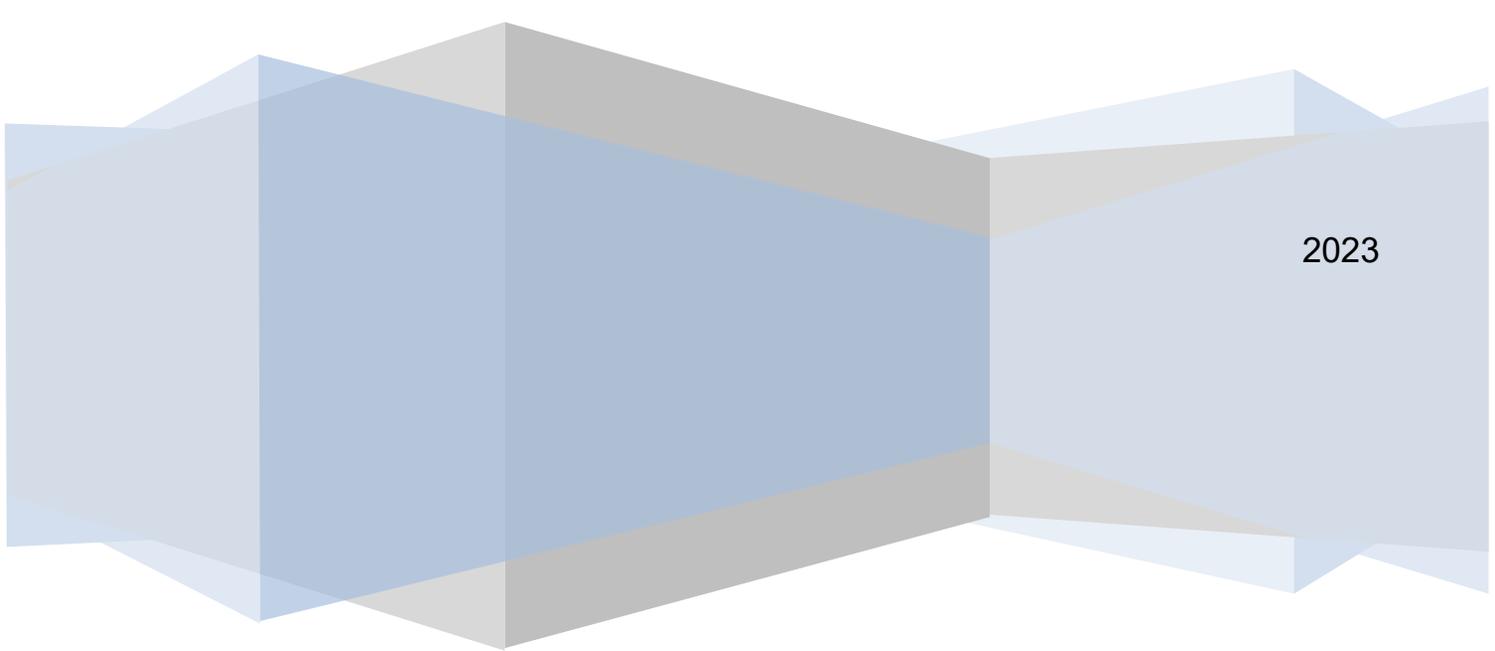


**MEMORIA TECNICA  
ESTRUCTURAL.**

**RESIDENCIA Y LOCALES  
COMERCIALES GUALLI CATAGÑA.**

**QUITO.**



2023

**RESIDENCIA Y LOCALES COMERCIALES  
“GUALLI CATAGÑA”.**

**Proyecto: 2023 –04**

**MEMORIA TECNICA DEL PROYECTO ESTRUCTURAL DE LA  
RESIDENCIA Y LOCALES COMERCIALES GUALLI CATAGÑA**

**Quito, Octubre del 2023.**

## **PRESENTACION**

Esta Memoria Técnica contiene los resultados de los estudios estructurales de la Residencia y locales comerciales Gualli Catagña , que se ha programado construir para el uso de vivienda.

El nuevo edificio está ubicado en la parroquia La Merced. Los estudios estructurales se hicieron con sometimiento al proyecto arquitectónico existente y entregado.

A continuación, se presenta en esta Memoria los resultados producidos en los estudios relacionados con la valoración de cargas y sollicitaciones, análisis estático y dinámico y el diseño estructural de los diferentes componentes o elementos de la estructura.

Quito, Octubre del 2023.

## MEMORIA DESCRIPTIVA DEL ANALISIS Y DISEÑO ESTRUCTURAL

La vivienda está constituida por una planta a nivel de las calles, una planta alta y una cubierta inclinada inaccesible. El área del terreno, tienen una superficie del orden de 2516.00 m<sup>2</sup>, en tanto que las plantas altas tienen un área aproximada de 145.00 m<sup>2</sup>. La altura medida desde el nivel 0+00 de la calle hasta la cubierta es de 7.90m. El nuevo edificio tiene una estructura regular en planta y elevación el cual presenta un adecuado desempeño sísmico.

El sistema estructural consiste en pórticos de Hormigón Armado, y losas alivianadas en dos direcciones.

Las vigas de Hormigón descolgadas tienen una sección de 25 x 30 cm. Las columnas desde la cimentación tienen sección en todos los ejes de 35 x 35, de 210Kg/cm<sup>2</sup>. De igual manera están incluidas las gradas, que está constituido por Estructura de Hormigón Armado. La cimentación consiste en plintos aislados y corridos.

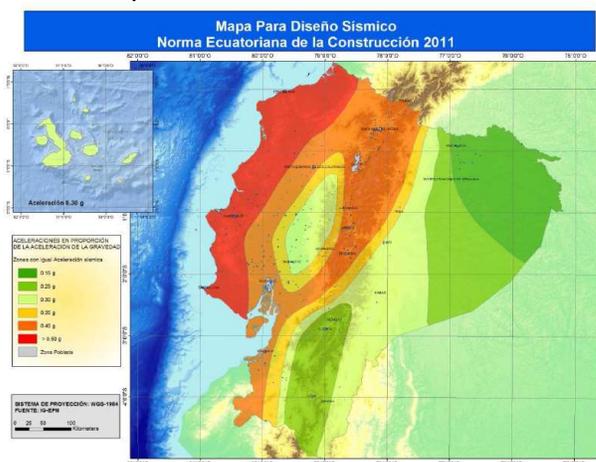
### CÓDIGOS Y ESTÁNDARES APLICADOS

Los siguientes códigos se han identificado como aplicables, en todo o en partes, para el diseño estructural y construcción de edificaciones:

- NEC 2015, Norma Ecuatoriana de la Construcción
- ACI 318-14, Building Code Requirements for Structural Concrete.
- LRFD (AISC 360-10).

### CONDICIONES SISMICAS

De acuerdo a la norma NEC 2015, la Ilustración 1, la zona mayor se encuentra en la zona sísmica 5, para la cual corresponde a un  $Z = 0.40$ .



**Ilustración 1 Ecuador, Zonas Sísmicas**

Zona sísmica	I	II	III	IV	V	VI
Valor factor Z	0.15	0.25	0.30	0.35	0.40	$\geq 0.50$
Caracterización de la amenaza sísmica	Intermedia	Alta	Alta	Alta	Alta	Muy Alta

**Tabla 1 Valores del factor Z en función de la zona sísmica adoptada**

## 1. MODELO MATEMATICO

Se realizó un modelo matemático de la estructura incluyendo todos los elementos estructurales antes descritos. Los modelos fueron introducidos en el programa ETABS v 13, considerando únicamente los elementos primarios del edificio.

### a) Criterios Generales

La **torsión horizontal** fue automáticamente considerada al modelar todos los elementos de la estructura; además, se consideró una torsión accidental trasladando el punto de aplicación de las cargas sísmicas a una distancia del 5% de la dimensión horizontal en cada eje desde el centro de masas.

Para combinar los **efectos multidireccionales**, se aplicó simultáneamente el 100% de las cargas sísmicas en las dos direcciones utilizando el método SRSS (raíz cuadrada de la suma de los cuadrados).

Los **efectos P - Δ** fueron calculados automáticamente por el programa realizando un análisis de momentos de segundo orden.

### b) Combinaciones de Carga

El análisis del edificio se lo realizó aplicando el programa ETABS v 13, en el cual se introdujo el modelo matemático del edificio y las combinaciones de carga de la normativa NEC-15 mostradas a continuación:

- 1) 1.4D
- 2) 1.2D+1.6L+0.5(Lr o S o R)
- 3) 1.2D+1.6(Lr O S o R) + (L o 0.5W)
- 4) 1.2D+1.0W+L+0.5(Lr o S o R)
- 5) 1.2D+1.0E+L+0.2S
- 6) 0.9D+1.0W
- 7) 0.9+1.0E

Donde "D" es la carga muerta incluido el peso propio, "L" es la carga viva sobreimpuesta y "S" es la carga sísmica

## 2. PROPIEDADES DE LOS MATERIALES

Las propiedades mecánicas de los materiales especificados para el diseño y construcción del Edificio, son los siguientes:

Hormigón:  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  resistencia a compresión (elementos estructurales)

$F'c = 180 \text{ kg/cm}^2$  resistencia a compresión (replanchos y muro cimiento)

Acero de refuerzo:  $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$  resistencia a fluencia

Acero estructural A36:  $f_y = 2530 \text{ kg/cm}^2$  resistencia a fluencia

Acero estructural A50:  $f_y = 3520 \text{ kg/cm}^2$  resistencia a fluencia

Malla electrosoldada  $f_y = 5000 \text{ kg/cm}^2$

La mezcla y colocación del hormigón y de los detalles de refuerzo se los hará de acuerdo a los procedimientos y especificaciones de La Norma Ecuatoriana de la Construcción y el ACI-318-14.

## 3. CARGAS GRAVITACIONALES

La carga muerta por peso propio fue calculada automáticamente por el programa. La carga muerta adicional (D) considera cargas de mamposterías y recubrimientos. La carga viva (L) considera las cargas sobreimpuestas propias del uso que se le da al edificio con valores mostrados a continuación:

	Carga Muerta (D)	Carga Viva (L)
Terraza	150 $\text{kg/cm}^2$	100 $\text{kg/cm}^2$
Plantas Baja	360 $\text{kg/cm}^2$	200 $\text{kg/cm}^2$

## 4. CARGAS SISMICAS

### a) Nivel de Sismicidad

Según NEC-15, se consideró un factor  $Z= 0.4$  correspondiente a la ciudad de Quito.

El cálculo de estos valores permite concluir que el edificio se encuentra localizado en una zona de alta sismicidad y, por lo tanto, se requiere realizar un diseño sismo-resistente.

### b) Cortante Basal

El Cortante Basal actuante en el edificio se lo calculó mediante el NEC-15 y se lo verificó con la normativa mediante las ecuaciones mostradas a continuación:

$$V = C \cdot S_a \cdot W$$

$$S_a = \eta Z F_a \text{ para } 0 \leq T \leq T_C$$

$$T_C = 0.55 F_S \frac{F_d}{F_a} ; T_L = 2.4 F_d$$

$I$  = factor de importancia definido en 2.6.4.

$W$  = carga reactiva definida en 2.7.1.1.

$S_a$  = aceleración espectral correspondiente al espectro de respuesta elástico para diseño, definida en 2.5.5.1

$R$  = Factor de reducción de respuesta estructural, definido en 2.7.2.3.

$\Phi_P, \Phi_E$  = Factores de configuración estructural en planta y en elevación, definidos en 2.6.6 y 2.6.7.

El valor del factor de importancia fue tomado igual a  $I = 1.0$  por pertenecer a la categoría de otras estructuras es decir no es una edificación peligrosa o especial.

El factor de reducción por ductilidad  $R = 8$  es correspondiente a un sistema conformado por pórticos especiales sismo-resistentes de hormigón armado. Los factores de irregularidad en planta y elevación son iguales a la unidad  $\Phi_P = \Phi_E = 1$  y su efecto se lo ha considerado mediante un análisis dinámico, como lo indica la normativa de evaluación estructural.

La aceleración espectral,  $S_a$ , se obtuvo aplicando el factor de zona sísmica  $Z = 0.4$  para Quito,  $\eta = 2.48$  para provincias de la sierra y  $F_a = 1.00$ , para suelos tipo E, sector La Merced. (Valores asumidos)

### c) Espectro Respuesta de Aceleraciones

El cálculo del espectro respuesta de aceleraciones considera los valores obtenidos mediante la normativa NEC-15 y del estudio de micro sismicidad SisQuito preparado por la Secretaría de Seguridad y Gobernabilidad del Distrito Metropolitano de Quito tomando en cuenta un sismo con una probabilidad de excedencia del 10% en 50 años que corresponde a un período de retorno de 475 años.

## 5. RESULTADOS DEL ANALISIS NEC-15

Los resultados del análisis matemático para columnas, vigas se muestran de forma gráfica en el Anexo. Los resultados del análisis global se explican a continuación:

<b>Z</b>	0.40	Zona Sísmica IV
<b>I</b>	1.00	Otras Estructuras
<b>n</b>	2.48	Provincias Sierra
<b>Fa</b>	1.20	Coficiente de amplificación
<b>Fd</b>	1.19	Coficiente de amplificación
<b>Fs</b>	1.28	Coficiente de amplificación
<b>Sa</b>	1.190	Respuesta elástico de aceleraciones
<b>R</b>	8.00	Factor de respuesta estructural
<b>φP</b>	1.0	Sin irregularidad en planta
<b>φE</b>	1.0	Sin irregularidad en elevación

Sector: La Merced.

- En estructuras de edificios el valor de T se puede determinar de manera aproximada con la expresión:

$$T = Ct(hn)^{\alpha}$$

Se ha asumido el valor  $Ct=0.055$  para pórticos espaciales de Hormigón Armado. El valor de  $hn$  corresponde a la altura total del edificio,  $\alpha= 0,9$

- El factor de reducción de resistencia sísmica R, se asume  $R=8$  para sistemas con pórticos sismo resistentes de Hormigón Armado sin arriostramiento.
- El coeficiente de cortante basal se ingresa como dato, para que el software calcule las fuerzas sísmicas en función de los pesos propios y cargas, transformadas luego a masas, en cada uno de los nudos del modelo.

$$T = 0,614\text{seg.}$$

$$Tl = 3.84 \text{ seg.}$$

$$Tc = 1.67 \text{ seg.}$$

$$Sa = 1.190.$$

### a) Cortante en la Base y Momentos de Volcamiento

Los cortantes sísmicos reducidos en la base fueron calculados con los métodos estáticos y dinámicos y equivalen a un valor del 12% del peso de la estructura,  $V = 0.124$  aprox.  $V = 0.12 W$ , como se muestra en las figuras del Anexo de esta Memoria.

### b) Derivas de Piso

Luego de conformada la estructura, e introducidos los datos de materiales, geometría de las secciones de los elementos estructurales, los coeficientes para el cálculo del corte basal, y demás parámetros, para los siguientes estados básicos de análisis estructural.

Con los resultados del análisis estructural, se ha considerado los estados de carga relacionados con el Análisis Sísmico,  $S_x$ ,  $S_y$ , obteniéndose para cada caso el desplazamiento de los nudos de la estructura, en función de los cuales se puede calcular las derivas estáticas  $\Delta_E$  para cada dirección de aplicación de las fuerzas laterales. Se selecciona uno o varios puntos de la estructura y se determina el desplazamiento en cada entrepiso,  $D_i$ . Se obtiene la diferencia del desplazamiento entre el punto superior e inferior  $\Delta_D = (D_{i+1} - D_i)$ , entonces la deriva del piso, siendo  $L$  el altura de entrepiso, es igual:  $\Delta_E = \Delta_D / L$

Para edificios de Acero Estructural se establece una respuesta máxima inelástica en desplazamientos,  $\Delta_M$ , causada por el sismo de diseño, la misma que para el caso de edificios es de  $\Delta_M = 0.02$ .

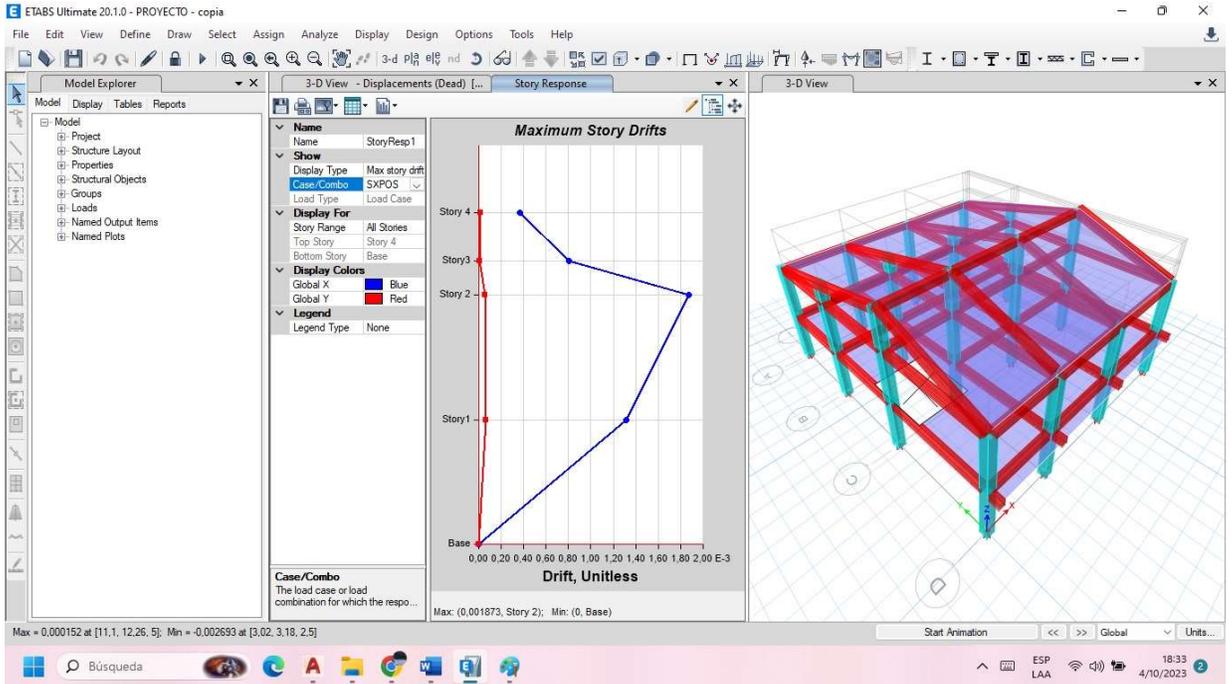
#### **DERIVAS ÚLTIMAS**

**$d < 0.02$**

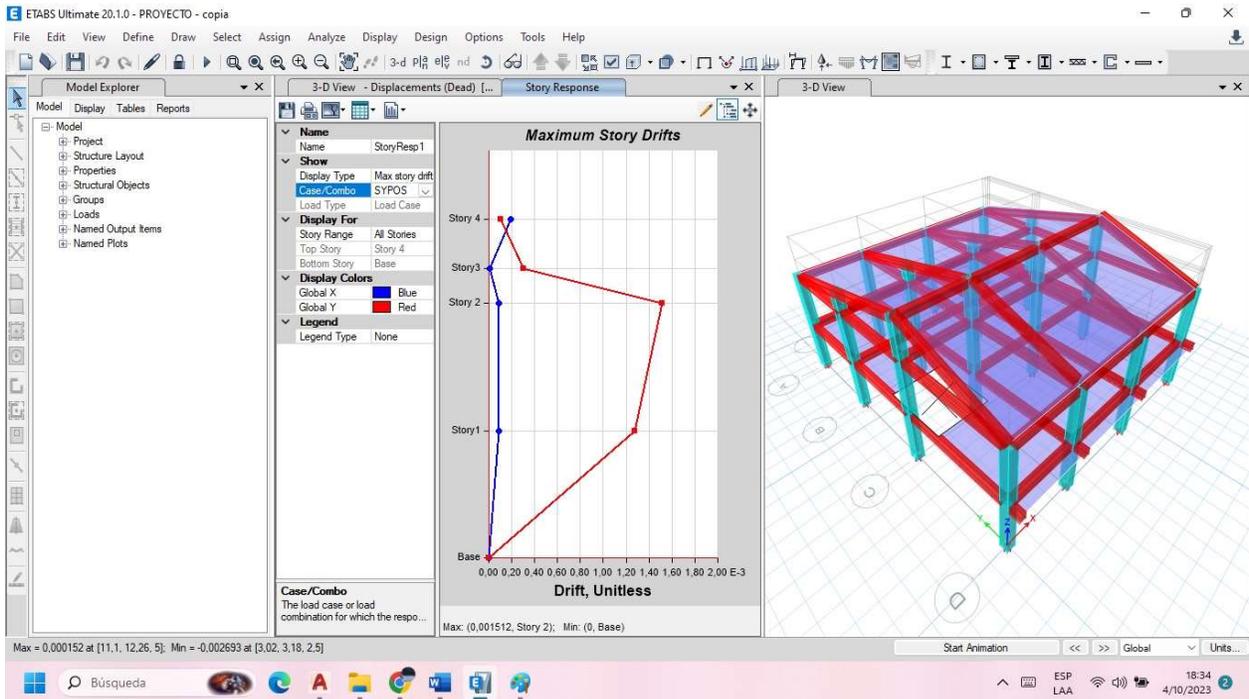
Deriva existente x:  $0.001873 \times 0.75 \times 8 = 0.011$

Deriva existente y:  $0.001512 \times 0.75 \times 8 = 0.009$

## Máximas Derivas de Piso (Sx)



## Máximas Derivas de Piso (Sy)



## 6.- DISEÑO ESTRUCTURAL NEC-15

### a) Diseño de Elementos de Hormigón.

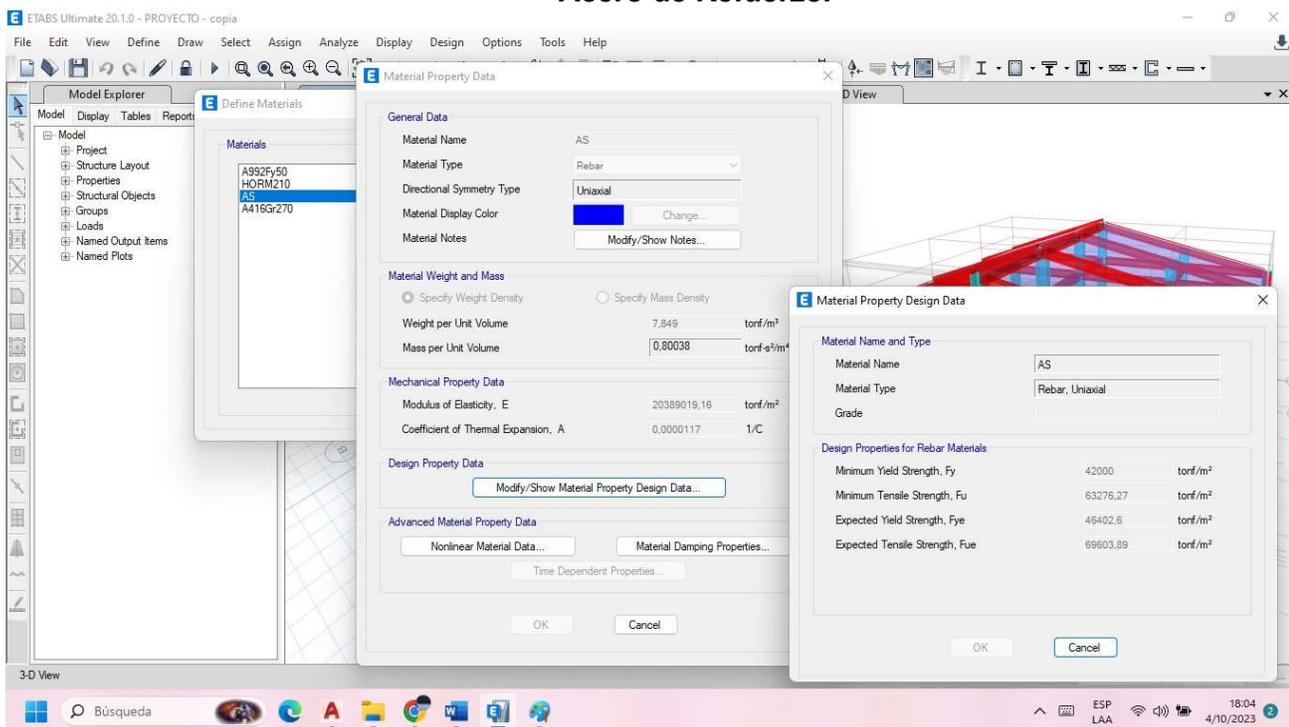
Todos los elementos de hormigón se diseñaron según las especificaciones del NEC-15. Las **columnas** han sido diseñadas para efectos de flexo-compresión, cortante, confinamiento y ductilidad donde se revisó el cumplimiento de la condición de columna fuerte-viga débil de pórticos especiales. Las **vigas** se han diseñado a flexión, corte y ductilidad asegurando el correcto desarrollo de rotulas plásticas en sus extremos. Adicionalmente se realizaron los diseños correspondientes para **cimentaciones** mediante métodos manuales y la aplicación del programa SAFE v.12 cumpliendo con las recomendaciones del estudio de suelos respectivo. Finalmente, las **gradas**, fueron diseñadas mediante métodos manuales cumpliendo con la normativa pertinente.

## 7.- ANÁLISIS ESTRUCTURAL.-

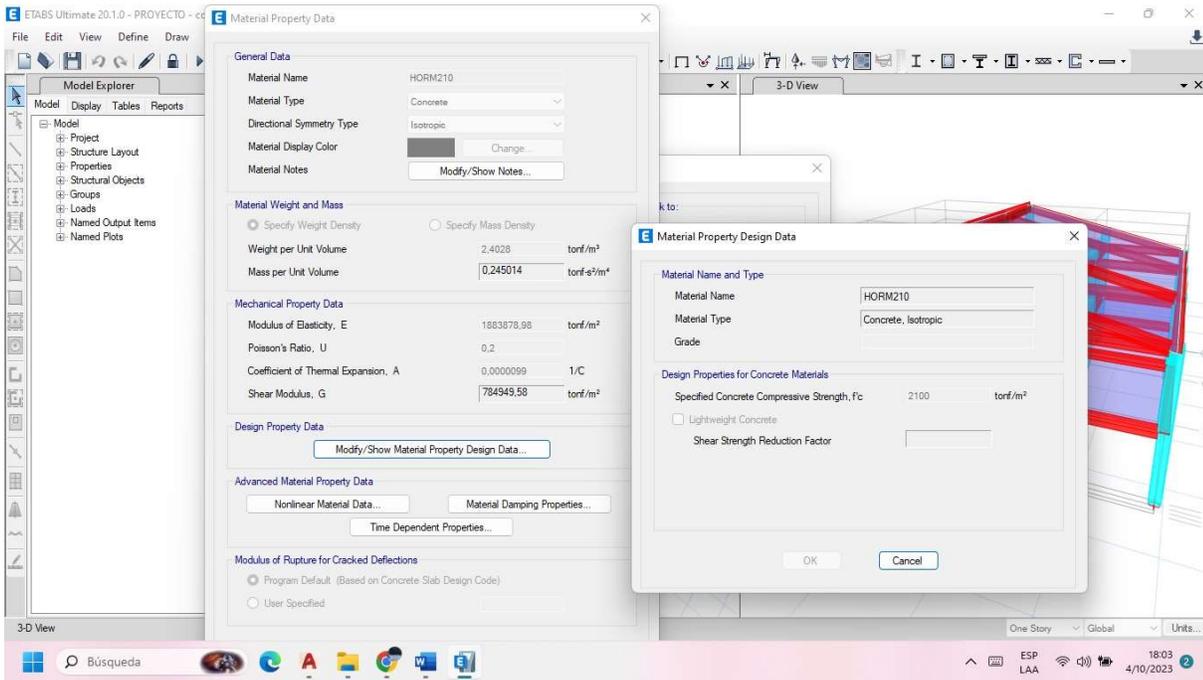
### Modelo de análisis

El análisis de las estructuras se lo realizó, utilizando el programa **ETABS**.

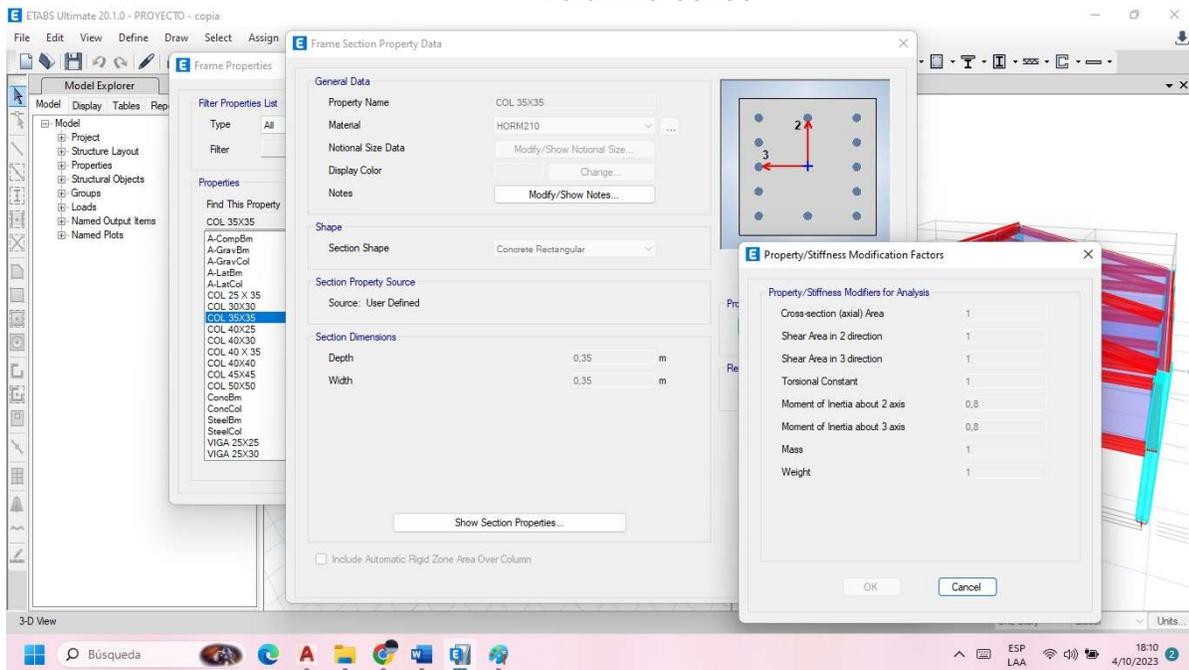
### Ilustración 1 Materiales Acero de Refuerzo.



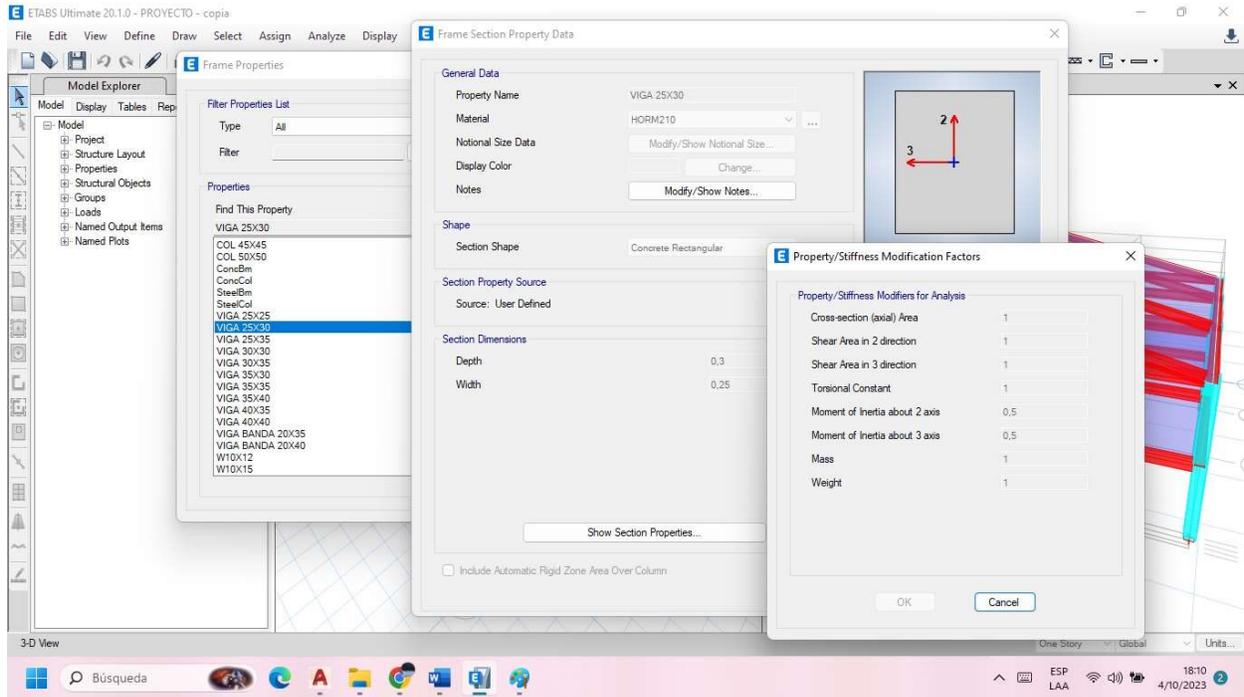
## Hormigón 210Kg/cm2



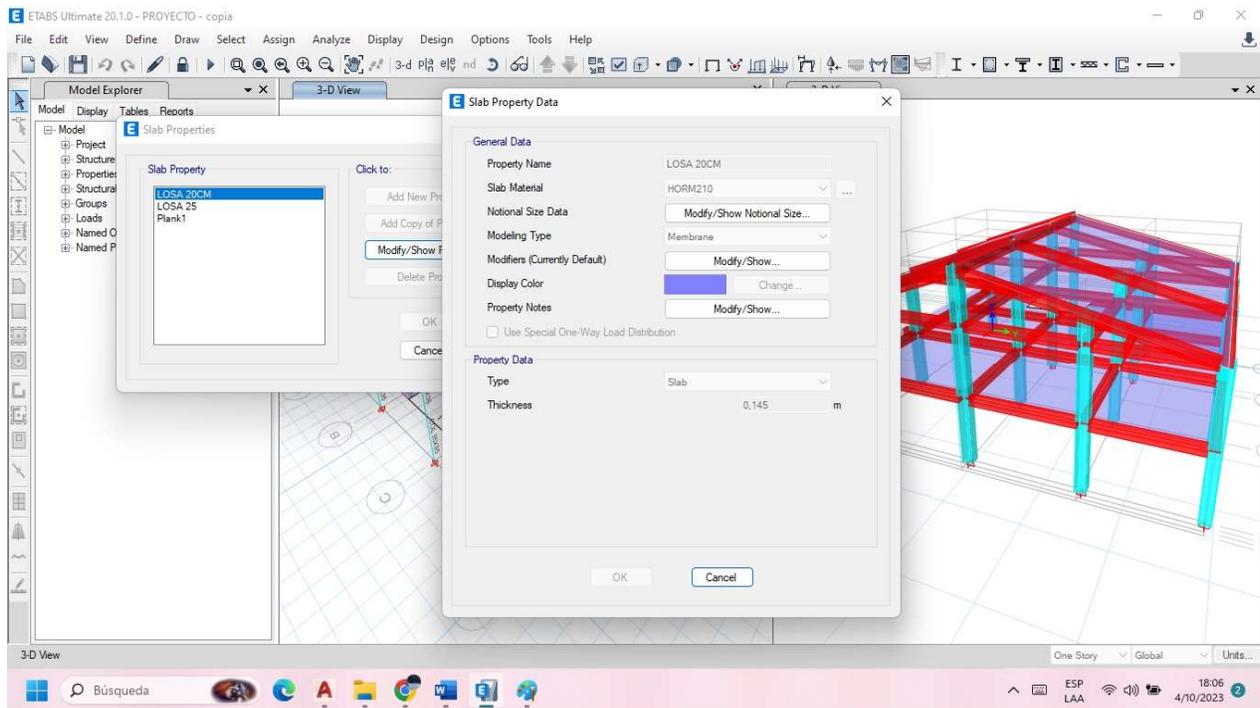
## Ilustración 2 Secciones de Diseño Columna 35x35



## Viga 25x30

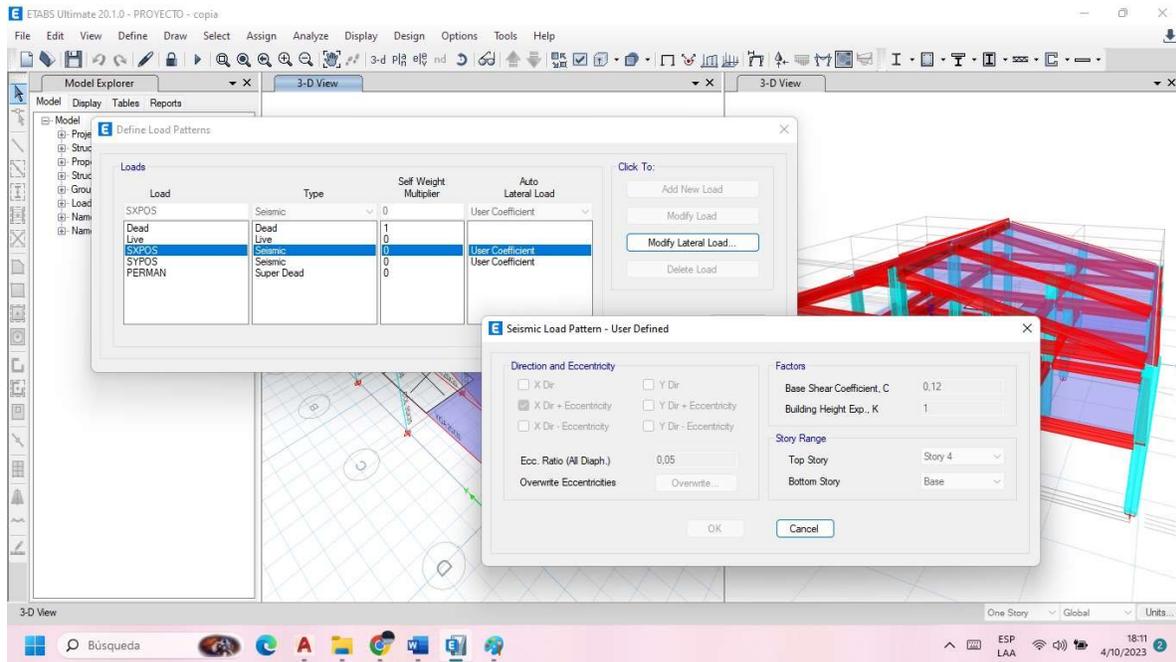


## Losa 20 cm.

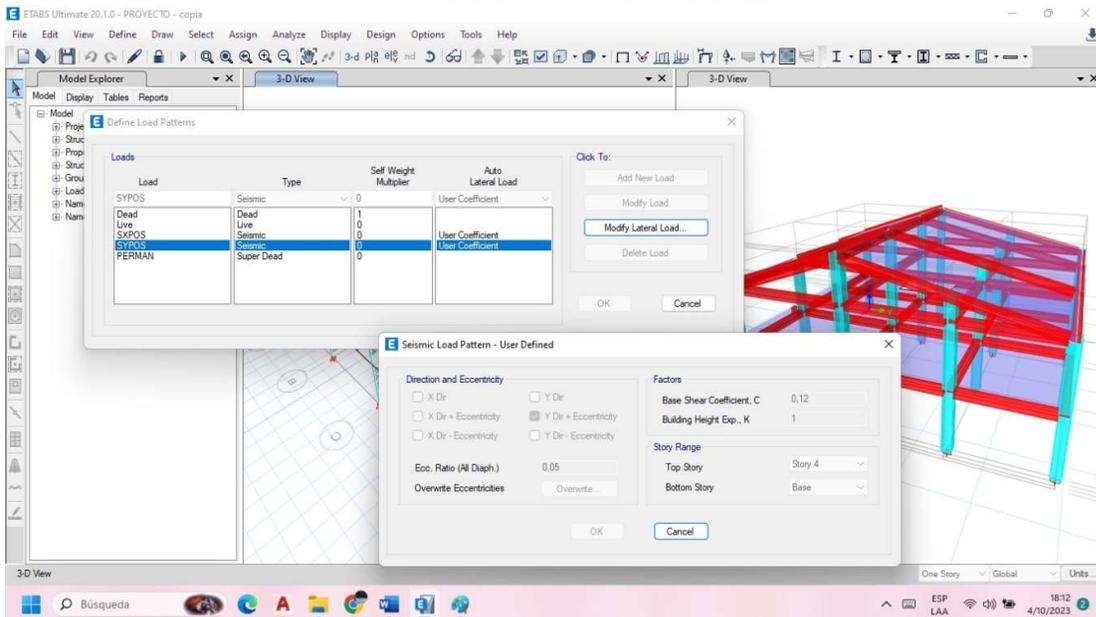


### Ilustración 3

## Coeficiente Cortante Basal. SX



## Coeficiente Cortante Basal. SY



El valor del cortante dinámico total en el base obtenido por cualquier método de análisis dinámico, no debe ser:

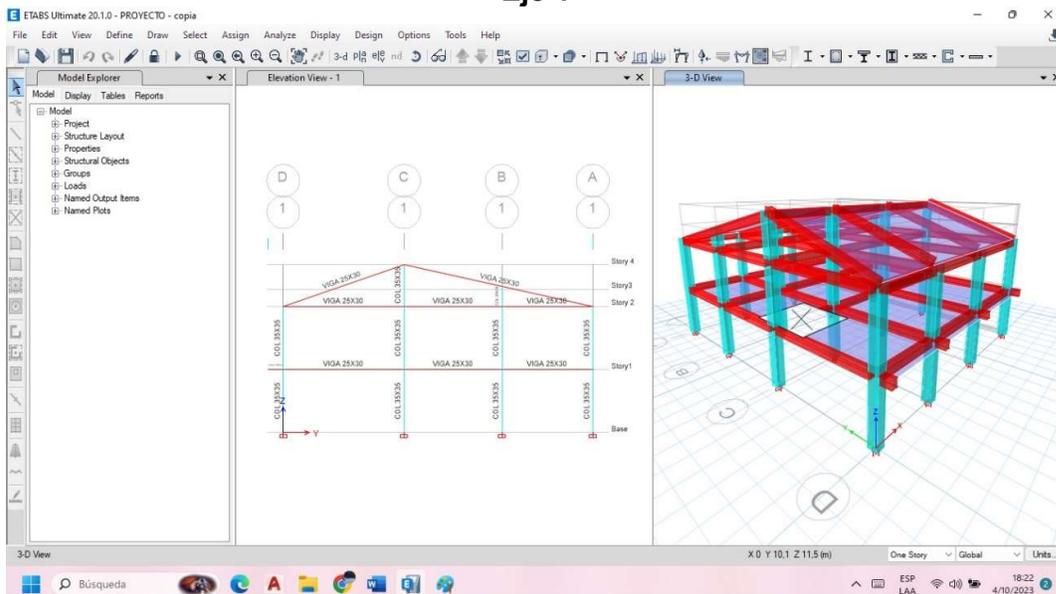
- < 80% del cortante basal V obtenido por el método estático (estructuras regulares)
- < 85% del cortante basal V obtenido por el método estático (estructuras irregulares).

## Ilustración 4.- Modos de Vibración.

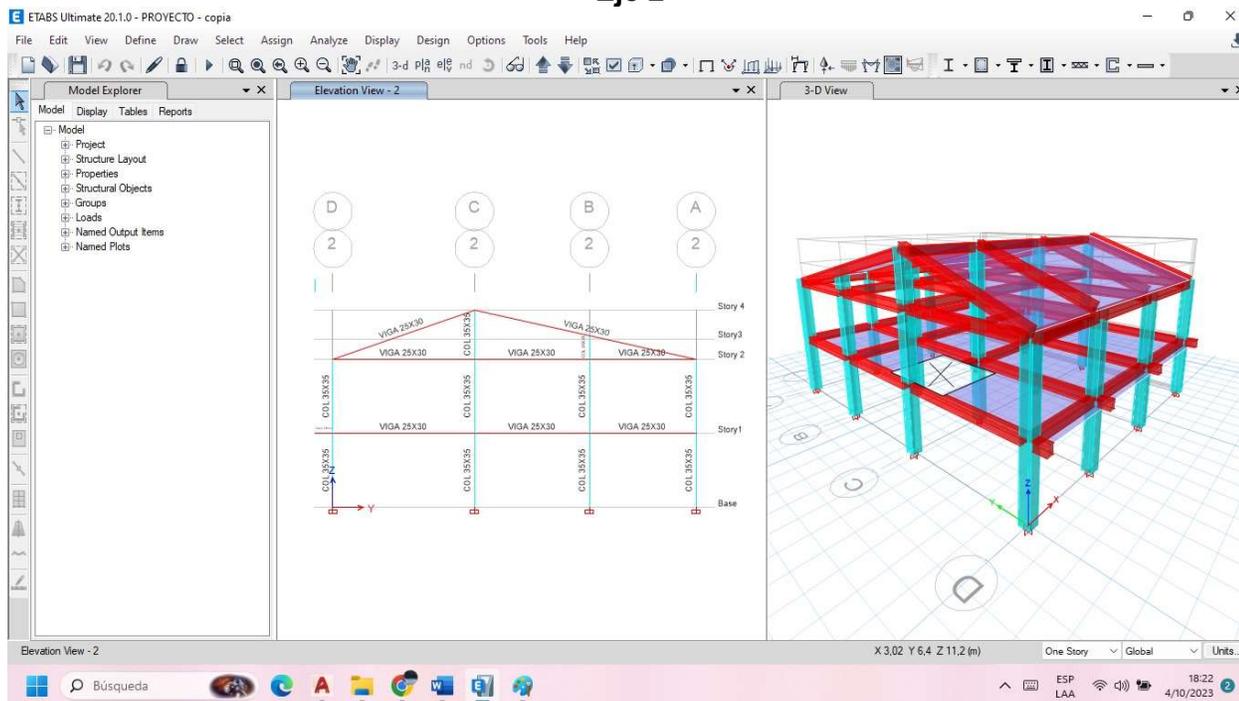
Case	Mode	Period sec	UX	UY	UZ	SumUX	SumUY	SumUZ	RX	RY	RZ	SumRX	SumRY	SumRZ
Modal 1	1	4,684	0	0,0445	0	0	0,0445	0	0,0222	0	0,0411	0,0222	0	0,0411
Modal 2	2	0,418	0,7806	0,0008	0	0,7806	0,0453	0	0,0003	0,1857	0,0619	0,0226	0,1857	0,103
Modal 3	3	0,385	0,0501	0,2058	0	0,8307	0,2512	0	0,0406	0,0061	0,6088	0,0632	0,1918	0,7118
Modal 4	4	0,374	0,0092	0,6251	0	0,8399	0,6763	0	0,0948	0,0008	0,1677	0,158	0,1926	0,8795
Modal 5	5	0,118	0,1559	0,0001	0	0,9958	0,8784	0	0,0006	0,7066	0,0011	0,1586	0,8993	0,8806
Modal 6	6	0,106	0,0005	0,1142	0	0,9963	0,9906	0	0,7043	0,0014	0,007	0,8629	0,9007	0,8877
Modal 7	7	0,098	0,0019	0,0094	0	0,9983	1	0	0,0478	0,0034	0,112	0,9107	0,9041	0,9996
Modal 8	8	0,05	0,0012	1,729E-06	0	0,9995	1	0	2,987E-05	0,0064	0,0003	0,9108	0,9104	1
Modal 9	9	0,038	0,0005	0	0	1	1	0	0,002	2,007E-05	0,9108	0,9108	0,9125	1
Modal 10	10	0,024	6,717E-06	0	0	1	1	0	0,0009	0,0391	6,235E-07	0,9116	0,9516	1
Modal 11	11	0,021	0	0	0	1	1	0	0,0001	0,0009	0	0,9117	0,9524	1
Modal 12	12	0,019	0	8,798E-06	0	1	1	0	0,0019	2,013E-05	0	0,9136	0,9525	1

La estructura únicamente necesita de 5 modos de vibración para satisfacer los requerimientos de la NEC (participación modal superior al 90% de la masa total de la estructura). En lo que refiere al comportamiento rotacional, no presenta problema alguno ya que el porcentaje predominante se da en el tercer modo.

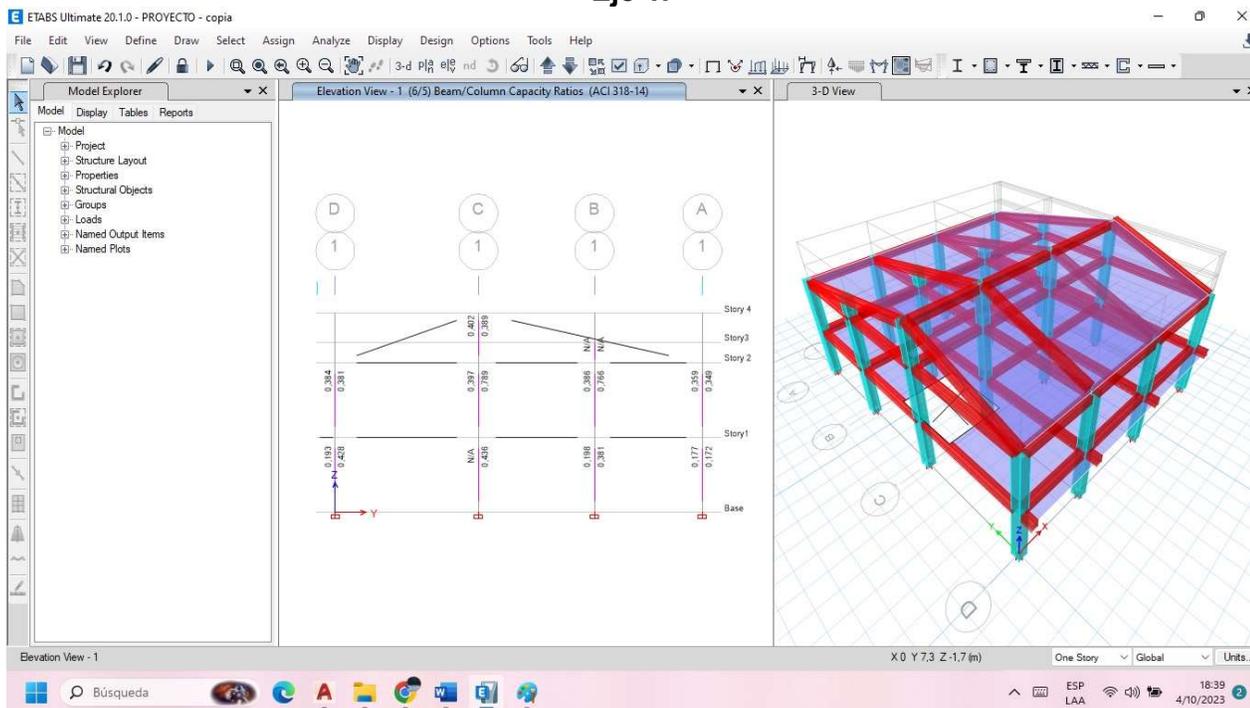
## Ilustración 5.- Secciones de Diseño Eje 1



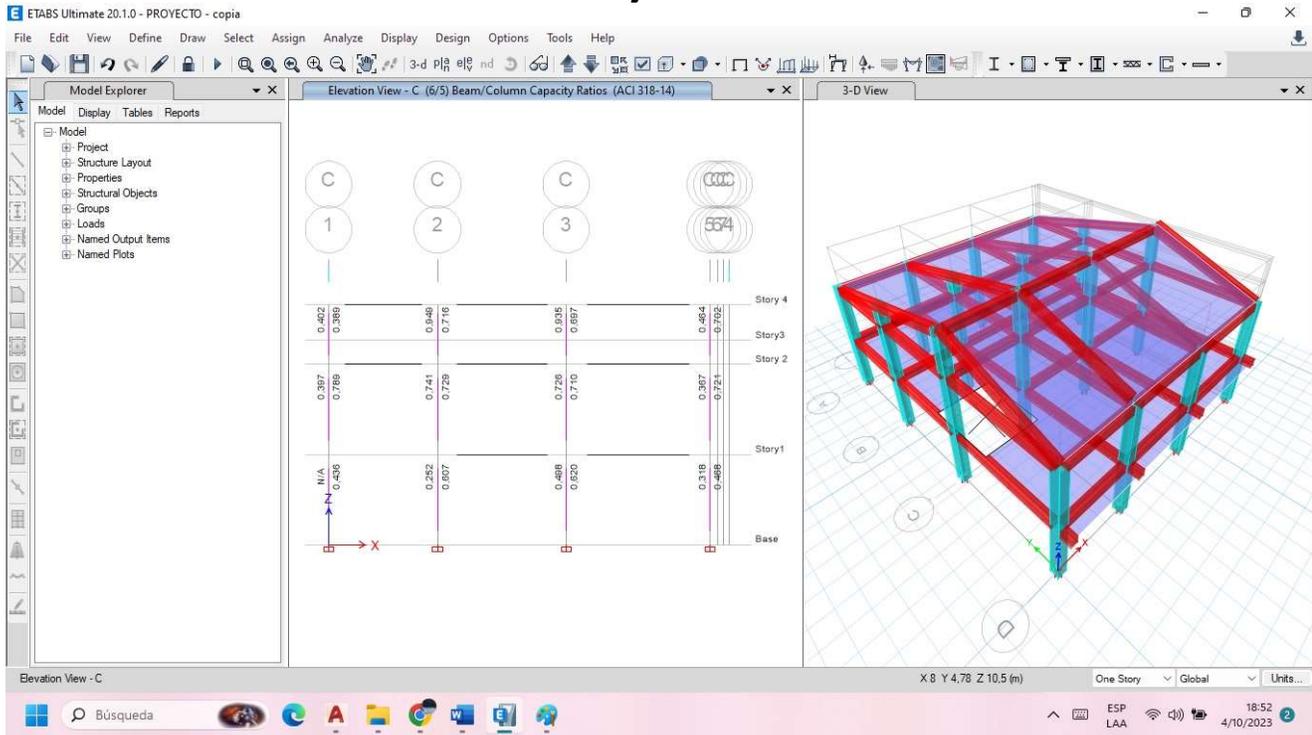
## Eje 2



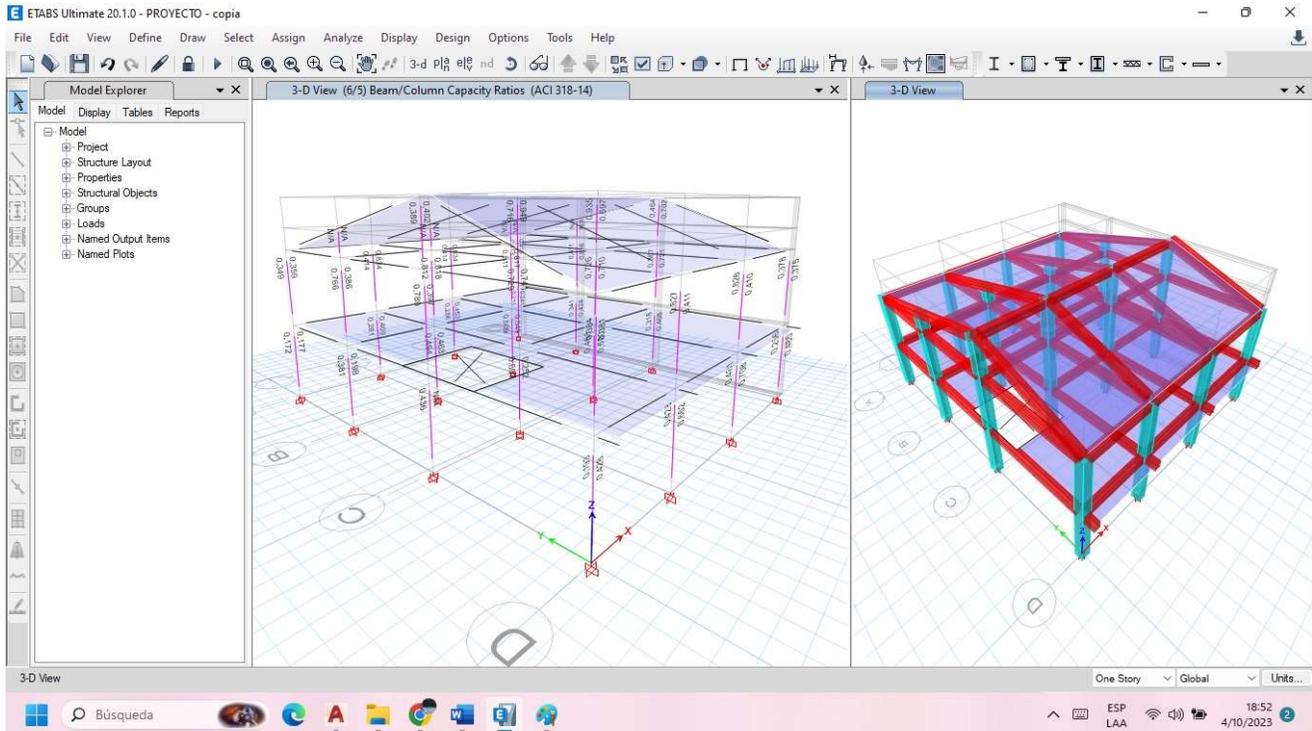
## Conexión Viga-Columna. Eje 1.-



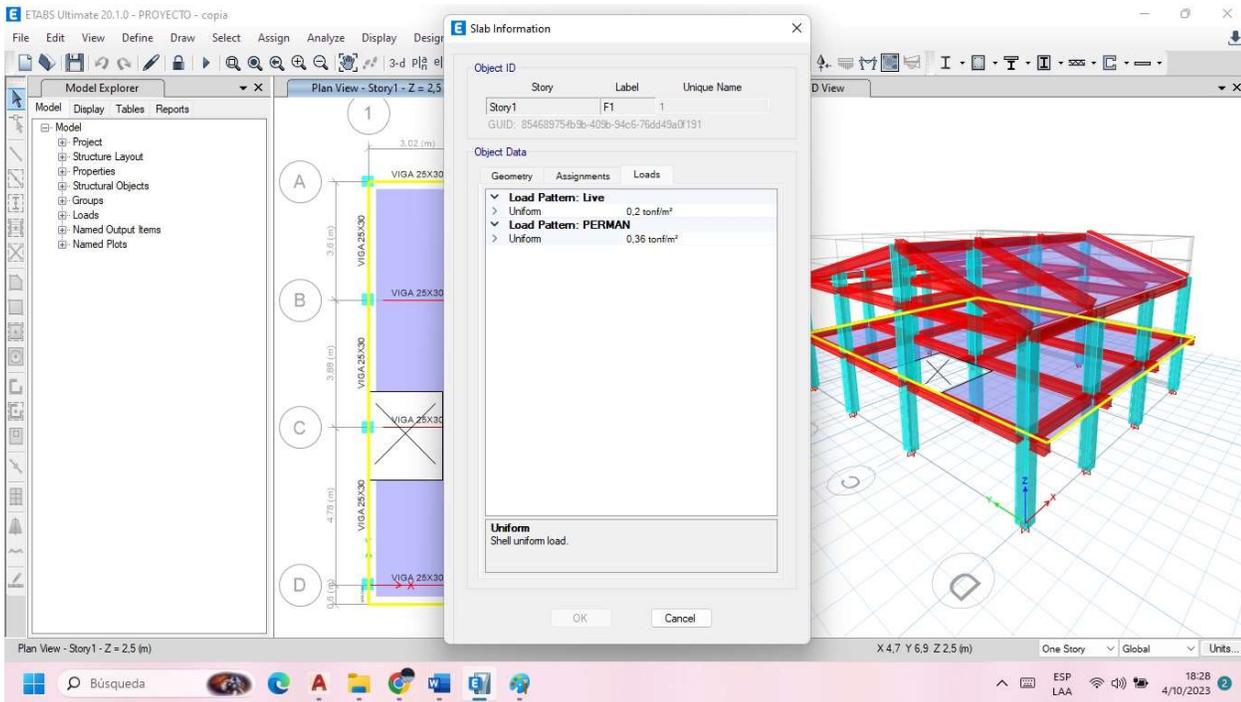
## Eje C.-



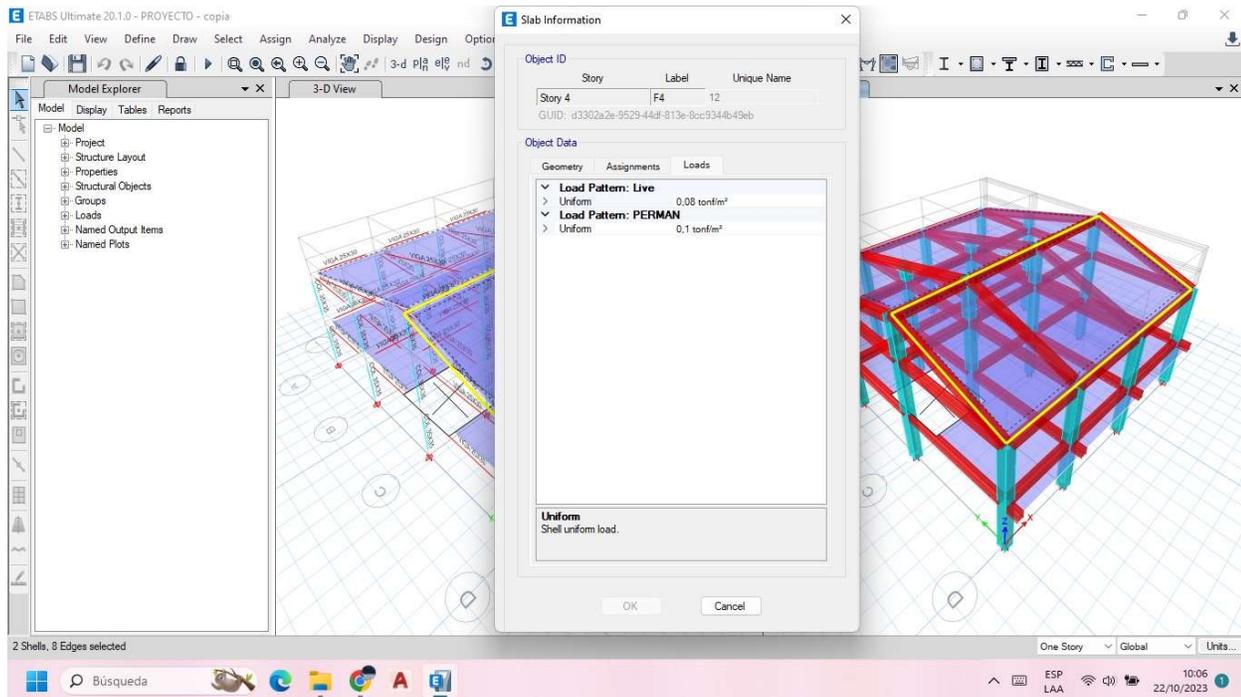
## Conexión viga-Columna 3D.-



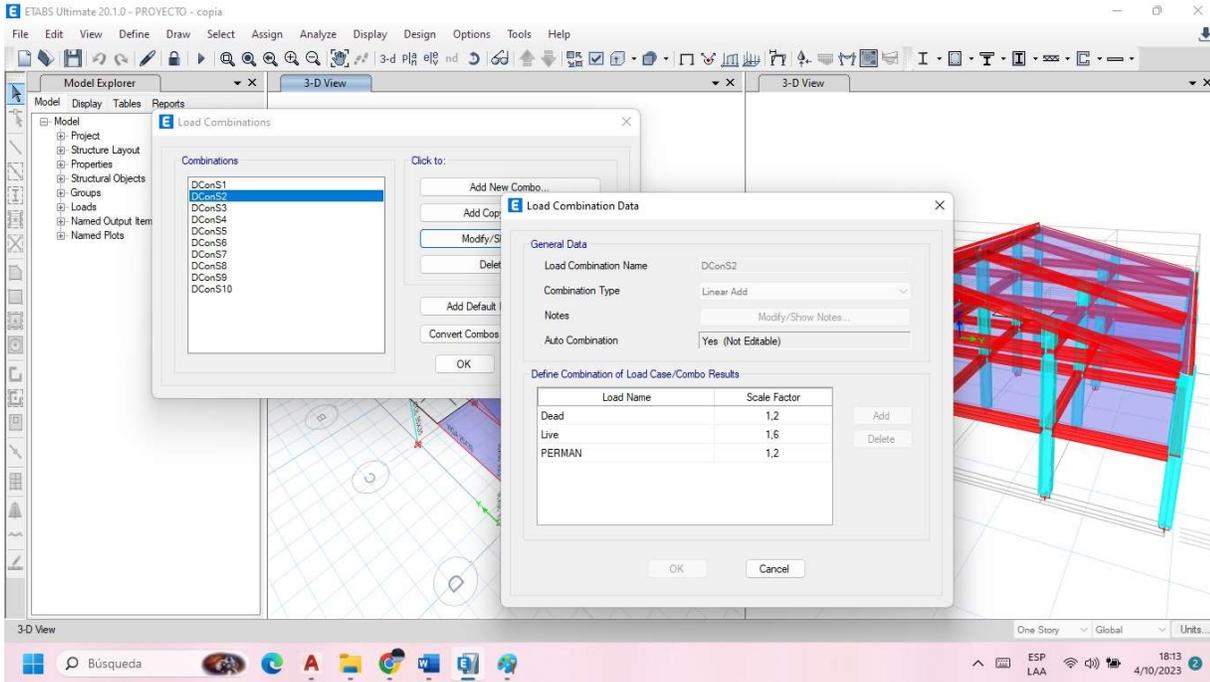
## Ingreso de Cargas Entrepiso.-



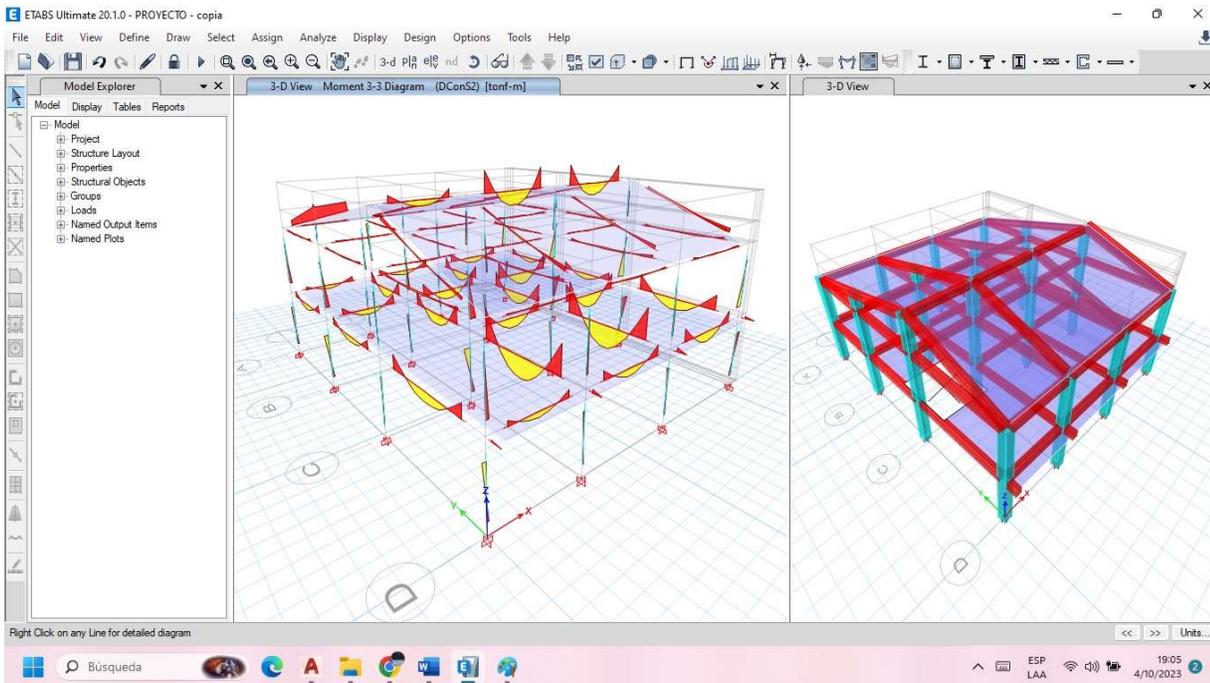
## Cubierta. -



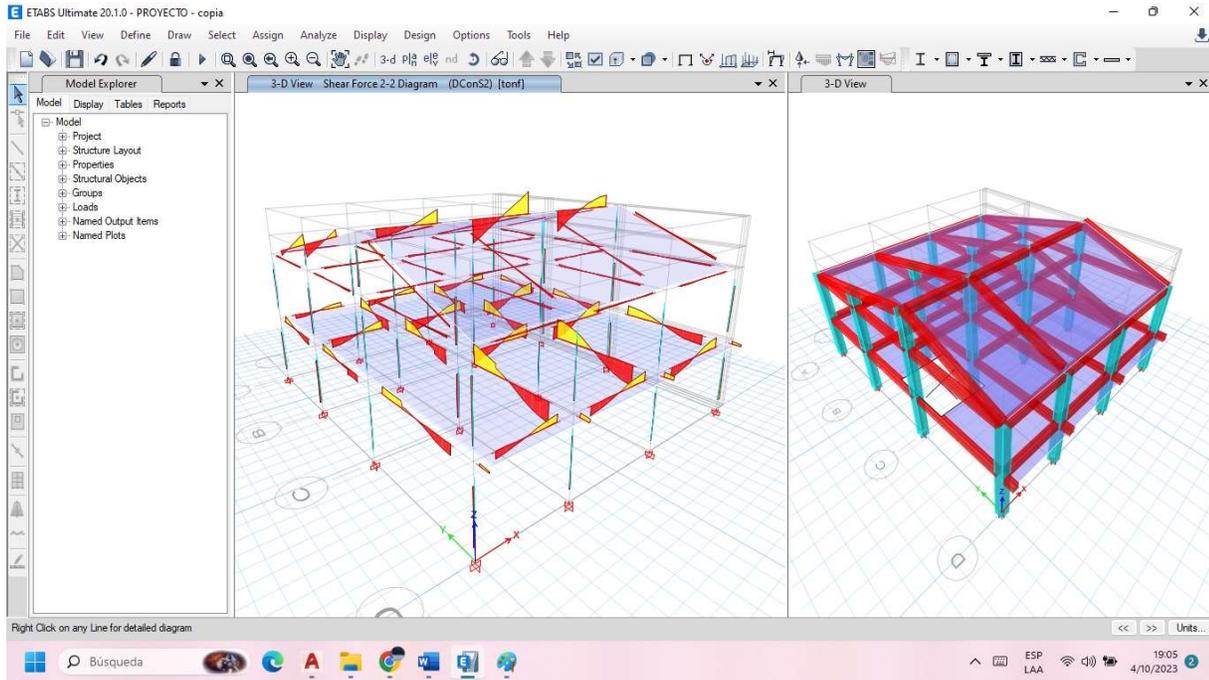
# Combinaciones



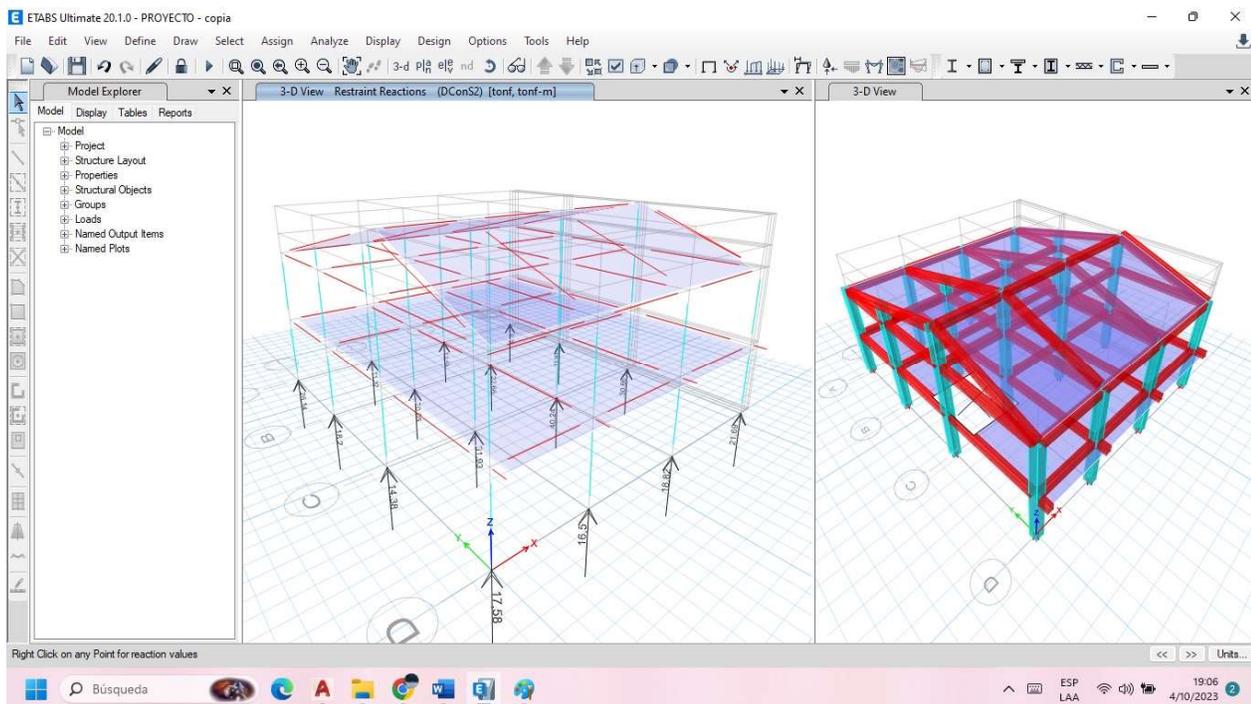
# Diagrama de Momentos de la estructura.-



## Diagrama de Corte de la estructura.-



## Ilustración 6.- Reacciones transmitidas a la Cimentación. -



## 8.- CIMENTACION.-

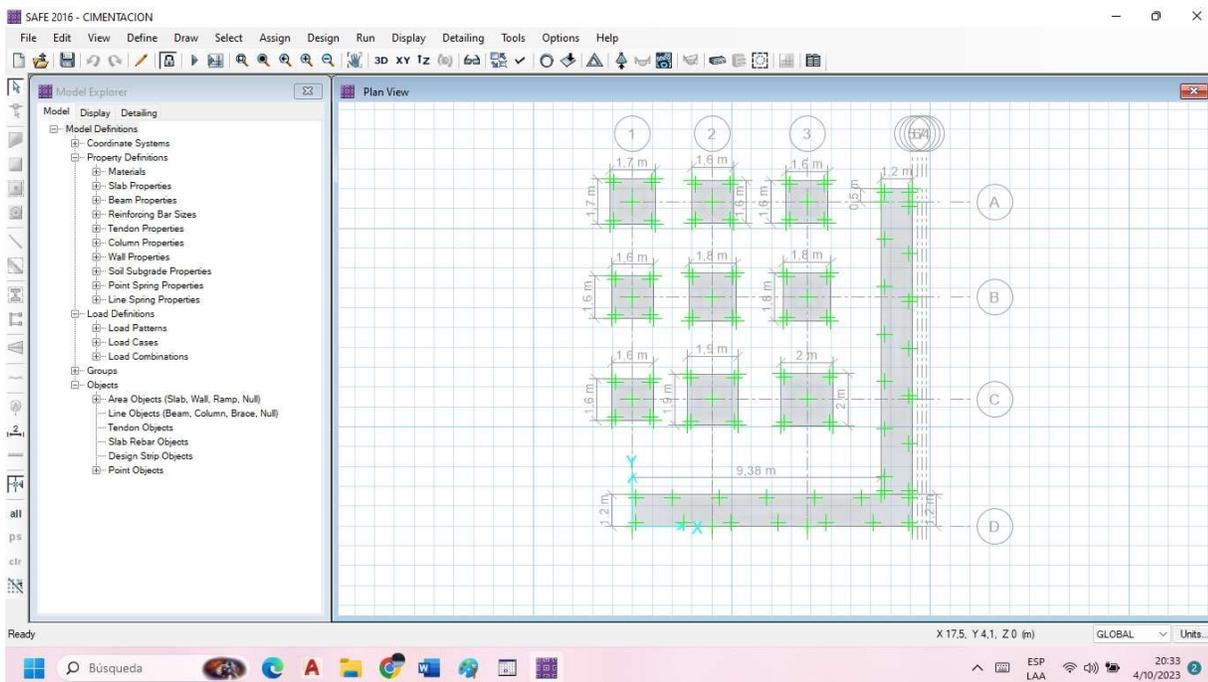
Para el diseño de la cimentación se consideraron una capacidad admisible 12,00T/m<sup>2</sup>. (Valor asumido).

Las cargas que se aplicaron fueron las reacciones que se producen en los pies de las columnas, para los diferentes estados de carga.

Las características sísmo resistentes del diseño tienen que garantizarse mediante una práctica constructiva acorde con las normas y especificaciones técnicas.

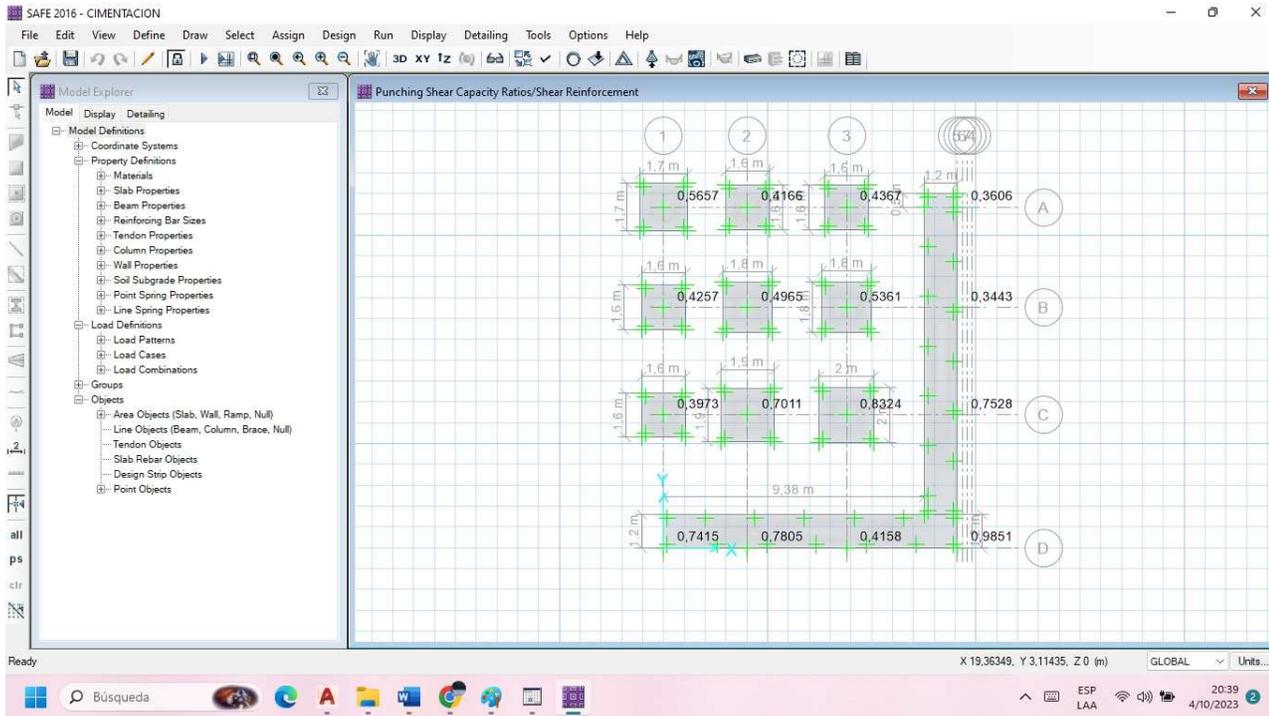
El cumplimiento de los detalles que constan en los planos estructurales y una rigurosa supervisión técnica garantizaran una perfecta ejecución del proyecto.

## 9.- DISEÑO DE CIMENTACION.-

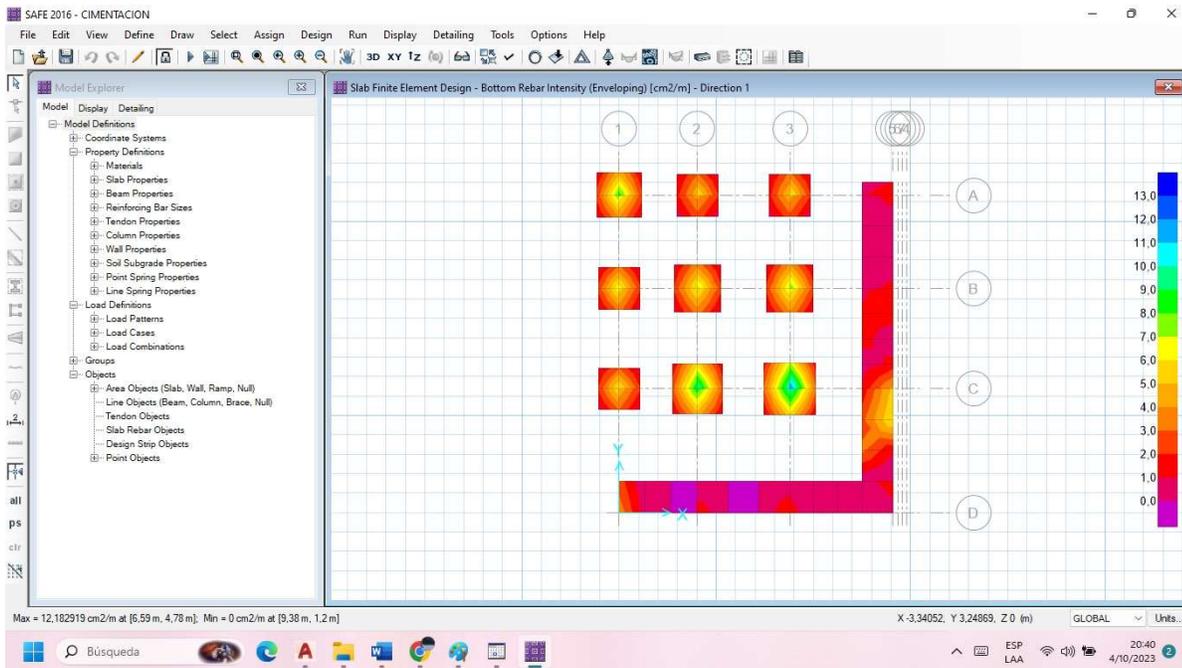




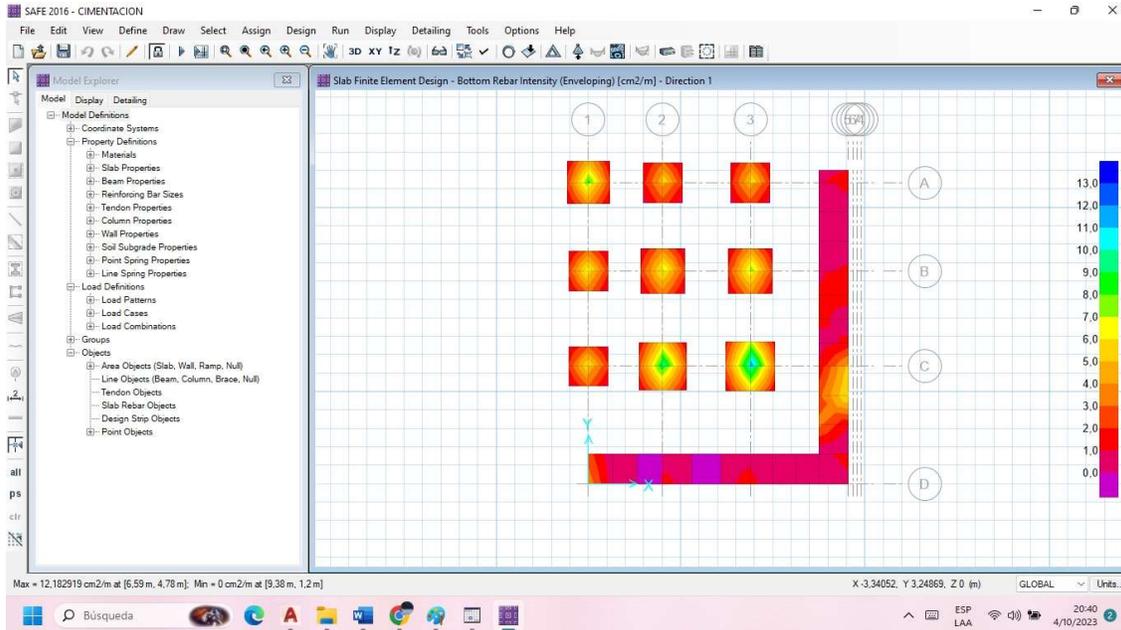
# PUNZONAMIENTO.-



# 10.- DISEÑO DE LA CIMENTACION.-



Acero de Refuerzo As. (x)



Acero de Refuerzo As. (y)

## 11.-CONTROL DURANTE LA CONSTRUCCIÓN.

Las características del diseño estructural realizado, deberán ser garantizadas durante la construcción mediante un control permanente y adecuado de todos los procesos constructivos, tomando en consideración todas las especificaciones que se estipulan en los planos.

Para el caso de la cimentación, es necesario realizar un estudio de suelo para verificar el tipo y la capacidad del suelo donde se implementará la estructura, de existir diferencias en lo propuesto de este estudio, con el informe de la capacidad real del estudio de suelo realizado en el sitio, la fiscalización realizará el rediseño de la cimentación de acuerdo a las recomendaciones del informe de suelo de comprobación. La Fiscalización y el Constructor revisarán los planos y especificaciones técnicas e implementarán el mejor proceso constructivo acorde con las normas para el control riguroso de las condiciones de diseño que ha sido especificado.

## RECOMENDACIONES

Cada etapa de la construcción debe ser supervisada por el Constructor para garantizar que la estructura resultante no tenga variaciones respecto a lo planificado e indicado en los planos estructurales. Todos los detalles deberán ser cuidadosamente observados.

El diseñador no se responsabiliza, si existe algún cambio en la estructura o en los planos indicados.

Quito, Octubre del 2023.

Ing. Xavier Villafuerte V.  
Diseñador Estructural.