

**APOYO EN LOS PROCESOS DEL AREA DE ESTRUCTURAS DEL COING
(COMANDO DE INGENIEROS MILITARES)**

INGRID JULIETH RUIZ BOHÓRQUEZ

UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS SECCIONAL TUNJA
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
TUNJA
2020

**APOYO EN LOS PROCESOS DEL AREA DE ESTRUCTURAS DEL
COMANDO DE INGENIEROS MILITARES COING**

INGRID JULIETH RUIZ BOHÓRQUEZ

Trabajo de pasantía presentado para obtener el título de Ingeniero Civil

Director Tutor: Ing. WILSON ENRIQUE AMAYA TEQUIA MSc.

**UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS SECCIONAL TUNJA
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
TUNJA
2020**

Nota de aceptación:

Firma del Director

Firma del Jurado

Firma del Jurado

Tunja, 03 de marzo de 2020

DEDICATORIA

Este trabajo va dedicado con todo el amor y cariño a todas aquellas personas que dedicaron un espacio de su tiempo en ayudarme, apoyarme, guiarme y enseñarme todo lo necesario para lograr concluir este proyecto.

A mis padres quienes fueron un pilar muy importante en mi desarrollo personal y académico. A mis hermanas por brindarme su apoyo, ayudándome a continuar, nunca renunciar sin importar la adversidad, creyendo en mí y siempre estando conmigo. A mis sobrinos que por medio de su alegría me motivaron a seguir adelante e inspirarme a superarme cada día más.

A Leonardo Vega quien durante estos años de carrera me ha dado su apoyo y amor incondicional, siempre creyendo en mí. A mi tíos y primos por el cariño, amor que me han dado, acompañándome en cualquier momento y apoyándome siempre. Gracias a todos por ser parte de mi vida y por permitirme ser parte de su orgullo.

AGRADECIMIENTOS

Me es muy grato utilizar este espacio para expresar mis agradecimientos a cada una de las personas que sin su participación no hubiese sido posible llegar a un feliz término este trabajo.

Por ello quiero agradecer en primer lugar a Dios porque con su bendición, amor y bondad me permitió desarrollar este trabajo a pesar de las complicaciones y percances que se presentaron en su momento. A mis padres, Edgar Ruiz y Esperanza Bohórquez, por brindarme su amor y apoyo incondicional para cumplir todo lo que me he propuesto, guiándome, proporcionándome una buena educación y lecciones de vida.

De igual forma, agradezco de manera especial al Ingeniero Wilson Enrique Amaya Tequia por aceptar realizar este trabajo bajo su dirección, dándome su confianza y apoyo, ya que bajo su orientación y rigurosidad me aporó no solo en el adecuado desarrollo de este trabajo, sino que también en mi crecimiento tanto profesional como personal.

Igualmente, le doy gracias a todos los Ingenieros quienes desde que ingrese a primer semestre de Ingeniería Civil, me guiaron, proporcionándome herramientas y conocimientos importantes en mi desarrollo profesional.

Asimismo, agradezco también la confianza y apoyo por parte del Capitán Jorge Lemus Rojano y del Ingeniero Juan Carlos Herrera Martínez, quienes me orientaron, me compartieron sus conocimientos y estuvieron muy pendientes durante la pasantía.

Por último, le doy gracias a mi familia quienes han confiado siempre en mí, dándome ejemplo de superación, humildad a través del esfuerzo, constancia y trabajo se puede lograr lo que uno se propone. De igual modo, a mis amigos con quienes compartí grandes y duros momentos, haciéndome ver la vida de forma diferente y ayudarme a confiar en mis propias decisiones.

TABLA DE CONTENIDO

	pág.
APOYO EN LOS PROCESOS DEL AREÁ DE ESTRUCTURAS DEL COING (COMANDO DE INGENIEROS MILITARES).....	1
APOYO EN LOS PROCESOS DEL AREÁ DE ESTRUCTURAS DEL COMANDO DE INGENIEROS MILITARES COING	2
DEDICATORIA	4
AGRADECIMIENTOS.....	5
1. RESUMEN	11
2. INTRODUCCIÓN	13
3. OBJETIVOS	14
3.1 OBJETIVO GENERAL	14
3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	14
4. DESCRIPCIÓN DE LA ZONA DONDE SE REALIZÓ LA PASANTÍA.....	15
4.1 LOCALIZACIÓN.....	15
4.2 COMANDO DE INGENIEROS MILITARES	17
5. DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES.....	18
5.1 APOYO EN EL DISEÑO ESTRUCTURAL DEL BITER 3.....	19
5.2 APOYO EN EL DISEÑO ESTRUCTURAL CAOCC	21
5.3 APOYO EN LA SECCIÓN DE CALIDAD DEL COING	22
5.4 VISITA TECNICA A PROCESO CONSTRUCTIVO DEL REFORZAMIENTO PARA EL ALOJAMIENTO DE CADETES ANTIGUOS N3 ESCUELA MILITAR DE CADETES GENERAL JOSÉ MARÍA CÓRDOVA	24
6. APORTES DEL TRABAJO	26
6.1 APORTES COGNITIVOS.....	26

6.1.1 Apoyo En El Diseño Estructural Del BITER 3.....	26
6.1.2 Apoyo En El Diseño Estructural Del CAOCC	36
6.1.3 Elaboración Hojas De Cálculo (Viguetas Y Losas Entrepiso).....	44
6.2 APORTES A LA COMUNIDAD	48
7. IMPACTOS DEL TRABAJO.....	51
8. CONCLUSIONES	52
9. GLOSARIO	54
10. BIBLIOGRAFÍA	60
11. ANEXOS	64

LISTA DE TABLAS

Tabla 1 Nombre de Proyectos	23
Tabla 2 Tipos de Carga Diseño Concreto	29
Tabla 3 Combinaciones de carga	29
Tabla 4 Espectro de diseño	31
Tabla 5 Fuerzas sísmicas - análisis dinámico (Diseño)	33
Tabla 6 Comparación Análisis	34
Tabla 7 Revisión de irregularidades.....	35
Tabla 8 Tipos de Carga Diseño Concreto CAOCC	38
Tabla 9 Combinaciones de carga CAOCC	38
Tabla 10 Espectro de diseño CAOCC	40
Tabla 11: Revisión de irregularidades CAOCC.....	43

LISTA DE GRAFICAS

Grafica 1. Dedicación en cada actividad expresada en Porcentaje (%).....	18
Grafica 2. Espectro de diseño expresado en Sa (g) y T (Seg).....	33
Grafica 3. Espectro de diseño expresado en Sa (g) y T (Seg).....	42

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Localización de Bogotá D.C.....	16
Figura 2. Localización del proyecto Biter 3 en el municipio de Zarzal, Valle del Cauca	19
Figura 3. Planta Arquitectónica Biter 3	20
Figura 4. Localización y alineamiento del proyecto CAOCC Bogotá	21
Figura 5. Planta Arquitectónica CAOCC	22
Figura 6. Visita técnica ESCAB.....	25
Figura 7. Vista en 3D Cimentación BITER 3.....	27
Figura 8. Vista en 3D planta estructural BITER 3	28
Figura 9. Vista en 3D planta estructural CAOCC	37

1. RESUMEN

Este trabajo grado en la modalidad de pasantía muestra la función realizada en el Comando de Ingenieros Militares (COING) del ejército, en la ciudad de Bogotá D.C, durante el periodo de 4 meses con un total de 600 horas de las cuales se trabajó con una intensidad horaria de 40 horas semanales cumpliendo horarios de 7:00 am a 5:00 pm, durante los cinco días de la semana, ejerciendo funciones de auxiliar de diseño en el área de estructuras, poniendo a prueba las habilidades del estudiante en la etapa de ejecución de dicha práctica.

La finalidad de este informe es describir las actividades, aportes e impactos que se realizaron durante la pasantía; se ejecutaron una serie de actividades que radicaron principalmente en el apoyo de diseños estructurales de los proyectos BITER 3 Y CAOCC recalcando la elaboración de modelos, planos, cantidades de obra y memorias de cálculos estructurales; también se destaca el aporte que se le deja a la empresa con la elaboración de hojas de cálculo para el diseño de viguetas y losas entrepiso con el fin de unificarlas en el grupo de trabajo de estructuras.

Así como se evidencia el apoyo en sistemas de gestión de calidad con el objetivo de verificar que todos los proyectos que se realicen cumplan con los contenidos establecidos por la sección de calidad del COING. La pasantía es una forma particular que permite a los estudiantes aprender haciendo y este trabajo permite fortalecer las capacidades y dar una visión clara sobre la profesión, siendo importante para la vida profesional aplicando todos los conocimientos adquiridos en la universidad.

Palabras Clave: Diseño estructural, pasantía, modelos, memorias de cálculo, ETABS.

ABSTRACT

The following paper shows the accomplished task at Military Engineers quarter (COING) in Bogotá, as a structure area designing assistant by putting into practice all necessary knowledge and skills as befits undoubtedly an engineering student. The experiences took a four-month term and 600 practical hours, forty of them every week from 7.00 am to 5:00 pm.

The purpose of this report is to describe the events, contributions and impact experienced during the internship; there were a large number of activities developed chiefly on structural designs supported by BITER 3 and CAOCC projects, and making a vital emphasis on blueprint and plans production, work proportion and structural calculation. Remarkably, it was possible to model spreadsheets in order to schematize girders and tiles as a final result to get a complete structural material.

The support provided in quality management systems was essential by checking all projects to be conducted properly in order to meet all goals proposed by COING quality section. The internship particularly allows students to not only learn by doing but strengthen capacities and have an image about this seminal profession clearly. It is also pivotal for future professional matters to resort mainly to all meaningful grounds acquired at university to play an appropriate role whenever necessary.

Key words: structural designing, internship, plans, blueprint and calculation report, ETABS.

2. INTRODUCCIÓN

A través del Ejército Nacional de Colombia y el Comando de Ingenieros Militares, encargados de la identificación de las diferentes necesidades y sus respectivas soluciones referentes a la realización de tareas de movilidad y contra-movilidad, supervivencia y trabajos generales de ingenieros para apoyar la maniobra militar y el desarrollo nacional.¹ El desarrollo profesional del ingeniero civil, está al servicio de la sociedad, en buscar soluciones efectivas que cuenten con las exigencias de calidad óptimas para satisfacer las necesidades de la comunidad y de esta forma mejorar su calidad de vida.² El proceso de pasantía busca el desarrollo como profesional en la carrera de Ingeniería civil, ampliando y profundizando los conocimientos en la ejecución de proyectos de ingeniería, encaminado hacia un mejor desempeño en el campo laboral.

Gracias a esta experiencia se desarrollan competencias, comunicativas, críticas y reflexivas, técnicas y tecnológicas que se obtienen en el trabajo de campo y en todas las actividades de planeación y ejecución realizados desde la oficina. Se opta por realizar pasantía como requisito para el grado de ingeniería civil, prestando servicios personales como practicante en el comando de ingenieros militares en el área de estructuras, con el propósito de apoyar en la ejecución de proyectos estructurales que cumplan con los intereses del comando.

Se hace conveniente la realización de esta práctica para aplicar los conocimientos adquiridos durante el plan de estudios cursados en la universidad Santo Tomas, además permite que el estudiante tenga contacto real con el ámbito laboral en el que se va desempeñar durante su ejercicio profesional, ayudando a complementar todos los conocimientos prácticos adquiridos e implementarlos en la vida laboral. Con la ejecución de la pasantía se benefició el comando de ingenieros militares del ejército ya que los aportes que se dejaron para el desarrollo de diseños estructurales se verán reflejados en la realización de los próximos proyectos que se realicen en la empresa.

¹FUERZAS MILITARES: Ingenieros Militares de Colombia 198 años construyendo el desarrollo del país [sitio web] Bogotá D.C.; [Consultado: 18 de octubre de 2012]. Disponible en : <http://www.fuerzasmilitares.org/notas/colombia/ejercito-nacional/1620-ingenieros-militares-de-colombia-198-anos-construyendo-el-desarrollo-del-pais.html>

²Orbis: Revista científica ciencias humanas [En línea]. Venezuela. Fundación Miguel Unamuno y Jugo, 22, mayo-agosto,2012, vol 8. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/709/70923776002>. ISSN: 1856-1594.

3. OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GENERAL

Realizar el apoyo como auxiliar de ingeniería civil, en actividades de diseño estructural para la ejecución de proyectos desarrollados en el Comando de Ingenieros Militares.

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Aplicar los conocimientos ingenieriles en el área de estructuras para la programación de memorias de cálculo y cantidades de obra en los proyectos asignados.
- Apoyar la elaboración de alternativas pertinentes como la organización de los diferentes proyectos trabajados en la sección de calidad, para garantizar el avance según lo programado.
- Acompañar la ejecución de los estudios y diseños estructurales de los proyectos BITER 3 Y CAOCC desarrollados por el Comando de Ingenieros Militares.

4. DESCRIPCIÓN DE LA ZONA DONDE SE REALIZÓ LA PASANTÍA

4.1 LOCALIZACIÓN

Bogotá está situada en la sabana homónima, sobre el altiplano Cundiboyacense, una llanura situada en promedio a 2630 msnm y sus zonas montañosas alcanzan de 2400 m a 3250 msnm, lo que hace de ella la megalópolis más alta del mundo y la tercera capital después de Quito y La Paz. Tiene un área total de 1776 km² y un área urbana de 307 km². El territorio donde se asienta la ciudad fue antiguamente un lago. De esto dan evidencia los humedales que cubren algunos sectores no urbanizados de la Sabana y en la localidad de Suba. A la llegada de los primeros conquistadores este territorio estaba cubierto de pantanos.³

Bogotá se caracteriza por tener un clima moderadamente frío, con cerca de 14°C en promedio. Aun así, por ser un clima tropical, el frío se acentúa en jornadas de lluvia o de poco sol. Por otro lado, en los días muy soleados la sensación térmica puede incrementarse hasta los 23°C o más. Aun cuando tiene una humedad aproximada cercana al 80%, los habitantes y visitantes de la ciudad no experimentan un clima húmedo, pues en parte se ve compensado este exceso de agua con magníficas "ráfagas" de viento que hacen que la ciudad permanezca un poco más seca, especialmente en meses como enero a febrero, julio y agosto. En ocasiones ocurren lluvias torrenciales o "aguaceros", las cuales también ocasionalmente vienen acompañadas de "granizo".⁴

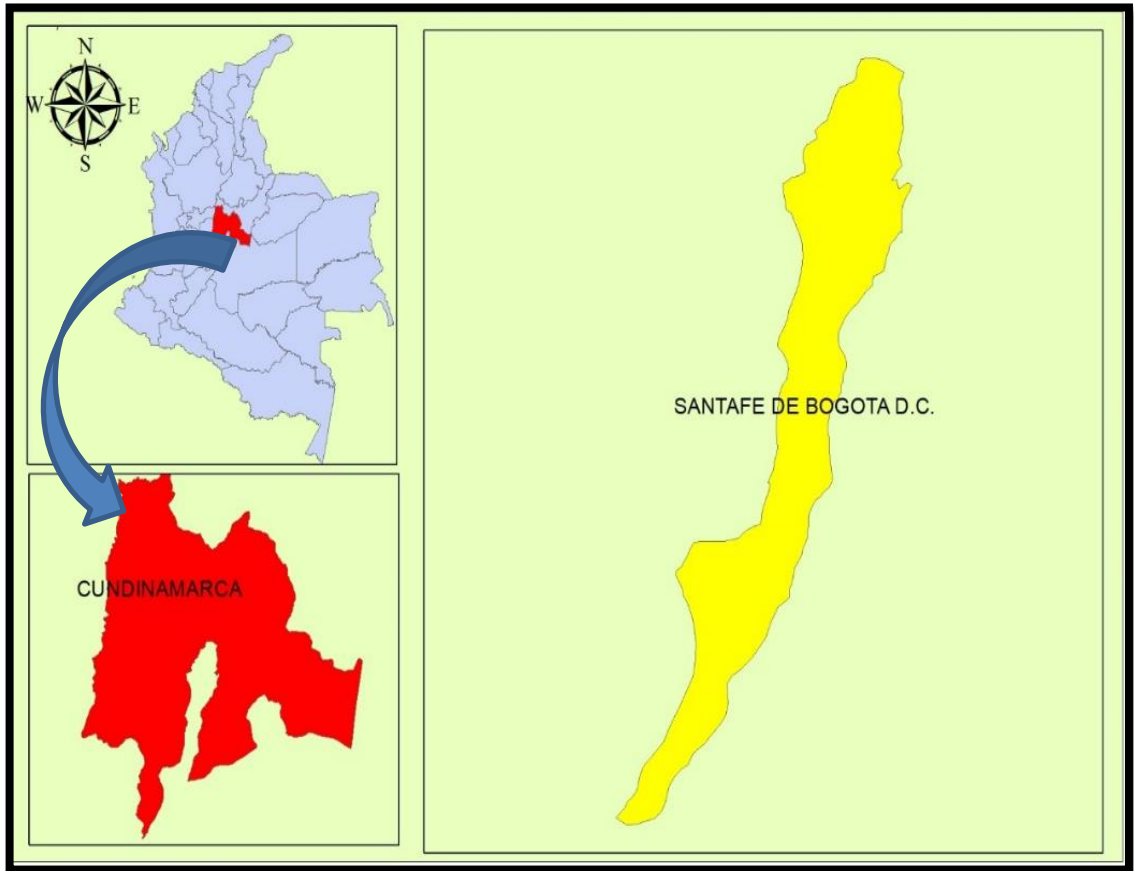
El Plan de Ordenamiento Territorial de Bogotá es la herramienta con la que contamos para crear las condiciones de habitabilidad urbana y rural que requerimos, abarcando las relaciones de integración con nuestro entorno físico natural, un crecimiento razonable y ejemplar a escala regional, una consolidación basada en la modernización y dotación de infraestructuras y servicios suficientes para todos, y las condiciones necesarias para seguir impulsado su capacidad de innovación y producción de espacios de calidad para todos sus ciudadanos.⁵

³BOGOTÁ, [Sitio web] Bogotá D.C; [Consultado 14 de noviembre 2019]. Disponible en: <https://bogota.gov.co/>

⁴BOGOTÁ, El clima de Bogotá [Sitio web] Bogotá D.C; [Consultado 14 de noviembre 2019]. Disponible en: <https://bogota.gov.co/encuentra-informacion-actualizada-sobre-el-clima-de-la-ciudad-de-bogot>

⁵SECRETARIA DISTRITAL DE PLANEACIÓN, [Sitio web] Bogotá D.C; [Consultado 14 de noviembre 2019]. Disponible en: <http://www.sdp.gov.co/>

Figura 1. Localización de Bogotá D.C



Fuente: Ruiz I, 2019. Adaptación de imagen. <https://bogota.gov.co/>

4.2 COMANDO DE INGENIEROS MILITARES

La entidad en la cual se desarrolló la pasantía fue en el comando de ingenieros militares (COING), está ubicada en la carrera 50 No. 18-06 Edificio Sabio Caldas, barrio Puente Aranda en la ciudad de Bogotá D.C., departamento de Cundinamarca. El comando está dirigido por el Brigadier General Omar Esteban Sepúlveda Comandante del comando de ingenieros, un equipo cohesionado e integrado que direcciona tácticas y técnicas del arma, en la ejecución de tareas de movilidad, supervivencia y trabajos generales de ingenieros para apoyar las unidades de Maniobra en el desarrollo de operaciones militares y contribuir al cumplimiento de las metas en cada una de las áreas misionales del Ministerio de Defensa Nacional (MDN) alineadas al plan de desarrollo del Gobierno Nacional.⁶

Las obras que realizan por parte del comando de ingenieros son de vital importancia ya que ayudan a la comunidad a tener un mejor desarrollo de las infraestructuras, como lo hace con la misión de recuperar las vías terciarias de los municipios de La Pradera, El Cairo y Ginebra (Valle del Cauca), afectadas a raíz de deslizamientos ocasionados por la ola invernal, los Héroes Bicentenarios del Batallón de Ingenieros n.º3 Coronel Agustín Codazzi, prestaron el apoyo de maquinaria y personal para devolver la movilidad a esta región.⁷

Los trabajos, realizados con el acompañamiento de la sección de Equipo y Gestión del Riesgo del Comando de Ingenieros del Ejército Nacional, beneficiaron a 1.120 personas de las veredas Camellones, La Miranda, La Guardia, El Fango, y San José de Peñas Blancas; 1.273 habitantes de los corregimientos Lomitas - Potrerillo y 700 personas de las veredas El Jardán, Betania y Regaderos, en donde se realizó el mantenimiento de más de 17 km de vía y se logró retirar más de 3.000 metros cúbicos de escombros, los cuales no permitían el paso de vehículos y mantenían incomunicados a sus habitantes.⁷

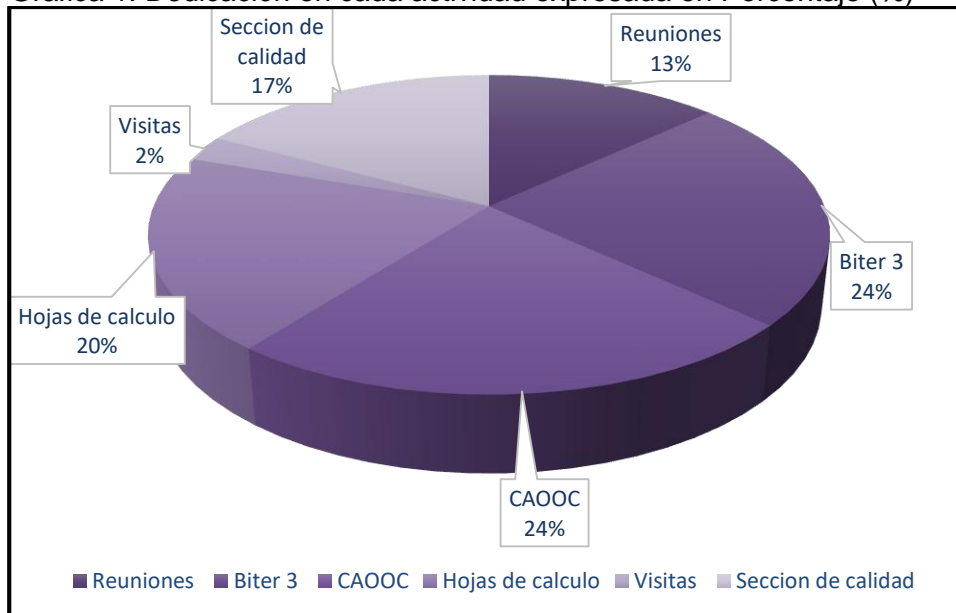
⁶ COING, Comando de ingenieros militares, [Sitio web] Bogotá D.C [Consultado 14 de noviembre 2019]. Disponible: <https://www.ingenierosmilitares.mil.co/>

⁷ COMANDO GENERAL, Ingenieros Militares apoyan a comunidades afectadas por derrumbes en la ola invernal, [Sitio web] Bogotá D.C [Consultado 14 de noviembre 2019]. Disponible: <https://www.cgfm.mil.co/>

5. DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES

En el desarrollo de la práctica profesional se llevó a cabo el cumplimiento de las actividades asignadas en lo que concierne en apoyo diseño estructural, visitas de obra, reuniones, calidad y socialización de los proyectos. Dichas actividades se encontraron bajo la supervisión del Capitán Jorge Lemus Rojano como tutor del Comando de Ingenieros Militares del Ejército Nacional de Colombia y por el Ingeniero Wilson Enrique Amaya Tequia tutor de la Universidad Santo Tomás. En el Anexo A se observa las respectivas bitácoras que sirven de soporte para la verificación de las actividades realizadas.

Gráfica 1. Dedicación en cada actividad expresada en Porcentaje (%)



Fuente: Ruiz I, 2019.

En la gráfica 1, se puede observar la dedicación en cada actividad asignada al estudiante en calidad de pasante. Se observa que las actividades con mayor intensidad de horas fueron en el desarrollo de los proyectos BITER 3 y CAOOC cada uno de 144 horas representando el (48%); la segunda labor en la que se ocupó gran parte del tiempo fue la realización de las hojas de cálculo con 120 horas (20%); la tercera actividad fue el apoyo en el área de gestión de calidad con 102 horas (17%), la cuarta actividad las reuniones que se realizaron con el grupo de estructuras del COING con 80 horas (13%), y finalmente la labor en la que menos se ocupó tiempo fueron las visitas a campo 16 horas (2%). Para el desarrollo de la descripción de actividades se organiza por capítulos, debido a que se apoyó en varias labores al equipo de estructuras del COING.

5.1 APOYO EN EL DISEÑO ESTRUCTURAL DEL COMANDO BITER 3

En calidad de pasante se apoyó en el diseño estructural del comando Biter 3, ubicado en la ciudad de Zarzal, Valle del Cauca, en el cual se llevó acabo el desarrollo del modelo en el software ETABS 17 con el fin de realizar una verificación del cortante basal estático y dinámico y una verificación de derivas para realizar el diseño de los elementos estructurales (vigas, columnas y losa)) y el software SAFE para realizar el diseño de la cimentación, en la figura 2 podemos ver la localización directa donde se llevará a cabo el proyecto del comando.

Figura 2 Localización del proyecto Biter 3 en el municipio de Zarzal, Valle del Cauca

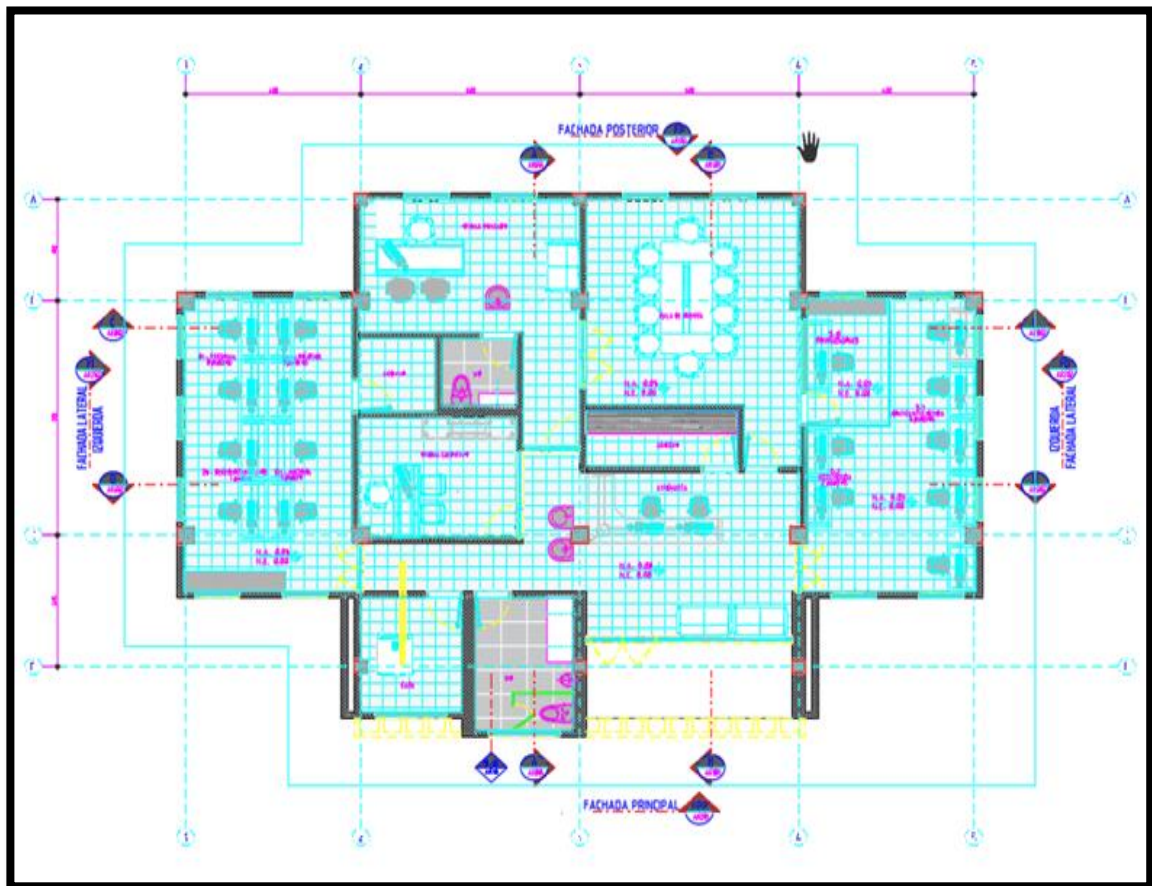


Fuente: Imagen tomada Google Earth

Por medio del plano arquitectónico como se evidencia en la figura 3, se elaboró una memoria de cálculo en la cual se especifica cada uno de los materiales, resultados arrojados por los softwares ETABS y SAFE, el cálculo de fuerza horizontal equivalente en el software EXCEL, se realizaron planos estructurales los cuales se evidencian en el ANEXO H. No se tuvieron problemas con los planos arquitectónicos ya que es una estructura no tan grande y de un solo piso, la Arquitecta desde el inicio del proyecto específico muy bien lo que se quería para el comando y así tuvo un buen desarrollo estructural.

Esto se obtuvo mediante la Norma Sismo Resistente NSR-10, basándose en los títulos A, B y C, el libro análisis y diseño sísmico de edificios de Roberto Rochel Awad y el libro Concreto de Jorge Segura séptima edición.

Figura 3 Planta Arquitectónica Biter 3



Fuente: Arq. Fernández F, 2019

5.2 APOYO EN EL DISEÑO ESTRUCTURAL CAOCC

La presente memoria corresponde al cálculo y diseño estructural del Comando de Apoyo Operacional de Comunicaciones Ciberdefensa, en ciudad de Bogotá, D.C, como se evidencia en la figura 4. El proyecto cuenta con un área total de diseño de 201 m² aproximadamente.

Figura 4 Localización y alineamiento del proyecto CAOCC Bogotá



Fuente: Google Maps, 2019. Escala Indeterminada. Ruiz I

Por medio del plano arquitectónico como se evidencia en la figura 5 se elaboró una memoria de cálculo en la cual se especifica cada uno de los materiales, resultados arrojados por el software ETABS, el cálculo de fuerza horizontal equivalente en el software EXCEL y se realizaron planos estructurales.

- ✓ Asignación de proyecto.
- ✓ Acta de socialización
- ✓ Memorias de cálculo estructurales
- ✓ Planos
- ✓ Memorias de cantidades estructurales
- ✓ Especificaciones técnicas
- ✓ Formato de revisión diseño estructural
- ✓ Estudio de suelos
- ✓ Anexos

Los proyectos a los cuales se realizó la organización de las carpetas implementando los ítems anteriores son los siguientes como se indica en la tabla 1:

Tabla 1 Nombre de Proyectos

NOMBRE PROYECTO	HORAS EMPLEADAS
1. Alojamiento de 2 pisos BIGUE	13
2. Reforzamiento estructural comando BIVEN	12
3. Planta de tratamiento de agua residual BITER 11	8
4. Planta de tratamiento de agua residual BITER 5	8
5. Cabañas cantón caballería	7
6. Ménsula escuela de inteligencia	7
7. Construcción de polvorín convencional	10
8. Cubierta polígono San Jorge ESCAB	12
9. Diseño placa de contrapeso museo fuerzas militares	13
10. Diseño placa cimentación BIVEN	10

Fuente: Ruiz I, 2020

Todos estos documentos requeridos los deben cumplir cada uno de los proyectos que sean asignados para el área de estructuras.

El área de gestión de ingenieros en el proceso de diseños tiene como objetivo establecer la metodología para diseñar proyectos de construcción de obras nuevas y mantenimiento de infraestructura que permita brindar solución a las necesidades de las Unidades y que sean técnicos, funcionales y económicamente realizables.⁸ El control que se maneja dentro del área de gestión de calidad del COING es el siguiente:

⁸ EJERCITO NACIONAL. Gestión de ingenieros. Informe procedimiento de diseño. Bogotá D.C. 2018. 12 p. 12.

- ✓ El Oficial de Diseño de proyectos asigna a los profesionales los diseños a realizar y el seguimiento a los plazos establecidos para el desarrollo de cada uno de ellos.⁷

- ✓ El Oficial de Control de Calidad o el profesional de Defensa Analista de Calidad de Diseño, consolida la información de los proyectos asignados y efectúa seguimiento al cronograma utilizando la Matriz de Mando y Control.⁷

- ✓ El Profesional de Defensa Analista de Calidad Diseño verifica y realiza seguimiento a los proyectos, dando aval de cumplimiento a cada una de las etapas. (Esquema Básico, Anteproyecto y Proyecto).⁷

- ✓ El Oficial Proyectista Arquitectónico es el encargado de asegurar la coordinación entre las áreas de ingeniería y las demás Secciones del COING con el fin de generar proyectos coherentes con la necesidad inicialmente planteada.⁷
- ✓ Cada uno de los profesionales en su especialidad debe realizar la revisión y verificación correspondiente, de acuerdo a las condiciones y características específicas de cada diseño y a la normatividad vigente.⁷

- ✓ El Oficial de Diseño de Proyectos, Profesional Coordinador de proyectos, Control de Calidad y el profesional de Defensa Analista de Calidad de Diseño, realiza comité de diseño con los arquitectos proyectistas para verificar avances y emitir directrices de diseño.⁷

5.4 VISITA TECNICA A PROCESO CONSTRUCTIVO DEL REFORZAMIENTO PARA EL ALOJAMIENTO DE CADETES ANTIGUOS N3 ESCUELA MILITAR DE CADETES GENERAL JOSÉ MARÍA CÓRDOVA

Dicho alojamiento consistió en realizar un reforzamiento interior de pórticos en concreto que permitiera soportar los muros de carga existentes de la estructura original, la cual tiene 70 años de vetustez y catalogada de tipo patrimonial. Se propuso este nuevo pórtico acoplado los muros existentes mediante pernos pesantes como sistemas de anclaje.

Reparar los muros con un proceso de inyección de un mortero de reparación y reemplazo total de las zonas muy deterioradas, se dispuso del corte del entrepiso

existente el cual correspondía a una construcción en madera a un entrepiso tradicional con listones dispuestos cada 60 cm, un tablero en láminas de 30 cm de ancho por 5 cm de espesor y un acabado en mortero de 10 cm con refuerzo en barras de $\frac{1}{4}$ cada 20 cm.

Se realizó un cambio total de la cubierta, en esta se reemplazó la teja, los elementos de cerchas y correas por un sistema de lámina delgada de vigas puntuales y correas.

Se reforzó la cimentación de los muros existentes y se dispuso una nueva cimentación en un sistema de dados pilotes con vigas de amarre para el nuevo sistema de pórtico en concreto, los pilotes se propusieron en diámetro de 40 cm por profundidades de 18 m.

Lo expuesto anteriormente se puede evidenciar en la figura 6.

Figura 6 Visita técnica ESCAB



Fuente: Ruiz I, 2019

6. APORTES DEL TRABAJO

6.1 APORTES COGNITIVOS

6.1.1 Apoyo En El Diseño Estructural Del Comando BITER 3

La presente memoria corresponde al cálculo y diseño estructural del comando de Oficiales Biter 3, en ciudad de Zarzal, Valle del Cauca. El proyecto cuenta con un área total de diseño de 201 m² aproximadamente.

En el estudio se realizará el cálculo y diseño estructural de todos los elementos involucrados en la estructura principal, secundaria, diseño sujeto a no exceder los valores permisibles y requerimientos mínimos de las normas correspondientes a este tipo de estructuras, la cual es en concreto reforzado bajo los lineamientos de la NSR – 10. Se realizó el diseño de correas de cubierta en el software Corpasoft el cual se puede evidenciar en el Anexo F.

6.1.1.1 Descripción de la Estructura

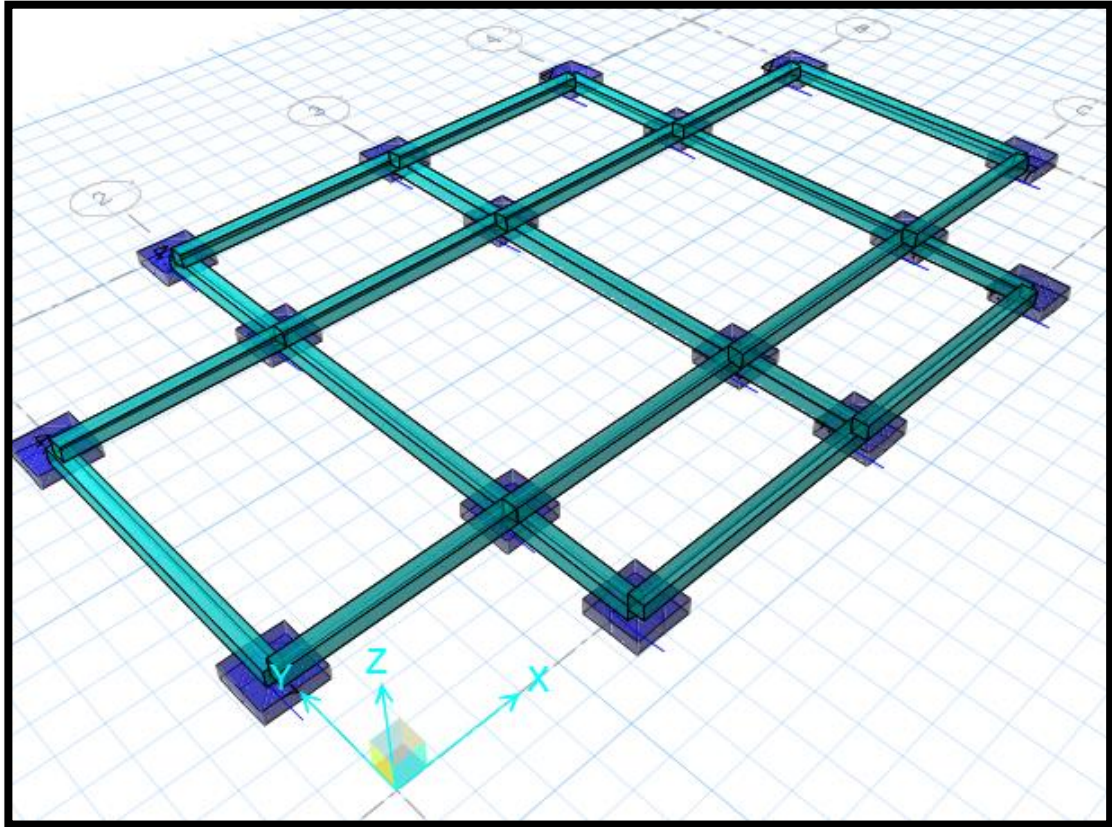
- Infraestructura

El sistema de cimentación de la estructura corresponde a zapatas aisladas concéntricas unidas con vigas de amarre las cuales se encargarán de transmitir de forma adecuada las cargas de servicio de la estructura al subsuelo, garantizando así que el material de fundación no exceda los límites de resistencia basándose en la caracterización y recomendaciones del estudio de suelos realizado por el LABORATORIO DE SUELOS ESCUELA DE INGENIEROS MILITARES.

Las zapatas aisladas de $b \times L \times h = 1 \text{ m} \times 1 \text{ m} \times 0.25 \text{ m}$ y cimiento corrido se encuentran a un nivel de $N - 1.00$ apoyadas sobre un concreto de limpieza de 0.10m de espesor. Las dimensiones de las vigas de cimentación son de 0.30x0.30m. La estructura tiene una placa de contrapiso de 12 cm de espesor con sus respectivas dilataciones para garantizar que no se presenten fisuras. El acero de refuerzo utilizado para las zapatas es #4 $\phi(12.7\text{mm})$ y para vigas de cimentación en el refuerzo principal #5 $\phi(15.9\text{mm})$ con estribos #3 $\phi(9.5\text{mm})$. La planta de cimentación tiene un área de 201 m² aproximadamente. El material de relleno bajo la losa de contrapiso corresponde a una base granular compactada al 95%, o algún material del sitio que cumpla con las mismas especificaciones técnicas establecidas en la Norma Invias.

Se realizó un modelo en el software SAFE, el cual se puede ver una vista en 3D en la figura 7 y los resultados finales en el ANEXO C.

Figura 7 Vista en 3D Cimentación BITER 3



Fuente: Ruiz, I y SAFE

- **Superestructura**

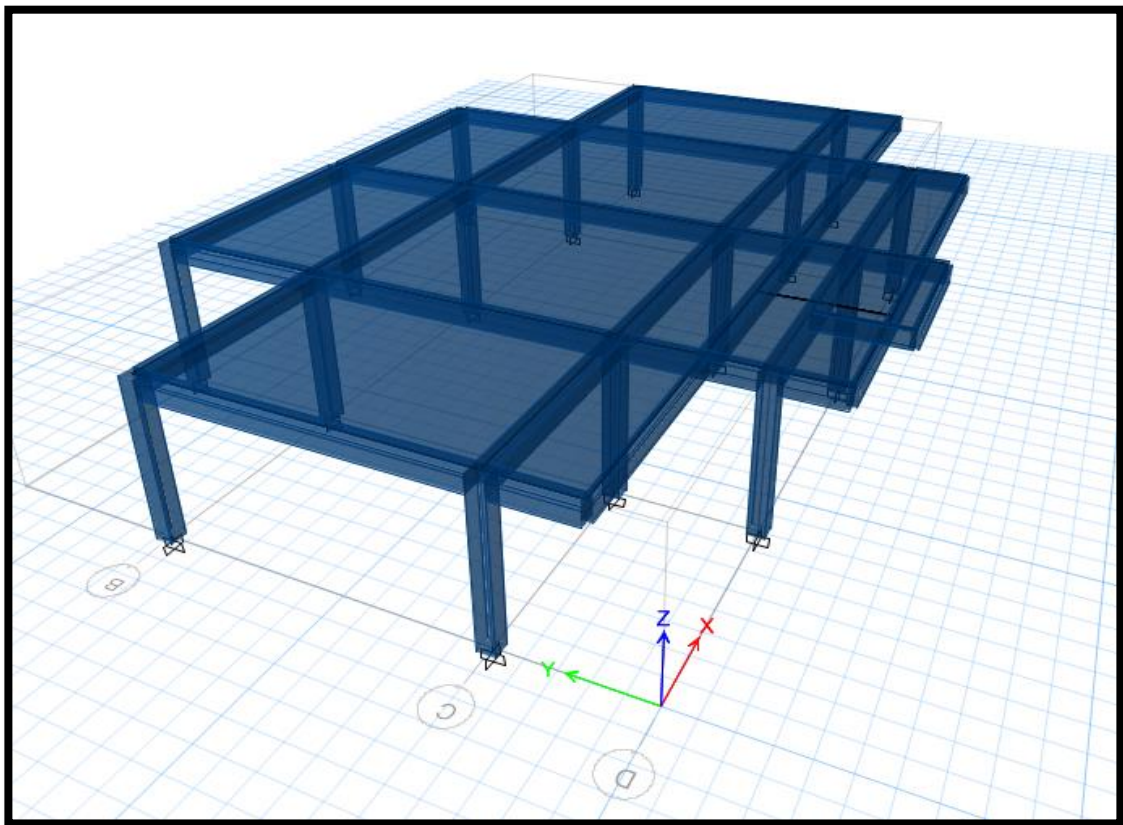
La estructura se compone de 1 nivel, los cuales serán ocupados por personal del Ejército Nacional de Colombia. El sistema de resistencia tanto para fuerzas horizontales como verticales será de pórticos en concreto con capacidad especial de disipación de energía (DES) $R=7$. El sistema estructural responderá por las cargas gravitacionales y sísmicas.

La estructura tiene una separación entre ejes de columnas de 5.0m y 4.0m en sentido X, y en sentido Y de 5.80m. De igual forma, tiene 5 ejes de columnas en sentido X y en el otro posee 4 ejes de columnas; la sección transversal de todas las columnas que componen el edificio es de 0.30x0.30m, el acero de refuerzo utilizado para las barras principales #4 $\phi(12.7\text{mm})$ y #7 $\phi(22.2\text{mm})$ con estribos #3 $\phi(9.5\text{mm})$.

El espesor de los muros no estructurales es de 0.15m (15cm) con una altura libre de 2.85 m. La altura predominante de los entrepisos es de 3.20 m.

El entrepiso se compone de una losa maciza armada en una dirección con espesor de 0.15m (15 cm), el acero de refuerzo utilizado en la malla electrosoldada #4 ϕ (12.7mm) y vigas descolgadas. Las vigas principales con dimensiones de 0.30x0.35, mientras que las secundarias presentan dimensiones de 0.15x0.35m el acero de refuerzo utilizado para las barras principales #5 ϕ (15.9mm) con estribos #3 ϕ (9.5mm). Todo el sistema de entrepisos será en concreto reforzado. La cubierta está a dos aguas, con una pendiente de 15%. Se realizó un modelo en el software ETABS 2017, el cual se puede ver en vista en 3D en la figura 8 y los resultados finales en el ANEXO C.

Figura 8 Vista en 3D planta estructural BITER 3



Fuente: Ruiz, I y ETABS 2017

6.1.1.2 Normas de diseño

El análisis y diseño de la estructura lo rigen las siguientes normas:

- Normas Colombianas de Diseño y Construcciones Sismo-Resistentes **NSR-10**
- Norma **ACI -318 –08** para elementos en concreto.

6.1.1.3 Métodos de análisis

El análisis y diseño de la estructura se analizaron por los siguientes métodos:

- Combinaciones de carga Capitulo B2.
- Cargas vivas y muertas B3 - B4.
- Análisis Elástico.
- Análisis Dinámico elástico. Capitulo A.5

6.1.1.4 Métodos de diseño

Se utilizaron las combinaciones de carga según el reglamento NSR-10 en la sección B.2.4.2 usando el método de resistencia, en las cuales se tuvo en cuenta las fuerzas de sismo (F_x, F_y) según la dirección, las fuerzas sísmicas reducidas para diseño (E_x, E_y), la carga muerta (D) incluido el peso propio, la carga viva (L), la carga de viento (w) y la carga viva sobre (L_r) tal como se muestran en la tabla 2.

Tabla 2 Tipos de Carga Diseño BITER 3

CARGA	TIPO	MULTIPLICADOR PESO PROPIO	DESCRIPCION
PP	Dead	1	Peso Propio
D	Dead	0	Sobreimpuesta
L	Other	0	Viva
Lr	Other	0	Carga Viva Cubierta

Fuente: ETABS 17, 2019.

Las combinaciones de carga utilizadas para el diseño de los elementos se verán en la tabla 3.

Tabla 3 Combinaciones de carga BITER 3

NAME	LOAD CASE/COMBO	SCALE FACTOR	TYPE	AUTO
Diseño 1	D	1.4	Linear Add	No
Diseño 1	PP	1.4		No
Diseño 2	D	1.2	Linear Add	No

NAME	LOAD CASE/COMBO	SCALE FACTOR	TYPE	AUTO
Diseño 2	PP	1.2		No
Diseño 2	L	1.6		No
Diseño 2	Lr	0.5		No
Diseño 3	D	1.2	Linear Add	No
Diseño 3	PP	1.2		No
Diseño 3	L	1		No
Diseño 3	Lr	1.6		No
Diseño 4	D	1.2	Linear Add	No
Diseño 4	PP	1.2		No
Diseño 4	Sismo X	0.14		No
Diseño 4	L	1.6		No
Diseño 5	D	1.2	Linear Add	No
Diseño 5	PP	1.2		No
Diseño 5	Sismo X	-0.14		No
Diseño 5	L	1.6		No
Diseño 6	D	1.2	Linear Add	No
Diseño 6	PP	1.2		No
Diseño 6	Sismo Y	0.14		No
Diseño 6	L	1.6		No
Diseño 7	D	1.2	Linear Add	No
Diseño 7	PP	1.2		No
Diseño 7	Sismo Y	-0.14		No
Diseño 7	L	1.6		No
W SERVICIO	D	1	Linear Add	No
W SERVICIO	PP	1		No
W SERVICIO	L	1		No
W SERVICIO	Lr	1		No

Fuente: ETABS 17, 2019.

- **Combinaciones para deriva**

Para la verificación de las derivas de la estructura se tomaron los casos de carga Der X max y Der Y max en los dos sentidos principales (x,y); cabe aclarar que la fuerza sísmica producida por el sismo de diseño NO está dividida en R (Fs).

Derivas en X: Der X Max

Derivas en Y: Der Y Max

Como se evidencia en los capítulos posteriores, y de acuerdo a lo establecido en la Tabla A.6.4-1 de la NSR-10 todas las derivas son inferiores al 1%.

Especificaciones de estructura en concreto reforzado

- Concreto: $f'c = 21$ Mpa. (3000 psi) a los 28 días de edad
- Acero de Refuerzo $Fy = 420$ MPa (60000 psi)
- Peso específico del concreto: $\gamma = 2400$ Kg/m³

6.1.1.5 Análisis sísmico

El análisis sísmico de la estructura se realizó por el método de análisis modal espectral elástico, mediante los siguientes parámetros sísmicos:

CIUDAD	: Zarzal
DEPARTAMENTO	: Valle del Cauca
ZONA DE AMENAZA SÍSMICA	: Alta
PERFIL DE SUELO	: D
GRUPO DE USO	: Grupo III
COEFICIENTE DE IMPORTANCIA	: $I = 1.25$
SISTEMA ESTRUCTURAL	: Pórticos de Concreto Resistentes a Momentos

- Espectro de diseño

En la tabla 4 se realiza el espectro de diseño y en la gráfica 2 muestra el periodo de vibración vs el porcentaje de aceleración desarrollados en la tabla 4.

Tabla 4 Espectro de diseño BITER 3

CIUDAD	ZARZAL
PERFIL	D
USO	ATEN.COMUNIDAD

ZONA DE AMENAZA SISMICA	ALTA
-------------------------	------

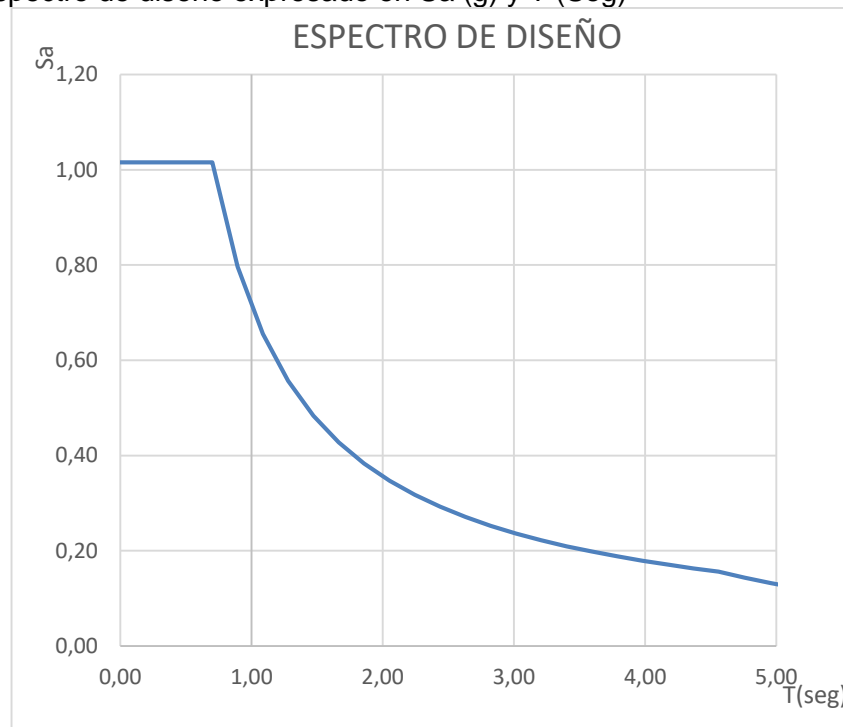
VIVIENDA	
Aa	0.25
Av	0.25
Fa	1.3
Fv	1.9
I	1.25

Tc(s)	TL(s)
0.702	4.560
Intermedios	
0.193	
t(seg)	Sa para
0.000	1.016
Tc(s) 0.702	1.016
0.894	0.797
1.087	0.655
1.280	0.557
1.473	0.484
1.666	0.428
1.859	0.383
2.052	0.347
2.245	0.317
2.438	0.292
2.631	0.271
2.824	0.252
3.017	0.236
3.210	0.222
3.402	0.209
3.595	0.198
3.788	0.188
3.981	0.179
4.174	0.171
4.367	0.163
TL(s) 4.560	0.156
4.760	0.143
4.960	0.132

5.160	0.122
5.360	0.113
5.560	0.105

Fuente: Ruiz, I 2019.

Grafica 2 Espectro de diseño expresado en S_a (g) y T (Seg)



Fuente: Ruiz I, 2019.

6.1.1.6 Fuerza horizontal equivalente (FHE)

Se presentan los valores en la tabla 5 correspondientes al cortante obtenido por el análisis dinámico y luego se verifica que el cortante dinámico sea por lo menos el 80% (Estructura regular) del cortante de la fuerza horizontal equivalente tanto para las fuerzas de diseño. Para los valores de la masa se consideró el peso propio de la estructura.

Tabla 5 Fuerzas sísmicas - análisis dinámico (Diseño) BITER 3

TABLE: Story Forces				
Story	Load Case/Combo	Location	VX kN	VY kN
Cubierta	Derivas 1 Max	Top	736,2019	232,5572

TABLE: Story Forces				
Story	Load Case/Combo	Location	VX	VY
Cubierta	Derivas 1 Max	Bottom	736,2019	232,5572
Cubierta	Derivas 1 Min	Top	-736,2019	-232,5572
Cubierta	Derivas 1 Min	Bottom	-736,2019	-232,5572
Cubierta	Derivas 2 Max	Top	736,2019	232,5572
Cubierta	Derivas 2 Max	Bottom	736,2019	232,5572
Cubierta	Derivas 2 Min	Top	-736,2019	232,5572
Cubierta	Derivas 2 Min	Bottom	-736,2019	-232,5572
Cubierta	Derivas 3 Max	Top	226,2943	757,0783
Cubierta	Derivas 3 Max	Bottom	226,2943	757,0783
Cubierta	Derivas 3 Min	Top	-226,2943	-757,0783
Cubierta	Derivas 3 Min	Bottom	-226,2943	-757,0783
Cubierta	Derivas 4 Max	Top	226,2943	757,0783
Cubierta	Derivas 4 Max	Bottom	226,2943	757,0783
Cubierta	Derivas 4 Min	Top	-226,2943	-757,0783
Cubierta	Derivas 4 Min	Bottom	-226,2943	-757,0783

Fuente: ETABS 17, 2019

- Comparación cortante de piso

Se presentan los valores en la tabla 6 correspondientes al cortante obtenido por el análisis dinámico y luego se verifica que el cortante dinámico sea por lo menos el 80% del cortante de la fuerza horizontal equivalente.

Tabla 6 Comparación Análisis BITER 3

COMPARACIÓN ANÁLISIS DINÁMICO - ESTÁTICO				
Método análisis	Cortante Sísmico (Vs)		Porcentaje FHE (%)	
	Sentido X	Sentido Y	Sentido X	Sentido Y
Análisis Dinámico	748,9	770,18	99%	102%
Análisis Estático (FHE)	755,8	755,8		

Fuente: Ruiz I, 2019.

- Verificación de la deriva

Deriva máxima espectro de diseño: Para el análisis de la deriva se tiene en cuenta el título A.6 donde limita el desplazamiento máximo relativo de la edificación al 1% de la altura de piso, por lo tanto, a continuación, se presenta la respectiva verificación para cada una de las columnas.

6.1.1.7 Revisión de irregularidades

Tabla 7 Revisión de irregularidades BITER 3

Resumen irregularidades en planta
--

Descripción	Coeficiente ϕ_p	Magnitud
Tipo 1aP Irregularidad torsional	ϕ_p	1,0
Tipo 1bP Irregularidad torsional extrema	ϕ_p	1,0
Tipo 2P Retrocesos en las esquinas	ϕ_p	1,0
Tipo 3P Irregularidad del diafragma	ϕ_p	1,0
Tipo 4P Desplazamiento de los planos de acción	ϕ_p	1,0
Tipo 5P Sistemas no paralelos	ϕ_p	1,0
Coeficiente de reducción por irregularidad en planta	ϕ_p	1,0

Resumen irregularidades en altura
--

Descripción	Coeficiente ϕ_a	Magnitud
Tipo 1aA Piso flexible	ϕ_a	1,0
Tipo 1bA Piso flexible extremo	ϕ_a	1,0
Tipo 2A Distribución en masa	ϕ_a	1,0
Tipo 3A Geométrica	ϕ_a	1,0
Tipo 4A Desplazamiento dentro del plano de acción	ϕ_a	1,0
Tipo 5aA Piso débil	ϕ_a	1,0
Tipo 5bA Piso débil extremo	ϕ_a	1,0
Coeficiente de reducción por irregularidad en altura	ϕ_a	1,0

Resumen irregularidades por ausencia de redundancia
--

Descripción	Coeficiente ϕ_r	Magnitud
Coeficiente de reducción por ausencia de redundancia	ϕ_r	1,00

Descripción	Coeficiente	Magnitud
Coeficiente de reducción por irregularidad en altura	ϕ_a	1,00
Coeficiente de reducción por irregularidad en planta	ϕ_p	1,00
Coeficiente de reducción por ausencia de redundancia	ϕ_r	1,00
Coeficiente de capacidad de disipación de energía básico	R_0	7,00
Coeficiente de capacidad de disipación de energía para diseño	R	7,00

Fuente: Ruiz I, 2019

6.1.2 Apoyo En El Diseño Estructural Del CAOCC

La presente memoria corresponde al cálculo y diseño estructural de oficinas del CAOCC, en ciudad de Bogotá D.C en el Cantón Caldas. El proyecto cuenta con un área total de diseño de 322 m² aproximadamente.

En el estudio se realizará el cálculo y diseño estructural de todos los elementos involucrados en la estructura principal, secundaria, diseño sujeto a no exceder los valores permisibles y requerimientos mínimos de las normas correspondientes a este tipo de estructuras, la cual es en concreto reforzado bajo los lineamientos de la NSR – 10. En este proyecto no se desarrolló infraestructura ya que no se requirió apoyo en esta actividad por lo cual en la siguiente memoria de cálculo solo se explicará de la superestructura

6.1.2.1 Descripción de la estructura

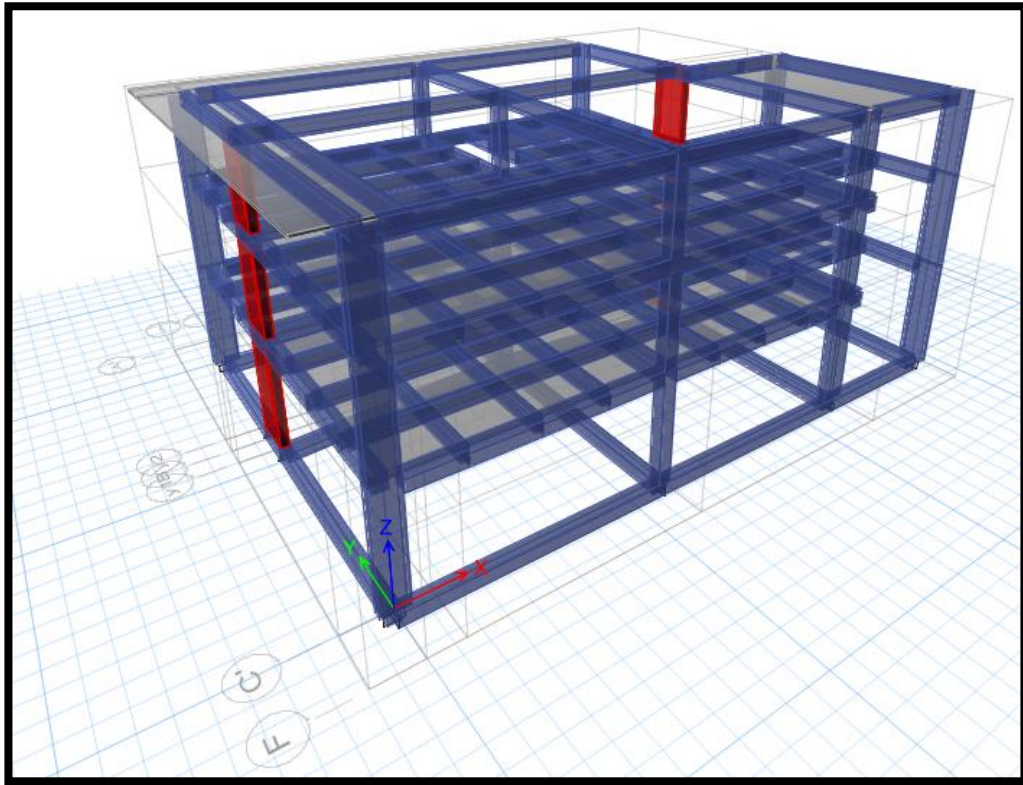
- Superestructura

La estructura se compone de 3 niveles, los cuales serán ocupados por personal del Ejército Nacional de Colombia. El sistema de resistencia tanto para fuerzas horizontales como verticales será combinado en concreto con capacidad moderada de disipación de energía (DMO) $R= 5.5$. El sistema estructural responderá por las cargas gravitacionales y sísmicas.

La estructura tiene una separación entre ejes de columnas de 8.90 en sentido X, y en sentido Y de 7.95m. De igual forma, tiene 4 ejes de columnas en sentido X y en el otro posee 3 ejes de columnas; la sección transversal de todas las columnas que componen el edificio es de 0.30x0.90m, 0.35x0.55m y 0.45x0.45m. Las secciones de los muros pantalla son de 0.30x1.50m. El espesor de los muros no estructurales es de 0.15m (15cm) con una altura libre de 2.40 m. La mayor altura de los pisos es de 3.50m

El entrepiso se compone de una losa con 3 vigas intermedias armada en dos direcciones con espesor de 0.50m (50 cm) y vigas descolgadas. Las vigas de carga con dimensiones de 0.45x0.50m, 0.60x0.50m y vigas intermedias de 0.25x0.50m y 0.35x0.50. Todo el sistema de entrepisos será en concreto reforzado. Se realizó un modelo en el software ETABS 2017, el cual se puede ver en vista en 3D en la figura 9 y los resultados finales en el ANEXO D.

Figura 9 Vista en 3D planta estructural CAOCC



Fuente: Ruiz I, 2019 y ETABS 2017

6.1.2.2 Normas de diseño

El análisis y diseño de la estructura lo rigen las siguientes normas:

- Normas Colombianas de Diseño y Construcciones Sismo-Resistentes **NSR-10**
- Norma **ACI -318 -08** para elementos en concreto.

6.1.2.3 Métodos de análisis

El análisis y diseño de la estructura se analizaron por los siguientes métodos:

- Combinaciones de carga Capitulo B2.
- Cargas vivas y muertas B3 - B4.
- Análisis Elástico.
- Análisis Dinámico elástico. Capitulo A.5

6.1.2.4 Métodos de diseño

Se utilizaron las combinaciones de carga según el reglamento NSR-10 en la sección B.2.4.2 usando el método de resistencia, en las cuales se tuvo en cuenta las fuerzas de sismo (F_x, F_y) según la dirección, las fuerzas sísmicas reducidas para diseño (E_x, E_y), la carga muerta (D) incluido el peso propio, la carga viva (L), la carga de viento (w) y la carga viva sobre (L_r) tal como se muestran en la tabla 8 a continuación:

Tabla 8 Tipos de Carga Diseño Concreto CAOCC

Name	Type	Self Weight Multiplier	Auto Load
D	Superimposed Dead	0	
L	Live	0	
PP	Dead	1	
FX	Seismic	0	None
FY	Seismic	0	None
LR	Roof Live	0	

Fuente: ETABS 17, 2019.

Las combinaciones de carga utilizadas para el diseño de los elementos se verán en la tabla 9.

Tabla 9 Combinaciones de carga CAOCC

Name	Load Case/Combo	Scale Factor	Type	Auto
B241	D	1.4	Linear Add	No
B241	PP	1.4		No
B242	D	1.2	Linear Add	No
B242	PP	1.2		No
B242	L	1.6		No
B245X	D	1.2	Linear Add	No
B245X	PP	1.2		No
B245X	L	1		No
B245X	FX	0.23		No
B245Y	D	1.2	Linear Add	No
B245Y	PP	1.2		No

Name	Load Case/Combo	Scale Factor	Type	Auto
B245Y	L	1		No
B245Y	FY	0.23		No
B245XY	D	1.2	Linear Add	No
B245XY	PP	1.2		No
B245XY	L	1		No
B245XY	FX	0.23		No
B245XY	FY	0.067		No
B245YX	D	1.2	Linear Add	No
B245YX	PP	1.2		No
B245YX	L	1		No
B245YX	FY	0.23		No
B245YX	FX	0.067		No
B247X	D	0.9	Linear Add	No
B247X	PP	0.9		No
B247X	FX	0.23		No
B247XY	D	0.9	Linear Add	No
B247XY	PP	0.9		No
B247XY	FX	0.23		No
B247XY	FY	0.067		No
B247Y	D	0.9	Linear Add	No
B247Y	PP	0.9		No
B247Y	FY	0.23		No
B247YX	D	0.9	Linear Add	No
B247YX	PP	0.9		No
B247YX	FY	0.23		No
B247YX	FX	0.067		No

Fuente: ETABS 17, 2019.

- **Combinaciones para deriva**

Para la verificación de las derivas de la estructura se tomaron los casos de carga DER 1X, DER2XY, DER3Y, DER4YX, DER5X, DER6XY, DER7Y y DER8YX en los dos sentidos principales (x,y); cabe aclarar que la fuerza sísmica producida por el sismo de diseño NO está dividida en R (Fs).

Como se evidencia en los capítulos posteriores, y de acuerdo a lo establecido en la Tabla A.6.4-1 de la NSR-10 todas las derivas son inferiores al 1%.

Especificaciones de estructura en concreto reforzado

- Concreto: $f'c = 21$ Mpa. (3000 psi) a los 28 días de edad
- Acero de Refuerzo $Fy = 420$ MPa (60000 psi)
- Peso específico del concreto: $\gamma = 2400$ Kg/m³

6.1.2.5 Análisis sísmico

El análisis sísmico de la estructura se realizó por el método de análisis modal espectral elástico, mediante los siguientes parámetros sísmicos:

CIUDAD : Bogotá

DEPARTAMENTO : Cundinamarca

ZONA DE AMENAZA SÍSMICA : Intermedia

PERFIL DE SUELO : E

GRUPO DE USO : Grupo III

COEFICIENTE DE IMPORTANCIA : $I = 1.25$

SISTEMA ESTRUCTURAL : Combinado

- Espectro de diseño

En la tabla 10 se realiza el espectro de diseño y en la gráfica 2 muestra el periodo de vibración vs el porcentaje de aceleración desarrollados en la tabla 10.

Tabla 10 Espectro de diseño CAOCC

CIUDAD	BOGOTÁ
PERFIL	E
USO	ATEN. COMUNIDAD
ZONA DE AMENAZA SISMICA	INTERMEDIA

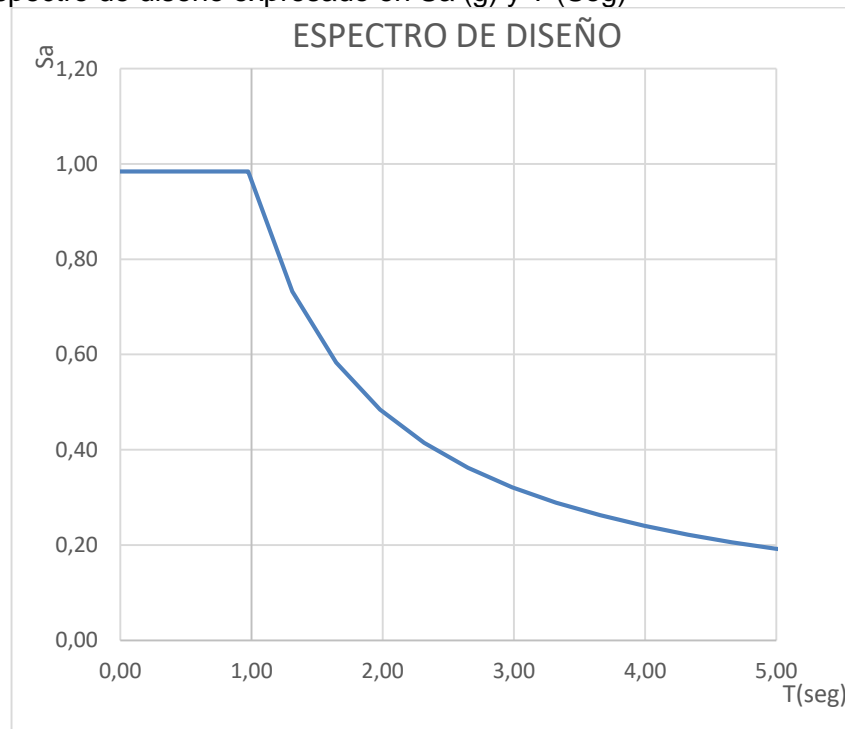
ATEN. COMUNIDAD

Aa	0.15
Av	0.2
Fa	2.1
Fv	3.2
I	1.25

Tc(s)	TL(s)
0.975	7.680
intermedios	
0.335	
t(seg)	Sa para
0.000	0.984
Tc(s) 0.975	0.984
1.310	0.733
1.646	0.583
1.981	0.485
2.316	0.414
2.651	0.362
2.987	0.321
3.322	0.289
3.657	0.263
3.992	0.240
4.328	0.222
4.663	0.206
4.998	0.192
5.333	0.180
5.669	0.169
6.004	0.160
6.339	0.151
6.674	0.144
7.010	0.137
7.345	0.131
TL(s) 7.680	0.125
7.880	0.119
8.080	0.113
8.280	0.108
8.480	0.103
8.680	0.098

Fuente: Ruiz I, 2019

Grafica 3 Espectro de diseño expresado en Sa (g) y T (Seg)



Fuente: Ruiz I, 2019

- Verificación de la deriva

Deriva máxima espectro de diseño: Para el análisis de la deriva se tiene en cuenta el título A.6 donde limita el desplazamiento máximo relativo de la edificación al 1% de la altura de piso, por lo tanto, a continuación, se presenta la respectiva verificación para cada una de las columnas.

6.1.2.6 Revisión de irregularidades

Tabla 11: Revisión de irregularidades CAOCC

Resumen irregularidades en planta		
Descripción	Coefficiente ϕ_p	Magnitud
Tipo 1aP Irregularidad torsional	ϕ_p	1,0
Tipo 1bP Irregularidad torsional extrema	ϕ_p	1,0
Tipo 2P Retrocesos en las esquinas	ϕ_p	1,0
Tipo 3P Irregularidad del diafragma	ϕ_p	1,0
Tipo 4P Desplazamiento de los planos de acción	ϕ_p	1,0
Tipo 5P Sistemas no paralelos	ϕ_p	1,0
Coefficiente de reducción por irregularidad en planta	ϕ_p	1,0

Resumen irregularidades en altura		
Descripción	Coefficiente ϕ_a	Magnitud
Tipo 1aA Piso flexible	ϕ_a	1,0
Tipo 1bA Piso flexible extremo	ϕ_a	1,0
Tipo 2A Distribución en masa	ϕ_a	1,0
Tipo 3A Geométrica	ϕ_a	1,0
Tipo 4A Desplazamiento dentro del plano de acción	ϕ_a	1,0
Tipo 5aA Piso débil	ϕ_a	1,0
Tipo 5bA Piso débil extremo	ϕ_a	1,0
Coefficiente de reducción por irregularidad en altura	ϕ_a	1,0

Resumen irregularidades por ausencia de redundancia		
Descripción	Coefficiente ϕ_r	Magnitud
Coefficiente de reducción por ausencia de redundancia	ϕ_r	1,00

Descripción	Coefficiente	Magnitud
Coefficiente de reducción por irregularidad en altura	ϕ_a	1,00
Coefficiente de reducción por irregularidad en planta	ϕ_p	1,00
Coefficiente de reducción por ausencia de redundancia	ϕ_r	1,00
Coefficiente de capacidad de disipación de energía básico	R_0	5,50
Coefficiente de capacidad de disipación de energía para diseño	R	5,50

Fuente: Fuente: Ruiz I, 2019

6.1.3 Elaboración Hojas De Cálculo (Viguetas Y Losas Entrepiso)

En calidad de pasante se llevó a cabo la elaboración de hojas de cálculo debidamente programadas en el software EXCEL, con el fin de unificar en el grupo de estructuras el proceso de realización de las memorias de cálculo, ya que cada uno de los diseñadores manejaba sus propias hojas de cálculo y se llevó a la conclusión que, para tener un buen manejo y orden, era más efectivo tener solo un tipo de hojas de cálculo ya debidamente marcadas.

Este trabajo se ejecutó para el diseño de losas entrepiso y viguetas, rigiéndose de acuerdo al reglamento colombiano de construcción sismo resistente *NSR-10*. A continuación en las figuras 10 y 11 se evidencia la elaboración de las hojas de cálculo debidamente programadas.

6.1.3.1 Hoja de cálculo diseño de losas entrepisos

Figura 10 Hoja de cálculo losa entrepisos

COING - ÁREA DE ESTRUCTURAS - HOJA DE CÁLCULO: DISEÑO DE LOSETA							
Proyecto	Alojamiento de tropa BPM No.4		Fecha	: 26 de Agosto de 2019			
			Nivel	: Piso 1			
La losa analizada se ubica en las viguetas comprendidas entre los ejes principales A y B							
Datos de Entrada							
Descripción	Unidad	Referencia					
Densidad del concreto (γ_c)	24,0 kN/m ³	Tabla B.3.2-1					
Resistencia a la compresión del concreto (f_c)	24,5 MPa	Diseñador					
Resistencia a la fluencia del acero (f_y)	485,0 MPa	Diseñador					
Módulo de elasticidad del concreto $E_c = 3900\sqrt{f_c}$	19.304 MPa	C.R.8.5.1					
Módulo de elasticidad del acero E_s	200.000 MPa	C.8.5.2					
Factor de reducción de resistencia a flexión (ϕ)	0,90	C.9.3.2.1					
Factor de reducción de resistencia a corte (ϕ)	0,75	C.9.3.2.3					
Parámetro β_1 del bloque de concreto a compresión	0,85	C.10.2.7.3					
Deformación unitaria correspondiente a ϵ_y	0,0024	CR10.3.2	Geometría				
Deformación unitaria última del concreto ϵ_u	0,0030	C.10.3.2	Descripción	Unidad	Referencia		
Cuántia mínima para acero por retracción y temperatura (ρ_{min})	0,0020	C.7.12.2.1 (b)	Luz (s)	1,00 m	C.8.13.3		
As mínimo para acero que trabajará a flexión c/1m	64 mm ²	(C.10-3)	Espesor de la losa (e)	0,050 m	C.8.13.6		
As mínimo para acero que trabajará a flexión c/1m	72 mm ²	C.10.5	Profundidad (d)	0,025 m	(d = e - r)		
Cuántia máxima para acero que trabajará a flexión (ρ_{max})	0,0151	C.10.3.2	Base (b), para 1m	1,00 m	Diseñador		
As min acero por retracción y temperatura c/1m	50 mm ²	C.7.12.2.1 (b)	Recubrimiento (r)	0,020 m	C.7.7.1 (c)		
w (kN/m)							
Consideraciones especiales							
1. Se considera que la losa para efectos de diseño es una viga de altura "e", 1.00m de base y una longitud igual a "s".							
2. En ningún caso la separación centro a centro entre ejes de viguetas "s" podrá ser mayor a 1.20m.							
3. Aunque de acuerdo con lo establecido en el capítulo 7 de NSR-10 C.7.12.2.1 (b) la cuantía mínima es de 0.0018, por criterio del diseñador se asume de 0.0020.							
Avalúo de cargas							
Cargas Muertas (D)			Cargas Vivas		Cargas resultantes		
Descripción	Magnitud	Referencia	Descripción	Magnitud	Referencia	De servicio W (D+L)	7,50 kN/m ²
Peso propio $\gamma_c \times s$	1,20 kN/m ²	Diseñador	Oficinas	2,00 kN/m ²	Tabla B.4.2.1-1	Mayorada $W_u(1.2D+1.6L)$	9,80 kN/m ²
Muros divisorios	2,50 kN/m ²	Tabla B.3.4.2-4	L	2,00 kN/m ²		Distribuida sobre viga $w = W_u \times s$	9,80 kN/m
Cielo raso	0,50 kN/m ²	Tabla B.3.4.1-1					
Instalaciones	0,20 kN/m ²	Tabla B.3.4.1-1					
Acabado de piso	1,10 kN/m ²	Tabla B.3.4.1-3					
D	5,50 kN/m²						
Algunas ecuaciones							
			$\rho_{bal} = 0.85\beta_1 \frac{f'_c}{f_y} \frac{\epsilon_u}{\epsilon_u + \epsilon_y}$		$\rho_{max} = 0.75\rho_{bal}$		
					$A_s = \rho \cdot b \cdot d$		
Solicitaciones a flexión							
Mu AB(+)		Mu B (-)		Mu BC (+)			
$wl^2/12$		$wl^2/24$		$wl^2/12$			
0,817 kN.m		0,4083 kN.m		0,817 kN.m			
Mu B (-)							
Diseño de la sección a flexión			Verificación de la sección a corte				
Máxima sollicitación a flexión Mu	0,817 kN.m		Máxima sollicitación a corte Vu	4,9 kN			
Máxima sollicitación a flexión Mu	81667 N.mm		Máxima sollicitación a corte Vu	4900,0 N			
Momento resistente = $\phi Mn = \phi \cdot \rho \cdot b \cdot d^2 \cdot f_y (1 - 0.59(\rho \cdot f_y / f'_c))$			Cortante resistente = $\phi Vn = \phi \cdot 0.17 \cdot \sqrt{f'_c} \cdot b \cdot d$				
ρ	0,0031		Cortante resistente = ϕVn	15777,3 N			
Verificación cuantía $\rho_{min} < \rho < \rho_{max}$	OK		OK				
ϕMn	816575 N.mm						
Área de acero requerida As							
Acero requerido			Acero suministrado				
As requerida para trabajar a flexión (color rojo) $As = \rho b d$	78 mm ²	OK	Grafil 4,0	Separación en m = 0,15	96 mm ²		
As requerida para retracción y temperatura	50 mm ²	OK	Grafil 4,0	Separación en m = 0,25	63 mm ²		

6.1.3.2 Hoja de cálculo diseño de viguetas

Figura 11 Hoja de cálculo viguetas

COING - ÁREA DE ESTRUCTURAS - HOJA DE CÁLCULO: DISEÑO DE VIGUETA							
Proyecto	Alojamiento de tropa BPM No.4		Fecha	26 de Agosto de 2019		Nivel	Piso 1
Eje Inicial	Eje 1	Eje final	Eje 5	# de vanos	4	Nombre en planos	VT - 01
Datos de Entrada							
Descripción	Unidad	Referencia	Geometría				
Peso del concreto (gc)	24,0 kN/m3	Tabla B.3.2-1	Descripción	Unidad	Referencia		
Resistencia a la compresión del concreto (f'c)	24,5 MPa	Diseñador	Altura (h)	0,400 m	Diseñador (C.8.13.2)		
Resistencia a la fluencia del acero (fy) (C.11.4.2)	420,0 MPa	Diseñador	Profundidad (d)	0,370 m	(d = h - r - dia. estribo)		
Módulo de elasticidad del concreto Ec = 3900vf'c	19.304 MPa	C.R.8.5.1	Base (b)	0,10 m	Diseñador (C.8.13.2)		
Módulo de elasticidad del acero Es	200.000,0 MPa	C.8.5.2	Recubrimiento (r)	0,020 m	C.7.7.1 (c)		
Factor de reducción de resistencia a flexión (f)	0,90	C.9.3.2.1	Diámetro estribo	3	No menor a 3/8"		
Factor de reducción de resistencia a corte (f)	0,75	C.9.3.2.3	As estribo	71 mm2			
Parámetro β ₁ del bloque de concreto a compresión	0,85	C.10.2.7.3	Datos relevantes del diseño de la loseta				
Deformación unitaria correspondiente a ε _y	0,0021	CR10.3.2	Espesor losa (e)	0,045 m	C.8.13.6		
Deformación unitaria última del concreto ε _u	0,0030	C.10.3.2	Separación viguetas	1,00 m	C.8.13.3		
As mínimo para acero que trabajará a flexión = (0.25vf'c/fy)(bd)	109 mm2	(C.10-3)	Cuantía mínima	0,0029	(C.10-3)		
As mínimo para acero que trabajará a flexión = 1.4bd/fy	123 mm2	C.10.5	Cuantía mínima	0,0033	C.10.5		
Cuantía máxima para acero que trabajará a flexión (rmax)	0,0186	C.10.3.2					
Consideraciones especiales							
1. Siempre debe tenerse en cuenta la Hoja de Cálculo <u>Loseta</u> , en virtud a que varios datos de geometría y de análisis de cargas provienen de ella.							
2. Las magnitudes de momentos y cortantes se tomaran del análisis realizado a través de un Software de Análisis Estructural (ETABS, SAP, etc).							
3. El Momento resistente se calcula a través de la siguiente ecuación $\phi Mn = \phi . p . b . d . fy [1 - 0.59(p . fy / f'c)]$							
4. El Cortante resistente se calcula a través de la siguiente ecuación $\phi Vn = \phi . 0.17 . v'f'c . b . d$							
5. En los apoyos de los extremos de la vigueta, se supone en el modelo de análisis una rigidez del apoyo a momento de 10000 kN.m/rad.							
6. La numeración de los ejes está establecida de izquierda a derecha, el Eje 1 será el primer eje a la izquierda y el mayor número de eje será el último eje a la derecha.							
7. En Solicitaciones y diseño a flexión de cada tramo, solo se emplearan el número de tramos necesarios, si son más de 4 deben insertarse nuevos cuadros abajo.							
8. Los estribos que se consideran en esta hoja de cálculo son perpendiculares al eje neutro como lo indica C.11.4.1.1.							
9. El diseño de este elemento no considera el diseño a torsión, si se requiere debe realizarse por separado.							
Avalúo de cargas							
Cargas Muertas (D)			Cargas Vivas			Cargas resultantes	
Descripción	Magnitud	Referencia	Descripción	Magnitud	Referencia	De servicio W (D+L)	8,35 kN/m2
Análisis loseta	5,50 kN/m2	HC Loseta	Oficinas	2,00 kN/m2	Tabla B.4.2.1-1	Última Wu(1.2D+1.6L)	10,82 kN/m2
Peso propio vigueta	0,85 kN/m2	Diseñador	L	2,00 kN/m2	24%	Última Wu(1.4D)	8,89 kN/m2
D	6,35 kN/m2	76%				w = Wu(máx) x s	10,82 kN/m
Solicitaciones y diseño a flexión de cada tramo							
Tramo 1		Tramo 1		Tramo 1		Tramo 1	
Eje inicial	1	Eje inicial	2	Eje inicial	3	Eje inicial	4
Eje final	2	Eje final	3	Eje final	4	Eje final	5
Luz entre ejes	6,00 m	Luz entre ejes	6,00 m	Luz entre ejes	6,00 m	Luz entre ejes	6,00 m
Mu(-)1	0,00 kN.m	Mu(-)2	28,19 kN.m	Mu(-)3	18,91 kN.m	Mu(-)4	28,19 kN.m
Mu(-)2	27,00 kN.m	Mu(-)3	18,91 kN.m	Mu(-)4	28,19 kN.m	Mu(-)5	0,00 kN.m
Mu(+) centro/luz	20,00 kN.m	Mu(+) centro/luz	9,30 kN.m	Mu(+) centro/luz	9,30 kN.m	Mu(+) centro/luz	19,92 kN.m
Punto inflección I	0,48 m	Punto inflección I	0,50 m	Punto inflección I	0,45 m	Punto inflección I	0,56 m
Punto inflección D	1,02 m	Punto inflección D	0,95 m	Punto inflección D	0,97 m	Punto inflección D	0,90 m
ρ para M(-)1	0,0033	ρ para M(-)2	0,0058	ρ para M(-)3	0,0038	ρ para M(-)4	0,0058
ρ _{min} < ρ < ρ _{max}	USE CUANTÍA MIN	ρ _{min} < ρ < ρ _{max}	OK	ρ _{min} < ρ < ρ _{max}	OK	ρ _{min} < ρ < ρ _{max}	OK
ρ para M(-)2	0,0055	ρ para M(-)3	0,0038	ρ para M(-)4	0,0058	ρ para M(-)5	0,0033
ρ _{min} < ρ < ρ _{max}	OK	ρ _{min} < ρ < ρ _{max}	OK	ρ _{min} < ρ < ρ _{max}	OK	ρ _{min} < ρ < ρ _{max}	USE CUANTÍA MIN
ρ en centro/luz M(+)	0,0040	ρ en centro/luz M(+)	0,0033	ρ en centro/luz M(+)	0,0033	ρ en centro/luz M(+)	0,0040
ρ _{min} < ρ < ρ _{max}	OK	ρ _{min} < ρ < ρ _{max}	USE CUANTÍA MIN	ρ _{min} < ρ < ρ _{max}	USE CUANTÍA MIN	ρ _{min} < ρ < ρ _{max}	OK
φMn(-)1	16,55 kN.m	φMn(-)2	28,19 kN.m	φMn(-)3	18,91 kN.m	φMn(-)4	28,19 kN.m
φMn(-)2	27,00 kN.m	φMn(-)3	18,91 kN.m	φMn(-)4	28,14 kN.m	φMn(-)5	16,55 kN.m
φMn(+)	20,00 kN.m	φMn(+)	16,55 kN.m	φMn(+)	16,55 kN.m	φMn(+)	19,92 kN.m
As req(-)1	122 mm2	As req(-)2	214 mm2	As req(-)3	140 mm2	As req(-)4	214 mm2
As req(-)2	204 mm2	As req(-)3	140 mm2	As req(-)4	213 mm2	As req(-)5	122 mm2
As req(+)	149 mm2	As req(+)	122 mm2	As req(+)	122 mm2	As req(+)	148 mm2
Con base en las áreas de acero anteriormente obtenidas, se deben especificar en planos las barras que sean necesarias para satisfacerla considerando las limitaciones para la colocación del refuerzo.							

Solicitaciones y diseño a cortante de cada tramo							
Vu1	17,29 kN	Vu2	23,54 kN	Vu3	20,44 kN	Vu4	26,69 kN
Vu2	26,69 kN	Vu3	20,44 kN	Vu4	23,54 kN	Vu5	17,29 kN
Vu centro/luz	4,70 kN	Vu centro/luz	1,41 kN	Vu centro/luz	1,54 kN	Vu centro/luz	4,70 kN
$\phi V_c = \phi 0.17 \lambda v f_c b d$	23,38 kN	$\phi V_c = \phi 0.17 \lambda v f_c b d$	23,38 kN	$\phi V_c = \phi 0.17 \lambda v f_c b d$	23,38 kN	$\phi V_c = \phi 0.17 \lambda v f_c b d$	23,38 kN
$Vu1 > 0.5 \phi V_c$ (C.11.4.6)	REQ ESTRIBOS	$Vu2 > 0.5 \phi V_c$ (C.11.4.6)	REQ ESTRIBOS	$Vu3 > 0.5 \phi V_c$ (C.11.4.6)	REQ ESTRIBOS	$Vu4 > 0.5 \phi V_c$ (C.11.4.6)	REQ ESTRIBOS
$Vu2 > 0.5 \phi V_c$ (C.11.4.6)	REQ ESTRIBOS	$Vu3 > 0.5 \phi V_c$ (C.11.4.6)	REQ ESTRIBOS	$Vu4 > 0.5 \phi V_c$ (C.11.4.6)	REQ ESTRIBOS	$Vu5 > 0.5 \phi V_c$ (C.11.4.6)	REQ ESTRIBOS
$Vu_c / l > 0.5 \phi V_c$ (C.11.4.6)	NO REQ ESTRIBOS	$Vu_c / l > 0.5 \phi V_c$ (C.11.4.6)	NO REQ ESTRIBOS	$Vu_c / l > 0.5 \phi V_c$ (C.11.4.6)	NO REQ ESTRIBOS	$Vu_c / l > 0.5 \phi V_c$ (C.11.4.6)	NO REQ ESTRIBOS
Separación s1	CALCULE s	Separación s2	CALCULE s	Separación s3	CALCULE s	Separación s4	CALCULE s
Separación s2	CALCULE s	Separación s3	CALCULE s	Separación s4	CALCULE s	Separación s5	CALCULE s
Separación s(c/l)	0,74 m	Separación s(c/l)	0,74 m	Separación s(c/l)	0,74 m	Separación s(c/l)	0,74 m
CÁLCULO de s Cuando $Vu > 0.5 \phi V_c$							
As Est No.3 (1 rama)	72 mm ²	As Est No.3 (1 rama)	72 mm ²	As Est No.3 (1 rama)	72 mm ²	As Est No.3 (1 rama)	72 mm ²
$s_1 = d/2$ (C.11.4.5)	0,18 m	$s_1 = d/2$ (C.11.4.5)	0,18 m	$s_1 = d/2$ (C.11.4.5)	0,18 m	$s_1 = d/2$ (C.11.4.5)	0,18 m
$s_2 = 600$ mm (C.11.4.5)	0,60 m	$s_2 = 600$ mm (C.11.4.5)	0,60 m	$s_2 = 600$ mm (C.11.4.5)	0,60 m	$s_2 = 600$ mm (C.11.4.5)	0,60 m
$s_3 = Av.fy / (0.062 V f_c b)$	0,99 m	$s_3 = Av.fy / (0.062 V f_c b)$	0,99 m	$s_3 = Av.fy / (0.062 V f_c b)$	0,99 m	$s_3 = Av.fy / (0.062 V f_c b)$	0,99 m
$s_4 = Av.fy / 0.35b$	0,86 m	$s_4 = Av.fy / 0.35b$	0,86 m	$s_4 = Av.fy / 0.35b$	0,86 m	$s_4 = Av.fy / 0.35b$	0,86 m
$Vs1 = Vu - \phi V_c$	$Vs < 0$	$Vs2 = Vu - \phi V_c$	0,16 kN	$Vs3 = Vu - \phi V_c$	$Vs < 0$	$Vs4 = Vu - \phi V_c$	3,31 kN
$s_5(1) = Avfyd / Vs$	NO APLICA	$s_5(2) = Avfyd / Vs$	70,20 m	$s_5(3) = Avfyd / Vs$	NO APLICA	$s_5(4) = Avfyd / Vs$	3,39 m
$Vs2 = Vu - \phi V_c$	3,31 m	$Vs3 = Vu - \phi V_c$	$Vs < 0$	$Vs4 = Vu - \phi V_c$	0,16 m	$Vs5 = Vu - \phi V_c$	$Vs < 0$
$s_5(2) = Avfyd / Vs$	3,39 m	$s_5(3) = Avfyd / Vs$	NO APLICA	$s_5(4) = Avfyd / Vs$	70,20 m	$s_5(5) = Avfyd / Vs$	NO APLICA
$Vs(c/l) = Vu - \phi V_c$	$Vs < 0$	$Vs(c/l) = Vu - \phi V_c$	$Vs < 0$	$Vs(c/l) = Vu - \phi V_c$	$Vs < 0$	$Vs(c/l) = Vu - \phi V_c$	$Vs < 0$
$s_5(c/l) = Avfyd / Vs$	NO APLICA	$s_5(c/l) = Avfyd / Vs$	NO APLICA	$s_5(c/l) = Avfyd / Vs$	NO APLICA	$s_5(c/l) = Avfyd / Vs$	NO APLICA
$Vs < 0.33 v f_c b d$	60,51 kN	$Vs < 0.33 v f_c b d$	60,51 kN	$Vs < 0.33 v f_c b d$	60,51 kN	$Vs < 0.33 v f_c b d$	60,51 kN
s1	0,18 m	s2	0,18 m	s3	0,18 m	s4	0,18 m
s2	0,18 m	s3	0,18 m	s4	0,18 m	s5	0,18 m
s(c/l)	0,74 m	s(c/l)	0,74 m	s(c/l)	0,74 m	s(c/l)	0,74 m

Debe realizarse una verificación de la separación calculada con el fin de optimizar la separación de los estribos, en este resultado se muestran los resultados de los extremos y del centro de la luz, deben verificarse los puntos intermedios.

Convenciones

Color del texto	Descripción
Texto	Dato que debe ser suministrado por el diseñador en cada diseño
	Titulos de capitulos representativos
OK	Indica que el resultado es satisfactorio
Use As min	Indica que el resultado NO es satisfactorio, se debe revisar el diseño y seguir recomendaciones

Otras ecuaciones usadas		
$\rho_{bal} = 0.85\beta_1 \frac{f'c}{fy} \frac{\epsilon_u}{\epsilon_u + \epsilon_y}$		
$\rho_{max} = 0.75\rho_{bal}$		
$A_s = \rho . b . d$		
Denominación de barras		
No.	En pulg.	Área mm2
No.2	1/4	32
No.3	3/8	71
No.4	1/2	129
No.5	5/8	199
No.6	3/4	284
No.7	7/8	387
No.8	1	510

6.2 APORTES A LA COMUNIDAD

En el ejercicio como pasante de ingeniería civil se brindó gran aporte a la comunidad en el diseño y verificación de elementos estructurales esenciales en la construcción de los proyectos realizados, ya que las comunidades aledañas al comando podrán contar con un ente encargado de velar por su seguridad y así mismo comprometido con el desarrollo integral de estas zonas. De igual forma el comando obtuvo mejores beneficios a nivel financiero y técnico, al implementar el apoyo brindado en calidad de pasante, al poseer los conocimientos y aptitudes óptimas para llevar a cabo y de manera satisfactoria las actividades, los planes y las metas propuestas.

El objeto social de los proyectos planteados por el COING es muestra de una organización responsable socialmente por excelencia, ya que su propósito primordial es el de garantizar el bienestar de todas las comunidades en el desarrollo de programas y proyectos enfocados a los compromisos de la responsabilidad social, empresarial y gubernamental.

El bienestar de la comunidad y su desarrollo debe ser un aspecto clave en la

realización de estos proyectos orientados a la atención de la comunidad en general, así pues, enfocarse en dos frentes es clave; en primera instancia el ofrecer a los usuarios instalaciones seguras, modernas y funcionales las cuales deben ser fruto de un análisis responsable y ético que genere un diseño sismo resistente de calidad acorde a todas las normativas vigentes; luego como segundo punto clave el desarrollo y la proyección social de las comunidades pertenecientes a las zonas de influencia de los proyectos a desarrollar.

Todo esto se presenta de manera significativa, los objetivos de compromiso y transparencia impulsados por el COING, constituyendo una entidad profesional con capacidad de garantizar el apoyo ante cualquier tipo de amenaza y así contribuir de manera integral al desarrollo nacional

Como se refirió anteriormente este proyecto está ubicado en la ciudad de zarzal en el Valle del cauca, se trata de un batallón de Entrenamiento y Reentrenamiento como aporte significativo a los usuarios directos de estas nuevas instalaciones se entrega la certeza de un diseño estructural eficiente con altos índices de calidad y confiabilidad que generarán gratitud y satisfacción a todos los involucrados; así mismo las comunidades aledañas podrán disfrutar de una mayor cantidad de uniformados presentes en la zona lo cual les proporcionará acompañamiento, seguridad y protección en el sector.

El Comando de Apoyo Operacional de Comunicaciones y Ciberdefensa, en la ciudad de Bogotá, se plantea como un proyecto para la atención directa de la comunidad por lo que es imperativo que los procedimientos, valores y consideraciones impliquen el mayor grado de responsabilidad pertinente por parte de los directores y ejecutores del proyecto.

Es de gran importancia revisar el sistema de gestión de calidad para verificar el cumplimiento de los objetivos y políticas de la empresa así mismo es de gran ayuda para la determinación de la factibilidad y viabilidad económica, social y técnica del proyecto a ejecutar. Para cumplir con estos objetivos se llevó a cabo una organización de carpetas por proyecto con base a: La asignación de proyecto, acta de socialización, memorias de cálculo estructurales, planos, memorias de cálculo estructurales, especificaciones técnicas, formato de revisión de diseño estructural, estudio de suelos y anexos. Entonces al realizar estos procedimientos se asegura que las metas planteadas y el objeto social del proyecto sea cumplido en los plazos previstos, con el presupuesto asignado, y con el correcto funcionamiento de todos los procesos involucrados para así cumplir con los requerimientos del cliente y los usuarios asociados al proyecto.

El procedimiento de diseño para los elementos estructurales se realizó a través sistemas de cálculo programado bajo esquemas específicos, como lo son las hojas de cálculo, teniendo en cuenta la Norma NSR-10, y bibliografía de diseño sísmico y de estructuras de concreto de los autores Roberto Rochel Awad y Jorge Segura respectivamente. Estas hojas de cálculo son la herramienta principal de las memorias de cálculo y diseño estructural, estas fueron de gran utilidad y se anexaron a los bancos de información y utilidad de la entidad para ser utilizadas como memorias de cálculo o guías de estas para proyectos futuros

7. IMPACTOS DEL TRABAJO

Las actividades asignadas desde el inicio de la pasantía estaban ligadas al apoyo en el diseño estructural de los 3 proyectos planteados, el trabajo realizado como pasante tuvo gran término y desempeño, por lo que el impacto generado al comando fue satisfactorio, al cumplirse los objetivos, metas y entregables propuestos todo esto gracias a un proceso de ejecución de tareas que fue eficiente y eficaz en cuanto a parámetros de tiempo, calidad, presupuesto y ejecución.

El impacto como profesional es amplio, ya que se genera un acercamiento al campo laboral, desde un sector gubernamental importante en la ejecución de proyectos de gran relevancia y utilidad para el país, así mismo, la actuación en la evaluación y desarrollo de tareas implícitas en los procedimientos de una empresa, se llevan a cabo dentro de un entorno participativo que fomenta frentes de trabajo en equipo y responsabilidad colectiva frente a las metas de un proyecto.

El diseño estructural de este proyecto tuvo gran acogida por parte de los profesionales de la entidad encargados del área estructural, ya que se estructuraron los soportes adecuados como lo son: planos arquitectónicos, estructurales, memorias de cálculo y recomendaciones que confirman un excelente diseño estructural.

El desarrollo del proyecto puede empalmar distintos aspectos básicos para obtener un entregable de óptimas condiciones y es así como el Comando de Apoyo Operacional de Comunicaciones y Ciberdefensa, integra eficientemente aspectos como la arquitectura y la obra civil, enmarcada en el diseño estructural y en su construcción, para poder llegar a una obra de gran incidencia en la población civil y gubernamental.

Este proceso influye de manera positiva en todas las actividades de la empresa, ya que se obtiene compromiso por parte de los integrantes del equipo de trabajo y de todos los demás implicados en el proyecto, para destacar sus habilidades entorno a los procedimientos asociados a la ejecución del proyecto. Todo esto impulsando las metas de mejora continua para optimizar la totalidad de los procesos que afecten a la organización de la empresa.

La elaboración de las hojas de cálculo muestra como herramientas de vital importancia que facilitan y agilizan el proceso de cálculo y la evaluación de los distintos parámetros implícitos en un proyecto como este, mediante estas se llevó a cabo la ejecución y verificación de los requerimientos presentes en la Norma.

8. CONCLUSIONES

- Se cumplieron con las funciones de auxiliar de diseño estructural dadas por el comando de ingenieros militares del Ejército Nacional de Colombia, las cuales se realizaron con un alto sentido de responsabilidad y constancia, dejando una buena imagen de las capacidades y cualidades que se tiene como profesional.
- El apoyo como pasante en la elaboración de los diseños estructurales de los proyectos Comando Biter 3 en la ciudad de Zarzal, Valle del Cauca y CAOOC al comando de Ingenieros Militares fue satisfactorio, por medio del seguimiento y los aportes técnicos brindados, velando siempre por la seguridad e intereses de la comunidad
- La creación de elementos para la ejecución de proyectos estructurales como lo son hojas de cálculo en el software Excel categorizadas para el diseño de viguetas y placas entresijos, fueron y serán de gran ayuda para la entidad y específicamente para que el equipo de estructuras logrando así mayor accesibilidad y la unificación de sus memorias de cálculo, generando una base de datos completa.
- En el ejercicio de la pasantía fue de gran importancia contar con conocimientos y habilidades obtenidas a lo largo de la formación integral como Ingeniera Civil, recibida en la Universidad Santo Tomás. El cuerpo del comando de ingenieros militares pudo evidenciar la calidad humana y profesional que otorga el claustro estudiantil.
- En el transcurso de la pasantía se pudo comprobar el rol imperativo de la planeación, organización y distribución de tareas para llevar a cabo un proyecto, se plantea entonces si se desea alcanzar buenas metas en la ejecución de un proyecto las cuales sean origen de un buen diseño estructural y un buen proceso constructivo este debe desarrollarse trabajando con información verídica, con los datos adecuados, en plazos razonables y con una perfecta coordinación de todos los elementos y personal involucrado en la entidad gestora del proyecto.
- Es imperativo que las empresas implementen sistemas de gestión de calidad enfocados en el nuevo paradigma de la importancia de la vigilancia y control durante los procesos que estén implicados para la entrega final del producto, ya que de esta manera se reducen los imprevistos y se optimizan los resultados del servicio.

- Durante el proceso de pasantía se da la posibilidad al egresado de adquirir habilidades en la toma de decisiones y resolución de problemas entorno a las actividades planteadas para su ejecución, lo cual es esencial para la formación de la integridad y el carácter profesional.

- El alcance y el objeto social en este tipo de proyectos, marcan la responsabilidad que se adquiere en la planeación de obras para el ejercicio de labores gubernamentales y servicios sociales a la comunidad implicada, frente a lo cual el ingeniero debe estar presto con prácticas óptimas y transparentes acordes en su formación profesional y humanística.

9. GLOSARIO

Aa: Coeficiente que representan la aceleración horizontal pico efectiva, para diseño.⁹

AMENAZA SISMICA: Es el valor esperado de futuras acciones sísmicas en el sitio de interés y se cuantifica en términos de una aceleración horizontal del terreno esperada, que tiene una probabilidad de excedencia dada en un lapso de tiempo predeterminado.¹⁰

Av: Coeficiente que representan la velocidad horizontal pico efectiva, para diseño.⁹

BITER 3: Batallón de Entrenamiento y Reentrenamiento en el municipio de Zarzal, Valle del Cauca.

CAOCC: Comando de Apoyo Operacional de Comunicaciones y Ciberdefensa.

CAPACIDAD DE DISIPACIÓN DE ENERGÍA: Es la capacidad que tiene un sistema estructural, un elemento estructural o una sección de un elemento estructural, de trabajar dentro del rango inelástico de respuesta sin perder su resistencia¹¹.

CAPACIDAD PORTANTE: Capacidad del terreno para soportar las cargas aplicadas sobre él. Técnicamente la capacidad portante es la máxima presión media de contacto entre la cimentación y el terreno tal que no se produzcan un fallo por cortante del suelo o un asentamiento diferencial excesivo¹²

CARGA MUERTA: Son cargas de magnitud constante que permanecen en un mismo lugar; constan del peso propio de la estructura y de otras cargas que están permanentemente unidas a ellas.¹³

CARGA VIVA: Son cargas que pueden cambiar en magnitud y en posición. Simplemente dicho, todas las cargas que no son muertas son vivas. Las cargas vivas que se mueven con su propia fuente de energía, como camiones, personas

⁹ROCHEL AWAD, Roberto. Análisis y diseño sísmico de edificios. 2 ed. Medellín: Fondo editorial Universidad EAFIT. 2012, 44 p. ISBN 978-958-720-117-8.

¹⁰REGLAMENTO DE CONSTRUCCIÓN SISMO RESISTENTE. Título A definiciones y nomenclatura del título A, nsr-10. Bogotá D.C.: 125 p.

¹¹REGLAMENTO DE CONSTRUCCIÓN SISMO RESISTENTE, Titulo A, Op. Cit., p. 126.

¹² ENERGY&CO. Determinación de capacidad portante [Sitio web]. Bogotá D.C [Consultado: 3 de febrero de 2020]. Disponible en: <https://energycogroup.com/determinacion-de-capacidad-portante>

¹³ MCCORMARC, Jack y ELLING, Rudolf E. Análisis de estructuras.1 ed. Nueva York. Harper y Row, 4 p. ISBN 970-15-0202-7

y grúas se denominan móviles, mientras que las cargas que pueden ser movidas, como muebles, materiales de un almacén y la nieve se llaman movibles.¹⁴

COING: Comando de Ingenieros Militares.

COMANDO: Comando es la denominación que reciben unidades de combate a cargo de un único oficial de alto grado.

COMPRESION: Se produce compresión cuando sobre el elemento actúan fuerzas de la misma dirección y sentido contrario que intentan a contraerlo.¹⁵

CUANTIA: La cuantía de acero en Estructuras de hormigón armado se refiere a la relación que hay de acero por partes de hormigón. Se utiliza casi exclusivamente en el diseño estructural. Se refiere a la relación entre área de acero respecto al área bruta de hormigón en una sección transversal. Esta sección transversal puede referirse a secciones de columnas, vigas, losas, o incluso zapatas.¹⁶

DERIVA DE PISO: Es la diferencia entre los desplazamientos horizontales de los niveles entre los cuales está comprendido el piso.¹⁷

DES: Edificaciones con un sistema estructural con capacidad de disipación de energía especial.¹⁸

DESPLAZAMIENTO: Desplazamiento lateral total esperado para el sismo de diseño.¹⁹

DIAFRAGMA: En el análisis sísmico de una estructura es importante definir el tipo diafragma que se va a utilizar. El diafragma normalmente se clasifica en rígido y flexible dependiendo de su geometría, material, y la rigidez en relación con la rigidez de los elementos verticales que lo apoyan²⁰

DISEÑO ESTRUCTURAL: Incluye el arreglo y dimensionamiento de las estructuras y sus partes de las estructuras de tal manera que las mismas soporten

¹⁴ MCCORMARC, Op. Cit., p. 5.

¹⁵ TORRES BUA, Manuel. Estructuras. Salvaterra de miño.2014. 89 p.

¹⁶ MARCELO PARDO INGENIERIA. Cuantía, [Sitio web]. Medellín, [Consultado: 20 de diciembre de 2019]. Disponible: <https://marcelopardo.com/cuantia-concepto-y-tipos>

¹⁷ REGLAMENTO DE CONSTRUCCIÓN SISMO RESISTENTE, Título A, Op. Cit., p.127.

¹⁸ Ibid., p. 127.

¹⁹ REGLAMENTO DE CONSTRUCCIÓN SISMO RESISTENTE. Título C, Op. Cit., p 30.2112

²⁰ RUEDA POSADA, Pedro Javier. Diseño del entrepiso como diafragma, [Medio electrónico]. Especialista en estructuras. Bucaramanga-Santander. Universidad Industrial de Santander. Facultad de Ingeniería Civil. 2016. 15 p.

satisfactoriamente las cargas colocadas sobre ellas.²¹

DMI: Edificaciones con un sistema estructural con capacidad de disipación de energía mínima.²²

DMO: Edificaciones con un sistema estructural con capacidad de disipación de energía moderada.²³

ESPECTRO DE DISEÑO: La amenaza o peligrosidad sísmica de un sitio se define mediante espectros de diseño. De acuerdo con el reglamento NSR-10, estos quedan determinados por el Aa, Av, Fa, Fv e I.²⁴

ESFUERZO CORTANTE: Se conoce como esfuerzo cortante al que resulta de aplicar dos fuerzas paralelamente a una superficie y en sentido contrario. De esta forma se puede dividir a un objeto en dos partes, haciendo que las secciones deslicen una sobre otra.²⁵

ESTRIBO: Barra o alambre doblados que abraza el refuerzo longitudinal, es aceptable una barra o alambre continuo doblado en forma de círculo, rectángulo, u otra forma poligonal sin esquinas reentrantes. La presencia de estribos colocados en un elemento estructural (vigas, columnas) a lo largo del eje de las piezas, restringe el crecimiento de grietas.²⁶

Fa: Coeficiente de amplificación que afecta la aceleración en la zona en periodos cortos, debido a los efectos de sitio, adimensional.²⁷

FHE: En el caso de cargas de sismo, tanto las cargas como su distribución se calculan según lo especificado en la sección 1.6 de la NSR-10; este procedimiento se denomina Fuerza Horizontal Equivalente (FHE).²⁸

FLEXIÓN: Es el esfuerzo resultante de aplicar fuerzas perpendicularmente al eje

²¹ MCCORMARC, Op. Cit., p. 1

²² REGLAMENTO DE CONSTRUCCIÓN SISMO RESISTENTE, Título A, Op. Cit., p. 128.

²³ Ibit., p. 128.

²⁴ ROCHEL, Op. Cit., p.45

²⁵ IMAZ GUTIERREZ, Roberto. Resistencia de materiales.1 ed. Cantabria: Universidad de Cantabria España 2012.

²⁶ RODRIGUEZ, José Luis. Importancia de los estribos. Santiago de Chile. 2017. Vol 2. [Consultado: 4 de febrero de 2020]

²⁷ FRAU, Carlos Daniel. Clasificación sísmica de sitios. Researchgate [Medio electrónico]. Ciudad Mendoza. 2018.

²⁸ CARDONA MERINO, Natalia Merino. Estudio del comportamiento estructural al usar los diferentes métodos de análisis sísmico del reglamento colombiano de construcción sismo resistente, nsr-10, [Medio electrónico]. Magíster en Ingeniería. Medellín. Universidad EAFIT. Departamento de ingeniería civil. 42 p.

principal del elemento que tienden a doblarlo. La flexión produce compresión en la parte cóncava del elemento y tracción en la opuesta, la convexa.²⁹

Fv: Coeficiente de amplificación que afecta la aceleración en la zona en periodos intermedios, debido a los efectos de sitio, adimensional.³⁰

GRUPO DE USO: Clasificación de las edificaciones según su importancia para la atención y recuperación de las personas que habitan en una región que puede ser afectada por un sismo o cualquier tipo de desastre.³¹

COEFICIENTE DE IMPORTANCIA (I): Coeficiente que mide la importancia de la edificación de la edificación para la comunidad, entre más importante es la edificación mayor es la resistencia que debe tener.³²

MODULO DE BALASTO: En el caso de cimentaciones del tipo losa o viga de cimentación, se suele recurrir al modelo de Winkler o método del coeficiente de balasto. Este coeficiente K, que nos será facilitado a través del informe geotécnico, expresa una constante de proporcionalidad entre presiones y asientos para cada tipo de terreno.³³

MOMENTO: En general, tal como decíamos, una fuerza intenta provocar un desplazamiento o deformación en el cuerpo sobre el que se aplica. La estructura tratará de impedir el movimiento o la deformación, contraponiéndole una fuerza del mismo valor (módulo), misma dirección y de sentido contrario.³⁴

NIVEL FREATICO: La capa superior de un acuífero, allí donde la presión del agua es igual a la atmosférica. Más específicamente y aplicado a términos prácticos, este nivel será la distancia a la que se encuentra un acuífero desde la superficie del terreno.³⁵

PANDEO: Es un tipo particular de esfuerzo relacionado con la compresión en elementos muy largos en relación con su sección transversal. Al deformarse la estructura su centro de gravedad se aleja del eje central, aumentando el momento de

²⁹ TORRES, Op. Cit., p.89.

³⁰ FRAU, Op., cit.

³¹ REGLAMENTO DE CONSTRUCCIÓN SISMO RESISTENTE. Título A, Op, cit.,129 p

³² SANCHEZ VALENZUELA, María José. Verificación del cumplimiento de la norma sismo resistente nsr-10 vigente en Colombia en la estructura "dotacional cultural filipenses", [Medio electrónico]. Ingeniero Civil. Medellín Universidad Católica. Departamento de ingeniería civil. 40 p. Disponible:<https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/22846/1/Trabajo%20de%20grado%200.pdf>

³³ REGLAMENTO DE CONSTRUCCIÓN SISMO RESISTENTE. Título H, nsr-10. Bogotá D.C.: 36 p.

³⁴ TORRES, Op. Cit., p 93

³⁵ Que es y cómo se detecta el nivel freático [En línea]. Madrid Envirosoil ingeniería y obras ambientales. 17 de abril de 2018. Disponible en: <https://www.envirosoil.es/que-es-y-como-se-detecta-el-nivel-freatico/>

la fuerza y disminuyendo su resistencia.³⁶

PERFIL DE SUELO: Son los diferentes estratos de suelo existentes debajo del sitio de la edificación.³⁷

PÓRTICO RESISTENTE A MOMENTO: Pórtico en el cual los elementos y los nudos resisten las fuerzas a través de flexión, cortante y fuerza axial.³⁸

R: Es un coeficiente de modificación de respuesta, obtenido en forma empírica, obtenido de en forma empírica, en el que se intenta considerar el amortiguamiento y la capacidad de la estructura para desarrollar deformación inelástica.³⁹

RECUBRIMIENTO: Distancia entre la superficie externa del refuerzo embebido y la superficie externa del concreto indicada en los planos de diseño o en las especificaciones del proyecto.⁴⁰

RIGIDEZ: Es la capacidad que tienen los elementos de las estructuras de aguantar los esfuerzos sin perder su forma (deformarse) manteniendo sus uniones.⁴¹

Sa: Valor del espectro de aceleración de diseño para periodo de vibración dado.

SISMO: Vibraciones de la corteza terrestre inducida por el paso de ondas sísmicas provenientes de un lugar o zona donde han ocurrido movimientos súbitos de la corteza terrestre.⁴²

SISTEMA ESTRUCTURAL: La configuración estructural tiene que ver con la geometría en planta y en altura de la edificación, con la distribución de las masas, con el tamaño relativo de los elementos estructurales que la conforman y con sus

³⁶ CERVERA RUIZ, Miguel y BLACO DIAZ, Elena. 1 ed. Barcelona España: Centro Internacional de Métodos Numéricos en Ingeniería Fondo. 2015, 132 p. ISBN 978-84-944244-4-1.

³⁷ REGLAMENTO DE CONSTRUCCIÓN SISMO RESISTENTE. Título H. Op, cit., p 4.

³⁸ REGLAMENTO DE CONSTRUCCIÓN SISMO RESISTENTE. Título A.: Op, cit., p 132.

³⁹ Centro Experimental de Ingeniería: El factor de modificación de respuesta. [Medio electrónico]. Panamá. Universidad Tecnológica de Panamá. 2016. [Consultado: 5 de febrero de 2020]. Disponible en: https://revistas.utp.ac.pa/index.php/id-tecnologico/article/view/113/html_1

⁴⁰ REGLAMENTO DE CONSTRUCCIÓN SISMO RESISTENTE. Título C Op, cit., p 37 p

⁴¹ ESCALANTE GUTIERREZ, Alejandra Marcela. Dinámica estructural modulo interactivo con MATLAB, [Medio electrónico]. Ingeniera Civil. Bogotá D.C Universidad Cooperativa de Colombia. Departamento de ingeniería civil. 5 p. Disponible: <https://repository.ucc.edu.co/bitstream/20.500.12494/13109/5/M%C3%B3dulo%20Din%C3%A1mica%20Estructural%20-%20Alejandra%20Escalante%20%28363335%29.pdf>

⁴² REGLAMENTO DE CONSTRUCCIÓN SISMO RESISTENTE. Título A Op, cit., p 133 p

uniones.⁴³

T: Periodo de vibración, en segundos, del sistema elástico.

Tc: Periodo de vibración, en segundos, correspondiente a la transición entre la zona de aceleración constante y parte descendente del mismo

TRACCIÓN: Un elemento trabaja a tracción, o está sometido a un esfuerzo de tracción cuando fuerzas con la misma dirección y de sentidos contrarios tienden a estirarlo.⁴⁴

TRASLAPO: Es un elemento de la infraestructura terrestre el cual permite el acceso desde la superficie a diversas instalaciones para su mantenimiento.⁴⁵

TORSIÓN: Las fuerzas que actúan sobre un objeto sometido a torsión tratan de retorcerlo, de girarlo en dos direcciones contrarias⁴⁶

ZONA DE AMENAZA SISMICA: Son regiones del país donde la amenaza sísmica se considera baja, intermedia o alta. Los requisitos de análisis y diseño estructural varían de una zona a otra.⁴⁷

ZONA DE CONFINAMIENTO: Es aquella parte de los elementos de concreto reforzado confinada por refuerzo transversal de confinamiento que cumple los requisitos.⁴⁸

⁴³ ROCHEL, Op. Cit., p.101.

⁴⁴ SEGURA FRANCO, Jorge Segura. Estructuras de concreto I. 7 ed. Bogotá D.C: Universidad Nacional de Colombia. 2011, 53 p. ISBN 978-958-99888-0-0.

⁴⁵

⁴⁶ SEGURA, Op, cit., 156 p

⁴⁷ Instituto distrital de gestión de riesgos y cambio climático, idiger. Bogotá D.C [Consultado: 14 de febrero del 2020]. Disponible: <https://www.idiger.gov.co/rsismico>

⁴⁸ REGLAMENTO DE CONSTRUCCIÓN SISMO RESISTENTE. Título D definiciones y nomenclatura del título A, nsr-10. Bogotá D.C.: 53 p

10. BIBLIOGRAFÍA

BOGOTÁ, [Sitio web] Bogotá D.C; [Consultado 14 de noviembre 2019]. Disponible en: <https://bogota.gov.co/>

BOGOTÁ, El clima de Bogotá [Sitio web] Bogotá D.C; [Consultado 14 de noviembre 2019]. Disponible en: <https://bogota.gov.co/encuentra-informacion-actualizada-sobre-el-clima-de-la-ciudad-de-bogota>

CARDONA MERINO, Natalia Merino. Estudio del comportamiento estructural al usar los diferentes métodos de análisis sísmico del reglamento colombiano de construcción sismo resistente, nsr-10, [Medio electrónico]. Magíster en Ingeniería. Medellín. Universidad EAFIT. Departamento de ingeniería civil. 42 p.

CARDONA MERINO, Natalia Merino. Estudio del comportamiento estructural al usar los diferentes métodos de análisis sísmico del reglamento colombiano de construcción sismo resistente, nsr-10, [Medio electrónico]. Magíster en Ingeniería. Medellín. Universidad EAFIT. Departamento de ingeniería civil. 42 p.

Centro Experimental de Ingeniería: El factor de modificación de respuesta. [Medio electrónico]. Panamá. Universidad Tecnológica de Panamá.2016. [Consultado: 5 de febrero de 2020]. Disponible en: https://revistas.utp.ac.pa/index.php/id-tecnologico/article/view/113/html_1.

CERVERA RUIZ, Miguel y BLACO DIAZ, Elena. 1 ed. Barcelona España: Centro Internacional de Métodos Numéricos en Ingeniería Fondo. 2015, 132 p. ISBN 978-84-944244-4-1.

COING, Comando de ingenieros militares, [Sitio web] Bogotá D.C [Consultado 14 de noviembre 2019]. Disponible: <https://www.ingenierosmilitares.mil.co/>
COMANDO GENERAL, Ingenieros Militares apoyan a comunidades afectadas por derrumbes en la ola invernal, [Sitio web] Bogotá D.C [Consultado 14 de noviembre 2019]. Disponible: <https://www.cgfm.mil.co/>.

EJERCITO NACIONAL. Gestión de ingenieros. Informe procedimiento de diseño. Bogotá D.C. 2018. 12 p. 12.

ENERGY&CO. Determinación de capacidad portante [Sitio web]. Bogotá D.C [Consultado: 3 de febrero de 2020]. Disponible en: <https://energycogroup.com/determinacion-de-capacidad-portante>.

ENERGY&CO. Determinación de capacidad portante [Sitio web]. Bogotá D.C [Consultado: 3 de febrero de 2020]. Disponible en: <https://energycogroup.com/determinacion-de-capacidad-portante>.

ESCALANTE GUTIERREZ, Alejandra Marcela. Dinámica estructural modulo interactivo con MATLAB, [Medio electrónico]. Ingeniera Civil. Bogotá D.C Universidad Cooperativa de Colombia. Departamento de ingeniería civil. 5 p. Disponible: <https://repository.ucc.edu.co/bitstream/20.500.12494/13109/5/M%C3%B3dulo%20Din%C3%A1mica%20Estructural%20Alejandra%20Escalante%20%28363335%29.pdf>

FRAU, Carlos Daniel. Clasificación sísmica de sitios. Researchgate [Medio electrónico]. Ciudad Mendoza. 2018.

FUERZAS MILITARES: Ingenieros Militares de Colombia 198 años construyendo el desarrollo del país [sitio web] Bogotá D.C.; [Consultado: 18 de octubre de 2012]. Disponible en: <http://www.fuerzasmilitares.org/notas/colombia/ejercito-nacional/1620-ingenieros-militares-de-colombia-198-anos-construyendo-el-desarrollo-del-pais.html>

IMAZ GUTIERREZ, Roberto. Resistencia de materiales.1 ed. Cantabria: Universidad de Cantabria España 2012.

Instituto distrital de gestión de riesgos y cambio climático, idiger. Bogotá D.C [Consultado: 14 de febrero del 2020]. Disponible: <https://www.idiger.gov.co/rsismico>

MARCELO PARDO INGENIERIA. Cuantía, [Sitio web]. Medellín, [Consultado: 20 de diciembre de 2019]. Disponible: <https://marcelopardo.com/cuantia-concepto-y-tipos>.

MCCORMARC, Jack y ELLING, Rudolf E. Análisis de estructuras.1 ed. Nueva York. Harper y Row, 623 p. ISBN 970-15-0202-7.

MCCORMARC, Jack y ELLING, Rudolf E. Análisis de estructuras. 2 ed. Nueva York. Harper y Row, 324 p. ISBN 970-15-0202-7.

Orbis: Revista científica ciencias humanas [En línea]. Venezuela. Fundación Miguel Unamuno y Jugo, 22, mayo-agosto, 2012, vol 8. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/709/70923776002>. ISSN: 1856-1594.

Que es y cómo se detecta el nivel freático [En línea]. Madrid Envirosoil ingeniería y obras ambientales. 17 de abril de 2018. Disponible en: <https://www.envirosoil.es/que-es-y-como-se-detecta-el-nivel-freatico/>

REGLAMENTO DE CONSTRUCCIÓN SISMO RESISTENTE. Título A definiciones y nomenclatura del título A, nsr-10. Bogotá D.C. 2010: 125 p.

REGLAMENTO DE CONSTRUCCIÓN SISMO RESISTENTE. Título D definiciones y nomenclatura del título A, nsr-10. Bogotá D.C. 2010: 53 p.

RODRIGUEZ, José Luis. Importancia de los estribos. Santiago de Chile. 2017. Vol 2. [Consultado: 4 de febrero de 2020]

RUEDA POSADA, Pedro Javier. Diseño del entrepiso como diafragma, [Medio electrónico]. Especialista en estructuras. Bucaramanga-Santander. Universidad Industrial de Santander. Facultad de Ingeniería Civil. 2016. 15 p

RUEDA POSADA, Pedro Javier. Diseño del entrepiso como diafragma, [Medio electrónico]. Especialista en estructuras. Bucaramanga-Santander. Universidad Industrial de Santander. Facultad de Ingeniería Civil. 2016. 24 p

SANCHEZ VALENZUELA, María José. Verificación del cumplimiento de la norma sismo resistente nsr-10 vigente en Colombia en la estructura “dotacional cultural filipenses”, [Medio electrónico]. Ingeniero Civil. Medellín Universidad Católica. 2012. Departamento de ingeniería civil. 40 p. Disponible: <https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/22846/1/Trabajo%20de%20grado%20.pdf>

SECRETARIA DISTRITAL DE PLANEACIÓN, [Sitio web] Bogotá D.C; [Consultado 14 de noviembre 2019]. Disponible en: <http://www.sdp.gov.co/>

SEGURA FRANCO, Jorge Segura. Estructuras de concreto I. 7 ed. Bogotá D.C:
Universidad Nacional de Colombia. 2011, 53 p. ISBN 978-958-99888-0-0
TORRES BUA, Manuel. Estructuras. Salvaterra de miño.2014. 89 p.

11. ANEXOS

- Anexo A. Bitácoras y convenio de pasantía.
- Anexo B. Reporte modelación en ETABS BITER 3, diseño de elementos estructurales
- Anexo C. Diseño cimentación en SAFE, BITER 3
- Anexo D. Planos estructurales BITER 3
- Anexo F. Diseño cubierta en CORPASOFT
- Anexo G. Reporte modelación en ETABS CAOCC, diseño de elementos estructurales
- Anexo H. Planos estructurales CAOCC
- Anexo I. Memoria de cantidades CAOCC