



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

**Modelamiento y Diseño Estructural de una Edificación de 5 pisos  
con Semisótano, en la Urbanización las Viñas, Ica 2021**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Civil

**AUTORES:**

Huaman Huerta, Jesus Edgar (ORCID: 0000-0002-8635-9086)

Quispe Yalle, Joel Alfonso (ORCID: 0000-0001-5646-7636)

**ASESOR:**

Mg. Sigüenza Abanto, Robert Wilfredo (ORCID: 0000-0001-8850-8463)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño Sísmico y Estructural

LIMA – PERÚ

2021

## DEDICATORIA

Esta investigación se las dedico a las personas que me dieron la vida María y Jesus, por su apoyo continuo durante todos estos años de mi vida y la confianza que me brindan cada día. **Jesus Edgar Huaman Huerta**

La investigación se la dedico a las tres personas más importantes en mi vida, que sin su apoyo incondicional en todos los años estudiados no hubiera logrado que mi sueño se vuelva realidad. **Joel Alfonso Quispe Yalle**

## **AGRADECIMIENTO**

A nuestro asesor el Mg. Sigüenza Abanto, Robert Wilfredo por el material académico brindado y enseñanza de calidad durante el tiempo brindado.

Al Ing. Ángel Soriano Ipanaqué parte del soporte técnico de CYPE Perú, quien nos orientó y guio durante la etapa de modelamiento estructural en el programa CYPECAD.

A la Universidad Cesar Vallejo por dejarnos continuar con nuestro camino profesional y cumplir con la meta de ser Ingenieros Civiles.

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

CARÁTULA .....	i
DEDICATORIA .....	ii
AGRADECIMIENTO .....	iii
ÍNDICE DE CONTENIDOS .....	iv
ÍNDICE DE TABLAS.....	v
ÍNDICE DE GRÁFICOS Y FIGURAS.....	vii
RESUMEN .....	x
ABSTRACT .....	xi
I. INTRODUCCIÓN .....	12
II.MARCO TEÓRICO .....	15
III.METODOLOGÍA.....	30
3.1. Tipo y diseño de investigación .....	31
3.2. Variables y operacionalización.....	31
3.3. Población, muestra y muestreo .....	31
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos .....	32
3.5. Procedimientos .....	32
3.6. Método de análisis de datos.....	32
3.7. Aspectos éticos.....	33
IV.RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	34
V. CONCLUSIONES.....	96
VI. RECOMENDACIONES.....	99
REFERENCIAS.....	101
ANEXOS .....	108

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1</b> Espesor o peralte mínimo de losa aligerada .....	21
<b>Tabla 2</b> Factores para predimensionamiento de vigas primarias o principales....	23
<b>Tabla 3</b> Factores de predimensionamiento de columnas .....	24
<b>Tabla 4</b> Cargas permanentes o muertas.....	27
<b>Tabla 5</b> Peso propio de aligerado .....	28
<b>Tabla 6</b> Carga Viva de Pisos .....	28
<b>Tabla 7</b> Carga viva de techo .....	28
<b>Tabla 8</b> Características Mecánicas del Terreno .....	35
<b>Tabla 9</b> 1er calculo, desplazamientos relativos de planta y máximo desplazamientos de plantas.....	62
<b>Tabla 10</b> 1er calculo, cortante sísmico combinado y fuerza sísmica equivalente por planta para sismo en X .....	62
<b>Tabla 11</b> 1er calculo, cortante sísmico combinado y fuerza sísmica equivalente por planta para sismo en Y .....	63
<b>Tabla 12</b> 1er calculo, irregularidad de rigidez en dirección X .....	63
<b>Tabla 13</b> 1er calculo, irregularidad de rigidez en dirección Y .....	63
<b>Tabla 14</b> 1er calculo, irregularidad extrema de rigidez en dirección X .....	64
<b>Tabla 15</b> 1er calculo, irregularidad extrema de rigidez en dirección Y .....	64
<b>Tabla 16</b> 1er calculo, irregularidad torsional en dirección X .....	65
<b>Tabla 17</b> 1er calculo, irregularidad torsional en dirección Y .....	66
<b>Tabla 18</b> 1er calculo, irregularidad torsional extrema en dirección X .....	66
<b>Tabla 19</b> 1er calculo, irregularidad torsional extrema en dirección Y .....	67
<b>Tabla 20</b> 2do calculo, desplazamientos relativos de planta y máximo desplazamientos de plantas.....	68
<b>Tabla 21</b> 2do calculo, Cortante sísmico combinado y fuerza sísmica equivalente por planta para sismo en X .....	69

<b>Tabla 22</b> 2do calculo, Cortante sísmico combinado y fuerza sísmica equivalente por planta para sismo en X .....	69
<b>Tabla 23</b> 2do calculo, Irregularidad de rigidez en dirección X .....	70
<b>Tabla 24</b> 2do calculo, Irregularidad de rigidez en dirección Y .....	70
<b>Tabla 25</b> Irregularidad torsional en dirección X.....	71
<b>Tabla 26</b> Irregularidad torsional en dirección Y .....	71
<b>Tabla 27</b> Irregularidad torsional extrema en dirección X .....	72
<b>Tabla 28</b> Irregularidad torsional extrema en dirección Y .....	72
<b>Tabla 29</b> Características para el análisis modal espectral (dinámico) .....	73
<b>Tabla 30</b> Desplome local máximo de los pilares (d/h) .....	75
<b>Tabla 31</b> Verificación de la condición de cortante basal.....	75
<b>Tabla 32</b> Porcentaje de cortante sísmico resistido por tipo de soporte en arranques .....	76
<b>Tabla 33</b> Comprobaciones del grupo de columnas .....	82
<b>Tabla 34</b> Metrado de acero para el grupo de columnas .....	84
<b>Tabla 35</b> Comprobaciones de dimensiones y armado de la zapata .....	86
<b>Tabla 36</b> Comprobaciones y dimensionamiento de placas .....	91

## ÍNDICE DE GRÁFICOS Y FIGURAS

<b>Figura 1:</b> Datos a ingresar de características de materiales y losa aligerada .....	37
<b>Figura 2:</b> Datos a ingresar para losa maciza, viga principal y viga secundaria ....	38
<b>Figura 3:</b> Datos a ingresar para columna (Parte I).....	39
<b>Figura 4:</b> Datos a Ingresar para columna (Parte II).....	39
<b>Figura 5:</b> Datos a ingresar para columna (Parte III).....	40
<b>Figura 6:</b> Datos a ingresar para placa (Parte I).....	41
<b>Figura 7:</b> Datos a Ingresar para placa (Parte II) .....	42
<b>Figura 8:</b> Datos a Ingresar para la edificación (Parte I) .....	43
<b>Figura 9:</b> Datos a ingresar para la edificación (Parte II).....	44
<b>Figura 10:</b> Datos a ingresar de las cargas para la edificación .....	44
<b>Figura 11:</b> Resultados de predimensionamiento (Parte I).....	45
<b>Figura 12:</b> Resultados de predimensionamiento (Parte II).....	46
<b>Figura 13:</b> Resultados de predimensionamiento (Parte III).....	47
<b>Figura 14:</b> Resultado de Cargas para Modelación de la Edificación.....	48
<b>Figura 15:</b> Inicio de CYPE 2022 .....	49
<b>Figura 16:</b> Nuevo modelamiento .....	49
<b>Figura 17:</b> Datos generales del proyecto.....	50
<b>Figura 18:</b> Selección de normas.....	51
<b>Figura 19:</b> Resistencia del concreto $f'c=210$ kg/cm <sup>2</sup> .....	51
<b>Figura 20:</b> Datos de la cimentación .....	52
<b>Figura 21:</b> Configuración del acero .....	53
<b>Figura 22:</b> Crear nuevas plantas .....	54
<b>Figura 23:</b> Cota del plano de cimentación .....	55

<b>Figura 24:</b> Nuevo pilar - editar pilar .....	56
<b>Figura 25:</b> Entrar viga.....	57
<b>Figura 26:</b> Entrar paño .....	58
<b>Figura 27:</b> Nuevo núcleo de escaleras .....	59
<b>Figura 28:</b> Cargas lineales en vigas .....	60
<b>Figura 29:</b> Vista en planta del modelado estructural, previo al primer cálculo .....	60
<b>Figura 30:</b> Modelado estructural, vista 3D .....	61
<b>Figura 31:</b> Vista en planta del modelado estructural, al segundo cálculo .....	68
<b>Figura 32:</b> Normativa para el cálculo de la acción sísmica .....	74
<b>Figura 33:</b> Verificación de la condición de cortante basal .....	76
<b>Figura 34:</b> Datos de la cimentación .....	77
<b>Figura 35:</b> Introducción de cimentaciones .....	78
<b>Figura 36:</b> Vista en planta de la cimentación .....	78
<b>Figura 37:</b> Diseño del pórtico 14 parte 1.....	79
<b>Figura 38:</b> Diseño del pórtico 14 parte 2.....	80
<b>Figura 39:</b> Listado de armado del pórtico 14 .....	81
<b>Figura 40:</b> Edición de pilares, diseño sísmico.....	82
<b>Figura 41:</b> Despiece de grupo de columnas .....	83
<b>Figura 42:</b> Datos del grupo de columnas.....	84
<b>Figura 43:</b> Vista 3D del armado de la columna.....	84
<b>Figura 44:</b> Vista del armado de losa aligerada $e=25\text{cm}$ parte 1 .....	85
<b>Figura 45:</b> Vista del armado de losa aligerada $e=25\text{cm}$ parte 2.....	85
<b>Figura 46:</b> Vista del armado de zapatas .....	87
<b>Figura 47:</b> Vista en planta del armado de cimentación de la estructura.....	87



<b>Figura 48:</b> Exportación de obra a BIMserver.center .....	88
<b>Figura 49:</b> Creación del archivo PLACAS PL-01, PM-2, PM-3 con vinculación BIM .....	88
<b>Figura 50:</b> Selección del proyecto en la plataforma BIMserver.center .....	89
<b>Figura 51:</b> Selección de muros de cortante .....	89
<b>Figura 52:</b> Criterios para disposición de armaduras para el diseño de placas .....	90
<b>Figura 53:</b> Dimensión y comprobación de los muros estructurales.....	90
<b>Figura 54:</b> Vista 3D del armado de acero de placas .....	92

## RESUMEN

El objetivo principal de la tesis fue el modelamiento y diseño estructural de una edificación de 5 pisos con semisótano, en la Urbanización las Viñas del Distrito de Ica.

El diseño de investigación fue el no experimental, Transversal Descriptivo Simple. La población de la presente investigación fue el área total de 1759.97 m<sup>2</sup> y de muestra los lotes 1 y 2 teniendo un área total de 300.00 m<sup>2</sup>.

Para el modelamiento y diseño estructural se verificó las irregularidades en altura y las irregularidades en planta; los máximos desplazamientos relativos admisibles para luego realizar un análisis dinámico en base a los parámetros sísmicos y de acuerdo al estudio de mecánica de suelos obtenido, para luego realizar el diseño estructural con el Software Cypecad 2022.b, el cual tomó la normativa vigente de Concreto Armado E.060 y E.030 diseño sismorresistente del Reglamento Nacional de Edificaciones. Se obtuvo como resultados que la edificación es un sistema Muros Estructurales tanto en el eje X como Y, cuenta con placas de espesor 0.25m, la losa aligerada es de 0.25 m, columnas rectangulares de 0.25m x 0.60m, con vigas principales de 0.25m x 0.45m y vigas secundarias de 0.25m x 0.45m.

**Palabra clave:** Cypecad, diseño sismorresistente, modelamiento.

## **ABSTRACT**

The main objective of the thesis was the modeling and structural design of a 5-story building with a semi-basement, in the Las Viñas Urbanization of the Ica District.

The research design was the non-experimental, Simple Descriptive Transversal. The population of the present investigation was the total area of 1759.97 m<sup>2</sup> and the sample lots 1 and 2 having a total area of 300.00 m<sup>2</sup>.

For the modeling and structural design, irregularities in height and irregularities in plan were verified; the maximum admissible relative displacements to then carry out a dynamic analysis based on the seismic parameters and according to the soil mechanics study obtained, and then carry out the structural design with the Cypecad 2022.b Software, which took the current Concrete regulations Armed E.060 and E.030 earthquake resistant design of the National Building Regulations. The results were that the building is a Structural Walls system in both the X and Y axes, it has plates of 0.25m thickness, the lightened slab is 0.25 m, rectangular columns of 0.25mx 0.60m, with main beams of 0.25mx 0.45m and secondary beams of 0.25mx 0.45m.

**Keywords:** Cypecad, earthquake resistant design, modeling.

## I. INTRODUCCIÓN

## **Realidad problemática**

En el Perú la ciudad de Ica está expuesta a movimientos sísmicos constantes puesto que es una zona altamente sísmica, por el continuo proceso de deformación de las placas de nazca y sudamericana.

La región Ica ha sido golpeada con varios fenómenos sísmicos entre ellos unos de los más importantes y de mayor magnitud fue hace 14 años el 15 de agosto del 2007, causando daños materiales y muertes, en dicho evento sísmico salieron a relucir las carencias estructurales de las edificaciones provocado por la autoconstrucción y deficientes diseños estructurales, ya que incluso viviendas de solo un nivel fueron afectadas quedando en estado crítico evidenciándose la falta de un análisis estructural.

La urbanización Las Viñas de Ica es parte de la zona altamente sísmica entonces las edificaciones deberán contar con un análisis sísmico como se indica en la norma sismorresistente E.030.

Por lo cual, la presente tesis surge de la necesidad de cumplir con la normativa vigente nacional para diseñar y modelar las edificaciones en esta zona implementando el software Cypecad.

## **Formulación del problema**

¿Cuál es el Modelamiento y diseño estructural de una edificación de 5 pisos con semisótano, en la urbanización Las Viñas, Ica 2021?

## **Justificación**

El distrito de Ica se encuentra en una zona de alta vulnerabilidad sísmica creando la necesidad de mejorar el diseño de las edificaciones. Este proyecto de investigación quiere fomentar y dar a conocer la importancia de diseñar edificaciones sismorresistentes con los parámetros definidos en el Reglamento Nacional de Edificaciones.

Además, se propone emplear el software Cypecad, para el modelamiento y diseño estructural de las edificaciones; de esta forma estas serán más seguras, durables y resistentes durante un evento sísmico.

### **Objetivos generales**

- Elaborar el: “Modelamiento y diseño estructural de una edificación de 5 pisos con semisótano, en la Urbanización Las Viñas, Ica 2021.”

### **Objetivos Específicos**

- Determinar las características mecánicas del terreno para una edificación de 5 pisos con semisótano, en la urbanización Las Viñas, Ica 2021.

- Determinar el predimensionamiento estructural de una edificación de 5 pisos con semisótano, en la urbanización Las Viñas, Ica 2021.

- Determinar el modelamiento estructural para una edificación de 5 pisos con semisótano, en la urbanización Las Viñas, Ica 2021.

- Realizar el diseño estructural de una edificación de 5 pisos con semisótano, en la urbanización Las Viñas, Ica 2021.

### **Hipótesis**

El Modelamiento y Diseño Estructural de una Edificación de 5 pisos con Semisótano, en la Urbanización las Viñas, Ica 2021, empleando el software Cypecad cumple con los criterios del Reglamento Nacional de Edificaciones al presente año 2021.

## **II. MARCO TEÓRICO**

### **Antecedentes a nivel nacional**

Minoru Alejandro Afuso Muñoz (2017). **DISEÑO ESTRUCTURAL DE UN EDIFICIO DE CONCRETO ARMADO DE CINCO PISOS Y TRES SÓTANOS UBICADO EN EL DISTRITO DE BARRANCO**, Lima – Perú.

El objetivo de la tesis mencionada fue analizar la estructura para luego diseñarla, teniendo en cuenta los criterios estructurales.

La edificación a analizar y diseñar consta de 5 pisos y 3 sótanos, está formado con vigas, columnas y placas de concreto armado, losas aligeradas y macizas.

El modelamiento de la edificación (superestructura) se realizó utilizando el programa Etabs basándose en los parámetros sismorresistentes E.030, para la parte de la superestructura, se trasladaron las cargas verticales (eje z) de las columnas y placas al software Safe 2016 en la cual se analizó y diseñó la cimentación.

Se concluye que lo más recomendable para este tipo de edificaciones se debe buscar cumplir con los criterios estructurales para poder economizar y brindar edificaciones sismorresistentes, además de que en las zonas de ascensor y escaleras puesto que son zonas rígidas debe colocarse losas macizas de 15cm de altura como mínimo.

Julio Andres Bances Contreras (2020). **DISEÑO ESTRUCTURAL DE UN EDIFICIO DE CONCRETO ARMADO DE SEIS PISOS UBICADO EN SURQUILLO**, Lima – Perú.

La tesis consta en analizar y diseñar una estructura de seis pisos, destinado a la categoría C (viviendas), ubicado en el distrito de Surquillo del Departamento de Lima. El área del terreno es de 402 m<sup>2</sup>, dentro del cual consta con un área construida de 190 m<sup>2</sup> por piso.

El edificio tiene dos departamentos por pisos, en total son 12 departamentos, cuenta con estacionamientos los cuales se encuentran en el primer piso a los



lados de la edificación, los cuales también son 12, es decir 1 estacionamiento por departamento.

El modelamiento de la edificación (superestructura) se realizó utilizando el programa Etabs basándose en los parámetros sismorresistentes E.030, para la parte de la superestructura se trasladaron las cargas verticales (eje z) de las columnas y placas al software Safe 2016 en la cual se analizó y diseñó la cimentación.

Ramiro Alonso Nina Hañari (2019). **DISEÑO ESTRUCTURAL EN CONCRETO ARMADO DE UN EDIFICIO DE OCHO NIVELES Y UN SEMISÓTANO**, Arequipa – Perú.

La tesis comprende el análisis estructural de la edificación (tanto superestructura como subestructura) hasta el diseño de todos los elementos estructurales en concreto armado teniendo como parámetros la normativa vigente del Reglamento Nacional de Edificaciones 2019.

La edificación consta de 08 pisos y 01 semisótano para uso de edificio multifamiliar. El modelamiento de la edificación (superestructura) se realizó utilizando el programa Etabs y la parte de la subestructura en el software Safe 2016 en ambos casos basándose la normativa vigente del Reglamento Nacional de Edificaciones (2019).

Se concluye que lo más recomendable para este tipo de edificaciones se debe buscar cumplir con los criterios estructurales para poder economizar y brindar edificaciones sismorresistentes y que el software Etabs y Safe son recomendables para el análisis y diseño estructural de las edificaciones ya que tiene un porcentaje de variación mínimo (0.1%).

Fran Fachin Y Hipólito Sangama (2021), **IMPLEMENTACIÓN DEL PROGRAMA CYPECAD PARA MEJORAR LA CALIDAD ESTRUCTURAL DE UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR**, San Martín – Perú.

El principal propósito de la tesis fue la implementación del software Cypecad para mejorar la calidad estructural de una vivienda unifamiliar.

Así mismo se tuvo como objetivos específicos: Determinar las características mecánicas del terreno, determinar las características topográficas del terreno, determinar las características del modelamiento estructural con el programa Cypecad, determinar el diseño óptimo de la vivienda unifamiliar considerando criterios de la norma técnica peruana y determinar el costo para la ejecución del proyecto de una vivienda unifamiliar utilizando el programa Cypecad. En el análisis de datos se realizó por medio de los estudios técnicos, que son: Características mecánicas del terreno, características topográficas del terreno, aplicación del programa Cypecad para la modelación estructural. También se muestra el cuadro de recolección de datos. Luego se finalizó con los resultados obtenidos por el programa Cypecad, se pudo ejecutar con los datos obtenidos por estudios técnicos correspondientes. La diferencia entre Cypecad con Etabs es que el Cypecad realiza el análisis de la superestructura y subestructura.

### **Antecedentes a nivel internacional**

Lozano, N. (2013). **COMPARACIÓN SISMORRESISTENTE Y ECONÓMICA ENTRE UNA ESTRUCTURA CONVENCIONAL Y UNA NO CONVENCIONAL EN UN MISMO EDIFICIO IRREGULAR.** Bogotá – Colombia.

La presente tesis buscó comparar el sistema estructural convencional con el no convencional en un edificio irregular de diez pisos, por lo cual se comparó el comportamiento sismorresistente y los costos totales en cada sistema.

También se determinaron las diferencias de desempeño sísmico y capacidad de ductilidad al desplazamiento, para lo cual se utilizó el programa Etabs para realizar el análisis, modelamiento y diseño estructural de la superestructura sin tener en cuenta la subestructura.

Se concluyó que las edificaciones convencionales son más dúctiles que las edificaciones no convencionales en un 37%, teniendo como referencia los costos totales de materiales las edificaciones convencionales son más caras que las

edificaciones no convencionales en un 27%, analizando ese punto la variación está dada por la importancia del acero del refuerzo.

También se concluye que las edificaciones convencionales tienen un mayor desplazamiento y menor cortante basal.

Aguilar, J. (2015). **ANÁLISIS Y DISEÑO DE UN EDIFICIO DE 8 NIVELES EMPLEANDO DIFERENTES SISTEMAS DE PISO: LOSAS DE CONCRETO REFORZADO PERIMETRALMENTE APOYADAS Y LOSAS PLANAS DE CONCRETO POSTENSADO**, MÉXICO.

El tesista buscó realizar la comparativa de dos diferentes tipos de losas; uno que es lasas de concreto reforzadas perimetralmente apoyadas y el otro de lasas de concreto postensado.

Para el análisis y diseño de estos dos sistemas de losas se realizó en el software Safe para poder diseñar y analizar las losas del proyecto (parámetro importante fue la deflexión de la losa), también se analizó la estructura completa (parte de la superestructura) en el software Etabs.

Se concluye que el sistema de losa de concreto reforzado y concreto postensado se pueden complementar adecuadamente provocando un ahorro importante en los materiales de construcción. En la tesis no se determinó cuál sistema es más conveniente debido a que no se analizó los precios totales y tiempo de ejecución.

Román, D. (2016). **DISEÑO SISMORRESISTENTE DE UN EDIFICIO DE CONCRETO ARMADO CON EL SISTEMA DE LOSAS PREFABRICADA CON VIGAS PERALTADAS UTILIZANDO EL PROGRAMA SAP 2000 Y COMPARACIÓN DE RESULTADOS CON EL PROGRAMA CYPECAD**, ECUADOR.

El tesista tuvo como objetivo principal, realizar un análisis comparativo de resultados entre el SAP 2000 versión 16.0.0 y Cypecad versión 2015.n, con el propósito de saber que software es el más adecuado y tiene resultados más fiables, además que permita apresurar los procesos de consultoría y fiscalización

de proyectos, así como también optimizar el tiempo y costos, sin dejar de lado la seguridad en base al diseño sismorresistente, por lo cual se tiene como conclusión que el Cypecad es un excelente programa y más acertado que el SAP 2000, además de que el Cypecad realiza el análisis y diseño estructural de la superestructura y subestructura.

## **ESTRUCTURACIÓN Y PREDIMENSIONAMIENTO**

### **ESTRUCTURACIÓN**

Cuando se realiza la proyección de una edificación, lo más habitual es que se les dé más importancia a los procesos de dimensionamiento y análisis que los aspectos conceptuales y criterios de estructuración.

Lo mencionado anteriormente es una práctica que no se debe de hacer porque al diseñar por sismo una edificación mal estructurada es muy difícil de predecir que se comporte de una manera satisfactoria ante el sismo (Por ejemplo: Momentos torsores), por lo cual en la norma E.060 capítulo 21 se indican los criterios de diseño para elementos estructurales y en la norma E.030 los procedimientos para el análisis sísmico y criterios de estructuración.

### **PREDIMENSIONAMIENTO**

El predimensionamiento es el paso previo para modelar en el software Cypecad, calculando aproximadamente las dimensiones de los elementos estructurales bajo criterios de estructuración presentes en el R.N.E. o libros de Ingeniería Estructural.

### **PREDIMENSIONAMIENTO DE LOSA ALIGERADA**

El peralte o espesores mínimos para la no verificación de deflexiones en una losa aligerada de una dirección se pueden dimensionar con la ayuda de la **Tabla 1**, que se encuentra contenida en la normativa nacional de edificación E.060.

**Tabla 1***Espesor o peralte mínimo de losa aligerada*

PERALTE O ESPESORES MÍNIMOS DE VIGAS NO PREESFORZADAS O LOSAS ALIGERADAS EN UNA DIRECCIÓN A MENOS QUE SE CALCULEN LAS DEFLEXIONES				
Elementos	Simplemente apoyados	Con un extremo continuo	Ambos extremos continuos	En voladizo
	Elementos que no soporten o estén ligados a divisiones y otro tipo de elementos no estructurales susceptibles de dañarse debido a deflexiones grandes.			
<b>Losas Macizas en una dirección</b>	$\frac{L_{aligerado}}{20}$	$\frac{L_{aligerado}}{24}$	$\frac{L_{aligerado}}{28}$	$\frac{L_{aligerado}}{10}$
<b>Vigas o losas nervadas en una dirección</b>	$\frac{L_{aligerado}}{16}$	$\frac{L}{18.5}$	$\frac{L_{aligerado}}{21}$	$\frac{L_{aligerado}}{8}$

Fuente: NTP E.060, TABLA 9.1 Peraltes O Espesores Mínimos De Vigas No Preesforzadas O Losas Reforzadas En Una Dirección A Menos Que Se Calculen Las Deflexiones.

Donde:

$L_{aligerado}$  = Longitud eje a eje de aligerado.

### PREDIMENSIONAMIENTO DE LOSA MACIZA

Se colocarán en las zonas de mayor rigidez de la estructura, por lo cual se utilizará losa maciza en la zona del ascensor y escalera.

El primer paso para el predimensionamiento de losa maciza es analizar si la losa será unidireccional o bidireccional, para lo cual se verificará en base en la siguiente fórmula:

$$\beta = \frac{L_{losa\_maciza}}{b_{losa\_maciza}}$$

Si:  $\beta < 2$  Bidireccional

$\beta \geq 2$  Unidireccional

Dónde:

$L_{losa\_maciza}$  = Longitud de losa maciza

$b_{losa\_maciza}$  = Ancho de losa maciza

Como por lo general la relación de L/b es menor a 2, se asumirá para el desarrollo del predimensionamiento que sea bidireccional.

El tema del peralte se calculará en base a las siguientes fórmulas:

$$h_1 = \frac{L_{losa\_maciza}}{40}$$

$$h_2 = \frac{Perimetro}{180}$$

Se debe tener en cuenta que la altura debe ser mínimo de 15cm, puesto que es una zona rígida.

## **PREDIMENSIONAMIENTO DE VIGAS**

En este punto, utilizaremos como referencia lo especificado en el RNE, E.060 y Norma A.C.I en la parte siguiente: “Las vigas estructurales o aquellas que forman parte de los pórticos deben de tener un ancho mínimo de 25 cm” y el predimensionado en base a fórmulas se realizará tomando como referencia al libro del magister Ricardo Oviedo tanto para vigas principales como secundarias.

## **PREDIMENSIONAMIENTO DE VIGAS PRINCIPALES**

Para el cálculo de la altura de las vigas principales se realizará con la siguiente fórmula:

$$h_{VP} = \frac{L_{Viga\_Principal}}{\alpha}$$

**Tabla 2**

*Factores para predimensionamiento de vigas primarias o principales*

<b>Factor para Predimensionamiento de Vigas Principales</b>	
<b>S/C</b>	<b><math>\alpha</math></b>
<b><math>S/C \leq 200 \text{ kg/m}^2</math></b>	<b>12</b>
<b><math>200 &lt; S/C \leq 350 \text{ kg/m}^2</math></b>	<b>11</b>
<b><math>350 &lt; S/C \leq 600 \text{ kg/m}^2</math></b>	<b>10</b>
<b><math>600 &lt; S/C \leq 750 \text{ kg/m}^2</math></b>	<b>9</b>

Fuente: Libro del Magister Ricardo Oviedo

Para el cálculo de la base de las vigas primarias o principales frente a la acción sísmica se realizará con las siguientes fórmulas:

$$b_{VP} = \frac{\text{Ancho}_{\text{tributario}_{VP}}}{20}$$

$$b_{VP} = \frac{h_{VP}}{2}$$

$$b_{VP} \geq 0.25m$$

## **PREDIMENSIONAMIENTO DE VIGAS SECUNDARIAS**

Para el cálculo del peralte de las vigas secundarias se realizará con la siguiente fórmula:

$$h_{VS} = \frac{L_{\text{Viga}_{\text{Secundaria}}}}{14}$$

Por los criterios de estructuración se recomienda que el ancho de la viga principal sea igual al ancho de la viga secundaria.

Dónde:

$L_{\text{Viga}_{\text{Principal}}}$  = Longitud de eje- eje de viga principal.

$L_{\text{Viga}_{\text{Secundaria}}}$  = Longitud de eje – eje de viga secundaria.

“ $\alpha$ ” es un factor para el cálculo de altura de viga principal, que depende de la sobrecarga de piso.

“ $Ancho_{tributario\_VP}$ ” es el ancho tributario de viga principal.

“ $h_{VP}$ ” es la altura de la viga principal.

“ $b_{VP}$ ” es el ancho de la viga principal.

“S/C” es la sobrecarga o carga viva.

“ $h_{VS}$ ” = Altura de Viga Secundaria

“ $b_{VS}$ ” = Ancho de la Viga Secundaria.

### **PREDIMENSIONAMIENTO DE COLUMNAS**

El predimensionamiento de columnas estará definido por las fórmulas del libro del Magister Ricardo Oviedo, cabe recalcar que la fórmula depende de dos factores los cuales varían de acuerdo a la ubicación de la columna, la fórmula es la siguiente:

$$A_{col} = \frac{\lambda P_g}{\eta f'c}$$

**Tabla 3**

*Factores de predimensionamiento de columnas*

<b>Factores para Predimensionamiento de Columnas</b>		
<b>Tipo de Columna</b>	<b><math>\lambda</math></b>	<b><math>\eta</math></b>
<b>Central</b>	<b>1.1</b>	<b>0.3</b>
<b>Perimetral</b>	<b>1.25</b>	<b>0.25</b>
<b>Esquina</b>	<b>1.5</b>	<b>0.2</b>

Fuente: Libro del Magister Ricardo Oviedo

Dónde:

$A_{col}$  = Área de columna.

$P_g$  = Carga de gravedad a la cual está sometida la columna analizada.

$f'c$  = Resistencia a la compresión del concreto.



## PREDIMENSIONAMIENTO DE PLACAS

Las placas tienen como mínimo un espesor de 10cm (Sistema de Muros de Ductilidad Limitada), pero para otros tipos de sistemas se utilizan espesores mayores de 15cm, 20cm, 25 o 30 cm, el cual varía dependiendo a la carga que estará sometida.

Para el predimensionamiento de placas primero se calculará la cortante en base a la multiplicación de la aceleración sísmica con el Peso del Edificio.

$$V = \frac{Z \cdot U \cdot C \cdot S}{R} \cdot P_{edificio}$$

Los valores Z, U, C, S y R son parámetros sismorresistentes que están definidos en la Norma Sismorresistente E.030.

Luego de calcular la cortante basal, se procede a tomar el valor más alto que absorberá la placa para el sistema estructural que se asumirá.

En este caso se asumirá que es sistema aporticado por lo cual la placa absorberá un 20% de la cortante basal, el cual será el cortante último con el cual se diseñará.

$$V_u = 20\%V$$

Luego de realizar lo anterior, se asumirá longitud, espesor, espaciamiento de estribo de la placa para así con las fórmulas que se encuentran a continuación se verifique que lo asumido es correcto, en caso sea incorrecto se varía espesor, longitud o espaciamiento de estribos para que así pueda cumplir y proceder con el modelamiento en el software Cypecad.

$$V_u < \phi V_n$$
$$V_n = V_c + V_s$$

$$V_c = 0.53\sqrt{f'_c} \cdot t \cdot d$$

$$d = 0.80L_{placa}$$

$$V_s = A_v \cdot f_y \cdot \frac{d}{S_{estribos}}$$

$$A_v = N_R \cdot \emptyset_{estribo}$$

Dónde:

$V_u$  : Cortante que absorbe la placa

$V_n$  : Resistencia Nominal al Corte

$V_c$  : Contribución del Concreto a la resistencia al corte.

$V_s$  : Contribución del Acero a la resistencia al corte.

$f'_c$  : Resistencia a la compresión del concreto.

$t$  : Espesor de la placa.

$L_{placa}$  : Longitud de placa.

$S_{estribos}$  : Separación de estribos.

$d$  : Longitud efectiva.

$N_R$  : Número de Ramas.

$\emptyset_{estribo}$  : Diámetro del estribo.

$A_v$  : Área del acero.

$\emptyset$  : Factor de Reducción por corte, por norma es 0.85.

$f_y$  : Esfuerzo de fluencia del acero.

Tener en cuenta que se analiza en la dirección que se encuentra la placa.

### **METRADO DE CARGAS**

Para poder realizar el predimensionamiento, calcular la cortante basal se debe de realizar un metrado de cargas, lo cual consiste en estimar de una manera

aproximada las cargas a la que están expuestos los elementos estructurales que conforman la edificación.

Existen diferentes tipos de cargas las cuales se mencionarán a continuación:

### **CARGAS ESTÁTICAS**

Este tipo de cargas son las que se aplican de una manera lenta sobre la estructura lo cual hace que se lleguen a sus valores máximos los esfuerzos y deformaciones en conjunto con la carga máxima.

Estas cargas no producen vibraciones en la estructura, los cuales se clasifican en: Cargas muertas o permanentes; Cargas viva o sobrecarga.

La norma E.020 Cargas, nos indica las cantidades que se deben de asumir para realizar el análisis estructural y estimar el peso del edificio, posteriormente realizar un diseño estructural de la edificación.

### **CARGAS PERMANENTES O MUERTAS**

Son aquellas cargas fijas o constantes es decir a lo largo de toda la vida útil de la estructura por ejemplo tenemos al peso propio de la edificación, el peso de la tabiquería, peso de los acabados y otros dispositivos que se encuentren de manera fija y constante en la estructura (ver Tabla 4).

**Tabla 4**

*Cargas permanentes o muertas*

<b>Materiales.</b>	<b>P.E.</b>
Losa Aligerada (25cm).	350kg/m <sup>2</sup>
Piso terminado.	100kg/m <sup>2</sup>
Acabados.	100kg/m <sup>2</sup>
Tabiquería para pisos	100kg/m <sup>2</sup>
Tabiquería para Azotea	50kg/m <sup>2</sup>
Albañilería Ladrillo Sólido.	1800kg/m <sup>3</sup>
Albañilería Ladrillo Hueco.	1350kg/m <sup>3</sup>
Concreto Simple de Grava.	2300kg/m <sup>3</sup>
Concreto Armado.	2400kg/m <sup>3</sup>
Agua.	1000kg/m <sup>3</sup>
Muro de Albañilería Hueca.	1350kg/m <sup>3</sup>

Fuente: Norma E.020.

**Tabla 5**

*Peso propio de aligerado*

<b>Losas Aligeradas Armadas en una Sola Dirección de Concreto Armado</b>		
<b>Con Vigüeta de 0.10m de Ancho y 0.40m entre ejes</b>		
<b>Espesor del aligerado(m)</b>	<b>Espesor de losa en metros</b>	<b>Peso Propio en Kgf/m<sup>2</sup></b>
<b>0.17</b>	<i>0.05</i>	<i>280</i>
<b>0.20</b>	<i>0.05</i>	<i>300</i>
<b>0.25</b>	<i>0.05</i>	<i>350</i>
<b>0.30</b>	<i>0.05</i>	<i>420</i>

Fuente: Norma E.020.

### **CARGAS VIVAS O SOBRECARGA**

Son aquellas cargas que no son frecuentes y por lo cual actúan de una manera eventual sobre la estructura como por ejemplo es el peso de las personas, donde el valor de la carga viva o sobrecarga dependerá del uso al que se destinen cada piso de la edificación.

**Tabla 6**

*Carga Viva de Pisos*

<b>Ocupación o Uso.</b>	<b>S/C</b>
Viviendas.	200kg/m <sup>2</sup>
Corredores y escaleras.	200kg/m <sup>2</sup>

Fuente: Norma E.020 Cargas

**Tabla 7**

*Carga viva de techo*

<b>Inclinación de techo</b>	<b>S/C_techo</b>
Hasta 3° con respecto a la horizontal.	100kgf/m <sup>2</sup>

---

Mayor a 3° con respecto a la horizontal	100kgf/m <sup>2</sup> – Grado superior a 3 entre 3 multiplicado por 0.05 (Con un mínimo de 50kgf/m <sup>2</sup> )
---	---

Techos curvos	50kgf/m <sup>2</sup>
---------------	----------------------

---

Fuente: Norma E.020 Cargas

## **CARGAS DE SISMO**

Se les considera a las ondas sísmicas a la liberación de energía acumulada por el roce de 02 placas, lo cual esto genera en la estructura una aceleración de masas, por lo cual, para efectos del análisis estructural puede hacerse que el total de la fuerza sísmica actúe independientemente en dos direcciones ortogonales predominantes.

## **ANÁLISIS SÍSMICO**

El fin del análisis sísmico es determinar cómo se comportará la edificación bajo diversas condiciones de cargas, teniendo como parámetros establecidos en las normas E.060 concreto armado y E.030 diseño sismorresistente RNE.

Existen 02 tipos de análisis para poder determinar las fuerzas internas las cuales son: El análisis estático o de fuerzas estáticas equivalente y el análisis dinámico modal espectral. En la presente tesis se realizó el análisis estructural empleando el software Cypecad, donde se analizará la estructura bajo acción sísmica utilizando un método de análisis dinámico.

## **DISEÑO ESTRUCTURAL**

El diseño estructural consiste en calcular la cantidad de acero longitudinal y transversal necesario para que los elementos estructurales de una edificación cumplan las condiciones de carga generados por el análisis estructural. La envolvente generada y respetando los criterios de armado por ductilidad de la norma E.060 capítulo 21. Disposiciones especiales para el diseño sísmico.

### **III. METODOLOGÍA**

### **3.1. Tipo y diseño de investigación**

Tipo de investigación: Investigación aplicada

Diseño de investigación: Diseño no experimental y descriptiva, debido a que se busca diseñar una edificación de 5 pisos con Semisótano en la Urbanización las Viñas mediante el modelamiento y diseño estructural usando el programa Cypecad.

### **3.2. Variables y operacionalización**

**Variable independiente:** Modelamiento y Diseño Estructural (V. cuantitativa).

**Variable dependiente:** Una Edificación de 5 pisos con Semisótano, en la Urbanización las Viñas, Ica 2021(V. cuantitativa)

### **3.3. Población, muestra y muestreo**

**Población:** Para la realización del trabajo de investigación la población está representada por el área urbanizada perteneciente a la manzana I de 1759.97m<sup>2</sup> en la urbanización Las Viñas de Ica.

**Muestra:** La muestra del trabajo de investigación comprende 300.00 m<sup>2</sup>, perteneciente al área de la manzana I - Lote 1 y Lote 2 en la Urbanización Las Viñas con coordenadas UTM 420242.2739 (X); 8443210.3606 (Y).

**Muestreo:** Es no probabilístico porque se investiga el proceso de diseño estructural para la edificación con el cumplimiento de las normas del RNE.

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

**Técnica:** Para esta investigación se tendrán en cuenta las reglas, criterios y procedimientos de la Norma Técnica Peruana así de esta manera se logran los objetivos de la investigación.

**Instrumentos:** Los instrumentos que se usarán para lograr los objetivos de la investigación serán: Equipos de topografía como instrumentos mecánicos para obtener los datos topográficos del terreno para la fundación de la edificación, equipos de computación para la utilización del software Cypecad 2022 versión b y procesamiento de información con criterios de la norma NTP.

### **3.5. Procedimientos**

Se realizará el levantamiento topográfico de la zona para proceder a realizar una exploración del terreno y obtener la clasificación del suelo y sus características mecánicas de acuerdo a la Norma E.050 (Suelos y Cimentaciones). Con estos resultados y los planos arquitectónicos propuestos se procede a predimensionar losas, columnas, placas y vigas de la edificación de 5 pisos con semisótano con el programa MathCad Prime 7.

De esta manera se implementará el programa Cypecad para modelar la edificación y obtener el diseño estructural que cumpla con la NTP E.030 Diseño Sismorresistente.



### **3.6. Método de análisis de datos**

La exploración del terreno y levantamiento de datos se utilizó equipo topográfico y plano catastral del distrito de Ica para obtener la ubicación del proyecto con sus respectivas coordenadas UTM.

Para obtener las características del suelo del terreno se contará con el estudio de mecánica de suelos, el cual será evaluado por los tesisistas para valorar sus características y poder aplicarlos para el diseño de la edificación y cimentación correspondiente.

Con el diseño arquitectónico propuesto se realiza el predimensionamiento para los distintos elementos estructurales con el programa MathCad Prime 7, dando paso al modelamiento y diseño estructural con el software Cypecad versión 2022.b tomándose en cuenta la normativa vigente Diseño sismorresistente E.030.

### **3.7. Aspectos éticos**

La presente tesis contará con el cumplimiento de las normas técnicas peruanas garantizando así el modelamiento y diseño estructural para la edificación propuesta. De igual manera se aplicarán los criterios internacionales para la implementación del programa Cypecad haciendo buen uso del programa realizando el cumplimiento de su manual 2021 y guía para el diseño estructural con este software. Este proyecto de investigación presentará datos veraces de primera mano y serán materia de investigación para los tesisistas.

## **IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

## CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS DEL TERRENO DONDE SE SITUARÁ LA ESTRUCTURA.

**Tabla 8**

*Características Mecánicas del Terreno*

<b>Características Mecánicas del Terreno</b>	<b>Unidad</b>
Factor de Zona (Zona 4)	0.45
Tipo de Suelo	Arcillo arenosa
Color	Marrón
Factor de Amplificación de la Zona	1.10
Periodo que define el espectro	Tp=1.0 Tl=1.6
Límite Líquido	47%
Límite Plástico	19%
Índice de Plasticidad	28%
Densidad Aparente del Suelo	1.732gr/cm <sup>3</sup>
Sales Solubles	467ppm
Cloruros Solubles	168ppm
Sulfatos Solubles	136ppm
Capacidad Admisible	2.79kg/cm <sup>2</sup>
Profundidad de Cimentación	1.50m

Fuente: Elaboración propia

**INTERPRETACIÓN:** De acuerdo a la NTP y características mecánicas del terreno tiene un factor de zona  $Z=0.45$  y pertenece a la zona sísmica 4 con un factor de amplificación de zona  $S=1.1$ , obteniendo con ambos parámetros un periodo que define la plataforma de espectro de  $t_p=1.00$  y  $t_l=1.60$ , su densidad aparente es de  $1.732\text{gr/cm}^3$ , con un límite líquido de 47% y límite plástico de 19%, teniendo así un índice de plasticidad de 28%. También se evaluó las sales solubles obteniendo 467ppm lo que indica que el suelo tiene una muy baja tendencia a perder resistencia por lixiviación de sales, también presenta cloruros solubles con una cantidad de 168ppm siendo menor de 600ppm lo que indica que no va a ocasionar un ataque por corrosión al acero de la cimentación, y presenta sulfatos solubles 136ppm encontrándose en un rango de 0 a 1000ppm 35

lo que indica que no ocasionará un ataque al concreto de la cimentación ya que es un valor demasiado bajo. El terreno presenta una capacidad admisible de 2.79kg/cm<sup>2</sup> a una profundidad de cimentación de 1.50m la cual se usará para el diseño estructural de la edificación.

## **PREDIMENSIONAMIENTO DE ELEMENTOS ESTRUCTURALES EN EL SOFTWARE MATHCAD PRIME 7.**

Mathcad Prime 7 es un software que permite realizar programaciones con mucha facilidad y tiene inteligencia de unidades actualizadas, además de las funciones matemáticas. Este software se utilizó para realizar el predimensionamiento de elementos estructurales de la edificación que se modelará y diseñará en el software Cypecad.

Por lo cual se programó el software de Mathcad Prime 7 en relación a las fórmulas indicadas en el marco teórico y tomando valores para cualquier tipo de proyecto, por lo que nos servirá como base para poder realizar el predimensionamiento de cualquier edificación utilizando la propiedad de cuadros combinados del Mathcad Prime 7. Entonces luego de realizar la programación, solo bastaría ingresar algunos datos para poder calcular el predimensionamiento de cualquier tipo de edificación en cualquier parte del Perú, a continuación, se mostrarán los datos a ingresar:

## PREDIMENSIONAMIENTO DE ELEMENTOS ESTRUCTURALES

### DATOS A INGRESAR:

#### Características de materiales:

Resistencia de Compresión del Concreto:  $f'_c \equiv 210 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$

Peso específico del concreto:  $\gamma_{\text{concreto}} \equiv 2400 \frac{\text{kgf}}{\text{m}^3}$

Esfuerzo de fluencia del acero:  $f_y \equiv 4200 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$

#### Datos para Losa Aligerada:

Longitud eje a eje de aligerado:  $L_{\text{aligerado}} \equiv 4.66 \text{ m}$

Área techada de aligerado:  $A_{\text{techada\_aligerado}} \equiv 198.65 \text{ m}^2$

**Figura 1:** Datos a ingresar de características de materiales y losa aligerada  
Fuente: Elaboración propia

Se deben ingresar los datos de las características de materiales (Resistencia de Compresión del Concreto, Peso Específico del Concreto, Esfuerzo de fluencia del acero) además de calcular los datos para Losa Aligerada (Longitud eje a eje de aligerado y el área techada de aligerado) de la edificación que se modelará (en base a plano).

Dato para Losa Maciza:

Longitud de losa maciza:	$L_{losa\_maciza} \equiv 2.90 \text{ m}$
Ancho de losa maciza:	$b_{losa\_maciza} \equiv 2.60 \text{ m}$
Perímetro de losa maciza:	$Perimetro \equiv 13.90 \text{ m}$
Área techada de losa maciza:	$A_{techada\_maciza} \equiv 6.35 \text{ m}^2$

Dato para Viga Principal:

Longitud eje a eje de viga principal:	$L_{Viga\_Principal} \equiv 4.90 \text{ m}$
Ancho tributario de viga principal:	$Ancho_{tributario\_VP} \equiv 3.55 \text{ m}$

Dato para Viga Secundaria:

Longitud eje a eje de viga secundaria:	$L_{Viga\_Secundaria} \equiv 4.66 \text{ m}$
--	--

**Figura 2:** Datos a ingresar para losa maciza, viga principal y viga secundaria  
Fuente: Elaboración propia

Se deben ingresar los datos para losa maciza (Longitud de losa maciza, ancho de losa maciza, perímetro de losa maciza y el área techada de losa maciza), viga principal (Longitud eje a eje de viga principal y ancho tributario de viga principal) y viga secundaria (Longitud eje a eje de viga secundaria) de la edificación que se modelará (en base a plano).

Datos para Columna:

Altura de columna de semisotano:  $h_{columnas\_semisotano} := 3.65 \text{ m}$

Altura de columna de pisos:  $h_{columnas\_pisos} := 2.65 \text{ m}$

Altura de columna de azotea:  $h_{columnas\_azotea} := 1.8 \text{ m}$

**COLUMNA 1 (TIPO ESQUINADA):**

$\lambda_{Columna\_1} :=$    $\eta_{Columna\_1} :=$

$A_{tributaria\_1} := 6.75 \text{ m}^2$

Para el eje "x":

tipo de Viga:  $Viga_{x\_1} \equiv$  "Secundaria"  $L_{x\_1} := 2.20 \text{ m}$

Para el eje "y":

tipo de Viga:  $Viga_{y\_1} \equiv$  "Principal"  $L_{y\_1} := 2.15 \text{ m}$

**Figura 3:** Datos a ingresar para columna (Parte I)  
Fuente: Elaboración propia

Se deben ingresar los datos para columna (altura de columna de semisótano, altura de columna de pisos y altura de columna de azotea), además de definir datos del tipo de columna 1 (esquinada) de la edificación que se modelará (en base a plano) los cuales son: Factores en base a la posición de la columna, área tributaria, definir qué tipo de viga es en el eje x e y (principal y secundaria) para luego colocar las longitudes por eje.

**COLUMNA 2 (TIPO LATERAL):**

$\lambda_{Columna\_2} :=$    $\eta_{Columna\_2} :=$

$A_{tributaria\_2} := 10.62 \text{ m}^2$

Para el eje "x":

tipo de Viga:  $Viga_{x\_2} \equiv$  "Secundaria"  $L_{x\_2} := 2.21 \text{ m}$

Para el eje "y":

tipo de Viga:  $Viga_{y\_2} \equiv$  "Principal"  $L_{y\_2} := 3.73 \text{ m}$

**Figura 4:** Datos a Ingresar para columna (Parte II)  
Fuente: Elaboración propia

Al igual que la figura 3 se debe definir datos del tipo de columna 2 (lateral) de la edificación que se modelará (en base a plano) los cuales son: Factores en base a la posición de la columna, área tributaria, definir qué tipo de viga es en el eje x e y (principal y secundaria) para luego colocar las longitudes por eje.

**COLUMNA 3 (TIPO CENTRAL):**

$\lambda_{Columna_3} :=$    $\eta_{Columna_3} :=$

$A_{tributaria_3} := 15.35 \text{ m}^2$

Para el eje "x":

tipo de Viga:  $Viga_{x_3} \equiv$  "Secundaria"  $L_{x_3} := 2 \text{ m}$

Para el eje "y":

tipo de Viga:  $Viga_{y_3} \equiv$  "Principal"  $L_{y_3} := 4.08 \text{ m}$

**Figura 5:** Datos a ingresar para columna (Parte III)

Fuente: Elaboración propia

Al igual que la figura 4 se debe definir datos del tipo de columna 3 (central) de la edificación que se modelará (en base a plano) los cuales son: Factores en base a la posición de la columna, área tributaria, definir qué tipo de viga es en el eje x e y (principal y secundaria) para luego colocar las longitudes por eje.



Datos para Placa:

*Parámetros Sismorresistentes E.030*

Zona Sísmica:  $Z :=$  Zona Sísmica: 4 ▾

Categoría:  $U :=$  Categoría: C – "Edificaciones Comunes" ▾

Perfil del Suelo:  $S :=$  Factor de Suelo "S": Zona: "4" y S3 "Suelos Blandos" ▾

Período  $T_P$ :  $T_P :=$  Período: S3 – "Suelos Blandos" ▾

Período  $T_L$ :  $T_L :=$  Período: S3 – "Suelos Blandos" ▾

Sistema Estructural en X:  $R_X :=$  Sistema: Concreto Armado: Pórticos ▾

Sistema Estructural en Y:  $R_Y :=$  Sistema : Concreto Armado: Pórticos ▾

Valor "  $C_T$  ":

$C_{T,X} :=$  Elementos Resistentes : Porticos de Concreto Armado con muros en las cajas de ascensores y escaleras ▾

$C_{T,Y} :=$  Elementos Resistentes : Porticos de Concreto Armado con muros en las cajas de ascensores y escaleras ▾

**Figura 6:** Datos a ingresar para placa (Parte I)

Fuente: Elaboración propia

Se deben ingresar los datos para Placa, los cuales se basan en los parámetros sismorresistentes de la Norma E.030 del Reglamento Nacional de Edificaciones.

Zona Sísmica: 4 debido a que Ica se encuentra en una zona altamente sísmica.

Categoría: Categoría C debido a que es una vivienda multifamiliar.

Perfil de Suelo: Depende del tipo de Suelo: S3 puesto que según EMS es Suelo Blando y además depende de la zona sísmica antes mencionada.

Periodo  $T_P$  y  $T_L$  depende del tipo de suelo que como se mencionó es un Suelo Blando.

Para el sistema estructural en el eje X e Y se consideró inicialmente para el predimensionamiento como aporticado debido a que no se puede saber a ciencia cierta cuanto absorbe de cortante las columnas y placas.

Para la configuración estructural de la edificación  $C_T$  se considera como elementos resistentes para los dos ejes como Pórticos de Concreto Armado con Muros en las cajas de ascensores y escaleras.

Espesores asumidos:	$t_x := 0.15 \text{ m}$
	$t_y := 0.15 \text{ m}$
Longitudes de placas por eje:	
	$L_{placas_x} := 1.45 \text{ m}$
	$L_{placas_y} := 3.10 \text{ m}$
Espaciamiento de Estribos:	
	$s_{estribos_x} \equiv 15 \text{ cm}$
	$s_{estribos_y} \equiv 20 \text{ cm}$

**Figura 7:** Datos a Ingresar para placa (Parte II)  
Fuente: Elaboración propia

Complementando a la Figura 6 se debe de asumir valores como los espesores de placas, espaciamiento de estribos y longitudes de placas para los dos ejes X e Y.

Datos de la Edificación:

Para el eje "x":

tipo de Viga:  $Viga_x \equiv$  "Secundaria"  $L_{x\_total} := 70.50 \text{ m}$

Para el eje "y":

tipo de Viga:  $Viga_y \equiv$  "Principal"  $L_{y\_total} := 86 \text{ m}$

Número de Pisos por Partes de la Edificación:

$N_{pisos} \equiv 3$   $Semisotano \equiv 1$   $Azotea \equiv 1$

Número Total de Pisos de Edificación:

$$N_{total} \equiv N_{pisos} + Azotea + Semisotano$$

$$N_{total} = 5$$

**Figura 8:** Datos a Ingresar para la edificación (Parte I)

Fuente: Elaboración propia

Se deben ingresar los datos para la edificación, los cuales son los siguientes: Calcular las longitudes de X e Y, saber en cada una de las direcciones el tipo de viga, número de niveles (azotea, semisótano y pisos) y con estos valores el software calculará el número total de niveles para la edificación.

Número de Columnas:

$$N_{columnas\_semisotano} := 22$$

$$N_{columnas\_pisos} := 22$$

$$N_{columnas\_azotea} := 4$$

Dimensiones de Columnas asumidas:

$$b_{columna} \equiv 25 \text{ cm}$$

$$d_{columna} \equiv 60 \text{ cm}$$

**Figura 9:** Datos a ingresar para la edificación (Parte II)  
Fuente: Elaboración propia

Continuando los datos a ingresar para la Edificación de la Figura 8, se debe completar los números de columnas (pisos, azotea y semisótano) y se debe asumir las dimensiones de columnas para realizar el metrado de cargas.

Datos de las Cargas para la Edificación:

Sobrecarga de piso:

$$CV_{Sobrecarga\_piso} := \text{Uso: Edificacion Multifamiliar – Corredores y Escaleras} \downarrow$$

Sobrecarga de techo:

$$CVT_{Sobrecarga\_techo} := \text{Techo: Inclinación Menor o Igual a 3° con respecto a horizontal} \downarrow$$

Peso Propio acabado:  $PP_{acabado} \equiv 100 \frac{\text{kgf}}{\text{m}^2}$

Peso Propio tabiquería típica:  $PP_{tabiqueria\_tipica} \equiv 100 \frac{\text{kgf}}{\text{m}^2}$

Peso Propio tabiquería (azotea) :

$$PP_{tabiqueria\_azotea} \equiv 50 \frac{\text{kgf}}{\text{m}^2}$$

**Figura 10:** Datos a ingresar de las cargas para la edificación  
Fuente: Elaboración propia

Para el metrado de cargas se necesita tener definidas las cargas vivas de piso, carga viva de techo, carga muerta de acabado, tabiquería típica y tabiquería (azotea) basándose en la Norma E.020 Cargas del Reglamento Nacional de Edificaciones.

Con todas las figuras mostradas anteriormente se concluyen los datos a ingresar, para que luego se realice el cálculo del predimensionamiento de los elementos estructurales con la programación hecha en el Mathcad Prime 7 con las fórmulas del marco teórico. A continuación, se mostrarán los resultados, verificaciones y cargas para la edificación.



**Figura 11:** Resultados de predimensionamiento (Parte I)

Fuente: Elaboración propia

En esta figura se tiene como resultado de predimensionamiento para:

Losa Aligerada: Altura de 25cm.

Losa Maciza: Altura de 15cm.

Viga Principal: Ancho de 25cm y altura de 45cm.

Viga Secundaria: Ancho de 25cm y altura de 35cm.

**Predimensionamiento de Columna 1 (Esquinada):**

$$A_{columna\_1} = 1478.411 \text{ cm}^2$$

Las nuevas dimensiones de Columna 1 serán:

$$b_{columna\_1} := 25 \text{ cm} \quad d_{columna\_1} := 60 \text{ cm}$$

*verificacion<sub>1</sub> = "Las dimensiones son correctas: OK"*

**Predimensionamiento de Columna 2 (Lateral):**

$$A_{columna\_2} = 1415.7 \text{ cm}^2$$

Las nuevas dimensiones de Columna 2 serán:

$$b_{columna\_2} := 25 \text{ cm} \quad d_{columna\_2} := 60 \text{ cm}$$

*verificacion<sub>2</sub> = "Las dimensiones son correctas: OK"*

**Figura 12:** Resultados de predimensionamiento (Parte II)

Fuente: Elaboración propia

En esta figura se tiene como resultado el área de columna para el predimensionamiento de columna 1 (Esquinada) y columna 2 (Lateral) y luego se asumen valores de columnas (ancho y largo) que sea mayor o igual que el área de columna que sale por predimensionado, por lo cual se hace una verificación si las dimensiones asumidas son correctas.

### Predimensionamiento de Columna 3 (Central):

$$A_{columna\_3} = 1400.515 \text{ cm}^2$$

Las nuevas dimensiones de Columna 2 serán:

$$b_{columna\_3} := 25 \text{ cm} \quad d_{columna\_3} := 60 \text{ cm}$$

*verificacion<sub>3</sub>* = "Las dimensiones son correctas: OK"

### Predimensionamiento de Placa (Direccion X-X):

$$t_x = 0.15 \text{ m} \quad L_{placas\_x} = 1.45 \text{ m} \quad s_{estribos\_x} = 15 \text{ cm}$$

*verificacion<sub>4</sub>* = "Dimensiones Correctas : OK"

### Predimensionamiento de Placa (Direccion Y-Y):

$$t_y = 0.15 \text{ m} \quad L_{placas\_y} = 3.1 \text{ m} \quad s_{estribos\_y} = 20 \text{ cm}$$

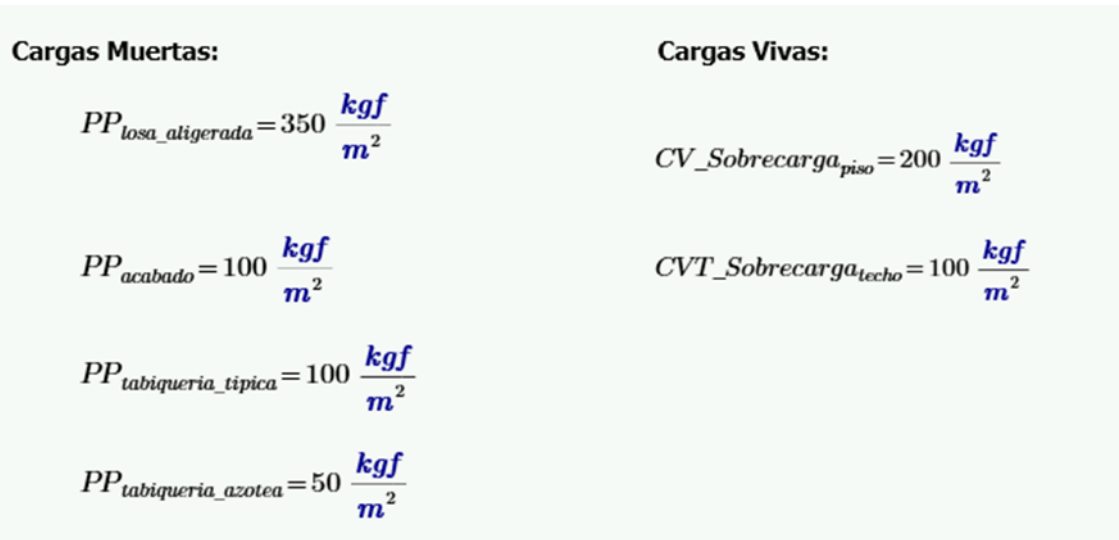
*verificacion<sub>5</sub>* = "Dimensiones Correctas : OK"

**Figura 13:** Resultados de predimensionamiento (Parte III)

Fuente: Elaboración propia

En esta figura se tiene como resultado el área de columna para el predimensionamiento de columna 3 (Central) y luego se asumen valores de columnas (ancho y largo) que sea mayor o igual que el área de columna que sale por predimensionado, por lo cual se hace una verificación si las dimensiones asumidas son correctas.

Para el resultado del predimensionamiento de placas tanto para el eje X e Y lo asumido en los datos a ingresar se verificarán si cumplen los datos asumidos, lo cual se visualiza que si cumple.



**Figura 14:** Resultado de Cargas para Modelación de la Edificación  
Fuente: Elaboración propia

En esta figura se tendrán las cargas para la Modelación de la Edificación en base a los datos ingresados en la primera parte mostrada anteriormente.

## MODELAMIENTO ESTRUCTURAL DE LA EDIFICACIÓN CON CYPECAD 2022.B

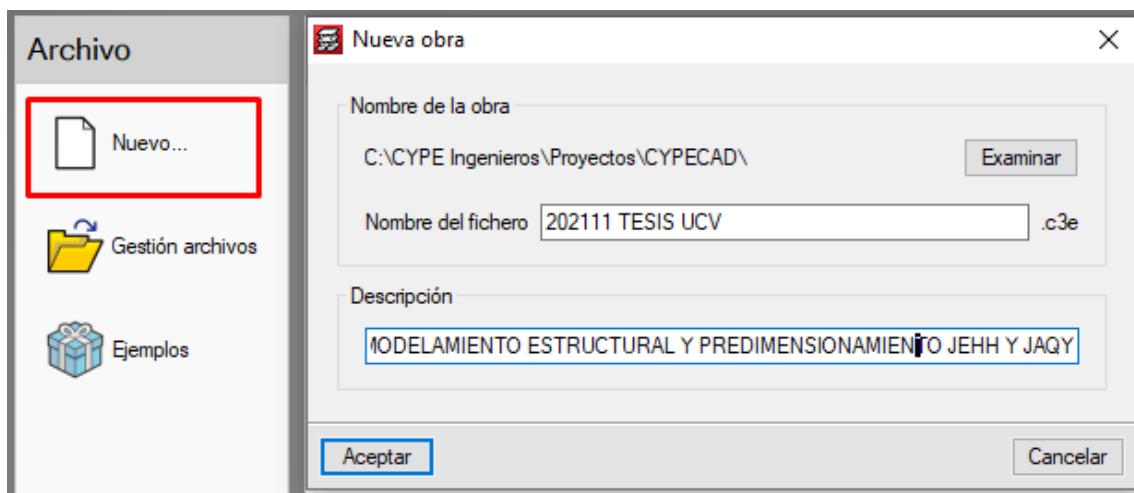
Luego de ejecutar el programa CYPE 2022 encontramos con serie de aplicaciones que el portafolio de CYPE nos puede brindar. La que hemos usado para el análisis y diseño estructural de la edificación es CYPECAD en su versión 2022 que sirve para ejecutar para el diseño, cálculo y dimensionado de estructuras de concreto armado compuestas por pilares (columnas), pantallas y muros; vigas de concreto armado; forjado de viguetas (losas de entrepiso), forjados reticulares y losas macizas; cimentaciones por losas o vigas de cimentación, zapatas y encepados, incluyendo el dimensionamiento y optimización de secciones.





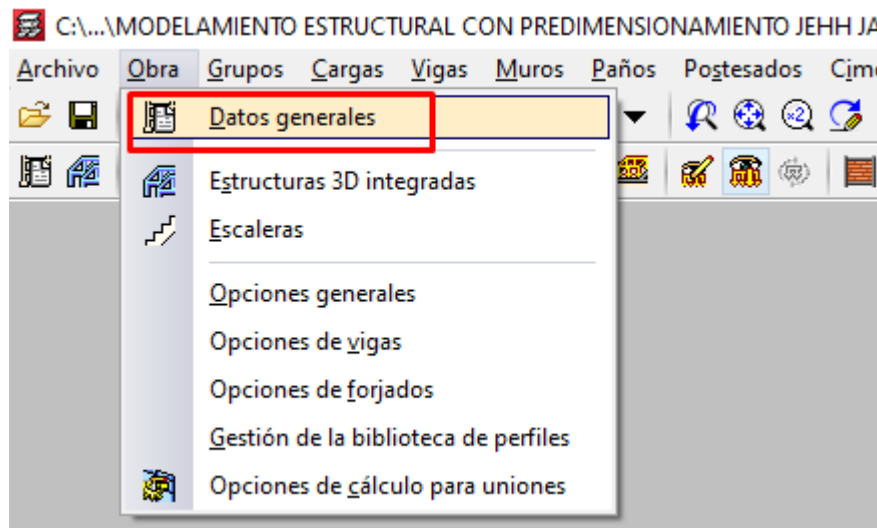
**Figura 15:** Inicio de CYPE 2022  
Fuente: CYPECAD 2022

Para crear archivo de modelamiento de la edificación en el software CYPE 2022 seleccionamos el fichero Nuevo y agregamos el nombre del fichero que contendrá todas las subcarpetas que el programa creara para su ejecución y también introducimos la descripción del trabajo a realizar, para nuestro proyecto el fichero se llamará 202111 TESIS UCV y la descripción en un inicio se llamará modelamiento estructural y predimensionamiento JEHH y JAQY, y seleccionamos aceptar para dar inicio al modelamiento.



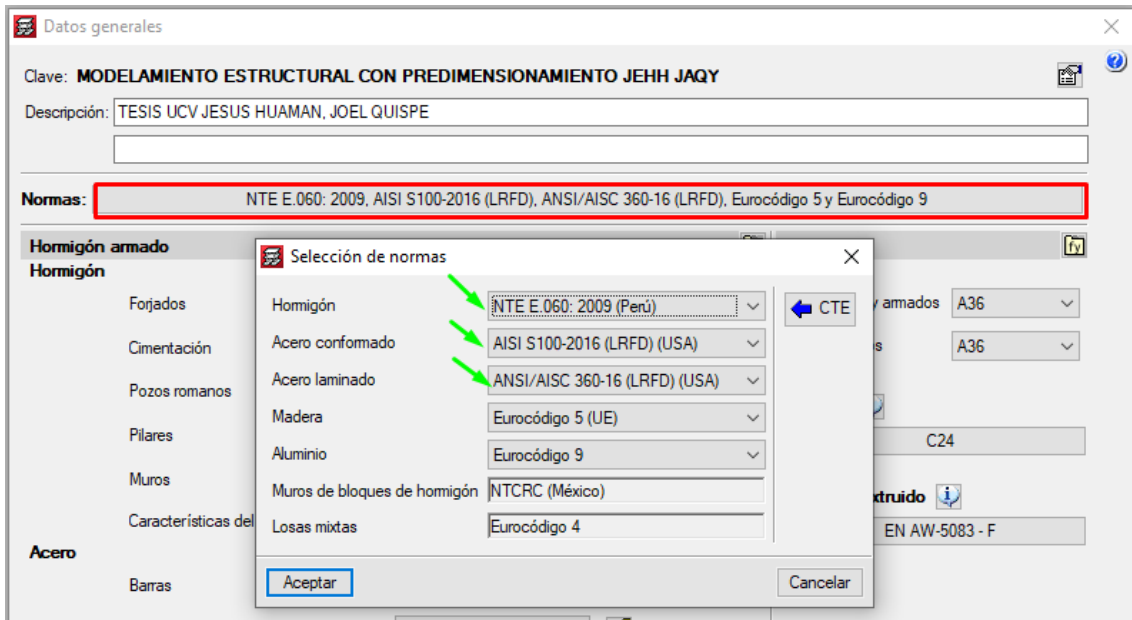
**Figura 16:** Nuevo modelamiento  
Fuente: Elaboración propia

En Cypecad tenemos que definir bajo que normas trabajaremos el modelamiento estructural, diámetros de acero que usaremos, resistencia del concreto de los elementos estructurales que usaremos para el diseño estructural, se podrá modificar también la acción sísmica a la que se someterá la edificación, carga admisible del terreno y varias más opciones que se encuentran en datos generales.



**Figura 17:** Datos generales del proyecto  
Fuente: CYPECAD 2022

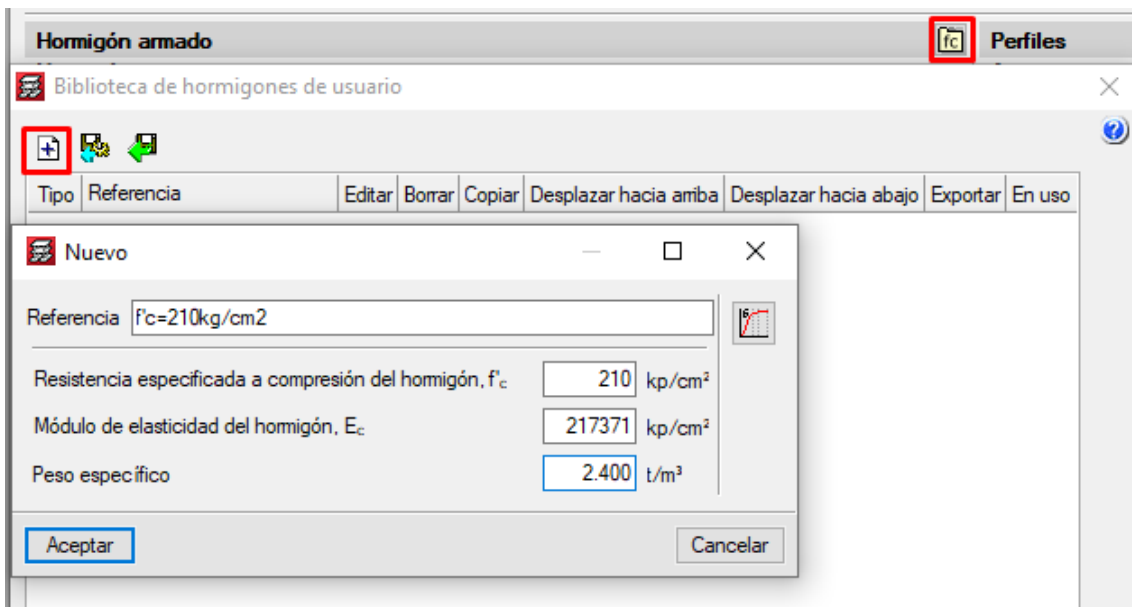
En el apartado de normas seleccionamos las normas: Concreto armado, definida por NTE E.060: 2009(Perú); la sección de acero estará definidas por AISI S100-2016(LRFD)(USA) y ANSI/AISC 360-16(LRFD)(USA).



**Figura 18:** Selección de normas

Fuente: Elaboración propia

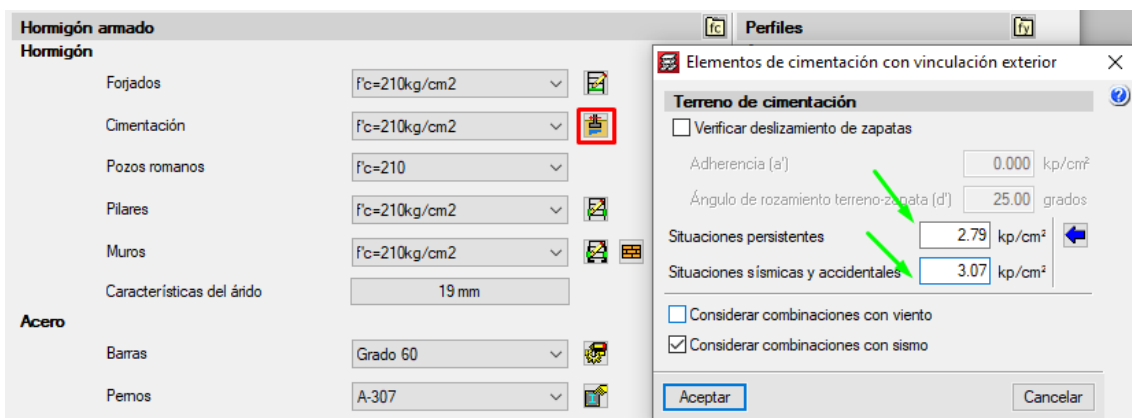
En el apartado de hormigón podemos definir la resistencia del concreto que vamos a utilizar para el diseño estructural, entonces definiremos el  $f'_c=210\text{kg/cm}^2$  y el  $f'_c=250\text{kg/cm}^2$  con un peso volumétrico de  $2400\text{kg/cm}^3$ . Y un módulo de elasticidad de  $15000 \times \sqrt{f'_c}$ .



**Figura 19:** Resistencia del concreto  $f'_c=210 \text{ kg/cm}^2$

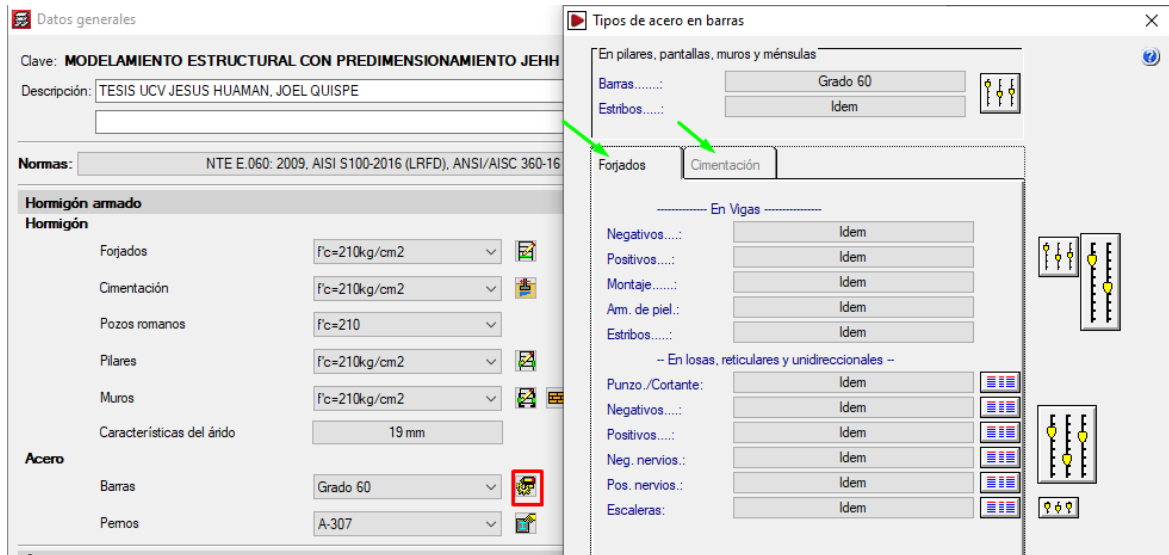
Fuente: Elaboración propia

Para el modelamiento de la edificación se adoptó por realizar la cimentación con vinculación exterior (zapatas aisladas y continuas, encepado, vigas de atado). Quiere decir que se diseñara en primer lugar el edificio y tras un análisis sísmico se obtendrá los valores de los 6 grados de libertad de los elementos empotrados en la cimentación para la cual se procederá a diseñar la cimentación con los datos ingresados en el apartado hormigón – cimentación y datos de la cimentación. Para el proyecto los resultados del EMS nos definen que la capacidad admisible del terreno es 2.79kg/cm<sup>2</sup> y una amplificación de la zona de 1.1 obteniendo 3.07kg/cm<sup>2</sup> para situaciones sísmicas y accidentales.



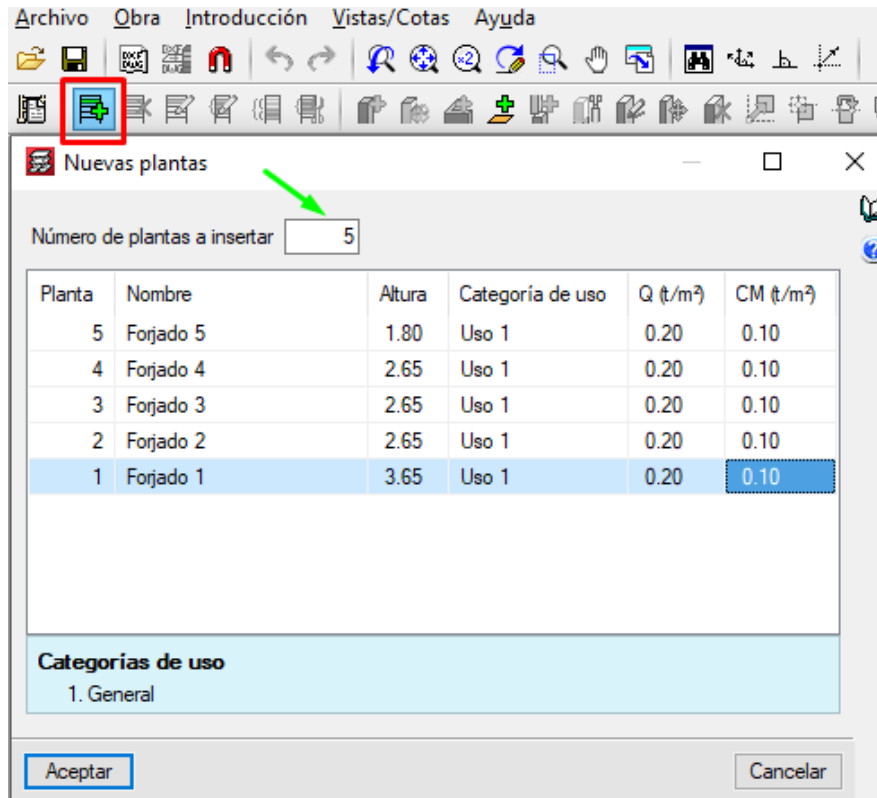
**Figura 20:** Datos de la cimentación  
Fuente: Elaboración propia

En el apartado de acero, la opción por posición nos dejara asignar aceros diferentes dependiendo de su posición en el elemento estructural sea transversal o longitudinal y distintas opciones, así como editar las tablas de armado y las opciones de cálculo para vigas primarias, vigas secundarias, cimentación vigas T, vigas de cimentación, pilares, forjados de planta y cimentación en general.



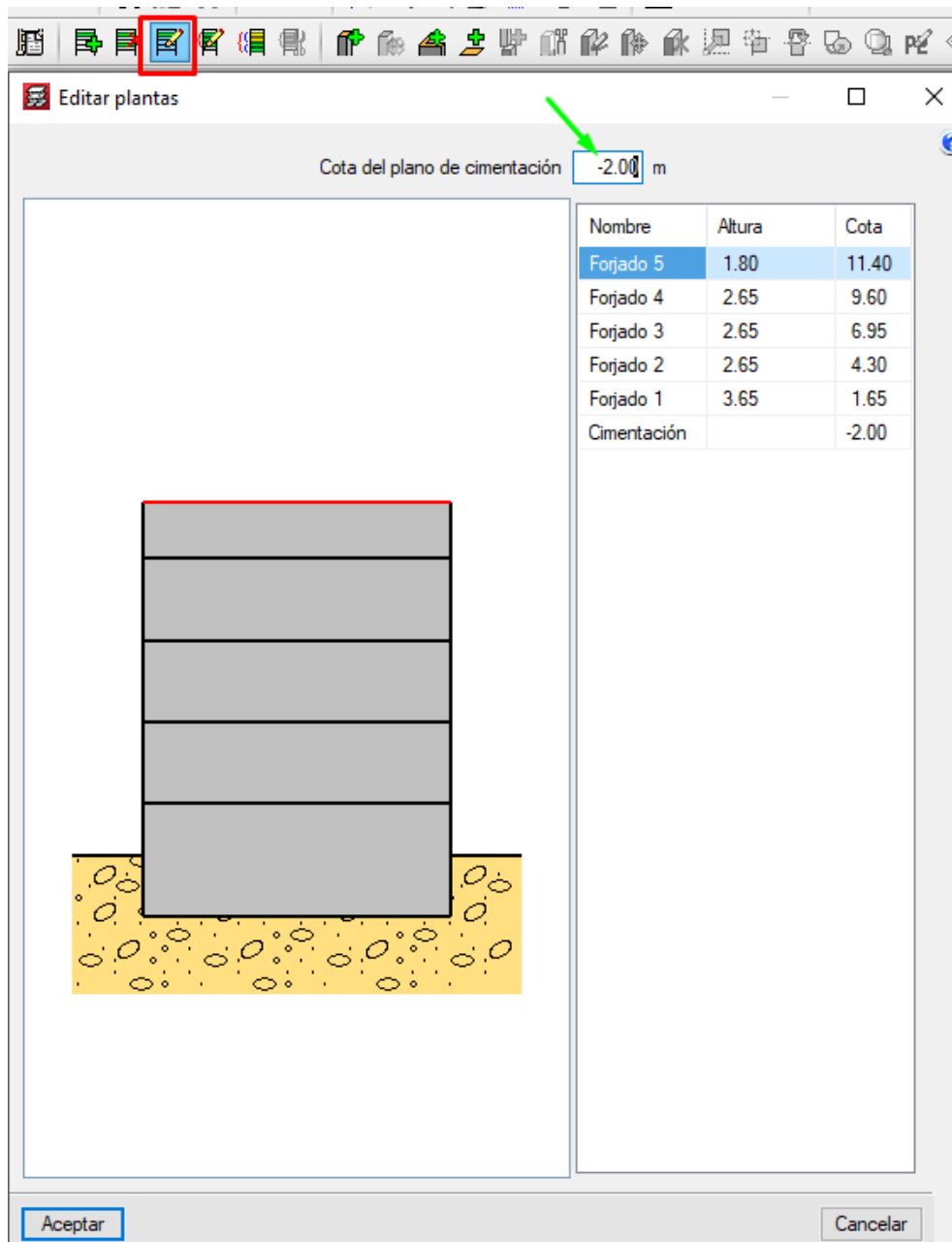
**Figura 21:** Configuración del acero  
Fuente: Elaboración propia

Antes de comenzar a colocar las vigas y pilares estructurales se definen la cantidad de plantas (forjados) que se insertarán y se añade la carga viva y carga muerta a la que estará sometida la estructura desde la ventana de “entrada de pilares”. La altura de cada piso estará determinada por 1.8m para el forjado 5, 2.65 para los forjados 4,3 y 2 que va desde el N.F.P hasta el N.F.P. del piso superior, para la altura del forjado 1 se coloca 3.65m que estará determinada desde el nivel superior de la zapata a colocarse hasta el N.F.P. del piso 2.



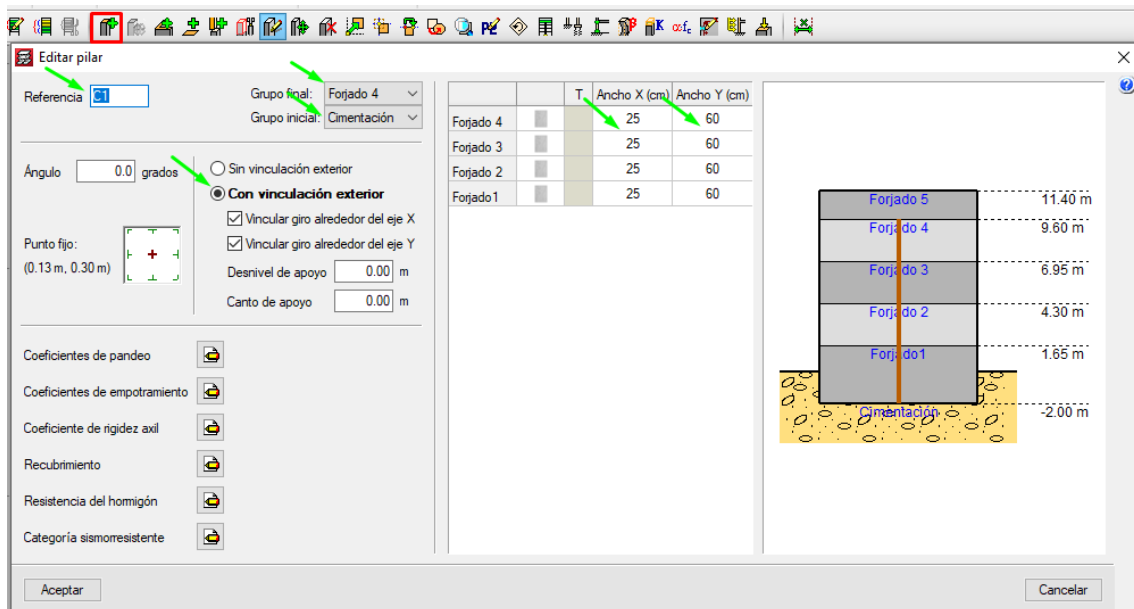
**Figura 22:** Crear nuevas plantas  
Fuente: Elaboración propia

La edificación contará con un semisótano por lo que esta distinción se tendrá en cuenta en la opción de editar plantas donde se podrá colocar la cota del plano de cimentación el cual define la altura desde el nivel superior de la cimentación al nivel de terreno natural, quedando definido el semisótano de la edificación.



**Figura 23:** Cota del plano de cimentación  
Fuente: Elaboración propia

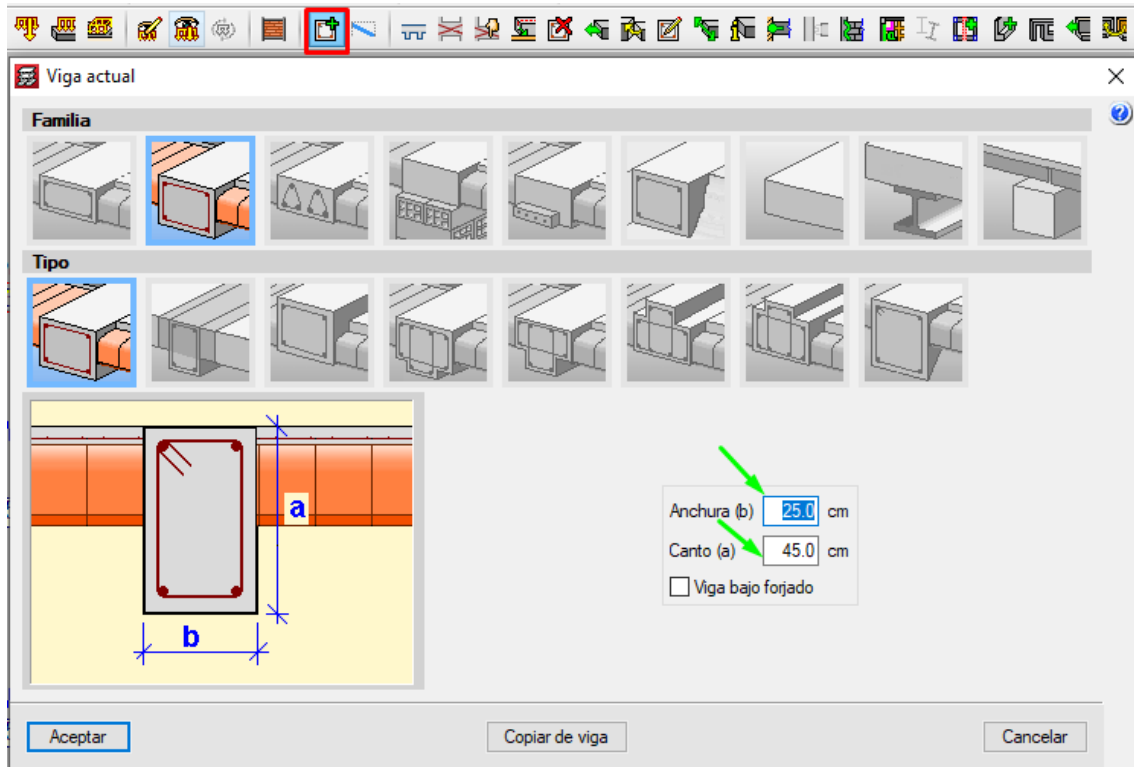
En la ventana de pilares – en la opción de “nuevo pilar” se agregará pilares (columnas) donde se debe indicar las características de la columna a introducir. Se indicará el grupo de plantas inicial y final de la columna, para nuestro diseño estructural será con vinculación exterior, categoría sismorresistente primario y dimensión rectangular de 25cm x 60cm



**Figura 24:** Nuevo pilar - editar pilar  
Fuente: Elaboración propia

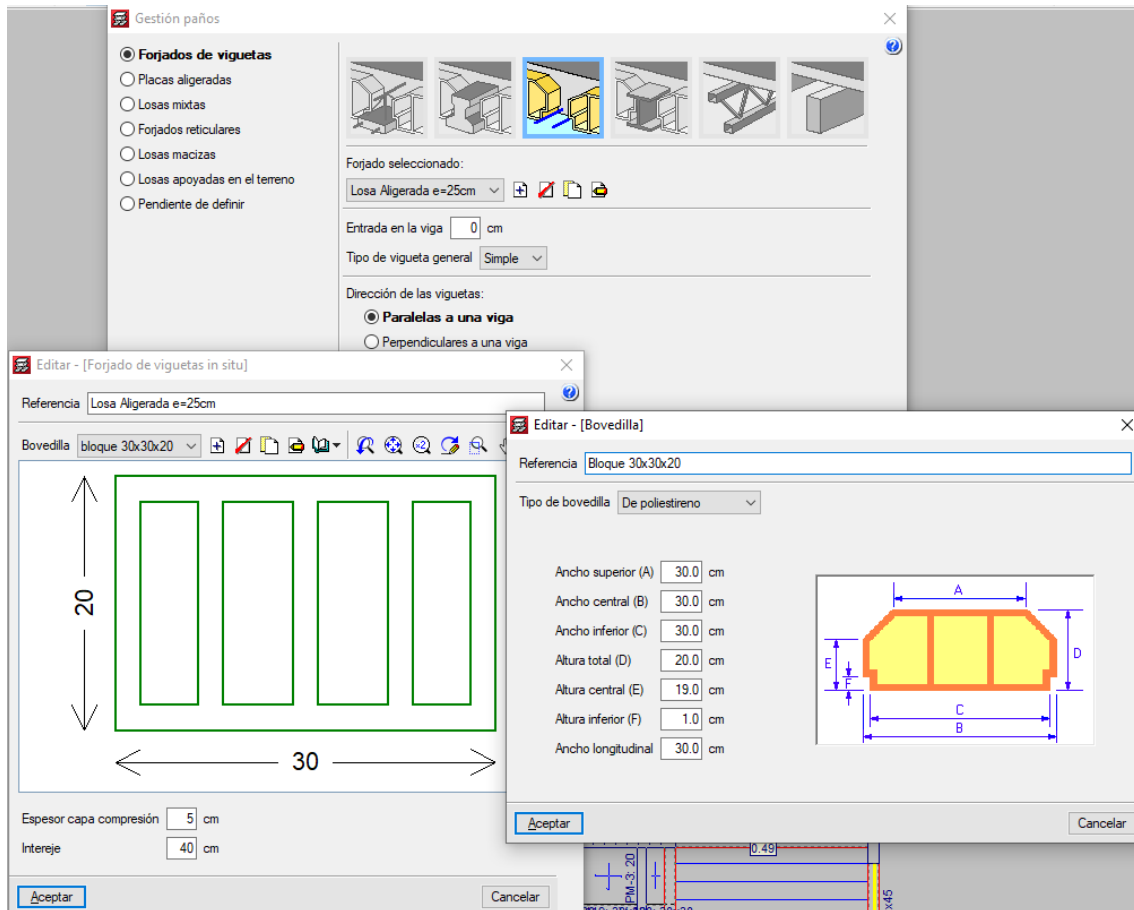
La introducción de vigas se realizará en el plan de “entrada de vigas” y desde la opción de entrar viga, esta opción permite seleccionar e introducir cualquier tipo de viga, excepto las inclinadas, que se introducirán desde la opción “vigas inclinadas”. En la figura que se muestra se puede definir el tipo y dimensiones de la sección de la viga a introducir, para la edificación se usó como vigas primarias y secundarias las vigas descolgadas rectangulares con dimensiones de  $b \times a$ , 25cm x 45cm.





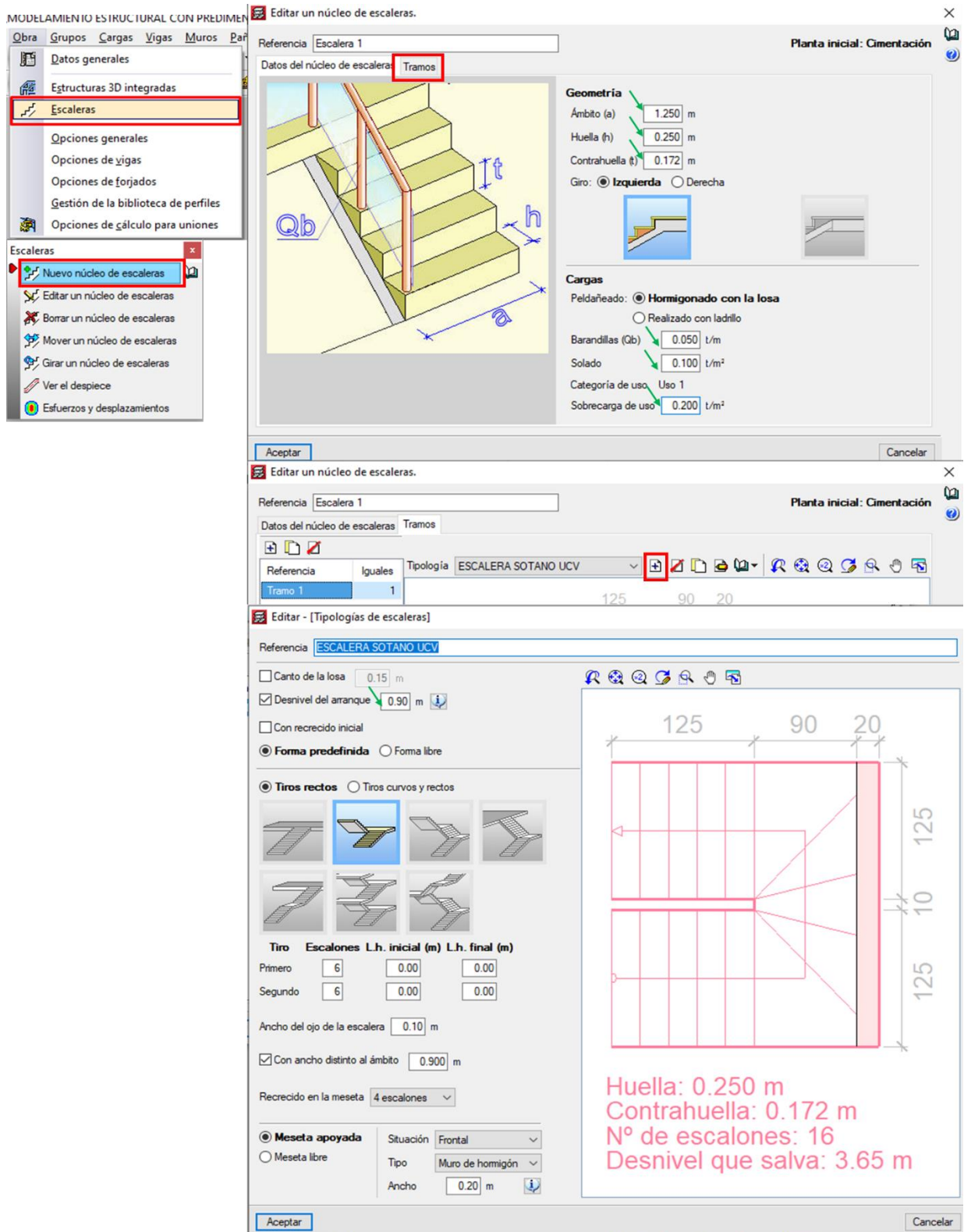
**Figura 25:** Entrar viga  
Fuente: Elaboración propia

El programa Cypecad 2022 permite añadir losas aligeradas con la opción “Entrar paño” entre las opciones a elegir tenemos losas macizas, losas mixtas, entre otras. La opción que usaremos es el forjado de viguetas agregamos como Losa Aligerada  $e = 25\text{cm}$  con la opción de agregar, y con bloques de poliestireno o cerámica, para nuestra edificación usaremos bloques de poliestireno de  $30\text{cm} \times 30\text{cm} \times 20\text{cm}$ .



**Figura 26:** Entrar paño  
Fuente: Elaboración propia

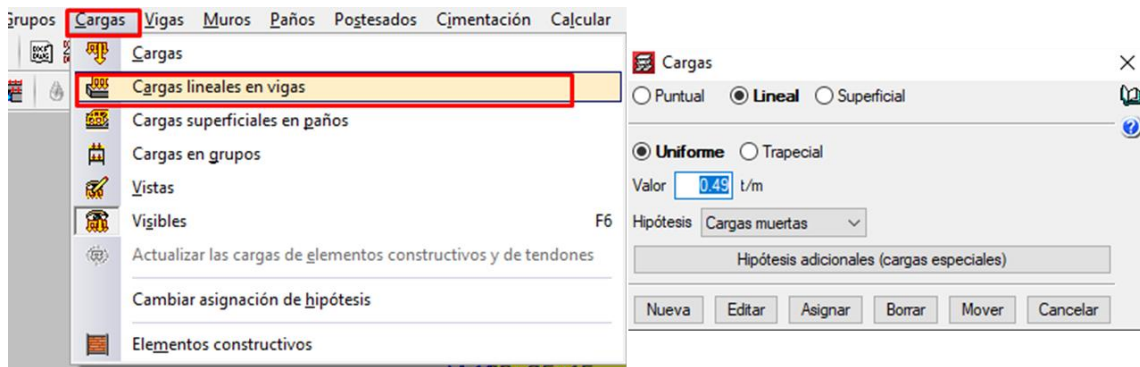
Para la inserción de la escalera tenemos un espacio de 260cm x 235cm y la consideración de un desnivel de arranque de 90cm desde el nivel de la cimentación. Como se muestra en la figura la escalera se añade como un nuevo núcleo de escaleras con un ámbito de 1.25m, huella 0.25m, contrahuella 0.172m, a la vez se introduce las cargas para estudio y se configuró en tramos la nueva escalera para sótano.



**Figura 27:** Nuevo núcleo de escaleras  
Fuente: Elaboración propia

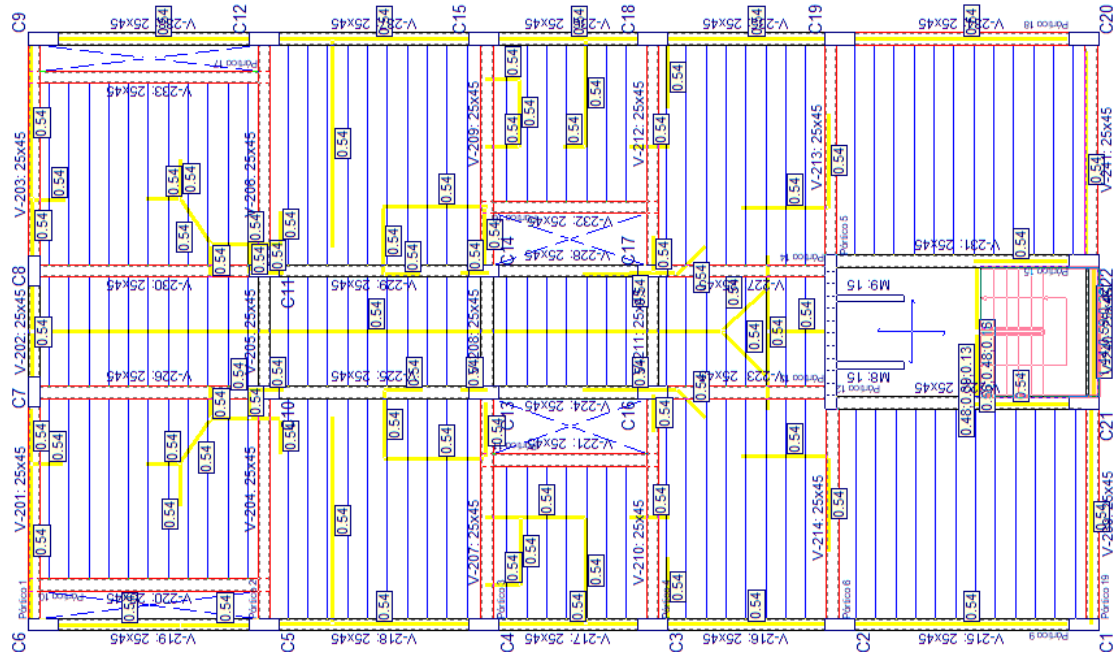
Una vez obteniendo ingresado las columnas, vigas y paños, se procede a colocar los muros de tabiquería con peso volumétrico de 1350kg/m<sup>3</sup> como una carga

lineal para una altura de 2.40m y un ancho de 0.15m, con lo cual corresponde una carga lineal de 0.49 t/m complementando el modelamiento estructural.

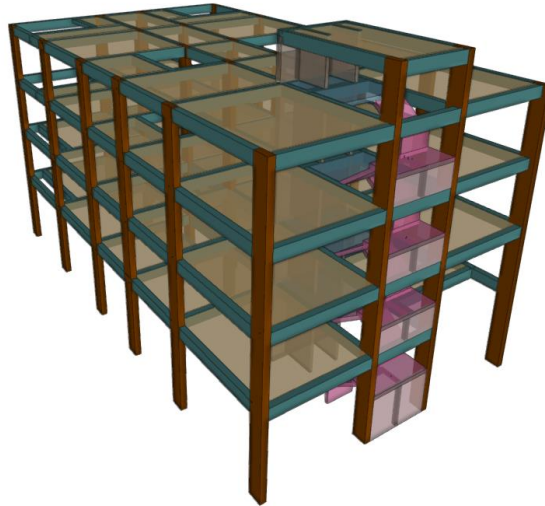


**Figura 28:** Cargas lineales en vigas  
Fuente: Elaboración propia

Una vez teniendo definidas las plantas con sus respectivas cargas líneas, columnas, vigas, paños y huecos se tiene q realizar el primer cálculo de la obra.



**Figura 29:** Vista en planta del modelado estructural, previo al primer cálculo  
Fuente: Elaboración propia



**Figura 30:** Modelado estructural, vista 3D  
Fuente: Elaboración propia

Al tener la estructura propuesta se tuvo que analizar las irregularidades en altura y la irregularidad en planta en base a los resultados del primer cálculo de obra. Luego del análisis realizado frente a la acción sísmica, evaluamos los desplazamientos obtenidos en las columnas extremas, para esto tomamos los datos de los desplazamientos absolutos que nos brinda el programa Cypecad en su informe de “Desplazamiento de pilares”, para este caso solo tomamos los desplazamientos absolutos y hallamos el desplazamiento relativo.

Luego que determinamos el desplazamiento relativo de cada columna para cada forjado, calculamos el desplazamiento relativo promedio para cada planta, también se halla el máximo valor del desplazamiento relativo de cada planta, tal y como se indica en la siguiente expresión:

$$\delta_i = \frac{\delta_{ic1} + \delta_{ic2} + \dots + \delta_{icn}}{n}$$

## **IRREGULARIDADES ESTRUCTURALES EN ALTURA**

### **Primer cálculo de obra**

**Tabla 9**

*1er calculo, desplazamientos relativos de planta y máximo desplazamientos de plantas*

Planta	Max. Des.	Max. Des.	Planta	Desp.	Desp.
	Rel. X (mm)	Rel.Y (mm)		Rel. X (mm)	Rel. Y (mm)
Forjado 5	6.30	3.10	Forjado 5	6.30	3.10
Forjado 4	4.10	1.40	Forjado 4	1.73	1.06
Forjado 3	5.90	0.60	Forjado 3	2.53	0.43
Forjado 2	13.60	3.40	Forjado 2	6.15	1.58
Forjado 1	37.20	13.80	Forjado 1	18.77	9.47

Fuente: Elaboración propia

### **Irregularidad de Rigidez – Piso Blando**

También es importante conocer la fuerza lateral equivalente que actúa en cada planta, para ello el programa Cypecad nos brinda la información de la fuerza lateral equivalente por cada planta, ésta la podemos encontrar en el informe de “Justificación de la acción sísmica”, capítulo 1.6.1 Cortante sísmico combinado y fuerza sísmica equivalente por planta”.

**Tabla 10**

*1er calculo, cortante sísmico combinado y fuerza sísmica equivalente por planta para sismo en X*

Planta	$Q_x$ (t)	$F_{eq,X}$ (t)	$Q_y$ (t)	$F_{eq,Y}$ (t)
Forjado 5	4.0907	4.0907	0.0078	0.0078
Forjado 4	36.761	33.4546	0.0934	0.0922
Forjado 3	63.8386	29.5379	0.1345	0.0622
Forjado 2	82.9939	24.3796	0.173	0.0553
Forjado 1	93.1307	15.1156	0.1959	0.0303

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 11**

1er calculo, cortante sísmico combinado y fuerza sísmica equivalente por planta para sismo en Y

Planta	$Q_x$ (t)	$F_{eq,X}$ (t)	$Q_y$ (t)	$F_{eq,Y}$ (t)
Forjado 5	0.0374	0.0374	3.2722	3.2722
Forjado 4	2.4253	2.4554	47.7575	44.5319
Forjado 3	4.8536	2.4284	86.7332	40.8225
Forjado 2	6.8498	1.9964	114.7203	33.3605
Forjado 1	8.0076	1.158	129.0521	18.8951

Fuente: Elaboración propia

En las siguientes tablas se muestra los resultados de la rigidez obtenida por cada planta y su evaluación de la Irregularidad de Rigidez – Pisos Blando de acuerdo al criterio que indica la norma E.030.

**Tabla 12**

1er calculo, irregularidad de rigidez en dirección X

Planta	Cota (m)	h (m)	Desp. Rel. X (mm)	Fuerza Lat. Eq. X (ton)	Rigidez $K_i = F_i / \delta_i X$ (ton/mm)	Comprobación	
						$K_i < 70\% K_{i+1}$ ó	$K_i < 80\% (K_{i+1} + K_{i+2} + K_{i+3}) / 3$
05.Forjado 5	11.18	1.80	6.30	4.0907	0.64931746		
04.Forjado 4	9.38	2.66	1.73	33.4546	19.362791	0.455	No Existe Irregularidad
03.Forjado 3	6.72	2.65	2.53	29.5379	11.68532308	13.554	Existe Irregularidad
02.Forjado 2	4.07	2.65	6.15	24.3796	3.964162602	8.180	Existe Irregularidad
01.Forjado 1	1.42	3.42	18.77	15.1156	0.805211009	2.775	Existe Irregularidad
00.Cimentacion	-2.00	0.00	0.00	0.0000	0.0000		

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 13**

1er calculo, irregularidad de rigidez en dirección Y

Planta	Cota (m)	h (m)	Desp. Rel. Y (mm)	Fuerza Lat. Eq. Y (ton)	Rigidez $K_i = F_i / \delta_i Y$ (ton/mm)	Comprobación	
						$K_i < 70\% K_{i+1}$ ó	$K_i < 80\% (K_{i+1} + K_{i+2} + K_{i+3}) / 3$
05.Forjado 5	11.18	1.80	3.10	3.2722	1.055548387		
04.Forjado 4	9.38	2.66	1.06	44.5319	42.18811579	0.739	No Existe Irregularidad

03.Forjado 3	6.72	2.65	0.43	40.8225	94.20576923	29.532	No Existe Irregularidad
02.Forjado 2	4.07	2.65	1.58	33.3605	21.14397887	36.653	Existe Irregularidad
01.Forjado 1	1.42	3.42	9.47	18.8951	1.995961268	14.801	Existe Irregularidad
00.Cimentacion	-2.00	0.00	0.00	0.0000	0.0000		

Fuente: Elaboración propia

### Irregularidad Extrema de Rigidez

En la siguiente tabla se muestra los resultados de la rigidez obtenida por cada planta y su evaluación de la Irregularidad Extrema de Rigidez de acuerdo al criterio que indica la norma E.030.

**Tabla 14**

1er calculo, irregularidad extrema de rigidez en dirección X

Planta	Cota (m)	h (m)	Desp. Rel. X (mm)	Fuerza Lat. Eq. X (ton)	Rigidez $K_i = F_i / \delta_i X$ (ton/mm)	Comprobación	
						$K_i < 60\% K_{i+1}$ ó	$K_i < 70\% (K_{i+1} + K_{i+2} + K_{i+3}) / 3$
05.Forjado 5	11.18	1.80	6.30	4.0907	0.64931746		
04.Forjado 4	9.38	2.66	1.73	33.4546	19.362791	0.390	No Existe Irregularidad
03.Forjado 3	6.72	2.65	2.53	29.5379	11.68532308	11.618	No Existe Irregularidad
02.Forjado 2	4.07	2.65	6.15	24.3796	3.964162602	7.011	Existe Irregularidad
01.Forjado 1	1.42	3.42	18.77	15.1156	0.805211009	2.378	Existe Irregularidad
00.Cimentacion	-2.00	0.00	0.00	0.0000	0.0000		

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 15**

1er calculo, irregularidad extrema de rigidez en dirección Y

Planta	Cota (m)	h (m)	Desp. Rel. Y (mm)	Fuerza Lat. Eq. Y (ton)	Rigidez $K_i = F_i / \delta_i Y$ (ton/mm)	Comprobación	
						$K_i < 60\% K_{i+1}$ ó	$K_i < 70\% (K_{i+1} + K_{i+2} + K_{i+3}) / 3$
05.Forjado 5	11.18	1.80	3.10	3.2722	1.055548387		
04.Forjado 4	9.38	2.66	1.06	44.5319	42.18811579	0.633	No Existe Irregularidad
03.Forjado 3	6.72	2.65	0.43	40.8225	94.20576923	25.313	No Existe Irregularidad
02.Forjado 2	4.07	2.65	1.58	33.3605	21.14397887	32.072	Existe Irregularidad
01.Forjado 1	1.42	3.42	9.47	18.8951	1.995961268	12.686	Existe Irregularidad
00.Cimentacion	-2.00	0.00	0.00	0.0000	0.0000		

Fuente: Elaboración propia



En este caso, se presenta en la primera planta y la segunda una rigidez menor al 60% de la rigidez de la segunda planta, con lo cual la estructura presenta irregularidad extrema de rigidez en la dirección X y en la dirección Y, la acción a tomarse dado por la Norma E.030 tabla N°10, para edificaciones con categoría C y ubicadas en la Zona 4, no se permiten irregularidades extremas. Entonces siguiendo el criterio de la norma de diseño sismorresistente se rigidizó más la edificación analizando los resultados de los cálculos previos.

## IRREGULARIDADES ESTRUCTURALES EN PLANTA

### Irregularidad Torsional

Para el caso de las irregularidades en planta evaluamos la irregularidad estructural torsional solo cuando los desplazamientos máximos relativos sean mayores al 50% del desplazamiento máximo relativo permitido según el RNE. En la siguiente tabla se muestra los resultados del máximo desplazamiento relativo por planta y su evaluación de la Irregularidad Torsional de acuerdo al criterio que indica la norma E.030.

**Tabla 16**

*1er cálculo, irregularidad torsional en dirección X*

Planta	Cota (m)	h <sub>e</sub> (m)	50% Max. Des. Rel. Permissible X (mm)	Max. Des. Rel. X (mm)	1.3*(Prom. Des. Rel.) X (mm)	Comprobación Δ <sub>max</sub> > 1.3(Prom. Desp. Extr)
05.Forjado 5	11.18	1.80	6.30	6.30	8.19	No Aplica Irregularidad
04.Forjado 4	9.38	2.66	9.31	4.10	2.25	No Aplica Irregularidad
03.Forjado 3	6.72	2.65	9.28	5.90	3.29	No Aplica Irregularidad
02.Forjado 2	4.07	2.65	9.28	13.60	8.00	Existe Irregularidad
01.Forjado 1	1.42	3.42	11.97	37.20	24.40	Existe Irregularidad
00.Cimentacion	-2.00	0.00	0.00	0.00	0.00	No Aplica Irregularidad

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 17***1er cálculo, irregularidad torsional en dirección Y*

Planta	Cota (m)	h (m)	50% Max. Des. Rel. Permissible Y (mm)	Max. Des. Rel. Y (mm)	1.3*(Prom. Des. Rel.) Y (mm)	Comprobación
						$\Delta_{max} > 1.3(\text{Prom. Desp. Extr})$
05.Forjado 5	11.18	1.80	6.30	3.10	4.03	No Aplica Irregularidad
04.Forjado 4	9.38	2.66	9.31	1.40	1.37	No Aplica Irregularidad
03.Forjado 3	6.72	2.65	9.28	0.60	0.56	No Aplica Irregularidad
02.Forjado 2	4.07	2.65	9.28	3.40	2.05	No Aplica Irregularidad
01.Forjado 1	1.42	3.42	11.97	13.80	12.31	Existe Irregularidad
00.Cimentacion	-2.00	0.00	0.00	0.00	0.00	No Aplica Irregularidad

Fuente: Elaboración propia

**Irregularidad Torsional Extrema**

Para el caso de las irregularidades en planta evaluamos la irregularidad estructural torsional extrema solo cuando los desplazamientos máximos relativos sean mayores al 50% del desplazamiento máximo relativo permitido según el RNE. En la siguiente tabla se muestra los resultados del máximo desplazamiento relativo por planta y su evaluación de la Irregularidad Torsional extrema de acuerdo al criterio que indica la norma E.030.

**Tabla 18***1er cálculo, irregularidad torsional extrema en dirección X*

Planta	Cota (m)	h <sub>e</sub> (m)	50% Max. Des. Rel. Permissible X (mm)	Max. Des. Rel. X (mm)	1.5*(Prom. Des. Rel.) X (mm)	Comprobación
						$\Delta_{max} > 1.5(\text{Prom. Desp. Extr})$
05.Forjado 5	11.18	1.80	6.30	6.30	9.45	No Aplica Irregularidad
04.Forjado 4	9.38	2.66	9.31	4.10	2.59	No Aplica Irregularidad
03.Forjado 3	6.72	2.65	9.28	5.90	3.79	No Aplica Irregularidad
02.Forjado 2	4.07	2.65	9.28	13.60	9.23	Existe Irregularidad
01.Forjado 1	1.42	3.42	11.97	37.20	28.16	Existe Irregularidad
00.Cimentacion	-2.00	0.00	0.00	0.00	0.00	No Aplica Irregularidad

Fuente: Elaboración propia

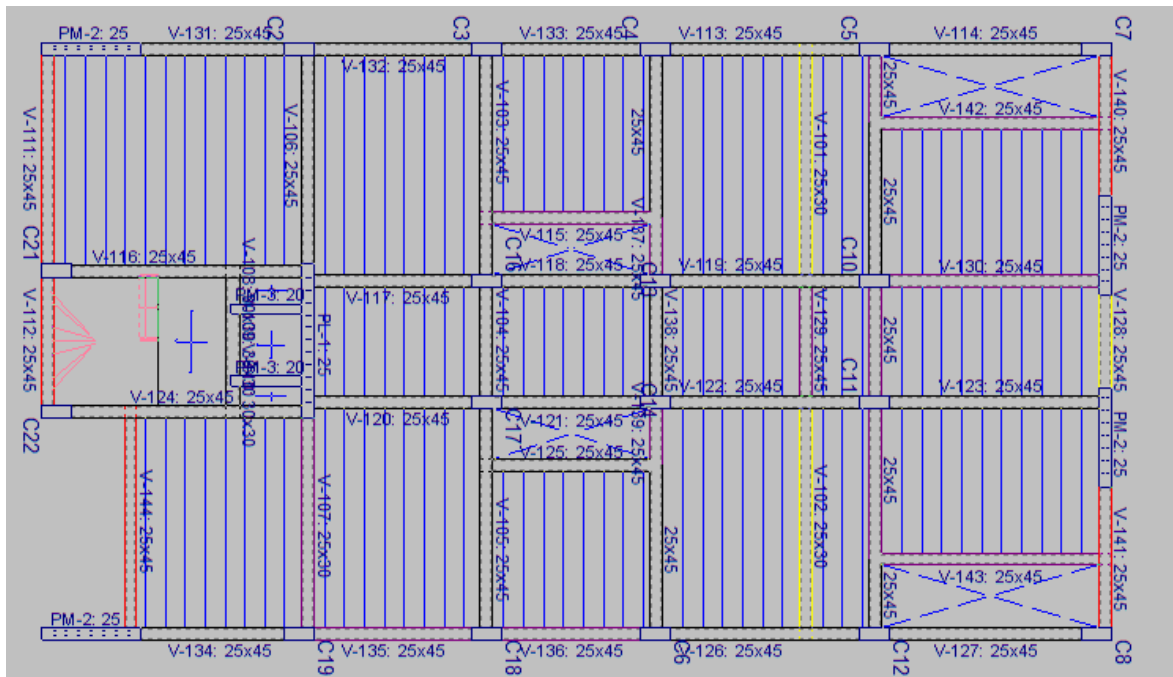
**Tabla 19***1er cálculo, irregularidad torsional extrema en dirección Y*

Planta	Cota (m)	h (m)	50% Max. Des. Rel. Permissible Y (mm)	Max. Des. Rel. Y (mm)	1.5*(Prom. Des. Rel.) Y (mm)	Comprobación
						$\Delta_{max} > 1.5(\text{Prom. Desp. Extr})$
05.Forjado 5	11.18	1.80	6.30	3.10	4.65	No Aplica Irregularidad
04.Forjado 4	9.38	2.66	9.31	1.40	1.58	No Aplica Irregularidad
03.Forjado 3	6.72	2.65	9.28	0.60	0.65	No Aplica Irregularidad
02.Forjado 2	4.07	2.65	9.28	3.40	2.37	No Aplica Irregularidad
01.Forjado 1	1.42	3.42	11.97	13.80	14.20	No Existe Irregularidad
00.Cimentacion	-2.00	0.00	0.00	0.00	0.00	No Aplica Irregularidad

Fuente: Elaboración propia

En este caso, se presenta en la segunda y tercera planta una irregularidad torsional extrema en la dirección X, con lo cual la estructura presentó irregularidad torsional extrema en la dirección X, la acción a tomarse en base a la Norma E.030 tabla N°10, para edificaciones con categoría C y ubicadas en la Zona 4, no se permiten irregularidades extremas. Entonces siguiendo el criterio de la norma de diseño sismorresistente se rigidizo más la edificación analizando los resultados de los calculo previos se decidió también otorgar mayor rigidez a la edificación.

## Segundo cálculo de obra



**Figura 31:** Vista en planta del modelado estructural, al segundo cálculo  
Fuente: Elaboración propia

La propuesta para rigidizar la estructura para el segundo cálculo fue colocar 2 placas en dirección X en reemplazo de las columnas C7 y C8, también se reemplazaron las columnas C1 y C20 con placas en la dirección Y.

Los resultados analizados se muestran en las siguientes tablas.

**Tabla 20**

*2do cálculo, desplazamientos relativos de planta y máximo desplazamientos de plantas*

Planta	Max. Des.	Max. Des.	Planta	Desp.	Desp.
	Rel. X (mm)	Rel. Y (mm)		Rel. X (mm)	Rel. Y (mm)
Forjado 5	6.90	3.00	Forjado 5	6.90	3.00
Forjado 4	0.30	0.50	Forjado 4	0.18	0.43
Forjado 3	1.40	0.60	Forjado 3	0.77	0.53
Forjado 2	2.40	1.70	Forjado 2	1.46	1.53
Forjado 1	10.40	7.50	Forjado 1	6.37	7.02

Fuente: elaboración propia

### Irregularidad de Rigidez – Piso Blando

**Tabla 21**

*2do cálculo, Cortante sísmico combinado y fuerza sísmica equivalente por planta para 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>
Forjado 5	6.5167	6.5167	3.3096	3.3096
Forjado 4	55.9342	50.1645	45.5802	42.2813
Forjado 3	99.6284	46.3801	85.8253	40.5451
Forjado 2	127.5734	35.4786	110.996	26.0628
Forjado 1	142.9238	22.5417	122.7811	12.791

Fuente: elaboración propia

**Tabla 22**

*2do cálculo, Cortante sísmico combinado y fuerza sísmica equivalente por planta para 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>
Forjado 5	5.1124	5.1124	5.1051	5.1051
Forjado 4	47.1992	42.1052	65.6684	60.6488
Forjado 3	87.0226	40.1004	117.9559	55.7586
Forjado 2	111.5064	25.3314	151.8604	43.6008
Forjado 1	122.8008	12.312	170.6405	27.4345

Fuente: elaboración propia

En las siguientes tablas se muestra los resultados de la rigidez obtenida por cada planta y su evaluación de la Irregularidad de Rigidez – Pisos Blando de acuerdo al criterio que indica la norma E.030.

**Tabla 23***2do cálculo, Irregularidad de rigidez en dirección X*

Planta	Cota (m)	h (m)	Desp. Rel. X (mm)	Fuerza Lat. Eq. X (ton)	Rigidez $K_i = F_i / \delta_i X$ (ton/mm)	Comprobación	
						$K_i < 70\%K_{i+1}$ ó	$K_i < 80\%(K_{i+1} + K_{i+2} + K_{i+3})/3$
05.Forjado 5	11.18	1.80	6.90	6.5167	0.944449275		
04.Forjado 4	9.38	2.66	0.18	50.1645	282.1753125	0.567	No Existe Irregularidad
03.Forjado 3	6.72	2.65	0.77	46.3801	60.49578261	169.305	Existe Irregularidad
02.Forjado 2	4.07	2.65	1.46	35.4786	24.37461069	36.297	Existe Irregularidad
01.Forjado 1	1.42	3.42	6.37	22.5417	3.540581152	14.625	Existe Irregularidad
00.Cimentacion	-2.00	0.00	0.00	0.0000	0.0000		

Fuente: elaboración propia

**Tabla 24***2do cálculo, Irregularidad de rigidez en dirección Y*

Planta	Cota (m)	h (m)	Desp. Rel. Y (mm)	Fuerza Lat. Eq. Y (ton)	Rigidez $K_i = F_i / \delta_i Y$ (ton/mm)	Comprobación	
						$K_i < 70\%K_{i+1}$ ó	$K_i < 80\%(K_{i+1} + K_{i+2} + K_{i+3})/3$
05.Forjado 5	11.18	1.80	3.00	5.1051	1.7017	3.00	
04.Forjado 4	9.38	2.66	0.43	60.6488	141.7764156	0.43	No Existe Irregularidad
03.Forjado 3	6.72	2.65	0.53	55.7586	105.6478737	0.53	No Existe Irregularidad
02.Forjado 2	4.07	2.65	1.53	43.6008	28.53870545	1.53	Existe Irregularidad
01.Forjado 1	1.42	3.42	7.02	27.4345	3.906811709	7.02	Existe Irregularidad
00.Cimentacion	-2.00	0.00	0.00	0.0000	0.0000		

Fuente: elaboración propia

Luego de varias iteraciones se logra rigidizar la edificación, sin embargo, se sigue manteniendo una irregular de rigidez la cual estará expresada por el factor de  $\lambda = 0.75$ .

## IRREGULARIDADES ESTRUCTURALES EN PLANTA

### Irregularidad Torsional

**Tabla 25**

*Irregularidad torsional en dirección X*

Planta	Cota (m)	h <sub>e</sub> (m)	50% Max. Des. Rel. Permisible X (mm)	Max. Des. Rel. X (mm)	1.3*(Prom. Des. Rel.) X (mm)	<b>Comprobación</b> Δ <sub>max</sub> > 1.3(Prom. Desp. Extr)
05.Forjado 5	11.18	6.30	6.90	6.90	8.97	No Existe Irregularidad
04.Forjado 4	9.38	9.31	0.30	0.30	0.23	No Aplica Irregularidad
03.Forjado 3	6.72	9.28	1.40	1.40	1.00	No Aplica Irregularidad
02.Forjado 2	4.07	9.28	2.40	2.40	1.89	No Aplica Irregularidad
01.Forjado 1	1.42	11.97	10.40	10.40	8.28	No Aplica Irregularidad
00.Cimentacion	-2.00	0.00	0.00	0.00	0.00	No Existe Irregularidad

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 26**

*Irregularidad torsional en dirección Y*

Planta	Cota (m)	h (m)	50% Max. Des. Rel. Permisible Y (mm)	Max. Des. Rel. Y (mm)	1.3*(Prom. Des. Rel.) Y (mm)	<b>Comprobación</b> Δ <sub>max</sub> > 1.3(Prom. Desp. Extr)
05.Forjado 5	11.18	1.80	6.30	3.00	3.90	No Aplica Irregularidad
04.Forjado 4	9.38	2.66	9.31	0.50	0.56	No Aplica Irregularidad
03.Forjado 3	6.72	2.65	9.28	0.60	0.69	No Aplica Irregularidad
02.Forjado 2	4.07	2.65	9.28	1.70	1.99	No Aplica Irregularidad
01.Forjado 1	1.42	3.42	11.97	7.50	9.13	No Aplica Irregularidad
00.Cimentacion	-2.00	0.00	0.00	0.00	0.00	No Aplica Irregularidad

Fuente: Elaboración propia

## Irregularidad Torsional Extrema

**Tabla 27**

*Irregularidad torsional extrema en dirección X*

Planta	Cota (m)	$h_e$ (m)	50% Max. Des. Rel. Permissible X (mm)	Max. Des. Rel. X (mm)	1.5*(Prom. Des. Rel.) X (mm)	<b>Comprobación</b> $\Delta_{max} > 1.5(\text{Prom. Desp. Extr})$
05.Forjado 5	11.18	1.80	6.30	6.90	10.35	No Existe Irregularidad
04.Forjado 4	9.38	2.66	9.31	0.30	0.27	No Aplica Irregularidad
03.Forjado 3	6.72	2.65	9.28	1.40	1.15	No Aplica Irregularidad
02.Forjado 2	4.07	2.65	9.28	2.40	2.18	No Aplica Irregularidad
01.Forjado 1	1.42	3.42	11.97	10.40	9.55	No Aplica Irregularidad
00.Cimentacion	-2.00	0.00	0.00	0.00	0.00	No Aplica Irregularidad

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 28**

*Irregularidad torsional extrema en dirección Y*

Planta	Cota (m)	h (m)	50% Max. Des. Rel. Permissible Y (mm)	Max. Des. Rel. Y (mm)	1.5*(Prom. Des. Rel.) Y (mm)	<b>Comprobación</b> $\Delta_{max} > 1.5(\text{Prom. Desp. Extr})$
05.Forjado 5	11.18	1.80	6.30	3.00	4.50	No Aplica Irregularidad
04.Forjado 4	9.38	2.66	9.31	0.50	0.64	No Aplica Irregularidad
03.Forjado 3	6.72	2.65	9.28	0.60	0.79	No Aplica Irregularidad
02.Forjado 2	4.07	2.65	9.28	1.70	2.29	No Aplica Irregularidad
01.Forjado 1	1.42	3.42	11.97	7.50	10.53	No Aplica Irregularidad
00.Cimentacion	-2.00	0.00	0.00	0.00	0.00	No Aplica Irregularidad

Fuente: Elaboración propia

Luego de evaluar las irregularidades en el segundo cálculo de obra la irregularidad torsional y la irregularidad extrema torsional tomaran el factor de  $I_p=1.00$  para ambas direcciones.



Una vez analizado las irregularidades seguimos con el modelamiento estructural y análisis estructural, estableciendo los datos generales de sismo que se muestran en la tabla siguiente:

**Tabla 29**

*Características para el análisis modal espectral (dinámico)*

<b>Modelamiento en CYPECAD</b>	<b>Símbolo</b>	<b>Unidad</b>
Periodo de la plataforma del espectro	Tp (s)	1
Periodo que define el inicio de la zona del espectro con desplazamiento constante	TL (s)	1.6
Periodo fundamental	T(s)	0.19
Factor de amplificación del suelo	S	1.10
Categoría de la edificación	.....	C
Factor de uso	(U)	1
Coeficiente básico de la reducción sísmica de la fuerza	(Ro)	6
Factor de irregularidad en altura	(Ia)	0.75
Factor de irregularidad en planta	(Ip)	1
Altura del edificio	.....	11.40
Carga viva	CV	0.20
Carga muerta	CM	0.20

Fuente: Elaboración propia

El programa Cypecad te permite seleccionar la normativa para el cálculo de la acción sísmica según el país en donde se diseñe la edificación, para el análisis estructural encontramos la normativa de Perú actualizado con la Norma Técnica E.030 2014 (decreto n°003-2016 y RM-043-2019) Diseño sismorresistente.

Norma Técnica E.030 (2003)     **Norma Técnica E.030 2014 (decreto n°003-2016 y RM-043-2019)**

Norma Técnica E.030 2014 (decreto n°003-2016 y RM-043-2019) Diseño Sismorresistente

Acción sísmica según X     Acción sísmica según Y

**Método de análisis**  **Dinámico (modal espectral)**     Estático (fuerza lateral equivalente)

**Definición del espectro**  **Según norma**     Especificado por el usuario

Parámetros de cálculo		Sistema estructural	
Fracción de sobrecarga de uso	<input type="text" value="0.25"/>	Coefficiente de reducción	X <input type="text" value="6.00"/> Y <input type="text" value="6.00"/>
Fracción de sobrecarga de nieve	<input type="text" value="0.00"/>	Tipo de estructura	<input type="radio"/> Regular <input checked="" type="radio"/> <b>Irregular</b>
Factor multiplicador del espectro	<input type="text" value="1.00"/>	Factor de irregularidad en altura	X <input type="text" value="0.75"/> Y <input type="text" value="0.75"/>
		Factor de irregularidad en planta	X <input type="text" value="1.00"/> Y <input type="text" value="1.00"/>

**Zona sísmica**  Zona 1     Zona 2     Zona 3     **Zona 4**

**Tipo de perfil de suelo**  S0     S1     S2     **S3**     S4

Suelos flexibles

**Categoría del edificio**  A: Edificaciones esenciales     B: Edificaciones importantes     **C: Edificaciones comunes**

**Estimación del periodo fundamental de la estructura**  **Según norma**     Altura del edificio

Especificado por el usuario    Tipología estructural (X)  I     II     **III**    Tipología estructural (Y)  I     II     **III**

**Número de modos de vibración que intervienen en el análisis**  **Según norma**

Automático, hasta alcanzar un porcentaje exigido de masa desplazada  
 Especificado por el usuario

**Grados de libertad que intervienen en el análisis**  Considerar las plantas bajo rasante en el modelo dinámico

Si la obra actual tiene estructuras 3D integradas...

**Efectos de la componente sísmica vertical**  **No considerar**     Especificar el coeficiente de modificación

**Verificación de la condición de cortante basal**  No realizar la corrección de cortante basal estático

**Según norma**  
 Especificar el porcentaje de cortante basal estático  
 Especificar los factores de modificación

La verificación normativa exige que el cortante basal resultante del análisis dinámico supere un determinado porcentaje del valor del cortante estático definido en la norma. Cuando el valor del cortante dinámico es menor que el mínimo normativo prescrito, el programa realiza el ajuste de los resultados amplificando por el factor de modificación correspondiente.

**Figura 32:** Normativa para el cálculo de la acción sísmica  
Fuente: Elaboración propia

## Desplazamientos laterales relativos admisibles

Luego de realizar el tercer cálculo de obra con los datos generales de sismo se verificó las máximas distorsiones por pisos de los pilares en cada forjado. Para realizar el análisis de los resultados calculados por el programa Cypecad 2022 se tomó como criterio la norma técnica peruana E.030 Diseño Sismorresistente, indica que para una edificación de concreto armado; el límite para la distorsión del entrepiso será de 0.007. Lo cual se interpreta para Cypecad un desplome

máximo de 1/143. Estos resultados se encuentran en la opción listados – distorsiones de pilares, pantallas y muros.

**Tabla 30**

*Desplome local máximo de los pilares (d/h)*

Planta	Situaciones persistentes o transitorias		Situaciones sísmicas (1)	
	Dirección X	Dirección Y	Dirección X	Dirección Y
<b>Forjado 5</b>	----	----	1 / 254 (C21, C22)	1 / 334 (C21, C22)
<b>Forjado 4</b>	----	----	1 / 190 (C21, C22)	1 / 277 (C2, ...)
<b>Forjado 3</b>	----	----	1 / 187 (C21, C22)	1 / 263 (C2, ...)
<b>Forjado 2</b>	----	----	1 / 206 (C21, C22)	1 / 279 (C2, ...)
<b>Forjado 1</b>	----	----	1 / 327 (C21, C22)	1 / 440 (C2, ...)

*Notas:(1) Los desplazamientos están mayorados por la ductilidad.*

Fuente: CYPECAD 2022.b

Los resultados obtenidos indican que la edificación cumple con la distorsión máxima permitida por la norma técnica peruana E.030 Diseño sismorresistente.

### **Verificación de la condición de cortante basal**

Cuando el valor del cortante dinámico total en la base (Vd), obtenido después de realizar la combinación modal, para cualquiera de las direcciones de análisis, es menor que el 90 % del cortante basal sísmico estático (Vs), todos los parámetros de la respuesta dinámica se multiplican por el factor de modificación:  $0.90 \cdot V_s / V_d$ .

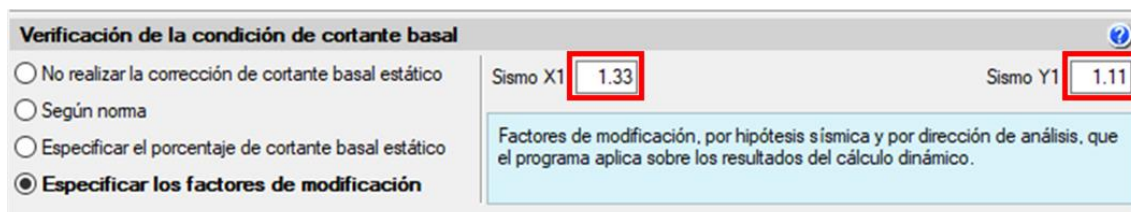
**Tabla 31**

*Verificación de la condición de cortante basal*

Hipótesis sísmica	Condición de cortante basal mínimo		Factor de modificación
Sismo X1	$V_{d,X1} \geq 0.90 \cdot V_{s,X}$	142.9238 t $\geq$ 189.7451 t	1.33
Sismo Y1	$V_{d,Y1} \geq 0.90 \cdot V_{s,Y}$	170.6405 t $\geq$ 189.7451 t	1.11

Fuente: Cypecad 2022.b

Los resultados del programa Cypecad nos entrega el factor de modificación el cual se inserta en la acción sísmica del programa, dentro de la sección de verificación de la condición de cortante basal le diremos al programa que agregaremos los factores de modificación en donde se insertará los factores de modificación 1.33 para el sismo en X1 y 1.11 para el sismo Y1.



**Figura 33:** Verificación de la condición de cortante basal  
Fuente: Elaboración propia

### Sistema resistente a fuerzas laterales

De acuerdo a la NTE E. 030 Diseño sismorresistente, el sistema estructural estará definido por la resistencia de los elementos estructurales frente a las ocasionadas por los sismos es así, que se muestra en la tabla el porcentaje de cortante sísmico que resisten las columnas y placas frente a una acción sísmica.

**Tabla 32**

*Porcentaje de cortante sísmico resistido por tipo de soporte en arranques*

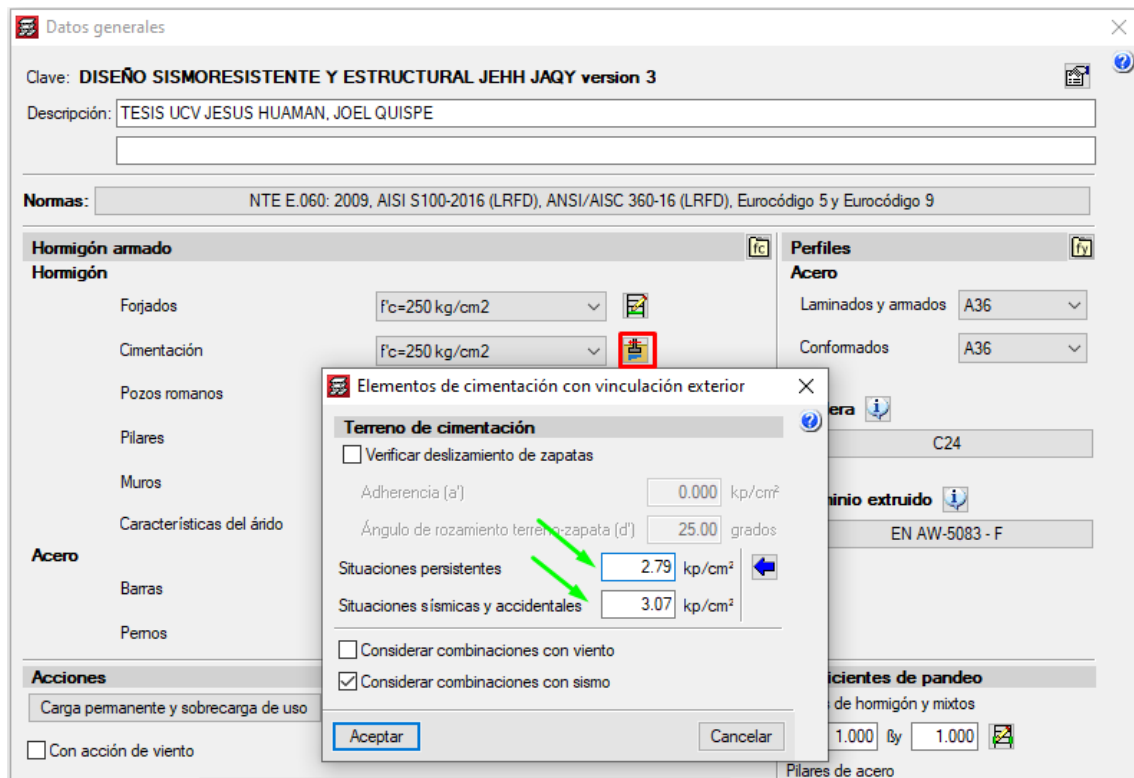
Hipótesis sísmica	%Q <sub>x</sub>	%Q <sub>y</sub>	
		Pilares	Muros
Sismo X1	5.38	94.62	81.02
Sismo Y1	5.57	94.43	81.01

Fuente: Cypecad 2022.b

En base a los resultados obtenidos se puede establecer que la edificación es un sistema de muros estructurales, donde la fuerza cortante inducida por el sismo en los muros es mayor al 70% del cortante total.

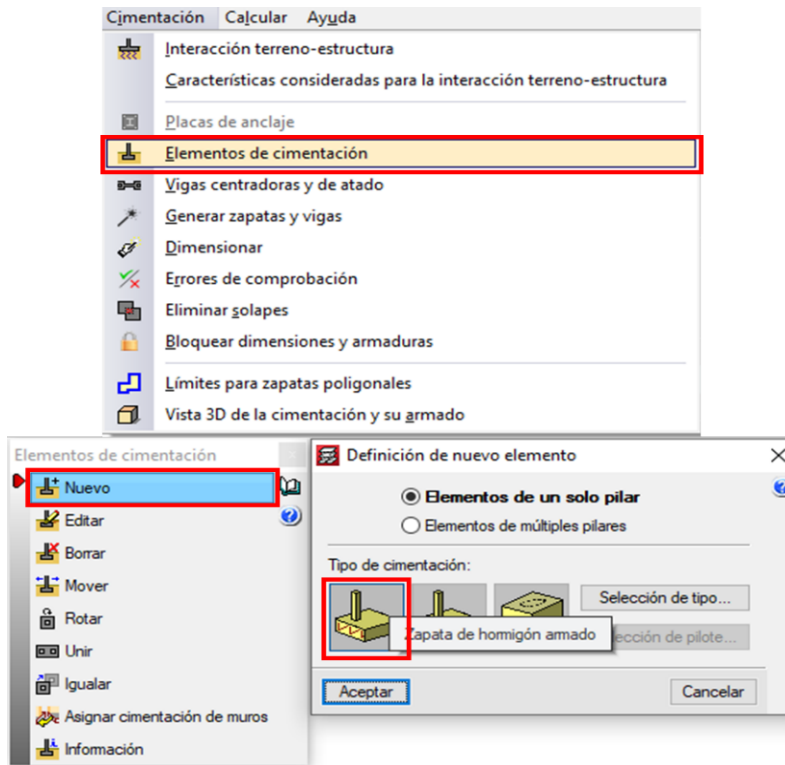
El diseño de la cimentación se realizó en el programa Cypecad, con la característica de “con vinculación exterior”, para este tipo de diseño será necesario insertar los resultados de capacidad admisible del estudio de

mecánica de suelos en el fichero de datos generales mostrada en la siguiente figura.



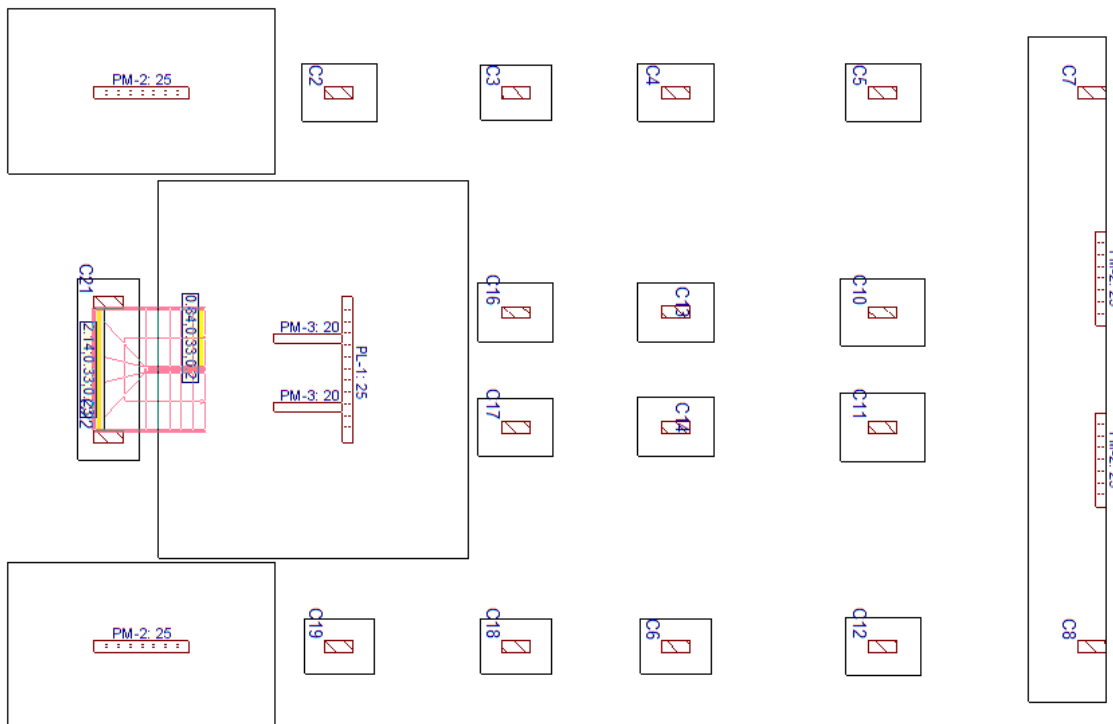
**Figura 34:** Datos de la cimentación  
Fuente: Elaboración propia

La introducción de elementos de cimentación se realizó con elementos de un solo pilar y con elementos de múltiples pilares, de esta forma la cimentación se diseñó a partir de los esfuerzos de acciones permanentes, variables y accidentales obtenido en el último cálculo.



**Figura 35:** Introducción de cimentaciones  
Fuente: Elaboración propia

En la figura siguiente se muestra los resultados de la cimentación luego de un dimensionamiento completo con los resultados obtenidos en el último cálculo.

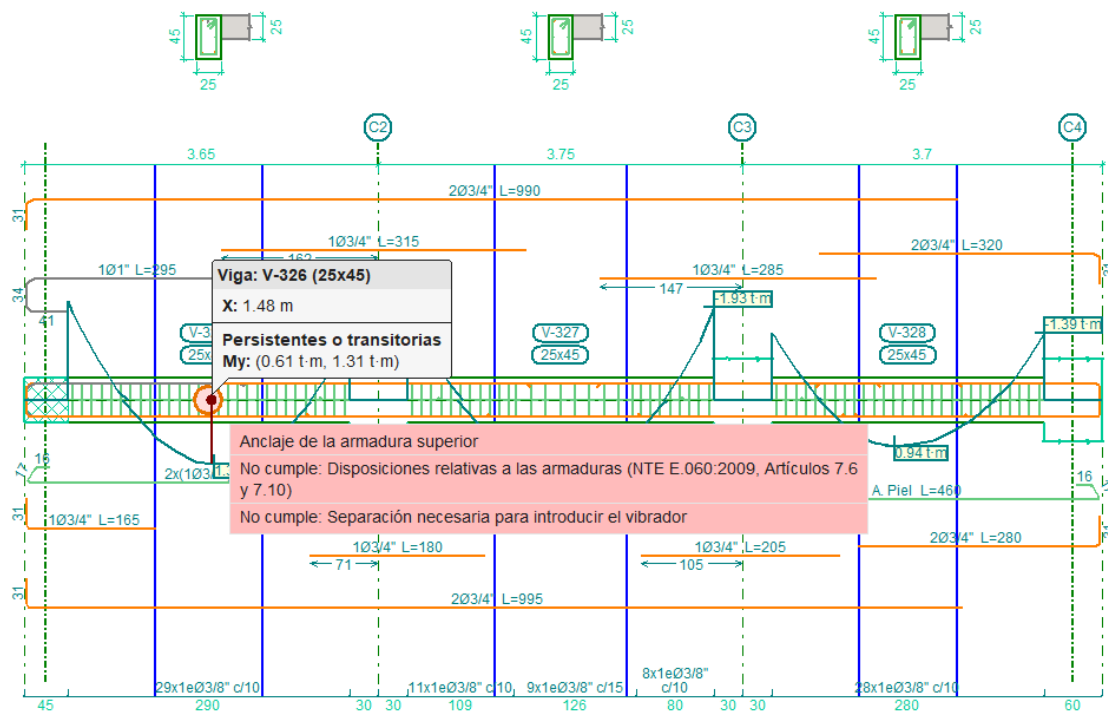


**Figura 36:** Vista en planta de la cimentación  
Fuente: Elaboración propia

## DISEÑO ESTRUCTURAL.

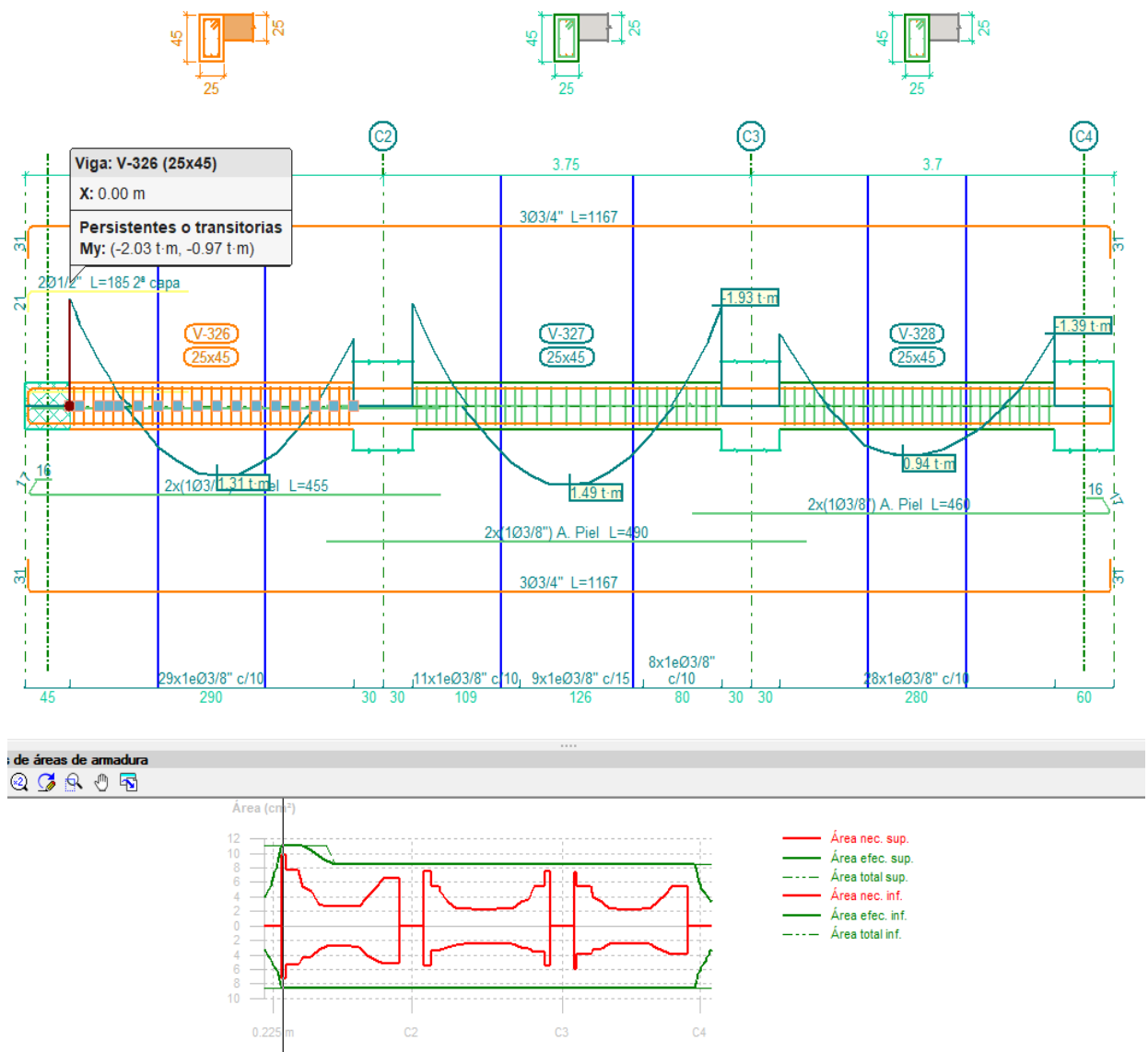
El programa realiza el diseño estructural colocando la cantidad de acero requerida en cada uno de los pórticos tanto para columnas y vigas respetando los parámetros indicado en la Norma Técnica Peruana E.030 Diseño sismorresistente y E.060 Concreto armado. Para que este cálculo sea correcto debemos indicar al programa el criterio de armado que se seguirá. Los resultados previos señalan que la edificación es un sistema de muros estructurales, por ende, en el apartado de criterio de armado por ductilidad seleccionamos “Muros o Dual tipo I”. Tras realizar el cálculo de obra el programa Cypecad mostrará los errores de cálculo de la obra en donde señalará las vigas (pórticos) que no estén cumpliendo con los requisitos y también los paños (losa aligerada) que necesitan de mayor análisis que el programa puede necesitar.

A continuación, se muestra el diseño del pórtico 14 en donde el programa Cypecad, advierte los errores que se presenta como el anclaje, exceso de cantidad de acero y disposiciones relativas de la armadura. Esto quiere decir que es necesario modificar los aceros propuestos y colocar el área de acero requerido.



**Figura 37:** Diseño del pórtico 14 parte 1  
Fuente: Elaboración propia

Para realizar el diseño de este pórtico se decidió eliminar el acero superior y acero inferior propuesto por el programa Cypecad. Entonces con ayuda del gráfico inferior de área de armadura longitudinal, resultado del análisis sísmico realizado con anterioridad y en base a los momentos envolventes que será sometido este pórtico. Se cumplió el requerimiento colocando 3 varillas base de  $\frac{3}{4}$ " en la fibra superior y 3 varillas base de  $\frac{3}{4}$ " en la fibra inferior, a la vez se agregó 2 varillas de refuerzo en la fibra superior como segunda capa con una distancia de 1.6m desde el eje izquierdo.



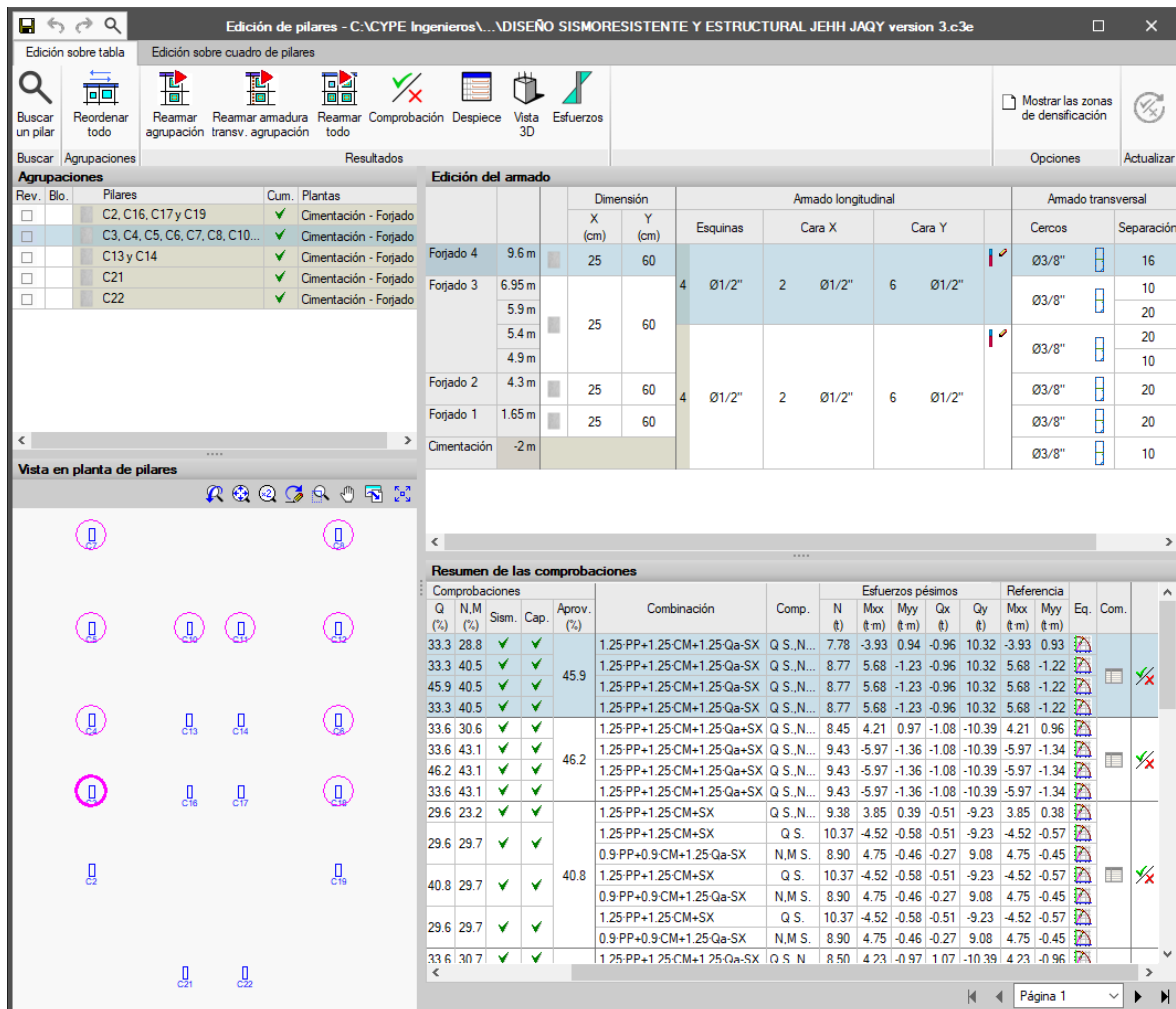
**Figura 38:** Diseño del pórtico 14 parte 2  
Fuente: Elaboración propia



Pórtico 14			Tramo: V-326			Tramo: V-327			Tramo: V-328			
Sección			25x45			25x45			25x45			
Zona			1/3L	2/3L	3/3L	1/3L	2/3L	3/3L	1/3L	2/3L	3/3L	
Situaciones persistentes o transitorias	Momento mín.	[t·m]	-2.04	--	-1.29	-1.96	--	-1.92	-1.39	--	-1.39	
	x	[m]	0.00	--	2.90	0.00	--	3.15	0.00	--	2.80	
	Momento máx.	[t·m]	0.77	1.31	0.88	1.08	1.50	0.99	0.73	0.94	0.39	
	x	[m]	0.91	1.51	2.11	1.01	1.61	2.21	0.86	1.26	2.06	
	Cortante mín.	[t]	--	-1.06	-3.51	--	-1.15	-5.06	--	-1.07	-3.23	
	x	[m]	--	1.91	2.90	--	2.01	3.15	--	1.86	2.80	
	Cortante máx.	[t]	4.51	1.25	--	4.39	1.03	--	3.45	0.49	--	
	x	[m]	0.00	1.11	--	0.00	1.21	--	0.00	1.06	--	
	Torsor mín.	[t]	--	--	--	--	--	-0.18	--	--	--	
	x	[m]	--	--	--	--	--	3.01	--	--	--	
	Torsor máx.	[t]	0.21	--	--	--	--	--	--	--	--	
	x	[m]	0.00	--	--	--	--	--	--	--	--	
	Situaciones sísmicas	Momento mín.	[t·m]	-9.68	-1.67	-8.59	-7.14	-0.93	-7.14	-7.08	-1.62	-7.13
		x	[m]	0.00	1.91	2.90	0.00	2.01	3.15	0.00	1.86	2.80
Momento máx.		[t·m]	6.96	3.14	6.90	4.51	2.59	4.61	5.12	2.51	5.21	
x		[m]	0.00	1.91	2.90	0.00	2.01	3.15	0.00	1.86	2.80	
Cortante mín.		[t]	-12.55	-14.20	-16.40	-8.06	-9.68	-13.03	-10.22	-11.47	-13.34	
x		[m]	0.91	1.91	2.90	1.01	2.01	3.15	0.86	1.86	2.80	
Cortante máx.		[t]	17.05	14.35	12.69	12.46	9.59	8.04	13.54	11.07	9.84	
x		[m]	0.00	1.11	2.11	0.00	1.21	2.21	0.00	1.06	2.06	
Torsor mín.		[t]	--	--	--	--	--	-0.21	--	--	--	
x		[m]	--	--	--	--	--	3.01	--	--	--	
Torsor máx.	[t]	0.28	--	--	0.14	--	--	0.15	--	--		
x	[m]	0.00	--	--	0.00	--	--	0.00	--	--		
Área Sup.	[cm <sup>2</sup> ]	Real	11.08	8.93	8.55	8.55	8.55	8.55	8.55	8.55	8.55	
		Nec.	9.46	2.77	6.31	7.24	2.40	7.24	7.19	2.40	5.17	
Área Inf.	[cm <sup>2</sup> ]	Real	8.55	8.55	8.55	8.55	8.55	8.55	8.55	8.55	8.55	
		Nec.	7.10	2.84	5.00	5.26	2.40	5.34	5.72	2.40	3.73	
Área Transv.	[cm <sup>2</sup> /m]	Real	14.26	14.26	14.26	14.26	9.51	14.26	14.26	14.26	14.26	
		Nec.	8.60	5.11	6.62	3.85	2.12	5.42	4.57	2.85	4.44	
F. Activa			0.14 mm, L/20538(L: 2.90 m)			0.19 mm, L/16532(L: 3.15 m)			0.10 mm, L/27570(L: 2.80 m)			

Figura 39: Listado de armado del pórtico 14  
Fuente: Elaboración propia

Para el diseño de columnas en caso lo requiera podemos verificar que cumpla las comprobaciones necesarias gracias al programa Cypecad, y cambias el diámetro de acero longitudinal o transversal según se requiera o igualar al armado de columnas según sea el criterio a utilizarse. En nuestra edificación encontramos 5 grupos de columnas que se diferencian por el estribaje que presentan.



**Figura 40:** Edición de pilares, diseño sísmico  
Fuente: Elaboración propia

Para realizar el diseño estructural se verificó que el grupo de columnas cumpliría las comprobaciones de diseño en cada planta estando así definida su sección y cuantía de acero que le corresponde, en la siguiente tabla se nombra las comprobaciones realizadas por el programa Cypecad 20222.b de acuerdo al NTP.

**Tabla 33**

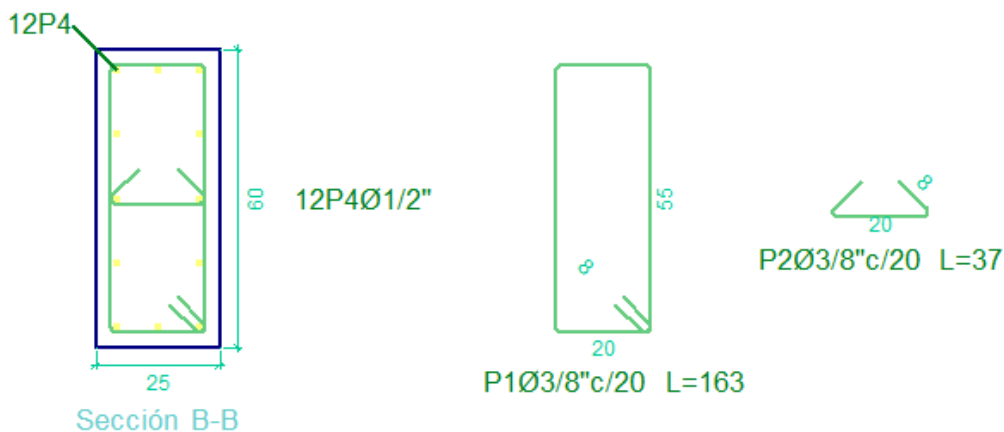
*Comprobaciones del grupo de columnas*

ESTADO	COMPROBACIÓN
Cumple	Disposiciones relativas a las armaduras (NTE E.060:2009, Artículos 7.6 y 7.10)
Cumple	Armadura mínima y máxima (NTE E.060:2009, Artículo 10.9.1)

Cumple	Estado límite de agotamiento frente a cortante (combinaciones no sísmicas) (NTE E.060:2009, Artículo 11)
Cumple	Estado límite de agotamiento frente a cortante (combinaciones sísmicas) (NTE E.060:2009, Artículo 11)
Cumple	Estado límite de agotamiento frente a solicitaciones normales (combinaciones no sísmicas) (NTE E.060:2009, Artículo 10)
Cumple	Estado límite de agotamiento frente a solicitaciones normales (combinaciones sísmicas) (NTE E.060:2009, Artículo 10)
Cumple	Criterios de diseño por sismo (NTE E.060:2009, Artículo 21)
Cumple	Resistencia mínima a flexión de columnas. (NTE-E.060)
Cumple	Requisitos de resistencia al cortante en columnas. (NTE-E.060)

Fuente: Elaboración propia

Las columnas tienen como acero longitudinal 4 varillas de 1/2" en las esquinas, 2 varillas de 1/2" en la cara X y 6 varillas de 1/2" en la cara Y, por lo tanto, las columnas presentan 12 varillas de 1/2" en toda su sección. En la siguiente figura se muestra parte del despiece de grupo de columnas C3, C4, C5, C6, C7, C8, C10, C11, C12 Y C18.



**Figura 41:** Despiece de grupo de columnas

Fuente: Elaboración propia

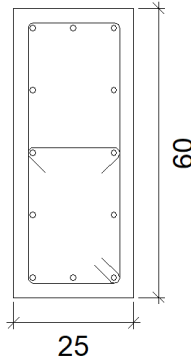
Como parte del despiece el programa Cypecad también elabora un metrado de acero longitudinal y transversal el cual se muestra en la siguiente tabla:

**Tabla 34**

*Metrado de acero para el grupo de columnas*

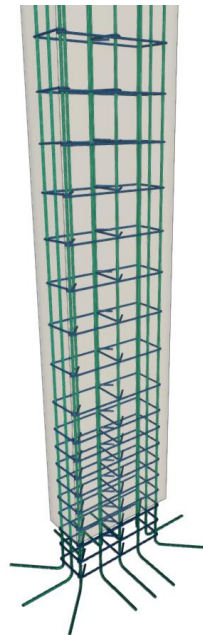
Pos.	Diámetro	Cantidad	Longitud (cm)	Total (cm)
1	Ø 3/8"	99	163	16137
2	Ø 3/8"	99	37	3663
3	Ø 1/2"	12	418	5016
4	Ø 1/2"	12	875	10500

Fuente: Elaboración propia

Datos del pilar		
	Geometría	
	Dimensiones : 25x60 cm	
	Tramo : 6.950/9.600 m	
	Altura libre : 2.20 m	
	Recubrimiento geométrico : 2.5 cm	
	Tamaño máximo de árido : 19 mm	
	Materiales	Longitud de pandeo
	Hormigón : f'c=250 kg/cm2	Plano ZX : 2.20 m
	Acero : Grado 60	Plano ZY : 2.20 m
	Armadura longitudinal	Armadura transversal
Esquina : 4Ø1/2"	Estribos : 1eØ3/8"+X1rØ3/8"	
Cara X : 2Ø1/2"	Separación : 10 - 16 cm	
Cara Y : 6Ø1/2"		
Cuantía : 1.01 %		

**Figura 42:** Datos del grupo de columnas

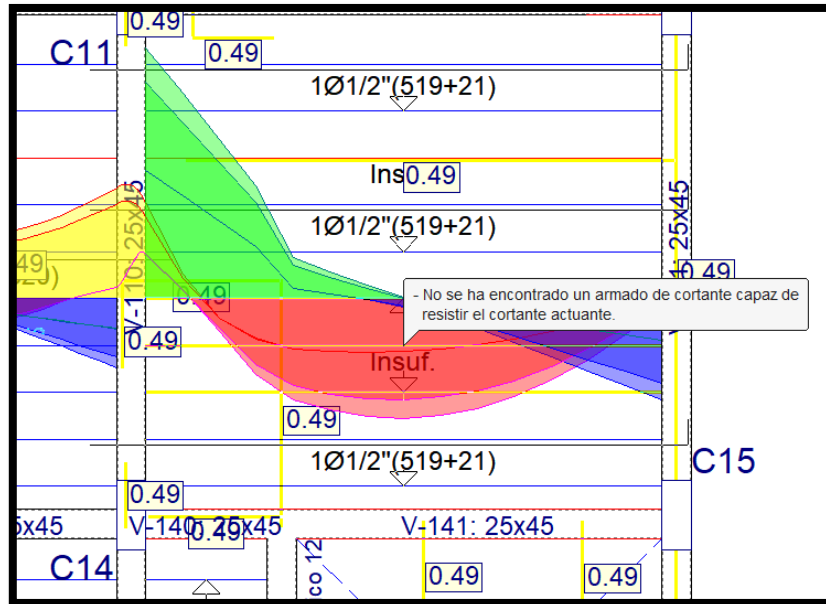
Fuente: Elaboración propia.



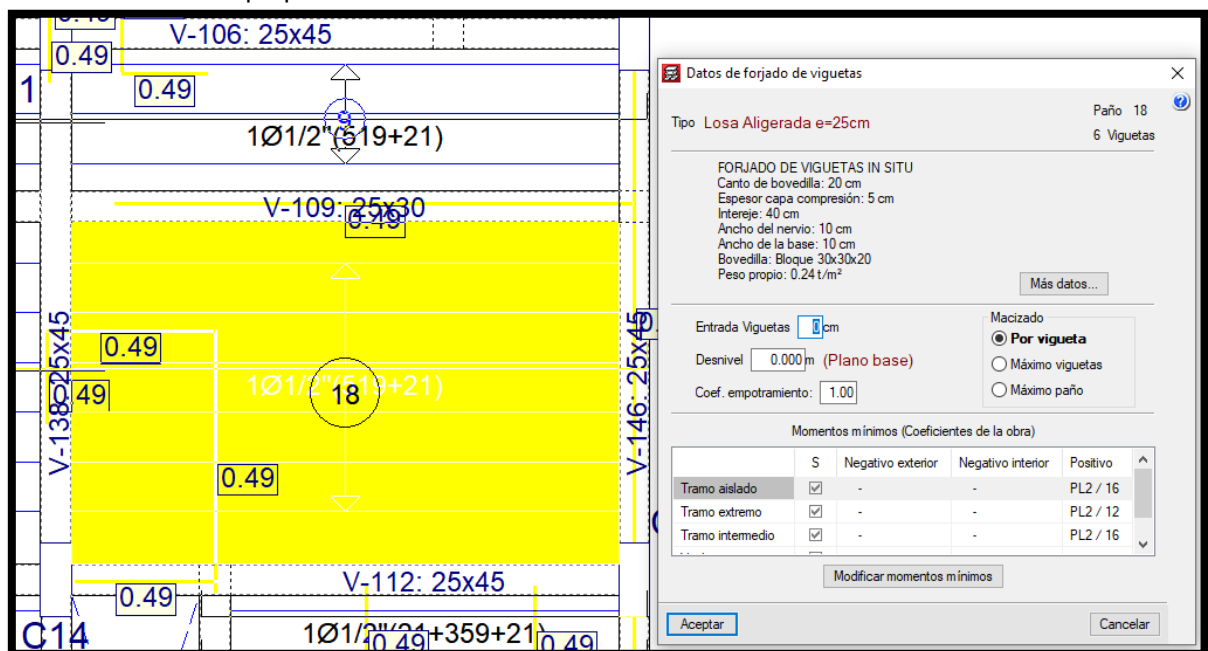
**Figura 43:** Vista 3D del armado de la columna

Fuente: Elaboración propia

En el predimensionamiento se estimó usar una losa aligerada de  $e=25\text{cm}$  sin embargo al tener carga muerta lineal en las losas, no se pudo obtener un armado capaz de resistir el cortante actuante en algunas zonas en los forjados de la edificación, colocar vigas planas del mismo espesor de la losa aligerada en la zona donde actuaba ciertos muros divisorios en la edificación.



**Figura 44:** Vista del armado de losa aligerada  $e=25\text{cm}$  parte 1  
Fuente: Elaboración propia.



**Figura 45:** Vista del armado de losa aligerada  $e=25\text{cm}$  parte 2  
Fuente: Elaboración propia

El diseño estructural de la cimentación fue estimado en base a los esfuerzos resultantes de la estructura modelada y calculada anteriormente. La figura siguiente muestra que las cimentaciones cumplen con todas las comprobaciones del programa Cypecad.

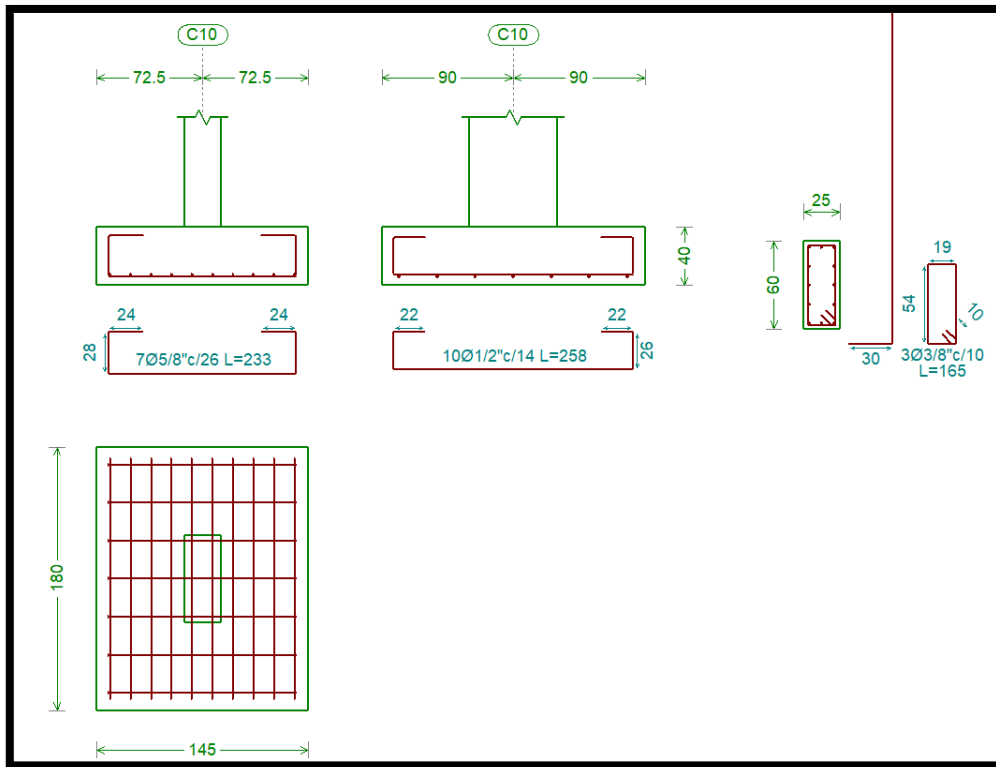
**Tabla 35**

*Comprobaciones de dimensiones y armado de la zapata*

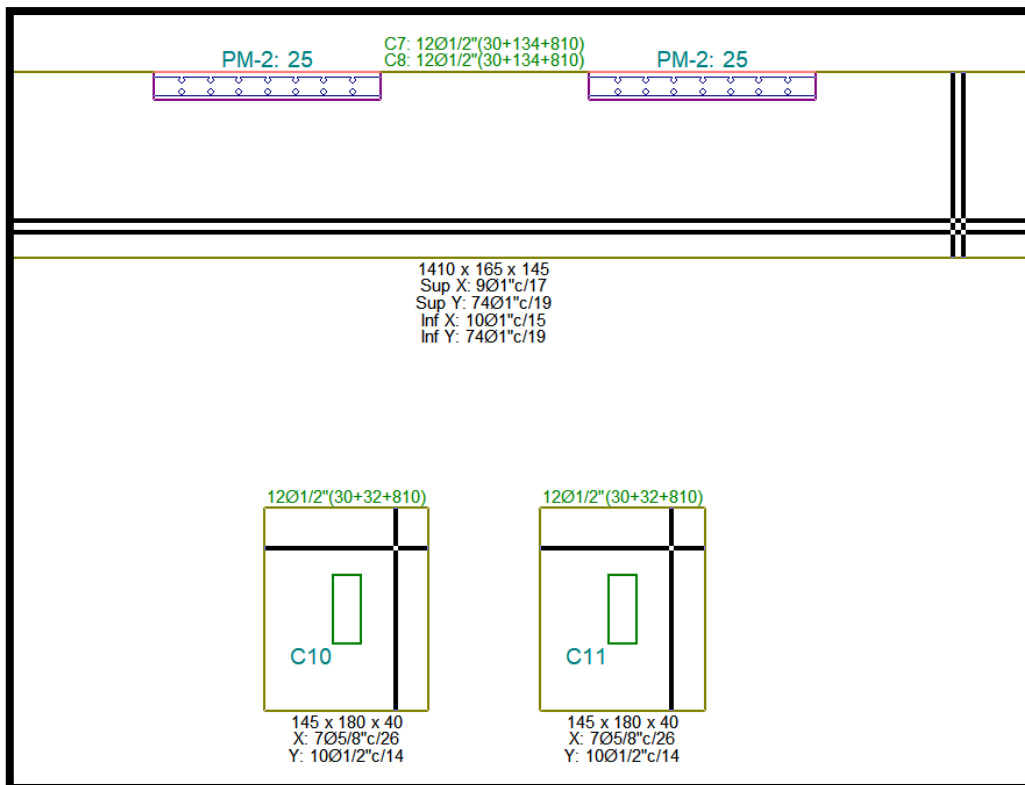
<b>ESTADO</b>	<b>COMPROBACIÓN</b>
Cumple	Tensiones sobre el terreno
Cumple	Vuelco de la zapata
Cumple	Flexión en la zapata
Cumple	Cortante en la zapata
Cumple	Compresión oblicua en la zapata
Cumple	Canto mínimo
Cumple	Espacio para anclar arranques en cimentación
Cumple	Cuantía geométrica mínima
Cumple	Diámetro mínimo de las barras
Cumple	Separación máxima entre barras
Cumple	Separación mínima entre barras
Cumple	Longitud de anclaje
Cumple	Longitud mínima de las patillas

Fuente: Elaboración propia

En la figura se muestra la sección en planta y corte con las respectivas longitudes de los aceros superior e inferior, con la longitud de las varillas incluido la dimensión de las patillas.

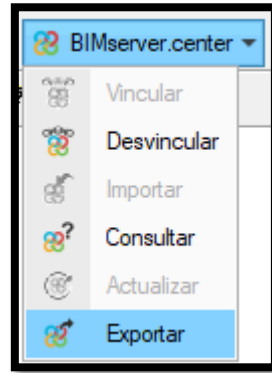


**Figura 46:** Vista del armado de zapatas  
Fuente: Elaboración propia



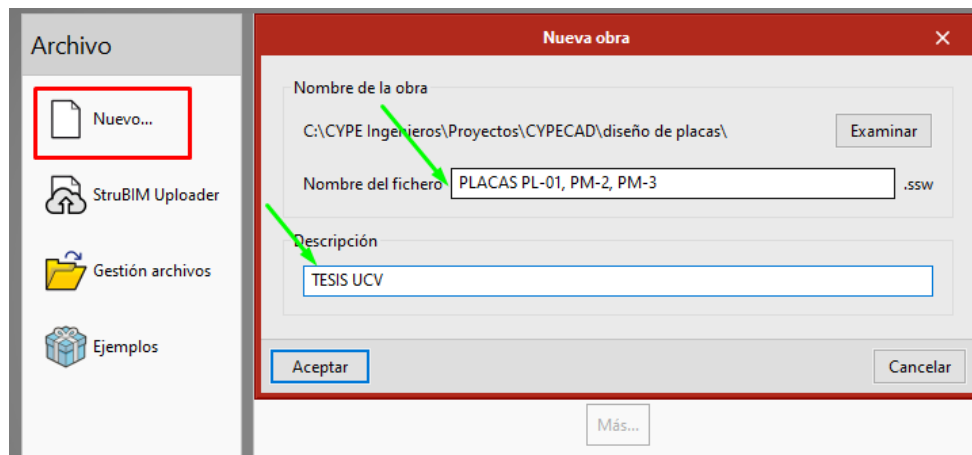
**Figura 47:** Vista en planta del armado de cimentación de la estructura.  
Fuente: Elaboración propia

El diseño de las placas (muros de concreto armado – muro cortante) será necesario diseñarlo con la herramienta BIM StruBIM Shear Walls, enlazando la obra al proyecto TESIS UCV en BIMserver.center y usaremos la herramienta BIM StruBIM Shear Walls para leer la información generada por CYPECAD y diseñar la armadura correspondiente de las placas PL-01, PM-2, PM-3.



**Figura 48:** Exportación de obra a BIMserver.center  
Fuente: Elaboración propia

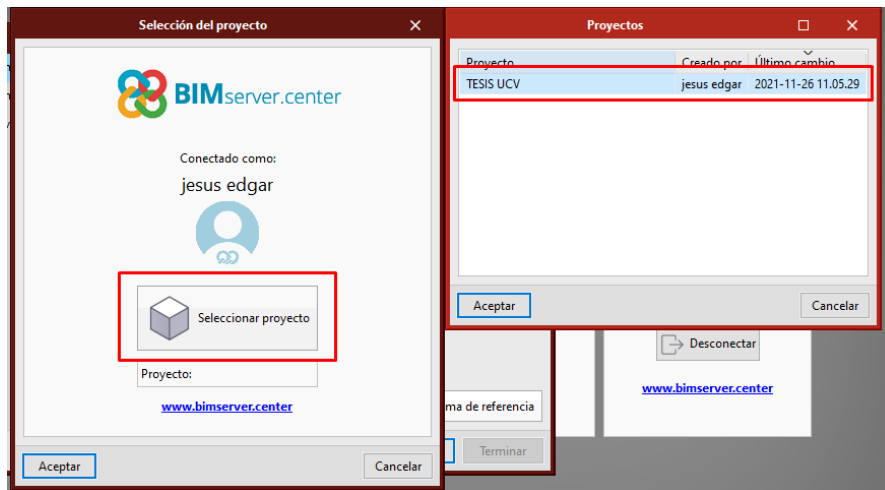
Desde BIM StruBIM Shear Walls creamos el nuevo archivo PLACAS PL-01, PM-2, PM-3.



**Figura 49:** Creación del archivo PLACAS PL-01, PM-2, PM-3 con vinculación BIM  
Fuente: Elaboración propia

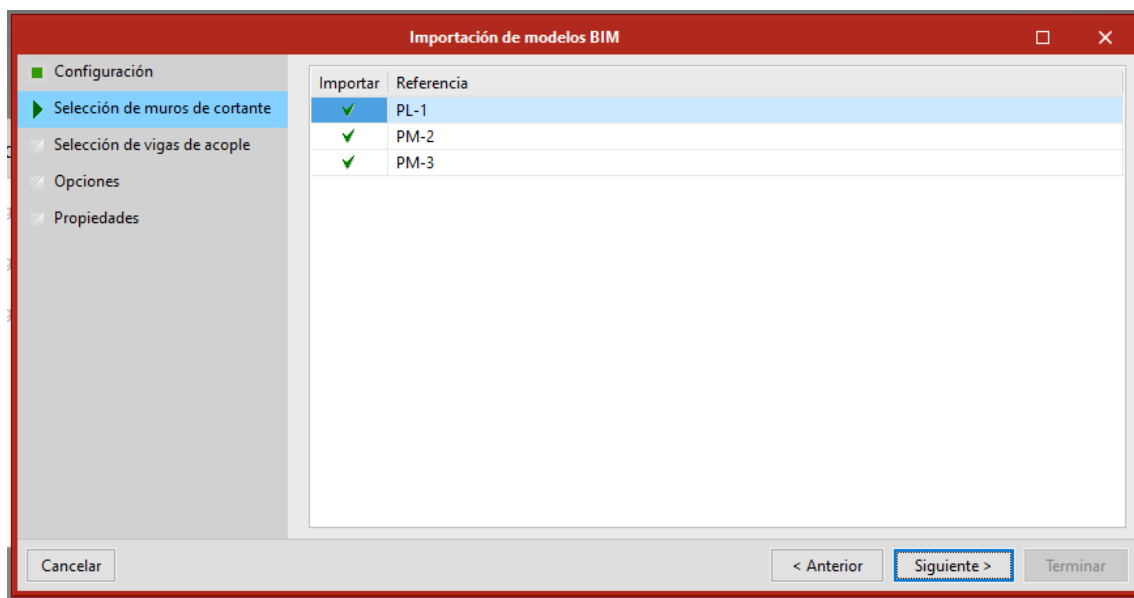
Previamente en la página BIMserver.center se creó el proyecto TESIS UCV para vincular la obra DISEÑO SISMORESISTENTE Y ESTRUCTURAL JEHH JAQY.





**Figura 50:** Selección del proyecto en la plataforma BIMserver.center  
Fuente: Elaboración propia

En la figura se muestra las placas de corte que se diseñarán con la herramienta BIM StruBIM Shear Walls, y bajo la normativa ACI 318-11.



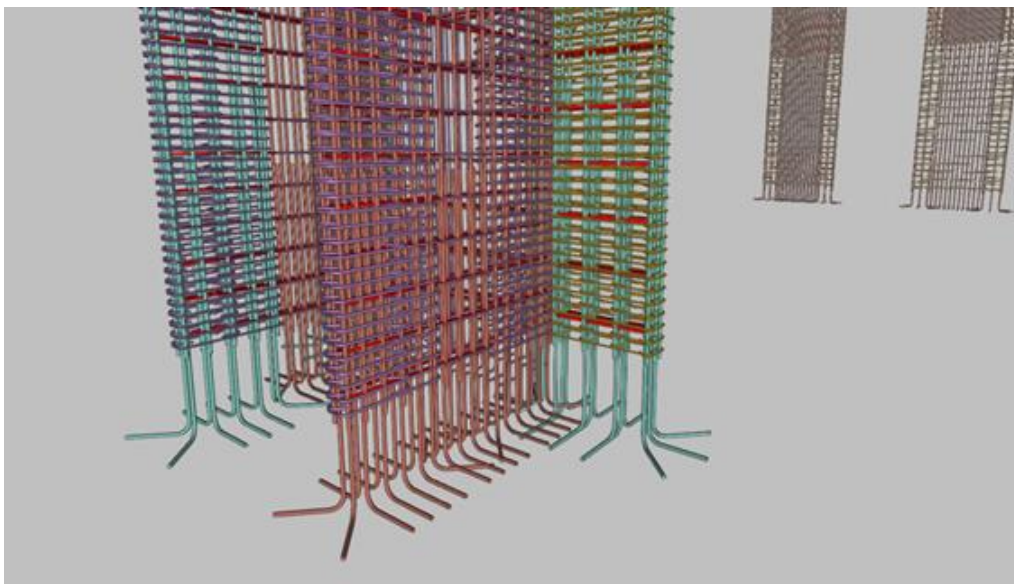
**Figura 51:** Selección de muros de cortante  
Fuente: Elaboración propia



**Tabla 36***Comprobaciones y dimensionamiento de placas*

<b>ESTADO</b>	<b>TIPO</b>	<b>ZONA</b>	<b>COMPROBACIÓN</b>
Cumple	Resistencia	Segmento	Resistencia a cortante en el plano del muro (ACI 318S-11, 11.9)
Cumple	Disposiciones	Segmento	Refuerzo transversal mínimo (ACI 318S-11, 14.3, 11.9.8, 11.9.9)
Cumple	Disposiciones	Segmento	Refuerzo longitudinal mínimo (ACI 318S-11, 14.3, 11.9.8, 11.9.9)
Cumple	Disposiciones	Segmento	Espaciamiento mínimo del refuerzo transversal (ACI 318S-11, 7.6.2)
Cumple	Disposiciones	Segmento	Espaciamiento mínimo del refuerzo longitudinal (ACI 318S-11, 7.6.3)
Cumple	Disposiciones	Segmento	Separación máxima entre armadura transversal (ACI 318S-11, 14.3, 11.9.9)
Cumple	Disposiciones	Segmento	Espaciamiento del refuerzo longitudinal (ACI 318S-11, 14.3, 11.9.9)
Cumple	Disposiciones	Segmento	Número de capas (ACI 318S-11, 14.3.4)
Cumple	Disposiciones sísmicas	Segmento	Cuantía mínima de refuerzo distribuido en el alma (ACI 318S-11, 21.9.2.1)
Cumple	Disposiciones sísmicas	Segmento	Separación máxima del refuerzo (ACI 318S-11, 21.9.2.1)
Cumple	Disposiciones sísmicas	Segmento	Número de capas (ACI 318S-11, 21.9.2.2)
Cumple	Resistencia	Segmento	Resistencia a cortante (ACI 318S-11, 21.9.4.1)
Cumple	Disposiciones sísmicas	Segmento	Cuantía de refuerzo longitudinal (ACI 318S-11, 21.9.4.3)
Cumple	Elementos de borde	Segmento	Elementos de borde (ACI 318S-11, 21.9.6.1, 21.9.6.5) (Inicial)
Cumple	Elementos de borde	Segmento	Elementos de borde (ACI 318S-11, 21.9.6.1, 21.9.6.5) (Final)
Cumple	Disposiciones sísmicas	Elemento de borde inicial	Longitud del elemento de borde (ACI 318S-11, 21.9.6.4(a)) (Inicial)
Cumple	Disposiciones sísmicas	Elemento de borde final	Longitud del elemento de borde (ACI 318S-11, 21.9.6.4(a)) (Final)
Cumple	Disposiciones sísmicas	Elemento de borde inicial	Espaciamiento máximo entre barras longitudinales soportadas lateralmente (ACI 318S-11, 21.9.6.4(c), 21.6.4.2) (Inicial)
Cumple	Disposiciones sísmicas	Elemento de borde final	Espaciamiento máximo entre barras longitudinales soportadas lateralmente (ACI 318S-11, 21.9.6.4(c), 21.6.4.2) (Final)
Cumple	Disposiciones sísmicas	Elemento de borde inicial	Separación transversal del refuerzo del elemento de borde (ACI 318S-11, 21.9.6.4(c), 21.6.4.2) (Inicial)
Cumple	Disposiciones sísmicas	Elemento de borde final	Separación transversal del refuerzo del elemento de borde (ACI 318S-11, 21.9.6.4(c), 21.6.4.2) (Final)

Fuente: Elaboración propia



**Figura 54:** Vista 3D del armado de acero de placas

## DISCUSIÓN

**Modelamiento y Diseño Estructural de una Edificación de 05 pisos con semisótano en la Urbanización Las Viñas, Ica 2021.** Por lo tanto, como paso inicial se procedió a realizar un reconocimiento de campo a su vez se realizaron los planos de ubicación, arquitectura, cortes y elevación, para que posterior a ello, se realice un reconocimiento de campo y poder ejecutar un estudio de mecánica de suelos para poder obtener las características mecánicas del terreno basándonos en las normas vigentes peruanas NTP 339.127 (Ensayo de Contenido de Humedad), NTP 400.017 (Ensayo de Peso Unitario), NTP 400.021(Ensayo de Peso Específico) y NTP 339.128 (Ensayo de Granulometría), para lo cual se sacaron muestras de las calicatas en el terreno a ejecutar el proyecto, obteniéndose las características mecánicas del terreno: Tiene un factor de zona  $Z=0.45$  y pertenece a la zona sísmica 4 con un factor de amplificación de zona 1.10, obteniendo con ambos parámetros un periodo que define la plataforma de espectro de  $t_p=1.00$  y  $t_l=1.60$ , su densidad aparente es de  $1.732\text{gr/cm}^3$ , con un límite líquido de 47% y límite plástico de 19%, teniendo así un índice de plasticidad de 28%. También se evaluó las sales solubles obteniendo 467ppm lo que indica que el suelo tiene una muy baja tendencia a perder resistencia por lixiviación de sales, también presenta cloruros solubles con una cantidad de 168ppm siendo menor de 600ppm lo que indica que no va

a ocasionar un ataque por corrosión al acero de la cimentación, y presenta sulfatos solubles 136ppm encontrándose en un rango de 0 a 1000ppm lo que indica que no ocasionará un ataque al concreto de la cimentación ya que es un valor demasiado bajo. El terreno presenta una capacidad admisible de 2.79kg/cm<sup>2</sup> a una profundidad de cimentación de 1.5m la cual se usó para el modelamiento y diseño estructural de la edificación.

Para comenzar a realizar el modelamiento y diseño estructural además de las características mecánicas del terreno se necesita el predimensionamiento de elementos estructurales para lo cual se vio conveniente realizar una programación en el software MathCad Prime 7 en el que toda la programación se basó en el marco teórico indicado anteriormente, por lo cual se obtuvieron los siguientes resultados del predimensionamiento: Losa aligerada de altura 0.25m, losa maciza de altura 0.15m, vigas principales de 0.25m x 0.45m, vigas secundarias de 0.25m x 0.35m, columnas 0.25m x 0.60m, placas en el eje "x" de ancho de 0.15m y de largo 1.45m y placas en el eje "y" de ancho de 0.15m y de largo 3.10m.

Antes de comenzar el modelamiento estructural se debe tener presente el modo en que se planteará el diseño de la edificación, en un principio se pensó que esta edificación tendría un sistema estructural resistente a fuerzas laterales con un sistema estructural dual tenían la combinación de pórticos y muros estructurales, sin embargo tras realizar modificaciones en las secciones de la columna no era conveniente seguir agrandando la sección de las columnas porque afectaba a la arquitectura de tal manera que resultaba inconsistente el diseño estructural con el arquitectónico desatando así la decisión de disponer de muros de concreto armado con resistencia al corte de esta manera cambiando el sistema estructural que en un inicio se tenía propuesto. Otro punto a evaluarse es que el diseño del semisótano en un principio iba evaluarse junto con el sistema estructural de la edificación sin embargo el soporte técnico de Cypecad recomendó que esta estructura se evaluará de forma independiente como muros de concreto armado con su propia cimentación de esta forma no sería muros portantes sino más solo muros de contención, evaluándose de esta manera se pudo diseñar

estructuralmente cada uno de los elementos de la edificación resultando así en un armazón estructural capaz de resistir las acciones sísmicas de la zona.

Una vez realizado el análisis de irregularidades se presentó irregularidades extremas cuales era imposible tener en una zona sísmica 4 donde no está permitido estas irregularidades sísmicas, entonces es aquí donde se adicionó muros de concreto armado resistentes al corte (placas de concreto armado) para que así no exista irregularidades extremas, a su vez se verificó que cumplía la máxima distorsión permitida por la norma técnica peruana para edificaciones de concreto armado de 0.007.

Habiendo cumplido con las sollicitaciones sísmicas se realiza el análisis sísmico dinámico modal en el programa Cypecad evaluando así a la estructura bajo los resultados obtenidos previamente como irregularidades, factor de uso, cargas vivas y cargas muertas, tipología estructural, perfil del suelo. Para luego realizar la verificación de la condición de cortante basal, realizando de esta manera un segundo cálculo obteniendo así las fuerzas a las que estará sometido cada uno de los elementos estructurales.

Posterior a esto se procedió a realizar el diseño estructural por cada elemento estructural con el programa Cypecad el cual además de hacer cumplir con los parámetros vigentes de la norma E.060 Concreto Armado del Reglamento Nacional de Edificaciones, nos brinda un sustento del desarrollo del diseño, por lo cual nos deja la seguridad que el programa ha desarrollado el cálculo como es correspondiente.

Se tuvo cuidado al momento de colocar la cantidad de acero requerida por cada elemento estructural, igualando armaduras y evitando la mayor cantidad de empalmes debido a que el programa implementa un diseño muy eficiente recortando acero y colocando muchas medidas de acero dificultando la construcción en campo. Es así que los pórticos se agruparon, obteniendo así un armado mucho más trabajable en campo y un metrado de varillas de acero más real, evitándose muchas mermas de acero. La exportación de planos también resulta fácil, aunque si se desea editar se tendrá q hacer en un programa externo

como Autocad, teniéndose así la facilidad de exportar la información a distintos formatos, a la vez es una herramienta BIM que se pudo utilizar al momento de diseñar los muros de concreto armado. La cimentación puede diseñarse con vinculación externa, es decir en base a las resultantes obtenidas luego de realizar el cálculo de obra obteniendo así un dimensionamiento completo incluyendo el acero. Concluimos que el programa Cypecad resulta una herramienta muy amigable para el ingeniero estructural dando más posibilidades de ser eficientes al evaluar un diseño arquitectónico dejando de lado dudas que se podría ocasionar al no tener un diseño detallado de toda la edificación, las cuales hoy programas BIM como Cypecad permite la realización de múltiples proyectos.

## **V. CONCLUSIONES**



-Se concluye que teniendo como objetivo, determinar las características mecánicas del terreno, se realizó un estudio de mecánica de suelos para la Urbanización Las Viñas - Ica obteniendo las siguientes características: Tiene un factor de zona  $Z=0.45$  y pertenece a la zona sísmica 4 con un factor de amplificación de zona 1.1, obteniendo con ambos parámetros un periodo que define la plataforma de espectro de  $t_p=1.00$  y  $t_l=1.60$ , su densidad aparente es de  $1.732\text{gr/cm}^3$ , con un límite líquido de 47% y límite plástico de 19%, teniendo así un índice de plasticidad de 28%. También se evaluó las sales solubles obteniendo 467ppm lo que indica que el suelo tiene una muy baja tendencia a perder resistencia por lixiviación de sales, también presenta cloruros solubles con una cantidad de 168ppm siendo menor de 600ppm lo que indica que no va a ocasionar un ataque por corrosión al acero de la cimentación, y presenta sulfatos solubles 136ppm encontrándose en un rango de 0 a 1000ppm lo que indica que no ocasionará un ataque al concreto de la cimentación ya que es un valor demasiado bajo. El terreno presenta una capacidad admisible de  $2.79\text{kg/cm}^2$  a una profundidad de cimentación de 1.5m.

- Para el predimensionamiento de elementos estructurales se concluye que el programa MathCad Prime 7 es un software apropiado para plantear procedimientos, plantillas, programaciones diversas (se muestran las fórmulas a utilizar para que el programa lo calcule) y cuenta con inteligencia de unidades, puesto que es un software que permite optimizar los procesos de predimensionamiento de la edificación propuesta y quede para desarrollar otros tipos de proyectos de edificación. Dejando para el modelamiento las dimensiones preliminares: Losa aligerada de altura 0.25m, losa maciza de altura 0.15m, vigas principales de  $0.25\text{m} \times 0.45\text{m}$ , vigas secundarias de  $0.25\text{m} \times 0.35\text{m}$ , columnas  $0.25\text{m} \times 0.60\text{m}$ , placas en el eje "x" de ancho de 0.15m y de largo 1.45m y placas en el eje "y" de ancho de 0.15m y de largo 3.10m.

- Se concluye que el modelamiento estructural obtenido del software Cypacad tiene periodo de la plataforma del espectro  $T_p(\text{s})$  es 1, Periodo que define el inicio de la zona del espectro con desplazamiento constante  $T_L(\text{s})$  es 1.6, tiene periodo fundamental  $T(\text{s})$  de 0.19, tiene una categoría de edificación tipo "C" y su factor

de uso "U" es 1, coeficiente básico de reducción ( $R_o$ ) de 6, como factor de irregularidades en altura ( $I_a$ ) 0.75 y de planta ( $I_p$ ) de 1 en ambas direcciones, peso sísmico 894.42 ton. Tras realizar el análisis sísmico en la edificación se concluyó que es una estructura de concreto armado de sistema de muros estructurales.

- El programa Cypecad es útil para realizar para obras de edificaciones, puesto que el software da el sustento del diseño de cada elemento estructural bajo el acero requerido según solicitaciones sísmicas, metrado de materiales, despiece de los elementos estructurales elaborando un armado más eficiente.

## **VI. RECOMENDACIONES**

- Se recomienda tener en cuenta para el estudio de mecánica de suelos que los ensayos estén elaborados de una forma correcta rigiéndose a las normas técnicas establecidas vigentes y con un personal adecuado es decir capacitado con equipos debidamente calibrados, para que se obtengan resultados apropiados para poder ingresarlos al software Cypecad y den resultados verídicos.

- Tener cuidado con la programación puesto que el software calcula con unidades (en caso los datos ingresados tengan unidades) y en algunos casos solo se necesitan resultados numéricos (fórmulas aplicadas) por lo cual se debe desaparecer las unidades multiplicándolos por la inversa. Para tener todas las propiedades de programación se debe contar con licencia y esta se obtiene gratuitamente con correo electrónico por 30 días. Además, tener en cuenta que el software trabaja de arriba para abajo o derecha a izquierda por lo cual las fórmulas que se pidan desarrollar se deben encontrar arriba o a la izquierda, no es necesario convertir las unidades como en el Excel ya que el programa calcula todo internamente ya que cuenta con inteligencia de unidades.

- Se recomienda que para realizar un adecuado modelamiento estructural de cualquier edificación se cuente con el programa original, y en su última versión de esta manera el programa mantendrá actualizado la normativa vigente obteniendo resultados verídicos, puesto que daría resultados incompatibles con la norma actual. Para realizar el diseño de la cimentación es importante identificar si los elementos portantes se les considerará como elementos sin interacción terreno estructura (con vinculación exterior) o con interacción terreno estructura (sin vinculación exterior) de esta manera se podrá estructurar adecuadamente con los resultados del estudio de mecánica de suelo.

- Se recomienda realizar un adecuado estudio del programa para diseñar con el software Cypecad. El programa requiere conocimientos técnicos de diseño sísmico y estructural por ende los elementos a diseñarse en el programa se deberán tener en cuenta los factores económicos, arquitectónicos además de las normativas vigentes del lugar donde se edificará.

## REFERENCIAS

Alfonso Mojica Arboleda- Diego Fernando Valencia Rivera (2012). Trabajo de grado para optar por el Título de Ingeniero Civil. *“Implementación de las metodologías BIM como herramienta para la planificación y control del proceso constructivo de una edificación en Bogotá”*- Pontificia Universidad Javeriana Facultad de Ingeniería departamento de Ingeniería Civil BogotáD.C. Página Web: <https://repository.javeriana.edu.co/handle/10554/111135>

Arq. Berdillana, F. (2008). Tesis para optar el grado de maestro con mención en: *“Gestión y Administración de la Construcción”*. Tecnologías informáticas para la visualización de la información y su uso en la construcción-los sistemas 3D inteligente- Universidad Nacional de Ingeniería facultad de Ingeniería Civil. Página Web: [https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UUNI\\_b7d9389e3fb21bc5ea0bf17ab85e77ec](https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UUNI_b7d9389e3fb21bc5ea0bf17ab85e77ec)

Báez, Fabián. (2015). *“Concreto reforzado: fundamentos”* / Fabián Lamus Báez, Sofía Andrade Pardo. --1ª. Ed. Bogotá: Ecoe Ediciones. Ingeniería y salud en el trabajo. Ingeniería civil. Página Web: <https://www.ecoediciones.com/wpcontent/uploads/2015/11/Concreto-reforzado.-Fundamentos.pdf>

Lora, F. y Álvarez, E. (2018). *“Diseño estructural sismorresistente de edificios de viviendas de mampostería reforzada en Palma Soriano”*. Ciencia en su PC. Página Web: <https://www.redalyc.org/jatsRepo/1813/181358509006/index.html>

Gómez, Y. (2018). *“Influencia de la rigidez lateral en el análisis y diseño Sismorresistente de un edificio de concreto armado de 5 pisos”*. Página web: <https://repositorio.continental.edu.pe/handle/20.500.12394/4936>

Zeller, E.(Oct. 1997), *“NEHRP Guidelines for the seismic rehabilitation of buildings”*. Federal Emergency Management Agency, Washington, D.C. Página Web: <https://www.scinc.co.jp/nanken/pdf/fema273.pdf>

Adinna, B.; Nwaiwu, C. e Igwagu, C. (2019) *“Effect of Rice-Husk-Ash Admixture on the Strength and Workability of Concrete”*. Nigerian Journal of Technology, Página Web: <https://www.ajol.info/index.php/njt/article/view/181940>

Alcántara, P.(2013). Tesis para optar el Título Profesional de: Ingeniero Civil .*“Metodología para minimizar las deficiencias de diseño basada en la construcción virtual usando tecnologías bim”*. Universidad Nacional de Ingeniería-Facultad de Ingeniería Civil. Lima- Perú. Página Web: [https://www.academia.edu/6750988/Tesis\\_BIM\\_Vladimir\\_Alcantara](https://www.academia.edu/6750988/Tesis_BIM_Vladimir_Alcantara)

LIAS, Nieves y PASCUAL, Dennis ,(2020). Tesis para optar el Título Profesional de: Ingeniero Civil .*“ Diseño estructural de una edificación multifamiliar de 10 niveles en la urbanización Las Flores de San Isidro, Trujillo 2019”*, Tesis para optar por el título de ingeniero civil , Universidad Cesar Vallejo, 2020”. Universidad Cesar Vallejo-Facultad de Ingeniería Civil. Lima- Perú. Página Web: <https://hdl.handle.net/20.500.12692/44392>

BILOTTA, Antonio. Soil-structure interaction effects on the seismic performances of reinforced concrete moment resisting frames. Revista ELSEVIER (en línea). Marzo del 2017 Pagina Web: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877705817333969>

Aristizabal, J. (2011). “Análisis de primer y segundo-orden y estabilidad de pórticos con conexiones semirrígidas: método de Hardy Cross (i-teoría)”. Editorial Dyna. Página Web: <https://revistas.unal.edu.co/index.php/dyna/article/view/25772>

Deb, K. and Kalyanmoy, D. (2001). *“Multi-Objective Optimization Using Evolutionary Algorithms”*. John Wiley & Sons, Inc., New York, NY, USA. Pagina Web: [https://www.researchgate.net/publication/220045365\\_Multiobjective\\_Optimization\\_Using\\_Evolutionary\\_Algorithms\\_Wiley\\_New\\_York](https://www.researchgate.net/publication/220045365_Multiobjective_Optimization_Using_Evolutionary_Algorithms_Wiley_New_York)

Fierro, R. (2006). *“Sistema de gestión de control de calidad total en viviendas*

básicas”. Tesis (Título de ingeniero Civil). Valdivia, Universidad Austral de Chile.

Página

Web:

<http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2006/bmfcif465s/doc/bmfcif465s.pdf>

Gómez, Y. (2018). “*Influencia de la rigidez lateral en el análisis y diseño Sismorresistente de un edificio de concreto armado de 5 pisos*”. Página web:

<https://repositorio.continental.edu.pe/handle/20.500.12394/4936>

BROWN, Nathan y MUELLER. “*Design for structural and energy performance of long span buildings using geometric multi-objective optimization*”. Revista ELSEVIER.

Página

web:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0378778816304790>

Angel Soriano Ipanaqué. “*Irregularidades en edificaciones: irregularidad de piso blando*”. Página web: <https://www.cype.pe/blog/irregularidad-edificaciones-de-piso-blando/>

Ing. Joaquín Bojórquez Acuña, artículo. “¿ANÁLISIS O MODELO PARA EL DISEÑO ESTRUCTURAL?”

Página

web:

<http://consejocide.com/2020/09/28/estructurando-6/>

ARCHUNDIA, Hans. “*Revisión de la seguridad Sísmica de un edificio de concreto reforzado de mediana altura fuertemente irregular existente en la ciudad de México*”. Revista Internacional de Ingeniería de Estructuras. Página web:

<http://riie.espe.edu.ec/volumen-22-3-ano-2017/>

HARMSSEN, Teodoro. Diseño de Estructuras de Concreto Armado. Fondo editorial Pontificia Universidad Católica del Perú, 2017 Pontificia Universidad Católica del Perú.

Página

web:

<https://www.fondoeditorial.pucp.edu.pe/ingenieria/613-diseno-de-estructuras-de-concreto-armado-.html#.Xbd9JppKjIW>.

LIAS, Nieves y Pascual, Dennis, “*Diseño estructural de una edificación multifamiliar de 10 niveles en la urbanización Las Flores de San Isidro, Trujillo*”

2019”, Tesis para optar por el título de ingeniero civil, Universidad Cesar Vallejo, 2020. Página web: <https://hdl.handle.net/20.500.12692/44392>.

Normas Legales (Perú). Reglamento Nacional de Edificaciones. Norma Técnica E.020 Cargas. [en línea]. Lima: RNE, 2006. Página web: [http://cdnweb.construccion.org/normas/rne2012/rne2006/files/titulo3/02\\_E/RNE2006\\_E\\_020.pdf](http://cdnweb.construccion.org/normas/rne2012/rne2006/files/titulo3/02_E/RNE2006_E_020.pdf)

Normas Legales (Perú). Reglamento Nacional de Edificaciones. Norma Técnica E.030 Diseño Sismo-resistente. Lima: RNE, 2018. Página web: [http://cdnweb.construccion.org/normas/rne2012/rne2006/files/titulo3/02\\_E/DS0032016\\_E.030.pdf](http://cdnweb.construccion.org/normas/rne2012/rne2006/files/titulo3/02_E/DS0032016_E.030.pdf)

Normas Legales (Perú). Reglamento Nacional de Edificaciones. Norma Técnica E.060 Concreto Armado. [en línea]. Lima. RNE, 2009. Página web: <http://www.construccion.org/normas/rne2012/rne2006.html>

Indira, R. Vielma, J. y Ugel, R. y Martínez, Y. (2012). “*Evaluación del comportamiento sismorresistente y diseño óptimo de un edificio existente de concreto armado de baja altura*”. Revista Ingeniería UC. Página Web: <https://www.redalyc.org/pdf/707/70732639007.pdf>

Díaz, G, Terán, A y Reyes, C. (2012). “*Diseño basado en desplazamientos de estructuras esenciales*”. Revista de ingeniería sísmica. Página Web: [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0185-092X2013000200004](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0185-092X2013000200004)

Sánchez, A, Terán, A. (2008). “*Diseño por desempeño de estructuras dúctiles de concreto reforzado ubicadas en la zona del lago del Distrito Federal*”. Revista de Ingeniería Sísmica. Página Web: [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0185-092X2008000100003](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0185-092X2008000100003)

Rivas, C. Zerna, P. y Santos, E. (2012). “*Utilización del software cypecad en el diseño sismo resistente de un edificio de cinco pisos utilizando como material el*





Sánchez, Paúl. “*Diseño estructural de un edificio multifamiliar de 8 pisos en la ciudad de Huancayo*”. Tesis (Título Profesional de Ingeniero Civil). Huancayo: Universidad Peruana del Centro, 2019. Pagina web: <http://repositorio.upecen.edu.pe/bitstream/UPECEN/153/1/DISE%C3%91O%20ESTRUCTURAL%20DE%20UN%20EDIFICIO%20MULTIFAMILIAR%20DE%2008%20P%C3%8DSOS%20EN%20LA%20CIUDAD%20DE%20HUANCAYO.pdf>

Borja, J. (2017). “*Aplicación de Metodología BIM, en el Ciclo de Vida de Estructuras Industriales para Instalaciones Mecánicas*” (Tesis en Master). España. Escuela Técnica superior de ingeniería de caminos. Obtenido de: Página Web: <https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2117/116805/TFM%20Francisco%20Borja.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

ALMONACID, L. Navarro, J. Y Rodas, Isabel. (2015). “*Propuesta de Metodología para la implementación de la Tecnología BIM en la empresa constructora e Inmobiliaria IJ PROYECTA*”. Tesis (Grado de Magister en dirección de la construcción). Lima, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas. Página Web: <https://repositorioacademico.upc.edu.pe/handle/10757/617477>

Gidaris I, Taflanidis A. (2015): “*Performance assessment and optimization of fluid viscous dampers through life-cycle cost criteria and comparison to alternative design approaches*”. Bulletin of Earthquake Engineering. Página Web: [https://www.researchgate.net/publication/271922439\\_Performance\\_assessment\\_and\\_optimization\\_of\\_fluid\\_viscous\\_dampers\\_through\\_lifecycle\\_cost\\_criteria\\_and\\_comparison\\_to\\_alternative\\_design\\_approaches](https://www.researchgate.net/publication/271922439_Performance_assessment_and_optimization_of_fluid_viscous_dampers_through_lifecycle_cost_criteria_and_comparison_to_alternative_design_approaches)

Siesquen, José y SIESQUEN, Luis, “*Diseño estructural y modelamiento sismo resistente del nuevo pabellón de 10 pisos de la facultad de ingeniería de la universidad César Vallejo, Moche, Trujillo*”, Tesis para optar por el título de ingeniero civil, Universidad Cesar Vallejo – Trujillo 2020. Página web: <https://hdl.handle.net/20.500.12692/44535>

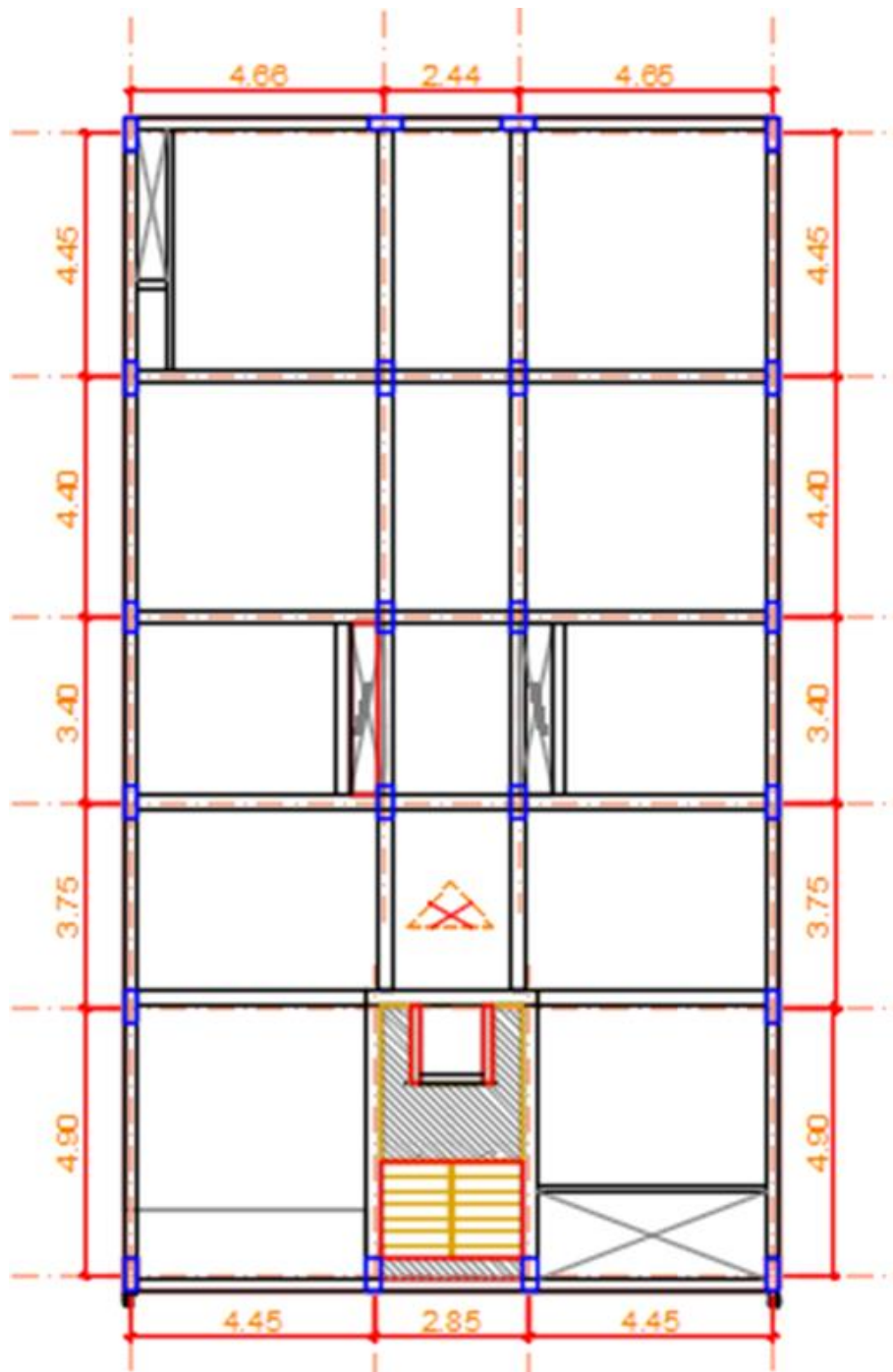
Ticona, Edwin. *“Análisis y Diseño Estructural en Concreto Armado, de un Edificio Multifamiliar de 6 pisos, ubicado en la Ciudad de Arequipa”*. Tesis (Título Profesional de Ingeniero Civil). Arequipa: Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa, 2018. Página web: <http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/UNSA/5841>

Ulloa, K. (2015). Revista. *“Implementación de BIM en Proyectos Inmobiliarios- José Roberto Salinas”*. Escuela de Postgrado, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas. UPC, Lima, Perú. Página Web: <https://revistas.upc.edu.pe/index.php/sinergia/article/view/212>

Vilema, C. (2014). *“Análisis del Factor de reducción de las fuerzas Sísmica (R) en un edificio de Hormigón Armado de 5 pisos con CYPECAD para garantizar el cálculo y seguridad de sus habitantes ubicado en el Barrio el Dorado, ciudad de Puyo, provincia de Pastaza”*. Tesis (Título de ingeniero Civil). Ecuador, Universidad Técnica de Ambato. Página Web: <https://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/7578>

# **ANEXOS**

## ANEXO 01: PLANO PARA PREDIMENSIONAMIENTO (ESTRUCTURA)



Fuente: Elaborado por tesistas

## ANEXO 02: PROGRAMACIÓN DEL PREDIMENSIONAMIENTO DE LOSA ALIGERADA

### PREDIMENSIONAMIENTO DE LOSA ALIGERADA

$$h := \frac{L_{aligerado}}{21} = 22.19 \text{ cm}$$

```
hlosa_aligerada := || if h ≤ 17 cm  
|| hlosa_aligerada ← 17 cm  
|| if 17 cm < h ≤ 20 cm  
|| hlosa_aligerada ← 20 cm  
|| if 20 cm < h ≤ 25 cm  
|| hlosa_aligerada ← 25 cm  
|| if 25 cm < h ≤ 30 cm  
|| hlosa_aligerada ← 30 cm
```

$$h_{losa\_aligerada} = 25 \text{ cm}$$

```
PPlosa_aligerada := || if hlosa_aligerada = 17 cm  
|| PPlosa_aligerada ← 280  $\frac{kgf}{m^2}$   
|| if hlosa_aligerada = 20 cm  
|| PPlosa_aligerada ← 300  $\frac{kgf}{m^2}$   
|| if hlosa_aligerada = 25 cm  
|| PPlosa_aligerada ← 350  $\frac{kgf}{m^2}$   
|| if hlosa_aligerada = 30 cm  
|| PPlosa_aligerada ← 400  $\frac{kgf}{m^2}$ 
```

$$PP_{losa\_aligerada} = 350 \frac{kgf}{m^2}$$

Fuente: Elaborado por tesistas

## ANEXO 03: PROGRAMACIÓN DEL PREDIMENSIONAMIENTO DE LOSA MACIZA

### PREDIMENSIONAMIENTO DE LOSA MACIZA

Se colocará en las zonas donde existe mayor rigidez, es decir: Escaleras y ascensor.

Se debe analizar si es unidireccional o bidireccional:

$$L_{losa\_maciza} = 2.9 \text{ m}$$

$$b_{losa\_maciza} = 2.6 \text{ m}$$

$$\beta := \frac{L_{losa\_maciza}}{b_{losa\_maciza}} = 1.115$$

$$\text{Analysis} := \begin{cases} \text{if } \beta < 2 \\ \quad \text{"Bidireccional"} \\ \text{if } \beta \geq 2 \\ \quad \text{"Unidireccional"} \end{cases} = \text{"Bidireccional"}$$

Para Losa Maciza Bidireccional:

**Tener En Cuenta:**  
El alto siempre debe ser mayor o igual a 0.15m

$$L_n := b_{losa\_maciza} = 2.6 \text{ m}$$

$$h_1 := \frac{L_n}{40} = 0.065 \text{ m} \quad h_2 := \frac{\text{Perimetro}}{180} = 0.077 \text{ m}$$

$$h := \max(h_1, h_2, 15 \text{ cm}) = 15 \text{ cm}$$

$$h_{losa\_maciza} := \begin{cases} \text{if } h \leq 15 \text{ cm} \\ \quad h_{losa\_maciza} \leftarrow 15 \text{ cm} \\ \text{if } 15 \text{ cm} < h \leq 20 \text{ cm} \\ \quad h_{losa\_maciza} \leftarrow 20 \text{ cm} \\ \text{if } 20 \text{ cm} < h \leq 25 \text{ cm} \\ \quad h_{losa\_maciza} \leftarrow 25 \text{ cm} \end{cases}$$

$$h_{losa\_maciza} = 15 \text{ cm}$$

Fuente: Elaborado por tesistas

## ANEXO 04: PROGRAMACIÓN DEL PREDIMENSIONAMIENTO DE VIGAS

### PREDIMENSIONAMIENTO DE VIGAS

**VIGAS PRINCIPALES:**  $CV\_Sobrecarga_{piso} = 200 \frac{kgf}{m^2}$

1.- Cálculo de factor "  $\alpha$  "

$$\alpha := \left\{ \begin{array}{l} \text{if } CV\_Sobrecarga_{piso} \leq 200 \frac{kgf}{m^2} \\ \quad \parallel \alpha \leftarrow 12 \\ \text{if } 200 \frac{kgf}{m^2} < CV\_Sobrecarga_{piso} \leq 350 \frac{kgf}{m^2} \\ \quad \parallel \alpha \leftarrow 11 \\ \text{if } 350 \frac{kgf}{m^2} < CV\_Sobrecarga_{piso} \leq 600 \frac{kgf}{m^2} \\ \quad \parallel \alpha \leftarrow 10 \\ \text{if } 600 \frac{kgf}{m^2} < CV\_Sobrecarga_{piso} \leq 750 \frac{kgf}{m^2} \\ \quad \parallel \alpha \leftarrow 9 \end{array} \right.$$

$\alpha = 12$

2.- Cálculo de Altura de Viga Principal:

$$h := \frac{L_{Viga\_Principal}}{\alpha} = 40.833 \text{ cm}$$

$$h_{VP} := \left\{ \begin{array}{l} \text{if } 20 \text{ cm} < h \leq 25 \text{ cm} \\ \quad \parallel h_{VP} \leftarrow 25 \text{ cm} \\ \text{if } 25 \text{ cm} < h \leq 30 \text{ cm} \\ \quad \parallel h_{VP} \leftarrow 30 \text{ cm} \\ \text{if } 30 \text{ cm} < h \leq 35 \text{ cm} \\ \quad \parallel h_{VP} \leftarrow 35 \text{ cm} \\ \text{if } 35 \text{ cm} < h \leq 40 \text{ cm} \\ \quad \parallel h_{VP} \leftarrow 40 \text{ cm} \\ \text{if } 40 \text{ cm} < h \leq 45 \text{ cm} \\ \quad \parallel h_{VP} \leftarrow 45 \text{ cm} \\ \text{if } 45 \text{ cm} < h \leq 50 \text{ cm} \\ \quad \parallel h_{VP} \leftarrow 50 \text{ cm} \end{array} \right.$$

$h_{VP} = 45 \text{ cm}$

Fuente: Elaborado por tesista



### 3.- Cálculo del Ancho de la Viga Principal:

$$b_1 := \frac{\text{Ancho}_{\text{tributario\_VP}}}{20}$$

$$b_1 = 17.75 \text{ cm}$$

$$b_2 := \frac{h_{VP}}{2}$$

$$b_2 = 22.5 \text{ cm}$$

Tener En Cuenta:  
El ancho siempre debe ser mayor o  
igual a 0.25m

$$b := \begin{cases} \text{if } \max(b_1, b_2) \geq 25 \text{ cm} \\ \quad \parallel \\ \quad \max(b_1, b_2) \\ \text{else} \\ \quad \parallel \\ \quad 25 \text{ cm} \end{cases} = 25 \text{ cm}$$

$$b_{VP} := \begin{cases} \text{if } b \leq 20 \text{ cm} \\ \quad \parallel \\ \quad 25 \text{ cm} \\ \text{if } 20 \text{ cm} < b \leq 25 \text{ cm} \\ \quad \parallel \\ \quad 25 \text{ cm} \\ \text{if } 25 \text{ cm} < b \leq 30 \text{ cm} \\ \quad \parallel \\ \quad 30 \text{ cm} \\ \text{if } 30 \text{ cm} < b \leq 35 \text{ cm} \\ \quad \parallel \\ \quad 35 \text{ cm} \\ \text{if } 35 \text{ cm} < b \leq 40 \text{ cm} \\ \quad \parallel \\ \quad 40 \text{ cm} \\ \text{if } 40 \text{ cm} < b \leq 45 \text{ cm} \\ \quad \parallel \\ \quad 45 \text{ cm} \\ \text{if } 45 \text{ cm} < b \leq 50 \text{ cm} \\ \quad \parallel \\ \quad 50 \text{ cm} \end{cases}$$

$$b_{VP} = 25 \text{ cm}$$

Entonces la dimensión de Viga Principal Sería:

$$b_{VP} = 25 \text{ cm}$$

$$h_{VP} = 45 \text{ cm}$$

Fuente: Elaborado por tesistas

## **VIGAS SECUNDARIAS:**

1.- Cálculo de Altura de Viga Secundaria:

$$h := \frac{L_{Viga\_Secundaria}}{14}$$

$$h = 33.286 \text{ cm}$$

$$h_{VS} := \begin{cases} \text{if } 20 \text{ cm} < h \leq 25 \text{ cm} \\ \quad \parallel h_{VS} \leftarrow 25 \text{ cm} \\ \text{if } 25 \text{ cm} < h \leq 30 \text{ cm} \\ \quad \parallel h_{VS} \leftarrow 30 \text{ cm} \\ \text{if } 30 \text{ cm} < h \leq 35 \text{ cm} \\ \quad \parallel h_{VS} \leftarrow 35 \text{ cm} \\ \text{if } 35 \text{ cm} < h \leq 40 \text{ cm} \\ \quad \parallel h_{VS} \leftarrow 40 \text{ cm} \\ \text{if } 40 \text{ cm} < h \leq 45 \text{ cm} \\ \quad \parallel h_{VS} \leftarrow 45 \text{ cm} \\ \text{if } 45 \text{ cm} < h \leq 50 \text{ cm} \\ \quad \parallel h_{VS} \leftarrow 50 \text{ cm} \end{cases}$$

$$h_{VS} = 35 \text{ cm}$$

2.- Cálculo de Ancho de Viga Secundaria:

Para su cálculo es más conveniente que sea como mínimo 25cm pero para que sea una estructura con un buen diseño sismorresistente conviene que sea igual al ancho de la Viga Principal.

$$b_{VS} := b_{VP}$$

$$b_{VS} = 25 \text{ cm}$$

Entonces la dimensión de Viga Secundaria sería:

$$b_{VS} = 25 \text{ cm}$$

$$h_{VS} = 35 \text{ cm}$$

Fuente: Elaborado por tesistas

## ANEXO 05: PROGRAMACIÓN DEL PREDIMENSIONAMIENTO DE COLUMNAS

### PREDIMENSIONAMIENTO DE COLUMNAS

$$A_{columna} = \frac{\lambda \cdot P_g}{\eta \cdot f'_c}$$

Donde:

$\lambda, \eta$ : Factores que dependen de la ubicación de la columna

$f'_c$ : Esfuerzo de Compresión del Concreto

$P_g$ : Carga por Gravedad

#### PARA COLUMNA 1:

1. Cálculo del factor " $\lambda_{Columna_1}$ "

$$\lambda_{Columna_1} = 1.5$$

2. Cálculo del factor " $\eta_{Columna_1}$ "

$$\eta_{Columna_1} = 0.2$$

3. Cálculo de Carga por Gravedad " $P_g$ "

### 3.1. METRADO DE CARGAS

#### CARGA MUERTA " $W_D$ ":

$$W_D = W_{acabado} + W_{tabiqueria\_tipica} + W_{tabiqueria\_azotea} + W_{losa\_aligerada} + W_{columnas} + W_{vigas\_x} + W_{vigas\_y}$$

Calculando cada componente:

#### Peso Acabado " $W_{acabado}$ ":

$$PP_{acabado} = 100 \frac{kgf}{m^2}$$

$$W_{acabado} := A_{tributaria\_1} \cdot N_{total} \cdot PP_{acabado}$$

$$W_{acabado} = 4.05 \text{ tonnef}$$

Fuente: Elaborado por tesistas

**Peso Tabiquería "  $W_{tabiqueria\_tipica}$  ":**  $PP_{tabiqueria\_tipica} = 100 \frac{kgf}{m^2}$

$$W_{tabiqueria\_tipica} := A_{tributaria\_1} \cdot (N_{pisos} + Semisotano) \cdot PP_{tabiqueria\_tipica}$$

$$W_{tabiqueria\_tipica} = 3.375 \text{ tonnef}$$

**Peso Tabiquería "  $W_{tabiqueria\_azotea}$  ":**  $PP_{tabiqueria\_azotea} = 50 \frac{kgf}{m^2}$

$$W_{tabiqueria\_azotea} := A_{tributaria\_1} \cdot Azotea \cdot PP_{tabiqueria\_azotea}$$

$$W_{tabiqueria\_azotea} = 0.338 \text{ tonnef}$$

**Peso Losa "  $W_{losa\_aligerada}$  ":**  $PP_{losa\_aligerada} = 350 \frac{kgf}{m^2}$

$$W_{losa\_aligerada} := A_{tributaria\_1} \cdot N_{total} \cdot PP_{losa\_aligerada}$$

$$W_{losa\_aligerada} = 14.175 \text{ tonnef}$$

**Peso Viga en Eje X "  $W_{vigas\_x}$  ":**

$$b := \begin{cases} \text{if } Viga_{x\_1} = \text{"Principal"} \\ \quad \parallel b \leftarrow b_{VP} \\ \text{if } Viga_{x\_1} = \text{"Secundaria"} \\ \quad \parallel b \leftarrow b_{VS} \end{cases} \quad b = 25 \text{ cm}$$

$$h := \begin{cases} \text{if } Viga_{x\_1} = \text{"Principal"} \\ \quad \parallel h \leftarrow h_{VP} \\ \text{if } Viga_{x\_1} = \text{"Secundaria"} \\ \quad \parallel h \leftarrow h_{VS} \end{cases} \quad h = 35 \text{ cm}$$

$$W_{vigas\_x} := b \cdot h \cdot L_{x\_1} \cdot \gamma_{concreto} \cdot N_{total}$$

$$W_{vigas\_x} = 2.772 \text{ tonnef}$$

Fuente: Elaborado por tesistas

### Peso Viga en Eje Y " $W_{vigas\_y}$ ":

$$b := \begin{cases} \text{if } Viga_{y_1} = \text{"Principal"} \\ \quad \parallel \\ \quad \parallel b \leftarrow b_{VP} \\ \text{if } Viga_{y_1} = \text{"Secundaria"} \\ \quad \parallel \\ \quad \parallel b \leftarrow b_{VS} \end{cases} \quad b = 25 \text{ cm}$$

$$h := \begin{cases} \text{if } Viga_{y_1} = \text{"Principal"} \\ \quad \parallel \\ \quad \parallel h \leftarrow h_{VP} \\ \text{if } Viga_{y_1} = \text{"Secundaria"} \\ \quad \parallel \\ \quad \parallel h \leftarrow h_{VS} \end{cases} \quad h = 45 \text{ cm}$$

$$W_{vigas\_y} := b \cdot h \cdot L_{y_1} \cdot \gamma_{concreto} \cdot N_{total}$$

$$W_{vigas\_y} = 3.483 \text{ tonnef}$$

### Peso Columna " $W_{columnas}$ ":

Se deben asumir dimensiones de columna en principio.  
Entonces dimensiones de columna serán:

$$b_{columna} = 25 \text{ cm}$$

$$d_{columna} = 60 \text{ cm}$$

$$W_{columnas} = W_{columnas\_pisos} + W_{columnas\_azotea} + W_{columnas\_semisotano}$$

$$W_{columnas\_pisos} := b_{columna} \cdot d_{columna} \cdot h_{columnas\_pisos} \cdot \gamma_{concreto} \cdot N_{pisos}$$

$$W_{columnas\_pisos} = 3.816 \text{ tonnef}$$

$$W_{columnas\_azotea} := b_{columna} \cdot d_{columna} \cdot h_{columnas\_azotea} \cdot \gamma_{concreto} \cdot Azotea$$

$$W_{columnas\_azotea} = 0.648 \text{ tonnef}$$

$$W_{columnas\_semisotano} := b_{columna} \cdot d_{columna} \cdot h_{columnas\_semisotano} \cdot \gamma_{concreto} \cdot Semisotano$$

$$W_{columnas\_semisotano} = 1.314 \text{ tonnef}$$

$$W_{columnas} := W_{columnas\_pisos} + W_{columnas\_azotea} + W_{columnas\_semisotano}$$

$$W_{columnas} = 5.778 \text{ tonnef}$$

Fuente: Elaborado por tesistas

$$W_D := W_{\text{acabado}} + W_{\text{tabiqueria\_tipica}} + W_{\text{tabiqueria\_azotea}} + W_{\text{losa\_aligerada}} + W_{\text{columnas}} + W_{\text{vigas\_x}} + W_{\text{vigas\_y}}$$

En resumen:

$$W_{\text{acabado}} = 4.05 \text{ tonnef}$$

$$W_{\text{tabiqueria\_tipica}} = 3.375 \text{ tonnef}$$

$$W_{\text{tabiqueria\_azotea}} = 0.338 \text{ tonnef}$$

$$W_{\text{losa\_aligerada}} = 14.175 \text{ tonnef}$$

Entonces:

$$W_{\text{columnas}} = 5.778 \text{ tonnef}$$

$$W_D = 33.971 \text{ tonnef}$$

$$W_{\text{vigas\_x}} = 2.772 \text{ tonnef}$$

$$W_{\text{vigas\_y}} = 3.483 \text{ tonnef}$$

### CARGA VIVA " $W_L$ " :

$$W_L = W_{\text{sobrecarga\_pisos}} + W_{\text{sobrecarga\_azotea}} + W_{\text{sobrecarga\_semisotano}}$$

Calculando cada componente:

#### Peso Sobrecarga Pisos " $W_{\text{sobrecarga\_pisos}}$ " :

$$CV_{\text{Sobrecarga\_piso}} = 200 \frac{\text{kgf}}{\text{m}^2}$$

$$W_{\text{sobrecarga\_pisos}} := A_{\text{tributaria\_1}} \cdot N_{\text{pisos}} \cdot CV_{\text{Sobrecarga\_piso}}$$

$$W_{\text{sobrecarga\_pisos}} = 5.4 \text{ tonnef}$$

#### Peso Sobrecarga Azotea " $W_{\text{sobrecarga\_azotea}}$ " :

$$CVT_{\text{Sobrecarga\_techo}} = 100 \frac{\text{kgf}}{\text{m}^2}$$

$$W_{\text{sobrecarga\_azotea}} := A_{\text{tributaria\_1}} \cdot \text{Azotea} \cdot CVT_{\text{Sobrecarga\_techo}}$$

$$W_{\text{sobrecarga\_azotea}} = 0.675 \text{ tonnef}$$

#### Peso Sobrecarga Semisotano " $W_{\text{sobrecarga\_semisotano}}$ " :

$$CV_{\text{Sobrecarga\_piso}} = 200 \frac{\text{kgf}}{\text{m}^2}$$

$$W_{\text{sobrecarga\_semisotano}} := A_{\text{tributaria\_1}} \cdot \text{Semisotano} \cdot CV_{\text{Sobrecarga\_piso}}$$

$$W_{\text{sobrecarga\_semisotano}} = 1.35 \text{ tonnef}$$

$$W_L := W_{\text{sobrecarga\_pisos}} + W_{\text{sobrecarga\_azotea}} + W_{\text{sobrecarga\_semisotano}}$$

$$W_L = 7.425 \text{ tonnef}$$

$$P_g := W_D + W_L$$

$$P_g = 41.396 \text{ tonnef}$$

Fuente: Elaborado por tesisistas

Entonces se tiene:

$$\lambda_{Columna_1} = 1.5$$

$$\eta_{Columna_1} = 0.2$$

$$P_g = 41.396 \text{ tonnef}$$

$$f'_c = 210 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

4. Cálculo el Área de Columna " $A_{columna_1}$ ":

$$A_{columna_1} := \frac{\lambda_{Columna_1} \cdot P_g}{\eta_{Columna_1} \cdot f'_c}$$

$$A_{columna_1} = 1478.411 \text{ cm}^2$$

### PARA COLUMNA 2:

1. Cálculo del factor " $\lambda_{Columna_2}$ "

$$\lambda_{Columna_2} = 1.25$$

2. Cálculo del factor " $\eta_{Columna_2}$ "

$$\eta_{Columna_2} = 0.25$$

3. Cálculo de Carga por Gravedad " $P_g$ "

### 3.1. METRADO DE CARGAS

#### CARGA MUERTA " $W_D$ ":

$$W_D = W_{acabado} + W_{tabiqueria\_tipica} + W_{tabiqueria\_azotea} + W_{losa\_aligerada} + W_{columnas} + W_{vigas\_x} + W_{vigas\_y}$$

Calculando cada componente:

**Peso Acabado " $W_{acabado}$ ":**  $PP_{acabado} = 100 \frac{\text{kgf}}{\text{m}^2}$

$$W_{acabado} := A_{tributaria_2} \cdot N_{total} \cdot PP_{acabado}$$

$$W_{acabado} = 6.372 \text{ tonnef}$$

**Peso Tabiquería " $W_{tabiqueria\_tipica}$ ":**  $PP_{tabiqueria\_tipica} = 100 \frac{\text{kgf}}{\text{m}^2}$

$$W_{tabiqueria\_tipica} := A_{tributaria_2} \cdot (N_{pisos} + Semisotano) \cdot PP_{tabiqueria\_tipica}$$

$$W_{tabiqueria\_tipica} = 5.31 \text{ tonnef}$$

Fuente: Elaborado por tesistas

**Peso Tabiquería "  $W_{tabiqueria\_azotea}$  ":**  $PP_{tabiqueria\_azotea} = 50 \frac{kgf}{m^2}$

$$W_{tabiqueria\_azotea} := A_{tributaria\_2} \cdot Azotea \cdot PP_{tabiqueria\_azotea}$$

$$W_{tabiqueria\_azotea} = 0.531 \text{ tonnef}$$

**Peso Losa "  $W_{losa\_aligerada}$  ":**  $PP_{losa\_aligerada} = 350 \frac{kgf}{m^2}$

$$W_{losa\_aligerada} := A_{tributaria\_2} \cdot N_{total} \cdot PP_{losa\_aligerada}$$

$$W_{losa\_aligerada} = 22.302 \text{ tonnef}$$

**Peso Viga en Eje X "  $W_{vigas\_x}$  ":**

$$b := \left\| \begin{array}{l} \text{if } Viga_{x,2} = \text{"Principal"} \\ \left\| b \leftarrow b_{VP} \right. \\ \text{if } Viga_{x,2} = \text{"Secundaria"} \\ \left\| b \leftarrow b_{VS} \right. \end{array} \right\| \quad b = 25 \text{ cm}$$

$$h := \left\| \begin{array}{l} \text{if } Viga_{x,2} = \text{"Principal"} \\ \left\| h \leftarrow h_{VP} \right. \\ \text{if } Viga_{x,2} = \text{"Secundaria"} \\ \left\| h \leftarrow h_{VS} \right. \end{array} \right\| \quad h = 35 \text{ cm}$$

$$W_{vigas\_x} := b \cdot h \cdot L_{x,2} \cdot \gamma_{concreto} \cdot N_{total}$$

$$W_{vigas\_x} = 2.785 \text{ tonnef}$$

**Peso Viga en Eje Y "  $W_{vigas\_y}$  ":**

$$b := \left\| \begin{array}{l} \text{if } Viga_{y,2} = \text{"Principal"} \\ \left\| b \leftarrow b_{VP} \right. \\ \text{if } Viga_{y,2} = \text{"Secundaria"} \\ \left\| b \leftarrow b_{VS} \right. \end{array} \right\| \quad b = 25 \text{ cm}$$

$$W_{vigas\_y} := b \cdot h \cdot L_{y,2} \cdot \gamma_{concreto} \cdot N_{total}$$

$$W_{vigas\_y} = 4.7 \text{ tonnef}$$

Fuente: Elaborado por tesistas



### Peso Columna" $W_{columnas}$ ":

Se deben asumir dimensiones de columna en principio.  
Entonces dimensiones de columna serán:

$$b_{columna} = 25 \text{ cm}$$

$$d_{columna} = 60 \text{ cm}$$

$$W_{columnas} = W_{columnas\_pisos} + W_{columnas\_azotea} + W_{columnas\_semisotano}$$

$$W_{columnas\_pisos} := b_{columna} \cdot d_{columna} \cdot h_{columnas\_pisos} \cdot \gamma_{concreto} \cdot N_{pisos}$$

$$W_{columnas\_pisos} = 3.816 \text{ tonnef}$$

$$W_{columnas\_azotea} := b_{columna} \cdot d_{columna} \cdot h_{columnas\_azotea} \cdot \gamma_{concreto} \cdot Azotea$$

$$W_{columnas\_azotea} = 0.648 \text{ tonnef}$$

$$W_{columnas\_semisotano} := b_{columna} \cdot d_{columna} \cdot h_{columnas\_semisotano} \cdot \gamma_{concreto} \cdot Semisotano$$

$$W_{columnas\_semisotano} = 1.314 \text{ tonnef}$$

$$W_{columnas} := W_{columnas\_pisos} + W_{columnas\_azotea} + W_{columnas\_semisotano}$$

$$W_{columnas} = 5.778 \text{ tonnef}$$

$$W_D := W_{acabado} + W_{tabiqueria\_tipica} + W_{tabiqueria\_azotea} + W_{losa\_aligerada} + W_{columnas} + W_{vigas\_x} + W_{vigas\_y}$$

En resumen:

$$W_{acabado} = 6.372 \text{ tonnef}$$

$$W_{tabiqueria\_tipica} = 5.31 \text{ tonnef}$$

$$W_{tabiqueria\_azotea} = 0.531 \text{ tonnef}$$

$$W_{losa\_aligerada} = 22.302 \text{ tonnef}$$

$$W_{columnas} = 5.778 \text{ tonnef}$$

$$W_{vigas\_x} = 2.785 \text{ tonnef}$$

Entonces:

$$W_D = 47.777 \text{ tonnef}$$

Fuente: Elaborado por tesistas

### CARGA VIVA " $W_L$ " :

$$W_L = W_{sobrecarga\_pisos} + W_{sobrecarga\_azotea} + W_{sobrecarga\_semisotano}$$

Calculando cada componente:

#### Peso Sobrecarga Pisos " $W_{sobrecarga\_pisos}$ " :

$$CV\_Sobrecarga\_piso = 200 \frac{kgf}{m^2}$$

$$W_{sobrecarga\_pisos} := A_{tributaria\_2} \cdot N_{pisos} \cdot CV\_Sobrecarga\_piso$$

$$W_{sobrecarga\_pisos} = 8.496 \text{ tonnef}$$

#### Peso Sobrecarga Azotea " $W_{sobrecarga\_azotea}$ " :

$$CVT\_Sobrecarga\_techo = 100 \frac{kgf}{m^2}$$

$$W_{sobrecarga\_azotea} := A_{tributaria\_2} \cdot Azotea \cdot CVT\_Sobrecarga\_techo$$

$$W_{sobrecarga\_azotea} = 1.062 \text{ tonnef}$$

#### Peso Sobrecarga Semisotano " $W_{sobrecarga\_semisotano}$ " :

$$CV\_Sobrecarga\_piso = 200 \frac{kgf}{m^2}$$

$$W_{sobrecarga\_semisotano} := A_{tributaria\_2} \cdot Semisotano \cdot CV\_Sobrecarga\_piso$$

$$W_{sobrecarga\_semisotano} = 2.124 \text{ tonnef}$$

$$W_L := W_{sobrecarga\_pisos} + W_{sobrecarga\_azotea} + W_{sobrecarga\_semisotano}$$

$$W_L = 11.682 \text{ tonnef}$$

Fuente: Elaborado por tesistas

$$P_g := W_D + W_L$$

$$P_g = 59.459 \text{ tonnef}$$

Entonces se tiene:

$$\lambda_{Columna\_2} = 1.25$$

$$\eta_{Columna\_2} = 0.25$$

$$P_g = 59.459 \text{ tonnef}$$

$$f'_c = 210 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

4. Cálculo el Área de Columna " $A_{columna\_2}$ ":

$$A_{columna\_2} := \frac{\lambda_{Columna\_2} \cdot P_g}{\eta_{Columna\_2} \cdot f'_c}$$

$$A_{columna\_2} = 1415.7 \text{ cm}^2$$

### PARA COLUMNA 3 (CENTRAL):

1. Cálculo del factor " $\lambda_{Columna\_3}$ "

$$\lambda_{Columna\_3} = 1.1$$

2. Cálculo del factor " $\eta_{Columna\_3}$ "

$$\eta_{Columna\_3} = 0.3$$

3. Cálculo de Carga por Gravedad " $P_g$ "

### 3.1. METRADO DE CARGAS

#### CARGA MUERTA " $W_D$ ":

$$W_D = W_{acabado} + W_{tabiqueria\_tipica} + W_{tabiqueria\_azotea} + W_{losa\_aligerada} + W_{columnas} + W_{vigas\_x} + W_{vigas\_y}$$

Fuente: Elaborado por tesistas

Calculando cada componente:

**Peso Acabado "  $W_{acabado}$  ":**  $PP_{acabado} = 100 \frac{kgf}{m^2}$

$$W_{acabado} := A_{tributaria\_3} \cdot N_{total} \cdot PP_{acabado}$$

$$W_{acabado} = 9.21 \text{ tonnef}$$

**Peso Tabiquería "  $W_{tabiqueria\_tipica}$  ":**  $PP_{tabiqueria\_tipica} = 100 \frac{kgf}{m^2}$

$$W_{tabiqueria\_tipica} := A_{tributaria\_3} \cdot (N_{pisos} + Semisotano) \cdot PP_{tabiqueria\_tipica}$$

$$W_{tabiqueria\_tipica} = 7.675 \text{ tonnef}$$

**Peso Tabiquería "  $W_{tabiqueria\_azotea}$  ":**  $PP_{tabiqueria\_azotea} = 50 \frac{kgf}{m^2}$

$$W_{tabiqueria\_azotea} := A_{tributaria\_3} \cdot Azotea \cdot PP_{tabiqueria\_azotea}$$

$$W_{tabiqueria\_azotea} = 0.768 \text{ tonnef}$$

**Peso Losa "  $W_{losa\_aligerada}$  ":**  $PP_{losa\_aligerada} = 350 \frac{kgf}{m^2}$

$$W_{losa\_aligerada} := A_{tributaria\_3} \cdot N_{total} \cdot PP_{losa\_aligerada}$$

$$W_{losa\_aligerada} = 32.235 \text{ tonnef}$$

**Peso Viga en Eje X "  $W_{vigas\_x}$  ":**

$$b := \left\| \begin{array}{l} \text{if } Viga_{x\_3} = \text{"Principal"} \\ \quad \left\| b \leftarrow b_{VP} \right. \\ \text{if } Viga_{x\_3} = \text{"Secundaria"} \\ \quad \left\| b \leftarrow b_{VS} \right. \end{array} \right\| \quad b = 25 \text{ cm}$$

$$h := \left\| \begin{array}{l} \text{if } Viga_{x\_3} = \text{"Principal"} \\ \quad \left\| h \leftarrow h_{VP} \right. \\ \text{if } Viga_{x\_3} = \text{"Secundaria"} \\ \quad \left\| h \leftarrow h_{VS} \right. \end{array} \right\| \quad h = 35 \text{ cm}$$

$$W_{vigas\_x} := b \cdot h \cdot L_{x\_3} \cdot \gamma_{concreto} \cdot N_{total}$$

$$W_{vigas\_x} = 2.52 \text{ tonnef}$$

Fuente: Elaborado por tesistas

### Peso Viga en Eje Y " $W_{vigas\_y}$ ":

$$b := \begin{cases} \text{if } Viga_{y,3} = \text{"Principal"} \\ \quad \parallel \\ \quad \parallel b \leftarrow b_{VP} \\ \text{if } Viga_{y,3} = \text{"Secundaria"} \\ \quad \parallel \\ \quad \parallel b \leftarrow b_{VS} \end{cases} \quad b = 25 \text{ cm}$$

$$W_{vigas\_y} := b \cdot h \cdot L_{y,3} \cdot \gamma_{concreto} \cdot N_{total}$$

$$W_{vigas\_y} = 5.141 \text{ tonnef}$$

### Peso Columna " $W_{columnas}$ ":

Se deben asumir dimensiones de columna en principio.  
Entonces dimensiones de columna serán:

$$b_{columna} = 25 \text{ cm}$$

$$d_{columna} = 60 \text{ cm}$$

$$W_{columnas} = W_{columnas\_pisos} + W_{columnas\_azotea} + W_{columnas\_semisotano}$$

$$W_{columnas\_pisos} := b_{columna} \cdot d_{columna} \cdot h_{columnas\_pisos} \cdot \gamma_{concreto} \cdot N_{pisos}$$

$$W_{columnas\_pisos} = 3.816 \text{ tonnef}$$

$$W_{columnas\_azotea} := b_{columna} \cdot d_{columna} \cdot h_{columnas\_azotea} \cdot \gamma_{concreto} \cdot Azotea$$

$$W_{columnas\_azotea} = 0.648 \text{ tonnef}$$

$$W_{columnas\_semisotano} := b_{columna} \cdot d_{columna} \cdot h_{columnas\_semisotano} \cdot \gamma_{concreto} \cdot Semisotano$$

$$W_{columnas\_semisotano} = 1.314 \text{ tonnef}$$

$$W_{columnas} := W_{columnas\_pisos} + W_{columnas\_azotea} + W_{columnas\_semisotano}$$

$$W_{columnas} = 5.778 \text{ tonnef}$$

$$W_D := W_{acabado} + W_{tabiqueria\_tipica} + W_{tabiqueria\_azotea} + W_{losa\_aligerada} + W_{columnas} + W_{vigas\_x} + W_{vigas\_y}$$

Fuente: Elaborado por tesistas

En resumen:

$$W_{\text{acabado}} = 9.21 \text{ tonnef}$$

$$W_{\text{labiqueria\_tipica}} = 7.675 \text{ tonnef}$$

$$W_{\text{labiqueria\_azotea}} = 0.768 \text{ tonnef}$$

$$W_{\text{losa\_atigerada}} = 32.235 \text{ tonnef}$$

$$W_{\text{columnas}} = 5.778 \text{ tonnef}$$

$$W_{\text{vigas\_x}} = 2.52 \text{ tonnef}$$

$$W_{\text{vigas\_y}} = 5.141 \text{ tonnef}$$

Entonces:

$$W_D = 63.326 \text{ tonnef}$$

**CARGA VIVA "  $W_L$  " :**

$$W_L = W_{\text{sobrecarga\_pisos}} + W_{\text{sobrecarga\_azotea}} + W_{\text{sobrecarga\_semisotano}}$$

Calculando cada componente:

**Peso Sobrecarga Pisos "  $W_{\text{sobrecarga\_pisos}}$  " :**

$$CV_{\text{Sobrecarga\_piso}} = 200 \frac{\text{kgf}}{\text{m}^2}$$

$$W_{\text{sobrecarga\_pisos}} := A_{\text{tributaria\_3}} \cdot N_{\text{pisos}} \cdot CV_{\text{Sobrecarga\_piso}}$$

$$W_{\text{sobrecarga\_pisos}} = 12.28 \text{ tonnef}$$

**Peso Sobrecarga Azotea "  $W_{\text{sobrecarga\_azotea}}$  " :**

$$CVT_{\text{Sobrecarga\_techo}} = 100 \frac{\text{kgf}}{\text{m}^2}$$

$$W_{\text{sobrecarga\_azotea}} := A_{\text{tributaria\_3}} \cdot Azotea \cdot CVT_{\text{Sobrecarga\_techo}}$$

$$W_{\text{sobrecarga\_azotea}} = 1.535 \text{ tonnef}$$

**Peso Sobrecarga Semisotano "  $W_{\text{sobrecarga\_semisotano}}$  " :**

$$CV_{\text{Sobrecarga\_piso}} = 200 \frac{\text{kgf}}{\text{m}^2}$$

$$W_{\text{sobrecarga\_semisotano}} := A_{\text{tributaria\_3}} \cdot Semisotano \cdot CV_{\text{Sobrecarga\_piso}}$$

$$W_{\text{sobrecarga\_semisotano}} = 3.07 \text{ tonnef}$$

$$W_L := W_{\text{sobrecarga\_pisos}} + W_{\text{sobrecarga\_azotea}} + W_{\text{sobrecarga\_semisotano}}$$

$$W_L = 16.885 \text{ tonnef}$$

$$P_g := W_D + W_L$$

$$P_g = 80.211 \text{ tonnef}$$

Fuente: Elaborado por tesistas

## ANEXO 06: PROGRAMACIÓN DEL PREDIMENSIONAMIENTO DE PLACAS

4. Cálculo el Área de Columna " $A_{columna\_3}$ " :

$$A_{columna\_3} := \frac{\lambda_{Columna\_3} \cdot P_g}{\eta_{Columna\_3} \cdot f'_c}$$

$$A_{columna\_3} = 1400.515 \text{ cm}^2$$

### PREDIMENSIONAMIENTO DE PLACAS

Para el Eje X-X:

$$V = \frac{Z \cdot U \cdot C \cdot S}{R_X} \cdot P_{edificio}$$

Calculando " $P_{edificio}$ ":

### 3.1. METRADO DE CARGAS

$$A_{total\_techada} := A_{techada\_aligerado} + A_{techada\_maciza}$$

#### CARGA MUERTA " $W_D$ " :

$$W_D = W_{acabado} + W_{tabiquería\_típica} + W_{tabiquería\_azotea} + W_{losa\_aligerada} + W_{losa\_maciza} + W_{columnas} + W_{vigas\_x} + W_{vigas\_y}$$

Calculando cada componente:

$$\text{Peso Acabado } "W_{acabado}": \quad PP_{acabado} = 100 \frac{\text{kgf}}{\text{m}^2}$$

$$W_{acabado} := A_{total\_techada} \cdot N_{total} \cdot PP_{acabado}$$

$$W_{acabado} = 123 \text{ tonnef}$$

$$\text{Peso Tabiquería } "W_{tabiquería\_típica}": \quad PP_{tabiquería\_típica} = 100 \frac{\text{kgf}}{\text{m}^2}$$

$$W_{tabiquería\_típica} := A_{total\_techada} \cdot (N_{pisos} + Semisotano) \cdot PP_{tabiquería\_típica}$$

$$W_{tabiquería\_típica} = 102.5 \text{ tonnef}$$

Fuente: Elaborado por tesistas

**Peso Tabiquería "  $W_{tabiqueria\_azotea}$  ":**  $PP_{tabiqueria\_azotea} = 50 \frac{kgf}{m^2}$

$$W_{tabiqueria\_azotea} := A_{total\_techada} \cdot Azotea \cdot PP_{tabiqueria\_azotea}$$

$$W_{tabiqueria\_azotea} = 10.25 \text{ tonnef}$$

**Peso Losa Aligerada "  $W_{losa\_aligerada}$  ":**  $PP_{losa\_aligerada} = 350 \frac{kgf}{m^2}$

$$W_{losa\_aligerada} := A_{techada\_aligerado} \cdot N_{total} \cdot PP_{losa\_aligerada}$$

$$W_{losa\_aligerada} = 417.165 \text{ tonnef}$$

**Peso Losa "  $W_{losa\_maciza}$  ":**

$$W_{losa\_maciza} := A_{techada\_maciza} \cdot h_{losa\_maciza} \cdot \gamma_{concreto} \cdot N_{total}$$

$$W_{losa\_maciza} = 13.716 \text{ tonnef}$$

**Peso Viga en Eje X "  $W_{vigas\_x}$  ":**

$$b := \begin{cases} \text{if } Viga_x = \text{"Principal"} \\ \quad \parallel \\ \quad \parallel b \leftarrow b_{VP} \\ \text{if } Viga_x = \text{"Secundaria"} \\ \quad \parallel \\ \quad \parallel b \leftarrow b_{VS} \end{cases} \quad b = 25 \text{ cm}$$

$$h := \begin{cases} \text{if } Viga_x = \text{"Principal"} \\ \quad \parallel \\ \quad \parallel h \leftarrow h_{VP} \\ \text{if } Viga_x = \text{"Secundaria"} \\ \quad \parallel \\ \quad \parallel h \leftarrow h_{VS} \end{cases} \quad h = 35 \text{ cm}$$

$$W_{vigas\_x} := b \cdot h \cdot L_{x\_total} \cdot \gamma_{concreto} \cdot N_{total}$$

$$W_{vigas\_x} = 88.83 \text{ tonnef}$$

Fuente: Elaborado por tesistas



### Peso Viga en Eje Y " $W_{vigas\_y}$ ":

$$b := \begin{cases} \text{if } Viga_y = \text{"Principal"} \\ \quad \parallel b \leftarrow b_{VP} \\ \text{if } Viga_y = \text{"Secundaria"} \\ \quad \parallel b \leftarrow b_{VS} \end{cases} \quad b = 25 \text{ cm}$$

$$h := \begin{cases} \text{if } Viga_y = \text{"Principal"} \\ \quad \parallel h \leftarrow h_{VP} \\ \text{if } Viga_y = \text{"Secundaria"} \\ \quad \parallel h \leftarrow h_{VS} \end{cases} \quad h = 45 \text{ cm}$$

$$W_{vigas\_y} := b \cdot h \cdot L_{y\_total} \cdot \gamma_{concreto} \cdot N_{total}$$

$$W_{vigas\_y} = 139.32 \text{ tonnef}$$

### Peso Columna " $W_{columnas}$ ":

Se deben asumir dimensiones de columna en principio.  
Entonces dimensiones de columna serán:

$$b_{columna} = 25 \text{ cm}$$

$$d_{columna} = 60 \text{ cm}$$

$$W_{columnas} = W_{columnas\_pisos} + W_{columnas\_azotea} + W_{columnas\_seemisotano}$$

$$W_{columnas\_pisos} := b_{columna} \cdot d_{columna} \cdot h_{columnas\_pisos} \cdot \gamma_{concreto} \cdot N_{columnas\_pisos} \cdot N_{pisos}$$

$$W_{columnas\_pisos} = 83.952 \text{ tonnef}$$

$$W_{columnas\_azotea} := b_{columna} \cdot d_{columna} \cdot h_{columnas\_azotea} \cdot \gamma_{concreto} \cdot N_{columnas\_azotea} \cdot Azotea$$

$$W_{columnas\_azotea} = 2.592 \text{ tonnef}$$

Fuente: Elaborado por tesistas

$$W_{columnas\_semisotano} := b_{columna} \cdot d_{columna} \cdot h_{columnas\_semisotano} \cdot \gamma_{concreto} \cdot N_{columnas\_semisotano} \cdot Semisotano$$

$$W_{columnas\_semisotano} = 28.908 \text{ tonnef}$$

$$W_{columnas} := W_{columnas\_pisos} + W_{columnas\_azotea} + W_{columnas\_semisotano}$$

$$W_{columnas} = 115.452 \text{ tonnef}$$

$$W_D := W_{acabado} + W_{tabiqueria\_tipica} + W_{tabiqueria\_azotea} + W_{losa\_aligerada} + W_{losa\_maciza} + W_{columnas} + W_{vigas\_x} + W_{vigas\_y}$$

En resumen:

$$W_{acabado} = 123 \text{ tonnef}$$

$$W_{tabiqueria\_tipica} = 102.5 \text{ tonnef}$$

$$W_{tabiqueria\_azotea} = 10.25 \text{ tonnef}$$

$$W_{losa\_aligerada} = 417.165 \text{ tonnef}$$

$$W_{losa\_maciza} = 13.716 \text{ tonnef}$$

$$W_{columnas} = 115.452 \text{ tonnef}$$

Entonces:

$$W_{vigas\_x} = 88.83 \text{ tonnef}$$

$$W_D = 1010.233 \text{ tonnef}$$

$$W_{vigas\_y} = 139.32 \text{ tonnef}$$

Fuente: Elaborado por tesistas

**CARGA MUERTA "  $W_L$  " :**

$$W_L = W_{sobrecarga\_pisos} + W_{sobrecarga\_azotea} + W_{sobrecarga\_sotano}$$

**Peso Sobrecarga Pisos "  $W_{sobrecarga\_pisos}$  " :**

$$CV\_Sobrecarga\_piso = 200 \frac{kgf}{m^2}$$

$$W_{sobrecarga\_pisos} := A_{total\_techada} \cdot N_{pisos} \cdot CV\_Sobrecarga\_piso$$

$$W_{sobrecarga\_pisos} = 164 \text{ tonnef}$$

**Peso Sobrecarga Azotea "  $W_{sobrecarga\_azotea}$  " :**

$$CVT\_Sobrecarga\_techo = 100 \frac{kgf}{m^2}$$

$$W_{sobrecarga\_azotea} := A_{total\_techada} \cdot Azotea \cdot CVT\_Sobrecarga\_techo$$

$$W_{sobrecarga\_azotea} = 20.5 \text{ tonnef}$$

**Peso Sobrecarga Semisotano "  $W_{sobrecarga\_semisotano}$  " :**

$$CV\_Sobrecarga\_piso = 200 \frac{kgf}{m^2}$$

$$W_{sobrecarga\_semisotano} := A_{total\_techada} \cdot Semisotano \cdot CV\_Sobrecarga\_piso$$

$$W_{sobrecarga\_semisotano} = 41 \text{ tonnef}$$

$$W_L := W_{sobrecarga\_pisos} + W_{sobrecarga\_azotea} + W_{sobrecarga\_semisotano}$$

Fuente: Elaborado por tesistas

$$W_L = 225.5 \text{ tonnef}$$

$$P_{\text{edificio}} := W_D + W_L$$

$$P_{\text{edificio}} = 1235.733 \text{ tonnef}$$

Calculando "V":

$$h_{\text{total}} := (N_{\text{pisos}} \cdot h_{\text{columnas\_pisos}}) + (\text{Semisotano} \cdot h_{\text{columnas\_semisotano}}) + (\text{Azotea} \cdot h_{\text{columnas\_azotea}})$$

$$C_{T\_X} = 45$$

$$T := \frac{h_{\text{total}}}{C_{T\_X}} \cdot \frac{\text{s}}{\text{m}} = 0.357 \text{ s}$$

$$T_P = 1 \text{ s}$$

$$C := \begin{cases} \text{if } T < T_P \\ \quad \left| \begin{array}{l} 2.50 \\ \text{if } T_P < T < T_L \\ \quad \left| \begin{array}{l} 2.5 \cdot \left( \frac{T_P}{T} \right) \\ \text{if } T > T_L \\ \quad \left| \begin{array}{l} 2.5 \cdot \left( \frac{T_P \cdot T_L}{T^2} \right) \end{array} \right. \end{array} \right. \end{array} \right. \end{cases} = 2.5$$

$$V := \frac{Z \cdot U \cdot C \cdot S}{R_X} \cdot P_{\text{edificio}}$$

$$V = 191.152 \text{ tonnef}$$

$$V_u := 20\% \cdot V$$

$$V_u = 38.23 \text{ tonnef}$$

Fuente: Elaborado por tesistas

Tener en cuenta las siguientes condiciones :  $V_u < \phi_c \cdot V_n$   
 $V_n = V_c + V_s$

Donde:

$V_n$ : Resistencia Nominal al Corte del Elemento

$V_c$ : Contribución del Concreto a la resistencia al corte

$V_s$ : Contribucion del acero a la resistencia al corte

Calculando " $V_c$ ":

$$V_c = 0.53 \cdot \sqrt{f'_c \cdot \frac{\text{cm}^2}{\text{kgf}}} \cdot t_x \cdot d$$

$$d := 0.80 \cdot L_{placas_x} = 1.16 \text{ m}$$

$$V_c := 0.53 \cdot \sqrt{f'_c \cdot \frac{\text{cm}^2}{\text{kgf}}} \cdot \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2} \cdot t_x \cdot d$$

$$V_c = 13.364 \text{ tonnef}$$

Calculando " $V_s$ ":

$$V_s = A_v \cdot f_y \cdot \frac{d}{s_{estribos_x}}$$

Calculando " $A_v$ ":

$$n_R := 2 \quad (\text{Número de Ramas})$$

ID : Ingrese el Identificador barras

$$ID := 1$$

$$d_{estribo} := d_{barra_{ID}} = 0.375 \text{ in}$$

$$A_v := n_R \cdot \frac{\pi}{4} \cdot (d_{barra_{ID}})^2 = 1.425 \text{ cm}^2$$

$$V_s := \frac{A_v \cdot f_y \cdot d}{s_{estribos_x}}$$

$$V_s = 46.288 \text{ tonnef}$$

Tabla de Aceros:

ID	$d_{barra}$ (in)	Area ( $\text{cm}^2$ )
1	$\frac{3}{8}$	0.713
2	$\frac{1}{2}$	1.267
3	$\frac{5}{8}$	1.979
4	$\frac{3}{4}$	2.85
5	$\frac{7}{8}$	3.879
6	1	5.067

Fuente: Elaborado por tesistas

$$V_S = 46.288 \text{ tonnef}$$

$$\phi_c := 0.85 \quad (\text{Factor de Reducción por corte - ACI 21.2.1})$$

$$V_n := V_C + V_S = 59.652 \text{ tonnef}$$

$$\text{Entonces: } V_u < \phi_c \cdot V_n$$

$$verificacion_A := \left\| \begin{array}{l} \text{if } V_u < \phi_c \cdot V_n \\ \quad \left\| \begin{array}{l} \text{"Dimensiones Correctas : OK"} \\ \text{else} \\ \quad \left\| \begin{array}{l} \text{"Corregir Dimensiones"} \end{array} \right\| \end{array} \right. \end{array} \right\| = \text{"Dimensiones Correctas : OK"}$$

Para el Eje Y-Y:

$$V = \frac{Z \cdot U \cdot C \cdot S}{R_Y} \cdot P_{edificio}$$

$$C_{T_Y} = 45$$

$$T := \frac{h_{total}}{C_{T_Y}} \cdot \frac{s}{m} = 0.357 \text{ s}$$

$$T_P = 1 \text{ s}$$

$$C := \left\| \begin{array}{l} \text{if } T < T_P \\ \quad \left\| \begin{array}{l} 2.50 \end{array} \right. \\ \text{if } T_P < T < T_L \\ \quad \left\| \begin{array}{l} 2.5 \cdot \left( \frac{T_P}{T} \right) \end{array} \right. \\ \text{if } T > T_L \\ \quad \left\| \begin{array}{l} 2.5 \cdot \left( \frac{T_P \cdot T_L}{T^2} \right) \end{array} \right. \end{array} \right\| = 2.5$$

$$V := \frac{Z \cdot U \cdot C \cdot S}{R_Y} \cdot P_{edificio}$$

Fuente: Elaborado por tesistas

$$V = 191.152 \text{ tonnef}$$

$$V_u := 20\% \cdot V$$

$$V_u = 38.23 \text{ tonnef}$$

Tener en cuenta las siguientes condiciones :  $V_u < \phi_c \cdot V_n$   
 $V_n = V_c + V_s$

Donde:

$V_n$ : Resistencia Nominal al Corte del Elemento

$V_c$ : Contribución del Concreto a la resistencia al corte

$V_s$ : Contribucion del acero a la resistencia al corte

Calculando " $V_C$ ":

$$V_C = 0.53 \cdot \sqrt{f'_c \cdot \frac{\text{cm}^2}{\text{kgf}}} \cdot t_y \cdot d$$

$$d := 0.80 \cdot L_{\text{placas}_y} = 2.48 \text{ m}$$

$$V_C := 0.53 \cdot \sqrt{f'_c \cdot \frac{\text{cm}^2}{\text{kgf}}} \cdot \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2} \cdot t_y \cdot d$$

$$V_C = 28.571 \text{ tonnef}$$

Fuente: Elaborado por tesistas

Calculando "Vs":

$$V_s = A_v \cdot f_y \cdot \frac{d}{s_{estribos_y}}$$

Calculando "Av":

$n_R := 2$  (Número de Ramas)

ID : Ingrese el Identificador barras

**ID := 1**

$$d_{estribo} := d_{barra_{ID}} = 0.375 \text{ in}$$

$$A_v := n_R \cdot \frac{\pi}{4} \cdot (d_{barra_{ID}})^2 = 1.425 \text{ cm}^2$$

$$V_s := \frac{A_v \cdot f_y \cdot d}{s_{estribos_x}}$$

$$V_s = 98.96 \text{ tonnef}$$

$$\phi_c := 0.85 \text{ (Factor de Reducción por corte - ACI 21.2.1)}$$

$$V_n := V_C + V_s = 127.531 \text{ tonnef}$$

$$\text{Entonces: } V_u < \phi_c \cdot V_n$$

$$verificacion_5 := \left\| \begin{array}{l} \text{if } V_u < \phi_c \cdot V_n \\ \quad \left\| \begin{array}{l} \text{"Dimensiones Correctas : OK"} \\ \text{else} \\ \text{"Corregir Dimensiones"} \end{array} \right\| \end{array} \right\| = \text{"Dimensiones Correctas : OK"}$$

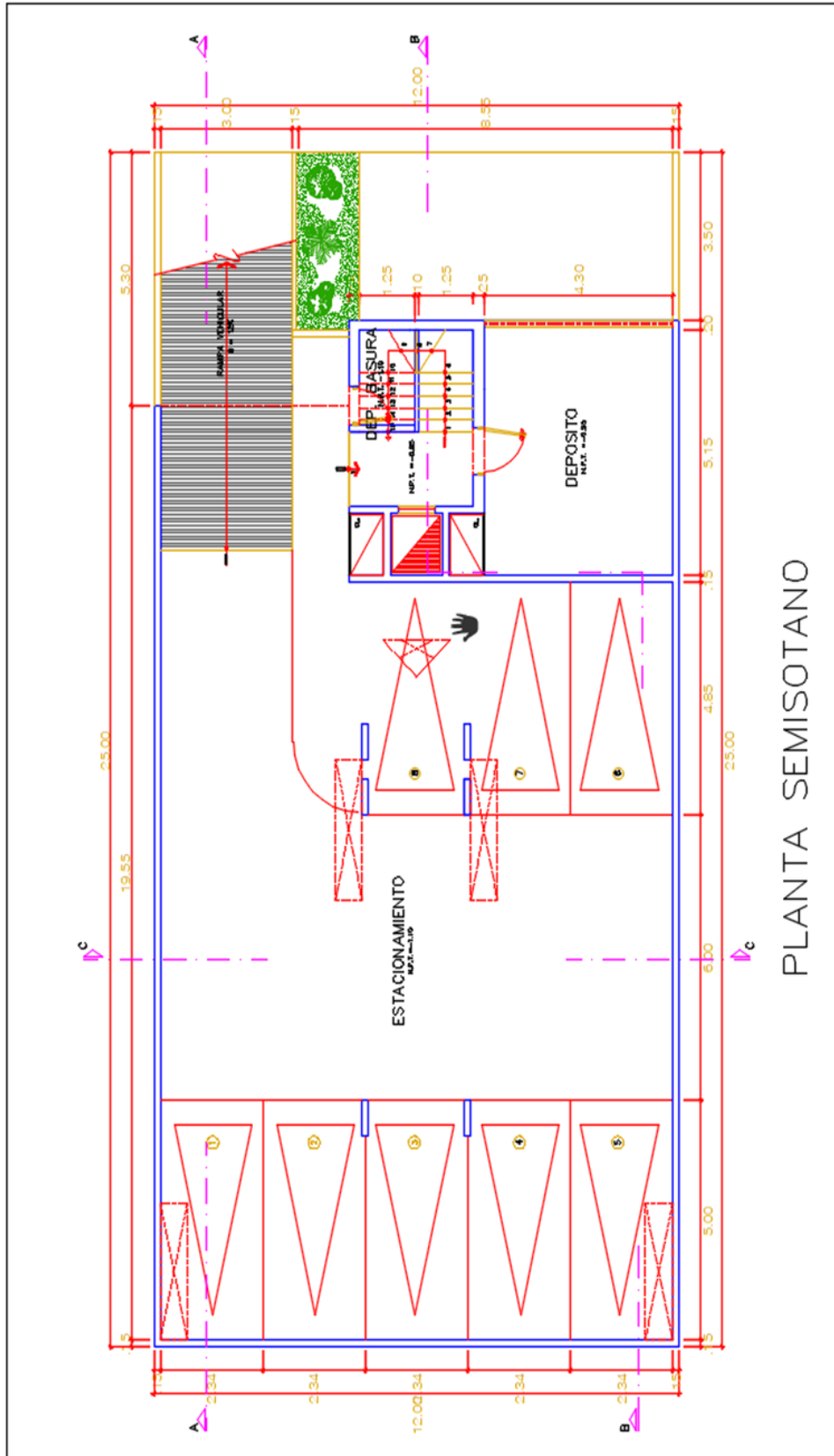
Tabla de Aceros:

ID	$d_{barra}$ (in)	Area (cm <sup>2</sup> )
1	$\frac{3}{8}$	0.713
2	$\frac{1}{2}$	1.267
3	$\frac{5}{8}$	1.979
4	$\frac{3}{4}$	2.85
5	$\frac{7}{8}$	3.879
6	1	5.067

Fuente: Elaborado por tesistas

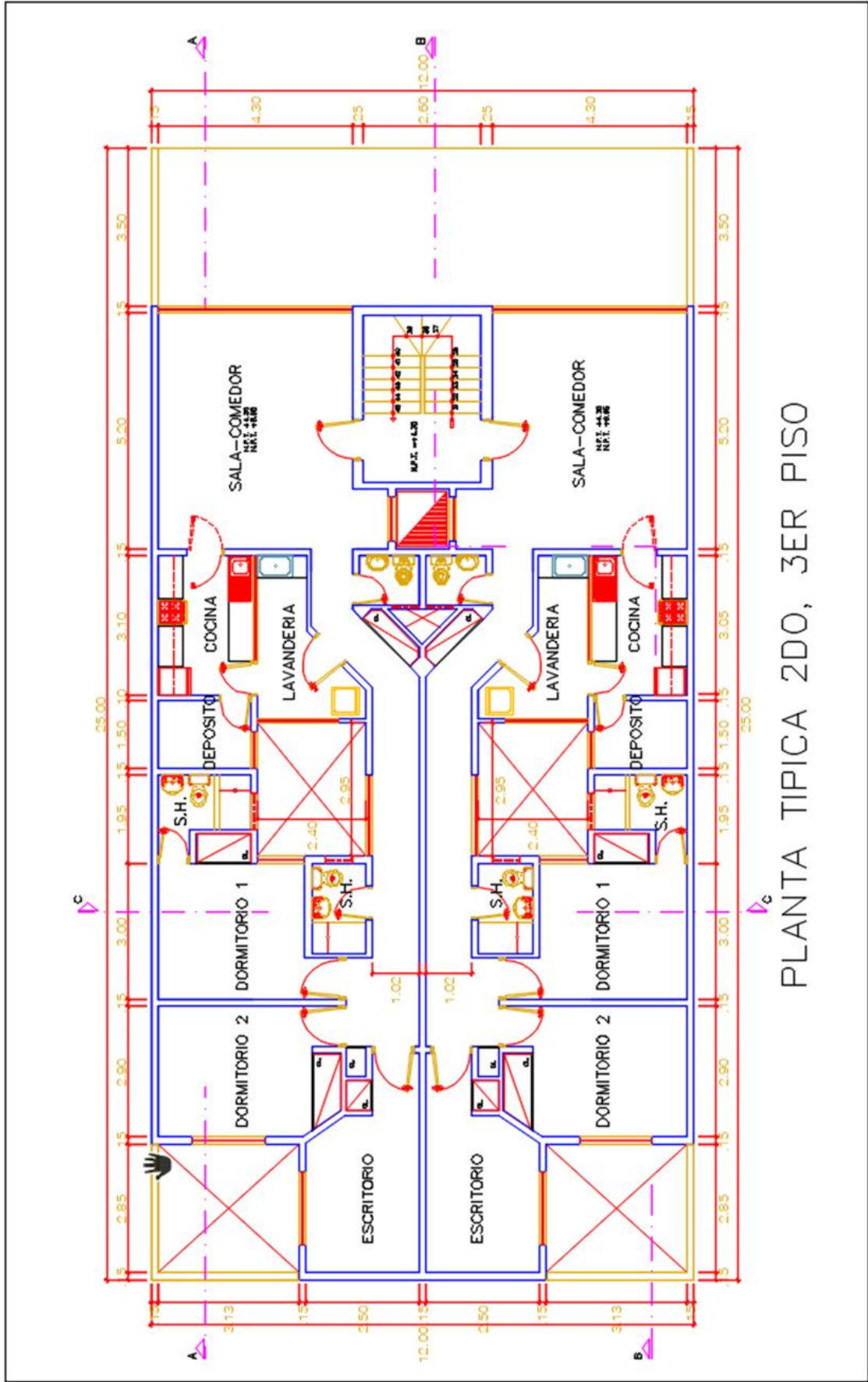


# ANEXO 07: PLANOS DE ARQUITECTURA

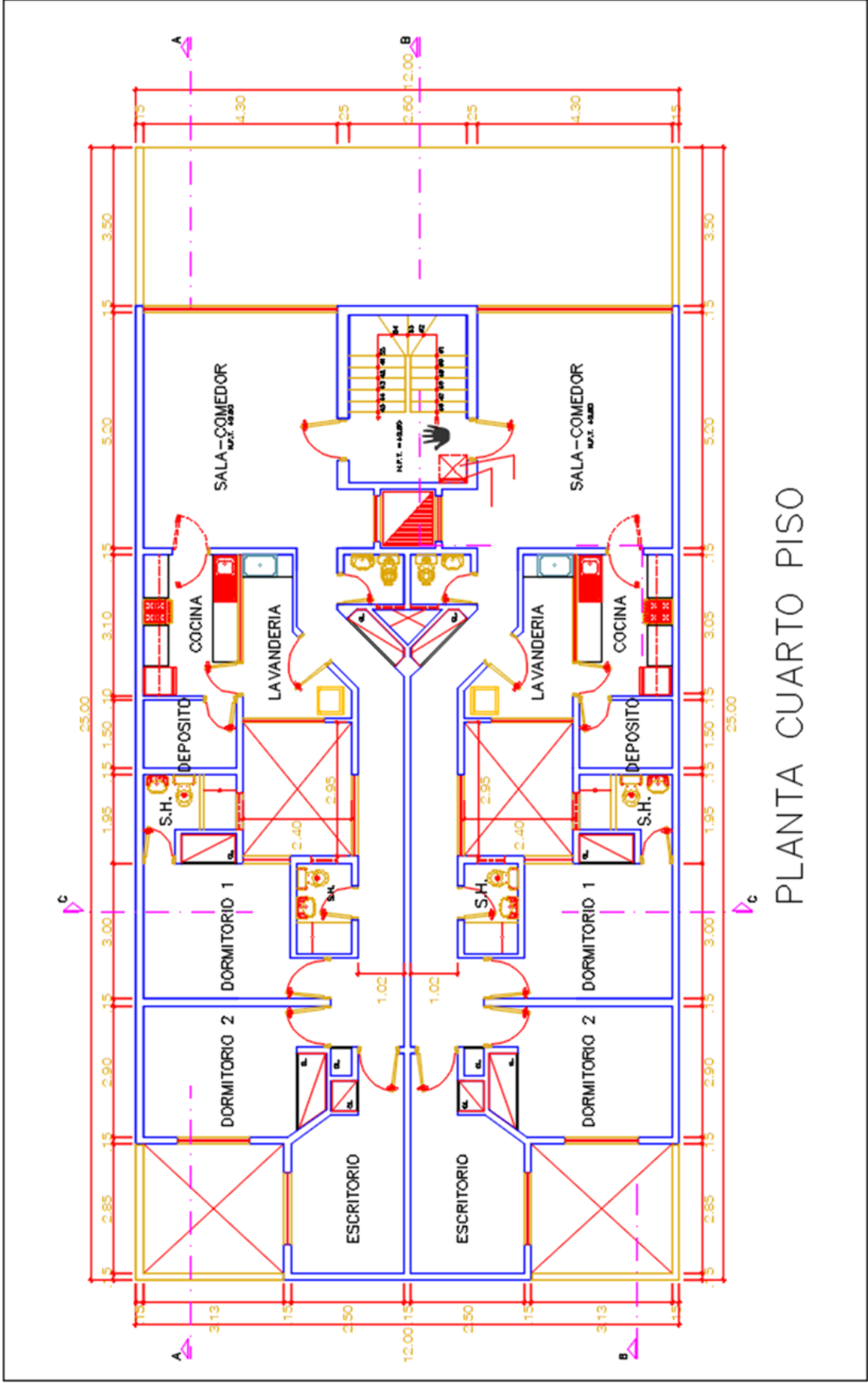


PLANTA SEMISOTANO





PLANTA TIPICA 2D0, 3ER PISO



PLANTA CUARTO PISO

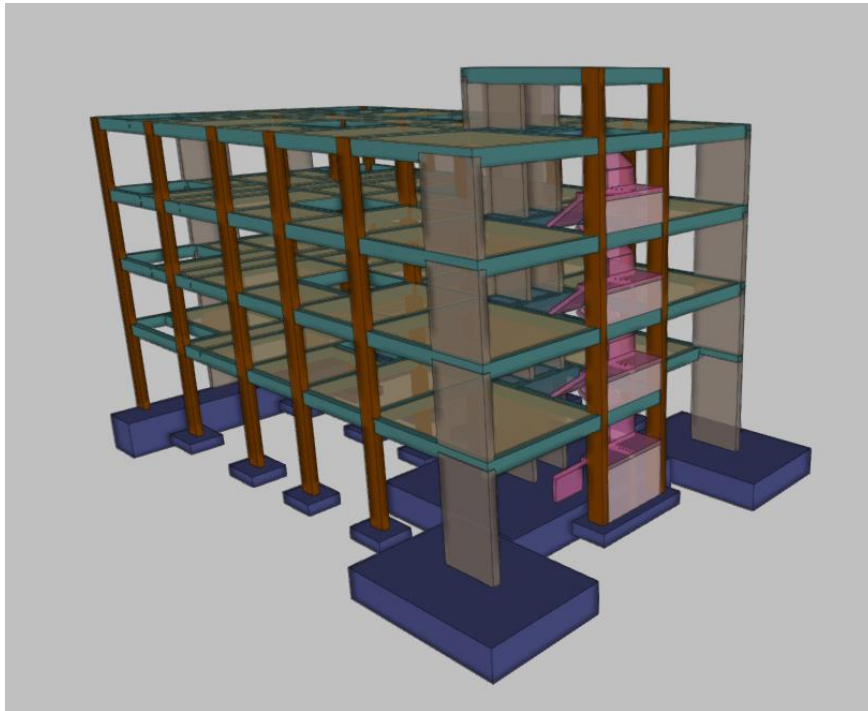


## ANEXO 08: OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

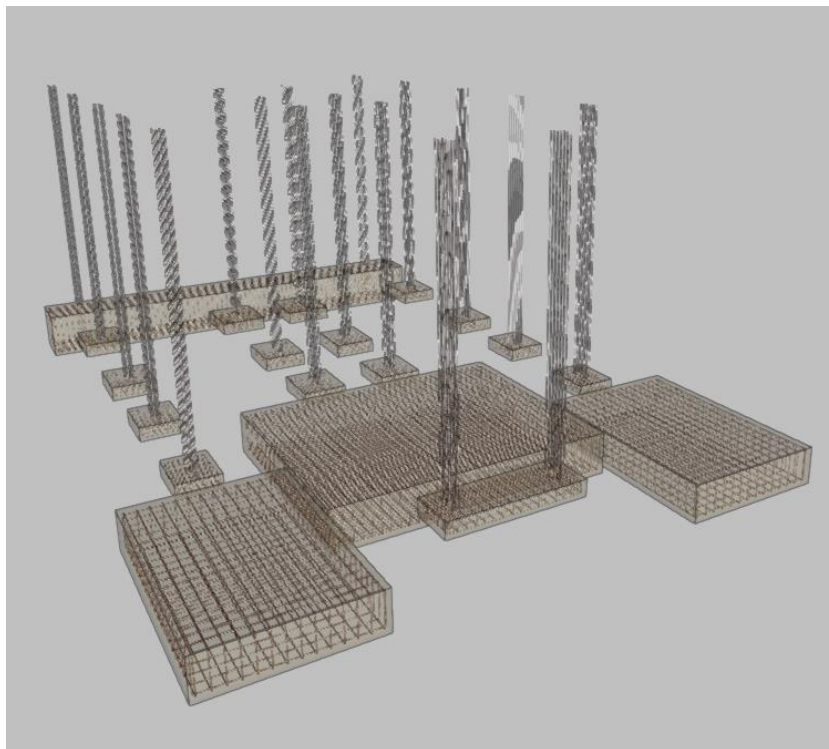
VARIABLE	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala de medición
<b>Variable independiente</b>  <b>Modelamiento y Diseño Estructural</b>	Para toda obra es necesario realizar estudios que a su vez sean evaluados con mayor eficiencia optimizando los procedimientos y recursos porque la columna vertebral de todo proyecto arquitectónico es el proyecto estructural (Ing. Joaquín Bojórquez,2020).	Para la estructuración de la edificación se empleó programas como Mathcad prime 7 y Cypecad 2022.b cumpliendo los criterios de las normas técnicas peruanas.	Características mecánicas del terreno	Estudio de mecánica de suelos del terreno	Razón
			Predimensionamiento estructural	Aplicación de Mathcad prime 7	Razón
			Modelamiento estructural	Aplicación del programa Cypecad 2022.b	Razón
<b>Variable dependiente</b>  <b>Una Edificación de 5 pisos con Semisótano, en la Urbanización las Viñas, Ica 2021</b>	Las edificaciones tienen diferentes configuraciones arquitectónicas y requerirán distintos estudios según como se requiera.	Se usará el programa Cypecad para mejorar la calidad estructural de la edificación.	Edificación de una vivienda	Modelamiento de la edificación	Razón

Fuente: Elaborado por tesistas

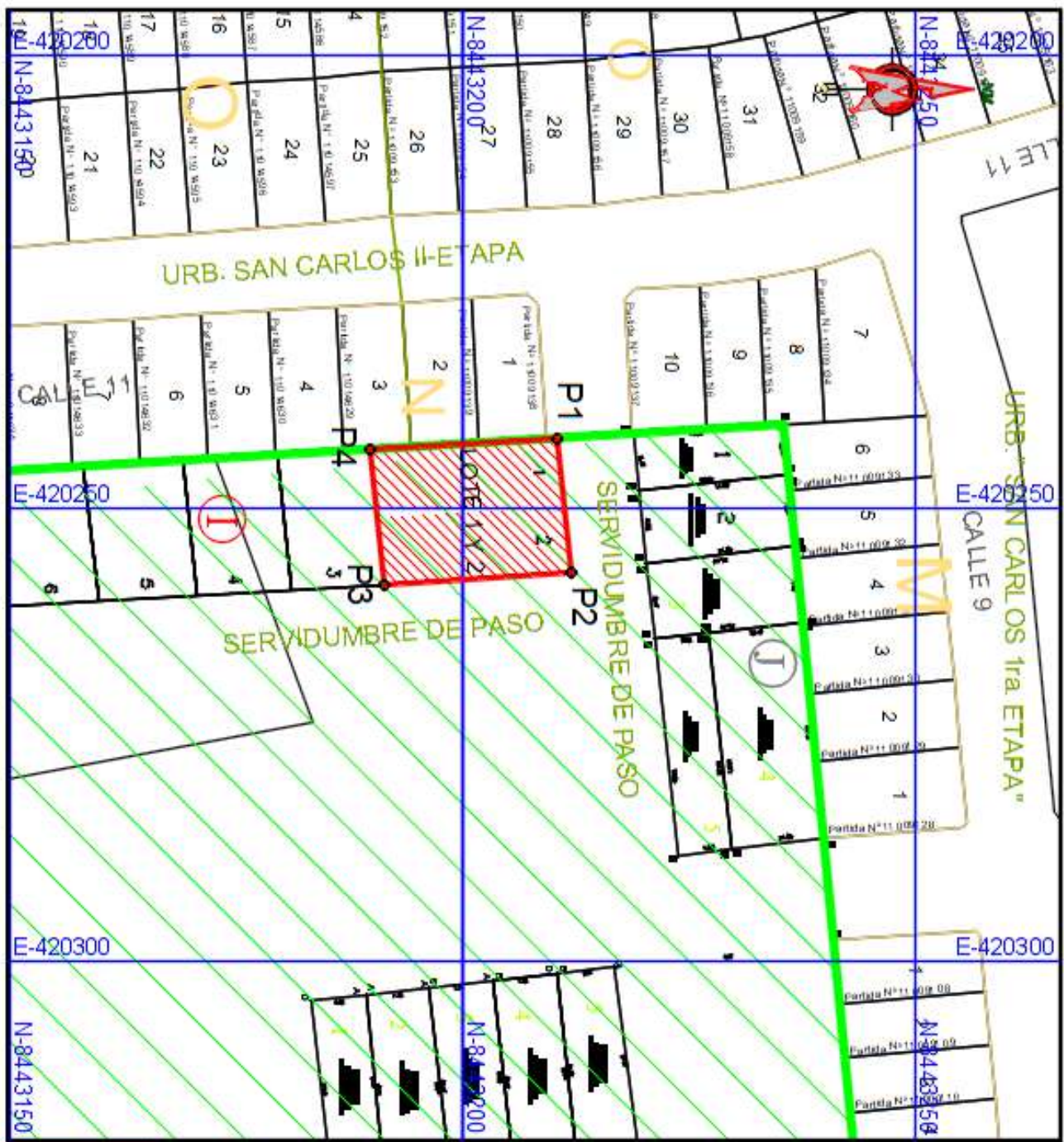
## ANEXO 10: VISTA ISOMÉTRICA DE LA EDIFICACIÓN



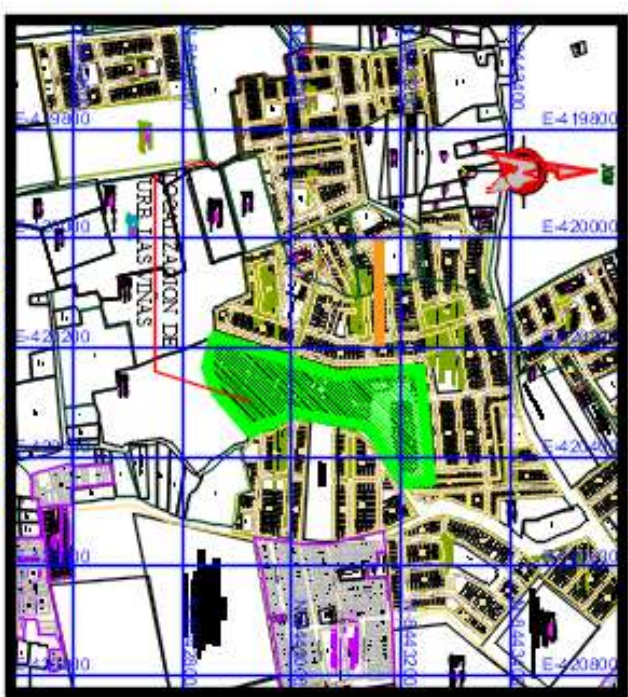
## ANEXO 11: VISTA ISOMÉTRICA DE LA CIMENTACIÓN



## ANEXO 11: EMS, LISTADOS DE OBRA, JUSTIFICACIÓN SÍSMICA Y PLANOS DE CYPECAD



PLANO DE UBICACION  
ESCALA: 1:500



PLANO DE LOCALIZACION  
ESCALA: 1:10000

CUADRO DE DATOS TECNICOS - LOTE (PSAD 56)

VERTICE	LADO	DIST.	ANGULO	ESTE	NORTE
P1	P1 - P2	12.00	90°00'00"	420242.2739	8443210.3608
P2	P2 - P3	25.00	90°00'00"	420257.1892	8443211.9521
P3	P3 - P4	12.00	90°00'00"	420258.4284	8443191.3478
P4	P4 - P1	25.00	90°00'00"	420243.5112	8443189.7520

Area: 300.00 m<sup>2</sup>  
Perimetro: 74.00 ml

<b>TITULO:</b> MODELAMIENTO Y DISEÑO ESTRUCTURAL DE UNA ERIGACION DE CONCRETO ARMADO DE 5 PISOS CON SEMISOTRANO, EN LA URBANIZACION LAS VIÑAS, DISTRITO Y PROVINCIA DE ICA		<b>FECHA:</b> 20/12/2020		<b>ESCALA:</b> INDICADA	
<b>UBICACION - LOCALIZACION</b>		<b>FECHA:</b> 20/12/2020		<b>ESCALA:</b> INDICADA	
<b>PROYECTANTE:</b> PSAD 56		<b>SISTEMA DE PROTECCION:</b> UTM		<b>REGISTRO:</b> SUR - ZONA: 18L	
<b>DATOS:</b> PSAD 56		<b>FECHA:</b> 20/12/2020		<b>INDICADO:</b> U-01	



**“AÑO DEL BICENTENARIO DEL PERU: 200 AÑOS DE LA  
INDEPENDENCIA”**

# **ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS CON FINES DE CIMENTACIÓN**

## **PROYECTO:**

**ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS CON FINES  
DE CIMENTACIÓN PARA VIVIENDA  
MULTIFAMILIAR**

## **SOLICITAN:**

- **Huaman Huerta, Jesus Edgar**
- **Quispe Yalle, Joel Alfonso**

## **UBICACIÓN**

**LOCALIDAD : CACHICHE**  
**PROVINCIA : ICA**  
**REGIÓN : ICA**

**ICA, OCTUBRE DEL 2021**

## **INDICE**

- 1.0 GENERALIDADES
  - 1.1 *Objetivos*
  - 1.2 *Ubicación y descripción de área*
  - 1.3 *Acceso al Área de estudio*
  - 1.4 *Condiciones climáticas*
- 2.0 GEOLOGIA Y SISMICIDAD
  - 2.1 *Topografía*
  - 2.2 *Geodinámico externa*
  - 2.3 *Sismicidad*
- 3.0 INVESTIGACIÓN GEOTECNICA EFECTUADA
- 4.0 ENSAYOS DE LABORATORIO
  - 4.1 *Ensayos Especiales*
  - 4.2 *Granulometría*
  - 4.3 *Sistema unificado de clasificación de suelos*
  - 4.4 *Contenido de Humedad*
  - 4.5 *Limite Liquido y Limite Plástico*
  - 4.6 *Análisis químico de agresividad del suelo*
- 5.0 DESCRIPCIÓN DEL PERFIL ESTRATIGRÁFICO
- 6.0 ANALISIS DE CIMENTACIÓN
- 7.0 CAPACIDAD PORTANTE
  - 7.1 *Capacidad de Carga*
  - 7.2 *Diseño por seguridad Global*
  - 7.3 *Parámetros de Obras de sostenimiento*
- 8.0 CONCLUSIONES
- 9.0 RECOMENDACIONES
- 10.0 REFERENCIAS
- 11.0 ANEXOS
  - 11.1 *Panel Fotográfico*
  - 11.2 *Ensayos de Laboratorio*

ZACARIAS HUARCAYA ANTEZANA



INGENIERO CIVIL CIP: 59110

## **1. GENERALIDADES**

### **1.1 Objetivo**

*El presente informe técnico es el resultado de la exploración de campo, ensayos de Laboratorio, evaluación de materiales, Estudio de Mecánica de Suelos y Geotecnia con fines de realizar el proyecto “**EMS CON FINES DE CIMENTACIÓN PARA VIVIENDA MULTIFAMILIAR**”, cuyo fin es establecer las características geotécnicas del suelo donde se cimentará la edificación proyectada.*

*El estudio de Mecánica de suelos con fines de cimentación que se ha efectuado, esta en concordancia con la Norma Técnica E-050 “Suelos y Cimentaciones” del Reglamento Nacional de Edificaciones.*

### **1.2 Ubicación y Descripción del Área en Estudio.**

*El terreno materia del presente estudio, tiene la siguiente ubicación Política y geográfica tal como se describe como siguiente:*

#### **Política**

Región	: ICA
Sub. Región	: ICA
Distrito	: ICA
Localidad	: CACHICHE

### **1.3 Acceso al Área de Estudio**

*Saliendo desde la Plaza de Armas de la localidad de Cachiche a unos kilómetros 2 aproximadamente está ubicada el área en estudio.*

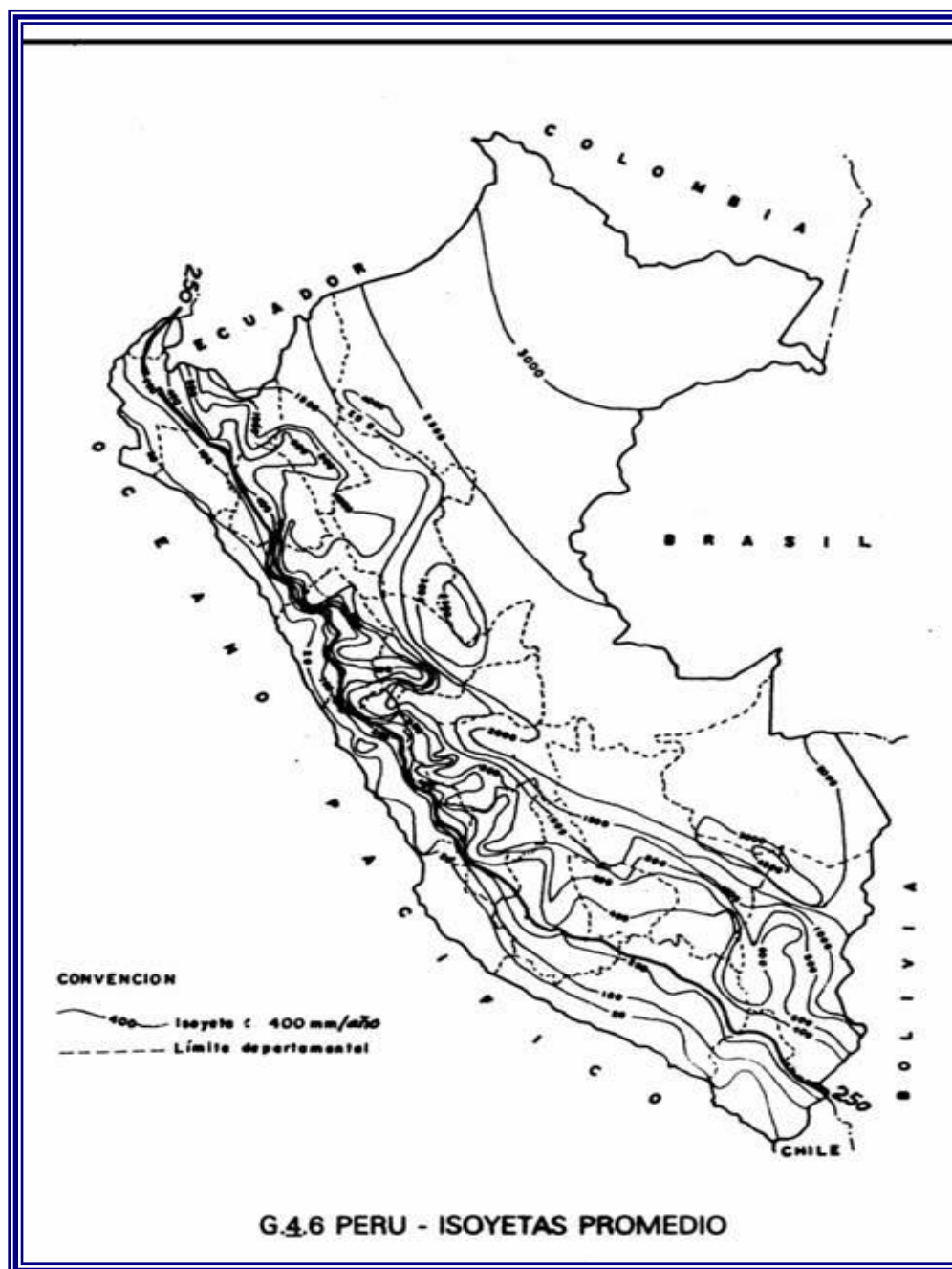
### **1.4 Condición Climática**

*La temperatura media anual es de 24 a 30°C, siendo la máxima de 35°C en tiempos de verano y la mínima de 20°C. en tiempos de invierno con manifestación de vientos, el lugar de estudio esta sobre una altura de 500.00 m.s.m., con un clima seco y cálido con presencia de brisas marítimas y precipitaciones fluviales de 20.00 mm. Anuales promedio según el esquema de trazos de Isoyetas (SENAMHI) que se muestra a continuación.*

ZACARIAS HUARCAYA ANTEZANA



INGENIERO CIVIL CIP: 59110



## 2. GEOLOGIA Y SISMICIDAD

### 2.1 Topografía

Su Topografía es plana, presenta una Geomorfología continua, característica de la penillanura costera que está formada por sedimentos horizontales de tipo TERCEARIO de acumulaciones provenientes de la erosión de la cordillera andina de las cabezadas con abundante presencia de material coluvial, en las excavaciones realizadas no presenta nivel freático.

*[Handwritten signature]*

## 2.2 Geodinámico Externa

*Durante los trabajos de campo no se ha detectado fenómenos de geodinámico externa reciente, como levantamientos y/o hundimientos, ni desplazamientos de la formación sedimentaria existente en la zona.*

## 2.3 Sismicidad

*Desde el punto de vista sísmico, el territorio peruano pertenece al círculo circumpacífico, que comprende las zonas de mayor actividad sísmica en el mundo y por lo tanto se encuentra sometido con frecuencia a movimientos telúricos. Pero, dentro del territorio nacional, existen varias zonas que se diferencian por su mayor o menor frecuencia de estos movimientos. Así tenemos que las Normas de Diseño Sismo resistentes del Reglamento Nacional de Construcciones, divide al País en cuatro Zonas:*

*Zona 1.- Comprende la ciudad de Iquitos, parte de los Departamentos de Loreto, Ucayali y Madre de Dios; en esta Zona la sismicidad es baja.*

*Zona 2.- Comprende el resto de la Región Selva, Huancavelica, San Martín, Amazonas, Ancash, Madre de Dios, Ayacucho, Huánuco, Junín, Pasco, Apurímac, Cajamarca, la Libertad, Puno y parte del Cuzco. En esta región los sismos se presentan con mucha frecuencia, pero no son percibidos por las personas la mayoría de las veces. La sismicidad es media.*

*Zona 3.- Comprende el resto de la Región Puno San Martín, Huanuco, La libertad, Ancash, Lima, Ica, Junin, Huancavelica, Tacna Arequipa, Ayacucho, Piura, Cajamarca. La sismicidad es media.*

*Zona 4.- Es la zona de más alta sismicidad. Comprende la Costa Peruana, de Tumbes a Tacna, Huancavelica, Ayacucho, Lambayeque, La Libertad, Ancahs, Lima, Callao, Ica, Arequipa y Tacna. Es la zona más afectada por los fenómenos telúricos.*

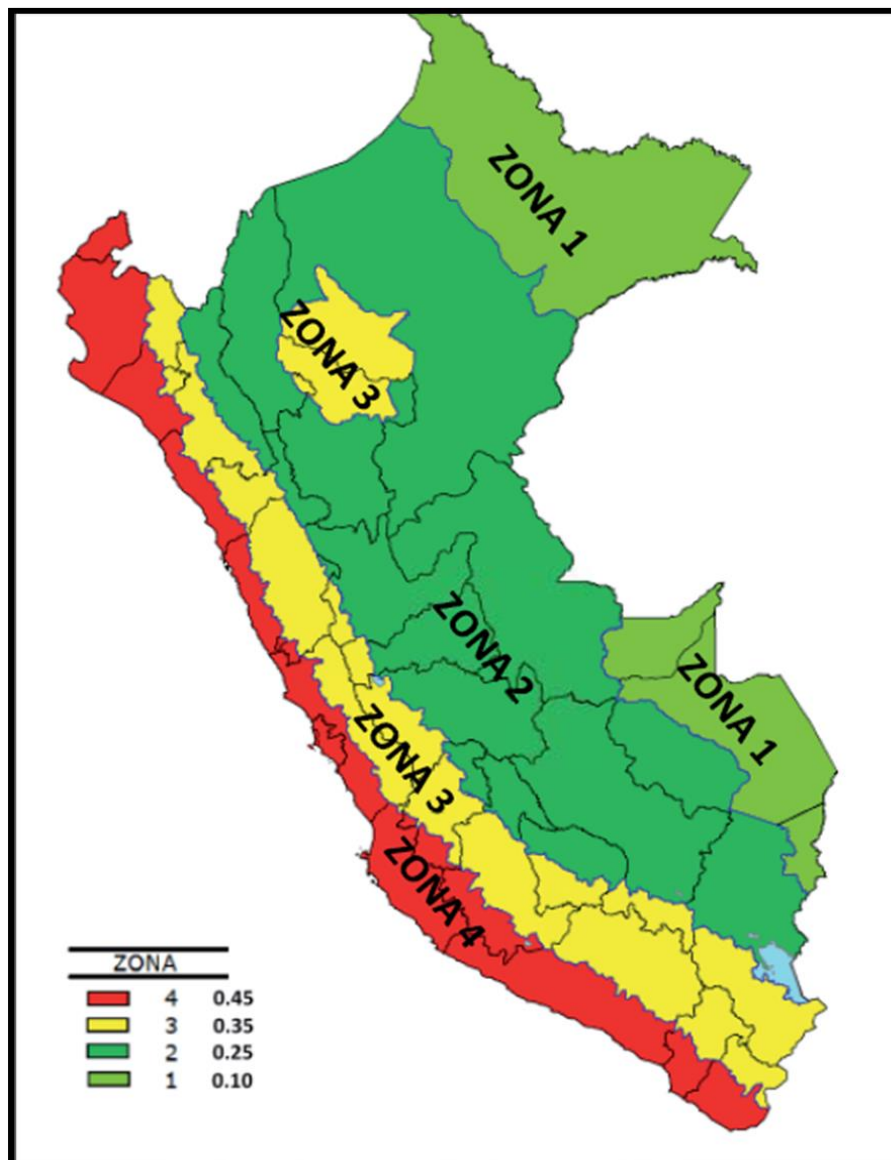
*La zona en estudio se encuentra dentro de la [zona 4](#), de sismicidad alta, a pesar de ello, en sus características estructurales no se identifican rasgos sobre fenómenos de tectonismo que haya influido en la estructura geológica de la zona, presentamos a continuación la zonificación sísmica.*

ZACARIAS HUARCAYA ANTEZANA



INGENIERO CIVIL CIP: 59110

## PLANO DE ZONIFICACION SISMICA DEL PERU



### **2.3.1 Parámetros de diseño Sismo Resistente**

De acuerdo al Reglamento Nacional de Edificaciones y la Norma Técnica de edificación E-030- Diseño Sismorresistente, se deberá tomar los siguientes valores:

(a) Factor de zona \_\_\_\_\_  $Z = 0.45$  (\*)

(b) Condiciones Geotécnicas

El suelo investigado, pertenece al perfil Tipo S3

(c) Periodo de Vibración del suelo \_\_\_\_\_  $T_p = 1.0$  seg.

(d) Factor de Amplificación Sísmica (C)

ZACARIAS HUARCAYA ANTEZANA

INGENIERO CIVIL CIP: 59110

Se calculará en base a la expresión siguiente:

$$C = 2.5 \times \frac{T_p}{T} \quad C < 2.5$$

Para  $T =$  Periodo de Vibración de la Estructura  $= H/C_t$

Categoría de la estructura \_\_\_\_\_ A

(f) Factor de Uso \_\_\_\_\_  $U = 1.5$

(g) La fuerza horizontal o cortante basal, debido a la acción sísmica se determinará por la fórmula siguiente:

Para:

$V =$  Cortante Basal

$Z =$  Factor de Zona

$U =$  Factor de Uso

$S =$  Factor de Ampliación del suelo

$C =$  Factor de Ampliación Sísmica

$R =$  coeficiente de Reducción

$P =$  Peso de la Edificación

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

\* El área en estudio, corresponde a la **zona 4**, el factor de zona se interpreta como una aceleración máxima del terreno con una probabilidad de **10 % de ser excedida en 50 años**.

### 3.0 INVESTIGACIONES DE CAMPO

La campaña de exploración del suelo se ha efectuado 02 calicatas de 3.00 m. Las muestras extraídas y tomadas fueron analizadas bajo normas y especificaciones especialmente preparadas para estos casos, obteniéndose las constantes físicas y de identificación, así como los Factores del comportamiento mecánico del suelo.

Los trabajos de exploración geotécnica comprenden:

- Pozos ò calicatas y trincheras ASTM - D 420
- Técnicas de muestreo ASTM - D 420
- Prueba de carga ASTM - D 1194
- Perforación manual ASTM - D 1452
- Descripción visual de suelo ASTM - D 2487



INGENIERO CIVIL CIP: 59110

*datos de lugar, ubicación de calicatas, acondicionamiento hermético y embalaje de las muestras en bolsas de polietilenos de color oscuro correctamente identificadas.*

#### **4.0 TRABAJO DE LABORATORIO**

##### **4.1 Ensayos especiales**

*Se ha realizado los ensayos de laboratorio, de las muestras de los diferentes tipos de estratos de las 02 calicatas ejecutadas, para su análisis de acuerdo a las normas ASTM y al sistema de clasificación de suelos de la SUCS y AASHTO.*

*Las calicatas fueron distribuidas de tal manera de poder obtener un registro de la estratigrafía general que se encuentra en la zona de estudio.*

*Fueron obtenidas muestras representativas de material que conforma el subsuelo de las calicatas ejecutadas; con las muestras obtenidas se realizaron los siguientes ensayos de acuerdo a las Normas Standards de la American Society for Testing and Materials.*

- *Análisis Granulométrico Norma ASTM D 422*
- *Clasificación de Suelos Norma ASTM D 2487*
- *Ensayos de Límites de Consistencia:*
  - Límite Líquido Norma ASTM D 424*
  - Límite Plástico Norma ASTM D 422*
- *Contenido de Humedad Norma ASTM D 2216*
- *Ensayo Corte Directo NORMA: ASTM D-3080*

*Los resultados de los ensayos de laboratorio se muestran en el presente estudio.*

##### **4.2 Granulometría**

*Los granos que conforman el suelo y tienen diferente tamaño, van desde los grandes que son los que se pueden tomar fácilmente con las manos, hasta los granos pequeños, los que no se pueden ver con un microscopio. El análisis granulométrico al cual se somete un suelo es de mucha ayuda para la construcción de proyectos, tanto estructuras como carreteras porque con este se puede conocer la permeabilidad y la cohesión del suelo.*

ZACARIAS HUARCAYA ANTEZANA



INGENIERO CIVIL CIP: 59110



*El Método de análisis granulométrico mecánico sirve para poder determinar de manera adecuada la distribución de las partículas de una muestra de suelo. Verificar si el suelo puede ser utilizado para la construcción de proyectos.*

#### **EQUIPO UTILIZADO**

- Juego de tamices ASTM
- Balanza
- Cepillo
- Horno
- Agitador mecánico.
- Taras
- Cuarteador

#### **Marco teórico**

*El suelo está constituido por infinidad de partículas y la variedad en el tamaño de estas es ilimitada. Cuando se comenzaron las investigaciones sobre las propiedades de los suelos se creyó que sus propiedades mecánicas dependían directamente de esta distribución en tamaños. Sin embargo, hoy sabemos que es muy difícil deducir con certeza las propiedades mecánicas de los suelos a partir de su distribución granulométrica.*

*El análisis Granulométrico Es la determinación de los tamaños de las partículas de una cantidad de muestra de suelo, y aunque no es de utilidad por sí solo, se emplea junto con otras propiedades del suelo para clasificarlo, a la vez que nos auxilia para la realización de otros ensayos. En los suelos granulares nos da una idea de su permeabilidad y en general de su comportamiento ingenieril, no así en suelos cohesivos donde este comportamiento depende más de la historia geológica del suelo.*

*El análisis granulométrico puede expresarse de dos formas:*

##### **1. Analítica.**

*Mediante tablas que muestran el tamaño de la partícula contra el porcentaje de suelo menor de ese tamaño (porcentaje respecto al peso total).*

ZACARIAS HUARCAYA ANTEZANA



INGENIERO CIVIL CIP: 59110

## 2. Gráfica.

Mediante una curva dibujada en papel log-normal a partir de puntos cuya abscisa en escala logarítmica es el tamaño del grano y cuya ordenada en escala natural es el porcentaje del suelo menor que ese tamaño.

Al realizar el análisis granulométrico distinguimos en las partículas cuatro rangos de tamaños:

1. Grava: Constituida por partículas cuyo tamaño es mayor que 4.76 mm.
2. Arena: Constituida por partículas menores que 4.76 mm y mayores que 0.074 mm.
3. Limo: Constituido por partículas menores que 0.074 mm y mayores que 0.002 mm.
4. Arcilla: Constituida por partículas menores que 0.002 mm.

### 4.3 Sistema unificado de clasificación de suelos

SÍMBOLO	TIPO DE SUELO	COMPORTAMIENTO GENERAL COMO PLANO DE FUNDACIONES	CONDICIONES DE DRENAJE	COMPRESIBILIDAD	CONDICIONES DE COMPACTACIÓN
GW	Gravas y mezclas de arenas bien graduadas con pocos finos o ninguno	Excelente	Permeable	Casi nula	Excelente
GP	Gravas y mezclas de arenas mal graduadas con pocos finos o ninguno	Excelente	Muy Permeable	Casi nula	Buena a Excelente
GM	Gravas limosas y mezclas de gravas y arenas limosas mal graduadas	Bueno	Semi permeable a Impermeable	Casi nula	Buena
GC	Gravas arcillosas y mezclas de gravas y arenas arcillosas mal graduadas	Bueno a regular	Impermeable	Muy baja	Buena
SW	Arenas y arenas gravosas bien graduadas con pocos finos o ninguno	Excelente	Permeable	Casi nula	Excelente
SP	Arenas y arenas gravosas mal graduadas con pocos finos o ninguno	Bueno	Semi permeable a Impermeable	Casi nula	Buena a regular
SM	Arenas limosas, mezclas de arena y limo mal graduadas	Bueno	Semi permeable a Impermeable	Baja	Regular
SE	Arenas arcillosas y mezclas de arenas y arcillas mal graduadas	Bueno a regular	Impermeable	Baja	Buena
ML	Limos inorgánicos y arena muy finas, arenas finas limosas y arcillas de baja plasticidad	Regular	Semi permeable a Impermeable	Baja a media	Regular
CL	Arcillas de baja a media plasticidad, arcillas arenosas, arcillas limosas	Regular a malo	Impermeable	Media	Buena a regular
OL	Limos orgánicos y mezclas de arcillas y limos orgánicos de baja plasticidad	Malo a muy malo	Semi permeable a Impermeable	Media a alta	Regular a mala
MH	Suelos limosos y con arena fina micácea o de diatomeas, suelos limosos	Malo	Semi permeable a Impermeable	Alta	Mala a muy mala
CH	Arcillas inorgánicas de alta plasticidad	Malo a muy malo	Impermeable	Alta	Mala
OH	Arcillas orgánicas de media a alta plasticidad	Muy malo	Impermeable	Alta	Mala a muy mala

### 4.4 Contenido de humedad

ZACARIAS HUARCAYA ANTEZANA



*La humedad o contenido de humedad de un suelo es la relación, expresada como porcentaje, del peso de agua en una masa dada de suelo, al peso de las partículas sólidas.*

#### **PRINCIPIO DEL MÉTODO**

*Se determina el peso de agua eliminada, secando el suelo húmedo hasta un peso constante en un horno controlado a  $110 \pm 5$  °C\*. El peso del suelo que permanece del secado en horno es usado como el peso de las partículas sólidas. La pérdida de peso debido al secado es considerado como el peso del agua.*

*Nota. - (\*) El secado en horno siguiendo este método (a 110 °C) no da resultados confiables cuando el suelo contiene yeso u otros minerales que contienen gran cantidad de agua de hidratación o cuando el suelo contiene cantidades significativas de material orgánico. Se pueden obtener valores confiables del contenido de humedad para estos suelos, secándolos en un horno a una temperatura de 60 °C o en un desecador a temperatura ambiente.*

#### **4.5 Limite líquido y limite plástico**

##### **Limite liquido**

*Los ensayos se realizan en el laboratorio y miden la cohesión del terreno y su contenido de humedad, para ello se forman pequeños cilindros de espesor con el suelo. Siguiendo estos procedimientos se definen tres límites: Límite líquido: cuando el suelo pasa de un estado plástico a un estado líquido.*

##### **Limite plástico**

*Para medir la plasticidad de las arcillas se han desarrollado varios criterios de los cuales se menciona el desarrollado por Atterberg, el cual dijo en primer lugar que la plasticidad no es una propiedad permanente de las arcillas, sino circunstancial y dependiente de su contenido de agua. Una arcilla muy seca puede tener la consistencia de un ladrillo, con plasticidad nula, y esa misma, con gran contenido de agua, puede presentar las propiedades de un lodo semilíquido o, inclusive, las de una suspensión líquida. Entre ambos extremos, existe un intervalo del contenido de agua en que la arcilla se comporta plásticamente.*

*Se define el límite plástico como la humedad más baja con la que pueden formarse con un suelo cilindros de 3 mm. De diámetro, rodando dicho suelo entre los dedos de la mano y una superficie lisa, hasta que los cilindros empiecen a resquebrajarse.*

##### **Indice de plasticidad**

ZACARIAS HUARCAYA ANTEZANA



INGENIERO CIVIL CIP: 59110

*Atterberg también definió un "Índice De plasticidad" calculado como la diferencia entre el límite líquido y el límite plásticos. Este límite indica el margen de contenidos de agua en que es trabajable una arcilla y se dice que una arcilla es "más plástica " que otra si tiene un índice de plasticidad superior.*

#### **4.6 Análisis químico de agresividad del suelo**

*El objeto del presente informe es el análisis del Suelo para las consideraciones de las estructuras que conforman el mencionado proyecto de la presente edificación. Mediante los trabajos de campo, laboratorio y gabinete llevados a cabo en el terreno en estudio se pretende determinar las características químicas del suelo dentro de la profundidad activa a partir de ellas los parámetros necesarios para el diseño y construcción*

*Actividades que se desarrollan en el análisis químico del suelo:*

- *Reconocimiento del terreno*
- *Ejecución de la calicata.*
- *Toma de muestras*
- *Ejecución de ensayos de laboratorio*
- *Agresividad del suelo de cimentación.*

ZACARIAS HUARCAYA ANTEZANA



INGENIERO CIVIL CIP: 59110

**ELEMENTOS QUÍMICOS NOCIVOS PARA LA CIMENTACIÓN (COMITÉ 318-99 ACI)**

ELEMENTOS NOCIVOS	LÍMITES PERMISIBLES		TIPOS DE CIMENTOS RECOMENDADOS	GRADO DE ALTERACIÓN	OBSERVACIONES
	P.P.M.	%			
SULFATOS ASTM D 512	0 - 1.000	0 - 0,10%	-----	LEVE	OCASIONA ATAQUES QUÍMICOS AL CONCRETO EN LAS CIMENTACIONES
	1.000 - 2.000	0,10 - 0,20	II, IP (MS)	MODERADO	
	2.000 - 20,000	0,20 - 2,00	V	SEVERO	
	>20,000	>2,00	V MAS PUZOLANAS	MUY SEVERO	
CLORUROS ASTM D 512	> 6.000	>0,6	-----	PERJUDICIAL	OCASIONA PROBLEMAS DE CORROSIÓN DE ARMADURAS O ELEMENTOS METÁLICOS
SALES SOLUBLES TOTALES ASTM D 516	>15.000	>1,50	-----	PERJUDICIAL	OCASIONA PROBLEMAS DE PERDIDA DE RESISTENCIA MECÁNICA POR PROBLEMAS DE LIXIVIACIÓN
pH ASTM D 513	<7	<0,0007	-----	PERJUDICIAL	INDICA GRADO DE ACIDEZ Y ALCALINIDAD EN LOS MATERIALES

*Resultados de Análisis Químicos*

Calicata	Prof. (m)	Sales Solubles (ppm)	Cloruros Solubles (ppm)	Sulfatos Solubles (ppm)
C-1 / M-1	0-3.00	421	153	117
C-2 / M-1	0-3.00	467	168	136

De los resultados de los análisis químicos obtenidos a partir de la muestra representativa de suelo obtenida de la calicata C-01 y C-02, se tiene:

Una concentración mínima de 117 y 136 partículas por millón (ppm), encontrándose en el rango de 0 a 1000 ppm, lo que indica que no ocasionará un ataque al concreto de la cimentación ya que es un valor demasiado bajo.

Una concentración de cloruros de 153 y 181 ppm, menor que 600 lo que indica que no va ocasionar un ataque por corrosión al acero de la cimentación.

*[Firma manuscrita]*

INGENIERO CIVIL CIP: 59110

Una concentración de sales solubles totales de 421 y 467 ppm, lo que indica que el suelo tiene una muy baja tendencia a perder resistencia mecánica por lixiviación de sales.

Por consiguiente, concluye que el suelo donde se cimentaran las estructuras del presente proyecto es inocuo ante la presencia de agentes químicos por lo que el concreto estará en contacto con el terreno sufrirá pérdida de vida útil, es por ello que se recomienda el empleo de cemento portland tipo I, para todo tipo de construcción en concreto armado dentro del área de estudio,

### **5.0 DESCRIPCIÓN DEL PERFIL ESTRATIGRAFICO**

La estratigrafía se definió mediante la interpretación de los registros estratigráficos de las exploraciones efectuadas, las cuales se muestran en el “Perfil Estratigrafico” estableciéndose la siguiente información del subsuelo:

CALICATA	CLASIFICACIÓN	CARACTERÍSTICAS
C-1 0-3mts	CL	ARCILLA ARENOSA DE BAJA PLASTICIDAD, con materiales sobredimensionados CL; Presenta grava fina que representa el 0.2% el suelo; Arena fina de mediana plasticidad, húmeda de consistencia firme que representa el 15.9% del suelo; Finos de mediana resistencia seca, dilatación lenta, con tenacidad media, que representa el 83.9% del suelo. El estrato de estructura homogénea, con baja reacción al Hcl, de compactación Media, de color marron, TM igual a 20pulg, presenta un 15% de bolonería, presenta un 5% de bloques.
C-2 0-3mts	SC	ARENA ARCILLOSA CON GRAVA con materiales sobredimensionados, SC; grava fina sub angulosa de forma plana que se agrietan que representan el 31.2% del suelo; Arena media de mediana plasticidad, húmeda con cementación débil que representa el 42.7% de suelo; finos que representan el 26.1% del suelo. El estrato de estructura homogénea, con débil reacción al Hcl. Compacidad media, de color marron, TM igual a 16pulg, presenta un 2% de bolonería no presenta bloques.

### **6.00 . ANALISIS DE CIMENTACIÓN**

#### **Nivel freatico o agua subterránea**

No se han encontrado la presencia del nivel Freatico o agua subterránea respecto al nivel de excavación alcanzado (C1 = 3m, C2=3m), respecto al terreno natural.



INGENIERO CIVIL CIP: 59110

### Nivel de cimentación

Analizando los perfiles estratigráficos de los sondajes directos (calicatas), los resultados de los ensayos de laboratorio y teniendo en cuenta las características de las estructuras del proyecto, se presentará el análisis geotécnico de cimientos aislados de diferentes geométricas y desplantes para estimar la capacidad portante admisible del terreno.

### Capacidad admisible de carga en zapata

Del análisis previo, tomando en cuenta el tipo de edificación dentro del proyecto, los sondajes directos (calicatas, ensayos, etc.), estimación de dimensión y profundidad de los cimientos, entre otros; se establece dos tipos de análisis para fines de obtener las características portantes de los suelos de fundación.

## **7.0 CAPACIDAD PORTANTE**

### **7.1. CAPACIDAD DE CARGA ADMISIBLE (C-01 M1)**

Las características de resistencia de los suelos están dadas principalmente por su Angulo de fricción interno ( $\phi$ ) y su cohesión (C), es así que para efectos de definir la capacidad portante del terreno se procedió a realizar el ensayo de "corte directo". Del ensayo de Corte directo realizado se considera el siguiente resultado:

$$\Phi=19.96^\circ; C=17.64\text{kg/cm}^2$$

Considerando la teoría de Karl Terzaghi, la capacidad portantes admisible se puede calcular mediante la siguientes relación, de "Falla General".

Para "CIMIENTO CONTINUO y CUADRADA".

$$q_{adm} = \frac{1}{FS} [1.3c'N'_c + \gamma D_f N'_q + 0.3\gamma'BN'_\gamma]$$

ZACARIAS HUARCAYA ANTEZANA



INGENIERO CIVIL CIP: 59110

Donde:

- Densidad Aparente del suelo sobre el N.F.Z.  $\gamma = 1.732 \text{ gr/cm}^3$
- Densidad Aparente del suelo debajo el N.F.Z.  $\gamma' = 1.732 \text{ gr/cm}^3$
- Ancho de Zapata Continua.  $B = 0.50m$
- Ancho de Zapata Cuadrada.  $B = 1.50 m$
- Prof. de cimentación Continua respecto al N.T.N.  $D_f = 1.50m$
- Prof. de cimentación Cuadrada respecto al N.T.N.  $D_f = 1.50 m$
- Factor de seguridad (FS)  $FS = 3,00$

Factores de capacidad de carga, función de  $\phi$   $N'_c, N'_q, N'_\gamma$

N.F.Z.: Nivel de Fondo de Zapata

Los factores de capacidad de carga de **Falla General** están dados por:

$$N_c = (N_q - 1) \cot \phi' \quad \text{Prandtl (1921)}$$

$$N_q = \tan^2 \left( 45 + \frac{\phi'}{2} \right) e^{\pi \tan \phi'} \quad \text{Reissner (1924)}$$

$$N_\gamma = (N_q - 1) \tan(1.4\phi') \quad \text{Meyerhof (1963)}$$

Obteniéndose así:

$$N_c = 12.82$$

$$N_\gamma = 3.86$$

$$N_q = 5.08$$

Con estos parámetros podemos determinar la capacidad portante admisible, se consideraron las ecuaciones de Terzaghi modificadas por Meyerhof:

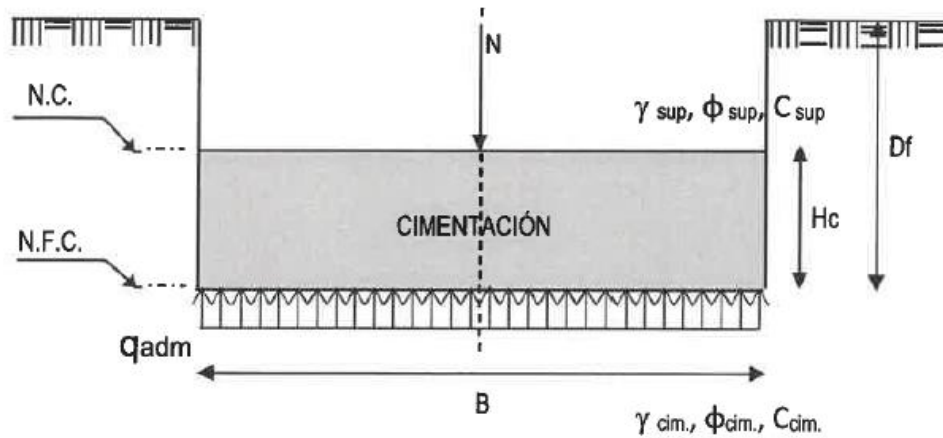
ZACARIAS HUARCAYA ANTEZANA



INGENIERO CIVIL CIP: 59110

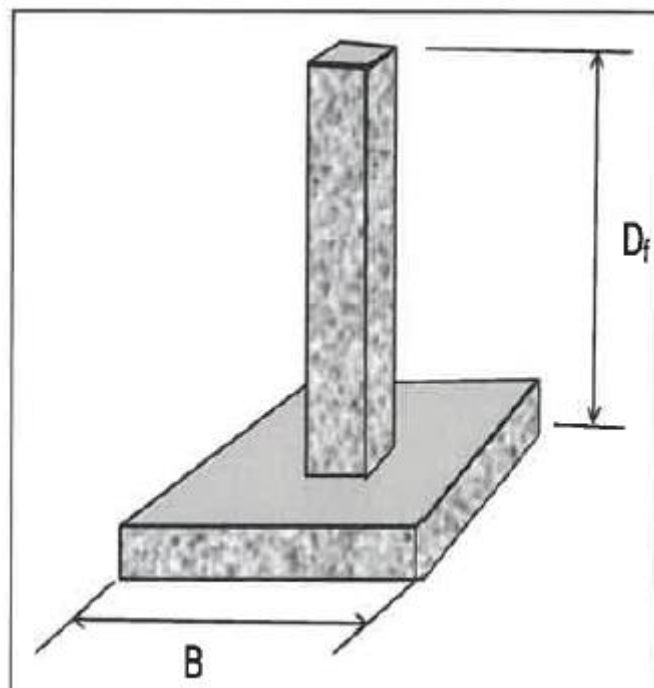


$$q_{ult} = 0.5\gamma_2 \cdot B \cdot N_\gamma \cdot S_\gamma \cdot D_\gamma \cdot I_\gamma + C \cdot N_c \cdot S_c \cdot D_c \cdot I_c + q \cdot N_q \cdot S_q \cdot D_q \cdot I_q$$



$$q_{adm} = q_u / F.S.$$

Los valores alternativos a obtenerse con las formulas arriba indicadas están en función del ancho (B) y la profundida de cimentación (Df), además de la forma de los mismos. Estos valores se muestran a continuación (ANALISIS DE LA CAPACIDAD ULTIMA – CIMENTACIÓN SUPERFICIAL).



Cuadro N°01.-Datos Generales de la capacidad Ultima – Cimentación Superficial.

ZACARIAS HUARCAYA ANTEZANA

INGENIERO CIVIL CIP: 59110

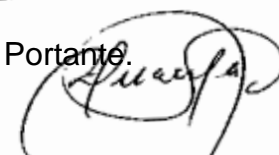
DATOS GENERALES		
<b>Clasificación SUCS</b>	<b>CL</b>	
<b>Angulo de Fricción Efectivo</b>	<b>17.64</b>	<b>°</b>
<b>Cohesión</b>	<b>31.38</b>	<b>K/pa</b>
<b>Peso Específico natural</b>	<b>17.65</b>	<b>kN/m<sup>3</sup></b>
<b>Peso Específico Saturado</b>	<b>17.65</b>	<b>kN/m<sup>3</sup></b>
<b>Peso Específico del agua</b>	<b>10.00</b>	<b>kN/m<sup>3</sup></b>
<b>Relación Z Cuadrada Ancho Largo (B/L)</b>	<b>1</b>	
<b>Relación Z Continua Ancho Largo (B/L)</b>	<b>0.05</b>	
<b>Factor de Seguridad</b>	<b>3</b>	
<b>Inclinación de Carga</b>	<b>0</b>	<b>°</b>
<b>Carga Total</b>	<b>75.00</b>	<b>ton</b>
<b>Prof. Nivel Fréatico</b>	<b>NE</b>	<b>m</b>
<b>Sobrecarga efectiva</b>	<b>26.48</b>	<b>kN/m<sup>2</sup></b>

Cuadro N°02.-Factores de corrección.

FACTORES DE CORRECCIÓN						
FORMA	FACTORES DE CAPACIDAD DE CARGA			FACTORES DE FORMA		
	Nc	Ny	Nq	Sc	Sy	Sq
<b>Continua</b>	<b>12.82</b>	<b>3.86</b>	<b>5.08</b>	<b>1.02</b>	<b>0.98</b>	<b>1.02</b>
<b>Cuadrada</b>				<b>1.40</b>	<b>0.60</b>	<b>1.32</b>
FORMA	FACTORES DE PROFUNDIDAD			FACTORES DE INCLINACIÓN DEL TERRENO		
	Dc	Dq	Dg	lc	lq	lg
<b>Continua</b>	<b>1.50</b>	<b>1.39</b>	<b>1.00</b>	<b>1.00</b>	<b>1.00</b>	<b>1.00</b>
<b>Cuadrada</b>	<b>1.40</b>	<b>1.31</b>	<b>1.00</b>			

Cuadro N°03.-Determinación de la capacidad Portante.

ZACARIAS HUARCAYA ANTEZANA



INGENIERO CIVIL CIP: 59110

Tipo de Cimentación	Profundidad (m)	Ancho (B) (m)	Qult (kg/cm <sup>2</sup> )	Qadm (kg/cm <sup>2</sup> )	Qact (kg/cm <sup>2</sup> )	Condición Qult > Qact
Continua	1.50	0.20	8.28	2.76	9.38	No Cumple
	1.50	0.50	8.38	2.79	1.50	Cumple
	1.50	0.80	8.48	2.83	0.59	Cumple
	1.50	1.10	8.58	2.86	0.31	Cumple
Cuadrada	1.50	1.20	10.64	3.55	5.21	No Cumple
	1.50	1.50	10.70	3.57	3.33	Cumple
	1.50	1.80	10.77	3.59	2.31	Cumple
	1.50	2.10	10.83	3.61	1.70	Cumple

GEOMETRIA DE ZAPATA	Q Admisible (kg/cm <sup>2</sup> )
ZAPATA CONTINUA	2.79
ZAPATA CUADRADA	3.57

### 7.1.1 Cálculo de asentamiento

Los valores de asentamientos inmediatos están en función del ancho (B), profundidad de cimentación (Df) y consecuentemente, la presión de contacto (qact). Se muestran en la pagina siguiente (CALCULO DE ASENTAMIENTOS – METODO ELASTICO), valores de asentamientos para un rango de profundidades.

Los resultados obtenidos de la evaluación de los depósitos, indican que al nivel de cimentación la predominancia de materiales arenosos, por lo tanto, para los modulos elásticos se considera la siguiente expresión.

El asentamiento elástico de la cimentación superficial se estimó mediante la Teoria de la Elasticidad:

$$S_e = \Delta q \times B \times (1 - \mu^2) \times I_f / E_s$$

ZACARIAS HUARCAYA ANTEZANA



INGENIERO CIVIL CIP: 59110

Dónde:

- $S_e$  = Asentamiento (cm)
- $\Delta q$  = Presión de trabajo ( $\text{ton/m}^2$ )
- $\mu$  = Relación de Poisson
- $l_f$  = Factor de forma (cm/m)
- $E_s$  = Módulo de elasticidad del suelo ( $\text{ton/m}^2$ )
- $B$  = Ancho de la cimentación (m)

A continuación, se muestran valores característicos de acuerdo al tipo de suelo de fundación:

Cuadro N°04.-Valores característicos de acuerdo al tipo de suelo de fundación, según ACI 318, pag.31.

Tipo de Suelo	$E_s$ ( $\text{kg/cm}^2$ )	Relación de Poisson ( $\mu$ )
Arena Suelta	100 – 250	0.20 – 0.40
Arena Densa Media	175 – 280	0.25 – 0.40
Arena Densa	350 – 560	0.30 – 0.45
Arena Limosa	50 – 200	0.20 – 0.40
Arena y Grava	700 – 1750	0.15 – 0.35
Limos	20 - 200	0.30 – 0.35
Arcilla Arenosa	300 - 425	0.20 – 0.30
Arcilla Suave	40 – 210	0.20 – 0.50
Arcilla Media	210 – 420	
Arcilla Firme	420 – 980	

Finalmente, los valores obtenidos de los cuadros son reemplazados en la expresión del asentamiento.

ZACARIAS HUARCAYA ANTEZANA



INGENIERO CIVIL CIP: 59110

### PARA CIMIENTO “CONTINUO”

Donde:

Ancho de zapata	$B=0.50\text{m}$
Presión Admisible	$Q_{adm}=2.79\text{kg/cm}^2$
Relación de Poisson	$U_s=0.45$
Módulo de Elasticidad	$E_s=3500\text{kg/cm}^2$

Reemplazando valores en el algoritmo se obtiene los asentamientos ( $S_e$ ), de las siguientes estructuras:

- Para zapata continua  $DF=1.50\text{m}$

**$S_e=0.05\text{ cm}$**

Se adopto el criterio de limitar el asentamiento de la cimentación a 1 pulgada (2.54cm), según Terzaghi y Peck (1967).

Luego:

$$S_e (0.05\text{cm}) < 1'' (2.54\text{ cm})$$

### PARA ZAPATA “CUADRADA”

Donde:

Ancho de zapata	$B=1.50\text{m}$
Presión Admisible	$Q_{adm}=3.57\text{kg/cm}^2$
Relación de Poisson	$U_s=0.45$
Módulo de Elasticidad	$E_s=3500\text{kg/cm}^2$

Reemplazando valores en el algoritmo se obtiene los asentamientos ( $S_e$ ), de las siguientes estructuras:

- Para zapata continua  $DF=1.50\text{m}$

**$S_e=0.14\text{ cm}$**

Se adopto el criterio de limitar el asentamiento de la cimentación a 1 pulgada (2.54cm), según Terzaghi y Peck (1967).

Luego:

$$S_e (0.14\text{cm}) < 1'' (2.54\text{ cm})$$

RCAYA ANTEZANA



INGENIERO CIVIL CIP: 59110

A pesar de haberse calculado conservadoramente la cimentación, se ha obtenido un asentamiento menor a lo permitido por la Norma E.050-2018 del Reglamento Nacional de Edificaciones, la cual menciona que los asentamiento diferenciales deben ser menores de 2.5cm; por lo que el suelo es aceptable para la cimentación de las estructuras de concreto del proyecto.

## 7.2. CAPACIDAD DE CARGA ADMISIBLE (C-02 M1)

Las características de resistencia de los suelos están dadas principalmente por su Angulo de fricción interno ( $\phi$ ) y su cohesión (C), es así que para efectos de definir la capacidad portante del terreno se procedió a realizar el ensayo de “corte directo”. Del ensayo de Corte directo realizado se considera el siguiente resultado:

$$\Phi=19.96^\circ; C=0.46\text{kg/cm}^2$$

Considerando la teoría de Karl Terzaghi, la capacidad portantes admisible se puede calcular mediante la siguientes relación, de “Falla General”.

Para “CIMIEN TO CONTINUO y CUADRADA”.

$$q_{adm} = \frac{1}{FS} [1.3c'N'_c + \gamma D_f N'_q + 0.3\gamma' B N'_\gamma]$$

Donde:

- Densidad Aparente del suelo sobre el N.F.Z.  $\gamma = 1.732 \text{ gr/cm}^3$
- Densidad Aparente del suelo debajo el N.F.Z.  $\gamma' = 1.732 \text{ gr/cm}^3$
- Ancho de Zapata Continua.  $B = 0.50\text{m}$
- Ancho de Zapata Cuadrada.  $B = 1.50 \text{ m}$
- Prof. de cimentación Continua respecto al N.T.N.  $D_f = 1.50\text{m}$
- Prof. de cimentación Cuadrada respecto al N.T.N.  $D_f = 1.50 \text{ m}$
- Factor de seguridad (FS)  $FS = 3,00$

Factores de capacidad de carga, función de  $\phi$   $N'_c, N'_q, N'_\gamma$

N.F.Z.: Nivel de Fondo de Zapata



INGENIERO CIVIL CIP: 59110

Los factores de capacidad de carga de Falla General están dados por:

$$N_c = (N_q - 1) \cot \phi' \quad \text{Prandtl (1921)}$$

$$N_q = \tan^2 \left( 45 + \frac{\phi'}{2} \right) e^{\pi \tan \phi'} \quad \text{Reissner (1924)}$$

$$N_\gamma = (N_q - 1) \tan(1.4\phi') \quad \text{Meyerhof (1963)}$$

Obteniéndose así:

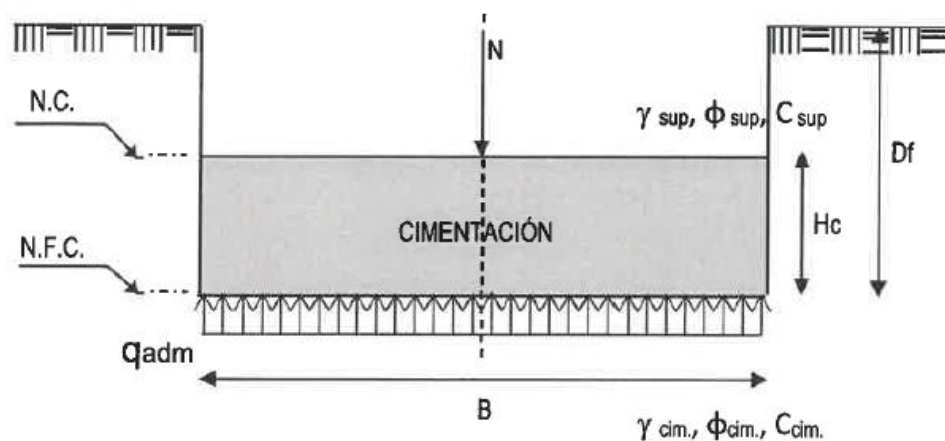
$$N_c = 14.80$$

$$N_\gamma = 5.36$$

$$N_q = 6.37$$

Con estos parámetros podemos determinar la capacidad portante admisible, se consideraron las ecuaciones de Terzaghi modificadas por Meyerhof:

$$q_{ult} = 0.5\gamma_2 \cdot B \cdot N_\gamma \cdot S_\gamma \cdot D_\gamma \cdot I_\gamma + C \cdot N_c \cdot S_c \cdot D_c \cdot I_c + q \cdot N_q \cdot S_q \cdot D_q \cdot I_q$$

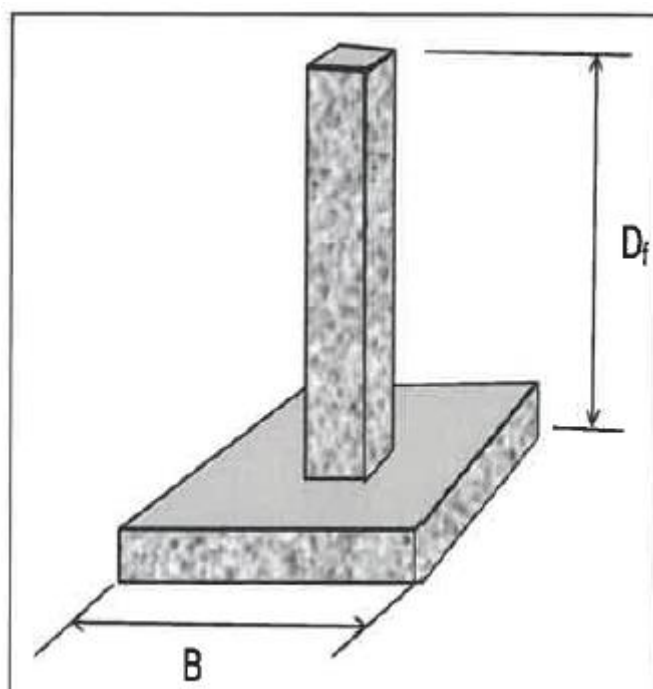


$$q_{adm} = q_u / F.S.$$

Los valores alternativos a obtenerse con las formulas arriba indicadas están en función del ancho (B) y la profundidad de cimentación (Df), además de la forma de los mismos. Estos valores se muestran a continuación (ANÁLISIS DE LA CAPACIDAD ULTIMA – CIMENTACIÓN SUPERFICIAL).

ZACARIAS HUARCAYA ANTEZANA

INGENIERO CIVIL CIP: 59110



Cuadro N°05.-Datos Generales de la capacidad Ultima – Cimentación Superficial.

DATOS GENERALES		
<b>Clasificación SUCS</b>	<b>SC</b>	
<b>Angulo de Fricción Efectivo</b>	<b>19.96</b>	<b>°</b>
<b>Cohesión</b>	<b>45.11</b>	<b>K/pa</b>
<b>Peso Especifico natural</b>	<b>17.65</b>	<b>kN/m<sup>3</sup></b>
<b>Peso Especifico Saturado</b>	<b>17.65</b>	<b>kN/m<sup>3</sup></b>
<b>Peso Especifico del agua</b>	<b>10.00</b>	<b>kN/m<sup>3</sup></b>
<b>Relación Z Cuadrada Ancho Largo (B/L)</b>	<b>1</b>	
<b>Relación Z Continua Ancho Largo (B/L)</b>	<b>0.05</b>	
<b>Factor de Seguridad</b>	<b>3</b>	
<b>Inclinación de Carga</b>	<b>0</b>	<b>°</b>
<b>Carga Total</b>	<b>75.00</b>	<b>ton</b>
<b>Prof. Nivel Frático</b>	<b>NE</b>	<b>m</b>
<b>Sobrecarga efectiva</b>	<b>26.48</b>	<b>kN/m<sup>2</sup></b>

BYA ANTEZANA

INGENIERO CIVIL CIP: 59110



Cuadro N°06.-Factores de corrección.

FACTORES DE CORRECCIÓN						
FORMA	FACTORES DE CAPACIDAD DE CARGA			FACTORES DE FORMA		
	Nc	Ny	Nq	Sc	Sy	Sq
<b>Continua</b>	14.80	5.36	6.37	1.02	0.98	1.02
<b>Cuadrada</b>				1.43	0.60	1.36
FORMA	FACTORES DE PROFUNDIDAD			FACTORES DE INCLINACIÓN DEL TERRENO		
	Dc	Dq	Dg	lc	lq	lg
<b>Continua</b>	1.50	1.39	1.00	1.00	1.00	1.00
<b>Cuadrada</b>	1.40	1.32	1.00			

Cuadro N°07.-Determinación de la capacidad Portante.

Tipo de Cimentación	Profundidad (m)	Ancho (B) (m)	Qult (kg/cm <sup>2</sup> )	Qadm (kg/cm <sup>2</sup> )	Qact (kg/cm <sup>2</sup> )	Condición Qult>Qact
<b>Continua</b>	1.50	0.20	12.97	4.32	9.38	No Cumple
	1.50	0.50	13.11	4.37	1.50	Cumple
	1.50	0.80	13.26	4.42	0.59	Cumple
	1.50	1.10	13.40	4.47	0.31	Cumple
<b>Cuadrada</b>	1.50	1.20	17.08	5.69	5.21	Cumple
	1.50	1.50	17.16	5.72	3.33	Cumple
	1.50	1.80	17.25	5.75	2.31	Cumple
	1.50	2.10	17.34	5.78	1.70	Cumple

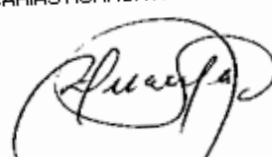
GEOMETRIA DE ZAPATA	Q Admisible (kg/cm <sup>2</sup> )
ZAPATA CONTINUA	4.37
ZAPATA CUADRADA	5.72

### 7.2.1 Cálculo de asentamiento

Los valores de asentamientos inmediatos están en función del ancho (B), profundidad de cimentación (Df) y consecuentemente, la presión de contacto(qact). Se muestran en la pagina siguiente (CALCULO DE ASENTAMIENTOS – METODO ELASTICO), valores de asentamientos para un rango de profundidades.

Los resultados obtenidos de la evaluación de los depósitos, indican que al nivel de cimentación la predominancia de materiales arenosos, por lo tanto, para los modulos elásticos se considera la siguiente expresión.

ZACARIAS HUARCAYA ANTEZANA



INGENIERO CIVIL CIP: 59110

El asentamiento elástico de la cimentación superficial se estimó mediante la Teoría de la Elasticidad:

$$S_e = \Delta q \times B \times (1 - \mu^2) \times I_f / E_s$$

Dónde:

- $S_e$  = Asentamiento (cm)
- $\Delta q$  = Presión de trabajo ( $\text{ton/m}^2$ )
- $\mu$  = Relación de Poisson
- $I_f$  = Factor de forma (cm/m)
- $E_s$  = Módulo de elasticidad del suelo ( $\text{ton/m}^2$ )
- $B$  = Ancho de la cimentación (m)

A continuación, se muestran valores característicos de acuerdo al tipo de suelo de fundación:

Cuadro N°08.-Valores característicos de acuerdo al tipo de suelo de fundación, según ACI 318, pag.31.

Tipo de Suelo	$E_s$ ( $\text{kg/cm}^2$ )	Relación de Poisson ( $\mu$ )
Arena Suelta	100 – 250	0.20 – 0.40
Arena Densa Media	175 – 280	0.25 – 0.40
Arena Densa	350 – 560	0.30 – 0.45
Arena Limosa	50 – 200	0.20 – 0.40
Arena y Grava	700 – 1750	0.15 – 0.35
Limos	20 - 200	0.30 – 0.35
Arcilla Arenosa	300 - 425	0.20 – 0.30
Arcilla Suave	40 – 210	0.20 – 0.50
Arcilla Media	210 – 420	
Arcilla Firme	420 – 980	

IARCAYA ANTEZANA



Finalmente, los valores obtenidos de los cuadros son reemplazados en la expresión del asentamiento.

### PARA CIMIENTO “CONTINUO”

Donde:

Ancho de zapata	$B=0.50\text{m}$
Presión Admisible	$Q_{adm}=4.37\text{kg/cm}^2$
Relación de Poisson	$U_s=0.45$
Módulo de Elasticidad	$E_s=3500\text{kg/cm}^2$

Reemplazando valores en el algoritmo se obtiene los asentamientos ( $S_e$ ), de las siguientes estructuras:

- Para zapata continua  $DF=1.50\text{m}$

**$S_e=0.08\text{ cm}$**

Se adopto el criterio de limitar el asentamiento de la cimentación a 1 pulgada (2.54cm), según Terzaghi y Peck (1967).

Luego:

$$S_e (0.08\text{cm}) < 1" (2.54\text{ cm})$$

### PARA ZAPATA “CUADRADA”

Donde:

Ancho de zapata	$B=1.50\text{m}$
Presión Admisible	$Q_{adm}=5.72\text{kg/cm}^2$
Relación de Poisson	$U_s=0.45$
Módulo de Elasticidad	$E_s=3500\text{kg/cm}^2$

Reemplazando valores en el algoritmo se obtiene los asentamientos ( $S_e$ ), de las siguientes estructuras:

- Para zapata continua  $DF=1.50\text{m}$

**$S_e=0.22\text{ cm}$**

Se adopto el criterio de limitar el asentamiento de la cimentación a 1 pulgada (2.54cm), según Terzaghi y Peck (1967).

Luego:

ZACARIAS HUARCAYA ANTEZANA



INGENIERO CIVIL CIP: 59110

$$S_e (0.22\text{cm}) < 1'' (2.54 \text{ cm})$$

A pesar de haberse calculado conservadoramente la cimentación, se ha obtenido un asentamiento menor a lo permitido por la Norma E.050-2018 del Reglamento Nacional de Edificaciones, la cual menciona que los asentamiento diferenciales deben ser menores de 2.5cm; por lo que el suelo es aceptable para la cimentación de las estructuras de concreto del proyecto.

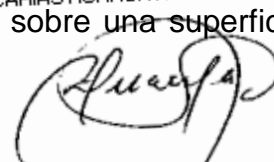
## 8.0 CONCLUSIONES

- El presente Estudio de Mecánica de Suelos ha sido efectuado a solicitud de los tesisistas Huaman Huerta, Jesus Edgar y Quispe Yalle, Joel Alfonso, para el proyecto de "DISEÑO DE VIVIENDA MULTIFAMILIAR".
- El suelo sobre lo que se cimentan las estructuras proyectadas corresponden a un suelo con presencia de ARCILLA ARENOSA DE BAJA PLASTICIDAD, ARENA ARCILLOSA. Los sondajes directos, así como también la geología regional de la zona de estudio respalda la estimación del perfil de suelo encontrado en la zona del proyecto.
- Según el Análisis Químico realizado al suelo de fundación, se puede visualizar que este representa un grado muy leve de sulfatos solubles, presenta una leve exposición de cloruros solubles y sales solubles. Por tanto, se usará un cemento portland tipo I en toda construcción de concreto armado dentro del área del proyecto en estudio.

## 9.0 RECOMENDACIONES

- Se ha definido que el cimiento recomendado para la estructura proyectada serán las zapatas continuas con espesor mínimo de 0.50m y zapatas cuadradas con espesor mínimo de 1.50; la profundidad de cimentación para el estudio estará controlada por el nivel del terreno natural (NTN) que lo establece el nivel de la vereda. Se recomienda considerar una profundidad de cimentación para zapatas continuas de 1.50m por debajo de N.T.N y para zapatas cuadradas de 1.50m por debajo del N.T.N, sobre una superficie de

ZACARIAS HUARCAYA ANTEZANA



INGENIERO CIVIL CIP: 59110

apoyo o solado ( $f'c=100\text{kg/cm}^2$ ) de 0.10m, debajo de los cimientos a fin de homogenizar la zona de distribución de esfuerzos hacia el suelo.

- El presente estudio de suelos representa las características de diseño geotécnico del área en estudio.

## 10. REFERENCIAS

- Principios de ingeniería de cimentaciones Braja M. Das. International Thomson Editores.
- Mecanica de Suelos. Limusa Editores. T. William Lambe y Robert V. Whitman. Limusa Noriega Editores Geotecnia.
- Ensayos de campo y de laboratorio. AENOR.
- ASTM D-2488: Practica estándar para la descripción e identificación de suelos (manual de procedimiento Visual)
- ASTM D-698: Características de Compactación de suelos en laboratorio usando esfuerzo normal.
- Norma E.030 Diseño Sismoresistente-Reglamento Nacional de Edificaciones.
- Norma E.050 Suelos y Cimentaciones – Reglamento Nacional de Edificaciones.
- Norma E.060 Concreto Armado – Reglamento Nacional de Edificaciones.
- ACI-318: Requisitos de Reglamento para concreto Estructural.

ZACARIAS HUARCAYA ANTEZANA



INGENIERO CIVIL CIP: 59110

# ANEXO 01

ZACARIAS HUARCAYA ANTEZANA



INGENIERO CIVIL CIP: 59110

### 11. PANEL FOTOGRAFICO.



Calicata N°01



Calicata N°01

CAYA ANTEZANA

INGENIERO CIVIL CIP: 59110



**Calicata N°02**



**Calicata N°02**

ARCAYA ANTEZANA

INGENIERO CIVIL CIP: 59110



# ANEXO 02

ZACARIAS HUARCAYA ANTEZANA



INGENIERO CIVIL CIP: 59110

**DEPARTAMENTO  
DE INGENIERÍA  
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS**



**PROYECTO :** "ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS PARA FINES DE CIMENTACIÓN"  
**SOLICITA :** HUAMAN HUERTA JESUS Y QUISPE YALLE JOEL  
**LUGAR :** CACHICHE **MUESTRA :** C-1  
**FECHA :** Octubre del 2021

**PERFIL ESTRATIGRAFICO DE CALICATAS (ASTM D 2488)**

PROF.	M.	GRAFICO	ESTRATO	CARACTERISTICAS GEOTECNICAS	CLASIF.		NIVEL DEL AGUA	DESCRIPCIÓN DEL ESTRATO
			Espesor (CM.)		AASHTO	SUCS		
0.00								
0.20								
0.40								
0.60								
0.80								
1.00								
1.20								
1.40		<b>CL</b>	0.00 - 3.00 m.	<b>ARCILLA ARENOSA DE BAJA PLASTICIDAD</b>	A-7-6(21)	CL	0.0	ARCILLA ARENOSA DE BAJA PLASTICIDAD, con materiales sobredimensionados CL; Presenta grava fina que representa el 0.2% el suelo; Arena fina de mediana plasticidad, humeda de consistencia firme que representa el 15.9% del suelo; Finos de mediana resistencia seca, dilatacia lenta, con tenacidad media, que representa el 83.9% del suelo. El estrato de estructura homogénea, con baja reacción al Hcl, de compactación Media, de color marron, TM igual a 20pulg, presenta un 15% de boloneria, presenta un 5% de bloques.
1.60								
1.80								
2.00								
2.20								
2.40								
2.60								
2.80								
3.00								

ZACARIAS HUARCAYA ANTEZANA



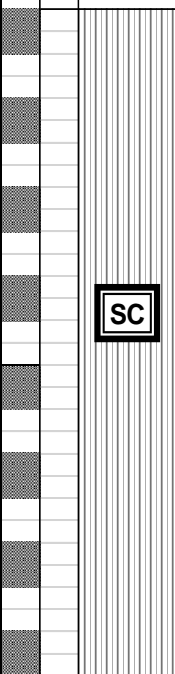
INGENIERO CIVIL CIP: 59110

DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA  
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS



PROYECTO : "ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS PARA FINES DE CIMENTACIÓN"  
 SOLICITA : HUAMAN HUERTA JESUS Y QUISPE YALLE JOEL  
 LUGAR : CACHICHE MUESTRA : C-2  
 FECHA : Octubre del 2021

**PERFIL ESTRATIGRAFICO DE CALICATAS (ASTM D 2488)**

PROF. M.	GRAFICO	ESTRATO	CARACTERISTICAS GEOTECNICAS	CLASIF.		NIVEL DEL AGUA	DESCRIPCIÓN DEL ESTRATO
		Espesor (CM.)		AASHTO	SUCS		
0.00		0.00 - 3.00 m.	ARCILLOSA CON GRAVA	A-2-6(1)	SC	0.0	<p>ARENA ARCILLOSA CON GRAVA con materiales sobredimensionados, SC; grava fina sub angulosa de forma plana que se agrietan que representan el 31.2% del suelo; Arena media de mediana plasticidad, húmeda con cementación débil que representa el 42.7% de suelo; finos que representan el 26.1% del suelo. El estrato de estructura homogénea, con débil reacción al Hcl. Compacidad media, de color marron, TM igual a 16pulg, presenta un 2% de boloneria no presenta bloques.</p>
0.20							
0.40							
0.60							
0.80							
1.00							
1.20							
1.40							
1.60							
1.80							
2.00							
2.20							
2.40							
2.60							
2.80							
3.00							

ZACARIAS HUARCAYA ANTEZANA



INGENIERO CIVIL CIP: 59110

DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA  
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

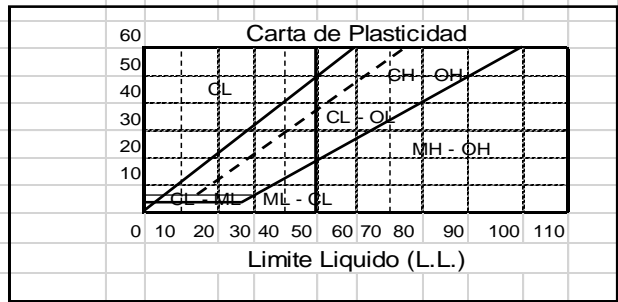


**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO**

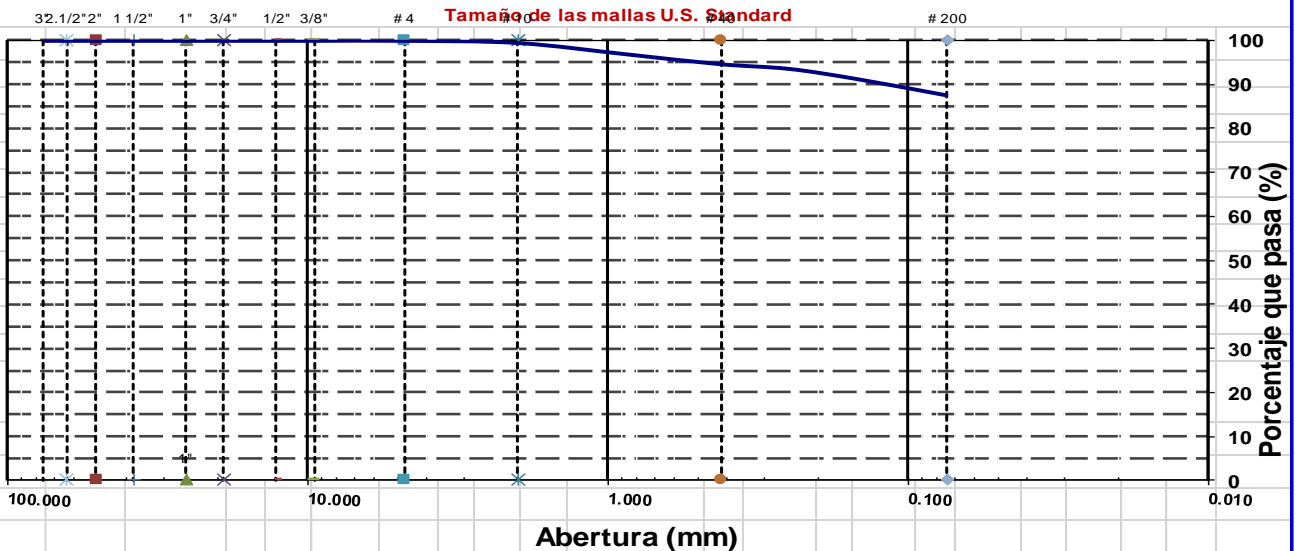
<b>OBRA</b>	:	<b>"ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS PARA FINES DE CIMENTACIÓN"</b>	
<b>SOLICITA</b>	:	HUAMAN HUERTA JESUS Y QUISPE YALLE JOEL	<b>MUESTRA</b> : C-1
<b>LUGAR</b>	:	CACHICHE	<b>PROFUNDIDAD</b> : 0.00 a 3.00
<b>FECHA</b>	:	Octubre del 2021	<b>CANT</b> : 20 KG APROX

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO	ASTM D422 - D2216 - D2487 / AASHTO T87	TAMAÑO	TAMICES	PESO	% QUE PASA
		MALLA	ASTM	RETENIDO	
		75.000	3"		100.00
		50.000	2		100.00
		37.500	1½		100.00
		25.000	1		100.00
		19.000	¾		100.00
		9.500	¾		100.00
		4.750	Nº 4		100.00
		2.000	Nº 10	0.50	99.50
		0.850	Nº 20	2.70	96.80
		0.425	Nº 40	2.20	94.60
		0.250	Nº 60	1.10	93.50
		0.150	Nº 100	2.30	91.20
		0.075	Nº 200	3.80	87.40
Fondo	< 200		87.40		
D10 (mm)		77.41	Cu	0.35	
D30 (mm)		57.43	Cc	1.55	
D60 (mm)		27.45	I.G.		

LIMITE LIQUIDO (L.L.)	(%)	47.00
LIMITE PLASTICO (L.P.)	(%)	19.00
INDICE PLASTICO (I.P.)	(%)	28.00
PESO ESPECIFICO	(gr/cc)	
CLASIFICACION S.U.C.S.		CL
CLASIFICACION A.A.S.H.T.O.		A-7-6(21)



**REPRESENTACION GRAFICA DEL ANALISIS**



ZACARIAS HUARCAYA ANTEZANA

INGENIERO CIVIL CIP: 59110

DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA  
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

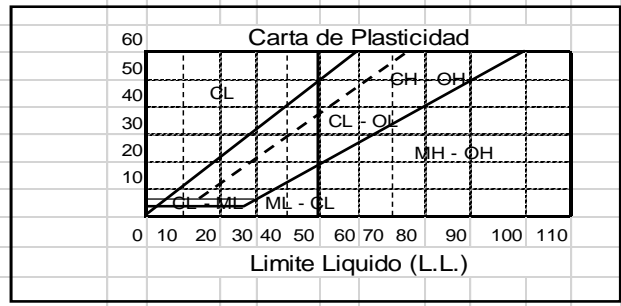


**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO**

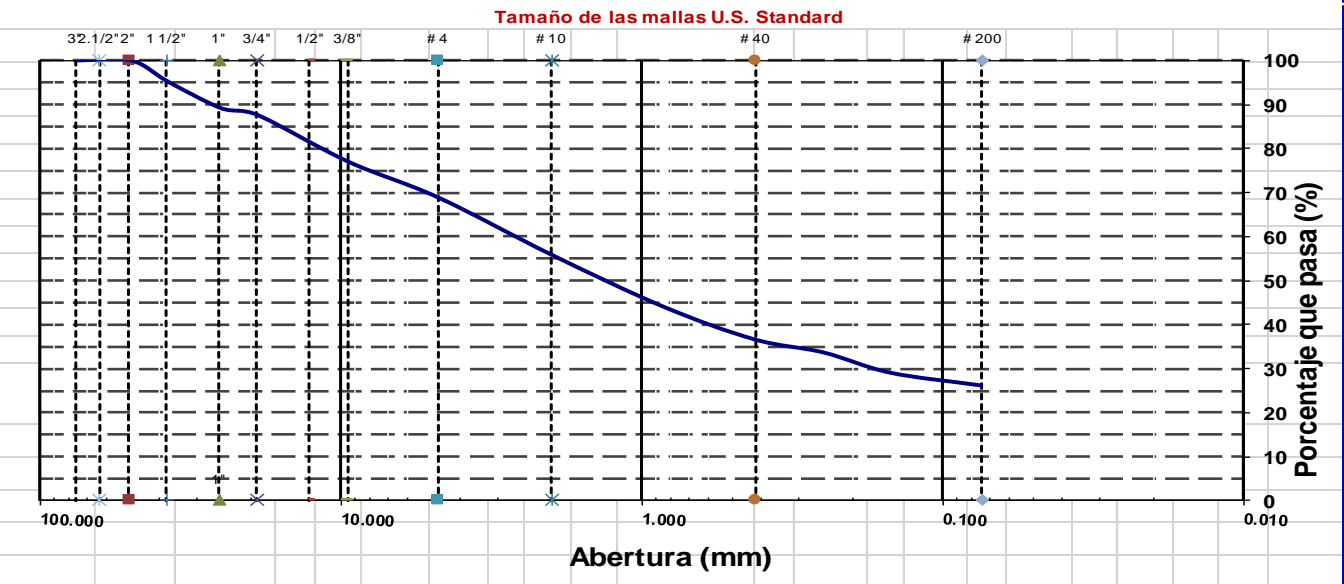
<b>OBRA</b>	:	<b>"ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS PARA FINES DE CIMENTACIÓN"</b>	
<b>SOLICITA</b>	:	HUAMAN HUERTA JESUS Y QUISPE YALLE JOEL	<b>MUESTRA</b> : C-2
<b>LUGAR</b>	:	CACHICHE	<b>PROFUNDIDAD</b> : 0.00 a 3.00
<b>FECHA</b>	:	Octubre del 2021	<b>CANT</b> : 20 KG APROX

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO	ASTM D422 - D2216 - D2487 / AASHTO T87	TAMAÑO	TAMICES	PESO	% QUE
		MALLA	ASTM	RETENIDO	PASA
		75.000	3"		100.00
		50.000	2		100.00
		37.500	1½	4.90	95.10
		25.000	1	6.00	89.10
		19.000	¾	1.50	87.60
		9.500	¾	10.60	77.00
		4.750	Nº 4	8.20	68.80
		2.000	Nº 10	13.00	55.80
		0.850	Nº 20	11.80	44.00
		0.425	Nº 40	7.40	36.60
		0.250	Nº 60	3.00	33.60
0.150	Nº 100	4.60	29.00		
0.075	Nº 200	2.90	26.10		
Fondo	< 200	26.10	0.00		
D10 (mm)		16.13	Cu	0.18	
D30 (mm)		0.17	Cc	0.00	
D60 (mm)		2.89	I.G.		

LIMITE LIQUIDO (L.L.)	(%)	39.00
LIMITE PLASTICO (L.P.)	(%)	24.00
INDICE PLASTICO (I.P.)	(%)	15.00
PESO ESPECIFICO	(gr/cc)	
CLASIFICACION S.U.C.S.	SC	
CLASIFICACION A.A.S.H.T.O.	A-2-6(1)	



**REPRESENTACION GRAFICA DEL ANALISIS**



ZACARIAS HUARCAYA ANTEZANA

INGENIERO CIVIL CIP: 59110

## ÍNDICE

1. VERSIÓN DEL PROGRAMA Y NÚMERO DE LICENCIA.....	2
2. DATOS GENERALES DE LA ESTRUCTURA.....	2
3. NORMAS CONSIDERADAS.....	2
4. ACCIONES CONSIDERADAS.....	2
4.1. Sismo.....	2
4.1.1. Datos generales de sismo.....	3
4.2. Hipótesis de carga.....	4
5. ESTADOS LÍMITE.....	4
6. SITUACIONES DE PROYECTO.....	4
6.1. Coeficientes parciales de seguridad ( $\gamma$ ) y coeficientes de combinación ( $\psi$ ).....	5
6.2. Combinaciones.....	7
7. DATOS GEOMÉTRICOS DE GRUPOS Y PLANTAS.....	8
8. DATOS GEOMÉTRICOS DE PILARES, PANTALLAS Y MUROS.....	8
8.1. Pilares.....	8
8.2. Muros.....	9
9. DIMENSIONES, COEFICIENTES DE EMPOTRAMIENTO Y COEFICIENTES DE PANDEO PARA CADA PLANTA.....	10
10. LISTADO DE PAÑOS.....	10
11. INTERACCIÓN TERRENO-ESTRUCTURA (ZAPATAS Y ENCEPADOS).....	11
12. LOSAS Y ELEMENTOS DE CIMENTACIÓN.....	12
12.1. Zapatas.....	12
13. MATERIALES UTILIZADOS.....	12
13.1. Hormigones.....	12
13.2. Aceros por elemento y posición.....	12
13.2.1. Aceros en barras.....	12
13.2.2. Aceros en perfiles.....	13



## 1. VERSIÓN DEL PROGRAMA Y NÚMERO DE LICENCIA

Versión: 2022

Número de licencia: 120030

## 2. DATOS GENERALES DE LA ESTRUCTURA

Proyecto: TESIS UCV JESUS HUAMAN, JOEL QUISPE

Clave: DISEÑO SISMORESISTENTE Y ESTRUCTURAL JEHH JAQY version 3

## 3. NORMAS CONSIDERADAS

Hormigón: NTE E.060: 2009

Aceros conformados: AISI S100-2016 (LRFD)

Aceros laminados y armados: ANSI/AISC 360-16 (LRFD)

## 4. ACCIONES CONSIDERADAS

### 4.1. Sismo

Norma utilizada: Norma Técnica E.030 2014 (decreto n°003-2016 y RM-043-2019)

Norma Técnica E.030 2014 (decreto n°003-2016 y RM-043-2019) Diseño Sismorresistente

Método de cálculo: Análisis modal espectral (Norma Técnica E.030 2014 (decreto n°003-2016 y RM-043-2019), Artículo 4.6)



# Listado de datos de la obra

TESIS UCV JESUS HUAMAN, JOEL QUISPE

Fecha: 27/11/21

## 4.1.1. Datos generales de sismo

### Caracterización del emplazamiento

Zona sísmica (Norma Técnica E.030 2014 (decreto n°003-2016 y RM-043-2019), Fig 1 y Anexo 1): Zona 4

Tipo de perfil de suelo (Norma Técnica E.030 2014 (decreto n°003-2016 y RM-043-2019), 2.3.1): S3

### Sistema estructural

$R_{ox}$ : Coeficiente de reducción (X) (Norma Técnica E.030 2014 (decreto n°003-2016 y RM-043-2019), Tabla 7)

$R_{ox}$  : 7.00

$R_{oy}$ : Coeficiente de reducción (Y) (Norma Técnica E.030 2014 (decreto n°003-2016 y RM-043-2019), Tabla 7)

$R_{oy}$  : 7.00

$I_{ax}$ : Factor de irregularidad en altura (X) (Norma Técnica E.030 2014 (decreto n°003-2016 y RM-043-2019), Tabla 8)

$I_{ax}$  : 0.75

$I_{ay}$ : Factor de irregularidad en altura (Y) (Norma Técnica E.030 2014 (decreto n°003-2016 y RM-043-2019), Tabla 8)

$I_{ay}$  : 0.75

$I_{px}$ : Factor de irregularidad en planta (X) (Norma Técnica E.030 2014 (decreto n°003-2016 y RM-043-2019), Tabla 9)

$I_{px}$  : 1.00

$I_{py}$ : Factor de irregularidad en planta (Y) (Norma Técnica E.030 2014 (decreto n°003-2016 y RM-043-2019), Tabla 9)

$I_{py}$  : 1.00

Geometría en altura (Norma Técnica E.030 2014 (decreto n°003-2016 y RM-043-2019), Artículo 3.5): Irregular

Estimación del periodo fundamental de la estructura: Según norma

Topología estructural (X) (Norma Técnica E.030 2014 (decreto n°003-2016 y RM-043-2019), Artículo 4.5.4): III

Topología estructural (Y) (Norma Técnica E.030 2014 (decreto n°003-2016 y RM-043-2019), Artículo 4.5.4): III

$h$ : Altura del edificio

$h$  : 11.40 m

Importancia de la obra (Norma Técnica E.030 2014 (decreto n°003-2016 y RM-043-2019), Artículo 3.1 y Tabla 5): C: Edificaciones comunes

### Parámetros de cálculo

Número de modos de vibración que intervienen en el análisis: Según norma

Fracción de sobrecarga de uso

: 0.25

Fracción de sobrecarga de nieve

: 0.00

Factor multiplicador del espectro

: 1.00

Efectos de la componente sísmica vertical

No se consideran

Verificación de la condición de cortante basal: Especificar los factores de modificación

No se realiza análisis de los efectos de 2° orden

Criterio de armado a aplicar por ductilidad: Requisitos especiales para elementos resistentes a fuerzas de sismo según la NTE.060

Factores reductores de la inercia (Norma Técnica E.030 2014 (decreto n°003-2016 y RM-043-2019), )

Vigas primarias frente a la acción sísmica: 1

Vigas secundarias frente a la acción sísmica: 0.01

Forjados primarios frente a la acción sísmica: 1

Pilares primarios frente a la acción sísmica: 1

Pantallas: 1

Muros: 1

Muros de fábrica: 1

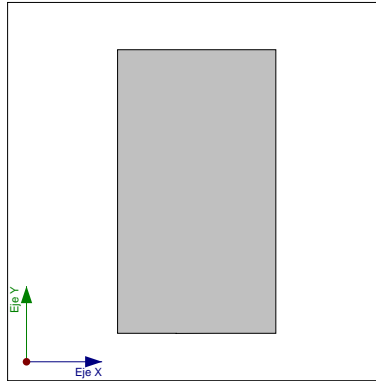




Direcciones de análisis

Acción sísmica según X

Acción sísmica según Y



Proyección en planta de la obra

## 4.2. Hipótesis de carga

Automáticas	Peso propio Cargas muertas Sobrecarga de uso Sismo X Sismo Y	
Adicionales	Referencia	Naturaleza
	TIERRA	Empujes del terreno

## 5. ESTADOS LÍMITE

L.U. de rotura. Hormigón	NTE E.060: 2009
L.U. de rotura. Hormigón en cimentaciones Tensiones sobre el terreno	
Desplazamientos	Acciones características

## 6. SITUACIONES DE PROYECTO

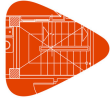
Para las distintas situaciones de proyecto, las combinaciones de acciones se definirán de acuerdo con los siguientes criterios:

- Situaciones persistentes o transitorias

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{Gj} G_{kj} + \gamma_P P_k + \sum_{i \geq 1} \gamma_{Qi} Q_{ki}$$

- Situaciones sísmicas

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{Gj} G_{kj} + \gamma_P P_k + \gamma_{A_E} A_E + \sum_{i \geq 1} \gamma_{Qi} Q_{ki}$$



- Donde:

- $G_k$  Acción permanente
- $P_k$  Acción de pretensado
- $Q_k$  Acción variable
- $A_E$  Acción sísmica
- $\gamma_G$  Coeficiente parcial de seguridad de las acciones permanentes
- $\gamma_P$  Coeficiente parcial de seguridad de la acción de pretensado
- $\gamma_{Q,1}$  Coeficiente parcial de seguridad de la acción variable principal
- $\gamma_{Q,i}$  Coeficiente parcial de seguridad de las acciones variables de acompañamiento
- $\gamma_{AE}$  Coeficiente parcial de seguridad de la acción sísmica

## 6.1. Coeficientes parciales de seguridad ( $\gamma$ ) y coeficientes de combinación ( $\psi$ )

Para cada situación de proyecto y estado límite los coeficientes a utilizar serán:

E.L.U. de rotura. Hormigón: NTE E.060: 2009

E.L.U. de rotura. Hormigón en cimentaciones: NTE E.060: 2009

NTE.060 2009 (9.2.1)		
	Coeficientes parciales de seguridad ( $\gamma$ )	
	Favorable	Desfavorable
Carga permanente (G)	1.400	1.400
Sobrecarga (Q)	0.000	1.700
Empujes del terreno (H)		

NTE.060 2009 (9.2.2)		
	Coeficientes parciales de seguridad ( $\gamma$ )	
	Favorable	Desfavorable
Carga permanente (G)	0.900	1.250
Sobrecarga (Q)	0.000	1.250
Empujes del terreno (H)		

NTE.060 2009 (9.2.3)		
	Coeficientes parciales de seguridad ( $\gamma$ )	
	Favorable	Desfavorable
Carga permanente (G)	0.900	1.250
Sobrecarga (Q)	0.000	1.250
Empujes del terreno (H)		
Sismo (E)	-1.000	1.000



# Listado de datos de la obra

TESIS UCV JESUS HUAMAN, JOEL QUISPE

Fecha: 27/11/21

NTE.060 2009 (9.2.5)		
	Coeficientes parciales de seguridad ( $\gamma$ )	
	Favorable	Desfavorable
Carga permanente (G)	0.900	1.400
Sobrecarga (Q)	0.000	1.700
Empujes del terreno (H)	1.700	1.700

## Tensiones sobre el terreno

Acciones variables sin sismo		
	Coeficientes parciales de seguridad ( $\gamma$ )	
	Favorable	Desfavorable
Carga permanente (G)	1.000	1.000
Sobrecarga (Q)	0.000	1.000
Empujes del terreno (H)	1.000	1.000

Sísmica		
	Coeficientes parciales de seguridad ( $\gamma$ )	
	Favorable	Desfavorable
Carga permanente (G)	1.000	1.000
Sobrecarga (Q)	0.000	1.000
Empujes del terreno (H)	1.000	1.000
Sismo (E)	-0.800	0.800

## Desplazamientos

Acciones variables sin sismo		
	Coeficientes parciales de seguridad ( $\gamma$ )	
	Favorable	Desfavorable
Carga permanente (G)	1.000	1.000
Sobrecarga (Q)	0.000	1.000
Empujes del terreno (H)	1.000	1.000

Sísmica		
	Coeficientes parciales de seguridad ( $\gamma$ )	
	Favorable	Desfavorable
Carga permanente (G)	1.000	1.000
Sobrecarga (Q)	0.000	1.000
Empujes del terreno (H)	1.000	1.000
Sismo (E)	-1.000	1.000

Producido por una versión educativa de CYPE



## 6.2. Combinaciones

- Nombres de las hipótesis

PP      Peso propio

CM      Cargas muertas

TIERRA TIERRA

Qa      Sobrecarga de uso

SX      Sismo X

SY      Sismo Y

- E.L.U. de rotura. Hormigón

- E.L.U. de rotura. Hormigón en cimentaciones

Comb.	PP	CM	TIERRA	Qa	SX	SY
1	1.400	1.400				
2	1.400	1.400		1.700		
3	0.900	0.900			-1.000	
4	1.250	1.250			-1.000	
5	0.900	0.900		1.250	-1.000	
6	1.250	1.250		1.250	-1.000	
7	0.900	0.900			1.000	
8	1.250	1.250			1.000	
9	0.900	0.900		1.250	1.000	
10	1.250	1.250		1.250	1.000	
11	0.900	0.900				-1.000
12	1.250	1.250				-1.000
13	0.900	0.900		1.250		-1.000
14	1.250	1.250		1.250		-1.000
15	0.900	0.900				1.000
16	1.250	1.250				1.000
17	0.900	0.900		1.250		1.000
18	1.250	1.250		1.250		1.000
19	0.900	0.900	1.700			
20	1.400	1.400	1.700			
21	0.900	0.900	1.700	1.700		
22	1.400	1.400	1.700	1.700		

- Tensiones sobre el terreno

Comb.	PP	CM	TIERRA	Qa	SX	SY
1	1.000	1.000	1.000			
2	1.000	1.000	1.000	1.000		
3	1.000	1.000	1.000		-0.800	
4	1.000	1.000	1.000	1.000	-0.800	
5	1.000	1.000	1.000		0.800	
6	1.000	1.000	1.000	1.000	0.800	
7	1.000	1.000	1.000			-0.800
8	1.000	1.000	1.000	1.000		-0.800
9	1.000	1.000	1.000			0.800
10	1.000	1.000	1.000	1.000		0.800



▪ Desplazamientos

Comb.	PP	CM	TIERRA	Qa	SX	SY
1	1.000	1.000	1.000			
2	1.000	1.000	1.000	1.000		
3	1.000	1.000	1.000		-1.000	
4	1.000	1.000	1.000	1.000	-1.000	
5	1.000	1.000	1.000		1.000	
6	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	
7	1.000	1.000	1.000			-1.000
8	1.000	1.000	1.000	1.000		-1.000
9	1.000	1.000	1.000			1.000
10	1.000	1.000	1.000	1.000		1.000

## 7. DATOS GEOMÉTRICOS DE GRUPOS Y PLANTAS

Grupo	Nombre del grupo	Planta	Nombre planta	Altura	Cota
5	Forjado 5	5	Forjado 5	1.80	11.40
4	Forjado 4	4	Forjado 4	2.65	9.60
3	Forjado 3	3	Forjado 3	2.65	6.95
2	Forjado 2	2	Forjado 2	2.65	4.30
1	Forjado 1	1	Forjado 1	3.65	1.65
0	Cimentación				-2.00

## 8. DATOS GEOMÉTRICOS DE PILARES, PANTALLAS Y MUROS

### 8.1. Pilares

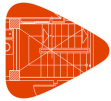
Gi: grupo inicial

Gf: grupo final

Ang: ángulo del pilar en grados sexagesimales

Datos de los pilares

Referencia	Coord(P.Fijo)	GI- GF	Vinculación exterior	Ang.	Punto fijo	Canto de apoyo
C2	( 0.00, 5.20)	0-4	Con vinculación exterior	0.0	Mitad izquierda	0.40
C3	( 0.00, 8.95)	0-4	Con vinculación exterior	0.0	Mitad izquierda	0.40
C4	( 0.13, 12.05)	0-4	Con vinculación exterior	0.0	Mitad inferior	0.40
C5	( 0.00, 16.75)	0-4	Con vinculación exterior	0.0	Mitad izquierda	0.40
C6	( 11.88, 12.05)	0-4	Con vinculación exterior	0.0	Mitad inferior	0.40
C7	( 0.00, 21.50)	0-4	Con vinculación exterior	0.0	Esq. sup. izq.	1.45
C8	( 12.00, 21.50)	0-4	Con vinculación exterior	0.0	Esq. sup. der.	1.45
C10	( 4.78, 16.75)	0-4	Con vinculación exterior	0.0	Centro	0.40
C11	( 7.22, 16.75)	0-4	Con vinculación exterior	0.0	Centro	0.40
C12	( 12.00, 16.75)	0-4	Con vinculación exterior	0.0	Mitad derecha	0.40
C13	( 4.91, 12.35)	0-4	Con vinculación exterior	180.0	Mitad izquierda	0.40
C14	( 7.10, 12.35)	0-4	Con vinculación exterior	180.0	Mitad derecha	0.40
C16	( 4.78, 8.95)	0-4	Con vinculación exterior	0.0	Centro	0.40
C17	( 7.22, 8.95)	0-4	Con vinculación exterior	0.0	Centro	0.40
C18	( 12.00, 8.95)	0-4	Con vinculación exterior	0.0	Mitad derecha	0.40



# Listado de datos de la obra

TESIS UCV JESUS HUAMAN, JOEL QUISPE

Fecha: 27/11/21

Referencia	Coord(P.Fijo)	GI- GF	Vinculación exterior	Ang.	Punto fijo	Canto de apoyo
C19	( 12.00, 5.20)	0-4	Con vinculación exterior	0.0	Mitad derecha	0.40
C21	( 4.58, 0.00)	0-5	Con vinculación exterior	0.0	Mitad inferior	0.45
C22	( 7.43, 0.00)	0-5	Con vinculación exterior	0.0	Mitad inferior	0.45

## 8.2. Muros

- Las coordenadas de los vértices inicial y final son absolutas.
- Las dimensiones están expresadas en metros.

Datos geométricos del muro

Referencia	Tipo muro	GI- GF	Vértices		Planta	Dimensiones Izquierda+Derecha=Total
			Inicial	Final		
M4	Muro de hormigón armado	0-4	( 3.08, 21.40)	( 5.08, 21.40)	4 3 2 1	0.1+0.15=0.25 0.1+0.15=0.25 0.1+0.15=0.25 0.1+0.15=0.25
M5	Muro de hormigón armado	0-4	( 6.92, 21.40)	( 8.92, 21.40)	4 3 2 1	0.1+0.15=0.25 0.1+0.15=0.25 0.1+0.15=0.25 0.1+0.15=0.25
M1	Muro de hormigón armado	0-5	( 4.45, 5.38)	( 7.55, 5.38)	5 4 3 2 1	0.125+0.125=0.25 0.125+0.125=0.25 0.125+0.125=0.25 0.125+0.125=0.25 0.125+0.125=0.25
M2	Muro de hormigón armado	0-5	( 5.35, 3.80)	( 5.35, 5.38)	5 4 3 2 1	0.1+0.1=0.2 0.1+0.1=0.2 0.1+0.1=0.2 0.1+0.1=0.2 0.1+0.1=0.2
M3	Muro de hormigón armado	0-5	( 6.80, 3.80)	( 6.80, 5.38)	5 4 3 2 1	0.1+0.1=0.2 0.1+0.1=0.2 0.1+0.1=0.2 0.1+0.1=0.2 0.1+0.1=0.2
M6	Muro de hormigón armado	0-4	( 0.10, -0.00)	( 0.10, 2.00)	4 3 2 1	0.1+0.15=0.25 0.1+0.15=0.25 0.1+0.15=0.25 0.1+0.15=0.25
M7	Muro de hormigón armado	0-4	( 11.85, 0.00)	( 11.85, 2.00)	4 3 2 1	0.1+0.15=0.25 0.1+0.15=0.25 0.1+0.15=0.25 0.1+0.15=0.25

Zapata del muro

Referencia	Zapata del muro
M4	Con vinculación exterior
M5	Con vinculación exterior
M1	Con vinculación exterior
M2	Con vinculación exterior
M3	Con vinculación exterior
M6	Con vinculación exterior
M7	Con vinculación exterior



## 9. DIMENSIONES, COEFICIENTES DE EMPOTRAMIENTO Y COEFICIENTES DE PANDEO PARA CADA PLANTA

C3, C5, C10, C12, C16, C17, C18, C19, C11, C2, C13, C14, C7, C8, C4, C6						
Planta	Dimensiones (cm)	Coeficiente de empotramiento		Coeficiente de pandeo		Coeficiente de rigidez axil
		Cabeza	Pie	X	Y	
4	25x60	0.30	1.00	1.00	1.00	2.00
3	25x60	1.00	1.00	1.00	1.00	2.00
2	25x60	1.00	1.00	1.00	1.00	2.00
1	25x60	1.00	1.00	1.00	1.00	2.00

C21, C22						
Planta	Dimensiones (cm)	Coeficiente de empotramiento		Coeficiente de pandeo		Coeficiente de rigidez axil
		Cabeza	Pie	X	Y	
5	25x60	0.30	1.00	1.00	1.00	2.00
4	25x60	1.00	1.00	1.00	1.00	2.00
3	25x60	1.00	1.00	1.00	1.00	2.00
2	25x60	1.00	1.00	1.00	1.00	2.00
1	25x60	1.00	1.00	1.00	1.00	2.00

## 10. LISTADO DE PAÑOS

Tipos de forjados considerados

Nombre	Descripción
Losa Aligerada e=25cm	FORJADO DE VIGUETAS IN SITU Canto de bovedilla: 20 cm Espesor capa compresión: 5 cm Intereje: 40 cm Ancho del nervio: 10 cm Ancho de la base: 10 cm Bovedilla: Bloque 30x30x20 Peso propio: 0.24 t/m <sup>2</sup>
Losa Aligerada e=20cm	FORJADO DE VIGUETAS IN SITU Canto de bovedilla: 15 cm Espesor capa compresión: 5 cm Intereje: 40 cm Ancho del nervio: 10 cm Ancho de la base: 10 cm Bovedilla: bloque 30x30x15 Peso propio: 0.21 t/m <sup>2</sup>

Grupo	Tipo	Paños
Forjado 1	Losa Aligerada e=25cm	En todos los paños
Forjado 2	Losa Aligerada e=25cm	En todos los paños
Forjado 3	Losa Aligerada e=25cm	En todos los paños
Forjado 4	Losa Aligerada e=20cm	En todos los paños
Forjado 5	Losa Aligerada e=25cm	En todos los paños

Producido por una versión educativa de CYPE



## 11. INTERACCIÓN TERRENO-ESTRUCTURA (ZAPATAS Y ENCEPADOS)

Referencias	Datos de cálculo
C2	Zapata rectangular excéntrica Ancho zapata X: 115 cm Ancho zapata Y: 150 cm No se considera la interacción
C3	Zapata rectangular excéntrica Ancho zapata X: 115 cm Ancho zapata Y: 150 cm No se considera la interacción
C4	Zapata rectangular excéntrica Ancho zapata X: 125 cm Ancho zapata Y: 160 cm No se considera la interacción
C5	Zapata rectangular excéntrica Ancho zapata X: 125 cm Ancho zapata Y: 160 cm No se considera la interacción
C6	Zapata rectangular excéntrica Ancho zapata X: 125 cm Ancho zapata Y: 160 cm No se considera la interacción
C7-C8	Zapata rectangular excéntrica Ancho zapata X: 1410 cm Ancho zapata Y: 165 cm No se considera la interacción
C10	Zapata rectangular excéntrica Ancho zapata X: 145 cm Ancho zapata Y: 180 cm No se considera la interacción
C11	Zapata rectangular excéntrica Ancho zapata X: 145 cm Ancho zapata Y: 180 cm No se considera la interacción
C12	Zapata rectangular excéntrica Ancho zapata X: 125 cm Ancho zapata Y: 160 cm No se considera la interacción
C13	Zapata rectangular excéntrica Ancho zapata X: 125 cm Ancho zapata Y: 160 cm No se considera la interacción
C14	Zapata rectangular excéntrica Ancho zapata X: 125 cm Ancho zapata Y: 160 cm No se considera la interacción
C16	Zapata rectangular excéntrica Ancho zapata X: 125 cm Ancho zapata Y: 160 cm No se considera la interacción
C17	Zapata rectangular excéntrica Ancho zapata X: 125 cm Ancho zapata Y: 160 cm No se considera la interacción





# Listado de datos de la obra

TESIS UCV JESUS HUAMAN, JOEL QUISPE

Fecha: 27/11/21

Referencias	Datos de cálculo
C18	Zapata rectangular excéntrica Ancho zapata X: 115 cm Ancho zapata Y: 150 cm No se considera la interacción
C19	Zapata rectangular excéntrica Ancho zapata X: 115 cm Ancho zapata Y: 150 cm No se considera la interacción
C21-C22	Zapata rectangular excéntrica Ancho zapata X: 380 cm Ancho zapata Y: 130 cm No se considera la interacción
M1-M2-M3	Zapata rectangular excéntrica Ancho zapata X: 770 cm Ancho zapata Y: 630 cm No se considera la interacción
M6	Zapata rectangular centrada Ancho zapata X: 590 cm Ancho zapata Y: 390 cm No se considera la interacción
M7	Zapata rectangular centrada Ancho zapata X: 590 cm Ancho zapata Y: 390 cm No se considera la interacción

Producido por una versión educativa de CYPE

## 12. LOSAS Y ELEMENTOS DE CIMENTACIÓN

### 12.1. Zapatas

Tensión admisible en situaciones persistentes: 2.79 kp/cm<sup>2</sup>

Tensión admisible en situaciones accidentales: 3.07 kp/cm<sup>2</sup>

## 13. MATERIALES UTILIZADOS

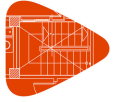
### 13.1. Hormigones

Elemento	Hormigón	f' <sub>c</sub> (kp/cm <sup>2</sup> )	Tamaño máximo del árido (mm)	E <sub>c</sub> (kp/cm <sup>2</sup> )
Todos	f' <sub>c</sub> =250 kg/cm <sup>2</sup>	215	19	221409

### 13.2. Aceros por elemento y posición

#### 13.2.1. Aceros en barras

Elemento	Acero	f <sub>yk</sub> (kp/cm <sup>2</sup> )	γ <sub>s</sub>
Todos	Grado 60	4200	1.00



## 13.2.2. Aceros en perfiles

Tipo de acero para perfiles	Acero	Límite elástico (kp/cm <sup>2</sup> )	Módulo de elasticidad (kp/cm <sup>2</sup> )
Acero conformado	ASTM A 36 36 ksi	2548	2069317
Acero laminado	ASTM A 36 36 ksi	2548	2038736

## ÍNDICE

1. DESCRIPCIÓN.....	2
2. MEDICIÓN.....	3



## 1. DESCRIPCIÓN

Referencias	Geometría	Armado
C2, C19	Zapata rectangular excéntrica Ancho inicial X: 57.5 cm Ancho inicial Y: 75 cm Ancho final X: 57.5 cm Ancho final Y: 75 cm Ancho zapata X: 115 cm Ancho zapata Y: 150 cm Canto: 40 cm No se considera la interacción terreno-estructura	Sup X: 6Ø5/8"c/26 Sup Y: 7Ø1/2"c/16 Inf X: 6Ø5/8"c/26 Inf Y: 7Ø1/2"c/16
C3, C18	Zapata rectangular excéntrica Ancho inicial X: 57.5 cm Ancho inicial Y: 75 cm Ancho final X: 57.5 cm Ancho final Y: 75 cm Ancho zapata X: 115 cm Ancho zapata Y: 150 cm Canto: 40 cm No se considera la interacción terreno-estructura	X: 6Ø5/8"c/26 Y: 7Ø1/2"c/16
C4, C5, C6, C12, C13, C14, C16, C17	Zapata rectangular excéntrica Ancho inicial X: 62.5 cm Ancho inicial Y: 80 cm Ancho final X: 62.5 cm Ancho final Y: 80 cm Ancho zapata X: 125 cm Ancho zapata Y: 160 cm Canto: 40 cm No se considera la interacción terreno-estructura	X: 6Ø5/8"c/27 Y: 5Ø5/8"c/26
M6, M7	Zapata rectangular centrada Ancho zapata X: 590 cm Ancho zapata Y: 390 cm Canto: 100 cm No se considera la interacción terreno-estructura	Sup X: 14Ø1"c/28 Sup Y: 21Ø1"c/28 Inf X: 14Ø1"c/28 Inf Y: 21Ø1"c/28
C10, C11	Zapata rectangular excéntrica Ancho inicial X: 72.5 cm Ancho inicial Y: 90 cm Ancho final X: 72.5 cm Ancho final Y: 90 cm Ancho zapata X: 145 cm Ancho zapata Y: 180 cm Canto: 40 cm No se considera la interacción terreno-estructura	X: 7Ø5/8"c/26 Y: 10Ø1/2"c/14
C7-C8	Zapata rectangular excéntrica Ancho inicial X: 705.22 cm Ancho inicial Y: 145 cm Ancho final X: 704.78 cm Ancho final Y: 20 cm Ancho zapata X: 1410 cm Ancho zapata Y: 165 cm Canto: 145 cm No se considera la interacción terreno-estructura	Sup X: 9Ø1"c/17 Sup Y: 74Ø1"c/19 Inf X: 10Ø1"c/15 Inf Y: 74Ø1"c/19



# Listado de cimentación

TESIS UCV JESUS HUAMAN, JOEL QUISPE

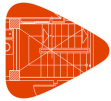
Fecha: 27/11/21

Referencias	Geometría	Armado
C21-C22	Zapata rectangular excéntrica Ancho inicial X: 190 cm Ancho inicial Y: 65 cm Ancho final X: 190 cm Ancho final Y: 65 cm Ancho zapata X: 380 cm Ancho zapata Y: 130 cm Canto: 45 cm No se considera la interacción terreno-estructura	Sup X: 9Ø3/4"c/13 Sup Y: 16Ø5/8"c/24 Inf X: 6Ø5/8"c/22 Inf Y: 16Ø5/8"c/24
M1-M2-M3	Zapata rectangular excéntrica Ancho inicial X: 390 cm Ancho inicial Y: 335 cm Ancho final X: 380 cm Ancho final Y: 295 cm Ancho zapata X: 770 cm Ancho zapata Y: 630 cm Canto: 115 cm No se considera la interacción terreno-estructura	Sup X: 26Ø1"c/24 Sup Y: 32Ø1"c/24 Inf X: 47Ø1"c/13 Inf Y: 32Ø1"c/24

## MEDICIÓN

Referencias: C2 y C19		Grado 60			Total
Nombre de armado		Ø3/8"	Ø1/2"	Ø5/8"	
Parrilla inferior - Armado X	Longitud (m)			6x1.97	11.82
	Peso (kg)			6x3.08	18.46
Parrilla inferior - Armado Y	Longitud (m)		7x2.22		15.54
	Peso (kg)		7x2.21		15.46
Parrilla superior - Armado X	Longitud (m)			6x1.97	11.82
	Peso (kg)			6x3.08	18.46
Parrilla superior - Armado Y	Longitud (m)		7x2.22		15.54
	Peso (kg)		7x2.21		15.46
Arranque - Armado longitudinal	Longitud (m)		12x8.69		104.28
	Peso (kg)		12x8.64		103.72
Arranque - Estribos	Longitud (m)	3x1.65			4.95
	Peso (kg)	3x0.92			2.77
Totales	Longitud (m)	4.95	135.36	23.64	
	Peso (kg)	2.77	134.64	36.92	174.33
Total con mermas (0.00%)	Longitud (m)	4.95	135.36	23.64	
	Peso (kg)	2.77	134.64	36.92	174.33

Referencias: C3 y C18		Grado 60			Total
Nombre de armado		Ø3/8"	Ø1/2"	Ø5/8"	
Parrilla inferior - Armado X	Longitud (m)			6x2.03	12.18
	Peso (kg)			6x3.17	19.03
Parrilla inferior - Armado Y	Longitud (m)		7x2.28		15.96
	Peso (kg)		7x2.27		15.87
Arranque - Armado longitudinal	Longitud (m)		12x8.72		104.64
	Peso (kg)		12x8.67		104.07
Arranque - Estribos	Longitud (m)	3x1.65			4.95
	Peso (kg)	3x0.92			2.77
Totales	Longitud (m)	4.95	120.60	12.18	
	Peso (kg)	2.77	119.94	19.03	141.74
Total con mermas (0.00%)	Longitud (m)	4.95	120.60	12.18	
	Peso (kg)	2.77	119.94	19.03	141.74



# Listado de cimentación

TESIS UCV JESUS HUAMAN, JOEL QUISPE

Fecha: 27/11/21

Referencias: C4, C5, C6, C12, C13, C14, C16 y C17		Grado 60			Total
Nombre de armado		Ø3/8"	Ø1/2"	Ø5/8"	
Parrilla inferior - Armado X	Longitud (m)			6x2.12	12.72
	Peso (kg)			6x3.31	19.87
Parrilla inferior - Armado Y	Longitud (m)			5x2.47	12.35
	Peso (kg)			5x3.86	19.29
Arranque - Armado longitudinal	Longitud (m)		12x8.71		104.52
	Peso (kg)		12x8.66		103.96
Arranque - Estribos	Longitud (m)	3x1.65			4.95
	Peso (kg)	3x0.92			2.77
Totales	Longitud (m)	4.95	104.52	25.07	145.89
	Peso (kg)	2.77	103.96	39.16	
Total con mermas (0.00%)	Longitud (m)	4.95	104.52	25.07	145.89
	Peso (kg)	2.77	103.96	39.16	

Referencias: M6 y M7		Grado 60		Total
Nombre de armado		Ø1"		
Parrilla inferior - Armado X	Longitud (m)	14x6.54		91.56
	Peso (kg)	14x26.01		364.19
Parrilla inferior - Armado Y	Longitud (m)	21x4.54		95.34
	Peso (kg)	21x18.06		379.22
Parrilla superior - Armado X	Longitud (m)	14x6.54		91.56
	Peso (kg)	14x26.01		364.19
Parrilla superior - Armado Y	Longitud (m)	21x4.54		95.34
	Peso (kg)	21x18.06		379.22
Totales	Longitud (m)	373.80		1486.82
	Peso (kg)	1486.82		
Total con mermas (0.00%)	Longitud (m)	373.80		1486.82
	Peso (kg)	1486.82		

Referencias: C10 y C11		Grado 60			Total
Nombre de armado		Ø3/8"	Ø1/2"	Ø5/8"	
Parrilla inferior - Armado X	Longitud (m)			7x2.33	16.31
	Peso (kg)			7x3.64	25.48
Parrilla inferior - Armado Y	Longitud (m)		10x2.58		25.80
	Peso (kg)		10x2.57		25.66
Arranque - Armado longitudinal	Longitud (m)		12x8.72		104.64
	Peso (kg)		12x8.67		104.07
Arranque - Estribos	Longitud (m)	3x1.65			4.95
	Peso (kg)	3x0.92			2.77
Totales	Longitud (m)	4.95	130.44	16.31	157.98
	Peso (kg)	2.77	129.73	25.48	
Total con mermas (0.00%)	Longitud (m)	4.95	130.44	16.31	157.98
	Peso (kg)	2.77	129.73	25.48	

Referencia: C7-C8		Grado 60			Total
Nombre de armado		Ø3/8"	Ø1/2"	Ø1"	
Parrilla inferior - Armado X	Longitud (m)			10x14.74	147.40
	Peso (kg)			10x58.63	586.30
Parrilla inferior - Armado Y	Longitud (m)			74x2.29	169.46
	Peso (kg)			74x9.11	674.04
Parrilla superior - Armado X	Longitud (m)			9x14.74	132.66
	Peso (kg)			9x58.63	527.67
Parrilla superior - Armado Y	Longitud (m)			74x2.29	169.46
	Peso (kg)			74x9.11	674.04



# Listado de cimentación

TESIS UCV JESUS HUAMAN, JOEL QUISPE

Fecha: 27/11/21

Referencia: C7-C8		Grado 60			Total
Nombre de armado		Ø3/8"	Ø1/2"	Ø1"	
Arranque - Armado longitudinal	Longitud (m)		12x9.74		116.88
	Peso (kg)		12x9.69		116.25
Arranque - Estribos	Longitud (m)	13x1.65			21.45
	Peso (kg)	13x0.92			12.01
Arranque - Armado longitudinal	Longitud (m)		12x9.74		116.88
	Peso (kg)		12x9.69		116.25
Arranque - Estribos	Longitud (m)	13x1.65			21.45
	Peso (kg)	13x0.92			12.01
Totales	Longitud (m)	42.90	233.76	618.98	
	Peso (kg)	24.02	232.50	2462.05	2718.57
Total con mermas (0.00%)	Longitud (m)	42.90	233.76	618.98	
	Peso (kg)	24.02	232.50	2462.05	2718.57

Referencia: C21-C22		Grado 60				Total
Nombre de armado		Ø3/8"	Ø1/2"	Ø5/8"	Ø3/4"	
Parrilla inferior - Armado X	Longitud (m)			6x4.70		28.20
	Peso (kg)			6x7.34		44.05
Parrilla inferior - Armado Y	Longitud (m)			16x2.20		35.20
	Peso (kg)			16x3.44		54.99
Parrilla superior - Armado X	Longitud (m)				9x4.80	43.20
	Peso (kg)				9x10.74	96.65
Parrilla superior - Armado Y	Longitud (m)			16x2.20		35.20
	Peso (kg)			16x3.44		54.99
Arranque - Armado longitudinal	Longitud (m)		12x8.73			104.76
	Peso (kg)		12x8.68			104.19
Arranque - Estribos	Longitud (m)	3x1.65				4.95
	Peso (kg)	3x0.92				2.77
Arranque - Armado longitudinal	Longitud (m)		12x8.73			104.76
	Peso (kg)		12x8.68			104.19
Arranque - Estribos	Longitud (m)	3x1.65				4.95
	Peso (kg)	3x0.92				2.77
Totales	Longitud (m)	9.90	209.52	98.60	43.20	
	Peso (kg)	5.54	208.38	154.03	96.65	464.60
Total con mermas (0.00%)	Longitud (m)	9.90	209.52	98.60	43.20	
	Peso (kg)	5.54	208.38	154.03	96.65	464.60

Referencia: M1-M2-M3		Grado 60	Total
Nombre de armado		Ø1"	
Parrilla inferior - Armado X	Longitud (m)	47x8.34	391.98
	Peso (kg)	47x33.17	1559.14
Parrilla inferior - Armado Y	Longitud (m)	32x6.94	222.08
	Peso (kg)	32x27.60	883.34
Parrilla superior - Armado X	Longitud (m)	26x8.34	216.84
	Peso (kg)	26x33.17	862.50
Parrilla superior - Armado Y	Longitud (m)	32x6.94	222.08
	Peso (kg)	32x27.60	883.34
Totales	Longitud (m)	1052.98	
	Peso (kg)	4188.32	4188.32
Total con mermas (0.00%)	Longitud (m)	1052.98	
	Peso (kg)	4188.32	4188.32

Resumen de medición (se incluyen mermas de acero)



# Listado de cimentación

TESIS UCV JESUS HUAMAN, JOEL QUISPE

Fecha: 27/11/21

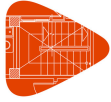
Elemento	Grado 60 (kg)						Hormigón (m³)		Encofrado (m²)
	Ø3/8"	Ø1/2"	Ø5/8"	Ø3/4"	Ø1"	Total	f'c=250 kg/cm2	Limpieza	
Referencias: C2 y C19	2x2.77	2x134.64	2x36.92			348.66	2x0.69	2x0.17	2x2.12
Referencias: C3 y C18	2x2.77	2x119.94	2x19.03			283.48	2x0.69	2x0.17	2x2.12
Referencias: C4, C5, C6, C12, C13, C14, C16 y C17	8x2.77	8x103.96	8x39.16			1167.12	8x0.80	8x0.20	8x2.28
Referencias: M6 y M7					2x1486.82	2973.64	2x23.01	2x2.30	2x19.60
Referencias: C10 y C11	2x2.77	2x129.73	2x25.48			315.96	2x1.04	2x0.26	2x2.60
Referencia: C7-C8	24.02	232.50			2462.05	2718.57	33.73	2.33	45.67
Referencia: C21-C22	5.54	208.38	154.03	96.65		464.60	2.22	0.49	4.59
Referencia: M1-M2-M3					4188.32	4188.32	55.79	4.85	32.20
Totales	68.34	2041.18	630.17	96.65	9624.01	12460.35	149.01	15.09	153.59

Producido por una versión educativa de CYPE



## ÍNDICE

1. DATOS GENERALES.....	2
2. ESCALERA SOTANO.....	2
2.1. Geometría.....	2
2.2. Cargas.....	2
2.3. Tramo 1.....	2
2.3.1. Geometría.....	2
2.3.2. Resultados.....	3
2.3.3. Medición.....	4
3. ESCALERA DEL EDIFICIO.....	4
3.1. Geometría.....	4
3.2. Cargas.....	4
3.3. Tramo 1.....	4
3.3.1. Geometría.....	4
3.3.2. Resultados.....	5
3.3.3. Medición.....	6



## 1. DATOS GENERALES

- Hormigón:  $f'c=250$  kg/cm<sup>2</sup>
- Acero: Grado 60
- Recubrimiento geométrico: 3.0 cm

### Acciones

- NTE E.060: 2009

## 2. ESCALERA SOTANO

### 2.1. Geometría

- Ámbito: 1.250 m
- Huella: 0.250 m
- Contrahuella: 0.172 m
- Peldañado: Hormigonado con la losa

### 2.2. Cargas

- Peso propio: 0.360 t/m<sup>2</sup>
- Peldañado: 0.170 t/m<sup>2</sup>
- Barandillas: 0.050 t/m
- Solado: 0.100 t/m<sup>2</sup>
- Sobrecarga de uso: 0.200 t/m<sup>2</sup>

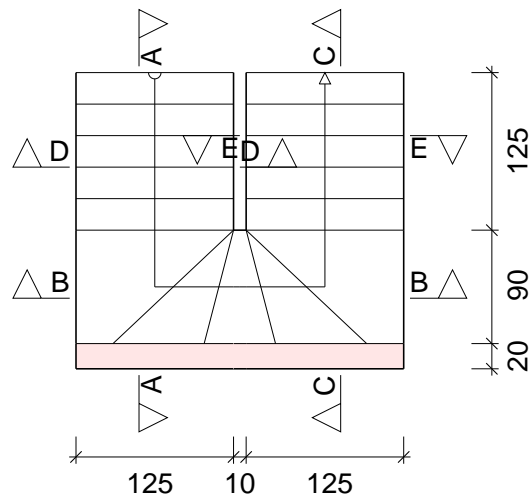
### 2.3. Tramo 1

#### 2.3.1. Geometría

- Planta final: Forjado 1
- Planta inicial: Cimentación
- Espesor: 0.15 m
- Huella: 0.250 m
- Contrahuella: 0.172 m
- N° de escalones: 16
- Desnivel que salva: 3.65 m
- Apoyo de las mesetas: Muro de hormigón (Anchura: 0.20 m)



# Listado de escaleras



## 2.3.2. Resultados

Producido por una versión educativa de CYPE

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

Reacciones (t/m)			
Posición	Peso propio	Cargas muertas	Sobrecarga de uso
Arranque	0.84	0.33	0.20
Meseta	2.14	0.33	0.23
Entrega	0.57	0.32	0.18



## 2.3.3. Medición

Medición						
Sección	Cara	Diámetro	Número	Longitud (m)	Total (m)	Peso (kg)
A-A	Superior	Ø1/2"	7	3.81	26.67	26.5
A-A	Inferior	Ø1/2"	7	1.30	9.10	9.1
A-A	Inferior	Ø1/2"	7	2.64	18.48	18.4
A-A	Inferior	Ø1/2"	7	1.58	11.06	11.0
A-A	Superior	Ø1/2"	7	1.21	8.47	8.4
A-A	Inferior	Ø1/2"	7	1.21	8.47	8.4
B-B	Superior	Ø1/2"	7	2.68	18.76	18.7
B-B	Inferior	Ø1/2"	7	2.68	18.76	18.7
C-C	Superior	Ø1/2"	7	2.05	14.35	14.3
C-C	Superior	Ø1/2"	7	3.40	23.80	23.7
C-C	Inferior	Ø1/2"	7	2.70	18.90	18.8
C-C	Inferior	Ø1/2"	7	2.65	18.55	18.4
D-D	Superior	Ø3/8"	16	1.34	21.44	12.0
D-D	Inferior	Ø3/8"	15	1.34	20.10	11.3
E-E	Superior	Ø3/8"	14	1.34	18.76	10.5
E-E	Inferior	Ø3/8"	14	1.34	18.76	10.5
					Total + 0 %	238.6

- Volumen de hormigón: 1.56 m<sup>3</sup>
- Superficie: 10.6 m<sup>2</sup>
- Cuantía volumétrica: 152.5 kg/m<sup>3</sup>
- Cuantía superficial: 22.6 kg/m<sup>2</sup>

## ESCALERA DEL EDIFICIO

### 1. Geometría

- Ámbito: 1.250 m
- Huella: 0.250 m
- Contrahuella: 0.177 m
- Peldañado: Hormigonado con la losa

### 3.2. Cargas

- Peso propio: 0.360 t/m<sup>2</sup>
- Peldañado: 0.173 t/m<sup>2</sup>
- Barandillas: 0.050 t/m
- Solado: 0.100 t/m<sup>2</sup>
- Sobrecarga de uso: 0.200 t/m<sup>2</sup>

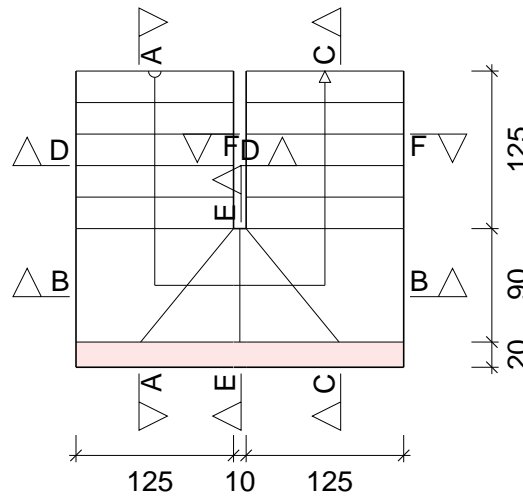
### 3.3. Tramo 1

#### 3.3.1. Geometría

- Planta final: Forjado 4
- Planta inicial: Forjado 1
- Tramos consecutivos iguales: 3
- Espesor: 0.15 m



- Huella: 0.250 m
- Contrahuella: 0.177 m
- Nº de escalones: 15
- Desnivel que salva: 2.65 m
- Apoyo de las mesetas: Muro de hormigón (Anchura: 0.20 m)

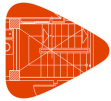


Producido por una versión educativa de CYPE

### 3.2. Resultados

Armadura			
Sección	Tipo	Superior	Inferior
A-A	Longitudinal	Ø3/8"c/15	Ø3/8"c/15
B-B	Longitudinal	Ø3/8"c/15	Ø3/8"c/15
C-C	Longitudinal	Ø3/8"c/15	Ø3/8"c/15
D-D	Transversal	Ø3/8"c/20	Ø3/8"c/20
E-E	Transversal	Ø3/8"c/15	Ø3/8"c/15
F-F	Transversal	Ø3/8"c/20	Ø3/8"c/20

Reacciones (t/m)			
Posición	Peso propio	Cargas muertas	Sobrecarga de uso
Arranque	0.58	0.32	0.18
Meseta	1.49	0.39	0.25
Entrega	0.49	0.26	0.15



# Listado de escaleras

TESIS UCV JESUS HUAMAN, JOEL QUISPE

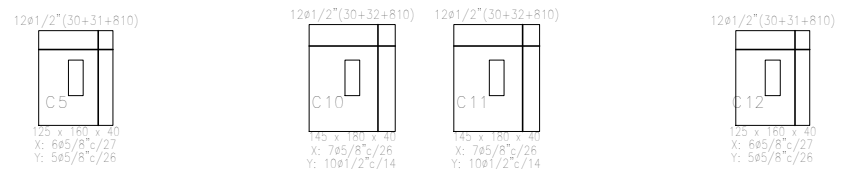
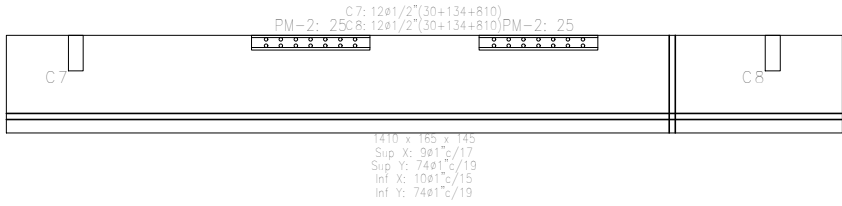
Fecha: 27/11/21

## 3.3.3. Medición

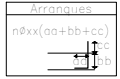
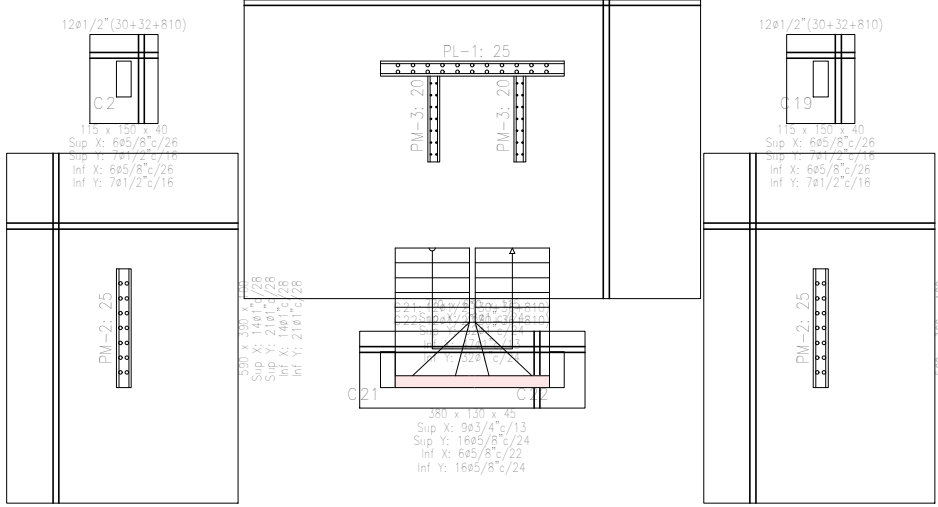
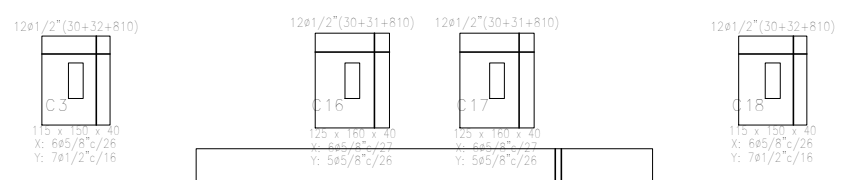
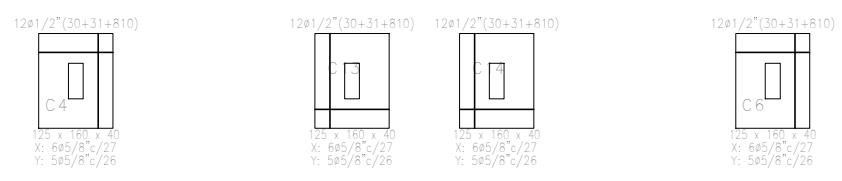
Medición						
Sección	Cara	Diámetro	Número	Longitud (m)	Total (m)	Peso (kg)
A-A	Superior	Ø3/8"	9	3.46	31.14	17.4
A-A	Inferior	Ø3/8"	9	2.57	23.13	12.9
A-A	Inferior	Ø3/8"	9	1.55	13.95	7.8
B-B	Superior	Ø3/8"	8	2.69	21.52	12.0
B-B	Inferior	Ø3/8"	8	2.69	21.52	12.0
C-C	Superior	Ø3/8"	9	1.91	17.19	9.6
C-C	Superior	Ø3/8"	9	3.11	27.99	15.7
C-C	Inferior	Ø3/8"	9	2.49	22.41	12.5
C-C	Inferior	Ø3/8"	9	2.54	22.86	12.8
D-D	Superior	Ø3/8"	9	1.34	12.06	6.8
D-D	Inferior	Ø3/8"	10	1.34	13.40	7.5
E-E	Superior	Ø3/8"	2	1.15	2.30	1.3
E-E	Inferior	Ø3/8"	2	1.15	2.30	1.3
F-F	Superior	Ø3/8"	13	1.34	17.42	9.8
F-F	Inferior	Ø3/8"	13	1.34	17.42	9.8
					Total + 0 %	149.2

- Volumen de hormigón: 1.38 m<sup>3</sup>
- Superficie: 8.0 m<sup>2</sup>
- Cuantía volumétrica: 108.2 kg/m<sup>3</sup>
- Cuantía superficial: 18.7 kg/m<sup>2</sup>

CUADRO DE ELEMENTOS DE CIMENTACIÓN						
Referencias	Dimensiones (cm)	Canto (cm)	Armado inf. X	Armado inf. Y	Armado sup. X	Armado sup. Y
C2 y C19	115x150	40	6ø5/8°c/26	7ø1/2°c/16	6ø5/8°c/26	7ø1/2°c/16
C3 y C18	115x150	40	6ø5/8°c/26	7ø1/2°c/16		
C4, C5, C6, C12, C13, C14, C16 y C17	125x160	40	6ø5/8°c/27	5ø5/8°c/26		
M6 y M7	590x390	100	14ø1°c/28	21ø1°c/28	14ø1°c/28	21ø1°c/28
C10 y C11	145x180	40	7ø5/8°c/26	10ø1/2°c/14		
C7-C8	1410x165	145	10ø1°c/15	74ø1°c/19	9ø1°c/17	74ø1°c/19
C21-C22	380x130	45	6ø5/8°c/22	16ø5/8°c/24	9ø3/4°c/13	16ø5/8°c/24
M1-M2-M3	770x630	115	47ø1°c/13	32ø1°c/24	26ø1°c/24	32ø1°c/24



Cimentación  
 Cimentación  
 Hormigón: f'c=250 kg/cm2  
 Aceros en cimentación: Grado 60  
 Escala: 1:100

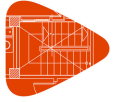






## ÍNDICE

1. MUROS.....	2
1.1. PL-1.....	2
1.2. PM-3.....	2



## MUROS

### 1.1. PL-1

Hormigón:  $f'c=250$  kg/cm<sup>2</sup>

Acero de la armadura vertical: Grado 60

Acero de la armadura horizontal: Grado 60

Forjado 5 - Forjado 1							
S1: 1 - 2 →							
Sección	Segmento	Espesor (cm)	Armadura no confinada	Elementos de borde		Armadura confinada	
				Nudo	Longitud (cm)	Armadura vertical	Estribos
Forjado 5	S1	25	V: 2x#3@20cm H: 2x#3@20cm	1 2	-- --	-- --	-- --
Forjado 4	S1	25	V: 2x#3@20cm H: 2x#3@20cm	1 2	-- --	-- --	-- --
Forjado 3	S1	25	V: 2x#3@20cm H: 2x#3@20cm	1 2	25 25	2x2#5 2x2#5	#3@8cm #3@8cm
Forjado 2	S1	25	V: 2x#4@25cm H: 2x#4@25cm	1 2	30 30	2x2#7 2x2#7	#3@7cm #3@7cm
Forjado 1	S1	25	V: 2x#4@10cm H: 2x#6@30cm	1 2	90 90	3x5#7 3x5#7	#3@7cm #3@7cm

### 1.2. PM-3

Hormigón:  $f'c=250$  kg/cm<sup>2</sup>

Acero de la armadura vertical: Grado 60

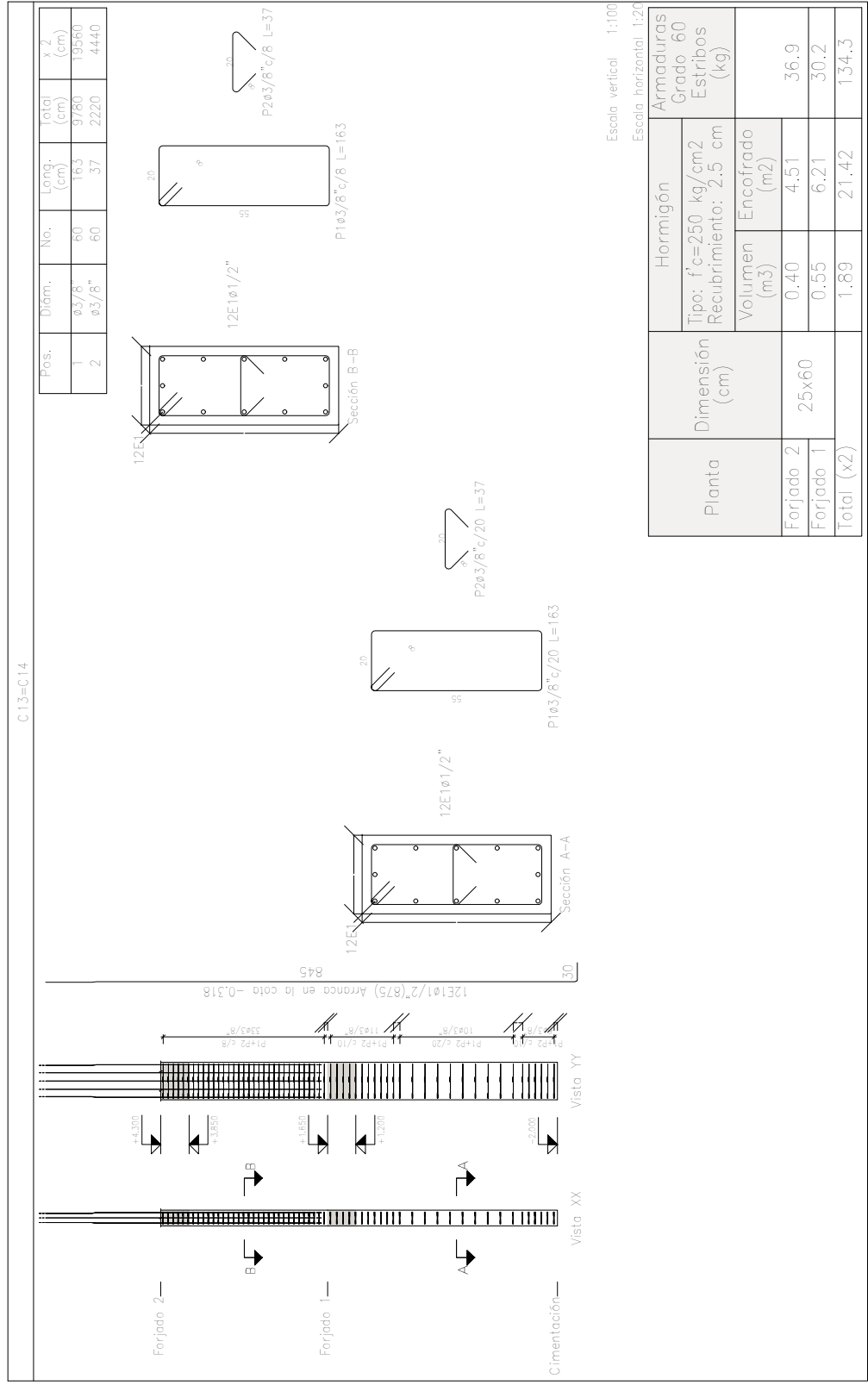
Acero de la armadura horizontal: Grado 60



Forjado 5 - Forjado 1							
Sección	Segmento	Espesor (cm)	Armadura no confinada	Elementos de borde		Armadura confinada	
				Nudo	Longitud (cm)	Armadura vertical	Estribos
Forjado 5	S1	20	V: 2x#3@25cm	1	--	--	--
			H: 2x#3@25cm	2	--	--	--
Forjado 5	S2	20	V: 2x#3@25cm	3	--	--	--
			H: 2x#3@25cm	4	--	--	--
Forjado 4	S1	20	V: 2x#3@25cm	1	--	--	--
			H: 2x#3@25cm	2	--	--	--
Forjado 4	S2	20	V: 2x#3@25cm	3	--	--	--
			H: 2x#3@25cm	4	--	--	--
Forjado 3	S1	20	V: 2x#3@20cm	1	--	--	--
			H: 2x#3@25cm	2	--	--	--
Forjado 3	S2	20	V: 2x#3@20cm	3	--	--	--
			H: 2x#3@25cm	4	--	--	--
Forjado 2	S1	20	V: 2x#4@25cm	1	30	2x2#5	#3@5cm
			H: 2x#3@25cm	2	--	--	--
Forjado 2	S2	20	V: 2x#4@25cm	3	40	2x3#5	#3@6cm
			H: 2x#3@25cm	4	40	2x3#5	#3@6cm
Forjado 1	S1	20	V: 2x#6@10cm	1	65	2x5#7	#4@6cm
			H: 2x#4@20cm	2	60	2x6#6	#4@6cm
Forjado 1	S2	20	V: 2x#6@10cm	3	60	2x6#6	#4@6cm
			H: 2x#4@20cm	4	60	2x6#6	#4@6cm

Elemento	Pos.	Diám. (No.)	Esquema (cm)	Long. (cm)	Total (cm)	Grado 60 (kg)
C13=C14	1	ø3/8"		163	9780	54.7
	2	ø3/8"		37	2220	12.4
Total+5% (x2):					70.5	
Total:					141.0	

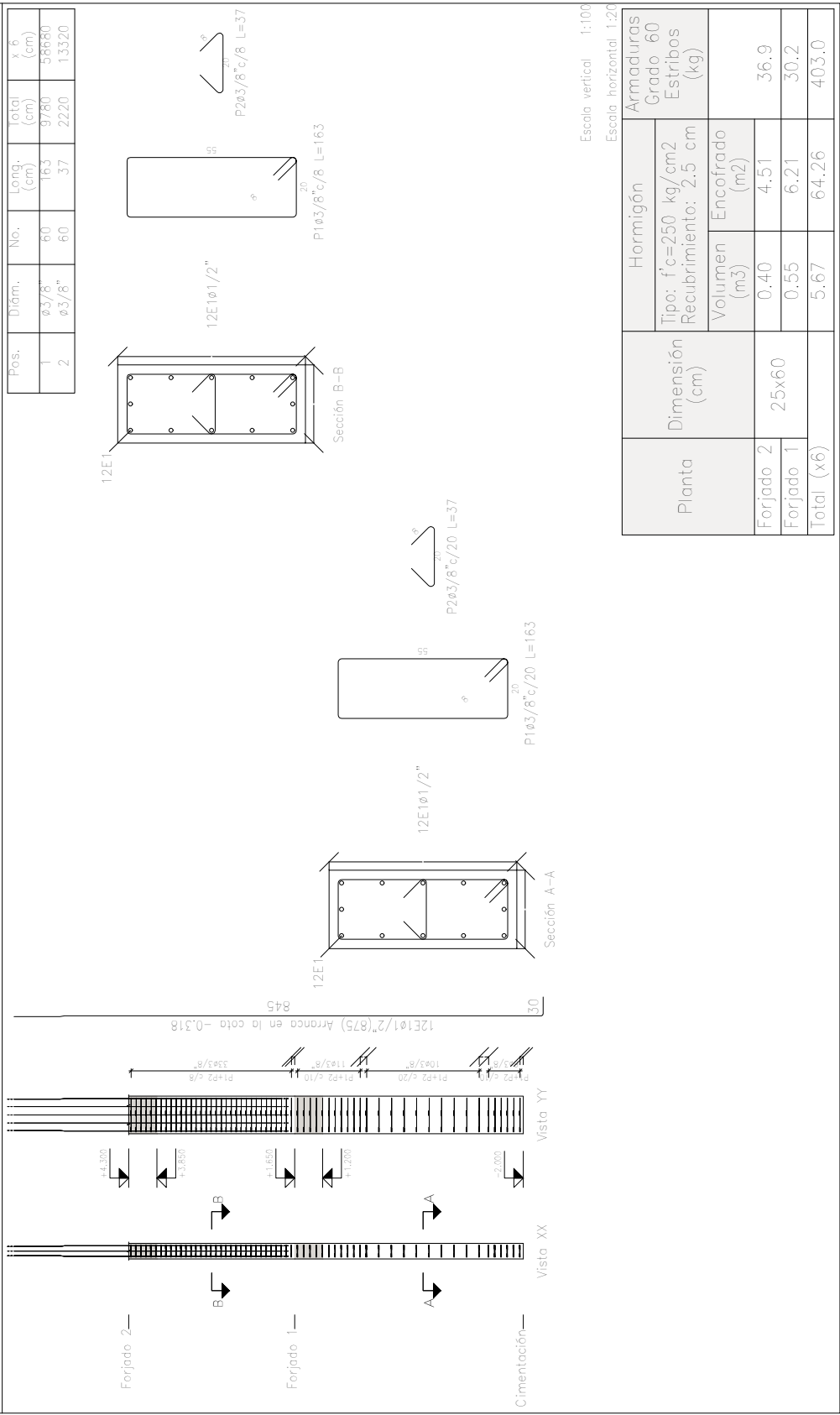
Pilares que nacen en Cimentación y mueren en Forjado 2  
 Hormigón:  $f'c=250$  kg/cm<sup>2</sup>  
 Acero en estribos: Grado 60



Pilares que nacen en Cimentación y mueren en Forjado 2  
 Hormigón:  $f'c=250$  kg/cm<sup>2</sup>  
 Acero en estribos: Grado 60

Elemento	Pos.	Diám.	No.	Esquema (cm)	Long. (cm)	Total (cm)	Grado 60 (kg)
C4=C5=C6=C12=C16=C17	1	$\phi 3/8"$	60		163	9780	54.7
	2	$\phi 3/8"$	60		37	2220	12.4
Total+5% (x6):						70.5	
Total:						423.0	

C4=C5=C6=C12=C16=C17



Escala vertical 1:100

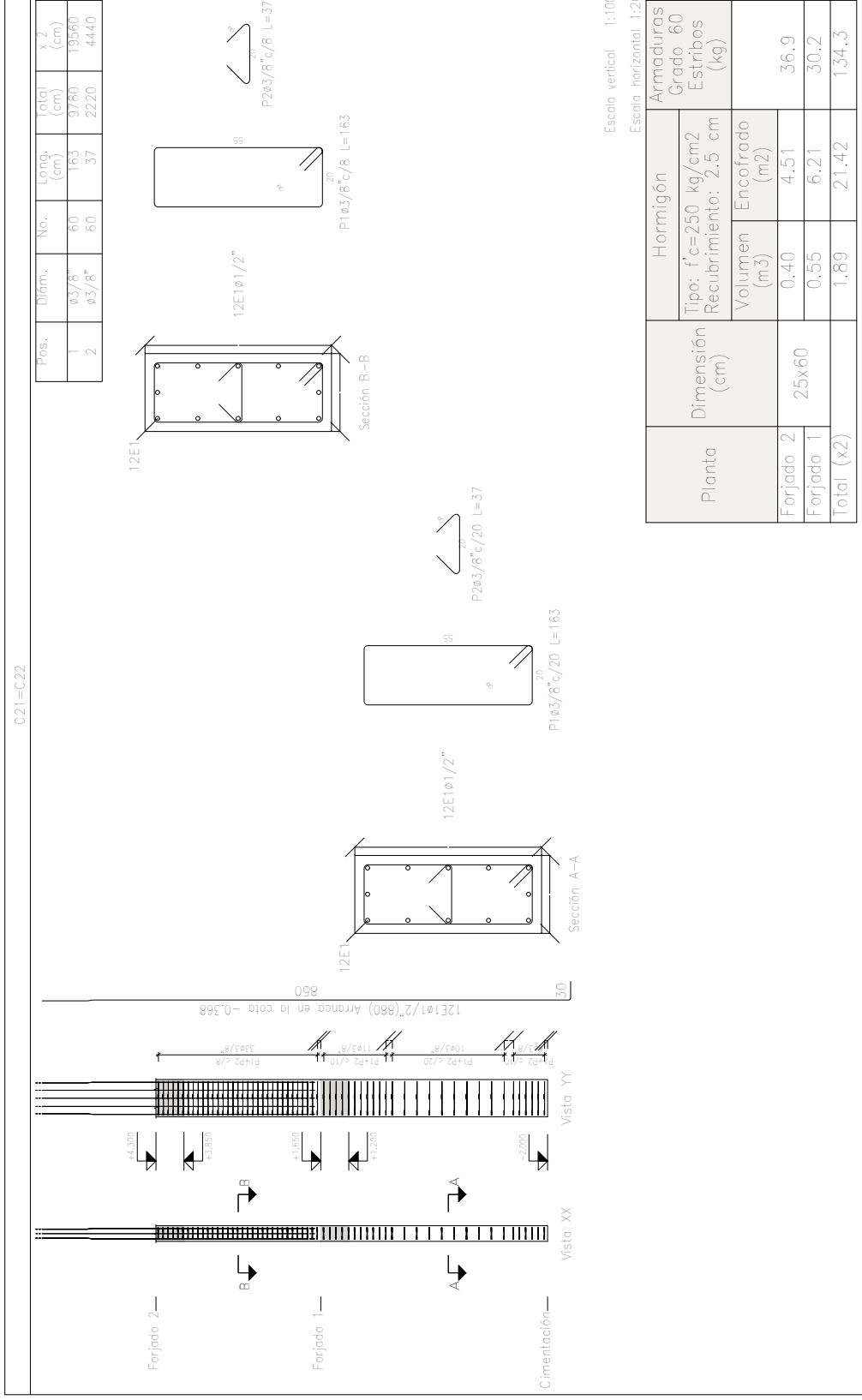
Escala horizontal 1:20

Planta	Dimensión (cm)	Hormigón		Armaduras Grado 60 Estribos (kg)
		Tipo: $f'c=250$ kg/cm <sup>2</sup>	Recubrimiento: 2.5 cm	
Forjado 2	25x60	Volumen (m <sup>3</sup> )	Encofrado (m <sup>2</sup> )	36.9
Forjado 1		0.40	4.51	
Total (x6)		5.67	64.26	403.0

Resumen Acero Pilares	Long. total (m)	Peso+5% (kg)
Grado 60 $\phi 3/8"$	2160.0	1269

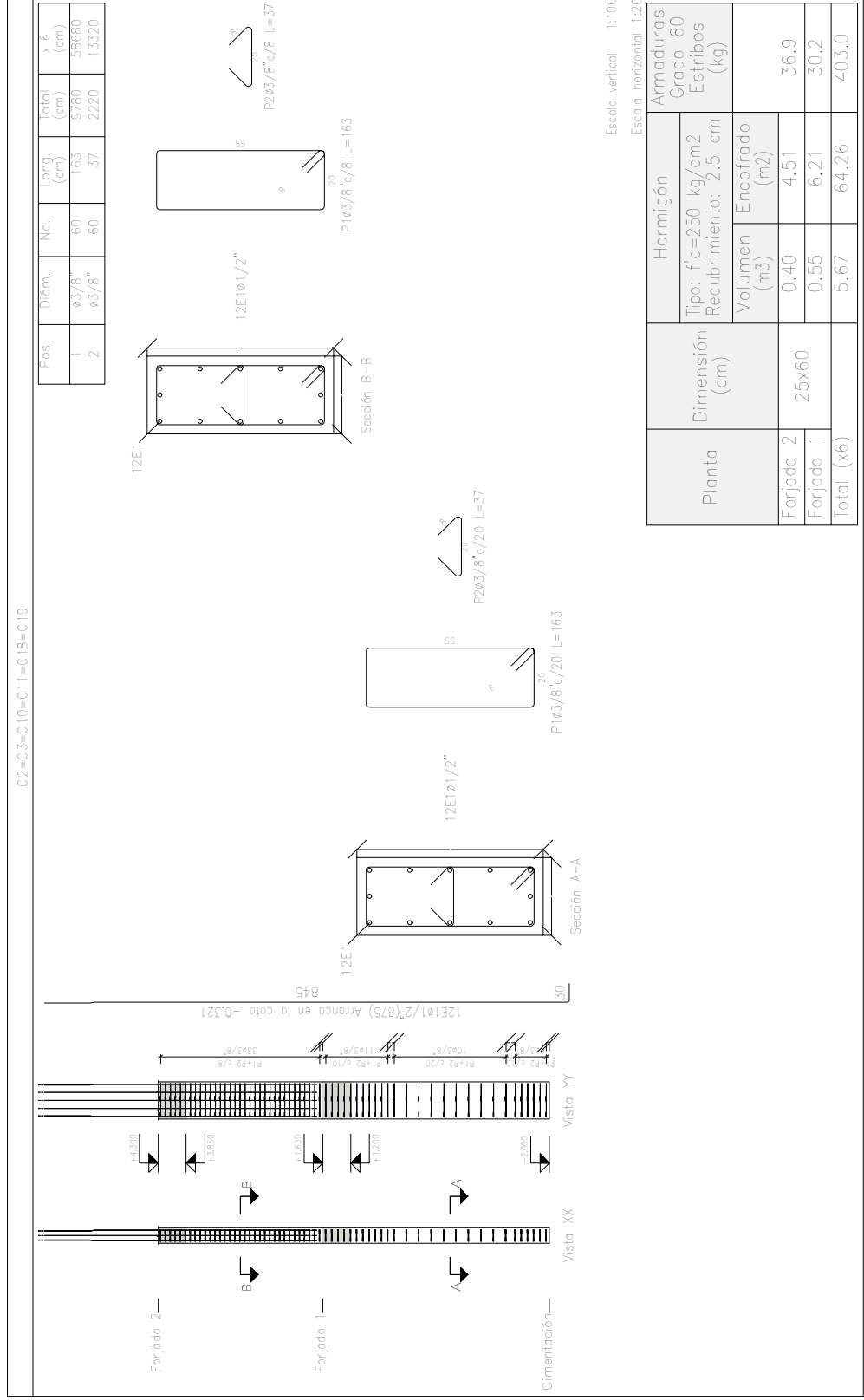
Pilares que nacen en Cimentación y mueren en Forjado 2  
 Hormigón:  $f'c=250$  kg/cm<sup>2</sup>  
 Acero en estribos: Grado 60

Elemento	Pos. Diám. No.	Esquema (cm)	Long. (cm)	Total Grado 60 (cm)
C21=C22	1 $\phi 3/8"$		163	9760
	2 $\phi 3/8"$		37	2220
Total+5% (x2):				70.5
Total:				141.0



Elemento	Pos.	Diám.	No.	Esquema (cm)	Long. (cm)	Total (cm)	Grado 60 (kg)
C2=C3=C10=C11=C18=C19	1	ø3/8"	60		163	9780	54.7
	2	ø3/8"	60		37	2220	12.4
Total+5% (x6):						423.0	70.5
ø3/8":						423.0	423.0
Total:							423.0

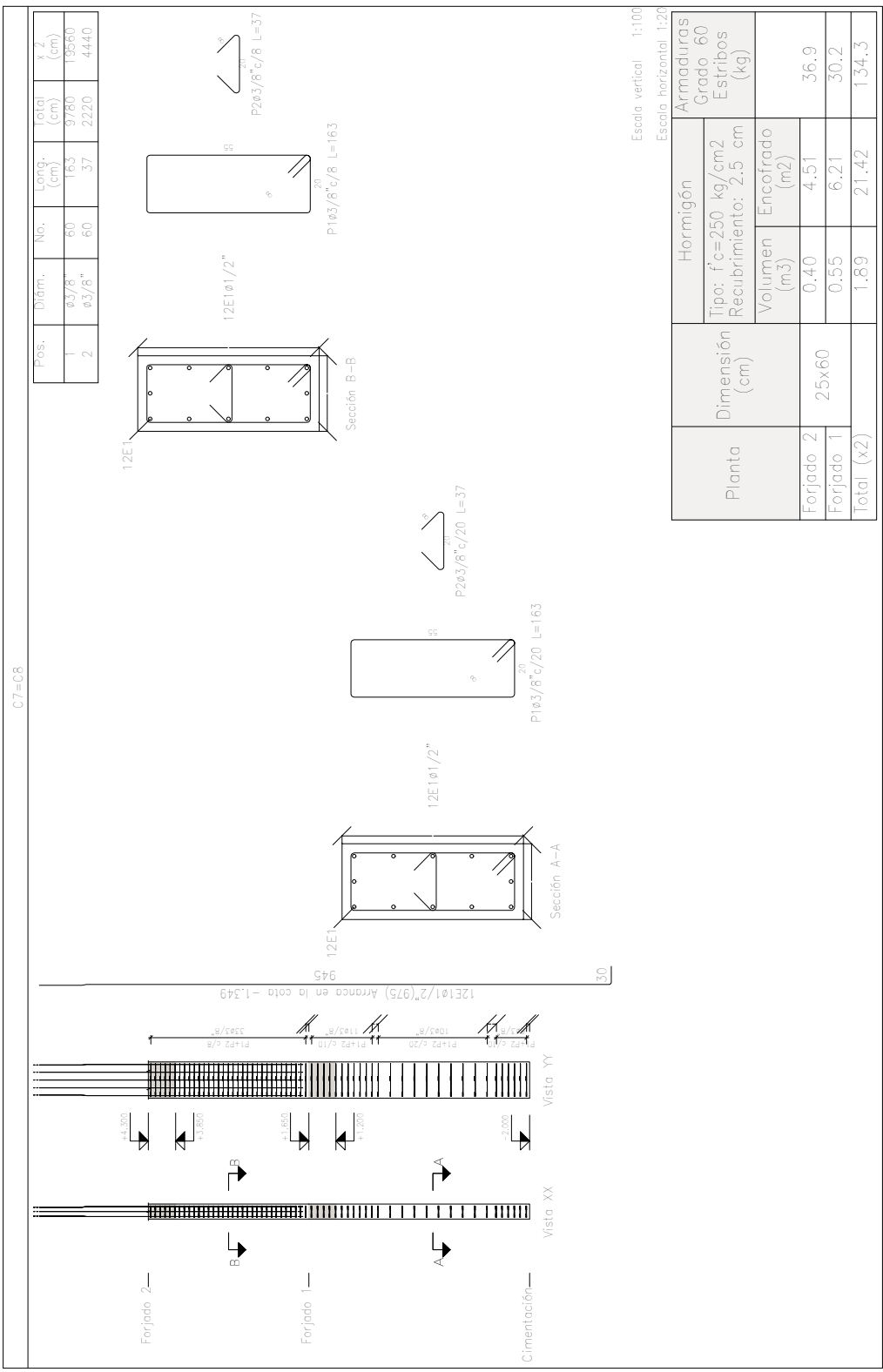
Pilares que nacen en Cimentación y mueren en Forjado 2  
Hormigón: f'c=250 kg/cm2  
Acero en estribos: Grado 60



Planta	Dimensión (cm)	Hormigón		Armaduras Grado 60 Estribos (kg)
		Volumen (m3)	Encofrado (m2)	
Forjado 2	25x60	0.40	4.51	36.9
Forjado 1		0.55	6.21	30.2
Total (x6)		5.67	64.26	403.0

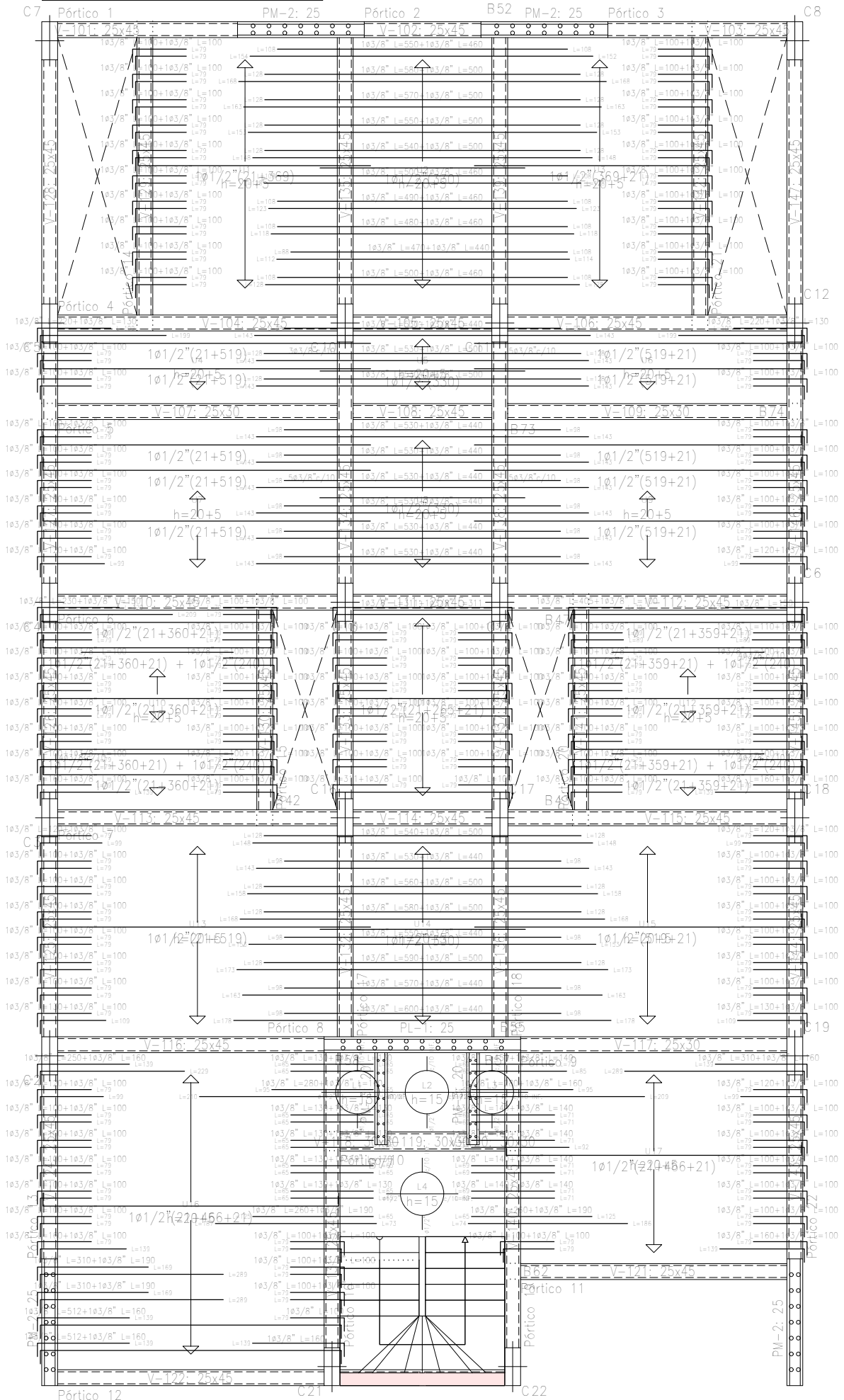
Pilares que nacen en Cimentación y mueren en Forjado 2  
 Hormigón:  $f'c=250$  kg/cm<sup>2</sup>  
 Acero en estribos: Grado 60

Elemento	Pos.	Diám. No.	Esquema (cm)	Long. (cm)	Total (cm)	Grado 60 (kg)
C7=C8	1	Ø3/8"		163	9760	54.7
	2	Ø3/8"		37	2220	12.4
					Total+5% (x2):	70.5
					Ø3/8":	141.0
					Total:	141.0

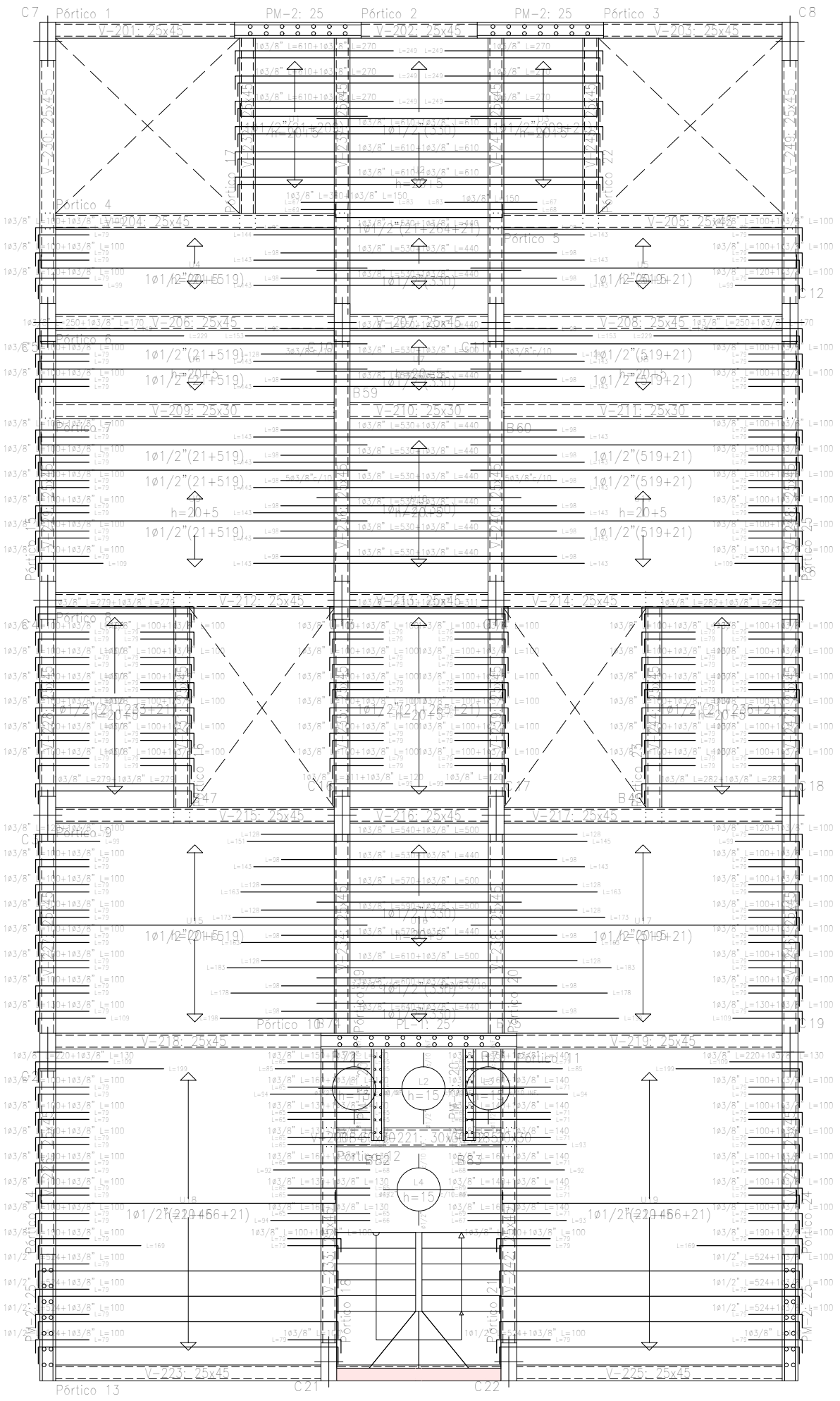




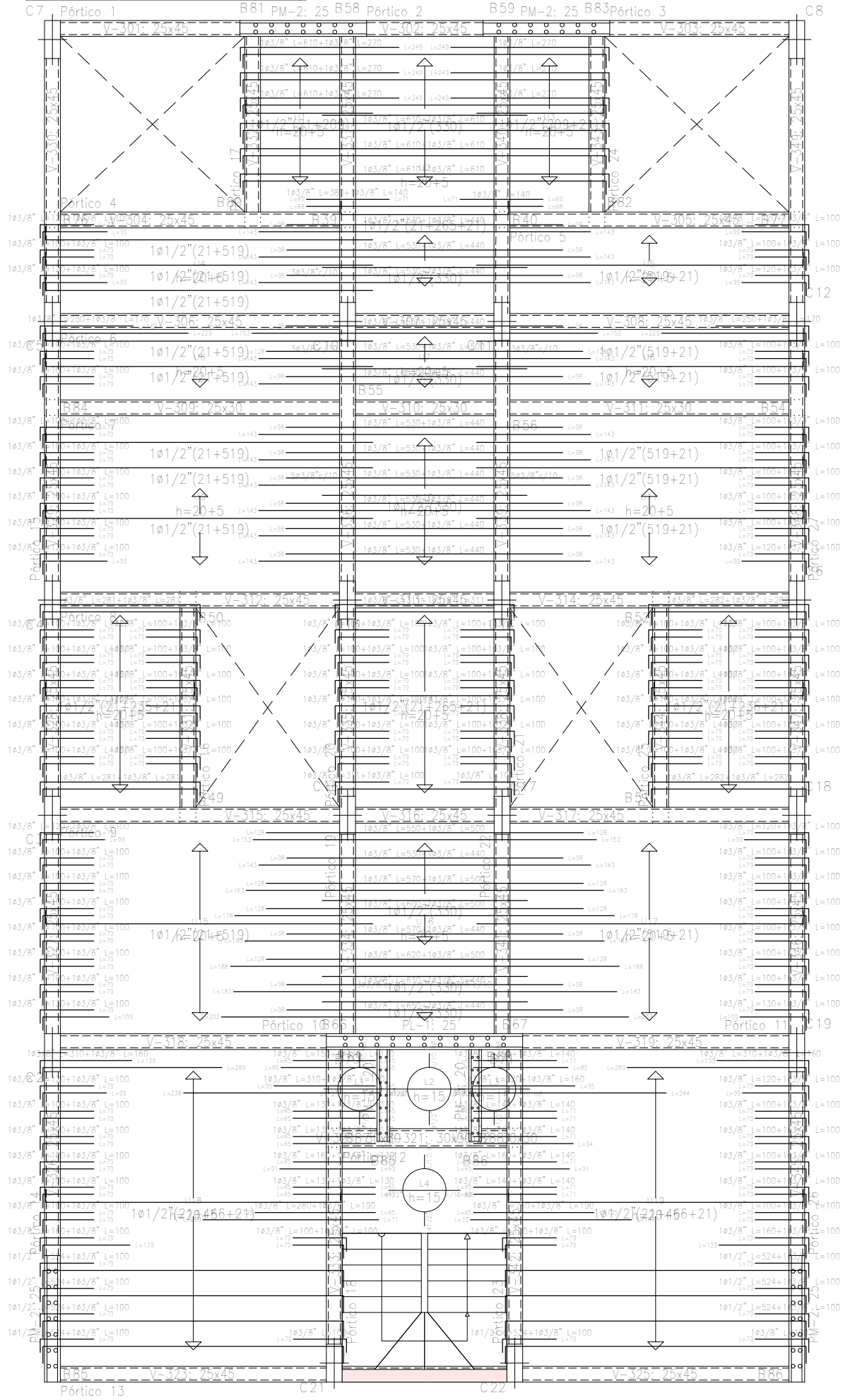
Forjado 1  
 Replanteo  
 Hormigón:  $f'c=250 \text{ kg/cm}^2$   
 Aceros en forjados: Grado 60  
 Escala: 1:100



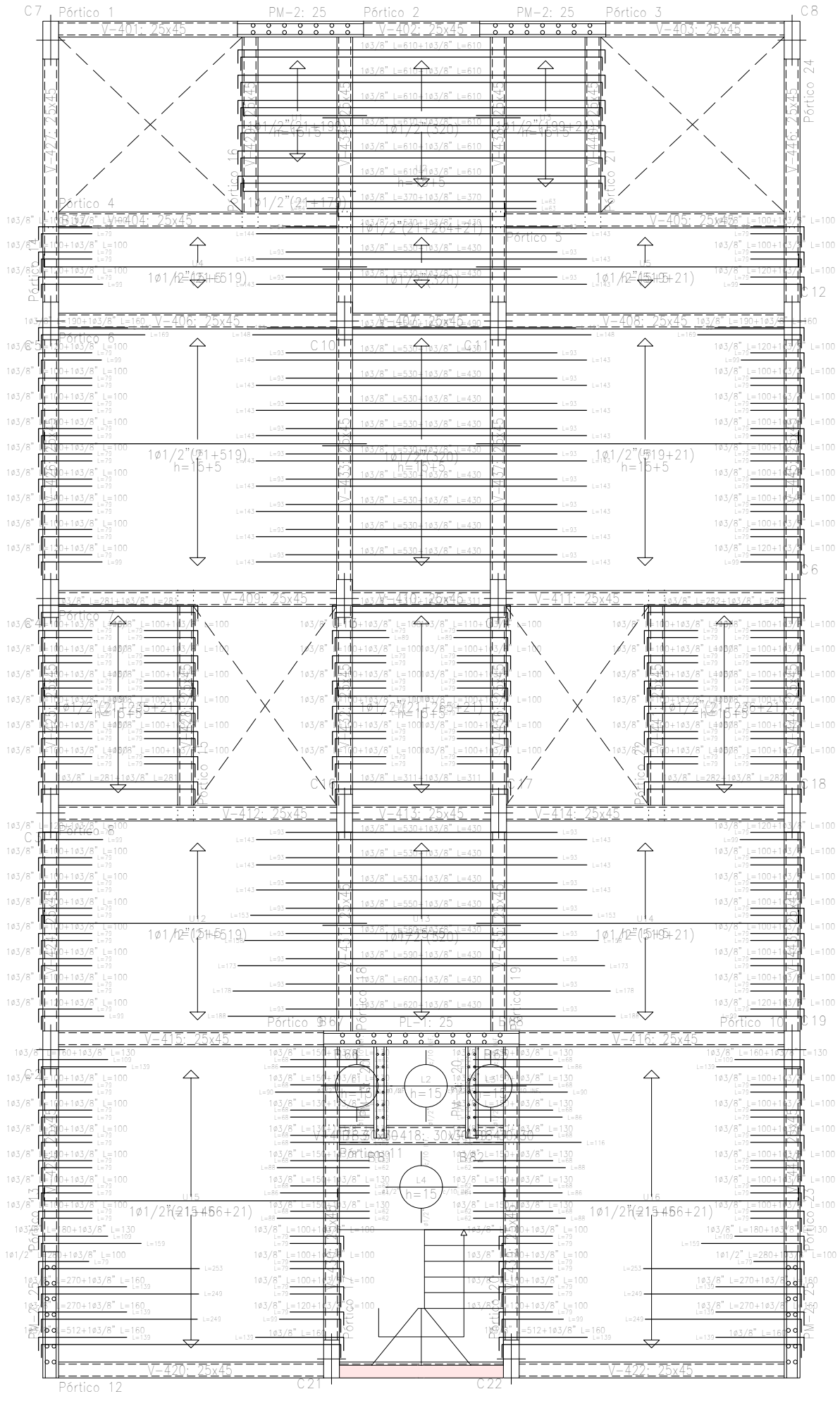
Forjado 2  
 Replanteo  
 Hormigón:  $f'c=250 \text{ kg/cm}^2$   
 Aceros en forjados: Grado 60  
 Escala: 1:100

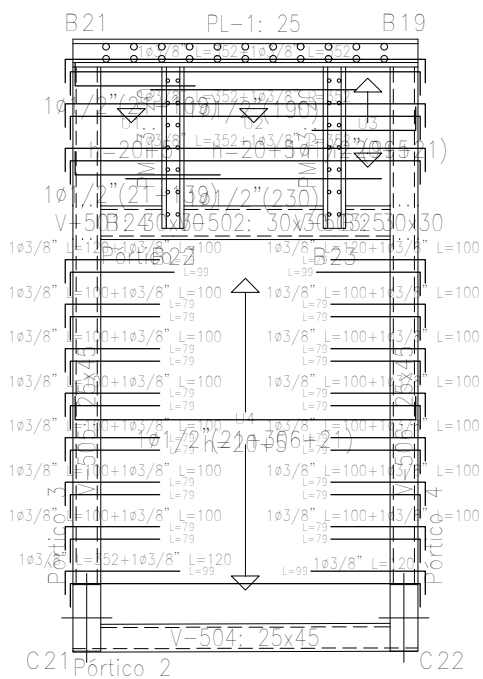


Forjado 3  
 Replanteo  
 Hormigón: f'c=250 kg/cm2  
 Aceros en forjados: Grado 60  
 Escala: 1:100



Forjado 4  
 Replanteo  
 Hormigón:  $f'c=250 \text{ kg/cm}^2$   
 Aceros en forjados: Grado 60  
 Escala: 1:100





Forjado 5  
 Replanteo  
 Hormigón:  $f'c=250$  kg/cm<sup>2</sup>  
 Aceros en forjados: Grado 60  
 Escala: 1:100

Tabla de características de forjados de viguetas (Grupo 5)	
FORJADO DE VIGUETAS IN SITU	
Canto de bovedilla: 20 cm	
Espesor capa compresión: 5 cm	
Intereje: 40 cm	
Ancho del nervio: 10 cm	
Ancho de la base: 10 cm	
Bovedilla: Bloque 30x30x20	
Peso propio: 0.24 t/m <sup>2</sup>	
Nota: Consulte los detalles referentes a enlaces con forjados de la estructura principal y de las zonas macizadas.	