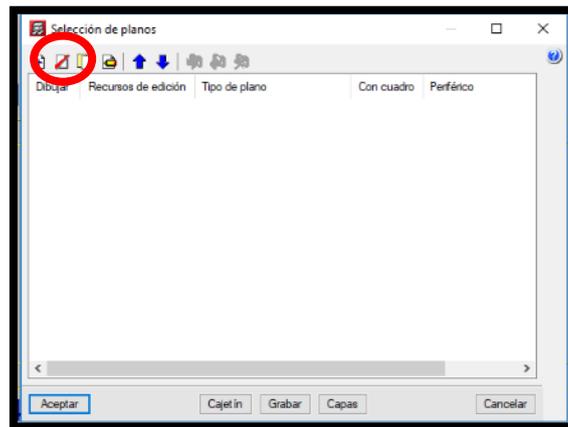


Figura 29. Generación Planos II. (Plazuela, 2018)

Se selecciona el símbolo mostrado anteriormente, para generar un nuevo plano.

3)

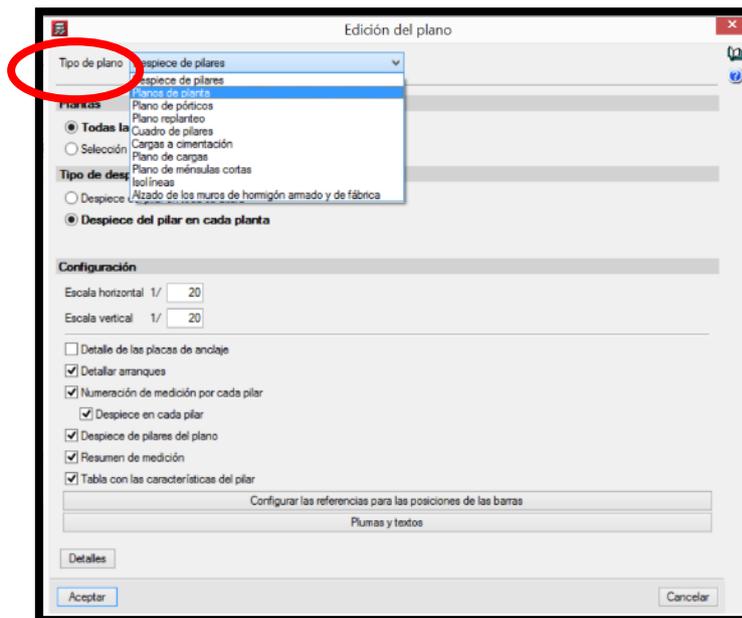


Figura 30. Selección tipo de plano (Plazuela, 2018)

En la parte que aparece tipo de plano, es en donde se especifica si se quieren los planos de despieces de columnas o de pórticos o de vigas de cimentación o los planos de las plantas. En este caso como manera de ejemplo se va a generar el plano de las plantas, por este motivo en la sección de tipos de plano se escoge: Planos de Planta.

4)

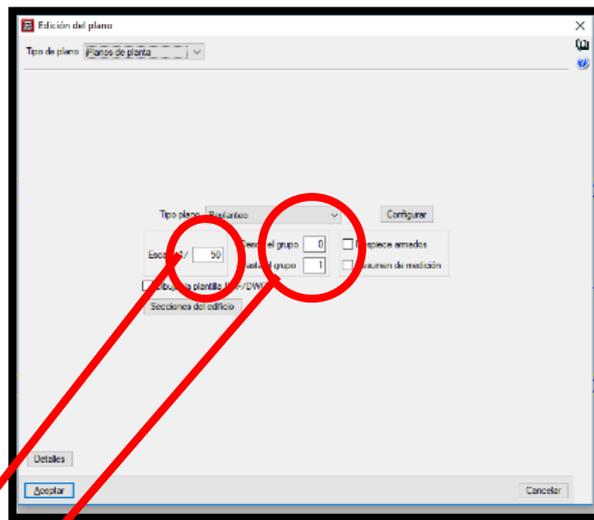


Figura 31. Generación plano planta (Plazuela, 2018)

- a) Se modifica la escala, en este caso se trabajó escala 1/100.
- b) Se especifica qué plantas se quieren presentar. (Cimentación y cubierta ya que la estructura de duchas solo cuenta con 1 piso)
- c) Aceptar

5) Se cambia el formato a DWG y queda listo el plano de la planta.

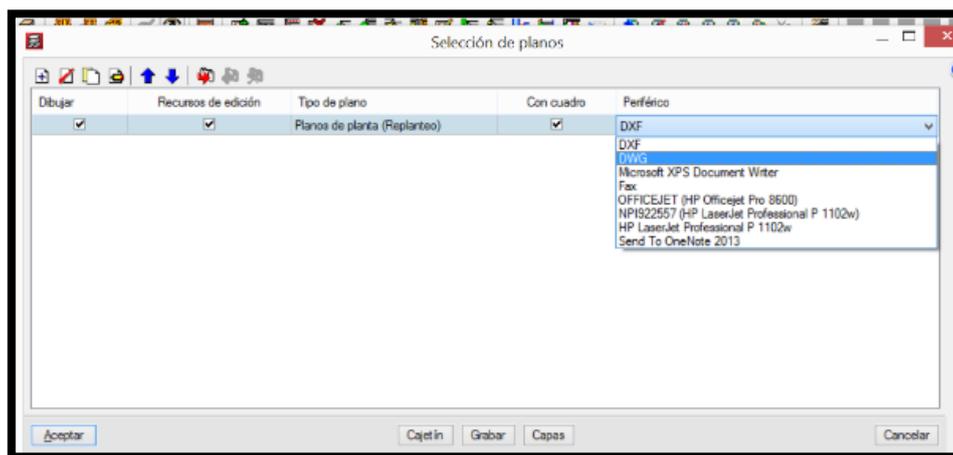


Figura 32. Cambio Formato Plano planta (Plazuela, 2018)

6) El resultado de la generación de planos por parte de CYPECAD son los siguientes:

a) Despiece Zapatas y vigas de atado (Cimentación)

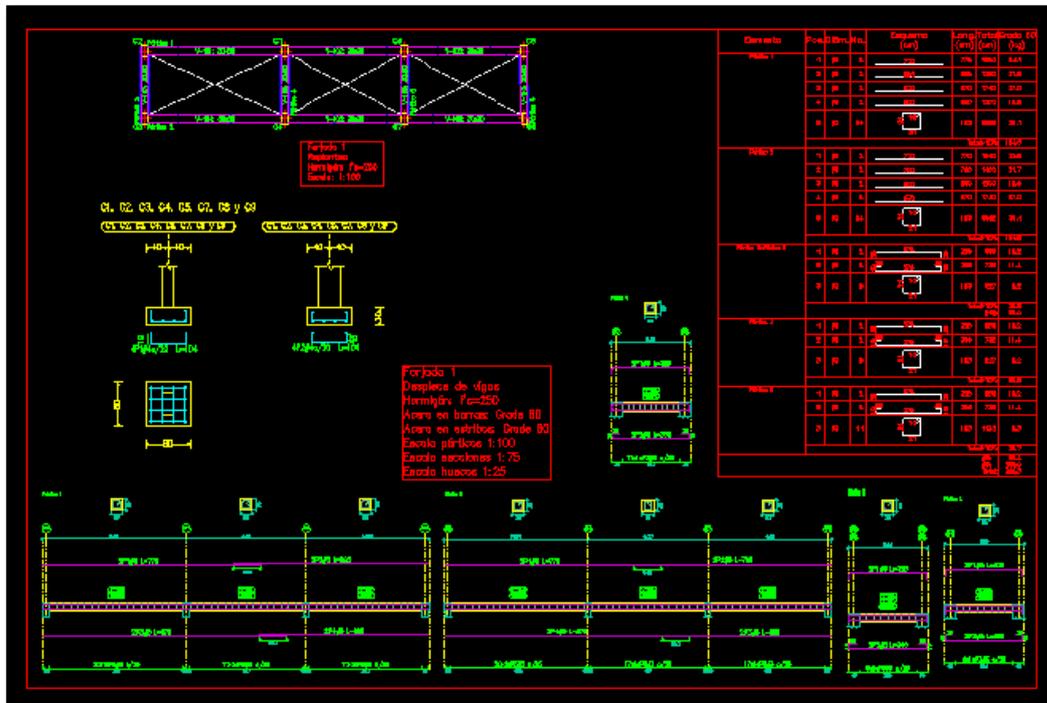


Figura 33. Cimentación (Plazuela, 2018)

b) Despiece Columnas

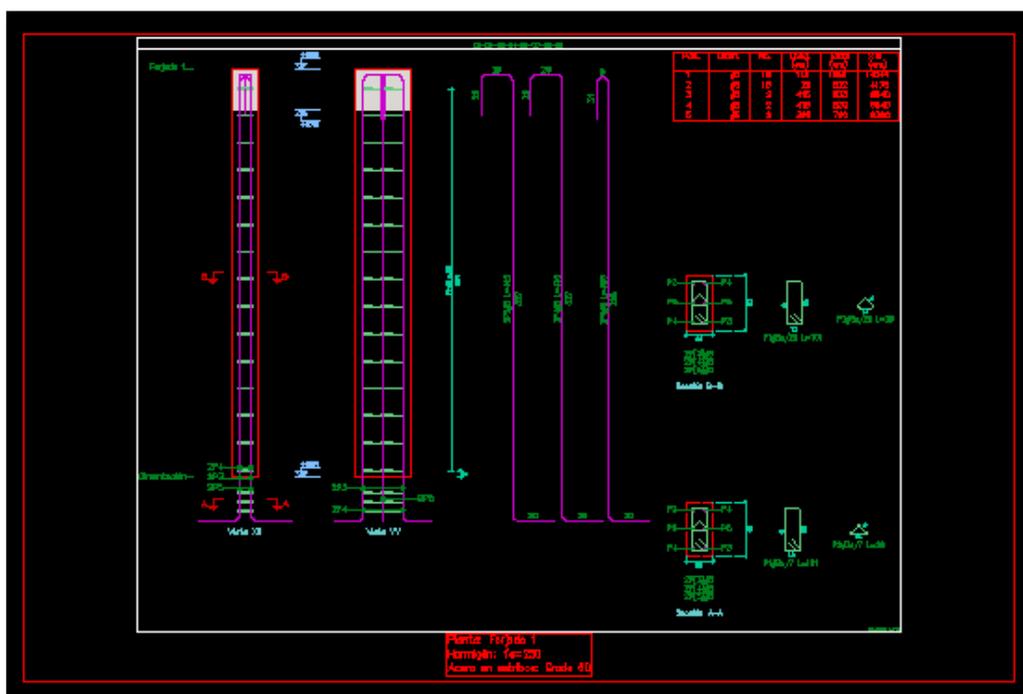


Figura 34. Columnas (Plazuela, 2018)

c) Despiece vigas

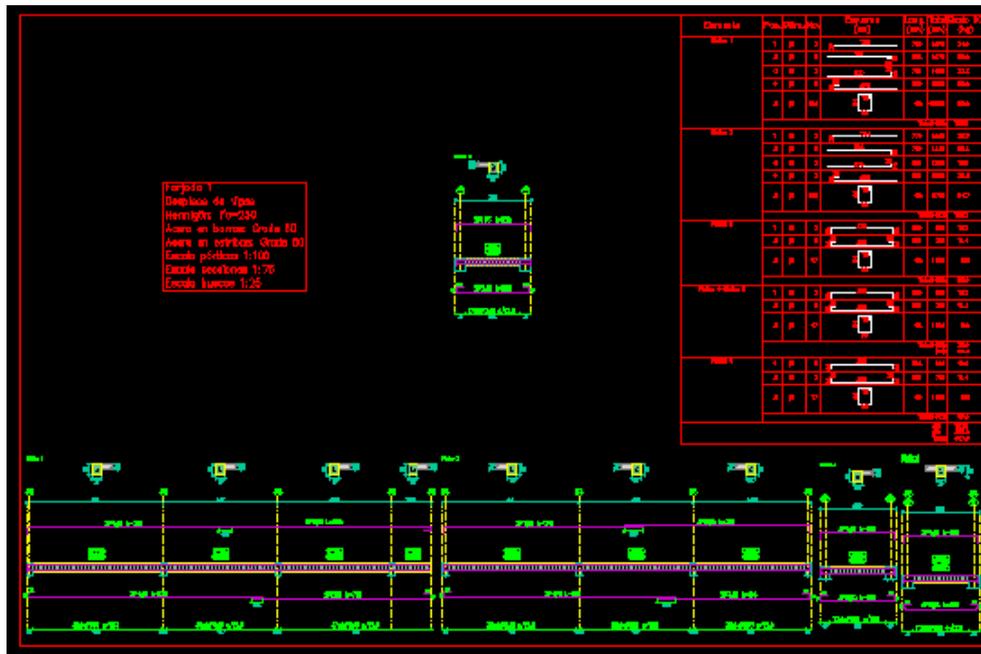


Figura 35. Vigas (Plazuela, 2018)

d) Planta Primer piso (Cubierta)

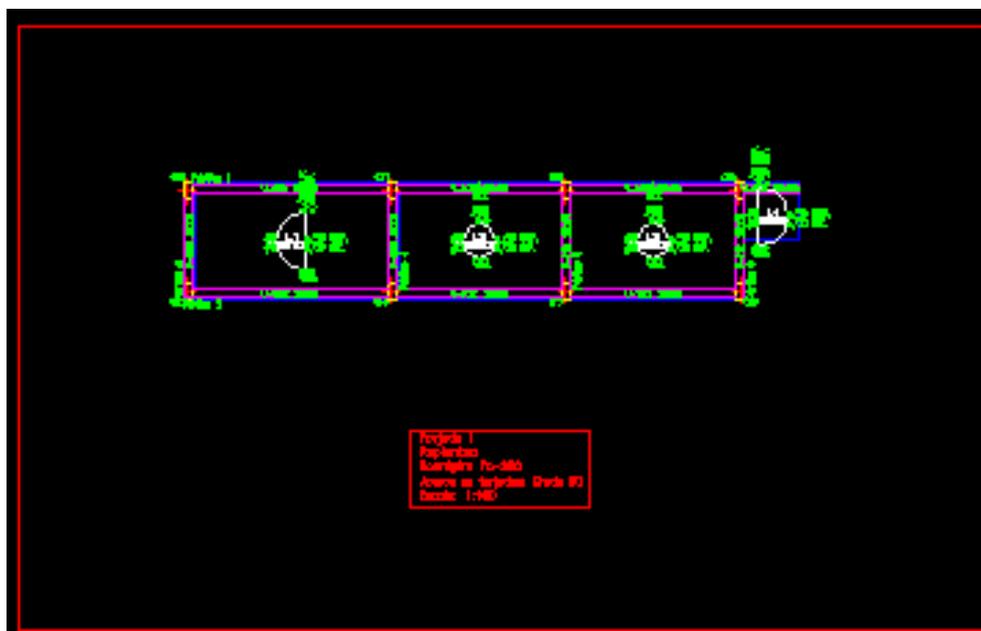


Figura 36. Planta primer piso (Plazuela, 2018)

Ya con estos planos preliminares que contienen toda la información del diseño estructural de los elementos, los dibujantes pueden arreglar algunos detalles como ganchos de elementos de refuerzo, en algunos casos traslapos de varillas, modificar la disposición de la información de cada elemento y su unificación con el resto del proyecto ya que esto solo fue una pequeña parte de lo que compone al proyecto Plazuela y así generar los planos finales.

7.5.Cálculo Cantidades de Puente Vehicular de Río del Hato.

El cálculo de cantidades de obra de un diseño estructural, se realiza analizando cada uno de los elementos estructurales que se encuentran presentes y conforman la estructura a analizar, entre estos elementos se pueden resaltar:

- Vigas
- Losas
- Columnas
- Pantallas
- Zapatas
- Viguetas
- Columnetas

Para poder realizar el cálculo de cantidades del puente vehicular de Río del Hato, fue necesaria la familiarización y estudio del formato de análisis y presentación en forma de hojas de cálculo utilizadas por la empresa Melo & Álvarez Ingeniería S.A.S para la estimación de cantidades de obra requeridas en la estructura analizada.

Como primer paso para la utilización de las hojas de cálculo, es de vital importancia identificar los diferentes elementos que conforman la estructura a la cual se le van a sacar las cantidades, en este caso, como la estructura es un puente vehicular, este está conformado por:

- Vigas
- Losa
- Estribos
- Losa de aproximación
- Aletas
- Riostras
- Andén

Luego de tener claro a qué elementos se les va a realizar el análisis de cantidades de acero, se buscan todos los diferentes tipos de cada elemento que están presentes dentro de la estructura a analizar, por ejemplo, que tengan las mismas características tales como: su dimensión, longitud, espesor y altura. Esto se realiza para simplificar en lo que más se pueda la hoja de cálculo de cantidades y no resultar con una gran cantidad de elementos con datos iguales, haciendo de esta forma una hoja de cálculo más complicada de entender y propensa a errores.

MMA MELLO Y ALVAREZ INGENIERIA SAS		CANTIDADES DE ACERO								Fecha:	02/03/2018
Obra:	◆	Puente Vehicular Rio del Hato									
ELEMENTO	Cant.	# Barras	#	Long.	2	3	4	5	6	7	8
				D							
Aletas											
Ref. Vertical h=6.9 A 6.0 m	4	9	5	7,50				270,00			
	4	11	8	7,70							338,80
Ref. Horizontal h=6.9 A 6.0 m	4	29	5	2,00				232,00			
	4	29	5	2,00				232,00			
	4	19	6	2,00					152,00		
	4	19	6	2,00					152,00		
	4	8	8	6,30							201,60
	4	7	8	4,00							112,00
	4	8	5	6,00				192,00			
Ref. Vertical h=8,16 A 6.9 m	4	13	5	7,00				364,00			
	4	13	5	2,61				135,72			
	4	16	8	7,00							448,00
	4	15	8	5,00							300,00
	4	16	7	3,20						204,80	
Ref. Horizontal h=8,16 A 6,9m	4	16	8	7,30							467,20
	4	15	8	4,50							270,00
	4	11	6	7,00					308,00		
	4	24	6	3,00					288,00		
	4	20	6	3,00					240,00		
	4	35	5	3,00				420,00			
	4	35	5	3,00				420,00			
Longitudes					0,00	0,00	0,00	2.265,72	1.140,00	204,80	2.137,60
Peso unitario					0,25	0,56	1,00	1,55	2,24	3,04	3,97
Peso Total por Diametro					0,0	0,0	0,0	3.511,9	2.553,6	622,6	8.486,3
Total PDR-60						15.174,33	kg.				

Figura 39. Cantidad acero Aletas (Autor, 2018)

Las cantidades de acero se calculan en función de su peso, ya que a la hora de realizar el presupuesto, este se hace con base en la modalidad en la que se venda la barra de acero de manera comercial, la cual se realiza por Kg. Esta medida también se utilizada para el cálculo de la Cuantía de acero del elemento, la cual se calcula dividiendo la cantidad de acero en Kg por la cantidad de concreto en m3 que contiene el elemento.

CANTIDADES DE ACERO		Fecha:		02/03/2018							
Obra:		Puente Vehicular Rio del Hato									
ELEMENTO	Cant.	# Barras	#	Long.	2	3	4	5	6	7	8
Losa											
Ref. Superior											
Longitudinal	1	5	4	12,00			60,00				
	1	9	4	12,00							
	1	9	4	12,00							
	1	9	4	12,00							
	1	9	4	12,00							
	1	5	4	12,00							
	1	5	4	7,35							
	1	9	4	7,35							
	1	9	4	7,35							
	1	9	4	7,35							
	1	9	4	7,35							
	1	5	4	7,35							
Transversal	1	180	5	12,00				2.160,00			
Ref. Inferior											
Longitudinal	1	10	4	12,00			120,00				
	1	15	4	12,00			180,00				
	1	15	4	12,00			180,00				
	1	15	4	12,00			180,00				
	1	15	4	12,00			180,00				
	1	10	4	12,00			120,00				
	1	10	4	7,35			73,50				
	1	15	4	7,35			110,25				
	1	15	4	7,35			110,25				
	1	15	4	7,35			110,25				
	1	15	4	7,35			110,25				
	1	10	4	7,35			73,50				
	1	2	5	7,50				15,00			
	1	2	5	7,50				15,00			
	1	2	5	7,50				15,00			
	1	2	5	7,50				15,00			
	1	2	5	7,50				15,00			
Transversal	1	180	4	18,00			3.240,00				
Longitudes					0,00	0,00	4.848,00	2.235,00	0,00	0,00	0,00
Peso unitario					0,25	0,56	1,00	1,55	2,24	3,04	3,97
Peso Total por Diametro					0,0	0,0	4.848,0	3.464,3	0,0	0,0	0,0
Total PDR-60						8.312,25	kg.				

Figura 40. Cantidad acero Losa (Autor, 2018)

Después de obtener las cantidades de acero para cada elemento mencionado anteriormente que conforman el puente, se procede al cálculo del volumen de concreto necesario para la construcción del puente, este volumen de concreto se obtiene multiplicando las diferentes medidas de cada elemento, en algunos casos tales como los del estribo, las aletas y losa de aproximación, que son elementos irregulares, se va a

tener que dividir su sección transversal por secciones regulares las cuales faciliten el cálculo de volumen,

VOLUMEN DE CONCRETO						Fecha:	09/05/2018
Obra: Puente Rio el Hato							
CONCRETO							
Elemento tipo	Longitud (m)	base (m)	Altura (m)	Cantidad (und)	Volumen (m3)		
Vigas	18,9	0,5	1,2	5	56,70		
					Volumen Total (m3)=	56,70	
Elemento tipo	Longitud (m)	base (m)	Altura (m)	Cantidad (und)	Volumen (m3)		
Riostras	2	0,25	1	8	4,00		
	2	0,25	0,82	4	1,64		
					Volumen Total (m3)=	5,64	
Elemento tipo	Longitud (m)	base (m)	Altura (m)	Cantidad (und)	Volumen (m3)		
Estribos	12	6,4	1	2	153,60		
	12	0,5	7,2	2	86,40		
	12	0,4	3,6	2	34,56		
	12	0,2	0,3	2	1,44		
	12	0,3	1,3	2	9,36		
	12	0,3	0,7	2	5,04		
	12	0,1	0,15	2	0,36		
	12	0,3	0,3	2	2,16		
					Volumen Total (m3)=	292,92	

Figura 41. Volumen de Concreto. (Autor, 2018)

Lo mencionado anteriormente se puede ver claramente en la **Figura 41**, en donde el cálculo del volumen de concreto de las vigas y las Riostras se realiza multiplicando las 3 dimensiones del elemento por la cantidad de elementos, mientras que para la obtención del volumen de los Estribos, los cuales no son regulares, se tuvo que dividir su sección transversal en hasta 8 diferentes secciones para obtener el valor correcto de volumen de concreto necesario. Este procedimiento se realiza con los demás elementos que componen la estructura del puente vehicular. Todo esto se realizó de esta manera debido a que los planos fueron proporcionados de manera física, si estos

hubieran sido entregados en formato digital AutoCAD o BricsCAD, este último siendo el programa de dibujo utilizado por la empresa, se podrían utilizar las herramientas existente para el cálculo de áreas que facilitan la correcta obtención del volumen de los elementos.

		HOJA RESUMEN						Fecha:	09/05/2018	
Obra:		Puente Rio el Hato								
CUADRO RESUMEN										
ELEMENTO	Volumen (m3)	Acero (kg)	Cuantía Acero (Kg/m3)							
Vigas	56,70	12493,16	220,34							
Riostras	5,64	729,70	129,38							
Estribos	292,92	22248,04	75,95							
Losa	46,68	9328,35	199,84							
Losa Aproximación	33,42	4447,25	133,07							
Aletas	187,06	15297,17	81,78							
Andén	19,02	3304,89	173,74							
TOTAL=	641,44	67848,56	1014,10							

Figura 42. Cuadro resumen. (Autor, 2018)

Ya como último paso, se realizó un cuadro de resumen (**Figura 42.**) en el cual se puedan identificar fácilmente tanto la cantidad de acero como el volumen de concreto para cada elemento específicamente, junto con las cantidades totales de ambos criterios y el cálculo de cuantía, la cual se había explicado anteriormente, permitiendo de esta forma que el ingeniero que vaya a ser el encargado de realizar el presupuesto del proyecto pueda encontrar la información de forma fácil y clara.

7.6. Organización de la información correspondiente a las memorias de cálculo de proyectos realizados por Melo & Álvarez ingeniería S.A.S

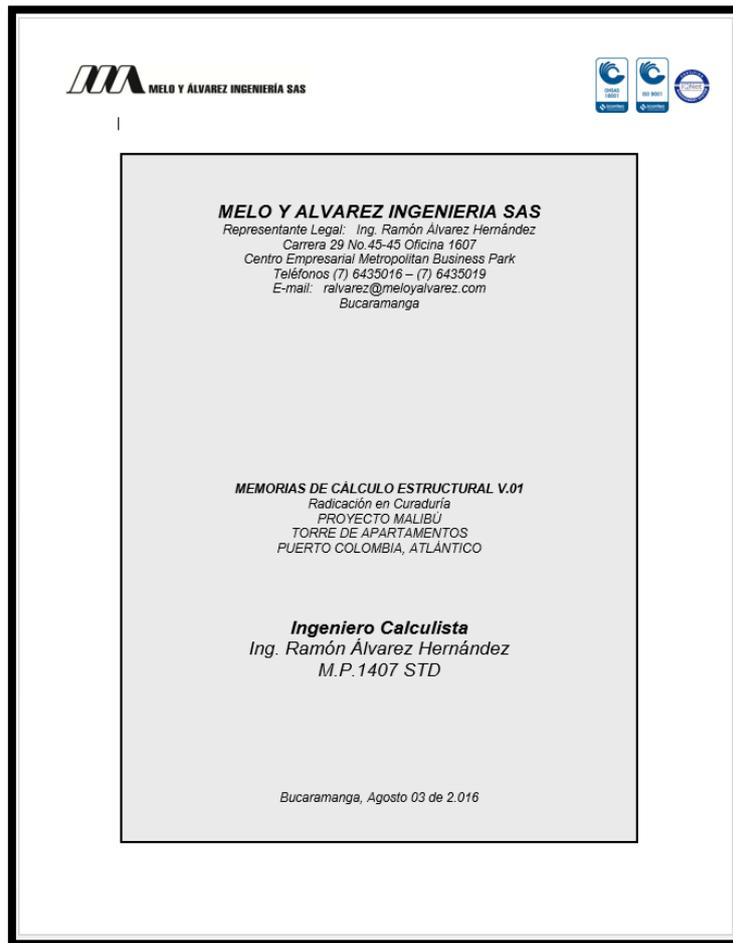


Figura 43. Ejemplo de Portada Memorias de Cálculo. (Autor, 2018)

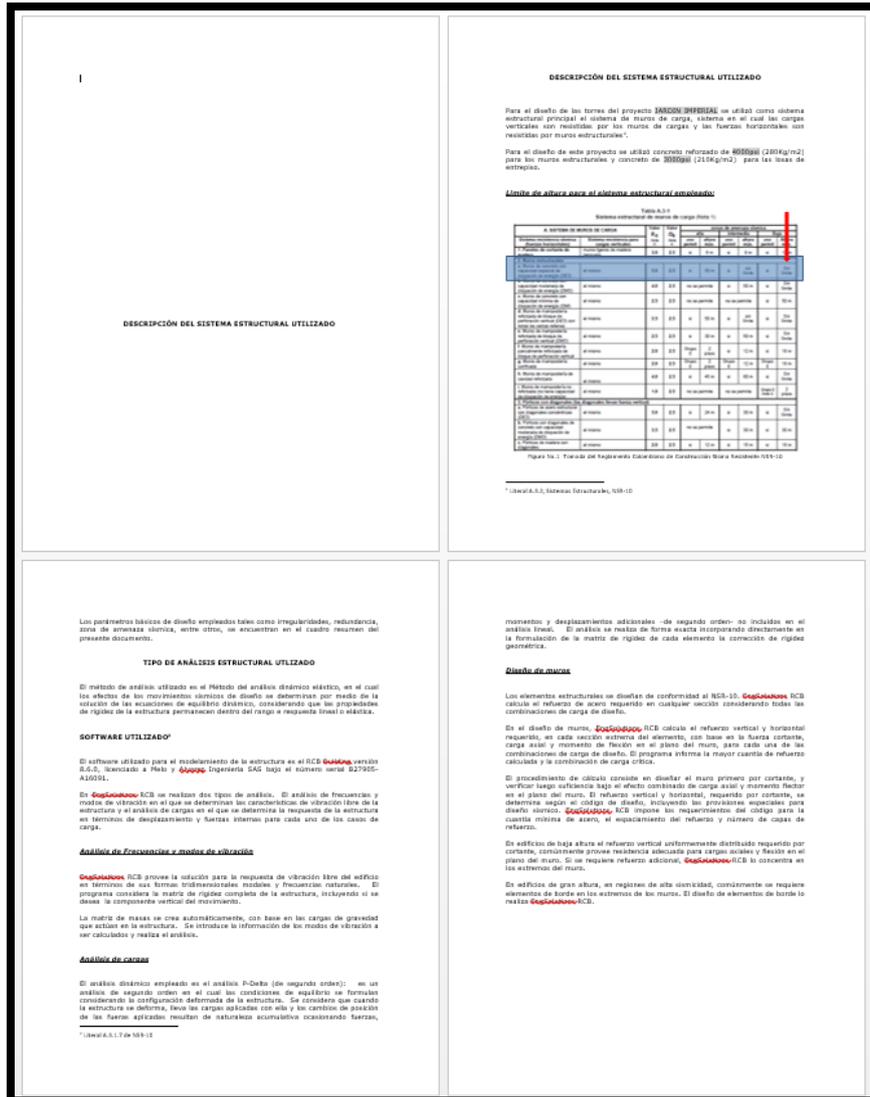
Cuando se habla de memorias de cálculo, se hace referencia a la descripción de todos los procedimientos y cálculos que se debieron realizar para determinar las secciones de elementos estructurales, el tipo de concreto, el refuerzo, la geometría y tipo de cimentación, al igual que presentar los diferentes criterios que se utilizaron como base para la realización del diseño estructural.

Durante el tiempo de realización de la práctica se colaboró con la organización de las memorias de cálculo estructurales de los proyectos realizados por Melo & Álvarez Ingeniería S.A.S mediante la recolección de todos los documentos que las componen.

Para su correcta organización, se debió como primer paso conocer el formato utilizado por la empresa para la presentación de las memorias de cálculo, todos los requerimientos que este posee y de dónde y cómo se obtienen, para de esta forma no solo desempeñar el trabajo de recolección de información, sino también el de comprensión de dicha información. Para la agilización de este proceso, la empresa posee plantillas sobre las cuales se empiezan a ensamblar las memorias de cálculo, basándose en el programa que se utilizó para el diseño estructural del proyecto al cual pertenecen.

Dichas plantillas constan de la siguiente información

1. Descripción del sistema estructural utilizado
2. Resumen del diseño
3. Modelo Estructural
4. Resultados del análisis sísmico
5. Irregularidad vertical
6. Irregularidad torsional
7. Redundancia
8. Fuerza de viento
9. Derivas
10. Diseño de elementos
11. Diseño de losa de entrepiso
12. Diseño de la Cimentación



A continuación se va a hacer una breve descripción de la forma en la cual se presenta la información para cada numeral de las memorias de cálculo y de donde se obtiene esta misma, para esto se va a utilizar como sistema de diseño Las Pantallas o Muros de carga y por este motivo se va a utilizar la información obtenida del programa EngSolutions RCB.

1. Descripción del Sistema estructural utilizado:

En este punto se hace mención de cual sistema de diseño se va a utilizar (en este caso Los muros de carga), cómo es que funciona dicho sistema, la resistencia de concreto que se va a utilizar tanto para los muros como para las losas de entrepiso y el límite de altura para el sistema estructural el cual se va a emplear, esta información se obtiene de la Tabla A.3-1 de la NSR -10. También se hace mención del Método de análisis utilizado, en qué consiste y qué programa se utilizó para realizarlo, junto con cualquier otra información que se considere relevante según el tipo de sistema estructural que se utilizó.

2. Resumen del Diseño:

Para este punto la empresa Melo & Álvarez Ingeniería S.A.S, tiene una plantilla en Excel, en la cual se encuentra toda la información a presentar y en la cual especifica qué datos se necesitan cambiar para cada proyecto al cual se le estén realizando las memorias de cálculo.

A continuación se va a presentar un fragmento de dicha plantilla (**Ver Figura 44**), todos los datos sombreados son la información a incluir dependiendo del proyecto.

PROYECTO:																						
RESUMEN DE LAS MEMORIAS DE CALCULO ESTRUCTURALES																						
A. Descripción de la estructura																						
Nombre de la Obra																						
Dirección																						
Cliente																						
Nombre Ingeniero Calculista																						
Grupo de uso																						
Sistema estructural																						
Número de placas																						
Tipo de placa																						
Altura máxima (Nivel inferior a cubierta principal)		m																				
Número de unidades (Con este tipo de edificación)																						
B. Análisis de cargas verticales																						
Carga muerta de placa típica: peso propio (e=17.5cm)			k/m2																			
Carga muerta de placa típica: impermeabilización			k/m2																			
Carga muerta de placa típica: otros			k/m2																			
Carga viva de servicio típica			k/m2																			
Carga total mayorada típica			k/m2																			
Factor promedio de mayoración de carga típica		#DIV/0!																				
Peso muerto del edificio (Valor total)			Ton																			
C. Análisis sísmico																						
Zona de amenaza sísmica																						
Grado de capacidad de disipación de energía																						
Página 1 Paso 3 - Definición de las características de la estructuración y del material estructural empleado																						
	<table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">CAPACIDAD DE DISIPACIÓN ENERGÍA</th> <th colspan="3">ZONA DE AMENAZA SISMICA</th> </tr> <tr> <th>BAJA</th> <th>INTERMEDIA</th> <th>ALTA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>MÍNIMA DMI</td> <td style="text-align: center;">✓</td> <td style="text-align: center;">no</td> <td style="text-align: center;">no</td> </tr> <tr> <td>MODERADA DMO</td> <td style="text-align: center;">✓</td> <td style="text-align: center;">✓</td> <td style="text-align: center;">no</td> </tr> <tr> <td>ESPECIAL DES</td> <td style="text-align: center;">✓</td> <td style="text-align: center;">✓</td> <td style="text-align: center;">✓</td> </tr> </tbody> </table>			CAPACIDAD DE DISIPACIÓN ENERGÍA	ZONA DE AMENAZA SISMICA			BAJA	INTERMEDIA	ALTA	MÍNIMA DMI	✓	no	no	MODERADA DMO	✓	✓	no	ESPECIAL DES	✓	✓	✓
CAPACIDAD DE DISIPACIÓN ENERGÍA	ZONA DE AMENAZA SISMICA																					
	BAJA	INTERMEDIA	ALTA																			
MÍNIMA DMI	✓	no	no																			
MODERADA DMO	✓	✓	no																			
ESPECIAL DES	✓	✓	✓																			
<small>Figura 8 - Restricciones al uso de sistemas y materiales estructurales</small>																						
<small>Figura No.1. Pantallazo tomado el prefacio del apéndice I de la NSR-10</small>																						

Figura 45. Plantilla Resumen de Diseño. (Melo & Álvarez Ingeniería S.A.S, 2018)

3. Modelo Estructural:

En esta sección se presentan imágenes extraídas del programa utilizado para el diseño de las diferentes plantas que componen el proyecto: Cimentación, Planta Tipo, Plantas diferentes a la Tipo y Cubierta, al igual que la vista 3D del proyecto también extraída del programa de diseño utilizado.

A continuación se van a presentar ejemplos de algunas plantas y vista 3D del programa EngSolutions RCB del proyecto Altagracia:

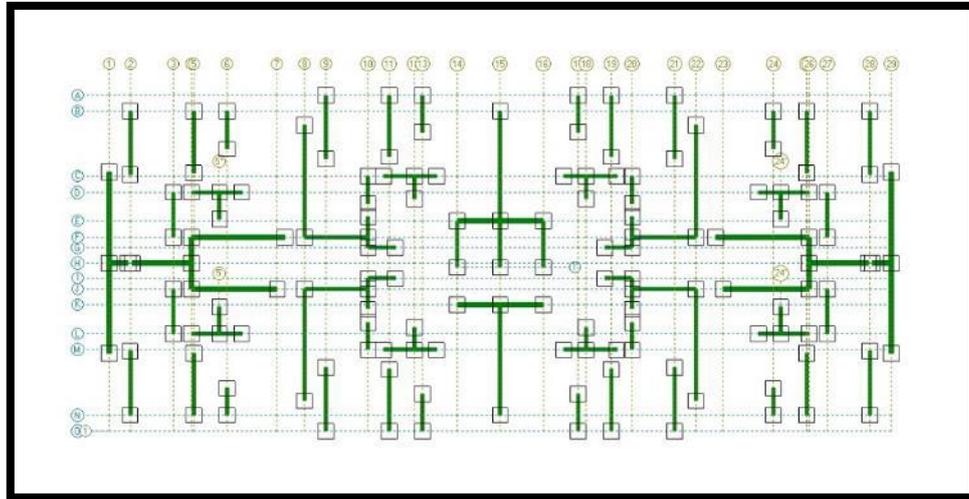


Figura 46. Planta Cimentación Altagracia (Autor, 2018)

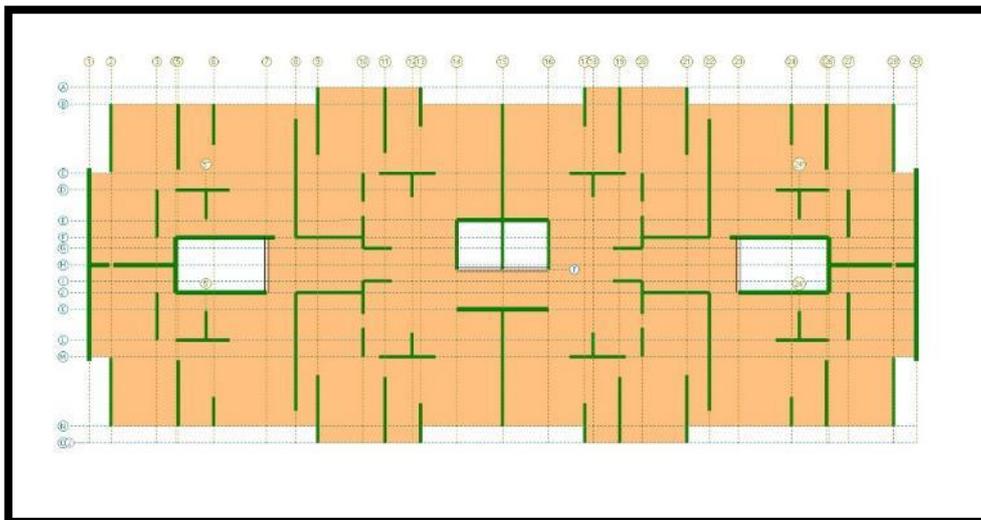


Figura 47. Planta Piso Tipo Altagracia. (Autor, 2018)

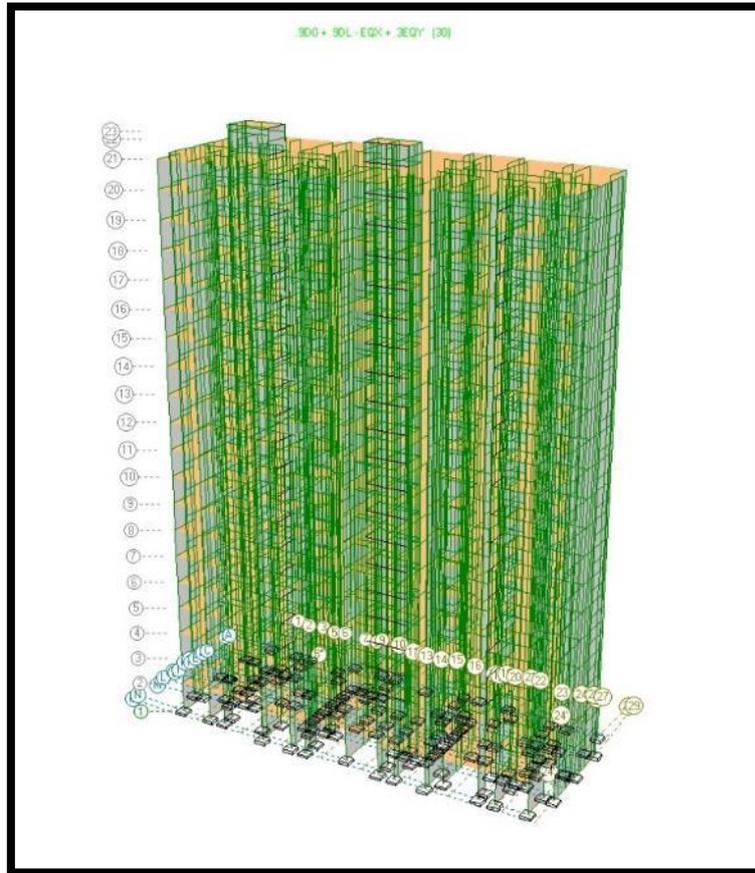


Figura 48. Vista 3D Altagracia (Autor, 2018)

4. Análisis Sísmico, Irregularidades, Redundancia, Fuerza de viento, Derivas y Diseño de elementos:

Todas estas secciones se obtienen del programa de diseño utilizado, por lo tanto lo que se anexa en estas secciones son los reportes arrojados por el programa a la hora de correr la estructura y realizar los análisis necesarios.

5. Diseño de Losa de Entrepiso:

El diseño de la losa de entrepiso, es realizado por la empresa Melo & Álvarez Ingeniería S.A.S, por medio del programa SAFE, el cual es un programa especializado para el diseño de pisos de concreto y fundaciones (CSI America, 2018), por ende toda la información

requerida en esta sección de las memorias de cálculo se obtiene del programa previamente mencionado.

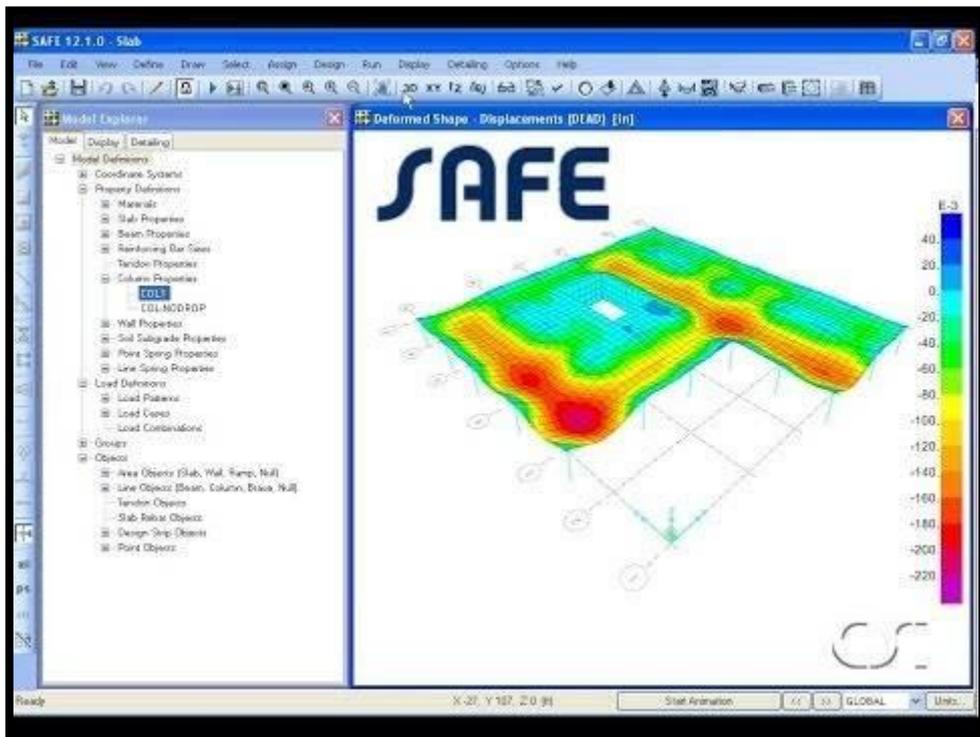


Figura 49. SAFE (CSI America, 2018)

6. Diseño de la Cimentación:

El diseño de la Cimentación en la mayoría de los casos es realizado utilizando el programa CYPECAD, del cual se va a extraer toda la información necesaria para las memorias de cálculo. Si la estructura del proyecto se ha realizado en el programa EngSolutions RCB, lo metodología a seguir será el extraer de RCB las cargas transmitidas a la cimentación y de ahí en adelante continuar el diseño mediante el uso del programa CYPECAD y una hoja de cálculo para diseño de cimentación creada por la empresa.

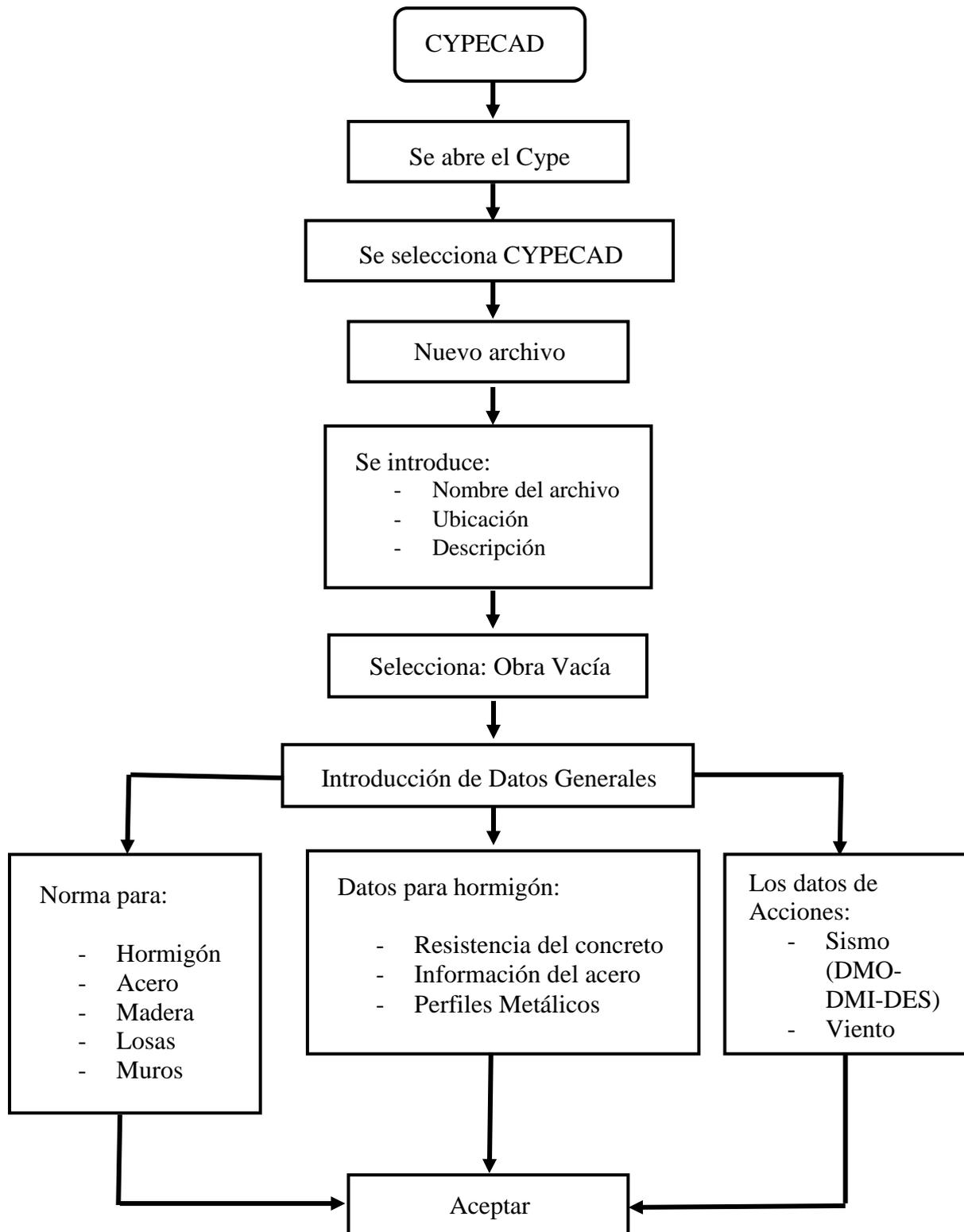
8. APORTE AL CONOCIMIENTO

Como ya se ha podido mencionar previamente, CYPECAD es un programa de diseño estructural muy especializado y completo, el cual es una ayuda importante para los ingenieros estructurales a la hora de realizar los respectivos diseños.

Por este motivo, dicho programa tiene un lugar muy importante en la empresa Melo & Álvarez Ingeniería S.A.S, como uno de los programas más utilizados a la hora de realizar los diseños y supervisiones técnicas que se le realizan a los diseños de otras empresas. Por esta razón para poder trabajar y desempeñar un cargo correctamente dentro de esta empresa es necesario conocer y saber manejar dicho programa.

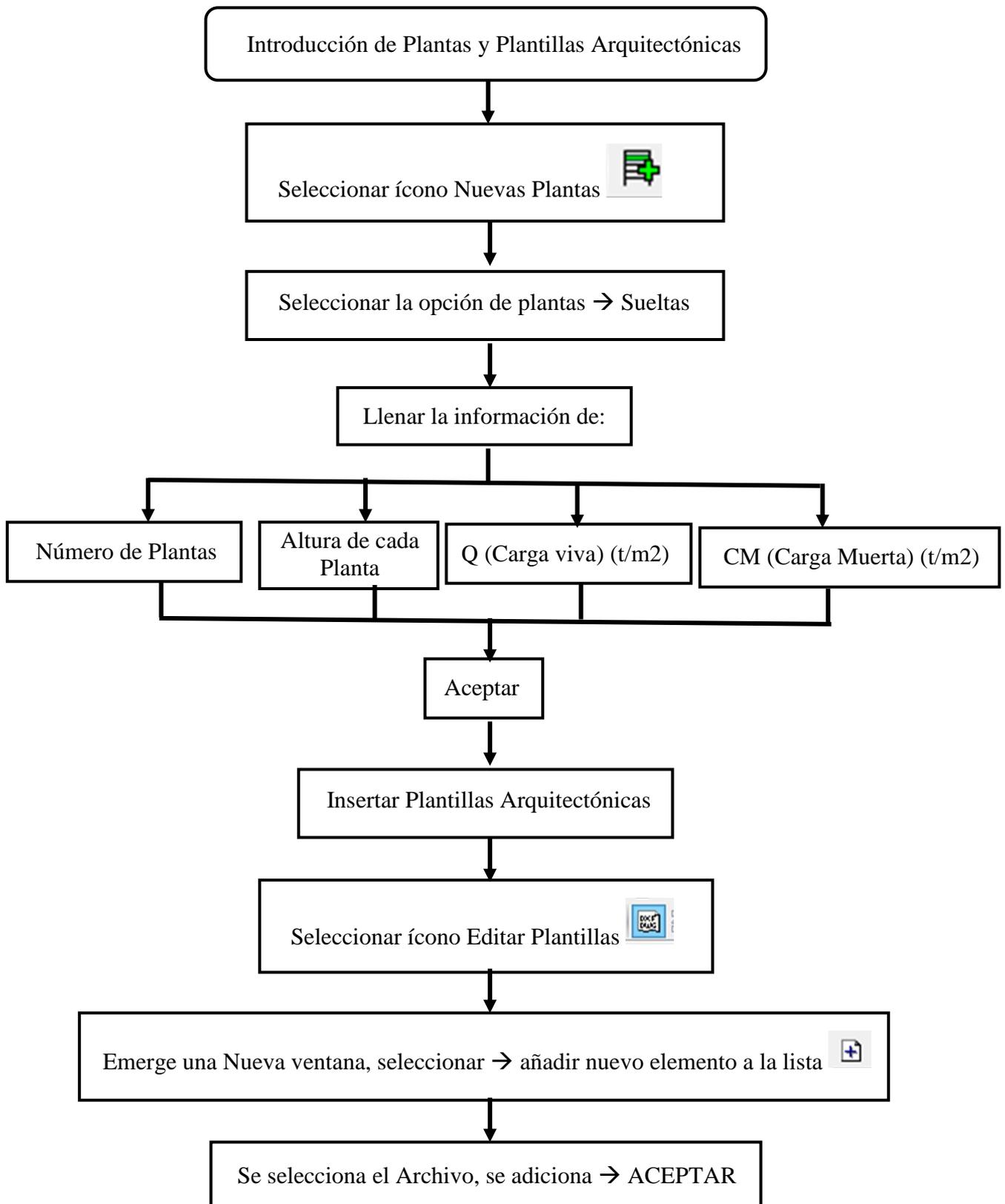
Como se resaltó anteriormente, dentro de la empresa no existe un manual o instructivo guía para nuevos ingenieros los cuales no tengan conocimiento previo del manejo del programa, por este motivo se realizó un conjunto de diagramas de flujo en los cuales se presentarán los pasos necesarios para un manejo básico del programa en sus primeras instancias, tales como la introducción de datos, la función de los comandos más utilizados, inserción de plantillas arquitectónicas e inserción de vigas y columnas.

8.1. Diagrama de Introducción de datos e Inicio



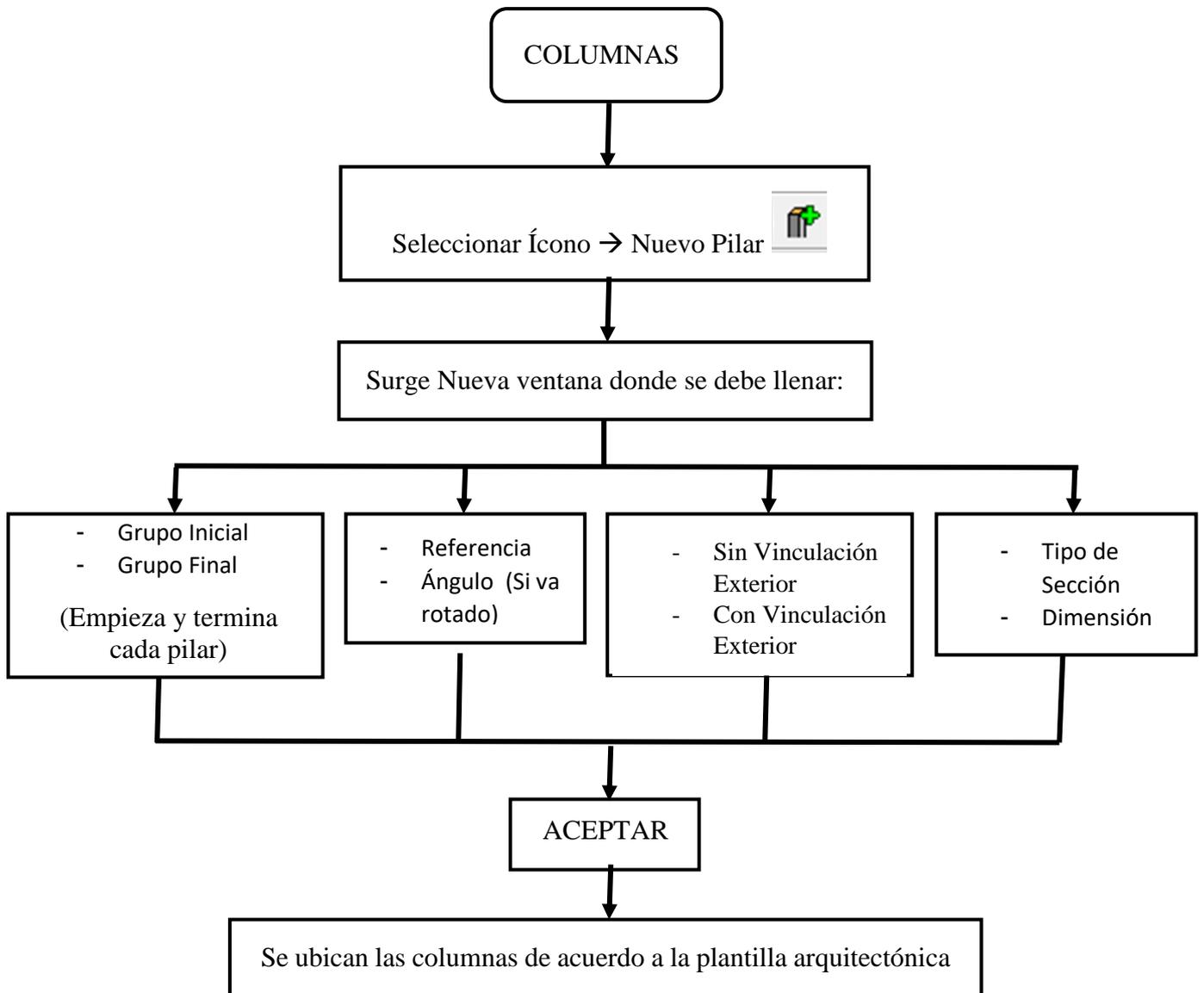
Gráfica 1. Introducción de datos (Autor, 2018)

8.2. Diagrama de Introducción de Plantas y Plantillas Arquitectónicas



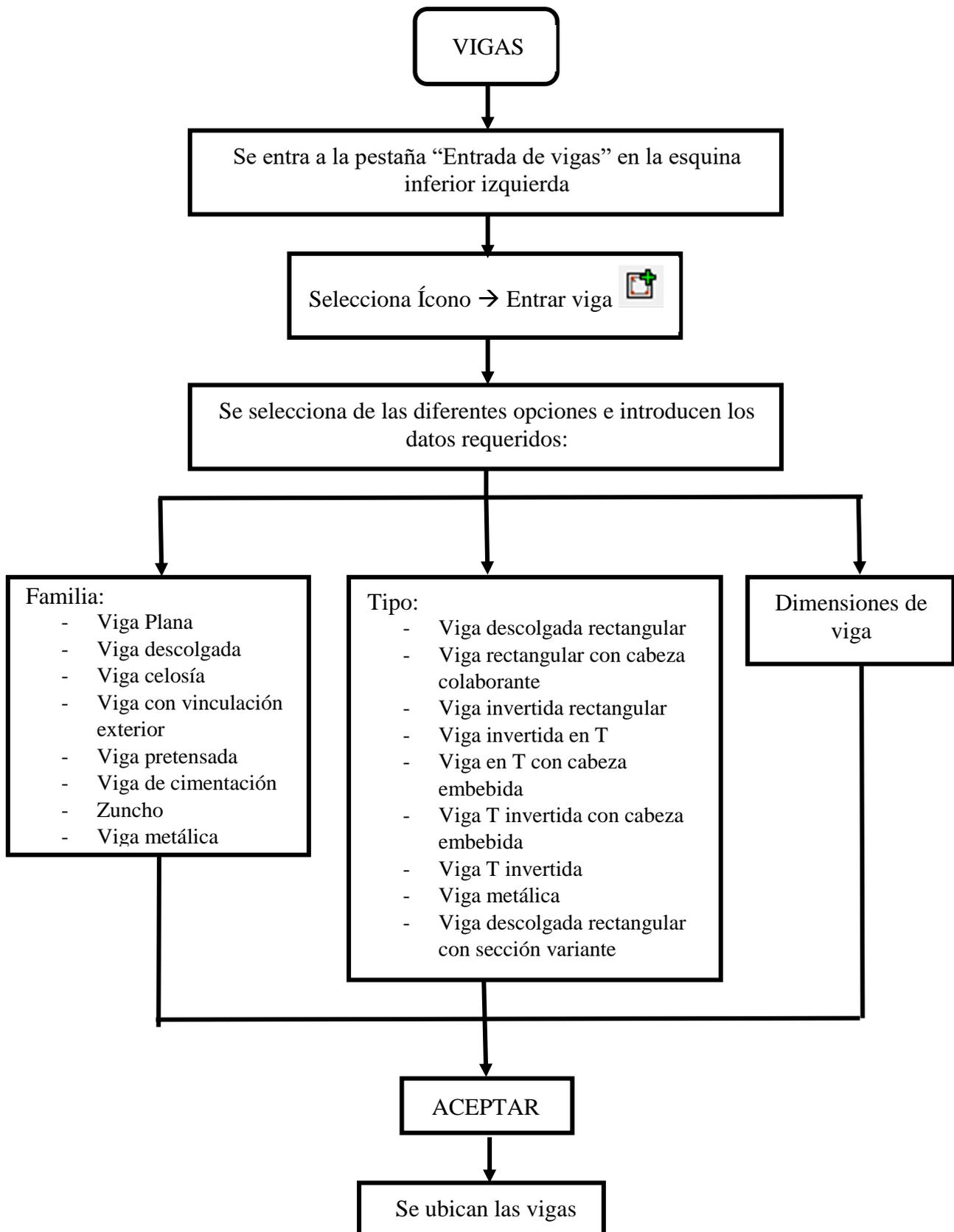
Gráfica 2. Diagrama de Introducción de Plantas y Plantillas Arq. (Autor, 2018)

8.3.Inserción de Columnas



Gráfica 3. Inserción de Columnas (Autor, 2018)

8.4. Inserción de Vigas



Gráfica 4. Inserción Vigas (Autor, 2018)

9. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- Al tener la oportunidad de estudiar y trabajar con un programa tan completo y reconocido para la realización de diseños estructurales como lo es CYPECAD se pudo llegar a la conclusión que por más especializada que sea una herramienta computacional para diseños, es fundamental tener unos amplios conocimientos teóricos sobre la realización de diseños al igual que el criterio adecuado para la aceptación o rechazo de los datos que la herramienta arroja para de esta manera poder entregar unos diseños correctos que cumplan con todos los requerimientos necesarios.
- Al trabajar como auxiliar de ingeniería en diseño estructural se pudo evidenciar, que para la realización de un correcto y completo diseño estructural o revisión de algún diseño realizado previamente, se es recomendable la utilización de más de una herramienta computacional, ya que cada una presenta un punto fuerte a la hora de realizar los análisis y arrojar datos, así de esta manera se estaría realizando un mejor trabajo entregando unos resultados y diseños más adecuados.
- Para la realización de cualquier diseño estructural realizado dentro de Colombia, se debe recurrir de manera constante al Reglamento Colombiano de Construcción Sismo resistente NSR-10, para la verificación de los diferentes requerimientos que existen dependiendo del tipo de construcción, ubicación y demás características de la estructura a realizar.
- A la hora de la realización de las Licitaciones ya sean públicas o privadas, es de vital importancia la realización de un cronograma para la entrega de todos los documentos necesarios para la presentación de esta misma, para de esta manera evitar contratiempos de última hora garantizando un tiempo de revisión y corrección de cualquier información o documento faltante.

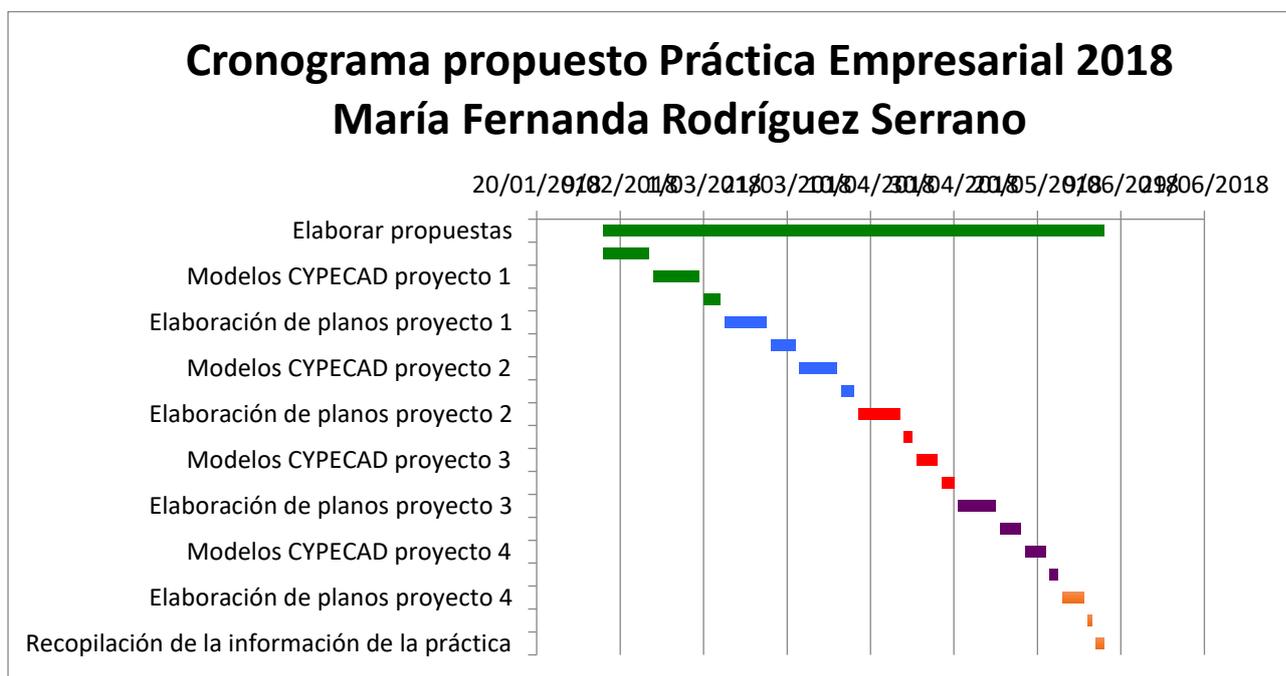
- Al momento de trabajar en proyectos tales como los trabajados durante los 4 meses de práctica, que son requeridos para fechas específicas y ya se maneja una responsabilidad mucho mayor que en la universidad, se puede resaltar la importancia que existe en la efectividad en el traspaso de información entre las diferentes etapas del proceso de diseño, organización y presentación de un proyecto. Como ejemplo se puede ver cómo, una entrega de información simplificada, concreta y clara de los diseños de elementos estructurales de cualquier proyecto a área de dibujo para la creación de los planos estructurales finales, permitirá una agilización del proceso de entrega de diseños a la entidad o empresa contratante.
- El cálculo de cantidades es un proceso primordial no solo para la creación del presupuesto, sino también permite identificar dentro de los planos realizados del diseño, como fue en el caso del puente vehicular de Río del Hato, el cual fue diseñado por la empresa, posibles errores o información faltante dentro de la presentación del plano y de esta forma hace posible la complementación y corrección de planos que se van a entregar al cliente o enviar a obra.
- El cálculo de cantidades también le permite al ingeniero el tener una comprensión más alta de cómo es el diseño de los diferentes elementos, el ver y conocer como esos diseños se van a ver representados en la realidad y otras características que tal vez no se tiene en cuenta a la hora de hacer los diseños pero que en los planos si se tienen en cuenta ya que así van a ser realizados en obra.
- La realización del ensamblaje de las memorias de cálculo de los diferentes diseños realizados por la empresa permitió un entendimiento más completo de lo que realmente comprende el realizar un diseño estructural, todos los criterios que te deben tener en cuenta y el conocimiento tan amplio que un Ingeniero debe poseer para poder realizar de manera correcta los diseños de los diferentes proyectos que se presentan.

10. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

- Melo y Álvarez S.A.S. (2018). Brochure MyA-SAS Feb2018. Bucaramanga, Colombia.
- Marval S.A. (2018). TORRE VITRO centro empresarial Bucaramanga. Recuperado de <https://www.marval.com.co/proyecto/torre-vitro>
- Marval S.A. (2018). PUNTALTA ALTAGRACIA CARTAGENA. Recuperado de <https://www.marval.com.co/proyecto/puntalta-altagracia>
- Ruiz, L.F. (3 de Abril de 2016), Vanguardia Liberal Montará Moderna Planta de Impresión, Vanguardia Liberal, Recuperado de: <http://www.vanguardia.com/economia/local/353199-vanguardia-liberal-montara-moderna-planta-de-impresion>
- CYPE Ingenieros, S.A. (2018). CYPECAD. Recuperado de: <http://cypecad.cype.es/>
- NSR-10, Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente, Bogotá, Colombia, 19 de marzo de 2010.
- Muñoz, M.F y Arias, D.F (2017). Análisis comparativo de elementos y cuantías estructurales en edificaciones de vivienda multifamiliar bajo sistema tipo túnel y tradicional (Tesis Pregrado). Universidad Pontificia Bolivariana, Colombia. Recuperado de: http://biblioteca.upbbga.edu.co/docs/digital_33957.pdf
- Universidad EAFIT (2018). Proyectos – Licitaciones, Notas de Clase. Recuperado de: <http://www.eafit.edu.co/escuelas/administracion/departamentos/departamento-contaduria-publica/planta-docente/Documents/Nota%20de%20clase%2058%20licitaciones.pdf>
- Prada, M.T (2017). Apoyo en la gestión de la información en los proyectos y en la formulación de propuestas en las licitaciones públicas y privadas a desarrollar por la empresa JAS Project S.A.S. En el primer semestre del año 2017. (Tesis de pregrado). Universidad Pontificia Bolivariana, Colombia. Recuperado de: http://biblioteca.upbbga.edu.co/docs/digital_35160.pdf
- Marval S.A. (2018). LA PLAZUELA. Recuperado de <https://www.marval.com.co/proyecto/la-plazuela>
- Marval S.A. (2018). Río del Hato. Recuperado de <http://www.riodelhato.com/>
- CSI America - Computers and Structures Inc. (2018). SAFE. Recuperado de: <https://www.csiamerica.com/products/safe>

11. ANEXOS

11.1 Programación Inicial



11.2. Seguimiento a cronograma

