

**UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



**T E S I S**

**Comparación del comportamiento estructural de una edificación de  
6 niveles utilizando el método de elementos finitos, empleando el  
reglamento nacional de edificaciones y el American Concrete  
Institute, Pasco 2023**

**Para optar el título profesional de  
Ingeniero Civil**

**Autor:**

**Bach. Paul Adolfo CONDEZO MENDOZA**

**Asesor:**

**Dr. Luis Villar REQUIS CARBAJAL**

**Cerro de Pasco – Perú – 2024**

**UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



**T E S I S**

**Comparación del comportamiento estructural de una edificación de  
6 niveles utilizando el método de elementos finitos, empleando el  
reglamento nacional de edificaciones y el American Concrete  
Institute, Pasco 2023**

**Sustentada y aprobada ante los miembros del jurado:**

---

**Dr. Ramiro SIUCE BONIFACIO**  
**PRESIDENTE**

---

**Mg. José German RAMIREZ MEDRANO**  
**MIEMBRO**

---

**Mg. Pedro YARASCA CORDOVA**  
**MIEMBRO**



**Universidad Nacional Daniel Alcides**

**Carrión Facultad de Ingeniería**

**Unidad de Investigación**

**INFORME DE ORIGINALIDAD N° 025-2024-UNDAC/UIFI**

La Unidad de Investigación de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión en mérito al artículo 23° del Reglamento General de Grados Académicos y Títulos Profesionales aprobado en Consejo Universitario del 21 de abril del 2022, La Tesis ha sido evaluado por el software antiplagio Turnitin Similarity, que a continuación se detalla:

Tesis:

**“Comparación del Comportamiento Estructural de una Edificación de 6 Niveles Utilizando el Método de Elementos Finitos, empleando el Reglamento Nacional de Edificaciones y el American Concrete Institute, Pasco 2023”**

Apellidos y nombres de los  
tesistas:

**Bach. CONDEZO MENDOZA Paul Adolfo**

Apellidos y nombres del Asesor:

**Dr. REQUIS CARBAJAL Luis Villar**

Escuela de Formación Profesional

**Ingeniería Civil**

Índice de Similitud

**27%**

**APROBADO**

Se informa el Reporte de evaluación del software similitud para los fines pertinentes:

Cerro de Pasco, 29 de enero del 2024

UNDA - UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN  
**Luis Villar Requis Carbajal**  
DOCTOR EN CIENCIAS - DIRECTOR

## **DEDICATORIA**

A dios por mostrarnos cada día que tan bella puede ser la vida y que siempre hay una luz para creer en nuestra existencia. A mis padres por brindarme la vida y guiarme en la vida, para ser una mejor persona cada día para la sociedad.

## **AGRADECIMIENTO**

A la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión, por brindarme la gran oportunidad de ser parte de la institución y poder adquirir los conocimientos teóricos y prácticos.

A los docentes de la Escuela de Formación Profesional de Ingeniería Civil, los cuales han contribuido en mi formación profesional e hizo posible la realización del presente trabajo.

A mis familiares, por el gran apoyo incondicional; ya que sin ellos no hubiese logrado este grado académico.

## RESUMEN

El objetivo de la presente tesis es la comparación del comportamiento estructural de una edificación de 6 niveles utilizando el método de elementos finitos, empleando el Reglamento Nacional de Edificaciones y el American Concrete Institute, Pasco 2023. Al realizar la comparación del resultado del diseño de los elementos estructurales se determinó que el Reglamento Nacional de Edificaciones es menos conservador que la norma ACI 318-19, debido sobre todo a dos parámetros que afectan al resultado, el primero es las combinaciones de las cargas (carga muerta, carga viva, carga sísmica, carga de viento, carga de nieve) y el segundo es a los factores de reducción de resistencia (corte y torsión, aplastamiento del concreto).

Así mismo de la presente tesis se da a conocer las diferencias que hay entre los softwares ETABS y CYPECAD. en el modelamiento y análisis sismorresistente, aplicado en un edificio de seis niveles destinado para uso de oficinas y hotel el cual está ubicado en distrito de Yanacancha en la provincia y departamento de Pasco. El área del lote es de 241.49 m<sup>2</sup>, la profundidad de cimentación es de -2.80 m en suelo intermedio clasificada como un suelo S2; debido a que el terreno es ondulado, el lado oeste del primer piso queda bajo el nivel del terreno. La estructuración se realizó respetando los planos arquitectónicos, donde se determinó el uso de placas, columnas, vigas, losas macizas y losas aligeradas; debido al cortante que absorben los muros estructurales se tiene en la dirección X un sistema estructural muros estructurales y pórticos, posteriormente se pre dimensionaron los elementos estructurales. Se calcularon las cargas mínimas de acuerdo a la norma E.020, luego se realizó el metrado de cargas. Se comenzó a trabajar con los dos softwares en los cuales se hizo el modelamiento de la estructura.

**Palabra clave:** Modelamiento, Análisis Sismorresistente, Metrado de cargas.

## **ABSTRACT**

The objective of this thesis is the comparison of the structural behavior of a 6-story building using the finite element method, using the National Building Regulations and the American Concrete Institute, Pasco 2023. When comparing the design result of the structural elements are determined that the National Building Regulations are less conservative than the ACI 318-19 standard, mainly due to two parameters that affect the result, the first is the combinations of loads (dead load, live load, seismic load, wind load, snow load) and the second is to resistance reduction factors (shear and twisting, concrete crushing).

Likewise, this thesis reveals the differences between the ETABS and CYPECAD software. in earthquake-resistant modeling and analysis, applied in a six-story building intended for office and hotel use which is located in the district of Yanacancha in the province and department of Pasco. The area of the lot is 241.49 m<sup>2</sup>, the foundation depth is -2.80 m in intermediate soil classified as S2 soil; Because the terrain is undulating, the west side of the first floor is below ground level. The structuring was carried out respecting the architectural plans, which require the use of plates, columns, beams, solid and lightened slabs; Due to the shear absorbed by the structural walls, there is a structural system of structural walls and frames in the The minimum loads were calculated according to the E.020 standard, then the load meter was carried out. Work began with the two software in which the structure modeling was done.

**Keyword:** Modeling, Seismic analysis, Load measurement.

## INTRODUCCIÓN

El propósito de la presente tesis es demostrar la diferencia del comportamiento estructural de una edificación de 6 niveles utilizando el método de elementos finitos, empleando el Reglamento Nacional de Edificaciones y el American Concrete Institute. Y al realizar la comparación del resultado del diseño de los elementos estructurales se determinó que el Reglamento Nacional de Edificaciones es menos conservador que la norma ACI 318-19, encontrar que parámetros son los que afectan al resultado.

Otro de los propósitos de esta tesis es mostrar las diferencias que se tienen entre los softwares Etabs y el Cypecad, ya que los dos softwares son de diferentes empresas. El software Etabs pertenece a CSI Spain (Computers and Structures, Inc.), el software está en inglés. Asimismo, el software Cypecad (software para ingeniería arquitectura y construcción), este software ofrece una gran ventaja ya que presenta el idioma español y una configuración técnica sencilla. Estos programas son muy prácticos ya que resuelven de inmediato el análisis estructural de un elemento.

Para poder hacer la comparación de ambos programas se sometió un edificio de 6 pisos de 241.49 m<sup>2</sup>, el edificio contara con oficinas y hotel contara con un ascensor panorámico de estructura independiente.

El primer capítulo describe el problema, los objetivos y la justificación; en el segundo capítulo tenemos las características de la investigación junto con la metodología que se llevara a cabo para llegar a las conclusiones; en el tercer capítulo tenemos el desarrollo de la investigación, se comenzó a partir de los planos de arquitectura de una edificación de 10 pisos se siguió con la estructuración y el pre dimensionamiento de los elementos estructurales, definiéndolos tanto en ubicación como en dimensión, luego se muestra detalladamente el procedimiento de la modelamiento y el análisis sismorresistente, de tal forma que se puedan obtener las diferencias de estos procesos



utilizando los softwares ETABS y CYPECAD.; en el cuarto capítulo se compararon los resultados obtenidos en cada software y se hizo una discusión y las conclusiones a las que se llegaron y las recomendaciones.

## ÍNDICE

DEDICATORIA

AGRADECIMIENTO

RESUMEN

ABSTRACT

INTRODUCCIÓN

ÍNDICE

### CAPITULO I

#### PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. Identificación y planteamiento del problema .....	1
1.2. Delimitación de la investigación .....	2
1.3. Formulación del problema.....	2
1.3.1. Problema general .....	2
1.3.2. Problemas específicos.....	2
1.4. Formulación de objetivos .....	3
1.4.1. Objetivo general .....	3
1.4.2. Objetivos específicos .....	3
1.5. Justificación de la investigación.....	4
1.6. Limitaciones de la investigación .....	4

### CAPITULO II

#### MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de estudio .....	6
2.2. Bases teóricas – científicas.....	7
2.2.1. Estructuración.....	7
2.2.2. Pre dimensionamiento .....	8
2.2.3. Modelación de la Estructura.....	14
2.2.4. Cargas .....	14

2.2.5. Análisis preliminar de la estructura .....	15
2.2.6. Análisis estático de la estructura .....	21
2.2.7. Análisis dinámico modal espectral de la estructura.....	24
2.2.8. Diseño de los elementos estructurales .....	27
2.3. Definición de términos básicos .....	33
2.4. Formulación de Hipótesis.....	35
2.4.1. Hipótesis General .....	35
2.4.2. Hipótesis Especifica .....	35
2.5. Identificación de las Variables .....	36
2.5.1. Variable independiente .....	36
2.5.2. Variable dependiente .....	36
2.6. Definición Operacional de variables e indicadores .....	36

### **CAPITULO III**

#### **METODOLOGÍA Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN**

3.1. Tipo de investigación .....	37
3.2. Nivel de investigación .....	38
3.3. Métodos de investigación.....	38
3.4. Diseño de investigación.....	38
3.5. Población y muestra .....	39
3.5.1. Población .....	39
3.5.2. Muestra .....	39
3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos .....	39
3.7. Técnicas de procesamiento y análisis de datos .....	40
3.8. Tratamiento estadístico.....	40
3.9. Orientación ética filosófica y epistémica .....	40

## **CAPITULO IV**

### **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

4.1. Descripción del trabajo de campo .....	41
4.1.1. Descripción de la estructura .....	41
4.1.2. Características de los materiales.....	42
4.1.3. Cargas de la estructura.....	42
4.1.4. Combinación de las cargas .....	43
4.1.5. Pre dimensionamiento de los elementos estructurales .....	44
4.2. Presentación, análisis e interpretación de resultados.....	47
4.2.1. Modelamiento de la estructura .....	47
4.2.2. Diseño sismo resistente .....	64
4.2.3. Diseño de los elementos estructurales .....	92
4.3. Prueba de Hipótesis .....	142
4.4. Discusión de resultados .....	143

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

BIBLIOGRAFÍA

ANEXOS

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1</b> Losas Aligeradas de Concreto Armado Armadas en una Sola Dirección .....	12
<b>Tabla 2</b> Cargas vivas mínimas de las edificaciones repartidas.....	15
<b>Tabla 3</b> Zonificación sísmica.....	16
<b>Tabla 4</b> Factor de suelo “S” .....	17
<b>Tabla 5</b> Periodos “TP” y “TL” .....	17
<b>Tabla 6</b> Categoría de las edificaciones y factor de uso (U) .....	18
<b>Tabla 7</b> Categoría y sistema estructural de las edificaciones .....	19
<b>Tabla 8</b> Sistemas estructurales.....	19
<b>Tabla 9</b> Irregularidad en altura .....	20
<b>Tabla 10</b> Irregularidad en planta.....	21
<b>Tabla 11</b> Límites para la distorsión de los entrepisos.....	26
<b>Tabla 12</b> Factores de reducción de resistencia E-060.....	28
<b>Tabla 13</b> Factores de reducción de resistencia ACI 318-19 .....	29
<b>Tabla 14</b> Definición operacional de variables e indicadores .....	36
<b>Tabla 15</b> Cargas vivas de la estructura .....	42
<b>Tabla 16</b> Pre dimensionamiento de vigas .....	44
<b>Tabla 17</b> Pre dimensionamiento de losas .....	45
<b>Tabla 18</b> Metrado de cargas muertas del primer al sexto piso .....	57
<b>Tabla 19</b> Metrado de cargas muertas de la azotea al techo de la azotea.....	57
<b>Tabla 20</b> Fuerza cortante estático en la estructura.....	68
<b>Tabla 21</b> Fuerza cortante estático en los muros de sentido X .....	70
<b>Tabla 22</b> Fuerza cortante en los muros de sentido Y.....	71
<b>Tabla 23</b> Discontinuidad de diafragma.....	74
<b>Tabla 24</b> Irregularidad de rigidez en el sentido X .....	76

<b>Tabla 25</b> Irregularidad de rigidez en el sentido Y .....	77
<b>Tabla 26</b> Irregularidad de resistencia en el sentido X .....	78
<b>Tabla 27</b> Irregularidad de resistencia en el sentido Y .....	79
<b>Tabla 28</b> Desplazamiento del sexto nivel .....	80
<b>Tabla 29</b> Desplazamientos de la estructura .....	81
<b>Tabla 30</b> Fuerza cortante mínimo .....	83
<b>Tabla 31</b> Fuerza cortante mínimo escalado .....	84
<b>Tabla 32</b> Masa participativa .....	85
<b>Tabla 33</b> Desplazamiento relativo en sentido X .....	85
<b>Tabla 34</b> Desplazamiento relativo en sentido Y .....	86
<b>Tabla 35</b> Parámetros sísmicos .....	87
<b>Tabla 36</b> Centro de masa, centro de rigidez .....	88
<b>Tabla 37</b> Hipótesis sísmica: Sismo en X .....	89
<b>Tabla 38</b> Hipótesis sísmica: Sismo Y .....	90
<b>Tabla 39</b> Desplazamiento relativo de la columna C1 .....	91
<b>Tabla 40</b> Diseño de las vigas principales con datos del Etabs con la N.T.P. ....	95
<b>Tabla 41</b> Acero de las vigas principales con datos del Etabs con la N.T.P. en unidades de varillas utilizados .....	97
<b>Tabla 42</b> Acero de las vigas principales con datos del Etabs con la N.T.P. el área total utilizado .....	100
<b>Tabla 43</b> Diseño de las vigas secundarias con datos del Etabs con la N.T.P. ....	105
<b>Tabla 44</b> Combinaciones de diseño del Etabs con la N.T.P. ....	108
<b>Tabla 45</b> Combinaciones de diseño del Etabs con la N.T.P. ....	111
<b>Tabla 46</b> Diseño de las vigas principales con datos del Etabs con el ACI 318-19.....	115

<b>Tabla 47</b> Acero de las vigas principales con datos del Etabs con el ACI 318-19, en unidades de varillas utilizados.....	117
<b>Tabla 48</b> Acero de las vigas principales con datos del Etabs con el ACI 318-19 el área total utilizado.....	120
<b>Tabla 49</b> Diseño de las vigas secundarias con datos del Etabs con el ACI318-19.....	125
<b>Tabla 50</b> Combinaciones de diseño del Etabs con el ACI 318-19 .....	128
<b>Tabla 51</b> Combinaciones de diseño del Etabs con el ACI 318-19 .....	131
<b>Tabla 52</b> Cantidad de acero en las vigas principales .....	135
<b>Tabla 53</b> Cantidad de acero en las vigas secundarias.....	139
<b>Tabla 54</b> Eje A VP-(0.30X0.55).....	144
<b>Tabla 55</b> Eje B VP-(0.30X0.55).....	145
<b>Tabla 56</b> Eje C VP-(0.35X0.60).....	146
<b>Tabla 57</b> Eje D, Eje E, Eje F, Eje G, VP-(0.30X0.60) .....	147
<b>Tabla 58</b> Eje H VP-(0.30X0.55).....	148

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

<b>Figura 1</b> Detalle de la viga .....	9
<b>Figura 2</b> Ubicación de las columnas.....	10
<b>Figura 3</b> Dirección de la losa aligerada .....	11
<b>Figura 4</b> Detalle de aligerado .....	12
<b>Figura 5</b> Detalle de escalera .....	13
<b>Figura 6</b> Zonas sísmicas del Perú .....	16
<b>Figura 7</b> Estado de rotura .....	29
<b>Figura 8</b> Distribución de esfuerzos.....	30
<b>Figura 9</b> Creación de las grillas:.....	47
<b>Figura 10</b> Grilla en 3D.....	48
<b>Figura 11</b> Propiedades del concreto .....	49
<b>Figura 12</b> Propiedades del acero de refuerzo .....	50
<b>Figura 13</b> Creación de las columnas.....	51
<b>Figura 14</b> Creación de la viga 0.30 x 0.60m .....	51
<b>Figura 15</b> Creación de la viga 0.30 x 0.55m .....	52
<b>Figura 16</b> Creación de los muros de corte de espesor de 0.25m. ....	52
<b>Figura 17</b> Creación de la losa Aligerada de espesor de 0.20m.....	53
<b>Figura 18</b> Configuración de la estructura en planta .....	54
<b>Figura 19</b> Configuración de la estructura 3D .....	55
<b>Figura 20</b> Configuración de la estructura 3D volumétrico.....	55
<b>Figura 21</b> Creación de los diafragmas .....	56
<b>Figura 22</b> Asignación de las cargas muertas .....	58
<b>Figura 23</b> Asignación de las cargas vivas .....	59
<b>Figura 24</b> Configuración de las unidades en Cypecad .....	59



<b>Figura 25</b> Configuración de las plantas (pisos) .....	60
<b>Figura 26</b> Configuración de las columnas .....	61
<b>Figura 27</b> Configuración de las columnas 3D .....	61
<b>Figura 28</b> Configuración de las vigas .....	62
<b>Figura 29</b> Configuración de las losas aligeradas .....	63
<b>Figura 30</b> Configuración de los muros de corte .....	63
<b>Figura 31</b> Modelación de los elementos estructurales 3D .....	64
<b>Figura 32</b> Fuerza cortante estático en la base en dirección X .....	67
<b>Figura 33</b> Fuerza cortante estático en la base en dirección Y .....	68
<b>Figura 34</b> Espectro de diseño para el sentido X-Y .....	72
<b>Figura 35</b> Espectro de Pseudo - Aceleraciones X-X .....	73
<b>Figura 36</b> Espectro de Pseudo - Aceleraciones Y-Y .....	73
<b>Figura 37</b> Espectro de Pseudo - Aceleraciones X-X .....	87
<b>Figura 38</b> Espectro de Pseudo - Aceleraciones Y-Y .....	88
<b>Figura 39</b> Excentricidad de la estructura en el séptimo nivel.....	89
<b>Figura 40</b> Hipótesis sísmica: Sismo X .....	90
<b>Figura 41</b> Hipótesis sísmica: Sismo Y .....	91
<b>Figura 42</b> Coeficientes de reducción de la N.T.P.....	93
<b>Figura 43</b> Diseño de las vigas con Etabs usando el N.T.P. quinto y sexto piso.....	94
<b>Figura 44</b> Diseño de columna circular con Etabs usando la N.T.P. ....	107
<b>Figura 45</b> Diagrama de interacción columna circular con Etabs usando la N.T.P.....	107
<b>Figura 46</b> Diagrama de interacción columna circular usando la N.T.P. ....	109
<b>Figura 47</b> Diseño de columna rectangular de 0.35x0.50 m con Etabs usando la N.T.P. .....	109

<b>Figura 48</b> Diagrama de interacción columna rectangular de 0.35 x 0.50 m. con Etabs usando la N.T.P. ....	110
<b>Figura 49</b> Diagrama de interacción columna rectangular de 0.35 x 0.50m. usando la N.T.P.....	112
<b>Figura 50</b> Coeficientes de reducción del ACI 318-19.....	113
<b>Figura 51</b> Diseño de las vigas con Etabs usando el ACI 318-19 quinto y sexto piso. .	114
<b>Figura 52</b> Diseño de columna circular con Etabs usando el ACI 318-19 .....	127
<b>Figura 53</b> Diagrama de interacción columna circular con Etabs usando el ACI 318-19 .....	127
<b>Figura 54</b> Diagrama de interacción columna circular usando el ACI 318-19.....	129
<b>Figura 55</b> Diseño de columna rectangular de 0.35x0.50 m con Etabs usando el ACI 318-19.....	129
<b>Figura 56</b> Diagrama de interacción columna rectangular de 0.35 x 0.50 m. con Etabs usando el ACI 318-19.....	130
<b>Figura 57</b> Diagrama de interacción columna rectangular de 0.35 x 0.50m. usando el ACI 318-19.....	132
<b>Figura 58</b> Viga principal del eje A VP-(0.30X0.55) sexto piso .....	133
<b>Figura 59</b> Viga principal del eje B VP-(0.30X0.55) sexto piso .....	133
<b>Figura 60</b> Viga principal del eje C VP-(0.35X0.60) sexto piso .....	134
<b>Figura 61</b> Viga principal del eje D, eje E, eje F y eje G VP-(0.30X0.60) sexto piso .	134
<b>Figura 62</b> Viga principal del eje H VP-(0.30X0.55) sexto piso .....	135
<b>Figura 63</b> Viga secundaria del eje 1 .....	138
<b>Figura 64</b> Viga secundaria del eje 2 .....	138
<b>Figura 65</b> Viga secundaria del eje 3 .....	139
<b>Figura 66</b> Cuantía de acero de refuerzo en la columna circular de D=0.45m.....	141

<b>Figura 67</b>	Diagrama de interacción de la columna circular de $D=0.45\text{m}$ .....	141
<b>Figura 68</b>	Cuantía de acero de refuerzo en la columna rectangular de $0.35 \times 0.50\text{m}$ ..	142
<b>Figura 69</b>	Diagrama de interacción de la columna rectangular de $0.35 \times 0.50\text{m}$ .....	142

## **CAPITULO I**

### **PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN**

#### **1.1. Identificación y planteamiento del problema**

Cada país a nivel mundial cuenta con normativas que regulan los requisitos máximos y mínimos para el diseño de las estructuras, la normativa de los Estados Unidos el ACI es tomado como base y de acuerdo a las características del territorio peruano se realizó la normativa del Reglamento Nacional de Edificaciones.

Como herramienta para el cálculo estructural se realiza en softwares que nos ayudan a optimizar el costo y tiempo, a medida que transcurren los años cada vez más van apareciendo una variedad softwares para el análisis estructural con elementos finitos, de diseño y calculo estructural, entre los más utilizado es el Etabs y el Cypecad. Estos programas estructurales cuentan con diferentes herramientas de trabajo en la realización del análisis sismo resistente de la estructura; tanto estático como dinámico, por lo tanto, hay diferencias en los resultados en consecuencia, se generan variaciones en los proyectos, y costos de los mismos

## **1.2. Delimitación de la investigación**

Con el objetivo de cumplir con lo planteado se delimita en una edificación el cual se ejecutará el modelamiento de la estructura mediante el método de elementos finitos. Temiendo el lugar se procede a determinar los parámetros de sismicidad del área de estudio, así mismo se procede a realizar los planos arquitectónicos para luego en los realizar el modelamiento estructural con el método de elementos finitos en los softwares de estructuras como el Etabs y el Cypecad.

## **1.3. Formulación del problema**

### **1.3.1. Problema general**

¿Cuál es la comparación del comportamiento estructural de una edificación de 6 niveles utilizando el método de elementos finitos, empleando el Reglamento Nacional de Edificaciones y el American Concrete Institute de manera que sea estructuralmente funcional en Pasco 2023?

### **1.3.2. Problemas específicos**

- ¿Cuáles son los resultados del comportamiento estructural de una edificación de 6 niveles utilizando el método de elementos finitos, empleando el Reglamento Nacional de Edificaciones, Pasco 2023?
- ¿Cuáles son los resultados del comportamiento estructural de una edificación de 6 niveles utilizando el método de elementos finitos, empleando el American Concrete Institute, Pasco 2023?
- ¿Es factible determinar comportamiento de la estructura de una edificación de 6 niveles utilizando el método de elementos finitos en softwares de estructuras en Pasco 2023?

- ¿Cuáles son los resultados del análisis estático de una edificación de 6 niveles utilizando el método de elementos finitos en softwares de estructuras en Pasco 2023?
- ¿Cuáles son los resultados del análisis dinámico de una edificación de 6 niveles utilizando el método de elementos finitos en softwares de estructuras en Pasco 2023?

#### **1.4. Formulación de objetivos**

##### **1.4.1. Objetivo general**

Comparar el comportamiento estructural de una edificación de 6 niveles utilizando el método de elementos finitos, empleando el Reglamento Nacional de Edificaciones y el American Concrete Institute de manera que sea estructuralmente funcional en Pasco 2023

##### **1.4.2. Objetivos específicos**

- Determinar los resultados del comportamiento estructural de una edificación de 6 niveles utilizando el método de elementos finitos, empleando el Reglamento Nacional de Edificación, Pasco 2023
- Determinar los resultados del comportamiento estructural de una edificación de 6 niveles utilizando el método de elementos finitos, empleando el American Concrete Institute, Pasco 2023
- Determinar el comportamiento de la estructura de una edificación de 6 niveles utilizando el método de elementos finitos en softwares de estructuras en Pasco 2023.
- Determinar el resultado análisis estático de una edificación de 6 niveles utilizando el método de elementos finitos en softwares de estructuras en Pasco 2023.

- Determinar el resultado análisis dinámico de una edificación de 6 niveles utilizando el método de elementos finitos en softwares de estructuras en Pasco 2023.

### **1.5. Justificación de la investigación**

El presente trabajo de investigación se justifica por la necesidad de conocer el “estudio de Comparación del Comportamiento Estructural de una Edificación de 6 Niveles Utilizando el Método de Elementos Finitos, empleando el Reglamento Nacional de Edificaciones y el American Concrete Institute, Pasco 2023”, para el modelamiento de la estructura ambos softwares de estructuras requieren el espectro de diseño sísmico, para lo cual se requiere obtener los parámetros sísmicos del lugar en donde se va a construir la edificación, el método de cálculo estructural que utilizan estos softwares para el análisis estructural es el elemento finito. Es por ello que, teniendo el objetivo de aportar a esta problemática, se realiza la comparación de los resultados del cálculo estático y dinámico aplicando EL Reglamento Nacional de Edificaciones RNE y el American Concrete Institute ACI.

### **1.6. Limitaciones de la investigación**

La limitación del presente proyecto de investigación se da por la capacidad de la computadora en donde se verificará el comportamiento de la edificación. Como también obtener la normativa el American Concrete Institute ACI. Así mismo otro de las limitaciones es el uso licencias de los softwares que utilizan el método de cálculo de elementos finitos como es el Etabs y el Cypecad.

Encontrar la licencia de uso del software del Etabs es un costo bastante elevado y un poco dificultoso de conseguir, pero el software de Etabs que se encuentra comúnmente en el internet es de uso educativo por lo que la licencia

del uso es limitada por un periodo de tiempo. Este software se tiene que estar craqueando cada cierto tiempo para seguir usando de lo contrario ya no se puede usar el programa.

Al igual que el software el Etabs, el software Cypecad conseguir la licencia es un costo bastante elevado, pero se puede conseguir en el internet el software de uso educativo.



## **CAPITULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **2.1. Antecedentes de estudio**

A nivel internacional tenemos que Mejía y Gonzales (2021) determino que entre el CHOC-08 y el ACI-318-14 no hay diferencia estadística significativa a los niveles de significancia de 1% entre los desplazamientos de fuerzas internas.

A nivel nacional Reyes (2022) tuvo como hipótesis que el diseño de concreto armado del RNE y el ACI 318-19 permiten optimizar el diseño estructural, y Montenegro (2022) concluyo que el RNE no cuenta con parámetros suficientes y que complemento con el ACI 350.3-06.

A nivel nacional encontramos que Alvarado y Vásquez (2021) menciona que el programa Etabs permite agilizar tiempos y arroja mejores resultados al realizar el análisis y diseño de las estructuras habituales a diferencia del programa Sap 2000, así mismo Monroy (2021) determinó que el programa Etabs facilita a reducir el tiempo en el diseño de estructuras además que los resultados de los cálculos son más reales, y Campana (2021) menciona que los resultados obtenidos en el programa etabs se encuentra dentro de los límites de las normas,

En tanto Portugal (2022) menciona que el software tiene una amplia gama de posibilidades de reportes con resultados aceptables.

En lo que concierne al programa Cypecad Saavedra (2017) menciona que los resultados son confiables y reduce el tiempo para el diseño de estructuras, también Guillermo (2019) opina que el software es de fácil uso y confiable, y Bustamante y Sánchez (2021) el programa realiza el predimensionamiento y el diseño de las zapatas de acuerdo a las normas técnicas del Perú, pero a la vez recomienda realizar un comparativo con otros programas del cálculo para zapatas.

En cuanto a la diferencia entre el software del Etabs y el Cypecad Pérez (2019) encontró que en ambos programas los resultados que se obtienen son similares sin mayor relevancia, en cambio Febres y Ñahuis (2019) encontraron que el Cypecad trabaja con el espectro elástico y el Etabs trabaja con el espectro inelástico teniendo y tienen una aproximación en los resultados.

## **2.2. Bases teóricas – científicas**

### **2.2.1. Estructuración**

La estructuración de la edificación se realiza a partir de la distribución arquitectónica, en el planteamiento arquitectónico se debe de tener en cuenta la ubicación de los elementos estructurales como con las columnas, así mismo tener en cuenta la luz de columna a columna para determinar el peralte de la viga.

Teniendo preliminarmente la ubicación de las columnas el ingeniero estructural comienza a estructurar la edificación y a realizar el pre dimensionamiento de cada elemento estructural.

El cálculo del comportamiento sísmico de una estructura por lo general es complejo aun con la ayuda de los softwares que utilizan el método de cálculo los elementos finitos. “Por esa razón, es aconsejable que la estructuración sea lo más

simple y limpia posible” (BLANCO BLASCO, 1994, pág. 05), de tal forma que cuando se analice la estructura tenga se obtenga resultados cercanos a la realidad.

Es deseable tener una estructura simétrica en ambas direcciones para evitar que la estructura ante un sismo genera torsión, de esta manera minimizar las fallas de la estructura.

### **2.2.2. Pre dimensionamiento**

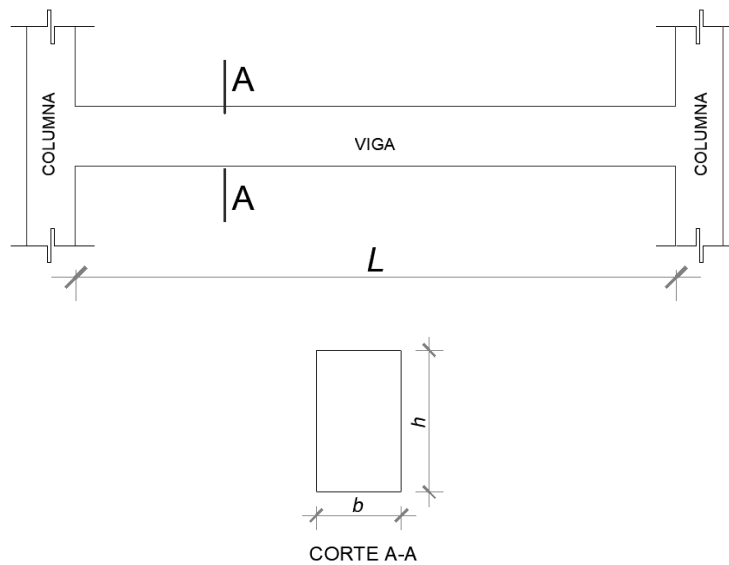
La realización del pre dimensionamiento de los elementos estructurales como; losas, vigas, columnas, zapatas, escaleras, etc. Es plantear una sección realizando un cálculo inicial en base a la luz del elemento estructural, cargas vivas y cargas muertas. Una vez ya en el software se realiza el comportamiento estructural por elementos finitos, se analiza cada sección que se ha planteado cada elemento estructural, posteriormente se determina la sección final del elemento estructural, el cual soportara cargas vivas, cargas muertas y carga sísmica.

#### ***2.2.2.1.Pre dimensionamiento de Vigas***

La viga de concreto armado es el elemento estructural horizontal que son diseñadas por el modo de flexión, las vigas reciben las cargas de las losas y muros (muros portantes, muros cortina, parapetos y escaleras) para transmitir las a las columnas. El pre dimensionamiento de las vigas está relacionada con la luz neta que existe entre columnas, “el ancho de la viga,  $b_w$ , no debe ser menor de 0.25 veces el peralte de la viga ni de 250mm” (E-060 CONCRETO ARMADO, pág. 210).

## Figura 1

Detalle de la viga



### Peralte de la viga

$$h = \frac{L}{10} \text{ a } \frac{L}{12} \geq 0.25 \text{ m}$$

### Base de la viga

$$b = \frac{h}{2} \text{ a } \frac{2 \times h}{3}$$

En donde:

L: luz libre de la viga

h: peralte de la viga

b: base de la viga

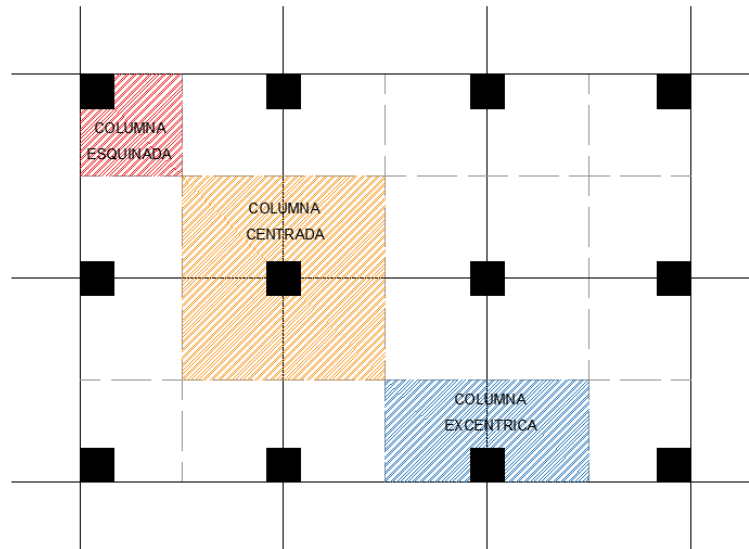
#### 2.2.2.2. Pre dimensionamiento de Columnas

La columna de concreto armado es el elemento estructural vertical que son diseñadas por el método flexo compresión que reciben cargas de provenientes de las vigas y losas, y transfieren las cargas a las zapatas. El pre dimensionamiento de las columnas se realiza se acuerdo al área

tributaria de la cual recibe cargas, corregido por el factor de la resistencia del concreto y la ubicación de la columna.

## Figura 2

*Ubicación de las columnas*



*Fuente: Propia*

### Columnas centradas

$$A_c = \frac{P (\text{servicio})}{0.45 \times F'_c}$$

### Columnas excéntricas y columnas esquinadas

$$A_c = \frac{P (\text{servicio})}{0.35 \times F'_c}$$

En donde:

$A_c$ : Área de la columna

$P$ : Peso de la columna

$F'_c$ : Es la resistencia a compresión del concreto

### 2.2.2.3. Pre dimensionamiento de Muros de Corte

Los muros de concreto armado de corte son elementos estructurales planos verticales planas que permiten que la estructura sea

rígida, los muros de corte reciben cargas de las vigas y cargas sísmicas. El pre dimensionamiento está relacionado con la altura del entrepiso de la edificación. “El ancho (espesor) del alma de los muros de corte no tiene que ser menor de 1/25 de la altura entre elementos que le proporcionen apoyo lateral ni menor de 150 mm” (E-060 CONCRETO ARMADO, pág. 220).

$$e \geq \frac{h}{25}$$

En donde:

e: Espesor del muro

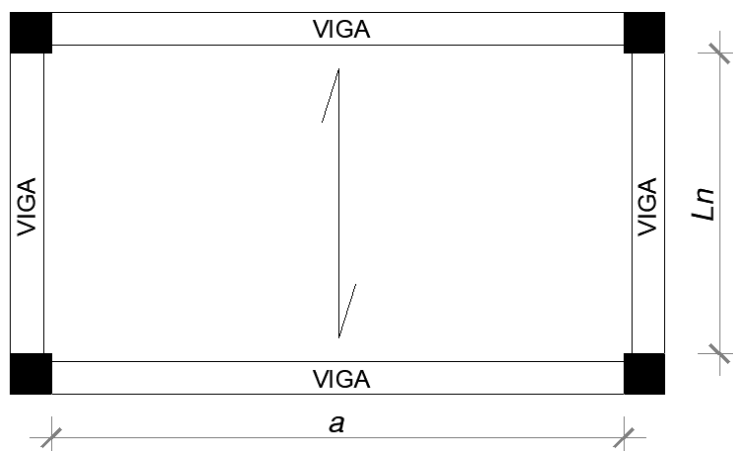
h: Altura del entrepiso

#### **2.2.2.4. Pre dimensionamiento de Losa Aligerada**

Las losas aligeradas son elementos estructurales planos horizontales, trabajan como un diafragma rígido, pueden ser armadas en una y dos direcciones, el pre dimensionamiento de las losas está relacionado con la luz más corta entre vigas.

#### **Figura 3**

*Dirección de la losa aligerada*



Fuente: Propia

$$L_n < a$$

$$h \geq \frac{L_n}{25}$$

En donde

h: Espesor de la losa

L<sub>n</sub>: Luz neta de la viga

**Tabla 1**

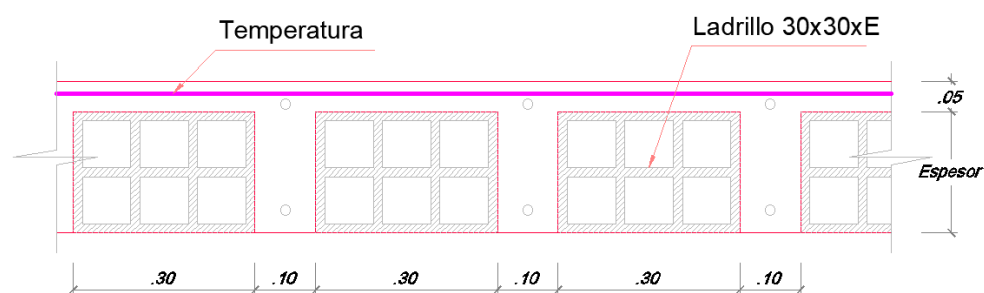
*Losas Aligeradas de Concreto Armado Armadas en una Sola Dirección*

<b>Viguetas de 0.10 de ancho entre ejes</b>		
<b>Espesor del aligerado (m)</b>	<b>Espesor de losa en metros</b>	<b>Peso propio kPa (kgf/m<sup>3</sup>)</b>
0.17	0.05	2.8 (280)
0.20	0.05	3.0 (300)
0.25	0.05	3.5 (350)
0.30	0.05	4.2 (420)

*Nota.* El peso de la losa aligerada por metro cuadrado de acuerdo el espesor de la losa tomado de Norma técnica peruana E-020 Cargas.

**Figura 4**

*Detalle de aligerado*



*Fuente:* Propia

### 2.2.2.5. Pre dimensionamiento de Losas Macizas

Las losas macizas son elementos estructurales planos horizontales, trabajan como un diafragma rígido son armadas en dos direcciones, el pre dimensionamiento de las losas está relacionado con la luz más corta entre vigas.

$$h \geq \frac{Ln}{40} \quad \text{ó} \quad h = \frac{\text{Perimetro}}{180}$$

En donde

h: Espesor de la losa

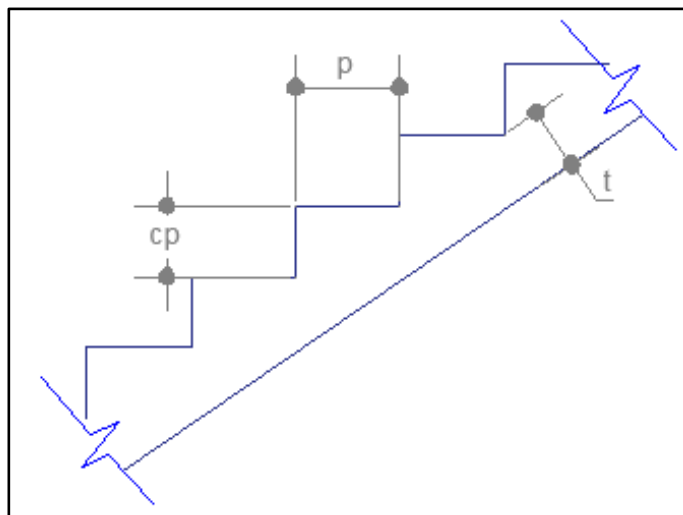
Ln: Luz neta de la viga

### 2.2.2.6. Pre dimensionamiento de Escalera

Las escaleras son elementos estructurales planos inclinados, que unen entrepisos, el pre dimensionamiento de las losas está relacionado con la altura del entrepiso.

#### Figura 5

Detalle de escalera



Fuente: Propia

$$t \geq \frac{h}{25}$$



$$cp = \frac{h}{p}$$

$$0.6 \leq 2 \times CP + P \leq 0.64$$

En donde

h: Altura de entrepiso

t: Es el espesor de la garganta de la escalera

p: Paso de la escalera

cp: Contrapaso de la escalera

### **2.2.3. Modelación de la Estructura**

El modelamiento de la estructura es la realización del esqueleto estructural del edificio en los programas como es el Etabs y el Cypecad, en donde se idealiza la estructura, para poder verificar los resultados extraídos de los programas.

### **2.2.4. Cargas**

El esqueleto estructural del edificio resiste cargas vivas y cargas muertas, en el reglamento nacional de edificaciones la E-060 de Concreto Armado encontramos factores de amplificaciones de cargas, de acuerdo a la carga con que cuenta la edificación.

#### ***2.2.4.1. Carga Viva***

Las cargas vivas son todos aquellos elementos que se mueven y cuentan con un peso propio como son las personas, los muebles, materiales, artefactos y equipos. La norma nacional de edificaciones E-020 de Cargas cuenta con una estimación aproximada de cargas vivas repartida por metro cuadrado de acuerdo el ambiente con que cuenta cada estructura.

**Tabla 2**

*Cargas vivas mínimas de las edificaciones repartidas*

<b>Ocupación o Uso</b>	<b>Cargas Repartidas (kg/cm<sup>2</sup>)</b>
<b>HOTEL</b>	
Cuartos	200
Salas publicas	400
Almacén y servicios	500
Corredores y escaleras	400
<b>OFICINAS</b>	
Exceptuando salas de archivos y computación	250
Salas de archivo	500
Salas de computación	250
Corredores y escaleras	400

*Nota.* Carga repartida por metro cuadrado de cada ambiente tomado de Norma técnica peruana E-020 Cargas.

#### **2.2.4.2. Carga Muerta**

La carga muerta es el peso propio de los elementos estructurales como son la losa, viga, columna, muros, escaleras. La carga muerta se obtiene del volumen de cada elemento estructural por el peso específico del material con que va a estar constituido el elemento estructural.

#### **2.2.5. Análisis preliminar de la estructura**

El análisis dinámico de la estructura se realiza obteniendo el espectro de diseño cuyos parámetros se especifica en la norma peruana E-030 Sismo Resistente.

### 2.2.5.1. Factor de Zona (Z)

El Perú está dividido en 4 cuatro zonas sísmicas, y el departamento de Pasco esta entre las zonas sísmicas de 2 y 3.

**Figura 6**

*Zonas sísmicas del Perú*



*Fuente: (E-030 Sismo Resistente, 2016)*

**Tabla 3**

*Zonificación sísmica*

REGIÓN (DPTO)	PROVINCIA	DISTRITO	ZONA SIMICA	AMBITO
Pasco	Pasco	Huachón	2	Ocho distritos
		Huariaca		
		Ninacaca		
		Pallanchacra		
		Paucartambo		

---

San Francisco  
de Asís de  
Yarusyacan  
Ticlacayan  
Yanacancha

---

*Fuente:* (E-030 Sismo Resistente, 2016)

### 2.2.5.2. Parámetros de Sitio (*S*, *T<sub>p</sub>* y *T<sub>l</sub>*)

**Tabla 4**

*Factor de suelo “S”*

<b>SUELO</b>				
<b>ZONA</b>	<b>S0</b>	<b>S1</b>	<b>S2</b>	<b>S3</b>
Z1	0.80	1.00	1.05	1.10
Z2	0.80	1.00	1.15	1.20
Z3	0.80	1.00	1.20	1.40
Z4	0.80	1.00	1.60	2.00

*Fuente:* (E-030 Sismo Resistente, 2016)

**Tabla 5**

*Periodos “TP” y “TL”*

	<b>PERFIL DEL SUELO</b>			
	S0	S1	S2	S3
TP (s)	0.30	0.40	0.60	1.00
TL (s)	3.00	2.50	2.00	1.60

*Fuente:* (E-030 Sismo Resistente, 2016)

### 2.2.5.3. Factor de Amplificación Sísmica (*C*)

El reglamento nacional de edificaciones la E-030 Sismo Resistente, define el factor de amplificación sísmica (*C*) de acuerdo a las características de sitio.

$$T < T_p \quad C = 2.5$$

$$T_p < T < T_L \quad C = 2.5 \left( \frac{T_p}{T} \right)$$

$$T > T_L \quad C = 2.5 \left( \frac{T_p \times T_L}{T^2} \right)$$

En donde:

T: Es el periodo fundamental de vibración

TP: Es el periodo que define la plataforma de factor C

TL: Es el periodo que define el inicio de la zona del factor C

C: Es el factor de amplificación sísmica

#### **2.2.5.4. Categoría de la Edificación y Factor de Uso (U)**

El edificio se clasifica de acuerdo el uso de importancia que se da a la infraestructura y con la norma técnica peruana E-030 Sismo Resistente, se obtiene el factor de uso de la edificación.

**Tabla 6**

*Categoría de las edificaciones y factor de uso (U)*

<b>CATEGORÍA</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>FACTOR (U)</b>
C	Edificaciones usuales (comunes) como son: las viviendas, las oficinas, los hoteles, los restaurantes, depósitos e instalaciones industriales cuya falla no acarree peligros adicionales de incendios o fugas de contaminaciones.	1.0

*Fuente:* (E-030 Sismo Resistente, 2016)

#### **2.2.5.5. Sistema Estructural**

El uso del sistema estructural que se utiliza en la edificación depende el uso de importancia del edificio.

**Tabla 7***Categoría y sistema estructural de las edificaciones*

<b>CATEGORÍA DE LA EDIFICACIÓN</b>	<b>ZONA</b>	<b>SISTEMA ESTRUCTURAL</b>
C	4,3,2 y 1	Cualquier sistema

*Fuente: (E-030 Sismo Resistente, 2016)*

### **2.2.5.6. Sistemas Estructurales y Coeficiente Básico de Reducción de las Fuerzas ( $R_0$ )**

Las estructuras de acuerdo la configuración estructural de las losas, las vigas, las columnas y los muros se clasifican por un sistema estructural.

**Tabla 8***Sistemas estructurales*

<b>SISTEMA ESTRUCTURAL</b>	<b>COEFICIENTE BÁSICO DE REDUCCIÓN (<math>R_0</math>)</b>
<b>ACERO</b>	
Pórticos Especiales que son Resistentes a Momentos (SMF)	8
Pórticos Intermedios que son Resistentes a Momentos (IMF)	7
Pórticos Ordinarios que son Resistentes a Momentos (OMF)	6
Pórticos Especiales Concéntricamente Arriostrados (SCBF)	8
Pórticos Ordinarios Concéntricamente Arriostrados (OCBF)	6
Pórticos Excéntricamente Arriostrados (EBF)	8
<b>CONCRETO ARMADO</b>	

Pórticos	8
Dual	7
De muros estructurales	6
Muros de ductilidad limitada	4
<b>Albañilería armada o confinada</b>	3
<b>Madera (por esfuerzos admisibles)</b>	7

*Fuente:* (E-030 Sismo Resistente, 2016)

### **2.2.5.7. Factores de Irregularidad ( $I_a$ , $I_p$ )**

En las edificaciones se presentan irregularidades tanto en altura como en planta el cual la norma técnica peruana en la E-030 Sismo Resistente se cuenta con parámetros ayudan a controlar las irregularidades de la edificación.

**Tabla 9**

*Irregularidad en altura*

<b>IRREGULARIDADES ESTRUCTURALES EN ALTURA</b>	<b>FACTOR DE LAS IRREGULARIDADES <math>I_a</math></b>
Irregularidad de Rigidez – Piso blando	0.75
Irregularidad de resistencia – Piso débil	0.75
Irregularidad extrema de Rigidez	0.50
Irregularidad extrema de resistencia	0.50
Irregularidad de masa o peso	0.90
Irregularidad geométrica vertical	0.90
Discontinuidad en los Sistemas Resistentes	0.80
Discontinuidad extrema de los Sistemas Resistentes	0.60

*Fuente:* (E-030 Sismo Resistente, 2016)

**Tabla 10**

*Irregularidad en planta*

<b>IRREGULARIDADES ESTRUCTURALES EN PLANTA</b>	<b>FACTOR DE IRREGULARIDAD <math>I_p</math></b>
Irregularidad torsional	0.75
Irregularidad torsional extrema	0.60
Esquinas entrantes	0.90
Discontinuidad del diafragma	0.85
Sistemas no paralelos	0.90

*Fuente:* (E-030 Sismo Resistente, 2016)

#### **2.2.5.8. Coeficiente de Reducción de las Fuerzas Sísmicas ( $R$ )**

“El coeficiente de reducción de las fuerzas sísmicas es el producto del coeficiente básico de reducción y los factores de irregularidades” (E-030 Sismo Resistente, 2016).

$$R = R_0 \times I_a \times I_p$$

En donde:

$R$ : El coeficiente de reducción de las fuerzas sísmicas

$R_0$ : El coeficiente básico de reducción de las fuerzas sísmicas

$I_a$ : La irregularidad en altura

$I_p$ : La irregularidad en planta

#### **2.2.6. Análisis estático de la estructura**

El primer análisis de una estructura que se realiza es el análisis estático en donde se calcula los valores los cuales se detalla.

##### **2.2.6.1. Estimación de peso ( $P$ )**

De acuerdo la norma técnica peruana (E-030 Sismo Resistente, 2016) “el peso ( $P$ ) se calcula adicionando a la carga permanente y total de la estructura de la edificación un porcentaje de la carga viva o sobrecarga”.



“En estructuras de categoría C se tomará el 25% de la carga viva” y “azoteas y techos en general se tomará el 25% de la carga viva” de acuerdo la (E-030 Sismo Resistente, 2016).

#### **2.2.6.2. Fuerza cortante estático en la base**

Se calcula la fuerza cortante estático de acuerdo con la norma peruana (E-030 Sismo Resistente, 2016).

$$V = \frac{Z * U * C * S}{R} * P$$

En donde:

V: Es la fuerza cortante en la base

Z: Zona sísmica

U: Es el factor de uso de la edificación

C: Es el factor de amplificación sísmica

S: Es el factor del suelo

R: Es el coeficiente de reducción sísmica

P: Masa de la edificación

“El valor C/R no deberá considerarse menor que”, (E-030 Sismo Resistente, 2016).

$$\frac{C}{R} \geq 0.125$$

#### **2.2.6.3. Distribución de la fuerza sísmica en altura**

“Las fuerzas sísmicas horizontales de la estructura en cualquier nivel i, correspondientes a la dirección analizada que se determina mediante”. (E-030 Sismo Resistente, 2016).

$$F_i = \alpha \cdot V$$

$$\alpha_i = \frac{P_i(h_i)^k}{\sum_{j=1}^n P_j(h_j)^j}$$

“En donde n es la cantidad de pisos de la edificación, k exponente relacionado con el periodo fundamental de vibración de la estructura de la edificación (T) en la dirección considerada, que se calcula de acuerdo a:” (E-030 Sismo Resistente, 2016).

- Cuando (T) es menor o igual a 0.5 segundos  $k=1.0$ .
- Cuando (T) es mayor que 0.50 segundos  $k= (0.75 + 0.5 T) \leq 2.0$

#### **2.2.6.4. Periodo fundamental de vibración**

“El periodo fundamental de vibración para cada dirección de análisis de la edificación se estimará con la siguiente expresión:” (E-030 Sismo Resistente, 2016).

$$T = \frac{hn}{Ct}$$

En donde:

$C_t=35$  Para edificios cuyos elementos resistentes en la dirección de análisis considerada sean únicamente.

- a) Pórticos de concreto armado sin muros de estructurales de corte.
- b) Pórticos dúctiles de acero con uniones resistentes a momentos arriostrados.

#### **2.2.6.5. Excentricidad Accidental (Efectos de Torsión)**

De acuerdo la norma técnica peruana “para estructuras con diafragmas rígidos, se supondrá que la fuerza en cada nivel de análisis ( $F_i$ ) actúa en el centro de las masas del nivel respectivo y se debe considerarse además de la excentricidad propia de la estructura del edificio el efecto de excentricidades accidentales (en cada dirección de análisis) como se indica a continuación” (E-030 Sismo Resistente, 2016).

“En el centro de masas de cada nivel de la estructura, además de la fuerza lateral estática actuante, se aplicará un momento torsor accidental ( $M_{ti}$ ) que se calcula como:” (E-030 Sismo Resistente, 2016).

$$M_{ti} = \pm F_i \times E_i$$

“Para cada dirección de análisis, la excentricidad accidental de la estructura en cada nivel ( $e_j$ ), se considerará como 0.05 veces la dimensión del edificio en la dirección perpendicular a la dirección de análisis” (E-030 Sismo Resistente, 2016).

#### **2.2.6.6. Fuerzas sísmicas verticales**

“La fuerza sísmica vertical de la estructura de la edificación se considerará como una fracción del peso igual a 2/3 Z.U.S.” (E-030 Sismo Resistente, 2016).

#### **2.2.7. Análisis dinámico modal espectral de la estructura**

“La estructura no debería colapsar ni causar daños graves a las personas que estén en la edificación, aunque podría presentar daños importantes debido a los movimientos sísmicos calificados como severos para el lugar del proyecto” (E-030 Sismo Resistente, 2016). Para lo cual se realiza el análisis dinámico de la estructura con fuerzas sísmicas (fuerzas y momentos) para soportar dichos sismos.

##### **2.2.7.1. Modos de vibración**

“Los modos de vibración podrán determinarse por un procedimiento de análisis que considere apropiadamente las características de rigidez y la distribución de las masas de la estructura. En cada dirección de análisis se considera aquellos modos de vibración cuya suma de masas efectivas sea por lo menos el 90% de la masa total de

la estructura, pero deberá tomarse en cuenta por lo menos los tres primeros modos predominantes en la dirección de análisis”. (E-030 Sismo Resistente, 2016).

#### **2.2.7.2. Aceleración espectral**

“Para cada una de las direcciones horizontales analizadas de la estructura se utilizará un espectro elástico de pseudo - aceleraciones definido por” (E-030 Sismo Resistente, 2016).

$$Sa = \frac{Z * U * C * S}{R} * g$$

En donde:

Sa: Es la aceleración espectral

g: Es la aceleración de la gravedad

“Para el análisis en la dirección vertical de la estructura podrá usarse un espectro con valores iguales a los 2/3 del espectro empleado para las direcciones horizontales.” (E-030 Sismo Resistente, 2016).

#### **2.2.7.3. Fuerza cortante mínima**

“Para cada una de las direcciones consideradas en el análisis de la estructura, la fuerza cortante en el primer entrepiso del edificio no podrá ser menor que el 80% del valor calculado según el numeral 4.5 para estructuras regulares, ni menor que el 90% para estructuras irregulares.” (E-030 Sismo Resistente, 2016).

“Si fuera necesario incrementar el cortante de la estructura para cumplir los mínimos señalados se deberán escalar proporcionalmente todos los otros resultados obtenidos excepto los desplazamientos de la estructura.” (E-030 Sismo Resistente, 2016).

#### **2.2.7.4. Excentricidad accidental (efectos de torsión)**

“La incertidumbre de la localización de los centros de masa en cada nivel de la estructura, se considerará mediante una excentricidad accidental perpendicular a la dirección del sismo igual a 0.05 veces la dimensión del edificio en la dirección perpendicular a la dirección de análisis de la estructura. En cada caso deberá considerarse el signo más desfavorable.” (E-030 Sismo Resistente, 2016).

#### **2.2.7.5. Determinación de desplazamientos laterales**

“Para edificaciones de estructuras regulares, los desplazamientos laterales se multiplicarán multiplicado por 0.75 R a los resultados obtenidos del análisis lineal y elástico con las sollicitaciones sísmicas reducidas. Para edificaciones de estructuras irregulares, los desplazamientos laterales se calcularán multiplicando por R a los resultados obtenidos del análisis lineal elástico.” (E-030 Sismo Resistente, 2016).

#### **2.2.7.6. Desplazamientos laterales relativos admisibles**

Máximo desplazamiento relativo de entrepiso, calculado según el numeral 5.1 no deberá exceder la fracción de la altura de entrepiso (distorsión). (E-030 Sismo Resistente, 2016).

**Tabla 11**

*Límites para la distorsión de los entrepisos*

<b>MATERIAL PREDOMINANTE</b>	<b>(<math>\Delta_i/h_{ei}</math>)</b>
Estructuras de Concreto armado	0.007
Estructuras de Acero	0.010
Estructuras de Albañilería	0.005
Estructuras de Madera	0.010

Edificios de concreto armado con muros de ductilidad limitada	0.005
---	-------

*Fuente:* (E-030 Sismo Resistente, 2016)

### 2.2.8. Diseño de los elementos estructurales

Después de verificar el análisis de la estructura y cumpla con las normas E-030 se pasará a diseñar todos los elementos estructurales como losas, vigas, columnas y escaleras de acuerdo con las exigencias de las normas.

#### 2.2.8.1. Combinación de cargas

La norma peruana (E-060 CONCRETO ARMADO). Menciona que las estructuras deben diseñarse todas las secciones para soportar cargas amplificadas.

$$\phi R_n \geq R_u$$

En donde:

$\phi$ : factor de amplificación

$R_n$ : Resistencia nominal

$R_u$ : Resistencia ultima

Las combinaciones de carga según la norma (E-060 CONCRETO ARMADO).

$$U = 1.4 CM + 1.6 CV$$

En el diseño se tuvieron que considerar cargas de sismo (CS), además de lo indicado en (9.2.1, Capítulo 9 de E-060) la resistencia requerida será como mínimo:

$$U = 1.25(CM + CV) \pm CS$$

$$U = 0.9 CM \pm CS$$

Si fuera necesario incluir en el diseño el efecto del peso y empuje lateral de los suelos (CE), la presión ejercida por el agua contenida en el suelo o la presión y peso ejercidos por otros materiales, además de lo indicado en (9.2.1 Capítulo 9 de E-060), la resistencia requerida será como mínimo:

$$U=1.4 CM+1.7CV+1.7CE$$

En el caso en que la carga muerta o la carga viva reduzcan el efecto del empuje lateral, se usará:

$$U=0.9 CM+1.7CE$$

Si fuera necesario incluir en el diseño el efecto de las cargas de nieve o granizo, éstas deberán considerarse como cargas vivas (CV).

#### **2.2.8.2. Factores de reducción de resistencia**

Para la realización del análisis estático se tendrá que comprobar bajo los requisitos mínimos que solicita la norma E-060 y el ACI 318-19

**Tabla 12**

*Factores de reducción de resistencia E-060*

<b>FACTORES DE REDUCCION DE RESISTENCIA</b>	<b>FACTOR</b>
Flexión sin carga axial	0.90
Carga axial de tracción con o sin flexión	0.90
Elementos con refuerzo en espiral	0.75
Otros elementos	0.70
Para flexo compresión R puede incrementarse linealmente	0.90
Cortante y torsión	0.85
Aplastamiento en el concreto	0.70
Zonas de anclaje pos tensado	0.85

*Fuente:* (E-060 CONCRETO ARMADO)

**Tabla 13**

*Factores de reducción de resistencia ACI 318-19*

<b>FACTORES DE REDUCCION DE RESISTENCIA</b>	<b>FACTOR</b>
Flexión sin carga axial	0.90
Carga axial de tracción con o sin flexión	0.90
Elementos con refuerzo en espiral	0.75
Otros elementos	0.70
Para flexo compresión R puede incrementarse linealmente	0.90
Cortante y torsión	0.75
Aplastamiento en el concreto	0.65
Zonas de anclaje pos tensado	0.85

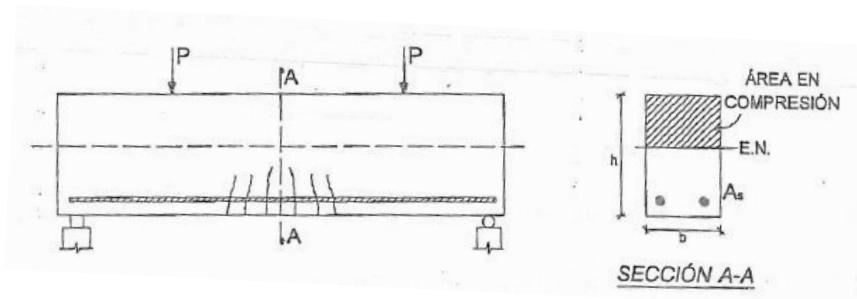
*Fuente:* (ACI 318-19)

### **2.2.8.3. Diseño de vigas**

Para el diseño de vigas se diseñará por el método de cargas ultimas, siendo el método de diseño más usado en la actualidad. Para el diseño por flexión se debe de tener el tipo de falla dúctil con la cual la sección ha desarrollado grandes deformaciones. (Santana Tapia, 2014)

**Figura 7**

*Estado de rotura*



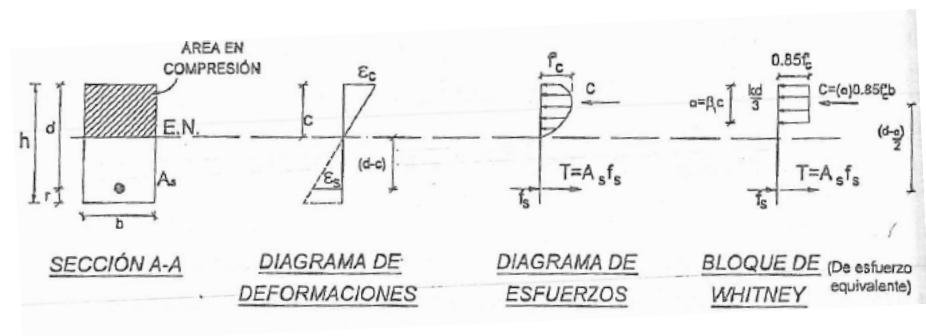
*Fuente:* (Santana Tapia, 2014)



La distribución de los esfuerzos en la sección de forma parabólica, Whitney propuso que esta forma real sea asumida como un bloque rectangular cuyas características se muestran en la figura. (Santana Tapia, 2014).

**Figura 8**

*Distribución de esfuerzos*



*Fuente:* (Santana Tapia, 2014)

#### MOMENTO RESISTENTE NOMINAL

$$Mn = As \cdot Fy \left( d - \frac{a}{2} \right)$$

$$Mn = w \cdot f'c \cdot b \cdot d^2 (1 - 0.59w)$$

CUANTÍA MECÁNICA: se toma (-) para garantizar que se produzca una falla del tipo dúctil (que es deseable), de lo contrario de tomarse (+) se sobre reforzará la sección obligada a que se produzca una falla del tipo frágil. (Santana Tapia, 2014).

$$w = 0.85 - \sqrt{0.7225 - \frac{1.7Mu}{\phi \cdot f'c \cdot b \cdot d^2}}$$

$$\rho = w \frac{f'c}{fy}$$

$$As = \rho \times b \times d$$

#### **2.2.8.3.1. Cuantía mínima**

La norma peruana (E-060 CONCRETO ARMADO). Menciona que para vigas se debe de proveer una cuantía mínima a la sección de tal forma que la resistencia de la sección fisurada sea por lo menos 1.2 veces mayor que el momento flector causante del agrietamiento de la sección. El área mínima para secciones rectangulares secciones T con las alas a compresión se calculará:

$$\rho_{min} = \frac{0.7 \times \sqrt{f'c}}{f_y}$$

$$A_s \text{ min} = \rho_{min} \times b \times d$$

#### **2.2.8.3.2. Cuantía balanceada**

La cuantía balanceada es el área de acero en el cual cuando ocurre la falla por aplastamiento en la sección del concreto en compresión en el mismo tiempo ocurre la falla del acero en donde alcanza la fluencia.

$$\rho_b = 0.85 \beta_1 \frac{f'c}{f_y} \left( \frac{6000}{6000 + f_y} \right)$$

#### **2.2.8.3.3. Cuantía máxima**

La norma peruana (E-060 CONCRETO ARMADO) controla la cuantía máxima al 75% de la balanceada, de tal forma que garanticemos una falla dúctil.

$$A_s \text{ max} = 0.75 \times \rho_b$$

#### **2.2.8.3.4. Diseño por cortante**

“El diseño por cortante para columnas es semejante al de vigas, la variación está en la resistencia al cortante

proporcionada por el concreto y los requisitos de diseño sísmico”.

(Briones Sánchez & Alvarez Chiriboga, 2018).

$$\phi \times V_n \geq V_u$$

$$V_n = (V_c + V_s)$$

$$\phi \times (V_c + V_s) \geq V_u$$

$$V_s \geq \frac{V_u}{\phi} - V_c$$

La resistencia al esfuerzo cortante del concreto es:

$$V_c = 0.53 \times \sqrt{f'_c} \times \left(1 + \frac{N_u}{140 \times A_g}\right) b_w \times d$$

En donde:

V<sub>n</sub>: Esfuerzo resistente nominal del cortante del concreto

V<sub>c</sub>: Resistencia nominal al cortante proporcionado por el concreto (kg)

F'c: Resistencia a la compresión del concreto (kg/cm<sup>2</sup>)

N<sub>u</sub>: Carga axial amplificada normal a la sección transversal, debe tomarse como positiva (kg)

A<sub>g</sub>: Área bruta de la sección (cm<sup>2</sup>)

b<sub>w</sub>: Ancho del alma (cm)

d: peralte efectivo (cm)

la resistencia al esfuerzo cortante del acero:

$$V_s = \frac{A_V \times f_y \times d}{s}$$

$$S = \frac{A_V \times f_y \times d}{V_s}$$

En donde:

Vs: Resistencia nominal al cortante proporcionado por el refuerzo de cortante (kg)

Av: Área del refuerzo por cortante (cm<sup>2</sup>)

f<sub>y</sub>: Fluencia del acero (kg/cm<sup>2</sup>)

d: Peralte efectivo, distancia desde la fibra extrema en compresión hasta el centroide del refuerzo longitudinal en tracción (cm)

f<sub>y</sub>: Espaciamiento medido de centro a centro del refuerzo transversal (cm)

### 2.3. Definición de términos básicos

- *Calculo estructural*: Operación de los modelos matemáticos del diseño de las estructuras que soportan cargas vivas, muertas, peso propio de los elementos estructurales, cargas de viento y cargas sísmicas.
- *Calculo estático*: Operación de los modelos matemáticos del diseño de estructuras que soportan cargas que no generan movimiento de las estructuras como las vivas, muertas y peso propio de los elementos estructurales.
- *Calculo dinámico*: Operación de los modelos matemáticos del diseño estructural que soportan cargas que generan movimientos de las estructuras como es el sismo y el viento.
- *Elemento estructural*: Parte de la edificación que soportan, reciben y transfieren cargas como son las losas, vigas, columnas y zapatas.
- *Modelación de estructuras*: Realización de los cálculos matemáticos de las estructuras para evaluar la resistencia y rigidez de las estructuras.
- *Modelación computarizada de estructuras*: Realización de cálculos matemáticos de las estructuras mediante softwares que permiten agilizar los

cálculos que a su vez permiten la comprobación de las ecuaciones matemáticas.

- *Parámetros de sismicidad*: Parámetros sísmicos que la norma técnica peruana E.030 (sismo resistente), determina las características generales de los movimientos sísmicos.
- *Análisis estructural*: Uso de las ecuaciones matemáticas para calcular los esfuerzos internos de los elementos estructurales.
- *Elemento finito*: Método matemático que nos permite realizar el análisis o cálculo de los elementos estructurales.
- *Inmueble*: Pertenencia que no se puede mover, trasladar como las viviendas, terrenos.
- *Suelo*: Es una fracción de terreno de la corteza terrestre.
- *Capacidad portante*: Es la máxima capacidad de presión que soporta un suelo antes que el suelo falle por corte o por asentamiento diferencias excesivo.
- *Entrepiso*: Altura de piso a techo con que cuenta una edificación.
- *Esqueleto estructural*: Es la composición de la losa, vigas, columnas, muros de corte, escaleras y zapatas.
- *Centro de masas*: Es la ubicación peso de la estructura en el centro de pesos.
- *Paño*. Parte del elemento estructural de la losa aligerada el cual está formado por vigas principales y secundarias en el perímetro del paño.
- *Distorsión*: Es el desplazamiento relativo lateral.
- *Espectro sísmico*: Son curvas envolventes en donde se muestran las aceleraciones de los sismos.

## **2.4. Formulación de Hipótesis**

### **2.4.1. Hipótesis General**

La comparación del comportamiento estructural de una edificación de 6 niveles utilizando el método de elementos finitos, empleando el Reglamento Nacional de Edificaciones es menos conservativo que el American Concrete Institute.

### **2.4.2. Hipótesis Especifica**

- Los resultados del comportamiento estructural de una edificación de 6 niveles utilizando el método de elementos finitos, es el diseño de los elementos estructurales, empleando el Reglamento Nacional de Edificación, Pasco 2023.
- Los resultados del comportamiento estructural de una edificación de 6 niveles utilizando el método de elementos finitos, es el diseño de los elementos estructurales, empleando el American Concrete Institute, Pasco 2023.
- El comportamiento de la estructura de una edificación de 6 niveles utilizando el método de elementos finitos se determina en los softwares de estructuras.
- Son las fuerzas cortantes en la base de la edificación de 6 niveles utilizando el método de elementos finitos en softwares de estructuras en Pasco 2023.
- El resultado del análisis dinámico son las derivas de la edificación de 6 niveles utilizando el método de elementos finitos en softwares de estructuras en Pasco 2023.

## 2.5. Identificación de las Variables

### 2.5.1. Variable independiente

- Método de elementos finitos.

### 2.5.2. Variable dependiente

- Comportamiento estructural

## 2.6. Definición Operacional de variables e indicadores

**Tabla 14**

*Definición operacional de variables e indicadores*

<b>Variable</b>	<b>Definición</b>	<b>Indicador</b>
Método de elementos finitos	Los softwares de estructuras utilizan como método de cálculo estructural al método de elementos finitos.	Software Etabs
		Software Cypecad
Comportamiento estructural	En el comportamiento estructural se determina el análisis estático y el análisis dinámico o sísmico.	Reglamento Nacional de Edificaciones
		American Concrete Institute Análisis estático Análisis dinámico

## **CAPITULO III**

### **METODOLOGÍA Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN**

En el presente capitulo se expone el tipo de investigación, métodos de investigación, así como el diseño de la misma. Por otro lado, también se da a conocer la población, muestra y los métodos generales y específicos.

Como también las técnicas e instrumentos de la recolección de datos.

#### **3.1. Tipo de investigación**

De acuerdo a la finalidad y condición de la investigación, se empleará el tipo de investigación de forma descriptiva y comparativa, puesto que se analizará y describirá los resultados obtenidos de los softwares del Etabs y Cypecad utilizando el Reglamento Nacional de Edificaciones RNE y el American Concrete Institute ACI.

- *Descriptiva:* se describirá los aspectos relacionados con dos variables de estudio Etabs y Cypecad, pretendiendo conocer sus diferencias.
- *Comparativa:* se compara dos variables Etabs y Cypecad para conocer cuál de los dos softwares es más eficiente.



### 3.2. Nivel de investigación

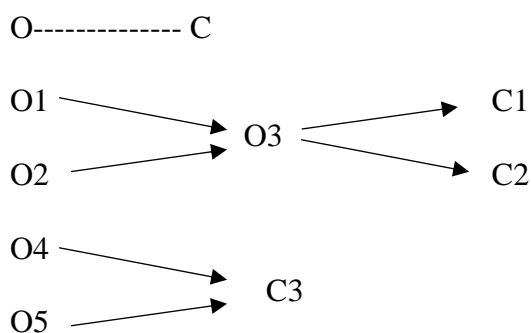
Los resultados de la presente investigación son cuantitativos y por la naturaleza de la investigación que se realizó es de carácter relacional, puesto que se establecerá la comparación del cálculo estructural de la edificación.

### 3.3. Métodos de investigación

Para la realización de la presente investigación se considerarán los lineamientos, requisitos mínimos de acuerdo al reglamento nacional de edificaciones RNE y el American Concrete Institute ACI. Para que mediante el método de elementos finitos que se utilizarán los softwares el Etabs y Cypecad se desarrollará la misma estructura de 6 pisos de la misma distribución arquitectónica y la misma configuración estructural en el siguiente orden: el pre dimensionamiento de los elementos estructurales, metrado de cargas, modelación de la estructura, análisis preliminar de la estructura, análisis estático, análisis dinámico. Para luego realizar la comparación en los softwares de estructuras el Etabs y el Cypecad, y finalmente se presentarán las conclusiones y recomendaciones de los resultados obtenidos.

### 3.4. Diseño de investigación

En el presente proyecto de investigación se tiene que el tipo de investigación es descriptivo – comparativo, en donde se experimenta las variables de la siguiente manera.



En donde:

O: Objetivo general

C: Conclusión general

On: Objetivos específico

Cn: Conclusiones específico

### **3.5. Población y muestra**

#### **3.5.1. Población**

La población del presente proyecto de investigación está conformada por todas las viviendas del distrito de Yanacancha provincia de Pasco y departamento de Pasco.

#### **3.5.2. Muestra**

La muestra del presentes proyecto de investigación es la edificación de 6 niveles en el Jr. Columna Pasco.

### **3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos**

Las técnicas e instrumentos de recolección de datos de la investigación, se realizará por medio de:

- *Computadora portátil*: Es el equipo en donde se funcionan los programas el Etabs y Cypecad para el análisis estructural y el diseño de los elementos estructurales.
- *Libros*: Son los textos de donde se extraerán las fórmulas para el análisis de las estructuras y el diseño de las estructuras.
- *Normas técnicas*: En las normas técnicas se encontrarán los parámetros mínimos y máximos para el análisis y diseño de las estructuras. El RNE y el ACI.
-

### **3.7. Técnicas de procesamiento y análisis de datos**

Para el análisis estático se utilizará la cortante de basal, que se calcularán manualmente y posteriormente se realizarán los cálculos en los softwares Etabs y Cypecad para finalmente compararlos utilizando el Reglamento Nacional de Edificaciones RNE y American Concrete Institute el ACI.

Para el diseño sísmo resistente mediante el análisis dinámico modal espectral que se generará en las hojas de cálculo y luego se llevará a los softwares Etabs y Cypecad utilizando el Reglamento Nacional de Edificaciones RNE y American Concrete Institute el ACI.

### **3.8. Tratamiento estadístico**

El tratamiento estadístico del presente trabajo de investigación se realizará, al método de elementos finitos utilizando los softwares el Etabs y el Cypecad utilizando el Reglamento Nacional de Edificaciones RNE y American Concrete Institute el ACI, como variable independiente realizando el análisis estático, y análisis dinámico de la estructura. Los cuales serán llevados a las tablas para su validación correspondiente.

### **3.9. Orientación ética filosófica y epistémica**

El presente trabajo de investigación permitirá a los profesionales a elegir mejor cuál de los programas es el más óptimo y eficiente para realizar el cálculo estructural de las edificaciones.

En el trabajo de investigación se mostrará a los profesionales cuadros comparativos de los desplazamientos mínimos y máximos de la estructura en ambos de método de cálculo de elementos finitos softwares, como también el análisis estáticos y dinámicos, el cual el profesional elegirá el software a usar.

## **CAPITULO IV**

### **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

#### **4.1. Descripción del trabajo de campo**

##### **4.1.1. Descripción de la estructura**

El área de la edificación es de 9.95m X 26.00 metros el cual se encuentra ubicado en el Jr. Columna Pasco del distrito de Yanacancha de la provincia de Pasco y departamento de Pasco.

La edificación está constituida por 6 niveles y una azotea. El elemento que une entrepisos son las escaleras y un asesor el cual llega hasta la azotea.

**Primer piso:** El primer piso está destinada para el funcionamiento de una tienda comercial.

**Segundo piso:** El segundo piso está destinada para el funcionamiento de oficinas.

**Tercer piso:** El tercer piso está destinada para el funcionamiento de oficinas.

**Cuarto piso:** El cuarto piso está destinada para el funcionamiento de oficinas.

**Quinto piso:** El quinto piso está destinada para el funcionamiento de salón de usos múltiples.

**Sexto piso:** El sexto piso está destinada para el funcionamiento de salón de usos múltiples.

**Azotea:** La azotea está destinada el funcionamiento de cuarto de lavandería, cuarto de servicios, cuarto de secado y planchado, deposito.

#### 4.1.2. Características de los materiales

- Resistencia a la compresión del concreto para los elementos estructurales (zapatas, columnas, vigas, losas aligeradas, escaleras, placas)  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$
- Fluencia del acero de refuerzo  $f_y=4200 \text{ kg/cm}^2$
- Resistencia a la rotura por compresión del muro de albañilería  $f'm=40 \text{ kg/cm}^2$

#### 4.1.3. Cargas de la estructura

De acuerdo al uso de la edificación se describe las cargas que la estructura resistirá.

**Tabla 15**

*Cargas vivas de la estructura*

Piso	Uso	Carga
Primer piso	Tienda	400 kg/m <sup>2</sup>
Segundo piso	Oficina	250 kg/m <sup>2</sup>
Tercer piso	Oficina	250 kg/m <sup>2</sup>
Cuarto piso	Oficina	250 kg/m <sup>2</sup>
Quinto piso	Salón de usos múltiples	400 kg/m <sup>2</sup>
Sexto piso	Salón de usos múltiples	400 kg/m <sup>2</sup>
Azotea	Lavandería, cuarto de servicio, deposito	250 kg/m <sup>2</sup>
Escaleras	Unión entre pisos	400 kg/m <sup>2</sup>

*Fuente:* Propio

#### 4.1.4. Combinación de las cargas

El diseño de la estructura se realiza bajo las condiciones de carga viva, carga muerta y carga sísmica (carga lateral en el sentido X y el sentido Y de la estructura) cuyas combinaciones de carga se realizan de acuerdo la norma E-060 de CONCRETO ARMADO

$$U= 1.4 CM + 1.7 CV$$

$$U= 1.25 (CM + CV) + CS$$

$$U= 1.25 (CM + CV) - CS$$

$$U= 0.9 CM + CS$$

$$U= 0.9 CM - CS$$

En donde:

U: Carga ultima

CM: Carga muerta

CV: Carga viva

CS: Carga sísmica

Así mismo en la presente Tesis se está realizando el diseño de la estructura con las combinaciones de carga de acuerdo la norma del ACI 318-19.

$$U= 1.4 D$$

$$U= 1.2 D + 1.6 L$$

$$U= 1.2 D + 1.0 W + 1.0 L$$

$$U= 0.9 D + 1.0 W$$

En donde:

U: Carga ultima

D: Carga muerta

L: Carga viva

W: Carga sísmica

#### 4.1.5. Pre dimensionamiento de los elementos estructurales

##### 4.1.5.1. Pre dimensionamiento de viga

Para el pre dimensionamiento de vigas se escogerá la mayor luz que tiene la estructura

**Tabla 16**

*Pre dimensionamiento de vigas*

Eje	Longitud mayor del eje	H (Peralte)	h (peralte) final	b (base)	b (base) final
SENTIDO X					
Eje A-A	5.20	0.52	0.55	0.28	0.30
Eje B-B	5.10	0.51	0.55	0.28	0.30
Eje C-C	5.65	0.57	0.60	0.30	0.30
Eje D-D	5.65	0.57	0.60	0.30	0.30
Eje E-E	5.65	0.57	0.60	0.30	0.30
Eje F-F	5.65	0.57	0.60	0.30	0.30
Eje G-G	5.65	0.57	0.60	0.30	0.30
Eje H-H	3.30	0.33	0.55	0.18	0.30
SENTIDO Y					
Eje 1-1	5.05	0.51	0.55	0.28	0.30
Eje 2-2	5.05	0.51	0.55	0.28	0.30
Eje 3-3	5.05	0.51	0.55	0.28	0.30

*Fuente:* Propio

##### 4.1.5.2. Pre dimensionamiento de losa

Para el pre dimensionamiento de las losas aligeradas se tiene encuentra la mayor luz que hay en la estructura.

**Tabla 17***Pre dimensionamiento de losas*

<b>Losa</b>	<b>Ln</b>	<b>H</b>	<b>H final</b>
Losa A	4.55	0.18	0.20
Losa B	1.26	0.05	0.20
Losa C	5.05	0.20	0.20
Losa D	1.30	0.05	0.20
Losa E	5.05	0.20	0.20
Losa F	1.30	0.05	0.20
Losa G	5.01	0.20	0.20
Losa H	5.01	0.20	0.20
Losa I	1.30	0.05	0.20
Losa J	5.05	0.20	0.20
Losa K	1.30	0.05	0.20
Losa L	5.05	0.20	0.20
Losa M	1.26	0.20	0.20

*Fuente:* Propio**4.1.5.3. Pre dimensionamiento de columnas**

Para el pre dimensionamiento de las columnas se tiene en cuenta el número de pisos  $n =$  vigas se escogerá la mayor luz que tiene la estructura  $n = 10$ , la resistencia a compresión del concreto  $= 210 \text{ kg/cm}^2$  y realizando el metrado de cargas de la estructura se tendrá una carga distribuida de aproximadamente  $1 \text{ ton/m}^2$ .

**Columnas centradas**

$$Ac = \frac{1000 \times 3.47 \times 4.85 \times 6}{0.45 \times 210}$$

$$Ac = 1068.54 \text{ cm}^2$$

Se elige una sección con mayor área:



$$D = 45 \text{ cm}$$

$$Ac = 1590.43 \text{ cm}^2$$

#### **Columnas esquinadas y columnas excéntricas**

$$Ac = \frac{1.1 \times 1000 \times 3.47 \times 3.25 \times 6}{0.35 \times 210}$$

$$Ac = 1012.67 \text{ cm}^2$$

Se elige una sección con mayor área:

$$Ac = 35 \times 50 \text{ cm}$$

$$Ac = 1750.00 \text{ cm}^2$$

#### **4.1.5.4. Pre dimensionamiento de escalera**

Para el pre dimensionamiento la escalera se tendrá en cuenta la altura del entrepiso de la estructura la altura del entrepiso es de 2.70 m.

#### **Espesor de la garganta de la escalera**

$$t = \frac{3.00}{25} = 0.12 \cong 0.12 \text{ m}$$

#### **Cantidad de contra pasos**

$$cp = \frac{3.00}{0.25} = 12 \text{ contra pasos}$$

#### **Verificación**

$$0.60 \leq 2 \times 0.18 + 0.25 \leq 0.64$$

$$0.60 \leq 0.61 \leq 0.64$$

#### **4.1.5.5. Pre dimensionamiento de Muros de corte**

Para el pre dimensionamiento de los muros de corte se tendrá en cuenta la altura del entre piso  $h = 3.00 \text{ m}$

$$h \geq \frac{3.00}{20}$$

$$h = 0.15 \cong 0.25 \text{ m}$$

## 4.2. Presentación, análisis e interpretación de resultados

### 4.2.1. Modelamiento de la estructura

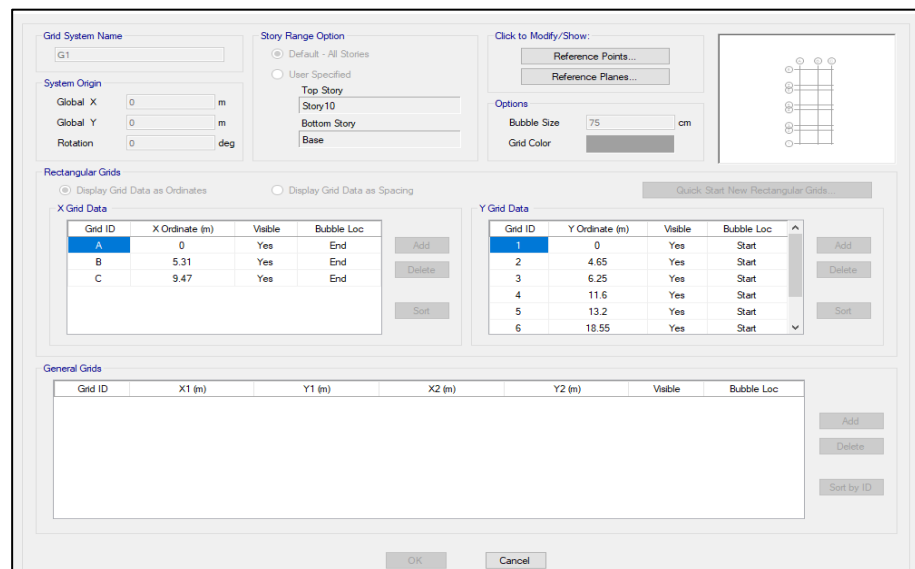
#### 4.2.1.1. Modelamiento en el software Etabs

##### 4.2.1.1.1. Creación de las grillas

Se creó las grillas del proyecto tanto en el eje X, en el eje Y también en el eje Z para introducir en número de pisos y la altura del proyecto.

### Figura 9

Creación de las grillas:

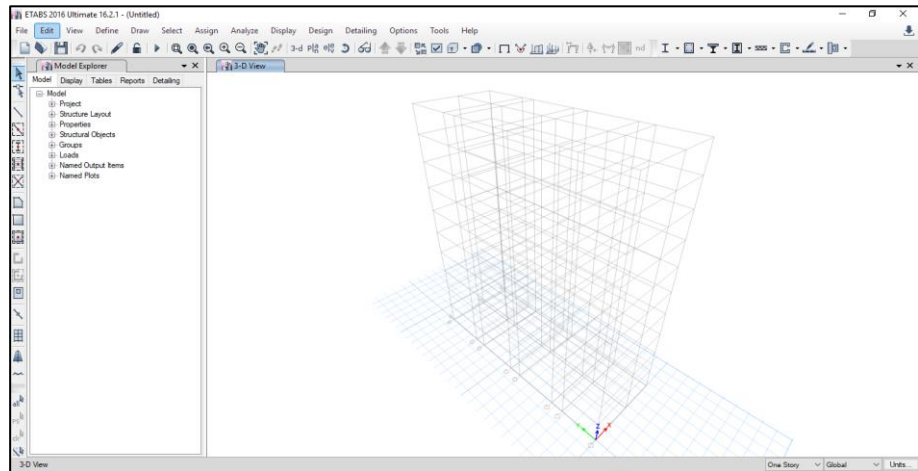


Fuente: Propio

Las grillas se crearon de acuerdo a los planos de arquitectura que se pasaron a estructurar identificando los ejes tanto para el sentido Y, sentido X y para la elevación con el número de pisos, las grillas que se muestran en la figura son en donde se ubicaran los elementos estructurales como: columnas, vigas principales y secundarios.

**Figura 10**

*Grilla en 3D*



*Fuente: Propio*

#### **4.2.1.1.2. Definición de los materiales**

##### **Propiedades del concreto**

Las propiedades del concreto se calcularon de acuerdo al R.N.E. 0.60, el módulo de Young (módulo de elasticidad,  $E_c$ ) de acuerdo al RNE E-060 nos dice que para concretos de peso unitario  $w_c$  comprendido entre 1450 y 2500 kg/m<sup>3</sup>, el módulo de elasticidad,  $E_c$ , para el concreto tendremos una resistencia a compresión de 210 kg/cm<sup>2</sup>.

Módulo de Poison  $V=0.15$  a 0.2

Escogemos un módulo de Poison de  $V=0.2$

**Figura 11**

*Propiedades del concreto*

Material Property Data

**General Data**

Material Name: Concreteo f'c=210 kg/cm2

Material Type: Concrete

Directional Symmetry Type: Isotropic

Material Display Color: [Color swatch] Change...

Material Notes: Modify/Show Notes...

**Material Weight and Mass**

Specify Weight Density  Specify Mass Density

Weight per Unit Volume: 2400 kgf/m<sup>3</sup>

Mass per Unit Volume: 244.732 kgf-s<sup>2</sup>/m<sup>4</sup>

**Mechanical Property Data**

Modulus of Elasticity, E: 218819.79 kgf/cm<sup>2</sup>

Poisson's Ratio, U: 0.2

Coefficient of Thermal Expansion, A: 0.0000099 1/C

Shear Modulus, G: 91174.91 kgf/cm<sup>2</sup>

**Design Property Data**

Modify/Show Material Property Design Data...

**Advanced Material Property Data**

Nonlinear Material Data... Material Damping Properties... Time Dependent Properties...

OK Cancel

*Fuente: Propio*

**Propiedades del acero de refuerzo**

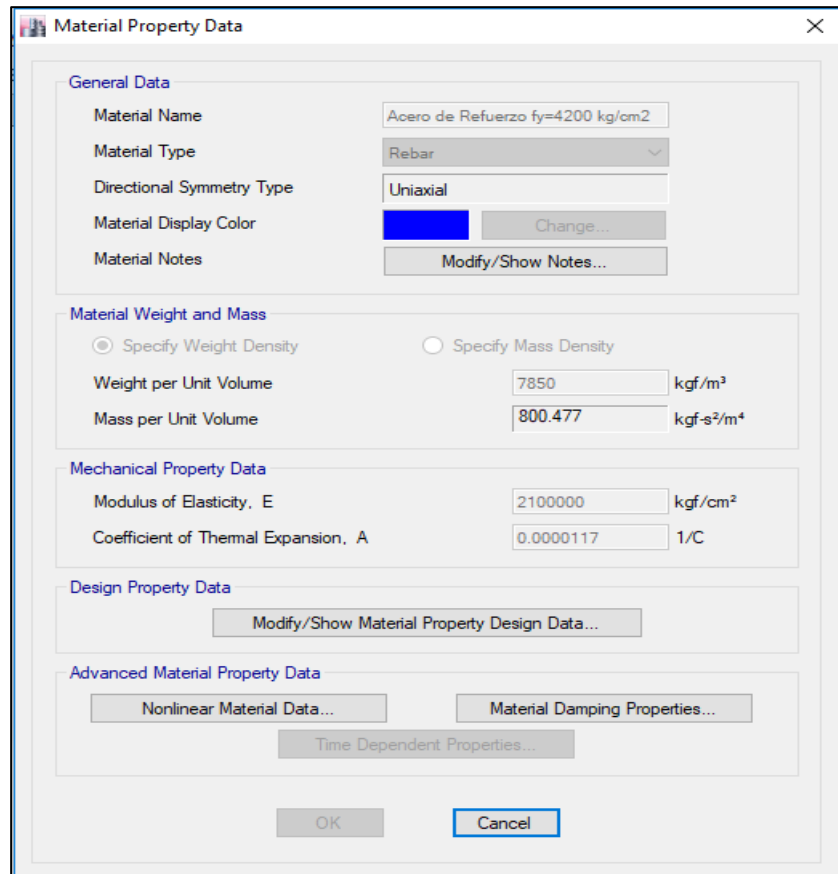
Se debe modificar dando un nombre de  $f'y=4200$ , Peso del volumen el acero, Módulo de elasticidad y propiedades del material.

En propiedades de diseño del material, se le da el mínimo esfuerzo e fluencia al acero de  $f'y=4200$  kg/cm<sup>2</sup> y el máximo esfuerzo de fluencia a 6300 kg/cm<sup>2</sup>.

Los aceros que se usaran para el cálculo son os aceros comerciales, que existe en el mercado ya que de estos aceros las medidas ya están establecidas a nivel nacional.

**Figura 12**

*Propiedades del acero de refuerzo*



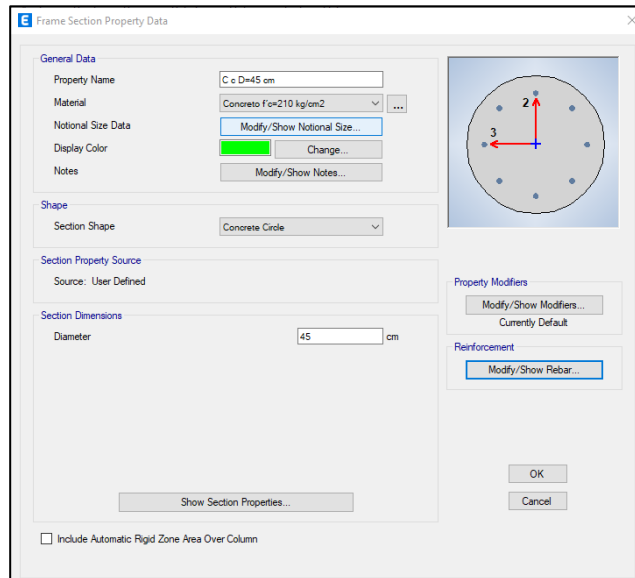
*Fuente: Propio*

#### **4.2.1.1.3. Creación de las secciones de las columnas**

La creación de las secciones de las columnas se introduce un área de acero mínimo para ver si cumplen o no, durante el análisis de la estructura se encuentra el área de acero correcto.

**Figura 13**

*Creación de las columnas*



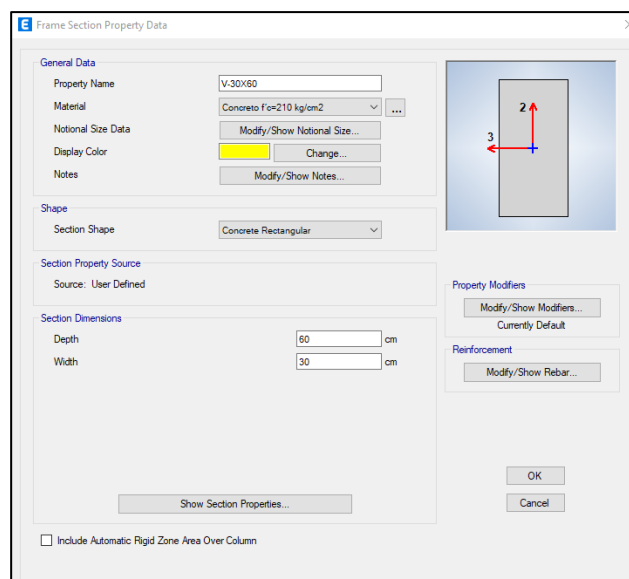
*Fuente: Propio*

#### **4.2.1.1.4. Creación de las secciones de las vigas**

La creación de las vigas solo es necesario introducir las dimensiones de las mismas.

**Figura 14**

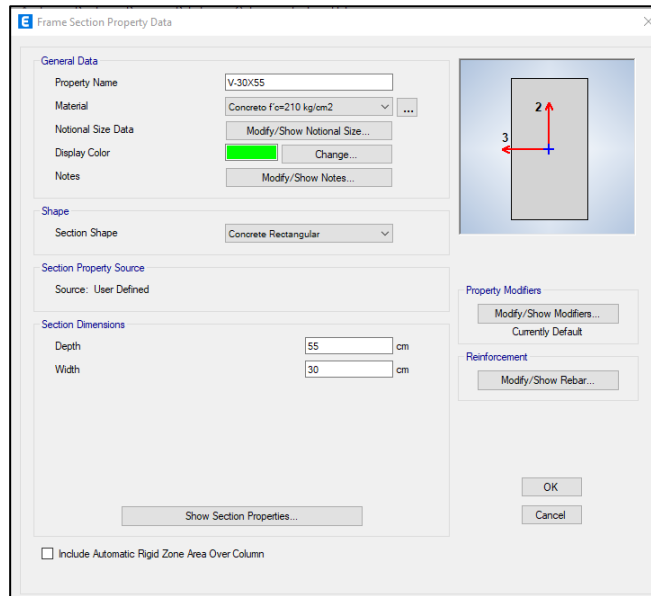
*Creación de la viga 0.30 x 0.60m*



*Fuente: Propio*

**Figura 15**

*Creación de la viga 0.30 x 0.55m*



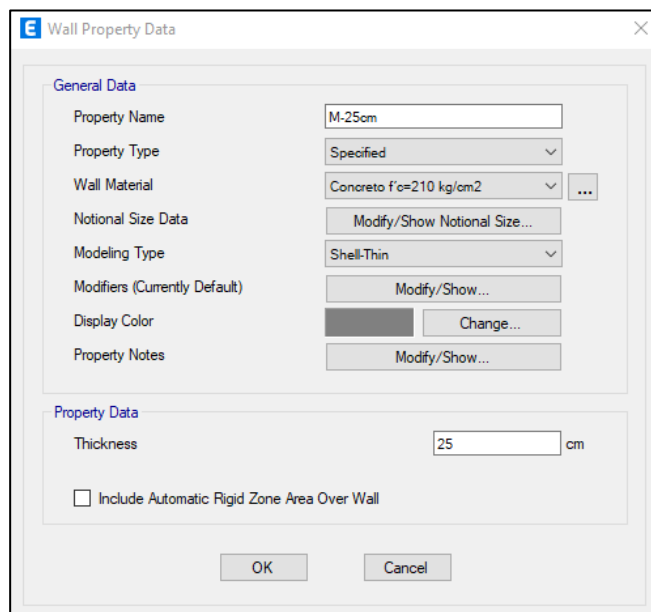
*Fuente: Propio*

#### **4.2.1.1.5. Creación de los muros de corte**

El muro será de acuerdo al pre dimensionamiento.

**Figura 16**

*Creación de los muros de corte de espesor de 0.25m.*



*Fuente: Propio*

#### 4.2.1.1.6. Creación de la losa aligerada

La losa aligerada es de 20 cm de espesor por lo que tendrá un ladrillo de techo de 30 x 30 x 15 cm.

**Figura 17**

*Creación de la losa Aligerada de espesor de 0.20m.*

General Data	
Property Name	Losa Aligerada e=20cm
Slab Material	Concreto f'c=210 kg/cm2
Notional Size Data	Modify/Show Notional Size...
Modeling Type	Shell-Thin
Modifiers (Currently Default)	Modify/Show...
Display Color	Yellow swatch, Change...
Property Notes	Modify/Show...

Property Data	
Type	Ribbed
Overall Depth	20 cm
Slab Thickness	5 cm
Stem Width at Top	10 cm
Stem Width at Bottom	10 cm
Rib Spacing (Perpendicular to Rib Direction)	40 cm
Rib Direction is Parallel to	Local 1 Axis

*Fuente: Propio*

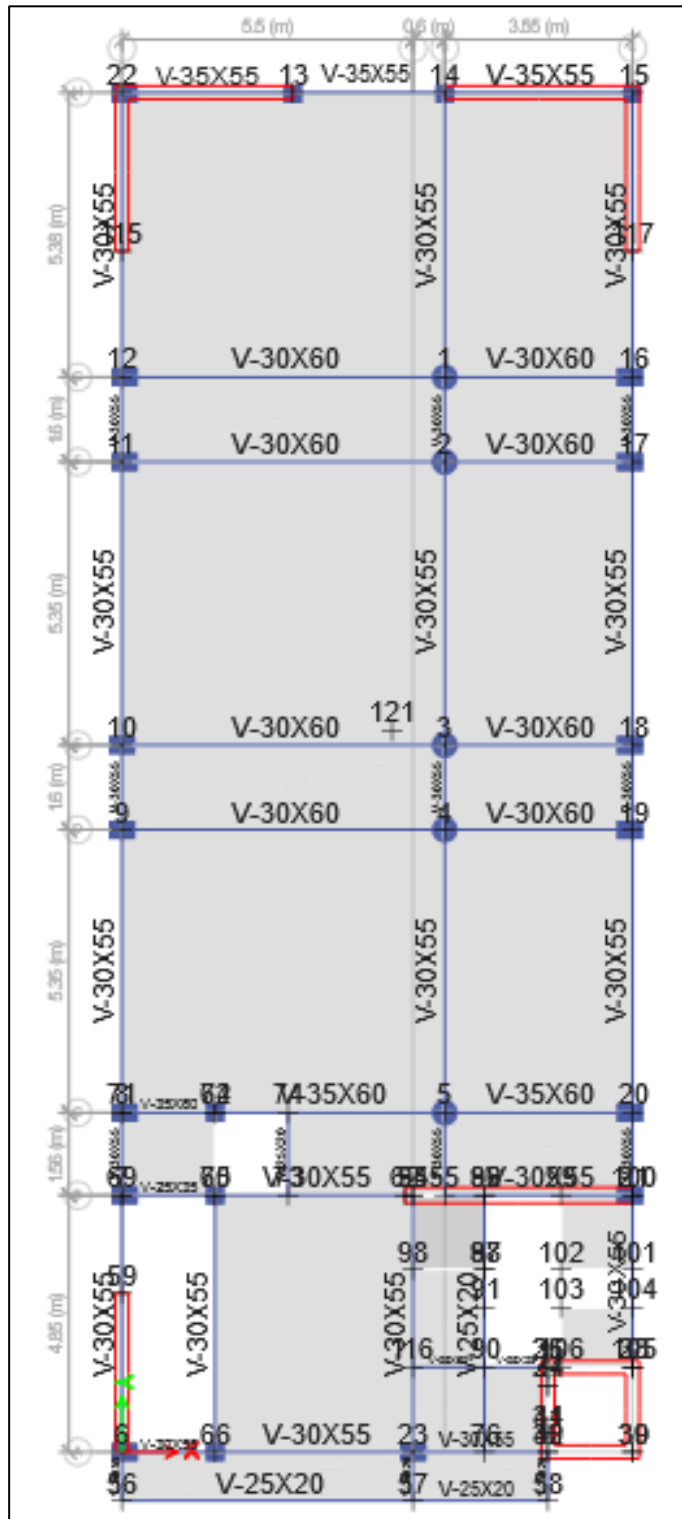
#### 4.2.1.1.7. Configuración de los elementos estructurales

Se realiza la configuración de los elementos estructurales de acuerdo el pre dimensionamiento.



**Figura 18**

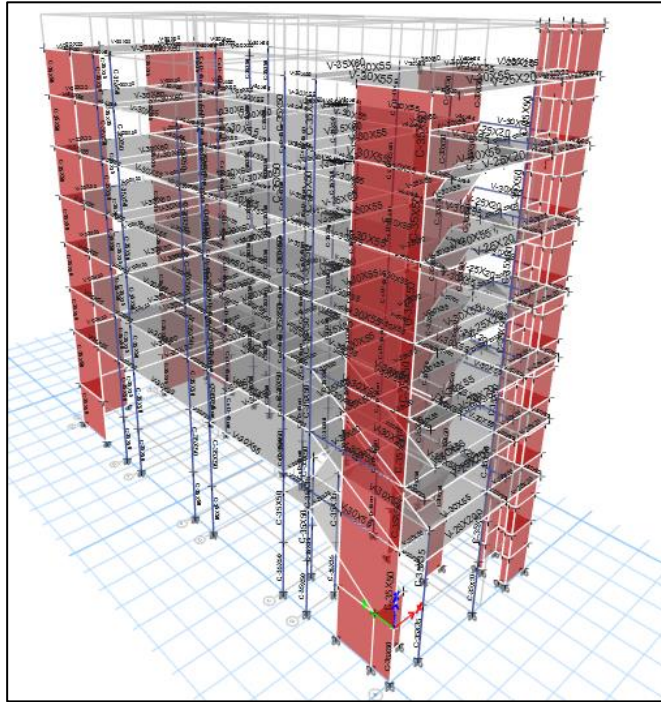
*Configuración de la estructura en planta*



*Fuente: Propio*

**Figura 19**

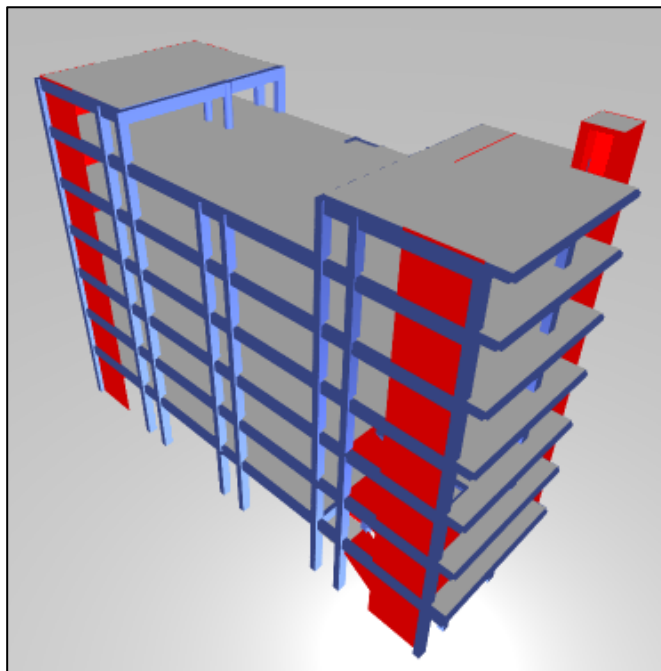
*Configuración de la estructura 3D*



*Fuente: Propio*

**Figura 20**

*Configuración de la estructura 3D volumétrico*



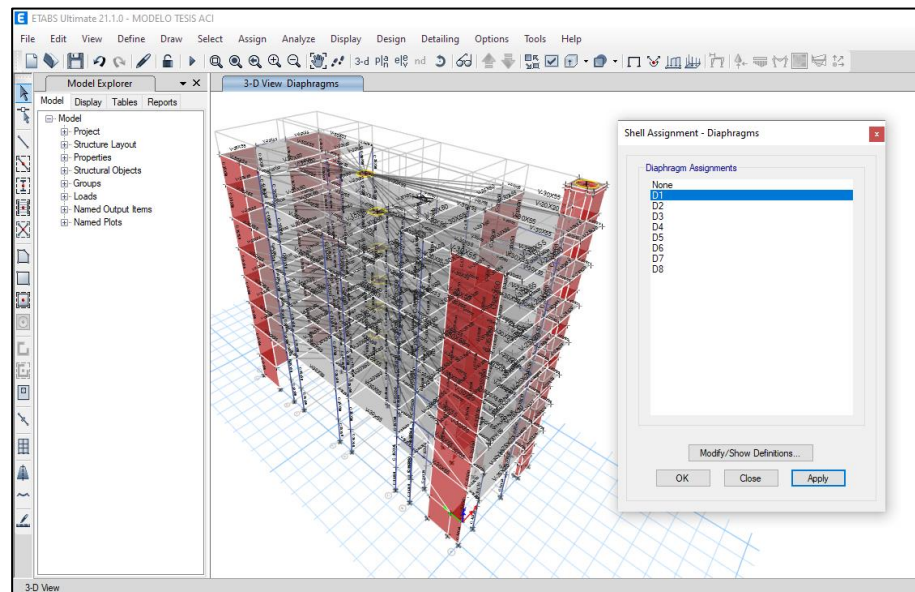
*Fuente: Propio*

#### 4.2.1.1.8. Asignación de los diafragmas rígidos

Según Rafael Salinas Basualdo lo general, los pisos horizontales en cualquier nivel son modelados como un diafragma horizontal rígido, con una rigidez infinita en su plano, pero sin rigidez fuera de su plano. Puede haber uno o más elementos Floor Diaphragms (diafragmas) asociados con un solo nivel o piso. Este plano horizontal está conectado a los ejes de columnas asociados con el diafragma. En consecuencia, todos los ejes de columnas conectados a un diafragma rígido no podrían tener desplazamientos independientes entre sí.

**Figura 21**

*Creación de los diafragmas*



*Fuente: Propio*

Se crea un diagrama diferente por cada piso para que el comportamiento de la estructura sea el correcto. Todos los nudos que están conectados al diafragma rígido, los mismos que simplificarán su análisis de 6 grados de libertad que tienen

inicialmente a 3 grados de libertad: desplazamiento en la dirección X, desplazamiento en la dirección Y y rotación en Z. Los desplazamientos y rotaciones mencionados dependen del centro de masa.

#### 4.2.1.1.9. Asignación de las cargas a la estructura

El peso del concreto armado de cada elemento estructural el software lo toma en cuenta para el cálculo del metrado de cargas, con excepción del ladrillo de la losa aligerada, por ese motivo en el metrado de cargas no se está tomando en cuenta el peso del concreto de los elementos estructurales.

**Tabla 18**

*Metrado de cargas muertas del primer al sexto piso*

<b>Carga Muerta</b>	<b>Peso específico</b>	<b>Unidad</b>	<b>Espesor</b>	<b>Parcial (kg/m<sup>2</sup>)</b>
Peso de ladrillo	7.60	Kg/und.	9.00	68.40
Peso de contrapiso	2300.00	Kg/m <sup>3</sup>	0.048	110.40
Peso de machiembrado	900	Kg/m <sup>3</sup>	0.025	22.50
Peso de revoques	2000.00	Kg/m <sup>3</sup>	0.015	30.00
			Total	= 231.30
			<b>Total</b>	<b>= 240.00</b>

*Fuente: Propio*

**Tabla 19**

*Metrado de cargas muertas de la azotea al techo de la azotea*

<b>Carga Muerta</b>	<b>Peso específico</b>	<b>Unidad</b>	<b>Espesor</b>	<b>Parcial (kg/m<sup>2</sup>)</b>
---------------------	------------------------	---------------	----------------	-----------------------------------

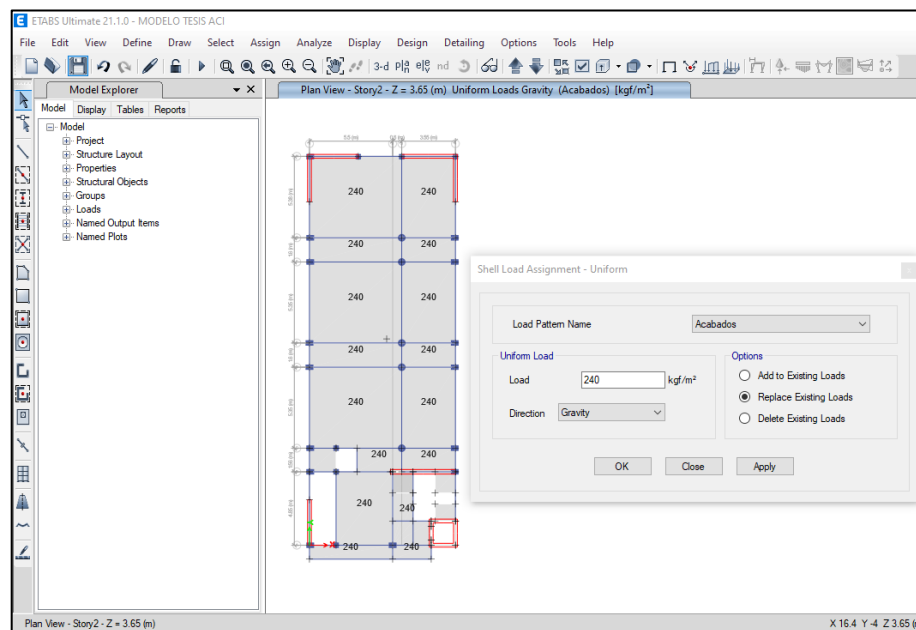
Peso de ladrillo	7.60	Kg/und.	9.00	68.40
Peso de contrapiso	2300.00	Kg/m <sup>3</sup>	0.048	110.40
Peso de revoques	2000.00	Kg/m <sup>3</sup>	0.015	30.00
			<b>Total</b>	<b>= 208.80</b>
			<b>Total</b>	<b>= 210.00</b>

*Fuente: Propio*

De acuerdo el metrado de cargas muertas se introdujo las cargas al software el Etabs.

## Figura 22

*Asignación de las cargas muertas*



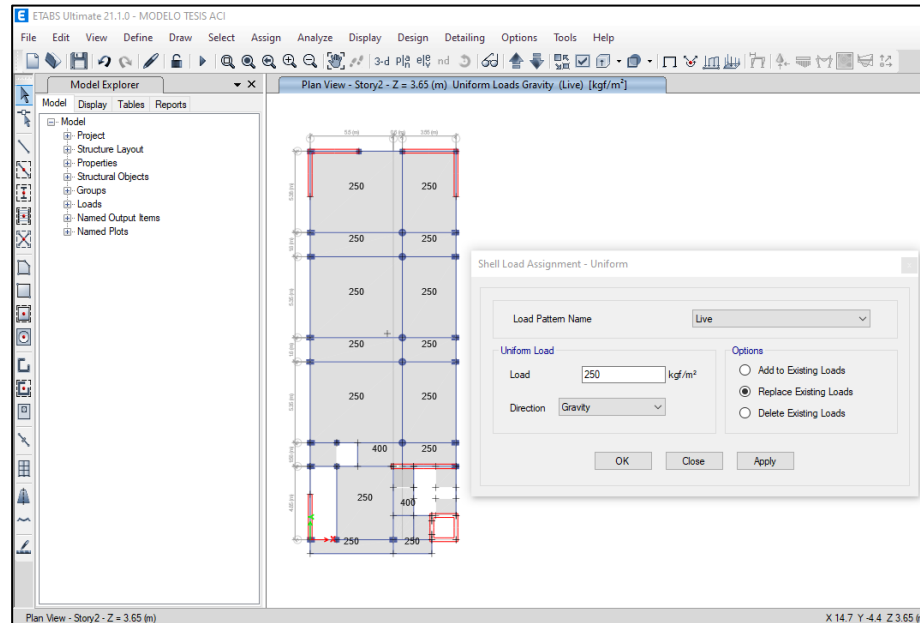
*Fuente: Propio*

Así mismo de acuerdo el uso de cada piso (nivel) se asigna las cargas variables de acuerdo la norma E-020 de Cargas. Del segundo piso al cuarto piso (oficina) una carga viva de 250 kg/m<sup>2</sup>., del quinto al sexto piso (salón de usos múltiples) una

carga viva de 400 kg/m<sup>2</sup>., azotea una carga viva de 250 kg/cm<sup>2</sup>  
y para las escaleras una carga viva de 400 kg/cm<sup>2</sup>.

**Figura 23**

*Asignación de las cargas vivas*



*Fuente: Propio*

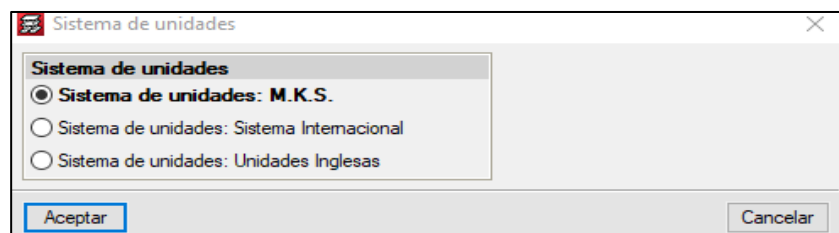
#### **4.2.1.2. Modelamiento en el software Cypecad**

##### **4.2.1.2.1. Configuración de las unidades**

Para iniciar en el Cypecad lo primero que tenemos que hacer es la configuración de las unidades.

**Figura 24**

*Configuración de las unidades en Cypecad*



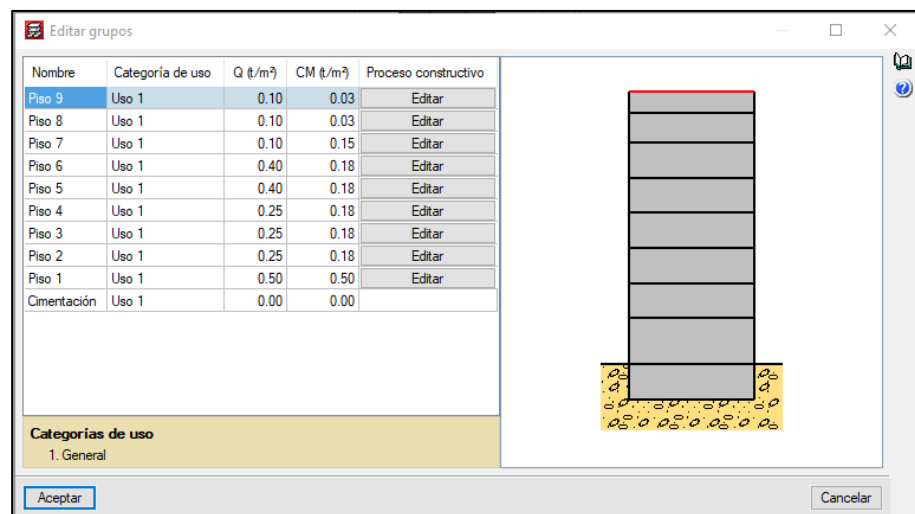
*Fuente: Propio*

#### 4.2.1.2.2. Configuración de las plantas (pisos)

El programa nos pide primero insertar el número de pisos (niveles), como las alturas de cada entre piso. Así también nos pide que introduzcamos las cargas vivas y muertas, en el software del Cypecad toma en cuenta el peso de los elementos estructurales incluyendo el peso del ladrillo de techo para el cálculo del metrado de cargas, por ese motivo en el metrado de cargas no se está tomando en cuenta el peso del concreto de los elementos estructurales.

**Figura 25**

*Configuración de las plantas (pisos)*



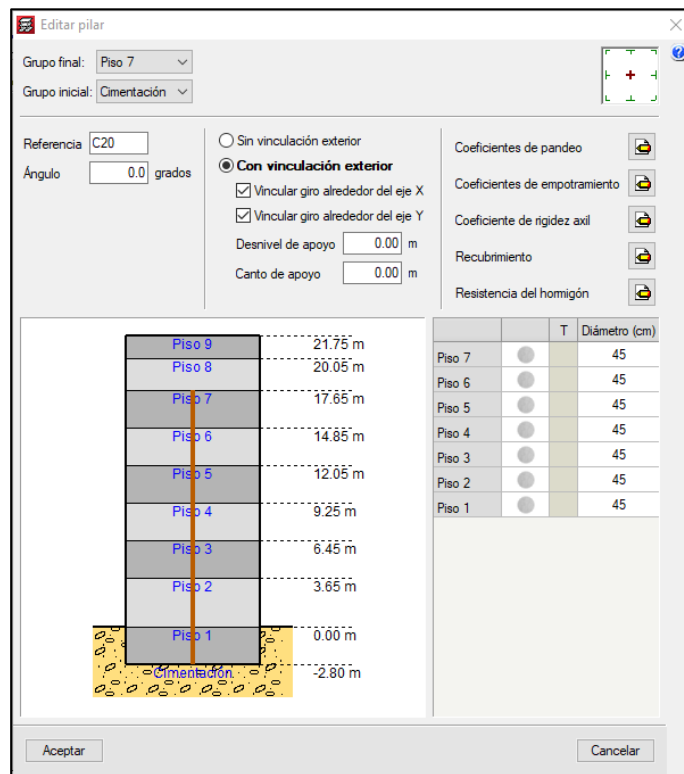
*Fuente: Propio*

#### 4.2.1.2.3. Configuración del elemento estructural columna

El programa solicita que introduzcamos las dimensiones de las columnas, y la ubicación desde que nivel hasta que nivel se va a construir.

**Figura 26**

*Configuración de las columnas*



*Fuente: Propio*

Después de crear la columna se pasa a dibujar los elementos.

**Figura 27**

*Configuración de las columnas 3D*



*Fuente: Propio*

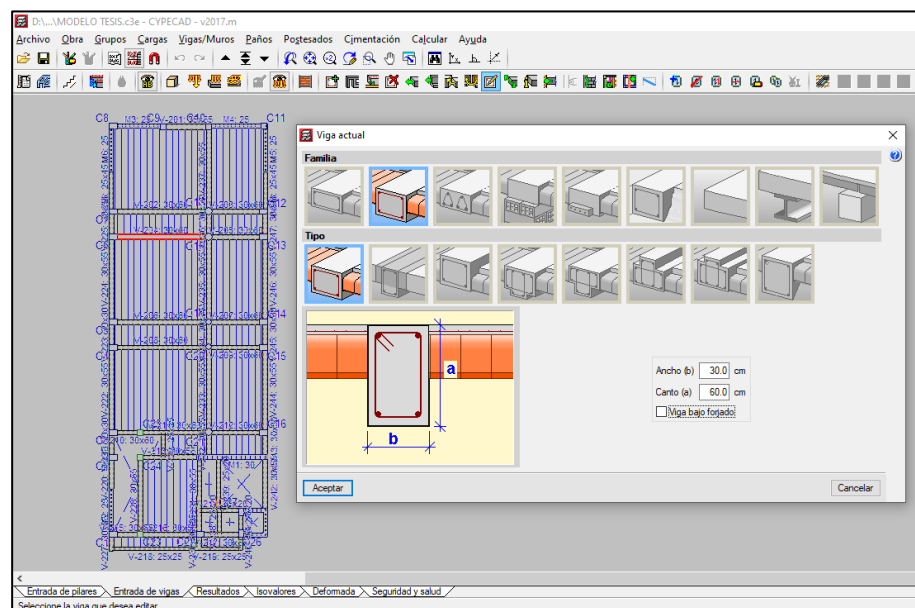


#### 4.2.1.2.4. Configuración del elemento estructural viga

Para la configuración de las vigas primero se tiene que tener primero ubicado las columnas, de esta manera poder realizar la modelación de las vigas, de acuerdo el pre dimensionamiento de las mismas

**Figura 28**

*Configuración de las vigas*



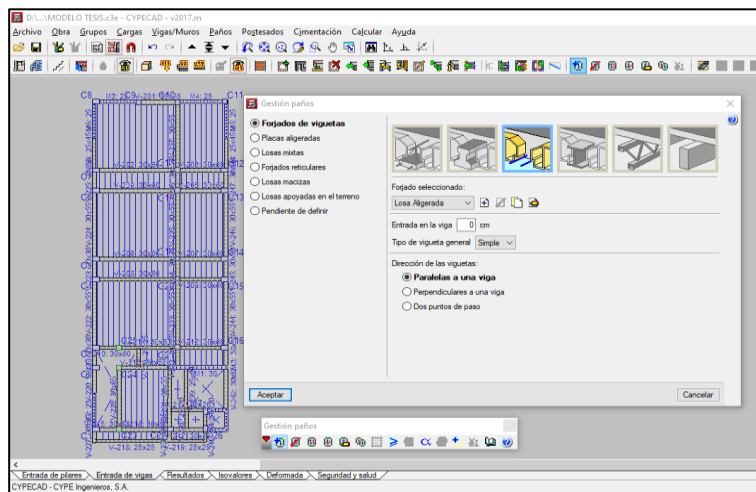
*Fuente: Propio*

#### 4.2.1.2.5. Configuración del elemento estructural de las losas aligeradas

Para la configuración de las losas se tiene que tener culminado la modelación de todas las vigas formando paños, las vigas tienen que estar modelado en todos los lados de los paños para poder modelar las losas aligeradas, y losas macizas.

**Figura 29**

*Configuración de las losas aligeradas*



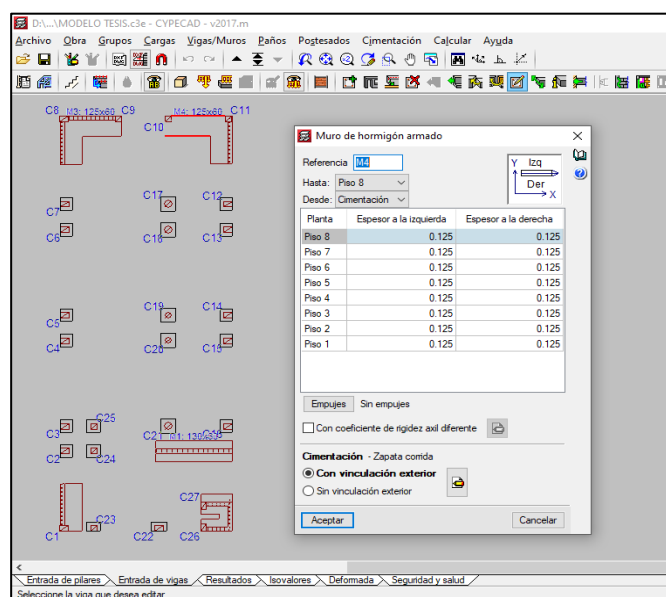
*Fuente: Propio*

**4.2.1.2.6. Configuración del elemento estructural muros de corte**

En la ventana para crear los muros nos pide el peso del muro, pero de los ejes hacia un costado.

**Figura 30**

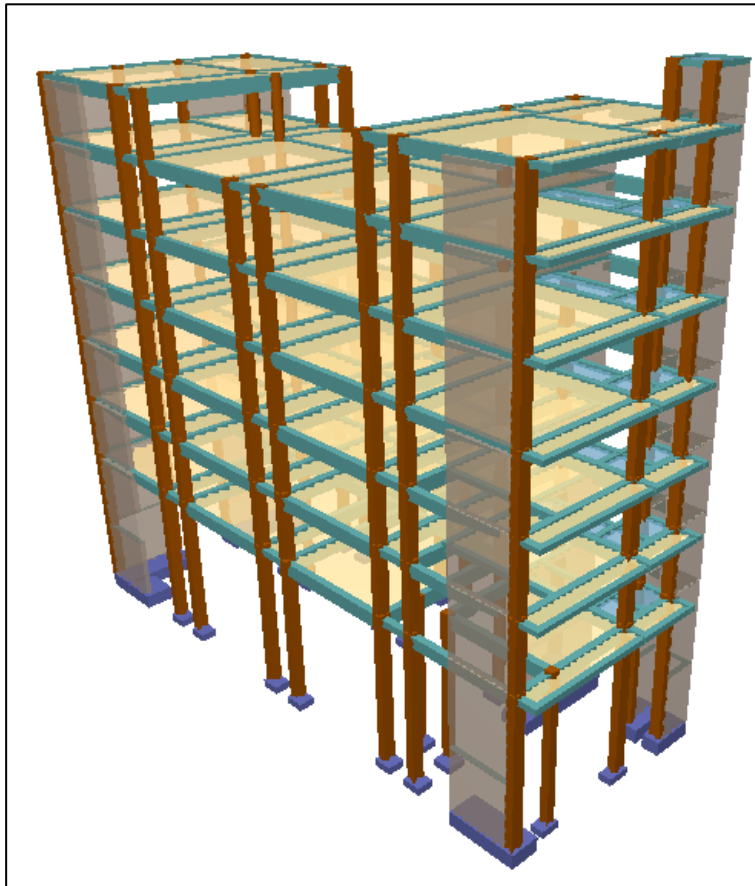
*Configuración de los muros de corte*



*Fuente: Propio*

**Figura 31**

*Modelación de los elementos estructurales 3D*



*Fuente: Propio*

## **4.2.2. Diseño sismo resistente**

### **4.2.2.1. Parámetros sísmicos**

#### **4.2.2.1.1. Factor de zona (Z)**

El factor zona se utiliza de acuerdo al lugar donde se encuentra ubicada la edificación, que es distrito de Yanacancha departamento de Pasco.

La zona en la que está ubicado el proyecto: Zona “2”

Factor de zona del proyecto:

$$Z = 0.25$$

#### 4.2.2.1.2. *Parámetros de sitio (S, Tp y TL)*

Este proyecto está ubicado en una zona “Z2”, con un perfil de suelo S2 Suelos intermedios y un factor de suelo: S =1.40.

- Periodos Tp y TL

Periodos definidos de acuerdo al perfil del suelo S0= Rocas dura, por lo tanto, se tendrá:

$$T_p = 1.00 \text{ s y } T_L = 1.60 \text{ s}$$

#### 4.2.2.1.3. *Periodo fundamental de vibración*

La estructura modelada anteriormente posee muros de corte y columnas en la dirección “X y Y”, ambos aportan una rigidez considerable por tanto se tomó  $C_t=45$ , que es el más crítico y es utilizado para los Pórticos de concreto armado con muros en las cajas de ascensores y escaleras, éstas son estructuras con una rigidez intermedia si comparamos con otros sistemas estructurales. La altura total de la edificación es 21.75 metros desde el nivel de piso terminado.

$$C_t = 45$$

$$T = \frac{h_n}{C_t} = \frac{21.75}{45}$$

$$T = 0.4833$$

- **Etabs**

Extrayendo los periodos del software Etabs tenemos un periodo de:

$$T = 0.4792 \text{ s}$$

- **Cypecad**

No se puede extraer el periodo de vibración del software Cypecad.

#### **4.2.2.1.4. Factor de amplificación sísmica (C)**

Debido a que estamos utilizando un mismo periodo para la dirección X y Y, el valor de C será el mismo para ambas direcciones.

$$T < T_p$$

$$0.4792 < 1.00$$

$$C = 2.5$$

#### **4.2.2.1.5. Categoría de la edificación y factor de uso (U)**

La estructura clasificada de acuerdo a su categoría es una Edificación Edificaciones comunes de acuerdo a la norma como: Edificaciones comunes tales como: viviendas, oficinas, hoteles, restaurantes, depósitos e instalaciones industriales cuya falla no acarree peligros adicionales de incendios o fugas de contaminantes

$$U = 1.00$$

#### **4.2.2.1.6. Fuerza cortante en la base**

Para el primer análisis se calcula un R de suposición luego cuando ya se hace el análisis estático el R se corregirá

$$V = \frac{Z * U * C * S}{R}$$

**Sentido X**

$$V = \frac{0.25 * 1.00 * 2.5 * 1.40}{4.50}$$

$$V = 0.19444$$

## Sentido Y

$$V = \frac{0.25 * 1.00 * 2.5 * 1.40}{4.50}$$

$$V = 0.19444$$

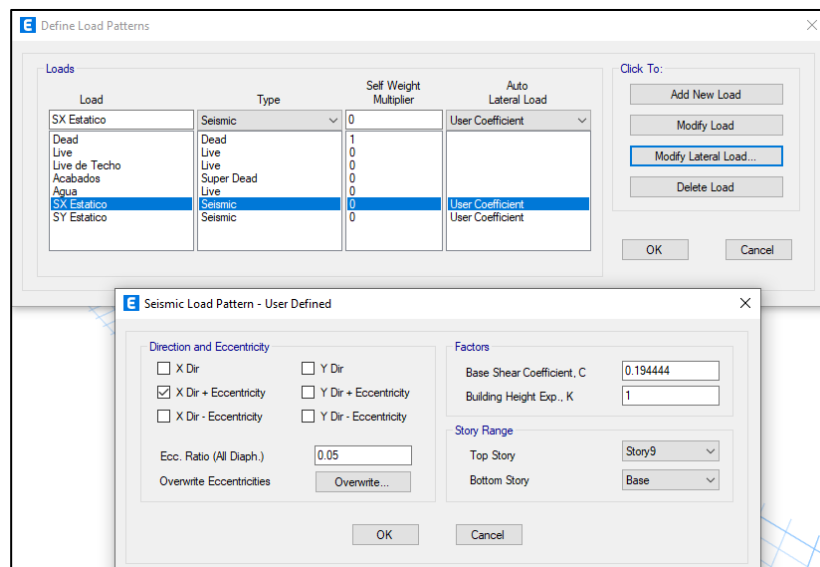
### 4.2.2.2. Diseño sismo resistente en el software Etabs

#### 4.2.2.2.1. Fuerza cortante estático en la base

Se introducirá la fuerza cortante estático encontrado

### Figura 32

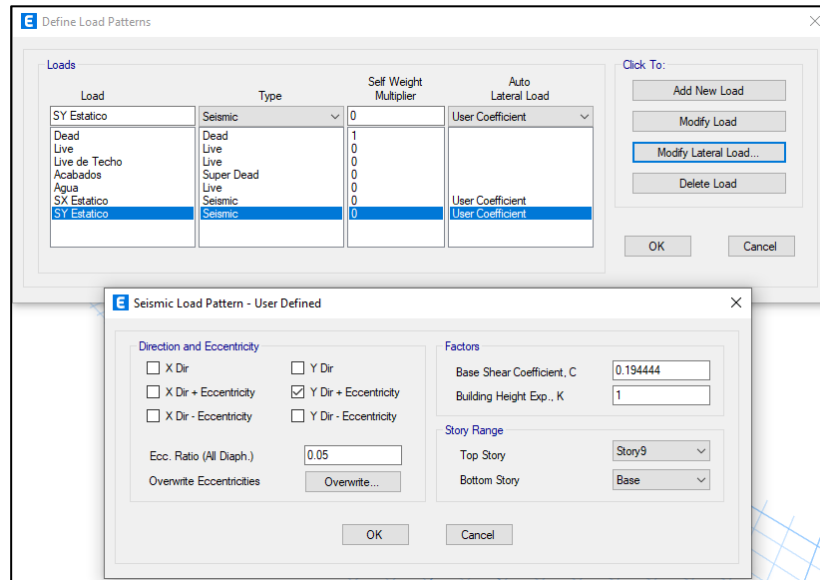
*Fuerza cortante estático en la base en dirección X*



Fuente: Propio

**Figura 33**

*Fuerza cortante estático en la base en dirección Y*



*Fuente: Propio*

Después de correr el programa obtendremos el cuadro de la fuerza cortante en la estructura.

**Tabla 20**

*Fuerza cortante estático en la estructura*

FUERZA CORTANTE ESTÁTICO EN LA ESTRUCTURA (Story Forces)								
Story	Load Case/Combo	Location	P kgf	VX kgf	VY kgf	T kgf-m	MX kgf-m	MY kgf-m
Story1	SX Estático	Bottom	0	-369004	0	5179852	-2.44E-04	-6E+06
Story1	SY Estático	Bottom	0	0	-369004	-2E+06	5901405	0

*Fuente: Propio*

**4.2.2.2. Sistema estructural a usar**

Según el R.N.E. 0.30 el sistema estructural que se utilice depende de la categoría de una edificación y la zona (zona

sísmica) donde se ubique, en la presente tesis la edificación se encuentra en la zona sísmica 2, la categoría de la edificación es “C”, y la restricción es que no debe tener irregularidades extremas, el cual la presente tesis está cumpliendo este requisito de la norma.

En sentido X pórticos: El reglamento nacional de edificaciones (E-030 SISMO RESISTENTE, 2016). Menciona que por lo menos el 80 % de la fuerza cortante en la base actué sobre las columnas de los pórticos.



**Tabla 21***Fuerza cortante estático en los muros de sentido X*

<b>FUERZA CORTANTE EN LOS MUROS SENTIDO X</b>										
<b>Story</b>	<b>Pier</b>	<b>Load Case/Com bo</b>	<b>Locat ion</b>	<b>P Kgf</b>	<b>V2 kgf</b>	<b>V3 kgf</b>	<b>T kgf-m</b>	<b>M2 kgf-m</b>	<b>M3 kgf-m</b>	
Story1	X1	SX Estático	Bottom	-555.1	15998.2	-170.6	-111.6	-164.2	50757.4	
Story1	X2	SX Estático	Bottom	-8747.4	13166.5	121.9	270.6	49.7	46921.2	
Story1	X3	SX Estático	Bottom	71163.01	118663.4	-1124.3	-980.2	-2164.3	851778.4	
Story1	X4	SX Estático	Bottom	-51625.7	70388.5	-176.8	-3.3	-372.8	268969.9	
Story1	X5	SX Estático	Bottom	62496.4	86098.1	22.6	-145.8	22.4	335323.6	
<b>Cortante total en la base =</b>					<b>304314.9</b>					
					<b>82.47%</b>	<b>R =</b>	<b>6</b>	<b>Muros estructurales</b>		

*Fuente:* Propio**R = 6**

**Sentido X: Muros estructurales:** El reglamento nacional de edificaciones (E-030 SISMO RESISTENTE, 2016). Menciona que por los muros son los que resisten la carga sísmica por lo menos el 70 % de la fuerza cortante en la base, en este caso los muros estructurales resisten el 82.47% de la carga sísmica por lo que el coeficiente de reducción básico es de 6.

**Tabla 22**

*Fuerza cortante en los muros de sentido Y*

<b>FUERZA CORTANTE EN LOS MUROS SENTIDO Y</b>									
<b>Story</b>	<b>Pier</b>	<b>Load Case/Co</b>	<b>Locat</b>	<b>P</b>	<b>V2</b>	<b>V3</b>	<b>T</b>	<b>M2</b>	<b>M3</b>
		<b>mbo</b>	<b>ion</b>	<b>kgf</b>	<b>kgf</b>	<b>kgf</b>	<b>kgf-m</b>	<b>kgf-m</b>	<b>kgf-m</b>
Story1	Y1	SY Estatico	Bottom	20610.6	952.2	-103.6	-41.3	-104.8	1430.9
Story1	Y2	SY Estatico	Bottom	-4353.4	566.2	90.5	-11.5	75.8	1080.0
Story1	Y3	SY Estatico	Bottom	29728.3	34814.2	123.2	-38.0	90.3	65245.6
Story1	Y4	SY Estatico	Bottom	12943.5	120322.2	259.2	2443.6	-278.5	401120.1
Story1	Y5	SY Estatico	Bottom	166740.6	84588.7	-30.3	3.2	102.2	329740.2
Story1	Y6	SY Estatico	Bottom	199215.0	91826.6	154.9	110.8	267.1	345502.2
<b>Cortante total en la base =</b>					<b>333070.2</b>				
					<b>90.26%</b>	<b>R =</b>	<b>6</b>	<b>Muros estructurales</b>	

*Fuente:* Propio

**R = 6**

**Sentido Y Muros estructurales:** El reglamento nacional de edificaciones (E-030 SISMO RESISTENTE, 2016). Menciona que por los muros son los que resisten la carga sísmica por lo menos el 70 % de la fuerza cortante en la base, en este caso los muros estructurales resisten el 90.26% de la carga sísmica por lo que el coeficiente de reducción básico es de 6.

#### 4.2.2.2.3. Espectro de diseño para el Etabs

Modificamos las propiedades de la función de acuerdo a las características de nuestro edificio.

**Figura 34**

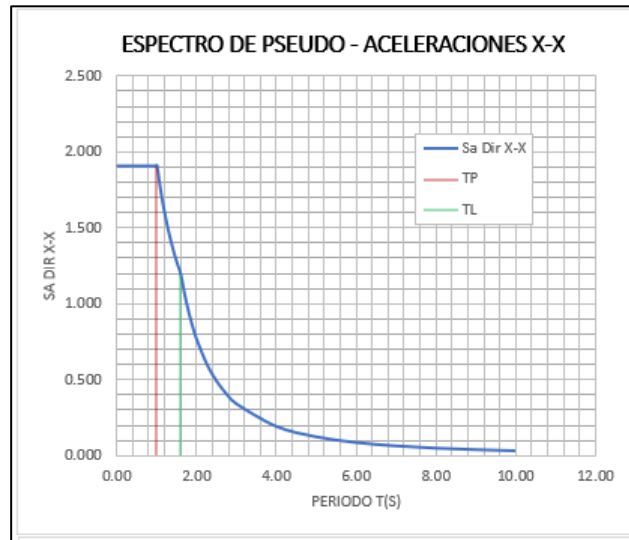
*Espectro de diseño para el sentido X-Y*

SOLO COMPLETAR LAS LISTAS DESPLEGABLES Y CASILLAS DISPONIBLES					
Tabla N°1 (NORMA E030-2014/DS-003-2016)				Ing. Aldo Greco Nuñonca Herrera FIC - UNSAAC	
FACTOR DE ZONA "Z"	ZONA	Z			
	ZONA 2	0.25			
Tabla N°3 y N°4 (NORMA E030-2014/DS-003-2016)					
FACTOR DE SUELO "S"	TIPO	DESCRIPCION	S	TP	TL
	S3	Suelos Blandos	1.40	1.00	1.60
Tabla N°5 (NORMA E030-2014/DS-003-2016)					
FACTOR DE USO "U"	CATEGORIA	U	OBSERVACIONES		
	"C" Edificaciones Comunes	1.00	Revisar tabla N°6 E030-2014		
Tabla N°7 (NORMA E030-2014/DS-003-2016)					
FACTOR DE SISTEMA ESTRUCTURAL "R"	DIRECCION	SISTEMA ESTRUCTURAL			RD
	DIR X-X	Muros Estructurales			6
	DIR Y-Y	Muros Estructurales			6
Tabla N°8 (NORMA E030-2014/DS-003-2016)					
IRREGULARIDADES ESTRUCTURALES EN ALTURA				la Dir X-X	la Dir Y-Y
Irregularidad de Rigidez – Piso Blando	<input type="checkbox"/> DIR X-X	<input type="checkbox"/> DIR Y-Y	1.00	1.00	
Irregularidades de Resistencia – Piso Débil	<input type="checkbox"/> DIR X-X	<input type="checkbox"/> DIR Y-Y	1.00	1.00	
Irregularidad Extrema de Rigidez	<input type="checkbox"/> DIR X-X	<input type="checkbox"/> DIR Y-Y	1.00	1.00	
Irregularidad Extrema de Resistencia	<input type="checkbox"/> DIR X-X	<input type="checkbox"/> DIR Y-Y	1.00	1.00	
Irregularidad de Masa o Peso	<input type="checkbox"/> AMBAS DIRECCIONES		1.00	1.00	
Irregularidad Geométrica Vertical	<input type="checkbox"/> DIR X-X	<input type="checkbox"/> DIR Y-Y	1.00	1.00	
Discontinuidad en los Sistemas Resistentes	<input type="checkbox"/> AMBAS DIRECCIONES		1.00	1.00	
Discontinuidad extrema de los Sistemas Resistentes	<input type="checkbox"/> AMBAS DIRECCIONES		1.00	1.00	
Tener en cuenta las restricciones de la tabla N° 10	Se toma el valor mas critico		1.00	1.00	
Tabla N°9 (NORMA E030-2014/DS-003-2016)					
IRREGULARIDADES ESTRUCTURALES EN PLANTA				Ip Dir X-X	Ip Dir Y-Y
Irregularidad Torsional	<input checked="" type="checkbox"/> DIR X-X	<input checked="" type="checkbox"/> DIR Y-Y	0.75	0.75	
Irregularidad Torsional Extrema	<input type="checkbox"/> DIR X-X	<input type="checkbox"/> DIR Y-Y	1.00	1.00	
Esquinas Entrantes	<input type="checkbox"/> DIR X-X	<input type="checkbox"/> DIR Y-Y	1.00	1.00	
Discontinuidad del Diafragma	<input checked="" type="checkbox"/> AMBAS DIRECCIONES		0.85	0.85	
Sistemas no Paralelos	<input type="checkbox"/> DIR X-X	<input type="checkbox"/> DIR Y-Y	1.00	1.00	
Tener en cuenta las restricciones de la tabla N° 10	Se toma el valor mas critico		0.75	0.75	

*Nota:* La tabla del espectro es realizada por el ing. Nuñonca Aldo, en la presente tesis adecuamos los valores encontrados de acuerdo el análisis de la estructura de acuerdo los parámetros de la norma E-030.

**Figura 35**

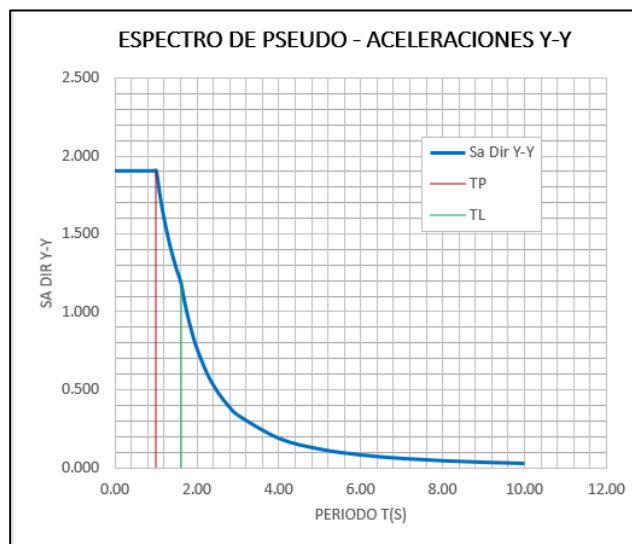
*Espectro de Pseudo - Aceleraciones X-X*



*Nota:* La tabla del espectro es realizada por el ing. Nuñonca Aldo, en la presente tesis adecuamos los valores encontrados de acuerdo el análisis de la estructura de acuerdo los parámetros de la norma E-030.

**Figura 36**

*Espectro de Pseudo - Aceleraciones Y-Y*



*Nota:* La tabla del espectro es realizada por el ing. Nuñonca Aldo, en la presente tesis adecuamos los valores encontrados de acuerdo el análisis de la estructura de acuerdo los parámetros de la norma E-030.

#### 4.2.2.2.4. Factores de irregularidad ( $I_a$ , $I_p$ )

Para obtener las irregularidades se verificará en ambos sentidos en X y Y tanto en altura como en planta. Para lo cual se verificará con la norma E-030

#### **Irregularidades en planta ( $I_p$ ) discontinuidad del diafragma**

Según la N.T.P. E-030, “La estructura se califica como irregular cuando los diafragmas tienen discontinuidades abruptas o variaciones importantes en rigidez, incluyendo aberturas mayores que 50 % del área bruta del diafragma”.

**Tabla 23**

*Discontinuidad de diafragma*

<b>Dirección</b>	<b>Longitud de la losa</b>	<b>Longitud total de la estructura</b>	<b>% Discontinuidad del diafragma</b>
X	4.00	9.95	40%
Y	19.55	26.00	75%

*Fuente:* Propio

Irregularidad en planta (por discontinuidad de diafragma)  $I_p = 0.85$

#### **Irregularidades en altura ( $I_a$ ) irregularidad de rigidez-piso blando**

Según la N.T.P. E-030, “Existe irregularidad de rigidez cuando, en cualquiera de las direcciones de análisis, la distorsión de entrepiso (deriva) es mayor que 1,4 veces el correspondiente valor en el entrepiso inmediato superior, o es mayor que 1,25 veces el promedio de las distorsiones de entrepiso en los tres niveles superiores adyacentes. La distorsión

de entrepiso se calculará como el promedio de las distorsiones en los extremos del entrepiso”.

**Tabla 24***Irregularidad de rigidez en el sentido X*

<b>IRREGULARIDAD DE RIGIDEZ EN SENTIDO X (Story Drifts)</b>											
<b>Story</b>	<b>Load Case/Combo</b>	<b>Direction</b>	<b>Drift</b>	<b>Label</b>	<b>X</b>	<b>Y</b>	<b>Z</b>	<b>DRIF &lt; 1.4 NO</b>		<b>DRIF &lt; 1.25 NO</b>	
								<b>HAY PISO</b>	<b>BLANDO</b>	<b>HAY PISO</b>	<b>BLANDO</b>
Story 9	DRIFT Max	X	0.0053	30	9.65	0	21.75				
Story 8	DRIFT Max	X	0.0054	32	8.05	0	20.05	1.028	OK		
Story 7	DRIFT Max	X	0.0058	32	8.05	0	17.65	1.056	OK		
Story 6	DRIFT Max	X	0.0060	32	8.05	0	14.85	1.048	OK	1.097	OK
Story 5	DRIFT Max	X	0.0061	32	8.05	0	12.05	1.007	OK	1.057	OK
Story 4	DRIFT Max	X	0.0059	56	0	-0.92	9.25	0.979	OK	0.999	OK
Story 3	DRIFT Max	X	0.0053	56	0	-0.92	6.45	0.891	OK	0.880	OK
Story 2	DRIFT Max	X	0.0054	6	0	0	3.65	1.025	OK	0.941	OK
Story1	DRIFT Max	X	0.0028	64	1.76	6.41	0	0.510	OK	0.498	OK
										<b>la =</b>	<b>1.00</b>

*Fuente: Propio*

**Tabla 25**

*Irregularidad de rigidez en el sentido Y*

<b>IRREGULARIDAD DE RIGIDEZ EN SENTIDO Y (Story Drifts)</b>											
<b>Story</b>	<b>Load Case/Combo</b>	<b>Direction</b>	<b>Drift</b>	<b>Label</b>	<b>X</b>	<b>Y</b>	<b>Z</b>	<b>DRIF &lt; 1.4 NO</b>		<b>DRIF &lt; 1.25 NO</b>	
								<b>HAY PISO</b>	<b>BLANDO</b>	<b>HAY PISO</b>	<b>BLANDO</b>
Story 9	DRIFT Max	Y	0.0036	30	9.65	0	21.75				
Story 8	DRIFT Max	Y	0.0037	28	9.65	1.6	20.05	1.029	OK		
Story 7	DRIFT Max	Y	0.0039	30	9.65	0	17.65	1.060	OK		
Story 6	DRIFT Max	Y	0.0042	115	0	22.69	14.85	1.080	OK	1.133	OK
Story 5	DRIFT Max	Y	0.0045	117	9.65	22.69	12.05	1.053	OK	1.129	OK
Story 4	DRIFT Max	Y	0.0044	30	9.65	0	9.25	0.982	OK	1.041	OK
Story 3	DRIFT Max	Y	0.0041	6	0	0	6.45	0.938	OK	0.942	OK
Story 2	DRIFT Max	Y	0.0035	22	0	25.69	3.65	0.844	OK	0.803	OK
Story1	DRIFT Max	Y	0.0043	68	1.76	1	0	1.252	OK	1.089	OK
										<b>la =</b>	<b>1.00</b>

*Fuente: Propio*



## Irregularidades de resistencia

**Tabla 26**

*Irregularidad de resistencia en el sentido X*

<b>IREGULARIDAD DE RESISTENCIA EN SENTIDO X (Story Stiffness)</b>									
Story	Load Case	Shear X	Drift X	Stiffness X	Shear Y	Drift Y	Stiffness Y	Stiffness >	
		kgf	cm	kgf/m	kgf	cm	kgf/m	80% NO HAY PISO DEBIL	
Story 9	Sx Estático	1746.2	0.1673	1043651	0	0.0124	0		
Story 8	Sx Estático	50267.4	0.1887	26637905	0	0.0113	0	25.524	OK
Story 7	Sx Estático	121713.0	0.2365	51471924	0	0.0134	0	1.932	OK
Story 6	Sx Estático	195046.6	0.2500	78021643	0	0.0137	0	1.516	OK
Story 5	Sx Estático	256746.5	0.2573	99776003	0	0.0152	0	1.279	OK
Story 4	Sx Estático	303549.5	0.2494	1.22E+08	0	0.0165	0	1.220	OK
Story 3	Sx Estático	339817.8	0.2266	1.5E+08	0	0.0131	0	1.232	OK
Story 2	Sx Estático	366393.6	0.2565	1.43E+08	0	0.0202	0	0.953	OK
Story1	Sx Estático	369004.4	0.0894	4.13E+08	0	0.0421	0	2.888	OK
								<b>Ia =</b>	<b>1.00</b>

*Fuente: Propio*

**Tabla 27***Irregularidad de resistencia en el sentido Y*

<b>IREGULARIDAD DE RESISTENCIA EN SENTIDO Y (Story Stiffness)</b>									
<b>Story</b>	<b>Load Case</b>	<b>Shear</b>	<b>Drift</b>	<b>Stiffness</b>	<b>Shear Y</b>	<b>Drift Y</b>	<b>Stiffness Y</b>	<b>Stiffness &gt; 80%</b>	
		<b>X</b>	<b>X</b>	<b>X</b>				<b>NO HAY PISO</b>	
		<b>kgf</b>	<b>cm</b>	<b>kgf/m</b>	<b>kgf</b>	<b>cm</b>	<b>kgf/m</b>	<b>DEBIL</b>	
Story 9	Sy Estático	0	0.0045	0	1746.2	0.1250	1396584.3		
Story 8	Sy Estático	0	0.0053	0	50267.4	0.1730	29063004	20.810	OK
Story 7	Sy Estático	0	0.0067	0	121713.0	0.2209	55090177	1.896	OK
Story 6	Sy Estático	0	0.0084	0	195046.6	0.2431	80245309	1.457	OK
Story 5	Sy Estático	0	0.0105	0	256746.5	0.2517	102016190	1.271	OK
Story 4	Sy Estático	0	0.0127	0	303549.5	0.2486	122121577	1.197	OK
Story 3	Sy Estático	0	0.0136	0	339817.8	0.2343	145041684	1.188	OK
Story 2	Sy Estático	0	0.0226	0	366393.6	0.2335	156898259	1.082	OK
Story1	Sy Estático	0	0.0344	0	369004.4	0.1389	265661214	1.693	OK
								<b>Ia =</b>	<b>1.00</b>

*Fuente: Propio***Irregularidad torsional**

**Tabla 28***Desplazamiento del sexto nivel*

<b>Story</b>	<b>Label</b>	<b>Unique Name</b>	<b>Load Case/Combo</b>	<b>UX cm</b>	<b>UY cm</b>	<b>UZ cm</b>	<b>RX rad</b>	<b>RY rad</b>	<b>RZ rad</b>
Story6	6	74	DRIFT	8.287	6.405	0.694	0.004	0.005	0.003
Story6	15	174	DRIFT	3.122	6.462	0.626	0.004	0.002	0.003
Story6	22	244	DRIFT	3.122	6.405	0.613	0.004	0.002	0.003
Story6	30	306	DRIFT	8.286	6.413	0.942	0.004	0.007	0.003
Story6	84	395	DRIFT	4.838	5.256	0.000	0.000	0.000	0.003

*Fuente: Propio*

**Tabla 29**

*Desplazamientos de la estructura*

<b>CUADRO DE DESPLAZAMIENTOS (Join Displacements)</b>															
<b>Story</b>	<b>Label</b>	<b>Unique Name</b>	<b>Load Case/ Combo</b>	<b>UX cm</b>	<b>UY cm</b>	<b>UZ cm</b>	<b>RX rad</b>	<b>RY rad</b>	<b>RZ rad</b>	<b><math>\Delta_{max} &lt; 1.2</math> NO HAY</b>		<b><math>\Delta_{max} &lt; 1.2</math> NO HAY</b>			
										<b>IRREGULARIDAD</b>		<b>IRREGULARIDAD</b>			
										<b>TORCIONAL EN SENTIDO X</b>		<b>TORCIONAL EN SENTIDO Y</b>			
Story7	6	73	DRIFT	9.883	7.489	0.676	0.004	0.005	0.003	1.596	3.036	<b>IRRE TOR</b>	1.084	1.009	<b>OK</b>
Story7	15	173	DRIFT	3.648	7.536	0.607	0.004	0.002	0.003	0.526	1.000	<b>OK</b>	1.074	0.991	<b>OK</b>
Story7	22	243	DRIFT	3.648	7.489	0.596	0.004	0.002	0.003	0.526	0.330	<b>OK</b>	1.084	0.994	<b>OK</b>
Story7	30	318	DRIFT	9.880	7.504	0.928	0.004	0.006	0.003	1.594	1.772	<b>IRREG. TOR.</b>	1.091	1.294	<b>IRREG. TOR.</b>
Story7	83	393	DRIFT	5.738	6.099	0.000	0.000	0.000	0.003	0.900			0.843		
										<b>Ip</b>	<b>0.75</b>	<b>Ip</b>	<b>0.75</b>		

*Fuente: Propio*

**Sentido X**

$$I_a = 1.00$$

$$I_p = 0.75$$

**Sentido Y**

$$I_a = 1.00$$

$$I_p = 0.75$$

**4.2.2.2.5. Coeficiente de reducción sísmica**

**Sentido X**

$$R = R_0 \times I_a \times I_p$$

$$R = 6 \times 1.00 \times 0.75$$

$$R = 4.50$$

**Sentido Y**

$$R = R_0 \times I_a \times I_p$$

$$R = 6 \times 1.00 \times 0.75$$

$$R = 4.50$$

4.2.2.2.6. *Fuerza cortante mínimo*

**Tabla 30**

*Fuerza cortante mínimo*

CUADRO DE FUERZA CORTANTE MINIMO (Story Forces)								
Story	Load Case/Combo	Location	P	VX	VY	T	MX	MY
			kgf	kgf	kgf	kgf-m	kgf-m	kgf-m
Story1	SX Estático	Bottom	0	-369004	0	5179852	-2.26E-04	-6E+06
Story1	SY Estático	Bottom	0	0	-369004	-2E+06	5901405	0
Story1	SX Dinámico	Bottom	0	256634	9464.84	3126856	143742.7	4174506
Story1	SY Dinámico	Bottom	0	9464.84	306157.6	1785953	4936974	145810
				69.55%	82.97%			
<b>Factores de escala =</b>				<b>1.30846</b>	<b>1.0968</b>			

*Fuente:* Propio

La norma (E-030 SISMO RESISTENTE, 2016), dice para una de las direcciones consideradas en el análisis la fuerza cortante en el primer entpiso no podrá ser menor que el 90 % para estructuras irregulares. Si fuera necesario se deberán escalar los valores.

**Tabla 31***Fuerza cortante mínimo escalado*

<b>CUADRO DE FUERZA CORTANTE MINIMO (Story Forces)</b>								
<b>Story</b>	<b>Load Case/Combo</b>	<b>Location</b>	<b>P kgf</b>	<b>VX kgf</b>	<b>VY kgf</b>	<b>T kgf-m</b>	<b>MX kgf-m</b>	<b>MY kgf-m</b>
Story1	SX Estático	Bottom	0	-369004	0	5179852	-2.26E-04	-6E+06
Story1	SY Estático	Bottom	0	0	-369004	-2E+06	5901405	0
Story1	SX dinámico	Bottom	0	335794	12384.32	4091354	188081.1	5462159
Story1	SY dinámico	Bottom	0	10381	335794	1958836	5414879	159924
				91.00%	-91.00%			
<b>Factores de escala =</b>				<b>1.00</b>	<b>1.00</b>			

*Fuente: Propio*

#### 4.2.2.2.7. Masa participativa

La norma E-030 nos menciona que como mínimo la masa participativa de la estructura debe de ser del 90 % de la masa total

**Tabla 32**

*Masa participativa*

<b>CUADRO DE MASA DE PARTICIPACION</b>				
<b>(Modal)</b>				
<b>Case</b>	<b>Item Type</b>	<b>Item</b>	<b>Static %</b>	<b>Dynamic %</b>
Modal	Acceleration	UX	99.99	97.41
Modal	Acceleration	UY	99.99	98.16
Modal	Acceleration	UZ	0	0

*Fuente:* Propio

#### 4.2.2.2.8. Desplazamientos laterales relativos admisibles

La norma E-030 nos menciona que para estructuras de concreto armado el máximo desplazamiento relativo es de 0.007m.

**Tabla 33**

*Desplazamiento relativo en sentido X*

<b>CUADRO DE DESPLAZAMIENTOS (Story Drifts)</b>							
<b>PISO</b>	<b>Load</b>		<b>Drift</b>	<b>Label</b>	<b>X (m)</b>	<b>Y (m)</b>	<b>Z (m)</b>
	<b>Case/ Combo</b>	<b>Direction</b>					
Story9	DRIFT	X	<b>0.0053</b>	30	9.65	0	21.75
Story8	DRIFT	X	<b>0.00545</b>	32	8.05	0	20.05
Story7	DRIFT	X	<b>0.00575</b>	32	8.05	0	17.65
Story6	DRIFT	X	<b>0.00603</b>	32	8.05	0	14.85



Story5	DRIFT	X	<b>0.00607</b>	32	8.05	0	12.05
Story4	DRIFT	X	<b>0.00595</b>	56	0	-0.92	9.25
Story3	DRIFT	X	<b>0.0053</b>	56	0	-0.92	6.45
Story2	DRIFT	X	<b>0.00543</b>	6	0	0	3.65
Story1	DRIFT	X	<b>0.00277</b>	64	1.76	6.41	0

*Fuente:* Propio

**Tabla 34**

*Desplazamiento relativo en sentido Y*

<b>CUADRO DE DESPLAZAMIENTOS (Story Drifts)</b>							
<b>PISO</b>	<b>Load Case/ Combo</b>	<b>Direction</b>	<b>Drift</b>	<b>Label</b>	<b>X</b>	<b>Y</b>	<b>Z</b>
					<b>(m)</b>	<b>(m)</b>	<b>(m)</b>
Story9	DRIFT	Y	<b>0.00360</b>	30	9.65	0	21.75
Story8	DRIFT	Y	<b>0.00370</b>	28	9.65	1.6	20.05
Story7	DRIFT	Y	<b>0.00392</b>	30	9.65	0	17.65
Story6	DRIFT	Y	<b>0.00424</b>	59	0	3	14.85
Story5	DRIFT	Y	<b>0.00446</b>	117	9.65	22.69	12.05
Story4	DRIFT	Y	<b>0.00438</b>	30	9.65	0	9.25
Story3	DRIFT	Y	<b>0.00411</b>	6	0	0	6.45
Story2	DRIFT	Y	<b>0.00347</b>	22	0	25.69	3.65
Story1	DRIFT	Y	<b>0.00434</b>	68	1.76	1	0

*Fuente:* Propio

El análisis estático y el análisis dinámico de la estructura es correcto, puesto que se está cumpliendo con lo mínimo y máximo solicitado por la N.T.P. E-030.

### 4.2.2.3. Diseño sismo resistente en el software Cypecad

#### 4.2.2.3.1. Espectro de diseño del Cypecad

Teniendo los parámetros sísmicos de acuerdo la N.T.P. E-030 se introduce al software y el programa el espectro en ambas direcciones de análisis de la estructura.

**Tabla 35**

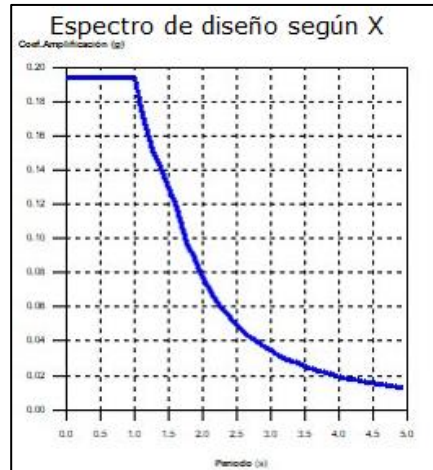
*Parámetros sísmicos*

<b>Dirección</b>	<b>R</b>	<b>Z</b>	<b>U</b>	<b>C</b>	<b>S</b>
Sentido X	4.50	0.25	1.00	2.50	1.40
Sentido Y	4.50	0.25	1.00	2.50	1.40

*Fuente:* Propio

**Figura 37**

*Espectro de Pseudo - Aceleraciones X-X*



*Fuente:* Software Cypecad

**Figura 38**

*Espectro de Pseudo - Aceleraciones Y-Y*



*Fuente:* Software Cypecad

**4.2.2.3.2. Centro de masas, centro de rigidez y excentricidades**

El software Cypecad calcula en centro de masa, centro de rigidez y excentricidades en cada nivel (piso).

**Tabla 36**

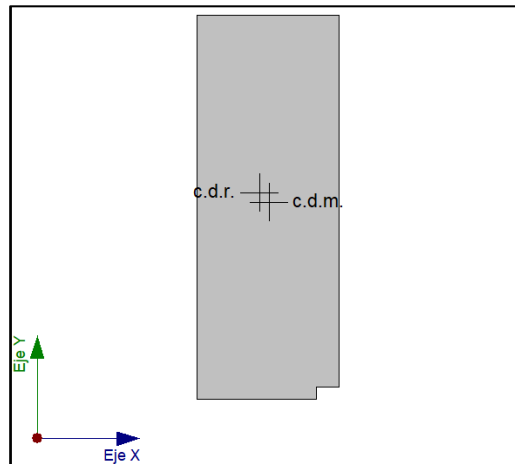
*Centro de masa, centro de rigidez*

<b>Planta</b>	<b>Centro de masa (m)</b>	<b>Centro de rigidez (m)</b>	<b>e<sub>x</sub> (m)</b>	<b>e<sub>y</sub> (m)</b>
Piso 9	(8.89, 0.75)	(9.29, 0.75)	-0.41	0.00
Piso 8	(4.92, 13.29)	(5.21, 10.93)	-0.29	2.36
Piso 7	(4.81, 12.76)	(4.15, 13.42)	0.66	-0.66
Piso 6	(4.77, 12.78)	(4.12, 13.47)	0.65	-0.69
Piso 5	(4.77, 12.78)	(4.12, 13.47)	0.65	-0.69
Piso 4	(4.87, 12.96)	(4.17, 13.47)	0.70	-0.51
Piso 3	(4.87, 12.95)	(4.23, 13.49)	0.63	-0.53
Piso 2	(4.89, 12.89)	(4.19, 13.38)	0.70	-0.50
Piso 1	(5.51, 13.33)	(4.99, 14.29)	0.52	-0.96
Piso 9	(8.89, 0.75)	(9.29, 0.75)	-0.41	0.00

*Fuente:* Software Cypecad

**Figura 39**

*Excentricidad de la estructura en el séptimo nivel*



*Fuente:* Software Cypecad

**4.2.2.3.3. Cortante sísmico combinado y fuerza sísmica equivalente por planta**

De acuerdo el software menciona que “los valores que se muestran en las siguientes tablas no están ajustados por el factor de modificación calculado en el apartado 'Corrección por cortante basal’”.

**Tabla 37**

*Hipótesis sísmica: Sismo en X*

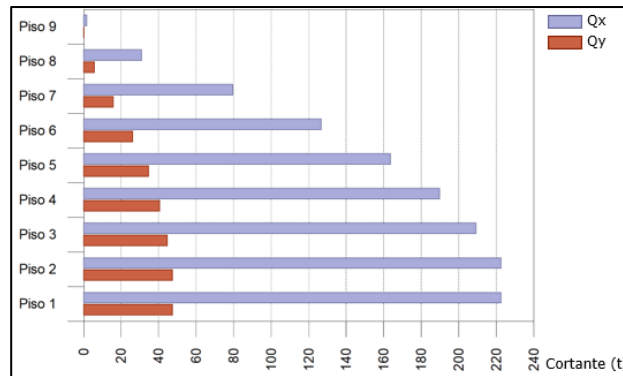
<b>Planta</b>	<b><math>Q_x</math> (t)</b>	<b><math>F_{eq,x}</math> (t)</b>	<b><math>Q_y</math> (t)</b>	<b><math>F_{eq,y}</math> (t)</b>
Piso 9	1.7237	1.7237	0.2849	0.2849
Piso 8	30.9841	29.4302	5.7239	5.7037
Piso 7	79.6392	48.9521	15.8148	10.1253
Piso 6	126.8361	48.7686	26.2209	10.5186
Piso 5	163.7233	41.1121	34.6257	8.6946
Piso 4	189.8556	32.4494	40.4511	6.2819
Piso 3	209.3219	26.3809	44.6021	4.7023
Piso 2	222.6000	19.6359	47.3188	3.2697

Piso 1	222.6000	0.0000	47.3188	0.0000
Piso 9	1.7237	1.7237	0.2849	0.2849

Fuente: Software Cypecad

**Figura 40**

Hipótesis sísmica: Sismo X



Fuente: Software Cypecad

**Tabla 38**

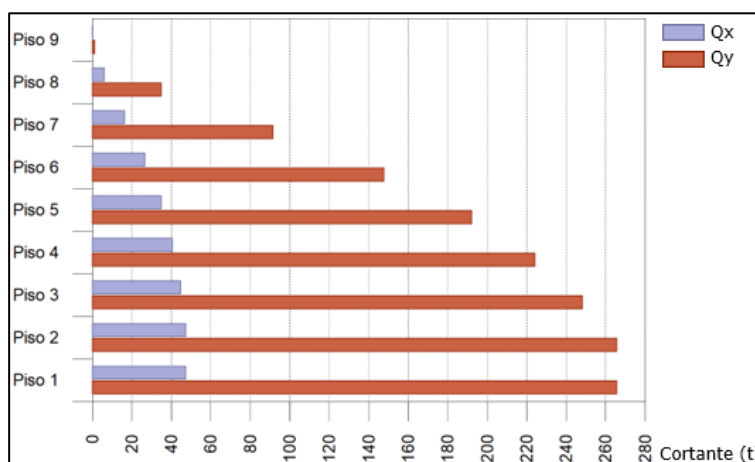
Hipótesis sísmica: Sismo Y

Planta	Q <sub>x</sub> (t)	F <sub>eq,X</sub> (t)	Q <sub>y</sub> (t)	F <sub>eq,Y</sub> (t)
Piso 9	0.3575	0.3575	1.2639	1.2639
Piso 8	6.1253	5.7698	34.8778	33.6371
Piso 7	16.3597	10.2547	91.6063	56.9761
Piso 6	26.6975	10.4502	147.5741	57.4904
Piso 5	34.9783	8.5735	192.0901	48.7248
Piso 4	40.7161	6.1961	224.2401	38.7907
Piso 3	44.7590	4.5894	248.3317	31.6447
Piso 2	47.3450	3.1483	265.5604	24.4226
Piso 1	47.3450	0.0000	265.5604	0.0000
Piso 9	0.3575	0.3575	1.2639	1.2639

Fuente: Software Cypecad

**Figura 41**

*Hipótesis sísmica: Sismo Y*



*Fuente:* Software Cypecad

#### **4.2.2.3.4. Desplazamientos laterales relativos admisibles**

La norma E-030 nos menciona que para estructuras de concreto armado el máximo desplazamiento relativo es de 0.007m.

El software Cypecad calcula los desplazamientos de cada columna, pero a su vez calcula el desplazamiento con la fuerza cortante mínima escalado, pero la norma E-030 no permite que los desplazamientos sean escalados. Se muestra los desplazamientos de la columna con mayor desplazamiento.

**Tabla 39**

*Desplazamiento relativo de la columna C1*

<b>Situaciones sísmicas</b>				
<b>Pilar</b>	<b>Planta</b>	<b>Cota (m)</b>	<b>Desp. X (mm)</b>	<b>Desp. Y (mm)</b>
C1	Piso 8	19.77	7.34	4.62
	Piso 7	17.38	8.86	5.65

Piso 6	14.58	9.15	6.01
Piso 5	11.78	9.26	6.27
Piso 4	8.97	8.96	6.27
Piso 3	6.17	8.12	5.89
Piso 2	3.37	7.4	6.48
Piso 1	0	3.48	2.21

*Fuente:* Propio

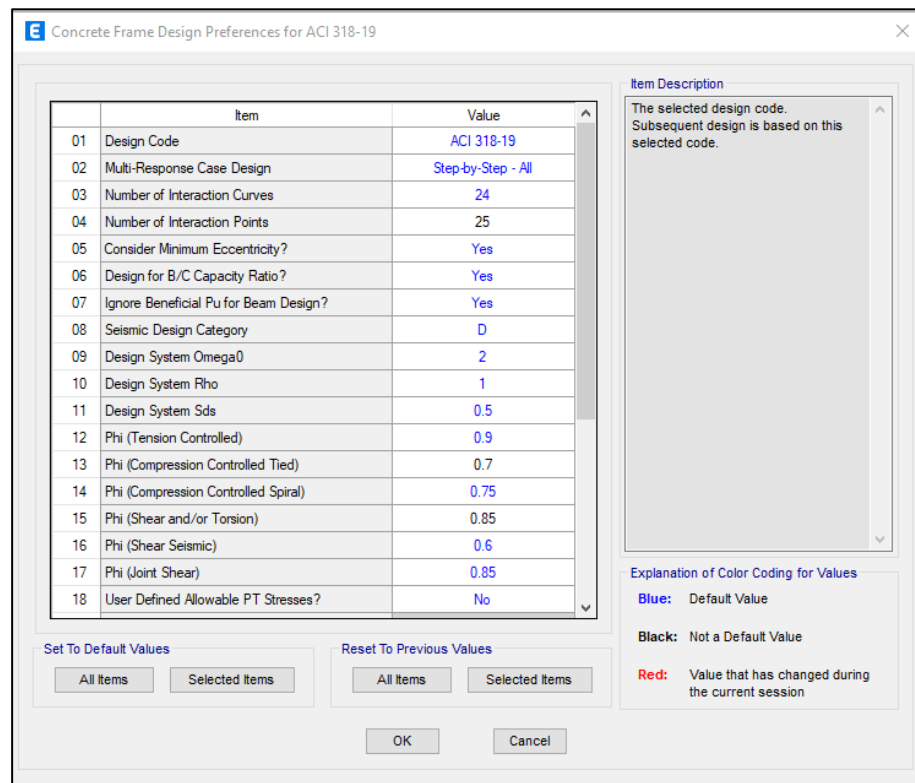
### **4.2.3. Diseño de los elementos estructurales**

#### ***4.2.3.1. Diseño de la estructura en el software Etabs con el NTE. E-060***

El software Etabs realiza el diseño de los elementos estructurales mediante el método de elementos finitos, y arroja como resultado el área total de acero que se utilizara en cada elemento estructural. Se muestra a continuación los coeficientes de reducción utilizados para el diseño de los elementos estructurales con la norma técnica peruana como para el ACI 318-19.

**Figura 42**

*Coefficientes de reducción de la N.T.P.*



*Fuente: Propio*

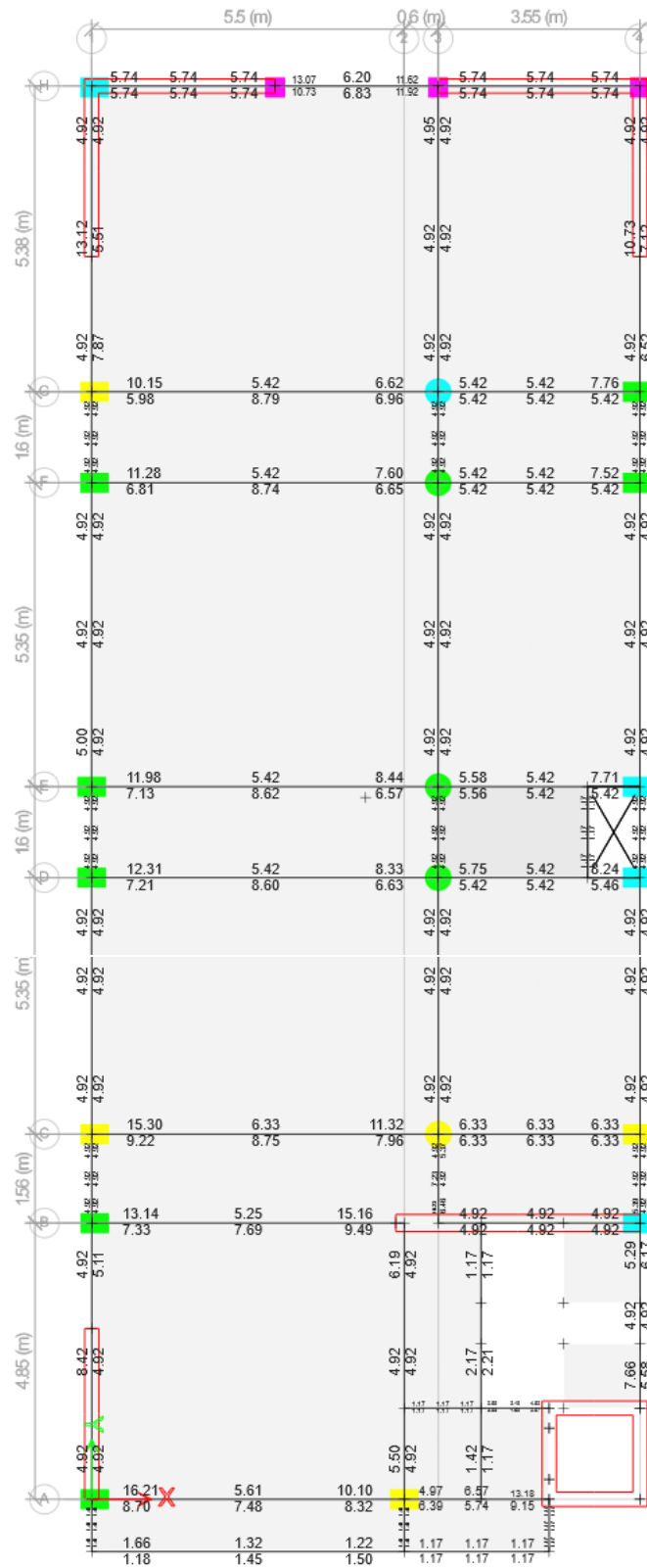
#### **4.2.3.1.1. Diseño de vigas**

Para mostrar la diferencia de la comparación tomaremos las vigas principales que tengan mayor carga.



**Figura 43**

*Diseño de las vigas con Etabs usando el N.T.P. quinto y sexto*



*Fuente: Propio*

**Tabla 40***Diseño de las vigas principales con datos del Etabs con la N.T.P.*

<b>Eje A VP-(0.30X0.55)</b>					
<b>Nudo</b>	<b>Acero</b>	<b>2do piso (cm2)</b>	<b>3er y 4to piso (cm2)</b>	<b>5to y 6to piso (cm2)</b>	<b>Azotea (cm2)</b>
<b>N1</b>	Superior	4.92	14.28	16.21	15.84
	Inferior	4.92	8.59	8.70	8.57
<b>Entre N1 y N2</b>	Superior	4.92	5.74	5.62	5.81
	Inferior	4.92	7.19	7.48	7.47
<b>N2</b>	Superior	10.99	9.47	10.10	9.35
	Inferior	6.82	7.74	8.32	8.73
<b>Entre N2 y N3</b>	Superior	4.92	6.76	6.57	6.19
	Inferior	5.60	6.08	5.74	5.15
<b>N3</b>	Superior	6.34	13.82	13.18	12.35
	Inferior	6.93	10.24	9.15	7.45
<b>Entre N3 y N4</b>	Superior	5.49			
	Inferior	5.31			
<b>N4</b>	Superior	7.65			
	Inferior	7.68			
<b>Eje B, VP-(0.30X0.55)</b>					
<b>N1</b>	Superior	6.09	4.92	13.14	12.58
	Inferior	5.78	4.92	7.33	7.09
<b>Entre N1 y N2</b>	Superior	7.70	8.14	5.25	5.34
	Inferior	7.28	8.16	7.69	7.47
<b>N2</b>	Superior	13.06	18.61	15.16	13.54
	Inferior	13.67	18.42	9.49	9.41
<b>Eje C, VP-(0.35X0.60)</b>					
<b>N1</b>	Superior	6.33	12.10	15.30	12.65
	Inferior	6.33	7.60	9.22	7.37
<b>Entre N1 y N2</b>	Superior	6.44	6.33	6.33	6.33
	Inferior	6.33	7.55	8.75	7.90

<b>N2</b>	Superior	6.95	10.09	11.32	8.68
	Inferior	6.33	7.06	7.96	7.95
<b>Entre N2 y N3</b>	Superior	8.45	6.33	6.33	6.33
	Inferior	6.78	6.33	6.33	6.33
<b>N3</b>	Superior	7.06	6.33	6.33	6.33
	Inferior	6.85	6.33	6.33	6.33
<b>Entre N3 y N4</b>	Superior	6.33			
	Inferior	6.33			
<b>N4</b>	Superior	6.33			
	Inferior	6.33			
<b>Eje D, Eje E, Eje F y Eje G, VP-(0.30X0.60)</b>					
<b>N1</b>	Superior	7.63	9.58	12.31	10.12
	Inferior	5.42	5.79	7.21	6.19
<b>Entre N1 y N2</b>	Superior	5.42	5.42	5.42	5.42
	Inferior	7.68	7.56	8.60	7.55
<b>N2</b>	Superior	6.95	6.88	8.33	6.03
	Inferior	5.70	5.79	6.63	6.17
<b>Entre N2 y N3</b>	Superior	5.42	5.42	5.42	5.42
	Inferior	5.42	5.42	5.42	5.42
<b>N3</b>	Superior	5.42	7.36	8.24	8.29
	Inferior	5.42	5.42	5.46	5.49
<b>Eje H, VP-(0.30X0.55)</b>					
<b>N1</b>	Superior	9.12	12.62	13.07	12.06
	Inferior	8.13	11.09	10.73	10.15
<b>Entre N1 y N2</b>	Superior	5.74	6.26	6.20	6.04
	Inferior	5.74	6.82	6.83	6.64
<b>N2</b>	Superior	8.85	11.92	11.62	10.97
	Inferior	8.36	11.90	11.92	11.40

*Fuente:* Propio

**Tabla 41**

*Acero de las vigas principales con datos del Etabs con la N.T.P. en unidades de varillas utilizados*

<b>Diseño de las vigas con datos del Etabs con la N.T.P.</b>					
<b>Eje A VP-(0.30X0.55)</b>					
<b>Nudo</b>	<b>Acero</b>	<b>2do piso (und)</b>	<b>3er y 4to piso (und)</b>	<b>5to y 6to piso (und)</b>	<b>Azotea (und)</b>
<b>N1</b>	Superior	2Ø3/4"	5Ø3/4"	4Ø3/4"+ 1Ø1"	5Ø5/8"+ 2Ø3/4"
	Inferior	2Ø3/4"	3Ø3/4"	3Ø3/4"	3Ø3/4"
<b>Entre N1 y N2</b>	Superior	2Ø3/4"	2Ø3/4"	2Ø3/4"	3Ø5/8"
	Inferior	2Ø3/4"	3Ø3/4"	3Ø3/4"	3Ø3/4"
<b>N2</b>	Superior	4Ø3/4"	2Ø3/4"+ 2Ø5/8"	4Ø3/4"	5Ø5/8"
	Inferior	2Ø3/4"+ 1Ø5/8"	3Ø3/4"	3Ø3/4"	3Ø3/4"
<b>Entre N2 y N3</b>	Superior	2Ø3/4"	2Ø3/4"	2Ø3/4"	3Ø5/8"
	Inferior	2Ø3/4"	3Ø3/4"	3Ø3/4"	3Ø3/4"
<b>N3</b>	Superior	2Ø3/4"+ 1Ø5/8"	5Ø3/4"	5Ø3/4"	7Ø5/8"
	Inferior	2Ø3/4"+ 1Ø5/8"	2Ø3/4"+ 2Ø1/2"	3Ø3/4"+ 2Ø1/2"	3Ø3/4"
<b>Entre N3 y N4</b>	Superior	2Ø3/4"			
	Inferior	2Ø3/4"			
<b>N4</b>	Superior	2Ø3/4"+ 1Ø5/8"			
	Inferior	2Ø3/4"+ 1Ø5/8"			
<b>Eje B, VP-(0.30X0.55)</b>					
<b>N1</b>	Superior	3Ø3/4"	3Ø3/4"	2Ø3/4"+ 4Ø5/8"	2Ø3/4"+ 4Ø5/8"
	Inferior	3Ø3/4"	3Ø3/4"	2Ø3/4"+ 1Ø5/8"	4Ø5/8"

<b>Entre N1 y N2</b>	Superior	3Ø3/4"	3Ø3/4"	2Ø3/4"	2Ø3/4"
	Inferior	3Ø3/4"	3Ø3/4"	2Ø3/4"+ 1Ø5/8"	4Ø5/8"
<b>N2</b>	Superior	5Ø3/4"	7Ø3/4"	4Ø3/4"+ 1Ø1"	2Ø3/4"+ 4Ø5/8"
	Inferior	5Ø3/4"	7Ø3/4"	2Ø3/4"+ 1Ø5/8"+ 2Ø1/2"	4Ø5/8"+ 2Ø1/2"
<b>Eje C, VP-(0.35X0.60)</b>					
<b>N1</b>	Superior	2Ø3/4"+ 1Ø5/8"	4Ø3/4"+ 1Ø5/8"	2Ø3/4"+ 5Ø5/8"	4Ø3/4"+ 1Ø5/8"
	Inferior	2Ø3/4"+ 1Ø5/8"	2Ø3/4"+ 1Ø5/8"	2Ø3/4"+ 2Ø5/8"	3Ø3/4"
<b>Entre N1 y N2</b>	Superior	2Ø3/4"+ 1Ø5/8"	2Ø3/4"+ 1Ø5/8"	2Ø3/4"+ 1Ø5/8"	2Ø3/4"+ 1Ø5/8"
	Inferior	2Ø3/4"+ 1Ø5/8"	2Ø3/4"+ 1Ø5/8"	2Ø3/4"+ 2Ø5/8"	3Ø3/4"
<b>N2</b>	Superior	2Ø3/4"+ 1Ø5/8"	2Ø3/4"+ 1Ø5/8"	2Ø3/4"+ 3Ø5/8"	2Ø3/4"+ 1Ø5/8"+ 2Ø1/2"
	Inferior	2Ø3/4"+ 1Ø5/8"	2Ø3/4"+ 1Ø5/8"+ 2Ø1/2"	2Ø3/4"+ 2Ø5/8"	3Ø3/4"
<b>Entre N2 y N3</b>	Superior	2Ø3/4"+ 1Ø5/8"	2Ø3/4"+ 1Ø5/8"	2Ø3/4"+ 1Ø5/8"	2Ø3/4"+ 1Ø5/8"
	Inferior	2Ø3/4"+ 1Ø5/8"	2Ø3/4"+ 1Ø5/8"	2Ø3/4"+ 2Ø5/8"	3Ø3/4"
<b>N3</b>	Superior	2Ø3/4"+ 1Ø5/8"	2Ø3/4"+ 1Ø5/8"	2Ø3/4"+ 1Ø5/8"	2Ø3/4"+ 1Ø5/8"
	Inferior	2Ø3/4"+ 1Ø5/8"	2Ø3/4"+ 1Ø5/8"	2Ø3/4"+ 2Ø5/8"	3Ø3/4"
<b>Entre N3 y N4</b>	Superior	2Ø3/4"+ 1Ø5/8"			
	Inferior	2Ø3/4"+ 1Ø5/8"			

<b>N4</b>	Superior	2Ø3/4”+ 1Ø5/8”			
	Inferior	2Ø3/4”+ 1Ø5/8”			
<b>Eje D, Eje E, Eje F y Eje G, VP-(0.30X0.60)</b>					
<b>N1</b>	Superior	2Ø3/4”+	2Ø3/4”+	3Ø3/4”+	2Ø3/4”+
		1Ø5/8”	2Ø5/8”	2Ø5/8”	1Ø1”
	Inferior	2Ø3/4”	2Ø3/4”	2Ø3/4”+	2Ø3/4”+
				1Ø5/8”	1Ø5/8”
<b>Entre N1 y N2</b>	Superior	2Ø3/4”	2Ø3/4”	2Ø3/4”	2Ø3/4”
	Inferior	2Ø3/4”+	2Ø3/4”+	2Ø3/4”+	2Ø3/4”+
		1Ø5/8”	1Ø5/8”	1Ø5/8”+	1Ø5/8”
<b>N2</b>	Superior	2Ø3/4”+	2Ø3/4”+	3Ø3/4”	2Ø3/4”+
		1Ø1/2”	1Ø1/2”		1Ø5/8”
	Inferior	2Ø3/4”	2Ø3/4”	2Ø3/4”+	2Ø3/4”+
				1Ø5/8”	1Ø5/8”
<b>Entre N2 y N3</b>	Superior	2Ø3/4”	2Ø3/4”	2Ø3/4”	2Ø3/4”
	Inferior	2Ø3/4”	2Ø3/4”	2Ø3/4”+	2Ø3/4”+
				1Ø5/8”	1Ø5/8”
<b>N3</b>	Superior	2Ø3/4”	2Ø3/4”+	3Ø3/4”	3Ø3/4”
			1Ø5/8”		
	Inferior	2Ø3/4”	2Ø3/4”	2Ø3/4”+	2Ø3/4”+
				1Ø5/8”	1Ø5/8”
<b>Eje H, VP-(0.30X0.55)</b>					
<b>N1</b>	Superior	2Ø3/4”+	4Ø3/4”+	4Ø3/4”+	4Ø3/4”+
		2Ø5/8”	1Ø5/8”	1Ø5/8”	1Ø5/8”
	Inferior	2Ø3/4”+	4Ø3/4”+	2Ø3/4”+	2Ø3/4”+
		2Ø5/8”	1Ø5/8”	3Ø5/8”	3Ø5/8”
<b>Entre N1 y N2</b>	Superior	2Ø3/4”	2Ø3/4”+	2Ø3/4”+	2Ø3/4”+
			1Ø5/8”	1Ø5/8”	1Ø5/8”
	Inferior	2Ø3/4”	2Ø3/4”+	2Ø3/4”+	2Ø3/4”+
			1Ø5/8”	1Ø5/8”	1Ø5/8”
<b>N2</b>	Superior	2Ø3/4”+	4Ø3/4”+	2Ø3/4”+	2Ø3/4”+
		2Ø5/8”	1Ø5/8”	3Ø5/8”	3Ø5/8”

Inferior	2Ø3/4”+ 2Ø5/8”	4Ø3/4”+ 1Ø5/8”	4Ø3/4”+ 1Ø5/8”	4Ø3/4”+ 1Ø5/8”
----------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------

Fuente: Propio

**Tabla 42**

*Acero de las vigas principales con datos del Etabs con la N.T.P. el área total utilizado*

<b>Diseño de las vigas con datos del Etabs con la N.T.P.</b>					
<b>Eje A VP-(0.30X0.55)</b>					
<b>Nudo</b>	<b>Acero</b>	<b>2do piso (cm2)</b>	<b>3er y 4to piso (cm2)</b>	<b>5to y 6to piso (cm2)</b>	<b>Azotea (cm2)</b>
<b>N1</b>	Superior	5.70	14.25	16.47	15.65
	Inferior	5.70	8.55	8.55	8.55
<b>Entre N1 y N2</b>	Superior	5.70	5.70	5.70	5.97
	Inferior	5.70	8.55	8.55	8.55
<b>N2</b>	Superior	11.40	9.68	11.40	9.95
	Inferior	7.69	8.55	8.55	8.55
<b>Entre N2 y N3</b>	Superior	5.70	5.70	5.70	5.97
	Inferior	5.70	8.55	8.55	8.55
<b>N3</b>	Superior	7.69	14.25	14.25	13.93
	Inferior	7.69	9.68	11.09	8.55
<b>Entre N3 y N4</b>	Superior	5.70			
	Inferior	5.70			
<b>N4</b>	Superior	7.69			
	Inferior	7.69			
<b>Eje B, VP-(0.30X0.55)</b>					
<b>N1</b>	Superior	8.55	8.55	13.66	13.66
	Inferior	8.55	8.55	7.69	7.96
<b>Entre N1 y N2</b>	Superior	8.55	8.55	5.70	5.70
	Inferior	8.55	8.55	7.69	7.96
<b>N2</b>	Superior	14.25	19.95	16.47	13.66

	Inferior	14.25	19.95	10.23	10.50
<b>Eje C, VP-(0.35X0.60)</b>					
<b>N1</b>	Superior	7.69	13.39	15.65	13.39
	Inferior	7.69	7.69	9.68	8.55
<b>Entre N1 y N2</b>	Superior	7.69	7.69	7.69	7.69
	Inferior	7.69	7.69	9.68	8.55
<b>N2</b>	Superior	7.69	10.23	11.67	10.23
	Inferior	7.69	7.69	9.68	8.55
<b>Entre N2 y N3</b>	Superior	7.69	7.69	7.69	7.69
	Inferior	7.69	7.69	9.68	8.55
<b>N3</b>	Superior	7.69	7.69	7.69	7.69
	Inferior	7.69	7.69	9.68	8.55
<b>Entre N3 y N4</b>	Superior	7.69			
	Inferior	7.69			
<b>N4</b>	Superior	7.69			
	Inferior	7.69			
<b>Eje D, Eje E, Eje F y Eje G, VP-(0.30X0.60)</b>					
<b>N1</b>	Superior	7.69	9.68	12.53	10.77
	Inferior	5.70	5.70	7.69	7.69
<b>Entre N1 y N2</b>	Superior	5.70	5.70	5.70	5.70
	Inferior	7.69	7.69	10.23	7.69
<b>N2</b>	Superior	6.97	6.97	8.55	7.69
	Inferior	5.70	5.70	7.69	7.69
<b>Entre N2 y N3</b>	Superior	5.70	5.70	8.55	5.70
	Inferior	5.70	5.70	7.69	7.69
<b>N3</b>	Superior	5.70	7.69	8.55	8.55
	Inferior	5.70	5.70	7.69	7.69
<b>Eje H, VP-(0.30X0.55)</b>					
<b>N1</b>	Superior	9.68	13.39	13.39	13.39
	Inferior	9.68	13.39	11.67	11.67
<b>Entre N1 y N2</b>	Superior	5.70	7.69	7.69	7.69
	Inferior	5.70	7.69	7.69	7.69



<b>N2</b>	Superior	9.68	13.39	11.67	11.67
	Inferior	9.68	13.39	13.39	13.39

Fuente: Propio

Para el diseño de las vigas principales comprobaremos el acero mínimo a emplear en las vigas de sección de 0.30 x 0.55 m. para el cual calcularemos el peralte efectivo de la viga.

$$d = P - \left( r + d_e + \frac{db}{2} \right)$$

$$d = 55\text{cm} - \left( 4\text{cm} + 0.95\text{cm} + \frac{1.91\text{cm}}{2} \right) = 49.10\text{cm}$$

Acero mínimo:

$$\rho_{min} = \frac{0.7 \times \sqrt{f'_c}}{f_y} = \frac{0.7 \times \sqrt{210\text{kg/cm}^2}}{4200\text{kg/cm}^2} = 0.0024$$

$$As_{min} = \rho_{min} \times b \times d = 0.0024 \times 30\text{cm} \times 49.1\text{cm}$$

$$As_{min} = 3.54\text{cm}^2$$

Así mismo se verificará el acero máximo para las vigas principales de sección de 0.30 x 0.55 m.

Acero máximo:

$$As_{max} = \rho_{max} \times b \times d = 0.75\rho_b \times b \times d$$

$$\rho_b = 0.85\beta \frac{f'_c}{f_y} \left( \frac{6000}{6000 + f_y} \right)$$

$$\rho_b = 0.85 \times 0.85 \frac{210}{4200} \left( \frac{6000}{6000 + 4200} \right) = 0.0283$$

$$As_{max} = 0.75 \times 0.0283 \times 30\text{cm} \times 49.10\text{cm}$$

$$As_{max} = 31.26\text{cm}^2$$

Se verifica que el acero empleado es mayor al acero mínimo y menor al acero máximo por lo que es correcto el acero

empleado tanto en el refuerzo positivo como en el refuerzo negativo.

$$As_{min} < As < As_{max}$$

$$3.54\text{cm}^2 < \mathbf{5.70\text{cm}^2} - \mathbf{19.95\text{cm}^2} < 31.26 \quad \mathbf{OK!!}$$

Para el diseño de las vigas principales comprobaremos el acero mínimo a emplear en las vigas de sección de 0.30 x 0.60 m. para el cual calcularemos el peralte efectivo de la viga.

$$d = P - \left( r + de + \frac{db}{2} \right)$$

$$d = 60\text{cm} - \left( 4\text{cm} + 0.95\text{cm} + \frac{1.91\text{cm}}{2} \right) = 54.10\text{cm}$$

Acero mínimo:

$$\rho_{min} = \frac{0.7 \times \sqrt{f'c}}{f_y} = \frac{0.7 \times \sqrt{210\text{kg/cm}^2}}{4200 \text{ kg/cm}^2} = 0.0024$$

$$As_{min} = \rho_{min} \times b \times d = 0.0024 \times 30\text{cm} \times 54.10\text{cm}$$

$$As_{min} = 3.90 \text{ cm}^2$$

Así mismo se verificará el acero máximo para las vigas principales de sección de 0.30 x 0.60 m.

Acero máximo:

$$As_{max} = \rho_{max} \times b \times d = 0.75\rho_b \times b \times d$$

$$\rho_b = 0.85\beta \frac{f'c}{f_y} \left( \frac{6000}{6000 + f_y} \right)$$

$$\rho_b = 0.85 \times 0.85 \frac{210}{4200} \left( \frac{6000}{6000 + 4200} \right) = 0.0283$$

$$As_{max} = 0.75 \times 0.0283 \times 30\text{cm} \times 54.10\text{cm}$$

$$As_{max} = 34.45\text{cm}^2$$

Se verifica que el acero empleado es mayor al acero mínimo y menor al acero máximo por lo que es correcto el acero empleado tanto en el refuerzo positivo como en el refuerzo negativo.

$$A_s \min < A_s < A_s \max$$

$$3.90\text{cm}^2 < \mathbf{5.70\text{cm}^2} - \mathbf{12.53\text{cm}^2} < 34.45 \quad \mathbf{OK!!}$$

Para el diseño de las vigas principales comprobaremos el acero mínimo a emplear en las vigas de sección de 0.35 x 0.60 m. para el cual calcularemos el peralte efectivo de la viga.

$$d = P - \left( r + d_e + \frac{db}{2} \right)$$

$$d = 60\text{cm} - \left( 4\text{cm} + 0.95\text{cm} + \frac{1.91\text{cm}}{2} \right) = 54.10\text{cm}$$

Acero mínimo:

$$\rho_{\min} = \frac{0.7 \times \sqrt{f'_c}}{f_y} = \frac{0.7 \times \sqrt{210\text{kg/cm}^2}}{4200 \text{ kg/cm}^2} = 0.0024$$

$$A_s \min = \rho_{\min} \times b \times d = 0.0024 \times 35\text{cm} \times 54.10\text{cm}$$

$$A_s \min = 4.54 \text{ cm}^2$$

Así mismo se verificará el acero máximo para las vigas principales de sección de 0.35 x 0.60 m.

Acero máximo:

$$A_s \max = \rho_{\max} \times b \times d = 0.75 \rho_b \times b \times d$$

$$\rho_b = 0.85 \beta \frac{f'_c}{f_y} \left( \frac{6000}{6000 + f_y} \right)$$

$$\rho_b = 0.85 \times 0.85 \frac{210}{4200} \left( \frac{6000}{6000 + 4200} \right) = 0.0283$$

$$A_s \max = 0.75 \times 0.0283 \times 35\text{cm} \times 54.10\text{cm}$$

$$As_{max} = 40.19 \text{ cm}^2$$

Se verifica que el acero empleado es mayor al acero mínimo y menor al acero máximo por lo que es correcto el acero empleado tanto en el refuerzo positivo como en el refuerzo negativo.

$$As_{min} < As < As_{max}$$

$$4.54 \text{ cm}^2 < 7.69 \text{ cm}^2 - 15.65 \text{ cm}^2 < 40.19 \quad \text{OK!!}$$

**Tabla 43**

*Diseño de las vigas secundarias con datos del Etabs con la N.T.P.*

Viga	Resultado		Acero utilizado			
	Etabs		Barra	Acero utilizado		
	As- (cm <sup>2</sup> )	As+ (cm <sup>2</sup> )		As- (cm <sup>2</sup> )	Barra	As+ (cm <sup>2</sup> )
Eje 1	4.92	4.92	2Ø3/4"	5.70	2Ø3/4"	5.70
Eje 2	4.92	4.92	2Ø3/4"	5.70	2Ø3/4"	5.70
Eje 3	4.92	4.92	2Ø3/4"	5.70	2Ø3/4"	5.70

*Fuente:* Propio

Para el diseño de las vigas secundarias comprobaremos el acero mínimo a emplear en las vigas de sección de 0.30 x 0.55 m. para el cual calcularemos el peralte efectivo de la viga.

$$d = P - \left( r + d_e + \frac{db}{2} \right)$$

$$d = 55 \text{ cm} - \left( 4 \text{ cm} + 0.95 \text{ cm} + \frac{1.91 \text{ cm}}{2} \right) = 49.10 \text{ cm}$$

Acero mínimo:

$$\rho_{min} = \frac{0.7 \times \sqrt{f'_c}}{f_y} = \frac{0.7 \times \sqrt{210 \text{ kg/cm}^2}}{4200 \text{ kg/cm}^2} = 0.0024$$

$$As_{min} = \rho_{min} \times b \times d = 0.0024 \times 30cm \times 49.10cm$$

$$As_{min} = 3.54 cm^2$$

Así mismo se verificará el acero máximo para las vigas secundarias de sección de 0.30 x 0.55 m.

Acero máximo:

$$As_{max} = \rho_{max} \times b \times d = 0.75\rho_b \times b \times d$$

$$\rho_b = 0.85\beta \frac{f'_c}{f_y} \left( \frac{6000}{6000 + f_y} \right)$$

$$\rho_b = 0.85 * 0.85 \frac{210}{4200} \left( \frac{6000}{6000 + 4200} \right) = 0.0283$$

$$As_{max} = 0.75 * 0.0283 * 30cm * 49.10cm$$

$$As_{max} = 31.26cm^2$$

Se verifica que el acero empleado es mayor al acero mínimo y menor al acero máximo por lo que es correcto el acero empleado tanto en el refuerzo positivo como en el refuerzo negativo.

$$As_{min} < As < As_{max}$$

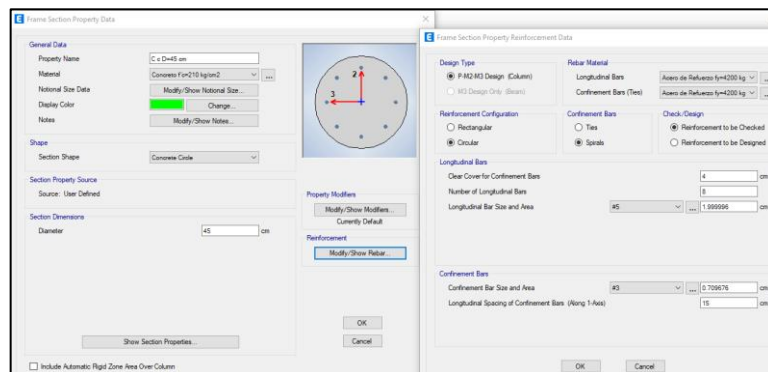
$$3.54cm^2 < \mathbf{5.70cm^2} < 31.26 \quad \mathbf{OK!!}$$

#### **4.2.3.1.2. Diseño de columnas**

Para mostrar la diferencia de la comparación tomaremos las columnas del primer piso ya que estas columnas reciben la mayor carga.

**Figura 44**

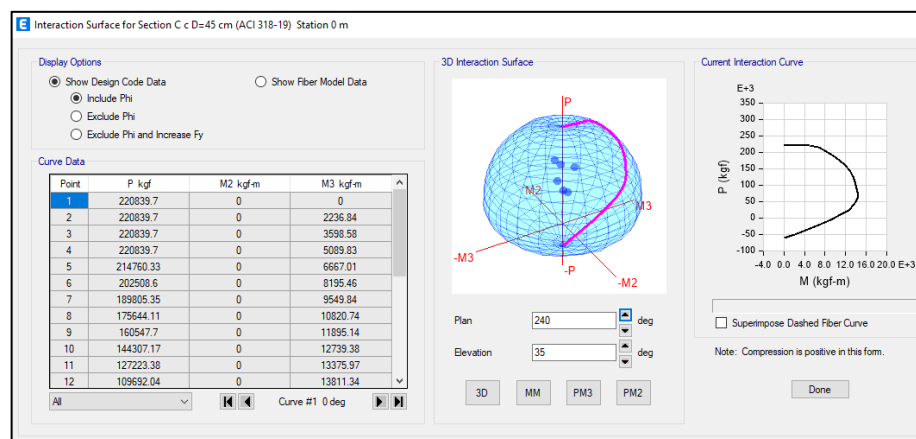
*Diseño de columna circular con Etabs usando la N.T.P.*



Fuente: Propio

**Figura 45**

*Diagrama de interacción columna circular con Etabs usando la N.T.P.*



Fuente: Propio

Se realizó la comprobación de forma manual con todas las combinaciones de carga axial de acuerdo la norma E-030 del R.N.E. para el cual en la columna circular de diámetro de 45 cm. se está utilizando 8 varillas de 5/8” teniendo la cuantía de 1.00%.

Para realizar el diagrama de interacción de diseño copiaremos los datos (“Include Phi”) y (“Exclude Phi”) del software Etabs.

**Tabla 44***Combinaciones de diseño del Etabs con la N.T.P.*

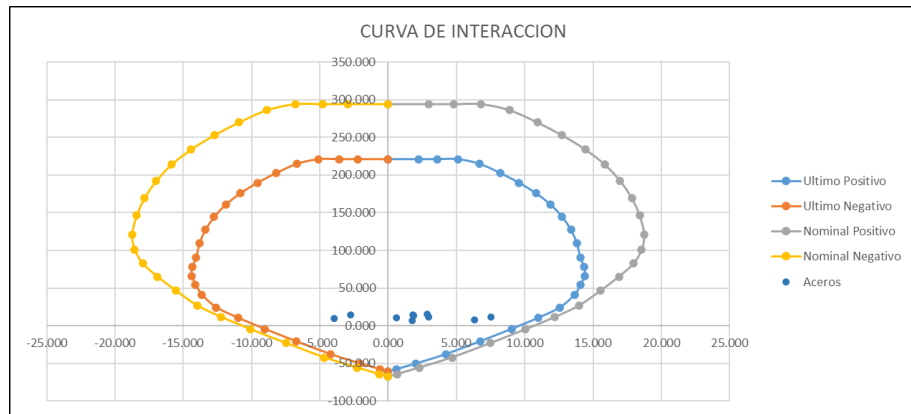
Story	Load Case/Combo	Station	P	V2	V3	T	M2	M3	P
		m	kgf	Kgf	kgf	kgf-m	kgf-m	ton- m	Ton
Story1	1.4CM	0.000	-13774.73	1798.350	680.670	-27.880	716.150	1.853	13.775
Story1	14CM+1.7CV	0.000	-14985.43	2557.370	774.200	-42.800	1011.570	2.854	14.985
Story1	1.25(CM+CV)+SX	0.000	-12074.73	7081.810	1135.860	124.960	1336.760	7.535	12.075
Story1	1.25(CM+CV)+SX	0.000	-14303.44	-2754.27	217.160	-196.70	376.530	-2.75	14.303
Story1	1.25(CM+CV)+SY	0.000	-11526.58	2713.860	4357.020	-15.030	4702.820	2.967	11.527
Story1	1.25(CM+CV)+SY	0.000	-14851.59	1613.680	-3004.00	-56.710	-2989.53	1.814	14.852
Story1	0.9CM+CX	0.000	-7740.83	6074.120	896.920	142.910	940.500	6.336	7.741
Story1	0.9CM+CX	0.000	-9969.54	-3761.96	-21.770	-178.75	-19.730	-3.95	9.970
Story1	0.9CM+SY	0.000	-7192.68	1706.170	4118.090	2.910	4306.560	1.768	7.193
Story1	0.9CM+SY	0.000	-10517.69	605.990	-3242.94	-38.760	-3385.79	0.615	10.518

*Fuente:* Propio

Con las combinaciones de diseño extraídos procederemos a graficar el diagrama de interacción de la columna circular de 0.45m de diámetro.

**Figura 46**

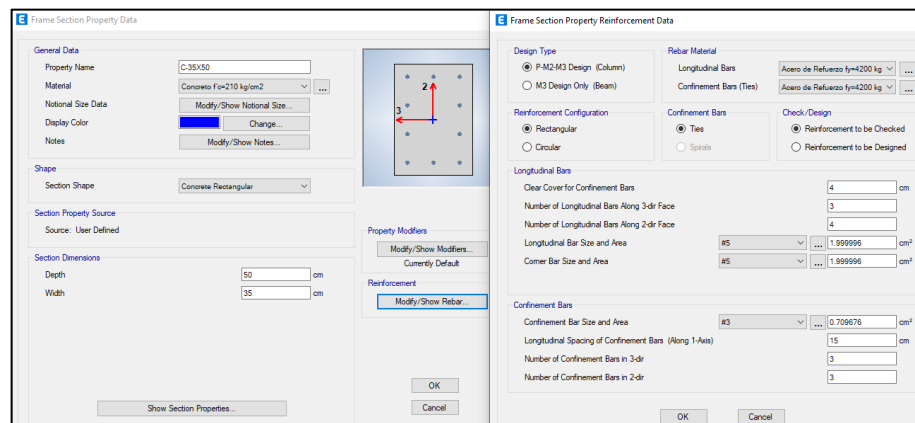
*Diagrama de interacción columna circular usando la N.T.P.*



*Fuente: Propio*

**Figura 47**

*Diseño de columna rectangular de 0.35x0.50 m con Etabs usando la N.T.P.*

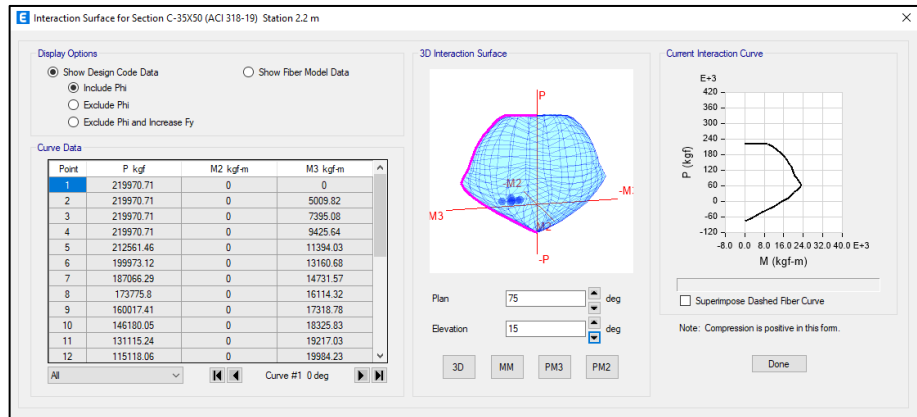


*Fuente: Propio*



**Figura 48**

*Diagrama de interacción columna rectangular de 0.35 x 0.50 m. con Etabs usando la N.T.P.*



*Fuente: Propio*

Se realizo la comprobación de forma manual con todas las combinaciones de carga axial de acuerdo la norma E-030 del R.N.E. para el cual en la columna rectangular de 0.35 x 0.50 m. se está utilizando 10 varillas de 5/8” teniendo la cuantía de 1.14%.

Para realizar el diagrama de interacción de diseño copiaremos los datos (“Include Phi”) y (“Exclude Phi”) del software Etabs.

**Tabla 45***Combinaciones de diseño del Etabs con la N.T.P.*

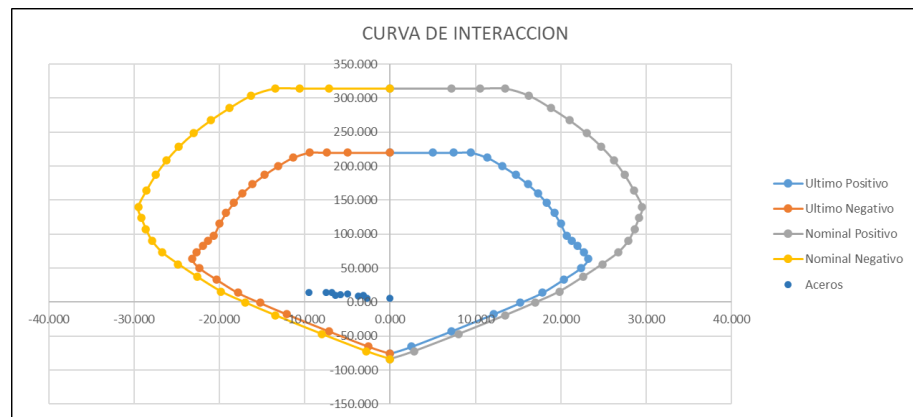
<b>Story</b>	<b>Load Case/Combo</b>	<b>Station m</b>	<b>P kgf</b>	<b>V2 kgf</b>	<b>V3 kgf</b>	<b>T kgf-m</b>	<b>M2 kgf-m</b>	<b>M3 ton- m</b>	<b>P Ton</b>
Story1	1.4CM	0.000	-11881.95	-5022.94	784.910	-28.100	823.750	-5.0	11.882
Story1	14CM+1.7CV	0.000	-14039.30	-6981.69	954.580	-43.140	1109.670	-7.53	14.039
Story1	1.25(CM+CV)+SX	0.000	-9927.140	-2624.53	2399.160	125.950	2600.750	-3.12	9.927
Story1	1.25(CM+CV)+SX	0.000	-14463.20	-9225.52	-748.020	-198.25	-709.300	-9.53	14.463
Story1	1.25(CM+CV)+SY	0.000	-10507.49	-5399.44	4461.760	-15.150	4752.840	-5.81	10.507
Story1	1.25(CM+CV)+SY	0.000	-13882.86	-6450.61	-2810.61	-57.15	-2861.39	-6.84	13.883
Story1	0.9CM+CX	0.000	-5370.370	71.460	2078.170	144.030	2184.580	-0.02	5.370
Story1	0.9CM+CX	0.000	-9906.430	-6529.53	-1069.00	-180.17	-1125.47	-6.42	9.906
Story1	0.9CM+SY	0.000	-5950.710	-2703.45	4140.770	2.940	4336.670	-2.71	5.951
Story1	0.9CM+SY	0.000	-9326.080	-3754.62	-3131.60	-39.070	-3277.56	-3.73	9.326

*Fuente: Propio*

Con las combinaciones de diseño extraídos procederemos a graficar el diagrama de interacción de la columna rectangular de 0.35 x 0.50m.

**Figura 49**

*Diagrama de interacción columna rectangular de 0.35 x 0.50m. usando la N.T.P.*



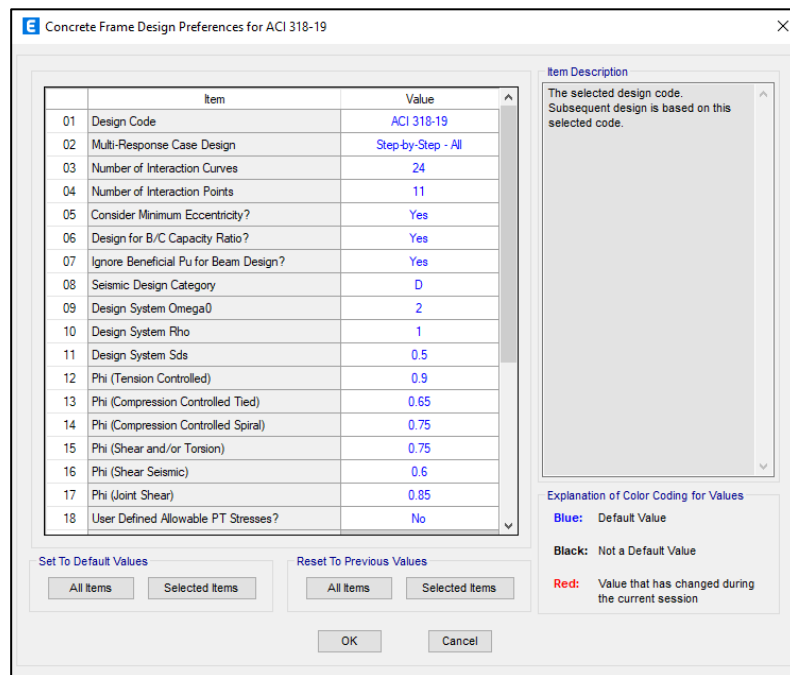
*Fuente: Propio*

#### ***4.2.3.2. Diseño de la estructura en el software Etabs con el ACI 318-19***

El software Etabs realiza el diseño de los elementos estructurales mediante el método de elementos finitos, y arroja como resultado el área total de acero que se utilizara en cada elemento estructural. Se muestra a continuación los coeficientes de reducción utilizados para el diseño de los elementos estructurales con la norma del ACI 318-19.

**Figura 50**

*Coefficientes de reducción del ACI 318-19*



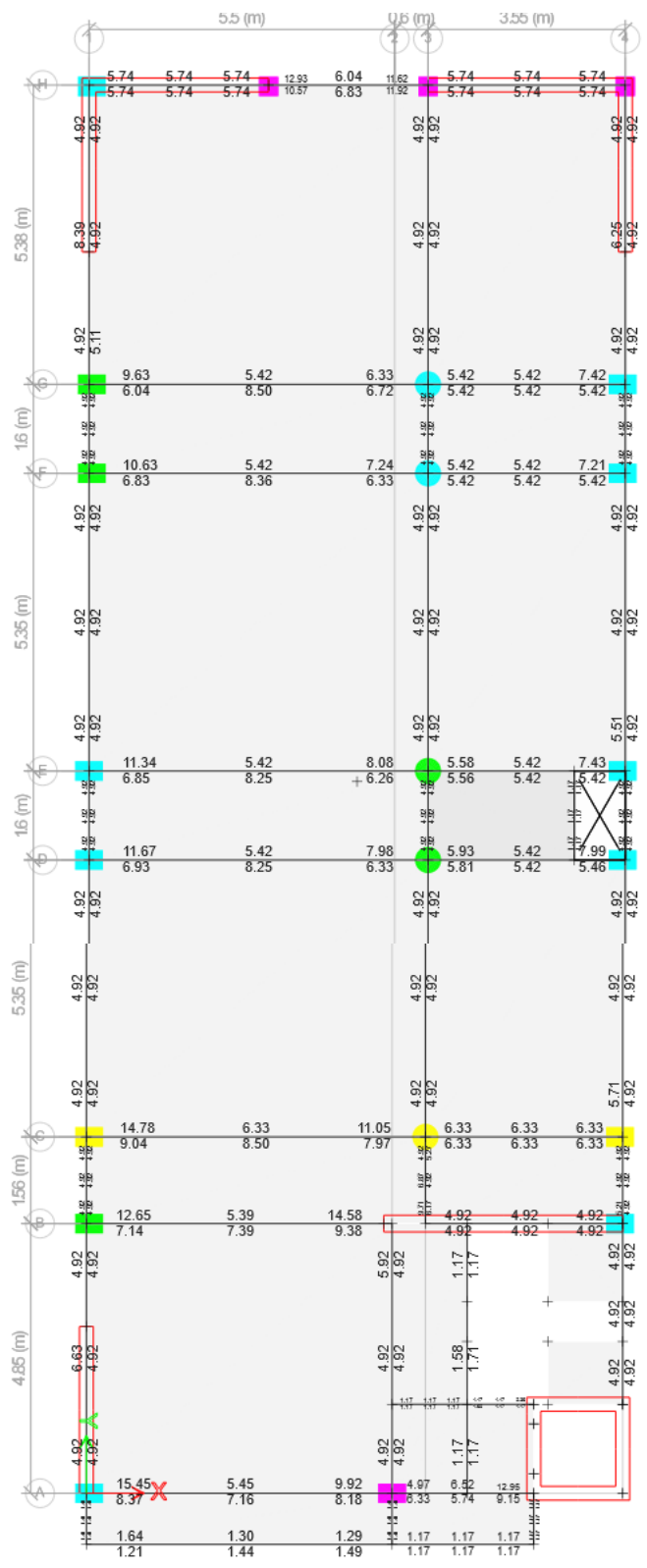
*Fuente: Propio*

**4.2.3.2.1. Diseño de vigas**

Para mostrar la diferencia de la comparación tomaremos las vigas principales que tengan mayor carga.

**Figura 51**

*Diseño de las vigas con Etabs usando el ACI 318-19 quinto y sexto piso*



Fuente: Propio

**Tabla 46***Diseño de las vigas principales con datos del Etabs con el ACI 318-19*

<b>Eje A VP-(0.30X0.55)</b>					
<b>Nudo</b>	<b>Acero</b>	<b>2do piso (cm2)</b>	<b>3er y 4to piso (cm2)</b>	<b>5to y 6to piso (cm2)</b>	<b>Azotea (cm2)</b>
<b>N1</b>	Superior	4.92	13.75	15.45	15.18
	Inferior	4.92	8.30	8.37	8.27
<b>Entre N1 y N2</b>	Superior	4.92	5.55	5.45	5.65
	Inferior	4.92	7.00	7.16	7.20
<b>N2</b>	Superior	10.68	9.35	9.92	9.22
	Inferior	6.68	7.59	8.18	8.60
<b>Entre N2 y N3</b>	Superior	4.92	6.62	6.52	6.12
	Inferior	5.44	6.07	5.74	5.34
<b>N3</b>	Superior	6.34	13.52	12.95	12.12
	Inferior	6.88	10.22	9.15	8.20
<b>Entre N3 y N4</b>	Superior	5.44			
	Inferior	5.26			
<b>N4</b>	Superior	7.60			
	Inferior	7.63			
<b>Eje B, VP-(0.30X0.55)</b>					
<b>N1</b>	Superior	6.08	4.92	12.65	12.08
	Inferior	5.79	4.92	7.14	6.83
<b>Entre N1 y N2</b>	Superior	7.60	8.06	5.39	5.29
	Inferior	7.18	8.07	7.27	7.31
<b>N2</b>	Superior	13.06	18.69	14.58	13.17
	Inferior	13.56	18.47	9.38	9.31
<b>Eje C, VP-(0.35X0.60)</b>					
<b>N1</b>	Superior	6.33	11.82	14.78	12.47
	Inferior	6.33	7.53	9.04	7.39
<b>Entre N1 y N2</b>	Superior	6.33	6.33	6.33	6.33
	Inferior	6.33	7.36	8.50	7.74

<b>N2</b>	Superior	7.42	9.97	11.05	8.78
	Inferior	6.33	7.09	7.97	7.86
<b>Entre N2 y N3</b>	Superior	8.36	6.33	6.33	6.33
	Inferior	6.61	6.33	6.33	6.33
<b>N3</b>	Superior	6.90	6.33	6.33	6.33
	Inferior	6.69	6.33	6.33	6.33
<b>Entre N3 y N4</b>	Superior	6.33			
	Inferior	6.33			
<b>N4</b>	Superior	6.33			
	Inferior	6.33			
<b>Eje D, Eje E, Eje F y Eje G, VP-(0.30X0.60)</b>					
<b>N1</b>	Superior	7.21	9.17	11.67	9.53
	Inferior	5.42	5.63	6.93	5.90
<b>Entre N1 y N2</b>	Superior	5.42	5.42	5.42	5.42
	Inferior	7.15	7.04	7.98	7.08
<b>N2</b>	Superior	6.58	6.58	7.98	5.87
	Inferior	5.42	5.48	6.22	5.86
<b>Entre N2 y N3</b>	Superior	5.42	5.42	5.42	5.42
	Inferior	5.42	5.42	5.42	5.42
<b>N3</b>	Superior	5.42	7.08	7.99	7.90
	Inferior	5.42	5.42	5.46	5.42
<b>Eje H, VP-(0.30X0.55)</b>					
<b>N1</b>	Superior	9.05	12.47	12.93	11.96
	Inferior	8.06	10.94	10.57	9.99
<b>Entre N1 y N2</b>	Superior	5.74	6.13	6.04	5.58
	Inferior	5.74	6.82	6.83	6.64
<b>N2</b>	Superior	8.85	11.92	11.62	10.97
	Inferior	8.36	11.90	11.92	11.40

Fuente: Propio

**Tabla 47**

*Acero de las vigas principales con datos del Etabs con el ACI 318-19, en unidades de varillas utilizados*

<b>Diseño de las vigas con datos del Etabs con la N.T.P.</b>					
<b>Eje A VP-(0.30X0.55)</b>					
<b>Nudo</b>	<b>Acero</b>	<b>2do piso (und)</b>	<b>3er y 4to piso (und)</b>	<b>5to y 6to piso (und)</b>	<b>Azotea (und)</b>
<b>N1</b>	Superior	2Ø3/4"	5Ø3/4"	4Ø3/4"+ 1Ø1"	5Ø5/8"+ 2Ø3/4"
	Inferior	2Ø3/4"	3Ø3/4"	3Ø3/4"	3Ø3/4"
<b>Entre N1 y N2</b>	Superior	2Ø3/4"	2Ø3/4"	2Ø3/4"	3Ø5/8"
	Inferior	2Ø3/4"	3Ø3/4"	3Ø3/4"	3Ø3/4"
<b>N2</b>	Superior	4Ø3/4"	2Ø3/4"+ 2Ø5/8"	4Ø3/4"	5Ø5/8"
	Inferior	2Ø3/4"+ 1Ø5/8"	3Ø3/4"	3Ø3/4"	3Ø3/4"
<b>Entre N2 y N3</b>	Superior	2Ø3/4"	2Ø3/4"	2Ø3/4"	3Ø5/8"
	Inferior	2Ø3/4"	3Ø3/4"	3Ø3/4"	3Ø3/4"
<b>N3</b>	Superior	2Ø3/4"+ 1Ø5/8"	5Ø3/4"	5Ø3/4"	7Ø5/8"
	Inferior	2Ø3/4"+ 1Ø5/8"	2Ø3/4"+ 2Ø1/2"	3Ø3/4"+ 2Ø1/2"	3Ø3/4"
<b>Entre N3 y N4</b>	Superior	2Ø3/4"			
	Inferior	2Ø3/4"			
<b>N4</b>	Superior	2Ø3/4"+ 1Ø5/8"			
	Inferior	2Ø3/4"+ 1Ø5/8"			
<b>Eje B, VP-(0.30X0.55)</b>					
<b>N1</b>	Superior	3Ø3/4"	3Ø3/4"	2Ø3/4"+ 4Ø5/8"	2Ø3/4"+ 4Ø5/8"
	Inferior	3Ø3/4"	3Ø3/4"	2Ø3/4"+ 1Ø5/8"	4Ø5/8"



<b>Entre N1 y N2</b>	Superior	3Ø3/4"	3Ø3/4"	2Ø3/4"	2Ø3/4"
	Inferior	3Ø3/4"	3Ø3/4"	2Ø3/4"+ 1Ø5/8"	4Ø5/8"
<b>N2</b>	Superior	5Ø3/4"	7Ø3/4"	4Ø3/4"+ 1Ø1"	2Ø3/4"+ 4Ø5/8"
	Inferior	5Ø3/4"	7Ø3/4"	2Ø3/4"+ 1Ø5/8"+ 2Ø1/2"	4Ø5/8"+ 2Ø1/2"
<b>Eje C, VP-(0.35X0.60)</b>					
<b>N1</b>	Superior	2Ø3/4"+ 1Ø5/8"	4Ø3/4"+ 1Ø5/8"	2Ø3/4"+ 5Ø5/8"	4Ø3/4"+ 1Ø5/8"
	Inferior	2Ø3/4"+ 1Ø5/8"	2Ø3/4"+ 1Ø5/8"	2Ø3/4"+ 2Ø5/8"	3Ø3/4"
<b>Entre N1 y N2</b>	Superior	2Ø3/4"+ 1Ø5/8"	2Ø3/4"+ 1Ø5/8"	2Ø3/4"+ 1Ø5/8"	2Ø3/4"+ 1Ø5/8"
	Inferior	2Ø3/4"+ 1Ø5/8"	2Ø3/4"+ 1Ø5/8"	2Ø3/4"+ 2Ø5/8"	3Ø3/4"
<b>N2</b>	Superior	2Ø3/4"+ 1Ø5/8"	2Ø3/4"+ 1Ø5/8"	2Ø3/4"+ 3Ø5/8"	2Ø3/4"+ 1Ø5/8"+ 2Ø1/2"
	Inferior	2Ø3/4"+ 1Ø5/8"	2Ø3/4"+ 1Ø5/8"+ 2Ø1/2"	2Ø3/4"+ 2Ø5/8"	3Ø3/4"
<b>Entre N2 y N3</b>	Superior	2Ø3/4"+ 1Ø5/8"	2Ø3/4"+ 1Ø5/8"	2Ø3/4"+ 1Ø5/8"	2Ø3/4"+ 1Ø5/8"
	Inferior	2Ø3/4"+ 1Ø5/8"	2Ø3/4"+ 1Ø5/8"	2Ø3/4"+ 2Ø5/8"	3Ø3/4"
<b>N3</b>	Superior	2Ø3/4"+ 1Ø5/8"	2Ø3/4"+ 1Ø5/8"	2Ø3/4"+ 1Ø5/8"	2Ø3/4"+ 1Ø5/8"
	Inferior	2Ø3/4"+ 1Ø5/8"	2Ø3/4"+ 1Ø5/8"	2Ø3/4"+ 2Ø5/8"	3Ø3/4"
<b>Entre N3 y N4</b>	Superior	2Ø3/4"+ 1Ø5/8"			
	Inferior	2Ø3/4"+ 1Ø5/8"			

<b>N4</b>	Superior	2Ø3/4”+ 1Ø5/8”			
	Inferior	2Ø3/4”+ 1Ø5/8”			
<b>Eje D, Eje E, Eje F y Eje G, VP-(0.30X0.60)</b>					
<b>N1</b>	Superior	2Ø3/4”+ 1Ø5/8”	2Ø3/4”+ 2Ø5/8”	3Ø3/4”+ 2Ø5/8”	2Ø3/4”+ 1Ø1”
	Inferior	2Ø3/4”	2Ø3/4”	2Ø3/4”+ 1Ø5/8”	2Ø3/4”+ 1Ø5/8”
<b>Entre N1 y N2</b>	Superior	2Ø3/4”	2Ø3/4”	2Ø3/4”	2Ø3/4”
	Inferior	2Ø3/4”+ 1Ø5/8”	2Ø3/4”+ 1Ø5/8”	2Ø3/4”+ 1Ø5/8”+ 2Ø1/2”	2Ø3/4”+ 1Ø5/8”
<b>N2</b>	Superior	2Ø3/4”+ 1Ø1/2”	2Ø3/4”+ 1Ø1/2”	3Ø3/4”	2Ø3/4”+ 1Ø5/8”
	Inferior	2Ø3/4”	2Ø3/4”	2Ø3/4”+ 1Ø5/8”	2Ø3/4”+ 1Ø5/8”
<b>Entre N2 y N3</b>	Superior	2Ø3/4”	2Ø3/4”	2Ø3/4”	2Ø3/4”
	Inferior	2Ø3/4”	2Ø3/4”	2Ø3/4”+ 1Ø5/8”	2Ø3/4”+ 1Ø5/8”
<b>N3</b>	Superior	2Ø3/4”	2Ø3/4”+ 1Ø5/8”	3Ø3/4”	3Ø3/4”
	Inferior	2Ø3/4”	2Ø3/4”	2Ø3/4”+ 1Ø5/8”	2Ø3/4”+ 1Ø5/8”
<b>Eje H, VP-(0.30X0.55)</b>					
<b>N1</b>	Superior	2Ø3/4”+ 2Ø5/8”	4Ø3/4”+ 1Ø5/8”	4Ø3/4”+ 1Ø5/8”	4Ø3/4”+ 1Ø5/8”
	Inferior	2Ø3/4”+ 2Ø5/8”	4Ø3/4”+ 1Ø5/8”	2Ø3/4”+ 3Ø5/8”	2Ø3/4”+ 3Ø5/8”
<b>Entre N1 y N2</b>	Superior	2Ø3/4”	2Ø3/4”+ 1Ø5/8”	2Ø3/4”+ 1Ø5/8”	2Ø3/4”+ 1Ø5/8”
	Inferior	2Ø3/4”	2Ø3/4”+ 1Ø5/8”	2Ø3/4”+ 1Ø5/8”	2Ø3/4”+ 1Ø5/8”
<b>N2</b>	Superior	2Ø3/4”+ 2Ø5/8”	4Ø3/4”+ 1Ø5/8”	2Ø3/4”+ 3Ø5/8”	2Ø3/4”+ 3Ø5/8”

Inferior	2Ø3/4”+	4Ø3/4”+	4Ø3/4”+	4Ø3/4”+
	2Ø5/8”	1Ø5/8”	1Ø5/8”	1Ø5/8”

Fuente: Propio

**Tabla 48**

*Acero de las vigas principales con datos del Etabs con el ACI 318-19 el área total utilizado*

<b>Diseño de las vigas con datos del Etabs con la N.T.P.</b>					
<b>Eje A VP-(0.30X0.55)</b>					
<b>Nudo</b>	<b>Acero</b>	<b>2do piso (cm2)</b>	<b>3er y 4to piso (cm2)</b>	<b>5to y 6to piso (cm2)</b>	<b>Azotea (cm2)</b>
<b>N1</b>	Superior	5.70	14.25	16.47	15.65
	Inferior	5.70	8.55	8.55	8.55
<b>Entre N1 y N2</b>	Superior	5.70	5.70	5.70	5.97
	Inferior	5.70	8.55	8.55	8.55
<b>N2</b>	Superior	11.40	9.68	11.40	9.95
	Inferior	7.69	8.55	8.55	8.55
<b>Entre N2 y N3</b>	Superior	5.70	5.70	5.70	5.97
	Inferior	5.70	8.55	8.55	8.55
<b>N3</b>	Superior	7.69	14.25	14.25	13.93
	Inferior	7.69	9.68	11.09	8.55
<b>Entre N3 y N4</b>	Superior	5.70			
	Inferior	5.70			
<b>N4</b>	Superior	7.69			
	Inferior	7.69			
<b>Eje B, VP-(0.30X0.55)</b>					
<b>N1</b>	Superior	8.55	8.55	13.66	13.66
	Inferior	8.55	8.55	7.69	7.96
<b>Entre N1 y N2</b>	Superior	8.55	8.55	5.70	5.70
	Inferior	8.55	8.55	7.69	7.96
<b>N2</b>	Superior	14.25	19.95	16.47	13.66

	Inferior	14.25	19.95	10.23	10.50
<b>Eje C, VP-(0.35X0.60)</b>					
<b>N1</b>	Superior	7.69	13.39	15.65	13.39
	Inferior	7.69	7.69	9.68	8.55
<b>Entre N1 y N2</b>	Superior	7.69	7.69	7.69	7.69
	Inferior	7.69	7.69	9.68	8.55
<b>N2</b>	Superior	7.69	10.23	11.67	10.23
	Inferior	7.69	7.69	9.68	8.55
<b>Entre N2 y N3</b>	Superior	7.69	7.69	7.69	7.69
	Inferior	7.69	7.69	9.68	8.55
<b>N3</b>	Superior	7.69	7.69	7.69	7.69
	Inferior	7.69	7.69	9.68	8.55
<b>Entre N3 y N4</b>	Superior	7.69			
	Inferior	7.69			
<b>N4</b>	Superior	7.69			
	Inferior	7.69			
<b>Eje D, Eje E, Eje F y Eje G, VP-(0.30X0.60)</b>					
<b>N1</b>	Superior	7.69	9.68	12.53	10.77
	Inferior	5.70	5.70	7.69	7.69
<b>Entre N1 y N2</b>	Superior	5.70	5.70	5.70	5.70
	Inferior	7.69	7.69	10.23	7.69
<b>N2</b>	Superior	6.97	6.97	8.55	7.69
	Inferior	5.70	5.70	7.69	7.69
<b>Entre N2 y N3</b>	Superior	5.70	5.70	8.55	5.70
	Inferior	5.70	5.70	7.69	7.69
<b>N3</b>	Superior	5.70	7.69	8.55	8.55
	Inferior	5.70	5.70	7.69	7.69
<b>Eje H, VP-(0.30X0.55)</b>					
<b>N1</b>	Superior	9.68	13.39	13.39	13.39
	Inferior	9.68	13.39	11.67	11.67
<b>Entre N1 y N2</b>	Superior	5.70	7.69	7.69	7.69
	Inferior	5.70	7.69	7.69	7.69

<b>N2</b>	Superior	9.68	13.39	11.67	11.67
	Inferior	9.68	13.39	13.39	13.39

Fuente: Propio

Para el diseño de las vigas principales comprobaremos el acero mínimo a emplear en las vigas de sección de 0.30 x 0.55 m. para el cual calcularemos el peralte efectivo de la viga.

$$d = P - \left( r + de + \frac{db}{2} \right)$$

$$d = 55\text{cm} - \left( 4\text{cm} + 0.95\text{cm} + \frac{1.91\text{cm}}{2} \right) = 49.10\text{cm}$$

Acero mínimo:

$$\rho_{min} = \frac{0.7 \times \sqrt{f'c}}{f_y} = \frac{0.7 \times \sqrt{210\text{kg/cm}^2}}{4200 \text{ kg/cm}^2} = 0.0024$$

$$As_{min} = \rho_{min} \times b \times d = 0.0024 \times 30\text{cm} \times 49.1\text{cm}$$

$$As_{min} = 3.54 \text{ cm}^2$$

Así mismo se verificará el acero máximo para las vigas principales de sección de 0.30 x 0.55 m.

Acero máximo:

$$As_{max} = \rho_{max} \times b \times d = 0.75\rho_b \times b \times d$$

$$\rho_b = 0.85\beta \frac{f'c}{f_y} \left( \frac{6000}{6000 + f_y} \right)$$

$$\rho_b = 0.85 \times 0.85 \frac{210}{4200} \left( \frac{6000}{6000 + 4200} \right) = 0.0283$$

$$As_{max} = 0.75 \times 0.0283 \times 30\text{cm} \times 49.10\text{cm}$$

$$As_{max} = 31.26\text{cm}^2$$

Se verifica que el acero empleado es mayor al acero mínimo y menor al acero máximo por lo que es correcto el acero

empleado tanto en el refuerzo positivo como en el refuerzo negativo.

$$As_{min} < As < As_{max}$$

$$3.54\text{cm}^2 < \mathbf{5.70\text{cm}^2} - \mathbf{19.95\text{cm}^2} < 31.26 \quad \mathbf{OK!!}$$

Para el diseño de las vigas principales comprobaremos el acero mínimo a emplear en las vigas de sección de 0.30 x 0.60 m. para el cual calcularemos el peralte efectivo de la viga.

$$d = P - \left( r + de + \frac{db}{2} \right)$$

$$d = 60\text{cm} - \left( 4\text{cm} + 0.95\text{cm} + \frac{1.91\text{cm}}{2} \right) = 54.10\text{cm}$$

Acero mínimo:

$$\rho_{min} = \frac{0.7 \times \sqrt{f'c}}{f_y} = \frac{0.7 \times \sqrt{210\text{kg/cm}^2}}{4200 \text{ kg/cm}^2} = 0.0024$$

$$As_{min} = \rho_{min} \times b \times d = 0.0024 \times 30\text{cm} \times 54.10\text{cm}$$

$$As_{min} = 3.90 \text{ cm}^2$$

Así mismo se verificará el acero máximo para las vigas principales de sección de 0.30 x 0.60 m.

Acero máximo:

$$As_{max} = \rho_{max} \times b \times d = 0.75\rho_b \times b \times d$$

$$\rho_b = 0.85\beta \frac{f'c}{f_y} \left( \frac{6000}{6000 + f_y} \right)$$

$$\rho_b = 0.85 \times 0.85 \frac{210}{4200} \left( \frac{6000}{6000 + 4200} \right) = 0.0283$$

$$As_{max} = 0.75 \times 0.0283 \times 30\text{cm} \times 54.10\text{cm}$$

$$As_{max} = 34.45\text{cm}^2$$

Se verifica que el acero empleado es mayor al acero mínimo y menor al acero máximo por lo que es correcto el acero empleado tanto en el refuerzo positivo como en el refuerzo negativo.

$$A_s \min < A_s < A_s \max$$

$$3.90\text{cm}^2 < \mathbf{5.70\text{cm}^2} - \mathbf{12.53\text{cm}^2} < 34.45 \quad \mathbf{OK!!}$$

Para el diseño de las vigas principales comprobaremos el acero mínimo a emplear en las vigas de sección de 0.35 x 0.60 m. para el cual calcularemos el peralte efectivo de la viga.

$$d = P - \left( r + d_e + \frac{db}{2} \right)$$

$$d = 60\text{cm} - \left( 4\text{cm} + 0.95\text{cm} + \frac{1.91\text{cm}}{2} \right) = 54.10\text{cm}$$

Acero mínimo:

$$\rho_{\min} = \frac{0.7 \times \sqrt{f'_c}}{f_y} = \frac{0.7 \times \sqrt{210\text{kg/cm}^2}}{4200 \text{ kg/cm}^2} = 0.0024$$

$$A_s \min = \rho_{\min} \times b \times d = 0.0024 \times 35\text{cm} \times 54.10\text{cm}$$

$$A_s \min = 4.54 \text{ cm}^2$$

Así mismo se verificará el acero máximo para las vigas principales de sección de 0.35 x 0.60 m.

Acero máximo:

$$A_s \max = \rho_{\max} \times b \times d = 0.75 \rho_b \times b \times d$$

$$\rho_b = 0.85 \beta \frac{f'_c}{f_y} \left( \frac{6000}{6000 + f_y} \right)$$

$$\rho_b = 0.85 \times 0.85 \frac{210}{4200} \left( \frac{6000}{6000 + 4200} \right) = 0.0283$$

$$A_s \max = 0.75 \times 0.0283 \times 35\text{cm} \times 54.10\text{cm}$$

$$As_{max} = 40.19\text{cm}^2$$

Se verifica que el acero empleado es mayor al acero mínimo y menor al acero máximo por lo que es correcto el acero empleado tanto en el refuerzo positivo como en el refuerzo negativo.

$$As_{min} < As < As_{max}$$

$$4.54\text{cm}^2 < 7.69\text{cm}^2 - 15.65\text{cm}^2 < 40.19 \quad \text{OK!!}$$

**Tabla 49**

*Diseño de las vigas secundarias con datos del Etabs con el ACI318-19*

Viga	Resultado		Acero utilizado			
	Etabs		Barra	Acero utilizado		
	As- (cm <sup>2</sup> )	As+ (cm <sup>2</sup> )		As- (cm <sup>2</sup> )	Barra	As+ (cm <sup>2</sup> )
Eje 1	4.92	4.92	2Ø3/4"	5.70	2Ø3/4"	5.70
Eje 2	4.92	4.92	2Ø3/4"	5.70	2Ø3/4"	5.70
Eje 3	4.92	4.92	2Ø3/4"	5.70	2Ø3/4"	5.70

*Fuente: Propio*

Para el diseño de las vigas secundarias comprobaremos el acero mínimo a emplear en las vigas de sección de 0.30 x 0.55 m. para el cual calcularemos el peralte efectivo de la viga.

$$d = P - \left( r + d_e + \frac{db}{2} \right)$$

$$d = 55\text{cm} - \left( 4\text{cm} + 0.95\text{cm} + \frac{1.91\text{cm}}{2} \right) = 49.10\text{cm}$$

Acero mínimo:

$$\rho_{min} = \frac{0.7 \times \sqrt{f'_c}}{f_y} = \frac{0.7 \times \sqrt{210\text{kg/cm}^2}}{4200\text{kg/cm}^2} = 0.0024$$



$$As_{min} = \rho_{min} \times b \times d = 0.0024 \times 30cm \times 49.10cm$$

$$As_{min} = 3.54 cm^2$$

Así mismo se verificará el acero máximo para las vigas secundarias de sección de 0.30 x 0.55 m.

Acero máximo:

$$As_{max} = \rho_{max} \times b \times d = 0.75\rho_b \times b \times d$$

$$\rho_b = 0.85\beta \frac{f'_c}{f_y} \left( \frac{6000}{6000 + f_y} \right)$$

$$\rho_b = 0.85 * 0.85 \frac{210}{4200} \left( \frac{6000}{6000 + 4200} \right) = 0.0283$$

$$As_{max} = 0.75 * 0.0283 * 30cm * 49.10cm$$

$$As_{max} = 31.26cm^2$$

Se verifica que el acero empleado es mayor al acero mínimo y menor al acero máximo por lo que es correcto el acero empleado tanto en el refuerzo positivo como en el refuerzo negativo.

$$As_{min} < As < As_{max}$$

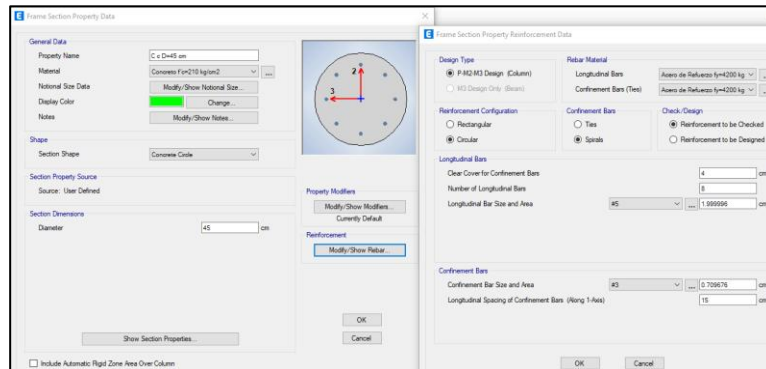
$$3.54cm^2 < 5.70cm^2 < 31.26 \quad \text{OK!!}$$

#### 4.2.3.2.2. Diseño de columnas

Para mostrar la diferencia de la comparación tomaremos las columnas del primer piso ya que estas columnas reciben la mayor carga.

**Figura 52**

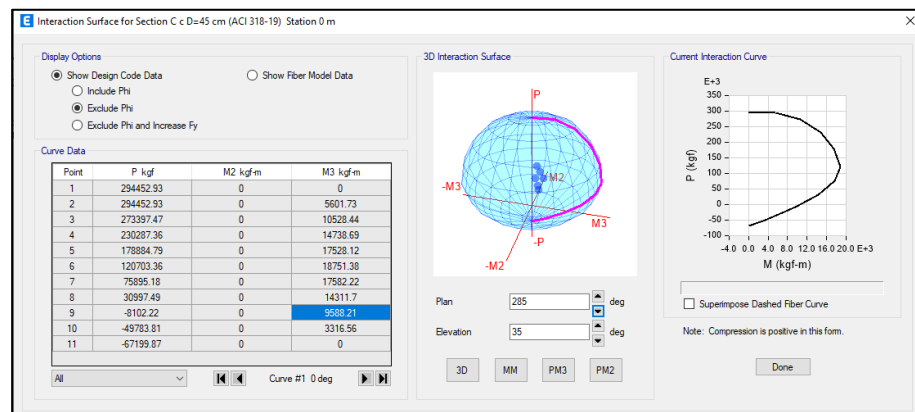
*Diseño de columna circular con Etabs usando el ACI 318-19*



*Fuente: Propio*

**Figura 53**

*Diagrama de interacción columna circular con Etabs usando el ACI 318-19*



*Fuente: Propio*

Se realizó la comprobación de forma manual con todas las combinaciones de carga axial de acuerdo el ACI 318-19 para el cual en la columna circular de diámetro de 45 cm. se está utilizando 8 varillas de 5/8” teniendo la cuantía de 1.00%.

Para realizar el diagrama de interacción de diseño copiaremos los datos (“Include Phi”) y (“Exclude Phi”) del software Etabs.

**Tabla 50***Combinaciones de diseño del Etabs con el ACI 318-19*

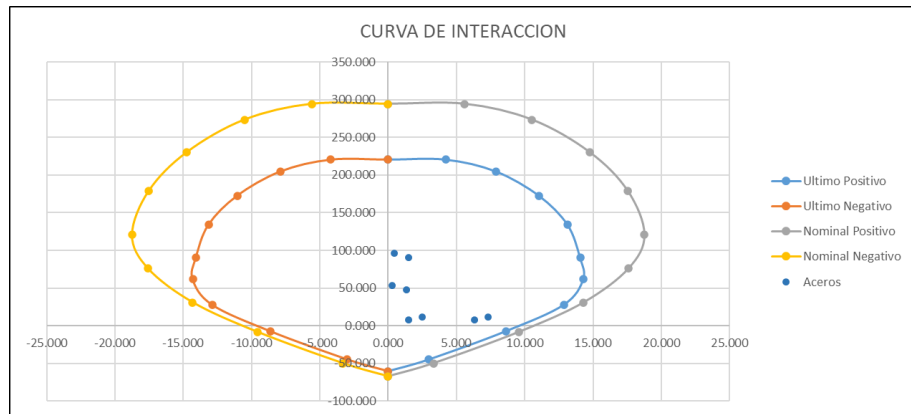
<b>Story</b>	<b>Load Case/Combo</b>	<b>Station m</b>	<b>P kgf</b>	<b>V2 kgf</b>	<b>V3 kgf</b>	<b>T kgf-m</b>	<b>M2 kgf-m</b>	<b>M3 ton-m</b>	<b>P Ton</b>
Story1	1.2CM+CV+EX	0.000	-11404.74	6905.970	1097.790	128.150	1267.730	7.322	11.405
Story1	1.2CM+CV+EY	0.000	-11647.76	2276.230	2567.440	-21.750	2803.440	2.479	11.648
Story1	0.9CM+EX	0.000	-7740.830	6074.120	896.920	142.910	940.500	6.336	7.741
Story1	0.9CM+EY	0.000	-7983.850	1444.390	2366.560	-7.000	2476.200	1.493	7.984
Story1	1.2CM+CV+EX	0.000	-91009.71	1257.250	527.900	29.030	510.550	1.498	91.010
Story1	1.2CM+CV+EY	0.000	-96728.13	580.350	796.100	-0.290	917.130	0.462	96.728
Story1	0.9CM+EX	0.000	-47402.05	1013.760	336.640	30.310	354.140	1.318	47.402
Story1	0.9CM+EY	0.000	-53120.47	336.870	604.840	0.990	760.720	0.282	53.120

*Fuente:* Propio

Con las combinaciones de diseño extraídos procederemos a graficar el diagrama de interacción de la columna circular de 0.45m de diámetro.

**Figura 54**

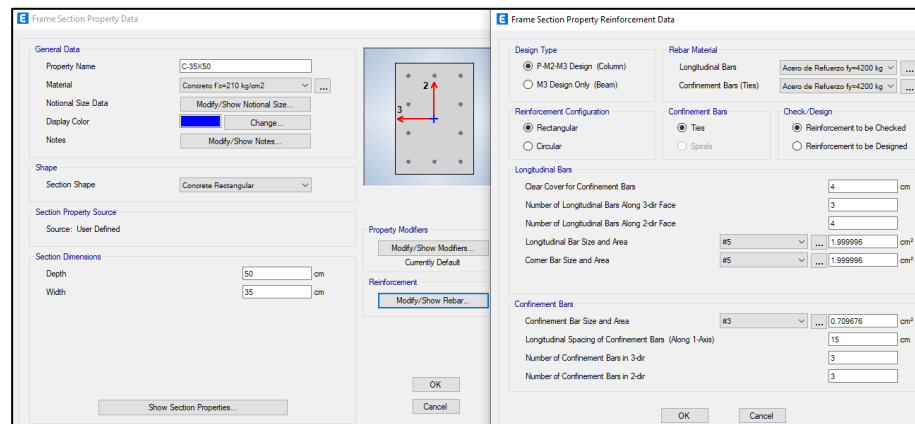
*Diagrama de interacción columna circular usando el ACI 318-19*



*Fuente: Propio*

**Figura 55**

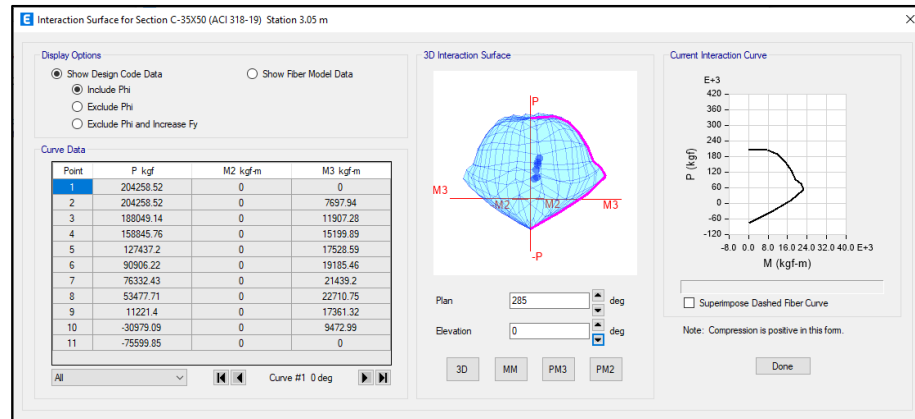
*Diseño de columna rectangular de 0.35x0.50 m con Etabs usando el ACI 318-19*



*Fuente: Propio*

**Figura 56**

*Diagrama de interacción columna rectangular de 0.35 x 0.50 m. con Etabs usando el ACI 318-19.*



*Fuente: Propio*

Se realizo la comprobación de forma manual con todas las combinaciones de carga axial de acuerdo el ACI 318-19. para el cual en la columna rectangular de 0.35 x 0.50 m. se está utilizando 10 varillas de 5/8” teniendo la cuantía de 1.14%.

Para realizar el diagrama de interacción de diseño copiaremos los datos (“Include Phi”) y (“Exclude Phi”) del software Etabs.

**Tabla 51***Combinaciones de diseño del Etabs con el ACI 318-19*

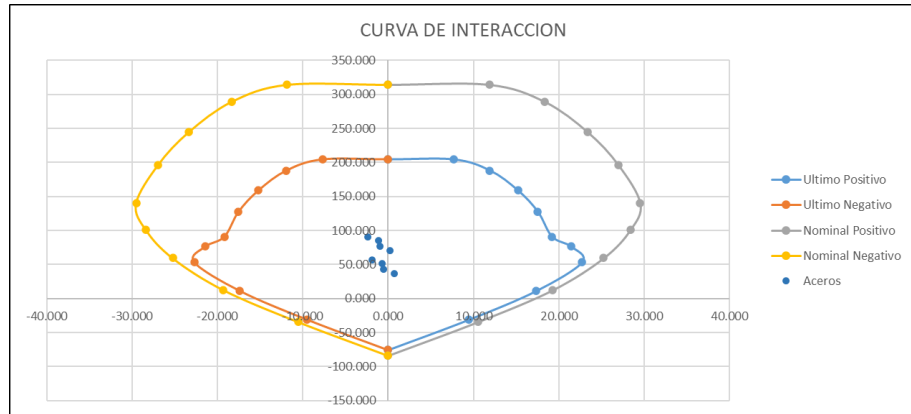
<b>Story</b>	<b>Load Case/Combo</b>	<b>Station m</b>	<b>P kgf</b>	<b>V2 kgf</b>	<b>V3 kgf</b>	<b>T kgf-m</b>	<b>M2 kgf-m</b>	<b>M3 ton-m</b>	<b>P Ton</b>
Story1	1.2CM+CV+EX	0.000	-70943.61	-814.820	457.930	29.260	511.800	0.207	70.944
Story1	1.2CM+CV+EX	0.000	-90755.60	-1696.66	28.440	-34.990	-81.600	-2.34	90.756
Story1	1.2CM+CV+EY	0.000	-76613.47	-1212.13	594.470	-0.290	735.140	-0.98	76.613
Story1	1.2CM+CV+EY	0.000	-85085.74	-1299.35	-108.100	-5.440	-304.940	-1.15	85.086
Story1	0.9CM+EX	0.000	-37008.74	-252.560	355.900	30.550	421.820	0.687	37.009
Story1	0.9CM+EX	0.000	-56820.74	-1134.40	-73.590	-33.700	-171.580	-1.86	56.821
Story1	0.9CM+EY	0.000	-42678.60	-649.870	492.440	1.000	645.160	-0.50	42.679
Story1	0.9CM+EY	0.000	-51150.87	-737.090	-210.130	-4.150	-394.920	-0.67	51.151

*Fuente:* Propio

Con las combinaciones de diseño extraídos procederemos a graficar el diagrama de interacción de la columna rectangular de 0.35 x 0.50m

**Figura 57**

*Diagrama de interacción columna rectangular de 0.35 x 0.50m. usando el ACI 318-19*



*Fuente: Propio*

#### **4.2.3.3. Diseño de la estructura en el software Cypecad con el NTE. E-060**

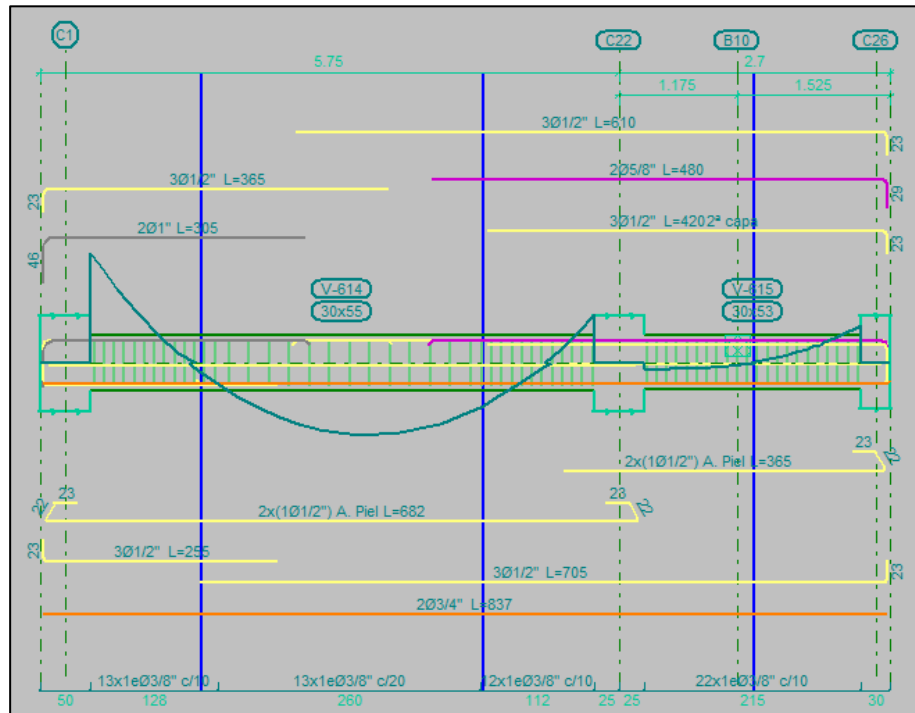
El software Cypecad realiza el diseño de los elementos estructurales mediante el método de elementos finitos, y arroja como resultado las varillas por cada elemento estructural que se utilizaran para la ejecución de la estructura (obra). Para el diseño de los elementos estructurales con la norma N.T.P. E-060.

##### **4.2.3.3.1. Diseño de las vigas**

El software Cypecad arroja como resultado del diseño de las vigas la cantidad de varillas mínimas tanto acero positivo como acero negativo que necesita la estructura para la ejecución.

**Figura 58**

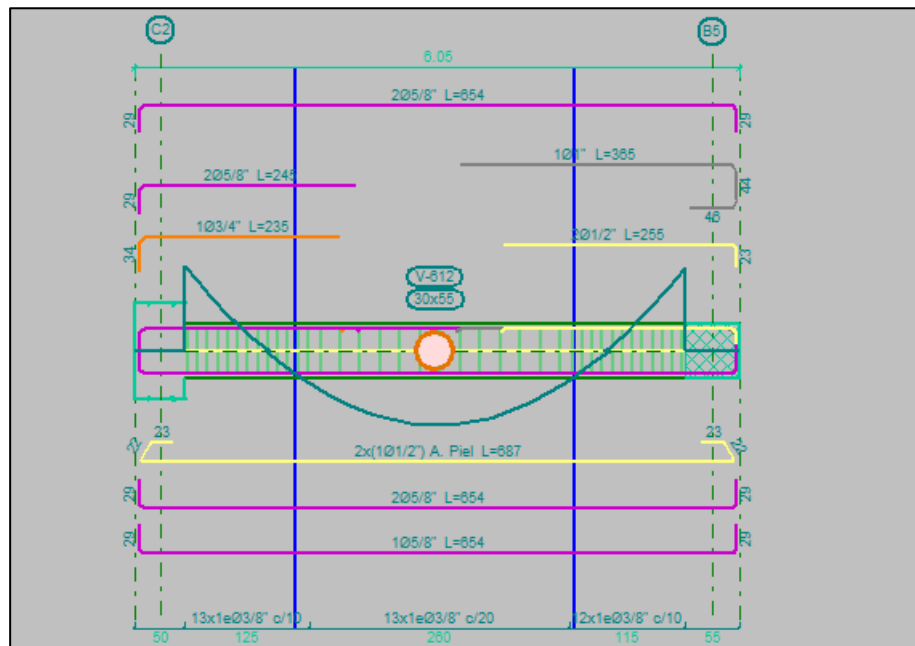
*Viga principal del eje A VP-(0.30X0.55) sexto piso*



*Fuente: Propio*

**Figura 59**

*Viga principal del eje B VP-(0.30X0.55) sexto piso*

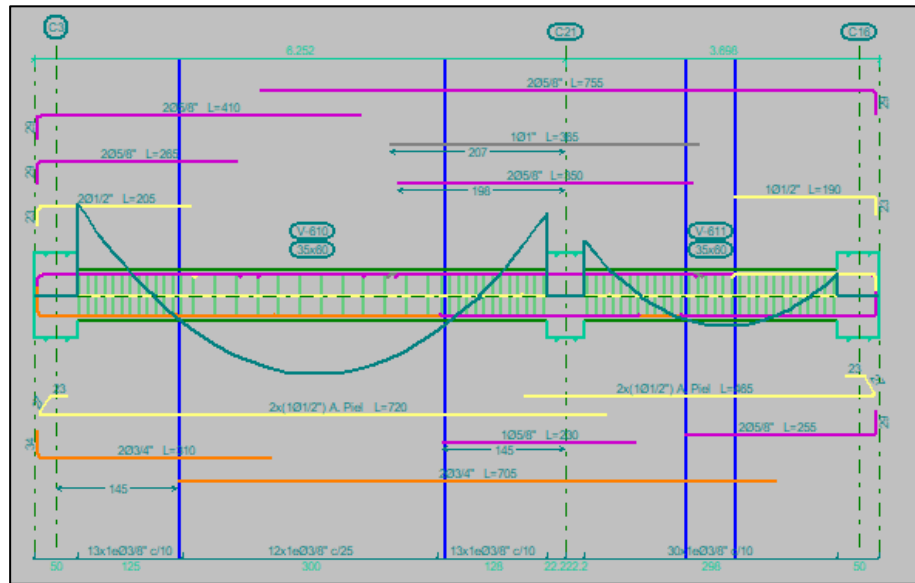


*Fuente: Propio*



**Figura 60**

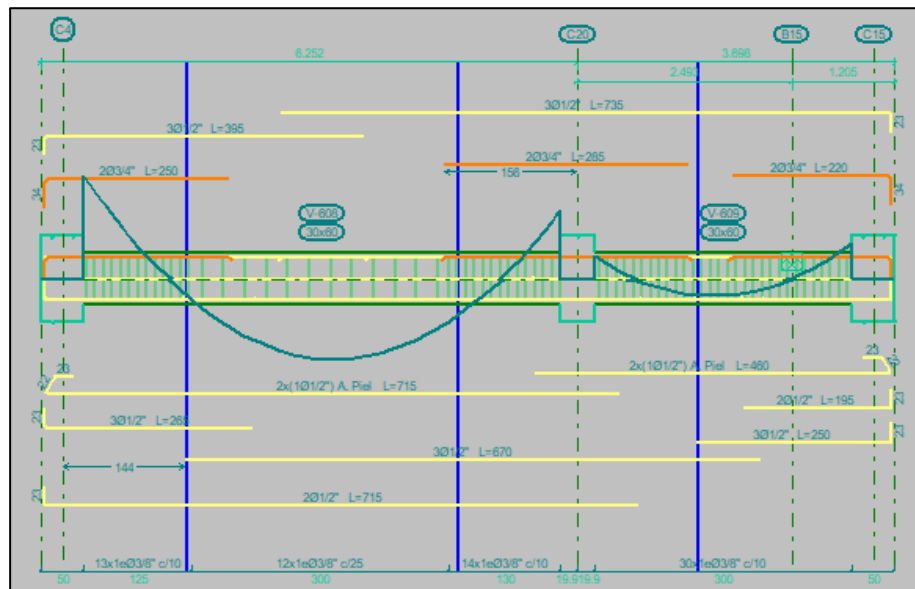
*Viga principal del eje C VP-(0.35X0.60) sexto piso*



*Fuente: Propio*

**Figura 61**

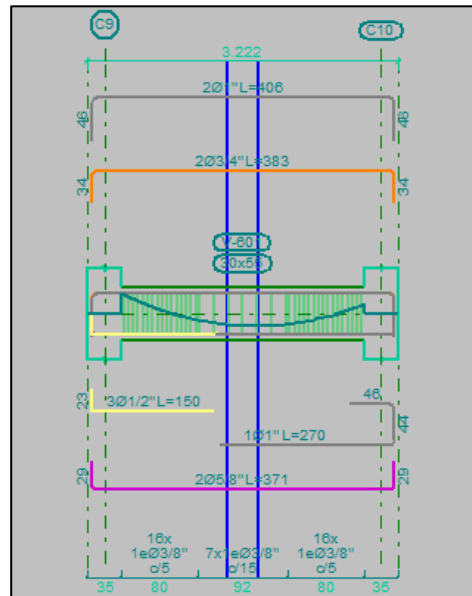
*Viga principal del eje D, eje E, eje F y eje G VP-(0.30X0.60) sexto piso*



*Fuente: Propio*

**Figura 62**

*Viga principal del eje H VP-(0.30X0.55) sexto piso*



*Fuente: Propio*

**Tabla 52**

*Cantidad de acero en las vigas principales*

<b>Eje A VP-(0.30X0.55)</b>					
<b>Nudo</b>	<b>Acero</b>	<b>2do piso (cm2)</b>	<b>3er y 4to piso (cm2)</b>	<b>5to y 6to piso (cm2)</b>	<b>Azotea (cm2)</b>
<b>N1</b>	Superior	7.79	11.47	13.95	11.60
	Inferior	6.35	6.35	9.51	6.35
<b>Entre N1 y N2</b>	Superior	7.79	3.81	7.62	7.79
	Inferior	6.35	9.78	9.51	9.51
<b>N2</b>	Superior	7.79	13.95	11.60	7.79
	Inferior	6.35	9.78	9.51	9.51
<b>Entre N2 y N3</b>	Superior	6.35	13.95	11.60	7.79
	Inferior	10.16	9.78	9.51	15.21
<b>N3</b>	Superior	10.33	13.95	11.60	11.60
	Inferior	6.35	9.78	9.51	15.21
	Superior	10.33			

<b>Entre N3 y N4</b>	Inferior	9.51			
<b>N4</b>	Superior	10.33			
	Inferior	9.61			
<b>Eje B, VP-(0.30X0.55)</b>					
<b>N1</b>	Superior	3.98	9.51	10.81	9.51
	Inferior	10.14	6.35	5.97	5.25
<b>Entre N1 y N2</b>	Superior	9.68	3.81	3.98	5.70
	Inferior	10.14	6.35	5.97	3.98
<b>N2</b>	Superior	9.68	11.43	11.59	9.51
	Inferior	10.14	6.35	5.97	5.25
<b>Eje C, VP-(0.35X0.60)</b>					
<b>N1</b>	Superior	8.51	9.95	10.50	9.05
	Inferior	7.07	5.70	5.07	5.70
<b>Entre N1 y N2</b>	Superior	8.51	9.95	7.96	7.96
	Inferior	7.07	7.79	11.40	5.70
<b>N2</b>	Superior	8.51	11.94	13.03	10.95
	Inferior	7.07	7.79	7.69	7.69
<b>Entre N2 y N3</b>	Superior	5.08	3.98	9.05	6.52
	Inferior	6.35	7.96	9.68	5.70
<b>N3</b>	Superior	7.61	5.25	5.25	3.81
	Inferior	6.35	3.98	3.98	2.54
<b>Entre N3 y N4</b>	Superior	7.61			
	Inferior	6.52			
<b>N4</b>	Superior	4.53			
	Inferior	3.98			
<b>Eje D, Eje E, Eje F y Eje G, VP-(0.30X0.60)</b>					
<b>N1</b>	Superior	5.39	7.07	9.51	6.35
	Inferior	5.08	4.53	6.35	3.81
<b>Entre N1 y N2</b>	Superior	5.08	5.08	7.62	5.08
	Inferior	5.08	4.53	6.35	3.98
<b>N2</b>	Superior	8.51	8.51	15.16	7.79

	Inferior	4.53	4.53	6.35	5.25
<b>Entre</b>	Superior	2.54	8.51	3.81	4.53
<b>N2 y N3</b>	Inferior	5.08	5.08	7.62	3.98
<b>N3</b>	Superior	3.81	4.53	9.51	6.52
	Inferior	2.54	2.54	6.35	5.42
<b>Eje H, VP-(0.30X0.55)</b>					
<b>N1</b>	Superior	11.60	8.51	15.84	8.51
	Inferior	10.16	7.79	7.79	3.81
<b>Entre</b>	Superior	11.60	5.97	15.84	5.97
<b>N1 y N2</b>	Inferior	10.16	3.81	9.05	3.81
<b>N2</b>	Superior	11.60	8.51	15.84	8.51
	Inferior	10.16	7.79	9.05	7.79

Fuente: Propio

Para el diseño de las vigas principales comprobaremos el acero mínimo a emplear en las vigas de sección de 0.30 x 0.60 m. para el cual calcularemos el peralte efectivo de la viga.

$$d = P - \left( r + d_e + \frac{db}{2} \right)$$

$$d = 60\text{cm} - \left( 4\text{cm} + 0.95\text{cm} + \frac{1.91\text{cm}}{2} \right) = 54.10\text{cm}$$

Acero mínimo:

$$\rho_{min} = \frac{0.7 \times \sqrt{f'_c}}{f_y} = \frac{0.7 \times \sqrt{210\text{kg/cm}^2}}{4200 \text{ kg/cm}^2} = 0.0024$$

$$A_{s \min} = \rho_{\min} \times b \times d = 0.0024 \times 30\text{cm} \times 54.10\text{cm}$$

$$A_{s \min} = 3.90 \text{ cm}^2$$

Así mismo se verificará el acero máximo para las vigas principales de sección de 0.30 x 0.60 m.

Acero máximo:

$$A_{s \max} = \rho_{\max} \times b \times d = 0.75\rho_b \times b \times d$$

$$\rho_b = 0.85\beta \frac{f'_c}{f_y} \left( \frac{6000}{6000 + f_y} \right)$$

$$\rho_b = 0.85 * 0.85 \frac{210}{4200} \left( \frac{6000}{6000 + 4200} \right) = 0.0283$$

$$As_{max} = 0.75 * 0.0283 * 30cm * 54.10cm$$

$$As_{max} = 34.45cm^2$$

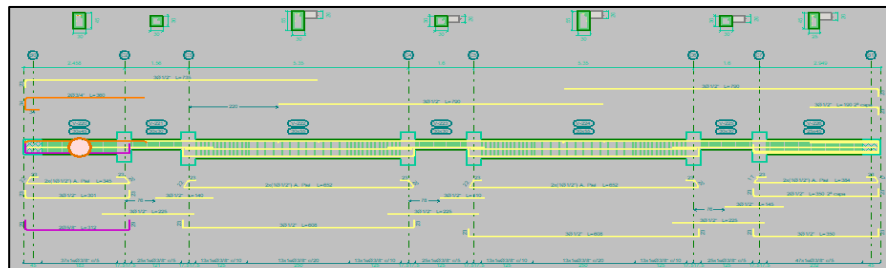
Se verifica que el acero empleado es mayor al acero mínimo y menor al acero máximo por lo que es correcto el acero empleado tanto en el refuerzo positivo como en el refuerzo negativo.

$$As_{min} < As < As_{max}$$

$$3.90cm^2 < 7.62cm^2 < 34.45 \quad \text{OK!!}$$

**Figura 63**

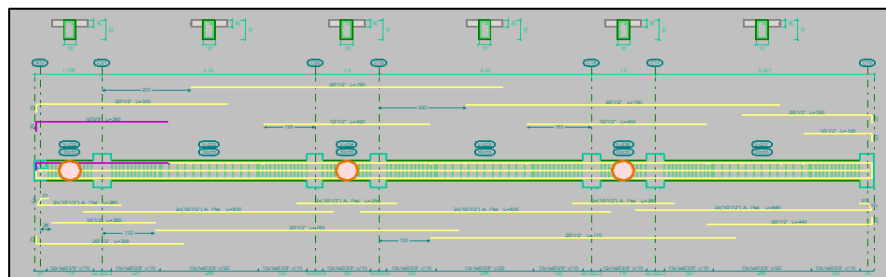
*Viga secundaria del eje 1*



*Fuente: Propio*

**Figura 64**

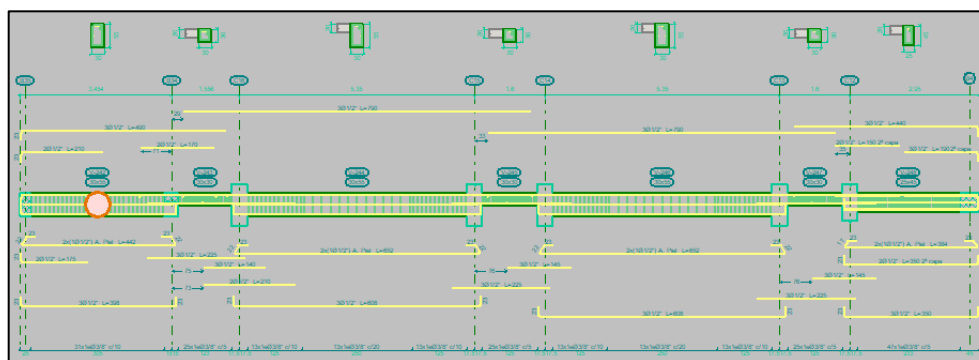
*Viga secundaria del eje 2*



*Fuente: Propio*

**Figura 65**

*Viga secundaria del eje 3*



*Fuente: Propio*

**Tabla 53**

*Cantidad de acero en las vigas secundarias*

Viga	Varillas (und)		Área (cm <sup>2</sup> )	
	As-	As+	As-	As+
Eje 1	3Ø1/2"	3Ø1/2"	3.81	3.81
Eje 2	3Ø1/2"	3Ø1/2"	3.81	3.81
Eje 3	3Ø1/2"	3Ø1/2"	3.81	3.81

*Fuente: Propio*

Para el diseño de las vigas secundarias comprobaremos el acero mínimo a emplear en las vigas de sección de 0.30 x 0.55 m. para el cual calcularemos el peralte efectivo de la viga.

$$d = P - \left( r + de + \frac{db}{2} \right)$$

$$d = 55\text{cm} - \left( 4\text{cm} + 0.95\text{cm} + \frac{1.91\text{cm}}{2} \right) = 49.10\text{cm}$$

Acero mínimo:

$$\rho_{min} = \frac{0.7 \times \sqrt{f'c}}{f_y} = \frac{0.7 \times \sqrt{210\text{kg/cm}^2}}{4200 \text{ kg/cm}^2} = 0.0024$$

$$As_{min} = \rho_{min} \times b \times d = 0.0024 \times 30cm \times 49.10cm$$

$$As_{min} = 3.54 cm^2$$

Así mismo se verificará el acero máximo para las vigas secundarias de sección de 0.30 x 0.55 m.

Acero máximo:

$$As_{max} = \rho_{max} \times b \times d = 0.75\rho_b \times b \times d$$

$$\rho_b = 0.85\beta \frac{f'_c}{f_y} \left( \frac{6000}{6000 + f_y} \right)$$

$$\rho_b = 0.85 * 0.85 \frac{210}{4200} \left( \frac{6000}{6000 + 4200} \right) = 0.0283$$

$$As_{max} = 0.75 * 0.0283 * 30cm * 49.10cm$$

$$As_{max} = 31.26cm^2$$

Se verifica que el acero empleado es mayor al acero mínimo y menor al acero máximo por lo que es correcto el acero empleado tanto en el refuerzo positivo como en el refuerzo negativo.

$$As_{min} < As < As_{max}$$

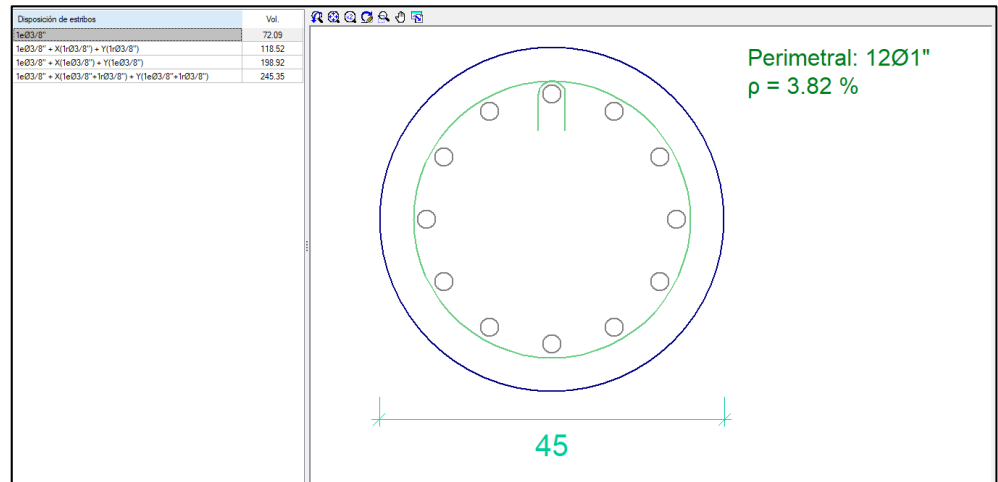
$$3.54cm^2 < \mathbf{3.81cm^2} < 31.26 \quad \mathbf{OK!!}$$

#### 4.2.3.3.2. *Diseño de columnas*

El software Cypecad calcula la cantidad de acero en varillas a utilizar en las columnas.

**Figura 66**

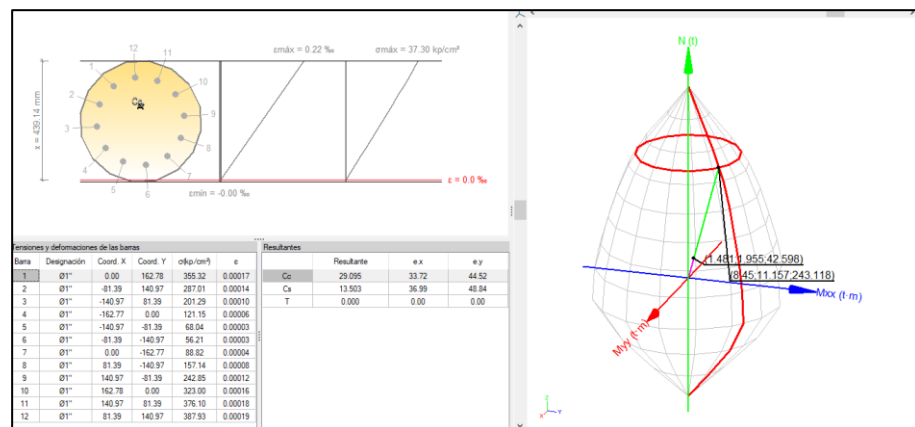
*Cuantía de acero de refuerzo en la columna circular de  $D=0.45m$*



Fuente: Propio

**Figura 67**

*Diagrama de interacción de la columna circular de  $D=0.45m$*

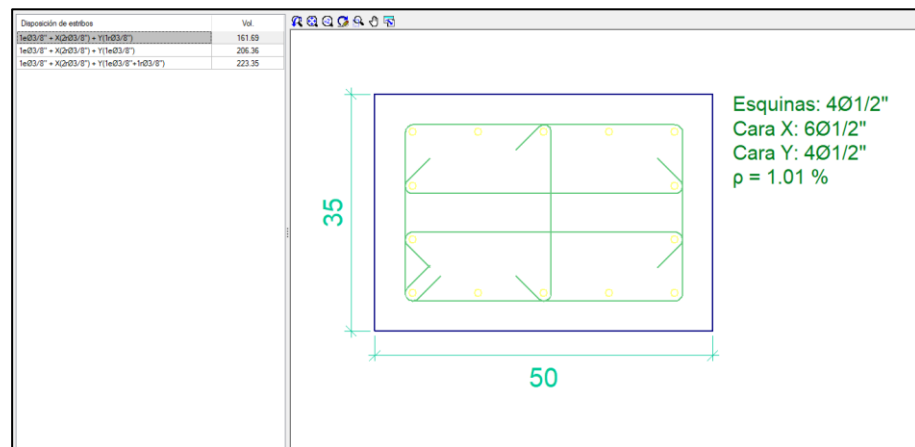


Fuente: Propio



**Figura 68**

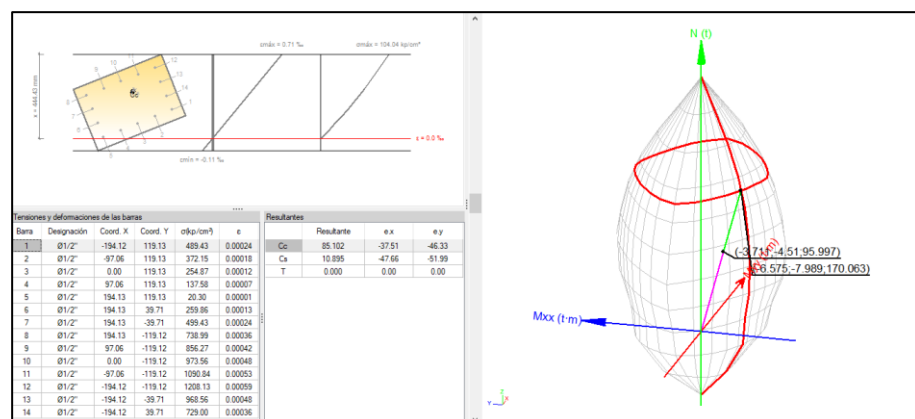
*Cuantía de acero de refuerzo en la columna rectangular de 0.35 x0.50m*



Fuente: Propio

**Figura 69**

*Diagrama de interacción de la columna rectangular de 0.35 x0.50m*



Fuente: Propio

### 4.3. Prueba de Hipótesis

Se realizó el análisis estructural de la edificación en ambos softwares, dando como resultado que la edificación está por debajo del desplazamiento relativo máximo el cual es de 0.007m. que indica la norma E-030 Sismo resistente.

Los resultados que se obtuvieron después de realizar el diseño de los elementos estructurales utilizando el método de elementos finitos en los softwares de calculo estructural, empleando el Reglamento Nacional de Edificaciones y el American Concrete Institute fueron semejantes, con pequeñas variaciones debido a los factores de las combinaciones de carga que utilizan cada normativa, así mismo también se debió factores de reducción de resistencia que utilizan cada normativa.

#### **4.4. Discusión de resultados**

De acuerdo el objetivo general planteado, fue comparar el comportamiento estructural de una edificación de 6 niveles utilizando el método de elementos finitos, empleando el Reglamento Nacional de Edificaciones y el American Concrete Institute de manera que sea estructuralmente funcional en Pasco 2023.

Para lo cual se realizó la comparación de las vigas principales ya que ellas son las que reciban las mayores cargas de la estructura, como también se realizó la comparación por cada nivel para poder ver la diferencia y de esta manera comparar los resultados finales.

**Tabla 54**

*Eje A VP-(0.30X0.55)*

Eje A VP-(0.30X0.55)																	
Nudo	Acero	2do piso (cm2)				3er y 4to piso (cm2)				5to y 6to piso (cm2)				Azotea (cm2)			
		RNE	ACI	Dif.	Acero a Usar	RNE	ACI	Dif.	Acero a Usar	RNE	ACI	Dif.	Acero a Usar	RNE	ACI	Dif.	Acero a Usar
<b>N1</b>	Superior	4.92	4.92	0	2Ø3/4"	14.28	13.75	0.53	5Ø3/4"	16.21	15.45	0.76	4Ø3/4"+ 1Ø1"	15.84	15.18	0.66	5Ø5/8"+ 2Ø3/4"
	Inferior	4.92	4.92	0	2Ø3/4"	8.59	8.3	0.29	3Ø3/4"	8.7	8.37	0.33	3Ø3/4"	8.57	8.27	0.3	3Ø3/4"
<b>Entre N1 y N2</b>	Superior	4.92	4.92	0	2Ø3/4"	5.74	5.55	0.19	2Ø3/4"	5.62	5.45	0.17	2Ø3/4"	5.81	5.65	0.16	3Ø5/8"
	Inferior	4.92	4.92	0	2Ø3/4"	7.19	7	0.19	3Ø3/4"	7.48	7.16	0.32	3Ø3/4"	7.47	7.2	0.27	3Ø3/4"
<b>N2</b>	Superior	10.99	10.68	0.31	4Ø3/4"	9.47	9.35	0.12	2Ø3/4"+ 2Ø5/8"	10.1	9.92	0.18	4Ø3/4"	9.35	9.22	0.13	5Ø5/8"
	Inferior	6.82	6.68	0.14	2Ø3/4"+ 1Ø5/8"	7.74	7.59	0.15	3Ø3/4"	8.32	8.18	0.14	3Ø3/4"	8.73	8.6	0.13	3Ø3/4"
<b>Entre N2 y N3</b>	Superior	4.92	4.92	0	2Ø3/4"	6.76	6.62	0.14	2Ø3/4"	6.57	6.52	0.05	2Ø3/4"	6.19	6.12	0.07	3Ø5/8"
	Inferior	5.6	5.44	0.16	2Ø3/4"	6.08	6.07	0.01	3Ø3/4"	5.74	5.74	0	3Ø3/4"	5.15	5.34	0.19	3Ø3/4"
<b>N3</b>	Superior	6.34	6.34	0	2Ø3/4"+ 1Ø5/8"	13.82	13.52	0.3	5Ø3/4"	13.18	12.95	0.23	5Ø3/4"	12.35	12.12	0.23	7Ø5/8"
	Inferior	6.93	6.88	0.05	2Ø3/4"+ 1Ø5/8"	10.24	10.22	0.02	2Ø3/4"+ 2Ø1/2"	9.15	9.15	0	3Ø3/4"+ 2Ø1/2"	7.45	8.2	0.75	3Ø3/4"
<b>Entre N3 y N4</b>	Superior	5.49	5.44	0.05	2Ø3/4"												
	Inferior	5.31	5.26	0.05	2Ø3/4"												
<b>N4</b>	Superior	7.65	7.6	0.05	2Ø3/4"+ 1Ø5/8"												
	Inferior	7.68	7.63	0.05	2Ø3/4"+ 1Ø5/8"												

Fuente: Propio

**Tabla 55**

*Eje B VP-(0.30X0.55)*

<b>Eje B, VP-(0.30X0.55)</b>																	
<b>Nudo</b>	<b>Acero</b>	<b>2do piso (cm2)</b>				<b>3er y 4to piso (cm2)</b>				<b>5to y 6to piso (cm2)</b>				<b>Azotea (cm2)</b>			
		<b>RNE</b>	<b>ACI</b>	<b>Dif.</b>	<b>Acero a Usar</b>	<b>RNE</b>	<b>ACI</b>	<b>Dif.</b>	<b>Acero a Usar</b>	<b>RNE</b>	<b>ACI</b>	<b>Dif.</b>	<b>Acero a Usar</b>	<b>RNE</b>	<b>ACI</b>	<b>Dif.</b>	<b>Acero a Usar</b>
<b>N1</b>	Superior	6.09	6.08	0.01	3Ø3/4"	4.92	4.92	0	3Ø3/4"	13.14	12.65	0.49	2Ø3/4"+ 4Ø5/8"	12.58	12.08	0.5	2Ø3/4"+ 4Ø5/8"
	Inferior	5.78	5.79	0.01	3Ø3/4"	4.92	4.92	0	3Ø3/4"	7.33	7.14	0.19	2Ø3/4"+ 1Ø5/8"	7.09	6.83	0.26	4Ø5/8"
<b>Entre N1 y N2</b>	Superior	7.7	7.6	0.1	3Ø3/4"	8.14	8.06	0.08	3Ø3/4"	5.25	5.39	0.14	2Ø3/4"	5.34	5.29	0.05	2Ø3/4"
	Inferior	7.28	7.18	0.1	3Ø3/4"	8.16	8.07	0.09	3Ø3/4"	7.69	7.27	0.42	2Ø3/4"+ 1Ø5/8"	7.47	7.31	0.16	4Ø5/8"
<b>N2</b>	Superior	13.06	13.06	0	5Ø3/4"	18.61	18.69	0.08	7Ø3/4"	15.16	14.58	0.58	4Ø3/4"+ 1Ø1"	13.54	13.17	0.37	2Ø3/4"+ 4Ø5/8"
	Inferior	13.67	13.56	0.11	5Ø3/4"	18.42	18.47	0.05	7Ø3/4"	9.49	9.38	0.11	2Ø3/4"+ 1Ø5/8"+ 2Ø1/2"	9.41	9.31	0.1	4Ø5/8"+ 2Ø1/2"

*Fuente: Propio*

**Tabla 56**

*Eje C VP-(0.35X0.60)*

<b>Eje C, VP-(0.35X0.60)</b>																	
<b>Nudo</b>	<b>Acero</b>	<b>2do piso (cm2)</b>				<b>3er y 4to piso (cm2)</b>				<b>5to y 6to piso (cm2)</b>				<b>Azotea (cm2)</b>			
		<b>RNE</b>	<b>ACI</b>	<b>Dif.</b>	<b>Acero a Usar</b>	<b>RNE</b>	<b>ACI</b>	<b>Dif.</b>	<b>Acero a Usar</b>	<b>RNE</b>	<b>ACI</b>	<b>Dif.</b>	<b>Acero a Usar</b>	<b>RNE</b>	<b>ACI</b>	<b>Dif.</b>	<b>Acero a Usar</b>
<b>N1</b>	Superior	6.33	6.33	0	2Ø3/4”+ 1Ø5/8”	12.1	11.82	0.28	4Ø3/4”+ 1Ø5/8”	15.3	14.78	0.52	2Ø3/4”+ 5Ø5/8”	12.65	12.47	0.18	4Ø3/4”+ 1Ø5/8”
	Inferior	6.33	6.33	0	2Ø3/4”+ 1Ø5/8”	7.6	7.53	0.07	2Ø3/4”+ 1Ø5/8”	9.22	9.04	0.18	2Ø3/4”+ 2Ø5/8”	7.37	7.39	0.02	3Ø3/4”
<b>Entre N1 y N2</b>	Superior	6.44	6.33	0.11	2Ø3/4”+ 1Ø5/8”	6.33	6.33	0	2Ø3/4”+ 1Ø5/8”	6.33	6.33	0	2Ø3/4”+ 1Ø5/8”	6.33	6.33	0	2Ø3/4”+ 1Ø5/8”
	Inferior	6.33	6.33	0	2Ø3/4”+ 1Ø5/8”	7.55	7.36	0.19	2Ø3/4”+ 1Ø5/8”	8.75	8.5	0.25	2Ø3/4”+ 2Ø5/8”	7.9	7.74	0.16	3Ø3/4”
<b>N2</b>	Superior	6.95	7.42	-0.47	2Ø3/4”+ 1Ø5/8”	10.09	9.97	0.12	2Ø3/4”+ 1Ø5/8”	11.32	11.05	0.27	2Ø3/4”+ 3Ø5/8”	8.68	8.78	0.1	2Ø3/4”+ 1Ø5/8”+ 2Ø1/2”
	Inferior	6.33	6.33	0	2Ø3/4”+ 1Ø5/8”	7.06	7.09	0.03	2Ø3/4”+ 1Ø5/8”+ 2Ø1/2”	7.96	7.97	- 0.01	2Ø3/4”+ 2Ø5/8”	7.95	7.86	0.09	3Ø3/4”
<b>Entre N2 y N3</b>	Superior	8.45	8.36	0.09	2Ø3/4”+ 1Ø5/8”	6.33	6.33	0	2Ø3/4”+ 1Ø5/8”	6.33	6.33	0	2Ø3/4”+ 1Ø5/8”	6.33	6.33	0	2Ø3/4”+ 1Ø5/8”
	Inferior	6.78	6.61	0.17	2Ø3/4”+ 1Ø5/8”	6.33	6.33	0	2Ø3/4”+ 1Ø5/8”	6.33	6.33	0	2Ø3/4”+ 2Ø5/8”	6.33	6.33	0	3Ø3/4”
<b>N3</b>	Superior	7.06	6.9	0.16	2Ø3/4”+ 1Ø5/8”	6.33	6.33	0	2Ø3/4”+ 1Ø5/8”	6.33	6.33	0	2Ø3/4”+ 1Ø5/8”	6.33	6.33	0	2Ø3/4”+ 1Ø5/8”
	Inferior	6.85	6.69	0.16	2Ø3/4”+ 1Ø5/8”	6.33	6.33	0	2Ø3/4”+ 1Ø5/8”	6.33	6.33	0	2Ø3/4”+ 2Ø5/8”	6.33	6.33	0	3Ø3/4”

<b>Entre N3 y N4</b>	Superior	6.33	6.33	0	2Ø3/4"+ 1Ø5/8"
	Inferior	6.33	6.33	0	2Ø3/4"+ 1Ø5/8"
<b>N4</b>	Superior	6.33	6.33	0	2Ø3/4"+ 1Ø5/8"
	Inferior	6.33	6.33	0	2Ø3/4"+ 1Ø5/8"

Fuente: Propio

**Tabla 57**

Eje D, Eje E, Eje F, Eje G, VP-(0.30X0.60)

Nudo	Acero	Eje D, Eje E, Eje F y Eje G, VP-(0.30X0.60)															
		2do piso (cm2)				3er y 4to piso (cm2)				5to y 6to piso (cm2)				Azotea (cm2)			
		RNE	ACI	Dif.	Acero a Usar	RNE	ACI	Dif.	Acero a Usar	RNE	ACI	Dif.	Acero a Usar	RNE	ACI	Dif.	Acero a Usar
<b>N1</b>	Superior	7.63	7.21	0.42	2Ø3/4"+ 1Ø5/8"	9.58	9.17	0.41	2Ø3/4"+ 2Ø5/8"	12.31	11.67	0.64	3Ø3/4"+ 2Ø5/8"	10.12	9.53	0.59	2Ø3/4"+ 1Ø1"
	Inferior	5.42	5.42	0	2Ø3/4"	5.79	5.63	0.16	2Ø3/4"	7.21	6.93	0.28	2Ø3/4"+ 1Ø5/8"	6.19	5.9	0.29	2Ø3/4"+ 1Ø5/8"
<b>Entre N1 y N2</b>	Superior	5.42	5.42	0	2Ø3/4"	5.42	5.42	0	2Ø3/4"	5.42	5.42	0	2Ø3/4"	5.42	5.42	0	2Ø3/4"
	Inferior	7.68	7.15	0.53	2Ø3/4"+ 1Ø5/8"	7.56	7.04	0.52	2Ø3/4"+ 1Ø5/8"	8.6	7.98	0.62	2Ø3/4"+ 1Ø5/8"+ 2Ø1/2"	7.55	7.08	0.47	2Ø3/4"+ 1Ø5/8"
<b>N2</b>	Superior	6.95	6.58	0.37	2Ø3/4"+ 1Ø1/2"	6.88	6.58	0.3	2Ø3/4"+ 1Ø1/2"	8.33	7.98	0.35	3Ø3/4"	6.03	5.87	0.16	2Ø3/4"+ 1Ø5/8"
	Inferior	5.7	5.42	0.28	2Ø3/4"	5.79	5.48	0.31	2Ø3/4"	6.63	6.22	0.41	2Ø3/4"+ 1Ø5/8"	6.17	5.86	0.31	2Ø3/4"+ 1Ø5/8"
<b>Entre N2 y N3</b>	Superior	5.42	5.42	0	2Ø3/4"	5.42	5.42	0	2Ø3/4"	5.42	5.42	0	2Ø3/4"	5.42	5.42	0	2Ø3/4"
	Inferior	5.42	5.42	0	2Ø3/4"	5.42	5.42	0	2Ø3/4"	5.42	5.42	0	2Ø3/4"+ 1Ø5/8"	5.42	5.42	0	2Ø3/4"+ 1Ø5/8"

<b>N3</b>	Superior	5.42	5.42	0	2Ø3/4"	7.36	7.08	0.28	2Ø3/4"+ 1Ø5/8"	8.24	7.99	0.25	3Ø3/4"	8.29	7.9	0.39	3Ø3/4"
	Inferior	5.42	5.42	0	2Ø3/4"	5.42	5.42	0	2Ø3/4"	5.46	5.46	0	2Ø3/4"+ 1Ø5/8"	5.49	5.42	0.07	2Ø3/4"+ 1Ø5/8"

Fuente: Propio

**Tabla 58**

Eje H VP-(0.30X0.55)

<b>Nudo</b>	<b>Acero</b>	<b>Eje H, VP-(0.30X0.55)</b>				<b>Eje H, VP-(0.30X0.55)</b>				<b>Eje H, VP-(0.30X0.55)</b>				<b>Azotea (cm2)</b>			
		<b>2do piso (cm2)</b>				<b>3er y 4to piso (cm2)</b>				<b>5to y 6to piso (cm2)</b>				<b>Azotea (cm2)</b>			
		<b>RNE</b>	<b>ACI</b>	<b>Dif.</b>	<b>Acero a Usar</b>	<b>RNE</b>	<b>ACI</b>	<b>Dif.</b>	<b>Acero a Usar</b>	<b>RNE</b>	<b>ACI</b>	<b>Dif.</b>	<b>Acero a Usar</b>	<b>RNE</b>	<b>ACI</b>	<b>Dif.</b>	<b>Acero a Usar</b>
<b>N1</b>	Superior	9.12	9.05	0.07	2Ø3/4"+ 2Ø5/8"	12.62	12.47	0.15	4Ø3/4"+ 1Ø5/8"	13.07	12.93	0.14	4Ø3/4"+ 1Ø5/8"	12.06	11.96	0.1	4Ø3/4"+ 1Ø5/8"
	Inferior	8.13	8.06	0.07	2Ø3/4"+ 2Ø5/8"	11.09	10.94	0.15	4Ø3/4"+ 1Ø5/8"	10.73	10.57	0.16	2Ø3/4"+ 3Ø5/8"	10.15	9.99	0.16	2Ø3/4"+ 3Ø5/8"
<b>Entre N1 y N2</b>	Superior	5.74	5.74	0	2Ø3/4"	6.26	6.13	0.13	2Ø3/4"+ 1Ø5/8"	6.2	6.04	0.16	2Ø3/4"+ 1Ø5/8"	6.04	5.58	0.46	2Ø3/4"+ 1Ø5/8"
	Inferior	5.74	5.74	0	2Ø3/4"	6.82	6.82	0	2Ø3/4"+ 1Ø5/8"	6.83	6.83	0	2Ø3/4"+ 1Ø5/8"	6.64	6.64	0	2Ø3/4"+ 1Ø5/8"
<b>N2</b>	Superior	8.85	8.85	0	2Ø3/4"+ 2Ø5/8"	11.92	11.92	0	4Ø3/4"+ 1Ø5/8"	11.62	11.62	0	2Ø3/4"+ 3Ø5/8"	10.97	10.97	0	2Ø3/4"+ 3Ø5/8"
	Inferior	8.36	8.36	0	2Ø3/4"+ 2Ø5/8"	11.9	11.9	0	4Ø3/4"+ 1Ø5/8"	11.92	11.92	0	4Ø3/4"+ 1Ø5/8"	11.4	11.4	0	4Ø3/4"+ 1Ø5/8"

Fuente: Propio

## CONCLUSIONES

A continuación, se muestran las conclusiones a las que se llegó después de haber realizado la comparación del Comportamiento Estructural de una Edificación de 6 Niveles Utilizando el Método de Elementos Finitos, empleando el Reglamento Nacional de Edificaciones y el American Concrete Institute, Pasco 2023.

- La modelación de cálculo estructural de la edificación de 6 pisos utilizando el método de elementos finitos, empleando el Reglamento Nacional de Edificaciones y el American Concrete Institute. Tiene diferencias al momento de obtener los resultados finales como es la obtención del acero de refuerzo en cada uno de los elementos estructurales, la norma del ACI 318-19 es más conservador que el Reglamento Nacional de Edificaciones, esto debido sobre todo a las combinaciones de las cargas que emplean cada uno de estos reglamentos de estructuras, también la diferencia se debe a los factores de reducción de resistencia que utilizan cada norma. Al emplear cada uno de estas Normas los resultados son estructuralmente funcional.
- Los resultados del comportamiento estructural empleando la el Reglamento Nacional de Edificaciones se avizoran principalmente en las vigas principales. Los cuales se tienen.

<b>Eje A VP-(0.30X0.55)</b>					
<b>Nudo</b>	<b>Acero</b>	<b>2do piso (cm2)</b>	<b>3er y 4to piso (cm2)</b>	<b>5to y 6to piso (cm2)</b>	<b>Azotea (cm2)</b>
<b>N1</b>	Superior	4.92	14.28	16.21	15.84
	Inferior	4.92	8.59	8.70	8.57
<b>Entre N1 y N2</b>	Superior	4.92	5.74	5.62	5.81
	Inferior	4.92	7.19	7.48	7.47
<b>N2</b>	Superior	10.99	9.47	10.10	9.35
	Inferior	6.82	7.74	8.32	8.73
	Superior	4.92	6.76	6.57	6.19



<b>Entre N2 y N3</b>	Inferior	5.60	6.08	5.74	5.15
<b>N3</b>	Superior	6.34	13.82	13.18	12.35
	Inferior	6.93	10.24	9.15	7.45
<b>Entre N3 y N4</b>	Superior	5.49			
	Inferior	5.31			
<b>N4</b>	Superior	7.65			
	Inferior	7.68			
<b>Eje B, VP-(0.30X0.55)</b>					
<b>N1</b>	Superior	6.09	4.92	13.14	12.58
	Inferior	5.78	4.92	7.33	7.09
<b>Entre N1 y N2</b>	Superior	7.70	8.14	5.25	5.34
	Inferior	7.28	8.16	7.69	7.47
<b>N2</b>	Superior	13.06	18.61	15.16	13.54
	Inferior	13.67	18.42	9.49	9.41
<b>Eje C, VP-(0.35X0.60)</b>					
<b>N1</b>	Superior	6.33	12.10	15.30	12.65
	Inferior	6.33	7.60	9.22	7.37
<b>Entre N1 y N2</b>	Superior	6.44	6.33	6.33	6.33
	Inferior	6.33	7.55	8.75	7.90
<b>N2</b>	Superior	6.95	10.09	11.32	8.68
	Inferior	6.33	7.06	7.96	7.95
<b>Entre N2 y N3</b>	Superior	8.45	6.33	6.33	6.33
	Inferior	6.78	6.33	6.33	6.33
<b>N3</b>	Superior	7.06	6.33	6.33	6.33
	Inferior	6.85	6.33	6.33	6.33
<b>Entre N3 y N4</b>	Superior	6.33			
	Inferior	6.33			
<b>N4</b>	Superior	6.33			
	Inferior	6.33			
<b>Eje D, Eje E, Eje F y Eje G, VP-(0.30X0.60)</b>					
<b>N1</b>	Superior	7.63	9.58	12.31	10.12

	Inferior	5.42	5.79	7.21	6.19
<b>Entre</b>	Superior	5.42	5.42	5.42	5.42
<b>N1 y N2</b>	Inferior	7.68	7.56	8.60	7.55
<b>N2</b>	Superior	6.95	6.88	8.33	6.03
	Inferior	5.70	5.79	6.63	6.17
<b>Entre</b>	Superior	5.42	5.42	5.42	5.42
<b>N2 y N3</b>	Inferior	5.42	5.42	5.42	5.42
<b>N3</b>	Superior	5.42	7.36	8.24	8.29
	Inferior	5.42	5.42	5.46	5.49
<b>Eje H, VP-(0.30X0.55)</b>					
<b>N1</b>	Superior	9.12	12.62	13.07	12.06
	Inferior	8.13	11.09	10.73	10.15
<b>Entre</b>	Superior	5.74	6.26	6.20	6.04
<b>N1 y N2</b>	Inferior	5.74	6.82	6.83	6.64
<b>N2</b>	Superior	8.85	11.92	11.62	10.97
	Inferior	8.36	11.90	11.92	11.40

- Los resultados del comportamiento estructural empleando la el Reglamento American Concrete Institute se avizoran principalmente en las vigas principales. Los cuales se tienen.

<b>Eje A VP-(0.30X0.55)</b>					
<b>Nudo</b>	<b>Acero</b>	<b>2do piso (cm2)</b>	<b>3er y 4to piso (cm2)</b>	<b>5to y 6to piso (cm2)</b>	<b>Azotea (cm2)</b>
<b>N1</b>	Superior	4.92	13.75	15.45	15.18
	Inferior	4.92	8.30	8.37	8.27
<b>Entre</b>	Superior	4.92	5.55	5.45	5.65
<b>N1 y N2</b>	Inferior	4.92	7.00	7.16	7.20
<b>N2</b>	Superior	10.68	9.35	9.92	9.22
	Inferior	6.68	7.59	8.18	8.60
<b>Entre</b>	Superior	4.92	6.62	6.52	6.12
<b>N2 y N3</b>	Inferior	5.44	6.07	5.74	5.34

<b>N3</b>	Superior	6.34	13.52	12.95	12.12
	Inferior	6.88	10.22	9.15	8.20
<b>Entre N3 y N4</b>	Superior	5.44			
	Inferior	5.26			
<b>N4</b>	Superior	7.60			
	Inferior	7.63			
<b>Eje B, VP-(0.30X0.55)</b>					
<b>N1</b>	Superior	6.08	4.92	12.65	12.08
	Inferior	5.79	4.92	7.14	6.83
<b>Entre N1 y N2</b>	Superior	7.60	8.06	5.39	5.29
	Inferior	7.18	8.07	7.27	7.31
<b>N2</b>	Superior	13.06	18.69	14.58	13.17
	Inferior	13.56	18.47	9.38	9.31
<b>Eje C, VP-(0.35X0.60)</b>					
<b>N1</b>	Superior	6.33	11.82	14.78	12.47
	Inferior	6.33	7.53	9.04	7.39
<b>Entre N1 y N2</b>	Superior	6.33	6.33	6.33	6.33
	Inferior	6.33	7.36	8.50	7.74
<b>N2</b>	Superior	7.42	9.97	11.05	8.78
	Inferior	6.33	7.09	7.97	7.86
<b>Entre N2 y N3</b>	Superior	8.36	6.33	6.33	6.33
	Inferior	6.61	6.33	6.33	6.33
<b>N3</b>	Superior	6.90	6.33	6.33	6.33
	Inferior	6.69	6.33	6.33	6.33
<b>Entre N3 y N4</b>	Superior	6.33			
	Inferior	6.33			
<b>N4</b>	Superior	6.33			
	Inferior	6.33			
<b>Eje D, Eje E, Eje F y Eje G, VP-(0.30X0.60)</b>					
<b>N1</b>	Superior	7.21	9.17	11.67	9.53
	Inferior	5.42	5.63	6.93	5.90
	Superior	5.42	5.42	5.42	5.42

<b>Entre N1 y N2</b>	Inferior	7.15	7.04	7.98	7.08
<b>N2</b>	Superior	6.58	6.58	7.98	5.87
	Inferior	5.42	5.48	6.22	5.86
<b>Entre N2 y N3</b>	Superior	5.42	5.42	5.42	5.42
	Inferior	5.42	5.42	5.42	5.42
<b>N3</b>	Superior	5.42	7.08	7.99	7.90
	Inferior	5.42	5.42	5.46	5.42
<b>Eje H, VP-(0.30X0.55)</b>					
<b>N1</b>	Superior	9.05	12.47	12.93	11.96
	Inferior	8.06	10.94	10.57	9.99
<b>Entre N1 y N2</b>	Superior	5.74	6.13	6.04	5.58
	Inferior	5.74	6.82	6.83	6.64
<b>N2</b>	Superior	8.85	11.92	11.62	10.97
	Inferior	8.36	11.90	11.92	11.40

- El resultado final del análisis estático y análisis dinámico es la determinación de las derivas de acuerdo el Reglamento Nacional de Edificaciones E-030 sismo-resistente, el cual la deriva máxima para estructuras de concreto armado es de 0.007 m. en cada dirección de análisis de la estructura.

*Desplazamiento relativo en sentido X*

<b>CUADRO DE DESPLAZAMIENTOS (Story Drifts)</b>							
<b>PISO</b>	<b>Load Case/ Combo</b>	<b>Direction</b>	<b>Drift</b>	<b>Label</b>	<b>X</b>	<b>Y</b>	<b>Z</b>
					<b>(m)</b>	<b>(m)</b>	<b>(m)</b>
Story9	DRIFT	X	<b>0.0053</b>	30	9.65	0	21.75
Story8	DRIFT	X	<b>0.00545</b>	32	8.05	0	20.05
Story7	DRIFT	X	<b>0.00575</b>	32	8.05	0	17.65
Story6	DRIFT	X	<b>0.00603</b>	32	8.05	0	14.85
Story5	DRIFT	X	<b>0.00607</b>	32	8.05	0	12.05
Story4	DRIFT	X	<b>0.00595</b>	56	0	-0.92	9.25
Story3	DRIFT	X	<b>0.0053</b>	56	0	-0.92	6.45

Story2	DRIFT	X	<b>0.00543</b>	6	0	0	3.65
Story1	DRIFT	X	<b>0.00277</b>	64	1.76	6.41	0

*Desplazamiento relativo en sentido Y*

<b>CUADRO DE DESPLAZAMIENTOS (Story Drifts)</b>							
<b>PISO</b>	<b>Load Case/ Combo</b>	<b>Direction</b>	<b>Drift</b>	<b>Label</b>	<b>X (m)</b>	<b>Y (m)</b>	<b>Z (m)</b>
Story9	DRIFT	Y	<b>0.00360</b>	30	9.65	0	21.75
Story8	DRIFT	Y	<b>0.00370</b>	28	9.65	1.6	20.05
Story7	DRIFT	Y	<b>0.00392</b>	30	9.65	0	17.65
Story6	DRIFT	Y	<b>0.00424</b>	59	0	3	14.85
Story5	DRIFT	Y	<b>0.00446</b>	117	9.65	22.69	12.05
Story4	DRIFT	Y	<b>0.00438</b>	30	9.65	0	9.25
Story3	DRIFT	Y	<b>0.00411</b>	6	0	0	6.45
Story2	DRIFT	Y	<b>0.00347</b>	22	0	25.69	3.65
Story1	DRIFT	Y	<b>0.00434</b>	68	1.76	1	0

- La elaboración del proyecto de cálculo estructural de una edificación de 6 pisos en ETABS y CYPECAD nos da resultados diferentes y ambos trabajan con el método de elementos finitos. El software Etabs tiene grandes ventajas en comparación con el Cypecad al momento de realizar un proyecto estructural. Elaborar el análisis estructural en el software Etabs es más eficiente que realizarlo con Cypecad, debido a que el Etabs tiene más herramientas tanto en la modelación, análisis y poder verificar las exigencias de la norma peruana la E-030, pero si se requiere hacer dibujo de planos y metrados, los cuales permiten concluir el trabajo en un tiempo más corto, ocasionando un menor costo en la elaboración de un proyecto estructural el Cypecad es el más eficiente. Debido que software Etabs (40 años) en el mercado en comparación con Cypecad (37 años), el uso de este programa es limitado ya que hay poca información disponible ya que también es muy poco utilizado; en cambio hay

mucha información difundida del programa Etabs la cual está al alcance de todos, esto logra que Etabs sea el programa más utilizado por los ingenieros estructuristas principalmente por los que están comenzando la carrera.

- En el análisis estático el programa Etabs es el más indicado ya que nos puede mostrar la fuerza sísmica de cada piso y el Cypecad no realiza el análisis estático.
- En el análisis dinámico el programa Etabs también le lleva ventaja al Cypecad a pesar que ambos programas tienen incluido el espectro de diseño. Pero Etabs puede realizar las verificaciones de irregularidades en planta y en altura.

## **RECOMENDACIONES**

Para el análisis estructural estático como para el análisis dinámico de la estructura se recomienda realizar en hojas Excel de acuerdo los parámetros sísmicos de la norma técnica peruana la E-030 Sismo Resistente, para poder comprobar y determinar los valores finales de los parámetros sísmicos.

Al realizar el diseño estructural de los elementos los softwares arrojan resultados, se recomienda comprobar estos resultados manualmente y/o con hojas de cálculo, para tener una mayor seguridad en los resultados finales.

Se recomienda realizar el análisis estructural en el software Etabs y para el diseño de los elementos estructurales se recomienda realizar en el software Cypecad, ya que este programa facilita el trabajo en la elaboración de los planos finales estructurales.

## BIBLIOGRAFÍA

- Mejía, C. & Gonzales, J. (2021). Análisis comparativo sismorresistente de un edificio de seis niveles de concreto armado.
- Reyes, W. (2022). Evaluación del comportamiento sísmico estructural de un edificio unifamiliar de 05 niveles con sistema mixto según ACI 318, Moyobamba – 2021.
- Montenegro, R. (2022). Diseño estructural en concreto armado de un reservorio de agua potable de 2700 m<sup>3</sup> ubicado en la ciudad de Lima.
- Alvarado, J. & Vásquez, C. (2021). Análisis comparativo del diseño estructural de un edificio residencial utilizando los softwares Etabs y Sap2000, en la Urbanización Vista Alegre, Trujillo. Universidad Cesar Vallejo.
- Monroy, J. (2021). Comparación de resultados del análisis estructural obtenidos según Etabs y Robot para una vivienda multifamiliar de albañilería confinada, Marcapata-Cusco-2021. Universidad Cesar Vallejo.
- Campana, I. (2021). Análisis estructural comparativo de una vivienda multifamiliar con el sistema aperticado entre los programas ETABS y Robot, Anta - Cusco - 2021”. Universidad Cesar Vallejo.
- Portugal, L. (2022). Análisis comparativo estructural para vivienda multifamiliar usando softwares de elementos finitos, Urb. Santa Rosa, distrito San Sebastián, Cusco – 2022. Universidad Cesar Vallejo.
- Saavedra, J. (2017). Diseño con Cypecad para la gestión estratégica de proyectos en edificaciones. Universidad Cesar Vallejo.
- Guillermo, J. (2019). Modelamiento y análisis estructural del hospital Challhuahuacho, bloque “A” mediante el software CYPECAD. Universidad Peruana Union.



- Bustamante, H. & Sánchez, J. (2021). Comparación y determinación de la confiabilidad de softwares cype y prota structure en el diseño de zapatas aisladas. Perú, 2021. Universidad Nacional de Piura.
- 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. Universidad Cesar Vallejo.
- Febres, K. & Ñahuis, R. (2019). Diseño Sísmico de un edificio de 5 pisos con el uso del CYPECAD y ETABS en Villa María del Triunfo - Lima 2019. Universidad Cesar Vallejo.
- Blanco Blasco, A. (1994). Estructuración y Diseño de Edificaciones de Concreto Armado.
- Reglamento Nacional de Edificaciones E-060 Concreto Armado
- Reglamento Nacional de Edificaciones E-030 Sismo Resistente
- Reglamento Nacional de Edificaciones E-020 Cargas
- Santana Tapia, R. (2014). Concreto Armado.
- INSTITUTO AMERICANO DEL CONCRETO ACI (Estados Unidos) Reglamento para concreto estructural ACI 318, 2019. Diseño de concreto armado.

## **ANEXOS**

**INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN  
DE DATOS**

## ANALISIS ESTRUCTURAL - TESIS

**PROYECTO :** Comparación del Comportamiento Estructural de una Edificación de 6 Niveles Utilizando el Método de Elementos Finitos, empleando el Reglamento Nacional de Edificaciones y el American Concrete Institute, Pasco 2023

**REGION:** PASCO  
**PROVINCIA:** PASCO  
**DISTRITO:** YANACANCHA

Hecho por: Bach. Condezo Mendoza Paul

### 1. METRADO DE CARGAS

#### 1.1. PRIMER AL CUARTO PISO (Primer al tercer Techo)

Carga Muerta	P.e.	espespr.	=		=	
Peso ladrillo del aligerado (15x30x30 m) =	7.6 kg/und	9	=	68.4 kg/m <sup>2</sup>	=	68.4 kg/m <sup>2</sup>
Peso de contrapiso =	2300 kg//m3	0.048	=	110.4 kg/m <sup>2</sup>	=	110.4 kg/m <sup>2</sup>
Peso de piso machiembrado =	900 kg//m3	0.025	=	22.5 kg/m <sup>2</sup>	=	22.5 kg/m <sup>2</sup>
Peso de revoques =	2000 kg//m3	0.015	=	30 kg/m <sup>2</sup>	=	30 kg/m <sup>2</sup>
				231.3 kg/m <sup>2</sup>	≅	240 kg/m <sup>2</sup>

Carga Viva		
Sobrecarga Oficina =	250	kg/m <sup>2</sup>
Sobrecarga escalera =	400	kg/m <sup>2</sup>

#### 1.2. QUINTO Y SEXTO PISO (Cuarto y quinto Techo)

Carga Muerta	P.e.	espespr.	=		=	
Peso ladrillo del aligerado (15x30x30 m) =	7.6 kg/und	9	=	68.4 kg/m <sup>2</sup>	=	68.4 kg/m <sup>2</sup>
Peso de contrapiso =	2300 kg//m3	0.048	=	110.4 kg/m <sup>2</sup>	=	110.4 kg/m <sup>2</sup>
Peso de piso machiembrado =	900 kg//m3	0.025	=	22.5 kg/m <sup>2</sup>	=	22.5 kg/m <sup>2</sup>
Peso de revoques =	2000 kg//m3	0.015	=	30 kg/m <sup>2</sup>	=	30 kg/m <sup>2</sup>
				231.3 kg/m <sup>2</sup>	≅	240 kg/m <sup>2</sup>

Carga Viva		
Sobrecarga Salon de usos multiples =	400	kg/m <sup>2</sup>
Sobrecarga escalera =	400	kg/m <sup>2</sup>

#### 1.3. AZOTEA (Sexto Techo)

Carga Muerta	P.e.	espespr.	=		=	
Peso ladrillo del aligerado (15x30x30 m) =	7.6 kg/und	9	=	68.4 kg/m <sup>2</sup>	=	68.4 kg/m <sup>2</sup>
Peso de contrapiso =	2300 kg//m3	0.048	=	110.4 kg/m <sup>2</sup>	=	110.4 kg/m <sup>2</sup>
Peso de revoques =	2000 kg//m3	0.015	=	30 kg/m <sup>2</sup>	=	30 kg/m <sup>2</sup>
				208.8 kg/m <sup>2</sup>	≅	210 kg/m <sup>2</sup>

Carga Viva		
Sobrecarga techo =	100	kg/m <sup>2</sup>
Sobrecarga escalera =	400	kg/m <sup>2</sup>

#### 1.4. TECHO AZOTEA (Septimo Techo)

Carga Muerta	P.e.	espespr.	=		=	
Peso ladrillo del aligerado (15x30x30 m) =	7.6 kg/und	9	=	68.4 kg/m <sup>2</sup>	=	68.4 kg/m <sup>2</sup>
Peso de contrapiso =	2300 kg//m3	0.048	=	110.4 kg/m <sup>2</sup>	=	110.4 kg/m <sup>2</sup>
Peso de revoques =	2000 kg//m3	0.015	=	30 kg/m <sup>2</sup>	=	30 kg/m <sup>2</sup>
				208.8 kg/m <sup>2</sup>	≅	210 kg/m <sup>2</sup>

Carga Viva		
Sobrecarga techo =	100	kg/m <sup>2</sup>
Sobrecarga escalera =	400	kg/m <sup>2</sup>
Sobrecarga agua =	335	kg/m <sup>2</sup>

#### 1.5. TECHO AZOTEA (Octavo Techo)

Carga Muerta	P.e.	espespr.	=	
Peso de revoques =	2000 kg/m3	0.015	=	30 kg/m <sup>2</sup>

Carga Viva		
Sobrecarga techo =	100	kg/m <sup>2</sup>
Sobrecarga escalera =	400	kg/m <sup>2</sup>

## ANÁLISIS ESTRUCTURAL - TESIS

**PROYECTO :** Comparación del Comportamiento Estructural de una Edificación de 6 Niveles Utilizando el Método de Elementos Finitos, empleando el Reglamento Nacional de Edificaciones y el American Concrete Institute, Pasco 2023

### 2. ANÁLISIS ESTÁTICO

#### 2.1. DEFINICION DEL FACTOR = R

##### VERIFICACION PREVIA

$$V_b = Z \cdot U \cdot C \cdot S / R$$

	DIREC X	DIREC Y
R =	4.50	4.50
Ro =	6.00	6.00
la =	1.00	1.00
lp =	0.75	0.75

Z =	0.25	ZONA = 2
U =	1.00	CATEG. : C
S =	1.40	S3
Tp =	1.00	
TI =	1.60	
T =	0.479	Sale del programa

SUELO	S <sub>0</sub>	S <sub>1</sub>	S <sub>2</sub>	S <sub>3</sub>
Z <sub>1</sub>	0,80	1,00	1,05	1,10
Z <sub>2</sub>	0,80	1,00	1,15	1,20
Z <sub>3</sub>	0,80	1,00	1,20	1,40
Z <sub>4</sub>	0,80	1,00	1,60	2,00

	S <sub>0</sub>	S <sub>1</sub>	S <sub>2</sub>	S <sub>3</sub>
T <sub>p</sub> (s)	0,3	0,4	0,6	1,0
T <sub>l</sub> (s)	3,0	2,5	2,0	1,6

#### 4.3 Estimación del Peso (P)

El peso (P), se calculará adicionando a la carga permanente y total de la edificación un porcentaje de la carga viva o sobrecarga que se determinará de la siguiente manera:

- En edificaciones de las categorías A y B, se tomará el 50 % de la carga viva.
- En edificaciones de la categoría C, se tomará el 25 % de la carga viva.
- En depósitos, el 80 % del peso total que es posible almacenar.
- En azoteas y techos en general se tomará el 25 % de la carga viva.
- En estructuras de tanques, silos y estructuras similares se considerará el 100 % de la carga que puede contener.

T	<	Tp
0.479	<	1.00

C =

$$C = \begin{cases} 2.5 & T < T_p \quad C = 2,5 \\ 2.5 & T_p < T < T_l \quad C = 2,5 \cdot \left(\frac{T_p}{T}\right) \\ 2.5 & T > T_l \quad C = 2,5 \cdot \left(\frac{T_p - T_l}{T - T_l}\right) \end{cases}$$

	SENTI (X)	SENTI (Y)
Cb =	0.19444	0.19444

$$S_a = \frac{Z \cdot U \cdot C \cdot S}{R}$$

#### 3.2. EXCENTRICIDAD ACCIDENTAL

Para análisis estático considerar las excentricidades

$$M_e = \pm F_1 \cdot e_1$$

Para cada dirección de análisis, la excentricidad accidental en cada nivel (e), se considerará como 0,05 veces la dimensión del edificio en la dirección perpendicular a la dirección de análisis.

T	<	0.5
K =	1.00	

- Para T menor o igual a 0,5 segundos: k = 1,0.
- Para T mayor que 0,5 segundos: k = (0,75 + 0,5 T) ≤ 2,0.

Story	Load Case/Co	Location	P	VX	VY	T	MX	MY
			kgf	kgf	kgf	kgf-m	kgf-m	kgf-m
Story1	SX	Bottom	0	-369004	0	5179852	-2.44E-04	-6E+06
Story1	SY	Bottom	0	0	-369004	-2E+06	5901405	0

Story	Pier	Load Case/Co	Location	P	V2	V3	T	M2	M3
				kgf	kgf	kgf	kgf-m	kgf-m	kgf-m
Story1	X1	Sx	Bottom	-555.09	15998.2	-170.56	-111.62	-164.18	50757.43
Story1	X2	Sx	Bottom	-8747.48	13166.55	121.98	270.58	49.7	46921.22
Story1	X3	Sx	Bottom	71163.01	118663.4	-1124.27	-980.19	-2164.29	851778.36
Story1	X4	Sx	Bottom	-51625.7	70388.56	-176.75	-3.29	-372.75	268969.93
Story1	X5	Sx	Bottom	62496.44	86098.13	22.64	-145.75	22.43	335323.64

**304314.9**

**82.47%** ES UN SISTEMA DE MUROS ESTRUCTURALES POR QUE LA CORTANTE EN LA BASE ES MAYOR A 70%  
ENTONCES CORRESPONDE A UN R=6 SISTEMA DE MUROS ESTRUCTURALES

Story	Pier	Load Case/Co	Location	P	V2	V3	T	M2	M3
				kgf	kgf	kgf	kgf-m	kgf-m	kgf-m
Story1	Y1	SY	Bottom	20610.6	952.2	-103.6	-41.3	-104.8	1430.9
Story1	Y2	SY	Bottom	-4353.4	566.2	90.5	-11.5	75.8	1080.0
Story1	Y3	SY	Bottom	29728.3	34814.2	123.2	-38.0	90.3	65245.6
Story1	Y4	SY	Bottom	12943.5	120322.2	259.2	2443.6	-278.5	401120.1
Story1	Y5	SY	Bottom	166740.6	84588.7	-30.3	3.2	102.2	329740.2
Story1	Y6	SY	Bottom	199215.0	91826.6	154.9	110.8	267.1	345502.2

**333070.2**

## ANALISIS ESTRUCTURAL - TESIS

**PROYECTO :** Comparación del Comportamiento Estructural de una Edificación de 6 Niveles Utilizando el Método de Elementos Finitos, empleando el Reglamento Nacional de Edificaciones y el American Concrete Institute, Pasco 2023

**90.26% ES UN SISTEMA DE MUROS ESTRUCTURALES POR QUE  
LA CORTANTE EN LA BASE ES MAYOR A 70%  
ENTONCES CORRESPONDE A UN R=6 SISTEMA DE MUROS ESTRUCTURALES**

### 3.3. VERIFICACION DE LAS IREGULARIDADES (En Planta)

A) ESQUINA ENTRANTE  $lp(x) = 1.00$   $lp(y) = 1.00$

La estructura se califica como irregular cuando tiene esquinas entrantes cuyas dimensiones en ambas direcciones son mayores que 20 % de la correspondiente dimension total en planta.	0.90
---	------

SENTIDO X = NO TIENE IREGULARIDAD lp = 1.00

SENTIDO Y = NO TIENE IREGULARIDAD lp = 1.00

B) DISCONTINUIDAD DEL DIAFRAGMA  $lp(x) = 0.85$   $lp(y) = 0.85$

La estructura se califica como irregular cuando los diafragmas tienen discontinuidades abruptas o variaciones importantes en rigidez, incluyendo aberturas mayores que 50 % del area bruta del diafragma. Tambien existe irregularidad cuando, en cualquiera de los pisos y para cualquiera de las direcciones de analisis, se tiene alguna seccion transversal del diafragma con un area neta resistente no menor que 25 % del area de la seccion transversal total de la misma direccion calculada con las dimensiones totales de la planta.	0.85
---	------

	L-losa	L-total	% Discon. Diafrag
X	4.00	9.95	40%
Y	19.55	26.00	75%

## 4. ANALISIS DINAMICO

#### 4.5.6 Fuerzas Sísmicas Verticales

La fuerza sísmica vertical se considerará como una fracción del peso igual a 2/3 Z - U - S.  
En elementos horizontales de grandes luces, incluyendo volados, se requerirá un análisis dinámico con los espectros definidos en el numeral 4.6.2.

#### 5.1 Determinación de Desplazamientos Laterales

Para estructuras regulares, los desplazamientos laterales se calcularán multiplicando por 0.75 R los resultados obtenidos del análisis lineal y elástico con las solicitaciones sísmicas reducidas. Para estructuras irregulares, los desplazamientos laterales se calcularán multiplicando por R los resultados obtenidos del análisis lineal elástico.

Para el cálculo de los desplazamientos laterales no se considerarán los valores mínimos de C/R indicados en el numeral 4.5.2 ni el cortante mínimo en la base especificado en el numeral 4.6.4.

considerar 2/3 para ambas direcciones

**4.1. VERIFICACION DE LAS IREGULARIDADES (En Altura)**  $la(x) = 1.00$   $la(y) = 1.00$

A) IREGULARIDADES DE RIGIDEZ-PISO BLANDO  $la(x) = 1.00$   $la(y) = 1.00$

Existe irregularidad de rigidez cuando, en cualquiera de las direcciones de analisis, la distorsion de entrepiso (deriva) es mayor que 1.4 veces el correspondiente valor en el entrepiso inmediato superior, o es mayor que 1.25 veces el promedio de las distorsiones de entrepiso en los tres niveles superiores adyacentes. La distorsion de entrepiso se calculara como el promedio de las distorsiones en los extremos del entrepiso.	0.75
---	------

IRREGULARIDAD DE RIGIDEZ EN SENTIDO X (Story Drifts)											
Story	Load Case/Co mbo	Direction	Drift	Label	X	Y	Z	DRIF < 1.4 NO HAY PISO BLANDO		DRIF < 1.25 NO HAY PISO BLANDO	
					m	m	m				
Story 9	DRIFT	X	0.0053	30	9.65	0	21.75				
Story 8	DRIFT	X	0.0054	32	8.05	0	20.05	<b>1.028</b>	OK		
Story 7	DRIFT	X	0.0058	32	8.05	0	17.65	<b>1.056</b>	OK		
Story 6	DRIFT	X	0.0060	32	8.05	0	14.85	<b>1.048</b>	OK	<b>1.097</b>	OK
Story 5	DRIFT	X	0.0061	32	8.05	0	12.05	<b>1.007</b>	OK	<b>1.057</b>	OK
Story 4	DRIFT	X	0.0059	56	0	-0.92	9.25	<b>0.979</b>	OK	<b>0.999</b>	OK
Story 3	DRIFT	X	0.0053	56	0	-0.92	6.45	<b>0.891</b>	OK	<b>0.880</b>	OK
Story 2	DRIFT	X	0.0054	6	0	0	3.65	<b>1.025</b>	OK	<b>0.941</b>	OK
Story1	DRIFT	X	0.0028	64	1.76	6.41	0	<b>0.510</b>	OK	<b>0.498</b>	OK
										<b>la = 1.00</b>	

## ANALISIS ESTRUCTURAL - TESIS

**PROYECTO :** Comparación del Comportamiento Estructural de una Edificación de 6 Niveles Utilizando el Método de Elementos Finitos, empleando el Reglamento Nacional de Edificaciones y el American Concrete Institute, Pasco 2023

IRREGULARIDAD DE RIGIDEZ EN SENTIDO Y (Story Drifts)											
Story	Load Case/Combo	Direction	Drift	Label	X	Y	Z	DRIF < 1.4 NO HAY PISO BLANDO		DRIF < 1.25 HAY PISO BLANDO	
					m	m	m				
Story 9	DRIFT	Y	0.0036	30	9.65	0	21.75				
Story 8	DRIFT	Y	0.0037	28	9.65	1.6	20.05	1.029	OK		
Story 7	DRIFT	Y	0.0039	30	9.65	0	17.65	1.060	OK		
Story 6	DRIFT	Y	0.0042	115	0	22.69	14.85	1.080	OK	1.133	OK
Story 5	DRIFT	Y	0.0045	117	9.65	22.69	12.05	1.053	OK	1.129	OK
Story 4	DRIFT	Y	0.0044	30	9.65	0	9.25	0.982	OK	1.041	OK
Story 3	DRIFT	Y	0.0041	6	0	0	6.45	0.938	OK	0.942	OK
Story 2	DRIFT	Y	0.0035	22	0	25.69	3.65	0.844	OK	0.803	OK
Story1	DRIFT	Y	0.0043	68	1.76	1	0	1.252	OK	1.089	OK

Ia = 1.00

B) IRREGULARIDADES DE RESISTENCIA - PISO DEBIL Ia(x) = 1.00 Ia(y) = 1.00

Existe irregularidad de resistencia cuando, en cualquiera de las direcciones de analisis, la resistencia de un entrepiso frente a fuerzas cortantes es inferior a 80 % de la resistencia del entrepiso inmediata superior	0.75
---	------

IRREGULARIDAD DE RESISTENCIA EN SENTIDO X (Story Stiffness)									
Story	Load Case	Shear X	Drift X	Stiffness	Shear Y	Drift Y	Stiffness Y	Stiffness > 80% NO HAY PISO DEBIL	
		kgf	cm	kgf/m	kgf	cm	kgf/m		
Story 9	Sx	1746.2	0.1673	1043651	0	0.0124	0		
Story 8	Sx	50267.4	0.1887	26637905	0	0.0113	0	25.524	OK
Story 7	Sx	121713.0	0.2365	51471924	0	0.0134	0	1.932	OK
Story 6	Sx	195046.6	0.2500	78021643	0	0.0137	0	1.516	OK
Story 5	Sx	256746.5	0.2573	99776003	0	0.0152	0	1.279	OK
Story 4	Sx	303549.5	0.2494	1.22E+08	0	0.0165	0	1.220	OK
Story 3	Sx	339817.8	0.2266	1.5E+08	0	0.0131	0	1.232	OK
Story 2	Sx	366393.6	0.2565	1.43E+08	0	0.0202	0	0.953	OK
Story1	Sx	369004.4	0.0894	4.13E+08	0	0.0421	0	2.888	OK

Ia = 1.00

IRREGULARIDAD DE RESISTENCIA EN SENTIDO Y (Story Stiffness)									
Story	Load Case	Shear X	Drift X	Stiffness	Shear Y	Drift Y	Stiffness Y	Stiffness > 80% NO HAY PISO DEBIL	
		kgf	cm	kgf/m	kgf	cm	kgf/m		
Story 9	Sy	0	0.0045	0	1746.2	0.1250	1396584.3		
Story 8	Sy	0	0.0053	0	50267.4	0.1730	29063004	20.810	OK
Story 7	Sy	0	0.0067	0	121713.0	0.2209	55090177	1.896	OK
Story 6	Sy	0	0.0084	0	195046.6	0.2431	80245309	1.457	OK
Story 5	Sy	0	0.0105	0	256746.5	0.2517	102016190	1.271	OK
Story 4	Sy	0	0.0127	0	303549.5	0.2486	122121577	1.197	OK
Story 3	Sy	0	0.0136	0	339817.8	0.2343	145041684	1.188	OK
Story 2	Sy	0	0.0226	0	366393.6	0.2335	156898259	1.082	OK
Story1	Sy	0	0.0344	0	369004.4	0.1389	265661214	1.693	OK

Ia = 1.00

#### 4.2. VERIFICACION DE LAS IRREGULARIDADES (En planta)

A) IRREGULARIDADES TORCIONAL Ip(x) = 0.75 Ip(y) = 0.75

Existe irregularidad torsional cuando, en cualquiera de las direcciones de analisis, el maximo desplazamiento relativo de entrepiso en un extremo del edificio, calculado incluyendo excentricidad accidental ( $\Delta_{max}$ ), es mayor que 1.2 veces el desplazamiento relativo del centro de masas del mismo entrepiso para la misma condicion de carga ( $\Delta_{CM}$ ). Este criterio solo se aplica en edificaciones con diafragmas rigidos y solo si el maximo desplazamiento relativo de entrepiso es mayor que 50 % del desplazamiento permisible.	0.75
--	------

CUADRO DE DESPLAZAMIENTOS (Join Displacements)															
Story	Label	Unique Name	Load Case/Combo	UX	UY	UZ	RX	RY	RZ	$\Delta_{max} < 1.2$ NO HAY IRREGULARIDAD TORCIONAL EN SENTIDO X			$\Delta_{max} < 1.2$ NO HAY IRREGULARIDAD TORCIONAL EN SENTIDO Y		
				cm	cm	cm	rad	rad	rad						
Story7	6	73	DRIFT	9.883	7.489	0.676	0.004	0.005	0.003	1.596	3.036	IRREGULA	1.084	1.009	OK
Story7	15	173	DRIFT	3.648	7.536	0.607	0.004	0.002	0.003	0.526	1.000	OK	1.074	0.991	OK
Story7	22	243	DRIFT	3.648	7.489	0.596	0.004	0.002	0.003	0.526	0.330	OK	1.084	0.994	OK
Story7	30	318	DRIFT	9.880	7.504	0.928	0.004	0.006	0.003	1.594	1.772	IRREGULA	1.091	1.294	IRREGULA
Story7	83	393	DRIFT	5.738	6.099	0.000	0.000	0.000	0.003	0.900			0.843		

## ANALISIS ESTRUCTURAL - TESIS

**PROYECTO :** Comparación del Comportamiento Estructural de una Edificación de 6 Niveles Utilizando el Método de Elementos Finitos, empleando el Reglamento Nacional de Edificaciones y el American Concrete Institute, Pasco 2023

Story	Label	Unique Name	Load Case/Combo	UX	UY	UZ	RX	RY	RZ
				cm	cm	cm	rad	rad	rad
Story6	6	74	DRIFT	8.287	6.405	0.694	0.004	0.005	0.003
Story6	15	174	DRIFT	3.122	6.462	0.626	0.004	0.002	0.003
Story6	22	244	DRIFT	3.122	6.405	0.613	0.004	0.002	0.003
Story6	30	306	DRIFT	8.286	6.413	0.942	0.004	0.007	0.003
Story6	84	395	DRIFT	4.838	5.256	0.000	0.000	0.000	0.003

### 4.3. MASA PARTICIPATIVA

Los modos de vibración podran determinarse por un procedimiento de analisis que considere aproximadamente las características de rigidez y la distribución de las masas.  
En cada dirección se consideraran aquellos modos de vibración cuya suma de masas efectivas sea por lo menos el 90% de la masa total, pero deberá tomarse en cuenta por lo menos los tres primeros modos predominantes en la dirección de análisis.

CUADRO DE MASA DE PARTICIPACION (Modal)				
Case	Item Type	Item	Static	Dynamic
			%	%
Modal	Accelera	UX	99.99	97.41
Modal	Accelera	UY	99.99	98.16
Modal	Accelera	UZ	0.00	0.00

### 4.4. FUERZA CORTANTE MINIMO

Para cada una de las direcciones consideradas en el análisis, la fuerza cortante en el primer entrepiso del edificio no podrá ser menor que el 80% del valor calculado según el numeral 4.5 para estructuras regulares, ni menor que el 90% para estructuras irregulares. Si fuera necesario incrementar el cortante para cumplir los mínimos señalados, se deberán escalar proporcionalmente todos los otros resultados obtenidos, exceptos los desplazamientos.

CUADRO DE FUERZA CORTANTE MINIMO (Story Forces)								
PISO	Load Case/Combo	Locación	P	VX	VY	T	MX	MY
			kgf	kgf	kgf	kgf-m	kgf-m	kgf-m
Piso 1	SX	Bottom	0	-369004	0	5179852	-2.26E-04	-6E+06
Piso 1	SY	Bottom	0	0	-369004	-2E+06	5901405	0
Piso 1	SX	Bottom	0	256634	9464.84	3126856	143742.7	4174506
Piso 1	SY	Bottom	0	9464.84	306157.6	1785953	4936974	145810

69.55% 82.97%

**FACTORES DE ESCALA = 1.30846 1.0968      NECESITA ESCALAR LOS VALORES**

CUADRO DE FUERZA CORTANTE MINIMO (Story Forces) - VALOR ESCALADO								
PISO	Load Case/C	Locación	P	VX	VY	T	MX	MY
			kgf	kgf	kgf	kgf-m	kgf-m	kgf-m
Piso 1	SX	Bottom	0	-369004	0	5179852	-2.26E-04	-6E+06
Piso 1	SY	Bottom	0	0	-369004	-2E+06	5901405	0
Piso 1	SX	Bottom	0	335794	12384.32	4091354	188081.1	5462159
Piso 1	SY	Bottom	0	10381	335794	1958836	5414879	159924

91.00% 91.00%

**FACTORES DE ESCALA = 1.00 1.00      OK**



## ANÁLISIS ESTRUCTURAL - TESIS

**PROYECTO :** Comparación del Comportamiento Estructural de una Edificación de 6 Niveles Utilizando el Método de Elementos Finitos, empleando el Reglamento Nacional de Edificaciones y el American Concrete Institute, Pasco 2023

### 4.5. LÍMITES PARA DISTORSION DEL ENTREPISO

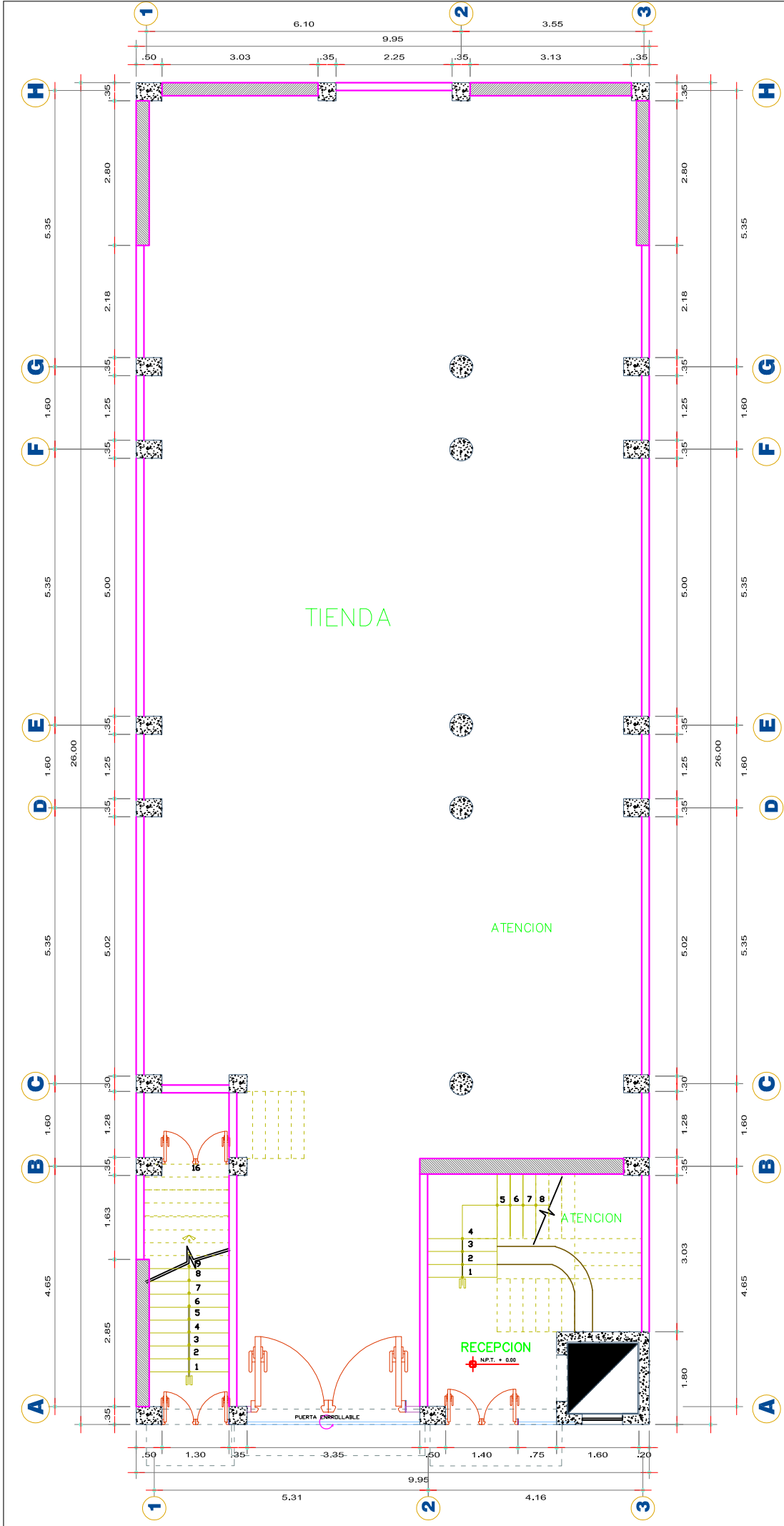
CUADRO DE DESPLAZAMIENTOS (Story Drifts)							
PISO	Load Case/Case	Direction	Drift	Label	X	Y	Z
					m	m	m
Story9	DRIFT	X	0.0053	30	9.65	0	21.75
Story8	DRIFT	X	0.00545	32	8.05	0	20.05
Story7	DRIFT	X	0.00575	32	8.05	0	17.65
Story6	DRIFT	X	0.00603	32	8.05	0	14.85
Story5	DRIFT	X	0.00607	32	8.05	0	12.05
Story4	DRIFT	X	0.00595	56	0	-0.92	9.25
Story3	DRIFT	X	0.0053	56	0	-0.92	6.45
Story2	DRIFT	X	0.00543	6	0	0	3.65
Story1	DRIFT	X	0.00277	64	1.76	6.41	0

OK

Tabla N° 11 LÍMITES PARA LA DISTORSIÓN DEL ENTREPISO	
Material Predominante	$(\Delta_j / h_{ej})$
Concreto Armado	0,007
Acero	0,010
Albañilería	0,005
Madera	0,010
Edificios de concreto armado con muros de ductilidad limitada	0,005

CUADRO DE DESPLAZAMIENTOS (Story Drifts)							
PISO	Load Case/Case	Direction	Drift	Label	X	Y	Z
					m	m	m
Story9	DRIFT	Y	0.00360	30	9.65	0	21.75
Story8	DRIFT	Y	0.00370	28	9.65	1.6	20.05
Story7	DRIFT	Y	0.00392	30	9.65	0	17.65
Story6	DRIFT	Y	0.00424	59	0	3	14.85
Story5	DRIFT	Y	0.00446	117	9.65	22.69	12.05
Story4	DRIFT	Y	0.00438	30	9.65	0	9.25
Story3	DRIFT	Y	0.00411	6	0	0	6.45
Story2	DRIFT	Y	0.00347	22	0	25.69	3.65
Story1	DRIFT	Y	0.00434	68	1.76	1	0

OK

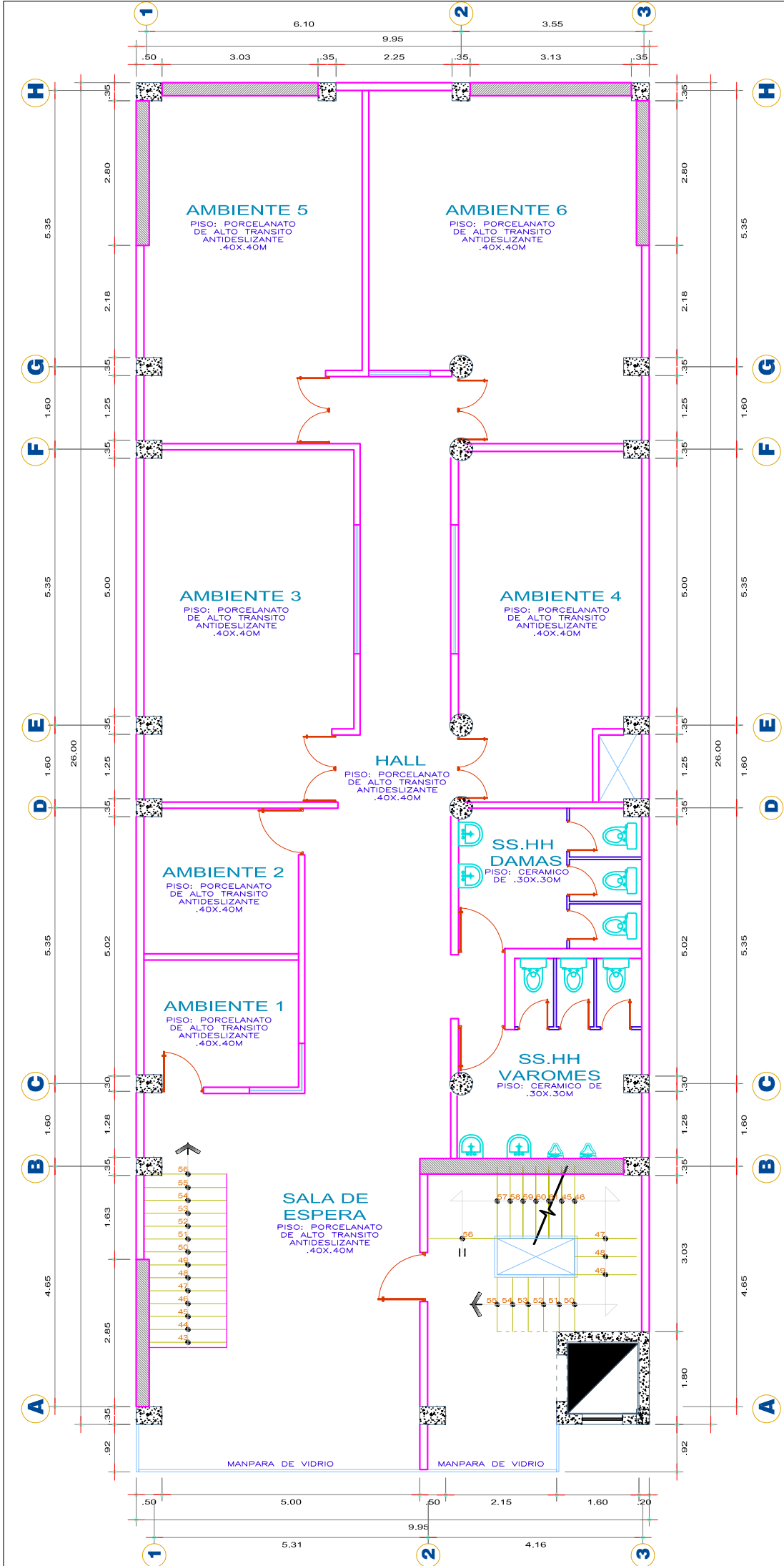


PRIMERA PLANTA

UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN		LAMINA : A-01	
TESIS: Comparación del Comportamiento Estructural de una Edificación de 6 Niveles Utilizando el Método de Elementos Finitos, empleando el Reglamento Nacional de Edificaciones y el American Concrete Institute, Pasco 2023		TESISISTA: Bach. Paul Adolfo CONDEZO MENDOZA ASESOR: Dr. Luis Villar REQUIS CARBAJAL	
UBICACIÓN: Región : PASCO Provincia : PASCO Distrito : YANACANCHA		PLANO: ARQUITECTURA - DISTRIBUCION	



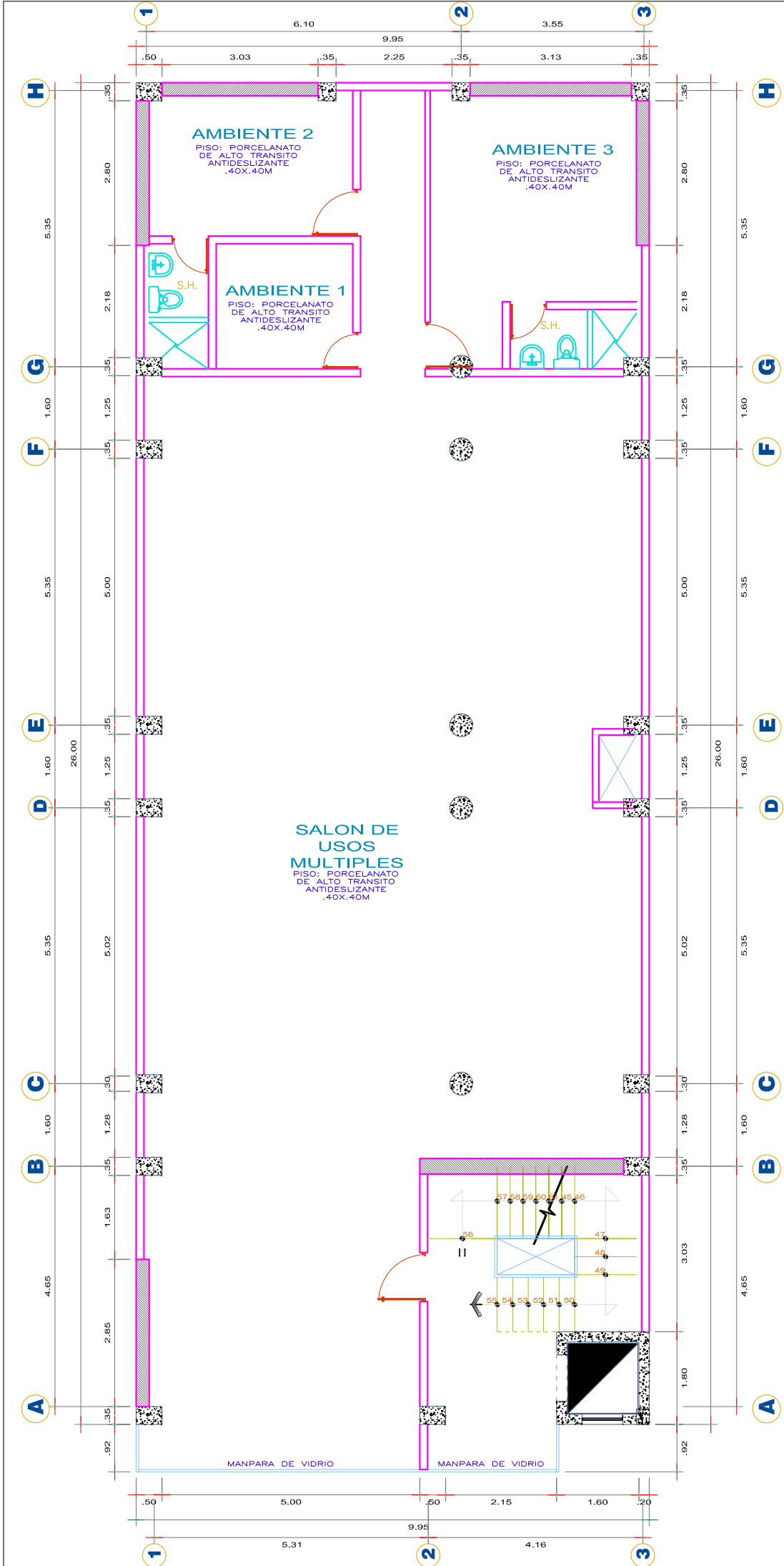




CUARTA PLANTA

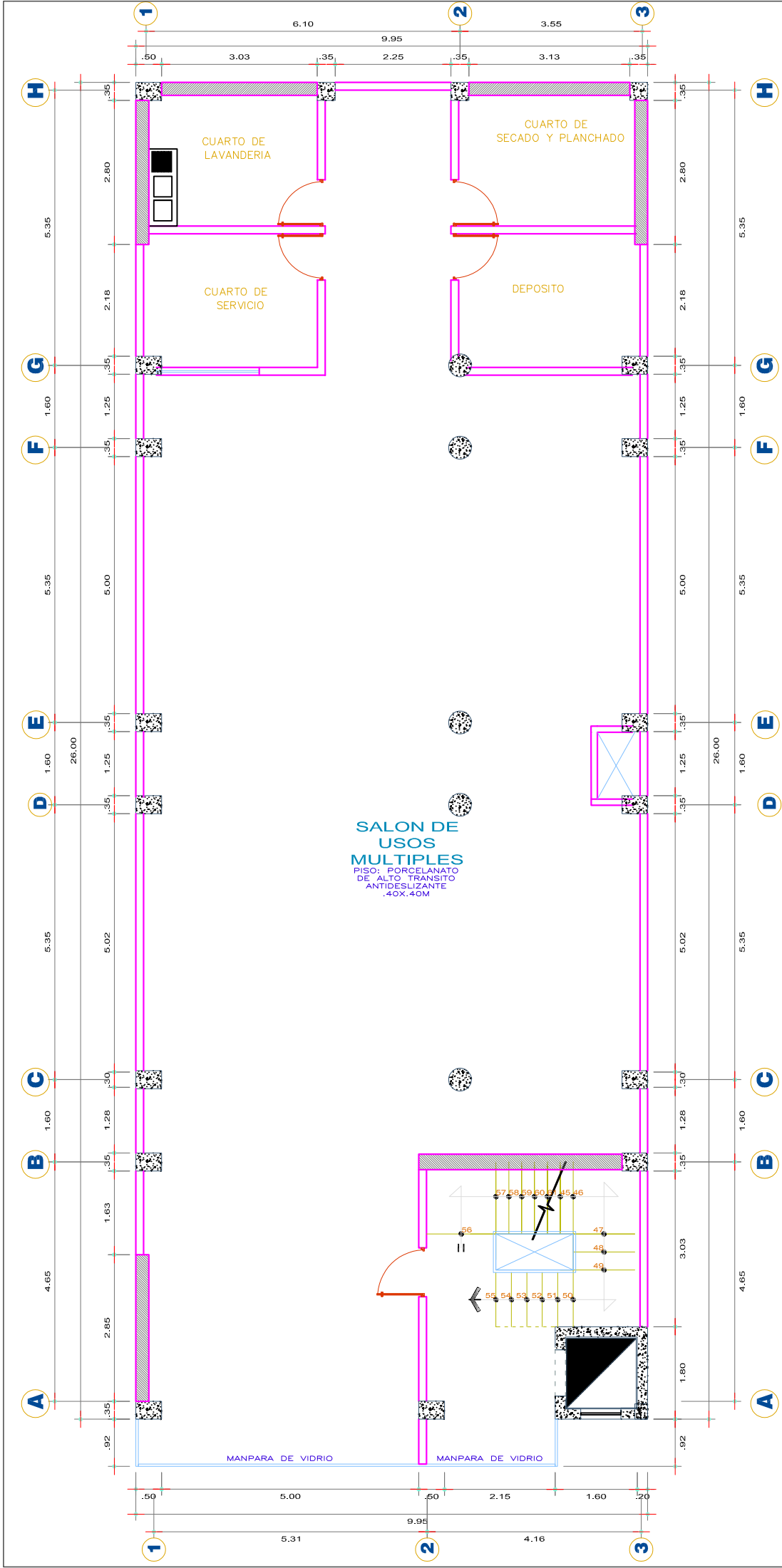
UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN		LAMINA : A-04	
TESIS: Comparación del Comportamiento Estructural de una Edificación de 6 Niveles Utilizando el Método de Elementos Finitos, empleando el Reglamento Nacional de Edificaciones y el American Concrete Institute, Pasco 2023			
UBICACIÓN :		TESISTA: Bach. Paul Adolfo CONDEZO MENDOZA	
Región :	PASCO	ASESOR:	Dr. Luis Villar REQUIS CARBAJAL
Provincia :	PASCO	PLANO:	YANACANCHA
Distrito :	YANACANCHA	ARQUITECTURA - DISTRIBUCION	





SEXTA PLANTA

UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN		LAMINA : A-06	
TESIS: Comparación del Comportamiento Estructural de una Edificación de 6 Niveles Utilizando el Método de Elementos Finitos, empleando el Reglamento Nacional de Edificaciones y el American Concrete Institute, Pasco 2023		UBICACIÓN: Pasco, Paul Adolfo CONDEZO MENDOZA	
ASesor: Dr. Luis Villar REQUIS CARBAJAL	Región : PASCO	Provincia : PASCO	Distrito : YANACANCHA
		PLANO: ARQUITECTURA - DISTRIBUCION	



AZOTEA

UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN

TESIS: Comparación del Comportamiento Estructural de una Edificación de 6 Niveles Utilizando el Método de Elementos Finitos, empleando el Reglamento Nacional de Edificaciones y el American Concrete Institute, Pasco 2023

UBICACIÓN: Pasco

Región : PASCO

Provincia : PASCO

Distrito : YANACANCHA

ASESOR: Dr. Luis Villar Requius Carabajal

PLANO: ARQUITECTURA - DISTRIBUCION

LAMINA : A-07

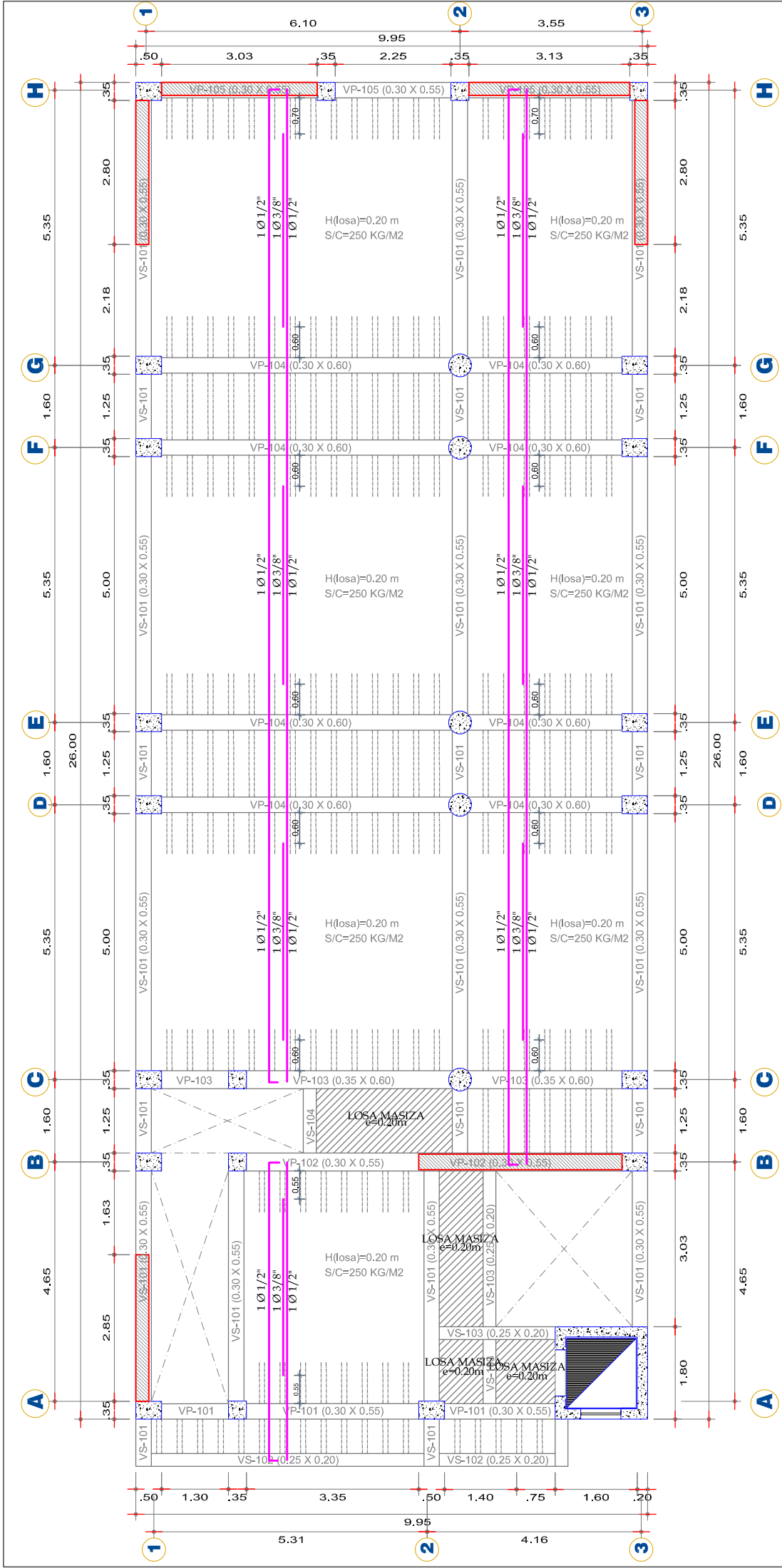




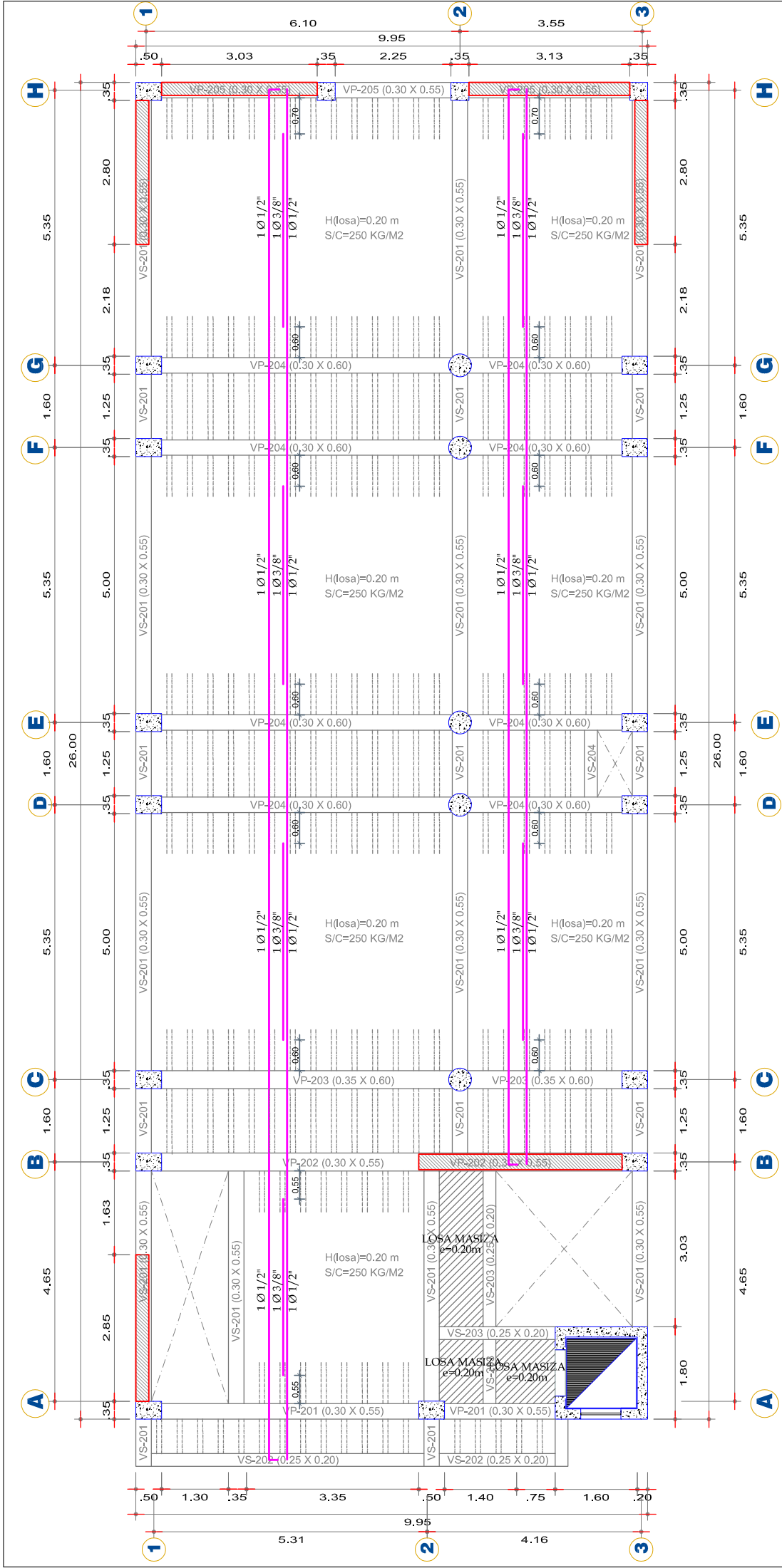
UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN  
TESIS: Comparación del Comportamiento Estructural de una Edificación de 6 Niveles Utilizando el Método de Elementos Finitos, empleando el Reglamento Nacional de Edificaciones y el American Concrete Institute, Pasco 2023

UBICACIÓN: Región : PASCO Provincia : PASCO Distrito : YANACANCHA  
TESISTA: Bach. Paul Adolfo CONDEZO MENDOZA  
ASESOR: Dr. Luis Villar REQUIS CARBAJAL  
PLANO: ESTRUCTURA - LOSA ALIGERADA  
LAMINA : E-01


LOSA SEGUNDO PISO







LOSA TERCER Y CUARTO PISO



UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN

TESISTA: Bach. Paul Adolfo CONDEZO MENDOZA

ASESOR: Dr. Luis Villar REQUIS CARBAJAL

PLANO: ESTRUCTURA - LOSA ALIGERADA

---

Comparación del Comportamiento Estructural de una Edificación de 6 Niveles Utilizando el Método de Elementos Finitos, empleando el Reglamento Nacional de Edificaciones y el American Concrete Institute, Pasco 2023

---

UBICACION:

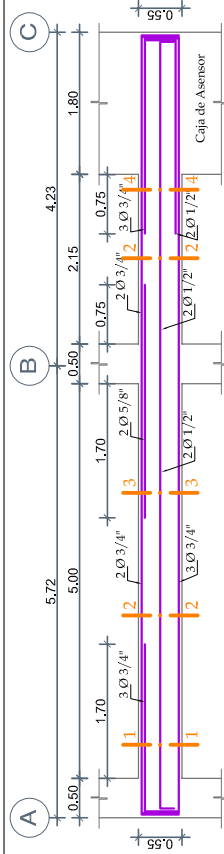
Región : PASCO

Provincia : PASCO

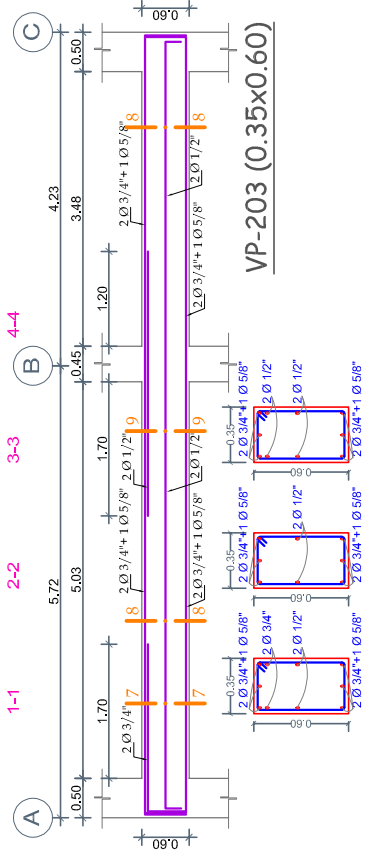
Distrito : YANACANCHA

LAMINA :

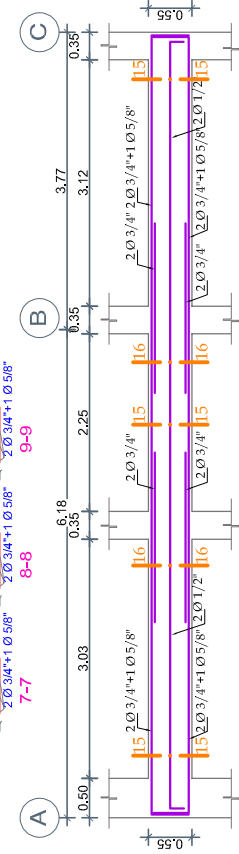
**E-03**



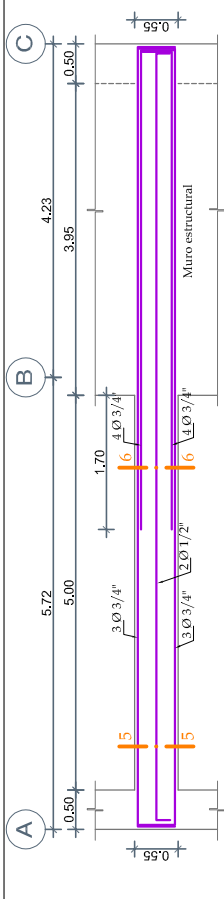
**VP-201 (0.30x0.55)**  
Caja de Ascensor



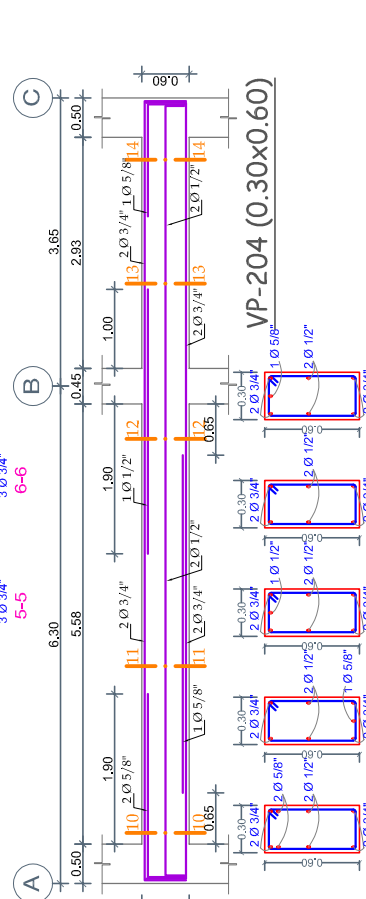
**VP-203 (0.35x0.60)**



**VP-205 (0.30x0.55)**



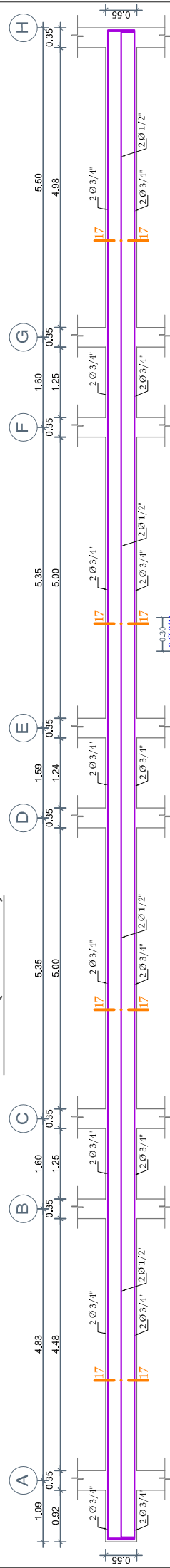
**VP-202 (0.30x0.55)**  
Muro estructural



**VP-204 (0.30x0.60)**

VS 202 (0.25x0.20)  
VS 203  
VS 204

VS 15-15  
VS 16-16  
VS 17-17



**VS-201 (0.30x0.55)**

UNDAAC

UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN

TESIS: Comparación del Comportamiento Estructural de una Edificación de 6 Niveles Utilizando el Método de Elementos Finitos, empleando el Reglamento Nacional de Edificaciones y el American Concrete Institute, Pasco 2023

TESISTA: Bach. Paul Adolfo CONDEZO MENDOZA  
 ASESOR: Dr. Luis Villar REQUIS CARBAJAL  
 PLANO: ESTRUCTURA-VIGAS

LUBRICACIÓN: PASCO  
 Región: PASCO  
 Provincia: PASCO  
 Distrito: YANACANCHA

E-04



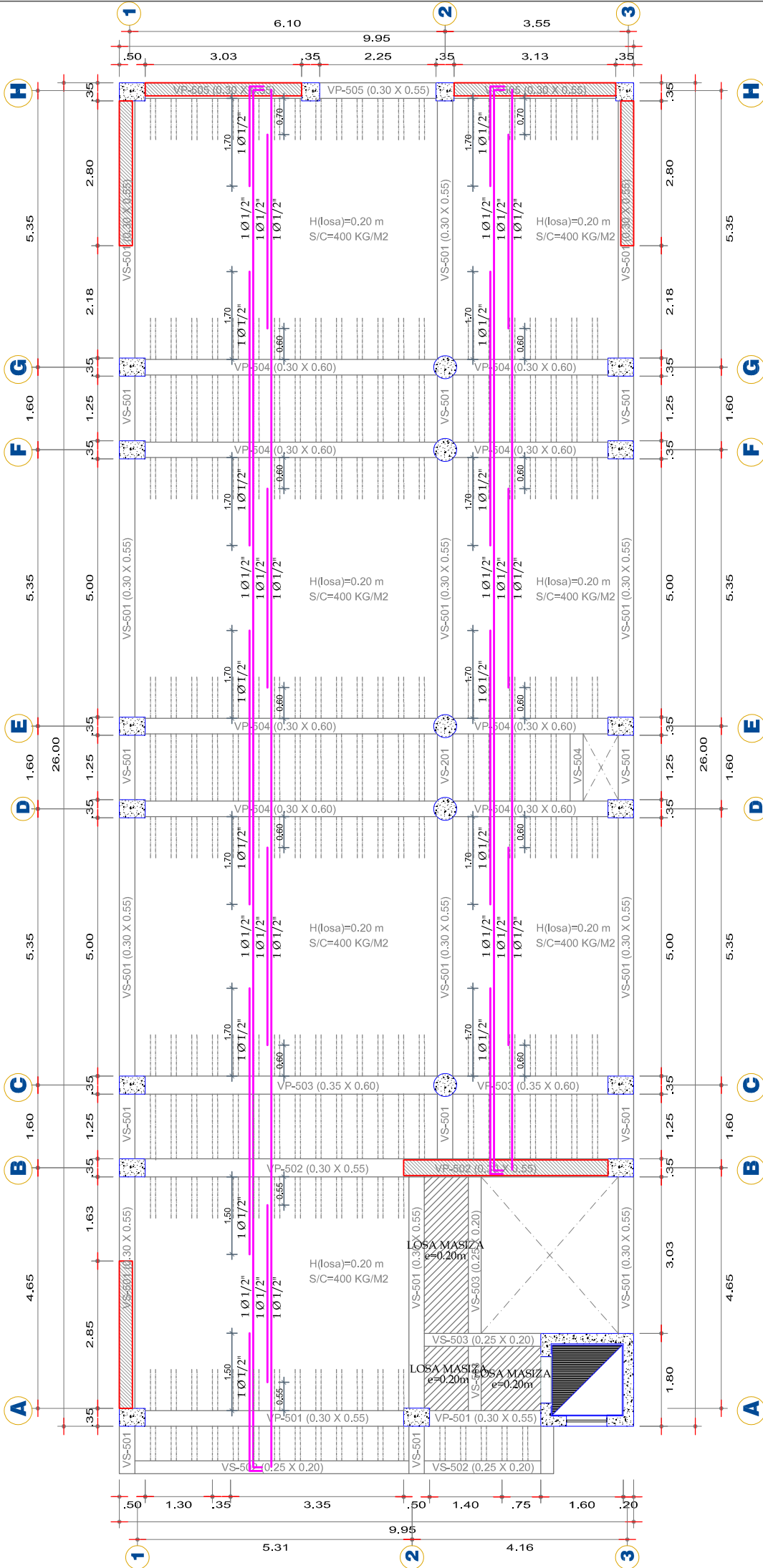
UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN

TESIS: Comparación del Comportamiento Estructural de una Edificación de 6 Niveles Utilizando el Método de Elementos Finitos, empleando el Reglamento Nacional de Edificaciones y el American Concrete Institute, Pasco 2023

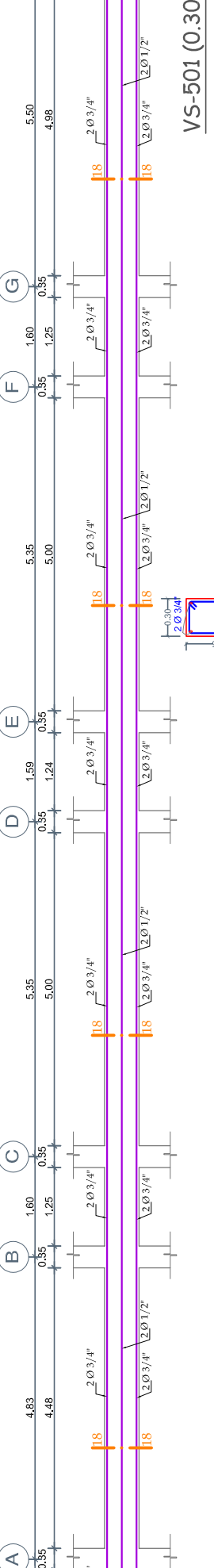
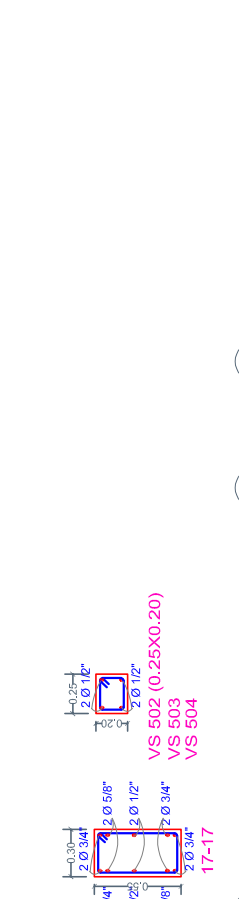
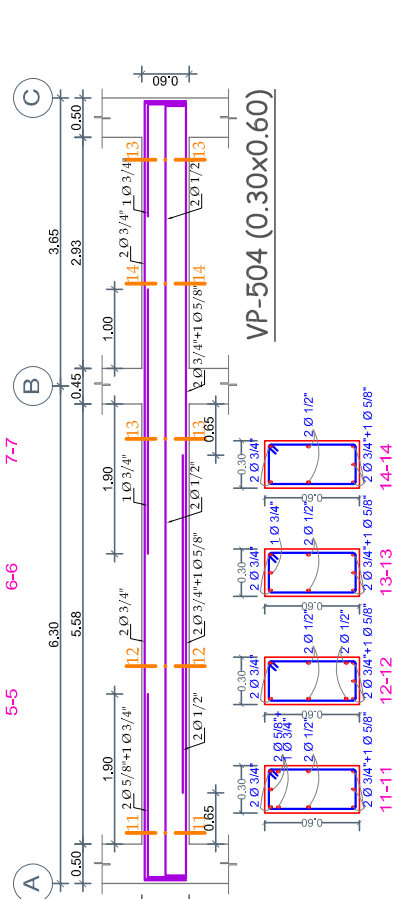
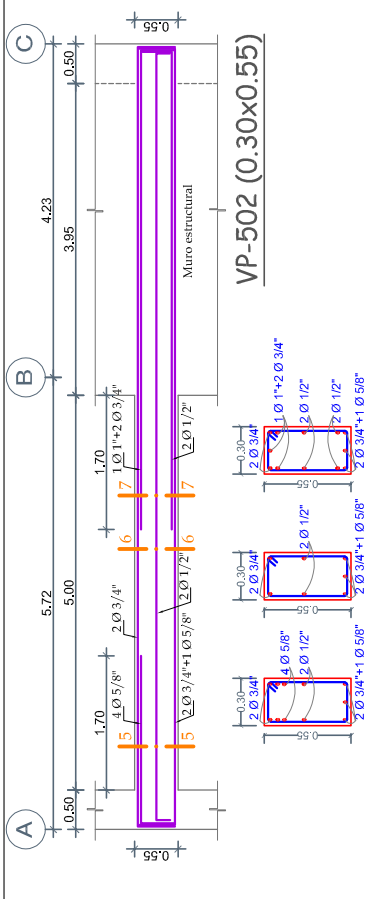
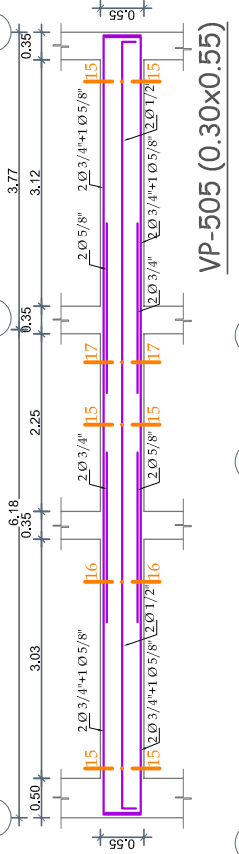
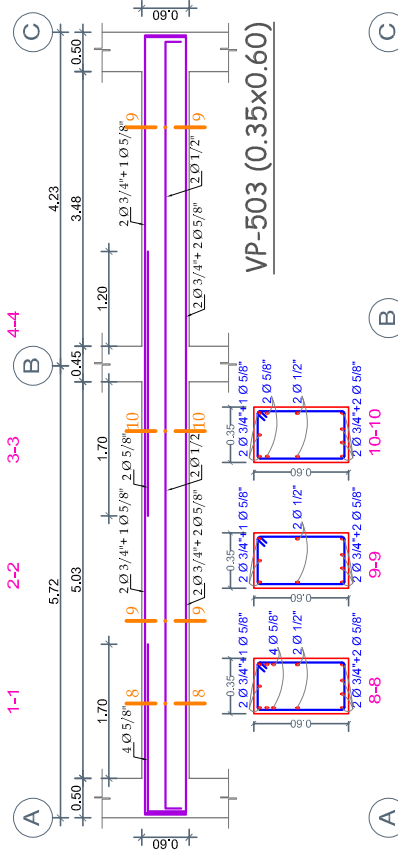
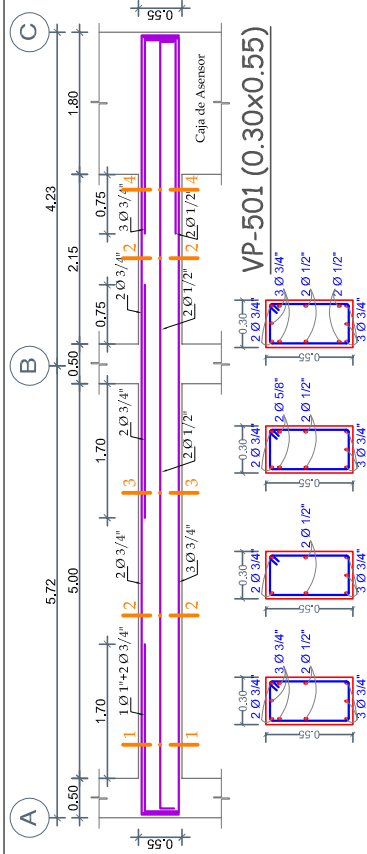
LÁMINA: E-05

UBICACIÓN: Región : PASCO, Provincia : PASCO, Distrito : YANACANCHA

TESISTA: Bach. Paul Adolfo CONDEZO MENDOZA  
 ASESOR: Dr. Luis Villar REQUIS CARBAJAL  
 PLANO: ESTRUCTURA - LOSA ALIGERADA



LOSA QUINTO Y SEXTO PISO



**UNDAAC**

UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN

TESIS: Comparación del Comportamiento Estructural de una Edificación de 6 Niveles Utilizando el Método de Elementos Finitos, empleando el Reglamento Nacional de Edificaciones y el American Concrete Institute, Pasco 2023

TESISTA: Bach. Paul Adolfo CONDEZO MENDOZA

ASESOR: Dr. Luis Villar REQUIS CARBAJAL

LUBRICACION: PASCO

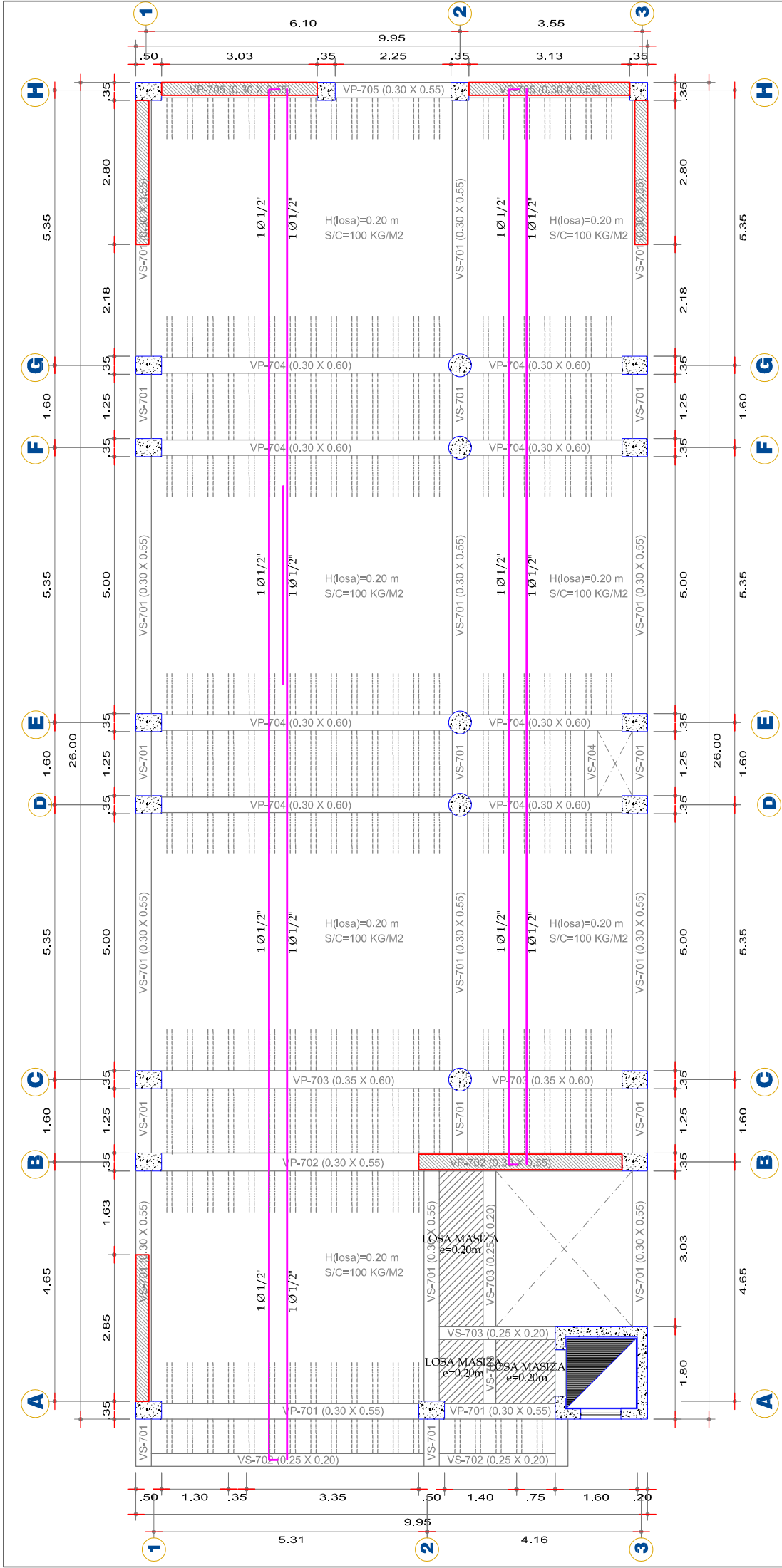
Región: PASCO

Provincia: PASCO

Distribución: YANACANCHA

LAMINA: E-06

ESTRUCTURA-VIGAS



LOSA AZOTEA



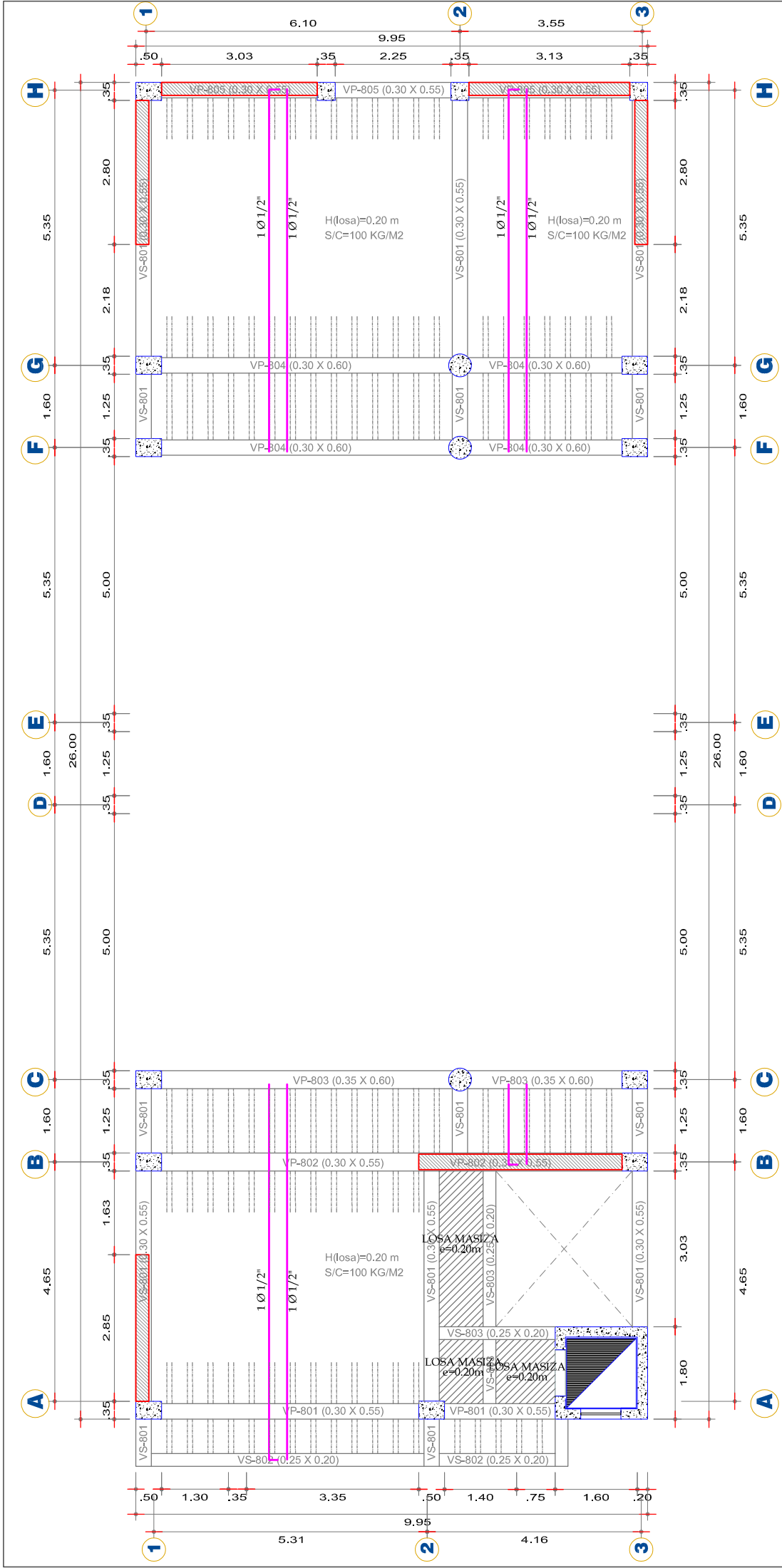
UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN  
 TESIS: Comparación del Comportamiento Estructural de una Edificación de 6 Niveles Utilizando el Método de Elementos Finitos, empleando el Reglamento Nacional de Edificaciones y el American Concrete Institute, Pasco 2023

UBICACIÓN:	Región : PASCO	TESISTA:	Bach. Paul Adolfo CONDEZO MENDOZA
	Provincia : PASCO	ASESOR:	Dr. Luis Villar REQUIS CARBAJAL
	Distrito : YANACANCHA	PLANO:	ESTRUCTURA - LOSA ALIGERADA

LAMINA : E-07







LOSA TECHO AZOTEA



UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN

TESIS: Comparación del Comportamiento Estructural de una Edificación de 6 Niveles Utilizando el Método de Elementos Finitos, empleando el Reglamento Nacional de Edificaciones y el American Concrete Institute, Pasco 2023

LAMINA : **E-09**

---

UBICACION :  
 Región : PASCO  
 Provincia : PASCO  
 Distrito : YANACANCHA

TESISTA: Bach. Paul Adolfo CONDEZO MENDOZA  
 ASESOR: Dr. Luis Villar REQUIS CARBAJAL  
 PLANO: ESTRUCTURA - LOSA ALIGERADA