

	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA			
	Documento	Código	Fecha	Revisión
	FORMATO HOJA DE RESUMEN PARA TRABAJO DE GRADO	F-AC-DBL-007	08-07-2021	B
Dependencia	Aprobado	Pág.		
DIVISIÓN DE BIBLIOTECA	SUBDIRECTOR ACADEMICO	1(1)		

RESUMEN – TRABAJO DE GRADO

AUTORES	Carlos Andrés Caro García y Juan Sebastián Cárdenas Becerra		
FACULTAD	Ingenierías		
PLAN DE ESTUDIOS	Ingeniería Civil		
DIRECTOR	Esp. Jesus David Marquez Montejo		
TÍTULO DE LA TESIS	Comparación en el diseño estructural de una edificación de cuatro niveles ubicado en una zona de amenaza sísmica intermedia con $A_a=0.20$ usando Sap2000 - Dc cad3 y Cypecad.		
TITULO EN INGLES	Structural design comparison of a four-story building located in an intermediate seismic hazard zone with $A_a=0.20$ using Sap2000 - Dc cad3 and Cypecad.		
RESUMEN			
<p>El presente trabajo de grado, modalidad de investigación. Tiene como objetivo principal de realizar un análisis comparativo del diseño estructural de una edificación de cuatro niveles de concreto reforzado utilizando los programas Sap2000 - Dc cad3 y Cypecad. Se elaboró dentro del desarrollo de la investigación tres guías practicas que permiten demostrar el procedimiento necesario para el uso de los programas. Además, al haber modelado la estructura se demostró numéricamente las diferencias en precios al construir los tipos de diseños desarrollados en cada programa.</p>			
RESUMEN EN INGLES			
<p>The present work of degree, research modality. Its main objective is to perform a comparative analysis of the structural design of a four-story reinforced concrete building using the Sap2000 - Dc cad3 and Cypecad programs. As part of the research, three practical guides were developed to demonstrate the necessary procedure for the use of the programs. In addition, having modeled the structure, the differences in prices when constructing the types of designs developed in each program were numerically demonstrated.</p>			
PALABRAS CLAVES	Estructura, Modelación estructural, Método finito, Método matricial, Construcción informal y Metodología Building Information Modeling (BIM).		
PALABRAS CLAVES EN INGLES	Structure, Structural Modeling, Finite Method, Matrix Method, Informal Construction and Building Information Modeling Methodology (BIM).		
CARACTERÍSTICAS			
PÁGINAS: 228	PLANOS:	ILUSTRACIONES: 34	CD-ROM: 1



Comparación en el Diseño Estructural de una Edificación de Cuatro Niveles Ubicado en una Zona de Amenaza Sísmica Intermedia con $A_a=0.20$ Usando SAP2000-DC CAD3 Y CYPECAD.

Carlos Andrés Caro Garcia

Juan Sebastián Cárdenas Becerra

Facultad de Ingenierías, Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña

Ingeniería Civil

Esp. Jesús David Márquez Montejo

Febrero de 2023

Agradecimientos

Queremos dar principalmente gracias a nuestro Dios, por haber escuchado nuestras oraciones como en aquella vez escucho al rey salomón, dándonos sabiduría y conocimiento para seguir adelante con cada uno de nuestras actividades necesarias para realizar este trabajo presentado, y permitir entender todos sus designios. Igualmente, agradecer a la Virgen de Torcoroma, por haber intercedido por nosotros en cada una de los momentos de duda que tuvimos durante nuestra formación.

Dar gracias a nuestros padres por haber sido ese bastón de apoyo, ante todo tropiezo y momentos de dificultad. Por habernos permitido a pesar de los sacrificios que representó formarnos, dar todo de sí para otorgarle a sus hijos la formación anhelada por ellos desde pequeños, todo hecho bajo el manto del amor de padre.

Al ingeniero Jesús Márquez, quien fue esa persona que nos dirigió durante todo el desarrollo del proyecto, por habernos brindado tiempo y conocimiento, los cuales fueron el núcleo para hacer de este proyecto una realidad hoy vista. De igual importancia, a todos nuestros compañeros que conocimos durante nuestra formación, especialmente a los que se hicieron amigos y hermanos, cuyas personas nos brindaron experiencias y conocimiento que nunca olvidaremos y risas que nos hacían llevar con mayor agrado todo el tiempo necesario.

Andrés C. García

Juan Sebastián Cárdenas Becerra

Índice

1. Comparación en el Diseño Estructural de una Edificación de Cuatro Niveles Ubicado en una Zona de Amenaza Sísmica Intermedia con $A_a=0.20$ Usando SAP2000-DC CAD3 Y CYPECAD	11
1.1 Planteamiento del problema	11
1.2 Formulación del problema	14
1.3 Objetivos	14
1.3.1 Objetivo general	14
1.3.2 Objetivos específicos.....	14
1.4 Justificación.....	15
1.5 Delimitaciones.....	16
1.5.1 Delimitación operativa	16
1.5.2 Delimitación conceptual.....	16
1.5.3 Delimitación geográfica	17
1.5.4 Delimitación temporal.....	17
2 Marco Referencial	17
2.1 Marco histórico	17
2.2 Marco contextual.....	20
2.3 Marco conceptual	21
2.3.1 Diseño estructural.....	21

	4
2.3.2 Amenaza sísmica.....	23
2.3.3 Modelación estructural.....	23
2.4 Marco teórico	25
2.4.1 Estado del arte	25
2.5 Marco legal.....	26
3 Diseño Metodológico.....	27
3.1 Tipo de investigación	27
3.2 Población y muestra	28
3.2.1 Población.....	28
3.2.2 Muestra.....	28
4 Resultados.....	28
4.1 Materiales y métodos	28
4.1.1 Elección de la edificación.	28
4.1.2 Método.	31
4.2 Proponer el análisis y diseño estructural de una edificación residencial de cuatro niveles mediante el software SAP2000-DC CAD3.	31
4.2.1 Análisis y diseño estructural	31
4.3 Proponer el análisis y diseño estructural de una edificación residencial de cuatro niveles mediante el software CYPECAD.	100

4.4	Evaluar los costos en la construcción del sistema de resistencia sísmica y elementos estructurales estableciendo las diferencias que existen al analizar los resultados obtenidos con los Software SAP2000-DC CAD3 y CYPECAD.....	104
4.5	Realizar una guía práctica para el manejo de los Software SAP2000-DC CAD3 y CYPECAD para el análisis y diseño estructural de edificaciones de concreto reforzado, estableciendo las ventajas y desventajas de los Softwares.	106
4.5.1	SAP2000-DC CAD3	106
4.5.2	CYPECAD	107
5	Conclusiones.....	112
6	Recomendaciones.....	113
	Referencia	114
	Apéndice	118

Lista de Tablas

Tabla 1 Materiales de la estructura	29
Tabla 2 Parámetros de coeficiente de sitio.....	30
Tabla 3 Configuración estructural de la edificación	30
Tabla 4 Tipos de apoyos y longitud de luz libre	35
Tabla 5 Dimensiones de vigas de entrepiso y cubierta	35
Tabla 6 Dimensiones de losa de entrepiso, nervada en una sola dirección.	36
Tabla 7 Dimensiones de columnas.....	37
Tabla 8 Cálculo de peso de vigas por niveles	39
Tabla 9 Peso de columnas.....	41
Tabla 10 Peso de muros divisorios de mampostería	42
Tabla 11 Cálculo de masa de escaleras	47
Tabla 12 Peso de escalera por tramo.....	50
Tabla 13 Cargas sobrepuestas por acabado a la escalera.....	51
Tabla 14 Resumen de cálculo de masa de la edificación.....	52
Tabla 15 Cálculo de la masa en cada área piso N+2.95; N+5.90	54
Tabla 16 Cálculo de centro de masa para N+2.95; N+5.90	55
Tabla 17 Localización de centro de masa niveles N+2,95 y N+5,90	57
Tabla 18 Cálculo de la masa en cada área piso N+8.85.....	59
Tabla 19 Cálculo centro de masa N+8,85	60
Tabla 20 Localización de centro de masa niveles N+8,85.....	62
Tabla 21 Cálculo de la masa en cada área piso N+11.80.....	64

Tabla 22 Localización de centro de masa niveles N+11,80.....	65
Tabla 23 Resumen localización centro de masa	67
Tabla 24 Cálculo de rigidez pórtico A en X	70
Tabla 25 Cálculo de rigidez pórtico B en X.....	70
Tabla 26 Cálculo de rigidez pórtico C en X.....	70
Tabla 27 Cálculo de rigidez pórtico D en X	71
Tabla 28 Cálculo de rigidez pórtico E en X.....	71
Tabla 29 Cálculo de rigidez pórtico 1 en Y	71
Tabla 30 Cálculo de rigidez pórtico 2 en Y	72
Tabla 31 Cálculo de rigidez pórtico 3 en Y	72
Tabla 32 Coordenadas centro de rigidez N+11,80 en Ycr.....	73
Tabla 33 Coordenadas centro de rigidez N+11,80 en Xcr.....	73
Tabla 34 Coordenadas centro de rigidez N+11,80.....	74
Tabla 35 Coordenadas centro de rigidez N+8,85 en Ycr.....	75
Tabla 36 Coordenadas centro de rigidez N+8,85 en Xcr.....	75
Tabla 37 Coordenadas centro de rigidez N+8,85.....	75
Tabla 38 Coordenadas centro de rigidez N+5,90 en Ycr.....	77
Tabla 39 Coordenadas centro de rigidez N+5,90 en Xcr.....	77
Tabla 40 Coordenadas centro de rigidez N+5,90.....	77
Tabla 41 Coordenadas centro de rigidez N+2,95 en Ycr.....	78
Tabla 42 Coordenadas centro de rigidez N+2,95 en Xcr.....	79
Tabla 43 Coordenadas centro de rigidez N+2,95.....	79
Tabla 44 Resumen de localización de centro de rigidez por niveles	80

Tabla 45 Localización de centro cortante por niveles.....	81
Tabla 46 Torsión accidental.....	82
Tabla 47 Torsión debida a la no coincidencia del centro de masa.....	83
Tabla 48 Parámetros para espectro de diseño	89
Tabla 49 Periodos de la edificación	89
Tabla 50 Cálculo de la fuerza sísmica y cortante basal	90
Tabla 51 Calculo de espectro elástico de aceleración para una edificación de 4 pisos ...	90
Tabla 52 Calculo de fuerza horizontal equivalente.....	92
Tabla 53 Desplazamiento de nodos exportados de SAP2000 en sismo X.....	96
Tabla 54 Control de deriva de dirección X ejes E-3 con el programa SAP2000.....	97
Tabla 55 Desplazamiento de nodos exportados de SAP2000 en sismo Y.....	98
Tabla 56 Control de deriva de dirección Y ejes E-3 con el programa SAP2000.....	99
Tabla 57 Parámetros sísmicos con CYPECAD	101
Tabla 58 Cantidades de obra por m2	104
Tabla 59 Análisis comparativo de los programas SAP2000-DC CAD3 y CYPECAD.	108

Tabla de Figuras

Figura 1 Altura o espesores mínimos recomendadas para vigas no preesforzada o losas reforzadas en una dirección que soporten muros divisorios y particiones frágiles, susceptible debido a deflexiones grandes, a menos que se calculen deflexione	33
Figura 2 Altura o espesores mínimos de vigas no preesforzada o losas reforzadas en una dirección a menos que se calculen las deflexiones	34
Figura 3 Configuración estructural	38
Figura 4 Carga de entrepiso N+2,95 y N+5,90.....	43
Figura 5 Cargas de entrepiso N+8.85	44
Figura 6 Cargas de entrepiso N+11.80	45
Figura 7 Cargas muertas mínimas de elementos no estructurales horizontales - Cubierta	46
Figura 8 Diagrama de configuración de escalera.....	47
Figura 9 Configuración de escalera	49
Figura 10 Valores mínimos alternativos de carga muerta de elementos no estructurales cuando no se efectúe un análisis más detallado	51
Figura 11 Formulación para cálculo de centro de masa	53
Figura 12 Localización de centro de masa niveles N+2,95 y N+5,90.....	58
Figura 13 Localización de centro de masa niveles N+8,85	63
Figura 14 Localización de centro de masa niveles N+11,80	66
Figura 15 Formulación para cálculo de rigidez	68
Figura 16 Diagrama para el análisis de desplazamiento por pórticos.....	68

Figura 17 Diagrama de desplazamiento para cálculo de rigidez	69
Figura 18 Localización centro de rigidez N+11,80	74
Figura 19 Localización centro de rigidez N+8,85	76
Figura 20 Localización centro de rigidez N+5,90	78
Figura 21 Localización centro de rigidez N+2,95	80
Figura 22 Valor de los parámetros C_t y α para el cálculo del periodo aproximado T_a ...	85
Figura 23 Espectro elástico de aceleración de diseño como fracción de g.....	88
Figura 24 Espectro elástico de aceleración para una edificación de 4 pisos	92
Figura 25 Aplicación de carga en dirección X en el programa SAP2000	93
Figura 26 Aplicación de carga en dirección Y en el programa SAP2000	93
Figura 27 Deriva máxima como porcentaje de hpi.....	95
Figura 28 Deriva en sismo X con SAP2000	96
Figura 29 Deriva en sismo Y con SAP2000	98
Figura 30 Vista 3D modelo final SAP2000	100
Figura 31 Listado de Derivas dadas por CYPECAD.....	102
Figura 32 Vista 3D modelo final CYPECAD.....	103
Figura 33 Modelo 3D de los elementos con acero en CYPECAD	103
Figura 34 Presupuesto de obra de análisis y diseño con SAP2000-DC CAD3 y CYPECAD.....	105

1. Comparación en el Diseño Estructural de una Edificación de Cuatro Niveles Ubicado en una Zona de Amenaza Sísmica Intermedia con $A_a=0.20$ Usando SAP2000-DC CAD3 Y

CYPECAD

1.1 Planteamiento del problema

La construcción en Colombia durante los últimos años se ha destacado por ser unos de los más grandes sectores de la economía, esto se ha visto reflejados en los indicadores del Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE) donde se cuantifica el crecimiento que este ha tenido, por ejemplo, a corte del mes de noviembre del 2021 las áreas licenciadas de construcción tuvieron un aumento de 17,3% respecto al mismo mes del año anterior; según la Cámara Colombiana de la Construcción (CAMACOL) se estima que “el sector de la construcción continuará las sendas de la reactivación en el año 2022. El Producto Interno Bruto del sector edificador crecerá 17,7% el próximo año, consolidando su segundo año como motor de la reactivación económica y social del país.” Esto refleja un alto aporte al Producto Interno Bruto de Colombia, en gran parte de las áreas licenciadas se destaca las viviendas VIS, ya que estos reflejan sistemas constructivos de bajo costos.

Siendo la construcción de Viviendas de Interés Social (VIS) la mayor generadora de licencias de construcción se debe considerar que a pesar de que este indicador muestra un gran crecimiento, no se tienen en cuenta las construcciones informales que se caracterizan por no tener su debida licencia de construcción. Como se aprecia en el artículo de Campiña y Henao (2021) “se destacan en estas construcciones la pobreza de sus propietarios, algunas hechas a partir de conocimientos básicos en la actividad constructiva, pero se observa una notable improvisación en el diseño y materiales deficientes”. Siendo estas un riesgo para la comunidad,

por lo que en su mayoría no se tienen presentes los respectivos diseños, estas edificaciones no soportarán un sismo de cierto grado de magnitud.

Los sistemas estructurales convencionales que más se destacan en Colombia son tres y estos abarcan el 99% de las licencias de viviendas de interés social (VIS), estas son: en mayor medida, el sistema de muro de carga y disminuye de forma abrupta en los siguientes dos sistemas, de pórticos resistentes a momento, y combinados. Los sistemas antes mencionados tienen aprobación de uso por el Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente (NSR-10). Teniendo en cuenta que estos sistemas estructurales son de frecuente uso en Colombia, las edificaciones requieren un diseño estructural adecuado, utilizando toda la formulación matemática, criterios técnicos y recomendaciones para reducir la probabilidad de daño a la que la amenaza sísmica y cargas verticales exponga a las estructuras.

Se ha evidenciado que los principales problemas en la ejecución de las obras de edificación vienen precedentes en su mayoría de la etapa de diseño del proyecto. Estos problemas tienen diferentes factores, donde se hace resaltar, la falta de conocimiento del cliente sobre los requerimientos mínimos preliminares a la construcción de la obra, como por ejemplo un diseño estructural, realizado por un profesional especializado sobre el tema. Otro factor está relacionado directamente con el anterior, ya que cuando el cliente se entera del costo que representa un diseño estructural descarta la contratación de un profesional y prefiere la búsqueda de prácticas inseguras basadas en experiencias alejadas de la normatividad de algunas personas. El problema enunciado se ve reflejado al momento de diligenciar el debido trámite para la licencia de construcción para edificación nueva en el país; estos requisitos están debidamente estipulados en el Decreto 1203 del 2017, donde en el artículo 07 se estipula la entrega de copia

de la memoria de cálculo al ente encargado de tramitar las licencias de construcción, donde serán estudiadas para su aprobación.

Las memorias de cálculo estructural están constituidas del análisis de cargas a las cuales la estructura y el suelo estarán sometidas, y el diseño de los diferentes elementos estructurales. Estas se deben realizar por un profesional especializado en el tema, el cual debe cumplir los requerimientos mínimos que se encuentran en la NSR-10, iniciando con el análisis estructural y seguidamente realizando el diseño estructural de la edificación, en ambos casos el uso del software de cálculo estructural es indispensable, sin embargo, su utilización representa un problema por los altos costos que tienen sus licencias o desconocimiento del manejo de los mismos.

Teniendo en consideración que tanto el análisis y el diseño estructural para la realización de las memorias de cálculo pueden ser actividades que requieran cálculos matemáticos complejos y con extensos procedimientos, se necesita de toda la ayuda posible para minimizar errores y reducir tiempos. Por lo anterior, actualmente existen una gran variedad de programas de cálculo estructural, de los que se destacan:

- ✓ De la empresa CSI: SAP2000 y ETABS
- ✓ De la empresa AutoDesk: Robot Structural
- ✓ De la empresa CYPE Ingenieros: CypeCAD
- ✓ De la empresa MIDAS IT: MIDAS GEN

Resaltando a SAP2000 como uno de los principales pioneros y la reciente aparición de CypeCAD, ambos atractivos para estudiantes, diseñadores estructurales y profesionales del medio; debido a que también tienen compatibilidad con plataformas que involucran la metodología Building Information Modeling (BIM), permitiendo la visualización y el trabajo

intercomunicado de diferentes ramas de la construcción. Debido a que el uso de software es una práctica que debería iniciar en los estudios de pregrado, actualmente la mayoría de las universidades en Colombia hacen más énfasis en el aprendizaje tradicional, dejando de un lado el uso de programas de cálculo estructural. Sin embargo, también hay universidades que han reconocido la importancia de combinar el aprendizaje tradicional con el uso de software dentro de la formación de los futuros profesionales, y se preocupan por incluir estas herramientas tecnológicas dentro de sus asignaturas relacionadas a la línea de estructuras, aunque sea de manera superficial.

1.2 Formulación del problema

¿Qué ventajas o desventajas ofrecen los softwares SAP2000-DC CAD3 y CYPECAD para el análisis y diseño estructural de edificaciones residenciales de concreto reforzado?

1.3 Objetivos

1.3.1 *Objetivo general*

Realizar un análisis comparativo del diseño estructural de una edificación de cuatro niveles de concreto reforzado utilizando los programas SAP2000-DC CAD3 y CYPECAD.

1.3.2 *Objetivos específicos*

- ✓ Proponer el análisis y diseño estructural de una edificación residencial de cuatro niveles mediante el software SAP2000-DC CAD3.
- ✓ Proponer el análisis y diseño estructural de una edificación residencial de cuatro niveles mediante el software CYPECAD.

- ✓ Evaluar los costos en la construcción del sistema de resistencia sísmica y elementos estructurales estableciendo las diferencias que existen al analizar los resultados obtenidos con los Software SAP2000-DC CAD3 y CYPECAD.
- ✓ Realizar una guía práctica para el manejo de los Software SAP2000-DC CAD3 y CYPECAD para el análisis y diseño estructural de edificaciones de concreto reforzado, estableciendo las ventajas y desventajas de los softwares.

1.4 Justificación

Los altos costos y trámites burocráticos que se ven sometidos las personas en el momento de la etapa de diseño de un proyecto fomentan a la informalidad en la construcción, desarrollando técnicas que no aportan seguridad y bienestar en una vivienda. Al analizar que las poblaciones en las ciudades cada día van más en aumento, por la salida de comunidades desde el campo, llevan consigo un alto porcentaje de pobreza, las cuales llegan en busca de una vivienda, esto ha fomentado el crecimiento desproporcionado en la gran mayoría de ciudades latinoamericanas, dando lugar a invasiones de predios que no se ven sometidas a diseños urbanísticos.

El desarrollo de esta investigación busca que los profesionales de la construcción o estudiante de la carrera de ingeniería civil, conozcan las ventajas o desventajas a punto comparativo que tienen al utilizar los programas de modelación tales como SAP2000 y CypeCAD, que permiten el análisis y diseño estructural de una edificación, que en el momento de acceder a brindar sus servicios de un diseño estructural se puedan disminuir los costos y aumentar la facilidad de trabajo para realizar dichos diseños.

SAP2000 es un programa de métodos finitos que se ha utilizado con mayor medida a nivel educativo y esto ha conllevado a que muchos profesionales sigan optando por su uso para realizar trabajos; de ahí que se trae a conocimiento un programa que surgió dos décadas después, muy poco conocido en nuestra región el cual es CYPECAD que consiste en el análisis de datos por medio de método matriciales. Conociendo ambos programas se busca brindar apoyo a esta población afectada por los costos de los diseños, ya que los precios de dichos diseños van arraigados con la dificultad y tiempo al que está sometido el profesional para la búsqueda satisfactoria de un diseño. Así mismo, se brindará una guía a los estudiantes para el desarrollo de sus modelos estructurales, facilitando el aprendizaje y competencias en herramientas tecnológicas que los potencialice como mejores profesionales.

1.5 Delimitaciones

1.5.1 *Delimitación operativa*

La obtención de las licencias de los programas para el desarrollo de la investigación tiene costos elevados, esto significa que se debe buscar mediante intermediarios las licencias para el respectivo estudio, se contará con la licencia educativa del programa de ingeniería civil para el software SAP2000 y DC CAD3. Por la parte de CYPECAD se tendrá la licencia profesional que cuenta el especialista Jesús David Márquez Montejo, director del proyecto.

1.5.2 *Delimitación conceptual*

Para el desarrollo de la siguiente investigación, es necesario abarcar los siguientes conceptos: Estructura, Modelación estructural, Método Finito, Método Matricial, Construcción Informal y Metodología *Building Information Modeling* (BIM).

1.5.3 *Delimitación geográfica*

La comparación que se realizará con el software SAP2000 apoyado en DC CAD3 y CYPECAD, tendrá un impacto a nivel nacional debido a que la guía y datos proporcionados serán de utilidad para cualquier estudiante o profesional en Colombia, sin embargo, la estructura a analizar y diseñar se encuentra ubicada en el municipio de Ocaña, Norte de Santander-Colombia.

1.5.4 *Delimitación temporal*

Esta investigación se desarrollará durante 4 meses donde se realizará la ejecución de la modelación mediante los dos programas SAP2000 y CYPECAD, y una guía práctica de dichos programas.

2 Marco Referencial

2.1 Marco histórico

Al principio de la ingeniería estructural, las estructuras estaban compuesta por elementos que consistían en la transferencia de carga por compresión, las cuales no contaban con operaciones analíticas y solo se basaban en la intuición, como se puede evidenciar en las pirámides egipcias. La primera pirámide de la que se tiene registro es la del faraón Zoser, que fue construida alrededor del año 2650 a.c por el erudito egipcio Imhotep, quien se considera como el primer ingeniero y arquitecto de la historia, el cual pretendía modificar la mastaba con la que se contaba en un principio, se siguió con el mismo sistema de construcción por muchos años

después, ya que era una forma de realizar construcciones sorprendentes y de gran altura sin ejercer cálculos.

Se reconoce que el comienzo de la estática se podría dar por la ley de la palanca atribuida al erudito Arquímedes que, en el siglo III, pretendía demostrar que una carga de gran peso era posible mover colocándola en el extremo más corto de la palanca y así se ejercería una fuerza menor en la palanca más larga, este dio paso para realizar estructuras más complejas con la ayuda del tratado de la mecánica llamado “Problemas de Mecánica” realizado por el filósofo Aristóteles 100 años antes.

Llegada la época del renacimiento es donde se comienza a hablar con fundamentos sobre la resistencia de los materiales y dando lugar a cálculos con mayor precisión al momento de construir una estructura, se le atribuye a Leonardo Da Vinci, quien estudia el “porqué de las cosas” y se centra en la estática de los elementos que son sometidos a cargas externas como lo son las vigas isostáticas. Galileo Galilei ejecuta estudios de la estática y de vigas empotradas, dando a conocer el termino el “Momento de la Fuerza”, pero llegó a soluciones erróneas que posteriormente fueron corregidas. Estos dos personajes de la historia dieron paso a muchos más científico e ingenieros para el estudio de resistencia de materiales y de estáticas como lo son: Robert Hooke, Cristian O. Mohr, Alberto Castigliano, Hardy Cross, Richard Courand, Alexander Hrenikoff y muchos más personajes que han dejado métodos a través de la historia que hoy en día son utilizados para diferentes usos, los cuales se han logrado implementar en programas tecnológicos que han mejorado y facilitado el análisis de estructuras complejas.

En este sentido se puede decir que el hombre en su búsqueda de satisfacer sus necesidades ha tenido que realizar estructuras complejas y duradera que han avanzado teniendo

en cuenta las herramientas tecnológicas presentes para cada época, además, han desarrollado leyes, teoremas y métodos, que han ayudado a solucionar tales problemas.

Siendo así en la década de 1970 se desarrolla SAP, el primer software que permite el análisis estructural de forma más precisa y simple, quien fue desarrollado por el Ingeniero civil emérito y profesor Edward L. Wilson, pero este programa estaba sometido a hardware de grandes tamaños y de poca facilidad de trabajo, ya que contaba con elementos que brindaban poco rendimiento y dificultad al momento de la lectura de los datos numéricos a los que estaba sometido. En la siguiente década se actualizan los métodos utilizados por las computadoras, donde se ve beneficiado el tamaño y rapidez de estos, permitiendo el uso de programas que brindaban mayor resultado, entonces, es así que se desarrolla el primer programa de análisis estructural de modelamiento en 3D.

De tal forma en Colombia, precisamente en Bogotá en el año 1921, como lo relata el periódico el Tiempo en su artículo “La historia del edificio Peraza, primer 'rascacielos' de Bogotá”, se realiza el primer edificio, que se considera de gran tamaño para la época, el cual cuenta con 7 niveles. En 1969 se construye el edificio Avianca, quien rompe con cualquier otro límite de altura realizado en Colombia; para el diseño de este edificio se debieron ejecutar decenas de horas para su estudio y diseño, donde los ingenieros estructurales se sometieron a cálculos manuales y de gran dedicación, desde allí se han construido decenas de edificios de gran tamaño en Colombia, que han permitido satisfacer las necesidades que se han tenido para los diferentes usos que se requieran.

En la actualidad se manejan diferentes softwares que dan lugar a un progreso en la forma de realizar los cálculos, análisis y diseños de estructuras, permitiendo reducir tiempos para el desarrollo de dichas actividades. Entre estos programas se puede encontrar: SAP2000 quien

desde la década de 1970 fue presentado al público para su uso; ETABS este programa se encuentra en el mercado hace 40 años; CYPECAD la primera versión de este software fue lanzada en 1991 por la compañía CYPE; MIDAS GEN que en 1996 fue el inicio de su comercialización a nivel internacional y finalmente Robot Structural fue adquirido por la compañía Autodesk en el año 2007, estos programas ha llevado consigo un sinfín de mejoras continuas, para así permitir el desarrollo de estructuras innovadoras y seguras.

2.2 Marco contextual

Durante las últimas décadas, en las diferentes ciudades del territorio colombiano se ha evidenciado un crecimiento demográfico por diferentes causales, que han sometido al crecimiento urbanístico de estas, por este motivo se ha requerido la construcción de edificaciones residenciales y con ello la necesidad de aplicaciones de tecnologías que reduzcan los costos de los diseños estructurales, garantizando la calidad de tales estructuras. Las edificaciones de 3,4 y 5 niveles en su mayoría son las más utilizadas por la población colombiana para uso residencial, así mismo se ven sometidas a la construcción informal por sus altos costos al momento de solicitar la licencia de construcción ante los entes encargados para estos trámites; dada esta problemática se requiere buscar métodos que permitan la reducción de los costos de dichos diseños, siendo este el motivo para realizar este trabajo de grado.

El presente trabajo de grado es aplicable para cualquier estructura de 4 niveles que se construya en zona de amenaza sísmica con nivel intermedio, el cual representa gran porcentaje del territorio colombiano.

2.3 Marco conceptual

En el presente proyecto se realizará la comparación en el diseño estructural de una edificación de cuatro niveles ubicado en una zona de amenaza sísmica intermedia con $A_a=0.20$ usando SAP2000 apoyado por DC CAD3 y por el otro lugar CYPECAD, fundamentados en el reglamento colombiano de construcción sismo resistente NSR-10.

2.3.1 *Diseño estructural*

Con el fin de realizar una edificación resistente, que está definida por la NSR-10 como “una construcción cuyo uso principal es la habitación u ocupación por humanos”, se debe realizar un diseño estructural de dicha edificación, el cual debe garantizar la prevención de vidas y bienes que permanezcan en ella, es por ello que el reglamento colombiano de construcción sismo resistente (NSR-10), determina que “La estructura de la edificación debe diseñarse para que tenga resistencia y rigidez adecuadas ante las cargas mínimas de diseño prescritas por el Reglamento” y es por ello que en este mismo documento se brinda un procedimiento para el diseño estructural de edificaciones nuevas y existentes.

Este diseño estructural debe ser realizado por un profesional competente en dicho tema, en este caso sería un diseñador estructural, “quien es un ingeniero civil, facultado para ese fin, bajo cuya responsabilidad se realizan el diseño y los planos estructurales de la edificación, y quien los firma o rotula” (NSR-10, 2010). Los diseños estructurales deben ser justificados mediante una memoria de cálculo, el cual debe contener aspectos importantes de la estructura, como la “descripción del sistema estructural usado, las cargas verticales, el grado de capacidad de disipación de energía del sistema de resistencia sísmica, el cálculo de la fuerza sísmica, el tipo de análisis estructural y la verificación de las derivas” (NSR-10, 2010), se debe tener claro que las derivas de piso está definida por esta misma norma como “el desplazamiento horizontal

relativo entre dos puntos colocados en la misma línea vertical, en dos pisos o niveles consecutivos de la edificación” (NSR-10, 2010) .

Las cargas verticales que se deben adjuntar a la memoria de cálculo, debe contener explícitamente las cargas muertas y cargas vivas, dichas cargas muertas cubre todas las cargas de los elementos de construcción, incluyendo los pesos de la estructura, los muro, pisos, escaleras, cubierta, cielos rasos, equipos fijos y todas aquellas cargas a las cuales son permanentes en la edificación, dependiendo del uso al cual va a ser sometida (NSR-10). En lo que tiene que ver con las cargas vivas, estas son producidas por el uso y ocupación de la edificación y varían a lo largo del tiempo, pero se debe determinar un valor para dicho diseño.

Los datos que son evidenciados en la memoria de cálculo deben ir acompañados de un plano estructural que permite visualizar el tamaño y localización de los elementos estructurales así como sus dimensiones y refuerzos, especificar los materiales de construcción que se va a utilizar en la estructura, tipo y localización de las conexiones entre los elementos estructurales, el grado de disipación de energía con la que diseñó, las cargas a las que va a ser sometida la estructura supuestas en la memoria de cálculo, precauciones que se deben tener al momento de construir y el grupo al cual pertenece la edificación (NSR-10, 2010).

Todos los documentos mencionados anteriormente deben ser entregado mediante una copia para su revisión al ente encargado para tramitar el permiso de construcción, como lo puede ser la curaduría o dependencias encargadas de expedir dichas licencias donde se debe guardar una copia, estos planos, memorias y estudios deben permanecer por lo menos una copia en el archivo y se debe garantizar que estos documentos sean iguales a los utilizados en la construcción de la obra (NSR-10, 2010).

2.3.2 Amenaza sísmica

En la actualidad no es posible determinar el momento, el lugar ni la intensidad de un sismo que está definido en la NSR-10 como “vibraciones de la corteza terrestre inducidas por el paso de ondas sísmicas provenientes de un lugar o zona donde han ocurrido movimiento súbitos de la corteza terrestre”, pero si es posible identificar la magnitud y el lugar donde ocurre este, es por ello que se ha establecido y categorizado por regiones o zonas la amenaza que un sismo puede generar, así mismo, en la NSR-10 se puede encontrar dicha categorización, en la cual se clasifica en tres niveles, baja, intermedia, y alta, donde el nivel de amenaza sísmica intermedia representa el 47.3% de la población del país (NSR-10, 2010), además se puede encontrar los valores esperado de futuras acciones sísmicas de las regiones, cuantificando en términos de aceleración horizontal que representa el sismo en el terreno, los valores de esta aceleración son expresados como fuerza para poder utilizadas en el análisis y diseño de una estructura, esta es conocida como “Fuerza sísmica” (NSR-10, 2010). El reglamento brinda tres niveles de ductilidad, los cuales están determinados para la disipación de energía, estos son: Capacidad mínima de disipación de energía (DMI), Capacidad moderada de disipación de energía (DMO) y Capacidad especial de disipación de energía (DES).

2.3.3 Modelación estructural

La modelación estructural es una representación gráfica y matemática que ayuda a interpretar el funcionamiento de la estructura al ser construida, mostrando diferentes situaciones que se puedan presentar, con esto revisar las diferentes variables para dar la mayor estabilidad a la estructura, facilitando la visión y el análisis de la estructura, dado que es una representación simplificada de una estructura que ayuda al análisis detallado de esta, pero para ello se cuenta con diferentes métodos importantes para la realización de este análisis como el Método finito que

es una metodología numérica donde se resuelven diferentes ecuaciones diferenciales, que son base en diferentes problemas relacionados con la física y la ingeniería, otro método utilizado es el matricial o también conocido como el método de rigidez, el cual da su utilidad a los principios de resistencia de los materiales, y deducir fórmulas de la matriz de rigidez, orientado al análisis estructural, en el que se entrega unos cálculos precisos y al mismo tiempo poder dar análisis al correcto funcionamiento de la estructura, estos métodos han sido utilizados por diferentes empresas en la producción de softwares para el análisis estructural, como lo ha sido el programa CypeCAD que por medio de la metodología BIM (*Building Information Modeling*) permite el diseño, cálculo y dimensionamiento de obras civiles (CypeCAD, s.f), el cual se ha venido implementando en muchos países por unas series de necesidades y deficiencias de las industrias en la construcción favoreciendo a que mejoren sus procesos y utilidades; mediante un proceso de generación y de gestión de los datos de un proyecto, utilizados en un software de modelado en 3D y en tiempo real, dando como resultado la disminución de recursos para el diseño y la construcción además del aumento de productividad, la calidad de detalle y el control de la información.

Por otro lado, se tiene el programa SAP2000, el cual es un programa que utiliza el método de elementos finitos, es por ello que mediante su implementación permite la modelación, análisis y dimensionamiento de obras civiles, acompañado de una interfaz de gráfico 3D (CSI SPAIN, s.f.). SAP2000, como se ha mencionado no permite el diseño de los elementos estructurales, y por ende debe ir acompañada de otro programa que, si permita dicho proceso, este programa es, DC CAD3, el cual permite la lectura de los datos exportados de los programas de análisis estructural, como la geometría y otras solicitaciones de los elementos estructurales, así logrando desarrollar planos de construcción (DC CAD3, s.f.).

2.4 Marco teórico

2.4.1 *Estado del arte*

Para el desarrollo de la presente investigación es necesario tener algunos trabajos de investigación como referencias.

El ingeniero Luis Pérez, de la Universidad César Vallejo de Lima, en su tesis para obtener el título profesional de ingeniero civil, desarrollo el análisis comparativo entre los programas ETABS y CypeCAD, este análisis se llevó a cabo considerando el Reglamento Nacional de Edificaciones de Perú (RNE) donde llegó a concluir que con el programa CypeCAD tiene ventaja por la cantidad de herramientas que están incluidas en el programa, además de reducir los tiempos que se deben dedicar a la realización del modelamiento del diseño estructural, pero, con el programa ETABS el dominio en el diseño es más directo que CypeCAD para la obtención del diseño estructural de una edificación (Perez, 2019).

Por otra parte el ingeniero Camilo Gonzales de la Universidad Pontificia de Valencia en su investigación para obtener el master universitario en construcciones e instalaciones industriales, desarrolla el análisis estático no lineal (PushOver), de una estructura porticada de hormigón armado, basándose en la Norma Sismo Resistente Colombiana (NSR-10), donde el fin de esta investigación fue determinar la importancia de la ductilidad en el diseño estructural, tomando los diferentes criterios de ductilidad definidos en la NSR-10 (DIM, DMO y DES), donde además realizó una comparación en el costo de los materiales que arrojó los tres niveles de ductilidad, pudo concluir que la mejor opción no es la de disipación de energía mínima (DMI) como se esperaba, sino, la opción más favorable económicamente es la DMO, la cual lleva a secciones más pequeñas, principalmente en los pilares. Dicha investigación fue realizada

mediante el análisis y diseño estructural apoyado del programa CypeCAD, donde se le brindo todos los datos requeridos para dar los resultados ya mencionados (Gonzales, 2018).

El ingeniero Alberto Parra en su tesis, para obtener el título de maestro en ciencia con la especialidad en ingeniería de sistemas, “Modelación y simulación del diseño de trabes y columnas de concreto reforzado para apoyo a la docencia”, utilizó los programas CypeCAD, Robot Millenium y SAP2000, para desarrollar recursos didácticos mediante hojas electrónicas de calculo que permiten desempeñar tareas como el dimensionamiento de trabes y columnas de forma más sencilla a las que se tiene como forma de enseñanza básica dentro del aprendizaje de los profesionales en el área del diseño, defendiendo que los programas antes mencionados tienen como desventaja que no son programas educativos y están diseñados netamente para el sector profesional (Parra, 2004).

2.5 Marco legal

Para la realización del presente trabajo de investigación se utilizaron estudios de consultoría, software licenciado por la universidad Francisco de Paula Santander seccional Ocaña y licencias de obtención privada, además, se contará con el guiamiento de la Norma Sismo Resistente Colombiana del 2010 (NSR-10), la cual fue aprobada mediante el decreto 926 del 19 de marzo del 2010. Este decreto fue desarrollado y expedido mediante la potestad que da la ley 400 de 1997 le dio a la asociación colombiana de ingeniería sísmica (AIS), quien fue la encargada formalmente por la comisión Asesora Permanente del régimen de construcciones sismo resistente, la cual está adscrita al ministerio de Ambiente, Vivienda y desarrollo Territorial, de coordinar y dirigir todos los estudios necesarios para desarrollar la actualización del reglamento NSR-98 (NSR-10, 2010).

3 Diseño Metodológico

3.1 Tipo de investigación

La presente investigación se llevará a cabo con un enfoque de tipo cuantitativo y cualitativo, ya que se realizará mediante los resultados obtenidos por los softwares y la comparación de las cantidades de acero y concreto que se requiera para la construcción de la estructura y de todos los elementos estructurales (Viga, Columna, Losa y Cimentación), con dichos datos y resultados se dará las ventajas y desventajas de cada software, es por ello que tiene un enfoque cualitativo.

3.2 Población y muestra

3.2.1 Población

La población para el presente trabajo de investigación corresponde a todas las edificaciones de 4 niveles, ubicada en una zona de amenaza sísmica intermedia con una capacidad de disipación de energía moderada (DMO) que se presenta en Colombia.

3.2.2 Muestra

Se tomará como muestra el análisis y diseño de las estructuras que se encuentren en zona de amenaza sísmica intermedia, las cuales cuentan con un A_a de 0.20 y A_v de 0.15, ya que es la zona con mayor presencia en Colombia.

4 Resultados

4.1 Materiales y métodos

4.1.1 Elección de la edificación.

Para el desarrollo de este proyecto, se seleccionó una edificación de 4 (cuatro) niveles más 1 (una) cubierta, ubicada en el municipio de Ocaña, Norte de Santander; en una zona de amenaza sísmica intermedia; el uso de la edificación es residencial; con un tipo de suelo D; grado de disipación de energía moderada (DMO); y un sistema estructural de pórtico de concreto reforzado resistente a momento. Contando con los anteriores parámetros sísmicos la estructura fue diseñada y modelada mediante los programas SAP2000 con el apoyo de DC CAD3, de igual forma en CYPECAD, tales diseños fueron comparados, buscando diferencias de tipo ventajas y

desventajas de los resultados arrojados por los programas. A continuación, se detallan los materiales y métodos utilizados para la elaboración del pre dimensionamiento y seguidamente diseño de la estructura que fue considerada para el desarrollo de este proyecto.

Los materiales y sus respectivas resistencias utilizados para el diseño de la estructura están consignados en la Tabla 1.

Tabla 1

Materiales de la estructura.

Material	Resistencia de los materiales empleado	
Resistencia a la compresión del concreto a los 28 días para todos los elementos estructurales.	f'_c	28,0 MPa
Resistencia a la compresión del concreto a los 28 días para escalera.	f'_c	21,0 MPa
Limite elástico del acero	f_y	420 MPa
Peso Unitario del concreto	γ_c	24 kN/m ³
Módulo de elasticidad del concreto	$4700\sqrt{f'_c} = 24870,06$ MPa	

Además, sabiendo el tipo de perfil del suelo que se cuenta en sector de la construcción de la edificación, que en este caso como se describió anteriormente es Tipo D, localizada en el Municipio de Ocaña, Norte de Santander, se debe conocer los coeficientes de sitio (A_a y A_v), obtenidos del apéndice A-4, Título A, NSR-10; así mismo, se debe conocer los coeficientes de amplificación obtenidos en la tabla A.2.4-3 (F_a), y la tabla A.2.4-4 (F_v), los cuales afectan la aceleración en la zona de periodos cortos y periodos intermedios, respectivamente. En la Tabla 2, se deja el resumen de sus valores.

Tabla 2*Parámetros de coeficiente de sitio.*

Coeficiente	Valor
Aceleración horizontal pico efectiva (A_a)	0,20
Velocidad horizontal pico efectiva (A_v)	0,15
Coeficiente de amplificación, periodos cortos (F_a)	1,4
Coeficiente de amplificación, periodos intermedios (F_v)	2,2
Coeficiente de Importancia (I)	1,00

Nota. Datos tomados de (NSR-10, 2010).

Siendo así, se define las características de la estructura conociendo el sistema estructural utilizado, como fue descrito anteriormente, el cual es tipo Pórtico, este sistema es resistente a momentos, se debe ajustar los valores de R_0 y Ω_0 según la tabla A.3-3, título A, NSR-10, Tabla 3.

Tabla 3*Configuración estructural de la edificación.*

Coeficiente	Valor
Coeficiente de capacidad de disipación de energía básico (R_0)	5,0
Coeficiente de sobrerresistencia (Ω_0)	3,0

Nota. Datos tomados de (NSR-10, 2010).

4.1.2 Método.

Para el diseño de la estructura con las condiciones especificadas anteriormente, el Reglamento Colombia de Construcción Sismo Resistente del 2010 (NSR-10), reconoce cuatro (4) métodos de análisis del sistema de resistencia sísmica:

- (a) Método de la fuerza horizontal equivalente.
- (b) Método de análisis dinámico elástico.
- (c) Métodos de análisis dinámico inelástico.
- (d) Métodos de análisis alternos.

El método a utilizar para el análisis estructural de la edificación seleccionada, es el (a) Método de la fuerza horizontal equivalente, considerando que la edificación pertenece al grupo de uso I (Estructura de ocupación normal), localizada en una zona de amenaza sísmica intermedia, como está determinado en el mismo reglamento en el Título A - Requisitos generales de diseño y construcción sismo resistente, Capítulo 3, en el apéndice A.3.4.2 – Método de análisis a utilizar.

4.2 Proponer el análisis y diseño estructural de una edificación residencial de cuatro niveles mediante el software SAP2000-DC CAD3.

4.2.1 *Análisis y diseño estructural*

Inicialmente, se debe comprender que el análisis estructural se basa en realizar procesos matemáticos linealmente elásticos, que permitan determinar los efectos que se presentan a causa de los diferentes tipos de cargas y las fuerzas internas que se somete la estructura, con el objetivo de efectuar las comprobaciones de los estados límites últimos y de servicio a los que se puede

someter la edificación a diseñar. Partiendo de los requisitos descritos de la Norma Sismo Resistente NSR-10, debemos tener en consideración los siguientes puntos:

- ✓ Las condiciones de apoyo de la estructura, especialmente cuando se combinen elementos verticales de resistencia sísmica con diferencias apreciables en su rigidez.
- ✓ El efecto de diafragma, rígido o flexible, de los entrepisos de la edificación, en la distribución del cortante sísmico del piso a los elementos verticales del sistema estructural de resistencia sísmica.
- ✓ Las variaciones en las fuerzas axiales de los elementos verticales del sistema de resistencia sísmica causadas por los momentos de vuelco que inducen las fuerzas sísmicas.
- ✓ Los efectos torsionales provocado por diferentes causas como, Torsión accidental, Torsión debida a la no coincidencia del centro de masa, de rigidez y Torsión de diseño.
- ✓ Los efectos de la dirección de aplicación de la fuerza sísmica.
- ✓ En estructuras de concreto reforzado y mampostería estructural, a juicio del ingeniero diseñador, consideraciones acerca del grado de fisuración de los elementos, compatibles con las fuerzas sísmicas y el grado de capacidad de disipación de energía prescrito para el material estructural.

Se debe consultar los requisitos descritos para la rigidez de la estructura y sus elementos.

Por lo anterior, los resultados que se deben obtener para el posterior diseño son:

- ✓ Los desplazamientos horizontales de la estructura, incluyendo los efectos torsionales, que se emplean para evaluar si las derivas de la estructura cumplen los requisitos.
- ✓ La distribución del cortante de piso, incluyendo los efectos torsionales, a todos los elementos verticales del sistema de resistencia sísmica.

- ✓ Los efectos de las fuerzas sísmicas en la cimentación de la edificación.
- ✓ Las fuerzas internas (momentos flectores, fuerzas cortantes, fuerzas axiales y momentos de torsión) correspondientes a cada elemento que haga parte del sistema de resistencia sísmica.

Por consiguiente, se debe realizar los cálculos matemáticos para el análisis estructural de la edificación.

Predimensionamiento. Teniendo en cuenta los atributos dispuesto anteriormente para la estructura de estudio, se continua con el predimensionamiento de los diferentes elementos con lo que está compuesto esta estructura.

Predimensionamiento de vigas. Para el predimensionamiento de la altura (h_w) de las vigas, se hará uso de la Tabla CR.9.5 para vigas de entrepisos, y para Vigas de cubierta se utilizará la Tabla C.9.5 (a) de la NSR-10 que son mostradas en la Figura 1 y en la Figura 2.

El ancho de la viga para una estructura ubicada en una zona con capacidad moderada de disipación de energía (DMO), b_w , no debe ser menor que 200 mm, según lo dispuesto en la Norma Sismo Resistente NSR-10, en el Título C.

Figura 1

Altura o espesores mínimos recomendadas para vigas no preeforzada o losas reforzadas en una dirección que soporten muros divisorios y particiones frágiles, susceptible debido a deflexiones grandes, a menos que se calculen deflexiones.

	Espesor mínimo, h			
	Simplemente apoyados	Con un Extremo continuo	Ambos Extremos continuos	En voladizo
Elementos	Elementos que soporten o estén ligados a divisiones u otro tipo de elementos susceptibles de dañarse debido a deflexiones grandes.			
Losas macizas en una dirección	$\frac{\ell}{14}$	$\frac{\ell}{16}$	$\frac{\ell}{19}$	$\frac{\ell}{7}$
Vigas o losas nervadas en una dirección	$\frac{\ell}{11}$	$\frac{\ell}{12}$	$\frac{\ell}{14}$	$\frac{\ell}{5}$

Nota. Tomado de Tabla C.9.5 (NSR-10, 2010).

Figura 2

Altura o espesores mínimos de vigas no preesforzada o losas reforzadas en una dirección a menos que se calculen las deflexiones.

	Espesor mínimo, h			
	Simplemente apoyados	Con un Extremo continuo	Ambos Extremos continuos	En voladizo
Elementos	Elementos que NO soporten o estén ligados a divisiones u otro tipo de elementos susceptibles de dañarse debido a deflexiones grandes.			
Losas macizas en una dirección	$\frac{\ell}{20}$	$\frac{\ell}{24}$	$\frac{\ell}{28}$	$\frac{\ell}{10}$
Vigas o losas nervadas en una dirección	$\frac{\ell}{16}$	$\frac{\ell}{18.5}$	$\frac{\ell}{21}$	$\frac{\ell}{8}$

Nota. Tomado de Tabla C.9.5 (a) (NSR-10, 2010).

Se debe tener presente que, para el cálculo de la base de la viga, es de gran importancia la relación existente entre la geometría de la viga y la columna. Más adelante, cuando se realice el predimensionamiento de la columna, se tendrá en cuenta los criterios relacionados con la base de la viga y las dimensiones de las columnas.

Predimensionamiento de losa unidireccional. Para el predimensionamiento de la losa de entrepiso se utilizará la Tabla CR.9.5 (ver Figura 1) y para losas de cubierta se utilizará la Tabla C.9.5 (a) (ver figura 2); además se debe dar cumplimiento a los requisitos contemplados en el Capítulo C.8.13 del reglamento NSR-10.

Predimensionamiento de columnas. Las dimensiones mínimas, según el Título C, Capítulo C.21, se encuentran directamente relacionadas con la capacidad de disipación de energía del sistema estructural a emplear. Teniendo en cuenta que se conoce la zona de amenaza sísmica del edificio, siendo esta DMO, en este mismo capítulo se describe que “la dimensión menor de la sección transversal, medida en una línea recta que pasa a través del centroide geométrico, no debe ser menor de 250 mm”.

A continuación en la Tabla 4, se expresan las dimensiones de los elementos a utilizar, basados en el proceso descrito anteriormente.

Tabla 4

Tipos de apoyos y longitud de luz libre.

Tipo de apoyo	Luz libre
Simplemente apoyada	0,00 m
Con un extremo continuo	5,27 m
Ambos extremos continuos	4,59 m
En voladizo	2,00 m

Nota. *Datos tomados de planos arquitectónicos y estructurales. (Ver Apéndice)

Tabla 5

Dimensiones de vigas de entrepiso y cubierta.

Elemento	Sección
Viga de entrepiso	bw:0,30m ; hw: 0,40m
Viga de cubierta	bw:0,30m ; hw: 0,40m

Nota. *Secciones ajustadas para cumplimiento de derivas.

Posterior a la evaluación realizada, en base a las ecuaciones dadas por la Norma Sismo Resistente NSR-10, en la Tabla C.9.5 (a), se observa que la dimensión mínima para la altura de la viga para la estructura es de 0,29 m, por lo que se aproximada a 0,40 m, garantizando el cumplimiento de derivas y con el objetivo de optimizar las secciones de la edificación.

Tabla 6

Dimensiones de losa de entrepiso, nervada en una sola dirección.

Sección del elemento		Sección
Altura de losa	H	0,30 m
Separación de Viguetas	S	0,70 m
Ancho de vigueta	B	0,10 m
Espesor de torta superior	So	0,05 m
Altura de vigueta	h	0,35 m
Longitud máx. no arriostrada	Lr	3,00 m
Espesor torta inferior	So'	0,00

Nota. *Se da cumplimiento a los requisitos del Capítulo C.8.13 de la NSR-10, para vigueta de losa nervada.

La altura de la losa cumple según el reglamento NSR-10 con una altura de 30 cm, pero se toma 40 cm de altura para que la estructura se comporte mejor aumentando la rigidez para que las columnas no den dimensiones tan grandes y hacer la verificación de la deriva.

Tabla 7

Dimensiones de columnas.

Elemento	Sección
Columna C-1	b:0,35m ; h: 0,45m
Columna C-2	b:0,35m ; h: 0,50m

Para este proyecto se predimensionó inicialmente las columnas con ancho mínimo de 25cm y siguiendo la propuesta arquitectónica, después del análisis sísmico se tuvo en cuenta las dimensiones reales de las columnas descritas en la anterior Tabla 7, para así poder cumplir las derivas en el programa SAP2000 ante los desplazamientos horizontales.

Evaluación de cargas. Para el peso de los elementos estructurales, se deberá a realizar su cuantificación mediante siguiente formula:

$$W = B * H * L * \gamma_c \quad (1)$$

Donde:

B: Base del elemento estructural

H: Altura del elemento estructural

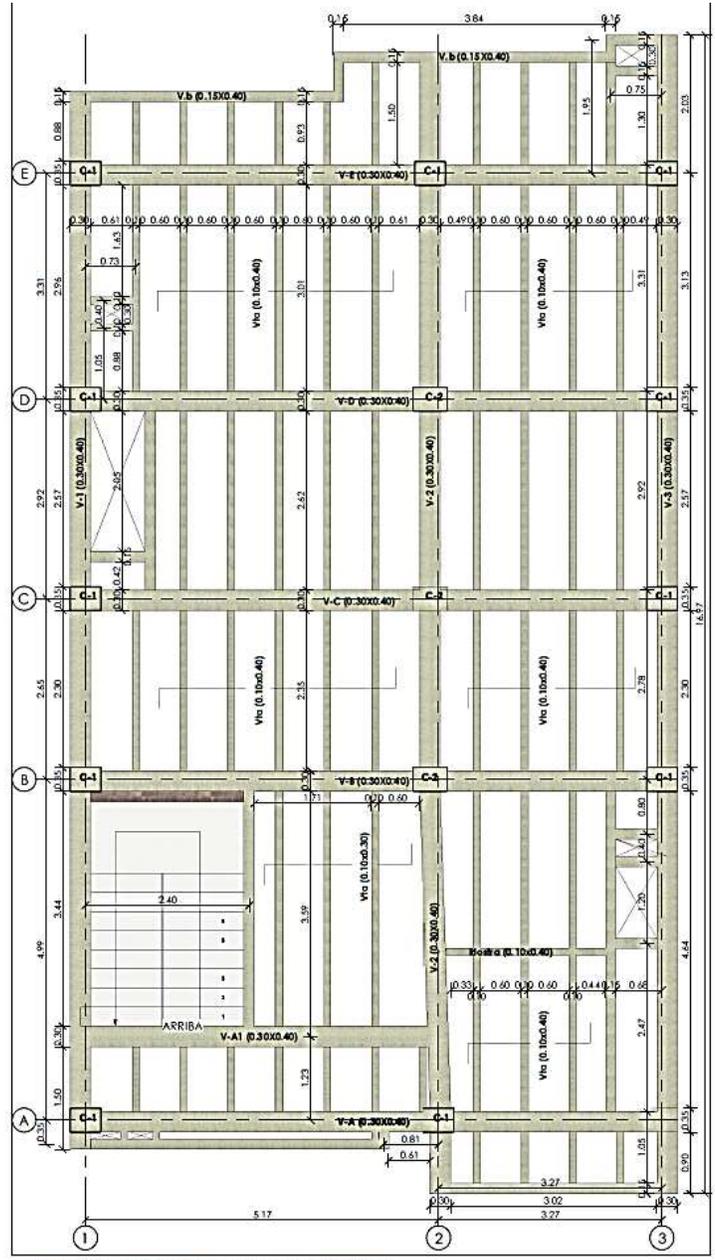
L: Longitud del elemento estructural

γ_c : Peso unitario del concreto, (ver Tabla 1)

Peso propio y carga sobreimpuesta

Figura 3

Configuración estructural



1 PISO 2 N+2.95, PISO 3 N+5.90 Y PISO 4 N+8.85
Esc 1 : 50

✓ *Peso de Vigas.* Se calcula el peso de las vigas por cada uno de los niveles, teniendo en cuenta las dimensiones de cada una de ellas y su ubicación dentro de

la planta estructural. En la figura 3, se muestra la configuración estructural de vigas, paneles para entrepisos y cubierta, y consiguiente en la Tabla 8 se observa los valores calculados.

Tabla 8

Cálculo de peso de vigas por niveles.

Nivel	Nombre	Sección (B x H)		Cant idad	Longitud (L)	Densidad (kN/m ³)	Peso (W) (kN)	Peso total (kN)
N+2.95	V-A	0,4 m. x	0,3 m.	1	8,89	24	25,60	318,31
N+2.95	V-B	0,4 m. x	0,3 m.	1	8,89	24	25,60	
N+2.95	V-C	0,4 m. x	0,3 m.	1	8,89	24	25,60	
N+2.95	V-D	0,4 m. x	0,3 m.	1	8,89	24	25,60	
N+2.95	V-E	0,4 m. x	0,3 m.	1	8,89	24	25,60	
N+2.95	V-A1	0,4 m. x	0,3 m.	1	5,54	24	15,96	
N+2.95	V.b	0,4 m. x	0,2 m.	1	33,55	24	48,31	
N+2.95	V-1	0,4 m. x	0,3 m.	1	13,69	24	39,43	
N+2.95	V-2	0,4 m. x	0,3 m.	1	15,05	24	43,34	
N+2.95	V-3	0,4 m. x	0,3 m.	1	15,02	24	43,26	
N+5.90	V-A	0,4 m. x	0,3 m.	1	8,89	24	25,60	318,31
N+5.90	V-B	0,4 m. x	0,3 m.	1	8,89	24	25,60	
N+5.90	V-C	0,4 m. x	0,3 m.	1	8,89	24	25,60	
N+5.90	V-D	0,4 m. x	0,3 m.	1	8,89	24	25,60	
N+5.90	V-E	0,4 m. x	0,3 m.	1	8,89	24	25,60	
N+5.90	V-A1	0,4 m. x	0,3 m.	1	5,54	24	15,96.	

Nivel	Nombre	Sección (B x H)		Cant idad	Longitud (L)	Densidad (kN/m ³)	Peso (W) (kN)	Peso total (kN)
N+5.90	V.b	0,4 m. x	0,2 m.	1	33,55	24	48,31	
N+5.90	V-1	0,4 m. x	0,3 m.	1	13,69	24	39,43	
N+5.90	V-2	0,4 m. x	0,3 m.	1	15,05	24	43,34	
N+5.90	V-3	0,4 m. x	0,3 m.	1	15,02	24	43,26	
N+8.85	V-A	0,4 m. x	0,3 m.	1	8,89	24	25,60	
N+8.85	V-B	0,4 m. x	0,3 m.	1	8,89	24	25,60	
N+8.85	V-C	0,4 m. x	0,3 m.	1	8,89	24	25,60	
N+8.85	V-D	0,4 m. x	0,3 m.	1	8,89	24	25,60	
N+8.85	V-E	0,4 m. x	0,3 m.	1	8,89	24	25,60	
N+8.85	V-A1	0,4 m. x	0,3 m.	1	5,54	24	15,96	318,31
N+8.85	V.b	0,4 m. x	0,2 m.	1	33,55	24	48,31	
N+8.85	V-1	0,4 m. x	0,3 m.	1	13,69	24	39,43	
N+8.85	V-2	0,4 m. x	0,3 m.	1	15,05	24	43,34	
N+8.85	V-3	0,4 m. x	0,3 m.	1	15,02	24	43,26	
N+11.80	V-A	0,4 m. x	0,3 m.	1	5,52	24	15,90	
N+11.80	V-B	0,4 m. x	0,3 m.	1	8,89	24	25,60.	
N+11.80	V-C	0,4 m. x	0,3 m.	1	8,89	24	25,60	
N+11.80	V-D	0,4 m. x	0,3 m.	1	8,89	24	25,60	234,82
N+11.80	V-E	0,4 m. x	0,3 m.	1	8,89	24	25,60	
N+11.80	V.b	0,4 m. x	0,2 m.	1	13,56	24	19,53	
N+11.80	V-1	0,4 m. x	0,3 m.	1	14,325	24	41,26	

Nivel	Nombre	Sección (B x H)	Cant idad	Longitud (L)	Densidad (kN/m ³)	Peso (W) (kN)	Peso total (kN)
N+11.80	V-2	0,4 m. x 0,3 m.	1	9,62	24	27,71	
N+11.80	V-3	0,4 m. x 0,3 m.	1	9,73	24	28,02.	

- ✓ **Peso de Columnas.** Para calcular el peso de las columnas se asume que, para cada nivel, la afectación en peso es la mitad de la cantidad de columnas ubicadas en el piso inferior y mitad del superior del nivel evaluado, es decir para el primer nivel el peso de las columnas equivalen a la mitad del peso de las columnas del primer piso más la mitad del peso de las columnas del segundo piso. Siguiendo lo anterior se realiza el cálculo demostrado en la Tabla 9. (Márquez, s.f.)

Tabla 9

Peso de columnas.

Nivel	Nombre	Sección	Cantidad	Longitud	Densidad (kN/m ³)	Peso (kN)	Peso total (kN)
N+11.80	C1	0,35 m. x 0,45 m.	11	1,475	24	61,33	
N+11.80	C2	0,35 m. x 0,5 m.	3	1,475	24	18,59.	79,92
N+8,85	C1	0,35 m. x 0,45 m.	13	2,95	24	144,96	
N+8,85	C2	0,35 m. x 0,5 m.	3	2,95	24	37,17	182,13
N+5,90	C1	0,35 m. x 0,45 m.	12	2,95	24	133,81	
N+5,90	C2	0,35 m. x 0,5 m.	3	2,95	24	37,17	170,98
N+2,95	C1	0,35 m. x 0,45 m.	12	2,95	24	133,81	
N+2,95	C2	0,35 m. x 0,5 m.	3	2,95	24	37,17	170,98

✓ *Carga de muros de mampostería.*

Tabla 10

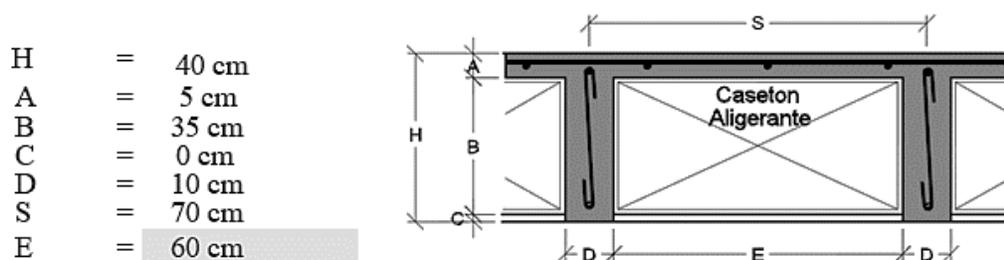
Peso de muros divisorios de mampostería.

Nivel	Longitud muros	Altura de muros	Espesor	Densidad (kN/m ³)	Peso (kN)	Área (m ²)	Peso/Área (kN/m ²)
N+8,85	81,08	2,65	0,15	18,5	596,24	140,2	4,25
N+5,90	85,81	2,65	0,15	18,5	631,03	140,2	4,50
N+2,95	85,81	2,65	0,15	18,5	631,03	140,2	4,50

- ✓ *Calculo de cargas de entrecimpo N+2,95 y N+5,90.* Se realiza el cálculo de cargas de provocadas por el entrecimpo de los niveles N+2,95 y N+5,90, teniendo en cuenta las dimensiones de la losa nervada de estos niveles presentada en la Figura 4, y demás criterios tomados de la NSR-10, en el Capítulo B.3.4.

Figura 4

Carga de entrepiso N+2,95 y N+5,90.



Cubiertas (Viguetas Aligeradas una dirección)

	m	m	kN/m ³	
Placa		0.05 x 24		= 1,20
Viguetas	0.1 x	0.35 x 24 / 0.70 m		= 1,20
Aligerante				= 0,15
Afinado de Pisos				= 1,60
Cielo raso				= 0,40
Muros mampostería calculada				= 4,50
PESO				9,05 kN/m²

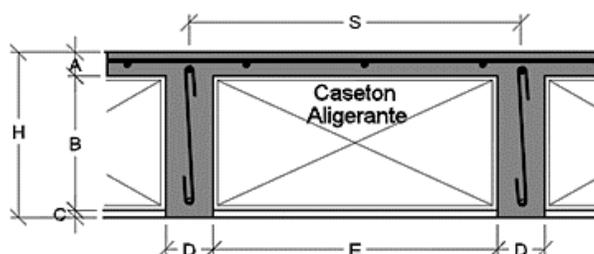
Nota. *Se debe tener en cuenta las dimensiones dadas en la Tabla 6.

- ✓ **Cálculo de cargas de entrepiso N+8.85.** realiza el cálculo de cargas de provocadas por el entrepiso del N+8.85, teniendo en cuenta las dimensiones de la losa nervada de estos niveles presentada en la Figura 5, y demás criterios tomados de la NSR-10, en el Capítulo B.3.4.

Figura 5

Cargas de entrepiso N+8.85.

H	=	40 cm
A	=	5 cm
B	=	35 cm
C	=	0 cm
D	=	10 cm
S	=	70 cm
E	=	60 cm



Cubiertas (Viguetas Aligeradas una dirección)

	m	m	kN/m ³	
Placa		0.05	x 24	= 1,20
Viguetas	0.1	x 0.35	x 24 / 0.70 m	= 1,20
Aligerante				= 0,15
Pisos				= 1,60
Cielo raso				= 0,40
Muros				= 3,00
			PESO	7,55 kN/m ²

Nota. *Se debe tener en cuenta las dimensiones dadas en la Tabla 6.

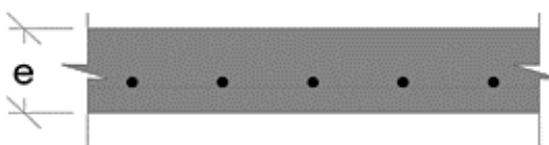
- ✓ **Cálculo de cargas de entrepiso N+11,80.** Se dimensiona una losa de 16 cm de espesor para la placa de tanques y la placa de cubierta de la escalera. (Ver Figura 6)

Figura 6

Cargas de entrepiso N+11.80.

Espesor (H) = 16 cm

e = 16cm



	un	m	kN/m ³	
Placa		0.16 x 24		= 3,84
Tanques de 1000 litros	4.00			= 1,67
Otros				= 0,20
				5,71 kN/m ²

Nota. *Espesor de la losa cumple con lo establecido en el Reglamento NSR-10.

Para las demás áreas de cubierta se escogió un valor mínimo de peso para cubiertas en tejas de barro por metro cuadrado del Título B, específicamente en la Tabla B.3.4.1-4. Ver Figura 7.

Figura 7

Cargas muertas mínimas de elementos no estructurales horizontales - Cubierta.

Componente	Carga (kNm ²) m ² de área en planta	Carga (kgf/m ²) m ² de área en planta
Cubierta		
Cobre o latón	0.05	5
Cubiertas aislantes		
Fibra de vidrio	0.0020 (por mm de espesor)	2.0 (por cm de espesor)
Tableros de fibra	0.0030 (por mm de espesor)	3.0 (por cm de espesor)
Perlita	0.0015 (por mm de espesor)	1.5 (por cm de espesor)
Espuma de poliestireno	0.0005 (por mm de espesor)	0.5 (por cm de espesor)
Espuma de poliuretano	0.0010 (por mm de espesor)	1.0 (por cm de espesor)
Cubiertas corrugadas de asbesto-cemento	0.20	20
Entablado de madera	0.0060 (por mm de espesor)	6.0 (por cm de espesor)
Láminas de yeso, 12 mm	0.10	10
Madera laminada (según el espesor)	0.0100 (por mm de espesor)	10.0 (por cm de espesor)
Membranas impermeables:		
Bituminosa, cubierta de grava	0.25	25
Bituminosa, superficie lisa	0.10	10
Líquido aplicado	0.05	5
Tela asfáltica de una capa	0.03	3
Marquesinas, marco metálico, vidrio de 10 mm	0.40	40
Tableros de fibra, 12 mm	0.05	5
Tableros de madera, 50 mm	0.25	25
Tableros de madera, 75 mm	0.40	40
Tablero metálico, calibre 20 (0.9 mm de espesor nominal)	0.08	8
Tablero metálico, calibre 18 (1.2 mm de espesor nominal)	0.08	8
Tablillas (shingles) de asbesto - cemento	0.20	20
Tablillas (shingles) de asfalto	0.10	10
Tablillas (shingles) de madera	0.15	15
Tela de araña, incluyendo el mortero	0.80	80

Nota. Tomado de la Tabla B.3.4.1-4, (NSR-10, 2010)

Calculo de masa de escaleras. Se deben tener en cuenta las dimensiones a utilizar en la escalera del edificio teniendo en cuenta el Título K y Título C de la NSR-10, dimensiones que se muestran en la tabla 11.

Tabla 11*Cálculo de masa de escaleras.*

Componente	Dimensiones
Altura de entrepiso	2,95 m
Contrahuella	0,17 m
Descanso	1,20 m
Huella	0,28 m
Espesor de losa	0,1965 m

Figura 8

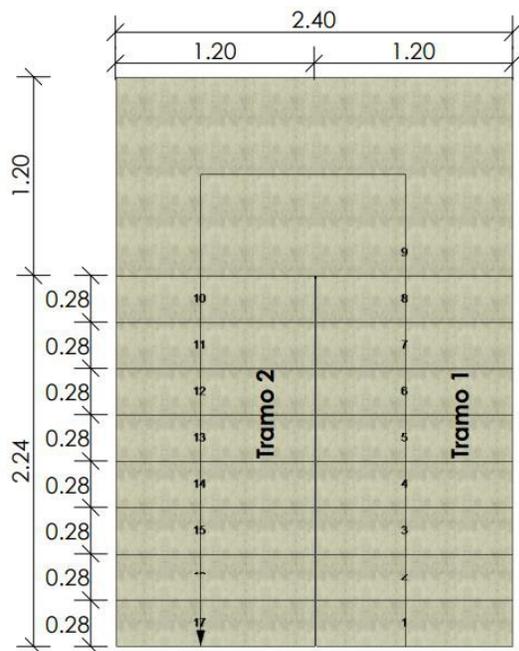
Diagrama de configuración de escalera

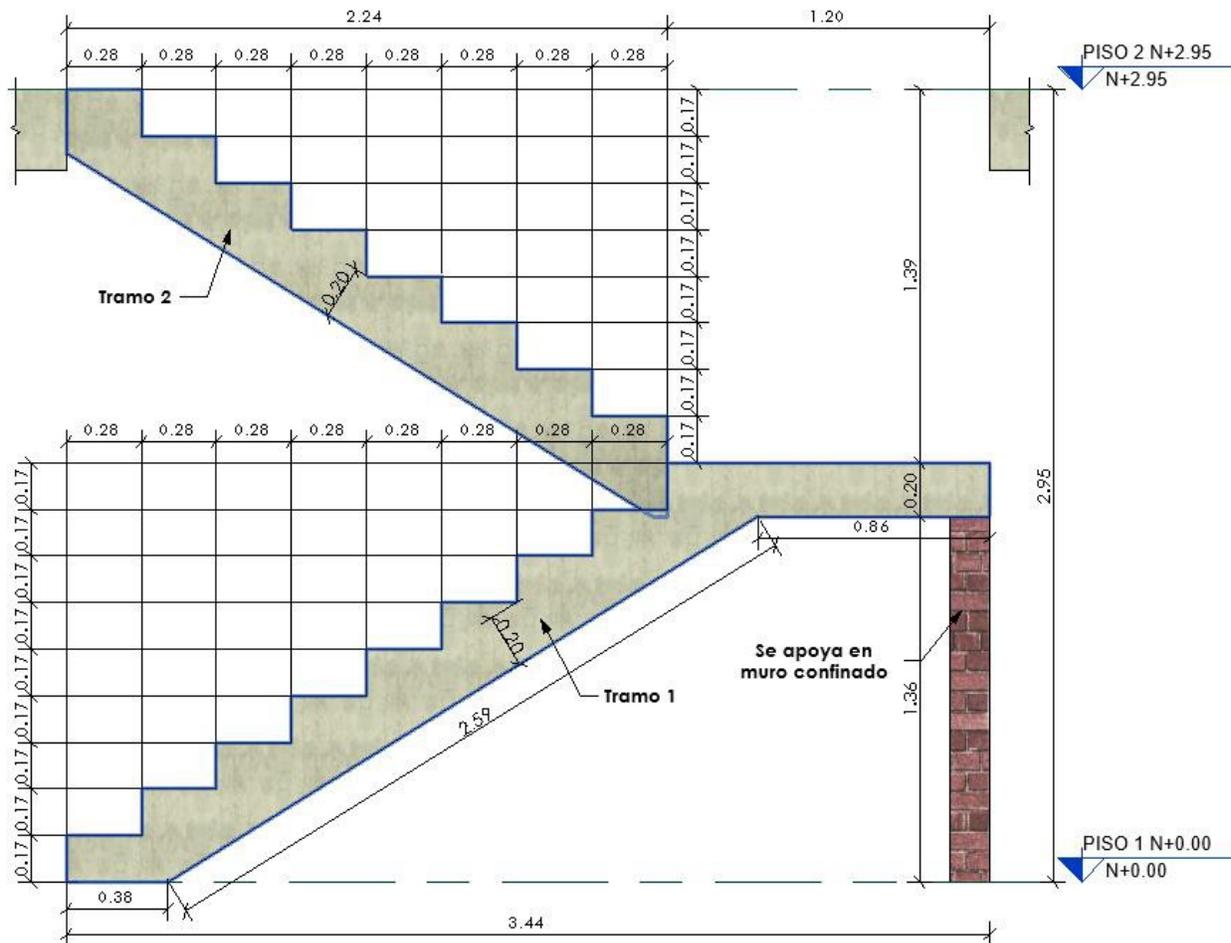
Figura 9*Configuración de escalera.*

Tabla 12*Peso de escalera por tramo*

Características físicas	Tramo 1	Tramo 2
Volumen concreto (m ³)	1,142	1,15
Peso (kN)	27,41	27,60

Nota. *Tramo 1, sección de escalera antes de descanso y *Tramo 2, sección de escalera después de descanso con el mismo elemento.

- ✓ ***Carga sobrepuesta en escalera.*** En edificaciones con alturas entrepisos terminados inferiores a tres metros se pueden utilizar los valores mínimos de cargas muertas en kN/m² en área horizontal en planta. Ver Figura 10.

Figura 10

Valores mínimos alternativos de carga muerta de elementos no estructurales cuando no se efectúe un análisis más detallado.

Ocupación		Fachada y particiones (kN/m ²) m ² de área en planta	Afinado de piso y cubierta (kN/m ²) m ² de área en planta	Fachada y particiones (kgf/m ²) m ² de área en planta	Afinado de piso y cubierta (kgf/m ²) m ² de área en planta
Reunión	Edificaciones con un salón de reunión para menos de 100 personas y sin escenarios.	1.0	1.8	100	180
Oficinas	Particiones móviles de altura total	1.0	1.8	100	180
	Particiones fijas de mampostería	2.0	1.8	200	180
Educativos	Salones de clase	2.0	1.5	200	150
Fábricas	Industrias livianas	0.8	1.6	80	160
Institucional	Internados con atención a los residentes	2.0	1.6	200	160
	Prisiones, cárceles, reformatorios y centros de detención	2.5	1.8	250	180
	Guarderías.	2.0	1.6	200	160
Comercio	Exhibición y venta de mercancías.	1.5	1.4	150	140
Residencial	Fachada y particiones de mampostería.	3.0	1.6	300	160
	Fachada y particiones livianas.	2.0	1.4	200	140
Almacenamiento	Almacenamiento de materiales livianos.	1.5	1.5	150	150
Garajes	Garajes para vehículos con capacidad de hasta 2000 kg	0.2	1.0	20	100

Nota. Tomado de la Tabla B.3.4.3-1 (NSR-10, 2010).

Tabla 13

Cargas sobrepuestas por acabado a la escalera.

Tramo	Área (m ²)	Afinado piso y cubierta residencial (kN/m ²)	Carga (kN)
Carga tramo 1	4,60	1,6	7,36
Carga tramo 2	4,58	1,6	7,32
Carga sobrepuesta			14,68

Por lo anterior se encuentra la masa total de la escalera sumando la masa propia con la masa sobreimpuesta dando como resultado 709,9 Kg.

Resumen de cálculo de masa de la edificación. Con los datos que se demostraron anteriormente, se presenta un resumen de los cálculos realizados a continuación. Ver Tabla 14.

Tabla 14

Resumen de cálculo de masa de la edificación.

Nivel	Peso (kN/m ²)	Masa (kg/m ²)	Área (m ²)	Masa por Área (kg)	Masa Columnas (kg)
N+11.80	Varia	Varia	102	2020,00	814,71
N+8.85	7,55	76,96	140,2	10790,11	1858,31
N+5.90	9,05	92,25	140,2	12933,84	1742,94
N+2.95	9,05	92,25	140,2	12933,84	1742,94

Nivel	Masa Vigas (kg)	Masa Escaleras (kg)	Masa Parcial (kg)	Masa (Ton)	Peso (kN)
N+11.80	2393,69	0,00	5228,40	5,23	512,90
N+8.85	3244,77	354,95	15893,19	15,89	1559,12
N+5.90	3244,77	709,90	17921,55	17,92	1758,10
N+2.95	3244,77	709,90	17921,55	17,92	1758,10
Total				56,96	5588,24

Siendo 5588,24 kN, el peso Total de la edificación, que se tendrá en cuenta posteriormente.

Calculo de centro de masa de la edificación. El centro de masa del piso es el lugar geométrico donde estaría localizada, en planta, toda la masa del piso al suponer el diafragma del piso como un cuerpo infinitamente rígido en su propio plano. (NSR-10, 2010).

Debido a que las plantas estructurales generalmente tienden a no ser simétricas y, que las vigas tienen un mayor peralte que las losas, además que en algunos casos las densidades de los materiales de construcción son distintos tanto para vigas, columnas y losas, lo cual provoca que el centro de masa no coincida con el centroide, siempre deberá calcularse no con las áreas sino con los pesos de cada uno de los elementos que intervienen en el diafragma de piso. (Márquez, s.f)

Se calcula el centro de masa para cada entrepiso tomando como referencia un eje (0,0), armando paneles de área. Se debe tener la formulación dada en la figura 11, para el debido cálculo del centro de masa.

Figura 11

Formulación para cálculo de centro de masa.

$$x_{CM} = \frac{m_1x_1 + m_2x_2}{m_1 + m_2}$$

$$x_{CM} = \frac{m_1x_1 + m_2x_2 + m_3x_3}{m_1 + m_2 + m_3}$$

$$x_{CM} = \frac{\sum m_i x_i}{M}$$

Calculo centro de masa N+2,95 y N+5,90. A continuación se demuestra los resultados a correspondiente para los niveles mencionados. Ver Tabla 15.

Tabla 15

Cálculo de la masa en cada área piso N+2.95; N+5.90

Elemento	Masa kg/m ²	Área (m ²)	Masa
A1	88,76	2,27	201,48
A2	88,76	7,94	704,73
A3	88,76	3,06	271,59
A4	88,76	3,01	267,16
A5	88,76	7,45	661,23
A6	88,76	8,29	735,79
A7	88,76	9,54	846,74
A8	88,76	4,73	419,82
A9	88,76	0,64	56,80
A10	88,76	4,45	394,97
A11	88,76	8,36	742,00
A12	88,76	1,27	112,72
A13	88,76	4,67	414,49
A14	88,76	8,24	731,35
A15	88,76	2,73	242,30
A16	88,76	11,33	1005,61

Elemento	Masa kg/m ²	Área (m ²)	Masa
A17	88,76	8,52	756,20
A18	88,76	4,71	418,04
A19	88,76	0,86	76,33

Tabla 16

Cálculo de centro de masa para N+2.95; N+5.90

Elemento	Masa (M) (kg)	X (m)	Y (m)	(M)x(X) (kg*m)	(M)x(Y) (kg*m)
V-A	260,99	4,44	1,05	1158,80	274,04
V-B	260,99	4,44	6,04	1158,80	1576,38
V-C	260,99	4,44	8,69	1158,80	2268,01
V-D	260,99	4,44	11,61	1158,80	3030,10
V-E	260,99	4,44	14,91	1158,80	3891,37
V-A1	162,64	2,77	2,30	450,52	374,08
V-1	401,91	0,15	8,40	60,29	3374,02
V-2	441,83	5,27	8,36	2328,47	3693,74
V-3	440,95	8,74	8,49	3853,94	3741,50
A1	201,48	7,08	0,42	1426,46	84,62
A2	704,73	7,08	2,47	4989,46	1740,67
A3	271,59	6,37	4,47	1730,06	1214,03
A4	267,16	7,01	5,54	1872,77	1480,05
A5	661,23	7,01	7,36	4635,26	4866,69

Elemento	Masa (M) (kg)	X (m)	Y (m)	(M)x(X) (kg*m)	(M)x(Y) (kg*m)
A6	735,79	7,01	10,15	5157,89	7468,27
A7	846,74	7,00	13,26	5927,15	11227,72
A8	419,82	7,00	15,89	2938,72	6670,90
A9	56,80	4,56	16,28	259,03	924,77
A10	394,97	2,71	15,60	1070,36	6161,47
A11	742,00	2,71	13,90	2010,83	10313,85
A12	112,72	2,71	2,88	305,47	324,64
A13	414,49	2,71	12,24	1123,27	5073,39
A14	731,35	3,11	10,43	2274,51	7628,01
A15	242,30	2,71	9,12	656,65	2209,82
A16	1005,61	2,71	7,36	2725,20	7401,29
A17	756,20	3,97	4,12	3002,13	3115,56
A18	418,04	2,79	1,68	1166,34	702,31
A19	76,33	2,87	0,85	219,07	64,88
Total	11811,66			55977,82	100896,16

Utilizando la formula expresada en la Figura 11, procedemos a calcular la ubicación del centro de masa de los niveles N+2,95 y N+5,90, demostradas en la Tabla 16.

Tabla 17

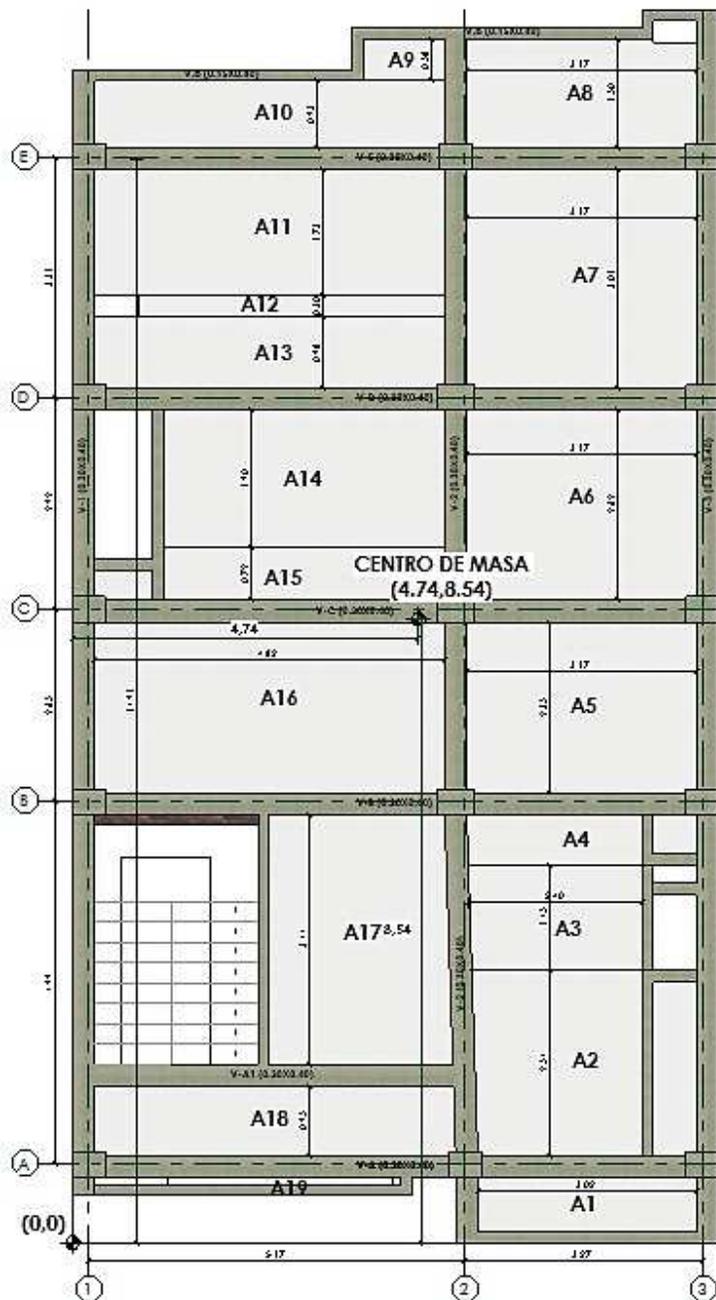
Localización de centro de masa niveles N+2,95 y N+5,90.

Eje	Ubicación
X	4,74 m
Y	8,54 m

Nota. *Se realiza la localización en planta del punto con las coordenadas encontradas.

Figura 12

Localización de centro de masa niveles $N+2,95$ y $N+5,90$.



Calculo centro de masa N+8,85. A continuación se demuestra los resultados a correspondiente para el nivel mencionado. Ver Tabla 18.

Tabla 18

Cálculo de la masa en cada área piso N+8.85.

Elemento	Masa kg/m ²	Área (m ²)	Masa (kg)
A1	86,21	2,27	195,69
A2	86,21	7,94	684,49
A3	86,21	3,06	263,80
A4	86,21	3,01	259,49
A5	86,21	7,45	642,25
A6	86,21	8,29	714,66
A7	86,21	9,54	822,42
A8	86,21	4,73	407,76
A9	86,21	0,64	55,17
A10	86,21	4,45	383,63
A11	86,21	8,36	720,70
A12	86,21	1,27	109,48
A13	86,21	4,67	402,59
A14	86,21	8,24	710,35
A15	86,21	2,73	235,35
A16	86,21	11,33	976,74
A17	86,21	8,52	734,49

Elemento	Masa kg/m ²	Área (m ²)	Masa (kg)
A18	86,21	4,71	406,04
A19	86,21	0,86	74,14

Tabla 19*Calculo centro de masa N+8,85*

Elemento	Masa (M) (kg)	X (m)	Y (m)	(M)x(X) (kg*m)	(M)x(Y) (kg*m)
V-A	260,99	4,44	1,05	1158,80	274,04
V-B	260,99	4,44	6,04	1158,80	1576,38
V-C	260,99	4,44	8,69	1158,80	2268,01
V-D	260,99	4,44	11,61	1158,80	3030,10
V-E	260,99	4,44	14,91	1158,80	3891,37
V-A1	162,64	2,77	2,30	450,52	374,08
V-1	401,91	0,15	8,40	60,29	3374,02
V-2	441,83	5,27	8,36	2328,47	3693,74
V-3	440,95	8,74	8,49	3853,94	3741,50
A1	201,48	7,08	0,42	1426,46	84,62
A2	704,73	7,08	2,47	4989,46	1740,67
A3	271,59	6,37	4,47	1730,06	1214,03
A4	267,16	7,01	5,54	1872,77	1480,05
A5	661,23	7,01	7,36	4635,26	4866,69
A6	735,79	7,01	10,15	5157,89	7468,27

Elemento	Masa (M) (kg)	X (m)	Y (m)	(M)x(X) (kg*m)	(M)x(Y) (kg*m)
A7	846,74	7,00	13,26	5927,15	11227,72
A8	419,82	7,00	15,89	2938,72	6670,90
A9	56,80	4,56	16,28	259,03	924,77
A10	394,97	2,71	15,60	1070,36	6161,47
A11	742,00	2,71	13,90	2010,83	10313,85
A12	112,72	2,71	2,88	305,47	324,64
A13	414,49	2,71	12,24	1123,27	5073,39
A14	731,35	3,11	10,43	2274,51	7628,01
A15	242,30	2,71	9,12	656,65	2209,82
A16	1005,61	2,71	7,36	2725,20	7401,29
A17	756,20	3,97	4,12	3002,13	3115,56
A18	418,04	2,79	1,68	1166,34	702,31
A19	76,33	2,87	0,85	219,07	64,88
Total	11811,66			55977,82	100896,16

Utilizando la formula expresada en la figura 11, procedemos a calcular la ubicación del centro de masa de los niveles N+2,95 y N+5,90, demostradas en la Tabla 20.

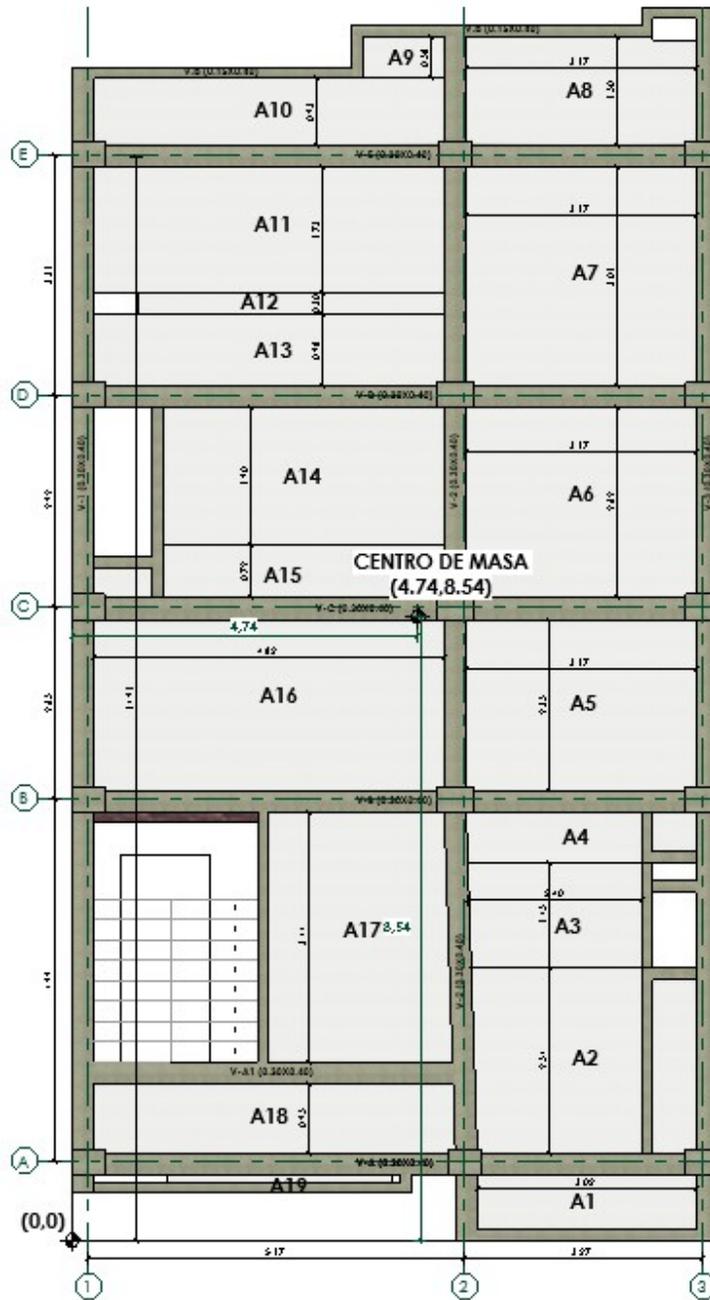
Tabla 20*Localización de centro de masa niveles N+8,85*

Eje	Ubicación
X	4,74 m
Y	8,54 m

Nota. *Se realiza la localización en planta del punto con las coordenadas encontradas.

Figura 13

Localización de centro de masa niveles $N+8,85$.



Calculo centro de masa N+11,80. A continuación se demuestra los resultados a correspondiente para el nivel mencionado. Ver Tabla 21.

Tabla 21

Cálculo de la masa en cada área piso N+11.80

Elemento	Masa (M) (kg)	X (m)	Y (m)	(M)x(X) (kg*m)	(M)x(Y) (kg*m)
V-A	162,06	2,76	1,05	447,27	170,16
V-B	260,99	4,44	6,04	1158,80	1576,38
V-D	260,99	4,44	11,61	1158,80	3030,10
V-E	260,99	4,44	14,91	1158,80	3891,37
V-1	260,99	0,15	8,81	39,15	2299,33
V-2	199,05	5,32	11,31	1058,92	2250,21
V-3	420,55	8,74	11,43	3675,61	4806,89
V-1.1	146,79	2,40	3,55	352,29	520,37
A1	573,33	1,35	3,55	773,99	2035,32
A2	546,55	7,03	13,26	3842,27	7247,30
A3	272,40	7,03	15,81	1915,00	4306,70
A4	8,73	8,29	16,69	72,38	145,72
A5	120,49	2,73	16,35	328,93	1969,95
AC.1	133,99	7,03	8,82	941,92	1181,75
AC.2	209,09	2,71	8,82	566,64	1844,20
AC.3	119,55	2,73	13,26	326,38	1585,25

Elemento	Masa (M) (kg)	X (m)	Y (m)	(M)x(X) (kg*m)	(M)x(Y) (kg*m)
AC.4	36,78	2,73	15,53	100,41	571,17
Total	3472,91			14642,80	34274,23

Utilizando la formula expresada en la figura 11, procedemos a calcular la ubicación del centro de masa del nivel N+11,80, demostrada en la Tabla 22.

Tabla 22

Localización de centro de masa niveles N+11,80

Eje	Ubicación
X	4,22 m
Y	9,87 m

Figura 14

Localización de centro de masa niveles N+11,80.

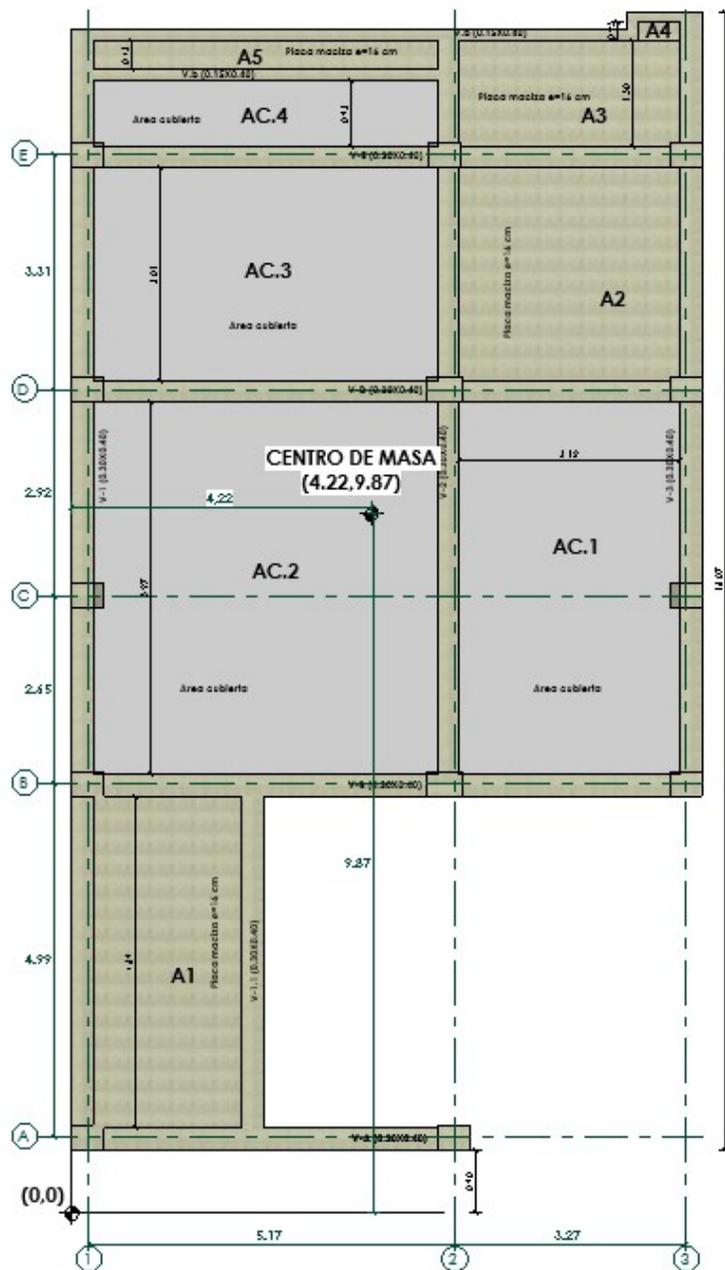


Tabla 23*Resumen localización centro de masa.*

Nivel	Xcm (m)	Ycm (m)
N+2,95	4,74	8,54
N+5,90	4,74	8,54
N+8,85	4,74	8,54
N+11,80	4,22	9,87

Calculo de centro de rigidez y cortante de la edificación. El centro de rigidez es el lugar geométrico, localizado en planta y determinado bajo el supuesto de que el diafragma del piso es infinitamente rígido en su propio plano, donde aplicar una fuerza horizontal, en cualquier dirección, no se presenta rotación del diafragma alrededor de un eje vertical.

Y a su vez el centro cortante se considera como el punto de aplicación de la fuerza cortante sísmica del entrepiso. La localización de este punto depende de la localización de los centros de masa o de gravedad de cada entrepiso y no de la rigidez de la estructura. (Rochel, 2013)

Para el cálculo del centro de rigidez del proyecto se asumió una carga unitaria de 100 kN aplicada en cada piso en los pórticos en dirección X y otro modelo aparte con la misma fuerza, pero en dirección Y. (Ver Figura 16)

La formulación usada para el cálculo del centro de rigidez es la descrita a continuación. (Ver Figura 15)

Figura 15

Formulación para cálculo de rigidez.

Formulación:

$$K_x = \frac{F_x}{\Delta_x}$$

$$K_y = \frac{F_y}{\Delta_y}$$

Cálculo de rigidez por niveles:

K: Ridez por piso

F: Fuerza por piso asumidas. Normalmente se pueden asumir de 100 KN.

Δ_x : Desplazamiento relativo entre dos pisos consecutivos

$\Delta x: \delta_i - \delta_{i-1}$

Centro de Rigidez

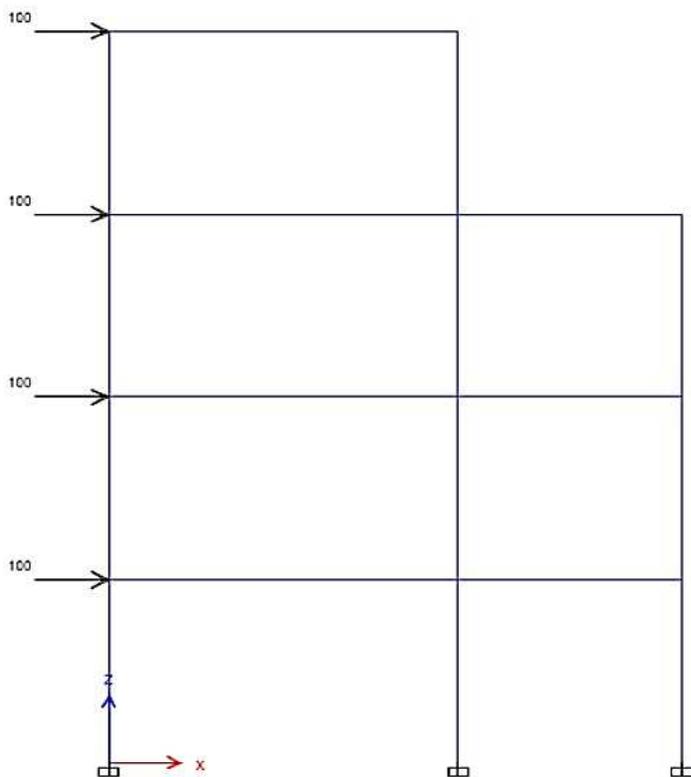
$$y_{cr} = \frac{\sum(k_x * y)}{\sum k_x}$$

$$x_{cr} = \frac{\sum(k_y * x)}{\sum k_y}$$

Análisis de desplazamiento por pórtico.

Figura 16

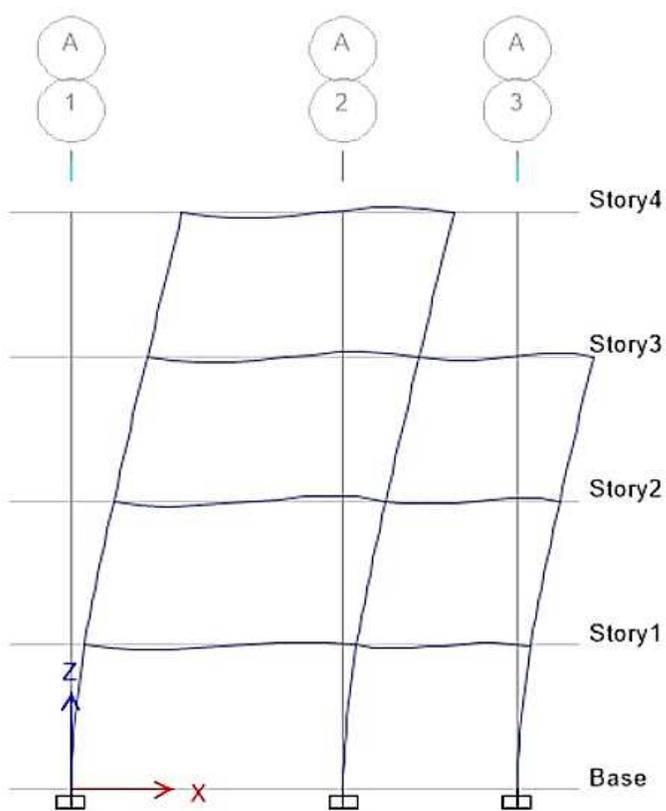
Diagrama para el análisis de desplazamiento por pórticos.



Después se obtienen desplazamientos por piso y así poder calcular la rigidez de cada pórtico en ese piso. Siguiendo que $RIGIDEZ = FUERZA / DESPLAZAMIENTO$ se determina la rigidez de cada nivel. En la Figura 17, se observa el desplazamiento producido por las cargas accionadas hacia la estructura.

Figura 17

Diagrama de desplazamiento para cálculo de rigidez.



Dando como resultado los siguientes valores para los ejes X y, consignados en la Tabla

24.

Tabla 24*Cálculo de rigidez pórtico A en X.*

Nivel	dx (m)	Δx	Fx (kN)	Kx (kN/m)
N+11.80	0,043	0,013	100	7692,31
N+8.85	0,03	0,014	100	7142,86
N+5.90	0,016	0,011	100	9090,91
N+2.95	0,005	0,005	100	20000

Tabla 25*Calculo de rigidez pórtico B en X.*

Nivel	dx (m)	Δx	Fx (kN)	Kx (kN/m)
N+11.80	0,039	0,011	100	9090,909091
N+8.85	0,028	0,012	100	8333,333333
N+5.90	0,016	0,011	100	9090,909091
N+2.95	0,005	0,005	100	20000

Tabla 26*Cálculo de rigidez pórtico C en X.*

Nivel	dx (m)	Δx	Fx (kN)	Kx (kN/m)
N+11.80	0,038	0,011	100	9090,91
N+8.85	0,027	0,011	100	9090,91
N+5.90	0,016	0,011	100	9090,91

Nivel	dx (m)	Δx	Fx (kN)	Kx (kN/m)
N+2.95	0,005	0,005	100	20000

Tabla 27

Cálculo de rigidez pórtico D en X.

Nivel	dx (m)	Δx	Fx (kN)	Kx (kN/m)
N+11.80	0,038	0,011	100	9090,91
N+8.85	0,027	0,011	100	9090,91
N+5.90	0,016	0,011	100	9090,91
N+2.95	0,005	0,005	100	20000

Tabla 28

Cálculo de rigidez pórtico E en X.

Nivel	dx (m)	Δx	Fx (kN)	Kx (kN/m)
N+11.80	0,038	0,011	100	9090,91
N+8.85	0,027	0,011	100	9090,91
N+5.90	0,016	0,011	100	9090,91
N+2.95	0,005	0,005	100	20000

Tabla 29

Cálculo de rigidez pórtico I en Y

Nivel	dx (m)	Δx	Fx (kN)	Ky (kN/m)
N+11.80	0,021	0,006	100	16666,7
N+8.85	0,015	0,0057	100	17543,9
N+5.90	0,0093	0,0061	100	16393,4
N+2.95	0,0032	0,0032	100	31250

Tabla 30*Cálculo de rigidez pórtico 2 en Y*

Nivel	dx (m)	Δx	Fx (kN)	Ky (kN/m)
N+11.80	0,021	0,005	100	20000
N+8.85	0,016	0,0066	100	15151,51515
N+5.90	0,0094	0,0062	100	16129,03226
N+2.95	0,0032	0,0032	100	31250

Tabla 31*Cálculo de rigidez pórtico 3 en Y*

Nivel	dx (m)	Δx	Fx (kN)	Ky (kN/m)
N+11.80	0,021	0,005	100	20000
N+8.85	0,016	0,0066	100	15151,5
N+5.90	0,0094	0,0062	100	16129
N+2.95	0,0032	0,0032	100	31250

Coordenadas centro de rigidez por nivel.

Tabla 32

Coordenadas centro de rigidez N+11,80 en Ycr.

Eje	Kx (KN/m)	Y (m)	Kx* Y
A	7692,31	1,05	8076,92
B	9090,91	6,04	54909,1
C	9090,91	8,69	79000
D	9090,91	11,61	105545
E	9090,91	14,91	135545
Skx	44055,94		383077

Tabla 33

Coordenadas centro de rigidez N+11,80 en Xcr.

Eje	Ky (KN/m)	X(m)	Ky* Y
1	16666,67	0,15	2500,00
2	20000,00	5,17	103400,00
3	20000,00	8,59	171800,00
Sky	56666,67		277700,00

Tabla 34

Coordenadas centro de rigidez N+11,80.

Ycr (m)	Xcr (m)
8,70	4,90

Figura 18

Localización centro de rigidez N+11,80.

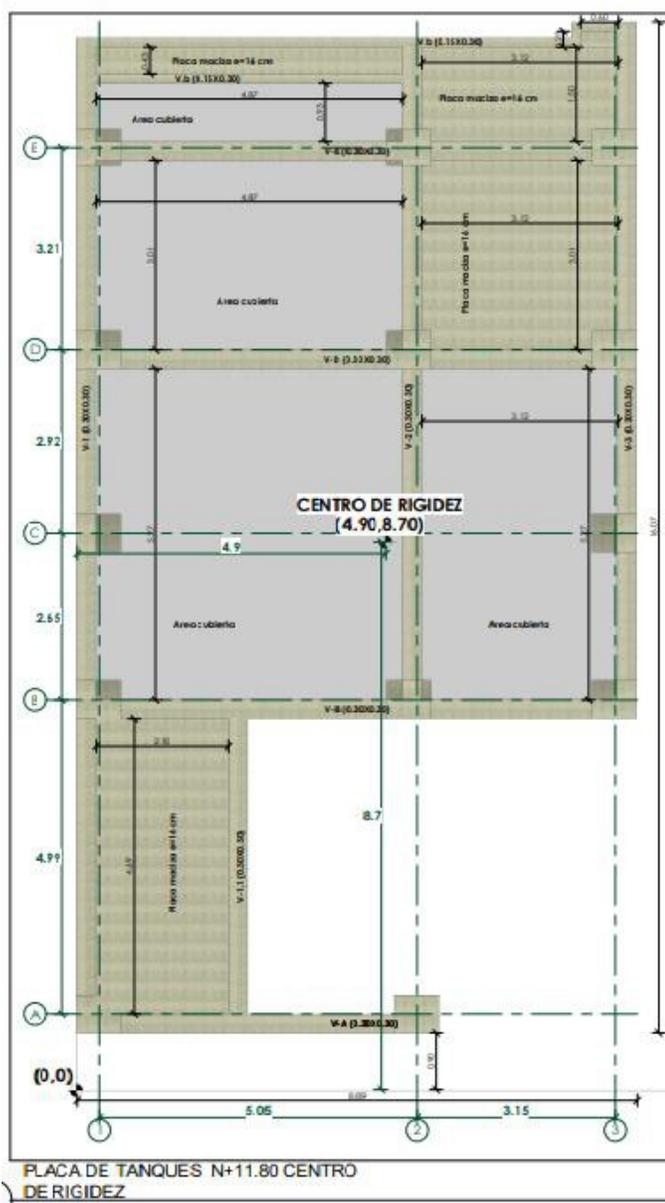


Tabla 35*Coordenadas centro de rigidez N+8,85 en Ycr.*

Eje	Kx (KN/m)	Y (m)	Kx* Y
A	9090,91	1,05	9545,45
B	8333,33	6,04	50333,3
C	9090,91	8,69	79000
D	9090,91	11,61	105545
E	9090,91	14,91	135545
Skx	44696,97		379970

Tabla 36*Coordenadas centro de rigidez N+8,85 en Xcr.*

Eje	Ky (KN/m)	X(m)	Ky* Y
1	17543,86	0,15	2631,58
2	15151,52	5,17	78333,33
3	15151,52	8,59	130151,52
Sky	47846,89		211116,43

Tabla 37*Coordenadas centro de rigidez N+8,85.*

Ycr (m)	Xcr (m)
8,5	4,41

Figura 19

Localización centro de rigidez N+8,85.

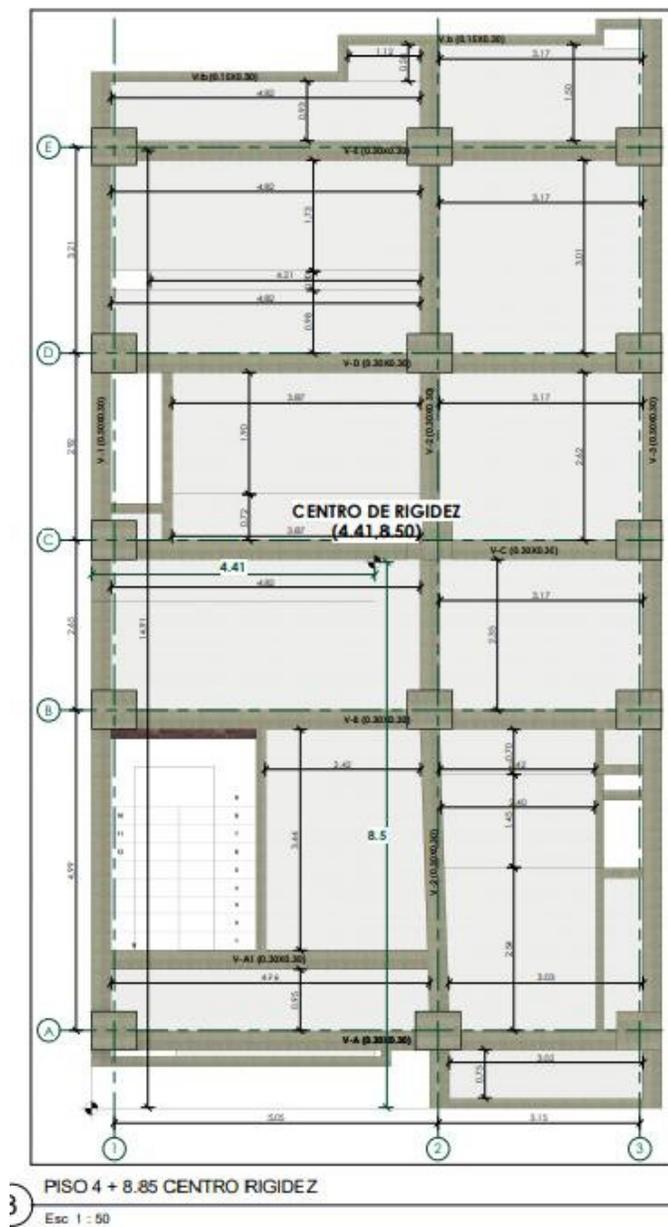


Tabla 38*Coordenadas centro de rigidez N+5,90 en Ycr.*

Eje	Kx (KN/m)	Y (m)	Kx* Y
A	9090,91	1,05	9545,45
B	9090,91	6,04	54909,1
C	9090,91	8,69	79000
D	9090,91	11,61	105545
E	9090,91	14,91	135545
Skx	45454,55		384545

Tabla 39*Coordenadas centro de rigidez N+5,90 en Xcr.*

Eje	Ky (KN/m)	X(m)	Ky* Y
1	16393,44	0,15	2459,02
2	16129,03	5,17	83387,10
3	16129,03	8,59	138548,39
Sky	48651,51		224394,50

Tabla 40*Coordenadas centro de rigidez N+5,90.*

Ycr (m)	Xcr (m)
8,46	4,61

Figura 20

Localización centro de rigidez N+5,90.

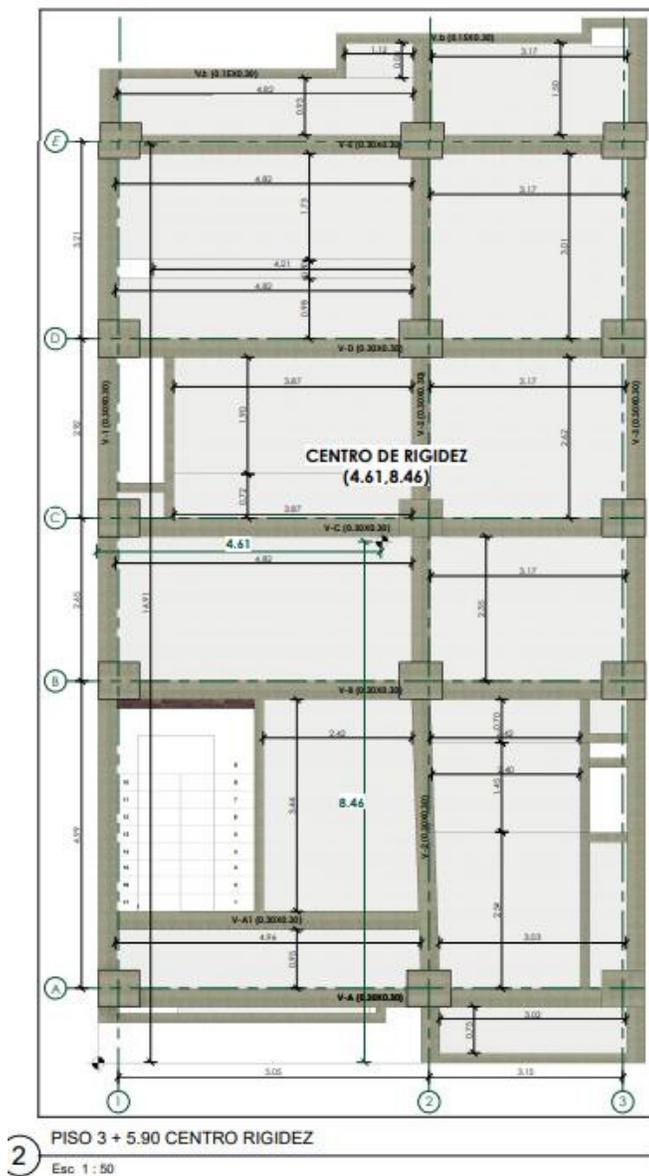


Tabla 41

Coordenadas centro de rigidez N+2,95 en Ycr.

Eje	Kx (KN/m)	Y (m)	Kx* Y
A	20000,00	1,05	21000

Eje	Kx (KN/m)	Y (m)	Kx* Y
B	20000,00	6,04	120800
C	20000,00	8,69	173800
D	20000,00	11,61	232200
E	20000,00	14,91	298200
Skx	100000,00		846000

Tabla 42

Coordenadas centro de rigidez N+2,95 en Xcr.

Eje	Ky (KN/m)	X(m)	Ky* Y
1	31250,00	0,15	4687,50
2	31250,00	5,17	161562,50
3	31250,00	8,59	268437,50
Sky	93750,00		434687,50

Tabla 43

Coordenadas centro de rigidez N+2,95.

Ycr (m)	Xcr (m)
8,46	4,64

Figura 21

Localización centro de rigidez N+2,95.

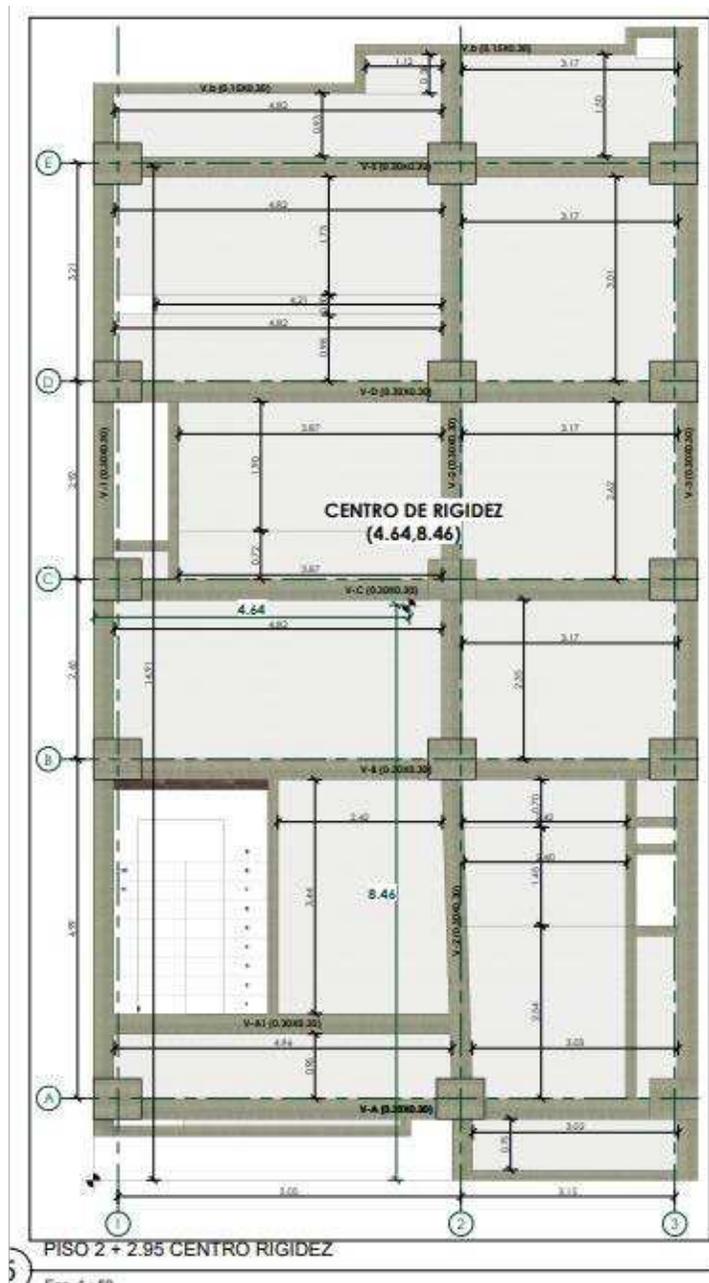


Tabla 44

Resumen de localización de centro de rigidez por niveles.

Nivel	Ycr (m)	Xcr(m)
N+11,80	8,70	4,90
N+8,85	8,50	4,41
N+5,90	8,46	4,61
N+2,95	8,46	4,64

Centro cortante. En la Tabla 45 se demuestra el cálculo para la localización del centro cortante, considerando lo descrito anteriormente para la formulación.

Tabla 45

Localización de centro cortante por niveles.

Nivel	Xcm (m)	Ycm (m)	Fx* Ycm	Fy*Xcm	SFx*Ycm	SFy*Xcm	Xcc(m)	Ycc(m)
N+11.80	4,76	8,58	3219,18	5802,65	3219,18	5802,65	676,30	676,30
N+8.85	4,23	9,87	7402,92	17273,48	7402,92	17273,49	1750,10	1750,10
N+5.90	4,23	9,87	5111,95	11927,89	5111,95	11927,90	1208,50	1208,50
N+2.95	4,23	9,87	2555,76	5963,45	2555,76	5963,45	604,20	604,20

Excentricidades y momentos torsores. Como es descrito al inicio del Capítulo, es necesario analizar este comportamiento de la estructura, considerando lo calculado previamente.

En el diseño deben tenerse en cuenta los efectos de torsión en el piso, considerando que estos provienen de la incertidumbre en la localización de las masas dentro del piso, lo cual conduce a una torsión accidental, o debido a la excentricidad entre el centro de masas y el centro de rigidez cuando los diafragmas se consideran rígidos en su propio plano, o de la asimetría en la

distribución de la masa y la rigidez de elementos verticales, cuando los diafragmas no pueden considerarse como rígidos en su propio plano.

- ✓ **Torsión accidental.** El reglamento sismo resistente NSR-10, define que se debe considerar que la masa de todos los pisos está desplazada transversalmente, hacia cualquiera de los dos lados, del centro de masa calculado de cada piso, una distancia igual al 5% (0,05) de la dimensión de la edificación en el mismo piso analizado, medida en la dirección perpendicular a la dirección en estudio. Por lo anterior se muestra a continuación la Tabla donde se encuentran los parámetros necesarios para este análisis.

Tabla 46

Torsión accidental.

Nivel	Longitud X (m)	Longitud Y (m)	Porcentaje	e_x	e_y	$MTA_{z(x)}$ (kN-m)	$MTA_{z(y)}$ (kN-m)
N+11.80	16,90	8,89	0,05	0,85	0,44	300,62	571,47
N+8.85	16,90	8,89	0,05	0,85	0,44	777,92	1478,83
N+5.90	16,90	8,89	0,05	0,85	0,44	537,18	1021,18
N+2.95	16,90	8,89	0,05	0,85	0,44	268,57	510,55

Torsión debida a la no coincidencia del centro de masa. Así mismo, este parámetro de torsión es debido a la no coincidencia del centro de masa y de rigidez, cuando el diafragma se considera rígido en su propio plano, debe tenerse en cuenta el aumento en los cortantes sobre los elementos verticales del sistema de resistencia sísmica a la distribución, en plante, de la rigidez de los elementos del sistema de resistencia sísmica. Por lo anterior se muestra a continuación la Tabla donde se encuentran los parámetros necesarios para este análisis.

Tabla 47

Torsión debida a la no coincidencia del centro de masa.

Nivel	ex (m)	ey (m)	MT _{z(x)}	MT _{z(y)}	M(total) _{z(x)} (kN-m)	M(total) _{z(y)} (kN-m)
N+11.80	0,68	1,17	493,14	851,20	793,75	1422,68
N+8.85	0,33	0,04	541,27	64,40	1319,19	1543,23
N+5.90	0,13	0,08	158,60	99,35	695,78	1120,53
N+2.95	0,10	0,08	64,16	49,67	332,73	560,22

Método de la fuerza horizontal equivalente. Este método de análisis sísmico es aquel donde los efectos de los movimientos sísmicos de diseño se expresan mediante unas fuerzas estáticas equivalentes.

Periodo fundamental de la edificación (T)(seg). El presente valor se obtiene a partir de las propiedades del sistema de resistencia sísmica, en la dirección bajo consideración; siendo así, se cuenta con la siguiente ecuación:

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (m_i \delta_i^2)}{\sum_{i=1}^n (f_i \delta_i)}} \quad (2)$$

Donde:

m_i = Parte de la masa total de la edificación, en el nivel i (kg).

δ_i = Desplazamiento horizontal del nivel i con respecto a la base de la estructura (m).

f_i = Fuerza sísmica horizontal en el nivel i .

Al obtener factores de alta complejidad se reemplaza de manera alternativa, realizando una aproximación al Periodo Fundamental, T_a (seg), esta ecuación es de mayor sencillez:

$$T_a = C_t h^\alpha \quad (3)$$

Donde:

C_t = Coeficiente utilizado para calcular el periodo de la estructura

α = Exponente para ser utilizado en el cálculo del periodo aproximado.

Donde los valores C_t y α tienen los valores dados en la tabla A.4.2-1 en el capítulo A.4, de la Norma NSR-10, son valores que están correlacionados a los sistemas estructurales de la edificación y h_n que se conoce como la altura medida desde la base hasta el último nivel de la edificación.

Figura 22

Valor de los parámetros C_t y α para el cálculo del periodo aproximado T_a .

Sistema estructural de resistencia sísmica	C_t	α
Pórticos resistentes a momentos de concreto reforzado que resisten la totalidad de las fuerzas sísmicas y que no están limitados o adheridos a componentes más rígidos, estructurales o no estructurales, que limiten los desplazamientos horizontales al verse sometidos a las fuerzas sísmicas.	0.047	0.9
Pórticos resistentes a momentos de acero estructural que resisten la totalidad de las fuerzas sísmicas y que no están limitados o adheridos a componentes más rígidos, estructurales o no estructurales, que limiten los desplazamientos horizontales al verse sometidos a las fuerzas sísmicas.	0.072	0.8
Pórticos arriostrados de acero estructural con diagonales excéntricas restringidas a pandeo.	0.073	0.75
Todos los otros sistemas estructurales basados en muros de rigidez similar o mayor a la de muros de concreto o mampostería	0.049	0.75
Alternativamente, para estructuras que tengan muros estructurales de concreto reforzado o mampostería estructural, pueden emplearse los siguientes parámetros C_t y α , donde C_w se calcula utilizando la ecuación A.4.2-4.	$\frac{0.0062}{\sqrt{C_w}}$	1.00

Como alternativa específicamente para estructura de concreto reforzado o mampostería estructural se puede contar con la siguiente ecuación:

$$C_w = \frac{100}{A_B} \cdot \sum_{i=1}^{n_w} \left[\left(\frac{h_n}{h_{wi}} \right)^2 \frac{A_{wi}}{1 + 0.83 \left(\frac{h_{wi}}{\ell_{wi}} \right)^2} \right] \quad (4)$$

De la misma manera, para edificaciones para edificaciones de 12 niveles o inferior, con una altura entre niveles menores a 3 m, con sistema estructural de resistencia sísmica que esté

compuesto por pórticos resistentes a momentos o acero estructural, el periodo de vibración aproximado T_a en segundos se determina por la siguiente ecuación:

$$T_a = 0.1N \quad (5)$$

El valor T obtenido al utilizar las ecuaciones (1, 2 y 4), es una estimativa inicial razonable del período estructural para predecir las fuerzas a aplicar sobre la estructura con el fin de dimensionar su sistema de resistencia sísmica. Sin embargo, una vez dimensionada la estructura, debe calcularse el valor ajustado de T mediante la aplicación de análisis modal o de la ecuación (1) para compararlo con el estimado inicial; si el periodo de la estructura diseñada difiriera en más del 10% con el periodo estimado inicialmente, debe repetirse el proceso de análisis, utilizando el último periodo calculado como nuevo estimado, hasta que se converja en un resultado dentro de la tolerancia del 10% señalada.

Fuerza sísmicas horizontales equivalentes. Se toma en consideración un cortante sísmico en la base, V_s (kN), el cual se equivale a la totalidad en los efectos inerciales horizontales producidos por el movimiento sísmico de diseño, con la siguiente ecuación se obtiene su valor:

$$V_s = S_a g M \quad (6)$$

Donde:

S_a = Valor del espectro de aceleraciones de diseño para un periodo de vibración dado en segundos (seg).

g = Aceleración debida a la gravedad (9,8 m/s²)

M = Masa total de la edificación (kg)

La fuerza sísmica horizontal, F_x , en cualquier nivel x , para la dirección en estudio, debe determinarse usando la siguiente ecuación:

$$F_x = C_{vx} V_s$$

La Variable C_{vx} es un coeficiente definido para calcular la fuerza sísmica horizontal, se determina con la siguiente ecuación:

$$C_{vx} = \frac{m_x h_x^k}{\sum_{i=1}^n (m_i h_i^k)} \quad (8)$$

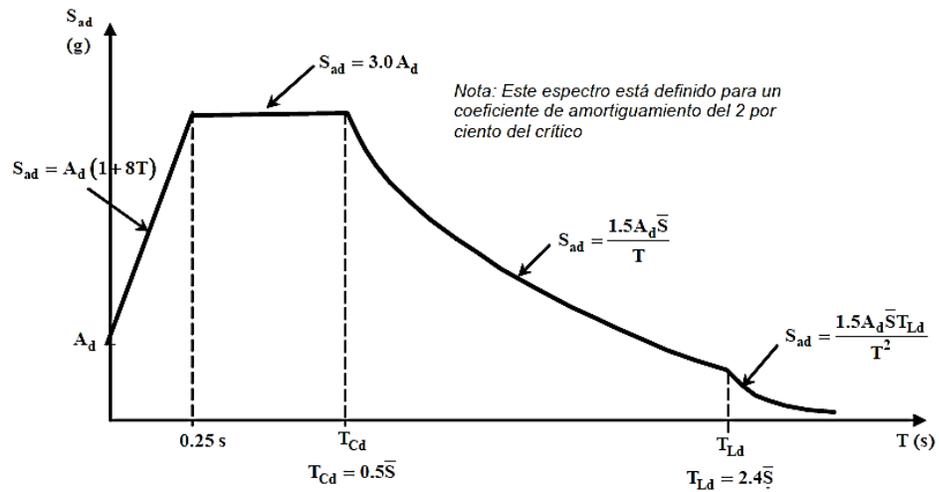
Espectro de diseño. Espectro de aceleración, donde S_a corresponde al valor de la aceleración, como fracción de la gravedad, para un coeficiente de cinco (5%) del amortiguamiento crítico, que se debe utilizar en el diseño, se define mediante la siguiente ecuación, limitado por las ecuaciones (6) y (10):

$$S_a = \frac{1.2 A_v F_v I}{T} \quad (9)$$

Se debe contar con los valores de los periodos de vibración, cuya formulación se describe a continuación, los cuales sirven para graficar el espectro elástico de aceleraciones, Figura 19, que se usa para determinar la máxima aceleración horizontal de diseño (S_a).

Figura 23

Espectro elástico de aceleración de diseño como fracción de g .



Límite superior de periodos cortos, T_0 (seg).

$$T_0 = 0.1 \frac{A_v F_v}{A_a F_a} \quad (10)$$

El espectro de diseño S_a , puede obtenerse de la siguiente ecuación.

$$S_a = 2.5 A_a F_a I \left(0.4 + 0.6 \frac{T}{T_0} \right) \quad (11)$$

Límite superior de periodos intermedios, T_C (seg).

$$T_C = 0.48 \frac{A_v F_v}{A_a F_a} \quad (12)$$

El espectro de diseño S_a , puede obtenerse de la siguiente ecuación.

$$S_a = 2.5 A_a F_a I \quad (13)$$

Límite superior de periodos largos, T_L (seg).

$$T_L = 2.4 F_v \quad (14)$$

El espectro de diseño S_a , puede obtenerse de la siguiente ecuación.

$$S_a = \frac{1.2A_v F_v T_L I}{T^2} \quad (15)$$

Dando uso a lo anteriores criterios y formulas, se deja a continuación las Tablas que resume los mismos criterios.

Tabla 48

Parámetros para espectro de diseño

Parámetros para espectro	
Aa	0.20
Av	0.15
Zona de sismica amenaza sísmica	Intermedia
Coefficiente de importancia	1.00
Fa	1.40
Fv	2.20
Ct	0.047
α	0.90
Cu	1.354

Tabla 49

Periodos de la edificación.

Periodos	
Periodo fundamental [Ta]	0.433 Seg
Periodo zonas cortas del espectro [TO]	0.118 Seg
Periodo zona intermedia de espectro [TC]	0.566 Seg
Periodo zona larga del espectro [TL]	5.280 Seg

Periodos	
Periodo de la estructura [T]	0.587 Seg

Tabla 50

Cálculo de la fuerza sísmica y cortante basal

Cálculo de la fuerza sísmica y cortante basal	
Altura total de la estructura [m]	11,80
Número de pisos [un]	4
Peso de la estructura [Ton-f]	558.80 Ton-f
Exponente para periodo [k]	1.047
Aceleración espectral [Sa]	0.70 g
Cortante de basal [Vs]	391.16 Ton
	3837.28 kN

Tabla 51

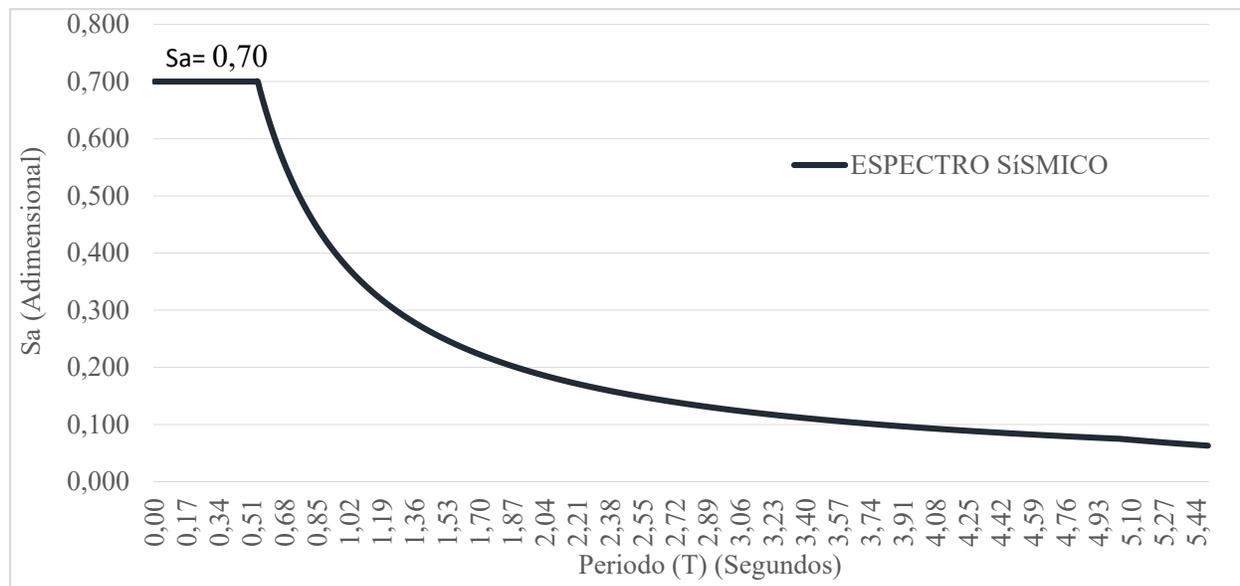
Cálculo de espectro elástico de aceleración para una edificación de 4 pisos.

T (S)	Sa	T (S)	Sa
0,0	0,70	2,4	0,16
0,1	0,70	2,5	0,15
0,2	0,70	2,6	0,15
0,3	0,70	2,7	0,14
0,4	0,70	2,8	0,14
0,5	0,70	2,9	0,13
0,6	0,63	3,0	0,13

T (S)	Sa	T (S)	Sa
0,7	0,54	3,1	0,12
0,8	0,47	3,2	0,12
0,9	0,42	3,3	0,11
1,0	0,38	3,4	0,11
1,1	0,34	3,5	0,11
1,2	0,32	3,6	0,11
1,3	0,29	3,7	0,10
1,4	0,27	3,8	0,10
1,5	0,25	3,9	0,10
1,6	0,24	4,0	0,09
1,7	0,22	4,1	0,09
1,8	0,21	4,2	0,09
1,9	0,20	4,3	0,09
2,0	0,19	4,4	0,09
2,1	0,18	4,5	0,08
2,2	0,17	4,6	0,08
2,3	0,16	4,7	0,08

Figura 24

Espectro elástico de aceleración para una edificación de 4 pisos.



Dando uso a las ecuaciones (6), (7) y (8), para realizar la distribución de fuerzas sísmicas y cortantes, se demuestra a continuación los valores calculados.

Tabla 52

Calculo de fuerza horizontal equivalente.

Nivel	h (m)	W (Peso piso) (kN)	W*h*k	Cvx	Fx=Fy (kN)	Vx=Vy (kN)	K
N+11.80	11.80 m	512,91	6052,34	0,17	724,58	724,58	1,00
N+8.85	8.85 m	1559,12	13798,21	0,39	1651,90	2376,48	
N+5.90	5.90 m	1758,10	10372,81	0,29	1241,82	3618,29	
N+2.95	2.95 m	1758,10	5186,41	0,15	620,91	4239,20	
Total			35409,77	1,00	4239,20	Cortante	

Aplicación de la fuerza y el momento de torsión en el centro de masa en SAP2000.

- ✓ **Carga en dirección X.** A continuación, se muestra la aplicación de las cargas en el programa SAP2000.

Figura 25

Aplicación de carga en dirección X en el programa SAP2000.

S User Seismic Load Pattern

Edit

User Seismic Loads on Diaphragms

Diaphragm	Diaphragm Z	FX	FY	MZ	X	Y
D4	11.8	724.58	0.	793.75		
D3	8.85	1651.9	0.	1319.19		
D2	5.9	1241.82	0.	695.78		
D1	2.95	620.91	0.	332.73		

User Specified Application Point
 Apply at Center of Mass

Additional Ecc. Ratio (all Diaph.)

OK Cancel

- ✓ **Carga en dirección Y.** A continuación, se muestra la aplicación de las cargas en el programa SAP2000.

Figura 26

Aplicación de carga en dirección Y en el programa SAP2000.

S User Seismic Load Pattern ✕

Edit

User Seismic Loads on Diaphragms

Diaphragm	Diaphragm Z	FX	FY	MZ	X	Y
D4	11.8	0.	724.58	1422.68		
D3	8.85	0.	1651.9	1543.23		
D2	5.9	0.	1241.82	1120.53		
D1	2.95	0.	620.91	560.22		

User Specified Application Point
 Apply at Center of Mass

Additional Ecc. Ratio (all Diaph.)

Verificación de derivas con SAP2000. Se debe seguir lo descrito en el Título A, capítulo A.6 de la Norma Sismo Resistente NSR-10, donde además definen como deriva al desplazamiento relativo entre dos puntos colocados en la misma línea vertical, en dos pisos por niveles consecutivos de la edificación.

La necesidad de controlar las derivas está asociada con los efectos ocasionados durante un temblor, donde se encuentran: Deformación inelástica de los elementos estructurales y no estructurales, estabilidad global de la estructura, daño a los elementos estructurales que no hacen parte del sistema de resistencia sísmica y a los elementos no estructurales, tales como muros

divisórios, particiones, enchapes, acabados, instalaciones eléctricas, mecánicas, etc. (Márquez, s.f)

Por lo anterior es fundamental llevar a cabo durante el diseño un estricto cumplimiento de los requisitos de derivas dados en el mismo Capítulo del reglamento, con el fin de garantizar el cumplimiento de propósito del Reglamento y un adecuado comportamiento de la estructura y su contenido.

Se considera que la deriva máxima para cualquier piso determinada de acuerdo al procedimiento establecido en el reglamento, no puede exceder los límites dados en la Tabla A.6.4-1, en la cual la deriva máxima se expresa como un porcentaje de la altura de piso, (Capítulo A.6, NSR-10). Ver Figura 23.

Figura 27

Deriva máxima como porcentaje de h_{pi}

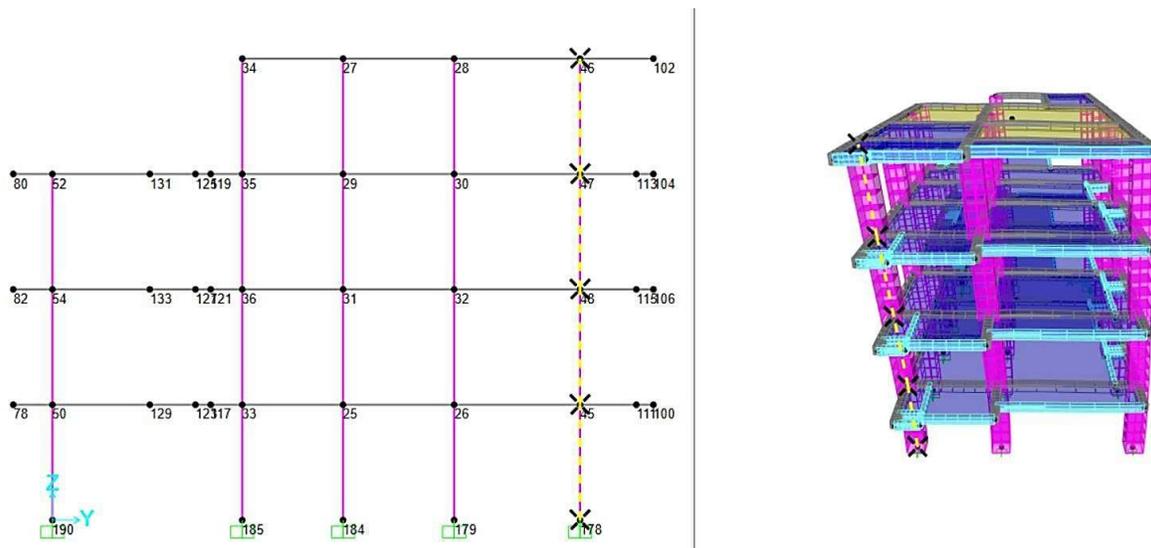
Estructuras de:	Deriva máxima
concreto reforzado, metálicas, de madera, y de mampostería que cumplen los requisitos de A.6.4.2.2	1.0% $\left(\Delta_{\max}^i \leq 0.010 h_{pi} \right)$
de mampostería que cumplen los requisitos de A.6.4.2.3	0.5% $\left(\Delta_{\max}^i \leq 0.005 h_{pi} \right)$

Nota. Tomada de Tabla A.6.4-1, (NSR -10, 2010).

- ✓ *Deriva en sismo X con SAP2000.* Se evalúa la deriva en todos los puntos, se muestra un cálculo tipo del desplazamiento más grande. Ver figura 24, Tabla 53 y Tabla 54.

Figura 28

Deriva en sismo X con SAP2000.



A continuación, en la Tabla 53 se muestran las derivas analizadas del eje 3 en el programa SAP2000, donde se presentan el mayor desplazamiento de la edificación.

Tabla 53

Desplazamiento de nodos exportados de SAP2000 en sismo X.

Joint	OutputCase	U1	U2
Text	Text	m	m
45	FHE X	0.019043	-0.00068
46	FHE X	0.074721	-0.00291
47	FHE X	0.064135	-0.00253
48	FHE X	0.044816	-0.00167
178	FHE X	0	0

Tabla 54

Control de deriva de dirección X ejes E-3 con el programa SAP2000.

Joint	Sismo	U1	U2	H (m)	DerX
45	FHE X	0.019043	-0.00068	2.95	0.65%
178	FHE X	0.0000	0.0000		
48	FHE X	0.044816	-0.00167	2.95	0.87%
45	FHE X	0.019043	-0.00068		
47	FHE X	0.064135	-0.00253	2.95	0.66%
48	FHE X	0.044816	-0.00167		
46	FHE X	0.074721	-0.00291		

Joint	Sismo	U1	U2	H (m)	DerX
				2.95	0.36%
47	FHE X	0.05295	0.00118		

Nota. *En todos los puntos cumple la deriva en X ya que no supera el 1%.

- ✓ **Deriva en sismo Y con SAP2000.** Se evalúa la deriva en todos los puntos, se muestra un cálculo tipo del desplazamiento más grande. Ver Figura 29, Tabla 55 y Tabla 56.

Figura 29

Deriva en sismo Y con SAP2000.

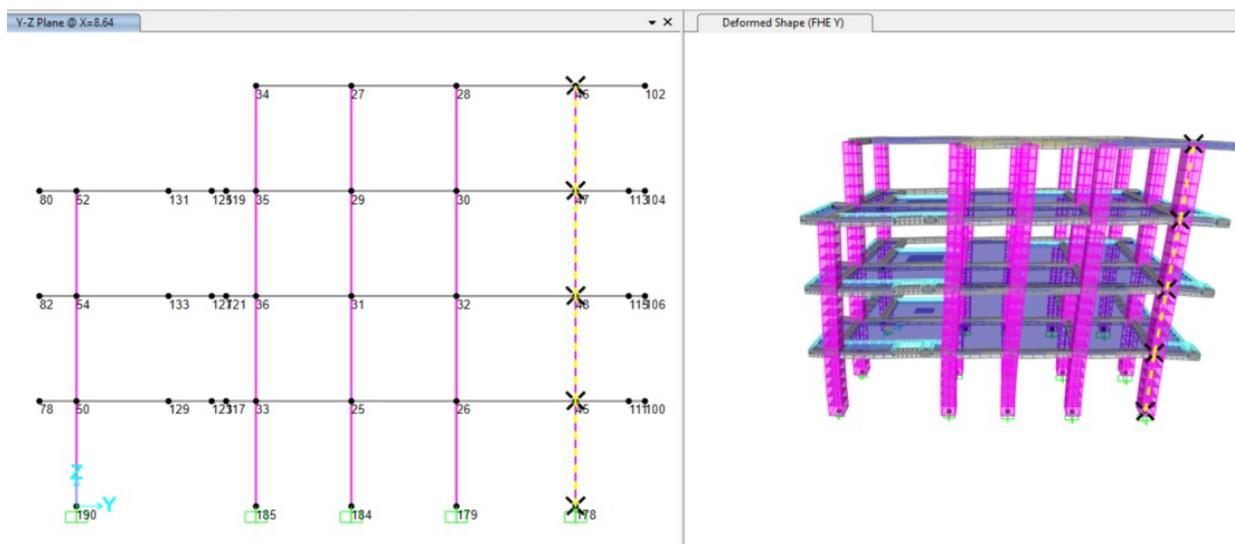


Tabla 55

Desplazamiento de nodos exportados de SAP2000 en sismo Y.

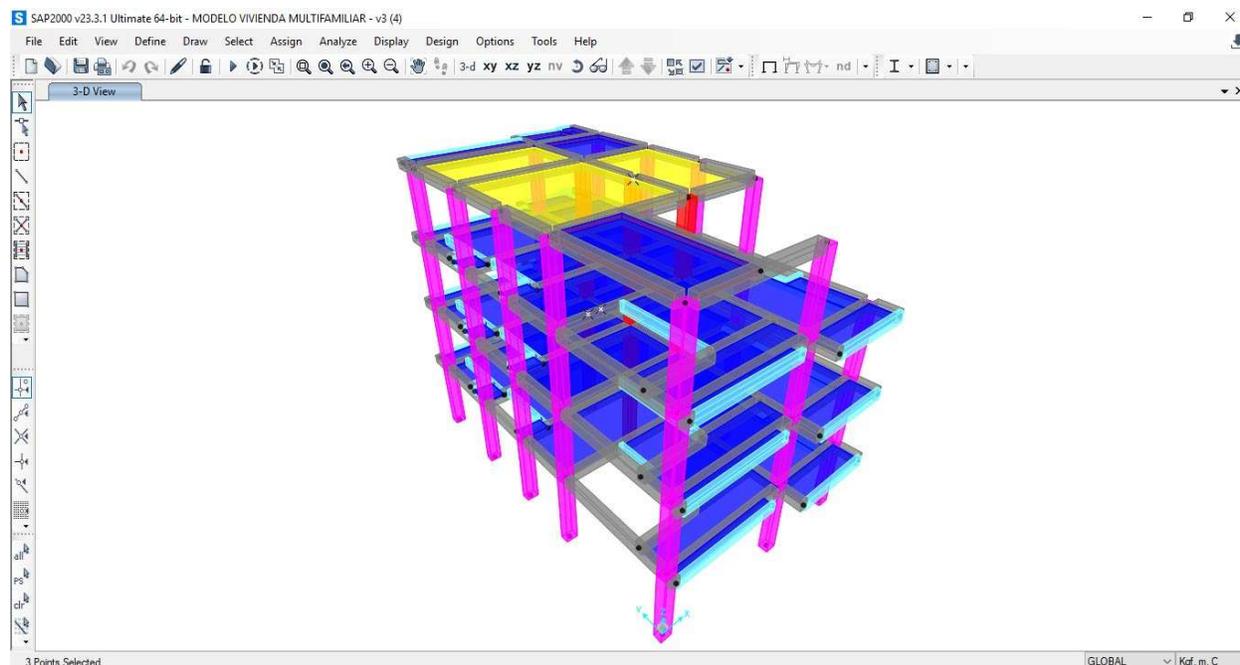
Joint	OutputCase	U1	U2
Text	Text	m	m
45	FHE Y	-0.004569	0.02484
46	FHE Y	-0.017195	0.08223
47	FHE Y	-0.014769	0.07314
48	FHE Y	-0.010409	0.05338
178	FHE Y	0	0

Tabla 56

Control de deriva de dirección Y ejes E-3 con el programa SAP2000.

Joint	Sismo	U1	U2	H (m)	DerY
45	FHE Y	-0.004569	0.024844	2.95	0.86%
178	FHE Y	0.0000	0.0000		
48	FHE Y	-0.010409	0.053379	2.95	0.99%
45	FHE Y	-0.004569	0.024844		
47	FHE Y	-0.014769	0.073143	2.95	0.69%
48	FHE Y	-0.010409	0.053379		
46	FHE Y	-0.017195	0.082225	2.95	0.32%
47	FHE Y	-0.013468	0.059977		

Nota. En todos los puntos cumple la deriva en Y ya que no supera el 1%.

Figura 30*Vista 3D modelo final SAP2000*

4.3 Proponer el análisis y diseño estructural de una edificación residencial de cuatro niveles mediante el software CYPECAD.

Para los resultados de este objetivo, se tuvo en cuenta el predimensionamiento realizado en el anterior programa, resultados que fueron ingresados al programa CYPECAD versión 2023, por lo que se llevó al análisis de Derivas, dando como resultado que las dimensiones de los elementos como vigas y columnas eran insuficiente para el cumplimiento de derivas, por lo que se decide ampliar las dimensiones de la mayoría de las columnas a 35 cm x 45 cm y solamente las columnas C5, C8 y C11 a 35 cm x 50 cm y volver a correr el modelo para el chequeo de las derivas. Así mismo, se decide ampliar las bases de las vigas en dirección X la cual es la más crítica, pasando de 30 cm x 40 cm a 35 cm x 40 cm; los demás elementos estructurales, mantienen las dimensiones utilizadas en el programa SAP2000.

Según las memorias de cálculo arrojadas por el programa se tiene que para el edificio analizado tienen los siguientes los parámetros sísmicos mostrados en la Tabla 57.

Tabla 57

Parámetros sísmicos con CYPECAD

Parámetro sísmico		Dimensión
Periodo aproximado de vibración	(Ta)	0.45 s
Altura del edificio	(h)	12.40 m
Peso del edificio	(W)	5427.62 kN
Cortante basal	(V)	759.87 kN

Nota. *Datos dados en las memorias de cálculo generada automáticamente por el software CYPECAD.

Una vez corrido el modelo se encontró que la deriva máxima fue de 3.00 cm con un porcentaje de la altura de piso de 0.97% en la columna C13 del segundo nivel (Nivel 2 + 6.20 m) en dirección del sismo y; para la dirección del sismo en x se redujo la deriva a 2.98 cm con un porcentaje de altura de piso de 0.96% en las columnas C13, C14 y C15 del segundo nivel. Ver Figura 31.

Figura 31

Listado de Derivas dadas por CYPECAD.

Situacionessísmicas ⁽¹⁾									
Columna	Planta	Cota (m)	h (m)	Distorsión X			Distorsión Y		
				Absoluta (m)	Relativa	Origen	Absoluta (m)	Relativa	Origen
	Nivel 2 + 6.20 m	6.00	3.10	0.0271	h / 115	----	0.0278	h / 112	----
	Nivel 1 + 3.10 m	2.90	2.90	0.0203	h / 143	----	0.0234	h / 124	----
	Fundación	0.00							
	Total		12.20	0.0799	h / 153	----	0.0825	h / 148	----
C13	Nivel 4 + 12.40 m	12.20	3.10	0.0136	h / 228	----	0.0125	h / 248	----
	Nivel 3 + 9.30 m	9.10	3.10	0.0223	h / 140	----	0.0211	h / 147	----
	Nivel 2 + 6.20 m	6.00	3.10	0.0298	h / 105	----	0.0300	h / 104	----
	Nivel 1 + 3.10 m	2.90	2.90	0.0224	h / 130	----	0.0251	h / 116	----
	Fundación	0.00							
	Total		12.20	0.0881	h / 139	----	0.0887	h / 138	----
C14	Nivel 4 + 12.40 m	12.20	3.10	0.0136	h / 228	----	0.0115	h / 270	----
	Nivel 3 + 9.30 m	9.10	3.10	0.0223	h / 140	----	0.0193	h / 161	----
	Nivel 2 + 6.20 m	6.00	3.10	0.0298	h / 105	----	0.0275	h / 113	----
	Nivel 1 + 3.10 m	2.90	2.90	0.0224	h / 130	----	0.0231	h / 126	----
	Fundación	0.00							
	Total		12.20	0.0881	h / 139	----	0.0814	h / 150	----
C15	Nivel 4 + 12.40 m	12.20	3.10	0.0136	h / 228	----	0.0117	h / 265	----
	Nivel 3 + 9.30 m	9.10	3.10	0.0223	h / 140	----	0.0196	h / 159	----
	Nivel 2 + 6.20 m	6.00	3.10	0.0298	h / 105	----	0.0278	h / 112	----
	Nivel 1 + 3.10 m	2.90	2.90	0.0224	h / 130	----	0.0234	h / 124	----
	Fundación	0.00							
	Total		12.20	0.0881	h / 139	----	0.0825	h / 148	----

Notas:
⁽¹⁾ Las distorsiones están mayoradas por la ductilidad.

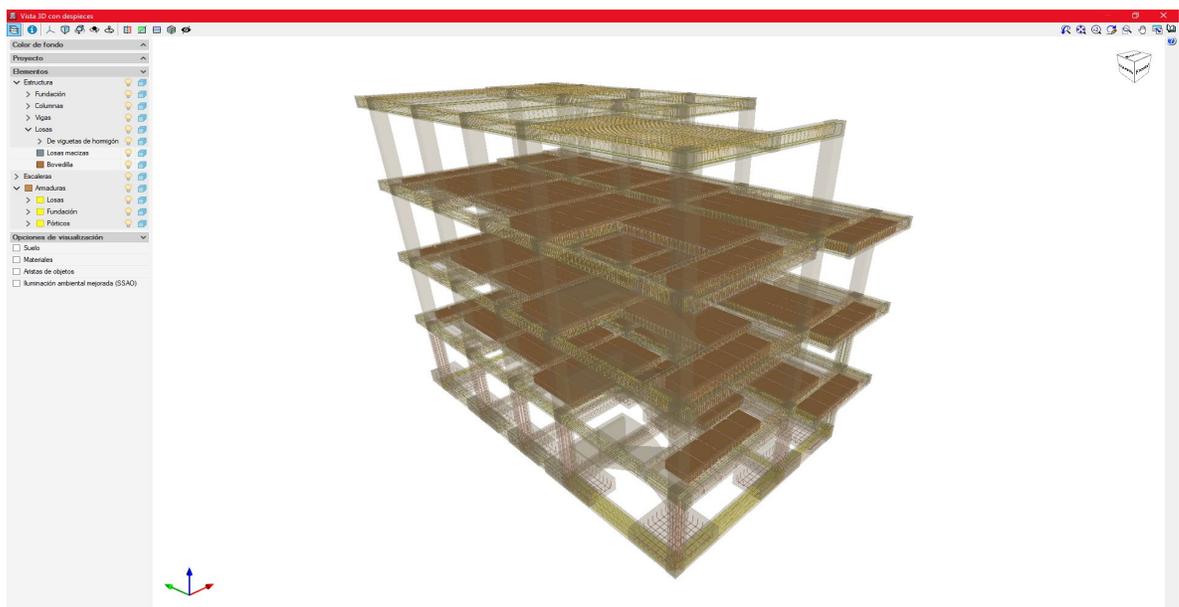
Nota. *Datos obtenidos del programa CYPECAD.

Figura 32

Vista 3D modelo final CYPECAD.

**Figura 33**

Modelo 3D de los elementos con acero en CYPECAD.



Nota. Cumpliendo la normativa vigente colombiana NSR-10, Titulo C.

4.4 Evaluar los costos en la construcción del sistema de resistencia sísmica y elementos estructurales estableciendo las diferencias que existen al analizar los resultados obtenidos con los Software SAP2000-DC CAD3 y CYPECAD.

Tomando en cuenta que la edificación fue analizada y diseñada con el apoyo de SAP2000-DC CAD3 y el programa CYPECAD, se modeló la estructura con las dimensiones y características dadas a los mismos programas y configurando el despiece de acero, por lo que los resultados arrojados fueron usados para la realización del cálculo de cantidades; y para los precios unitarios de los materiales usados ajustados a precios del presente año, fueron realizados con la cotización consultada en el municipio de Ocaña, Norte de Santander.

En el Apéndice A, se puede observar las cantidades y precios unitarios con el que se calculó el presupuesto mostrado en la Figura 34.

En la Tabla 58 y Figura 34, se observa la diferencia de precios que representa la construcción de la estructura con los programas de estudios, siendo más económico la construcción del modelo del programa SAP2000 con el apoyo de DC CAD3, por lo que se considera que la diferencia que se presenta entre SAP2000-DC CAD3 y CYPECAD, no es representativa acorde al costo en la construcción de la edificación.

Tabla 58

Cantidades de obra por m²

Descripción	Unidad	SAP2000-DC CAD3	CYPECAD
Concreto 28 MPa	m ³ /m ²	0,45	0,46
Acero 420 MPa	kg/m ²	74,20	75,68

Figura 34

Presupuesto de obra de análisis y diseño con SAP2000-DC CAD3 y CYPECAD.

 							
UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA FACULTAD DE INGENIERIA PROGRAMA DE INGENIERIA CIVIL							
PROYECTO: Comparación en el Diseño Estructural de una Edificación de Cuatro Niveles Ubicado en una Zona de Amenaza Sísmica Intermedia con Aa=0.20 Usando SAP2000-DC CAD3 Y CYPECAD.						FECHA: Febrero de 2023	
Evaluar los costos en la construcción del sistema de resistencia sísmica y elementos estructurales estableciendo las diferencias que existen al							
OBJETIVO ESPECIFICO DEL PROYE (analizar los resultados obtenidos con los Software SAP2000-DC CAD3 y CYPECAD.							
AUTORES: <u>CARLOS ANDRES CARO GARCIA</u>				PROGRAMA <u>INGENIERIA CIVIL</u>			
<u>JUAN SEBASTIAN CARDENAS BECERRA</u>							
PRESUPUESTO GENERAL							
SOFTWARE		SAP2000-DCCAD			CYPECAD		
ITEMS	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
	CONCRETO 28 Mpa	144,44	\$ 1.079.119	\$ 155.872.965,15	148,04	\$ 1.079.119	\$ 159.748.514,44
	ACERO 420MPa	23.744,072	\$ 6.210	\$ 147.456.684,34	24.218,12	\$ 6.210	\$ 150.400.673,47
SUBTOTAL \$				\$ 303.329.649,48	SUBTOTAL \$		\$ 310.149.187,91
DIFERENCIA DE COSTO DIRECTO				\$ 6.819.538,42			

4.5 Realizar una guía práctica para el manejo de los Software SAP2000-DC CAD3 y CYPECAD para el análisis y diseño estructural de edificaciones de concreto reforzado, estableciendo las ventajas y desventajas de los Softwares.

Para los resultados de este objetivo, se usaron los softwares en mención, siendo satisfactorio la implementación del proyecto en estudio en cada uno de ellos, por lo que se obtuvo las guías anexas en los Apéndices B, C y D.

4.5.1 *SAP2000-DC CAD3*

Ventajas

Permite generar automáticamente cargas por sismo; además, realiza el dimensionamiento y comprobación automática de estructuras de concreto.

Permite modelar diferentes tipos de estructuras y materiales con diferentes secciones, siendo un programa muy versátil, y sencillo de aprender.

El programa DC CAD3, al ser un programa colombiano contiene dentro de las normativas la colombiana (NSR-10).

La interrelación de los dos programas como SAP2000 y DC CAD3 es muy sencilla, por lo que para el manejo del segundo solo se necesitan extraer del primero dos archivos, lo que simplifica de manera significativa los tiempos invertidos para sus usos.

SAP2000, al ser uno de los programas más antiguos para el modelamiento estructural, es muy conocido y usado por los especialistas, por lo que simplifica la interconectividad entre varios profesionales para el uso del mismo software.

Desventaja

SAP2000 y DC CAD3 presentan la dificultad para la adquisición por los precios de las licencias, lo que imposibilita ser usado por profesionales que estén iniciando en el proceso de diseño o modelado estructural, de ambos programas.

Para DC CAD3, al ser un programa colombiano, no dispone gran rango de tutoriales abiertos al público, lo cual disminuye la capacidad de aprendizaje.

El programa DC CAD3, es poco conocido y/o usados por los profesionales y estudiantes, más que todo por lo que están iniciando el proceso de modelado y diseño estructural.

4.5.2 CYPECAD

Ventajas

La alta versatilidad en las herramientas que posee este programa, disminuye la dificultad de aprendizaje y uso del mismo.

La interfaz del programa, es simple disminuyendo el tiempo invertido para el modelado permitiendo concentrarse mayor tiempo en la optimización de la estructura modelada.

La mayor ventaja que tiene este programa es, la creación de forma automática de memorias y planos estructurales con una presentación aceptable, que disminuye de manera significativa el tiempo para la entrega de resultados.

Permite seleccionar el idioma donde entre tantos se encuentra el español, que simplifica el uso de herramientas de todo el programa.

Desventaja

Debido a que el programa no está hecho directamente para Colombia, en la respectiva instalación el lenguaje técnico, más cercano es el argentino, lo que hace que la terminología usada en el programa sea en algunos casos diferente a la usada en el reglamento vigente colombiano.

El programa está diseñado sobre todo para el análisis y diseño edificaciones, lo que disminuye su capacidad de uso para demás estructuras.

Tabla 59

Análisis comparativo de los programas SAP2000-DC CAD3 y CYPECAD

Descripción General	Descripción Especifica	SAP2000	CYPECAD
Reglamento	NSR-10	No incluye la normatividad, y para diseño estructural debe apoyarse en el uso de DC CAD3.	Incluye la normatividad, realizando análisis y diseño estructural, sin la ayuda de otro programa.
Análisis estructural	Dimensiones	No verifica dimensiones mínimas de la estructura modelada.	Alerta si las dimensiones ingresadas no cumplen con el reglamento.
	Cargas	Se deben crear todos los casos de cargas e introducir todas las cargas manualmente, adicional al peso propio de la estructura.	Tiene creado la mayoría de casos de cargas y se pueden adicionar los necesarios. Calcula automáticamente el peso propio de losas.

Descripción General	Descripción Específica	SAP2000	CYPECAD
	Análisis sísmico	<p>Tiene la capacidad de calcular de forma automática la fuerza sísmica; sin embargo, se debe modelar el sistema de resistencia sísmica, elementos estructurales secundarios como vigas, losas y escaleras, lo cual puede llegar a afectar la rigidez del sistema de resistencia sísmica y obtener datos no confiables en el cálculo de desplazamiento.</p>	<p>El programa permite calcular las fuerzas sísmicas, modelando toda la estructura, es decir, sistema de resistencia sísmica, vigas secundarias, losas y escaleras, teniendo la facilidad de aislar los elementos no pertenecientes al sistema estructural, para que no intervengan la rigidez del sistema de resistencia sísmica. Arroja las memorias de cálculo de toda la justificación sísmica.</p>
	Derivas	<p>Del programa se exportan los desplazamientos del edificio, y con una hoja de cálculo se puede hacer la verificación del cumplimiento de derivas.</p>	<p>Hasta la versión 2022, el programa solo calculaba las derivas, pero no hacia la verificación con respecto a la NSR-10. Con la versión 2023, permite la verificación de acuerdo a la normatividad.</p>
Diseño estructural	<p>Vigas</p> <hr/> <p>Columnas</p>	<p>Se apoya con el programa DC CAD3, para realizar el diseño con la NSR-10</p>	<p>Realiza un diseño preliminar, el cual se puede modificar con el editor, alertando siempre cualquier error que no cumpla la NSR-10.</p>

Descripción General	Descripción Especifica	SAP2000	CYPECAD
	Zapata	Se deben realizar los diseños con ayuda de una hoja electrónica de Excel, exportando los esfuerzos de SAP2000, en los empotramientos.	Realiza el diseño completo de la edificación, con dimensionamiento, comprobación de esfuerzo, cálculo de acero, comprobaciones de ganchos, cuantías, etc.
Planos	Elementos estructurales	Los planos se realizan con el apoyo de DC CAD3, que pueden ser editables en AutoCAD. Se debe realizar la organización, rotulado de forma manual en el programa AutoCAD.	EL programa incluye un módulo llamado planos, donde se puede rotular, configurar el tamaño de plano, organizar los despieces, y seguidamente exportar a AutoCAD.
	Análisis estructural	No arroja memoria del análisis estructural, lo cual hace que se deba realizar algunas hojas de cálculo en Excel, que permitan justificar el análisis sísmico.	Arroja una memoria de cálculo de la justificación sísmica y el análisis de las derivas.
Memorias de calculo	Diseño estructural	Se ayuda con el programa DC CAD3, para arrojar memorias de diseño de los elementos estructurales según la NSR-10.	Incluye diferentes listados de la justificación del diseño de los elementos estructurales, incluyendo cálculos paso a paso y comprobaciones según la NSR-10.

Descripción General	Descripción Especifica	SAP2000	CYPECAD
	Cantidades de obras	No se arroja cantidades de obra, se deben calcular manualmente con los planos realizados en el dimensionamiento de la estructura.	Arroja un listado completo de los volúmenes de concreto y kilogramos de acero.

5 Conclusiones

Se concluye que, al elaborar el análisis y diseño de una edificación residencial de 4 niveles, mediante el software SAP2000, con el apoyo de DC CAD3, donde se elaboraron procesos que permitieron obtener resultados que demuestran que los programas son eficientes para el cumplimiento de sus funciones, donde se logró elaborar la actividad dentro de los valores permitidos por la normatividad colombiana, verificando derivas y cuantías de diseño.

Igualmente se concluye que, al elaborar el análisis y diseño de una edificación residencial de 4 niveles, mediante el software CYPECAD, se elaboraron procesos que permitieron obtener resultados que demuestran que el programa facilita y optimiza el tiempo de ejecución para la entrega de valores que a su vez son permitidos por la normatividad colombiana, al estar este configurado para trabajar sobre la misma.

Para la realización del presupuesto, necesario para la construcción de las estructuras diseñadas, se obtuvo que hubo una diferencia del 2,20% en costos, siendo más costoso lo arrojado por el programa CYPECAD, esto debido al aumento de sección de viga realizado a estos elementos en el eje X, en aras de cumplir las derivas del análisis.

Se puede concluir finalmente, que el programa CYPECAD, contribuye a reducir de manera opima los tiempos de desarrollo del análisis y diseño estructural por permitir elaborar todos los procesos dentro de este mismo programa, siendo esta la mayor diferencia de los programas comparados, por lo que es complejo realizar la extracción de datos del programa SAP2000, como la geometría y cargas, para ser utilizadas dentro del programa DC CAD3.

6 Recomendaciones

Al desarrollar el análisis y diseño estructural de una edificación de 4 niveles en los programas SAP2000 con el apoyo de DC CAD3, y CYPECAD, se deben tener los conceptos de ingeniería presentes, y primordialmente basados en el reglamento vigente colombiano, lo que permita dar resultados confiables, por lo que al configurar los materiales en los programas se puede cometer errores que den discordancia a lo que realmente se necesita para la estructura.

Para dar mayor entendimiento y claridad al proyecto, se realizó unas guías, que narran detalladamente los procesos realizados para la configuración y utilización de los programas en estudio, los cuales se pueden apreciar en los apéndices B, C y D del presente proyecto.

Referencia

Anilema, B. (2017). *Análisis estructural y económico comparativo entre sistemas constructivos de hormigón armado, acero y mixto (hormigón armado y acero) para edificaciones de 3 y 5 pisos con luces de 4 y 6 metros*. [Trabajo de grado de pregrado para el título de ingeniero civil, Universidad Nacional de Chimborazo]. Riobamba, Ecuador. Obtenido de: <http://dspace.unach.edu.ec/handle/51000/4039>

Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica (2010). *Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente NSR-10 Tomo 2*. Bogotá, Colombia: Asociación Colombiana de Ingeniería sísmica.

Campiña, L. & Henao M. (2021). *Construcciones sin licencia en el Corregimiento Panorama de Manizales*. Función Pública, Alcaldía de Manizales, Colombia. Obtenido de: <https://www.funcionpublica.gov.co/eva/red/publicaciones/construcciones-licencia-corregimiento-panorama-manizales>

Ceron, I. & Lievano, D. (2017). *Plan de implementación de metodología BIM en el ciclo de vida en un proyecto*. [Tesis de especialidad, Universidad Católica de Colombia]. Bogotá, Colombia. Tomado de: <http://hdl.handle.net/10983/15347>

CSI SPAIN (s,f). Tomado de: <https://www.csiespana.com/software/2/sap2000>

CYPECAD (s,f). Tomado de: <https://info.cype.com/es/software/cypecad/>

DC CAD3 (s,f). Tomado de: <http://dccad3.com/>

Gómez, F. et al. (2015). Introducción a la metodología BIM. Spanish journal of BIM. Barcelona, España. <https://www.buildingsmart.es/app/download/12724317426/sjbim+n1401.pdf?t=1611749880>

García, J. et al (2016). *Comparación de los principales sistemas constructivos de VIS en Colombia, desde una perspectiva de sostenibilidad, empleando BIM: caso estudio en Soacha*. [Tesis de maestría en ingeniería Civil, Universidad Javeriana]. Bogotá, Colombia. Obtenido en: <http://hdl.handle.net/10554/19639>

González, C. (2018). *Análisis estático no lineal (pushover) de estructura aporricada de hormigón armado con diferentes grados de ductilidad. aplicando la norma sismorresistente colombiana 2010 (nsr-10)*. [Tesis de maestría, Universidad Politécnica de Valencia]. Valencia, España. Obtenida en: <http://hdl.handle.net/10251/100307>

Historia, National Geographic (s.f). *La pirámide de Zoser, la primera pirámide de la historia*. Tomado de: https://historia.nationalgeographic.com.es/a/piramide-djoser_7518

Huerta, S. (1990) *Diseño estructural de arcos, bóvedas y cúpulas en España ca. 1500 ~ ca. 1800*. [Tesis Doctoral, Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Madrid]. Madrid, España. Obtenido de: <https://doi.org/10.20868/UPM.thesis.549>

Hmong (s.f). Tomado de:

https://hmong.es/wiki/History_of_structural_engineering#:~:text=La%20historia%20regi strada%20de%20la,Pir%C3%A1mide%20de%20Giza%20en%20Egipto%20

Monjo, J. (2005). *La evolución de los sistemas constructivos en la edificación. Procedimientos para su industrialización*. España. Obtenido de: <https://docplayer.es/9862757-La-evolucion-de-los-sistemas-constructivos-en-la-edificacion-procedimientos-para-su-industrializacion.html>

Parra, A. (2004). *Modelación y simulación del diseño de trabes y columnas de concreto reforzado para apoyo a la docencia*. [Tesis de maestría, Instituto Politécnico Nacional]. Ensenada, México. Obtenido en: <http://tesis.ipn.mx/handle/123456789/1341>

Perea, Y. (2012). *Sistemas constructivos y estructurales aplicados al desarrollo habitacional*. [Trabajo de grado de especialidad, Universidad de Medellín]. Medellín, Colombia. Obtenido de: <http://hdl.handle.net/11407/359>

Perez, L. (2019). *Análisis comparativo del diseño estructural de un edificio de concreto armado de 4 niveles, por método clásico y los programas Etabs y Cypecad, carapongo Chosica, Lima 2019*. [Tesis de Ingeniero Civil, Universidad César Vallejo]. Lima, Perú. Obtenido de: https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/44890/Perez_ML_SD.pdf?sequence=8&isAllowed=y

Ramírez de, Horacio, & Colina, Jaime de la (2000). *La ingeniería estructural*. CIENCIA.

Revista Científica Multidisciplinaria de Prospectiva, 7(2). ISSN: 1405-0269. Disponible

en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=10401812>

Roberto Rochel Awad (2013, *Análisis y diseño sísmico de edificios*.

Tecnical Industria (2015). *Un poco de historia sobre el cálculo de estructuras*. Tomado de:

<https://www.tecnicaindustrial.es/wp-content/uploads/Numeros/100/4233/a4233.pdf>

Apéndice

Apéndice A



UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA

FACULTAD DE INGENIERIA

PROGRAMA DE INGENIERIA CIVIL



FORMATO

MEMORIAS DE CALCULO PARA RECIBO PARCIAL

PAGINA

1 DE

PROYECTO Comparación en el Diseño Estructural de una Edificación de Cuatro Niveles Ubicado en una Zona de Amenaza Sísmica Intermedia con Aa=0.20 Usando SAP2000-DC CAD3 Y CYPECAD.

OBJETIVO ESPECIFICO DEL PROYECTO Evaluar los costos en la construcción del sistema de resistencia sísmica y elementos estructurales estableciendo las diferencias que existen al analizar los resultados obtenidos con los Software SAP2000-DC CAD3 y CYPECAD.

PROGRAMA INGENIERÍA CIVIL

AUTORES: CARLOS ANDRES CARO GARCIA
JUAN SEBASTIAN CARDENAS BECERRA

CAPÍTULO	MODELO SAP2000-DCCAD	ITEM	CONCRETO 28MPa	UNID.		M ³	UBICACIÓN			OCAÑA - NORTE DE SANTANDER				
				NIVEL			DIMENSIONES			No Elem.	VOL. PARCIAL	ACUMULADO	OBSERVACIONES	
Inicio	Final	ELEMENTO	Longitud	Alto	Ancho									
A cobrar en presente acta														
						Zapatas aisladas	-	-	-	-	23,90	23,90	Tomado de software	
						Vigas Cantiliver	-	-	-	-	7,80	31,70	Tomado de software	
						Viga de amarre	-	-	-	-	2,28	33,98	Tomado de software	
				N+2,95	N+2,95	Viga de entrepiso Nivel 1 V-A	8,89	0,40	0,30	1	1,07	35,04		
				N+2,95	N+2,95	Viga de entrepiso Nivel 1 V-B	8,89	0,40	0,30	1	1,07	36,11		
				N+2,95	N+2,95	Viga de entrepiso Nivel 1 V-C	8,89	0,40	0,30	1	1,07	37,18		
				N+2,95	N+2,95	Viga de entrepiso Nivel 1 V-D	8,89	0,40	0,30	1	1,07	38,24		
				N+2,95	N+2,95	Viga de entrepiso Nivel 1 V-E	8,89	0,40	0,30	1	1,07	39,31		
				N+2,95	N+2,95	Viga de entrepiso Nivel 1 V-A1	5,54	0,40	0,30	1	0,66	39,97		
				N+2,95	N+2,95	Viga de entrepiso Nivel 1 V-b	33,69	0,40	0,20	1	2,70	42,67		
				N+2,95	N+2,95	Viga de entrepiso Nivel 1 V-1	13,69	0,40	0,30	1	1,64	44,31		
				N+2,95	N+2,95	Viga de entrepiso Nivel 1 V-2	15,05	0,40	0,30	1	1,81	46,12		
				N+2,95	N+2,95	Viga de entrepiso Nivel 1 V-3	15,02	0,40	0,30	1	1,80	47,92		
				N+5,90	N+5,90	Viga de entrepiso Nivel 2 V-A	8,89	0,40	0,30	1	1,07	48,99		
				N+5,90	N+5,90	Viga de entrepiso Nivel 2 V-B	8,89	0,40	0,30	1	1,07	50,05		
				N+5,90	N+5,90	Viga de entrepiso Nivel 3 V-C	8,89	0,40	0,30	1	1,07	51,12		
				N+5,90	N+5,90	Viga de entrepiso Nivel 2 V-D	8,89	0,40	0,30	1	1,07	52,19		
				N+5,90	N+5,90	Viga de entrepiso Nivel 2 V-E	8,89	0,40	0,30	1	1,07	53,26		
				N+5,90	N+5,90	Viga de entrepiso Nivel 2 V-A1	5,54	0,40	0,30	1	0,66	53,92		
				N+5,90	N+5,90	Viga de entrepiso Nivel 2 V-b	33,69	0,40	0,20	1	2,70	56,62		
				N+5,90	N+5,90	Viga de entrepiso Nivel 2 V-1	13,69	0,40	0,30	1	1,64	58,26		
				N+5,90	N+5,90	Viga de entrepiso Nivel 2 V-2	15,05	0,40	0,30	1	1,81	60,06		
				N+5,90	N+5,90	Viga de entrepiso Nivel 2 V-3	15,02	0,40	0,30	1	1,80	61,87		
				N+8,85	N+8,85	Viga de entrepiso Nivel 3 V-A	8,89	0,40	0,30	1	1,07	62,93		
				N+8,85	N+8,85	Viga de entrepiso Nivel 3 V-B	8,89	0,40	0,30	1	1,07	64,00		
				N+8,85	N+8,85	Viga de entrepiso Nivel 3 V-C	8,89	0,40	0,30	1	1,07	65,07		
				N+8,85	N+8,85	Viga de entrepiso Nivel 3 V-D	8,89	0,40	0,30	1	1,07	66,13		
				N+8,85	N+8,85	Viga de entrepiso Nivel 3 V-E	8,89	0,40	0,30	1	1,07	67,20		
				N+8,85	N+8,85	Viga de entrepiso Nivel 3 V-A1	5,54	0,40	0,30	1	0,66	67,87		
				N+8,85	N+8,85	Viga de entrepiso Nivel 3 V-b	33,69	0,40	0,20	1	2,70	70,56		
				N+8,85	N+8,85	Viga de entrepiso Nivel 3 V-1	13,69	0,40	0,30	1	1,64	72,20		
				N+8,85	N+8,85	Viga de entrepiso Nivel 3 V-2	15,05	0,40	0,30	1	1,81	74,01		
				N+8,85	N+8,85	Viga de entrepiso Nivel 3 V-3	15,02	0,40	0,30	1	1,80	75,81		
Subtotal Pagina 1											75,81		M3	
Total Ejecutado Vienen Pagina 1											75,81		M3	
TOTAL EJECUTADO ACUMULADO											75,81		M3	

OBSERVACIONES:



UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA

FACULTAD DE INGENIERIA

PROGRAMA DE INGENIERIA CIVIL



FORMATO

MEMORIAS DE CALCULO PARA RECIBO PARCIAL

PAGINA

2 DE

PROYECTO Comparación en el Diseño Estructural de una Edificación de Cuatro Niveles Ubicado en una Zona de Amenaza Sísmica Intermedia con Aa=0.20 Usando SAP2000-DC CAD3 Y CYPECAD.

OBJETIVO ESPECIFICO DEL PROYECTO Evaluar los costos en la construcción del sistema de resistencia sísmica y elementos estructurales estableciendo las diferencias que existen al analizar los resultados obtenidos con los Software SAP2000-DC CAD3 y CYPECAD.

PROGRAMA INGENIERÍA CIVIL

AUTORES: CARLOS ANDRES CARO GARCIA
JUAN SEBASTIAN CARDENAS BECERRA

CAPÍTULO	MODELO SAP2000-DCCAD	ITEM	CONCRETO 28MPa	UNID.	M ³	UBICACIÓN			OCAÑA - NORTE DE SANTANDER				
				ABSCISAS		ELEMENTO	DIMENSIONES			No Elem.	VOL. PARCIAL	ACUMULADO	OBSERVACIONES
				Inicio	Final		Longitud	Alto	Ancho				
A cobrar en presente acta													
				N+11,80	N+11,80	Viga de entrepiso Nivel 4 V-A	8,89	0,40	0,30	1	1,07	1,07	
				N+11,80	N+11,80	Viga de entrepiso Nivel 4 V-B	8,89	0,40	0,30	1	1,07	2,13	
				N+11,80	N+11,80	Viga de entrepiso Nivel 4 V-C	8,89	0,40	0,30	1	1,07	3,20	
				N+11,80	N+11,80	Viga de entrepiso Nivel 4 V-D	8,89	0,40	0,30	1	1,07	4,27	
				N+11,80	N+11,80	Viga de entrepiso Nivel 4 V-E	8,89	0,40	0,30	1	1,07	5,33	
				N+11,80	N+11,80	Viga de entrepiso Nivel 4 V-b	13,56	0,40	0,20	1	1,08	6,42	
				N+11,80	N+11,80	Viga de entrepiso Nivel 4 V-1	14,33	0,40	0,30	1	1,72	8,14	
				N+11,80	N+11,80	Viga de entrepiso Nivel 4 V-2	9,62	0,40	0,30	1	1,15	9,29	
				N+11,80	N+11,80	Viga de entrepiso Nivel 4 V-3	9,73	0,40	0,30	1	1,17	10,46	
				N+0,00	N+2,95	Columna Nivel 1 C1	2,55	0,35	0,45	12	4,82	15,28	Reduccion de long. por viga.
				N+0,00	N+2,95	Columna Nivel 1 C2	2,55	0,35	0,50	3	1,34	16,62	Reduccion de long. por viga.
				N+2,96	N+5,90	Columna Nivel 2 C1	2,55	0,35	0,45	12	4,82	21,44	Reduccion de long. por viga.
				N+2,96	N+5,90	Columna Nivel 2 C2	2,55	0,35	0,50	3	1,34	22,78	Reduccion de long. por viga.
				N+5,91	N+8,85	Columna Nivel 3 C1	2,55	0,35	0,45	13	5,22	28,00	Reduccion de long. por viga.
				N+5,91	N+8,85	Columna Nivel 3 C2	2,55	0,35	0,50	3	1,34	29,34	Reduccion de long. por viga.
				N+8,86	N+11,80	Columna Nivel 4 C1	2,55	0,35	0,45	11	4,42	33,75	Reduccion de long. por viga.
				N+8,86	N+11,80	Columna Nivel 4 C2	2,55	0,35	0,50	3	1,34	35,09	Reduccion de long. por viga.
				N+2,95	N+2,95	Placa - Losa de entrepiso Nivel 1	1,00	0,05	1,00	98,11	4,91	40,00	No. De elemento es Area
				N+2,95	N+2,95	Viguetas - Losa de entrepiso Nivel 1	1,00	0,35	0,10	140,16	4,91	44,90	No. De elemento es Area
				N+5,90	N+5,90	Placa - Losa de entrepiso Nivel 2	1,00	0,05	1,00	98,11	4,91	49,81	No. De elemento es Area
				N+5,90	N+5,90	Viguetas - Losa de entrepiso Nivel 2	1,00	0,35	0,10	140,16	4,91	54,71	No. De elemento es Area
				N+2,95	N+2,95	Placa - Losa de entrepiso Nivel 3	1,00	0,05	1,00	98,11	4,91	59,62	No. De elemento es Area
				N+2,95	N+2,95	Viguetas - Losa de entrepiso Nivel 3	1,00	0,35	0,10	140,16	4,91	64,53	No. De elemento es Area
				N+5,90	N+5,90	Placa - Losa de cubierta Nivel 4	1,00	0,16	1,00	26	4,11	68,63	No. De elemento es Area
Subtotal Pagina 2												68,63	M3
Total Ejecutado Vienen Pagina 1												75,81	M3
TOTAL EJECUTADO ACUMULADO												144,44	M3

OBSERVACIONES:



UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA

FACULTAD DE INGENIERIA

PROGRAMA DE INGENIERIA CIVIL



FORMATO

MEMORIAS DE CALCULO PARA RECIBO PARCIAL

PAGINA

2 DE

PROYECTO Comparación en el Diseño Estructural de una Edificación de Cuatro Niveles Ubicado en una Zona de Amenaza Sísmica Intermedia con Aa=0.20 Usando SAP2000-DC CAD3 Y CYPECAD.

OBJETIVO ESPECIFICO DEL PROYECTO Evaluar los costos en la construcción del sistema de resistencia sísmica y elementos estructurales estableciendo las diferencias que existen al analizar los resultados obtenidos con los Software SAP2000-DC CAD3 y CYPECAD. **PROGRAMA** INGENIERÍA CIVIL

AUTORES: CARLOS ANDRES CARO GARCIA
JUAN SEBASTIAN CARDENAS BECERRA

CAPÍTULO	MODELO CYPECAD	ITEM	Acero		UNID.	Kg	UBICACIÓN		OCAÑA - NORTE DE SANTANDER			
			ABSCISAS		ELEMENTO	DIMENSIONES		No. Varillas	No Elem.	PESO. PARCIAL	ACUMULADO	OBSERVACIONES
			Inicio	Final		Longitud/Ar ea	Peso Unitario					
A cobrar en presente acta												
			N+3,10	N+3,10	Viga de entrepiso Nivel 1-Port. 1-Pos 1	1,40	0,56	2	1	1,57	1,57	
			N+3,10	N+3,10	Viga de entrepiso Nivel 1-Port. 1-Pos 2	1,50	1,00	2	1	3,00	4,57	
			N+3,10	N+3,10	Viga de entrepiso Nivel 1-Port. 1-Pos 3	0,93	0,56	5	1	2,60	7,17	
			N+3,10	N+3,10	Viga de entrepiso Nivel 1-Port. 2-Pos 1	3,02	0,56	2	1	3,38	10,55	
			N+3,10	N+3,10	Viga de entrepiso Nivel 1-Port. 2-Pos 2	3,12	1,00	2	1	6,24	16,79	
			N+3,10	N+3,10	Viga de entrepiso Nivel 1-Port. 2-Pos 3	0,93	0,56	15	1	7,81	24,61	
			N+3,10	N+3,10	Viga de entrepiso Nivel 1-Port. 3-Pos 1	1,50	1,00	2	1	3,00	27,61	
			N+3,10	N+3,10	Viga de entrepiso Nivel 1-Port. 3-Pos 2	1,40	0,56	2	1	1,57	29,17	
			N+3,10	N+3,10	Viga de entrepiso Nivel 1-Port. 3-Pos 3	0,93	0,56	5	1	2,60	31,78	
			N+3,10	N+3,10	Viga de entrepiso Nivel 1-Port. 4-Pos 1	5,89	0,56	2	1	6,60	38,38	
			N+3,10	N+3,10	Viga de entrepiso Nivel 1-Port. 4-Pos 2	5,99	1,00	2	1	11,98	50,36	
			N+3,10	N+3,10	Viga de entrepiso Nivel 1-Port. 4-Pos 3	0,93	0,56	32	1	16,67	67,02	
			N+3,10	N+3,10	Viga de entrepiso Nivel 1-Port. 5-Pos 1	4,55	2,25	2	1	20,48	87,50	
			N+3,10	N+3,10	Viga de entrepiso Nivel 1-Port. 5-Pos 2	6,00	2,25	2	1	27,00	114,50	
			N+3,10	N+3,10	Viga de entrepiso Nivel 1-Port. 5-Pos 3	2,00	2,25	4	1	18,00	132,50	
			N+3,10	N+3,10	Viga de entrepiso Nivel 1-Port. 5-Pos 4	3,00	2,25	2	1	13,50	146,00	
			N+3,10	N+3,10	Viga de entrepiso Nivel 1-Port. 5-Pos 5	2,50	1,56	1	1	3,90	149,90	
			N+3,10	N+3,10	Viga de entrepiso Nivel 1-Port. 5-Pos 6	2,00	1,56	4	1	12,48	162,38	
			N+3,10	N+3,10	Viga de entrepiso Nivel 1-Port. 5-Pos 7	3,20	1,56	3	1	14,98	177,35	
			N+3,10	N+3,10	Viga de entrepiso Nivel 1-Port. 5-Pos 8	6,00	1,56	3	1	28,08	205,43	
			N+3,10	N+3,10	Viga de entrepiso Nivel 1-Port. 5-Pos 9	5,00	1,56	1	1	7,80	213,23	
Subtotal Pagina 6											213,23	Kg
Total Ejecutado Vienen Pagina 6											213,23	Kg
TOTAL EJECUTADO ACUMULADO											213,23	Kg

OBSERVACION



UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA

FACULTAD DE INGENIERIA

PROGRAMA DE INGENIERIA CIVIL



FORMATO

MEMORIAS DE CALCULO PARA RECIBO PARCIAL

PAGINA

2 DE

PROYECTO Comparación en el Diseño Estructural de una Edificación de Cuatro Niveles Ubicado en una Zona de Amenaza Sísmica Intermedia con Aa=0.20 Usando SAP2000-DC CAD3 Y CYPECAD.

OBJETIVO ESPECIFICO DEL PROYECTO Evaluar los costos en la construcción del sistema de resistencia sísmica y elementos estructurales estableciendo las diferencias que existen al analizar los resultados obtenidos con los Software SAP2000-DC CAD3 y CYPECAD. **PROGRAMA** INGENIERÍA CIVIL

AUTORES: CARLOS ANDRES CARO GARCIA
JUAN SEBASTIAN CARDENAS BECERRA

CAPÍTULO	MODELO CYPECAD	ITEM	Acero		UNID.	Kg	UBICACIÓN		OCAÑA - NORTE DE SANTANDER			
			ABSCISAS		ELEMENTO	DIMENSIONES		No. Varillas	No Elem.	PESO. PARCIAL	ACUMULAD O	OBSERVACIONES
			Inicio	Final		Longitud/Ar ea	Peso Unitario					
A cobrar en presente acta												
			N+3,10	N+3,10	Viga de entrepiso Nivel 1-Port. 5-Pos 10	2,00	1,00	1	1	2,00	2,00	
			N+3,10	N+3,10	Viga de entrepiso Nivel 1-Port. 5-Pos 11	1,33	0,56	80	1	59,58	61,58	
			N+3,10	N+3,10	Viga de entrepiso Nivel 1-Port. 6-Pos 1	1,37	0,56	4	1	3,07	64,65	
			N+3,10	N+3,10	Viga de entrepiso Nivel 1-Port. 6-Pos 2	0,93	0,56	5	1	2,60	67,26	
			N+3,10	N+3,10	Viga de entrepiso Nivel 1-Port. 7-Pos 1	1,37	0,56	4	1	3,07	70,33	
			N+3,10	N+3,10	Viga de entrepiso Nivel 1-Port. 7-Pos 2	0,93	0,56	5	1	2,60	72,93	
			N+3,10	N+3,10	Viga de entrepiso Nivel 1-Port. 8-Pos 1	2,00	2,25	4	1	18,00	90,93	
			N+3,10	N+3,10	Viga de entrepiso Nivel 1-Port. 8-Pos 2	3,00	2,25	2	1	13,50	104,43	
			N+3,10	N+3,10	Viga de entrepiso Nivel 1-Port. 8-Pos 3	4,55	2,25	2	1	20,48	124,90	
			N+3,10	N+3,10	Viga de entrepiso Nivel 1-Port. 8-Pos 4	6,00	2,25	2	1	27,00	151,90	
			N+3,10	N+3,10	Viga de entrepiso Nivel 1-Port. 8-Pos 5	3,00	1,56	3	1	14,04	165,94	
			N+3,10	N+3,10	Viga de entrepiso Nivel 1-Port. 8-Pos 6	6,00	1,56	3	1	28,08	194,02	
			N+3,10	N+3,10	Viga de entrepiso Nivel 1-Port. 8-Pos 7	2,20	1,56	3	1	10,30	204,32	
			N+3,10	N+3,10	Viga de entrepiso Nivel 1-Port. 8-Pos 8	2,00	1,00	2	1	4,00	208,32	
			N+3,10	N+3,10	Viga de entrepiso Nivel 1-Port. 8-Pos 9	2,00	1,00	1	1	2,00	210,32	
			N+3,10	N+3,10	Viga de entrepiso Nivel 1-Port. 8-Pos 10	2,00	1,56	1	1	3,12	213,44	
			N+3,10	N+3,10	Viga de entrepiso Nivel 1-Port. 8-Pos 11	1,33	0,56	74	1	55,12	268,56	
			N+3,10	N+3,10	Viga de entrepiso Nivel 1-Port. 9-Pos 1	1,69	1,00	2	1	3,38	271,94	
			N+3,10	N+3,10	Viga de entrepiso Nivel 1-Port. 9-Pos 2	1,69	0,56	2	1	1,89	273,83	
			N+3,10	N+3,10	Viga de entrepiso Nivel 1-Port. 9-Pos 3	0,93	0,56	6	1	3,12	276,95	
			N+3,10	N+3,10	Viga de entrepiso Nivel 1-Port. 10-Pos 1	4,55	2,25	2	1	20,48	297,43	
Subtotal Pagina 6											297,43	Kg
Total Ejecutado Vienen Pagina 6											213,23	Kg
TOTAL EJECUTADO ACUMULADO											510,66	Kg

OBSERVACION



UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA

FACULTAD DE INGENIERIA

PROGRAMA DE INGENIERIA CIVIL



FORMATO

MEMORIAS DE CALCULO PARA RECIBO PARCIAL

PAGINA

2 DE

PROYECTO Comparación en el Diseño Estructural de una Edificación de Cuatro Niveles Ubicado en una Zona de Amenaza Sísmica Intermedia con Aa=0.20 Usando SAP2000-DC CAD3 Y CYPECAD.

OBJETIVO ESPECIFICO DEL PROYECTO Evaluar los costos en la construcción del sistema de resistencia sísmica y elementos estructurales estableciendo las diferencias que existen al analizar los resultados obtenidos con los Software SAP2000-DC CAD3 y CYPECAD. **PROGRAMA** INGENIERÍA CIVIL

AUTORES: CARLOS ANDRES CARO GARCIA
JUAN SEBASTIAN CARDENAS BECERRA

CAPÍTULO	MODELO CYPECAD	ITEM	Acero	UNID.		Kg	UBICACIÓN		OCAÑA - NORTE DE SANTANDER					
				ABSCISAS			ELEMENTO	DIMENSIONES		No. Varillas	No Elem.	PESO. PARCIAL	ACUMULADO	OBSERVACIONES
				Inicio	Final			Longitud/Ar ea	Peso Unitario					
A cobrar en presente acta														
				N+3,10	N+3,10	Viga de entrepiso Nivel 1-Port. 10-Pos 2	6,00	2,25	2	1	12,00	12,00		
				N+3,10	N+3,10	Viga de entrepiso Nivel 1-Port. 10-Pos 3	2,00	1,56	6	1	18,72	30,72		
				N+3,10	N+3,10	Viga de entrepiso Nivel 1-Port. 10-Pos 4	2,50	1,56	1	1	3,90	34,62		
				N+3,10	N+3,10	Viga de entrepiso Nivel 1-Port. 10-Pos 5	2,00	1,00	1	1	2,00	36,62		
				N+3,10	N+3,10	Viga de entrepiso Nivel 1-Port. 10-Pos 6	3,00	1,00	2	1	6,00	42,62		
				N+3,10	N+3,10	Viga de entrepiso Nivel 1-Port. 10-Pos 7	3,20	1,56	3	1	14,98	57,60		
				N+3,10	N+3,10	Viga de entrepiso Nivel 1-Port. 10-Pos 8	6,00	1,56	3	1	28,08	85,68		
				N+3,10	N+3,10	Viga de entrepiso Nivel 1-Port. 10-Pos 9	6,00	1,56	1	1	9,36	95,04		
				N+3,10	N+3,10	Viga de entrepiso Nivel 1-Port. 10-Pos 10	1,33	0,56	74	1	55,12	150,15		
				N+3,10	N+3,10	Viga de entrepiso Nivel 1-Port. 11-Pos 1	4,55	2,25	2	1	20,48	170,63		
				N+3,10	N+3,10	Viga de entrepiso Nivel 1-Port. 11-Pos 2	6,00	2,25	2	1	27,00	197,63		
				N+3,10	N+3,10	Viga de entrepiso Nivel 1-Port. 11-Pos 3	2,00	2,25	4	1	18,00	215,63		
				N+3,10	N+3,10	Viga de entrepiso Nivel 1-Port. 11-Pos 4	3,00	2,25	2	1	13,50	229,13		
				N+3,10	N+3,10	Viga de entrepiso Nivel 1-Port. 11-Pos 5	2,50	1,56	1	1	3,90	233,03		
				N+3,10	N+3,10	Viga de entrepiso Nivel 1-Port. 11-Pos 6	2,00	1,56	4	1	12,48	245,51		
				N+3,10	N+3,10	Viga de entrepiso Nivel 1-Port. 11-Pos 7	3,20	1,56	3	1	14,98	260,48		
				N+3,10	N+3,10	Viga de entrepiso Nivel 1-Port. 11-Pos 8	6,00	1,56	3	1	28,08	288,56		
				N+3,10	N+3,10	Viga de entrepiso Nivel 1-Port. 11-Pos 9	5,00	1,56	1	1	7,80	296,36		
				N+3,10	N+3,10	Viga de entrepiso Nivel 1-Port. 11-Pos 10	1,95	1,00	1	1	1,95	298,31		
				N+3,10	N+3,10	Viga de entrepiso Nivel 1-Port. 11-Pos 11	1,33	0,56	76	1	56,60	354,92		
				N+3,10	N+3,10	Viga de entrepiso Nivel 1-Port. 11-Pos 12	1,38	1,00	7	1	9,66	364,58		
OBSERVACION	Subtotal Pagina 6											364,58	Kg	
	Total Ejecutado Vienen Pagina 6											510,66	Kg	
	TOTAL EJECUTADO ACUMULADO											875,24	Kg	



UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA

FACULTAD DE INGENIERIA

PROGRAMA DE INGENIERIA CIVIL



FORMATO

MEMORIAS DE CALCULO PARA RECIBO PARCIAL

PAGINA

2 DE

PROYECTO Comparación en el Diseño Estructural de una Edificación de Cuatro Niveles Ubicado en una Zona de Amenaza Sísmica Intermedia con Aa=0.20 Usando SAP2000-DC CAD3 Y CYPECAD.

OBJETIVO ESPECIFICO DEL PROYECTO Evaluar los costos en la construcción del sistema de resistencia sísmica y elementos estructurales estableciendo las diferencias que existen al analizar los resultados obtenidos con los Software SAP2000-DC CAD3 y CYPECAD. **PROGRAMA** INGENIERÍA CIVIL

AUTORES: CARLOS ANDRES CARO GARCIA
JUAN SEBASTIAN CARDENAS BECERRA

CAPÍTULO	MODELO CYPECAD	ITEM	Acero	UNID.		Kg	UBICACIÓN		OCAÑA - NORTE DE SANTANDER					
				ABSCISAS			ELEMENTO	DIMENSIONES		No. Varillas	No Elem.	PESO. PARCIAL	ACUMULADO	OBSERVACIONES
				Inicio	Final			Longitud/Ar ea	Peso Unitario					
A cobrar en presente acta														
				N+3,10	N+3,10	Viga de entrepiso Nivel 1-Port. 12-Pos 1	1,49	1,00	2	1	2,98	2,98		
				N+3,10	N+3,10	Viga de entrepiso Nivel 1-Port. 12-Pos 2	1,39	0,56	2	1	1,56	4,54		
				N+3,10	N+3,10	Viga de entrepiso Nivel 1-Port. 12-Pos 3	0,93	0,56	5	1	2,60	7,14		
				N+3,10	N+3,10	Viga de entrepiso Nivel 1-Port. 13-Pos 1	1,39	0,56	2	1	1,56	8,70		
				N+3,10	N+3,10	Viga de entrepiso Nivel 1-Port. 13-Pos 2	1,49	1,00	2	1	2,98	11,68		
				N+3,10	N+3,10	Viga de entrepiso Nivel 1-Port. 13-Pos 3	0,93	0,56	5	1	2,60	14,28		
				N+3,10	N+3,10	Viga de entrepiso Nivel 1-Port. 14-Pos 1	0,39	0,56	4	1	0,87	15,16		
				N+3,10	N+3,10	Viga de entrepiso Nivel 1-Port. 14-Pos 2	0,93	0,56	5	1	2,60	17,76		
				N+3,10	N+3,10	Viga de entrepiso Nivel 1-Port. 15-Pos 1	5,99	1,00	5	1	29,95	47,71		
				N+3,10	N+3,10	Viga de entrepiso Nivel 1-Port. 15-Pos 2	2,00	1,00	1	1	2,00	49,71		
				N+3,10	N+3,10	Viga de entrepiso Nivel 1-Port. 15-Pos 3	1,23	0,56	32	1	22,04	71,75		
				N+3,10	N+3,10	Viga de entrepiso Nivel 1-Port. 16-Pos 1	4,55	2,25	2	1	20,48	92,23		
				N+3,10	N+3,10	Viga de entrepiso Nivel 1-Port. 16-Pos 2	6,00	2,25	2	1	27,00	119,23		
				N+3,10	N+3,10	Viga de entrepiso Nivel 1-Port. 16-Pos 3	2,00	2,25	4	1	18,00	137,23		
				N+3,10	N+3,10	Viga de entrepiso Nivel 1-Port. 16-Pos 4	3,00	2,25	2	1	13,50	150,73		
				N+3,10	N+3,10	Viga de entrepiso Nivel 1-Port. 16-Pos 5	2,50	1,56	1	1	3,90	154,63		
				N+3,10	N+3,10	Viga de entrepiso Nivel 1-Port. 16-Pos 6	2,00	1,56	4	1	12,48	167,11		
				N+3,10	N+3,10	Viga de entrepiso Nivel 1-Port. 16-Pos 7	3,20	1,56	3	1	14,98	182,08		
				N+3,10	N+3,10	Viga de entrepiso Nivel 1-Port. 16-Pos 8	65,00	1,56	3	1	304,20	486,28		
				N+3,10	N+3,10	Viga de entrepiso Nivel 1-Port. 16-Pos 9	1,95	1,56	1	1	3,04	489,32		
				N+3,10	N+3,10	Viga de entrepiso Nivel 1-Port. 16-Pos 10	1,33	1,00	1	1	1,33	490,65		
Subtotal Pagina 6												490,65	Kg	
Total Ejecutado Vienen Pagina 6												875,24	Kg	
TOTAL EJECUTADO ACUMULADO												1.365,89	Kg	

OBSERVACION



UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA

FACULTAD DE INGENIERIA

PROGRAMA DE INGENIERIA CIVIL



FORMATO

MEMORIAS DE CALCULO PARA RECIBO PARCIAL

PAGINA

2 DE

PROYECTO Comparación en el Diseño Estructural de una Edificación de Cuatro Niveles Ubicado en una Zona de Amenaza Sísmica Intermedia con Aa=0.20 Usando SAP2000-DC CAD3 Y CYPECAD.

OBJETIVO ESPECIFICO DEL PROYECTO Evaluar los costos en la construcción del sistema de resistencia sísmica y elementos estructurales estableciendo las diferencias que existen al analizar los resultados obtenidos con los Software SAP2000-DC CAD3 y CYPECAD. **PROGRAMA** INGENIERÍA CIVIL

AUTORES: CARLOS ANDRES CARO GARCIA
JUAN SEBASTIAN CARDENAS BECERRA

CAPÍTULO	MODELO CYPECAD	ITEM	Acero	UNID.		Kg	UBICACIÓN		OCAÑA - NORTE DE SANTANDER					
				ABSCISAS			ELEMENTO	DIMENSIONES		No. Varillas	No Elem.	PESO. PARCIAL	ACUMULADO	OBSERVACIONES
				Inicio	Final			Longitud/Ar ea	Peso Unitario					
A cobrar en presente acta														
				N+3,10	N+3,10	Viga de entrepiso Nivel 1-Port. 16-Pos 11	1,33	0,56	70	1	1	52,14	52,14	
				N+3,10	N+3,10	Viga de entrepiso Nivel 1-Port. 16-Pos 12	1,38	1,00	1	1	1	1,38	53,52	
				N+3,10	N+3,10	Viga de entrepiso Nivel 1-Port. 17-Pos 1	5,13	1,00	4	1	1	20,52	74,04	
				N+3,10	N+3,10	Viga de entrepiso Nivel 1-Port. 17-Pos 2	0,93	0,56	28	1	1	14,58	88,62	
				N+3,10	N+3,10	Viga de entrepiso Nivel 1-Port. 18-Pos 1	4,09	1,00	4	1	1	16,36	104,98	
				N+3,10	N+3,10	Viga de entrepiso Nivel 1-Port. 18-Pos 2	0,93	0,56	20	1	1	10,42	115,39	
				N+3,10	N+3,10	Viga de entrepiso Nivel 1-Port. 19-Pos 1	3,50	1,56	3	1	1	16,38	131,77	
				N+3,10	N+3,10	Viga de entrepiso Nivel 1-Port. 19-Pos 2	5,00	1,56	7	1	1	54,60	186,37	
				N+3,10	N+3,10	Viga de entrepiso Nivel 1-Port. 19-Pos 3	4,00	1,56	3	1	1	18,72	205,09	
				N+3,10	N+3,10	Viga de entrepiso Nivel 1-Port. 19-Pos 4	6,00	1,56	3	1	1	28,08	233,17	
				N+3,10	N+3,10	Viga de entrepiso Nivel 1-Port. 19-Pos 5	5,00	2,25	1	1	1	11,25	244,42	
				N+3,10	N+3,10	Viga de entrepiso Nivel 1-Port. 19-Pos 6	2,50	1,00	2	1	1	5,00	249,42	
				N+3,10	N+3,10	Viga de entrepiso Nivel 1-Port. 19-Pos 7	3,00	1,56	1	1	1	4,68	254,10	
				N+3,10	N+3,10	Viga de entrepiso Nivel 1-Port. 19-Pos 8	2,00	1,56	2	1	1	6,24	260,34	
				N+3,10	N+3,10	Viga de entrepiso Nivel 1-Port. 19-Pos 9	4,50	1,56	2	1	1	14,04	274,38	
				N+3,10	N+3,10	Viga de entrepiso Nivel 1-Port. 19-Pos 10	6,00	1,56	2	1	1	18,72	293,10	
				N+3,10	N+3,10	Viga de entrepiso Nivel 1-Port. 19-Pos 11	3,00	1,56	5	1	1	23,40	316,50	
				N+3,10	N+3,10	Viga de entrepiso Nivel 1-Port. 19-Pos 12	2,50	1,00	2	1	1	5,00	321,50	
				N+3,10	N+3,10	Viga de entrepiso Nivel 1-Port. 19-Pos 13	1,23	0,56	156	1	1	107,45	428,96	
				N+3,10	N+3,10	Viga de entrepiso Nivel 1-Port. 20-Pos 1	3,90	0,56	2	1	1	4,37	433,33	
				N+3,10	N+3,10	Viga de entrepiso Nivel 1-Port. 20-Pos 2	4,00	1,00	2	1	1	8,00	441,33	
Subtotal Pagina 6														
												441,33	Kg	
Total Ejecutado Vienen Pagina 6												1.365,89	Kg	
TOTAL EJECUTADO ACUMULADO												1.807,22	Kg	

OBSERVACION



UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA

FACULTAD DE INGENIERIA

PROGRAMA DE INGENIERIA CIVIL



FORMATO

MEMORIAS DE CALCULO PARA RECIBO PARCIAL

PAGINA

2 DE

PROYECTO Comparación en el Diseño Estructural de una Edificación de Cuatro Niveles Ubicado en una Zona de Amenaza Sísmica Intermedia con Aa=0.20 Usando SAP2000-DC CAD3 Y CYPECAD.

OBJETIVO ESPECIFICO DEL PROYECTO Evaluar los costos en la construcción del sistema de resistencia sísmica y elementos estructurales estableciendo las diferencias que existen al analizar los resultados obtenidos con los Software SAP2000-DC CAD3 y CYPECAD. **PROGRAMA** INGENIERÍA CIVIL

AUTORES: CARLOS ANDRES CARO GARCIA
JUAN SEBASTIAN CARDENAS BECERRA

CAPÍTULO	MODELO CYPECAD	ITEM	Acero	UNID.		Kg	UBICACIÓN		OCAÑA - NORTE DE SANTANDER					
				ABSCISAS			ELEMENTO	DIMENSIONES		No. Varillas	No Elem.	PESO. PARCIAL	ACUMULADO	OBSERVACIONES
				Inicio	Final			Longitud/Ar ea	Peso Unitario					
A cobrar en presente acta														
				N+3,10	N+3,10	Viga de entrepiso Nivel 1-Port. 20-Pos 3	0,93	0,56	18	1	9,37	9,37		
				N+3,10	N+3,10	Viga de entrepiso Nivel 1-Port. 21-Pos 1	3,61	1,00	4	1	14,44	23,81		
				N+3,10	N+3,10	Viga de entrepiso Nivel 1-Port. 21-Pos 2	0,93	0,56	17	1	8,85	32,67		
				N+3,10	N+3,10	Viga de entrepiso Nivel 1-Port. 22-Pos 1	4,46	1,00	4	1	17,84	50,51		
				N+3,10	N+3,10	Viga de entrepiso Nivel 1-Port. 22-Pos 2	0,93	0,56	22	1	11,46	61,97		
				N+3,10	N+3,10	Viga de entrepiso Nivel 1-Port. 23-Pos 1	2,14	1,00	4	1	8,56	70,53		
				N+3,10	N+3,10	Viga de entrepiso Nivel 1-Port. 23-Pos 2	0,93	0,56	9	1	4,69	75,21		
				N+3,10	N+3,10	Viga de entrepiso Nivel 1-Port. 24-Pos 1	3,15	1,56	2	1	9,83	85,04		
				N+3,10	N+3,10	Viga de entrepiso Nivel 1-Port. 24-Pos 2	6,00	1,56	9	1	84,24	169,28		
				N+3,10	N+3,10	Viga de entrepiso Nivel 1-Port. 24-Pos 3	4,50	1,56	2	1	14,04	183,32		
				N+3,10	N+3,10	Viga de entrepiso Nivel 1-Port. 24-Pos 4	2,50	2,25	1	1	5,63	188,95		
				N+3,10	N+3,10	Viga de entrepiso Nivel 1-Port. 24-Pos 5	2,50	1,56	3	1	11,70	200,65		
				N+3,10	N+3,10	Viga de entrepiso Nivel 1-Port. 24-Pos 6	3,00	1,56	1	1	4,68	205,33		
				N+3,10	N+3,10	Viga de entrepiso Nivel 1-Port. 24-Pos 7	2,00	1,56	3	1	9,36	214,69		
				N+3,10	N+3,10	Viga de entrepiso Nivel 1-Port. 24-Pos 8	2,50	1,00	2	1	5,00	219,69		
				N+3,10	N+3,10	Viga de entrepiso Nivel 1-Port. 24-Pos 9	3,50	1,56	1	1	5,46	225,15		
				N+3,10	N+3,10	Viga de entrepiso Nivel 1-Port. 24-Pos 10	6,00	1,56	2	1	18,72	243,87		
				N+3,10	N+3,10	Viga de entrepiso Nivel 1-Port. 24-Pos 11	1,65	1,56	2	1	5,15	249,01		
				N+3,10	N+3,10	Viga de entrepiso Nivel 1-Port. 24-Pos 12	2,95	1,56	1	1	4,60	253,62		
				N+3,10	N+3,10	Viga de entrepiso Nivel 1-Port. 24-Pos 13	5,00	1,56	2	1	15,60	269,22		
				N+3,10	N+3,10	Viga de entrepiso Nivel 1-Port. 24-Pos 14	1,23	0,56	156	1	107,45	376,67		
Subtotal Pagina 6												376,67	Kg	
Total Ejecutado Vienen Pagina 6												1.807,22	Kg	
TOTAL EJECUTADO ACUMULADO												2.183,88	Kg	

OBSERVACION



UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA

FACULTAD DE INGENIERIA

PROGRAMA DE INGENIERIA CIVIL



FORMATO

MEMORIAS DE CALCULO PARA RECIBO PARCIAL

PAGINA

2 DE

PROYECTO Comparación en el Diseño Estructural de una Edificación de Cuatro Niveles Ubicado en una Zona de Amenaza Sísmica Intermedia con Aa=0.20 Usando SAP2000-DC CAD3 Y CYPECAD.

OBJETIVO ESPECIFICO DEL PROYECTO Evaluar los costos en la construcción del sistema de resistencia sísmica y elementos estructurales estableciendo las diferencias que existen al analizar los resultados obtenidos con los Software SAP2000-DC CAD3 y CYPECAD. **PROGRAMA** INGENIERÍA CIVIL

AUTORES: CARLOS ANDRES CARO GARCIA
JUAN SEBASTIAN CARDENAS BECERRA

CAPÍTULO	MODELO CYPECAD	ITEM	Acero	UNID.		Kg	UBICACIÓN		OCAÑA - NORTE DE SANTANDER					
				ABSCISAS			ELEMENTO	DIMENSIONES		No. Varillas	No Elem.	PESO. PARCIAL	ACUMULADO	OBSERVACIONES
				Inicio	Final			Longitud/Ar ea	Peso Unitario					
A cobrar en presente acta														
				N+3,10	N+3,10	Viga de entrepiso Nivel 1-Port. 25-Pos 1	2,37	1,56	2	1	7,39	7,39		
				N+3,10	N+3,10	Viga de entrepiso Nivel 1-Port. 25-Pos 2	2,27	1,00	2	1	4,54	11,93		
				N+3,10	N+3,10	Viga de entrepiso Nivel 1-Port. 25-Pos 3	1,00	1,00	1	1	1,00	12,93		
				N+3,10	N+3,10	Viga de entrepiso Nivel 1-Port. 25-Pos 4	1,03	0,56	9	1	5,19	18,13		
				N+3,10	N+3,10	Viga de entrepiso Nivel 1-Port. 26-Pos 1	5,68	1,00	4	1	22,72	40,85		
				N+3,10	N+3,10	Viga de entrepiso Nivel 1-Port. 26-Pos 2	0,93	0,56	29	1	15,10	55,95		
				N+3,10	N+3,10	Viga de entrepiso Nivel 1-Port. 27-Pos 1	3,20	1,56	3	1	14,98	70,92		
				N+3,10	N+3,10	Viga de entrepiso Nivel 1-Port. 27-Pos 2	6,00	1,56	8	1	74,88	145,80		
				N+3,10	N+3,10	Viga de entrepiso Nivel 1-Port. 27-Pos 3	4,70	1,56	3	1	22,00	167,80		
				N+3,10	N+3,10	Viga de entrepiso Nivel 1-Port. 27-Pos 4	2,50	1,00	2	1	5,00	172,80		
				N+3,10	N+3,10	Viga de entrepiso Nivel 1-Port. 27-Pos 5	5,00	2,25	1	1	11,25	184,05		
				N+3,10	N+3,10	Viga de entrepiso Nivel 1-Port. 27-Pos 6	2,00	1,56	3	1	9,36	193,41		
				N+3,10	N+3,10	Viga de entrepiso Nivel 1-Port. 27-Pos 7	3,00	2,25	1	1	6,75	200,16		
				N+3,10	N+3,10	Viga de entrepiso Nivel 1-Port. 27-Pos 8	5,00	1,56	2	1	15,60	215,76		
				N+3,10	N+3,10	Viga de entrepiso Nivel 1-Port. 27-Pos 9	5,00	1,56	4	1	31,20	246,96		
				N+3,10	N+3,10	Viga de entrepiso Nivel 1-Port. 27-Pos 10	4,00	1,56	2	1	12,48	259,44		
				N+3,10	N+3,10	Viga de entrepiso Nivel 1-Port. 27-Pos 11	3,00	1,00	1	1	3,00	262,44		
				N+3,10	N+3,10	Viga de entrepiso Nivel 1-Port. 27-Pos 12	2,50	2,25	1	1	5,63	268,07		
				N+3,10	N+3,10	Viga de entrepiso Nivel 1-Port. 27-Pos 13	1,23	0,56	171	1	117,78	385,85		
				N+6,20	N+6,20	Viga de entrepiso Nivel 2-Port. 1-Pos 1	1,50	1,00	4	1	6,00	391,85		
				N+6,20	N+6,20	Viga de entrepiso Nivel 2-Port. 1-Pos 2	0,93	0,56	5	1	2,60	394,45		
Subtotal Pagina 6												394,45	Kg	
Total Ejecutado Vienen Pagina 6												2.183,88	Kg	
TOTAL EJECUTADO ACUMULADO												2.578,34	Kg	

OBSERVACION



UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA

FACULTAD DE INGENIERIA

PROGRAMA DE INGENIERIA CIVIL



FORMATO

MEMORIAS DE CALCULO PARA RECIBO PARCIAL

PAGINA

2 DE

PROYECTO Comparación en el Diseño Estructural de una Edificación de Cuatro Niveles Ubicado en una Zona de Amenaza Sísmica Intermedia con Aa=0.20 Usando SAP2000-DC CAD3 Y CYPECAD.

OBJETIVO ESPECIFICO DEL PROYECTO Evaluar los costos en la construcción del sistema de resistencia sísmica y elementos estructurales estableciendo las diferencias que existen al analizar los resultados obtenidos con los Software SAP2000-DC CAD3 y CYPECAD. **PROGRAMA** INGENIERÍA CIVIL

AUTORES: CARLOS ANDRES CARO GARCIA
JUAN SEBASTIAN CARDENAS BECERRA

CAPÍTULO	MODELO CYPECAD	ITEM	Acero		UNID.	Kg	UBICACIÓN		OCAÑA - NORTE DE SANTANDER			
			ABSCISAS		ELEMENTO	DIMENSIONES		No. Varillas	No Elem.	PESO. PARCIAL	ACUMULADO	OBSERVACIONES
			Inicio	Final		Longitud/Ar ea	Peso Unitario					
A cobrar en presente acta												
			N+6,20	N+6,20	Viga de entrepiso Nivel 2-Port. 2-Pos 1	2,97	0,56	2	1	3,33	3,33	
			N+6,20	N+6,20	Viga de entrepiso Nivel 2-Port. 2-Pos 2	3,07	1,00	2	1	6,14	9,47	
			N+6,20	N+6,20	Viga de entrepiso Nivel 2-Port. 2-Pos 3	0,93	0,56	15	1	7,81	17,28	
			N+6,20	N+6,20	Viga de entrepiso Nivel 2-Port. 3-Pos 1	1,50	1,00	2	1	3,00	20,28	
			N+6,20	N+6,20	Viga de entrepiso Nivel 2-Port. 3-Pos 2	1,40	0,56	2	1	1,57	21,85	
			N+6,20	N+6,20	Viga de entrepiso Nivel 2-Port. 3-Pos 3	0,93	0,56	6	1	3,12	24,97	
			N+6,20	N+6,20	Viga de entrepiso Nivel 2-Port. 4-Pos 1	5,89	0,56	2	1	6,60	31,57	
			N+6,20	N+6,20	Viga de entrepiso Nivel 2-Port. 4-Pos 2	5,99	1,00	2	1	11,98	43,55	
			N+6,20	N+6,20	Viga de entrepiso Nivel 2-Port. 4-Pos 3	0,93	0,56	32	1	16,67	60,21	
			N+6,20	N+6,20	Viga de entrepiso Nivel 2-Port. 5-Pos 1	4,55	2,25	2	1	20,48	80,69	
			N+6,20	N+6,20	Viga de entrepiso Nivel 2-Port. 5-Pos 2	6,00	2,25	2	1	27,00	107,69	
			N+6,20	N+6,20	Viga de entrepiso Nivel 2-Port. 5-Pos 3	2,00	2,25	4	1	18,00	125,69	
			N+6,20	N+6,20	Viga de entrepiso Nivel 2-Port. 5-Pos 4	3,00	1,56	3	1	14,04	139,73	
			N+6,20	N+6,20	Viga de entrepiso Nivel 2-Port. 5-Pos 5	2,00	1,00	1	1	2,00	141,73	
			N+6,20	N+6,20	Viga de entrepiso Nivel 2-Port. 5-Pos 6	3,20	1,56	3	1	14,98	156,70	
			N+6,20	N+6,20	Viga de entrepiso Nivel 2-Port. 5-Pos 7	6,00	1,56	3	1	28,08	184,78	
			N+6,20	N+6,20	Viga de entrepiso Nivel 2-Port. 5-Pos 8	2,00	1,56	3	1	9,36	194,14	
			N+6,20	N+6,20	Viga de entrepiso Nivel 2-Port. 5-Pos 9	5,00	1,56	1	1	7,80	201,94	
			N+6,20	N+6,20	Viga de entrepiso Nivel 2-Port. 5-Pos 10	1,33	0,56	80	1	59,58	261,53	
			N+6,20	N+6,20	Viga de entrepiso Nivel 2-Port. 6-Pos 1	1,37	0,56	4	1	3,07	264,60	
			N+6,20	N+6,20	Viga de entrepiso Nivel 2-Port. 6-Pos 2	0,93	0,56	5	1	2,60	267,20	
OBSERVACION	Subtotal Pagina 6										267,20	Kg
	Total Ejecutado Vienen Pagina 6										2.578,34	Kg
	TOTAL EJECUTADO ACUMULADO										2.845,54	Kg



UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA

FACULTAD DE INGENIERIA

PROGRAMA DE INGENIERIA CIVIL



FORMATO

MEMORIAS DE CALCULO PARA RECIBO PARCIAL

PAGINA

2 DE

PROYECTO Comparación en el Diseño Estructural de una Edificación de Cuatro Niveles Ubicado en una Zona de Amenaza Sísmica Intermedia con Aa=0.20 Usando SAP2000-DC CAD3 Y CYPECAD.

OBJETIVO ESPECIFICO DEL PROYECTO Evaluar los costos en la construcción del sistema de resistencia sísmica y elementos estructurales estableciendo las diferencias que existen al analizar los resultados obtenidos con los Software SAP2000-DC CAD3 y CYPECAD. **PROGRAMA** INGENIERÍA CIVIL

AUTORES: CARLOS ANDRES CARO GARCIA
JUAN SEBASTIAN CARDENAS BECERRA

CAPÍTULO	MODELO CYPECAD	ITEM	Acero		UNID.	Kg	UBICACIÓN		OCAÑA - NORTE DE SANTANDER			
			ABSCISAS		ELEMENTO	DIMENSIONES		No. Varillas	No Elem.	PESO. PARCIAL	ACUMULADO	OBSERVACIONES
			Inicio	Final		Longitud/Ar ea	Peso Unitario					
A cobrar en presente acta												
			N+6,20	N+6,20	Viga de entrepiso Nivel 2-Port. 7-Pos 1	1,37	0,56	4	1	3,07	3,07	
			N+6,20	N+6,20	Viga de entrepiso Nivel 2-Port. 7-Pos 2	0,93	0,56	5	1	2,60	5,67	
			N+6,20	N+6,20	Viga de entrepiso Nivel 2-Port. 8-Pos 1	2,00	1,56	4	1	12,48	18,15	
			N+6,20	N+6,20	Viga de entrepiso Nivel 2-Port. 8-Pos 2	3,00	1,56	2	1	9,36	27,51	
			N+6,20	N+6,20	Viga de entrepiso Nivel 2-Port. 8-Pos 3	4,55	2,25	2	1	20,48	47,99	
			N+6,20	N+6,20	Viga de entrepiso Nivel 2-Port. 8-Pos 4	6,00	2,25	2	1	27,00	74,99	
			N+6,20	N+6,20	Viga de entrepiso Nivel 2-Port. 8-Pos 5	2,00	1,00	2	1	4,00	78,99	
			N+6,20	N+6,20	Viga de entrepiso Nivel 2-Port. 8-Pos 6	3,00	1,56	3	1	14,04	93,03	
			N+6,20	N+6,20	Viga de entrepiso Nivel 2-Port. 8-Pos 7	6,00	1,56	3	1	28,08	121,11	
			N+6,20	N+6,20	Viga de entrepiso Nivel 2-Port. 8-Pos 8	2,20	1,56	3	1	10,30	131,40	
			N+6,20	N+6,20	Viga de entrepiso Nivel 2-Port. 8-Pos 9	2,00	1,56	1	1	3,12	134,52	
			N+6,20	N+6,20	Viga de entrepiso Nivel 2-Port. 8-Pos 10	1,33	0,56	74	1	55,12	189,64	
			N+6,20	N+6,20	Viga de entrepiso Nivel 2-Port. 9-Pos 1	1,69	1,00	2	1	3,38	193,02	
			N+6,20	N+6,20	Viga de entrepiso Nivel 2-Port. 9-Pos 2	1,59	0,56	2	1	1,78	194,80	
			N+6,20	N+6,20	Viga de entrepiso Nivel 2-Port. 9-Pos 3	0,93	0,56	6	1	3,12	197,92	
			N+6,20	N+6,20	Viga de entrepiso Nivel 2-Port. 10-Pos 1	4,55	2,25	2	1	20,48	218,40	
			N+6,20	N+6,20	Viga de entrepiso Nivel 2-Port. 10-Pos 2	6,00	2,25	2	1	27,00	245,40	
			N+6,20	N+6,20	Viga de entrepiso Nivel 2-Port. 10-Pos 3	2,00	1,56	6	1	18,72	264,12	
			N+6,20	N+6,20	Viga de entrepiso Nivel 2-Port. 10-Pos 4	2,50	1,56	1	1	3,90	268,02	
			N+6,20	N+6,20	Viga de entrepiso Nivel 2-Port. 10-Pos 5	2,00	1,00	1	1	2,00	270,02	
			N+6,20	N+6,20	Viga de entrepiso Nivel 2-Port. 10-Pos 6	3,00	1,00	2	1	6,00	276,02	
OBSERVACION	Subtotal Pagina 6										276,02	Kg
	Total Ejecutado Vienen Pagina 6										2.845,54	Kg
	TOTAL EJECUTADO ACUMULADO										3.121,56	Kg



UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA

FACULTAD DE INGENIERIA

PROGRAMA DE INGENIERIA CIVIL



FORMATO

MEMORIAS DE CALCULO PARA RECIBO PARCIAL

PAGINA

2 DE

PROYECTO Comparación en el Diseño Estructural de una Edificación de Cuatro Niveles Ubicado en una Zona de Amenaza Sísmica Intermedia con Aa=0.20 Usando SAP2000-DC CAD3 Y CYPECAD.

OBJETIVO ESPECIFICO DEL PROYECTO Evaluar los costos en la construcción del sistema de resistencia sísmica y elementos estructurales estableciendo las diferencias que existen al analizar los resultados obtenidos con los Software SAP2000-DC CAD3 y CYPECAD. **PROGRAMA** INGENIERÍA CIVIL

AUTORES: CARLOS ANDRES CARO GARCIA
JUAN SEBASTIAN CARDENAS BECERRA

CAPÍTULO	MODELO CYPECAD	ITEM	Acero	UNID.		Kg	UBICACIÓN		OCAÑA - NORTE DE SANTANDER					
				ABSCISAS			ELEMENTO	DIMENSIONES		No. Varillas	No Elem.	PESO. PARCIAL	ACUMULADO	OBSERVACIONES
				Inicio	Final			Longitud/Ar ea	Peso Unitario					
A cobrar en presente acta														
				N+6,20	N+6,20	Viga de entrepiso Nivel 2-Port. 10-Pos 7	3,20	1,56	3	1	14,98	14,98		
				N+6,20	N+6,20	Viga de entrepiso Nivel 2-Port. 10-Pos 8	6,00	1,56	3	1	28,08	43,06		
				N+6,20	N+6,20	Viga de entrepiso Nivel 2-Port. 10-Pos 9	5,00	1,56	1	1	7,80	50,86		
				N+6,20	N+6,20	Viga de entrepiso Nivel 2-Port. 10-Pos 10	1,33	0,56	74	1	55,12	105,97		
				N+6,20	N+6,20	Viga de entrepiso Nivel 2-Port. 11-Pos 1	4,55	2,25	2	1	20,48	126,45		
				N+6,20	N+6,20	Viga de entrepiso Nivel 2-Port. 11-Pos 2	6,00	2,25	2	1	27,00	153,45		
				N+6,20	N+6,20	Viga de entrepiso Nivel 2-Port. 11-Pos 3	2,00	2,25	4	1	18,00	171,45		
				N+6,20	N+6,20	Viga de entrepiso Nivel 2-Port. 11-Pos 4	3,00	2,25	2	1	13,50	184,95		
				N+6,20	N+6,20	Viga de entrepiso Nivel 2-Port. 11-Pos 5	3,20	1,56	3	1	14,98	199,92		
				N+6,20	N+6,20	Viga de entrepiso Nivel 2-Port. 11-Pos 6	6,00	1,56	3	1	28,08	228,00		
				N+6,20	N+6,20	Viga de entrepiso Nivel 2-Port. 11-Pos 7	2,00	1,56	3	1	9,34	237,34		
				N+6,20	N+6,20	Viga de entrepiso Nivel 2-Port. 11-Pos 8	4,95	1,00	1	1	4,95	242,29		
				N+6,20	N+6,20	Viga de entrepiso Nivel 2-Port. 11-Pos 9	1,33	0,56	76	1	56,60	298,89		
				N+6,20	N+6,20	Viga de entrepiso Nivel 2-Port. 11-Pos 10	1,38	1,00	7	1	9,66	308,55		
				N+6,20	N+6,20	Viga de entrepiso Nivel 2-Port. 12-Pos 1	1,49	1,00	2	1	2,98	311,53		
				N+6,20	N+6,20	Viga de entrepiso Nivel 2-Port. 12-Pos 2	1,39	0,56	2	1	1,56	313,09		
				N+6,20	N+6,20	Viga de entrepiso Nivel 2-Port. 12-Pos 3	0,93	0,56	5	1	2,60	315,69		
				N+6,20	N+6,20	Viga de entrepiso Nivel 2-Port. 13-Pos 1	1,39	0,56	2	1	1,56	317,25		
				N+6,20	N+6,20	Viga de entrepiso Nivel 2-Port. 13-Pos 2	1,49	1,00	2	1	2,98	320,23		
				N+6,20	N+6,20	Viga de entrepiso Nivel 2-Port. 13-Pos 3	0,93	0,56	5	1	2,60	322,83		
				N+6,20	N+6,20	Viga de entrepiso Nivel 2-Port. 14-Pos 1	1,93	0,56	4	1	4,32	327,16		
Subtotal Pagina 6												327,16	Kg	
Total Ejecutado Vienen Pagina 6												3.121,56	Kg	
TOTAL EJECUTADO ACUMULADO												3.448,72	Kg	

OBSERVACION



UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA

FACULTAD DE INGENIERIA

PROGRAMA DE INGENIERIA CIVIL



FORMATO

MEMORIAS DE CALCULO PARA RECIBO PARCIAL

PAGINA

2 DE

PROYECTO Comparación en el Diseño Estructural de una Edificación de Cuatro Niveles Ubicado en una Zona de Amenaza Sísmica Intermedia con Aa=0.20 Usando SAP2000-DC CAD3 Y CYPECAD.

OBJETIVO ESPECIFICO DEL PROYECTO Evaluar los costos en la construcción del sistema de resistencia sísmica y elementos estructurales estableciendo las diferencias que existen al analizar los resultados obtenidos con los Software SAP2000-DC CAD3 y CYPECAD. **PROGRAMA** INGENIERÍA CIVIL

AUTORES: CARLOS ANDRES CARO GARCIA
JUAN SEBASTIAN CARDENAS BECERRA

CAPÍTULO	MODELO CYPECAD	ITEM	Acero		UNID.	Kg	UBICACIÓN		OCAÑA - NORTE DE SANTANDER			
			ABSCISAS		ELEMENTO	DIMENSIONES		No. Varillas	No Elem.	PESO. PARCIAL	ACUMULADO	OBSERVACIONES
			Inicio	Final		Longitud/Ar ea	Peso Unitario					
A cobrar en presente acta												
			N+6,20	N+6,20	Viga de entrepiso Nivel 2-Port. 14-Pos 2	0,93	0,56	5	1	2,60	2,60	
			N+6,20	N+6,20	Viga de entrepiso Nivel 2-Port. 15-Pos 1	5,99	1,00	5	1	29,95	32,55	
			N+6,20	N+6,20	Viga de entrepiso Nivel 2-Port. 15-Pos 2	2,00	1,00	1	1	2,00	34,55	
			N+6,20	N+6,20	Viga de entrepiso Nivel 2-Port. 15-Pos 3	1,23	0,56	32	1	22,04	56,60	
			N+6,20	N+6,20	Viga de entrepiso Nivel 2-Port. 16-Pos 1	4,55	2,55	2	1	23,21	79,80	
			N+6,20	N+6,20	Viga de entrepiso Nivel 2-Port. 16-Pos 2	6,00	2,55	2	1	30,60	110,40	
			N+6,20	N+6,20	Viga de entrepiso Nivel 2-Port. 16-Pos 3	2,00	2,55	4	1	20,40	130,80	
			N+6,20	N+6,20	Viga de entrepiso Nivel 2-Port. 16-Pos 4	3,00	2,55	2	1	15,30	146,10	
			N+6,20	N+6,20	Viga de entrepiso Nivel 2-Port. 16-Pos 5	3,20	1,56	3	1	14,98	161,08	
			N+6,20	N+6,20	Viga de entrepiso Nivel 2-Port. 16-Pos 6	6,00	1,56	3	1	28,08	189,16	
			N+6,20	N+6,20	Viga de entrepiso Nivel 2-Port. 16-Pos 7	2,00	1,56	3	1	9,36	198,52	
			N+6,20	N+6,20	Viga de entrepiso Nivel 2-Port. 16-Pos 8	5,00	1,56	1	1	7,80	206,32	
			N+6,20	N+6,20	Viga de entrepiso Nivel 2-Port. 16-Pos 9	1,33	0,56	70	1	52,14	258,45	
			N+6,20	N+6,20	Viga de entrepiso Nivel 2-Port. 16-Pos 10	1,38	1,00	7	1	9,66	268,11	
			N+6,20	N+6,20	Viga de entrepiso Nivel 2-Port. 17-Pos 1	5,13	1,00	4	1	20,52	288,63	
			N+6,20	N+6,20	Viga de entrepiso Nivel 2-Port. 17-Pos 2	0,93	0,50	28	1	13,02	301,65	
			N+6,20	N+6,20	Viga de entrepiso Nivel 2-Port. 18-Pos 1	4,09	1,00	4	1	16,36	318,01	
			N+6,20	N+6,20	Viga de entrepiso Nivel 2-Port. 18-Pos 2	0,93	0,56	20	1	10,42	328,43	
			N+6,20	N+6,20	Viga de entrepiso Nivel 2-Port. 19-Pos 1	3,50	1,56	2	1	10,92	339,35	
			N+6,20	N+6,20	Viga de entrepiso Nivel 2-Port. 19-Pos 2	5,00	1,56	6	1	46,80	386,15	
			N+6,20	N+6,20	Viga de entrepiso Nivel 2-Port. 19-Pos 3	4,00	1,56	2	1	12,48	398,63	
OBSERVACION	Subtotal Pagina 6										398,63	Kg
	Total Ejecutado Vienen Pagina 6										3.448,72	Kg
	TOTAL EJECUTADO ACUMULADO										3.847,35	Kg



UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA

FACULTAD DE INGENIERIA

PROGRAMA DE INGENIERIA CIVIL



FORMATO

MEMORIAS DE CALCULO PARA RECIBO PARCIAL

PAGINA

2 DE

PROYECTO Comparación en el Diseño Estructural de una Edificación de Cuatro Niveles Ubicado en una Zona de Amenaza Sísmica Intermedia con Aa=0.20 Usando SAP2000-DC CAD3 Y CYPECAD.

OBJETIVO ESPECIFICO DEL PROYECTO Evaluar los costos en la construcción del sistema de resistencia sísmica y elementos estructurales estableciendo las diferencias que existen al analizar los resultados obtenidos con los Software SAP2000-DC CAD3 y CYPECAD. **PROGRAMA** INGENIERÍA CIVIL

AUTORES: CARLOS ANDRES CARO GARCIA
JUAN SEBASTIAN CARDENAS BECERRA

CAPÍTULO	MODELO CYPECAD	ITEM	Acero		UNID.	Kg	UBICACIÓN		OCAÑA - NORTE DE SANTANDER			
			ABSCISAS		ELEMENTO	DIMENSIONES		No. Varillas	No Elem.	PESO. PARCIAL	ACUMULADO	OBSERVACIONES
			Inicio	Final		Longitud/Ar ea	Peso Unitario					
A cobrar en presente acta												
			N+6,20	N+6,20	Viga de entrepiso Nivel 2-Port. 19-Pos 4	6,00	1,56	2	1	18,72	18,72	
			N+6,20	N+6,20	Viga de entrepiso Nivel 2-Port. 19-Pos 5	2,05	1,56	2	1	6,40	25,12	
			N+6,20	N+6,20	Viga de entrepiso Nivel 2-Port. 19-Pos 6	3,00	1,56	2	1	9,36	34,48	
			N+6,20	N+6,20	Viga de entrepiso Nivel 2-Port. 19-Pos 7	3,00	1,56	4	1	18,72	53,20	
			N+6,20	N+6,20	Viga de entrepiso Nivel 2-Port. 19-Pos 8	4,50	1,56	2	1	14,04	67,24	
			N+6,20	N+6,20	Viga de entrepiso Nivel 2-Port. 19-Pos 9	6,00	1,56	2	1	18,72	85,96	
			N+6,20	N+6,20	Viga de entrepiso Nivel 2-Port. 19-Pos 10	2,95	1,00	1	1	2,95	88,91	
			N+6,20	N+6,20	Viga de entrepiso Nivel 2-Port. 19-Pos 11	5,00	1,00	2	1	10,00	98,91	
			N+6,20	N+6,20	Viga de entrepiso Nivel 2-Port. 19-Pos 12	2,50	1,56	1	1	3,90	102,81	
			N+6,20	N+6,20	Viga de entrepiso Nivel 2-Port. 19-Pos 13	3,00	1,00	2	1	6,00	108,81	
			N+6,20	N+6,20	Viga de entrepiso Nivel 2-Port. 19-Pos 14	1,23	0,56	156	1	107,45	216,26	
			N+6,20	N+6,20	Viga de entrepiso Nivel 2-Port. 20-Pos 1	3,90	0,56	2	1	4,37	220,63	
			N+6,20	N+6,20	Viga de entrepiso Nivel 2-Port. 20-Pos 2	4,00	1,00	2	1	8,00	228,63	
			N+6,20	N+6,20	Viga de entrepiso Nivel 2-Port. 20-Pos 3	0,93	0,56	18	1	9,37	238,00	
			N+6,20	N+6,20	Viga de entrepiso Nivel 2-Port. 21-Pos 1	3,61	1,00	4	1	14,44	252,44	
			N+6,20	N+6,20	Viga de entrepiso Nivel 2-Port. 21-Pos 2	0,93	0,56	17	1	8,85	261,29	
			N+6,20	N+6,20	Viga de entrepiso Nivel 2-Port. 22-Pos 1	4,46	1,00	4	1	17,84	279,13	
			N+6,20	N+6,20	Viga de entrepiso Nivel 2-Port. 22-Pos 2	0,93	0,56	22	1	11,46	290,59	
			N+6,20	N+6,20	Viga de entrepiso Nivel 2-Port. 23-Pos 1	2,14	1,00	2	1	4,28	294,87	
			N+6,20	N+6,20	Viga de entrepiso Nivel 2-Port. 23-Pos 2	2,04	0,56	2	1	2,28	297,16	
			N+6,20	N+6,20	Viga de entrepiso Nivel 2-Port. 23-Pos 3	0,93	0,56	9	1	4,69	301,84	
OBSERVACION	Subtotal Pagina 6										301,84	Kg
	Total Ejecutado Vienen Pagina 6										3.847,35	Kg
	TOTAL EJECUTADO ACUMULADO										4.149,19	Kg



UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA

FACULTAD DE INGENIERIA

PROGRAMA DE INGENIERIA CIVIL



FORMATO

MEMORIAS DE CALCULO PARA RECIBO PARCIAL

PAGINA

2 DE

PROYECTO Comparación en el Diseño Estructural de una Edificación de Cuatro Niveles Ubicado en una Zona de Amenaza Sísmica Intermedia con Aa=0.20 Usando SAP2000-DC CAD3 Y CYPECAD.

OBJETIVO ESPECIFICO DEL PROYECTO Evaluar los costos en la construcción del sistema de resistencia sísmica y elementos estructurales estableciendo las diferencias que existen al analizar los resultados obtenidos con los Software SAP2000-DC CAD3 y CYPECAD. **PROGRAMA** INGENIERÍA CIVIL

AUTORES: CARLOS ANDRES CARO GARCIA
JUAN SEBASTIAN CARDENAS BECERRA

CAPÍTULO	MODELO CYPECAD	ITEM	Acero	UNID.		Kg	UBICACIÓN		OCAÑA - NORTE DE SANTANDER					
				ABSCISAS			ELEMENTO	DIMENSIONES		No. Varillas	No Elem.	PESO. PARCIAL	ACUMULADO	OBSERVACIONES
				Inicio	Final			Longitud/Ar ea	Peso Unitario					
A cobrar en presente acta														
				N+6,20	N+6,20	Viga de entrepiso Nivel 2-Port. 24-Pos 1	3,15	1,56	2	1	9,83	9,83		
				N+6,20	N+6,20	Viga de entrepiso Nivel 2-Port. 24-Pos 2	6,00	1,56	9	1	84,24	94,07		
				N+6,20	N+6,20	Viga de entrepiso Nivel 2-Port. 24-Pos 3	4,50	1,56	2	1	14,04	108,11		
				N+6,20	N+6,20	Viga de entrepiso Nivel 2-Port. 24-Pos 4	2,50	1,00	3	1	7,50	115,61		
				N+6,20	N+6,20	Viga de entrepiso Nivel 2-Port. 24-Pos 5	2,95	1,00	1	1	2,95	118,56		
				N+6,20	N+6,20	Viga de entrepiso Nivel 2-Port. 24-Pos 6	2,00	1,00	3	1	6,00	124,56		
				N+6,20	N+6,20	Viga de entrepiso Nivel 2-Port. 24-Pos 7	3,50	1,56	1	1	5,46	130,02		
				N+6,20	N+6,20	Viga de entrepiso Nivel 2-Port. 24-Pos 8	2,50	1,56	1	1	3,90	133,92		
				N+6,20	N+6,20	Viga de entrepiso Nivel 2-Port. 24-Pos 9	6,00	1,56	2	1	18,72	152,64		
				N+6,20	N+6,20	Viga de entrepiso Nivel 2-Port. 24-Pos 10	1,65	1,56	2	1	5,15	157,79		
				N+6,20	N+6,20	Viga de entrepiso Nivel 2-Port. 24-Pos 11	2,90	1,00	1	1	2,90	160,69		
				N+6,20	N+6,20	Viga de entrepiso Nivel 2-Port. 24-Pos 12	5,00	1,00	2	1	10,00	170,69		
				N+6,20	N+6,20	Viga de entrepiso Nivel 2-Port. 24-Pos 13	1,23	0,56	156	1	107,45	278,14		
				N+6,20	N+6,20	Viga de entrepiso Nivel 2-Port. 25-Pos 1	2,27	1,00	4	1	9,08	287,22		
				N+6,20	N+6,20	Viga de entrepiso Nivel 2-Port. 25-Pos 2	0,93	0,56	9	1	4,69	291,91		
				N+6,20	N+6,20	Viga de entrepiso Nivel 2-Port. 26-Pos 1	5,68	1,00	4	1	22,72	314,63		
				N+6,20	N+6,20	Viga de entrepiso Nivel 2-Port. 26-Pos 2	0,93	0,56	29	1	15,10	329,73		
				N+6,20	N+6,20	Viga de entrepiso Nivel 2-Port. 27-Pos 1	3,20	1,56	2	1	9,98	339,71		
				N+6,20	N+6,20	Viga de entrepiso Nivel 2-Port. 27-Pos 2	6,00	1,56	6	1	56,16	395,87		
				N+6,20	N+6,20	Viga de entrepiso Nivel 2-Port. 27-Pos 3	4,70	1,56	2	1	14,66	410,54		
				N+6,20	N+6,20	Viga de entrepiso Nivel 2-Port. 27-Pos 4	2,50	1,00	2	1	5,00	415,54		
Subtotal Pagina 6												415,54	Kg	
Total Ejecutado Vienen Pagina 6												4.149,19	Kg	
TOTAL EJECUTADO ACUMULADO												4.564,73	Kg	

OBSERVACION



UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA

FACULTAD DE INGENIERIA

PROGRAMA DE INGENIERIA CIVIL



FORMATO

MEMORIAS DE CALCULO PARA RECIBO PARCIAL

PAGINA

2 DE

PROYECTO Comparación en el Diseño Estructural de una Edificación de Cuatro Niveles Ubicado en una Zona de Amenaza Sísmica Intermedia con Aa=0.20 Usando SAP2000-DC CAD3 Y CYPECAD.

OBJETIVO ESPECIFICO DEL PROYECTO Evaluar los costos en la construcción del sistema de resistencia sísmica y elementos estructurales estableciendo las diferencias que existen al analizar los resultados obtenidos con los Software SAP2000-DC CAD3 y CYPECAD. **PROGRAMA** INGENIERÍA CIVIL

AUTORES: CARLOS ANDRES CARO GARCIA
JUAN SEBASTIAN CARDENAS BECERRA

CAPÍTULO	MODELO CYPECAD	ITEM	Acero	UNID.		Kg	UBICACIÓN		OCAÑA - NORTE DE SANTANDER					
				ABSCISAS			ELEMENTO	DIMENSIONES		No. Varillas	No Elem.	PESO. PARCIAL	ACUMULADO	OBSERVACIONES
				Inicio	Final			Longitud/Ar ea	Peso Unitario					
A cobrar en presente acta														
				N+6,20	N+6,20	Viga de entrepiso Nivel 2-Port. 27-Pos 4	2,50	1,00	1	1	2,50	2,50		
				N+6,20	N+6,20	Viga de entrepiso Nivel 2-Port. 27-Pos 5	5,00	2,25	2	1	22,50	25,00		
				N+6,20	N+6,20	Viga de entrepiso Nivel 2-Port. 27-Pos 6	2,50	1,00	1	1	2,50	27,50		
				N+6,20	N+6,20	Viga de entrepiso Nivel 2-Port. 27-Pos 7	3,00	1,56	1	1	4,68	32,18		
				N+6,20	N+6,20	Viga de entrepiso Nivel 2-Port. 27-Pos 8	3,50	1,00	1	1	3,50	35,68		
				N+6,20	N+6,20	Viga de entrepiso Nivel 2-Port. 27-Pos 9	5,00	1,56	2	1	15,60	51,28		
				N+6,20	N+6,20	Viga de entrepiso Nivel 2-Port. 27-Pos 10	5,00	1,56	2	1	15,60	66,88		
				N+6,20	N+6,20	Viga de entrepiso Nivel 2-Port. 27-Pos 11	4,00	1,56	2	1	12,48	79,36		
				N+6,20	N+6,20	Viga de entrepiso Nivel 2-Port. 27-Pos 12	5,00	1,00	2	1	10,00	89,36		
				N+6,20	N+6,20	Viga de entrepiso Nivel 2-Port. 27-Pos 13	2,00	1,00	1	1	2,00	91,36		
				N+6,20	N+6,20	Viga de entrepiso Nivel 2-Port. 27-Pos 14	2,50	1,56	1	1	3,90	95,26		
				N+6,20	N+6,20	Viga de entrepiso Nivel 2-Port. 27-Pos 15	1,23	1,56	171	1	328,11	423,37		
				N+9,30	N+9,30	Viga de entrepiso Nivel 3-Port. 1-Pos 1	1,50	1,00	4	1	6,00	429,37		
				N+9,30	N+9,30	Viga de entrepiso Nivel 3-Port. 1-Pos 2	0,93	0,56	5	1	2,60	431,98		
				N+9,30	N+9,30	Viga de entrepiso Nivel 3-Port. 2-Pos 1	2,97	0,56	2	1	3,33	435,31		
				N+9,30	N+9,30	Viga de entrepiso Nivel 3-Port. 2-Pos 2	3,07	1,00	2	1	6,14	441,45		
				N+9,30	N+9,30	Viga de entrepiso Nivel 3-Port. 2-Pos 3	0,93	0,56	15	1	7,81	449,26		
				N+9,30	N+9,30	Viga de entrepiso Nivel 3-Port. 3-Pos 1	1,50	1,00	2	1	3,00	452,26		
				N+9,30	N+9,30	Viga de entrepiso Nivel 3-Port. 3-Pos 2	1,40	0,56	2	1	1,57	453,83		
				N+9,30	N+9,30	Viga de entrepiso Nivel 3-Port. 3-Pos 3	0,93	0,56	5	1	2,60	456,43		
				N+9,30	N+9,30	Viga de entrepiso Nivel 3-Port. 4-Pos 1	2,97	0,56	2	1	3,33	459,76		
OBSERVACION	Subtotal Pagina 6											459,76	Kg	
	Total Ejecutado Vienen Pagina 6											4.564,73	Kg	
	TOTAL EJECUTADO ACUMULADO											5.024,48	Kg	



UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA

FACULTAD DE INGENIERIA

PROGRAMA DE INGENIERIA CIVIL



FORMATO

MEMORIAS DE CALCULO PARA RECIBO PARCIAL

PAGINA

2 DE

PROYECTO Comparación en el Diseño Estructural de una Edificación de Cuatro Niveles Ubicado en una Zona de Amenaza Sísmica Intermedia con Aa=0.20 Usando SAP2000-DC CAD3 Y CYPECAD.

OBJETIVO ESPECIFICO DEL PROYECTO Evaluar los costos en la construcción del sistema de resistencia sísmica y elementos estructurales estableciendo las diferencias que existen al analizar los resultados obtenidos con los Software SAP2000-DC CAD3 y CYPECAD. **PROGRAMA** INGENIERÍA CIVIL

AUTORES: CARLOS ANDRES CARO GARCIA
JUAN SEBASTIAN CARDENAS BECERRA

CAPÍTULO	MODELO CYPECAD	ITEM	Acero	UNID.		Kg	UBICACIÓN		OCAÑA - NORTE DE SANTANDER					
				ABSCISAS			ELEMENTO	DIMENSIONES		No. Varillas	No Elem.	PESO. PARCIAL	ACUMULADO	OBSERVACIONES
				Inicio	Final			Longitud/Ar ea	Peso Unitario					
A cobrar en presente acta														
				N+9,30	N+9,30	Viga de entrepiso Nivel 3-Port. 4-Pos 2	5,99	1,00	2	1	11,98	11,98		
				N+9,30	N+9,30	Viga de entrepiso Nivel 3-Port. 4-Pos 3	0,93	2,25	5	1	10,46	22,44		
				N+9,30	N+9,30	Viga de entrepiso Nivel 3-Port. 5-Pos 1	4,55	2,55	2	1	23,21	45,65		
				N+9,30	N+9,30	Viga de entrepiso Nivel 3-Port. 5-Pos 2	6,00	2,55	2	1	30,60	76,25		
				N+9,30	N+9,30	Viga de entrepiso Nivel 3-Port. 5-Pos 3	2,00	1,00	1	1	2,00	78,25		
				N+9,30	N+9,30	Viga de entrepiso Nivel 3-Port. 5-Pos 4	3,00	1,56	2	1	9,36	87,61		
				N+9,30	N+9,30	Viga de entrepiso Nivel 3-Port. 5-Pos 5	1,95	1,56	2	1	6,08	93,69		
				N+9,30	N+9,30	Viga de entrepiso Nivel 3-Port. 5-Pos 6	2,00	1,56	4	1	12,48	106,17		
				N+9,30	N+9,30	Viga de entrepiso Nivel 3-Port. 5-Pos 7	3,20	1,56	3	1	14,98	121,15		
				N+9,30	N+9,30	Viga de entrepiso Nivel 3-Port. 5-Pos 8	6,00	1,56	3	1	28,08	149,23		
				N+9,30	N+9,30	Viga de entrepiso Nivel 3-Port. 5-Pos 9	1,33	0,56	80	1	59,58	208,81		
				N+9,30	N+9,30	Viga de entrepiso Nivel 3-Port. 6-Pos 1	1,37	0,56	4	1	3,07	211,88		
				N+9,30	N+9,30	Viga de entrepiso Nivel 3-Port. 6-Pos 2	0,93	0,56	5	1	2,60	214,48		
				N+9,30	N+9,30	Viga de entrepiso Nivel 3-Port. 7-Pos 1	1,37	0,56	4	1	3,07	217,55		
				N+9,30	N+9,30	Viga de entrepiso Nivel 3-Port. 7-Pos 2	0,93	0,56	5	1	2,60	220,16		
				N+9,30	N+9,30	Viga de entrepiso Nivel 3-Port. 8-Pos 1	3,00	1,56	1	1	4,68	224,84		
				N+9,30	N+9,30	Viga de entrepiso Nivel 3-Port. 8-Pos 2	1,95	1,00	1	1	1,95	226,79		
				N+9,30	N+9,30	Viga de entrepiso Nivel 3-Port. 8-Pos 3	4,55	2,55	2	1	23,21	249,99		
				N+9,30	N+9,30	Viga de entrepiso Nivel 3-Port. 8-Pos 4	6,00	2,55	2	1	30,60	280,59		
				N+9,30	N+9,30	Viga de entrepiso Nivel 3-Port. 8-Pos 5	2,00	1,00	2	1	4,00	284,59		
				N+9,30	N+9,30	Viga de entrepiso Nivel 3-Port. 8-Pos 6	3,00	1,56	3	1	14,04	298,63		
Subtotal Pagina 6												298,63	Kg	
Total Ejecutado Vienen Pagina 6												5.024,48	Kg	
TOTAL EJECUTADO ACUMULADO												5.323,12	Kg	

OBSERVACION



UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA

FACULTAD DE INGENIERIA

PROGRAMA DE INGENIERIA CIVIL



FORMATO

MEMORIAS DE CALCULO PARA RECIBO PARCIAL

PAGINA

2 DE

PROYECTO Comparación en el Diseño Estructural de una Edificación de Cuatro Niveles Ubicado en una Zona de Amenaza Sísmica Intermedia con Aa=0.20 Usando SAP2000-DC CAD3 Y CYPECAD.

OBJETIVO ESPECIFICO DEL PROYECTO Evaluar los costos en la construcción del sistema de resistencia sísmica y elementos estructurales estableciendo las diferencias que existen al analizar los resultados obtenidos con los Software SAP2000-DC CAD3 y CYPECAD. PROGRAMA INGENIERÍA CIVIL

AUTORES: CARLOS ANDRES CARO GARCIA
JUAN SEBASTIAN CARDENAS BECERRA

CAPÍTULO	MODELO CYPECAD	ITEM	Acero	UNID.		Kg	UBICACIÓN		OCAÑA - NORTE DE SANTANDER					
				ABSCISAS			ELEMENTO	DIMENSIONES		No. Varillas	No Elem.	PESO. PARCIAL	ACUMULADO	OBSERVACIONES
				Inicio	Final			Longitud/Ar ea	Peso Unitario					
A cobrar en presente acta														
				N+9,30	N+9,30	Viga de entrepiso Nivel 3-Port. 8-Pos 7	6,00	1,56	3	1	28,08	28,08		
				N+9,30	N+9,30	Viga de entrepiso Nivel 3-Port. 8-Pos 8	2,20	1,56	3	1	10,30	38,38		
				N+9,30	N+9,30	Viga de entrepiso Nivel 3-Port. 8-Pos 9	1,33	0,56	74	1	55,12	93,49		
				N+9,30	N+9,30	Viga de entrepiso Nivel 3-Port. 9-Pos 1	1,69	1,00	2	1	3,38	96,87		
				N+9,30	N+9,30	Viga de entrepiso Nivel 3-Port. 9-Pos 2	1,59	0,56	2	1	1,78	98,65		
				N+9,30	N+9,30	Viga de entrepiso Nivel 3-Port. 9-Pos 3	0,93	0,56	6	1	3,12	101,78		
				N+9,30	N+9,30	Viga de entrepiso Nivel 3-Port. 10-Pos 1	4,55	2,55	2	1	23,21	124,98		
				N+9,30	N+9,30	Viga de entrepiso Nivel 3-Port. 10-Pos 2	6,00	2,55	2	1	30,60	155,58		
				N+9,30	N+9,30	Viga de entrepiso Nivel 3-Port. 10-Pos 3	2,00	1,00	1	1	2,00	157,58		
				N+9,30	N+9,30	Viga de entrepiso Nivel 3-Port. 10-Pos 4	3,00	1,00	1	1	3,00	160,58		
				N+9,30	N+9,30	Viga de entrepiso Nivel 3-Port. 10-Pos 5	3,20	1,56	3	1	14,98	175,56		
				N+9,30	N+9,30	Viga de entrepiso Nivel 3-Port. 10-Pos 6	6,00	1,56	3	1	28,08	203,64		
				N+9,30	N+9,30	Viga de entrepiso Nivel 3-Port. 10-Pos 7	2,00	1,56	3	1	9,36	213,00		
				N+9,30	N+9,30	Viga de entrepiso Nivel 3-Port. 10-Pos 8	1,33	0,56	74	1	55,12	268,11		
				N+9,30	N+9,30	Viga de entrepiso Nivel 3-Port. 21-Pos 1	3,61	1,00	4	1	14,44	282,55		
				N+9,30	N+9,30	Viga de entrepiso Nivel 3-Port. 21-Pos 2	0,93	0,56	17	1	8,85	291,41		
				N+9,30	N+9,30	Viga de entrepiso Nivel 3-Port. 22-Pos 1	4,46	1,00	4	1	17,84	309,25		
				N+9,30	N+9,30	Viga de entrepiso Nivel 3-Port. 22-Pos 2	0,93	0,56	22	1	11,46	320,70		
				N+9,30	N+9,30	Viga de entrepiso Nivel 3-Port. 11-Pos 1	4,55	2,55	2	1	23,21	343,91		
				N+9,30	N+9,30	Viga de entrepiso Nivel 3-Port. 11-Pos 2	6,00	2,55	2	1	30,60	374,51		
				N+9,30	N+9,30	Viga de entrepiso Nivel 3-Port. 11-Pos 3	1,90	1,00	2	1	3,80	378,31		
Subtotal Pagina 6												378,31	Kg	
Total Ejecutado Vienen Pagina 6												5.323,12	Kg	
TOTAL EJECUTADO ACUMULADO												5.701,43	Kg	

OBSERVACION



UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA

FACULTAD DE INGENIERIA

PROGRAMA DE INGENIERIA CIVIL



FORMATO

MEMORIAS DE CALCULO PARA RECIBO PARCIAL

PAGINA

2 DE

PROYECTO Comparación en el Diseño Estructural de una Edificación de Cuatro Niveles Ubicado en una Zona de Amenaza Sísmica Intermedia con Aa=0.20 Usando SAP2000-DC CAD3 Y CYPECAD.

OBJETIVO ESPECIFICO DEL PROYECTO Evaluar los costos en la construcción del sistema de resistencia sísmica y elementos estructurales estableciendo las diferencias que existen al analizar los resultados obtenidos con los Software SAP2000-DC CAD3 y CYPECAD. **PROGRAMA** INGENIERÍA CIVIL

AUTORES: CARLOS ANDRES CARO GARCIA
JUAN SEBASTIAN CARDENAS BECERRA

CAPÍTULO	MODELO CYPECAD	ITEM	Acero	UNID.		Kg	UBICACIÓN		OCAÑA - NORTE DE SANTANDER					
				ABSCISAS			ELEMENTO	DIMENSIONES		No. Varillas	No Elem.	PESO. PARCIAL	ACUMULADO	OBSERVACIONES
				Inicio	Final			Longitud/Ar ea	Peso Unitario					
A cobrar en presente acta														
				N+9,30	N+9,30	Viga de entrepiso Nivel 3-Port. 11-Pos 4	3,00	1,00	2	1	6,00	6,00		
				N+9,30	N+9,30	Viga de entrepiso Nivel 3-Port. 11-Pos 5	3,20	1,56	3	1	14,98	20,98		
				N+9,30	N+9,30	Viga de entrepiso Nivel 3-Port. 11-Pos 6	6,00	1,56	3	1	28,08	49,06		
				N+9,30	N+9,30	Viga de entrepiso Nivel 3-Port. 11-Pos 7	2,00	1,56	3	1	9,36	58,42		
				N+9,30	N+9,30	Viga de entrepiso Nivel 3-Port. 11-Pos 8	1,33	0,56	75	1	55,86	114,28		
				N+9,30	N+9,30	Viga de entrepiso Nivel 3-Port. 11-Pos 9	1,38	1,00	7	1	9,66	123,94		
				N+9,30	N+9,30	Viga de entrepiso Nivel 3-Port. 12-Pos 1	1,49	1,00	2	1	2,98	126,92		
				N+9,30	N+9,30	Viga de entrepiso Nivel 3-Port. 12-Pos 2	1,39	0,56	2	1	1,56	128,47		
				N+9,30	N+9,30	Viga de entrepiso Nivel 3-Port. 12-Pos 3	0,93	0,56	5	1	2,60	131,08		
				N+9,30	N+9,30	Viga de entrepiso Nivel 3-Port. 13-Pos 1	1,39	0,56	2	1	1,56	132,63		
				N+9,30	N+9,30	Viga de entrepiso Nivel 3-Port. 13-Pos 2	1,49	1,00	2	1	2,98	135,61		
				N+9,30	N+9,30	Viga de entrepiso Nivel 3-Port. 13-Pos 3	0,93	0,56	5	1	2,60	138,22		
				N+9,30	N+9,30	Viga de entrepiso Nivel 3-Port. 14-Pos 1	1,39	0,56	2	1	1,56	139,77		
				N+9,30	N+9,30	Viga de entrepiso Nivel 3-Port. 14-Pos 2	1,49	1,00	2	1	2,98	142,75		
				N+9,30	N+9,30	Viga de entrepiso Nivel 3-Port. 14-Pos 3	0,93	0,56	5	1	2,60	145,36		
				N+9,30	N+9,30	Viga de entrepiso Nivel 3-Port. 15-Pos 1	5,99	1,00	5	1	29,95	175,31		
				N+9,30	N+9,30	Viga de entrepiso Nivel 3-Port. 15-Pos 2	1,23	0,56	32	1	22,04	197,35		
				N+9,30	N+9,30	Viga de entrepiso Nivel 3-Port. 16-Pos 1	4,55	2,55	2	1	23,21	220,56		
				N+9,30	N+9,30	Viga de entrepiso Nivel 3-Port. 16-Pos 2	6,00	2,55	2	1	30,60	251,16		
				N+9,30	N+9,30	Viga de entrepiso Nivel 3-Port. 16-Pos 3	1,90	1,00	2	1	3,80	254,96		
				N+9,30	N+9,30	Viga de entrepiso Nivel 3-Port. 16-Pos 4	3,00	1,56	2	1	9,36	264,32		
OBSERVACION	Subtotal Pagina 6											264,32	Kg	
	Total Ejecutado Vienen Pagina 6											5.701,43	Kg	
	TOTAL EJECUTADO ACUMULADO											5.965,74	Kg	



UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA

FACULTAD DE INGENIERIA

PROGRAMA DE INGENIERIA CIVIL



FORMATO

MEMORIAS DE CALCULO PARA RECIBO PARCIAL

PAGINA

2 DE

PROYECTO Comparación en el Diseño Estructural de una Edificación de Cuatro Niveles Ubicado en una Zona de Amenaza Sísmica Intermedia con Aa=0.20 Usando SAP2000-DC CAD3 Y CYPECAD.

OBJETIVO ESPECIFICO DEL PROYECTO Evaluar los costos en la construcción del sistema de resistencia sísmica y elementos estructurales estableciendo las diferencias que existen al analizar los resultados obtenidos con los Software SAP2000-DC CAD3 y CYPECAD. **PROGRAMA** INGENIERÍA CIVIL

AUTORES: CARLOS ANDRES CARO GARCIA
JUAN SEBASTIAN CARDENAS BECERRA

CAPÍTULO	MODELO CYPECAD	ITEM	Acero	UNID.		Kg	UBICACIÓN		OCAÑA - NORTE DE SANTANDER					
				ABSCISAS			ELEMENTO	DIMENSIONES		No. Varillas	No Elem.	PESO. PARCIAL	ACUMULADO	OBSERVACIONES
				Inicio	Final			Longitud/Ar ea	Peso Unitario					
A cobrar en presente acta														
				N+9,30	N+9,30	Viga de entrepiso Nivel 3-Port. 16-Pos 5	3,20	1,56	3	1	14,98	14,98		
				N+9,30	N+9,30	Viga de entrepiso Nivel 3-Port. 16-Pos 6	6,00	1,56	3	1	28,08	43,06		
				N+9,30	N+9,30	Viga de entrepiso Nivel 3-Port. 16-Pos 7	2,00	1,56	3	1	9,36	52,42		
				N+9,30	N+9,30	Viga de entrepiso Nivel 3-Port. 16-Pos 8	1,33	0,56	70	1	52,14	104,55		
				N+9,30	N+9,30	Viga de entrepiso Nivel 3-Port. 16-Pos 9	1,38	1,00	7	1	9,66	114,21		
				N+9,30	N+9,30	Viga de entrepiso Nivel 3-Port. 17-Pos 1	5,13	1,00	4	1	20,52	134,73		
				N+9,30	N+9,30	Viga de entrepiso Nivel 3-Port. 17-Pos 2	0,93	0,56	28	1	14,58	149,31		
				N+9,30	N+9,30	Viga de entrepiso Nivel 3-Port. 18-Pos 1	4,09	1,00	4	1	16,36	165,67		
				N+9,30	N+9,30	Viga de entrepiso Nivel 3-Port. 18-Pos 2	0,93	0,56	20	1	10,42	176,09		
				N+9,30	N+9,30	Viga de entrepiso Nivel 3-Port. 19-Pos 1	3,50	1,56	2	1	10,92	187,01		
				N+9,30	N+9,30	Viga de entrepiso Nivel 3-Port. 19-Pos 2	5,00	1,56	4	1	31,20	218,21		
				N+9,30	N+9,30	Viga de entrepiso Nivel 3-Port. 19-Pos 3	4,00	1,56	2	1	12,48	230,69		
				N+9,30	N+9,30	Viga de entrepiso Nivel 3-Port. 19-Pos 4	6,00	1,56	2	1	18,72	249,41		
				N+9,30	N+9,30	Viga de entrepiso Nivel 3-Port. 19-Pos 5	5,00	1,00	1	1	5,00	254,41		
				N+9,30	N+9,30	Viga de entrepiso Nivel 3-Port. 19-Pos 6	1,98	1,00	1	1	1,98	256,39		
				N+9,30	N+9,30	Viga de entrepiso Nivel 3-Port. 19-Pos 7	3,00	1,00	1	1	3,00	259,39		
				N+9,30	N+9,30	Viga de entrepiso Nivel 3-Port. 19-Pos 8	3,00	1,00	2	1	6,00	265,39		
				N+9,30	N+9,30	Viga de entrepiso Nivel 3-Port. 19-Pos 9	4,50	1,56	2	1	14,04	279,43		
				N+9,30	N+9,30	Viga de entrepiso Nivel 3-Port. 19-Pos 10	6,00	1,56	2	1	18,72	298,15		
				N+9,30	N+9,30	Viga de entrepiso Nivel 3-Port. 19-Pos 11	3,00	1,56	2	1	9,36	307,51		
				N+9,30	N+9,30	Viga de entrepiso Nivel 3-Port. 19-Pos 12	1,23	0,56	156	1	107,45	414,96		
Subtotal Pagina 6												414,96	Kg	
Total Ejecutado Vienen Pagina 6												5.965,74	Kg	
TOTAL EJECUTADO ACUMULADO												6.380,70	Kg	

OBSERVACION



UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA

FACULTAD DE INGENIERIA

PROGRAMA DE INGENIERIA CIVIL



FORMATO

MEMORIAS DE CALCULO PARA RECIBO PARCIAL

PAGINA

2 DE

PROYECTO Comparación en el Diseño Estructural de una Edificación de Cuatro Niveles Ubicado en una Zona de Amenaza Sísmica Intermedia con Aa=0.20 Usando SAP2000-DC CAD3 Y CYPECAD.

OBJETIVO ESPECIFICO DEL PROYECTO Evaluar los costos en la construcción del sistema de resistencia sísmica y elementos estructurales estableciendo las diferencias que existen al analizar los resultados obtenidos con los Software SAP2000-DC CAD3 y CYPECAD. **PROGRAMA** INGENIERÍA CIVIL

AUTORES: CARLOS ANDRES CARO GARCIA
JUAN SEBASTIAN CARDENAS BECERRA

CAPÍTULO	MODELO CYPECAD	ITEM	Acero	UNID.		Kg	UBICACIÓN		OCAÑA - NORTE DE SANTANDER					
				ABSCISAS			ELEMENTO	DIMENSIONES		No. Varillas	No Elem.	PESO. PARCIAL	ACUMULADO	OBSERVACIONES
				Inicio	Final			Longitud/Ar ea	Peso Unitario					
A cobrar en presente acta														
				N+9,30	N+9,30	Viga de entrepiso Nivel 3-Port. 20-Pos 1	3,90	0,56	2	1	4,37	4,37		
				N+9,30	N+9,30	Viga de entrepiso Nivel 3-Port. 20-Pos 2	4,00	1,00	2	1	8,00	12,37		
				N+9,30	N+9,30	Viga de entrepiso Nivel 3-Port. 20-Pos 3	0,93	0,56	18	1	9,37	21,74		
				N+9,30	N+9,30	Viga de entrepiso Nivel 3-Port. 23-Pos 1	2,14	1,00	2	1	4,28	26,02		
				N+9,30	N+9,30	Viga de entrepiso Nivel 3-Port. 23-Pos 2	2,04	0,56	2	1	2,28	28,31		
				N+9,30	N+9,30	Viga de entrepiso Nivel 3-Port. 23-Pos 3	0,93	0,56	9	1	4,69	32,99		
				N+9,30	N+9,30	Viga de entrepiso Nivel 3-Port. 24-Pos 1	3,15	1,56	2	1	9,83	42,82		
				N+9,30	N+9,30	Viga de entrepiso Nivel 3-Port. 24-Pos 2	6,00	1,56	8	1	74,88	117,70		
				N+9,30	N+9,30	Viga de entrepiso Nivel 3-Port. 24-Pos 3	4,50	1,56	2	1	14,04	131,74		
				N+9,30	N+9,30	Viga de entrepiso Nivel 3-Port. 24-Pos 4	2,50	1,00	2	1	5,00	136,74		
				N+9,30	N+9,30	Viga de entrepiso Nivel 3-Port. 24-Pos 5	2,95	1,00	1	1	2,95	139,69		
				N+9,30	N+9,30	Viga de entrepiso Nivel 3-Port. 24-Pos 6	3,00	1,00	1	1	3,00	142,69		
				N+9,30	N+9,30	Viga de entrepiso Nivel 3-Port. 24-Pos 7	6,00	1,56	2	1	18,72	161,41		
				N+9,30	N+9,30	Viga de entrepiso Nivel 3-Port. 24-Pos 8	1,65	1,56	2	1	5,15	166,56		
				N+9,30	N+9,30	Viga de entrepiso Nivel 3-Port. 24-Pos 9	1,23	0,56	156	1	107,45	274,01		
				N+9,30	N+9,30	Viga de entrepiso Nivel 3-Port. 25-Pos 1	2,27	1,00	4	1	9,08	283,09		
				N+9,30	N+9,30	Viga de entrepiso Nivel 3-Port. 25-Pos 2	0,93	0,56	9	1	4,69	287,78		
				N+9,30	N+9,30	Viga de entrepiso Nivel 3-Port. 26-Pos 1	5,68	1,00	4	1	22,72	310,50		
				N+9,30	N+9,30	Viga de entrepiso Nivel 3-Port. 26-Pos 2	0,93	0,56	29	1	15,10	325,60		
				N+9,30	N+9,30	Viga de entrepiso Nivel 3-Port. 27-Pos 1	3,20	1,56	2	1	9,98	335,59		
				N+9,30	N+9,30	Viga de entrepiso Nivel 3-Port. 27-Pos 2	6,00	1,56	6	1	56,16	391,75		
OBSERVACION	Subtotal Pagina 6											391,75	Kg	
	Total Ejecutado Vienen Pagina 6											6.380,70	Kg	
	TOTAL EJECUTADO ACUMULADO											6.772,45	Kg	



UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA

FACULTAD DE INGENIERIA

PROGRAMA DE INGENIERIA CIVIL



FORMATO

MEMORIAS DE CALCULO PARA RECIBO PARCIAL

PAGINA

2 DE

PROYECTO Comparación en el Diseño Estructural de una Edificación de Cuatro Niveles Ubicado en una Zona de Amenaza Sísmica Intermedia con Aa=0.20 Usando SAP2000-DC CAD3 Y CYPECAD.

OBJETIVO ESPECIFICO DEL PROYECTO Evaluar los costos en la construcción del sistema de resistencia sísmica y elementos estructurales estableciendo las diferencias que existen al analizar los resultados obtenidos con los Software SAP2000-DC CAD3 y CYPECAD. **PROGRAMA** INGENIERÍA CIVIL

AUTORES: CARLOS ANDRES CARO GARCIA
JUAN SEBASTIAN CARDENAS BECERRA

CAPÍTULO	MODELO CYPECAD	ITEM	Acero		UNID.	Kg	UBICACIÓN		OCAÑA - NORTE DE SANTANDER			
			ABSCISAS		ELEMENTO	DIMENSIONES		No. Varillas	No Elem.	PESO. PARCIAL	ACUMULADO	OBSERVACIONES
			Inicio	Final		Longitud/Ar ea	Peso Unitario					
A cobrar en presente acta												
			N+9,30	N+9,30	Viga de entrepiso Nivel 3-Port. 27-Pos 3	4,70	1,56	2	1	14,66	14,66	
			N+9,30	N+9,30	Viga de entrepiso Nivel 3-Port. 27-Pos 4	5,00	1,00	1	1	5,00	19,66	
			N+9,30	N+9,30	Viga de entrepiso Nivel 3-Port. 27-Pos 5	2,50	1,00	1	1	2,50	22,16	
			N+9,30	N+9,30	Viga de entrepiso Nivel 3-Port. 27-Pos 6	3,50	1,00	1	1	3,50	25,66	
			N+9,30	N+9,30	Viga de entrepiso Nivel 3-Port. 27-Pos 7	2,00	1,00	1	1	2,00	27,66	
			N+9,30	N+9,30	Viga de entrepiso Nivel 3-Port. 27-Pos 8	5,00	1,56	2	1	15,60	43,26	
			N+9,30	N+9,30	Viga de entrepiso Nivel 3-Port. 27-Pos 9	5,00	1,56	2	1	15,60	58,86	
			N+9,30	N+9,30	Viga de entrepiso Nivel 3-Port. 27-Pos 10	4,00	1,56	2	1	12,48	71,34	
			N+9,30	N+9,30	Viga de entrepiso Nivel 3-Port. 27-Pos 11	1,23	0,56	174	1	119,85	191,20	
			N+12,40	N+12,40	Viga de entrepiso Nivel 4-Port. 1-Pos 1	1,40	0,56	4	1	3,14	194,33	
			N+12,40	N+12,40	Viga de entrepiso Nivel 4-Port. 1-Pos 2	0,93	0,56	5	1	2,60	196,94	
			N+12,40	N+12,40	Viga de entrepiso Nivel 4-Port. 2-Pos 1	2,97	0,56	2	1	3,33	200,26	
			N+12,40	N+12,40	Viga de entrepiso Nivel 4-Port. 2-Pos 2	3,07	1,00	2	1	6,14	206,40	
			N+12,40	N+12,40	Viga de entrepiso Nivel 4-Port. 2-Pos 3	0,93	0,56	15	1	7,81	214,21	
			N+12,40	N+12,40	Viga de entrepiso Nivel 4-Port. 3-Pos 1	5,99	1,00	4	1	23,96	238,17	
			N+12,40	N+12,40	Viga de entrepiso Nivel 4-Port. 3-Pos 2	0,93	0,56	32	1	16,67	254,84	
			N+12,40	N+12,40	Viga de entrepiso Nivel 4-Port. 4-Pos 1	3,00	1,56	4	1	18,72	273,56	
			N+12,40	N+12,40	Viga de entrepiso Nivel 4-Port. 4-Pos 2	5,20	1,56	2	1	16,22	289,78	
			N+12,40	N+12,40	Viga de entrepiso Nivel 4-Port. 4-Pos 3	4,40	1,56	2	1	13,73	303,51	
			N+12,40	N+12,40	Viga de entrepiso Nivel 4-Port. 4-Pos 4	6,00	1,56	2	1	18,72	322,23	
			N+12,40	N+12,40	Viga de entrepiso Nivel 4-Port. 4-Pos 5	1,23	0,56	72	1	49,59	371,82	
OBSERVACION	Subtotal Pagina 6										371,82	Kg
	Total Ejecutado Vienen Pagina 6										6.772,45	Kg
	TOTAL EJECUTADO ACUMULADO										7.144,28	Kg

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA

FACULTAD DE INGENIERIA

PROGRAMA DE INGENIERIA CIVIL

FORMATO

MEMORIAS DE CALCULO PARA RECIBO PARCIAL

PAGINA

2 DE

PROYECTO Comparación en el Diseño Estructural de una Edificación de Cuatro Niveles Ubicado en una Zona de Amenaza Sísmica Intermedia con Aa=0.20 Usando SAP2000-DC CAD3 Y CYPECAD.

OBJETIVO ESPECIFICO DEL PROYECTO Evaluar los costos en la construcción del sistema de resistencia sísmica y elementos estructurales estableciendo las diferencias que existen al analizar los resultados obtenidos con los Software SAP2000-DC CAD3 y CYPECAD. **PROGRAMA** INGENIERÍA CIVIL

AUTORES: CARLOS ANDRES CARO GARCIA
JUAN SEBASTIAN CARDENAS BECERRA

CAPÍTULO	MODELO CYPECAD	ITEM	Acero	UNID.		Kg	UBICACIÓN		OCAÑA - NORTE DE SANTANDER					
				ABSCISAS			ELEMENTO	DIMENSIONES		No. Varillas	No Elem.	PESO. PARCIAL	ACUMULADO	OBSERVACIONES
				Inicio	Final			Longitud/Ar ea	Peso Unitario					
A cobrar en presente acta														
				N+12,40	N+12,40	Viga de entrepiso Nivel 4-Port. 5-Pos 1	2,70	1,56	2	1	8,42	8,42		
				N+12,40	N+12,40	Viga de entrepiso Nivel 4-Port. 5-Pos 2	6,00	1,56	2	1	18,72	27,14		
				N+12,40	N+12,40	Viga de entrepiso Nivel 4-Port. 5-Pos 3	2,50	1,56	2	1	7,80	34,94		
				N+12,40	N+12,40	Viga de entrepiso Nivel 4-Port. 5-Pos 4	4,40	1,56	2	1	13,73	48,67		
				N+12,40	N+12,40	Viga de entrepiso Nivel 4-Port. 5-Pos 5	6,00	1,56	2	1	18,72	67,39		
				N+12,40	N+12,40	Viga de entrepiso Nivel 4-Port. 5-Pos 6	1,23	0,56	69	1	47,53	114,92		
				N+12,40	N+12,40	Viga de entrepiso Nivel 4-Port. 6-Pos 1	2,70	1,56	2	1	8,42	123,34		
				N+12,40	N+12,40	Viga de entrepiso Nivel 4-Port. 6-Pos 2	6,00	1,56	2	1	18,72	142,06		
				N+12,40	N+12,40	Viga de entrepiso Nivel 4-Port. 6-Pos 3	2,50	1,56	2	1	7,80	149,86		
				N+12,40	N+12,40	Viga de entrepiso Nivel 4-Port. 6-Pos 4	4,40	1,56	2	1	13,73	163,59		
				N+12,40	N+12,40	Viga de entrepiso Nivel 4-Port. 6-Pos 5	6,00	1,56	2	1	18,72	182,31		
				N+12,40	N+12,40	Viga de entrepiso Nivel 4-Port. 6-Pos 6	1,23	0,56	69	1	47,53	229,84		
				N+12,40	N+12,40	Viga de entrepiso Nivel 4-Port. 7-Pos 1	2,20	1,56	2	1	6,86	236,70		
				N+12,40	N+12,40	Viga de entrepiso Nivel 4-Port. 7-Pos 2	6,00	1,56	2	1	18,72	255,42		
				N+12,40	N+12,40	Viga de entrepiso Nivel 4-Port. 7-Pos 3	3,00	1,56	2	1	9,36	264,78		
				N+12,40	N+12,40	Viga de entrepiso Nivel 4-Port. 7-Pos 4	4,40	1,56	2	1	13,73	278,51		
				N+12,40	N+12,40	Viga de entrepiso Nivel 4-Port. 7-Pos 5	6,00	1,56	2	1	18,72	297,23		
				N+12,40	N+12,40	Viga de entrepiso Nivel 4-Port. 7-Pos 6	1,23	0,56	78	1	53,73	350,96		
				N+12,40	N+12,40	Viga de entrepiso Nivel 4-Port. 8-Pos 1	3,60	1,56	4	1	22,46	373,42		
				N+12,40	N+12,40	Viga de entrepiso Nivel 4-Port. 8-Pos 2	2,00	1,56	2	1	6,24	379,66		
				N+12,40	N+12,40	Viga de entrepiso Nivel 4-Port. 8-Pos 3	5,00	1,56	2	1	15,60	395,26		
Subtotal Pagina 6												395,26		Kg
Total Ejecutado Vienen Pagina 6												7.144,28		Kg
TOTAL EJECUTADO ACUMULADO												7.539,54		Kg

OBSERVACION



UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA

FACULTAD DE INGENIERIA

PROGRAMA DE INGENIERIA CIVIL



FORMATO

MEMORIAS DE CALCULO PARA RECIBO PARCIAL

PAGINA

2 DE

PROYECTO Comparación en el Diseño Estructural de una Edificación de Cuatro Niveles Ubicado en una Zona de Amenaza Sísmica Intermedia con Aa=0.20 Usando SAP2000-DC CAD3 Y CYPECAD.

OBJETIVO ESPECIFICO DEL PROYECTO Evaluar los costos en la construcción del sistema de resistencia sísmica y elementos estructurales estableciendo las diferencias que existen al analizar los resultados obtenidos con los Software SAP2000-DC CAD3 y CYPECAD. **PROGRAMA** INGENIERÍA CIVIL

AUTORES: CARLOS ANDRES CARO GARCIA
JUAN SEBASTIAN CARDENAS BECERRA

CAPÍTULO	MODELO CYPECAD	ITEM	Acero		UNID.	Kg	UBICACIÓN		OCAÑA - NORTE DE SANTANDER					
			ABSCISAS		ELEMENTO	DIMENSIONES		No. Varillas	No Elem.	PESO. PARCIAL	ACUMULADO	OBSERVACIONES		
			Inicio	Final		Longitud/Ar ea	Peso Unitario							
A cobrar en presente acta														
			N+12,40	N+12,40	Viga de entrepiso Nivel 4-Port. 8-Pos 4	1,23	0,56	41	1	28,24	28,24			
			N+12,40	N+12,40	Viga de entrepiso Nivel 4-Port. 9-Pos 1	4,40	1,56	2	1	13,73	41,97			
			N+12,40	N+12,40	Viga de entrepiso Nivel 4-Port. 9-Pos 2	6,00	1,56	6	1	56,16	98,13			
			N+12,40	N+12,40	Viga de entrepiso Nivel 4-Port. 9-Pos 3	4,75	1,56	2	1	14,82	112,95			
			N+12,40	N+12,40	Viga de entrepiso Nivel 4-Port. 9-Pos 4	3,00	1,56	2	1	9,36	122,31			
			N+12,40	N+12,40	Viga de entrepiso Nivel 4-Port. 9-Pos 5	2,20	1,56	2	1	6,86	129,17			
			N+12,40	N+12,40	Viga de entrepiso Nivel 4-Port. 9-Pos 6	3,90	1,56	2	1	12,17	141,34			
			N+12,40	N+12,40	Viga de entrepiso Nivel 4-Port. 9-Pos 7	1,23	0,56	133	1	91,61	232,95			
			N+12,40	N+12,40	Viga de entrepiso Nivel 4-Port. 10-Pos 1	5,66	1,00	2	1	11,32	244,27			
			N+12,40	N+12,40	Viga de entrepiso Nivel 4-Port. 10-Pos 2	5,76	1,56	2	1	17,97	262,24			
			N+12,40	N+12,40	Viga de entrepiso Nivel 4-Port. 10-Pos 3	1,23	0,56	30	1	20,66	282,91			
			N+12,40	N+12,40	Viga de entrepiso Nivel 4-Port. 11-Pos 1	2,50	1,56	2	1	7,80	290,71			
			N+12,40	N+12,40	Viga de entrepiso Nivel 4-Port. 11-Pos 2	6,00	1,56	4	1	37,44	328,15			
			N+12,40	N+12,40	Viga de entrepiso Nivel 4-Port. 11-Pos 3	4,40	1,56	2	1	13,73	341,87			
			N+12,40	N+12,40	Viga de entrepiso Nivel 4-Port. 11-Pos 4	5,50	1,56	2	1	17,16	359,03			
			N+12,40	N+12,40	Viga de entrepiso Nivel 4-Port. 11-Pos 5	1,50	1,56	2	1	4,68	363,71			
			N+12,40	N+12,40	Viga de entrepiso Nivel 4-Port. 11-Pos 6	1,23	0,56	101	1	69,57	433,28			
			N+12,40	N+12,40	Viga de entrepiso Nivel 4-Port. 12-Pos 1	2,22	1,00	2	1	4,44	437,72			
			N+12,40	N+12,40	Viga de entrepiso Nivel 4-Port. 12-Pos 2	2,12	0,56	2	1	2,37	440,10			
			N+12,40	N+12,40	Viga de entrepiso Nivel 4-Port. 12-Pos 3	0,93	0,56	9	1	4,69	444,78			
			N+12,40	N+12,40	Viga de entrepiso Nivel 4-Port. 13-Pos 1	2,30	1,56	2	1	7,18	451,96			
Subtotal Pagina 6											451,96	Kg		
Total Ejecutado Vienen Pagina 6											7.539,54	Kg		
TOTAL EJECUTADO ACUMULADO											7.991,50	Kg		

OBSERVACION



UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA

FACULTAD DE INGENIERIA

PROGRAMA DE INGENIERIA CIVIL



FORMATO

MEMORIAS DE CALCULO PARA RECIBO PARCIAL

PAGINA

2 DE

PROYECTO Comparación en el Diseño Estructural de una Edificación de Cuatro Niveles Ubicado en una Zona de Amenaza Sísmica Intermedia con Aa=0.20 Usando SAP2000-DC CAD3 Y CYPECAD.

OBJETIVO ESPECIFICO DEL PROYECTO Evaluar los costos en la construcción del sistema de resistencia sísmica y elementos estructurales estableciendo las diferencias que existen al analizar los resultados obtenidos con los Software SAP2000-DC CAD3 y CYPECAD.

PROGRAMA INGENIERÍA CIVIL

AUTORES: CARLOS ANDRES CARO GARCIA
JUAN SEBASTIAN CARDENAS BECERRA

CAPÍTULO	MODELO CYPECAD	ITEM	Acero	UNID.		Kg	UBICACIÓN		OCAÑA - NORTE DE SANTANDER					
				ABSCISAS			ELEMENTO	DIMENSIONES		No. Varillas	No Elem.	PESO. PARCIAL	ACUMULADO	OBSERVACIONES
				Inicio	Final			Longitud/Ar ea	Peso Unitario					
A cobrar en presente acta														
				N+12,40	N+12,40	Viga de entrepiso Nivel 4-Port. 13-Pos 2	6,00	1,56	2	1	18,72	18,72		
				N+12,40	N+12,40	Viga de entrepiso Nivel 4-Port. 13-Pos 3	4,90	1,56	2	1	15,29	34,01		
				N+12,40	N+12,40	Viga de entrepiso Nivel 4-Port. 13-Pos 4	5,40	1,56	2	1	16,85	50,86		
				N+12,40	N+12,40	Viga de entrepiso Nivel 4-Port. 13-Pos 5	5,80	1,56	2	1	18,10	68,95		
				N+12,40	N+12,40	Viga de entrepiso Nivel 4-Port. 13-Pos 6	2,00	1,56	2	1	6,24	75,19		
				N+12,40	N+12,40	Viga de entrepiso Nivel 4-Port. 13-Pos 7	1,23	0,56	104	1	71,64	146,83		
						Traslapo 10%					813,80	960,63		
				N+3,10	N+3,10	Losa aligerada Nivel 1					566,00	1.526,63		
				N+6,20	N+6,20	Losa aligerada Nivel 2					567,00	2.093,63		
				N+9,30	N+9,30	Losa aligerada Nivel 3					558,00	2.651,63		
				N+12,40	N+12,40	Losa maciza Nivel 4					576,00	3.227,63		
				N+3,10	N+3,10	Columna Nivel 1					3.031,00	6.258,63		
				N+6,20	N+6,20	Columna Nivel 2					1.077,00	7.335,63		
				N+9,30	N+9,30	Columna Nivel 3					3.059,00	10.394,63		
				N+12,40	N+12,40	Columna Nivel 4					892,00	11.286,63		
						Zapatas aisladas					2.431,00	13.717,63		
						Vigas cantiliver					2.114,00	15.831,63		
						Vigas de amarre					395,00	16.226,63		
											-			
											-			
											-			
OBSERVACION Datos tomados del Software CYPECAD														
Subtotal Pagina 6														
											16.226,63	Kg		
Total Ejecutado Vienen Pagina 6											7.991,50	Kg		
TOTAL EJECUTADO ACUMULADO											24.218,12	Kg		

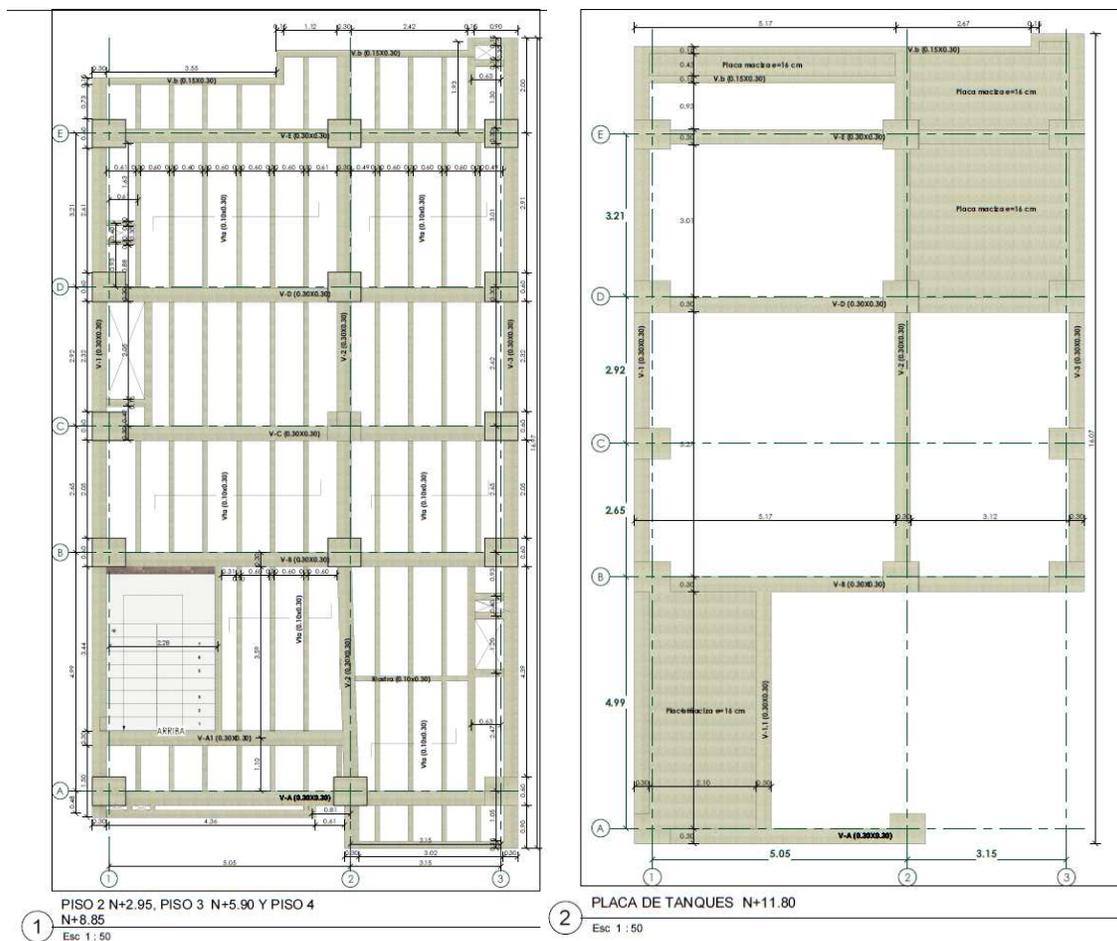
Apéndice B

MODELACIÓN EN SAP2000

El presente documento sirve como guía práctica para el uso del programa SAP2000 versión 23.3.1 en la modelación de una estructura tipo pórtico resistente a momento, por lo que ha sido implementado para el desarrollo del proyecto que Comparación en el Diseño Estructural de una Edificación de Cuatro Niveles Ubicado en una Zona de Amenaza Sísmica Intermedia con $A_a=0.20$ Usando SAP2000-DC CAD3 Y CYPECAD, siendo el presente documento presentado como Apéndice al proyecto enunciado anteriormente.

La configuración estructural a modelar en el programa SAP2000, se encuentra en el documento del proyecto de análisis, específicamente en el índice **4.2.1 Análisis y diseño estructural**, allí se detallan en la **Tabla 5**, **Tabla 6** y **Tabla 7**, todas las dimensiones a utilizar en el sistema estructural del proyecto.

Figura 1. Estructura a modelar.



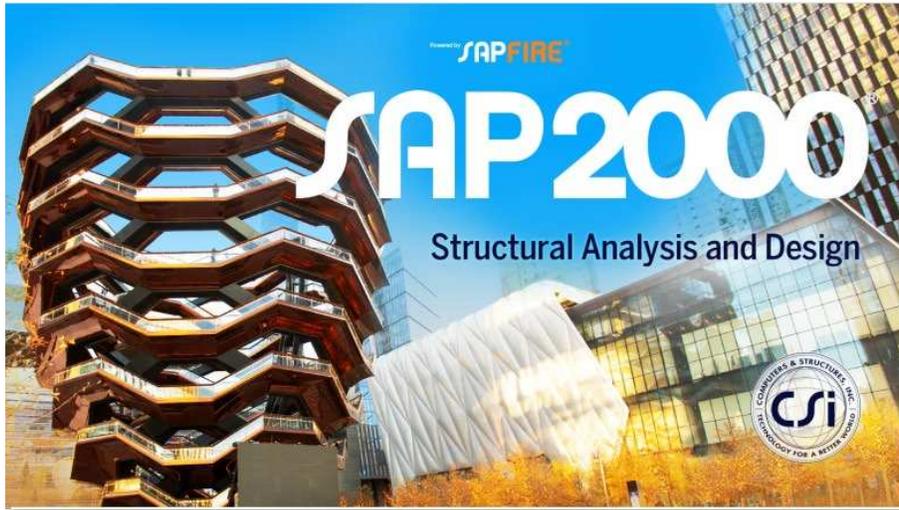
Fuente. Elaboración propia

1. Configuración

1.1 Realizar la ejecución del programa SAP2000 v.23.3.1

Se realiza el inicio del Software . (ver **Figura 2**).

Figura 2. Inicio del Software.

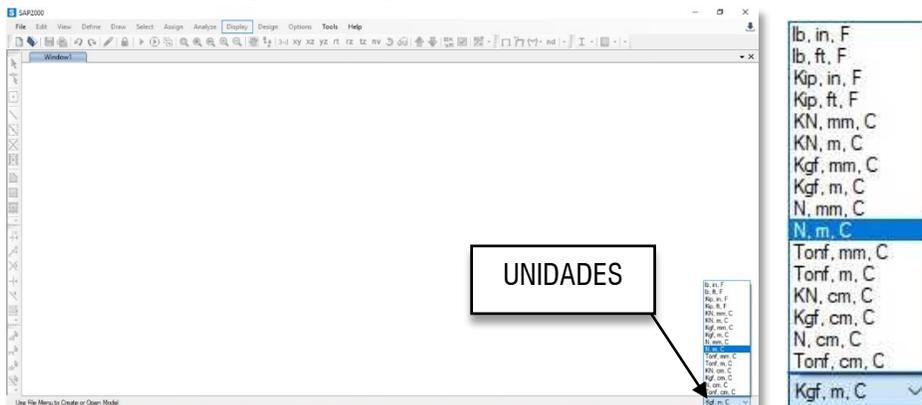


Fuente. Elaboración propia

1.2 Configuración de unidades de medidas y material

Previamente al inicio a modelar la estructura, se debe ajustar las unidades de medidas, por lo que se procede a ajustar en la parte inferior derecha del inicio del programa. Como modo de ejemplo toman la siguiente configuración: kgf, m, C (ver **Figura 3**).

Figura 3. Configuración de unidades de medida.

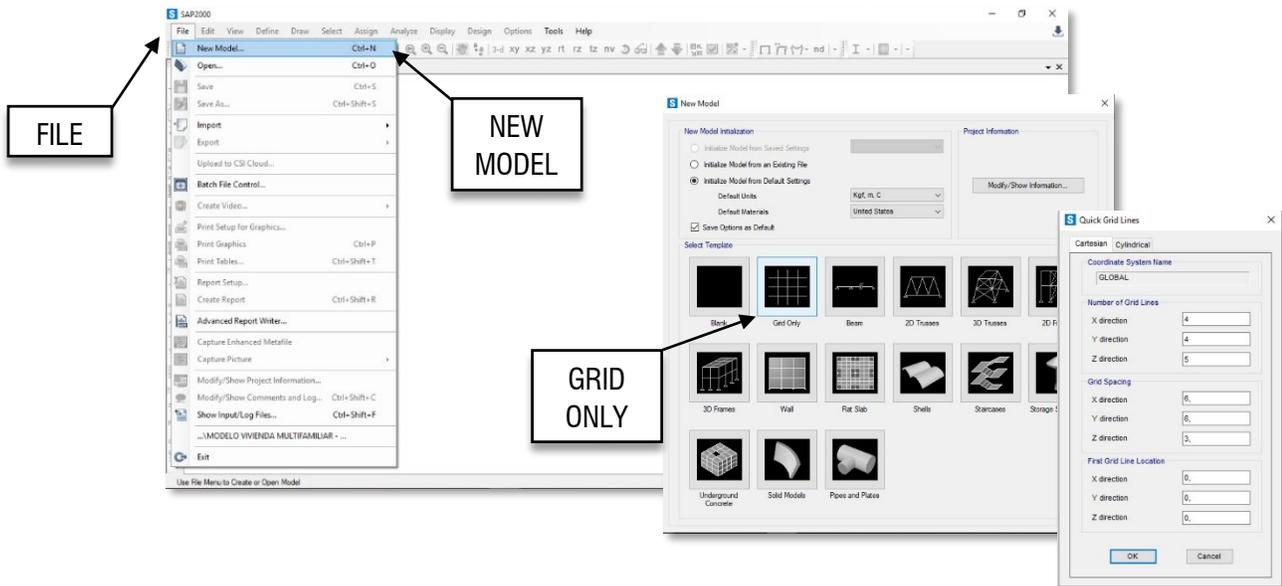


Fuente. Elaboración propia

1.3 Crear nuevo proyecto.

Para crear un nuevo modelo, hay que dirigirse a la herramienta “File” (archivo) y luego “New Model”, en esta pestaña se debe verificar que las unidades de medida que seleccionaron en el paso anterior esté activada, y seguidamente se selecciona “Grid Only” (ver **Figura 4**).

Figura 4. Creación de nuevo proyecto.



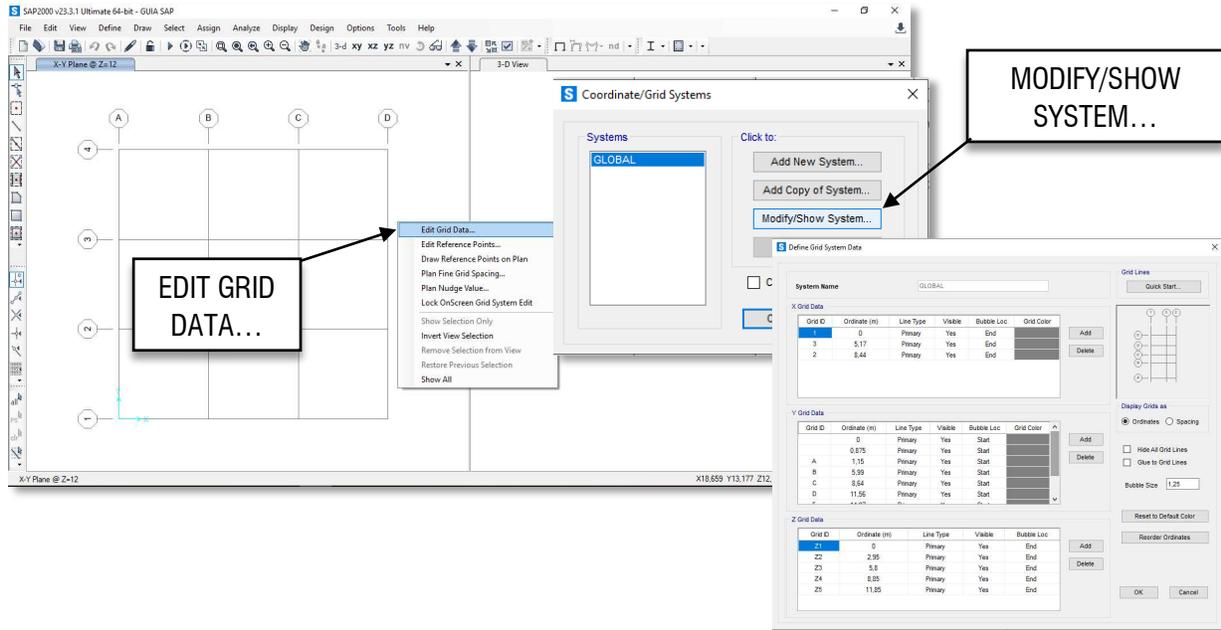
Fuente. Elaboración propia

Se dejan todos los parámetros por defecto en “Cartesian”, ya que las distancia que se necesitan para modelar la estructura de ejemplo tienen distancia entre ejes de diferente longitud, por lo que en posteriormente se editará para cumplir lo requerido para la modelación de la estructura en análisis. Se da “ok”, (ver **Figura 5**).

1.4 Editar ejes del proyecto.

Como se mencionó anteriormente, se debe modificar las grillas creadas, con el fin de aterrizar a las solicitudes necesarias para el ejemplo de esta guía, teniendo como base la configuración dada en la **Figura 3** del proyecto en análisis, por lo que se da clic derecho sobre la ventana, se despliega una ventana donde se selecciona “Edit Grid Data...” – “Modify/Show System...”. (ver **Figura 5**).

Figura 5. Configuración de ejes.

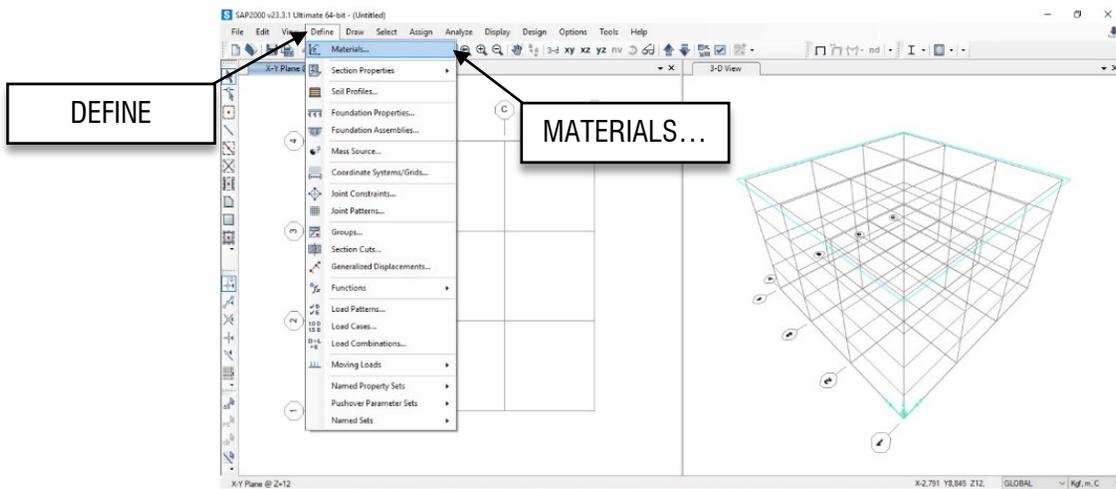


Fuente. Elaboración propia

1.5 Definir tipo de material.

Luego, se debe asignar el tipo de material que van a utilizar para nuestro proyecto, van a definir materiales "Define" - "Materials..." (ver Figura 6).

Figura 6. Configuración de material.



Fuente. Elaboración propia

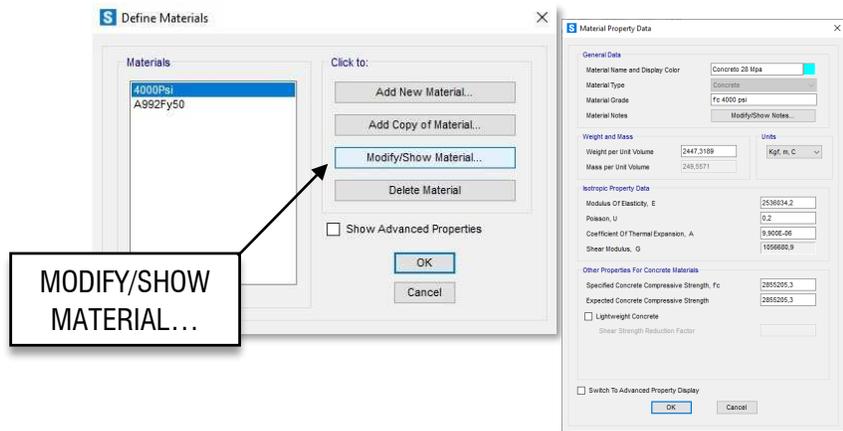
Se procede a configurar los materiales de concreto cumpliendo las solicitudes necesarias para la estructura a modelar basadas en la Norma NSR 10 (Colombia), por lo que para caso de agilizar la programación, se modifica el tipo de material asumido por el programa inicialmente, después de que han realizado el ingreso para definir los materiales a utilizar, se despliega un recuadro, donde se podrá crear, realizar copia, modificar y eliminar un material, como caso de ejemplo se configura un tipo de concreto realizando la modificación a un material predeterminado, y se realiza la modificación con las características necesarias (ver **Figura 7**):

$$f'c = 28 \text{ MPa}$$

$$\text{Módulo de elasticidad del concreto: } 4700 \sqrt{f'c} = 24870.06 \text{ MPa} = 2536034,2 \text{ kg/cm}^2$$

$$\text{Peso específico: } 24 \text{ kN/m}^3 = 2447,3189 \text{ kgf/m}^3$$

Figura 7. Configuración de material, con propiedades.



Fuente. Elaboración propia

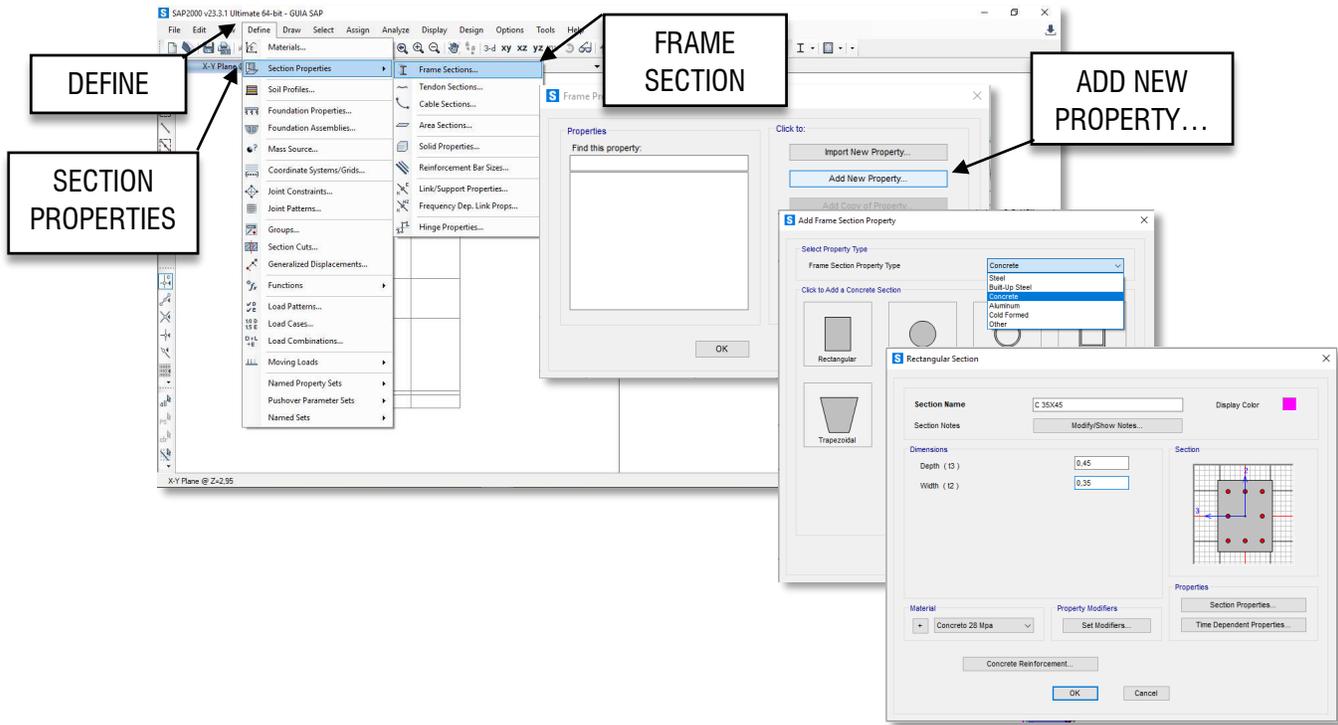
1.6 Definir tipo de sección.

Inmediatamente, se define el tipo de secciones que van a utilizar, el programa permite importar secciones establecidas en su biblioteca, en este caso de estudio practico para el proyecto, tendrán secciones básicas, por las secciones dadas al proyecto. Pero, en caso de tener secciones con una configuración diferente, el programa permite designar cualquier forma necesaria.

Para proceder se dirige a “Define” – “Section Properties” – “Frame Sections...” – “Add New Property...”, seguidamente, saldrá un recuadro donde se puede visualizar las secciones usadas típicamente, donde en “Frame Section Property Type” se designa el tipo de material a utilizar y su geometría – “Concrete” – “Rectangular”, seguidamente se ingresa las dimensiones a utilizar (Ver **Tabla 1**) (ver **Figura 8**).

Para el proyecto, se tendrá diferentes tipos de secciones, cumpliendo lo especificado anteriormente en este documento, por lo que debemos crear cada sección necesaria.

Figura 8. Configuración de sección.



Fuente. Elaboración propia

Tabla 1. Resumen de secciones de la estructura.

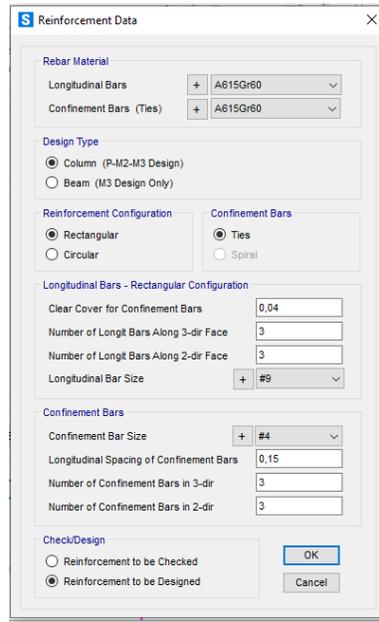
Elemento	Sección
Columna C-1	b:0,35m ; h: 0,45m
Columna C-2	b:0,35m ; h: 0,50m
Viga de entrepiso	bw:0,30m ; hw: 0,40m
Viga de cubierta	bw:0,30m ; hw: 0,40m

Fuente. Elaboración propia

Seguidamente, aparece un recuadro “Reinforcement Data”, donde se podrá modificar los datos necesarios para un posterior diseño estructural, donde inicialmente se dejará la mayor parte en defecto, solamente se tendrá en cuenta si el elemento configurado es una viga o una columna en “Design Type”.

Aceptan todo y crean las demás secciones solicitada para realizar la modelación del proyecto, considerando la configuración realizada anteriormente, satisfaciendo las necesidades (ver **Figura 9**).

Figura 9. Configuración de tipo de elemento de la sección.



Fuente. Elaboración propia

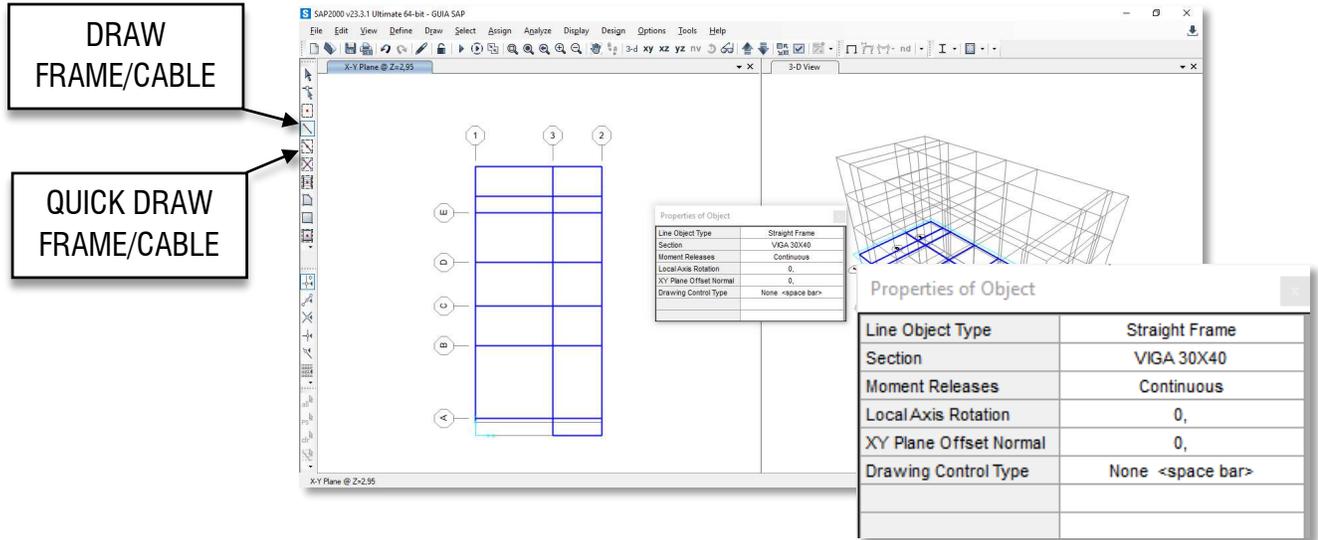
2. Modelación.

2.1 Dibujo de elementos

Se inicia ubicando los elementos dados en la **Figura 3** del proyecto en análisis. El programa dispone de diferentes opciones para realizar el dibujo de lo mencionado, estas herramientas se pueden encontrar en el costado izquierdo de la pantalla. Donde se podrá encontrar las herramientas “Draw Frame/Cable ” y “Quick Draw Frame/Cable ” donde se puede dibujar tramo por tramo, o se puede realizar un dibujo rápido respectivamente.

Como modo de ejemplo para esta guía, se escoge “Draw Frame/Cable”, donde se debe tener presente que se dibujará nodo por nodo, para iniciar de nuevo se debe dar clic derecho para desconectar del modo anterior (ver **Figura 10**).

Figura 10. Dibujo de elementos.



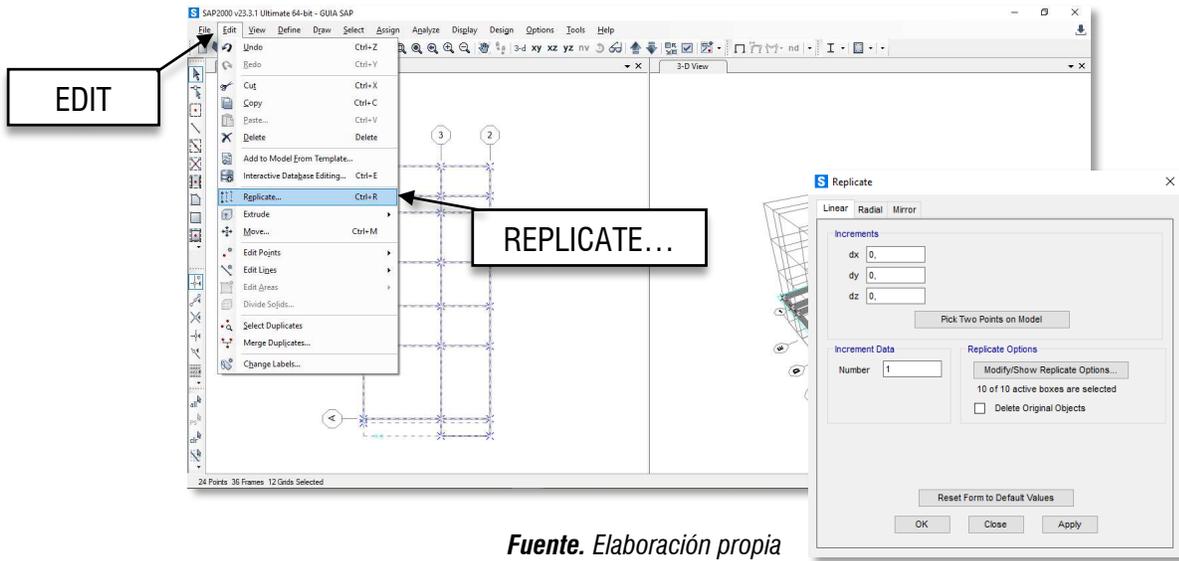
Fuente. Elaboración propia

Se replica todas las plantas que tengan las mismas configuraciones en localización y tipo de sección, y donde no sea de igual forma, se realiza el mismo procedimiento realizado anteriormente para realizar la nueva configuración

Para replicar se debe seleccionar la planta dibujada luego se dirigen a “Edit” – “Replicate...”, se colocan “dz” la distancia entre pisos y en “Numer” la cantidad de veces que quiere repetirlo y se hace clic en “Apply” (ver **Figura 11**).

Si las plantas son diferentes a la primera creada, se realizan los pasos anteriores para crearla de la misma forma.

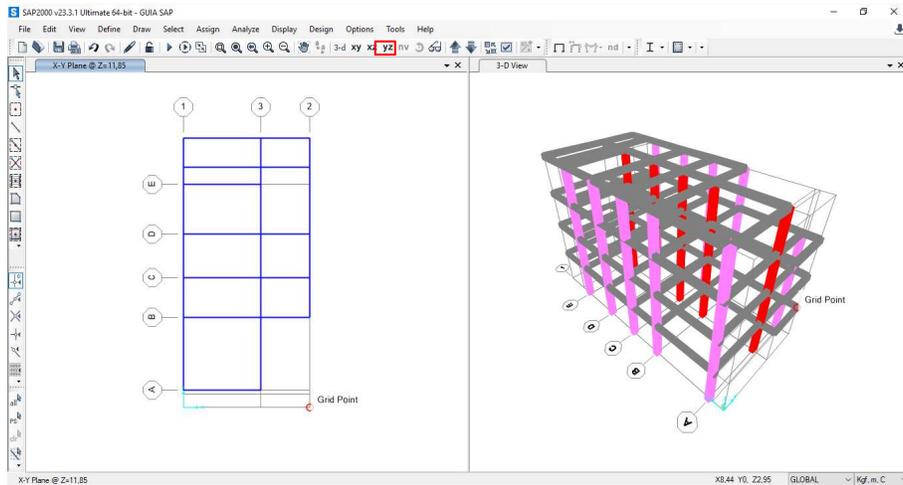
Figura 11. Dibujo de vigas.



Fuente. Elaboración propia

Ahora para agregar las columnas se debe dirigir a la vista donde más se presenten en este caso **yz**; utiizan el mismo comando pero cambia las vigas por columnas y se agrega según los planos por cada planta (ver **Figura 12**).

Figura 12. Dibujo de columnas.



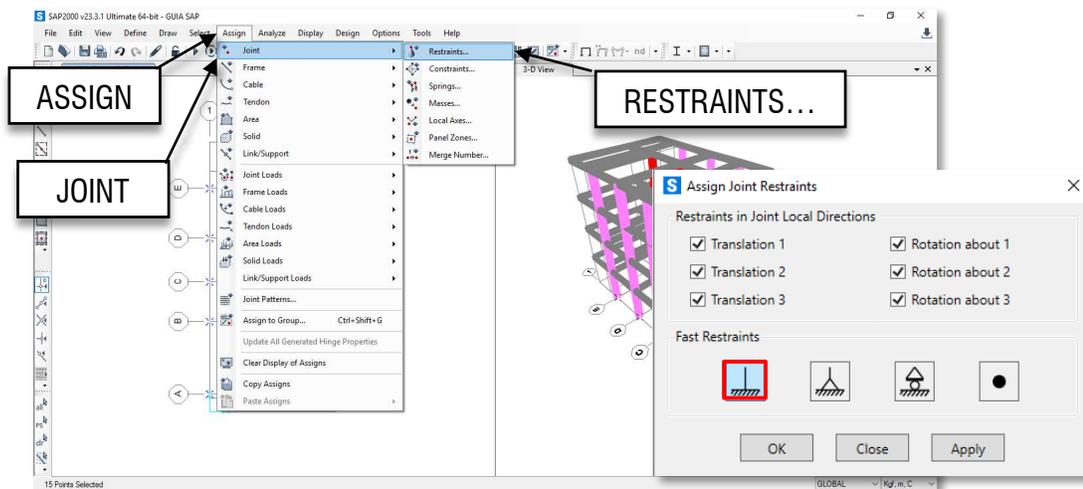
Fuente. Elaboración propia

3. Configuración de la estructura.

3.1 Apoyo de la estructura para el análisis.

Para empotrar la estructura, para que esta no se mueva con las fuerzas que a futuro le aplicarán para analizar la misma, se debe ubicar en la primera planta y seleccionarla por completo, allí aparecerán todos los puntos donde se encuentra una columna; seleccionar “Assign” – “Joint” - “Restrains...” y seleccionar empotrar todas las columnas (ver **Figura 13**).

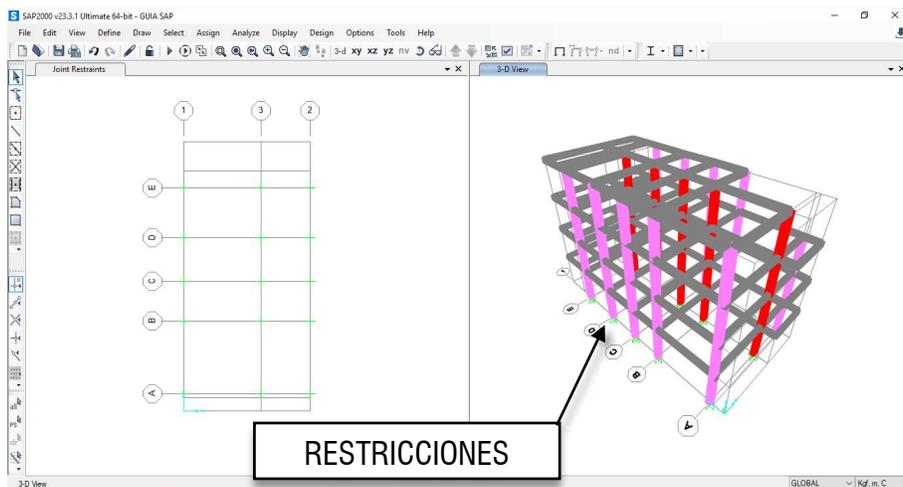
Figura 13. Apoyo empotrado de la estructura.



Fuente. Elaboración propia

Verificar que aparezcan las restricciones anteriormente asignadas, que saldrán de color verde en la ventana (ver **Figura 14**).

Figura 14. Verificación de apoyo empotrado de la estructura.

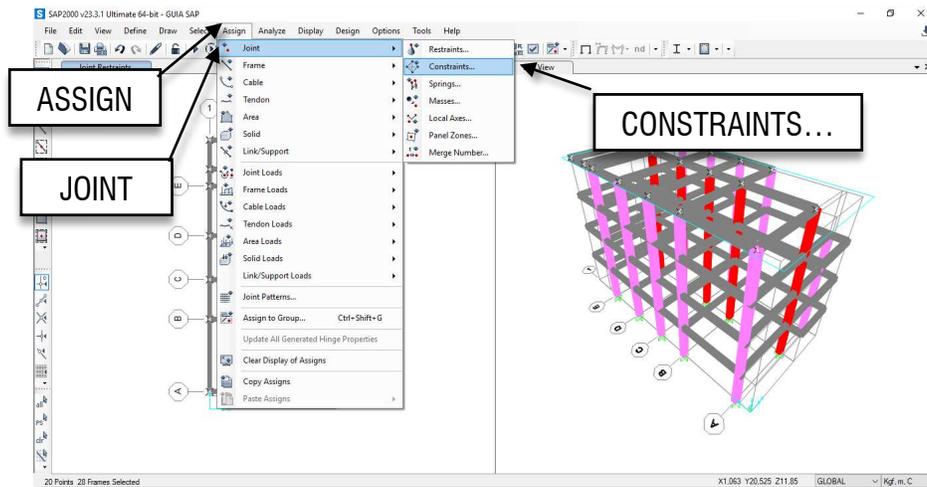


Fuente. Elaboración propia

4. Aplicación de Fuerzas.

Para agregar las fuerzas como sísmicas, carga viva y muerta, se debe trasladar a nivel de la edificación y asignar un “Constraints” para que estas tengan desplazamiento uniforme en cada nivel, para ello, se deben dirigir a “Assign” – “Joint” – “Constraints...”, se desprenderá una pestaña donde se debe elegir el tipo de comportamiento que se quiere para cada nivel luego se crean las asignaciones de los constraints por cada planta y seleccionan primero la cubierta y se selecciona en el cuadro izquierdo toda la planta y se le da aplicar, y se realiza el mismo procedimiento a las plantas restantes (ver **Figura 15**).

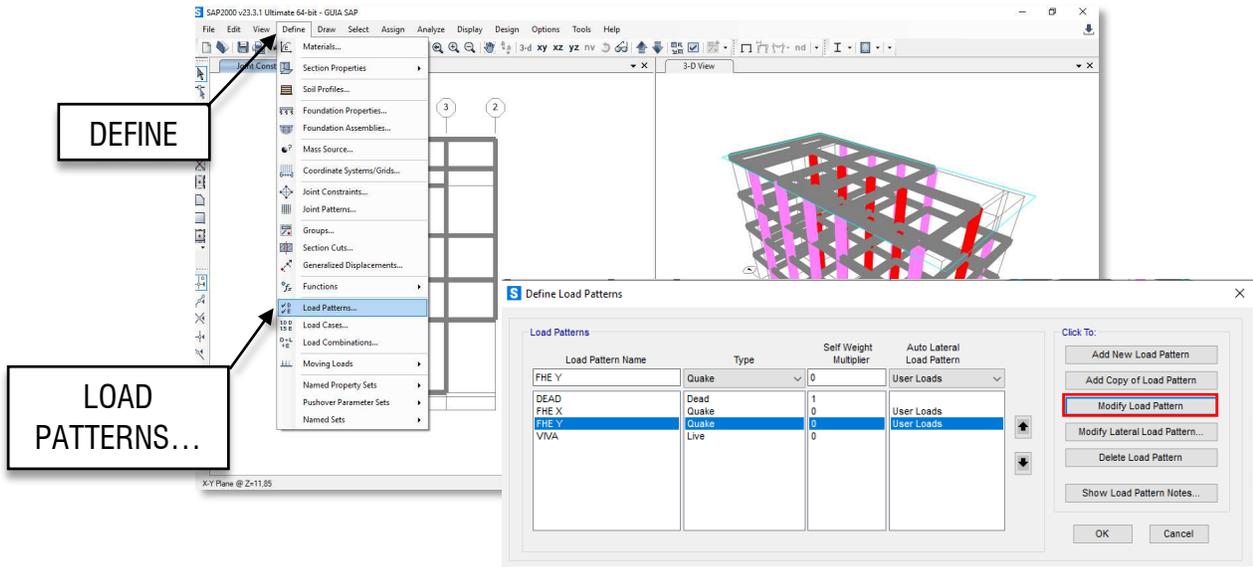
Figura 15. Aplicación de diafragma a la estructura.



Fuente. Elaboración propia.

Se crean los tipos de cargas que se utilizarán, seleccionar “Define” - “Load Patterns” se añaden los tipos de cargas y se le nombra el usuario la prefiera, luego se coloca que los sismos tanto en X como en Y sean asumidos por el usuario; ahora se seleccionan los sismos en X y se le añaden las fuerzas laterales y realizan el mismo procedimiento con el sismo en Y; para ambos casos se añaden las coordenadas del centro de masa y el momento torsional (ver **Figura 16**).

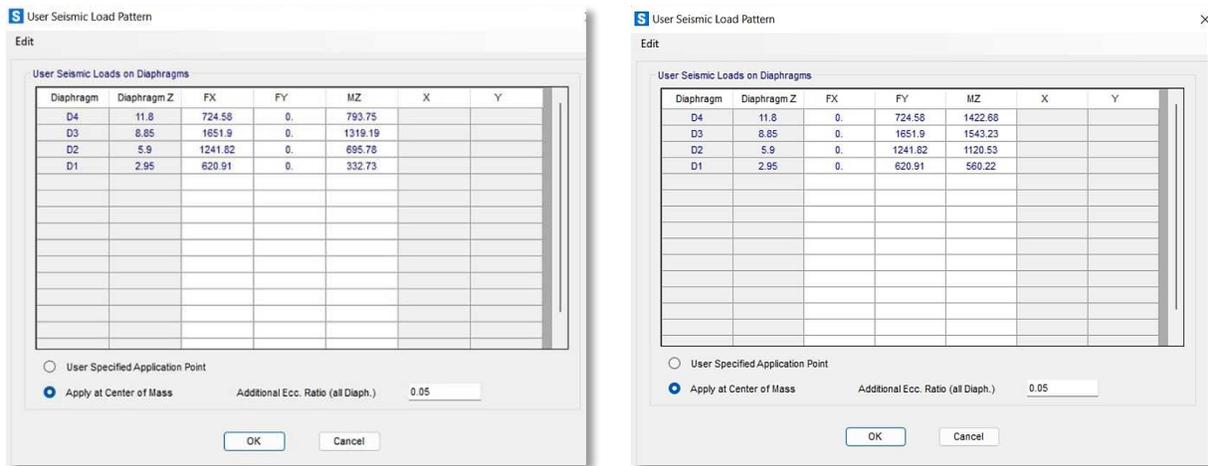
Figura 16. Aplicación de Fuerzas horizontales equivalente.



Fuente. Elaboración propia.

Se digitaliza para las fuerzas por sismo FHE en los ejes X y Y, previamente realizados de forma manual y encontrados en la **Tabla 52** del proyecto en análisis, (ver **Figura 17**) y (ver **Tabla 2**).

Figura 17. Aplicación de Fuerzas horizontales equivalente por cada dirección.



Fuente. Elaboración propia.

Tabla 2. Cálculo de fuerza horizontal equivalente.

Nivel	h (m)	W (Peso piso) (kN)	W*h*k	Cvx	Fx=Fy (kN)	Vx=Vy (kN)	K
N+11.80	11.80 m	512,91	6052,34	0,17	724,58	724,58	1,00

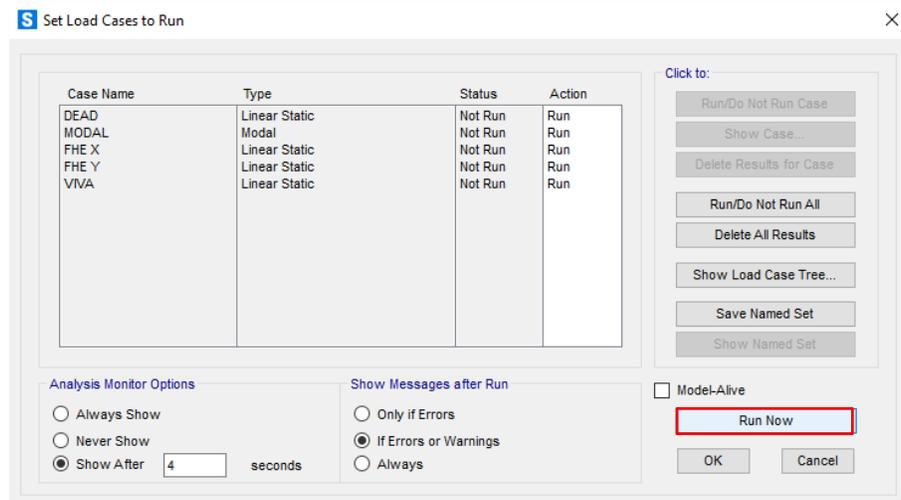
Nivel	h (m)	W (Peso piso) (kN)	W*h*k	Cvx	Fx=Fy (kN)	Vx=Vy (kN)	K
N+8.85	8.85 m	1559,12	13798,21	0,39	1651,90	2376,48	
N+5.90	5.90 m	1758,10	10372,81	0,29	1241,82	3618,29	
N+2.95	2.95 m	1758,10	5186,41	0,15	620,91	4239,20	
Total			35409,77	1,00	4239,20	Cortante	

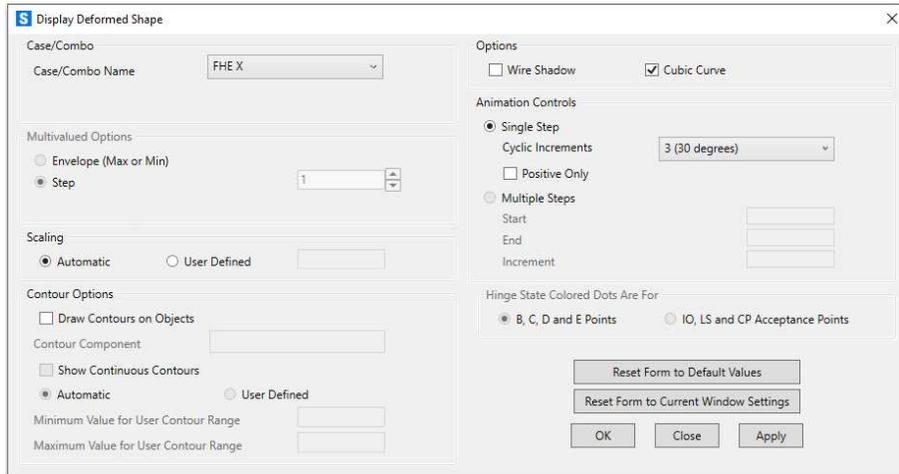
Fuente. Elaboración propia.

4.1 Verificación de cargas.

Se verifica que las cargas estén bien digitalizadas, y los desplazamientos sean concordes a lo esperado, por lo que se debe correr “Run”, el programa , se verifica desplazamiento en “Show Deforme Shape” , seguidamente se despliega la pestaña “Display Deforme Shape”, donde deben elegir las cargas a verificar, las cuales son las ingresadas en el paso anterior, luego se selecciona “Apply” (ver **Figura 18**).

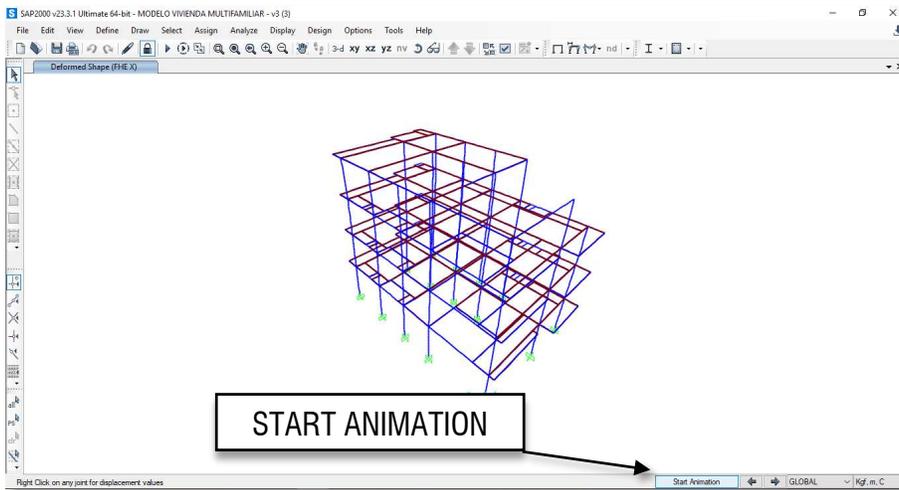
Figura 18. Verificación de desplazamiento.





Fuente. Elaboración propia.

Figura 19. Verificación de desplazamiento.



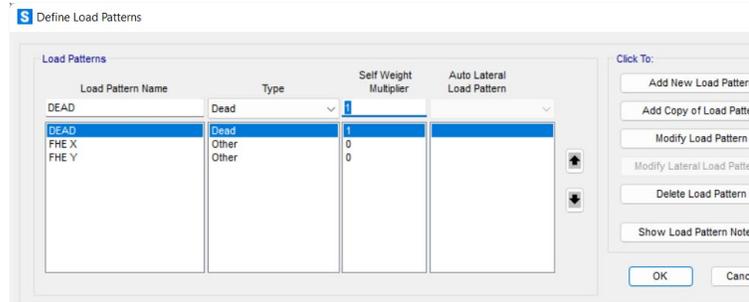
Fuente. Elaboración propia.

En la parte inferior derecha de la pantalla, aparece la opción “Start Animation”, se selecciona en dicha opción y mostrará que la estructura modelada comienza a moverse de la forma esperada.

4.2 Definición de patrón de carga.

Se define el “Load Pattern” es donde se define el patrón de carga (ver **Figura 20**).

Figura 20. Definición de patrón de carga

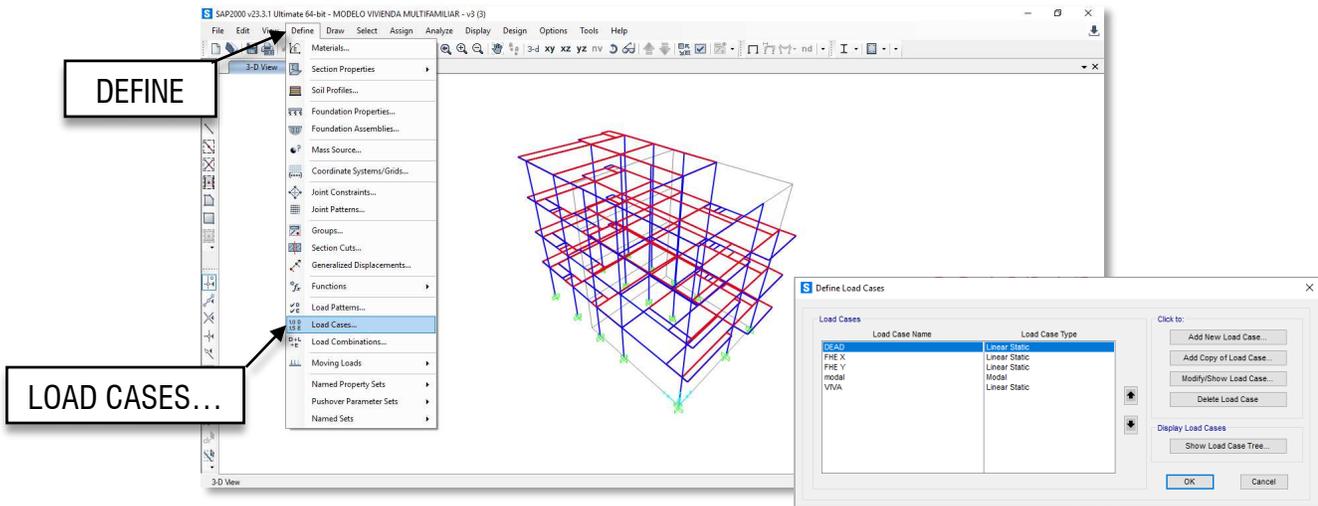


Fuente. Elaboración propia.

4.3 Definición de combinación de carga.

Se define las combinaciones de carga y de tipo lineal y factor 1 en cada caso, se dirige a “Define” – “Load Cases...” allí se digita las combinaciones necesarias (ver **Figura 21**)

Figura 21. Definición de combinación de carga

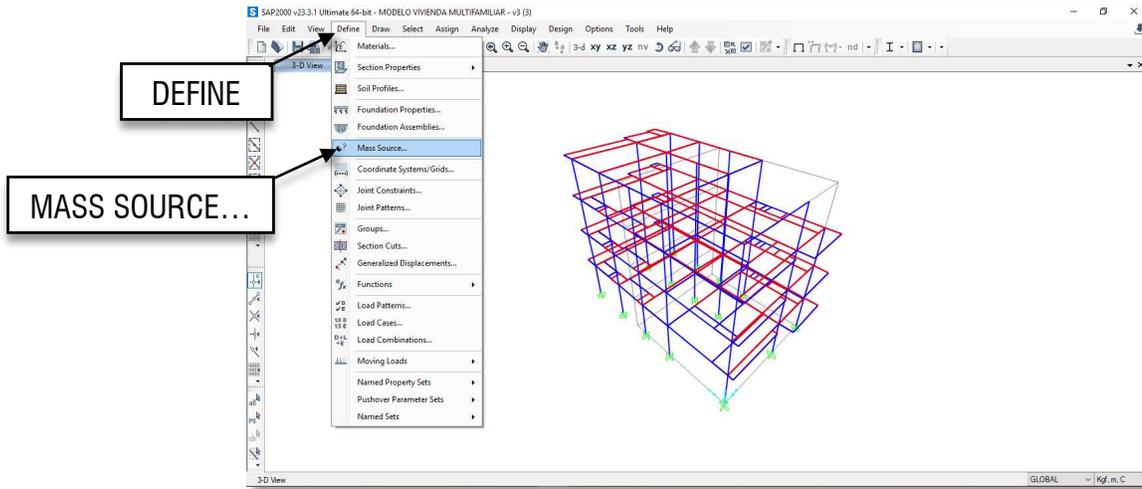


Fuente. Elaboración propia.

4.4 Definición de carga por la masa de la estructura.

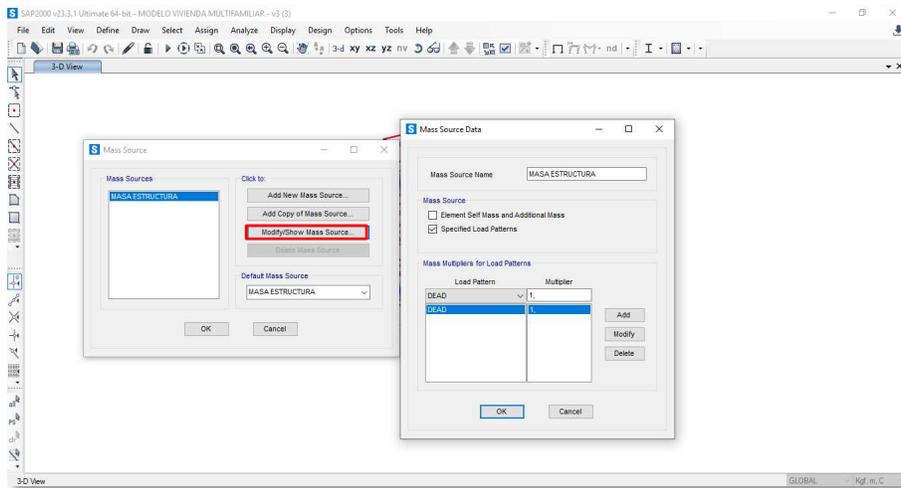
Se define la masa para que la tenga en cuenta las cargas distribuidas en la estructura herramienta que se encuentra en "Define" - "Mass Source..." (ver **Figura 22 y Figura 23**)

Figura 22. Definición de carga muerta.



Fuente. Elaboración propia.

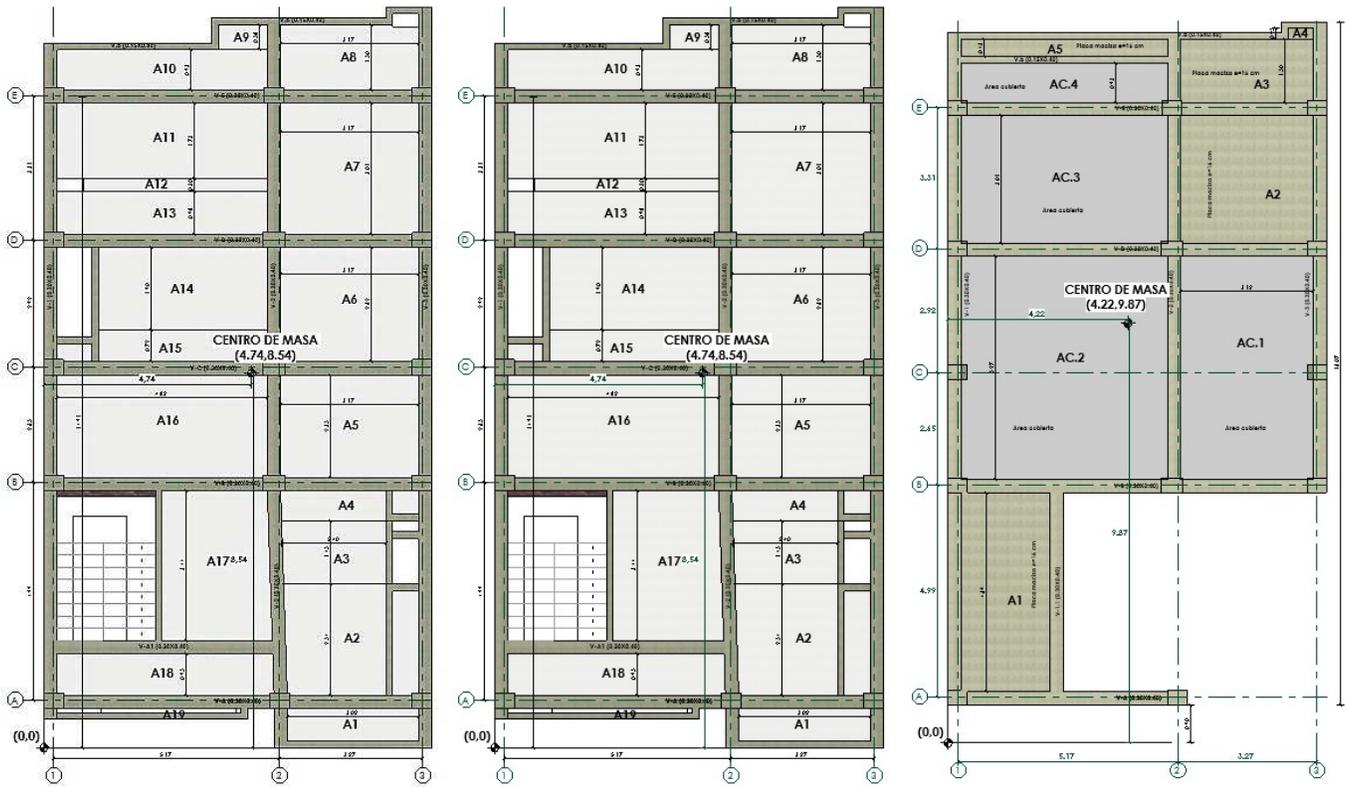
Figura 23. Definición de carga muerta.



Fuente. Elaboración propia.

Se debe agregar los puntos de centro de masa calculados en la memoria de cálculo, encontrada en el documento del proyecto en el índice **Resumen de cálculo de masa de la edificación**, y comparan con la de SAP2000 deben dar similares y así verifican que lo modelado y calculado está bien (Ver **Figura 24**).

Figura 24. Localización de centro de masa por niveles.

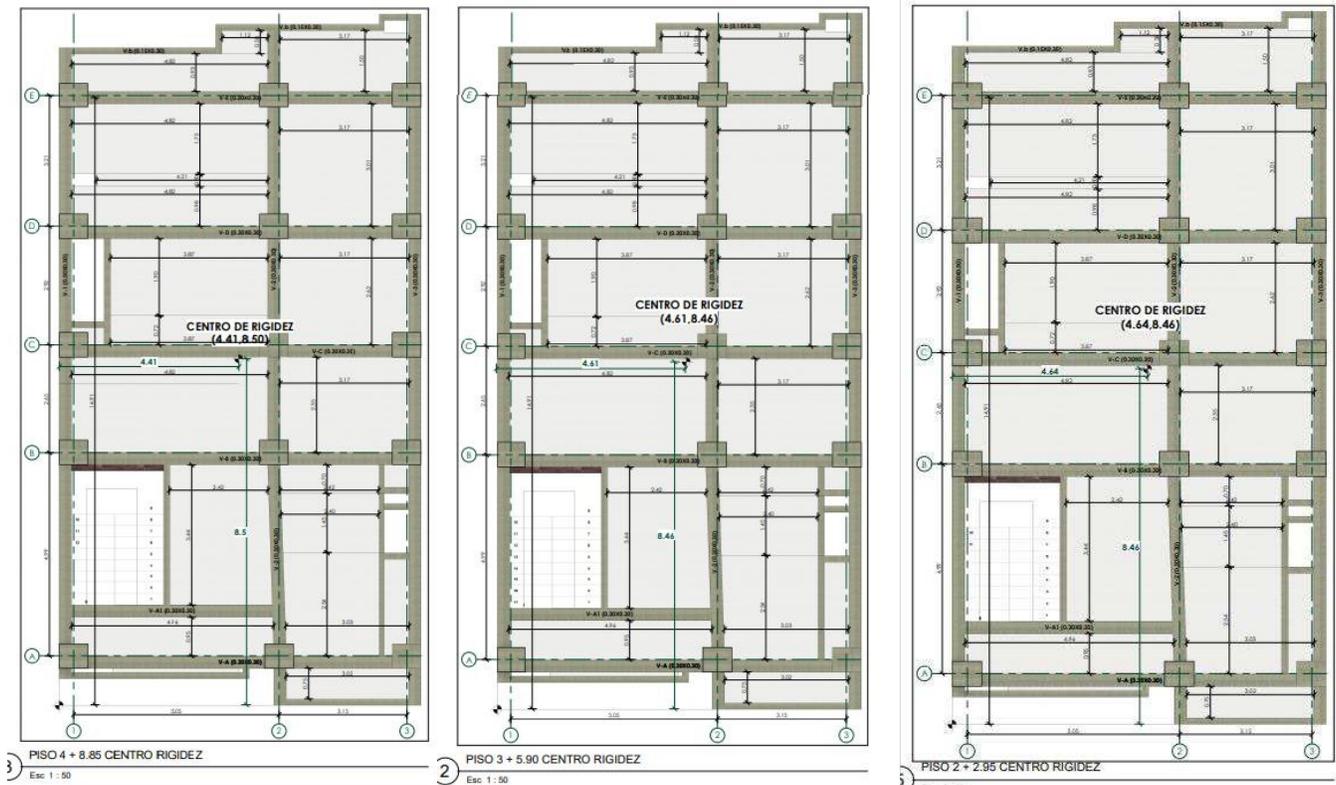


Fuente. Elaboración propia.

Al poner los puntos de centro de masa por piso se cargan con las fuerzas horizontales calculadas a mano, encontradas en las **Tabla 17, Tabla 20 y Tabla 22** del proyecto en análisis, y se revisa otra vez que estén bien. Igualmente, se revisan las reacciones en la base en FHE X y FHE Y comparándolas con la sumatoria de las cargas F_x y F_y estas deben dar igual (Ver **Tabla 1**).

Se calcula los centros de rigidez de cada piso se comparan con los centros de masa y al igual, se calcula los momentos de torsión, los cuales se llevan al centro de masa lo que produce un momento en los centros de masa y eso le agregan por piso al modelo (Ver **Figura 25**).

Figura 25. Localización de centro de rigidez por niveles.

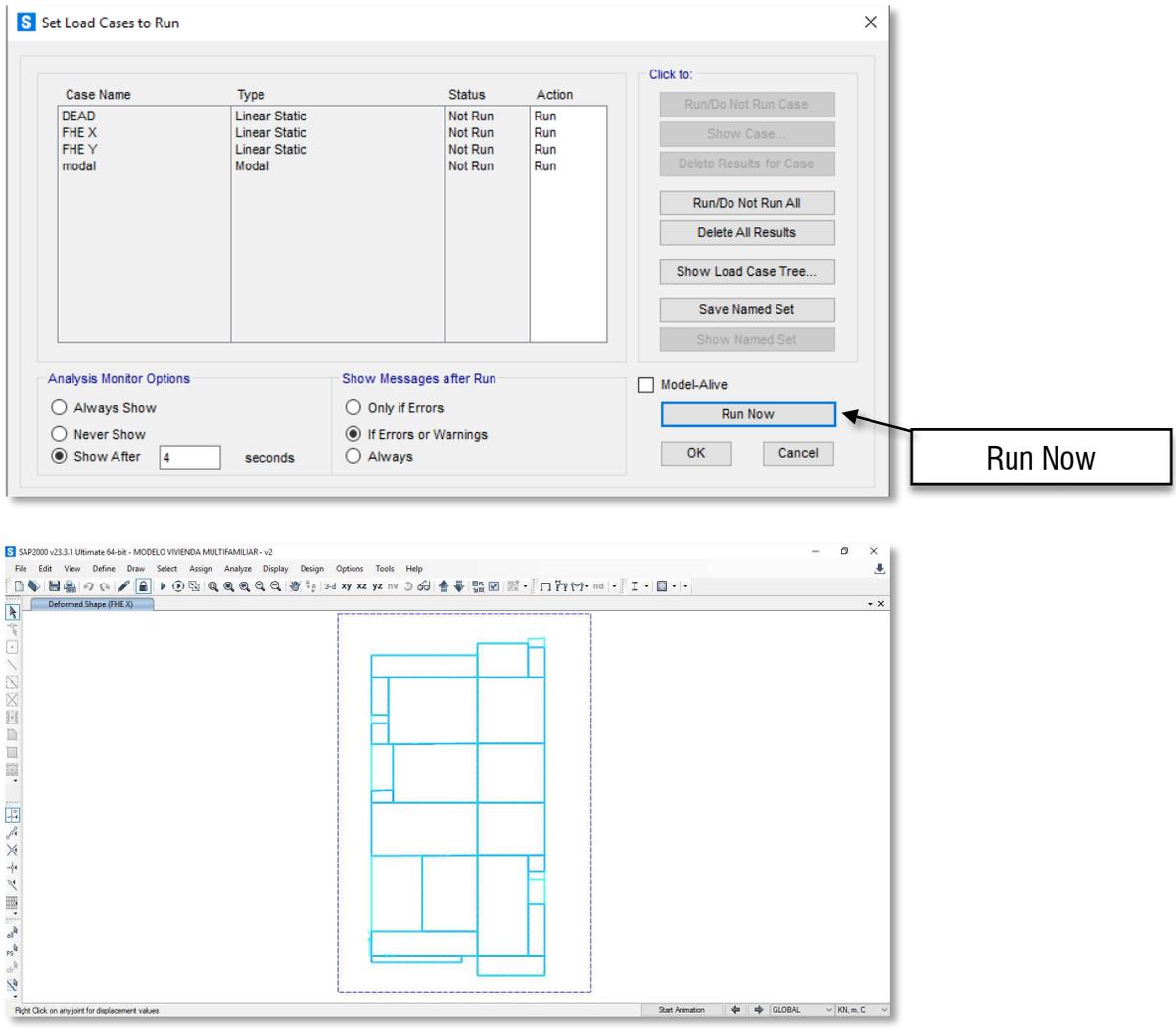


Fuente. Elaboración propia.

4.5 Obtención de derivas por piso.

Para obtener las derivas por piso, y terminar el análisis estructural en el programa, se debe haber cumplido la asignación de las Fuerzas Horizontales Equivalentes, por lo consiguiente se continua seleccionando corriendo el programa en “Run Analysis” , allí se debe verificar los casos de fuerzas con el que se analizará la estructura, que en este caso son: FHE X, FHE Y y DEAD, y se selecciona “Run Now”.

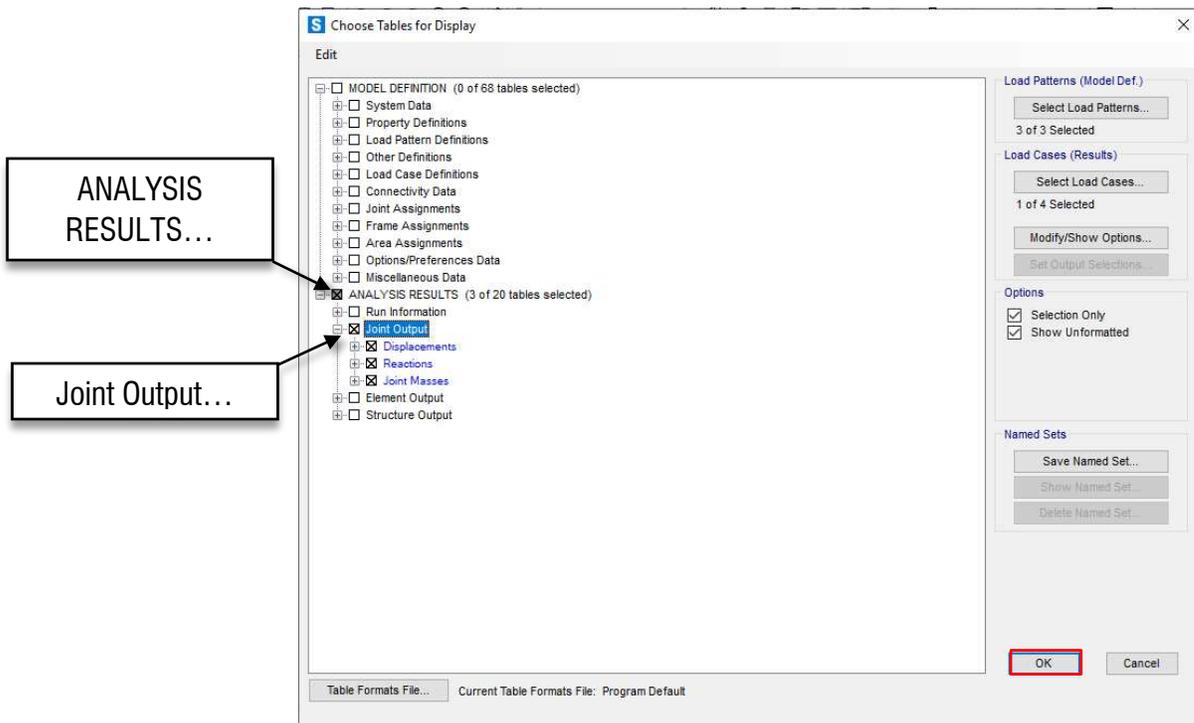
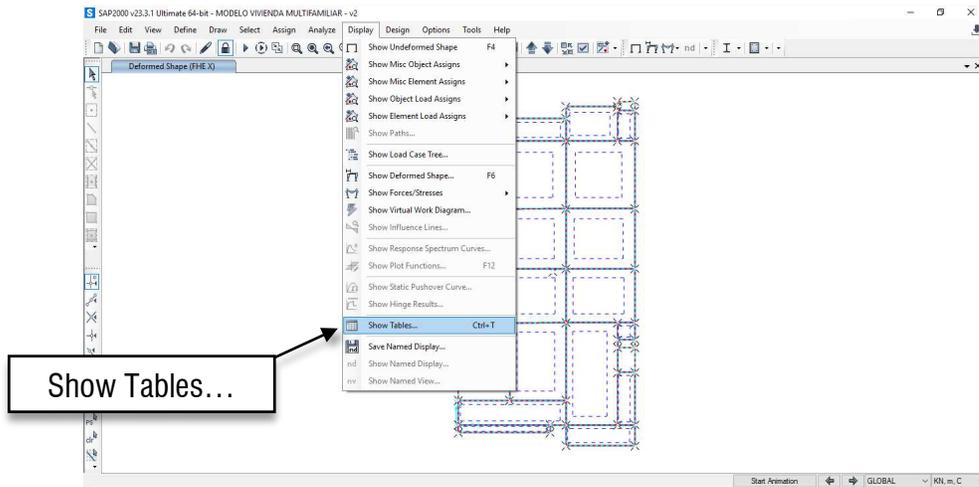
Figura 26. Corrida del programa SAP2000.



Fuente. Elaboración propia.

Posteriormente, seleccionando los nodos por cada piso, se debe dirigir a “Display” – “Show Tables”, donde seguidamente se debe seleccionar los datos que se quiere analizar, que en este caso son los desplazamiento por niveles, por lo que se selecciona “ANALYSIS RESULT” – “Joint Output” – “Displacements”, se acepta y continuamente le sale los datos solicitados.

Figura 27. Obtención de desplazamiento.



Fuente. Elaboración propia.

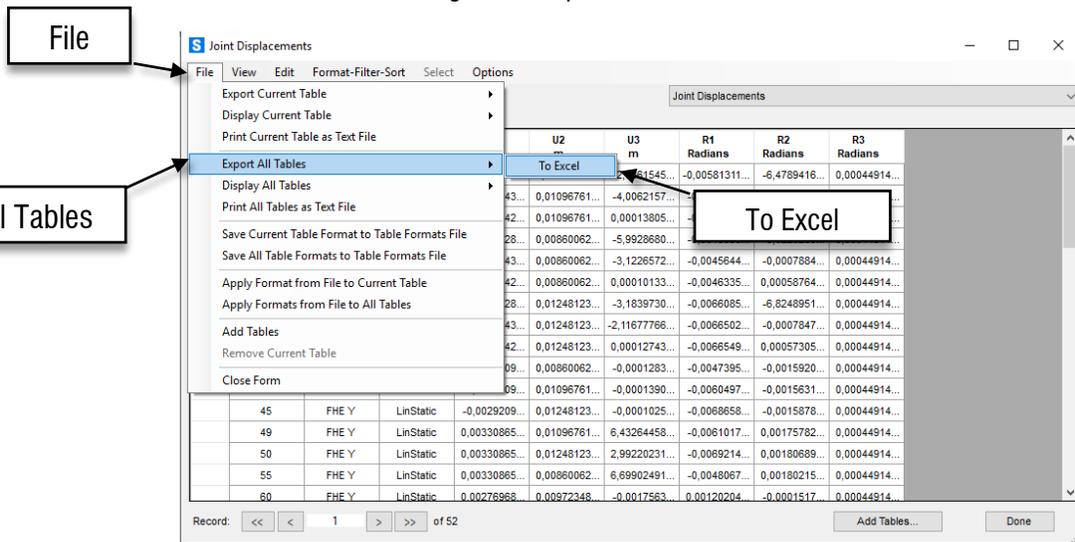
Figura 28. Visualización de desplazamiento de la edificación.

Joint Text	OutputCase	CaseType Text	U1 m	U2 m	U3 m	R1 Radians	R2 Radians	R3 Radians
1	FHE Y	LinStatic	-0,0001228...	0,01096761...	-2,7861545...	-0,00581311...	-6,4789416...	0,00044914...
2	FHE Y	LinStatic	-0,0014343...	0,01096761...	-4,0062157...	-0,0058463...	-0,0007745...	0,00044914...
9	FHE Y	LinStatic	0,00106742...	0,01096761...	0,00013805...	-0,0058735...	0,00056891...	0,00044914...
13	FHE Y	LinStatic	-0,0001228...	0,00860062...	-5,9928680...	-0,0045553...	-8,0226283...	0,00044914...
14	FHE Y	LinStatic	-0,0014343...	0,00860062...	-3,1226572...	-0,0045644...	-0,0007884...	0,00044914...
21	FHE Y	LinStatic	0,00106742...	0,00860062...	0,00010133...	-0,0046335...	0,00058764...	0,00044914...
25	FHE Y	LinStatic	-0,0001228...	0,01248123...	-3,1839730...	-0,0066085...	-6,8248951...	0,00044914...
26	FHE Y	LinStatic	-0,0014343...	0,01248123...	-2,11677766...	-0,0066502...	-0,0007847...	0,00044914...
33	FHE Y	LinStatic	0,00106742...	0,01248123...	0,00012743...	-0,0066549...	0,00057305...	0,00044914...
37	FHE Y	LinStatic	-0,0029209...	0,00860062...	-0,0001283...	-0,0047395...	-0,0015920...	0,00044914...
38	FHE Y	LinStatic	-0,0029209...	0,01096761...	-0,0001390...	-0,0060497...	-0,0015631...	0,00044914...
45	FHE Y	LinStatic	-0,0029209...	0,01248123...	-0,0001025...	-0,0068658...	-0,0015878...	0,00044914...
49	FHE Y	LinStatic	0,00330865...	0,01096761...	6,43264458...	-0,0061017...	0,00175782...	0,00044914...
50	FHE Y	LinStatic	0,00330865...	0,01248123...	2,99220231...	-0,0069214...	0,00180689...	0,00044914...
55	FHE Y	LinStatic	0,00330865...	0,00860062...	6,89902491...	-0,0048067...	0,00180215...	0,00044914...
60	FHE Y	LinStatic	0,00278968...	0,00972348...	-0,0017563...	0,00120204...	-0,0001517...	0,00044914...

Fuente. Elaboración propia.

Para descargar los datos en un archivo “.xlsx” para así poder obtener mayor manejabilidad de los mismo para terminar el analisis estructural, se debe dirigir a “File” – “Export All Tables” – “To Excel”.

Figura 29. Exportación de datos a Excel.



Fuente. Elaboración propia.

Así se continua repetitivamente para cada nivel y cada caso de análisis.

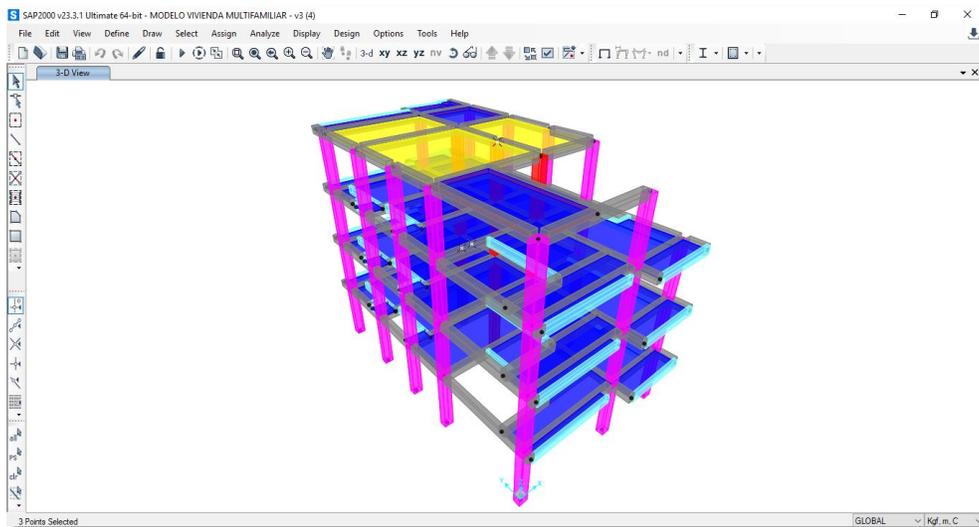
Apéndice C

MODELACIÓN EN DC CAD3

El presente documento sirve como guía práctica para el uso del programa DC CAD3 versión 2022, en la creación de despieces de acero de una estructura tipo pórtico resistente a momento, por lo que ha sido implementado para el desarrollo del proyecto de Comparación en el Diseño Estructural de una Edificación de Cuatro Niveles Ubicado en una Zona de Amenaza Sísmica Intermedia con $A_a=0.20$ Usando SAP2000-DC CAD3 Y CYPECAD, siendo el presente documento presentado como Apéndice al proyecto enunciado anteriormente.

Posteriormente al análisis estructural realizado en el Programa SAP2000, se apoyará con el uso del programa DC CAD3, para realizar el despiece de acero de la misma estructura, siendo necesario importar los datos como geometría y cargas sometidas para el análisis previo. A continuación, se detallará minuciosamente el paso a paso a seguir para lograr el objetivo.

Figura 1. Modelo de estructura en el programa SAP2000.



Fuente. Elaboración propia

1. Configuración

1.1 Creación de nuevo proyecto

Para realizar el despiece del modelo realizado en el programa SAP2000 v.23.3.1, hay que dirigirse a la primera herramienta encontrada en la pantalla inicial del programa (ver **Figura 2**).

Figura 2. Creación de nuevo proyecto.



Fuente. Elaboración propia

1.2 Leer geometría

Seguidamente se despliega una pestaña, donde se buscará el archivo de la geometría de la identificación exportados del programa SAP2000, los cuales deben ser consistente con lo modelado en el mismo (ver **Figura 3**).

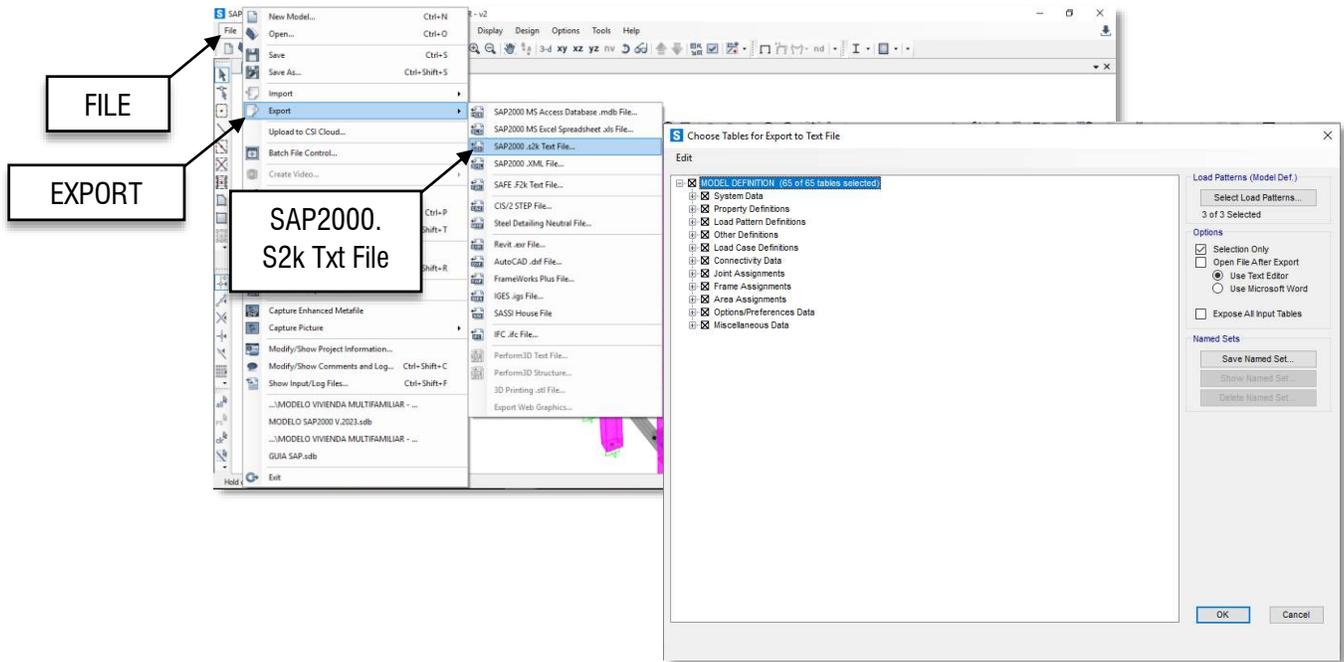
Figura 3. Lectura de geometría.



Fuente. Elaboración propia

Para exportar los datos la geometría de la estructura a modelar, se debe dirigir al Programa SAP2000, donde se realizó el análisis estructural, dentro del programa se dirige a la opción “File” – “Export” – “SAP2000 .s2k Tex File”, dentro de ese formato irá todos los datos necesarios, seguidamente se selecciona “MODEL DEFINITION” y guardará en la carpeta de trabajo.

Figura 4. Importar geometría desde SAP2000.

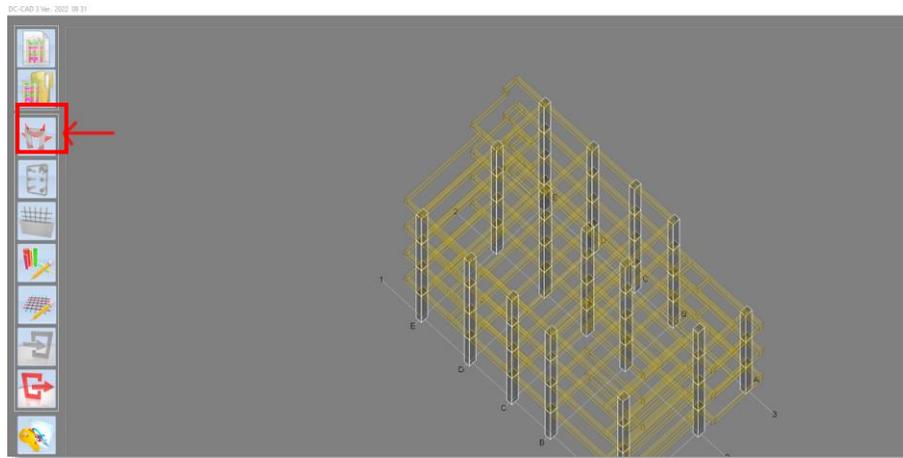


Fuente. Elaboración propia

1.3 Leer Solicitaciones

Igualmente, como el paso anterior, y por la necesidad para la ejecución del programa DC CAD3, se debe importar todas las solicitaciones ingresadas y traídas del programa SAP2000, se despliega una pestaña, donde se buscará el archivo de solicitaciones de la identificación exportados del programa SAP2000, los cuales deben ser consistente con lo modelado en el mismo (ver **Figura 5**).

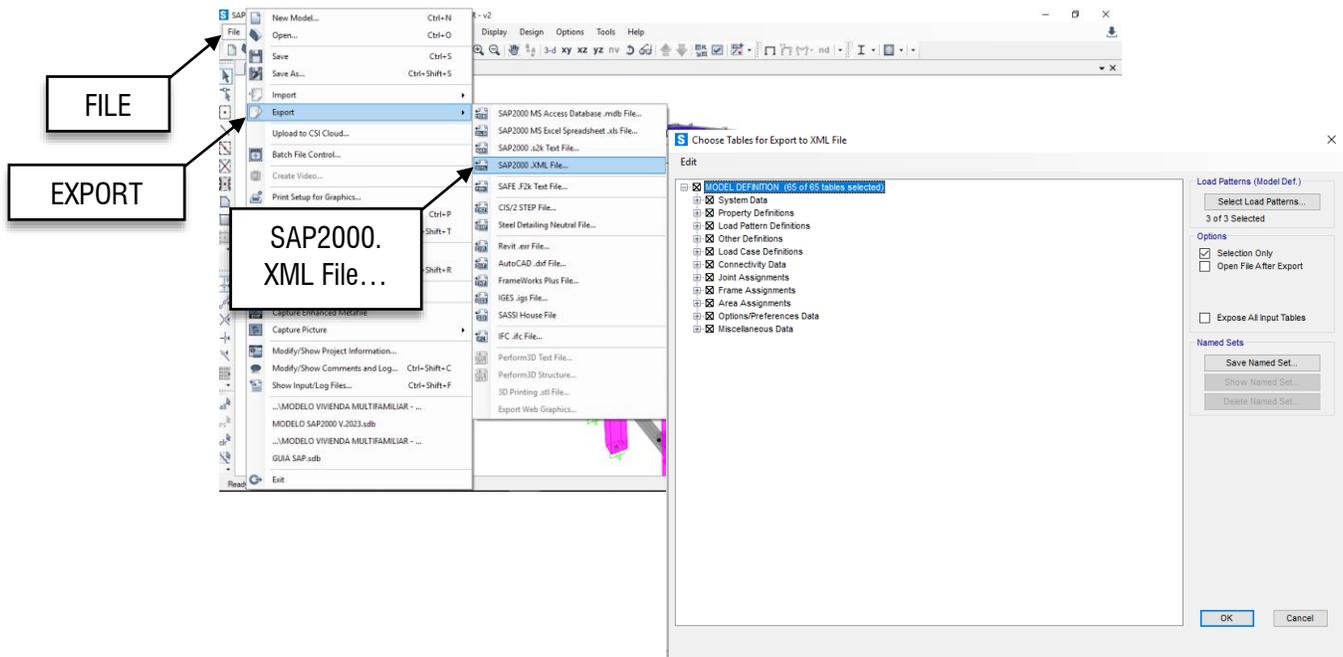
Figura 5. Lectura de solicitudes importadas.



Fuente. Elaboración propia

Para exportar las combinaciones de la estructura a modelar, se debe dirigir al Programa SAP2000, donde se realizó el análisis estructural, dentro del programa se dirige a la opción “File” – “Export” – SAP2000 .XML File...”, dentro de ese formato irá todos los datos necesarios, seguidamente se selecciona “MODEL DEFINITION” y guardará en la carpeta de trabajo (Ver **Figura 6**).

Figura 6. Exportar solicitudes desde el programa SAP2000.



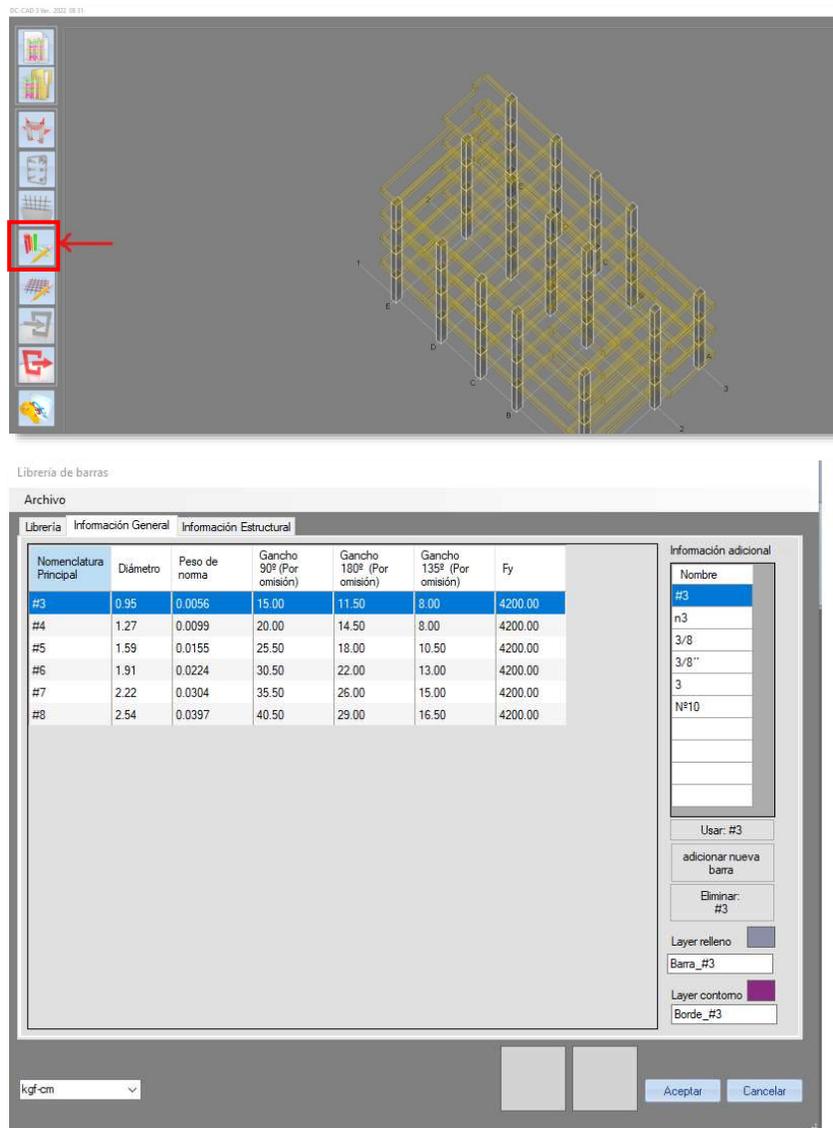
Fuente. Elaboración propia

1.4 Leer librería de Barras

Para optimizar el despiece, y acercando el diseño al mercado real en Colombia, se debe seleccionar el diámetro del acero con el que se realizará los mismos despieces con el apoyo del programa DC CAD3 (ver **Figura 7**), esta configuración de librería no puede ser modificada después. Una vez leída la configuración dada se procede a continuar con la ejecución del programa , que permitirá comenzar con los despieces.

Para el despiece a realizar se utilizará los diámetros de acero aceptados por la norma, por lo que en este caso serán las varillas #3, #4, #5, #6, #7 y #8.

Figura 7. Lectura de librería.



The screenshot shows the DC CAD3 software interface. On the left, a vertical toolbar contains several icons, with the one representing a rebar cage highlighted by a red box and a red arrow. The main window displays a 3D model of a rebar cage. Below the main window, the 'Librería de barras' dialog box is open, showing a table of rebar specifications and additional configuration options.

Nomenclatura Principal	Diámetro	Peso de norma	Gancho 90° (Por omisión)	Gancho 180° (Por omisión)	Gancho 135° (Por omisión)	Fy
#3	0.95	0.0056	15.00	11.50	8.00	4200.00
#4	1.27	0.0099	20.00	14.50	8.00	4200.00
#5	1.59	0.0155	25.50	18.00	10.50	4200.00
#6	1.91	0.0224	30.50	22.00	13.00	4200.00
#7	2.22	0.0304	35.50	26.00	15.00	4200.00
#8	2.54	0.0397	40.50	29.00	16.50	4200.00

Additional configuration options in the dialog box include:

- Nombre: #3
- Usar: #3
- adicionar nueva barra
- Eliminar: #3
- Layer relleno: Barra_#3
- Layer contorno: Borde_#3

Buttons: Aceptar, Cancelar

Fuente. Elaboración propia

2. Diseño de Columnas

2.1 Numeración de elementos

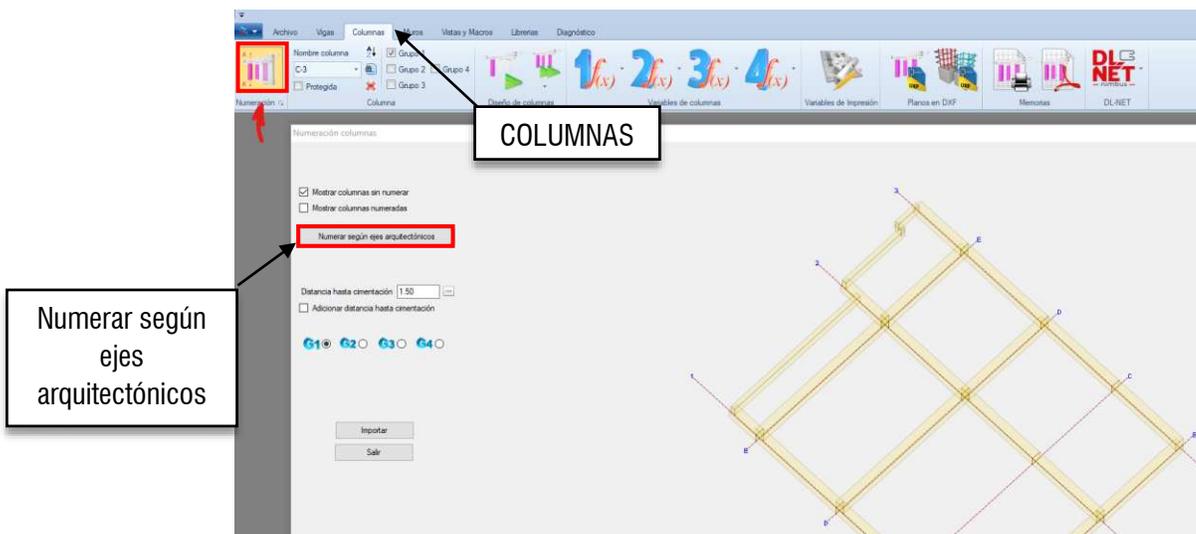
Considerando que los ejes arquitectónicos o grillas de la estructura, fueron importados desde el programa SAP2000, el cual realiza este proceso por lo que no se debe configurar este proceso, siendo posibles modificar su configuración dentro de DC CAD3.

Se debe dirigir al icono llamado “Columnas”, dentro de ella, se selecciona la primera opción (ver **Figura 8**), se recomienda realizar la numeración de columnas dependiendo los ejes arquitectónicos, en el orden donde los mismos elementos se encuentren. Se debe considerar y/o configurar el grupo o nivel que se le da al elemento.

Cuando se encuentren todas las columnas numeradas, el programa visualizará un mensaje advirtiéndolo que todas las columnas se encuentran numeradas.

En el caso de estudio se realiza la numeración por defecto, que es una herramienta que brinda el programa DC CAD3, por lo que se seleccionará el icono “Numerar según ejes arquitectónicos”.

Figura 8. Numeración de columnas.



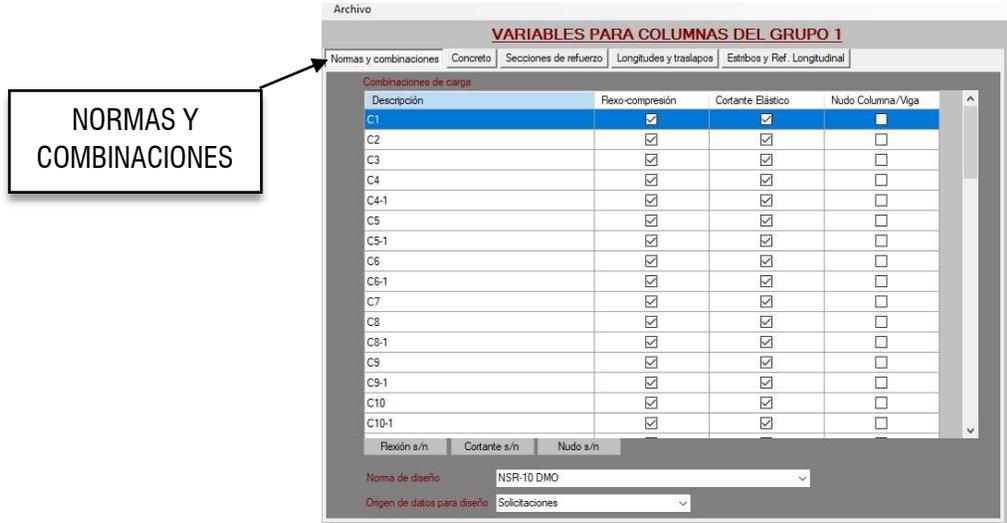
Fuente. Elaboración propia

2.2 Variables de diseño

Para configurar las variables de las columnas se debe dirigir a la herramienta “Variable de columnas”, se escoge la perteneciente al grupo 1, como fue programado anteriormente

Seguidamente, se despliega una pestaña donde se puede configurar todas las variables consideradas para el diseño de las columnas, inicialmente, se seleccionan las combinaciones útiles y/o necesarias para el diseño del mismo elemento (ver **Figura 9**).

Figura 9. Variables de combinación en columnas.

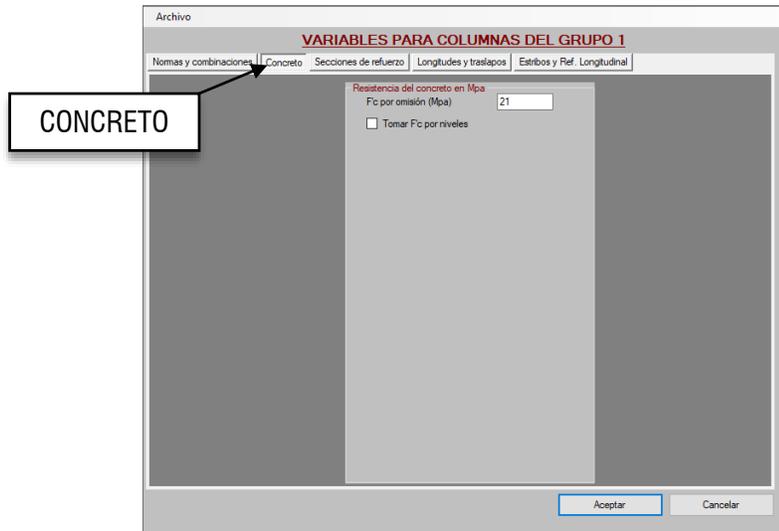


Combinaciones de diseño a flexión		
(1) 1,4D	(7) 1,2D + 1,0L + 0,3E _x + 1,0E _y	(13) 0,9D + 1,0E _x - 0,3E _y
(2) 1,2D + 1,6L	(8) 1,2D + 1,0L - 0,3E _x + 1,0E _y	(14) 0,9D - 1,0E _x - 0,3E _y
(3) 1,2D + 1,0L + 1,0E _x + 0,3E _y	(9) 1,2D + 1,0L + 0,3E _x - 1,0E _y	(15) 0,9D + 0,3E _x + 1,0E _y
(4) 1,2D + 1,0L - 1,0E _x + 0,3E _y	(10) 1,2D + 1,0L - 0,3E _x - 1,0E _y	(16) 0,9D - 0,3E _x - 1,0E _y
(5) 1,2D + 1,0L + 1,0E _x - 0,3E _y	(11) 0,9D + 1,0E _x + 0,3E _y	(17) 0,9D + 0,3E _x - 1,0E _y
(6) 1,2D + 1,0L - 1,0E _x - 0,3E _y	(12) 0,9D - 1,0E _x + 0,3E _y	(18) 0,9D - 0,3E _x - 1,0E _y
Combinaciones de diseño a cortante para vigas		
(1) 1,4D	(7) 1,2D + 1,0L + 0,6E _x + 2,0E _y	(13) 0,9D + 2,0E _x - 0,6E _y
(2) 1,2D + 1,6L	(8) 1,2D + 1,0L - 0,6E _x + 2,0E _y	(14) 0,9D - 2,0E _x - 0,6E _y
(3) 1,2D + 1,0L + 2,0E _x + 0,6E _y	(9) 1,2D + 1,0L + 0,6E _x - 2,0E _y	(15) 0,9D + 0,6E _x + 2,0E _y
(4) 1,2D + 1,0L - 2,0E _x + 0,6E _y	(10) 1,2D + 1,0L - 0,6E _x - 2,0E _y	(16) 0,9D - 0,6E _x + 2,0E _y
(5) 1,2D + 1,0L + 2,0E _x - 0,6E _y	(11) 0,9D + 2,0E _x + 0,6E _y	(17) 0,9D + 0,6E _x - 2,0E _y
(6) 1,2D + 1,0L - 2,0E _x - 0,6E _y	(12) 0,9D - 2,0E _x + 0,6E _y	(18) 0,9D - 0,6E _x - 2,0E _y
Combinaciones de diseño a cortante para columnas		
(1) 1,4D	(18) (1,2 - 0,5A _x F _x)D + 1,0L - 0,3Ω _x E _x - 1,0Ω _y E _y	
(2) 1,2D + 1,6L	(19) (0,9 + 0,5A _x F _x)D + 1,0Ω _x E _x + 0,3Ω _y E _y	
(3) (1,2 + 0,5A _x F _x)D + 1,0L + 1,0Ω _x E _x + 0,3Ω _y E _y	(20) (0,9 - 0,5A _x F _x)D + 1,0Ω _x E _x + 0,3Ω _y E _y	
(4) (1,2 - 0,5A _x F _x)D + 1,0L + 1,0Ω _x E _x + 0,3Ω _y E _y	(21) (0,9 + 0,5A _x F _x)D - 1,0Ω _x E _x + 0,3Ω _y E _y	
(5) (1,2 + 0,5A _x F _x)D + 1,0L - 1,0Ω _x E _x + 0,3Ω _y E _y	(22) (0,9 - 0,5A _x F _x)D - 1,0Ω _x E _x + 0,3Ω _y E _y	
(6) (1,2 - 0,5A _x F _x)D + 1,0L - 1,0Ω _x E _x + 0,3Ω _y E _y	(23) (0,9 + 0,5A _x F _x)D + 1,0Ω _x E _x - 0,3Ω _y E _y	
(7) (1,2 + 0,5A _x F _x)D + 1,0L + 1,0Ω _x E _x - 0,3Ω _y E _y	(24) (0,9 - 0,5A _x F _x)D + 1,0Ω _x E _x - 0,3Ω _y E _y	
(8) (1,2 - 0,5A _x F _x)D + 1,0L + 1,0Ω _x E _x - 0,3Ω _y E _y	(25) (0,9 + 0,5A _x F _x)D - 1,0Ω _x E _x - 0,3Ω _y E _y	
(9) (1,2 + 0,5A _x F _x)D + 1,0L - 1,0Ω _x E _x - 0,3Ω _y E _y	(26) (0,9 - 0,5A _x F _x)D - 1,0Ω _x E _x - 0,3Ω _y E _y	
(10) (1,2 - 0,5A _x F _x)D + 1,0L - 1,0Ω _x E _x - 0,3Ω _y E _y	(27) (0,9 + 0,5A _x F _x)D - 0,3Ω _x E _x + 1,0Ω _y E _y	
(11) (1,2 - 0,5A _x F _x)D + 1,0L + 0,3Ω _x E _x + 1,0Ω _y E _y	(28) (0,9 - 0,5A _x F _x)D + 0,3Ω _x E _x + 1,0Ω _y E _y	
(12) (1,2 - 0,5A _x F _x)D + 1,0L + 0,3Ω _x E _x + 1,0Ω _y E _y	(29) (0,9 + 0,5A _x F _x)D - 0,3Ω _x E _x + 1,0Ω _y E _y	
(13) (1,2 + 0,5A _x F _x)D + 1,0L - 0,3Ω _x E _x + 1,0Ω _y E _y	(30) (0,9 - 0,5A _x F _x)D - 0,3Ω _x E _x + 1,0Ω _y E _y	
(14) (1,2 - 0,5A _x F _x)D + 1,0L - 0,3Ω _x E _x + 1,0Ω _y E _y	(31) (0,9 + 0,5A _x F _x)D + 0,3Ω _x E _x - 1,0Ω _y E _y	
(15) (1,2 + 0,5A _x F _x)D + 1,0L + 0,3Ω _x E _x - 1,0Ω _y E _y	(32) (0,9 - 0,5A _x F _x)D + 0,3Ω _x E _x - 1,0Ω _y E _y	
(16) (1,2 - 0,5A _x F _x)D + 1,0L + 0,3Ω _x E _x - 1,0Ω _y E _y	(33) (0,9 + 0,5A _x F _x)D - 0,3Ω _x E _x - 1,0Ω _y E _y	
(17) (1,2 - 0,5A _x F _x)D + 1,0L - 0,3Ω _x E _x - 1,0Ω _y E _y	(34) (0,9 - 0,5A _x F _x)D - 0,3Ω _x E _x - 1,0Ω _y E _y	

Fuente. Elaboración propia

Después la característica del concreto, donde se debe considerar el material utilizado para la configuración del programa de análisis, que en el caso de estudio es de 28 MPa (ver **Figura 10**),

Figura 10. Concreto de columnas.



Fuente. Elaboración propia

Después, se debe seleccionar las barras con las que se quiere diseñar el elemento, los diámetros de varilla se encuentran dentro de lo seleccionado en el paso 1.4. Para el refuerzo longitudinal se desea trabajar con acero que se encuentre entre #4 y #8, así mismo para el refuerzo transversal se desea trabajar tan solo con acero #3.

Para mayor entendimiento y practica se deja a continuación los valores usados, los cuales se pueden apreciar además en la **Figura 11**.

Distancia entre barras longitudinales

Distancia mínima entre barras (mm):90

Distancia máxima entre barras (mm): 110

Cuantía mínima (%): 1,50 Cuantía máxima (%):2,80

Estribos:

Separación máxima entre ramas (mm): 150

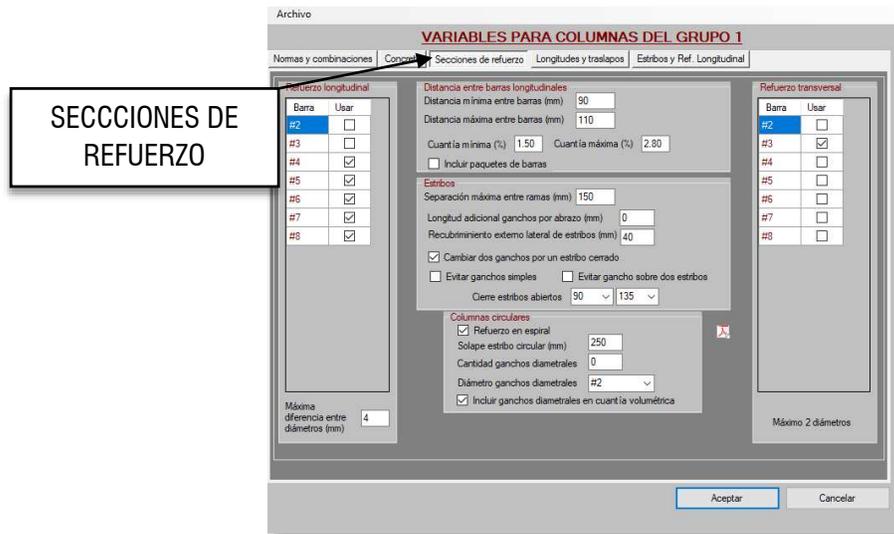
Longitud adicional gancho por abrazo (mm): 0

Recubrimiento externo lateral de estribo (mm): 40

✓ Cambiar dos ganchos por un estribo cerrado

Cierre de estribo abiertos 90 - 135

Figura 11. Selecciones de refuerzo de columnas.



Fuente. Elaboración propia

Después la longitud del acero y traslapes del mismo, así como la configuración de los ganchos para los estribos (ver **Figura 12**),

Al igual, se configura la separación de los estribos, según lo considerado para el diseño estructural, para finalizar esta configuración de variables de la columna, se acepta las mismas.

Para mayor entendimiento y practica se deja a continuación los valores usados, los cuales se pueden apreciar además en la **Figura 12**.

Longitud de barras y dobles

Longitud "Maximorum" de barras (metros): 8

Longitud optima máxima (metros): 6

Delta longitud (metros): 0,05

Pendiente para doblar barras: 0,4

Recubrimiento en altura

Recubrimiento en arranque (mm): 75

Recubrimiento a la coronación (mm): 75

Arranque en barra niveles superiores

✓ Arranque por longitud de desarrollo

Zona de traslapo

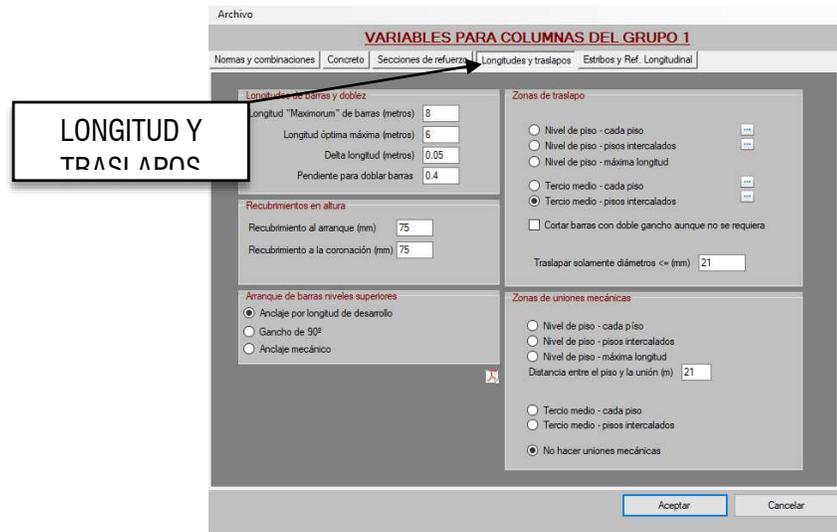
✓ Tercios medios – Pisos intercalados

Traslapar solamente diámetros \leq (mm): 21

Zonas de uniones mecánica

✓ No hacer uniones mecánicas

Figura 12. Longitudes y traslapos.

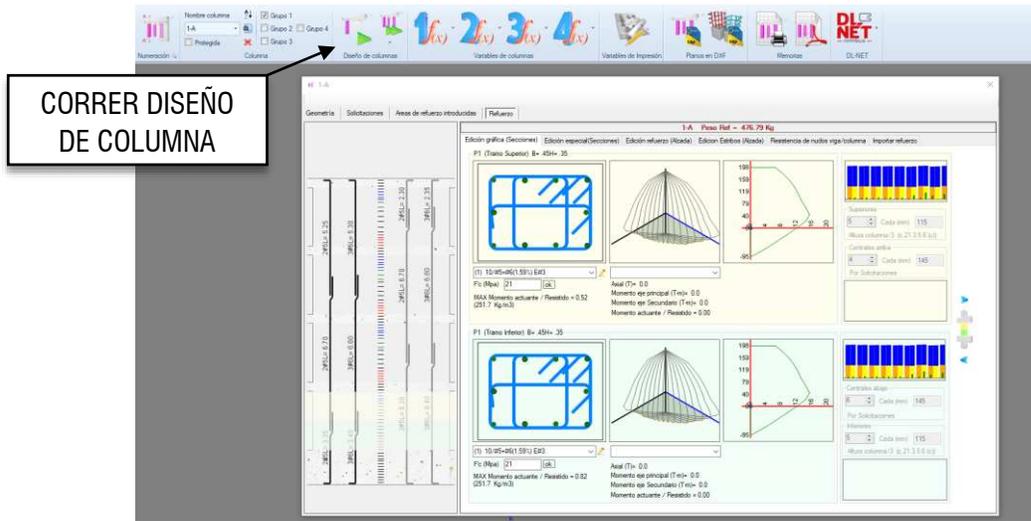


Fuente. Elaboración propia

2.3 Interfaz de diseño de columnas.

Posterior a todas las configuraciones realizadas para el elemento, se procede a correr el programa para el diseño de este mismo, seleccionando la opción que se muestra con este icono , allí se encuentra todos los diagramas necesarios (ver **Figura 13**).

Figura 13. Interfaz de diseño de columna.

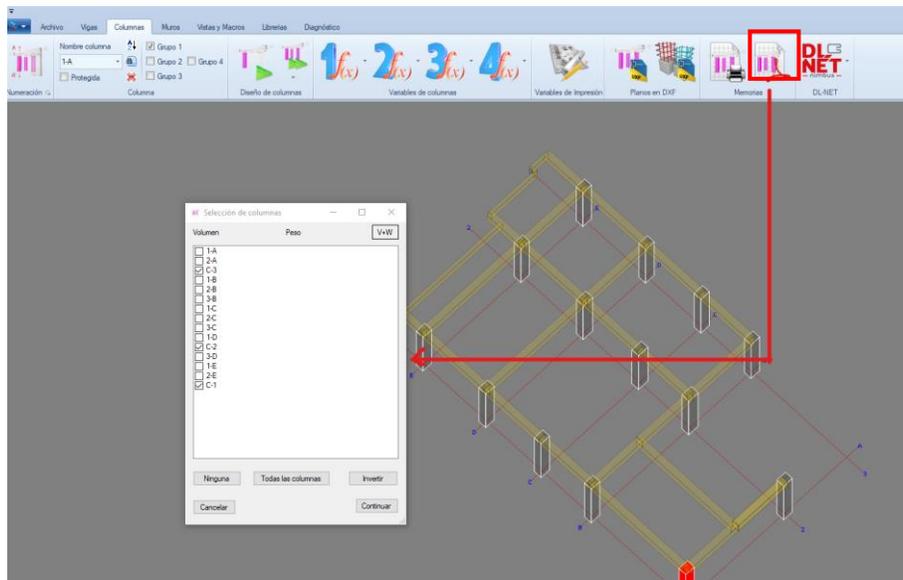


Fuente. Elaboración propia

2.4 Generación de memorias para columnas.

Es necesario generar las memorias de cálculo, que permitirán analizar de forma más detallada el diseño generado para el elemento (ver Figura 14).

Figura 14. Generación de memorias para columnas.

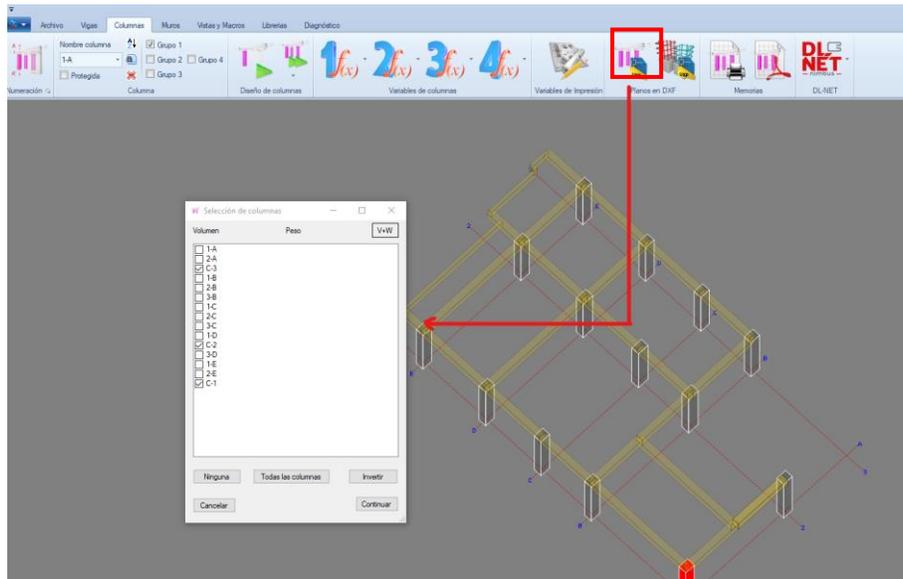


Fuente. Elaboración propia

2.5 Generación de planos para columnas.

Al igual que las memorias de cálculo, se puede exportar los planos de despiece de todas las columnas diseñadas a un programa CAD (ver **Figura 15**).

Figura 15. Generación de planos para columnas.



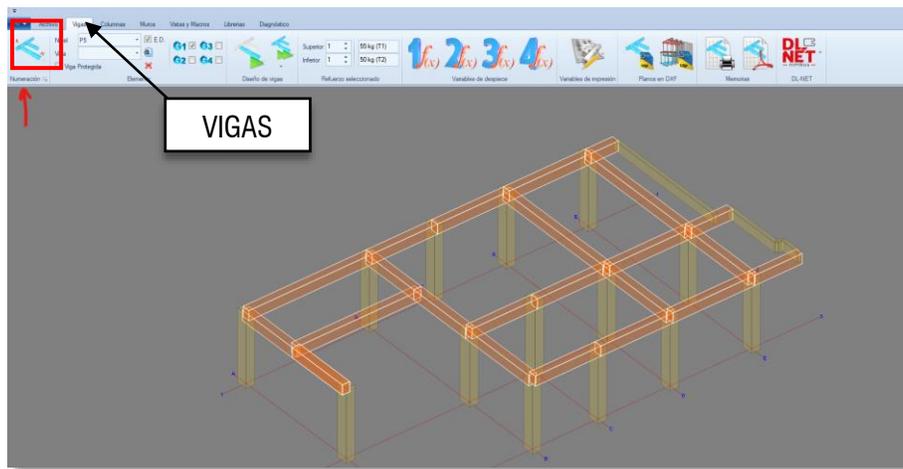
Fuente. Elaboración propia

3. Diseño de vigas y viguetas

3.1 Numeración de vigas

Se debe realizar la numeración de las vigas, de la misma forma como se realiza con el elemento columna, Se debe dirigir al icono llamado "Vigas", dentro de ella, se selecciona la primera opción (ver **Figura 16**)

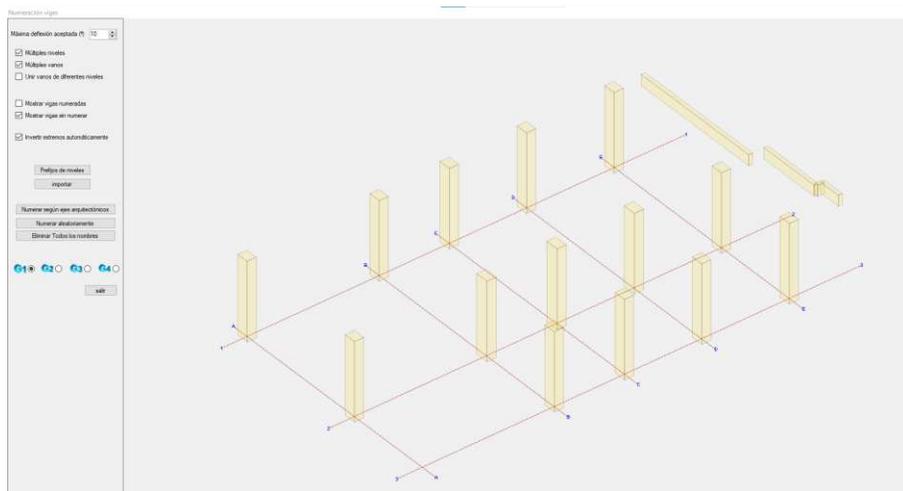
Figura 16. Numeración de vigas.



Fuente. Elaboración propia

Para la selección y numeración de las vigas, se recomienda realizar como se tiene configurado en el programa de análisis (ver **Figura 17**).

Figura 17. Numeración de vigas.

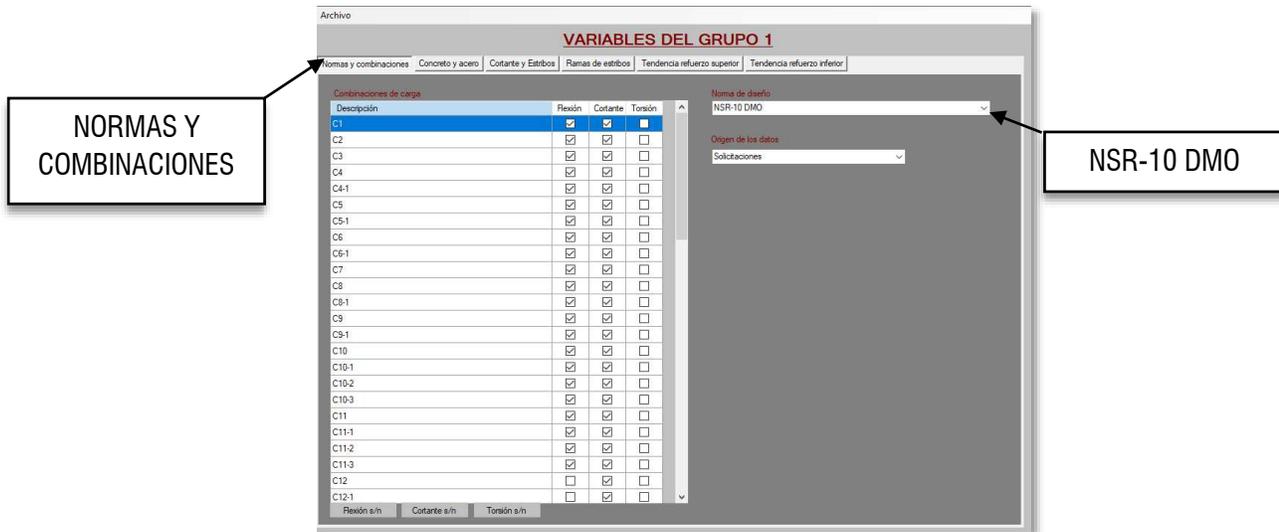


Fuente. Elaboración propia

3.2 Variables de diseño de elementos para vigas.

Primeramente, se debe configurar filtrando las configuraciones a usar, verificar que el programa se encuentre trabajando con el reglamento NSR-10 y con una disipación de energía moderada, según la edificación en estudio (ver **Figura 18**)

Figura 18. Variables de combinación en vigas.



Fuente. Elaboración propia

Después se realiza la configuración de concreto y acero, se debe tener en cuenta el material con el que se modeló en el programa de análisis SAP2000, Concreto $f'_c=28$ MPa (ver **Figura 19**).

Para mayor entendimiento y practica se deja a continuación los valores usados, los cuales se pueden apreciar además en la **Figura 19**.

Recubrimiento acero a flexión

d' Superior al centro de las barras (mm): 54

d' Inferior al centro de las barras (mm): 54

Separación entre centros fila 1 / fila 2: 30

Separación entre centros fila 1 / fila 3: 30

Extensión del concreto después del gancho (mm): 50

Recubrimiento externo de estribos

Recubrimiento Externo lateral de estribos (mm): 40

Recubrimiento Externo superior de estribos (mm): 40

Recubrimiento Externo inferior de estribos (mm): 40

Acero a compresión

- ✓ Permitir refuerzo a compresión

Cuantías

- ✓ Usar cuantías de norma en aceros superiores
Cuantía mínima superior cuando no se requiera acero: 0,0033
- ✓ Usar cuantías de norma en aceros inferiores
Cuantía mínima inferior cuando no se requiera acero: 0,0033

Refuerzo superficial lateral

Colocar refuerzo superficial lateral para $H \geq 900$ mm

Diámetro: #3

Separación primera barra a cara de viga: 300 mm

Separación máxima entre barras: 300 mm

Cuantía mínima: 0,0033

Longitud máxima de la barra superficial: 9

- ✓ Traslapar en cada nudo independiente de la longitud

Figura 19. Variables de materiales en viga.

CONCRETO Y ACERO

Archivo

VARIABLES DEL GRUPO 1

Normas y combinaciones **Concreto y acero** Cortante y Estribos Ramas de estribos Tendencia refuerzo superior Tendencia refuerzo inferior

Materiales

Resistencia del concreto en vanos F_c (Mpa) 21

Resistencia del concreto en nudos F_c (Mpa) 21

Tamaño máximo del agregado (mm) 19

Resistencia del acero F_y (Mpa) 420

Recubrimientos acero a flexión

d' Superior al centro de las barras (mm) 54

d' Inferior al centro de las barras (mm) 54

Separación entre centros fila 1 / fila 2 30

Separación entre centros fila 1 / fila 3 30

Extensión del concreto después del gancho (mm) 50

Recubrimientos externo de estribos

Recubrimiento Externo lateral de estribos (mm) 40

Recubrimiento Externo Superior de estribos (mm) 40

Recubrimiento Externo Inferior de estribos (mm) 40

Acero a compresión

Permitir refuerzo a compresión

Acero por axial

Adicionar acero superior por tracciones !!!

Adicionar acero inferior por tracciones !!!

Cuantías

Usar cuantías de norma en aceros superiores

Cuantía mínima superior cuando no se requiera acero 0.0033

Usar cuantías de norma en aceros inferiores

Cuantía mínima inferior cuando no se requiera acero 0.0033

Refuerzo superficial lateral

Colocar refuerzo superficial lateral para $H \geq$ 900 mm

Diámetro #3

Separación primera barra a cara de viga 300 mm

Separación máxima entre barras 300 mm

Cuantía mínima 0.0033

Longitud máxima de la barra superficial 9

Traslapar en cada nudo independiente de la longitud

Traslapar en el nudo donde se llegue a la longitud máxima de la barra

Traslapar en cualquier parte donde se llegue a la longitud máxima de la barra

Fuente. Elaboración propia

Seguidamente se configura las variables de cortante y estribos, donde se debe modificar la separación de estribos y el resto dejándolo por defecto a causa de que el programa está configurado desde el inicio con la normativa NSR-10 DMO (Ver **Figura 20**).

Separación entre estribos

Separación mínima por esfuerzo (mm): 75

Delta separación de estribos (mm): 25

Figura 20. Variables de cortante y estribos en viga.

Archivo

VARIABLES DEL GRUPO 1

Normas y combinaciones | **Concreto y acero** | **Cortante y Estribos** | Ramas de estribos | Tendencia refuerzo superior | Tendencia refuerzo inferior

CORTANTES Y ESTRIBOS

Cortante plástico

Calcular cortante plástico

Combinación de cargas verticales para cortante plástico

C2

Tomar la longitud entre dos apoyos fuertes (Columnas y muros) para cálculo de cortante plástico

Contribución del concreto (Vc)

Despreciar la contribución del concreto a todo lo largo de la viga

Despreciar la contribución del concreto en las zonas de confinamiento

Despreciar la contribución del concreto según las normas (E aval se tomará igual a cero)

No despreciarla nunca

Varios

Usar para diseño el cortante en la cara del apoyo (De lo contrario se tomará a "d" de la cara)

Longitud zona confinada en fracciones de H: 2

Ajustar cantidad de estribos por encma

Diseño a torsión

NO es necesario mantener el equilibrio (Los elementos son estáticamente indeterminados)

Separaciones entre estribos

Separación mínima por esfuerzos (mm): 75

Separación mínima (Se tomará en menor valor)

mm: 150 Fracciones de H: 5.3 Fracciones de B: 5

Separación en muros en (mm): 300

Colocar estribos dentro de muros según distribución normal

Separación mínima alterna en zonas de confinamiento: 50

Usar separación alterna en zonas de confinamiento

Delta separación de estribos (mm): 25

Confinar alrededor de apoyos tipo viga

Estribos en elementos NO SISMICOS (Cuando no son necesarios)

Colocar estribos constructivos

Separación en la zona de confinamiento en fracciones de H: 0.75

Separación en la zona central en fracciones de H: 1.5

Confinamiento de traslapes (Solo para estribos calculados dinámicamente)

Confinar acero superior Confinar acero inferior

Factores para considerar un traslape como estructural (Fracciones del traslape teórico)

Mínimo: 0.5 Máximo: 1.5

Confinar en vanos con muros

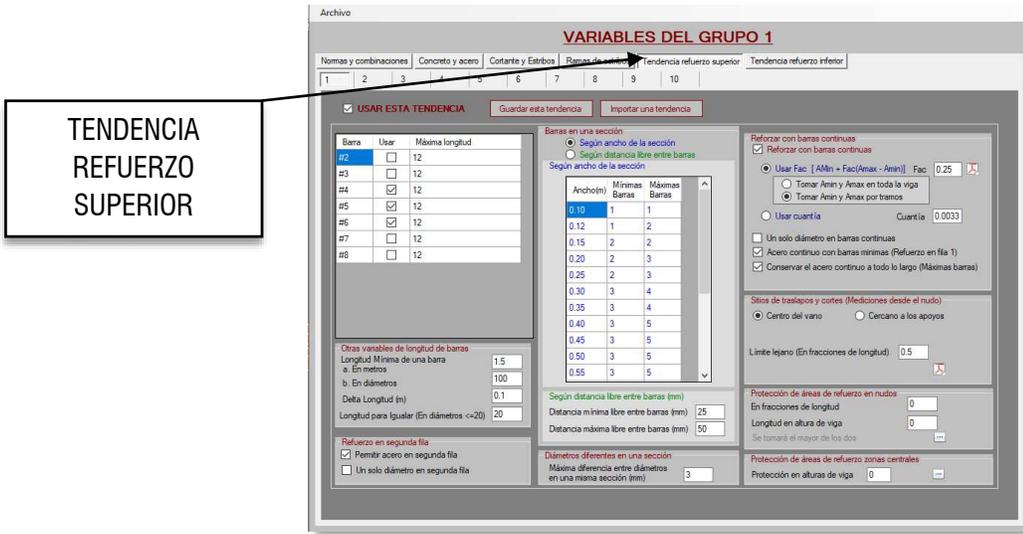
Fuente. Elaboración propia

La configuración ramas y estribo se deja por defecto, se continua con la configuración de la variable tendencia refuerzo superior, donde se selecciona las barras o diámetros de varilla, que se quieren utilizar y también la longitud de las mismas barras (ver **Figura 21**).

Para el proyecto en análisis y siguiendo la oferta en la zona donde esta edificación estará proyectada a construir, siendo esta localizada en el Municipio de Ocaña, NTS, se utilizará diámetro de barras longitudinales comprendidos entre #4 y #8, con una longitud de dichas barras de 6 m.

Los demás parámetros para configurar se conservan por defecto.

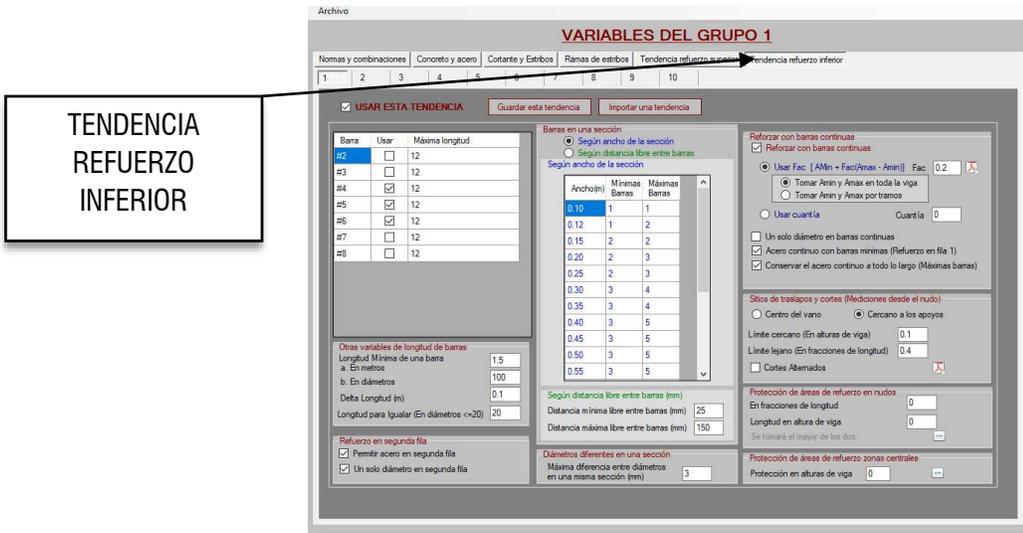
Figura 21. Variables de tendencia refuerzo superior en viga.



Fuente. Elaboración propia

Al igual que la configuración anterior, se debe realizar con las barras inferiores de la viga (ver **Figura 22**).

Figura 22. Variables de tendencia refuerzo superior en viga.

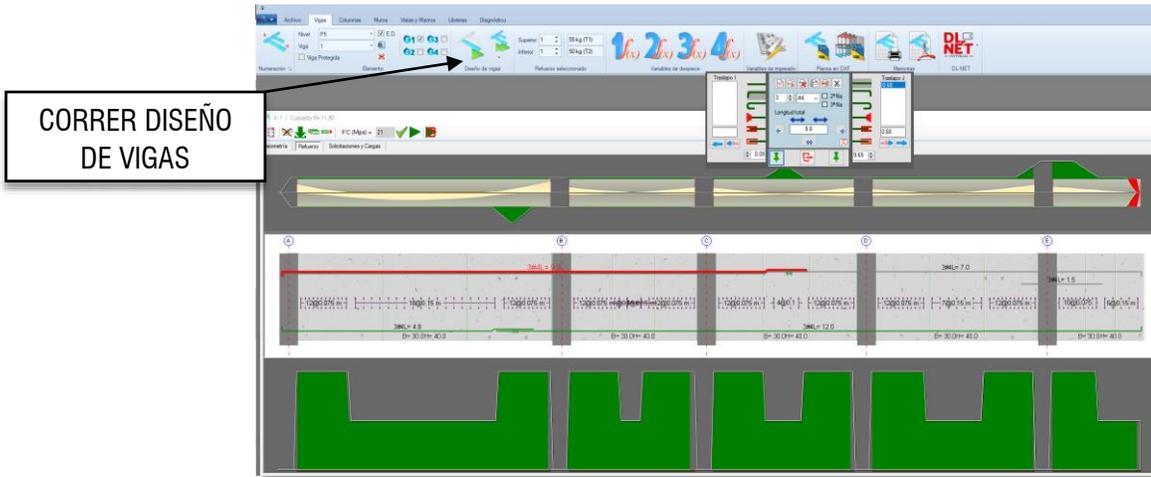


Fuente. Elaboración propia

3.3 Interfaz de despieces y edición de refuerzo en viga.

Posterior a todas las configuraciones realizadas para el elemento, se procede a correr el programa para el diseño de este mismo, seleccionando la opción que se muestra con este icono , allí se encuentra todos los diagramas necesarios (ver **Figura 23**).

Figura 23. Interfaz de despieces y edición de refuerzo en viga.

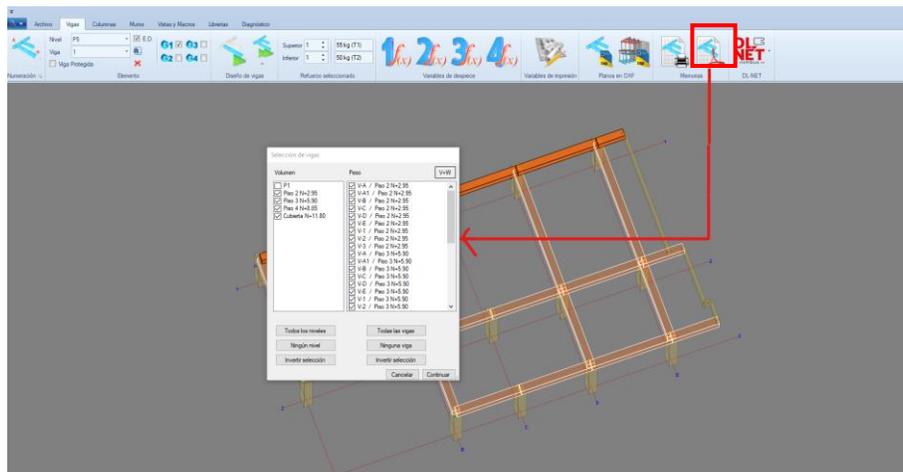


Fuente. Elaboración propia

3.4 Generación de memorias

Es necesario generar las memorias de cálculo, que permitirán analizar de forma más detallada el diseño generado para el elemento (ver Figura 24).

Figura 24. Interfaz de despieces y edición de refuerzo para viga.



Fuente. Elaboración propia

Apéndice D

MODELACIÓN EN CYPECAD

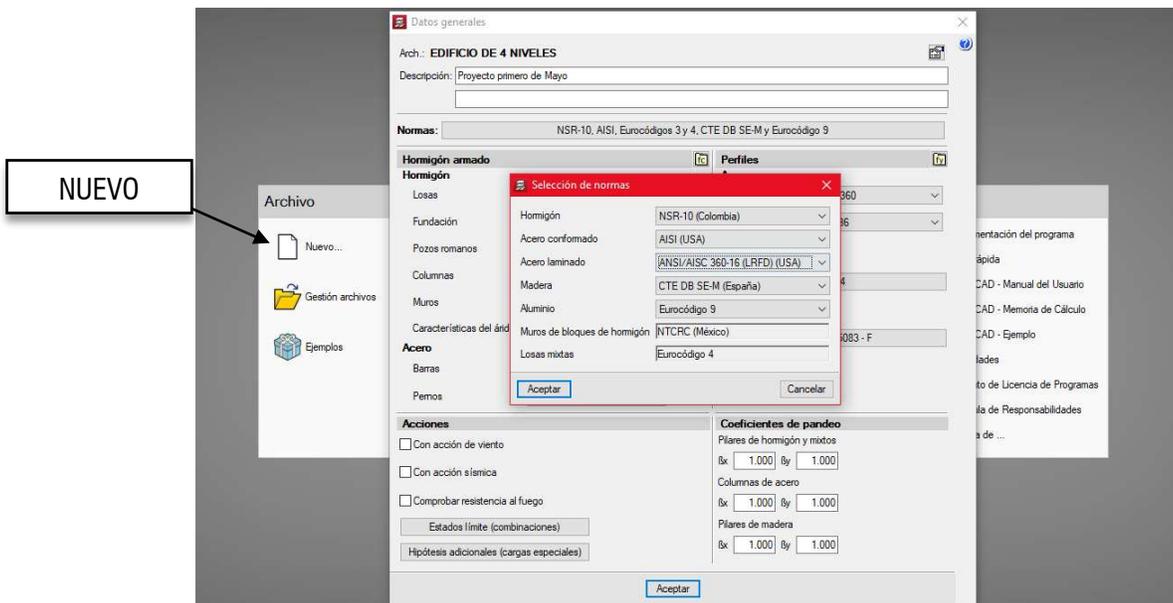
El presente documento sirve como guía práctica para el uso del programa CYPECAD v.23 en la modelación de una estructura tipo pórtico resistente a momento, por lo que ha sido implementado para el desarrollo del proyecto que Comparación en el Diseño Estructural de una Edificación de Cuatro Niveles Ubicado en una Zona de Amenaza Sísmica Intermedia con $A_a=0.20$ Usando SAP2000-DC CAD3 Y CYPECAD, siendo el presente documento presentado como Apéndice al proyecto enunciado anteriormente.

1. Configuración

1.1 Configuración del material

Se configura el programa con la Norma NSR-10 para el diseño del hormigón armado, como solo se hará el diseño de una estructura de concreto reforzado se configura la opción “Hormigón” con la “NSR-10 (Colombia)” y se deja por defecto el resto de los materiales los cuales no intervienen en el análisis y diseño de la estructura estudiada (ver **Figura 1**).

Figura 1. Configuración de la norma NSR-10



Fuente. Elaboración propia

Para crear el material de concreto reforzado se consulta el comando “Biblioteca de hormigones de usuario” y con la opción “Nuevo” se crea el material de concreto reforzado con las siguientes características (Ver **Figura 2**):

Concreto para vigas y columnas: $f'c = 28$ MPa

Concreto para cimentación: $f'c = 28$ MPa

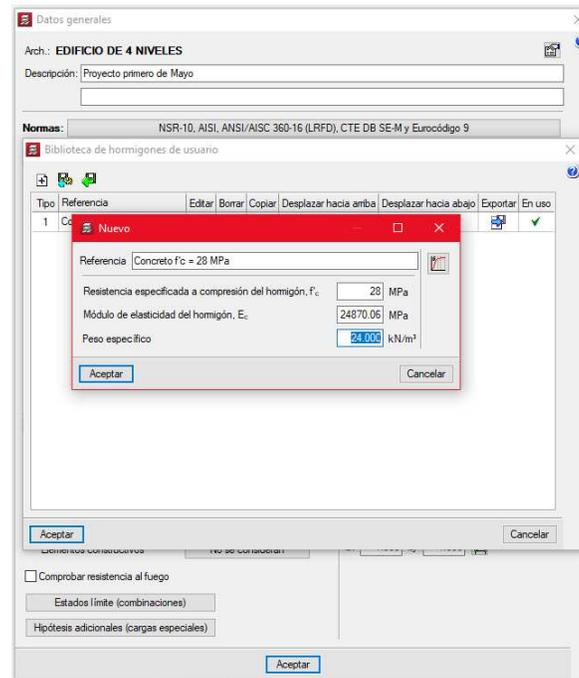
Concreto para losa: $f'c = 28$ MPa

Concreto para escaleras: $f'c = 21$ MPa

Módulo de elasticidad del concreto: $4700 \sqrt{f'c}$

Peso específico: 24 kN/m^3

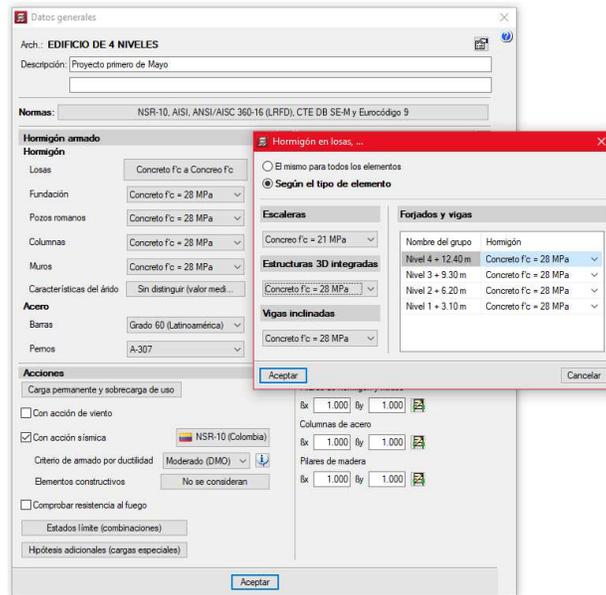
Figura 2. Material concreto reforzado



Fuente. Elaboración propia

Se configuran todos los elementos de concreto reforzado con el material creado. Igualmente se configura las características del árido en “sin distinguir (valor medio nacional)”, debido a que no se conoce el origen de los agregados utilizados para el concreto del proyecto (ver **Figura 3**).

Figura 3. Configuración del material para los elementos estructurales

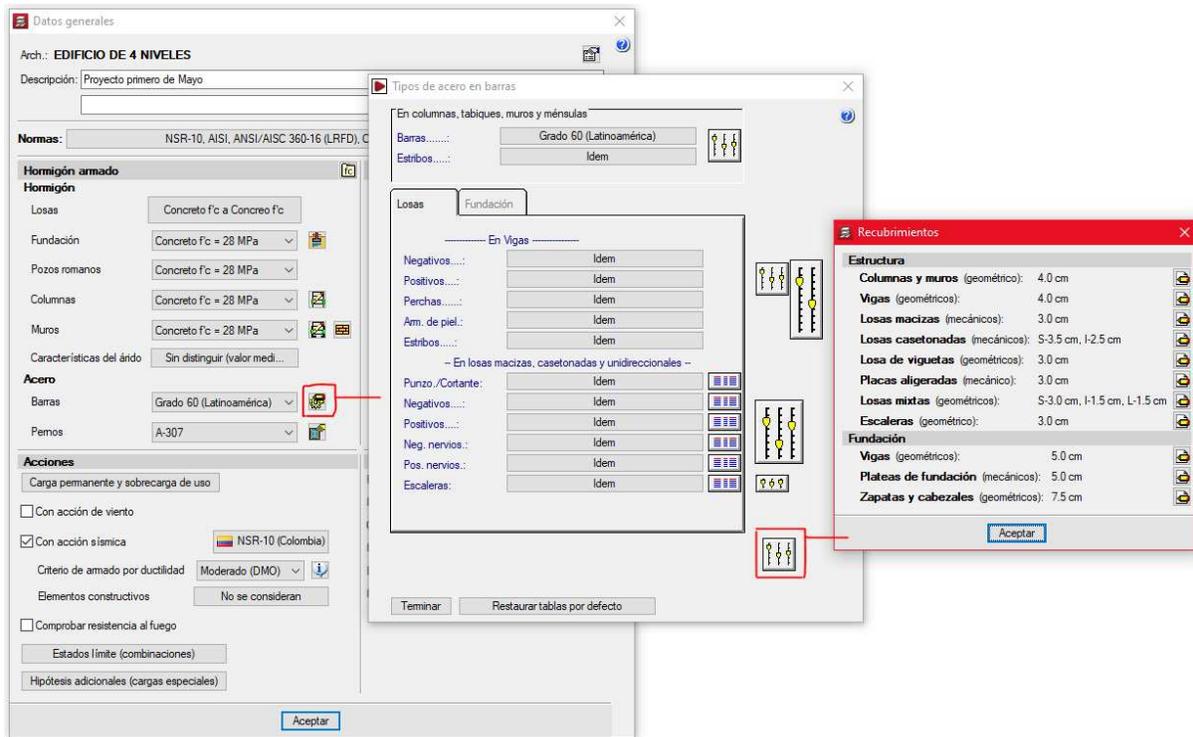


Fuente. Elaboración propia

1.2 Configuración Barras de acero de refuerzo

Se configura el acero de refuerzo de columnas, vigas, losas y escaleras, teniendo en cuenta disposiciones de la norma NSR-10. A continuación, en la **Figura 4** se muestra como ejemplo la configuración de los recubrimientos.

Figura 4. Configuración acero de refuerzo

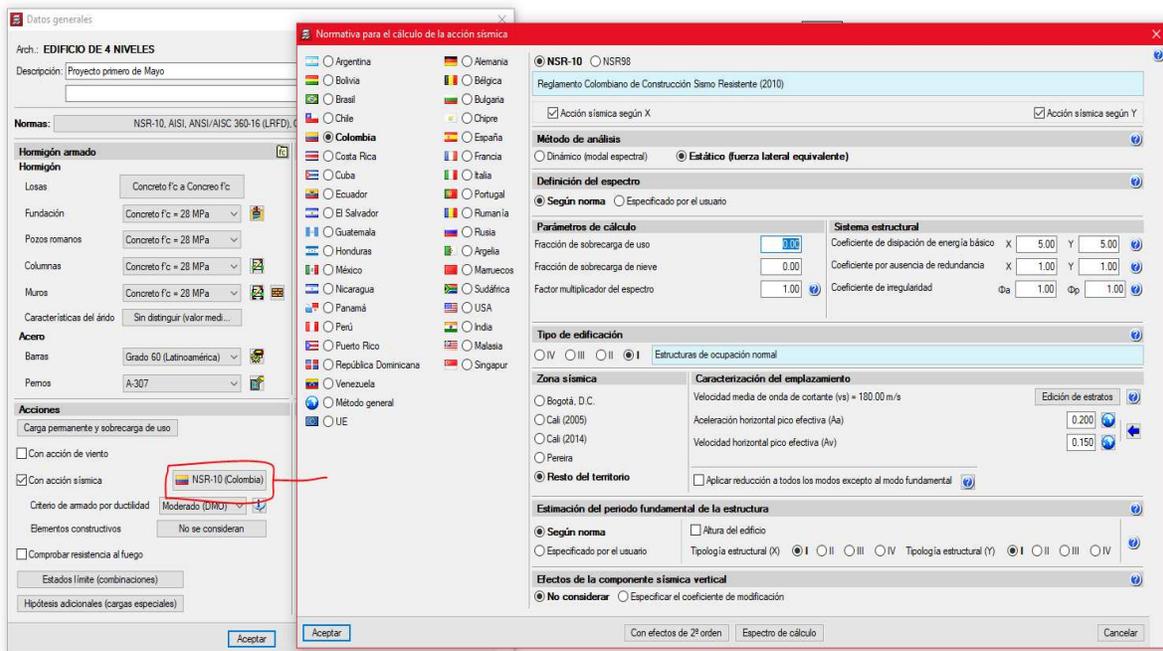


Fuente. Elaboración propia

1.3 Configuración de la acción sísmica

Se configura la acción sísmica teniendo en cuenta que el edificio a diseñar es de ocupación normal (residencial) y que la ubicación del proyecto es Ocaña, Norte de Santander con tipo de suelo D. Se utiliza el método de análisis de Fuerza Horizontal Equivalente y se tienen en cuenta los efectos de segundo orden y se asignan los coeficientes de irregularidad en planta, altura y por ausencia de redundancia como se puede ver en la **Figura 5**.

Figura 5. Configuración del sismo

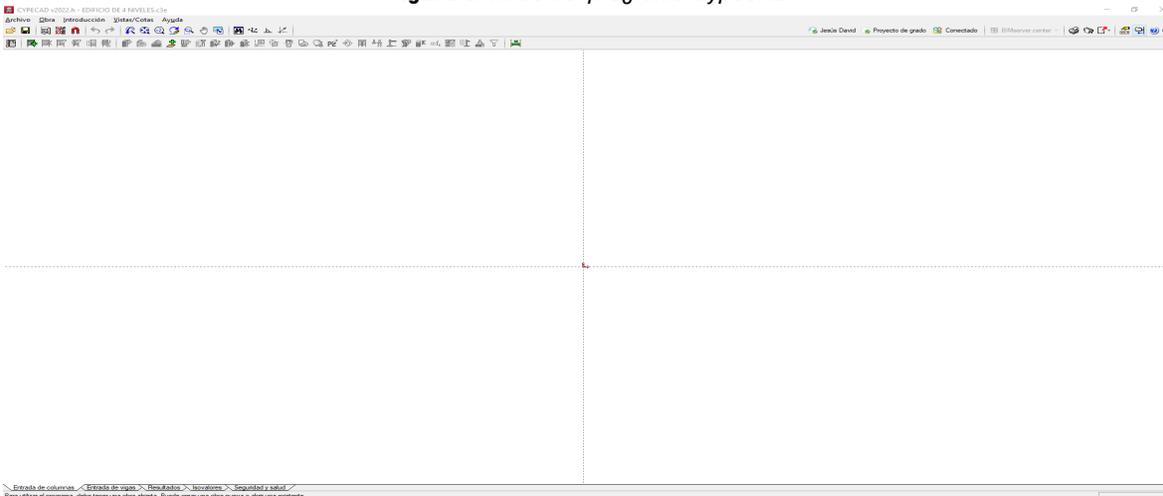


Fuente. Elaboración propia

2. Modelación

Una vez configurada la acción sísmica se configura la ductilidad en DMO y se aceptan todos los parámetros, mostrando una plantilla en blanco en Entrada de columnas” (ver Figura 6).

Figura 6. Inicio del programa CypeCAD

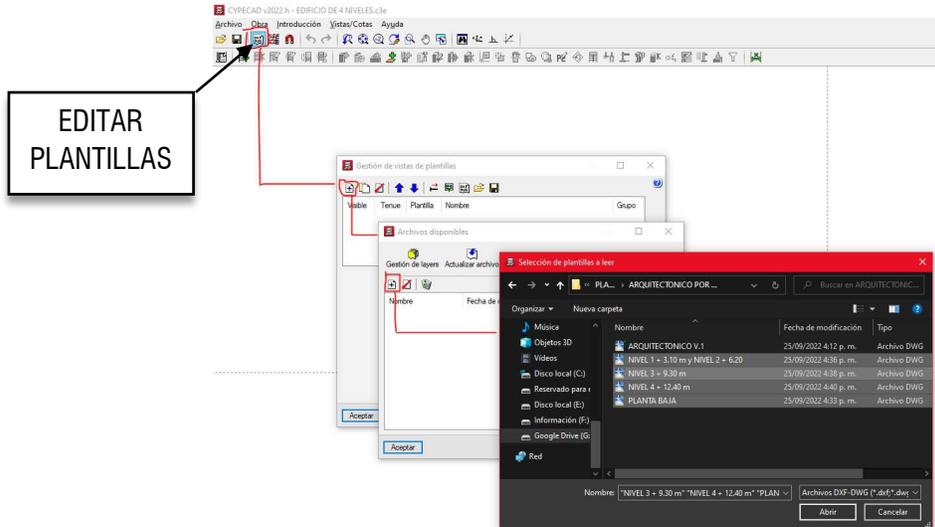


Fuente. Elaboración propia

2.1 Inserción de plantillas arquitectónica en formato CAD.

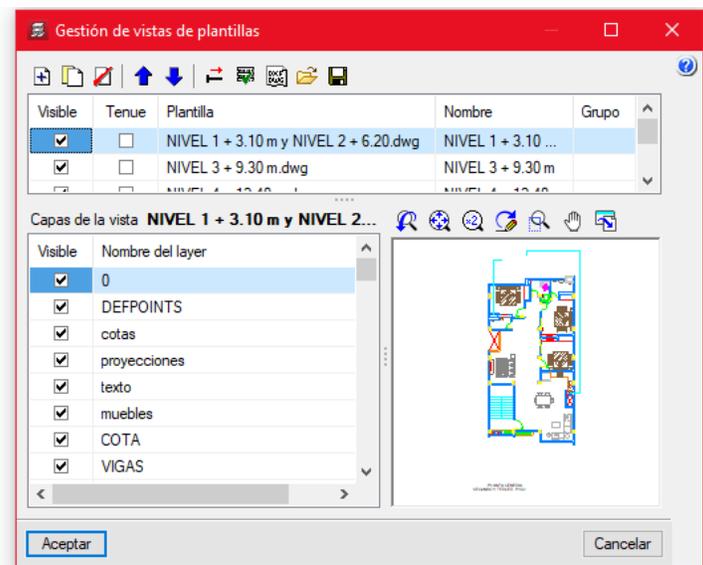
Para lograr eficiencia en la modelación del edificio se importan por plantas los planos arquitectónicos en la opción “Editar plantillas”. Se debe resaltar que la versión de AutoCAD en que se guarden las plantillas de los planos arquitectónicos debe ser 2013 para que el programa las lea, así mismo se debe tener en cuenta que se debe ubicar un mismo punto de referencia en todas las plantas, que para los planos estudiados se asumió en la primera columna inferior izquierda (ver **Figura 7** y **Figura 8**).

Figura 7. Inserción de plantillas en formato DWG.



Fuente. Elaboración propia

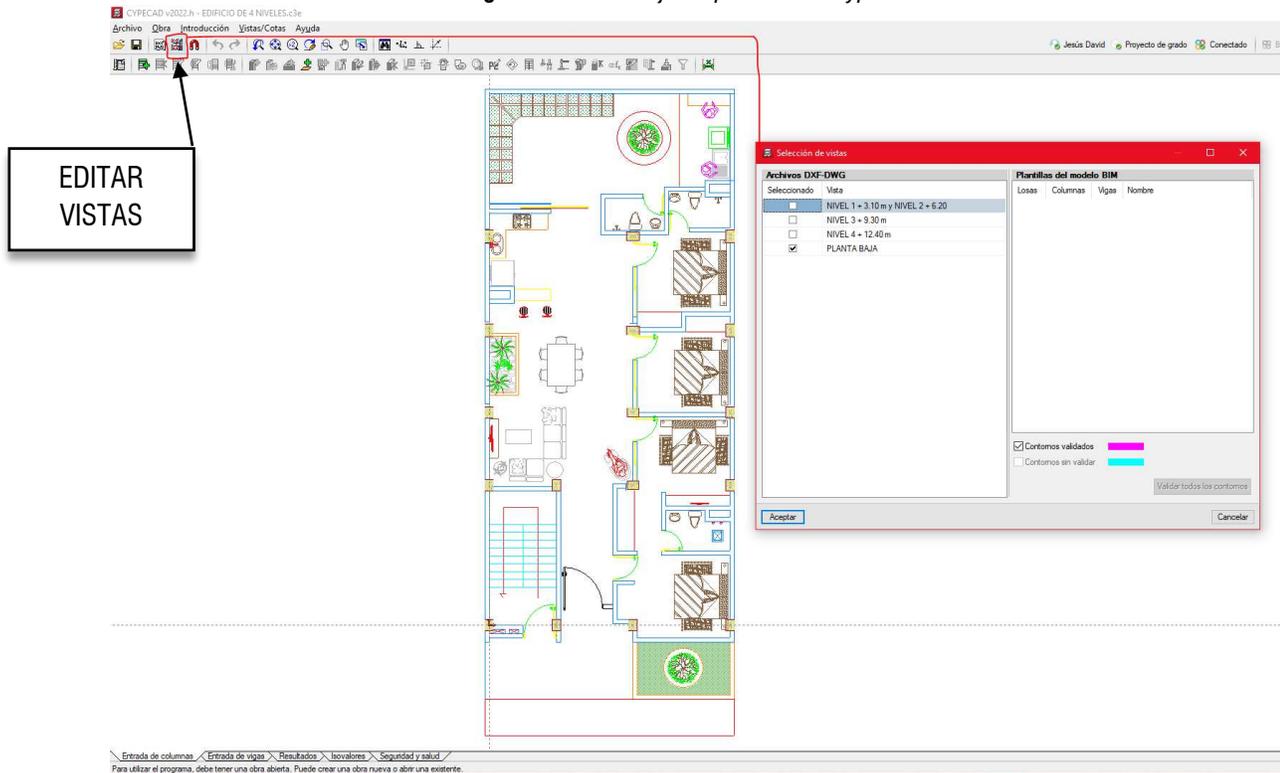
Figura 8. Gestión de vistas de plantillas



Fuente. Elaboración propia

Una vez importadas las plantillas de AutoCAD 2013, se procede a insertar en pantalla la planta baja para poder posicionar las columnas en el modelo. La inserción de la planta baja en el modelo se hace mediante el comando “Editar vistas”, obteniendo el siguiente resultado (ver **Figura 9**).

Figura 9. Planta baja en pantalla de CypeCAD



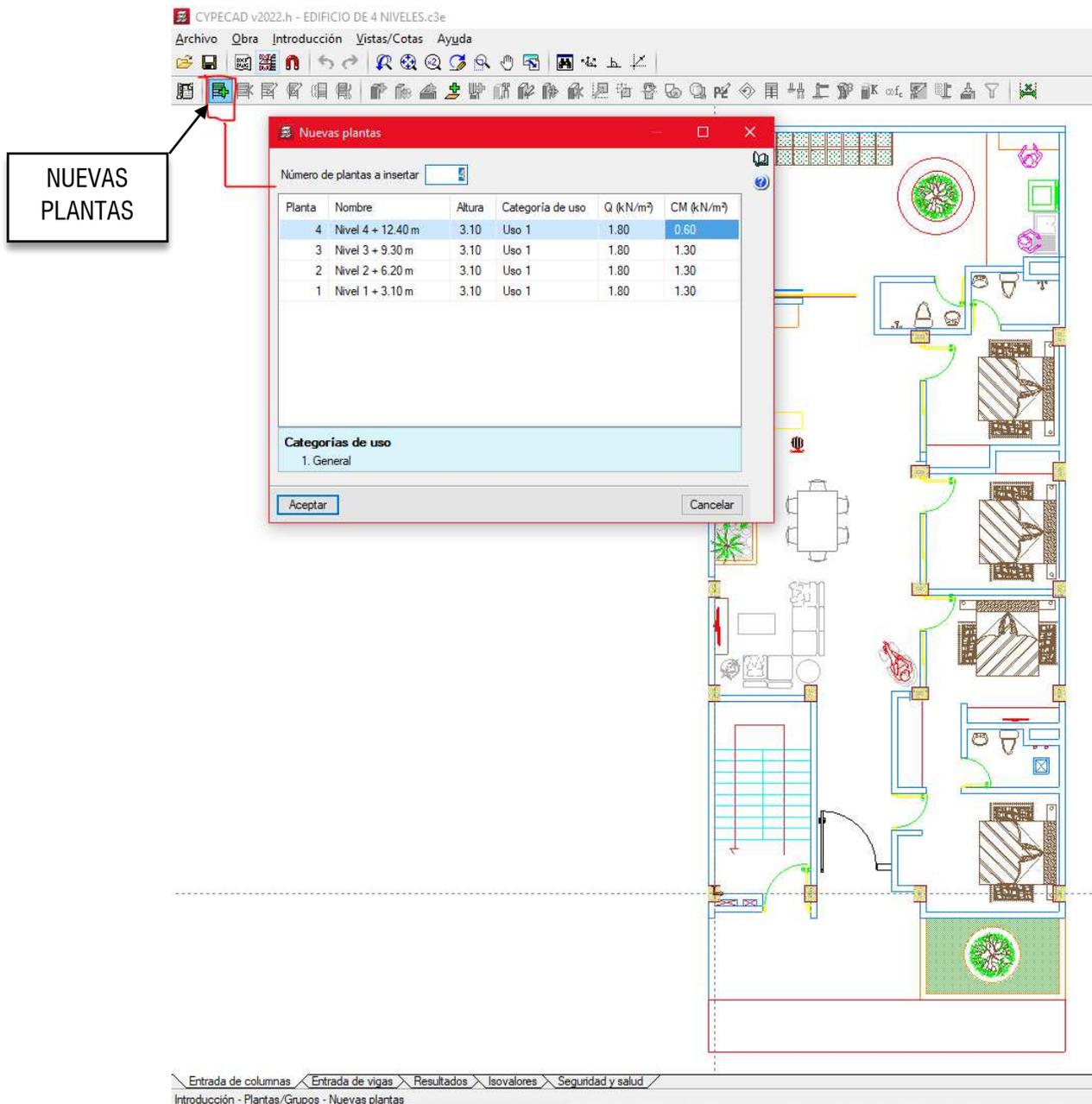
Fuente. Elaboración propia

3. Creación de plantas estructurales (Niveles).

Con el fin de crear cada uno de los niveles para las plantas estructurales se inicia el comando “Nuevas plantas” visualizando una ventana donde pregunta “¿Cómo desea introducir esas plantas?” dando dos opciones: “Sueltas” o “Agrupadas entre sí”, se recomienda que se escoja la opción “sueltas”. Seguidamente de dar la opción “Sueltas” y “aceptar” aparece una ventana donde se configuran los niveles con sus respectivas cargas muertas (CM) y sobrecargas (Q) como se muestra en la **Figura 10**.

Se debe tener en cuenta que la carga muerta introducida no incluye particiones de mampostería y peso propio de la losa, debido a que estas se incluirán más adelante en el modelo.

Figura 10. Creación de niveles

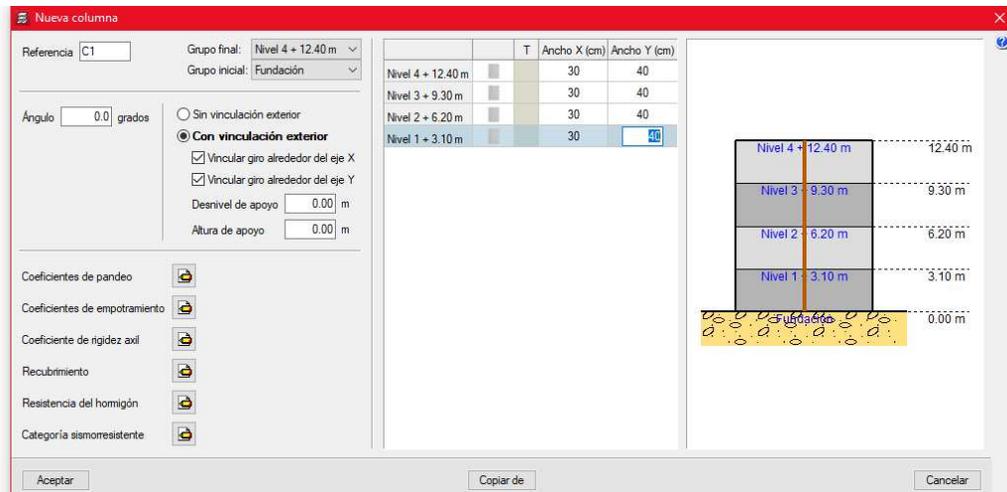


Fuente. Elaboración propia

4. Introducción de columnas

Teniendo como referencia la plantilla de AutoCAD se procede a introducir las columnas en la pestaña del programa “Entrada de columnas” en las ubicaciones indicadas con el comando “Nueva columna” configurando las columnas del predimensionamiento inicial (0.30 m x 0.40 m y 0.30 m y 0.45 m), como se muestra en la **Figura 11**.

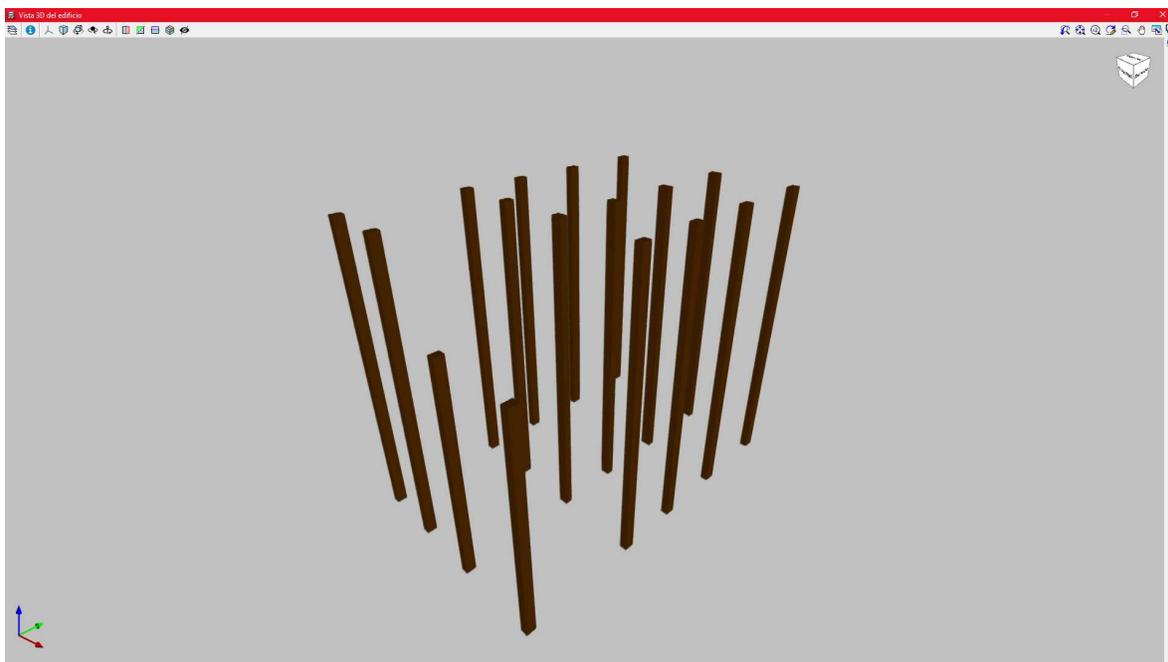
Figura 11. Entrada de columnas



Fuente. Elaboración propia

Una vez introducidas las columnas y sus referencias se tiene la siguiente configuración en planta en el programa y dirigiéndose a la pestaña “Entrada de vigas” se puede ver el modelo en 3D de las columnas con el comando “Vista 3D del edificio” el cual abre una ventana nueva (ver **Figura 12**).

Figura 12. Ubicación de columnas

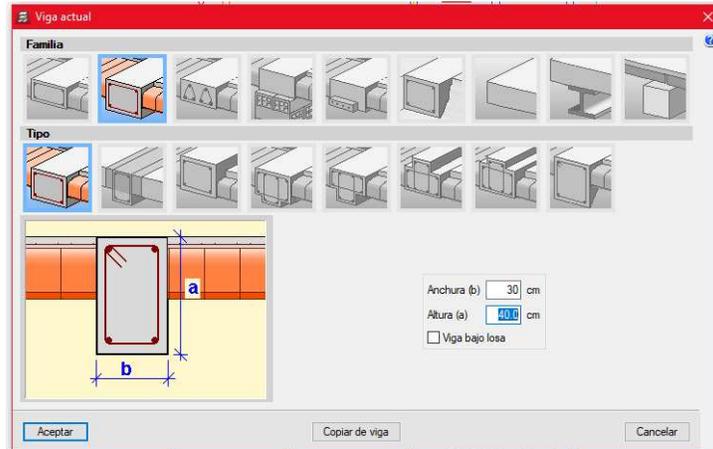


Fuente. Elaboración propia

5. Introducción de vigas

En la pestaña “Entrada de vigas” se procede a introducir las vigas predimensionadas en el comando “vigas” y “Entrar viga” configurando el tipo y tamaño de las mismas como se puede ver en la figura. Se introducen las vigas del Nivel 1 + 3.00 m (0.30 m x 0.40 m) guiados por la plantilla de AutoCAD, ver **Figura 13**.

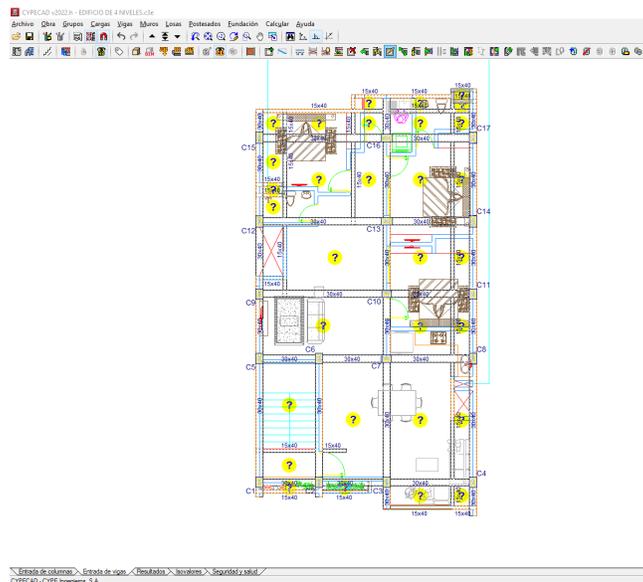
Figura 13. Entrada de vigas



Fuente. Elaboración propia

Una vez introducidas las vigas tanto principales como auxiliares y de borde, se puede visualizar signos de interrogación en los paneles donde deben ir las losas, indicando que se debe introducir características de la losa como se muestra en la **Figura 14**.

Figura 14. Vista en planta de entrepiso



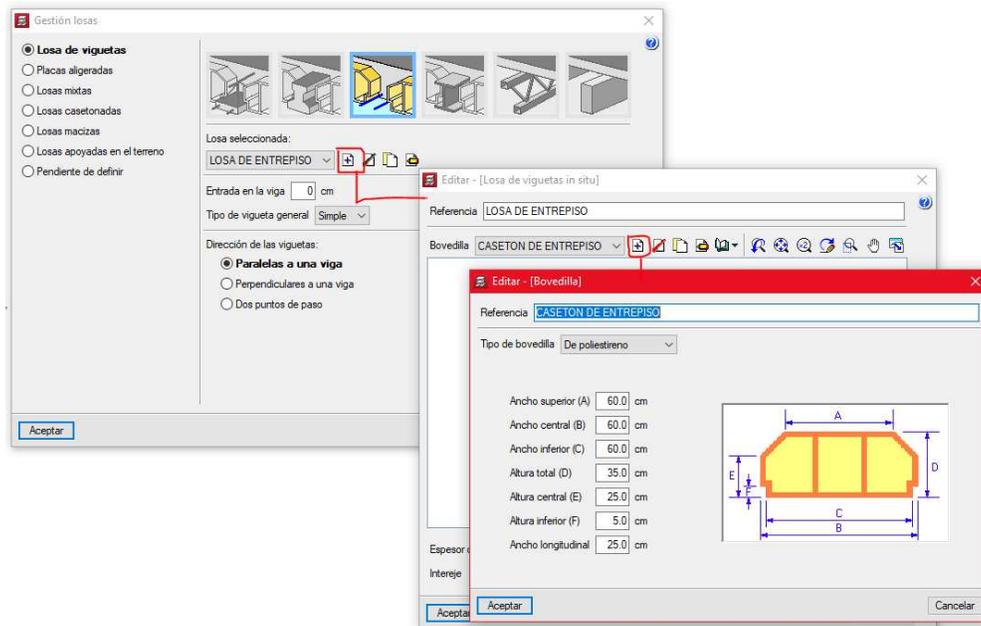
Fuente. Elaboración propia

6. Creación e introducción de losa

6.1 Creación sección de losa

Para la creación de la sección transversal de la losa aligerada en una dirección se entra al comando “Entrar losa” opción “Losa de viguetas” escogiendo el tipo “Losa de viguetas in situ” y se selecciona la opción “Crear” abriendo la ventana “Crear” en la cual se debe configura la bovedilla dándole la opción “crear” la cual abre la ventana mostrada en la **Figura 15**.

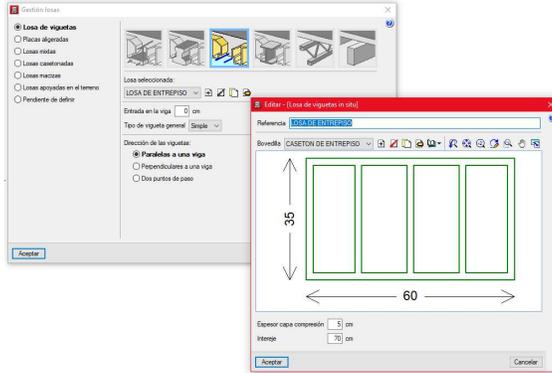
Figura 15. Creación de losa aligerada



Fuente. Elaboración propia

Una vez configurado los parámetros de la losa se presiona “Aceptar” y se configura el espesor capa de compresión en 5 cm y un intereje (ancho aferente) de 70 cm como se muestra en la **Figura 16**.

Figura 16. Configuración de ancho aferente

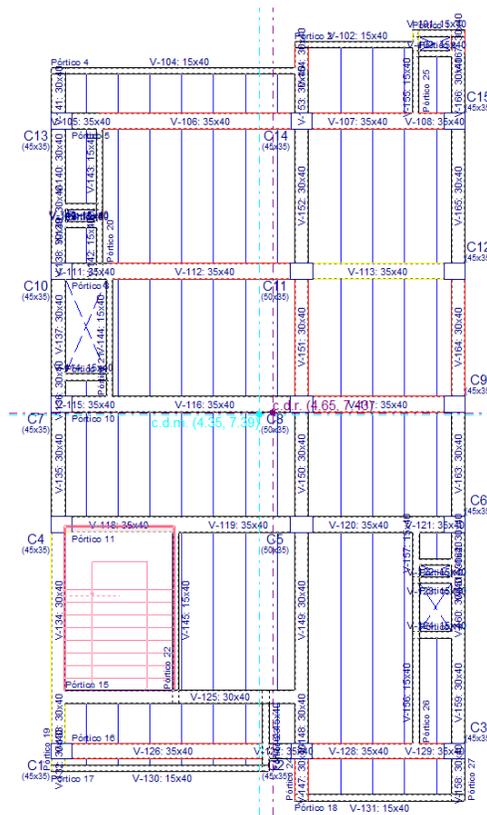


Fuente. Elaboración propia

6.2 Introducción de losa

Después de “Aceptar” los parámetros anteriormente descritos se procede a introducir la losa en los paneles respectivo del modelo seleccionando en la dirección de las viguetas “Paralelas a una viga”. Una vez introducidos los paneles y modelados los vacíos correspondientes se obtiene la planta de la Figura 17.

Figura 17. Losa de entrepiso 1

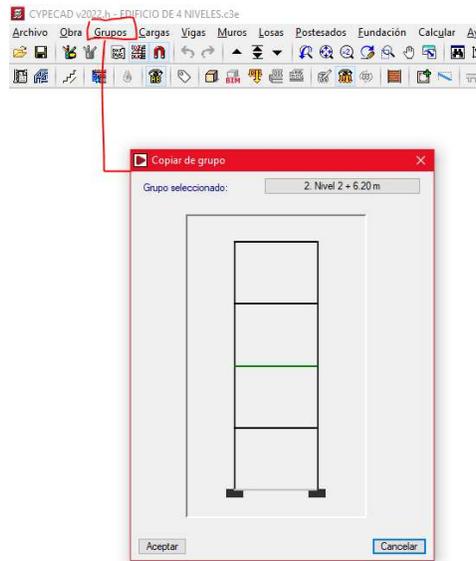


Fuente. Elaboración propia

Una vez modelada la losa del primer entrespiso se procede a copiar todos los elementos del entrespiso 1 (Nivel 1 + 3.10 m) a los entrespisos 2 y 3 con el comando “Grupos” opción “Copiar de otro grupo” (ver **Figura 18**). Así mismo, se modela la planta de la cubierta (Nivel 4 + 12.40 m) teniendo en cuenta que la losa de cubierta es maciza.

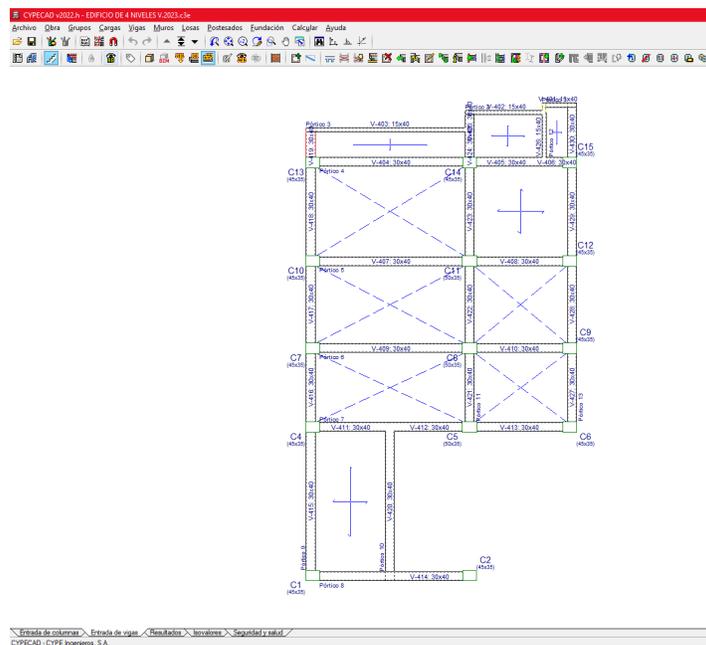
Al introducir la losa maciza en una dirección se tiene la siguiente configuración de la cubierta mostrada en la **Figura 19**.

Figura 18. Copiar vigas y losas



Fuente. Elaboración propia

Figura 19. Losa maciza de cubierta

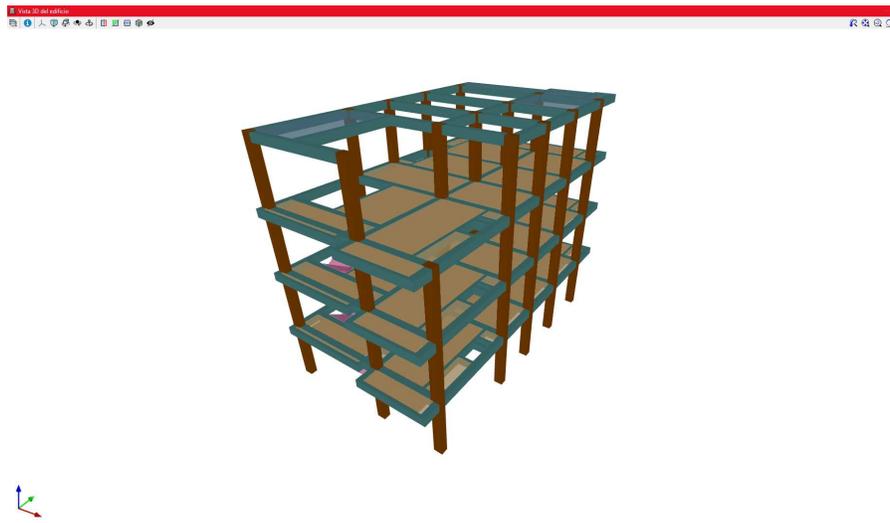


Fuente. Elaboración propia

7. Modelo final en 3D

Una vez introducidos todos los elementos estructurales de la edificación, se puede previsualizar un modelo en 3D el cual indicará si la modelación deseada se realizó correctamente o si hay errores al menos de geometría. Para ver el modelo en 3D se dirige al comando “Vista 3D del edificio” abriendo una ventana externa como se muestra en la **Figura 20**. El modelo en 3D también tiene la opción de visualizar “Suelo”, “Materiales”, “Aristas de objetos” e “Iluminación ambiental mejorada (SSAO)” como se muestra en la **Figura 21**.

Figura 20. Modelo en 3D del Edificio



Fuente. Elaboración propia

Figura 21. Modelo en 3D en modo material



Fuente. Elaboración propia

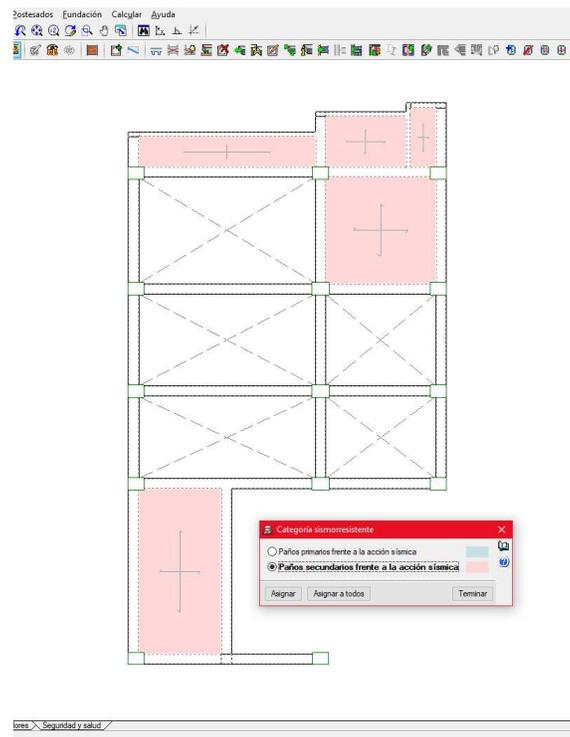
8. Definición de la categoría sismo resistente

Debido a que el programa CypeCAD es una herramienta que deja modelar los elementos estructurales que pertenecen y no pertenecen al sistema de resistencia sísmica, se debe configurar para que los elementos estructurales que no pertenecen al sistema de resistencia sísmica no intervengan en la rigidez ante las fuerzas sísmicas, como se muestra a continuación.

8.1 Definición de la categoría sismo resistente de la losa

Para definir la categoría sismo resistente de las losas se utiliza el comando “Losas” opción “Categoría sismorresistente” la cual abre una ventana donde se escoge la opción “Paños secundarios frente a la acción sísmica”, seguidamente se presiona la opción “Asignar a todos”. Esto se hace para los entresijos y la cubierta como se muestra en la **Figura 22**.

Figura 22. Asignación de categoría sismorresistente de la losa

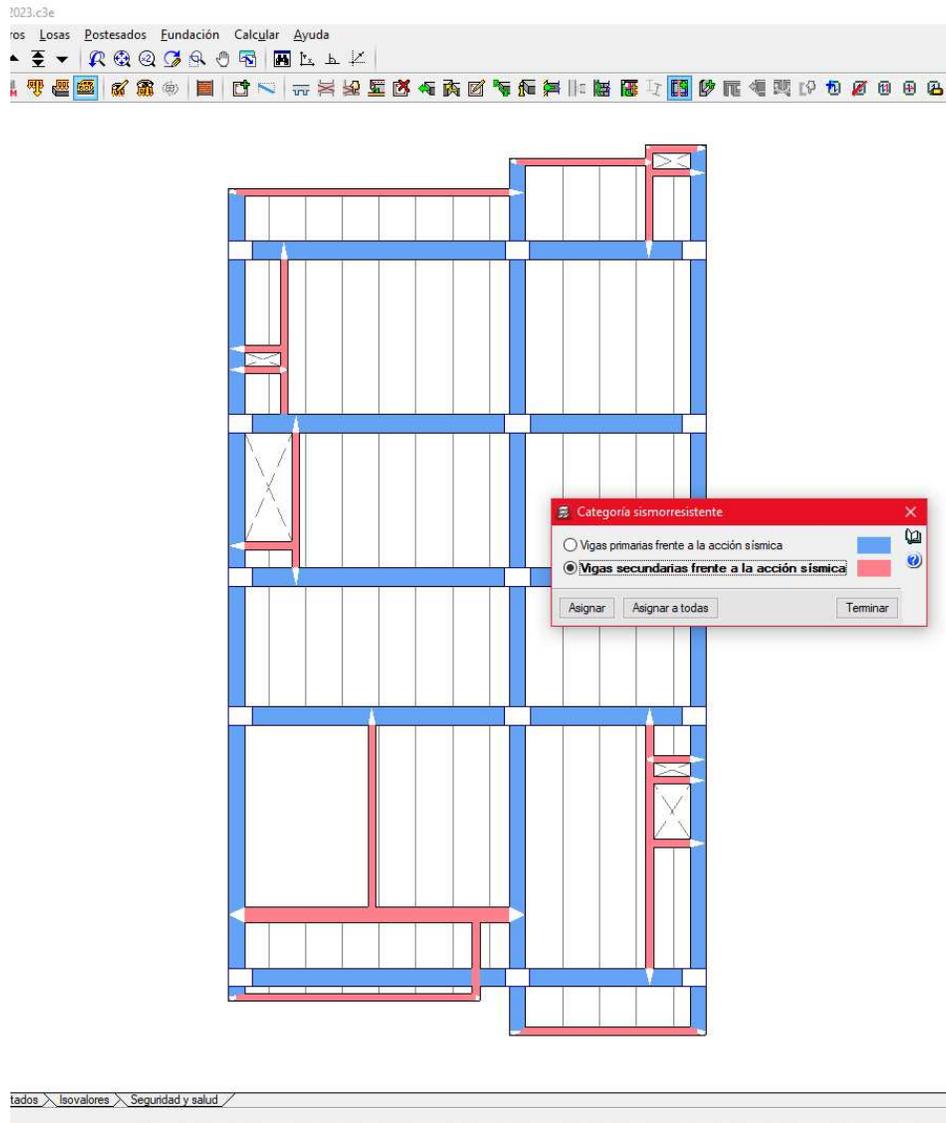


Fuente. Elaboración propia

8.2 Definición de la categoría sismo resistente de vigas secundarias

Para configurar el hecho de que las vigas auxiliares y de borde no intervienen en la rigidez del sistema de resistencia sísmica se consulta el comando “Vigas” con la opción “Otras opciones” y seguidamente de “Categoría sismorresistente” abriéndose una ventana donde se debe seleccionar la opción “Vigas secundarias frente a la acción sísmica” asignando una por una las vigas antes mencionadas como se muestra en la **Figura 23**.

Figura 23. Asignación de categoría sismorresistente de las vigas



Fuente. Elaboración propia

9. Carga de muros de mampostería

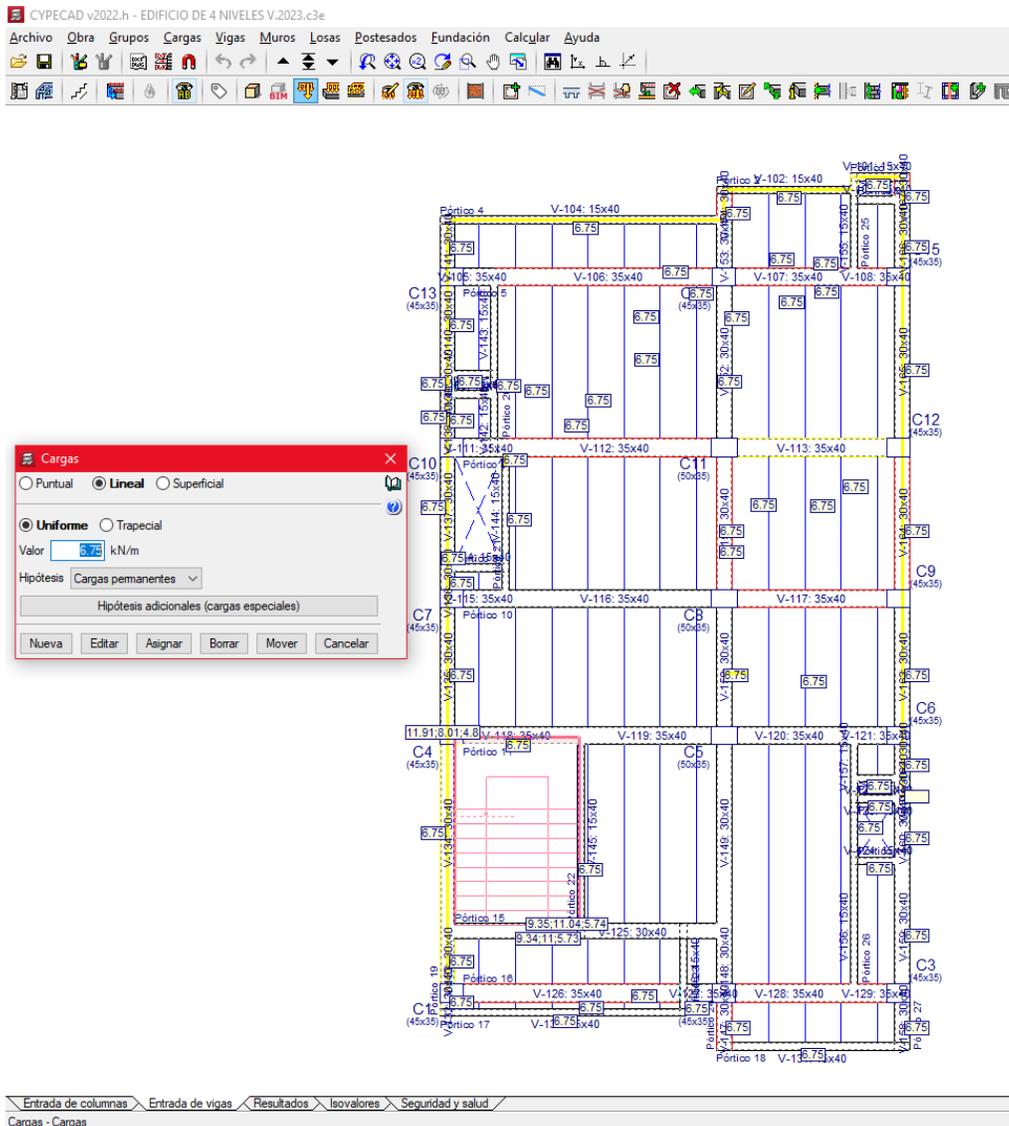
Debido a que se cuenta con un plano arquitectónico donde se conoce la distribución de los muros tanto laterales, de fachada y de particiones, el programa CypeCAD permite introducir dichas cargas detalladamente utilizando como referencia la plantilla importada de AutoCAD.

Ahora, para un muro en mampostería de bloque de arcilla, pañetado en ambas caras con un espesor de 150 mm la carga por metro cuadrado de muro es de 2.50 kN/m². La carga anterior se multiplica por la altura del muro (2.70 m) para obtener las cargas distribuidas en kN/m que será introducidas en CypeCAD.

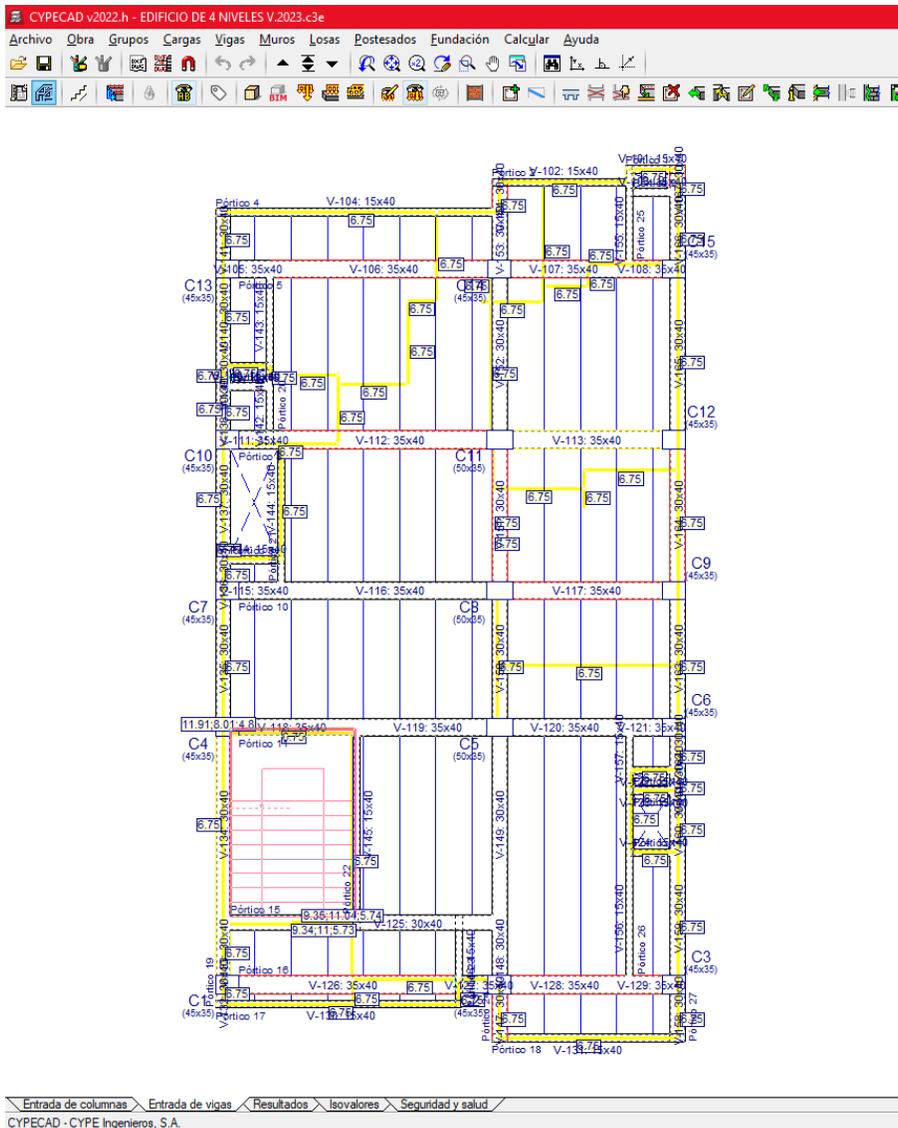
$$\text{Carga del muro: } 2.50 \text{ kN/m}^2 * 2.70 \text{ m} = 6.75 \text{ kN/m}$$

Para introducir estas cargas de muro en el modelo se consulta el comando “Cargas” en la opción “Cargas” si las cargas van sobre la losa y la opción “Cargas lineales en vigas” si las cargas van sobre las vigas directamente. A continuación, se elige el comando “Cargas” opción “cargas” y se digita la carga para el entrepiso 1 (6.75 kN/m) como se muestra en la **Figura 24** y **Figura 25**.

Figura 24. Introducción de cargas sobre la losa



Fuente. Elaboración propia
Figura 25. Introducción final de cargas en el entrepiso 1

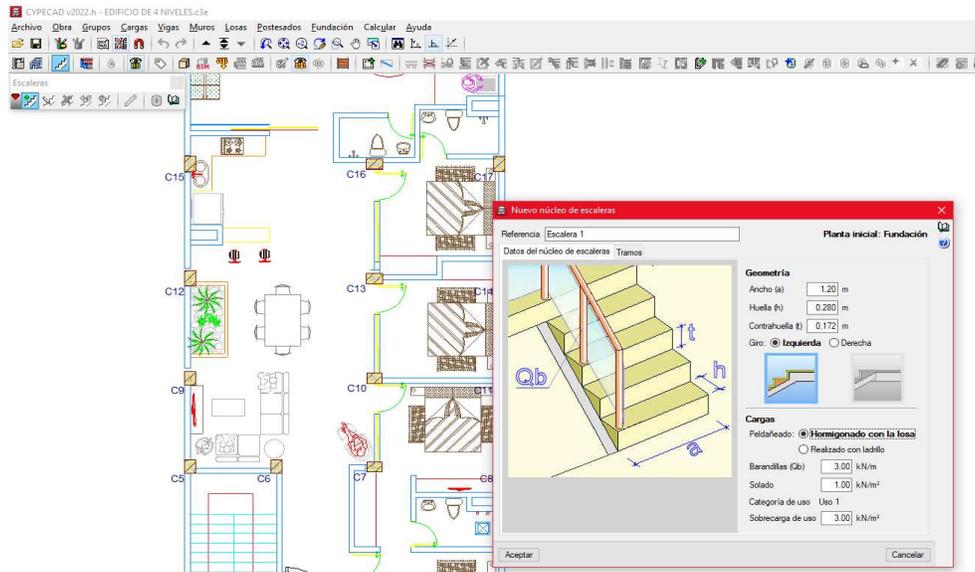


Fuente. Elaboración propia

10. Escaleras de concreto reforzado

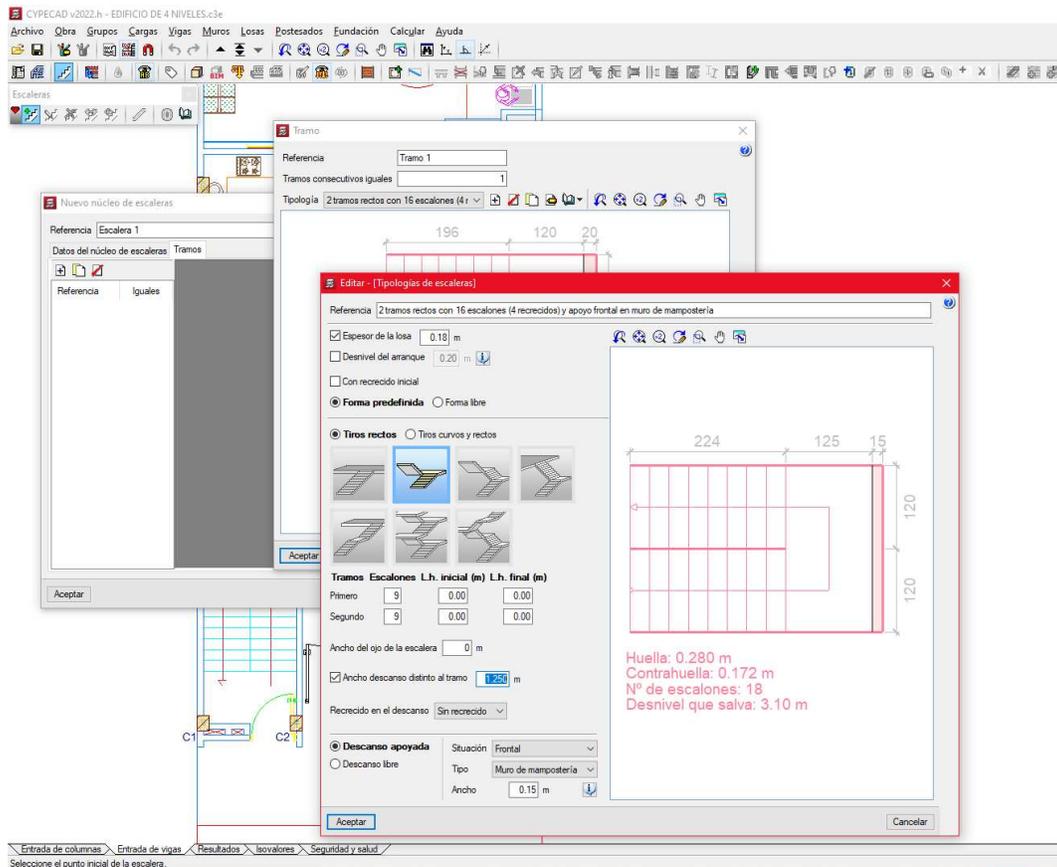
El programa CypeCAD ofrece la facilidad de modelar escaleras de concreto reforzado. Para el edificio en estudio se modelará una escalera doble. Para dicha modelación se consulta el comando “Escaleras” eligiendo seguidamente la opción “Nuevo núcleo de escaleras” desplegando una ventana donde se deben ingresar la geometría y cargas de las mismas en “Datos del núcleo de escaleras”, ver **Figura 26**. Seguidamente en la pestaña “Tramos” en la opción “Añadir” se conforma el tipo de escaleras y se ingresan la geometría faltante de la misma (ver **Figura 27**).

Figura 26. Introducción núcleo de las escaleras



Fuente. Elaboración propia

Figura 27. Introducción geometría de las escaleras



Fuente. Elaboración propia

Finalmente se puede visualizar el modelo en 3D con las escaleras de concreto reforzado como se puede observar en la **Figura 28**.

Figura 28. Modelo en 3D con escaleras

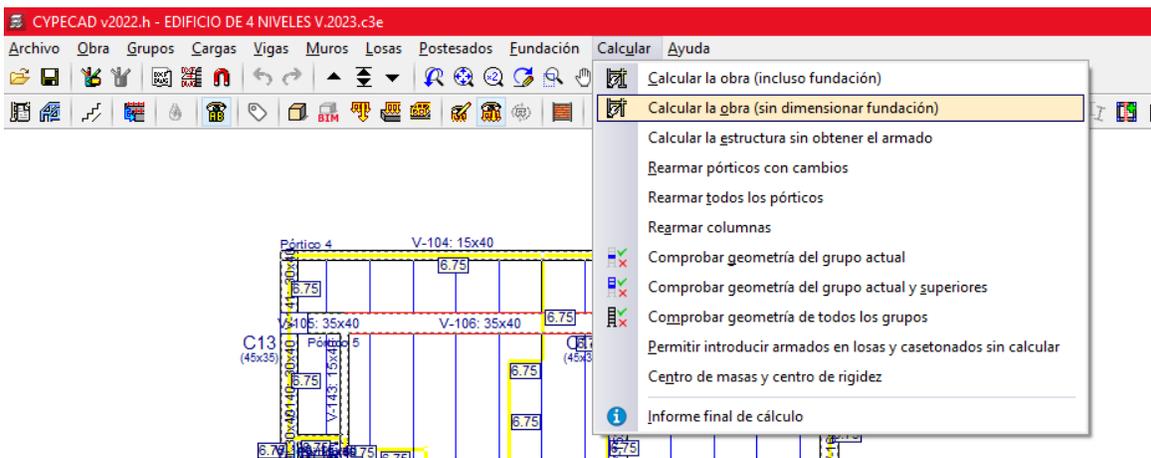


Fuente. Elaboración propia

11. Calcular la estructura

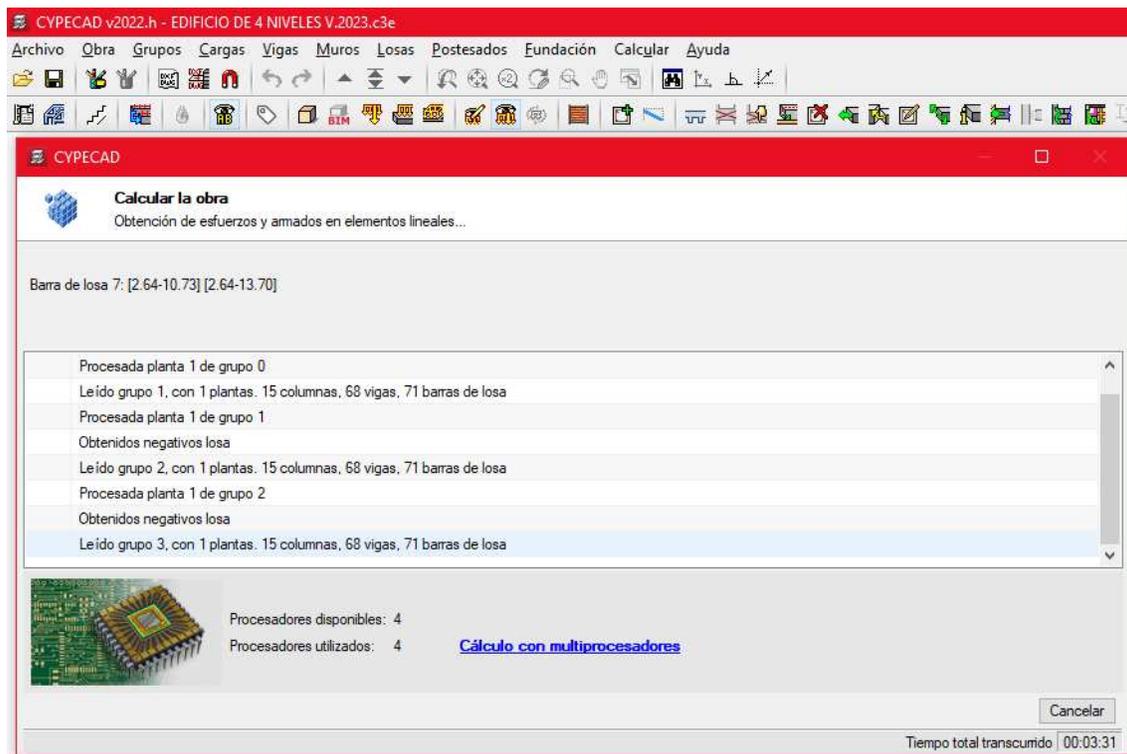
Una vez modelada la estructura completa, se procede a dar la orden al programa que calcule en “Calcular” opción “Calcular la obra (sin dimensionar fundación)”, ver **Figura 29** y **Figura 30**.

Figura 29. Calcular obra



Fuente. Elaboración propia

Figura 30. CypeCAD calculando la obra

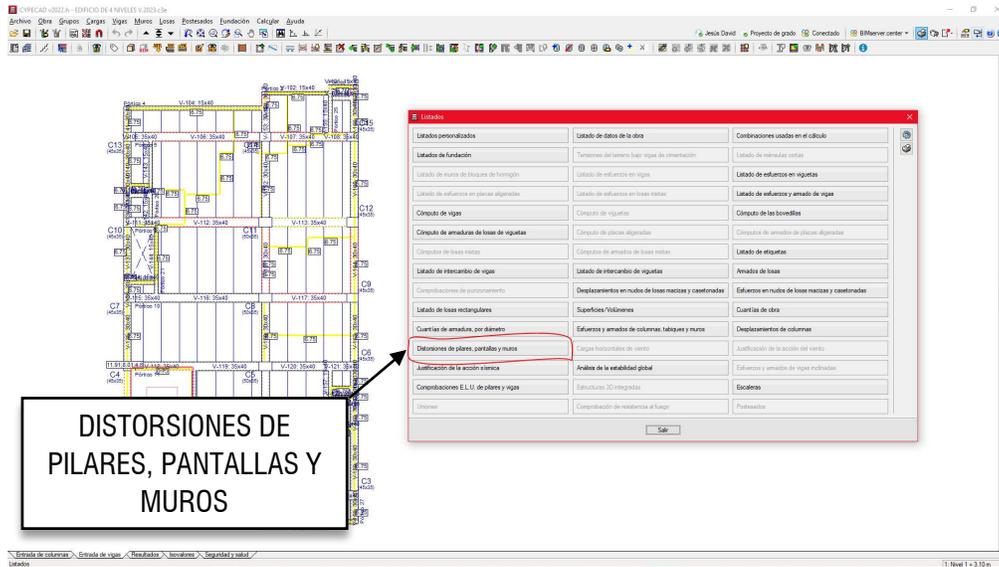


Fuente. Elaboración propia

Al revisar las distorsiones (derivadas) se encontró una deriva máxima en dirección x de 5.26 cm equivalente al 1.70% la altura de piso (3.10 m) la cual no cumple con la máxima permitida por la NSR-10 que es 1.0% la altura de piso. Por lo anterior se decide ampliar las dimensiones de la mayoría de las columnas a 35 cm x 45 cm y solamente las columnas C5, C8 y C11 a 35 cm x 50 cm y volver a correr el modelo para el chequeo de las distorsiones. Así mismo, se decide ampliar las bases de las vigas en dirección x la cual es la más crítica, pasando de 30 cm x 40 cm a 35 cm x 40 cm.

Una vez corrido el modelo se encontró que la deriva máxima fue de 3.00 cm con un porcentaje de la altura de piso de 0.97% en la columna C13 del segundo nivel (Nivel 2 + 6.20 m) en dirección del sismo y; para la dirección del sismo en x se redujo la deriva a 2.98 cm con un porcentaje de altura de piso de 0.96% en las columnas C13, C14 y C15 del segundo nivel. Las derivadas (Distorsiones) se obtienen de CypeCAD en el comando "Listados" opción "Distorsiones de pilares, pantallas y muros" (ver **Figura 31** y **Figura 32**).

Figura 31. Acceso a las distorsiones en el edificio



Fuente. Elaboración propia

Figura 32. Listado de distorsiones

Situaciones sísmicas ⁽¹⁾									
Columna	Planta	Cota (m)	h (m)	Distorsión X			Distorsión Y		
				Absoluta (m)	Relativa	Origen	Absoluta (m)	Relativa	Origen
	Nivel 2 + 6.20 m	6.00	3.10	0.0271	h / 115	----	0.0278	h / 112	----
	Nivel 1 + 3.10 m	2.90	2.90	0.0203	h / 143	----	0.0234	h / 124	----
	Fundación	0.00							
	Total		12.20	0.0799	h / 153	----	0.0825	h / 148	----
C13	Nivel 4 + 12.40 m	12.20	3.10	0.0136	h / 228	----	0.0125	h / 248	----
	Nivel 3 + 9.30 m	9.10	3.10	0.0223	h / 140	----	0.0211	h / 147	----
	Nivel 2 + 6.20 m	6.00	3.10	0.0298	h / 105	----	0.0300	h / 104	----
	Nivel 1 + 3.10 m	2.90	2.90	0.0224	h / 130	----	0.0251	h / 116	----
	Fundación	0.00							
	Total		12.20	0.0881	h / 139	----	0.0887	h / 138	----
C14	Nivel 4 + 12.40 m	12.20	3.10	0.0136	h / 228	----	0.0115	h / 270	----
	Nivel 3 + 9.30 m	9.10	3.10	0.0223	h / 140	----	0.0193	h / 161	----
	Nivel 2 + 6.20 m	6.00	3.10	0.0298	h / 105	----	0.0275	h / 113	----
	Nivel 1 + 3.10 m	2.90	2.90	0.0224	h / 130	----	0.0231	h / 126	----
	Fundación	0.00							
	Total		12.20	0.0881	h / 139	----	0.0814	h / 150	----
C15	Nivel 4 + 12.40 m	12.20	3.10	0.0136	h / 228	----	0.0117	h / 265	----
	Nivel 3 + 9.30 m	9.10	3.10	0.0223	h / 140	----	0.0196	h / 159	----
	Nivel 2 + 6.20 m	6.00	3.10	0.0298	h / 105	----	0.0278	h / 112	----
	Nivel 1 + 3.10 m	2.90	2.90	0.0224	h / 130	----	0.0234	h / 124	----
	Fundación	0.00							
	Total		12.20	0.0881	h / 139	----	0.0825	h / 148	----

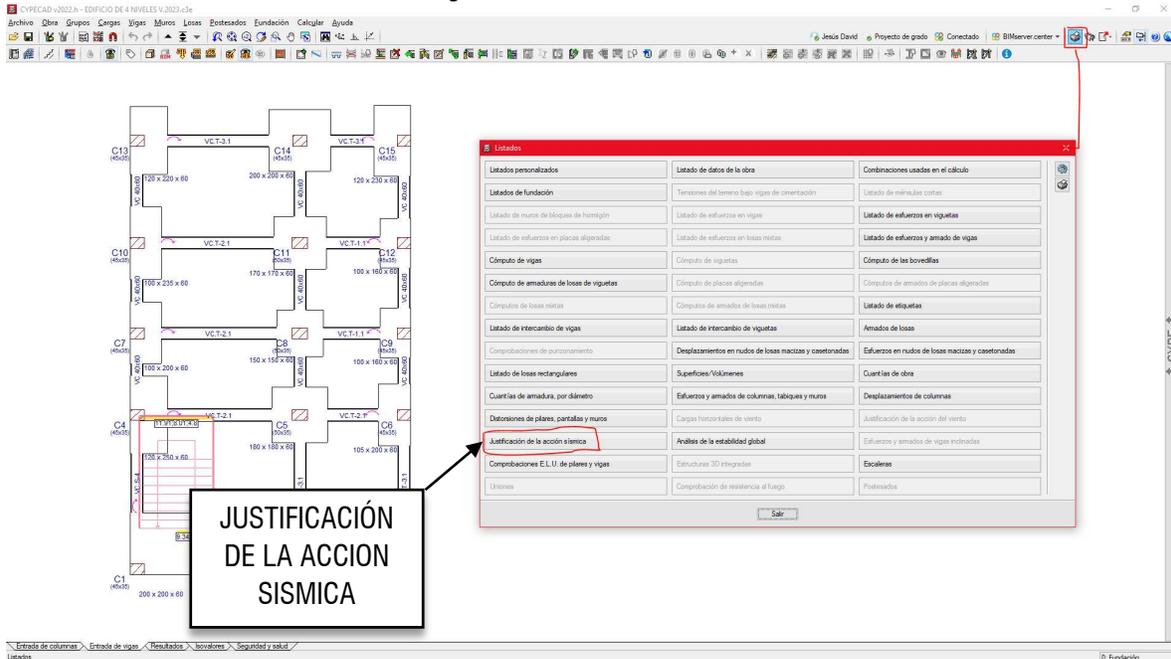
Notas:
⁽¹⁾ Las distorsiones están mayoradas por la ductilidad.

Fuente. Elaboración propia

12. Análisis sísmico

Una de las ventajas que tiene el programa CypeCAD es que puede entregar las memorias de cálculo de la justificación sísmica como: datos generales, espectro de cálculo, fuerzas laterales equivalentes, centro de masas, centro de rigidez y excentricidades. La información mencionada anteriormente se puede consultar en el comando “Listados” el cual despliega una ventana con varias opciones donde se elige la opción “Justificación de la acción sísmica”, como se puede ver en la **Figura 33**.

Figura 33. Justificación sísmica



Fuente. Elaboración propia

Según las memorias de cálculo arrojadas por el programa se tiene que para el edificio analizado tienen los siguientes parámetros sísmicos:

- Periodo aproximado de vibración (T_a): 0.45 s
- Altura del edificio (h): 12.40 m
- Peso del edificio (W): 5427.62 kN
- Cortante basal (V): 759.87 kN

Con los datos anteriores, el programa calcula la fuerza sísmica (Q) y las fuerzas cortantes (V) por planta como se muestra en la **Figura 34**:

Figura 34. Distribución de fuerzas y cortantes laterales sísmicos

Planta	$C_{i,x}$	$C_{i,y}$	$Q_{i,x}$ (kN)	$V_{i,x}$ (kN)	$Q_{i,y}$ (kN)	$V_{i,y}$ (kN)
Nivel 4 + 12.40 m	0.159	0.159	121.13	121.13	121.13	121.13
Nivel 3 + 9.30 m	0.404	0.404	307.32	428.45	307.32	428.45
Nivel 2 + 6.20 m	0.291	0.291	220.95	649.39	220.95	649.39
Nivel 1 + 3.10 m	0.145	0.145	110.47	759.87	110.47	759.87

Fuente. Elaboración propia

Así mismo, el programa calcula los centro de masas, centro de rigidez y excentricidades de cada planta como se puede observar en la **Figura 35**:

Figura 35. Centro de masas, rigidez y excentricidades

Planta	c.d.m. (m)	c.d.r. (m)	e_x (m)	e_y (m)	$e_{d,x}$ (m)	$e_{d,y}$ (m)	b_x (m)	b_y (m)
Nivel 4 + 12.40 m	(4.14, 8.66)	(4.37, 7.93)	-0.23	0.73	$e_{d,x1} = 0.22$ $e_{d,x2} = -0.69$	$e_{d,y1} = 1.53$ $e_{d,y2} = -0.06$	9.09	15.97
Nivel 3 + 9.30 m	(4.42, 7.58)	(4.52, 7.67)	-0.09	-0.09	$e_{d,x1} = 0.36$ $e_{d,x2} = -0.55$	$e_{d,y1} = 0.75$ $e_{d,y2} = -0.93$	9.09	16.83
Nivel 2 + 6.20 m	(4.35, 7.39)	(4.65, 7.43)	-0.30	-0.04	$e_{d,x1} = 0.15$ $e_{d,x2} = -0.76$	$e_{d,y1} = 0.80$ $e_{d,y2} = -0.88$	9.09	16.83
Nivel 1 + 3.10 m	(4.35, 7.39)	(4.65, 7.43)	-0.30	-0.04	$e_{d,x1} = 0.15$ $e_{d,x2} = -0.76$	$e_{d,y1} = 0.80$ $e_{d,y2} = -0.88$	9.09	16.83

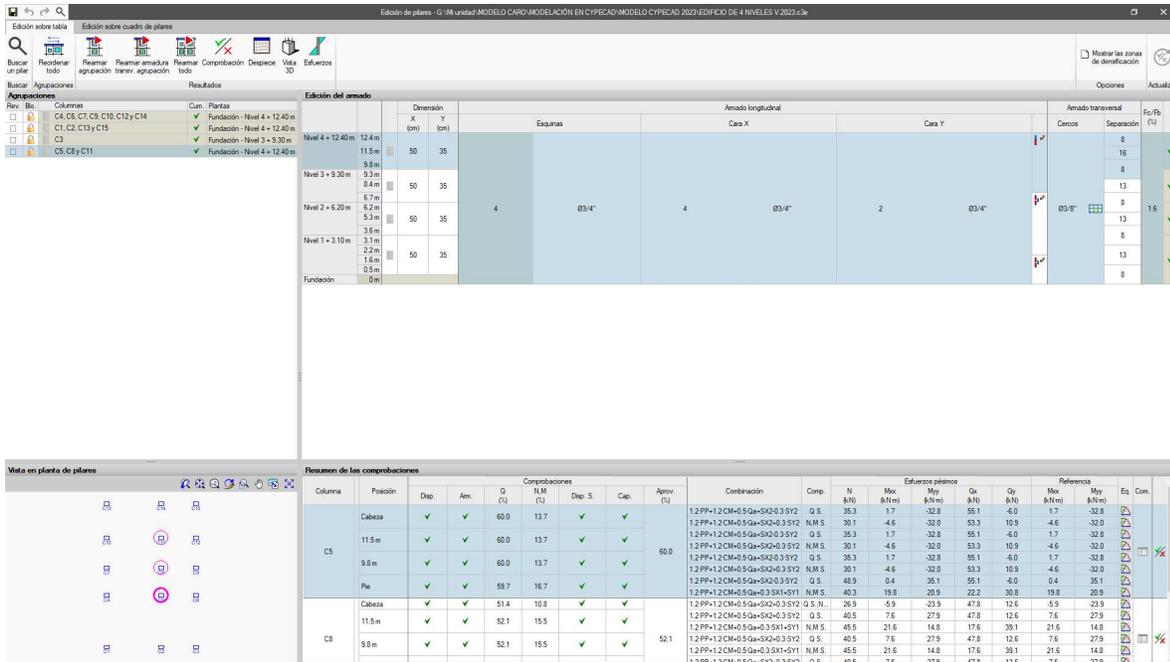
Fuente. Elaboración propia

13. Diseño de la edificación

13.1 Diseño de columnas

CypeCAD cuenta con un editor del acero de refuerzo de columnas calculado por el programa donde el usuario puede consultar, desde esfuerzos a hasta el despiece de las columnas con el fin de editar si es necesario como se muestra a continuación. Para acceder al editor de columnas se debe ubicar en la pestaña “Resultados” y se utiliza el comando “Columna/Tabique” en la opción “Editar” y se da clic a la columna deseada obteniendo lo que se muestra en la **Figura 36**.

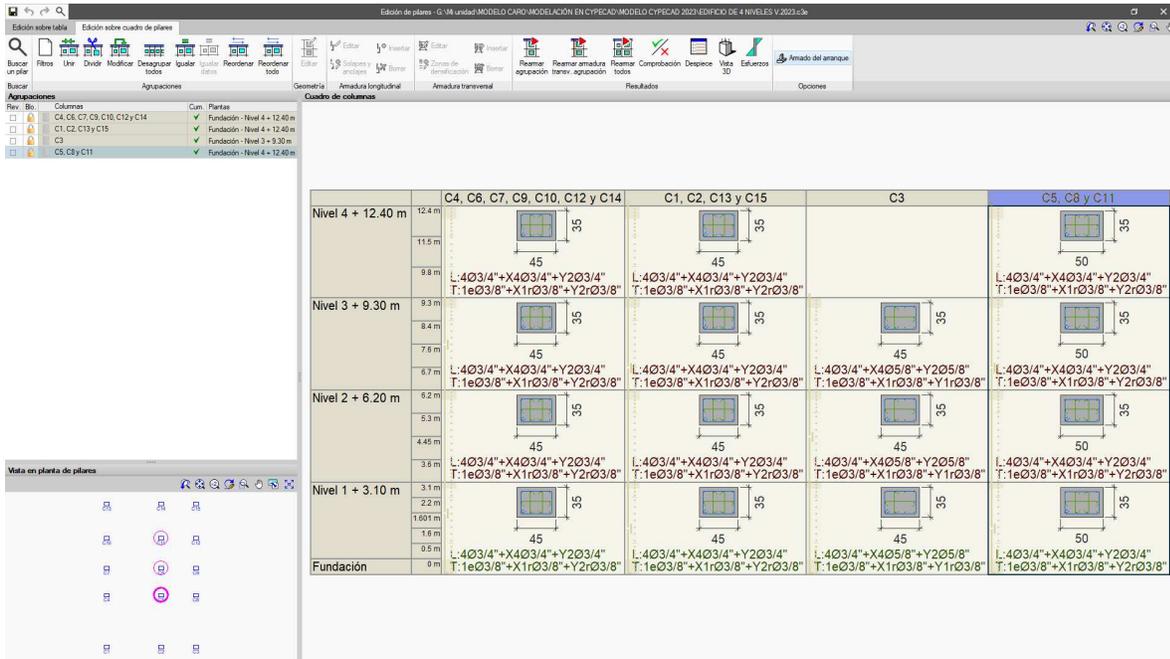
Figura 36. Edición de columnas



Fuente. Elaboración propia

Una vez editada todas las columnas con el fin de que se cumpla la NSR-10, se obtiene el cumplimiento de todos los parámetros de diseño como se muestra en la **Figura 37**.

Figura 37. Columnas editadas en CypeCAD

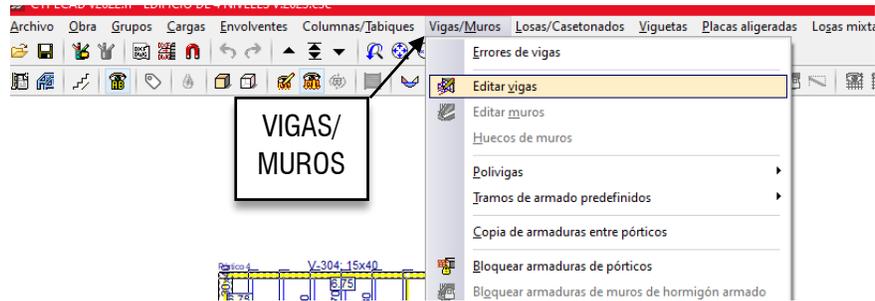


Fuente. Elaboración propia

13.2 Diseño de vigas

CypeCAD cuenta con un editor del acero de refuerzo de vigas calculado por el programa donde el usuario puede consultar, desde esfuerzos a hasta el despiece de las vigas, con el fin de editar si es necesario el acero. Para acceder al editor de vigas se debe ubicar en la pestaña “Resultados” y se utiliza el comando “Viga/Muro” en la opción “Editar vigas”, ver **Figura 38**.

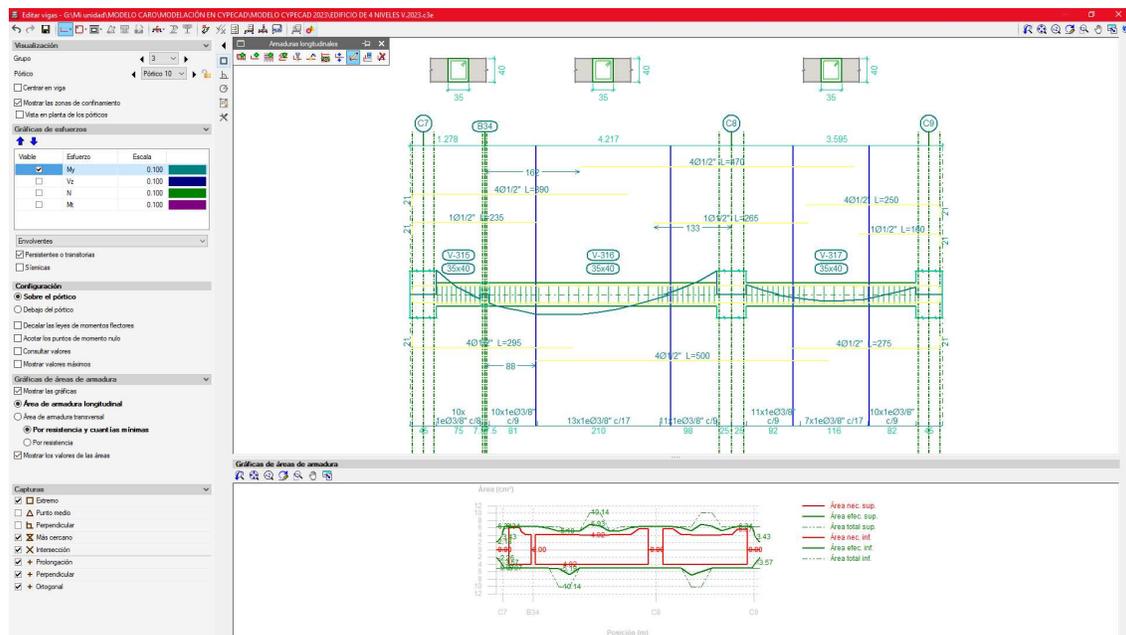
Figura 38. Acceder al editor de vigas en CypeCAD



Fuente. Elaboración propia

Al dar clic a la viga deseada después de activar el comando “Editar vigas” se abre la ventana mostrada en la **Figura 39**. El programa muestra un despiece de viga bastante desordenado donde los traslapos y numero de las varillas de acero son escogidas al azar, lo cual requiere que el usuario se vea en la necesidad de editar con las diferentes herramientas de este módulo. También se debe editar las vigas debido a que el software muestra círculos naranjas por tramos que indica que hay comprobaciones que no se están cumpliendo.

Figura 39. Editor de vigas en CypeCAD

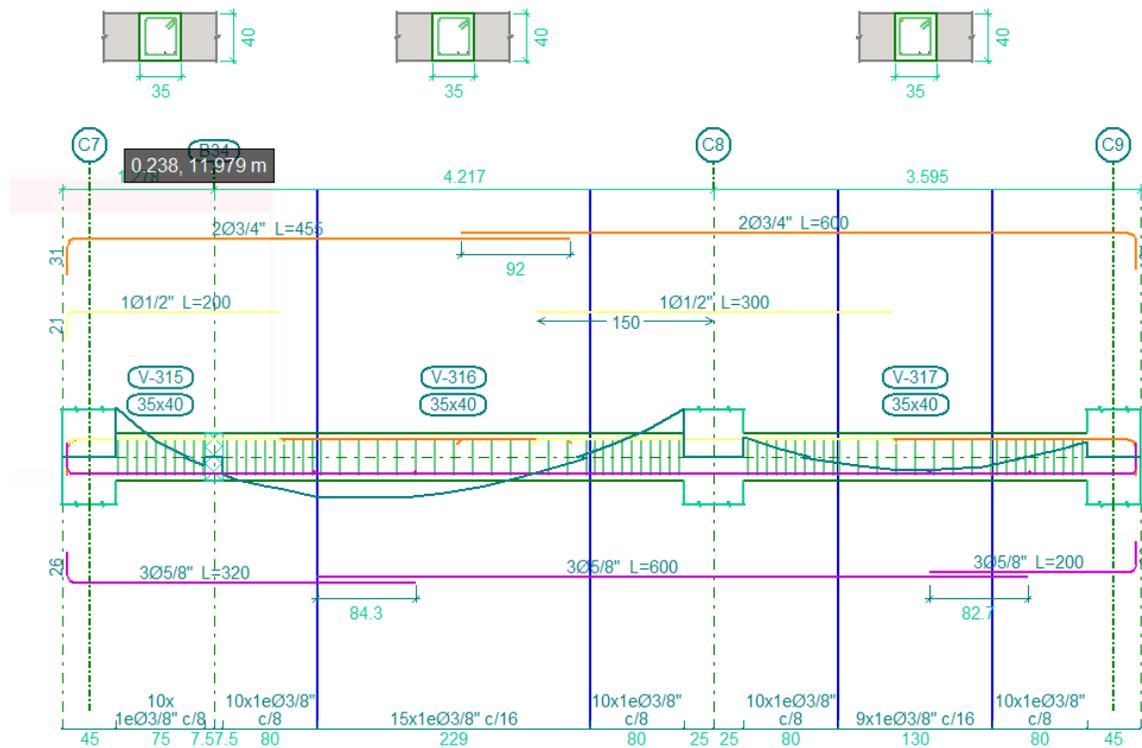


Fuente. Elaboración propia

A continuación, se puede observar en la **Figura 40** una viga (viga eje C – pórtico 10) totalmente editada y organizada según criterios de la NSR-10 y del diseñador.

CypeCAD hace comprobaciones en el diseño de viga según la NSR-10, comprobando parámetros como recubrimientos mínimos, anclaje, separación refuerzo transversal, separación refuerzo longitudinal, diseño a flexión, diseño a cortante entre otras. Como se puede observar ya en los tramos de la viga no se muestran los círculos naranjas que indicaban que había comprobaciones que no se cumplían, debido a que con la edición se pudieron identificar dichas comprobaciones y corregirlas.

Figura 40. Despiece de viga del eje C

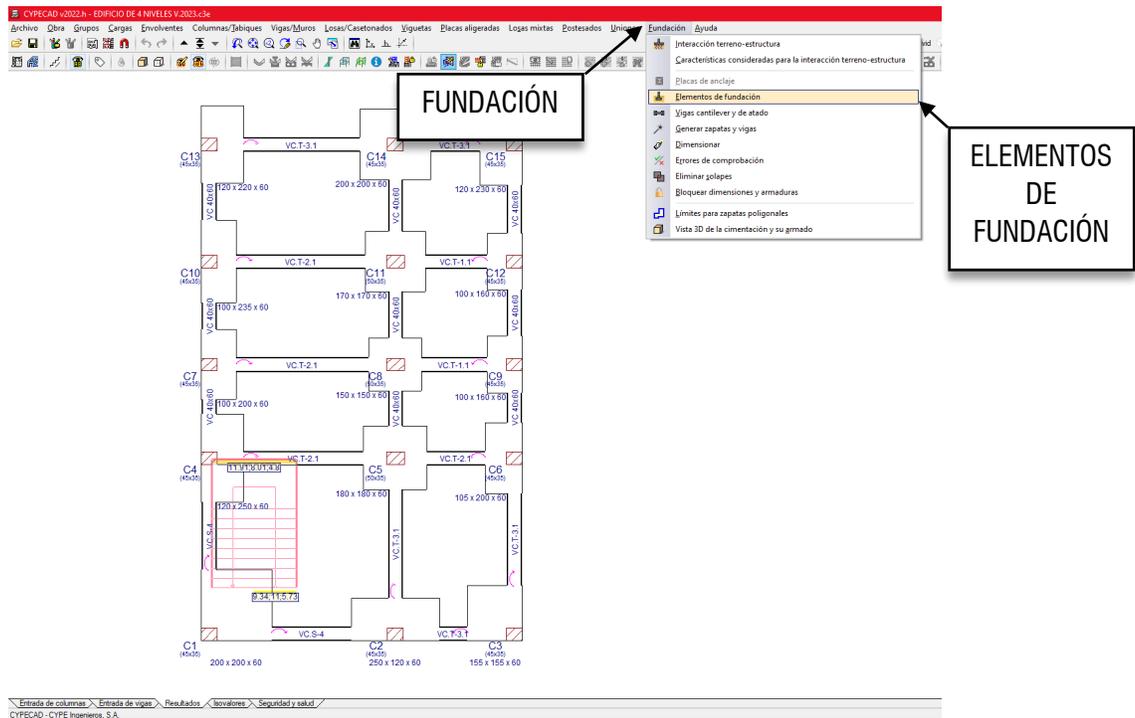


Fuente. Elaboración propia

13.3 Diseño de cimentación

Para el diseño de la cimentación del edificio en la pestaña “Entrada de vigas” se accede al comando “Fundación” y en “Elementos de fundación” se ingresan una por una las zapatas en cada columna, introduciendo zapatas de esquina, borde y céntricas. Una vez ingresadas las zapatas se consulta nuevamente el comando “Fundación” y se toma la opción “Vigas cantiliever y de atado” con el fin de amarrar la fundación (ver **Figura 41**).

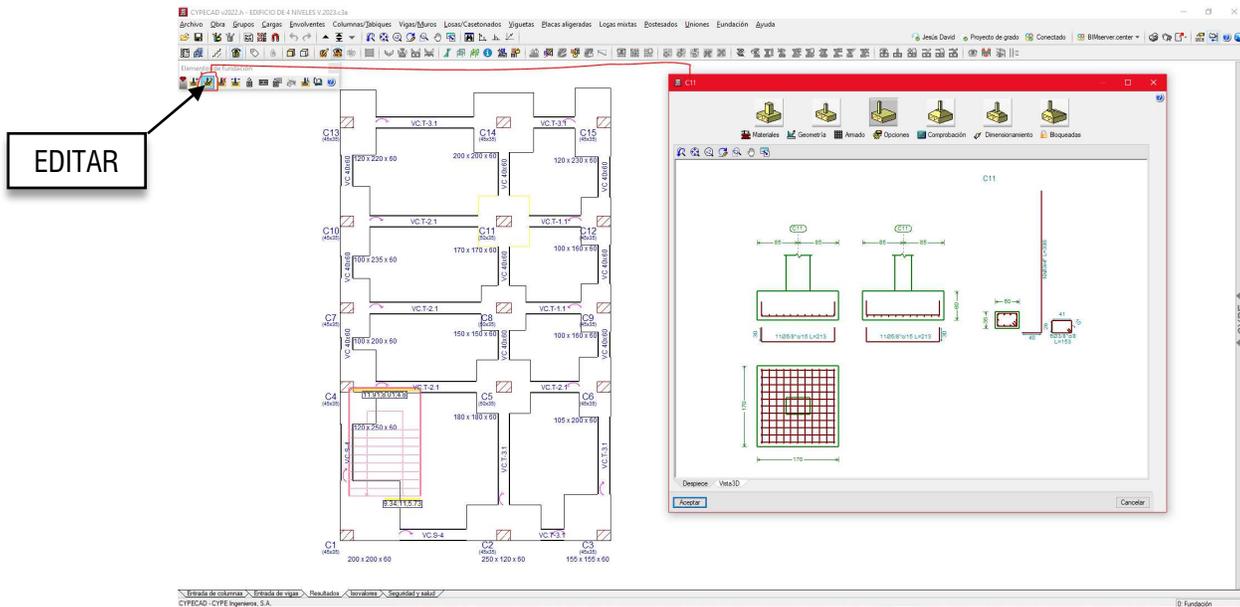
Figura 41. Introducción de la fundación del edificio



Fuente. Elaboración propia

Ingresando a “Elementos de fundación” en el comando “Editar” se puede editar las dimensiones, acero de refuerzo y consultar comprobaciones como se muestra en la **Figura 42**.

Figura 42. Edición acero de zapatas



Fuente. Elaboración propia

13.4 Diseño de losa

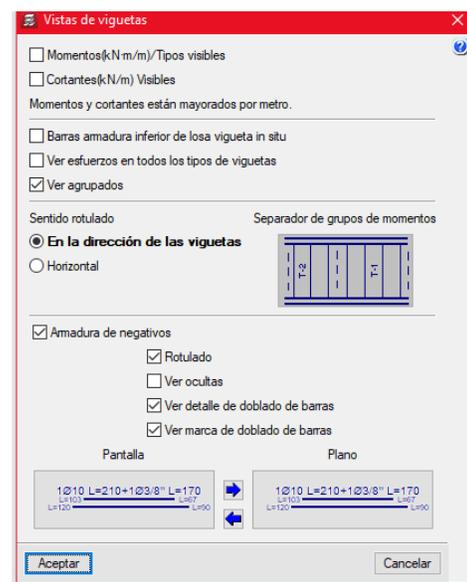
13.4.1 Diseño de losa aligerada en una dirección

Para consultar el diseño de viguetas en la pestaña “Entrada de vigas” se ingresa al comando “Viguetas” donde se puede consultar “Vistas” abriendo la ventana que se puede ver en la **Figura 43**, donde se puede dar la opción de consultar el acero positivo y negativo de las viguetas.

Los aceros de refuerzo positivo y negativo se muestran en la pantalla en la planta estructural. El acero negativo calculado por el programa fue de $\emptyset \frac{1}{2} + 1 \emptyset \frac{1}{2}$ y para el acero positivo $1 \emptyset \frac{1}{2}$. El acero negativo se editó a $1 \emptyset \frac{3}{4}$ quedando el acero como se puede observar en la

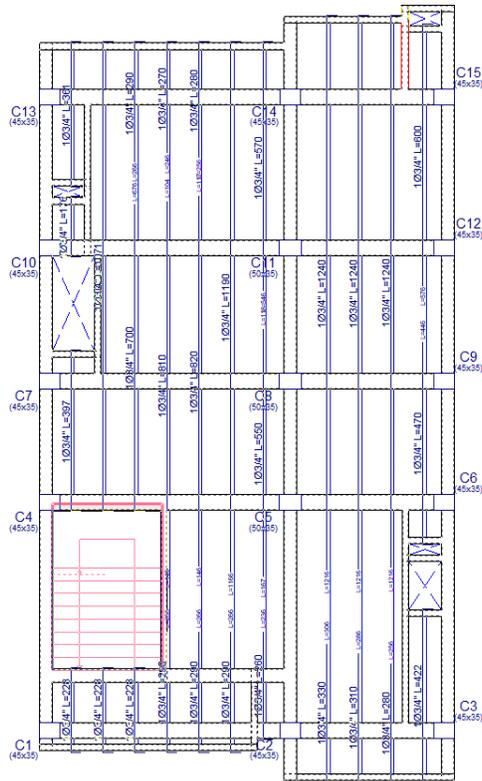
Figura 44.

Figura 43. Vistas de viguetas



Fuente. Elaboración propia

Figura 44. Acero de refuerzo de viguetas



Fuente. Elaboración propia

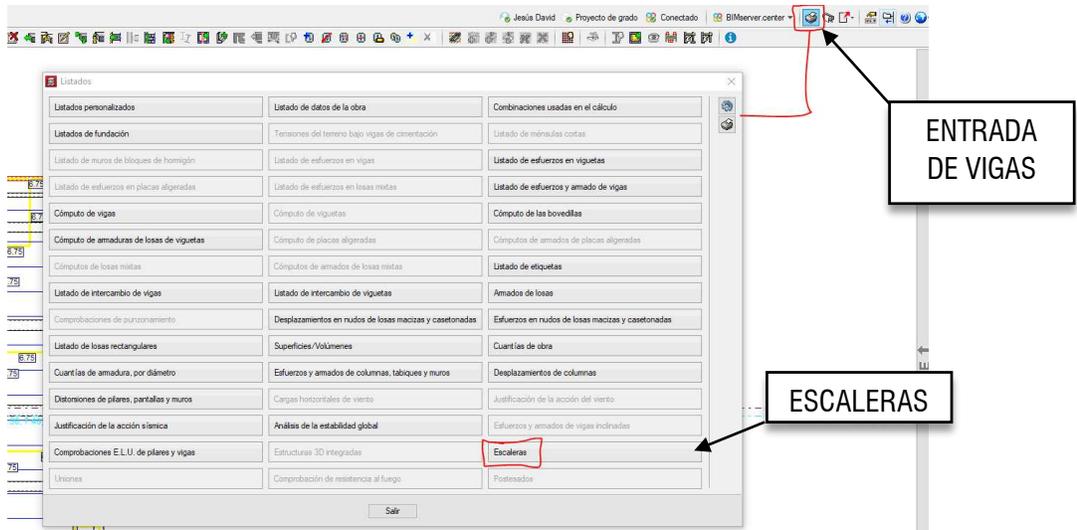
13.5 Diseño de escaleras de concreto reforzado

Para revisar el diseño de las escaleras de concreto reforzado en la pestaña “Entrada de vigas” se accede al comando “Listados” con la opción “Escaleras” como se muestra en la **Figura 45**.

Al ingresar al listado de escaleras se pueden consultar datos como geometría, cargas, resultados del diseño y esfuerzos como se puede observar en la

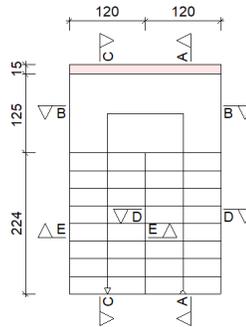
Figura 46.

Figura 45. Acceso al listado de las Escaleras



Fuente. Elaboración propia

Figura 46. Resultados de las escaleras



2.3.2. Resultados

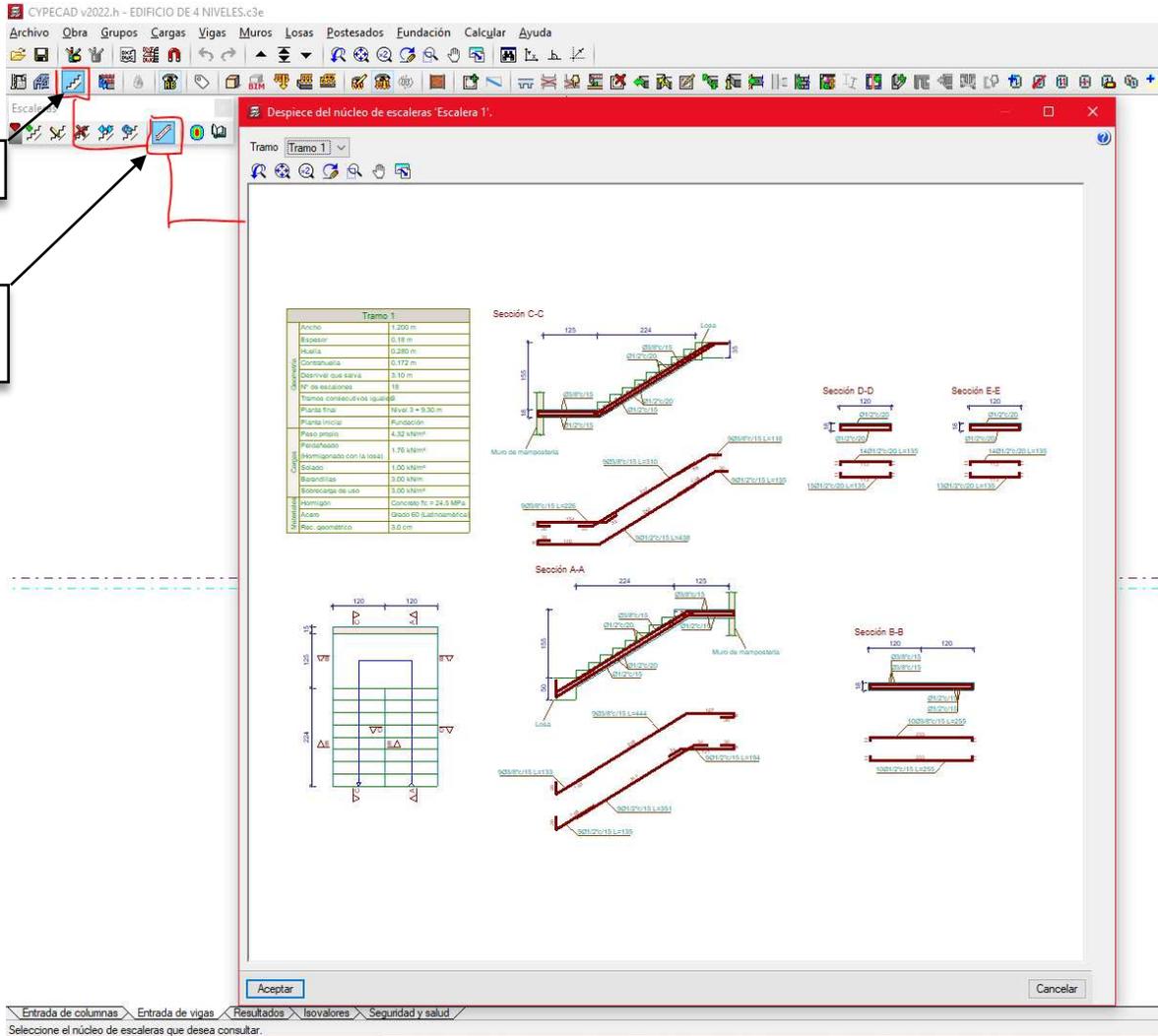
Armadura			
Sección	Tipo	Superior	Inferior
A-A	Longitudinal	Ø3/8" c/20	Ø3/8" c/10
B-B	Longitudinal	Ø3/8" c/20	Ø3/8" c/10
C-C	Longitudinal	Ø3/8" c/20	Ø3/8" c/10
D-D	Transversal	Ø1/2" c/20	Ø1/2" c/20
E-E	Transversal	Ø1/2" c/20	Ø1/2" c/20

Reacciones (kN/m)			
Posición	Peso propio	Cargas permanentes	Sobrecarga de uso
Arranque	9.7	11.4	5.9
Descanso	11.6	7.6	4.6
Final del tramo	9.7	11.4	5.9

Fuente. Elaboración propia

Ahora, para consultar el despiece de las escaleras se puede ingresar al comando "Escaleras" opción "Ver el despiece" y se da clic a las escaleras a consultar, apareciendo en pantalla el armado de las escaleras como se muestra en la **Figura 47**.

Figura 47. Despiece de escaleras

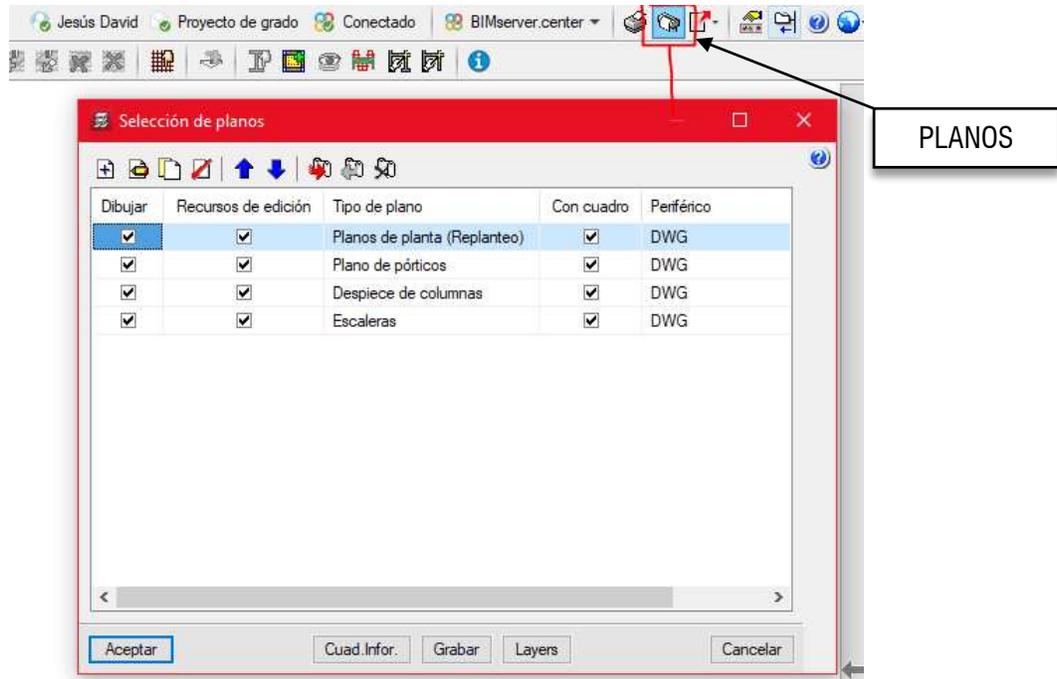


Fuente. Elaboración propia

14. Exportación de planos

Una de las ventajas que tiene el programa CypeCAD es la exportación de planos en formato AutoCAD. Para acceder y configurar el listado de planos se puede consultar el comando "Planos" el cual despliega una ventana de "Selección de planos" y se selecciona la opción "Añadir" agregando los siguientes planos: Planos de planta (Replanteo), Plano de pórticos, Despiece de columnas y Escaleras, como se muestra en la **Figura 48**.

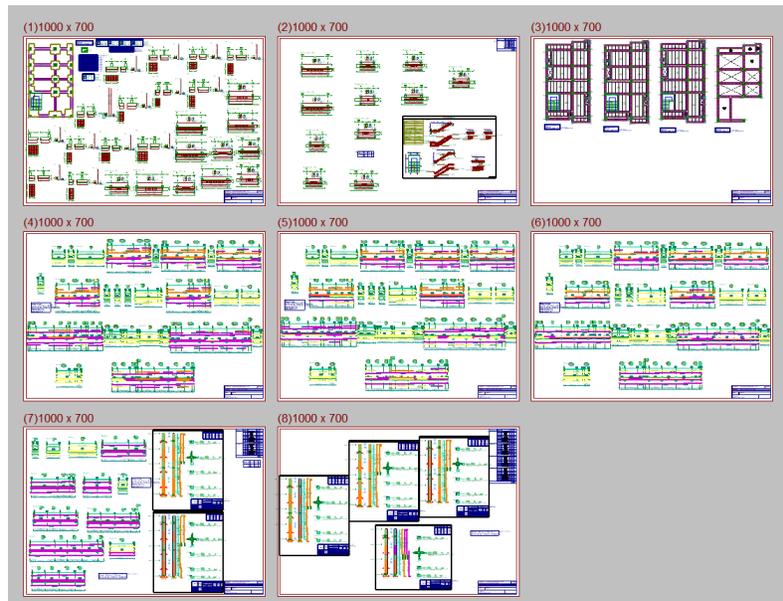
Figura 48. Selección de planos en CypeCAD



Fuente. Elaboración propia

Una vez configurados los planos que se quieren consultar y exportar se da al botón “Aceptar” apareciendo los diferentes planos en el formato configurado con anterioridad en tamaño pliego como se muestra en la **Figura 49**.

Figura 49. Vista preliminar de planos a exportar



Fuente. Elaboración propia

15. Modelo final en 3D del edificio

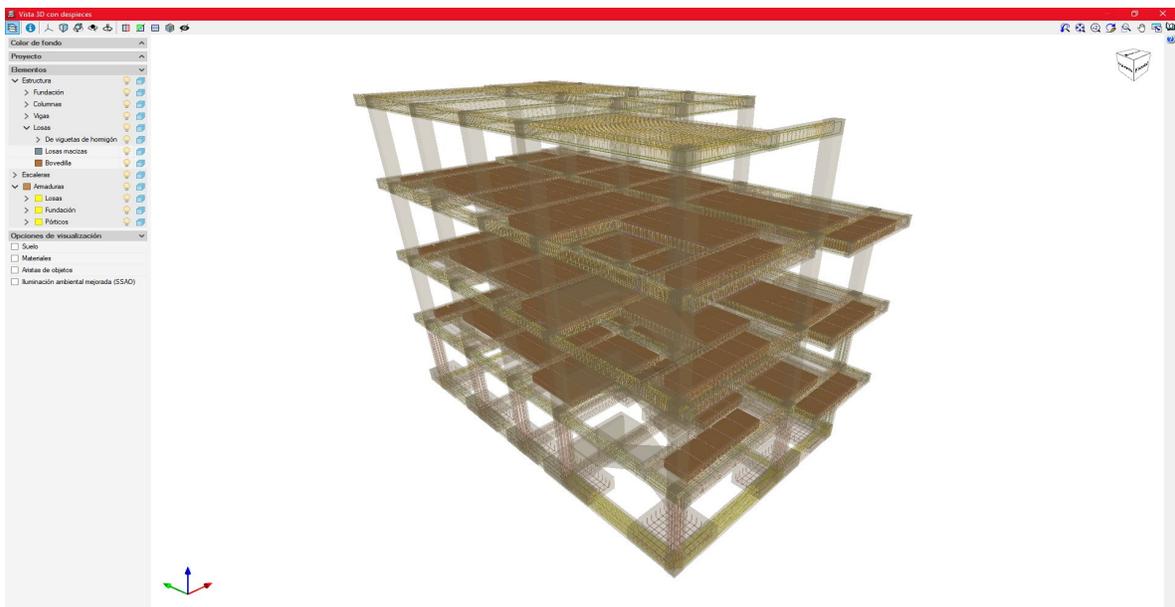
Una vez cumplido el control de deriva y todos los parámetros de diseño de los elementos estructurales se obtienen los modelos finales en la **Figura 50**, **Figura 51**, **Figura 52** y **Figura 53**.

Figura 50. Modelo final en 3D



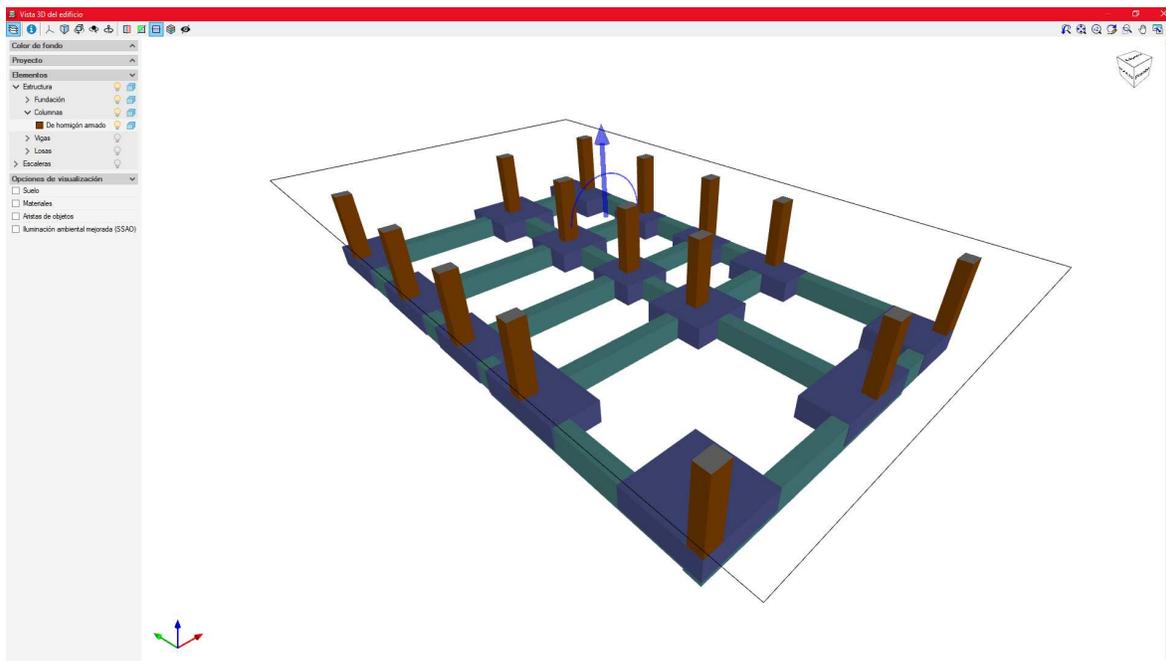
Fuente. Elaboración propia

Figura 51. Modelo en 3D del acero de los elementos estructurales



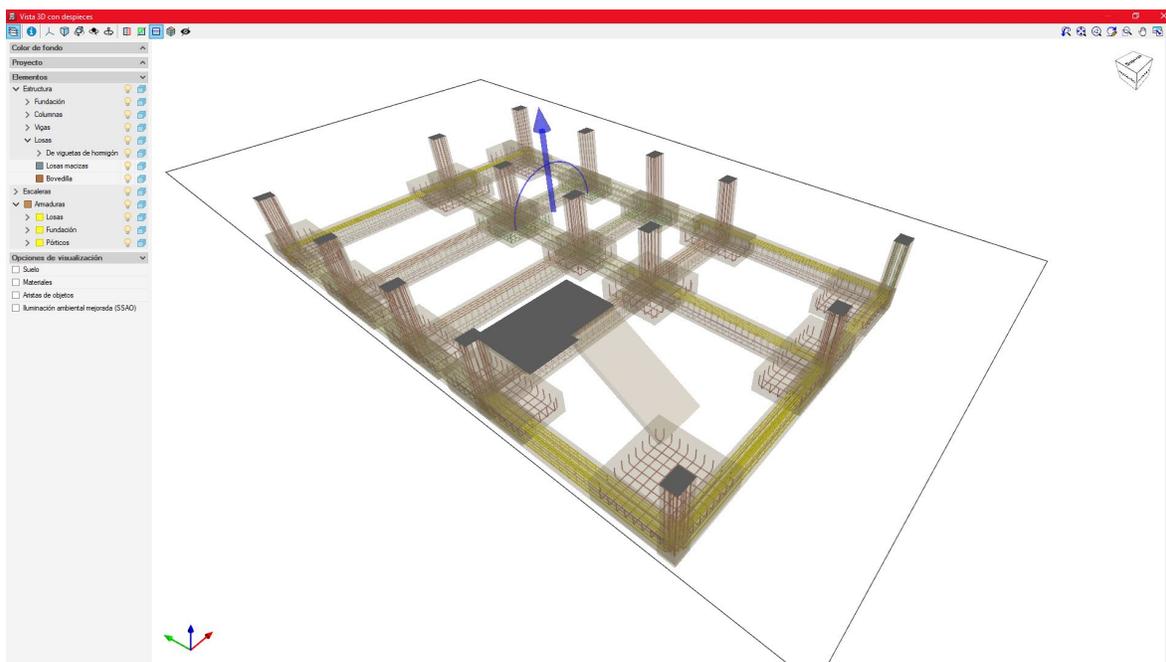
Fuente. Elaboración propia

Figura 52. Vista 3D cimentación



Fuente. Elaboración propia

Figura 53. Acero de refuerzo de la cimentación



Fuente. Elaboración propia