



UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ

**CHEQUEO ESTRUCTURAL DEL EDIFICIO N°5 DE LA UNIVERSIDAD JOSÉ
ANTONIO PÁEZ MUNICIPIO SAN DIEGO, ESTADO CARABOBO, MEDIANTE EL
SOFTWARE SAP200**

Autor:

Sosa D'aubeterre Francisco Javier

Urb. Yuma II, calle N° 3. Municipio San Diego
Teléfono: (0241) 8714240 (master) – Fax: (0241) 8712394



**REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL**

**CHEQUEO ESTRUCTURAL DEL EDIFICIO N°5 DE LA UNIVERSIDAD JOSÉ
ANTONIO PÁEZ MUNICIPIO SAN DIEGO, ESTADO CARABOBO, MEDIANTE EL
SOFTWARE SAP200**

Proyecto de trabajo de Grado para optar por el título de
INGENIERO CIVIL

Autor:

Sosa D'aubeterre Francisco Javier

C.I: 26.984.862

Tutor académico:

Ing. Luis Francisco Rodríguez

CI: 15.148.806

San Diego, noviembre del 2022



UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ
COORDINACIÓN DE PASANTÍA Y TRABAJO DE GRADO

ACTA DE APROBACIÓN

INFORME FINAL DE PASANTÍA

TRABAJO DE GRADO

El jurado designado por la Facultad de Ingeniería para la evaluación del Informe Final de Pasantía o Trabajo de Grado titulado: Chequeo Estructural Del edificio N°5 de la Universidad José Antonio Páez Municipio San Diego, Estado Carabobo, Mediante el Software SAP2000

Realizado por el (la) Br. Francisco Javier Sosa D'aubeterre

C.I. N° 26.984.862 cursante de la carrera de Ingeniería Civil

hace constar después de analizar su contenido y oída la exposición oral, considera que el Informe Final o Trabajo de Grado ha obtenido la calificación de:

APROBADO

NO APROBADO

El Jurado

[Signature]
Tutor Académico (Coordinador)
Nombre: Luis Rodríguez
C.I.: 15749308

[Signature]
Jurado
Nombre: Manuel Figueroa
C.I.: 17315990

[Signature]
Jurado
Nombre: FREYD BARRASAA
C.I.: 11.151.678



Fecha: 09/12/2022

[Signature]



REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ
FACULTAD DE INGENIERÍA
DECANATO DE INGENIERÍA

FI L 011 2022-2CR TG

Valencia, 08 de junio de 2022

Ciudadano:
SOSA D'AUBETERRE, FRANCISCO JAVIER
26.984.862
Presente -

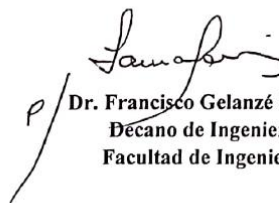
Cumplo con informarle que la comisión de Trabajo de Grado y Pasantías de la Facultad de Ingeniería en su reunión N° 6-2022 de fecha 12/05/2022 aprobó el proyecto de grado titulado:

Chequeo estructural del edificio N° 5 de la Universidad José Antonio Páez mediante el software SAP200

Presentado por usted como requisito para optar al título de Ingeniero Civil

Se ratifica la designación del Tutor Académico que los asesorará en el desarrollo de este proyecto a:
Ing. Luis Francisco Rodríguez López, titular de la cédula de identidad V- 15.148.806

Atentamente


Dr. Francisco Gelanzé Sevilla.
Decano de Ingeniería
Facultad de Ingeniería



c.c. Coordinación de Pasantías y Trabajo de Grado




REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL

**CONSTANCIA DE APROBACIÓN PARA LA PRESENTACIÓN PÚBLICA DEL
TRABAJO DE GRADO**

Quien suscribe, Ing. Luis Francisco Rodríguez, titular de la cédula de identidad N° 15.148.806, en mi carácter de tutor de trabajo de grado presentado por el ciudadano Sosa D'aubeterre Francisco Javier, titular de la cédula de identidad N° 26.984.862, titulado **“CHEQUEO ESTRUCTURAL DEL EDIFICIO N°5 DE LA UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ MUNICIPIO SAN DIEGO, ESTADO CARABOBO, MEDIANTE EL SOFTWARE SAP200”**.

Presentado como requisito parcial para optar al título de Ingeniero Civil, considero que dicho trabajo reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a la presentación pública y evaluación por parte del jurado examinador que se designe.

En San Diego, a los 28 días del mes de noviembre del año 2022.


Ing. Luis Francisco Rodríguez
C.I: 15.148.806

AGRADECIMIENTOS

- Primeramente a Dios creador del universo, por darme la vida, quien ha guiado cada uno de mis pasos a lo largo de la carrera, por darme fortaleza en todo momento y abrir un mundo de conocimientos y sabiduría para poder enfrentar cada uno de los desafíos.
- A mis Padres, por inculcarme buenos principios, orientarme y guiarme en el tránsito de la vida, el apoyo y la confianza en este camino.
- A mis amigos y futuros colegas, por su ayuda y apoyo en muchos de los procesos que aquí tuvieron lugar.
- A mi profesor y Tutor Luis F. Rodríguez por la buena disposición en todo momento, por brindarme los conocimientos y consejos necesarios para la realización de esta investigación.
- Y a todas aquellas personas que de una u otra forma, colaboraron o participaron en la realización de esta investigación, hago extensivo mi más sincero agradecimiento.

DEDICATORIA

Dedico esta tesis a. Dios, que inspiró mi espíritu para la conclusión de este Trabajo de Grado.

A mis padres quienes me dieron vida, educación, apoyo y consejos.

A nuestros amigos, ya que sin su ayuda nunca hubiera podido hacer esta tesis.

A mis compañeros de estudio.

Se los agradezco desde el fondo de mi alma.

ÍNDICE GENERAL

CONTENIDO	Pp.
AGRADECIMIENTOS	v
DEDICATORIA	vi
ÍNDICE GENERAL	vii
ÍNDICE DE CUADROS Y TABLAS	x
ÍNDICE DE FIGURAS.....	x
ÍNDICE DE ANEXOS	xi
RESUMEN	xiii
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO	
I EL PROBLEMA.....	2
1.1. Planteamiento del Problema.....	2
1.2. Formulación del Problema	3
1.3. Objetivos de la Investigación	3
1.3.1.Objetivo	general
3	
1.3.2.Objetivos	específicos
3	
1.4. Justificación de la Investigación	4
1.5. Alcance y Limitaciones de la Investigación.....	4
II MARCO TEÓRICO	5
1.1. Antecedentes de la Investigación	5
1.2. Bases Teóricas.....	7
2.2.1. Cálculo Estructural	7
2.2.2.Estructura en 3D.....	7
2.2.3. SAP 2000.....	8
2.2.5. AutoCAD.....	9

2.3. Marco Normativo Legal o Bases Legales	10
2.4. Definición de términos básicos	11
III MARCO METODOLÓGICO	15
3.1 Tipo de investigación	15
3.2. Diseño de investigación	15
3.3. Nivel de investigación.....	15
3.4. Población y Muestra.....	16
3.4.1. Población	16
3.4.2. Muestra	16
3.5. Técnicas e Instrumentación de Recolección de Datos.	16
3.5.1 Técnicas.....	16
3.5.2. Instrumentos de Recolección de Datos.....	17
3.6. Descripción de la Metodología	17
3.7. Análisis de Datos	18
IV RESULTADOS	19
4.1. Fase I. Identificación de la situación actual del edificio N°5 de la Universidad José Antonio Páez.....	19
4.2. Fase II. Estudio de los elementos estructurales que conforman el edificio N°5 de la Universidad José Antonio Páez, utilizando el software SAP2000.....	20
4.3. Fase III. Verificación del comportamiento de los elementos estructurales, mediante el chequeo con SAP2000 y la aplicación de la normativa	23
4.3.1. Análisis de carga para techos, entresijos y escaleras de la Edificación Educativa 23	
4.3.2. Análisis de Carga para Losa de Entresijo	24
4.3.3. Análisis de Carga para Escalera.....	24
4.3.4. Diseño de una Losa Nervada de Entresijo de la Edificación utilizando el Software de Cálculo SAP 2000.....	25

4.3.5. Cálculo y Diseño Estructural del Edificio Educativo con el uso del Software de Cálculo SAP 2000	28
4.3.6. Análisis estructural (corrida del modelo estructural).....	37
4.4. Fase IV. Determinación de la factibilidad técnica del proyecto mediante la recolección de datos	49
4.4.1. Tamaño del proyecto.....	49
4.4.2. Proceso Global de Transformación.....	50
V CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	52
5.1. Conclusiones	52
5.2. Recomendaciones.....	53
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	54
ANEXOS	57

ÍNDICE DE CUADROS Y TABLAS

CUADRO	Pp.
1. Cuadro Técnico-Methodológico	13

TABLAS

1. Anchos Tributarios En Vigas De Entrepiso.....	35
2. Anchos Tributarios En Vigas De Techo	36
3. Cargas Repartidas Sobre Vigas.....	36
4. Tabla de cabillas en sección transversal.	39
5. Tabla de cabillas en sección transversal	40
6. Factores condicionantes.....	49

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA

1. Estructura en 3D SAP2000	8
2. SAP 2000	9
3. AutoCAD	9
4. Universidad José Antonio Páez, edificio 5 Laboratorios de ingeniería civil y mecánica.....	19
5. Edificio 5 Laboratorios de ingeniería civil y mecánica	19
6. Edificio 5 Laboratorios de ingeniería civil y mecánica	20
7. Edificio 5 Modelo estructural en SAP2000	21
8. Altura mínima de vigas o espesor de losas.....	21
9. Asignación de Cargas a la Losa. Elaborado con el Software de Calculo SAP 2000.....	26
10. Asignación al Modelo Estructural del Nervio T.....	26
11. Diagrama de Esfuerzos Cortantes V en Kg para la losa de entrepiso.....	27
12. Diagrama de Momentos M en Kgm para la losa de entrepiso LE-1.....	27
13. As en cm ² por nervio de losa de entrepiso.....	27
14. As en cm ² por nervio de losa de techo.....	28
15. Definición de la Grid	28
16. Vistas del modelo estructural del edificio.....	29
17. Zonificación Sísmica de Venezuela.....	30

18. Valor de A_o	30
19. Valor del Factor de Corrección.....	31
20. Vistas de los modelos estructurales del edificio	31
21. Factor de importancia	32
22. Nivel de diseño	32
23. Niveles de Diseño ND	32
24. Tipo de Sistema Estructural: Tipo I.....	32
25. Factor de Reducción de Respuesta: $R = 6$	33
26. Definición del espectro de la Función	33
27. Selección del Método de Análisis para edificios de estructura regular	34
28. Valores de T , β y p	34
29. Valores de T^+	34
30. Definición de Combinaciones de Cargas.....	35
31. Análisis Modal.	37
32. Diafragma rígido en niveles del edificio.....	38
33. Acero de refuerzo (cm^2) superior e inferior en viga.....	38
34. Detalle del diseño por flexión de la viga de carga.....	42
35. Detalle del diseño por corte de la viga de carga	42
36. Chequeo de la cuantía de acero.....	43
37. Detalle del diseño de la columna por flexión	44
38. Detalle del diseño por corte de la columna.....	45
39. Valores Límites.....	46
40. Flujograma del proceso global de transformación.....	51

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO

1. Plano de fachada este.....	57
2. Plano de fachada oeste.....	58
3. Plano de fachada norte.....	59
4. Plano de fachada sur	60

5. Plano de planta baja	61
6. Plano de planta nivel 1	62
7. Plano de corte A-A	63
8. Plano de corte B-B	64
9. Plano de corte C-C	65
10. Plano de fundaciones	66
11. Plano de fundaciones F1	67
12. Plano de fundaciones F2	68
13. Plano de fundaciones F3	69
14. Plano de fundaciones F4	70
15. Plano de detalle de vigas de riostra.....	71
16. Plano de losas planta baja	72
17. Plano de detalles de vigas planta baja.....	73
18. Plano de losas.....	74
19. Plano detalle de vigas planta techo	75
20. Plano detalle de escaleras	76



REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL

CHEQUEO ESTRUCTURAL DEL EDIFICIO N°5 DE LA UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ MUNICIPIO SAN DIEGO, ESTADO CARABOBO, MEDIANTE EL SOFTWARE SAP2000

Autor: Francisco Sosa

Tutor: Ing. Luis Francisco Rodríguez

Fecha: Noviembre del 2022

RESUMEN

El proyecto de investigación surgió de la necesidad de actualizar los planos del edificio N°5 de la Universidad José Antonio Páez (UJAP), debido a que los mismos presentaban diferencias entre lo proyectado y lo construido, partiendo de los planos originales en el software AutoCAD, se realizó el chequeo estructural en SAP2000 a fin de representar tanto en los planos arquitectónicos como en los estructurales un análisis digitalizado de manera precisa. La metodología empleada fue de tipo proyecto factible, con diseño no experimental de campo y nivel descriptivo. Todo ello permitió un mayor control sobre el futuro mantenimiento, inspección y análisis de toda la infraestructura de la Universidad, así como futura integración de este enfoque en el día a día de disciplinas que allí se imparten. Actualmente, la Universidad José Antonio Páez, construida hace muchos años, presenta una base de datos e información desactualizada e incierta en la que los parámetros de identificación, control, seguimiento, gestión, planificación, calidad, operaciones y el estado actual del edificio son inadecuados, esto ha creado problemas en los programas de mantenimiento elaborados. Como resultado final se obtuvo que los planos proporcionados por la universidad presentaban diferencias con lo construido a posteriori, por lo que se procedió a actualizar la información con la distribución actual y a realizar el cálculo estructural de la estructura del edificio de ingeniería mecánica mediante el software Sap2000 con las especificaciones estructurales y arquitectónicas del mismo, además, se realizaron todos los planos estructurales de la edificación con el detallado de los elementos estructurales.

Descriptor: Chequeo Estructural, Sap2000, Actualización de Planos.

INTRODUCCIÓN

La evaluación estructural de una edificación ya construida se efectúa, generalmente, mediante una verificación cuantitativa de su capacidad portante y de su aptitud al servicio, teniendo en cuenta los procesos de deterioro posibles, de allí la importancia de conocer las capacidades de carga de cada uno de los elementos que conforma una estructura y determinar si las solicitaciones que la afectan pueden causar daños en ella. En la actualidad, el cálculo estructural se apoya directamente en el uso de softwares de cálculo como el SAP2000 que trabaja mediante el análisis de elementos finitos con interfaz gráfico 3D para el levantamiento de estructuras en este formato.

Este es el caso de la Universidad José Antonio Páez, edificación de uso institucional educativo, a la cual se le debe realizar un chequeo estructural, ya que los planos de proyecto y lo construido no guardan concordancia. Además, se considera que se debe incluir un plan digital o físico para el mantenimiento futuro de su estructura. Realizar este procedimiento, aparte de brindar información veraz y actualizada, promoverá en gran medida proporcionar organización, dirección y diseño de cualquier obra dentro de su ámbito o instalaciones, ya sea para ampliación, reforma, mantenimiento, etc.

La estructura de la investigación está conformada de la siguiente manera:

El **capítulo I** señala el problema, su planteamiento y formulación, los objetivos planteados, tanto general como específicos, seguido de la justificación, alcances y limitaciones de la investigación. El **capítulo II** da a conocer los antecedentes, las bases teóricas en la que se sustenta la investigación, las leyes y reglamentos a considerar, y las definiciones teóricas de algunos términos técnicos utilizados para una mejor comprensión. En el **capítulo III**, referido al marco metodológico incluye: tipo de investigación, diseño y nivel de la misma, población y muestra, técnicas e instrumentos de recolección de datos y las fases que se deben cumplir para la culminación exitosa del trabajo de investigación. El **capítulo IV** presenta los resultados, en este se dan respuesta a cada uno de los objetivos de la investigación. Finalmente, en el **capítulo V**, se señalan las conclusiones y recomendaciones del estudio realizado.

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA

1.1. Planteamiento del Problema

La rama de la ingeniería civil que se ocupa del cálculo de estructuras y el diseño de sus elementos es la ingeniería estructural, la cual se aplica en sistemas estructurales como edificios, puentes, muros, presas, túneles, etc. Su finalidad es conseguir obras civiles seguras, resistentes y funcionales además de chequear construcciones existentes.

Al pasar de los años, la ingeniería civil ha desarrollado diversos proyectos de mayor escala, la elaboración del análisis estructural se convirtió cada vez en algo más tedioso y tuvo que evolucionar en la manera de aplicar los métodos matemáticos mediante el uso de softwares complementarios para facilitar el desarrollo de proyectos de ingeniería civil de mayor magnitud. Los programas más usados son Cypecad, SAP2000, Midas, Autodesk Robot, Tekla Structures.

Dichos softwares permiten el análisis y una mejor interpretación de los resultados de los elementos estructurales de una edificación, cada uno tiene usos similares, pero uno de los más completos es SAP2000 que permite realizar un modelo estructural analizando vigas y pórticos con cada una de sus condiciones de carga mediante el análisis de elementos finitos.

En Venezuela, esta tecnología no ha podido sentar sus bases debido al costo de entrenamiento de profesionales que hagan uso de ellos en el control y ejecución de obras. Igualmente, existe una carencia de organismos e instituciones que impongan el uso de estos programas como fue el caso de LULOWIN, IP3 y primavera, entre otras herramientas exigidas, que eran requeridos por los entes gubernamentales para poder realizar una contratación.

La problemática podría surgir por la falta de conocimiento e información en el uso de estos software por parte de estudiantes de la carrera de ingeniería civil en las instituciones universitarias, los problemas en la aplicación práctica de los programas no se refieren en general a la capacidad tecnológica, sino a la implementación efectiva dentro de los sistemas existentes y a la formación y equipamiento de los profesionales con las habilidades necesarias para aprovechar sus múltiples ventajas, de la misma manera que muchos de los beneficios que aportan estas herramientas ahorran dinero, ahorran tiempo al reducir los lapsos de los ciclos del proyecto y eliminan los contratiempos del cronograma de construcción.

En cuanto al mencionado software Sap200, este permite la realizar en forma integrada, la

modelación, análisis y dimensionamiento de problemas de ingeniería de estructuras, es un programa orientado a objetos, con interfaz gráfica apoyada en la visualización 3D. Adicionalmente, permite a sus usuarios generar automáticamente cargas de sismo, viento y vehículos, de forma que es posible hacer el dimensionamiento y comprobación automática de estructuras de hormigón armado, perfiles metálicos, de aluminio y conformados en frío (Sap2000, 2022).

En el caso de la Universidad José Antonio Páez (UJAP) que se encuentra ubicada en el Estado Carabobo en la Región Central de Venezuela y tiene su sede principal en el Municipio San Diego, muy cerca de la ciudad de Valencia, dicha Universidad cuenta con cinco edificios, los cuales fueron construidos para desarrollar las actividades académicas. En estas edificaciones se presentan diferencias entre lo que se muestra en los planos y lo construido. Asimismo, los documentos existentes no se presentan en tecnología de punta como lo es un modelo 3D estructural lo que facilitaría una gestión coherente de la información y el intercambio de datos. Además, de la facilidad al momento de planificar cualquier tipo de mantenimiento en el edificio o estructura que se vaya a trabajar, en este caso se hace referencia al edificio N°5 de la Universidad José Antonio Páez, por lo que se propone realizar el Chequeo Estructural del Edificio N°5 de La UJAP mediante el Software SAP200.

1.2. Formulación del Problema

Toda esta investigación llevó a plantear la siguiente interrogante:

¿De qué manera se pueden conocer las solicitaciones de los elementos estructurales del Edificio N°5 de La Universidad José Antonio Páez Municipio San Diego, Estado Carabobo?

1.3. Objetivos de la Investigación

1.3.1. Objetivo general

Realizar el Chequeo Estructural del Edificio N°5 de La Universidad José Antonio Páez Municipio San Diego, Estado Carabobo, mediante el Software SAP200.

1.3.2. Objetivos específicos

1. Identificar la situación actual del edificio N°5 de la Universidad José Antonio Páez.
2. Estudiar los elementos estructurales que conforman el edificio N°5 de la Universidad José Antonio Páez, utilizando el software SAP2000.
3. Verificar el comportamiento de los elementos estructurales, mediante el chequeo con SAP2000 y la aplicación de la normativa.

4. Evaluar la factibilidad técnica del chequeo estructural del edificio N°5 de la Universidad José Antonio Páez.

1.4. Justificación de la Investigación

La finalidad de realizar el chequeo estructural en 3D del edificio N°5 de la Universidad José Antonio Páez, no es solo para que la institución disponga de unos planos que reflejen la veracidad de la distribución de los espacios, sino que además, se ubique a la vanguardia de los avances tecnológicos a través del uso de software SAP200 con todas las medidas reales de la estructura para una mejor organización en cuanto a lo documentado del edificio incluyendo planos, características, etc.

En cuanto al aporte académico, es significativo para la Universidad José Antonio Páez la utilización de tecnología de punta para efectuar los chequeos estructurales, debido a que esto ya es un tema general y de importancia tanto de Venezuela como para el mundo.

Como aporte social, el uso de estas tecnologías de cálculo, permiten agilizar todas las fases de planificación y ejecución de un proyecto, en función al tiempo y a la estimación de costos, lo que repercute en el factor económico al momento de fijar el precio de una construcción, haciéndola financieramente más accesible. Como aporte técnico, cabe mencionar que actualmente, para los profesionales de la ingeniería civil se deja plasmado un protocolo de trabajo donde se conjuga la utilización de dos softwares de última generación.

1.5. Alcance y Limitaciones de la Investigación

El presente trabajo de investigación es el chequeo estructural del edificio N°5 de la Universidad José Antonio Páez, esto contempló una vista de la estructura en tres dimensiones de cada uno de los espacios de acuerdo a sus usos para lo que se utilizó el software de cálculo SAP2000 en los elementos estructurales de la edificación.

En el estudio se utilizó la norma Sismorresistente 2001 a pesar de no estar vigente, ya que no existe un estudio de suelos actualizado y en su lugar, se utilizaron los datos geotécnicos del año 1997 (año en que se inició la construcción de la UJAP), además, no se efectuó el diseño de instalaciones eléctricas y sanitarias.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

Para llevar a cabo la base teórica de esta investigación, es necesario aclarar aspectos relevantes y prioritarios desde la perspectiva de la ingeniería civil la cual tiene en cuenta todo lo relacionado con el sistema adaptación y mantenimiento de cualquier edificio y teoría general lo cual puede ser adecuado para la comprensión, en otras palabras, centrarse en formular un conjunto de proposiciones que sirven como referencia a un tema en particular en el aprendizaje.

Balestrini (2006) establece que:

El marco teórico es el resultado de la selección de aquellos aspectos más relacionados con el cuerpo teórico-epistemológico que se asume, referidos al tema específico elegido para su estudio. De allí pues, que su racionalidad, estructura lógica y consistencia interna, va a permitir el análisis de los hechos conocidos, así como, orientar la búsqueda de otros datos relevantes.

2.1. Antecedentes de la Investigación

A continuación, se toman como referencia los siguientes estudios previos relacionados con la problemática a estudiar, de lo que resulta importante destacar que, de cada uno de los investigadores, se debe hacer referencia al título de su investigación, el año en que se realizaron los estudios, los objetivos de la misma, entre otros. Esto permite orientar al investigador, sobre cómo habrá de realizar su propio estudio; y con la ayuda de los antecedentes, podrá delimitar mejor, todas las variables o dimensiones, que serán utilizadas como referencia directa, en función de los propósitos del trabajo o trabajos vinculados a la misma área o temática de investigación.

Ortiz (2018). **Análisis y diseño de un galpón metálico en el programa SAP2000, bajo las normas del AISC-360 y la NEC-15, ubicado en el km 1 ½ vía Durán Jujan, en el cantón Durán, de la provincia del Guayas, Ecuador**, Tesis para optar por el grado académico de Ingeniero Civil en la Universidad De Guayaquil, tuvo como finalidad Analizar y diseñar un galpón en estructura metálica utilizando el programa SAP2000, mediante las recomendaciones de las normas ANSI/AISC 360 y la NEC15. El respectivo análisis y diseño del galpón se realiza debido a que en el cantón Durán se tiene la necesidad incrementar la capacidad de almacenamiento de arroz y cacao. El tipo de investigación fue de tipo Exploratoria y De campo, ya que para esta investigación se realizaron visitas técnicas al sitio del proyecto y varios proyectos similares. Mediante el software de cálculo se concluyó que habiendo analizado el diseño de la súper

estructura en base al pre diseño realizado, se observó que el galpón y cada uno de sus elementos estructurales se comportan de forma aceptable dentro su capacidad permitida y se propuso el diseño realizado del galpón metálico para la construcción del mismo. La presente investigación representa un aporte al estudio en cuanto a la metodología empleada.

Asimismo, Fuenmayor y Millán (2015). En investigación titulada: **Evaluación Sismorresistente de la estructura de acero del edificio de Colada ubicado en CVG Venalum, estado Bolívar**, Tesis para optar por el grado académico de Ingeniero Civil en la Universidad Católica Andrés Bello, tuvo como finalidad la evaluación Sismorresistente de un edificio de acero de la empresa CVG VENALUM destinada a oficinas y comedor del área de Colada, basado en la norma COVENIN 1756-2001. El tipo de investigación fue de tipo explicativa y experimental. Mediante el software de cálculo SAP2000 y las normas nacionales e internacionales vigentes se concluyó que la mayoría de perfiles utilizados no cumplían con los parámetros de esbeltez establecidos para el diseño de estructuras Sismorresistentes. La presente investigación representa un aporte al estudio en cuanto a la aplicación de la norma COVENIN 1756-2001 en el programa SAP2000.

Igualmente, Labrador, P (2015). Trabajo de investigación titulado: **Estudio comparativo del modelado de dos edificios regulares por medio de diferentes programas de diseño comercial**, trabajo de grado para optar por el título de Ingeniería Civil, en la Universidad Católica Andrés Bello, tuvo como finalidad realizar un estudio comparativo a través de tres programas de diseño análisis estructural: Etabs, Robot Structural y SAP2000, en donde se evaluó dos edificio de concreto armado uno de 10 y otro de 15 pisos en zonas de elevado peligro sísmico. El tipo de investigación fue de tipo Comparativa, se concluyó que entre los tres programas trabajan con un proceso similar en la introducción de datos, siendo Etabs el que conto con mayor facilidad en su aprendizaje. El aporte de la presente investigación se basa en los fundamentos teóricos de los softwares utilizados.

Además, Zapata (2015) en sus Trabajo de Grado titulado: **Evaluación estructuralmente de nodos que se conforman por losas Nervadas de sección constante con el software Sap2000**, tuvo como objetivo general determinar el funcionamiento estructural de las losas nervadas con vigas doble T utilizando sap2000, se aplicó una metodología con diseño no experimental y tipo descriptiva, consideró como población y muestra un edificio multifamiliar elegido al azar, realizando un análisis de los resultados de losas con luces de 10 m, 12 m y 16 m., el instrumento

de recolección de datos fue el software Sap2000. En el estudio se concluyó, que las losas con menor luz son las que tienen más solidez en los diagramas realizados, el aporte de la investigación fue el análisis de las losas mediante el software Sap2000.

En este mismo orden de ideas, Falconi y Ojeda (2016). **Desarrollo de un complemento para el proceso de modelado de naves industriales con software especializado, Venezuela**, Tesis para optar por el título de Ingeniería Civil en la Universidad de Carabobo, tuvo como finalidad desarrollar un complemento para el proceso de modelado de naves industriales con software especializado. El tipo de investigación fue de tipo descriptiva donde se describen las características del modelado de naves industriales y se busca automatizar este proceso con el uso de la Interfaz de Aplicación de Programaciones (API) de ETABS. En Dicho proyecto se aplicó esta tecnología para el modelado de galpones, pero el alcance se extiende a todos los procesos de ingeniería y planificación de proyectos. El aporte de la presente investigación al estudio efectuado está basado en los fundamentos teóricos.

Por último, Carabela (2013). **Comparación de la modelación y análisis de diseño de estructuras entre los programas SAP2000, ETABS, STAAD PRO y ROBOT**. Trabajo de grado para optar por el título de Ingeniería Civil en la Universidad Nacional Autónoma de México, tuvo como propósito desarrollar un estudio comparativo de cálculo estructural en un edificio en concreto armado mediante los programas anteriormente mencionados. El tipo de investigación fue de tipo descriptiva, siendo la conclusión principal de este trabajo la necesidad de los ingenieros civiles de manejar dichos programas para poder acceder al mercado laboral de forma competitiva. El aporte de la presente investigación al estudio realizado estuvo centrado en la aplicación de las normas de cálculo internacionales.

2.2.Bases Teóricas

2.2.1. Cálculo Estructural

El cálculo estructural es el trabajo que se realiza para obtener el diseño más eficiente de estructuras que soporten su propio peso (cargas muertas), más las cargas ejercidas por el uso (cargas vivas), más las cargas producidas por eventos de la naturaleza, como vientos, sismos, nieve o agua y la relación directa de estos eventos con el uso de las normas de cálculo.

2.2.2. Modelo Estructural en 3D

Recurso importante utilizado en la actualidad en las fases de diseño conceptual y estructural de un proyecto, debido a que permite al ingeniero controlar con precisión las modificaciones del

diseño, para ello se puede hacer uso de diversos software que permiten la generación de estructuras lo que implica el desarrollo racionalización de geometrías complejas, a partir del modelo se pueden controlar las todas las fases de un proyecto mediante el uso de nuevas (Nicasio, 2014).

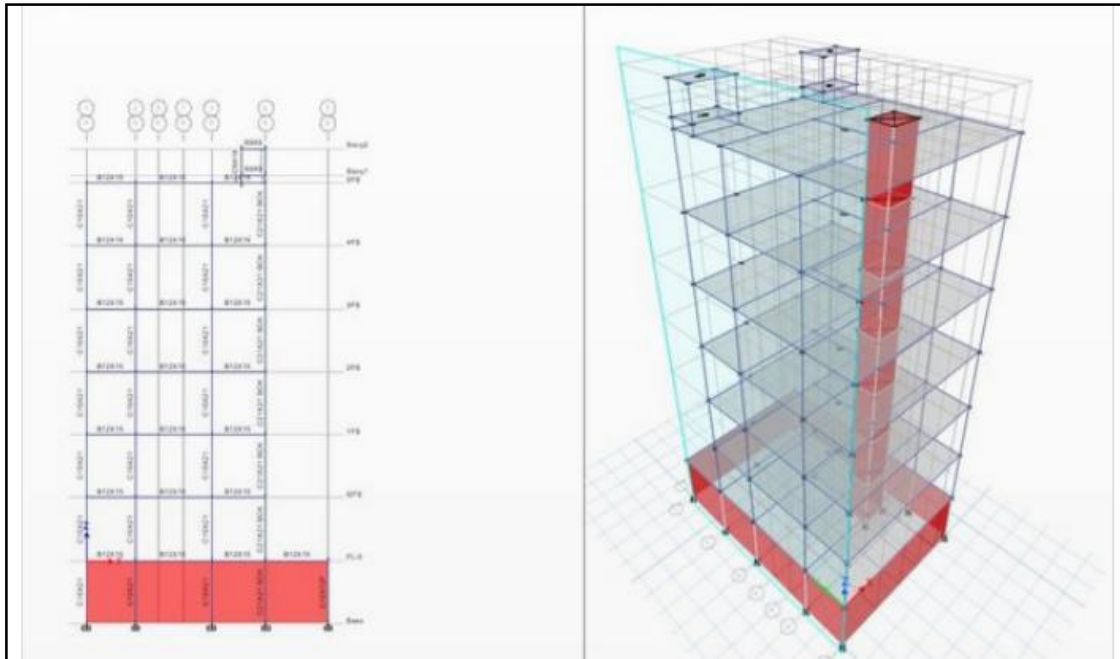


Figura 1. Modelo estructural en 3D
Fuente: (researchgate, 2022)

2.2.3. SAP 2000

El SAP 2000 es un programa que permite realizar el modelo estructural de cualquier estructura mediante herramientas eficientes y fáciles de usar sobre la base de una intuitiva interfaz gráfica para modelaje de la geometría de la edificación, además de esto, el software facilita el análisis, diseño y la presentación de los cálculos estructurales que se le realizan a la estructura, una vez calculada la edificación mediante otros software como lo es Revit se puede realizar el detallado de los elementos estructurales (csicertifications, 2022).



Figura 2. SAP 2000
Fuente: (ruang-sipil, 2022)

2.2.5. AutoCAD

El programa AutoCAD es utilizada por ingenieros y arquitectos para dibujar y anotar geometría 2D y modelos 3D con sólidos, superficies, permite automatizar tareas, creación de todo tipo de planos, uno de los aspectos más importantes es que al permanecer a la familia de Autodesk, AutoCAD es compatible con otros software.(autodesk, 2022).

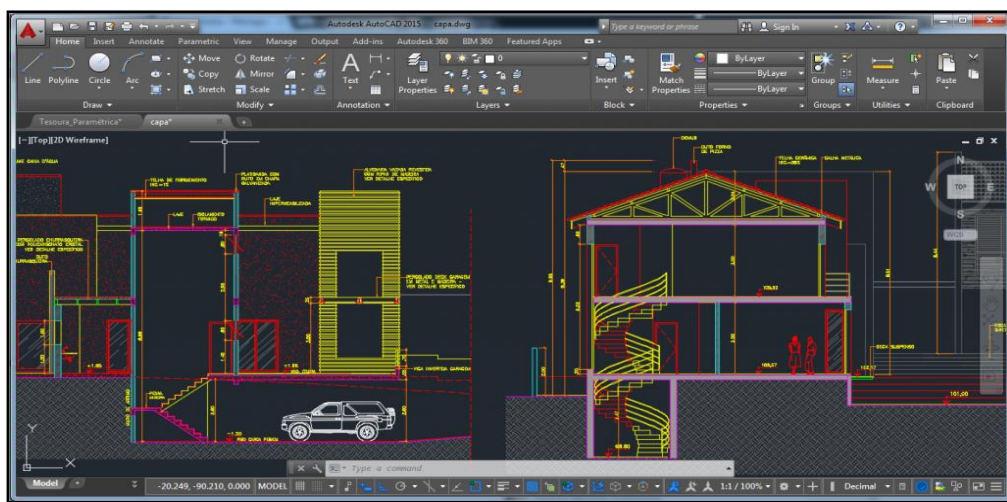


Figura 3. AutoCAD
Fuente: (autodesk, 2022)

2.3. Marco Normativo Legal o Bases Legales

Norma COVENIN 2002:88a: Criterios y Acciones Mínimas para Proyectos de Edificaciones.

Los criterios y acciones mínimas para proyectos de edificaciones establecen los requisitos que se deben establecer, exceptuando las acciones correspondientes a sismo y viento. Se utilizaron los capítulos 3, 4 y 5; los cuales hacen referencia a los criterios generales tales como métodos y análisis y diseño, estados límites y acciones permanentes, variables, accidentales y extraordinarias (saavedraonline, 2016).

FONDONORMA 1753:2006: Proyecto y construcción de obras en concreto estructural.

En esta norma se establece los requisitos para el proyecto y la ejecución de edificaciones de concreto estructural que se proyecten o construyan en el territorio nacional. Aplica a todos los aspectos relativos al proyecto. Se utilizaron los capítulos 8, 9, 10, 15, 18. Estas normas señalan el estado límite de agotamiento resistente.

Ecuación Combinaciones de carga

$$1 \quad 1.4 CP + 1.4 CV$$

$$2 \quad 1.2 CP + 1.6 CV + 0.5 CVt$$

$$3 \quad 1.2 CP + 1.6 CVt + (\gamma CV \text{ o } 0.8 W)$$

$$4 \quad 1.2 CP \pm 1.6 W + \gamma CV + 0.5 CVt$$

$$5 \quad 0.9 CP \pm 1.6 W$$

$$6 \quad 1.2 CP + \gamma CV \pm S$$

$$7 \quad 0.9 CP \pm S$$

Donde.

CP. Carga permanente

CV. Carga Variable

CVt. Cargas variables en techos y cubiertas

W. Cargas debido a viento

S. Cargas accidentales debido al sismo. (FONDONORMA 1753:2006)

Norma COVENIN 1756:2001: Edificaciones Sismorresistentes.

Esta normativa establece los criterios de análisis y de diseño para edificaciones ubicadas en zonas donde puedan ocurrir movimientos sísmicos, las disposiciones de esta norma están orientadas al diseño de nuevas edificaciones de concreto armado, de acero o mixtas de acero-

concreto. Se utilizaron los capítulos 4 para determinar la zonificación sísmica, capítulo 5 y 6 para clasificar la edificación, capítulo 7, 8 y 9 para medir el espectro sísmico por el análisis elástico (sencamer, 2001).

2.4. Definición de términos básicos

Acciones accidentales. Estas acciones no se deben al funcionamiento normal de la edificación y cuya magnitud se presenta durante lapsos breves de tiempo. En esta categoría pertenecen: Las acciones sísmicas, efectos del viento, los efectos de explosiones, los incendios y otros fenómenos se presentan en casos extraordinarios

Acciones permanentes. Representan cargas gravitacionales debidas al peso de todos los componentes estructurales no estructurales, tales como muros, pisos, techos, tabiques, equipos de servicio unidos a la estructura cualquier otra carga de servicio fija

Acciones variables. Carga originada por el uso ocupación del edificio, excluidas las cargas permanentes, de viento o sismo.

Acero de refuerzo. El acero de refuerzo en las estructuras metálicas, se aplica a todo miembro o elemento que se designa así en los documentos del contrato y/o es necesario para la resistencia y la estabilidad de la estructura.

Carga de agotamiento. Carga que conduce al estado límite de agotamiento resistente.

Carga de servicio. Carga que probabilísticamente se espera que ocurra durante la vida útil de la edificación debida a su ocupación y uso habitual.

Cedencia. Es la primera tensión aplicada a un material para la cual ocurre un incremento en las deformaciones sin un aumento de las tensiones.

Concreto. Mezcla homogénea de cemento Portland o cualquier otro cemento hidráulico, agregados finos, gruesos agua, con o sin activos.

Concreto Armado. Es un material compuesto que resulta convencionalmente de la incorporación de barras o mallas de acero en la masa del concreto. En otras palabras, es un concreto que cuenta con armadura metálica interna.

Deriva. Diferencia de los desplazamientos laterales totales entre dos niveles o pisos consecutivos.

Desplazamiento de diseño. Es el desplazamiento total esperado para el sismo de diseño, según se estipula en la Norma Venezolana 1756.

Diafragma. Parte de la estructura, generalmente horizontal, con suficiente rigidez en su plano,

diseñada para transmitir las fuerzas a los elementos verticales del sistema resistente a sismos.

Diseño. En un miembro estructural, conocidas sus solicitaciones, es la determinación racional y económica de sus dimensiones, así como la distribución detallada adecuados de todos sus materiales componentes, satisfaciendo las normas.

Edificación. Construcción cuya función principal es alojar personas, animales o cosas.

Entrepiso. Espacio entre dos pisos consecutivos.

Son las fuerzas internas que se generan dentro de cuerpos sometidos a cargas.

Estribos. Elemento estructural formado por varilla o alambre, que sirven para unir el armado de varillas dentro de una estructura, su función es confinar el concreto que se cuele en el interior de este elemento y así evitar la expansión del mismo evitando una falla estructural.

Estado límite. La situación más allá de la cual una estructura, miembro o componente estructural queda inútil para su uso previsto, sea por su falla resistente, deformaciones y vibraciones excesivas, inestabilidad, deterioro, colapso o cualquier otra causa.

Espectro de diseño. Espectro que incorpora el factor de reducción de respuesta correspondiente al sistema resistente a sismos adoptado.

Estructura. Conjunto de miembros y elementos cuya función es resistir y transmitir las acciones al suelo a través de las fundaciones.

Factores de mayoración. Factores empleados para incrementar las solicitaciones a fin de diseñar en el estado límite de agotamiento resistente.

Fuerzas sísmicas. Fuerzas externas, capaces de reproducir los valores extremos de los desplazamientos y las solicitaciones internas causadas por la excitación sísmica actuando en el nivel de base.

Método de agotamiento resistente. Método de diseño estructural, también llamado “de rotura”, donde las resistencias de diseño son iguales o mayores que las solicitaciones mayoradas.

Nivel de diseño. Es un conjunto de prescripciones normativas, asociadas a un determinado factor de reducción de respuesta y uso de la edificación, que se aplica en el diseño de los miembros del sistema resistente a sismos.

Piso. Cada una de las plantas superpuestas que integran una edificación.

Recubrimiento. Es la menor distancia entre la superficie del acero embebido en el concreto y la superficie más externa de la sección de concreto, también llamado recubrimiento de protección.

Solicitaciones. Conjunto de fuerzas axiales, fuerzas cortantes, momentos flectores, momentos torsores y bimomentos que permiten el diseño de las secciones de los elementos y miembros estructurales.

Tensión. Fuerza por unidad de área; úsese preferentemente en lugar de esfuerzo.

Viga. Miembro estructural utilizado principalmente para resistir momento de flexión, momento de torsión y fuerza cortante.

Zona sísmica. Zona geográfica en la cual se admite que la máxima intensidad esperada de las acciones sísmicas, en un período de tiempo prefijado, es similar en todos sus puntos.

Cuadro 1. Cuadro Técnico-Methodológico

Objetivo Específico	VARIABLES	Definición	Dimensión	Indicadores	Instrumentos
Identificar la situación actual del edificio N°5 de la Universidad José Antonio Páez.	Identificar las características estructurales del Edificio N°5 de la Universidad José Antonio Páez	Hay que hacerle una inspección el edificio y observar toda la parte estructural	Vigas	Desorden de datos	Encuesta Estructurada
			Escaleras	Fallas de mantenimiento	
			Columnas	Fallas de proyectos	
			Losas	Desorden de planos	
			Paredes	Desorden de memoria	
			Techos	Fallas estructurales	
Estudiar los elementos estructurales que conforman el edificio N°5 de la Universidad José Antonio Páez, utilizando el software SAP2000.	Información recopilada sobre el Edificio N°5 de la Universidad José Antonio Páez	Toda esta inspección que se realizó con anterioridad se actualiza y se analiza de manera detallada	Planos Estructurales	Desorden de datos para mantenimientos o futuros proyectos	Encuesta Estructurada
			Planos Arquitectónicos	Desorden de datos para mantenimientos o futuros proyectos	

Objetivo Específico	VARIABLES	Definición	Dimensión	Indicadores	Instrumentos
Verificar el comportamiento de los elementos estructurales, mediante el chequeo con SAP2000 y la aplicación de la normativa.	Verificar el comportamiento estructural de cada elemento mediante el software SAP2000	Se determinan los parámetros de cálculo	Memoria de cálculo	Manejo de dimensiones reales para verificar si cumplen con las normas de cálculo.	SAP2000
Evaluar la factibilidad técnica del chequeo estructural del edificio N°5 de la Universidad José Antonio Páez.	Verificar que se cuenta con todos los recursos para realizar el proyecto	Se determinan los Factores condicionantes y se comprueba si todos ellos están disponibles	Factibilidad Técnica	Recursos humanos, materiales, institucionales y jurídicos	Flujograma de proceso global de transformación

Fuente: Sosa, Francisco (2022)

CAPÍTULO III

MARCO METODOLÓGICO

3.1 Tipo de investigación

Es un proyecto Factible, la UPEL (2010) define el proyecto factible “como un estudio que consiste en la investigación, elaboración y desarrollo de una propuesta de un modelo operativo viable para solucionar problemas, requerimientos o necesidades de organizaciones o grupos sociales” de esta manera realizar el chequeo estructural del edificio Nro. 5 de la Universidad José Antonio Páez para conocer sus dimensiones reales y proporcionar a la universidad todo el material digital.

3.2. Diseño de investigación

Es No experimental y de campo. Hernández, Fernández y Baptista (2014) indican que:

La investigación no experimental es la búsqueda empírica y sistemática en la que el científico no posee control directo de las variables independientes, debido a que sus manifestaciones ya han ocurrido o a que son inherentemente no manipulables. Se hacen inferencias sobre las relaciones entre las variables, sin intervención directa, de la variación concomitante de las variables independiente y dependiente.

De esta manera la investigación sostiene que no se realizarán pruebas experimentales para llevar a cabo el estudio.

Adicionalmente, Palella y Martins (2010) señalan que “La Investigación de campo “consiste en la recolección de datos directamente de la realidad donde ocurren los hechos, sin manipular o controlar las variables. Estudia los fenómenos sociales en su ambiente natural”. En la investigación no se manipularán las variables debido a que esto hace perder el ambiente de naturalidad en el cual se manifiesta.

3.3. Nivel de investigación

Es descriptiva, Según (Tamayo, 2006) “Comprende la descripción, registro, análisis e interpretación de la naturaleza actual, y la composición o proceso de los fenómenos. El enfoque se hace sobre conclusiones dominantes o sobre grupo de personas, grupo o cosas, se conduce o funciona en presente”. Al momento de realizar la investigación se comprende la descripción, registro, análisis y la interpretación de la naturaleza de los fenómenos estudiados para el chequeo de los elementos estructurales de la edificación para realizar las conclusiones.

3.4. Población y Muestra

3.4.1. Población

Para Hernández, Fernández y Baptista (2014), "una población es el conjunto de todos los casos que concuerdan con una serie de especificaciones" (p. 65). Es la totalidad del fenómeno a estudiar, donde las entidades de la población poseen una característica común la cual se estudia y da origen a los datos de la investigación. En el presente estudio estuvo conformada por el edificio Nro. 5 de la Universidad José Antonio Páez.

3.4.2. Muestra

Según el Arias (2012) define muestra como "un subconjunto representativo y finito que se extrae de la población accesible". ... Una muestra es un subconjunto de la población que está siendo estudiada. Representa la mayor población y se utiliza para sacar conclusiones de esa población. Para la presente investigación fue igual a la población, es decir, el edificio Nro. 5 de la Universidad José Antonio Páez.

3.5. Técnicas e Instrumentación de Recolección de Datos.

3.5.1 Técnicas.

Las técnicas de recolección de datos son las distintas formas o maneras de obtener la información. Rodríguez (2001) define técnica como "la parte del método que consiste en un procedimiento o conjunto de procedimientos, regulados y previstos de una determinada eficacia" (p. 124). Es así como, las técnicas, son las formas de recolectar la información dentro del estudio.

- Observación Documental: Jiménez y Carrera (2002) la señalan como observación Documental refiriéndose a la utilización de los documentos para obtener datos y/o para analizarlos como objeto de estudio, pudiéndose decir, que existen dos tipos de documentos, aquellos que muestran los datos y los que en sí mismos son vistos como hechos (p. 37). El análisis de manuales y detalles técnicos de los materiales permiten determinar cómo se ejecutará correctamente el modelo estructural del proyecto.
- Observación Participante: Huenupil (2018) se define como una investigación basa en una descripción profunda de los componentes de la situación gracias a la proximidad con lo esencial del campo. En conjunto se logran desarrollar inquietudes y estrategias a través de los diversos sucesos registrados. Como resultado de los chequeos manuales de los elementos estructurales se puede determinar si cumplen sus dimensiones con los chequeos mínimas por norma (p. 87).

3.5.2. Instrumentos de Recolección de Datos

Según Sabino (2010) un instrumento de recolección de datos:

Es en principio cualquier recurso de que pueda valerse el investigador para acercarse a los fenómenos y extraer de ellos información. De este modo el instrumento sintetiza en sí toda la labor previa de la investigación, resume los aportes del marco teórico al seleccionar datos que corresponden a los indicadores y, por lo tanto, a las variables o conceptos utilizados (p. 149,150).

De tal manera que para la aplicación de una técnica son precisos los instrumentos, es decir son necesarios soportes, recursos, dispositivos o formatos para registrar el almacenamiento de información que se recolecta con la técnica para lograr recuperarlos, procesarlos, analizarlos e interpretarlos. En tal sentido, para la Observación Documental se utilizarán:

- Registro de Datos: esto se realizara a través de programas de cálculo y bocetos a mano para el diseño del edificio 5.
- Archivos Electrónicos: están integrado por documentos y expedientes creados, recibidos, utilizados y conservados por medios electrónicos por una persona física o jurídica en el desarrollo de sus actividades, y que se mantienen accesibles por tales medios; entre los que se consideran incluidos las copias o reproducciones electrónicas de originales de otro tipo. Su utilización comprendió la utilización de normas COVENIN digitales archivadas en carpetas.

3.6. Descripción de la Metodología

Fase I. Identificación de la situación actual del edificio N°5 de la Universidad José Antonio Páez.

En esta fase se comprende todo lo relacionado al estado actual del edificio N°5 de la universidad José Antonio Páez, sus materiales de construcción, medidas y usos que tiene la edificación.

Fase II. Estudio de los elementos estructurales que conforman el edificio N°5 de la Universidad José Antonio Páez, utilizando el software SAP2000.

Se determinan los criterios necesarios para el levantamiento en 3D de la estructura apoyado en el software Sap2000.

Fase III. Verificación del comportamiento de los elementos estructurales, mediante el chequeo con SAP2000 y la aplicación de la normativa.

A partir del modelo estructural se identifican los elementos estructurales y se chequean la estructura mediante el software sap2000 y la realización de una memoria de cálculo.

Fase IV. Evaluación de la factibilidad técnica del chequeo estructural del edificio N°5 de la Universidad José Antonio Páez.

A continuación, se presenta el esquema del estudio de factibilidad técnica.

- **Tamaño del Proyecto**
 - Capacidad del Proyecto
 - Factores Condicionantes del Proyecto.
- **Proceso Global de Transformación.**
 - Descripción del Proceso Global de Transformación.
 - Flujograma del Proceso global de Transformación.

3.7. Análisis de Datos

El Análisis de Datos es una técnica de procesamiento de cualquier tipo de información acumulada en categorías codificadas de variables que permitan el análisis del problema motivo de la investigación (Hernández, Fernández, & Baptista, 2014).

CAPÍTULO IV

RESULTADOS

1.1.Fase I. Identificación de la situación actual del edificio N°5 de la Universidad José Antonio Páez.

La universidad José Antonio Páez ubicada en el estado Carabobo municipio san diego, institución universitaria que cuenta con 5 edificaciones que permiten desarrollar actividades académicas de diferentes carreras, una de estas edificaciones es el edificio 5 llamado laboratorio de ingeniería mecánica y civil, el edificio cuenta con dos niveles, aulas de clases para ingeniería mecánica, oficinas, laboratorios de materiales y ensayos, suelos y desarrollo de software, tienen más de 998 m² de área y 138 metros de perímetro, los elementos estructurales del edificio son de concreto armado, las aulas de clase y sus laboratorios se encuentran operativos para desarrollar sus actividades, no hay danos en nivel estructural y sus instalaciones sanitarias y mecánicas funcionan correctamente.



Figura 4. Universidad José Antonio Páez, edificio 5 Laboratorios de ingeniería civil y mecánica.

Fuente: Sosa, Francisco (2022)



Figura 5. Edificio 5 Laboratorios de ingeniería civil y mecánica

Fuente: Sosa, Francisco (2022)

1.2. Fase II. Estudio de los elementos estructurales que conforman el edificio N°5 de la Universidad José Antonio Páez, utilizando el software SAP2000.

Se tomaron en consideración algunos parámetros para el modelo estructural en 3D del edificio 5 con los planos estructurales proporcionados por planta física de la universidad, las dimensiones reales de la estructura y un amplio registro fotográfico apoyado en visitas de campo para detallar las zonas del edificio que no coinciden con los planos estructurales.



Figura 6. Edificio 5 Laboratorios de ingeniería civil y mecánica
Fuente: Sosa, Francisco (2022)

Las visitas de campo y el registro fotográfico permitieron recopilar la información necesaria para el levantamiento de los elementos estructurales de la superestructura, para el modelo de la infraestructura en cuanto a vigas de arriostramiento y fundaciones, se tomaron sus dimensiones iniciales directamente de los planos estructurales, la distribución de los laboratorios de ingeniería mecánica y civil se mantienen igual que los planos originales.

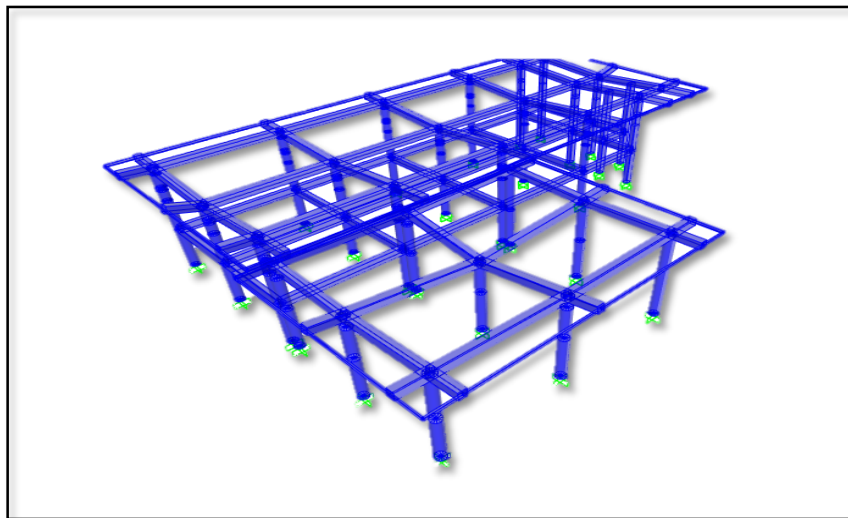


Figura 7. Edificio 5 Modelo estructural en SAP2000
 Fuente: Sosa, Francisco (2022)

4.3. Fase III. Verificación del comportamiento de los elementos estructurales, mediante el chequeo con SAP2000 y la aplicación de la normativa

- Dimensionado de Elementos Estructurales

Dimensionado de losas de Entrepiso y Techo

TABLA 9.6.1 ALTURA MÍNIMA DE VIGAS O ESPESOR MÍNIMO DE LOSAS, A MENOS QUE SE CALCULEN LAS FLECHAS

MIEMBROS	ALTURA O ESPESOR MÍNIMO, h			
	Miembros que no soportan ni están unidos a componentes no estructurales susceptibles de ser dañados por grandes flechas			
	Simplemente apoyado	Un extremo continuo	Ambos extremos continuos	Voladizo
Losas macizas	L/20	L/24	L/28	L/10
Vigas o Losas con nervios en una sola dirección	L/16	L/18.5	L/21	L/8

Figura 8. Altura mínima de vigas o espesor de losas.
 Fuente: (FONFONORMA, 2006)

Entrepiso

Utilizando la tabla 9.6.1 de la norma de estructuras en concreto armado 1753-2006 se verifica el dimensionamiento para el espesor de las losas con nervios en una sola dirección en entrepiso, en nuestro caso se consideró la condición de ambos extremos continuos donde el valor de cálculo es $L / 21$. En la planta del edificio tomamos la luz más desfavorable como 6,20 m (entre los ejes A, B, C, D y F de la planta del edificio) por lo que al realizar la operación tenemos $6,30 / 21 = 0,30$ m o 30 cm por lo que se estima que el espesor de la losa de entrepiso debe ser de 30 cm. Por lo tanto, queda dimensionada la losa con nervios en una sola dirección con altura de 35 cm para todos los entrepisos.

Techo

La losa de techo es de forma paraboloides según planos arquitectónicos, del tipo maciza en concreto armado. En la tabla anterior y siguiendo la misma condición de ambos extremos continuos para el caso de losas macizas el valor de cálculo es $L / 28$, $6,30 / 28 = 0,22$ m o 22 cm. La dimensión o espesor de la losa maciza de techo es de 22 cm.

Dimensionado de vigas

En función a la misma tabla anterior, ahora para vigas, con la condición de ambos extremos continuos $L / 21$ y con luz más desfavorable de 8,70 m (entre los ejes 1,2 y 3 de la planta del edificio) resulta $8,70 / 21 = 0,41$ m de altura mínima de la sección de viga. De acuerdo a los planos arquitectónicos las vigas de entrepiso y techo tienen dimensiones de sección (en cm) 35x80, 70x80 y 50x65 para las vigas del techo paraboloide, siendo evidentemente todas las alturas mayores a 45 cm calculado por la tabla de la norma.

Chequeo de la geometría de las secciones de viga

Los datos de geometría para chequeo de las secciones de vigas aparecen en el capítulo 18 de la norma 1753-2006 para nivel de diseño ND3.

.- Sección de viga (35 cm x 80 cm) Entrepiso

Base $b = 35$ cm y altura $h = 80$ cm.

$$b / h \geq 0,3$$

$$35 \text{ cm} / 80 \text{ cm} = 0,43$$

Cumple las dimensiones de la sección de viga dimensionada

$$b \geq 25 \text{ cm}, \quad b = 35 \text{ cm}$$

Cumple la base mínima

.- Sección de viga (70 cm x 80 cm) Entrepiso

Base $b = 70$ cm y altura $h = 80$ cm.

$$b / h \geq 0,3$$

$$70 \text{ cm} / 80 \text{ cm} = 0,87$$

Cumple las dimensiones de la sección de viga dimensionada

$$b \geq 25 \text{ cm}, \quad b = 70 \text{ cm}$$

Cumple la base mínima

.- Sección de viga (50 cm x 65 cm) Techo Paraboloide

Base $b = 50$ cm y altura $h = 65$ cm.

$$b / h \geq 0,3$$

$$50 \text{ cm} / 65 \text{ cm} = 0,76$$

Cumple las dimensiones de la sección de viga dimensionada

$$b \geq 25 \text{ cm}, \quad b = 50 \text{ cm}$$

Cumple la base mínima

En conclusión, todas las vigas de carga de planta de entrepiso y techo que aparecen en los

planos de arquitectura cumplen con el chequeo de sección de la norma 1753.

Dimensionado de Columnas

La sección de columnas se dimensiona considerando las cargas de entrepisos y techos y el área tributaria de cada columna. El plano de arquitectura dimensiona las columnas con sección circular de diámetro \varnothing 70 cm y con sección rectangular 40 x 55 cm, en planta baja y planta alta.

Chequeo de la geometría de las secciones de columnas

Los datos de geometría para chequeo de las secciones de columnas aparecen en el capítulo 18 de la norma 1753-2006 para nivel de diseño ND3.

- Columna sección circular, diámetro \varnothing 70 cm

$$\varnothing > 30 \text{ cm}$$

La columna cumple el diámetro mínimo

- Columna sección rectangular 40 x 55 cm

$$b = 40 \text{ cm} \quad h = 55 \text{ cm}$$

$$b \text{ y } h > 30 \text{ cm}$$

La columna cumple con la dimensión mínima de lados

$$0,4 \leq b/h \leq 2,5$$

$$b / h = 40 / 55 = 0,72$$

La columna cumple con esta condición de medidas

Dimensionamiento de losa maciza de Escalera

Para la losa maciza de escalera usamos igualmente la tabla de espesores mínimos de losas, teniendo en cuenta que para el caso de losas macizas y condición de ambos extremos continuos se toma $L / 28$. La luz de la escalera en los planos de planta es 3,00 m, lo que resulta un espesor mínimo de $3,00 / 28 = 0,10$ m para predimensionar con 15 cm la losa maciza.

4.3.1. Análisis de carga para techos, entrepisos y escaleras de la Edificación Educativa

Análisis de Carga para Losa de Techo Paraboloide

(Norma COVENIN 2002-88 Criterios y Acciones Mínimas para el proyecto de Edificaciones)

Carga Permanente (CP)

Losa nervada $e = 25$ cm

315 Kg/m²

Impermeabilización

4 Kg/m²

Friso de losa (2 cm de espesor)	38 Kg/m ²
Total, Carga Permanente (CP)	357 Kg/m²
Carga Variable (CV)	
Uso de techo para Edificación Educacional	100 Kg/m ²
Total Carga Variable (CV)	100 Kg/m²

4.3.2. Análisis de Carga para Losa de Entrepiso

(Norma COVENIN 2002-88 Criterios y Acciones Mínimas para el proyecto de Edificaciones)

Carga Permanente (CP)

Losa nervada e = 35 cm	415 Kg/m ²
Tabiquería de bloques de arcilla e = 15 cm	230 Kg/m ²
Piso (granito)	100 Kg/m ²
Friso de losa (2 cm de espesor)	38 Kg/m ²
Total Carga Permanente (CP)	783 Kg/m²

Carga Variable (CV)

Uso de entrepiso para Edificación Educacional	500 Kg/m ²
Total Carga Variable (CV)	500 Kg/m²

4.3.3. Análisis de Carga para Escalera

(Norma COVENIN 2002-88 Criterios y Acciones Mínimas para el proyecto de Edificaciones)

Carga Permanente (CP)

Losa maciza e = 15 cm	375 Kg/m ²
Escalones	200 Kg/m ²
Piso (granito)	100 Kg/m ²
Total Carga Permanente (CP)	675 Kg/m²

Carga Variable (CV)

Uso de escalera para Edificación Educacional	500 Kg/m ²
Total Carga Variable (CV)	500 Kg/m²

A continuación, se realizó el cálculo estructural realizado al edificio educacional.

4.3.4. Diseño de una Losa Nervada de Entrepiso de la Edificación utilizando el Software de Cálculo SAP 2000

Es importante mencionar, que para diseñar las losas de entrepiso se tomó la más desfavorable atendiendo a criterios de separación de apoyos y número de tramos, para ser modelada en el software. Para las demás losas de entrepiso y techo se procedió de manera similar.

Los pasos a seguir son los siguientes:

1.- Inicialización del modelo estructural (nuevo modelo), en este caso se escogió el modelo Beam (viga continua).

2.- Una vez creado el modelo estructural se procedió a cargar los datos de definición de la grid o rejilla que le asigna coordenadas X (eje horizontal) a cada punto de la estructura, creando así de esta manera el modelo estructural de la losa.

3.- Igualmente, se coloca la definición de materiales y secciones de los elementos estructurales para lo cual se tomó concreto $f'c = 250 \text{ Kg/cm}^2$ y acero de refuerzo $Fy = 4200 \text{ Kg/cm}^2$ y la sección de nervio (base 10 cm, altura 35 cm y ala de 50 cm). Por lo tanto, se le dio cumplimiento a lo especificado en la norma 1753-2006 Proyecto y Construcción de Obras en Concreto Estructural, capítulo 5 aparte 5.2.1 que indica que el concreto a utilizar en los miembros resistentes a sismos no debe tener resistencia a la compresión menor a 210 Kg/cm^2 . Igualmente, la resistencia Fy del acero de refuerzo es la correcta según esta misma norma.

4.- Seguidamente, se definieron los tipos de carga que actuarán sobre el modelo estructural, para este caso se tomó la carga permanente (CP) y carga variable (CV) creando la combinación $1,2 \text{ CP} + 1,6 \text{ CV}$ según la norma COVENIN 1753-2006.

5.- Definición de sección del elemento Losa para losa nervada de altura 30 cm.

6.- Asignación de cargas al modelo estructural

En la figura 19 se observa la carga permanente (CP) asignada al programa, deducida de la siguiente manera: el análisis de carga según norma 2002-88 Criterio y Acciones Mínimas para Edificaciones da como resultado 783 Kg/m^2 . En el caso de las losas nervadas, los nervios están separados cada 50 cm por lo que la carga de 783 Kg/m^2 debe multiplicarse por 0,50 m dando en definitiva $391,50 \text{ Kg/m}^2$. Para la carga variable el procedimiento es similar. En la figura 20 se asigna al modelo estructural el elemento losa.

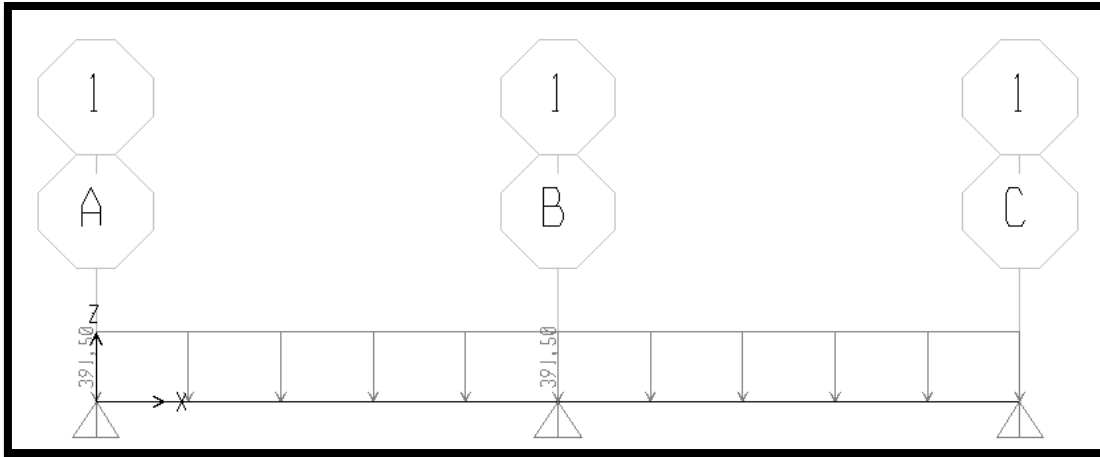


Figura 9. Asignación de Cargas a la Losa. Elaborado con el Software de Calculo SAP 2000.
Fuente: Sosa, Francisco (2022).

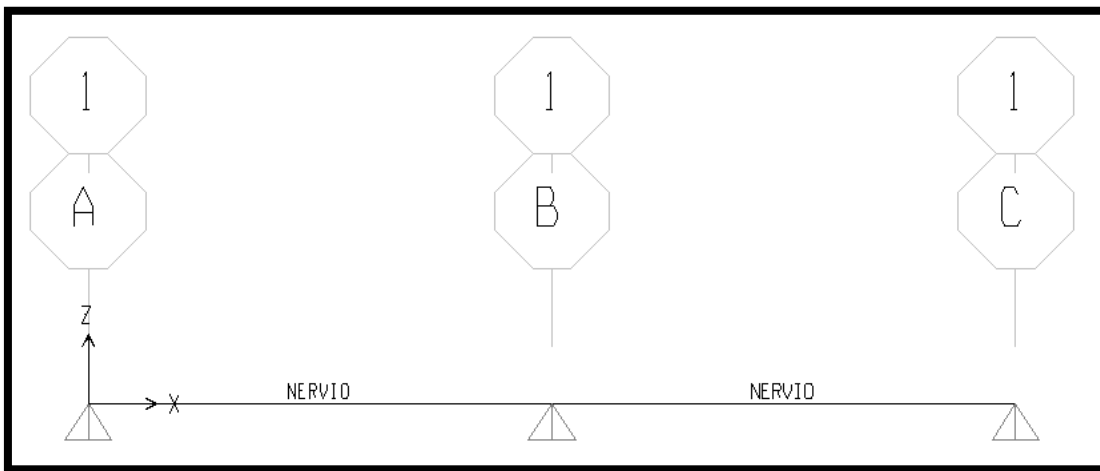


Figura 10. Asignación al Modelo Estructural del Nervio T. Elaborado con el Software de Calculo SAP 2000.
Fuente: Sosa, Francisco (2022).

8.- A continuación, se realiza el análisis estructural (corrida del modelo) a través del software, utilizando para este caso un análisis plano.

9.- Los resultados del análisis estructural los muestra el software con la deformada del modelo y se presentan los diagramas de esfuerzos sobre la losa (Corte V y Momento M). (Figura 21 y 22).

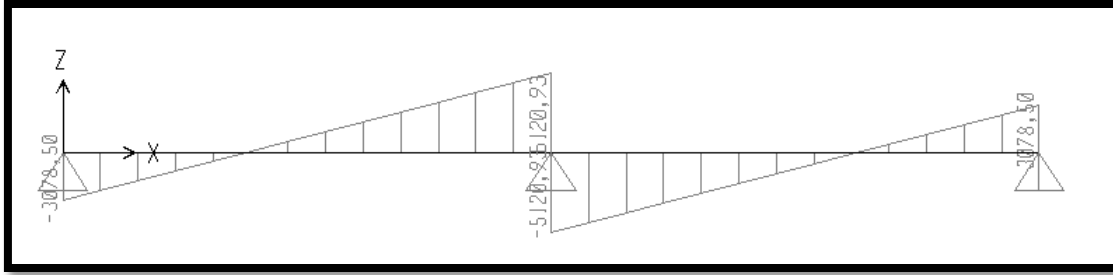


Figura 11. Diagrama de Esfuerzos Cortantes V en Kg para la losa de entrepiso. Elaborado con el Software de Calculo SAP 2000.

Fuente: Sosa, Francisco (2022).

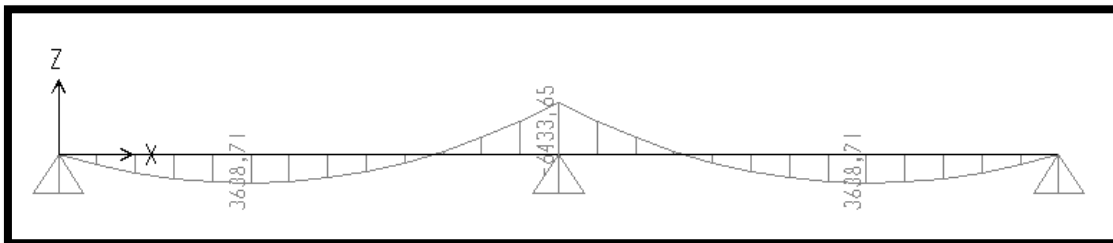


Figura 12. Diagrama de Momentos M en Kgm para la losa de entrepiso LE-1. Elaborado con el Software de Calculo SAP 2000.

Fuente: Sosa, Francisco (2022).

10.- Seguidamente, se diseña en concreto armado el modelo estructural escogido para la losa nervada (figura 19) de acuerdo a todos los parámetros definidos anteriormente. Y presenta el resultado como el área de acero de refuerzo requerido en cm² como mínimo en cada sección.

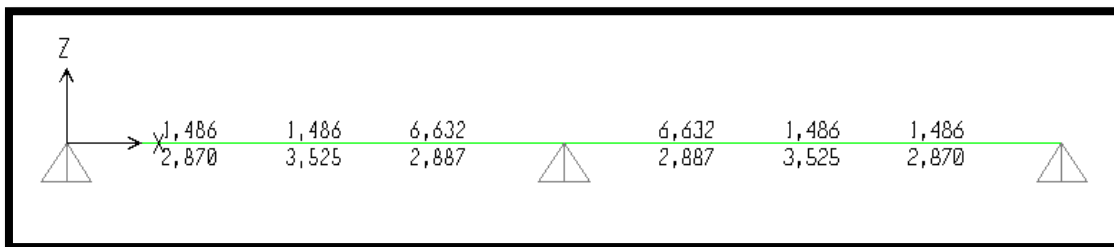


Figura 13. As en cm² por nervio de losa de entrepiso. Elaborado con el Software de Calculo SAP 2000.

Fuente: Sosa, Francisco (2022).

As Superior = Ø 5/8"

As Inferior = Ø 5/8"

(Ver detalles del armado de la losa de entrepiso en los planos estructurales del proyecto)

El resultado obtenido del software para la losa de techo se ve reflejado en la figura 20.

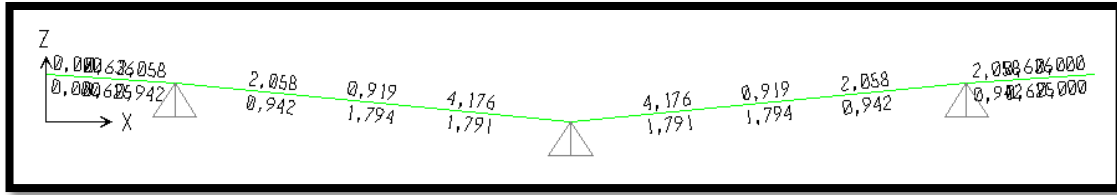


Figura 14. As en cm^2 por nervio de losa de techo. Elaborado con el Software de Cálculo SAP 2000.

Fuente: Sosa, Francisco (2022).

As Superior = \varnothing 5/8"

As Inferior = \varnothing 5/8"

(Ver detalles del armado de la losa de techo en los planos estructurales del proyecto)

4.3.5. Cálculo y Diseño Estructural del Edificio Educativo con el uso del Software de Cálculo SAP 2000

Para diseñar la edificación en concreto armado los pasos a seguir son los siguientes:

Creación Del Modelo Estructural

Inicialización del modelo estructural (nuevo modelo), en este caso se escogió el modelo 3D Frame (estructura con elementos vigas, columnas en 3D).

Definición De La Grid

Una vez creado el modelo estructural se procede a cargar los datos de definición de la grid o rejilla que le asigna coordenadas X, Y, Z (ejes horizontales y verticales) a cada punto de la estructura, creando de esta manera el modelo estructural de la edificación. Ver Figura 21.

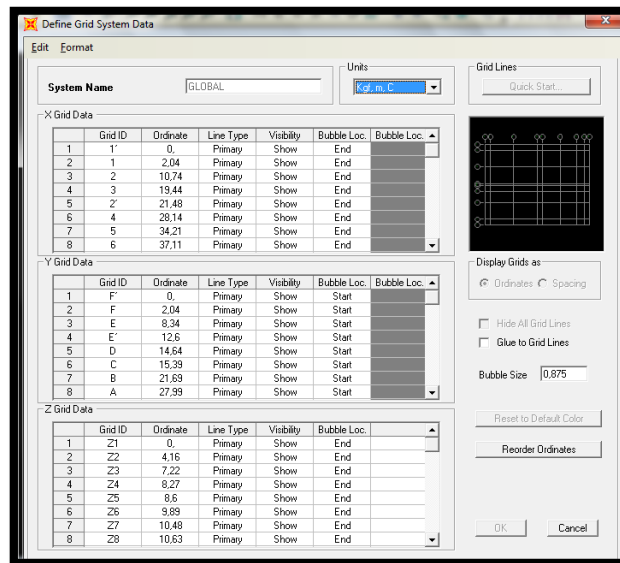


Figura 15. Definición de la Grid

Fuente: Sosa, Francisco (2022).

Definición de materiales y secciones de elementos estructurales

Se asigna la definición de materiales y secciones de los elementos estructurales para lo cual se tomó concreto $f'c = 250 \text{ Kg/cm}^2$ y acero de refuerzo $Fy = 4200 \text{ Kg/cm}^2$ y la sección de vigas y columnas. Para las vigas en sentido X se tomó sección de 35x80 (cm) en entrepisos y en techo 50x65 (cm). Para las vigas en sentido Y la sección es 35x80 (cm) en entrepiso y en techo 50x65. La sección de columna circular es de diámetro $\varnothing 70 \text{ cm}$ y de sección rectangular 40x55 cm. Las dimensiones de las secciones de vigas se verificaron utilizando la tabla 9.6.1 de la norma COVENIN 1753-2006.

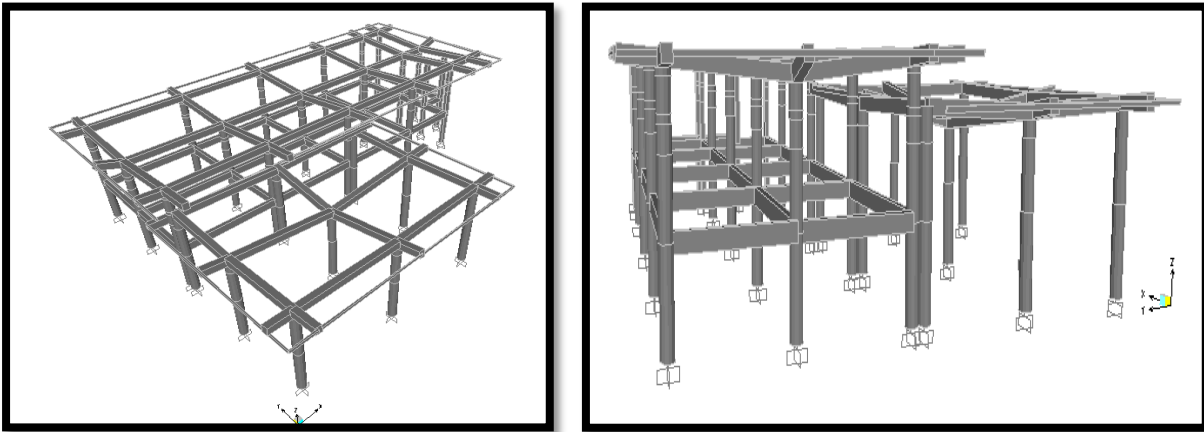


Figura 16. Vistas del modelo estructural del edificio. Elaborado con el Software de Calculo SAP 2000.

Fuente: Sosa, Francisco (2022).

Definición de la función espectro de diseño (análisis sísmico)

Se realizó la definición de la función espectro de respuesta (análisis sísmico), que consiste en crear el espectro sísmico propio de la edificación de acuerdo a los parámetros establecidos en la norma COVENIN 1756-2001 Edificaciones Sismorresistentes. El proyecto se basa en un Edificio Residencial en concreto reforzado ubicado en la ciudad de Valencia Municipio San Diego estado Carabobo por lo que posee las siguientes especificaciones.

ZONIFICACION SISMICA: 5 --- $\rightarrow A_o = 0.30$

Definición de la función espectro de diseño (análisis sísmico)

Se realizó la definición de la función espectro de respuesta (análisis sísmico), que consiste en crear el espectro sísmico propio de la edificación de acuerdo a los parámetros establecidos en la norma COVENIN 1756-2001 Edificaciones Sismorresistentes. El proyecto se basa en un Edificio Residencial en concreto reforzado ubicado en la ciudad de Valencia Municipio San Diego

estado Carabobo por lo que posee las siguientes especificaciones ..

Zonificación Sísmica: 5 ---→ $A_0 = 0.30$

ESTADO	
BARINAS	Zona 4: Municipios: Alberto Arvelo Torrealba, Municipio Cruz Paredes, Bolívar, y Áreas al Noroeste de los Municipios Ezequiel Zamora, Antonio José de Sucre, Peraza, Barinas y Obispos, limitadas por una línea paralela a la carretera Santa Bárbara-Boconoito, unos 10 km. al sureste de ésta.
	Zona 3: Resto del Estado, excluidas las áreas en Zona 4 y el Municipio Arismendi.
	Zona 2: Municipio Arismendi.
BOLÍVAR	Zona 3: Municipios: Caroní, Padre Pedro Chien, y Área del Municipio Piar al Norte del paralelo 8° N.
	Zona 2: Municipio Heres, Áreas de los Municipios Cedeño, Sucre, Raúl Leoni, Sifontes, Roscio y El Callao, ubicadas al Norte del paralelo 7° N, y Área del Municipio Piar al Norte de paralelo 7° N y al Sur del paralelo 8° N.
	Zona 1: Municipio Gran Sabana, y Áreas de los Municipios Cedeño, Sucre, Raúl Leoni, Sifontes, José Tadeo Monagas, Piar y El Callao ubicadas al Sur del paralelo 7° N.
	Zona 0: Resto del Estado
CARABOBO	Zona 5: Municipios: Guacara, San Diego, Naguanagua, Montalbán, Miranda, Los Guayos, Juan José Mora, Puerto Cabello, Bejuma, San Joaquín, Diego Ibarra, Lago de Valencia, y Áreas de los Municipios Valencia y Libertador al Norte del paralelo 10° N.
	Zona 4: Municipio Carlos Arvelo, y Áreas de los Municipios, Valencia y Libertador al Sur del paralelo 10° N.

Figura 17. Zonificación Sísmica de Venezuela

Fuente: COVENIN 1756.2001

TABLA 4.1

VALORES DE A_0

ZONAS SÍSMICAS	PELIGRO SÍSMICO	A_0
7	Elevado	0.40
6		0.35
5		0.30
4	Intermedio	0.25
3		0.20
2	Bajo	0.15
1		0.10
0		--

Figura 18. Valor de A_0

Fuente: COVENIN 1756.2001

Forma espectral para terreno de fundación: S3 ---→ = 0.75

TABLA 5.1 FORMA ESPECTRAL Y FACTOR DE CORRECCIÓN ϕ

Material	Vsp (m/s)	H (m)	Zonas Sísmicas 1 a 4		Zonas Sísmicas 5 a 7	
			Forma Espectral	ϕ	Forma Espectral	ϕ
Roca sana/fracturada	>500	-	S1	0.85	S1	1.00
Roca blanda o meteorizada y suelos muy duros o muy densos	>400	<30	S1	0.85	S1	1.00
		30-50	S2	0.80	S2	0.90
		>50	S3	0.70	S2	0.90
Suelos duros o densos	250-400	<15	S1	0.80	S1	1.00
		15-50	S2	0.80	S2	0.90
		>50	S3	0.75	S2	0.90
Suelos firmes/medio densos	170-250	≤ 50	S3	0.70	S2	0.95
		>50	S3 ^(a)	0.70	S3	0.75
Suelos blandos/sueltos	<170	≤ 15	S3	0.70	S2	0.90
		>15	S3 ^(a)	0.70	S3	0.80
Suelos blandos o sueltos ^(b) intercalados con suelos más rígidos	-	H ₁	S3 ^(c)	0.65	S2	0.70

Figura 19. Valor del Factor de Corrección
Fuente: COVENIN 1756.2001

Clasificación de la edificación según el uso: A---→ $\alpha = 1.30$

GRUPO A

Edificaciones que albergan instalaciones esenciales, de funcionamiento vital en condiciones de emergencia o cuya falla pueda dar lugar a cuantiosas pérdidas humanas o económicas, tales como, aunque no limitadas a:

- Hospitales: Tipo IV, Tipo III y Tipo II, definidos en la tabla C- 6.1
- Edificios gubernamentales o municipales de importancia, monumentos y templos de valor excepcional.
- Edificios que contienen objetos de valor excepcional, como ciertos museos y bibliotecas.
- Estaciones de bomberos, de policía o cuarteles.
- Centrales eléctricas, subestaciones de alto voltaje y de telecomunicaciones. Plantas de bombeo.
- Depósitos de materias tóxicas o explosivas y centros que utilicen materiales radioactivos.
- Torres de control; hangares; centros de tráfico aéreo.
- Edificaciones educacionales.
- Edificaciones que puedan poner en peligro alguna de las de este Grupo.

Figura 20. Vistas de los modelos estructurales del edificio
Fuente: COVENIN 1756.2001

TABLA 6.1
FACTOR DE IMPORTANCIA

GRUPO	α
A	1.30
B1	1.15
B2	1.00

Figura 21. Factor de importancia
Fuente: COVENIN 1756.2001

NIVEL DE DISEÑO 3

Requiere la aplicación de todos los requisitos adicionales para el diseño en zonas sísmicas establecidos en las Normas COVENIN-MINDUR.

Figura 22. Nivel de diseño
Fuente: COVENIN 1756.2001

TABLA 6.2
NIVELES DE DISEÑO ND

GRUPO	ZONA SÍSMICA		
	1 y 2	3 y 4	5,6 y 7
A; B1	ND2 ND3	ND3	ND3
B2	ND1 (*) ND2 ND3	ND2 (*) ND3	ND3 ND2 (**)

Figura 23. Niveles de Diseño ND
Fuente: COVENIN 1756.2001

6.3.1 TIPOS DE SISTEMAS ESTRUCTURALES RESISTENTES A SISMOS

TIPO I: Estructuras capaces de resistir la totalidad de las acciones sísmicas mediante sus vigas y columnas, tales como los sistemas estructurales constituidos por pórticos. Los ejes de columnas deben mantenerse continuos hasta su fundación.

Figura 24. Tipo de Sistema Estructural: Tipo I
Fuente: COVENIN 1756.2001

FACTORES DE REDUCCIÓN R					
NIVEL DE DISEÑO	ESTRUCTURAS DE CONCRETO ARMADO				
	TIPO DE ESTRUCTURA (SECCIÓN 6.3.1)				
	I	II	III	IIIa	IV
ND3	6.0	5.0	4.5	5.0	2.0
ND2	4.0	3.5	3.0	3.5	1.5
ND1	2.0	1.75	1.5	2.0	1.25

Figura 25. Factor de Reducción de Respuesta: $R = 6$
Fuente: COVENIN 1756.2001

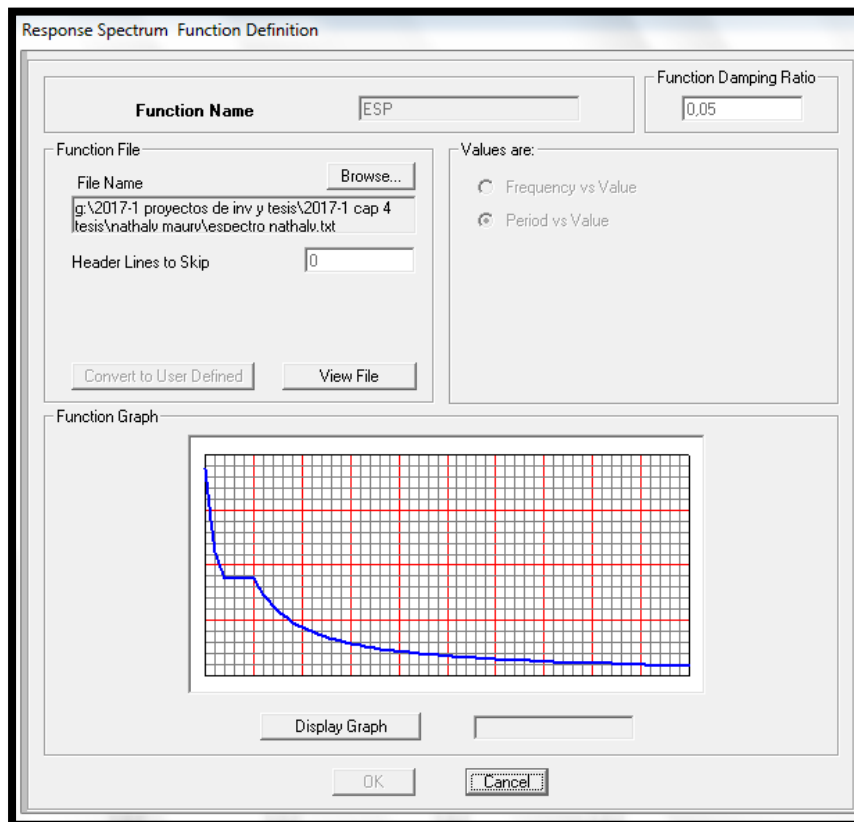


Figura 26. Definición del espectro de la Función
Fuente: COVENIN 1756.2001

La norma COVENIN 1756-2001 establece los criterios mínimos de análisis y diseño para edificaciones bajo acción de las cargas sísmicas. En esta se clasifican los métodos de análisis que consideran los efectos de traslación y rotación.

El edificio cuenta de ocho plantas por lo que según la tabla 9.1 de la norma 1756-2001 le corresponde un Análisis Estático.

TABLA 9.1
SELECCIÓN DEL MÉTODO DE ANÁLISIS PARA EDIFICIOS DE ESTRUCTURA REGULAR

ALTURA DE LA EDIFICACIÓN	REQUERIMIENTO MÍNIMO
No excede 10 pisos ni 30 metros	ANÁLISIS ESTÁTICO (Sección 9.1.1)
Excede 10 pisos ó 30 metros	ANÁLISIS DINÁMICO PLANO (Sección 9.1.2)

Figura 27. Selección del Método de Análisis para edificios de estructura regular
Fuente: COVENIN 1756.2001

TABLA 7.1
VALORES DE T^+ , β y p

FORMA ESPECTRAL	T^+ (seg)	β	p
S1	0.4	2.4	1.0
S2	0.7	2.6	1.0
S3	1.0	2.8	1.0
S4	1.3	3.0	0.8

Figura 28. Valores de T , β y p
Fuente: COVENIN 1756.2001

TABLA 7.2
VALORES DE T^+ ⁽¹⁾

CASO	T^+ (seg)
$R < 5$	0.1 (R-1)
$R \geq 5$	0.4

⁽¹⁾ $T_0 \leq T^+$

Figura 29. Valores de T^+
Fuente: COVENIN 1756.2001

Definición de tipos de carga aplicadas al modelo estructural

Se definen los tipos de carga que actuarán sobre el modelo estructural, para este caso se tomó la carga permanente (CP), carga variable (CV) y cargas sísmicas (S). Creando las combinaciones según la norma COVENIN 1753-2006. (Figura 40).

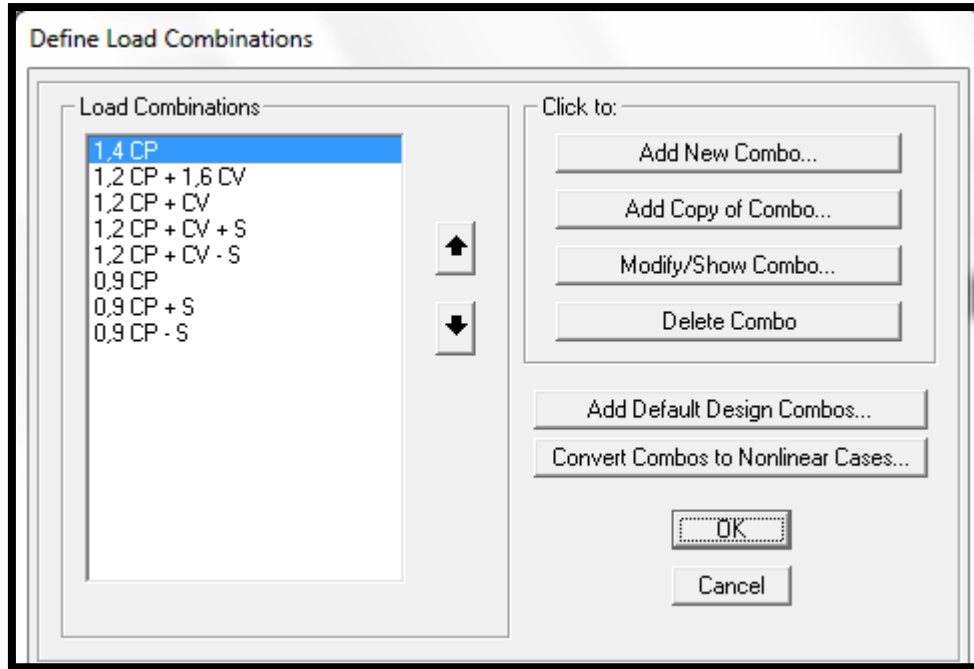


Figura 30. Definición de Combinaciones de Cargas. Elaborado con el Software de Cálculo SAP 2000.

Fuente: COVENIN 1753-2006

7.- Asimismo, se realizó la asignación de cargas al modelo estructural, Cargas permanentes (CP), cargas variables (CV), sismo (S) en dirección X y Y.

En el cuadro siguiente se muestran las cargas asignadas a cada viga de entrepiso y techo que son las reacciones de las losas sobre las vigas de acuerdo a su ancho tributario. Por ejemplo, para la viga A de entrepiso se tiene que la carga permanente (CP) es de 783 Kg/m^2 (determinada en el análisis de carga) y el ancho tributario para la viga A es de 3,15 m por lo que realizando la operación sería $783 \text{ Kg/m}^2 \times 3,15 \text{ m} = 2466,45 \text{ Kg/m}$. Los demás valores se calculan de igual manera multiplicando las cargas por los anchos tributarios de cada viga en entrepiso y techo.

Tabla 1. Anchos Tributarios En Vigas De Entrepiso

ELEMENTO	ANCHO TRIBUTARIO (m)
VIGA A	3,15

ELEMENTO	ANCHO TRIBUTARIO (m)
VIGA B	6,30
VIGA C	3,15

Fuente: COVENIN 1753-2006

Tabla 2. Anchos Tributarios En Vigas De Techo

ELEMENTO	ANCHO TRIBUTARIO (m)
VIGA A	5,40
VIGA B	6,30
VIGA C	5,40
VIGA D	3,15
VIGA E	6,30
VIGA F	5,40

Fuente: COVENIN 1753-2006

Tabla 3. Cargas Repartidas Sobre Vigas

ELEMENTO	ENTREPISO	
	CP (Kg/m)	CV (Kg/m)
VIGA A	2.466,45	1.575,00
VIGA B	4.932,90	3.150,00
VIGA C	2.466,45	1.575,00
ELEMENTO	TECHO	
	CP (Kg/m)	CV (Kg/m)
VIGA A	1.927,80	540,00
VIGA B	2.249,10	630,00
VIGA C	1.927,80	540,00
VIGA D	1.124,55	315,00
VIGA E	2.249,10	630,00
VIGA F	1.927,80	540,00

Fuente: COVENIN 1753-2006

4.3.6. Análisis estructural (corrida del modelo estructural)

A continuación, se realizó el análisis estructural (corrida del modelo) a través del software, utilizando para este caso un análisis espacial (space frame). La norma 1756-2001 en su capítulo 9 establece y clasifica los métodos de análisis de acuerdo a las características de la estructura a diseñar donde menciona que cada edificación deberá ser analizada tomando en consideración los efectos traslacionales y torsionales. En este caso el software hace un análisis dinámico donde los efectos traslacionales y torsionales se determinan con el método de superposición modal con tres grados de libertad por nivel.

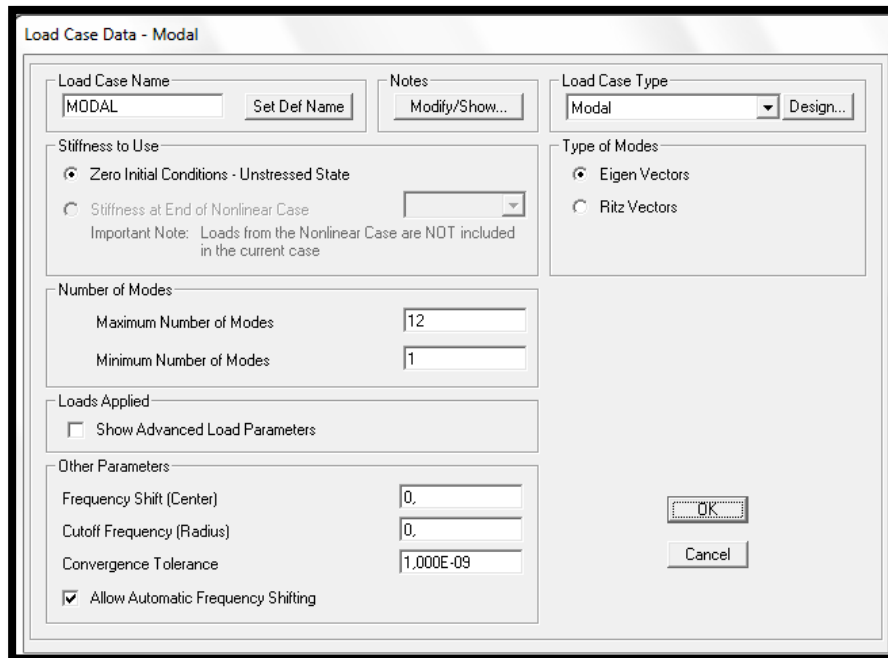


Figura 31. Análisis Modal. Elaborado con el Software de Calculo SAP 2000
Fuente: Sosa, Francisco (2022).

Esta imagen de la figura 41 muestra que el software hará el análisis modal considerando 12 modos de vibración (mínimo) de la estructura (3 por nivel).

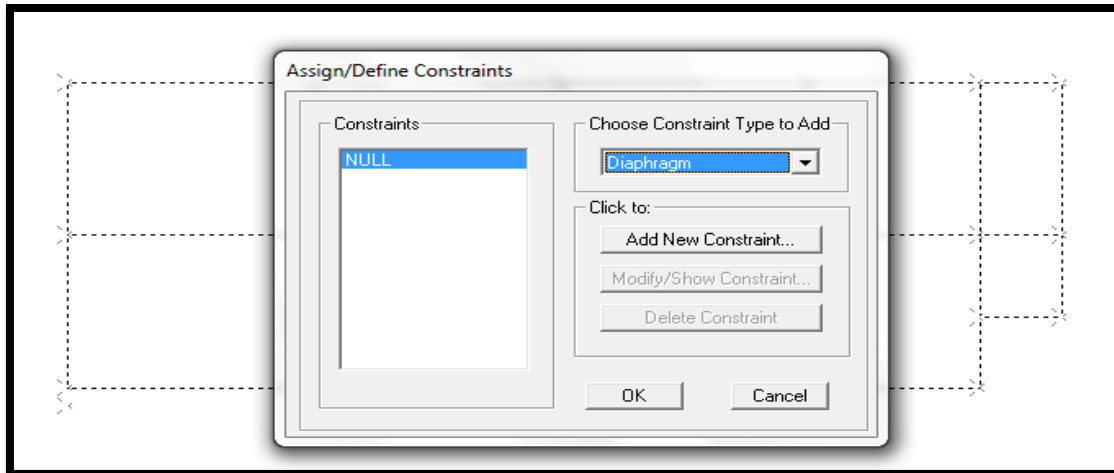


Figura 32. Diafragma rígido en niveles del edificio. Elaborado con el Software de Cálculo SAP 2000.

Fuente: Sosa, Francisco (2022).

La figura 42 mostrada anteriormente muestra que el software tomó cada nivel de entrepiso y techo como diafragma rígido indeformable tal como lo indica la norma 1756-2001 para análisis estructural en el punto 8.3.3. y que permite que el software analice la estructura considerando la rigidez de las vigas, columnas y el entrepiso.

8.- Del mismo modo, el software diseñó en concreto armado el modelo estructural escogido para el edificio de acuerdo a todos los parámetros definidos anteriormente. Y presenta el resultado como el área de acero de refuerzo requerido como mínimo en cm² en cada sección de viga y columna de cada pórtico en los ejes globales del modelo estructural X y Y.

Diseño de Viga de Carga sección 35x80 Eje B Viga más desfavorable (Entrepiso)

30,457	9,287	42,611	37,168	8,906	38,282	37,644	8,906	35,492	25,625	7,903	15,374
14,261	25,508	19,320	17,105	23,809	17,565	17,302	24,506	16,406	12,141	11,100	8,906

Figura 33. Acero de refuerzo (cm²) superior e inferior en viga. Elaborado con el Software de Cálculo SAP 2000.

Fuente: Sosa, Francisco (2022).

Cabe destacar, que la sección de viga dimensionada anteriormente 35x80 cm utilizada en los pórticos de carga, cumple con el diseño y tiene área de acero de refuerzo en su nodo más crítico de 42,611 cm² que se cubre utilizando cuatro barras de Ø 1" (8 Ø 1") para el acero superior y cinco barras de Ø 5/8" (5 Ø 5/8") para el acero inferior.

Chequeo de la Cuantía de Acero

En este paso se chequeó la cuantía de acero para la sección de viga en estudio, que según el Nivel de Diseño 3 (ND3) que establece en la norma COVENIN 1753-2006 en el capítulo 18 debe ser de:

$$14/F_y \leq A_s/bd \leq 0,025$$

Donde A_s/bd es la cuantía de acero que debe respetarse en todas las secciones de la viga en el acero superior e inferior.

Calculando la cuantía presente en la viga en estudio (sección 35x65), el acero mínimo que debe tener la sección es:

$$14/F_y = 14 / 4200 = 0,0033$$

$$A_s = b \times d \times 0,0033$$

Donde:

A_s = área de acero mínima en la sección en cm^2

b = base de la viga en cm

d = altura útil de la viga en cm ($h - r'$)

h = altura total de la viga

r' = recubrimiento de concreto (por norma COVENIN 1753-2006 es 4 cm como mínimo)

$$d = 80 - 4 = 76 \text{ cm}$$

$$A_s = 35 \times 76 \times 0,0033$$

$A_s = 8,77 \text{ cm}^2$ (área mínima de acero en cada sección de viga, acero superior e inferior).

Por lo tanto, el área de acero calculado por el software es correcto. En definitiva, la sección de viga debe tener un acero de refuerzo superior de cuatro barras de 1" ($4 \text{ } \emptyset 1''$) y cinco barras de 5/8" ($5 \text{ } \emptyset 5/8''$) para acero inferior.

Chequeo de Número de Barras en la Sección Transversal de miembros a Flexión

Tabla 4. Tabla de cabillas en sección transversal.

Design. N°.	Anchura, b, en cm												
	Nervios			Vigas									
	10	12	15	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70
3	2	2	3										
4	2	2	3	4	5	7	8	9	11	12	13	15	16
5	1	2	2	4	5	6	7	8	10	11	12	13	15
6	1	2	2	3	4	6	7	8	9	10	11	12	14
7				3	4	5	6	7	8	10	11	12	13
8				3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
11				2	3	3	4	5	6	6	7	8	8

Fuente: Manual de Sidetur

Según la tabla del manual de Sidetur p. 16 indica que para base = 35 cm caben 5 Ø de 5/8” y 4 Ø de 1” por lo tanto cumple. (Tabla 4).

Calculo de los Ganchos de Anclaje para el Acero Longitudinal

El cálculo se realizó siguiendo los lineamientos de la tabla del manual de Sidetur (Tabla 5) basado en la norma 1753-2006 para nivel de diseño 3 ND3 que indica que para una barra número 8 (1”) para un gancho a 90° la longitud recta debe ser 30,5 cm y la curvatura o dobléz 15,24 cm dando un total de 42,46 cm como mínimo que se redondea en 43 cm de gancho.

Tabla 5. Tabla de cabillas en sección transversal

Acero de refuerzo longitudinal			
Ángulo de dobléz	Gancho estándar		Doblado de cabillas
	90°	180°	Diámetro mínimo del mandril
Designación N°	Longitud extensión recta, L, en cm		D, en cm
3	11,5	6,50	5,72
4	15,5	6,50	7,62
5	19,5	6,50	9,53
6	23,0	7,65	11,43
7	27,0	9,00	13,33
8	30,5	10,5	15,24
11	43,0	14,5	28,65

Fuente: Manual de Sidetur

Definición de zona confinada (ZC) en vigas:

$ZC = 2h$ h = altura de la sección de viga

$ZC = 2 \times 80 \text{ cm} = 160 \text{ cm} = 1,60 \text{ m}$ medidos desde la cara de la columna hacia el vano de la viga.

ZNC = zona no confinada, es el resto de la viga, ubicado hacia el centro del vano.

Separación de Estribos en la Viga

Estribos Ø 3/8"

Según la norma 1753-2006 para ND3 la separación de estribos viene dada por las siguientes expresiones:

En Zonas Confinadas:

- a.- $d/4$
- b.- $8\phi_b$ (menor barra longitudinal)
- c.- $24\phi_b$ (barra del estribo)
- d.- 30 cm

En Zonas No Confinadas:

- a.- $d/2$
- b.- 60 cm

Cálculo para la Viga en Estudio Sección 35x80 cm ($d = 76$ cm)

- a.- $d/4 = 76 \text{ cm} / 4 = 19,0 \text{ cm}$
- b.- $8\phi_b = 8 \times 2,54 \text{ cm} \times 7/8'' = 17,78 \text{ cm}$
- c.- $24\phi_b = 24 \times 2,54 \text{ cm} \times 3/8'' = 22,86 \text{ cm}$
- d.- 30 cm

La menor longitud es 17,78 cm por lo que se asume que la separación de estribos es 10 cm en zonas confinadas. Para zonas no confinadas el cálculo es:

- a.- $d/2 = 76 \text{ cm} / 2 = 38,0 \text{ cm}$
- b.- 60 cm

La menor longitud es 38,0 cm por lo tanto se asume separación de estribos a 20 cm en zonas no confinadas.

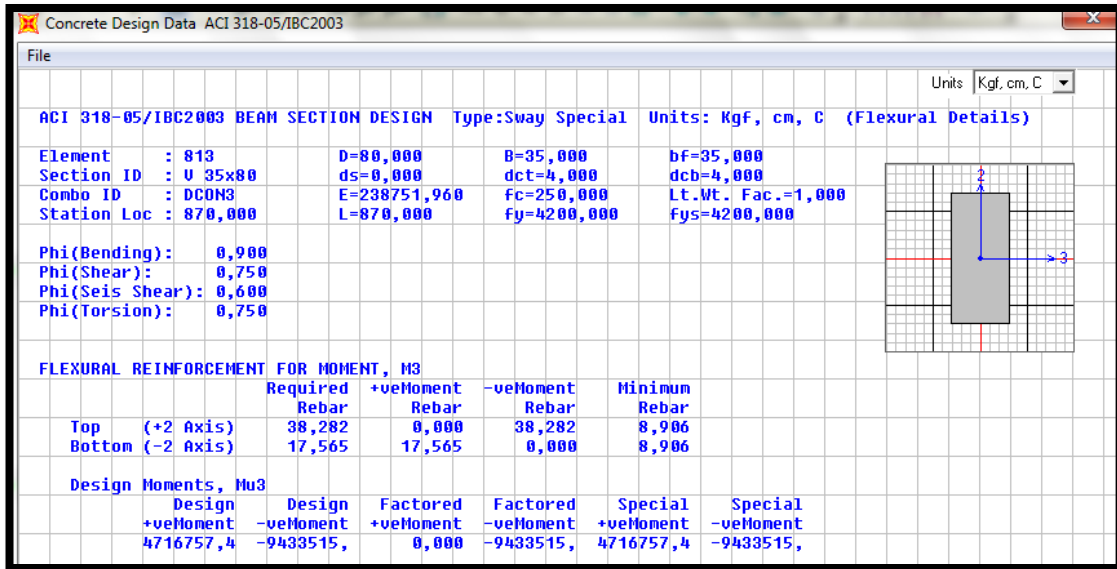


Figura 34. Detalle del diseño por flexión de la viga de carga
Fuente: Sosa, Francisco (2022).

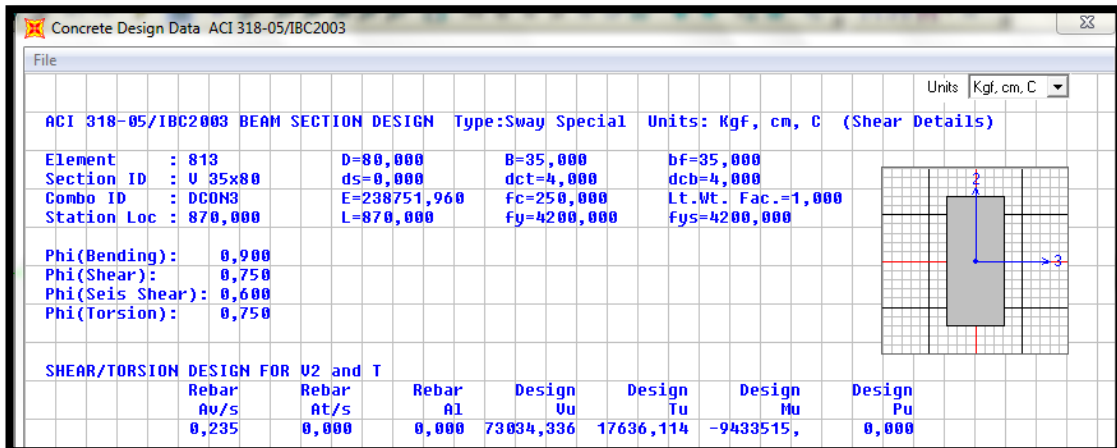


Figura 35. Detalle del diseño por corte de la viga de carga
Fuente: Sosa, Francisco (2022).

Diseño de Columna sección circular Ø 70 cm

La sección circular de columna dimensionada de Ø 70 cm cumple con las solicitaciones exigidas

Chequeo de la cuantía de acero

En este paso se chequea la cuantía de acero para la sección de columna circular de Ø 70 cm en estudio, que según el Nivel de Diseño 3 (ND3) que establece la norma COVENIN 1753-2006 debe ser de:

$$0,01 \leq A_s/bh \leq 0,06$$

Donde A_s/bh es la cuantía de acero que debe respetarse en todas las secciones de la columna.

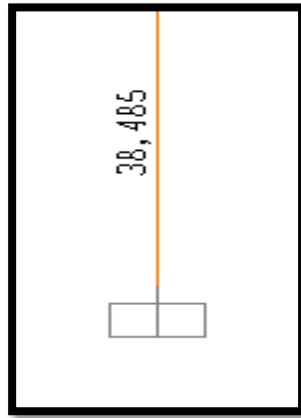


Figura 36. Chequeo de la cuantía de acero
Fuente: Sosa, Francisco (2022).

Por lo tanto, el software indicó que el acero de refuerzo en las columnas es $38,485 \text{ cm}^2$ por lo que se verificó lo que establece la cuantía mínima en secciones de columnas que es el 1% del área de columna.

Sección de columna: $\varnothing 70 \text{ cm}$ Área = $3848,45 \text{ cm}^2$

Cuantía mínima de acero: $0,01 \times 3848,45 \text{ cm}^2 = 38,485 \text{ cm}^2$ **Cumple**

Cabe destacar, que el área de acero se satisface con una combinación de 14 barras de 3/4" (14 $\varnothing 3/4$ ") que dan un total de $39,90 \text{ cm}^2$ que es mayor a la cuantía mínima y menor a la máxima.

Definición de zona confinada (ZC) en columnas sección circular $\varnothing 70 \text{ cm}$:

Zona Confinada ZC medida desde el nodo de la columna hacia arriba o abajo:

a.- Mayor dimensión de la sección transversal de la columna

b.- $L_n / 6$ (L_n longitud libre de la columna)

c.- 45 cm

Se calcula de esta forma:

a.- Mayor dimensión de la sección: 70 cm

b.- $L_n / 6 = l_n = 4,16 \text{ m} = 416 \text{ cm}$

$416 / 6 = 69,33 \text{ cm}$

c.- 45 cm

Se escoge la mayor dimensión que es 70,00 cm.

ZC en columnas = 70 cm.

ZNC (Zona No Confinada)= zona no confinada, es el resto de la columna.

Separación de Estribos en la Columna

Estribos Ø 3/8"

Según la norma 1753-2006 para ND3 la separación de estribos viene dada por las siguientes expresiones:

En Zonas Confinadas:

a.- $\frac{1}{4}$ de la menor dimensión de la columna

b.- 10 cm

En Zonas No Confinadas:

a.- 2 veces la separación en zona confinada

Cálculo para la Columna en estudio Sección 50x50 cm

a.- $\frac{1}{4}$ de la menor dimensión = $70 \text{ cm} / 4 = 17,50 \text{ cm}$

b.- 10 cm

La menor longitud es 10,00 cm por lo que se asume que la separación de estribos es 10 cm en zonas confinadas.

Para zonas no confinadas el cálculo es:

a.- $2 \times 10 \text{ cm} = 20 \text{ cm}$

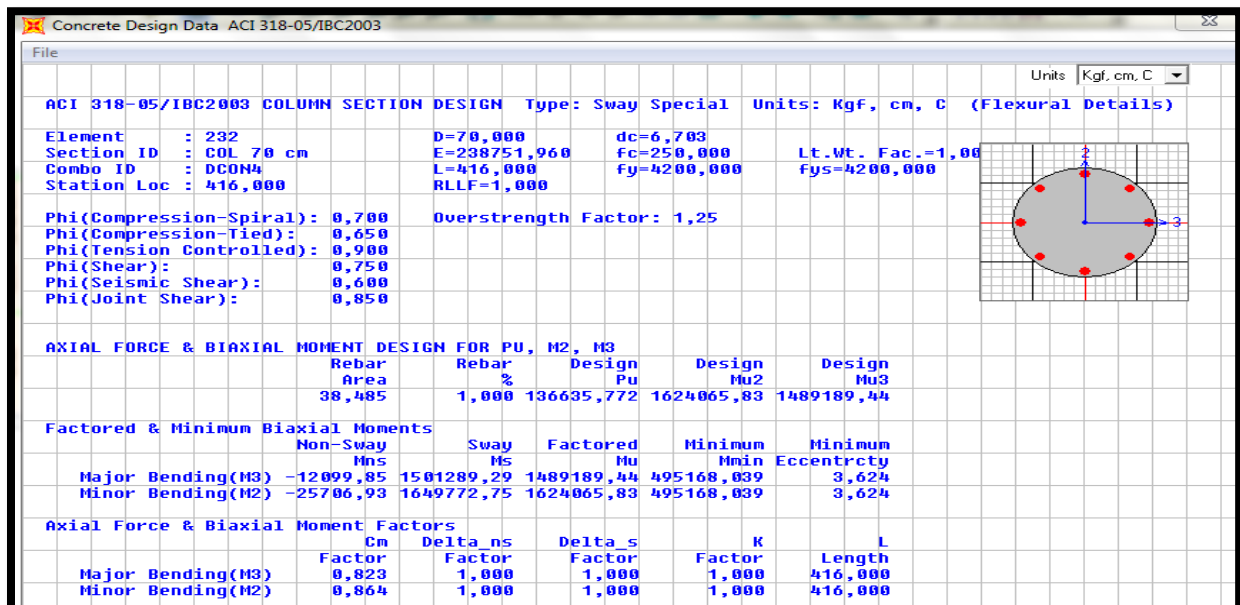


Figura 37. Detalle del diseño de la columna por flexión

Fuente: Sosa, Francisco (2022).

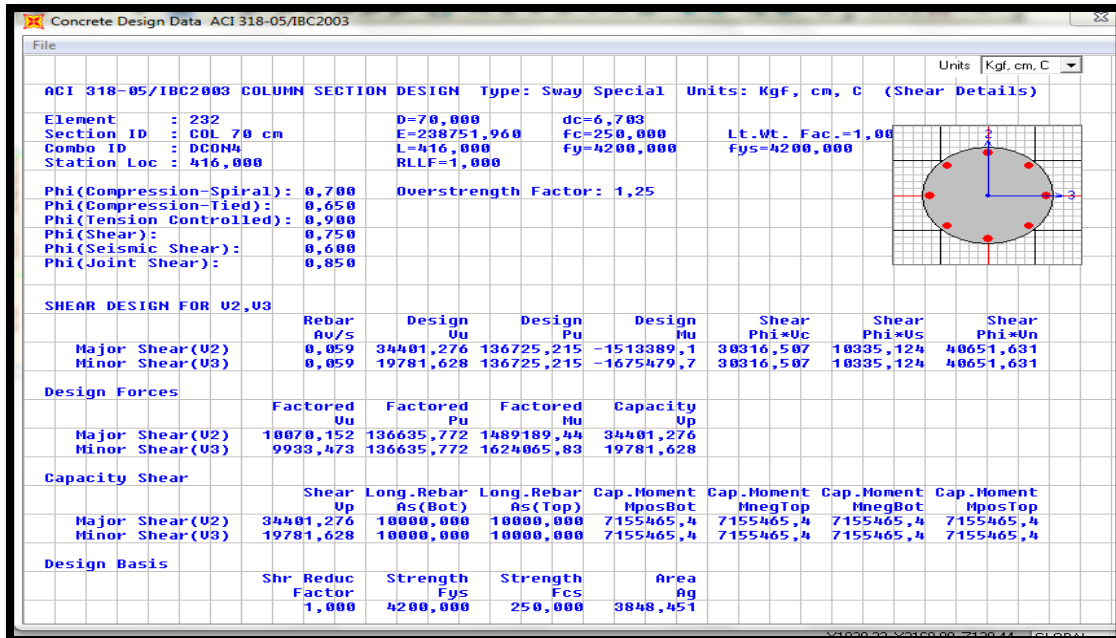


Figura 38. Detalle del diseño por corte de la columna

Fuente: Sosa, Francisco (2022).

Cálculo de la deriva del edificio en eje X

Control de los Desplazamientos en X

A continuación se realizó el control de los desplazamientos de la edificación en función del capítulo 10 de la norma 1756-2001 para esto se calculó la deriva en los ejes X y Y del edificio.

Calculo de los Desplazamientos Totales de los Niveles

$$\Delta_i = 0,8 R \Delta_{ei}$$

Δ_i = desplazamiento lateral total

R = factor de reducción de respuesta

Δ_{ei} = desplazamiento lateral del nivel i (este valor es obtenido de las deformadas que presenta el software)

Desplazamiento del Nivel Techo

$$\Delta_{techo} = 0,8 \times 6 \times 1,3582$$

$$\Delta_{techo} = 6,519$$

Desplazamiento del Nivel 1

$$\Delta_{nivel 1} = 0,8 \times 6 \times 0,4117$$

$$\Delta_{nivel 1} = 1,976$$

Cálculo de la Deriva

La deriva δ es la diferencia de los desplazamientos laterales totales entre dos niveles consecutivos

$$\delta_i = \Delta_i - \Delta_{i-1}$$

$$\delta_{\text{techo}} = 6,519 - 1,976$$

$$\delta_{\text{techo}} = 4,543$$

Valores Límites

$$\delta / (h_i - h_{i-1})$$

$(h_i - h_{i-1})$ = separación entre pisos o niveles consecutivos

$$\delta = 4,543 / 571$$

$$\delta = 0,00795$$

TIPO Y DISPOSICION DE LOS ELEMENTOS NO ESTRUCTURALES	EDIFICACIONES		
	GRUPO A	GRUPO B1	GRUPO B2
Susceptibles de sufrir daños por deformaciones de la estructura	0.012	0.015	0.018
No susceptibles de sufrir daños por deformaciones de la estructura	0.016	0.020	0.024

Figura 39. Valores Límites

Fuente: COVENIN 1756.2001

Según la tabla 10.1 reflejada en el capítulo 10 de la norma 1756-2001 (figura 49) el valor límite para edificaciones tipo A y que estén susceptibles a sufrir daños por deformaciones de la estructura es 0,012.

$$\delta = 0,00795 < 0,012$$

La edificación cumple con los desplazamientos en el sentido X.

Cálculo de la deriva del edificio en eje Y

Control de los Desplazamientos en Y

Calculo de los Desplazamientos Totales de los Niveles

Desplazamiento del Nivel Techo

$$\Delta_{\text{techo}} = 0,8 \times 6 \times 2,0223$$

$$\Delta_{\text{techo}} = 9,70$$

Desplazamiento del Nivel 1

$$\Delta_{\text{nivel 1}} = 0,8 \times 6 \times 0,5748$$

$$\Delta_{\text{nivel 1}} = 2,75$$

Cálculo de la Deriva

La deriva δ es la diferencia de los desplazamientos laterales totales entre dos niveles consecutivos

$$\delta_i = \Delta_i - \Delta_{i-1}$$

$$\delta_{\text{techo}} = 9,70 - 2,75$$

$$\delta_{\text{techo}} = 6,95$$

Valores Límites

$$\delta / (h_i - h_{i-1})$$

$(h_i - h_{i-1})$ = separación entre pisos o niveles consecutivos

$$\delta = 6,95 / 571$$

$$\delta = 0,012$$

Según la tabla 10.1 mostrada anteriormente (Figura 49), reflejada en el capítulo 10 de la norma 1756 el valor límite para edificaciones tipo B2 y que estén susceptibles a sufrir daños por deformaciones de la estructura es 0,018.

$$\delta = 0,012 \leq 0,018$$

La edificación cumple con los desplazamientos en el sentido Y.

Cálculo de la Escalera (entre los ejes 5 y 6)

Carga de Servicio Escalera (CS)

$$CS = 1,2 C + 1,6 CV$$

$$CS = 1,2 (675 \text{ Kg/m}^2) + 1,6 (500 \text{ Kg/m}^2)$$

$$CS = 1610,00 \text{ Kg/m}^2$$

Carga de Servicio Repartida en Escalera

$$CS = 1610,00 \text{ Kg/m}^2 \times 1 \text{ m}$$

$$CS = 1610,00 \text{ Kg/m}^2$$

Luz de Cálculo = 4,45 m.

Cálculo de Cortes (V)

$$V = (CS \times l) / 2$$

$$V = 1610 \times 4,45 / 2 = 3582,25 \text{ Kg}$$

Cálculo de Momento Flector (M)

$$M = (CS \times L^2) / 8$$

$$M = 1610 \times 4,45^2 / 8 = 3985,25 \text{ Kgm}$$

Diseño por Corte de la Sección de Losa de Escalera

Para el diseño por corte se considera lo siguiente:

$$v_c = 0,53 \sqrt{f'_c}$$

v_c = resistencia nominal del concreto al corte (Kg/cm^2)

f'_c = resistencia de diseño del concreto

$$v_c = 0,53 \sqrt{250 \text{ Kg}/\text{cm}^2} = 8,38 \text{ Kg}/\text{cm}^2$$

$$v_c = 8,38 \text{ Kg}/\text{cm}^2$$

Resistencia de Diseño al Corte

$$v_u = V_u / \phi b d$$

v_u = resistencia ultima del concreto al corte (Kg/cm^2)

V_u = Corte de diseño.

$\phi = 0,85$ factor de minoración de resistencia del concreto al corte

b = base de la sección del elemento estructural (cm)

d = altura útil de la sección del elemento estructural (cm)

$$v_u = 3582,25 \text{ Kg} / (0,85 \times 100 \text{ cm} \times 15 \text{ cm})$$

$$v_u = 2,80 \text{ Kg}/\text{cm}^2$$

Entonces, $v_u < v_c$ por lo tanto la sección de losa de escalera no necesita estribos para absorber el corte, la altura de 15 cm es suficiente.

Diseño por Flexión de la Sección de Losa de Escalera

Se tomó el dato de momento máximo en la losa de escalera y se calculó la sección de área de acero de refuerzo utilizando la ecuación de la flexión para elementos en concreto armado:

$$A_s = M_{\max} / (0,90 \times F_y \times (d - a/2))$$

Donde:

A_s = área de acero de refuerzo en cm^2

M_{\max} = Momento máximo a que está sometido la sección de elemento estructural (kgxm)

0,90 = factor de minoración de resistencia a flexión del concreto

F_y = Resistencia del acero de refuerzo (Kg/cm^2)

d = altura útil de la sección (cm)

a = ubicación del eje neutro de la sección (cm)

Calculo del Área de Acero Requerida

Momento máximo M_{max} según el cálculo = 3985,25 Kgm = 398525 Kgcm.

$A = \frac{1}{4} h = \frac{1}{4} 15\text{cm} = 3,75 \text{ cm}$

$d = h - r' = 15 - 2,5 = 12,5 \text{ cm}$

Fy del acero de refuerzo = 4200 Kg/cm²

$A_s = 398525 \text{ Kgcm} / (0,90 \times 4200 \text{ Kg/cm}^2 \times (12,5 \text{ cm} - 3,75 \text{ cm} / 2))$

$A_s = 12,04 \text{ cm}^2$

Por lo tanto, esta sección de acero de refuerzo de 12,04 cm² repartida en un metro de ancho de losa se cubre utilizando barras de Ø 1/2" separadas a cada 10 cm en dos capas (superior e inferior). En un metro de ancho de losa de escalera caben 10 barras separadas a cada 10 cm por lo tanto 10 Ø 1/2" resulta 12,70 cm² que es mayor a 12,04 cm² (valor de cálculo de sección de área de acero a flexión).

4.4. Fase IV. Determinación de la factibilidad técnica del chequeo estructural del edificio N°5 de la Universidad José Antonio Páez.

4.4.1. Tamaño del proyecto

Es la unidad de tiempo de la capacidad de prestación de servicio del proyecto, en la presente investigación es de 4 meses

- ✓ **Capacidad:** En función al tamaño del proyecto fue estimada en 32 semanas para el desarrollo de toda la investigación.
- ✓ **Factores condicionantes del tamaño del proyecto:**

Tabla 6. Factores condicionantes

Recursos Humanos	Recursos Materiales	Recursos Institucionales	Instrumentos	Equipos
<ul style="list-style-type: none"> • Investigadores • Ingenieros Civiles • Tutor • Personal de la universidad José Antonio Páez 	<ul style="list-style-type: none"> • Espacio físico disponible • Sitios Web. • Computadoras. • Software. • Libreta. • Planimetría. existente. 	<ul style="list-style-type: none"> • Escuela de Ingeniería Civil UJAP. 	<ul style="list-style-type: none"> • Norma COVENIN 2002:88. • Norma COVENIN 2003:89. • Norma COVENIN 1753:06. 	<ul style="list-style-type: none"> • Equipo computarizado con software de cálculo y modelo estructural.

Fuente: Sosa, Francisco (2022)

4.4.2. Proceso Global de Transformación

Es el procedimiento técnico utilizado en el proyecto para la obtención de un beneficiario a partir de un insumo mediante una determinada función de transformación.

✓ **Insumo principal**

Distribución espacial actual del edificio 5 de la Universidad José Antonio Páez

✓ **Beneficiario principal**

Universidad José Antonio Páez

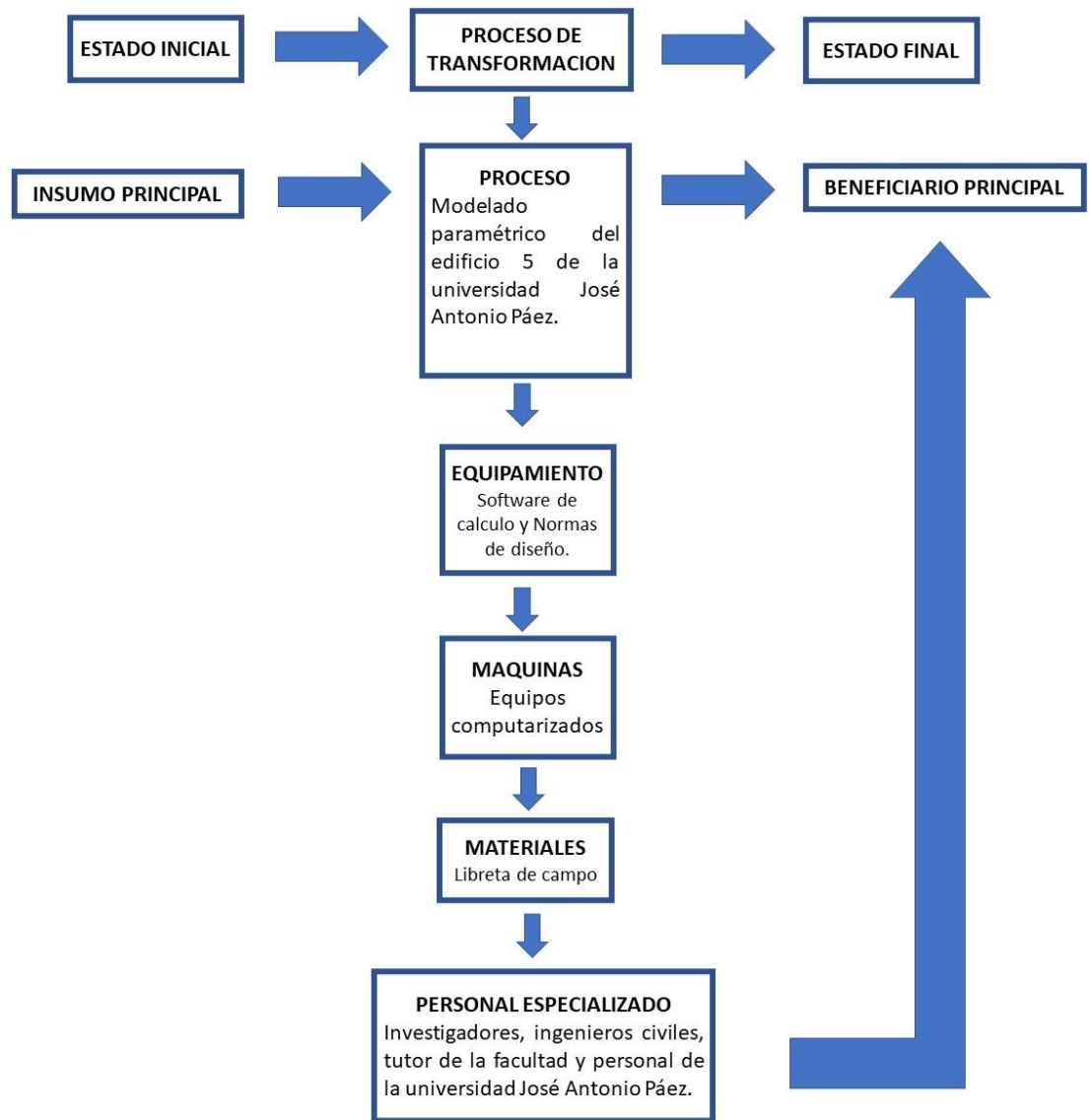


Figura 40. Flujograma del proceso global de transformación
 Fuente: Sosa, Francisco (2022)

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

La parcela cuenta con todos los servicios básicos para que pueda ser asiento del edificio que se diseñó, buena vialidad, servicio de acueducto, red de cloacas y drenajes, sistema eléctrico, comunicaciones y su topografía es plana lo que facilita la construcción.

El análisis de los planos arquitectónicos del proyecto es fundamental para lograr la correcta aplicación de la resolución estructural más conveniente. La configuración estructural depende de la forma arquitectónica y geométrica que presenta el edificio, de las cargas gravitacionales y sísmicas que actúan, de las luces entre columnas, de los niveles y las alturas de los entresijos y techos, de los usos de cada entresijo.

Las medidas previas o dimensionamiento de los elementos estructurales y los análisis de carga constituyen los datos necesarios que se requieren para realizar el diseño. Es importante revisar y conocer las normas venezolanas que rigen la materia y aplicar todos los preceptos que en ellas están planteados.

La configuración de la estructura calculada en concreto armado utilizando software especializado en análisis y diseño estructural cumple con las normas venezolanas de edificaciones en concreto armado y sismorresistentes vigentes. Se diseñó la superestructura del edificio con el sistema aporticado que incluye losas, vigas y columnas. Las losas son nervadas armadas en una dirección de espesor 35 cm para entresijo y techo. Las vigas y columnas cumplen con los requisitos del capítulo 18 de la norma Covenin 1753-2006 de edificaciones en concreto armado, esto se refiere a medidas geométricas mínimas de los elementos estructurales y a la colocación y disposición del acero de refuerzo longitudinal y transversal para nivel de diseño 3.

Las vigas y columnas cumplen con los requisitos para edificaciones ubicadas en zonas sísmicas de alto riesgo y el edificio cumple con los valores exigidos para deformaciones o desplazamientos.

Las vigas diseñadas son de sección Vigas 35x80 (nivel 1), acero de refuerzo longitudinal \emptyset 1" y 3/8" y acero de refuerzo transversal \emptyset 3/8" . Vigas sección 50x65 (nivel techo), acero de refuerzo longitudinal \emptyset 5/8" y acero de refuerzo transversal \emptyset 3/8". Columnas sección 40x50 y circulares de \emptyset 70 cm con acero de refuerzo longitudinal \emptyset 3/4" y acero de refuerzo transversal

Ø 3/8". Losa de escalera e = 15 cm con acero de refuerzo longitudinal Ø 1/2". Acero de repartición Ø 3/8".

Por lo que se concluye finalmente que la estructura diseñada es resistente a las solicitaciones de carga y sísmicas previstas.

5.2. Recomendaciones

Definir los proyectos de arquitectura en combinación con la teoría de la ingeniería para obtener eficientes configuraciones estructurales lo más regular posible.

Estudiar y analizar normas para lograr Predimensionado de losas, vigas y columnas acordes a las cargas y estructuras que se desean diseñar.

Revisar a fondo los softwares de cálculo existentes y de esta forma se puedan utilizar como herramienta de ayuda al profesional de la ingeniería.

Cerciorarse de la disponibilidad y calidad de los materiales estructurales en acero de refuerzo y concreto (cabillas, mallas de acero, cemento) que se utilicen en la ejecución del proyecto.

Supervisar los trabajos de ejecución de la obra de estructura en concreto armado con personal capacitado que garantice su correcta aplicación siguiendo las normas correspondientes.

Verificar la factibilidad técnica, económica y social que envuelve la aplicación y construcción del proyecto para que sea beneficioso para todos los involucrados y puedan obtener el mayor provecho.

Recomendar a los usuarios del edificio en su mantenimiento para prolongar de manera correcta su periodo de vida útil y advertir sobre las posibilidades que éste pueda tener en remodelaciones y ampliaciones que la estructura original calculada pueda soportar.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

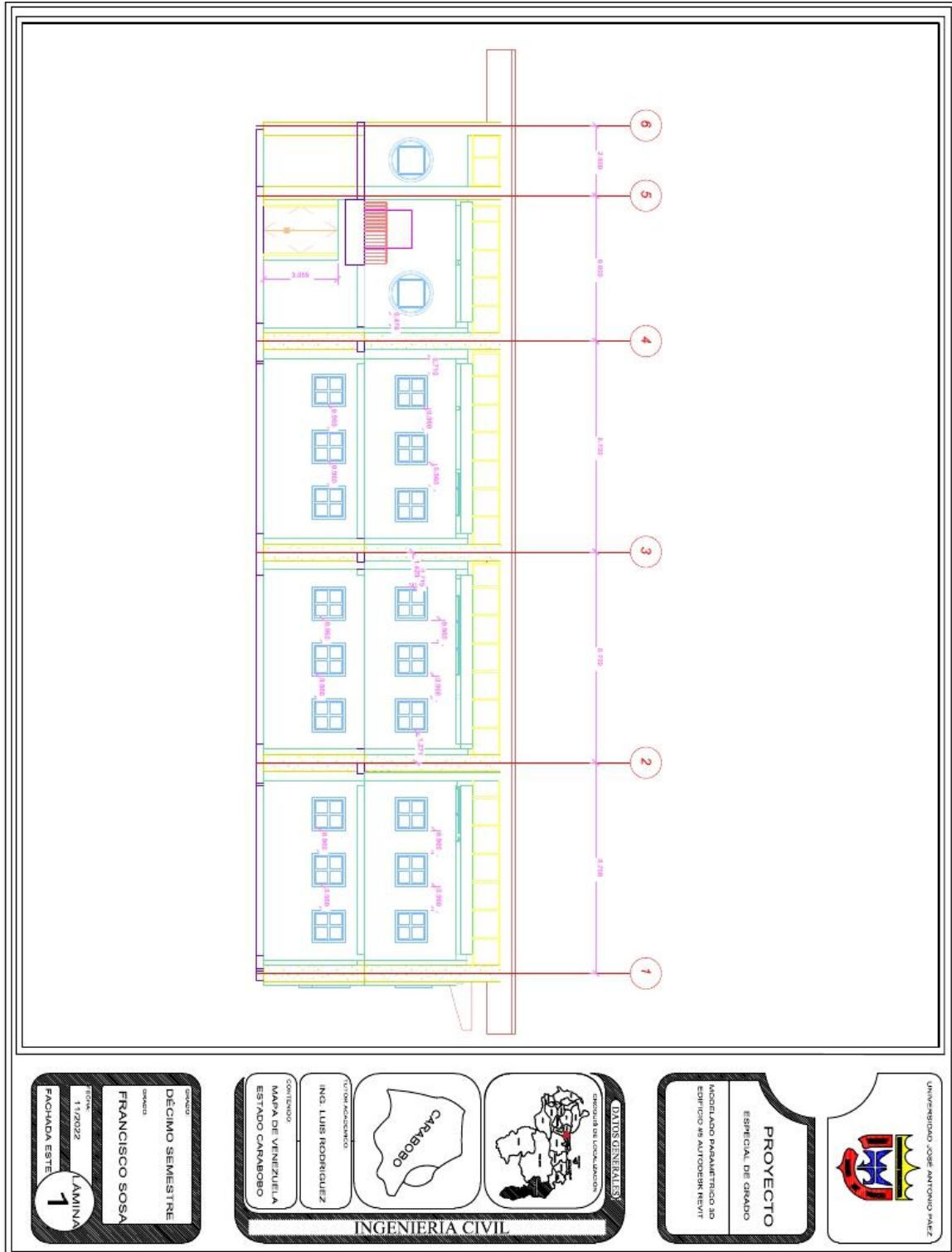
- Arias, F. (2012). *El Proyecto de Investigación* (6ta ed.). Caracas: Epísteme. Obtenido de <https://es.slideshare.net/juancarlos777/el-proyecto-de-investigacion-fidias-arias-2012-6a-edicion>
- autodesk. (2022). *AutoCAD*. Obtenido de <https://www.autodesk.mx/products/autocad/overview?term=1-YEAR&tab=subscription>
- Balestrini, M. (2006). *Como se elabora el proyecto de Investigación* (7ma ed.). Caracas, Venezuela: Consultores Asociados. Obtenido de https://issuu.com/sonia_duarte/docs/como-se-elabora-el-proyecto-de-inve
- Carabela, J. (2013). *Comparación de la modelación y análisis de diseño de estructuras entre los programas SAP 2000, ETABS, STAAD PRO y ROBOT*. [Trabajo de Grado], Universidad Nacional Autónoma de México, México. Obtenido de <http://132.248.9.195/ptd2013/abril/0692470/0692470.pdf>
- csicertifications. (2022). *SAP 2000*. Obtenido de <https://www.csicertifications.us/Manuals/Manual%20de%20SAP2000%20v23.pdf>
- Falconi, G. P., & Ojeda, G. (2016). *Desarrollo de un complemento para el proceso de modelado de naves industriales con software especializado*. [Trabajo de Grado], Universidad de Carabobo. Recuperado el 15 de Diciembre de 2022, de <http://mriuc.bc.uc.edu.ve/handle/123456789/5344>
- FONFONORMA. (2006). *PROYECTO Y CONSTRUCCIÓN DE OBRAS EN CONCRETO ESTRUCTURAL 1753:2006*. Obtenido de http://www.funvisis.gob.ve/old/archivos/pdf/normas/norma_dise%C3%B1o_concreto_vigente/Covenin%201753-2006%20Proyecto%20Construccion%20Obras%20Concreto%20Estructural.pdf
- Fuenmayor, P., & Millán, A. (2015). *Evaluación Sismorresistente de la estructura de acero del edificio de Colada ubicado en CVG Venalum, estado Bolívar*. [Trabajo de Grado], Universidad José Antonio Páez, San Diego . Recuperado el 15 de Noviembre de 2022, de <http://catalogo-gy.ucab.edu.ve/documentos/tesis/31262.pdf>
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2014). *Metodología de la investigación*. México: McGraw-Hill Education. Obtenido de

- https://books.google.co.ve/books?id=oLbjoQEACAAJ&dq=sampieri&hl=es&sa=X&redir_esc=y
- Huenupil, S. (26 de Junio de 2018). *La Observación Participante: Fases, ventajas y desventajas*. Obtenido de <http://saulmirandaramos.blogspot.com/2018/06/la-observacion-participante-fases.html>
- Jimenez, & Cabrera. (2002). *Observación Documental*. Obtenido de <https://www.urbe.edu/>
- Labrador, P. (2015). *Estudio comparativo del modelado de los edificios regulares por medio de diferentes programas de diseño comercial*. [Trabajo de Grado], Universidad Católica Andrés Bello, Caracas. Recuperado el 15 de Noviembre de 2022, de <http://catalogo-gy.ucab.edu.ve/documentos/tesis/31277.pdf>
- Nicasio, C. (2014). *Modelado Paramétrico de Estructuras*. Córdoba-Argentina. Recuperado el 15 de Noviembre de 2022, de <https://jornadasaie.org.ar/jornadas-aie-antiores/2014/contenidos/trabajos/096.pdf>
- Ortiz, R. (Noviembre de 2018). *Análisis y Diseño de un Galpón Metálico en el Programa SAP 2000, bajo las Normas del AISC-360 y la NEC-15, ubicado en el KM 1 1/2 Vía Durán Jujan, en el Cantón Durán, de la Provincia del Guayas*. Recuperado el 15 de Diciembre de 2022, de https://www.researchgate.net/publication/355980830_Analisis_y_Disenio_de_un_Galpon_Metalico_en_el_Programa_SAP_2000_bajo_las_Normas_del_AISC-360_y_la_NEC-15_ubicado_en_el_KM_1_12_Via_Duran_Jujan_en_el_Canton_Duran_de_la_Provincia_del_Guayas
- Palella, S., & Martins, F. (2010). *Metodología de la investigación cuantitativa* (2da ed.). Caracas: FEDEUPEL. Obtenido de <https://www.urbe.edu/UDWLibrary/InfoBook.do?id=33389>
- researchgate. (2022). *Modelado Paramétrico*. Obtenido de https://www.researchgate.net/post/Help_with_Earthquake_Resistance_Techniques_on_ETABS_SAP_2000
- Rodriguez, L. (2001). *Estrategias exitosas para Tutorar Investigaciones*. Obtenido de <https://docplayer.es/57655374-.html>
- ruang-sipil. (2022). *SAP 2000*. Obtenido de <https://www.ruang-sipil.com/2020/05/software-sap2000-version-2120.html>
- saavedraonline. (22 de Octubre de 2016). *Norma COVENIN 2002:88a. Criterios y Acciones*

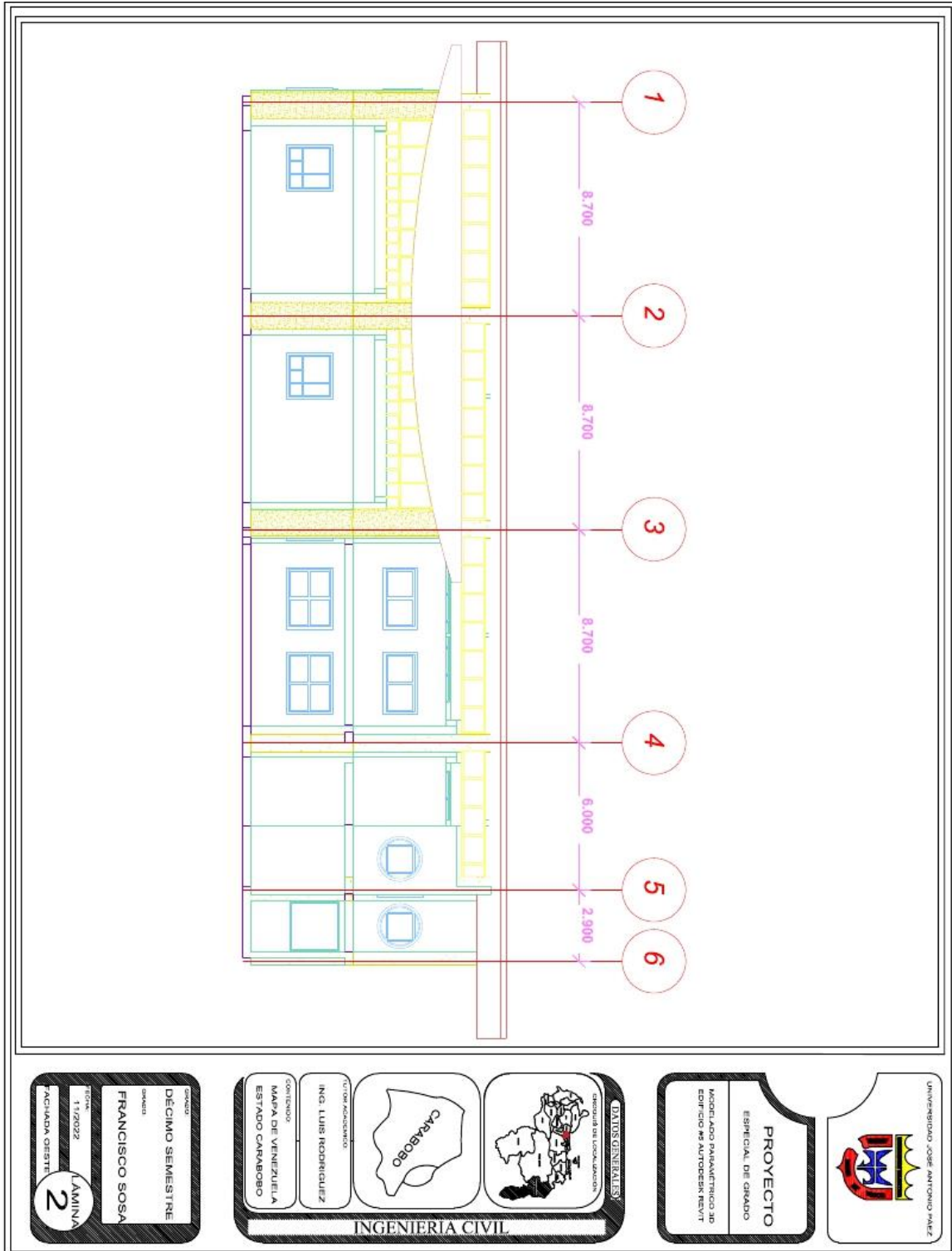
- Mínimas para Proyectos de Edificaciones.* Obtenido de <https://saavedraonline.wordpress.com/2016/10/22/norma-covenin-2002-1988/#:~:text=Estas%20Normas%20establecen%20los%20criterios,ejecuten%20en%20el%20territorio%20nacional.>
- Sabino, C. (2010). *Cómo hacer una Tesis.* Caracas: Panapo. Obtenido de <https://www.utm.mx/~vero0304/ST/Como.Hacer.Una.Tesis.Y.Elaborar.Todo.Tipo.pdf>
- Sap2000. (2022). *Análisis • Diseño • Modelado.* Recuperado el 15 de Diciembre de 2022, de <https://www.software-shop.com/producto/sap2000#:~:text=SAP2000%20es%20un%20software%20especializado,apoyada%20en%20la%20visualizaci%C3%B3n%203D.>
- sencamer. (2001). *COVENIN 1756-1-01.* Obtenido de <http://www.sencamer.gob.ve/sencamer/normas/1756-1-01.pdf>
- Tamayo, M. (2006). *El Proyecto de Investigación.* Bogotá, Colombia: ICFES. Obtenido de https://www.academia.edu/7012157/MARIO_TAMAYO_Y_TAMAYO
- UPEL. (2010). *Manual UPEL.* Caracas: FEDEUPEL. Obtenido de <http://tesisdeinvestig.blogspot.com/2011/07/proyectos-factibles-manual-upel.html>
- Zapata, A. (2015). *Evaluación estructuralmente de nudos que se conforman por losas Nervadas de sección constante con el software Sap2000.* [Trabajo de Grado], Universidad César Vallejo, Chimbote, Perú. Recuperado el 15 de Diciembre de 2022, de <https://es.scribd.com/presentation/442366459/tesis-sap2000#>

ANEXOS

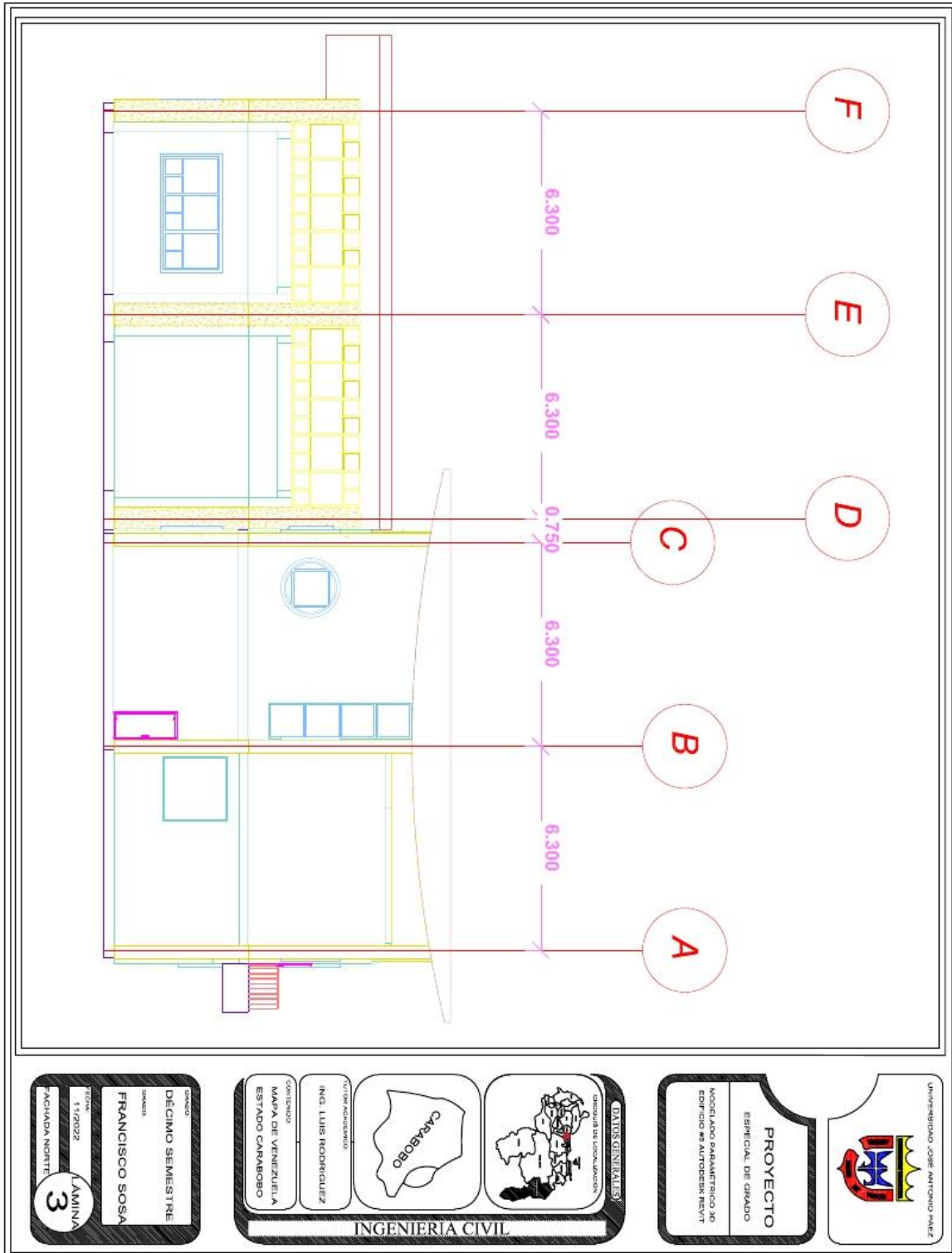
Anexo 1. Plano de fachada este



Anexo 2. Plano de fachada oeste




Anexo 3. Plano de fachada norte




Universidad "José Antonio Páez"


PROYECTO
 ESPECIAL DE GRADO
 MODELADO PARAMÉTRICO 3D
 EDIFICIO M5 AUTODISEÑO REVIT

INGENIERIA CIVIL

DATOS GENERALES
 DIRECTOR DE LOCALIZACIÓN


CARRASBO


INFORMACIÓN
 ING. LUIS RODRIGUEZ

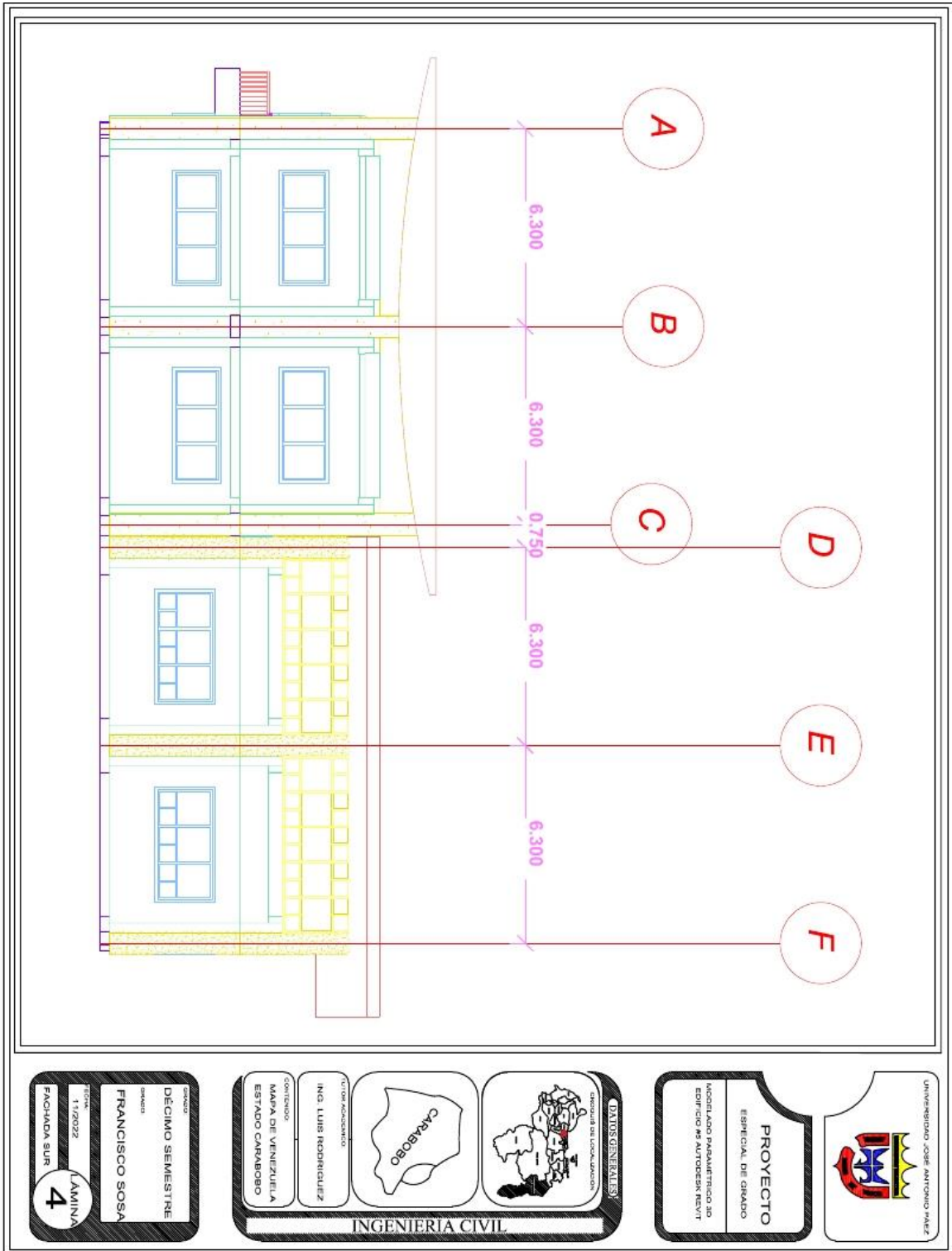
CONTENIDO
 MAPA DE VENEZUELA
 ESTADO CARRASBO

CONSEJO
 DÉCIMO SEMESTRE
 DIRECTOR
 FRANCISCO SOSA

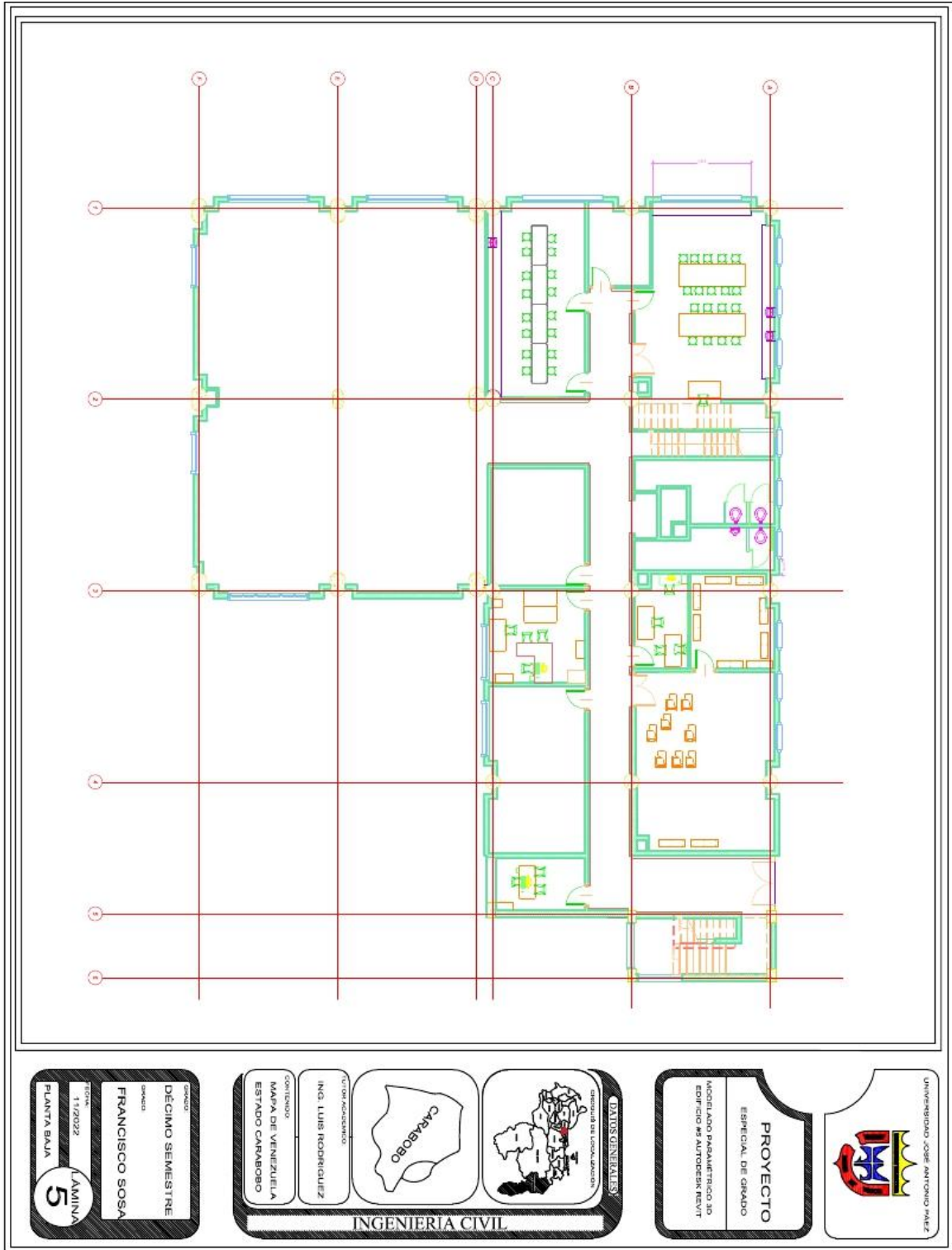
FECHA
 11/2022

LÁMINA
3
 FACHADA NORTE


Anexo 4. Plano de fachada sur



Anexo 5. Plano de planta baja



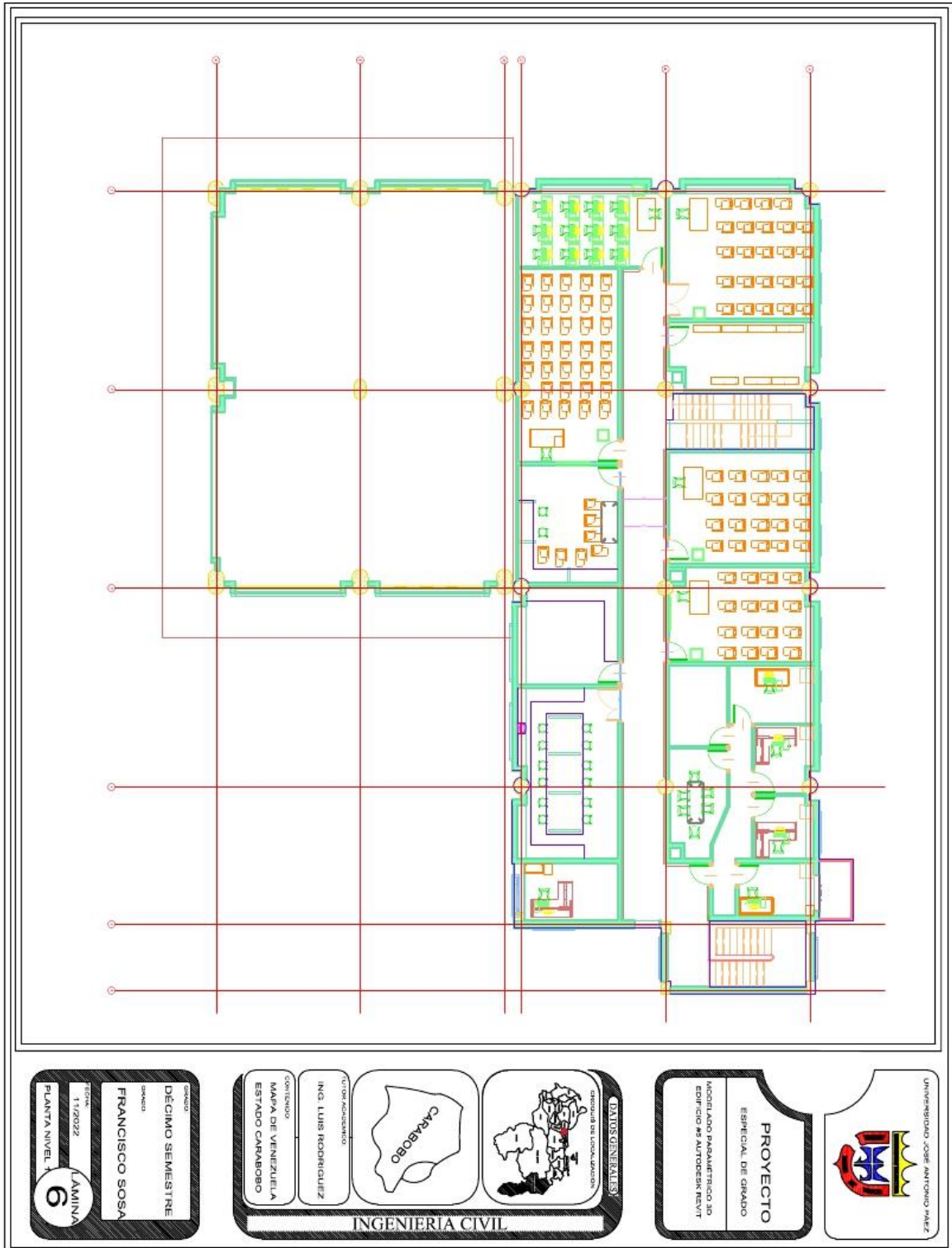
PROYECTO
 DECIMO SEMESTRE
 DISEÑADO POR
FRANCISCO SOSA
 FECHA:
 11/2022
LAMINA
5
 PLANTA BAJA

DATOS GENERALES
 DIVISION DE LOCALIZACION

CARABOBO
 UNIVERSIDAD
 ING. LUIS RODRIGUEZ
 CONTENIDO
 MAPA DE VENEZUELA
 ESTADO CARABOBO
INGENIERIA CIVIL

PROYECTO
 ESPECIAL DE GRADO
 ACERCA DEL PARALELISMO DE
 EDIFICIO M5 AUTOCENTRANTE

UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO RÍVEZ


Anexo 6. Plano de planta nivel 1



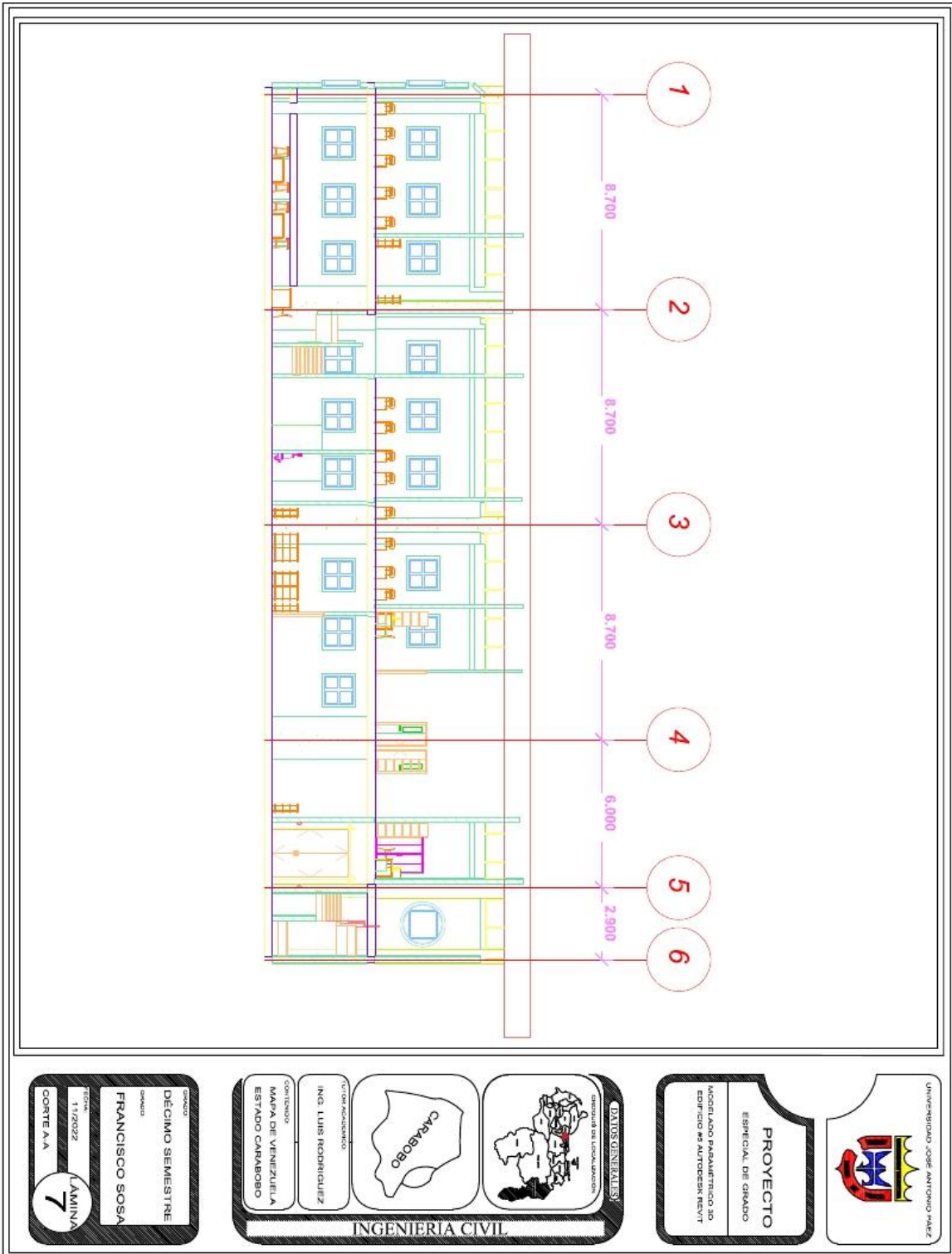
CONTENIDO
 DECIMO SEMESTRE
FRANCISCO SOSA
 TEMA: 11/2022
LAMINA
6
 PLANTA NIVEL 1

DATOS GENERALES
 OFICINA DE LOCALIZACION
 CARABOBO
 VICERECTORADO
 ING. LUIS RODRIGUEZ
 CONTENIDO
 MAPA DE VENEZUELA
 ESTADO CARABOBO
INGENIERIA CIVIL

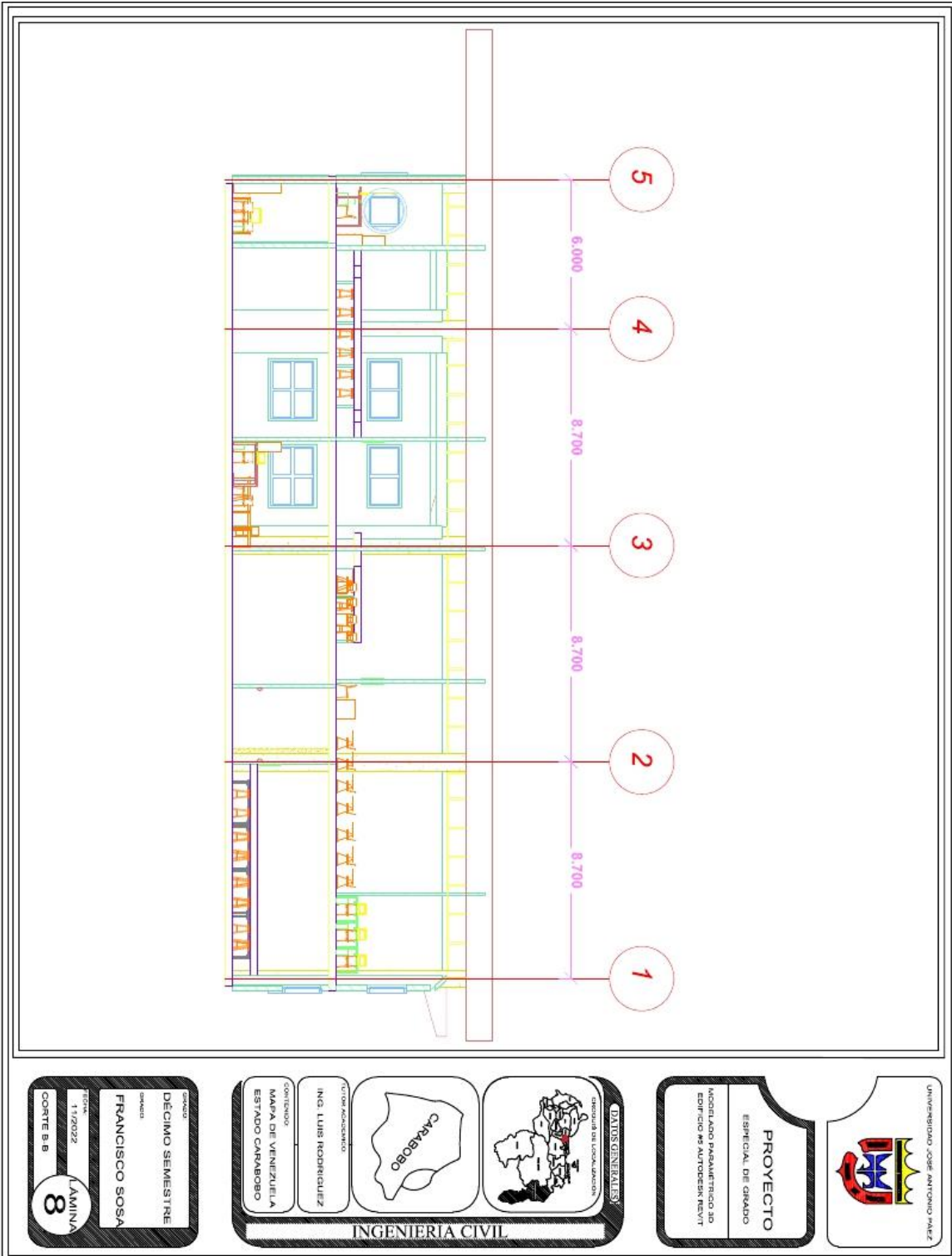
PROYECTO
 ESPECIAL DE GRADO
 MODELO PARAMETRICO 3D
 EDIFICIO M5 AUTOCORR MEVIT

UNIVERSIDAD JOSE ANTONIO MAZZI


Anexo 7. Plano de corte A-A



Anexo 8. Plano de corte B-B



UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO MÆZ

PROYECTO
ESPECIAL DE GRADO
MODELO PARAMETRICO 3D
EDIFICIO M5 AUTODESK REVIT

INGENIERIA CIVIL

MAPA DE LOCALIZACION

ESTADO CARABOBO

ING. LUIS RODRIGUEZ

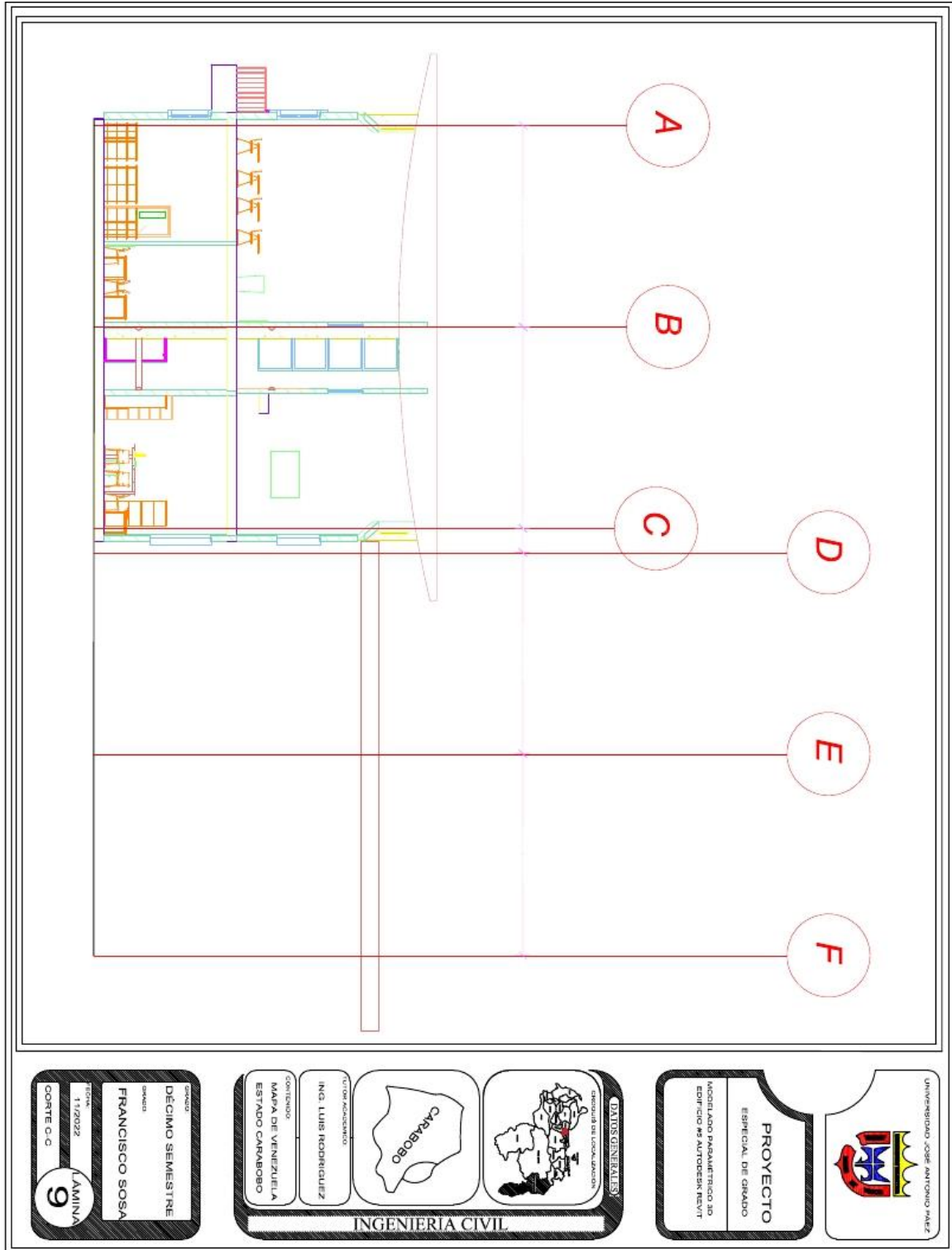
CONTENIDO
MAPA DE VENEZUELA
ESTADO CARABOBO

GRUPO
DISEÑADO
FRANCISCO SOSA
DISEÑADO
DÉCIMO SEMESTRE

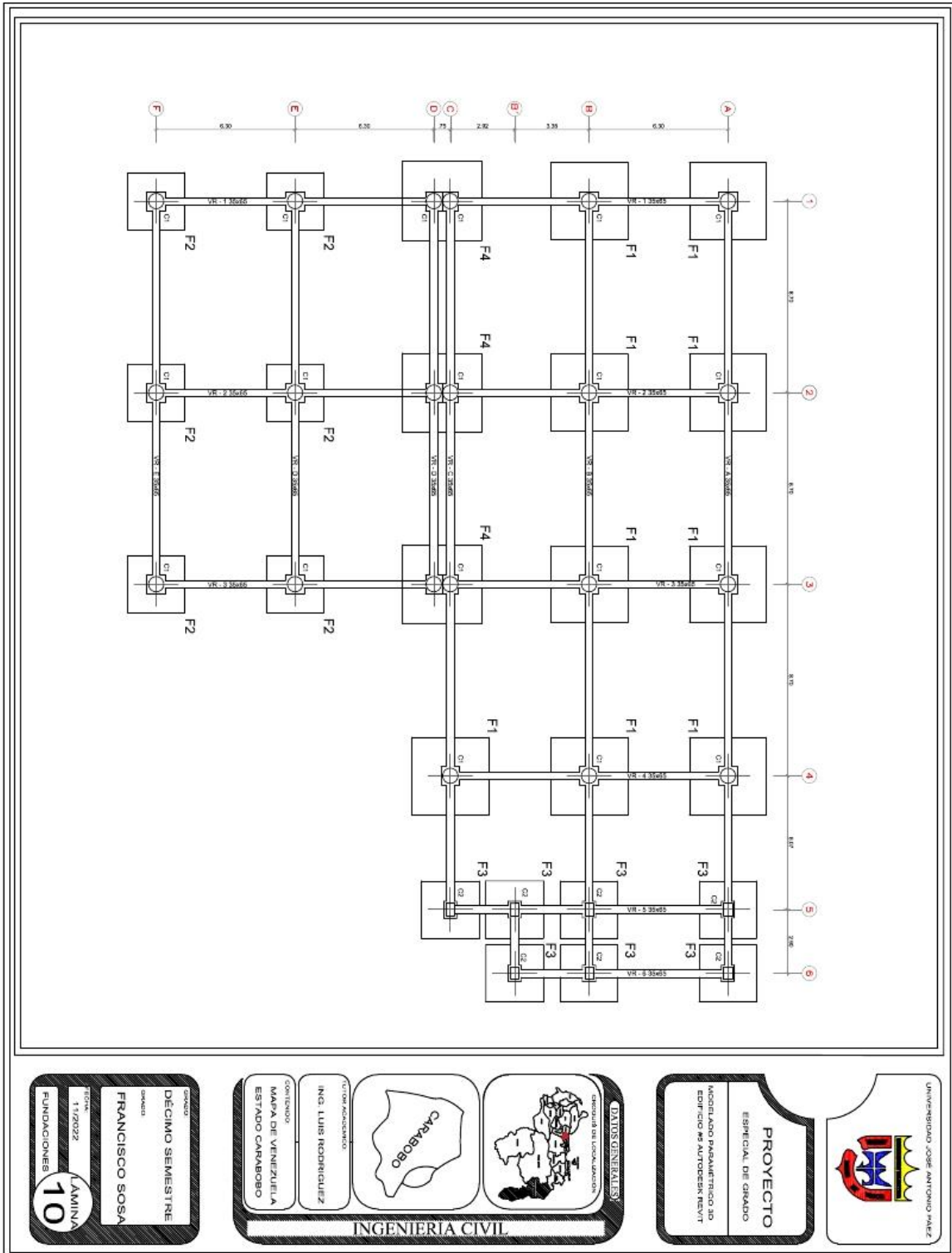
FECHA
11/07/2022

LÁMINA
8
CORTE B-B

Anexo 9. Plano de corte C-C



Anexo 10. Plano de fundaciones



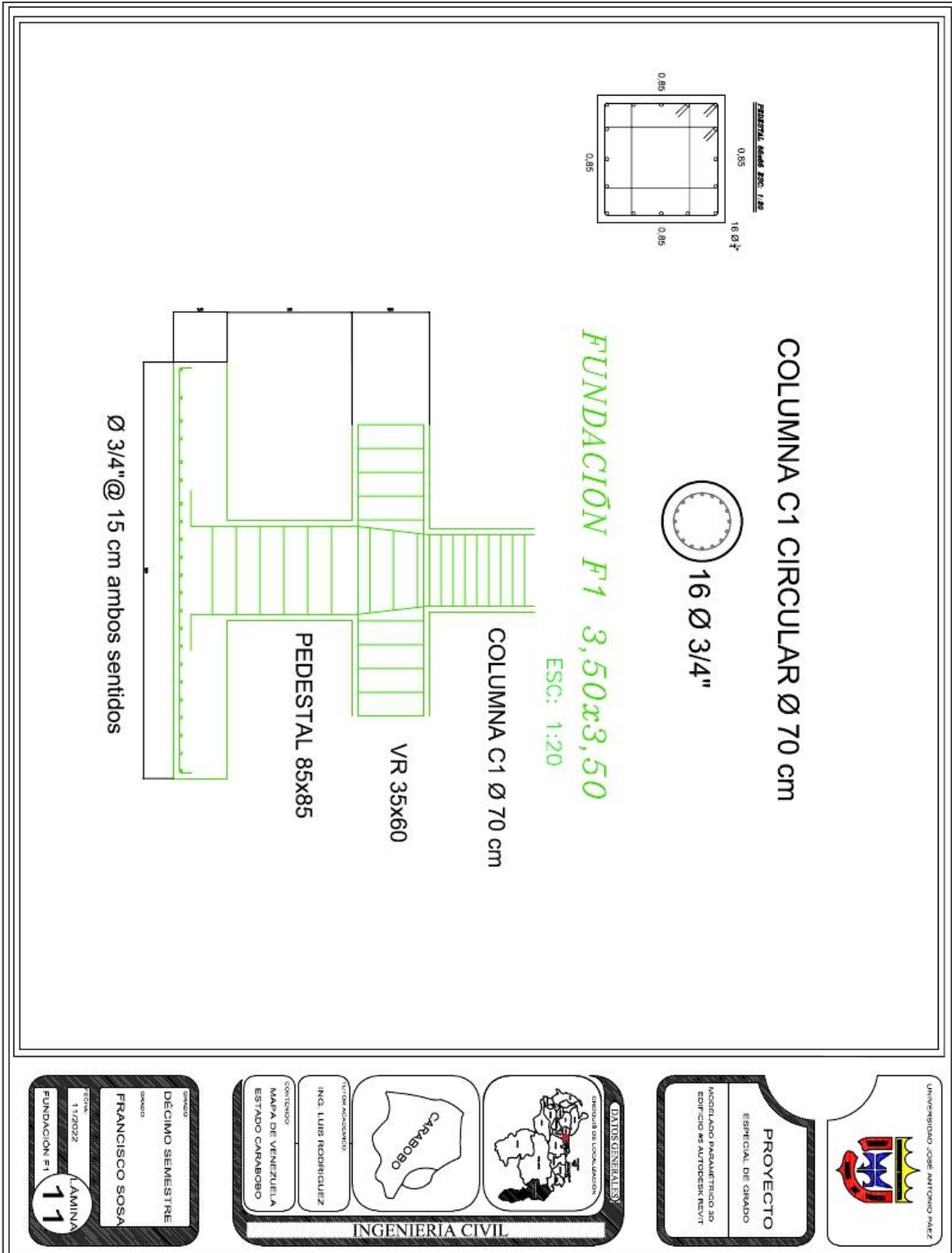
CARRERA: DECIMO SEMESTRE
 DISEÑO: FRANCISCO SOSA
 TÍTULO: 11/2022
 FUNDACIONES
LAMINA 10

DATOS GENERALES
 CARRERA DE LICENCIATURA EN INGENIERIA CIVIL
 INSTITUCION: CARABOBO
 PROFESOR ASISTENTE: ING. LUIS RODRIGUEZ
 CONTENIDO: MAPA DE VENEZUELA ESTADO CARABOBO
INGENIERIA CIVIL

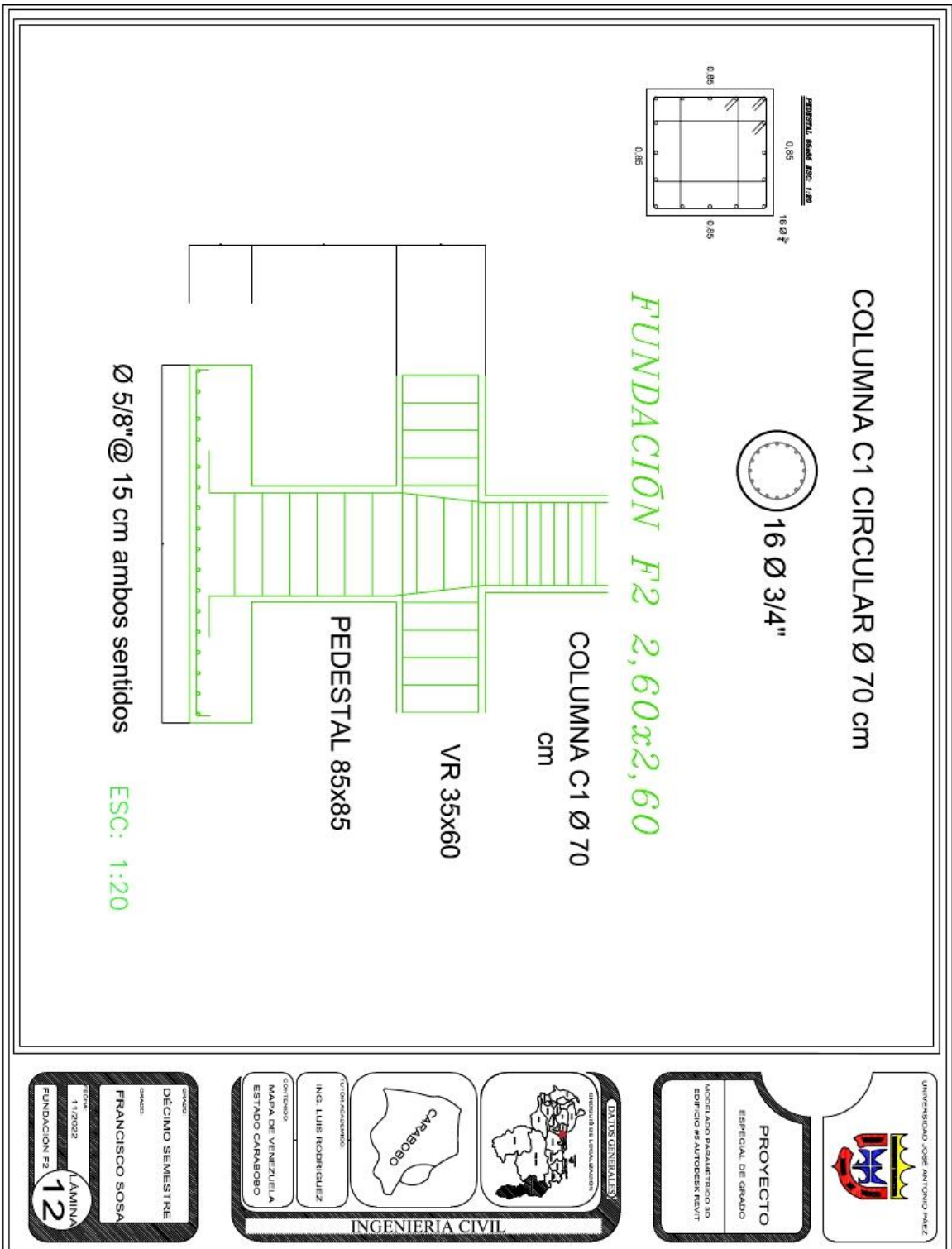
PROYECTO ESPECIAL DE GRADO
 MODELADO PARAMETRICO DE EDIFICIO M5 AUTOCORR MEVIT

UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO MAZÁ

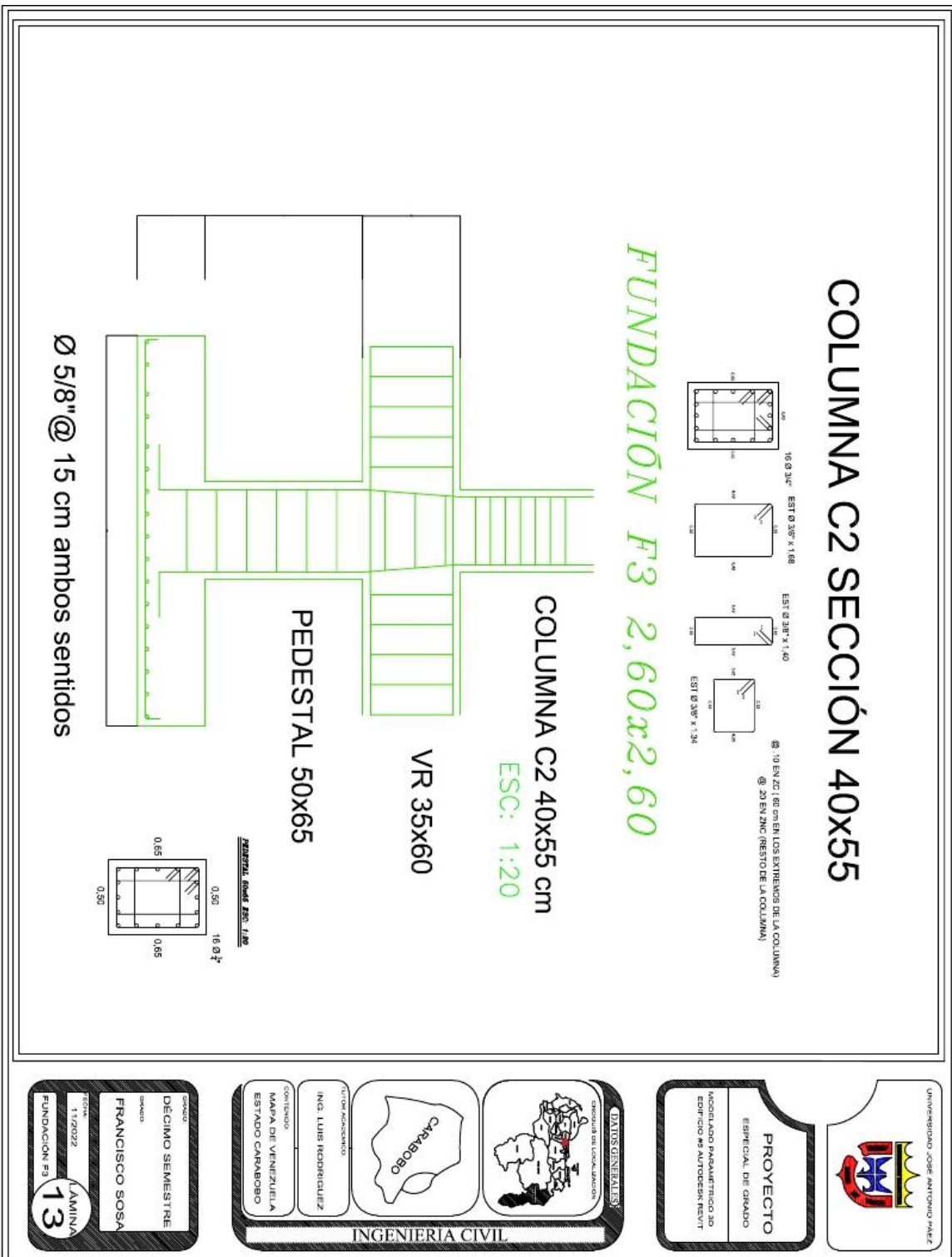
Anexo 11. Plano de fundaciones F1



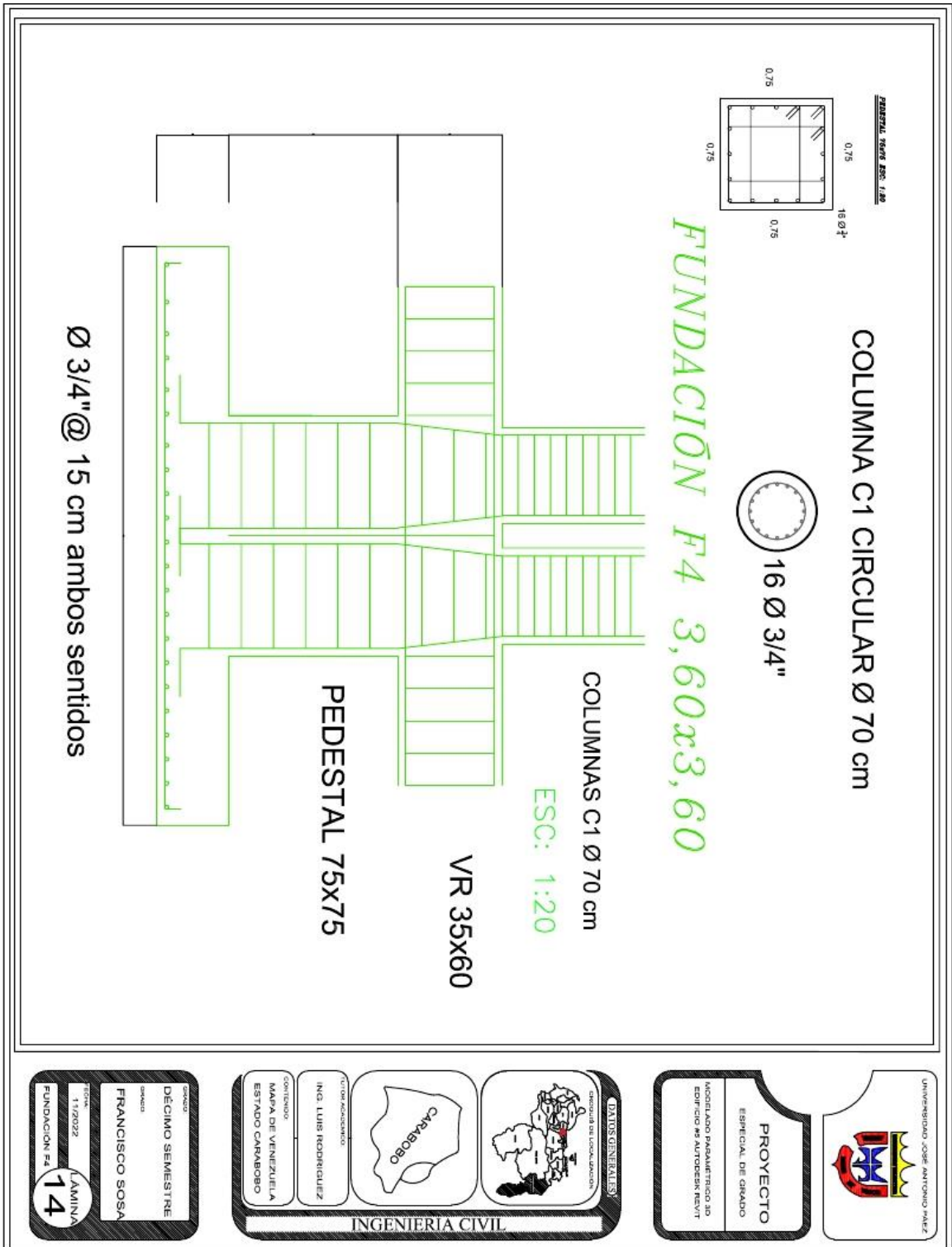
Anexo 12. Plano de fundaciones F2



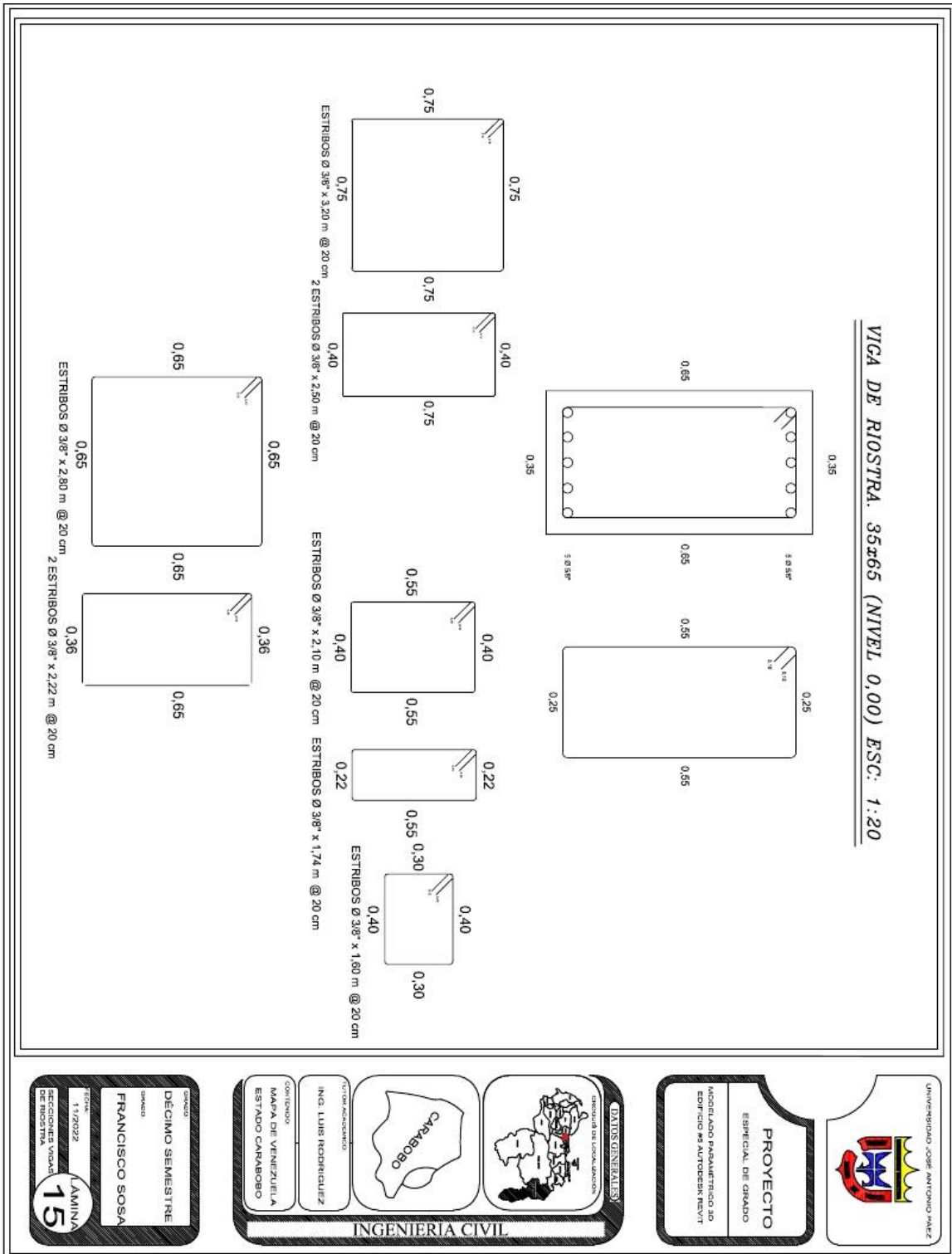
Anexo 13. Plano de fundaciones F3



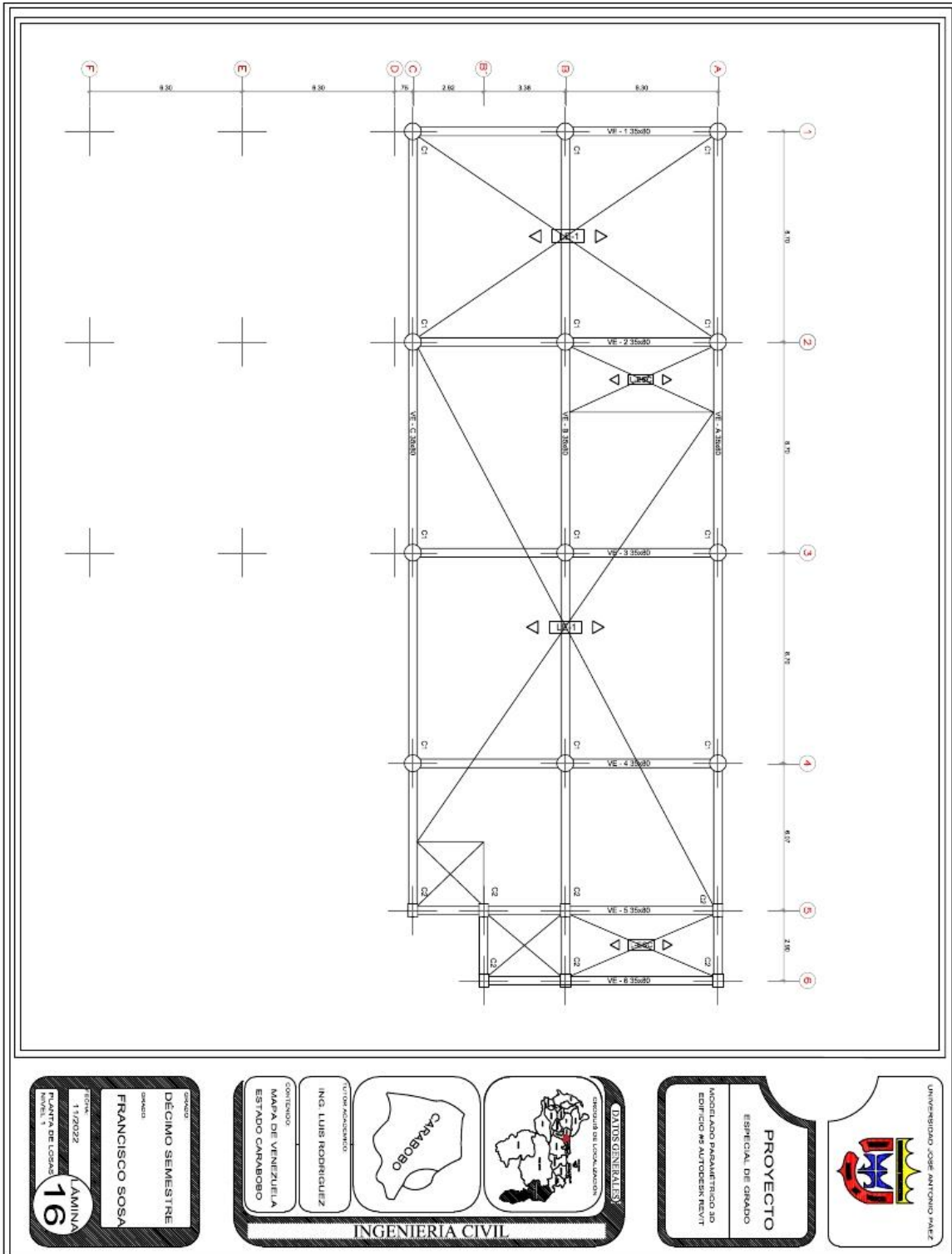
Anexo 14. Plano de fundaciones F4



Anexo 15. Plano de detalle de vigas de riostra



Anexo 16. Plano de losas planta baja



UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO MAZZA
PROYECTO
 ESPECIAL DE GRADO
 MODELADO PARAMÉTRICO 3D
 EDIFICIO #5 AUTOCENTR REVIT

INGENIERIA CIVIL

CONTENIDO
 MAPA DE VENEZUELA
 ESTADO CARABOBO

TÍTULO DE ACERQUEMIENTO
 ING. LUIS RODRIGUEZ

GRUPO
 DÉCIMO SEMESTRE
 FRANCISCO SOSA

FECHA
 11/2022
 PLANTA DE LOSAS
 Hoja 1

LAMINA
16

UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO MAZZA
PROYECTO
 ESPECIAL DE GRADO
 MODELADO PARAMÉTRICO 3D
 EDIFICIO #5 AUTOCENTR REVIT

INGENIERIA CIVIL

CONTENIDO
 MAPA DE VENEZUELA
 ESTADO CARABOBO

TÍTULO DE ACERQUEMIENTO
 ING. LUIS RODRIGUEZ

GRUPO
 DÉCIMO SEMESTRE
 FRANCISCO SOSA

FECHA
 11/2022
 PLANTA DE LOSAS
 Hoja 1

LAMINA
16

UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO MAZZA
PROYECTO
 ESPECIAL DE GRADO
 MODELADO PARAMÉTRICO 3D
 EDIFICIO #5 AUTOCENTR REVIT

INGENIERIA CIVIL

CONTENIDO
 MAPA DE VENEZUELA
 ESTADO CARABOBO

TÍTULO DE ACERQUEMIENTO
 ING. LUIS RODRIGUEZ

GRUPO
 DÉCIMO SEMESTRE
 FRANCISCO SOSA

FECHA
 11/2022
 PLANTA DE LOSAS
 Hoja 1

LAMINA
16

UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO MAZZA
PROYECTO
 ESPECIAL DE GRADO
 MODELADO PARAMÉTRICO 3D
 EDIFICIO #5 AUTOCENTR REVIT

INGENIERIA CIVIL

CONTENIDO
 MAPA DE VENEZUELA
 ESTADO CARABOBO

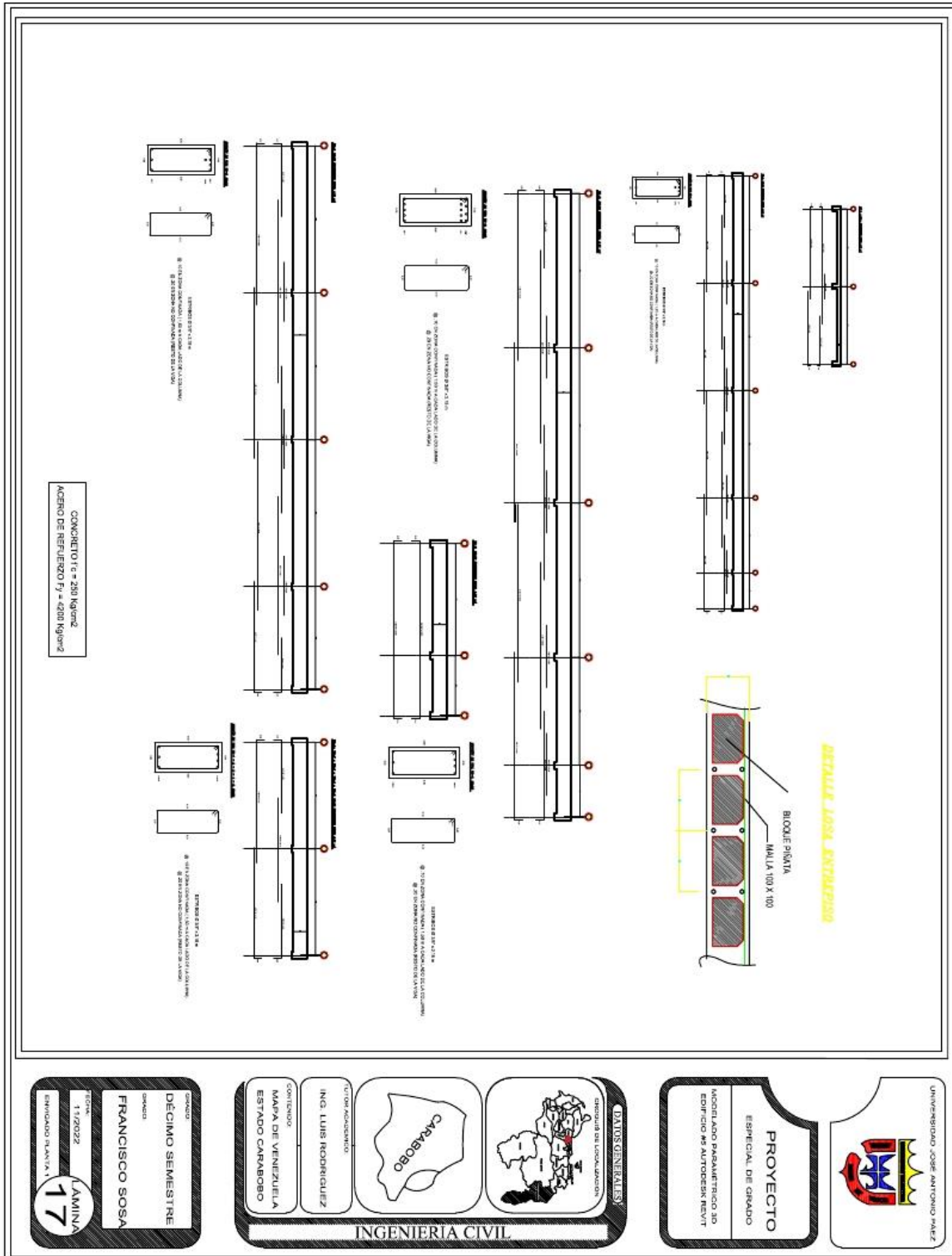
TÍTULO DE ACERQUEMIENTO
 ING. LUIS RODRIGUEZ

GRUPO
 DÉCIMO SEMESTRE
 FRANCISCO SOSA

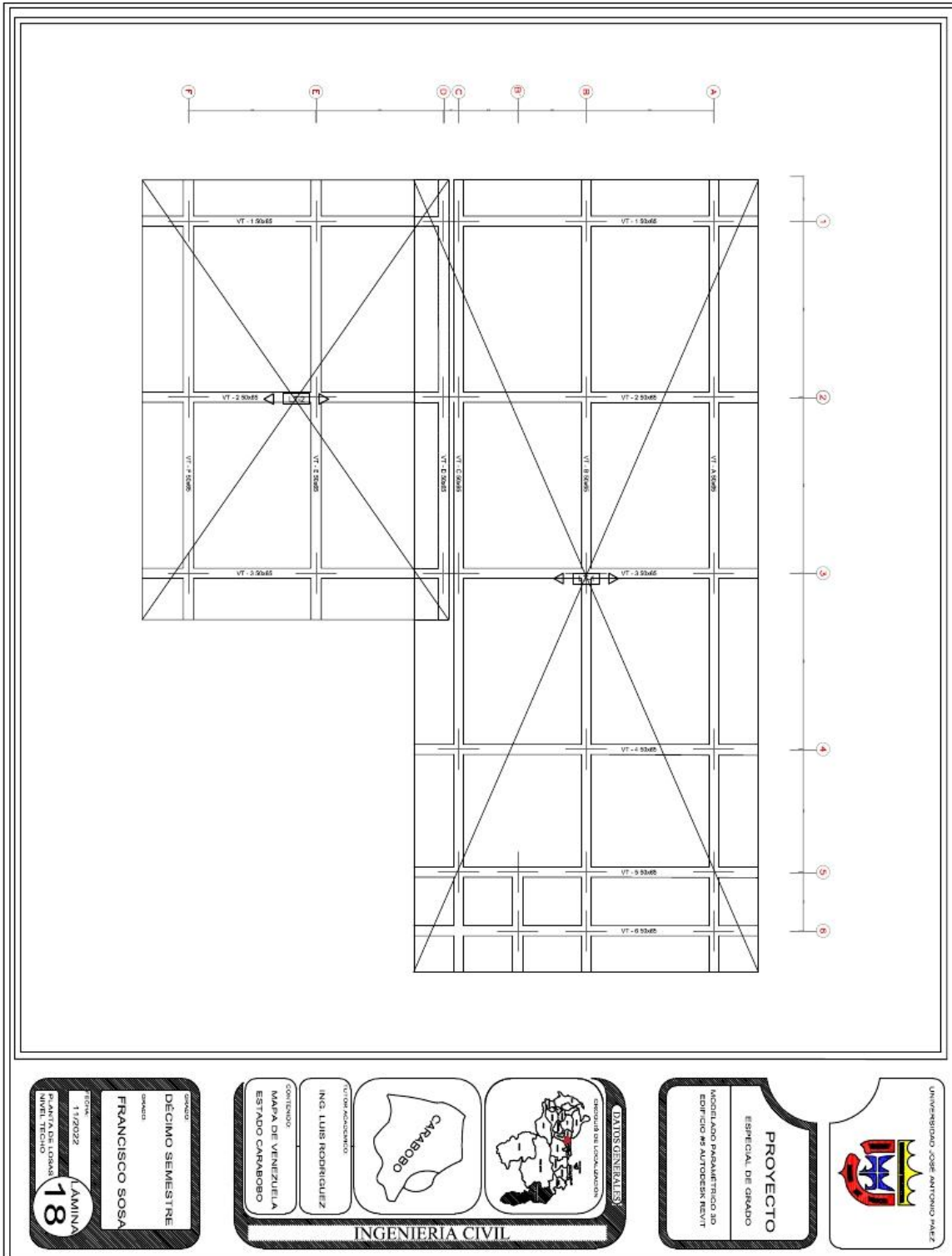
FECHA
 11/2022
 PLANTA DE LOSAS
 Hoja 1

LAMINA
16

Anexo 17. Plano de detalles de vigas planta baja



Anexo 18. Plano de losas



PROYECTO
 ESPECIAL DE GRADO
 MODELADO PARAMETRICO 3D
 EDIFICIO M5 AUTODISEN REVIT

DATOS GENERALES
 CARRERA DE INGENIERIA CIVIL
 ING. LUIS RODRIGUEZ
 CONTENIDO
 MAPA DE VENEZUELA
 ESTADO CARABOBO

INGENIERIA CIVIL

PROYECTO
 ESPECIAL DE GRADO
 MODELADO PARAMETRICO 3D
 EDIFICIO M5 AUTODISEN REVIT

UNIVERSIDAD JOSE ANTONIO PAEZ

GRUPO
 DÉCIMO SEMESTRE
 DISEÑADO
FRANCISCO SOSA
 FECHA
 11/2022
 PLANTAS DE LOSAS
 NÚMERO DE LÁMINA
18

Anexo 19. Plano detalle de vigas planta techo

DETALLE JOSE AYERZA

BLOQUE PINATA
MALLA 106 X 100

UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO MELLÉ

PROYECTO
ESPECIAL DE GRADO
MODELO PARALELISMO 3D
EDIFICIO M5 AUTORES REVIT

DATOS GENERALES
CARRERA DE LICENCIATURA
INGENIERIA CIVIL

TUTOR ACADÉMICO
ING. LUIS RODRIGUEZ

CONTENIDO
MAPA DE VENEZUELA
ESTADO CARABOBO

GRUPO
DÉCIMO SEMESTRE
DISEÑO
FRANCISCO SOSA

TÍTULO
11/2022
LÁMINA
19
FRANCISCO SOSA TITULO

