

MEMORIA DE CÁLCULO ESTRUCTURAL

**INFORME TÉCNICO Y DESCRIPTIVO DEL DISEÑO
ESTRUCTURAL DEL PROYECTO: RESIDENCIA DE LOS SRES.
JOSÉ ANTONIO CABASCANGO MALES Y MARÍA REBECA
SANTELLAN LEMA**

ELABORADO POR: JMK Construcciones, Diseño y consultoría

TECNICO RESPONSABLE: Ing. Katherine Betancurt.

VERSIÓN: 2.0

FECHA DE ELABORACIÓN: MARZO 2023

FECHA DE ENTREGA: MARZO 2023

Contenido

1.1	INTRODUCCIÓN	1
1.2	OBJETIVO	1
1.3	NORMAS	1
1.4	SISTEMA ESTRUCTURAL.....	1
1.5	MATERIALES	1
1.6	HORMIGÓN	2
1.6.1	ARMADURA DE REFUERZO	2
1.6.2	ACERO ESTRUCTURAL.....	2
1.6.3	CAPACIDAD DE CARGA DEL SUELO DE CIMENTACIÓN	2
1.6.4	COMBINACIÓN DE CARGAS	2
1.7	DISEÑO ESTRUCTURAL	3
1.8	CARGAS.....	3
1.8.1	CARGA MUERTA	3
1.8.2	CARGA VIVA.....	4
1.8.3	CARGA SÍSMICA	4
1.9	MODELO EN ETABS.....	5
1.10	MATERIAL DEFINIDO	5
1.11	COLUMNAS	6
1.12	VIGAS	7
1.13	CONFORMACIÓN DE LA EDIFICACIÓN	8
1.14	ASIGNACIÓN DE CARGAS Y COMBINACIONES	8
1.15	RESULTADOS DE MODELO	10
1.15.1	MODOS DE VIBRACIÓN	10
1.16	COMPROBACIÓN CARGAS LATERALES ESTÁTICAS Y DINÁMICAS.....	11
1.16.1	DERIVAS DE PISO	12
1.17	CHEQUEO DE LOS ELEMENTOS.....	14
1.18	DISEÑO DE CIMENTACIÓN	16
1.19	ANEXO PLANOS.....	17



1.1 INTRODUCCIÓN

La presente memoria busca describir y detallar los criterios de diseño, materiales, consideraciones y concepción estructural, así como las hipótesis de carga tanto gravitacionales como laterales y el análisis y diseño de los elementos estructurales.

1.2 OBJETIVO

- Determinar las condiciones para que, satisfaciendo a los requerimientos arquitectónicos, se puedan cumplir con los parámetros requeridos por la NEC y otras normas
- Garantizar el buen desempeño de la estructura ante eventos sísmicos según los parámetros determinados por la NEC

1.3 NORMAS

Las siguientes son las principales normativas que se tomaron en cuenta para el diseño estructural:

- NEC, Norma Ecuatoriana de la Construcción: NEC-SE-CG: Cargas (No sísmicas), NEC-SE-DS: Peligro Sísmico y Diseño Sismorresistente
- NEC-SE-AC: Estructuras de Acero, NEC-SE-GC: Geotecnia y Cimentaciones, NEC-SE-VIVIENDA: Viviendas de hasta 2 pisos con luces de hasta 5m.
- ACI, American Concrete Institute, ACI 318-14: Building Code Requirements for Structural Concrete.
- ACI, American Concrete Institute, ACI 352R-02: Recommendation for Design for Beam Column Connections in Monolithic Reinforced Concrete Structures.
- AISC, American Institute of Steel Construction, AISC 360-10: Specification for Structural Steel Buildings.

También se consideró las recomendaciones estipuladas en NEC 15 capítulo 4 para una adecuada distribución del en acero de confinamiento con espaciamientos adecuados en las zonas críticas tanto para vigas y columnas.

La NEC 15-SE, peligro sísmico se tomó en cuenta para el análisis y evaluación de la estructura producida por fuerzas horizontales debidas a un evento sísmico.

1.4 SISTEMA ESTRUCTURAL

El sistema estructural es el de pórticos especiales de hormigón armado, en el que, psu buscará cumplir con los parámetros de ductilidad requeridos considerando un factor de reducción sísmica de $R=8$ para sistemas de alta ductilidad.

1.5 MATERIALES

Los materiales destinados a la construcción deben ser de la mejor calidad y que cumplan con las características mínimas para un adecuado comportamiento en el momento del uso.



1.6 HORMIGÓN

El hormigón debe contener una dosificación adecuada consistente para su uso, las características más importantes a verificar son: adecuada dosificación, granulometría de agregados, relación agua/cemento y el curado de hormigón pos vertido.

Las resistencias de hormigones utilizados son:

- Hormigón con resistencia $f'c = 180 \text{ Kg/cm}^2$ destinado a replantillo de 10cm de espesor.
- Hormigón ciclópeo de resistencia $f'c = 180 \text{ Kg/cm}^2$ conformado de 60% de hormigón simple y un 40% de piedra.
- Hormigón de $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ destinado para contrapiso.
- Hormigón estructural de $f'c = 240 \text{ kg/cm}^2$ destinado para cimentación, columnas, vigas y losa.

El módulo de elasticidad será calculado con:

1.6.1 ARMADURA DE REFUERZO

La armadura de refuerzo a utilizar es:

El acero de refuerzo empleado para el hormigón armado es del tipo con resaltes ASTM A615M Gr. 60 [420] o grado A-42 de acuerdo con la INEN 102, con una tensión especificada a la fluencia mínima $f_y \geq 420 \text{ MPa}$ y con una tensión especificada a la tracción mínima de 420 MPa. El módulo de elasticidad es 200.000 MPa.

1.6.2 ACERO ESTRUCTURAL

El acero estructural debe cumplir con las normas nacionales de calidad, se permitirá acero del tipo A36 para secciones conformadas en frío y acero del tipo A50 para flejes y otros elementos que se armarán mediante suelda de flejes.

1.6.3 CAPACIDAD DE CARGA DEL SUELO DE CIMENTACIÓN

A partir del estudio de suelos realizado se observa que en promedio el sector tiene una capacidad admisible de 6.41 T/m². Por lo que se ha propuesto un reforzamiento que consiste en un mejoramiento de 1m de profundidad con subbase clase 3 reforzado con geomallas en capas de 20cm. Con esta consideración la capacidad portante del suelo logra alcanzar valores de 14T.

Debido a la complejidad del mejoramiento propuesto la cimentación se ha realizado con zapatas aisladas en conjunto con una serie de cadenas anchas las que trabajan a nivel superficial como vigas de cimentación. Con esta combinación se ha alcanzado una capacidad requerida del suelo de 10T/m². Por lo que se ha propuesto un mejoramiento de 50cm con subbase sin necesidad de apoyo por geosintéticos. El ingeniero geotécnico tendrá que validar o dar las condiciones de mejoramiento necesario para entregar en sitio las 10T/m² requeridas.

De acuerdo a la norma NEC-SE-DS (Peligro Sísmico), el sector en estudio se encuentra clasificado en el perfil de suelo tipo "D".

1.6.4 COMBINACIÓN DE CARGAS

Las combinaciones adoptadas están basadas en la norma NEC_SE_CG (Cargas no Sísmicas). Siendo las más críticas las combinaciones que contengan carga muerta, viva y sismo.

- 1,4D
- 1,2D + 1,6L + 0,5 Max [Lr; S ; R]
- 1,2D + 1,6 max [Lr ; S ; R] + MAX[L ; 0,5W]
- 1,2D + 1W + L + 0,5 max [Lr ; S ; R]



- $1,2D + 1E + L + 0,2S$
- $0,9D + 1W$
- $0,9D + 1E$
- D + L (Servicio Cimentaciones)
- D + L + S (Cimentaciones)

Dónde:

- D Carga permanente
- E Carga de sismo
- L Sobrecarga (carga viva)
- Lr Sobrecarga de cubierta (carga viva)
- S Carga de granizo
- W Carga de viento

1.7 DISEÑO ESTRUCTURAL

Para el análisis estructural se realizó un modelo computacional en el programa ETABS, definiendo materiales y secciones de los elementos utilizados en el prediseño y diseño definitivo, para que el modelo se acerque lo más posible a la realidad.

Para el análisis se consideran principalmente los siguientes parámetros:

- Desplazamientos relativos piso a piso de la estructura.
- Periodos de vibración
- Distribuciones de fuerzas horizontales
- Deformaciones puntuales de los elementos más exigidos, de grandes luces y voladizos.
- Acciones generadas en los elementos más exigidos.

Hay que tomar en cuenta que, para estructuras de hormigón armado, en el cálculo de la rigidez y de las derivas máximas se deberán utilizar los valores de las inercias agrietadas de los elementos estructurales, es decir:

- 0.5 I_g para vigas
- 0.8 I_g para columnas
- 0.6 I_g para muros estructurales

1.8 CARGAS

1.8.1 CARGA MUERTA

Elemento	Peso unitario	Cantidad	peso/m ²
Paredes	1.80 T/m ³	0.06 m ³	0.10 T/m ²
Enlucidos y macillados	2.20 T/m ³	0.02 m ³	0.04 T/m ²
Pisos	2.20 T/m ³	0.02 m ³	0.04 T/m ²



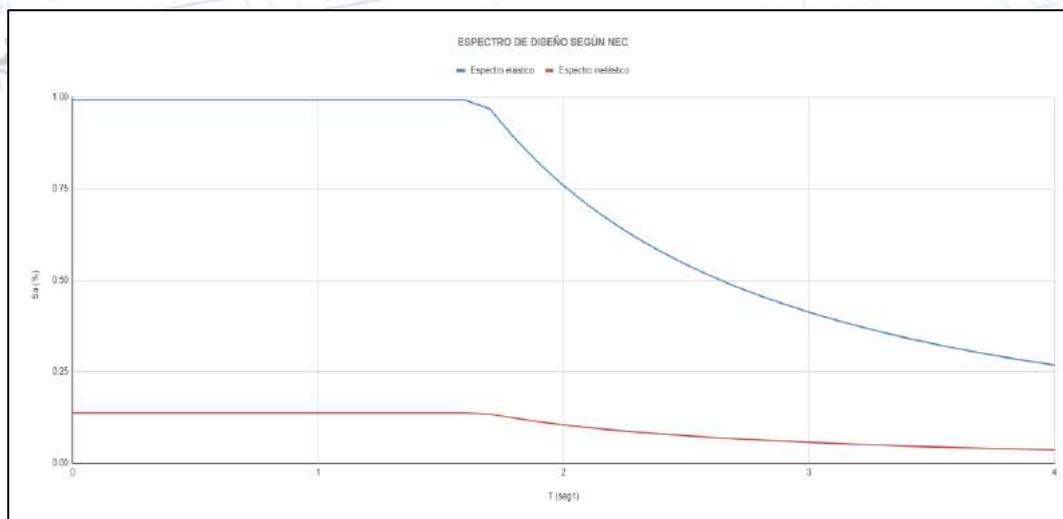
Instalaciones	1.00 T/m ³	0.06 m ³	0.06 T/m ²
		TOTAL	0.25 T/m ²

1.8.2 CARGA VIVA

La carga viva se ha tomado desde el apéndice 4 de la norma de Cargas no sísmicas para carga viva con un valor de 200 Kg/m²

1.8.3 CARGA SÍSMICA

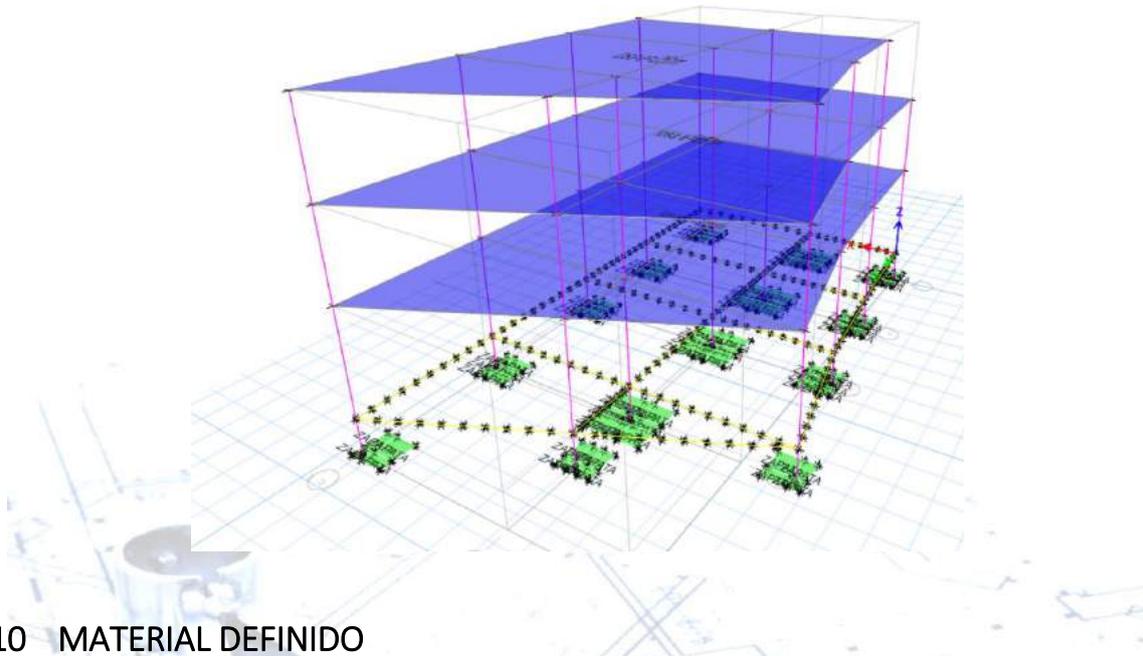
Parámetros	Valores	Referencia
Factor de Importancia (I)	1	Tabla 6, Sec. 4.1
Factor de reducción de respuesta (R)	8	Tabla 16, Sec. 6.3.4
Relación de amplificación espectral	2.48	Sec 3.3.1
Zona sísmica	V	Fig1, Sec. 3.1.1
Tipo de Suelo	E	Tabla 2, Sec 3.2.1
Factor de zona (z)	0.4	Tabla 1, Sec. 3.3.1
Factor de sitio (Fa)	1	Tabla 3, Sec.3.2.2.a
Factor de sitio (Fd)	1.6	Tabla 4, Sec.3.2.2.a
Factor de comportamiento inelástico del suelo (Fs)	1.9	Tabla 5, Sec.3.2.2.a
Periodo crítico Tc	1.67	Sec.3.3.1
Factor en el espectro para diseño elástico (r)	1.5	Sec.3.3.1
Aceleración espectral (Sa)	0.99	Sec.3.3.1
Factor de irregularidad en planta (φp)	0.9	Tabla 13, Sec.5.2.3
Factor de irregularidad en elevación (φe)	1	Tabla 14, Sec.5.2.3
Tipo de estructura	Hormigon sin rigidizadores	
Coficiente Ct	0.055	Sec. 6.3.3a
Coficiente para cálculo del periodo (α)	0.9	Sec. 6.3.3a
Altura total del edificio (Hn)	9.36	Planos
Periodo natural de vibración (T)	0.41	Sec. 6.3.3.a
Porcentaje de carga muerta para sismo	0.14	





1.9 MODELO EN ETABS

Las siguientes figuras muestran plantas tipo y modelo 3D de la estructura dentro del programa de modelación ETABS.



1.10 MATERIAL DEFINIDO

Material Property Data

General Data

Material Name:

Material Type:

Directional Symmetry Type:

Material Display Color:

Material Notes:

Material Weight and Mass

Specify Weight Density Specify Mass Density

Weight per Unit Volume: tonf/m³

Mass per Unit Volume: tonf-s²/m⁴

Mechanical Property Data

Modulus of Elasticity, E: tonf/m²

Poisson's Ratio, U:

Coefficient of Thermal Expansion, A: 1/C

Shear Modulus, G: tonf/m²

Design Property Data

Advanced Material Property Data

Modulus of Rupture for Cracked Deflections

Program Default (Based on Concrete Slab Design Code)

User Specified



1.11 COLUMNAS

The image displays two screenshots of the ETABS software interface, specifically the 'Frame Section Property Data' dialog box for a column (COL NR 4040).

Top Screenshot: General Data and Dimensions

- General Data:**
 - Property Name: COL NR 4040
 - Material: Harnigón for 210Kg/cm²
 - Natural Size Data: Modify/Show Natural Size...
 - Display Color: Change...
 - Notes: Modify/Show Notes...
- Shape:**
 - Section Shape: Concrete Rectangular
- Section Property Source:**
 - Source: User Defined
- Section Dimensions:**
 - Depth: 0.4 m
 - Width: 0.4 m
- Property Modifiers:**
 - Modify/Show Modifiers... (Currently User Specified)
- Reinforcement:**
 - Modify/Show Rebar...

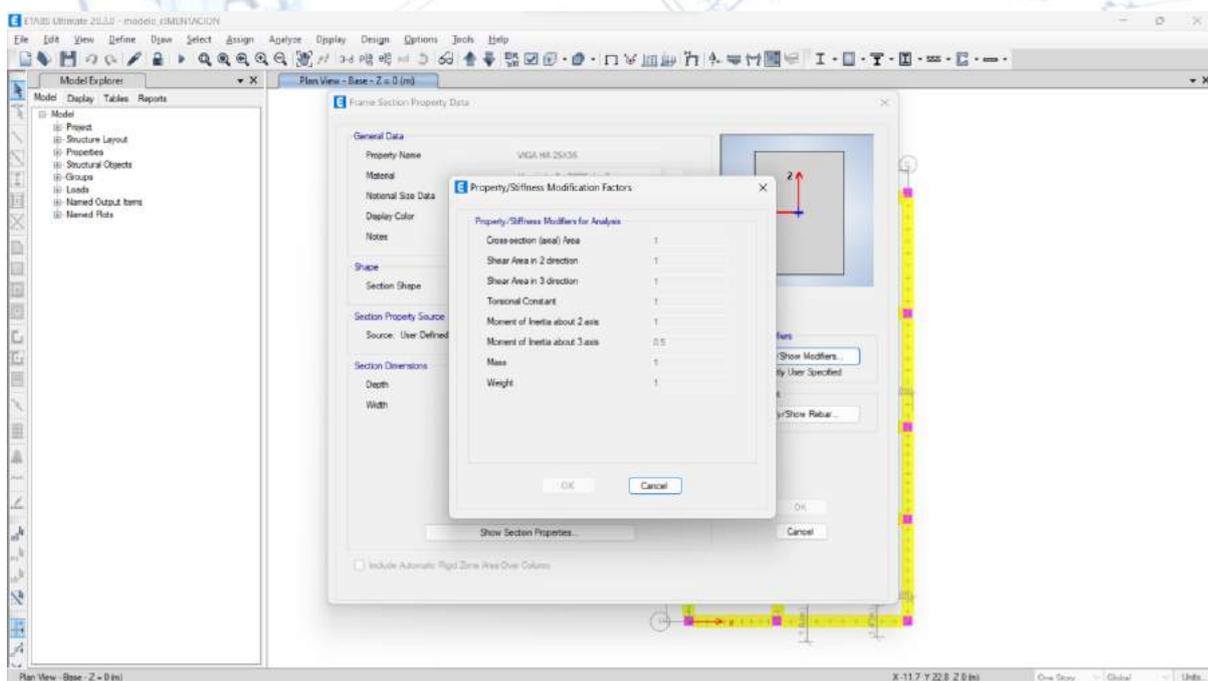
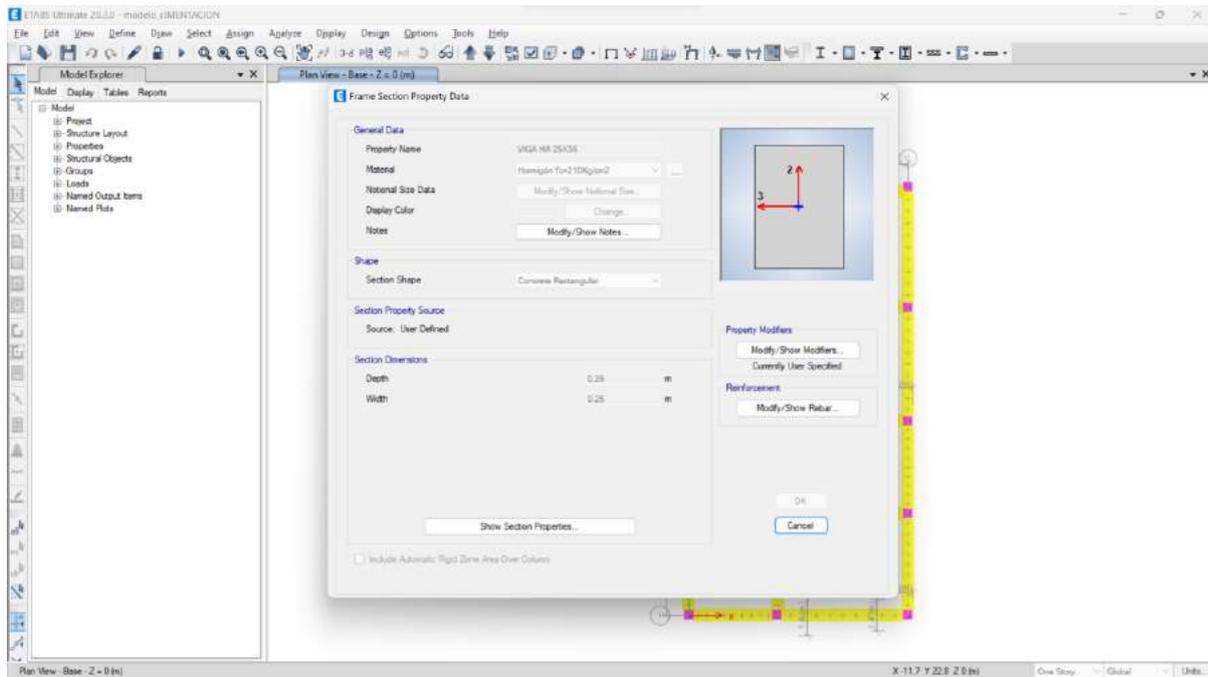
Bottom Screenshot: Property/Stiffness Modification Factors

The 'Property/Stiffness Modification Factors' dialog box is shown, listing various factors for analysis:

Property/Stiffness Modifiers for Analysis	Value
Cross-section (axial) Area	1
Shear Area in 2 direction	1
Shear Area in 3 direction	1
Torsional Constant	1
Moment of Inertia about 2 axis	0.8
Moment of Inertia about 3 axis	0.8
Mass	1
Weight	1



1.12 VIGAS





1.13 CONFORMACIÓN DE LA EDIFICACIÓN



1.14 ASIGNACIÓN DE CARGAS Y COMBINACIONES

Se definieron 4 patrones de carga: Carga Muerta, Carga Viva, Sismo estático dirección X-X y Sismo estático dirección Y-Y.

Para los sismos estáticos en las dos direcciones se colocó el coeficiente del cortante basal en función del peso reactivo.

En las combinaciones de carga se colocó las recomendadas por la NEC_SE_CG y también se creó una combinación envolvente para obtener la máxima sollicitación en cada reacción que ayudará en el diseño de vigas.

En las siguientes imágenes se podrá ver la asignación de carga en la losa



ETABS Ultimate 2013 - modelo: eIMUNTAION

Model Explorer

Model

- Project
- Structure Layout
- Properties
- Structural Objects
- Groups
- Loads
- Named Output Items
- Named Plots

Plan View - Story 1 - Z = 3.6 (m)

Slab Information

Object ID	Story	Label	Unique Name
1	Story 1	F1	1

Object Data

Category	Assignments	Loads
Load Set	vivanda	vivanda

Shell Uniform
Shell Uniform Load Set.

OK Cancel

Plan View - Story 1 - Z = 3.6 (m) K 21 Y 11 Z 3.6 (m) One Story Global Units

ETABS Ultimate 2013 - modelo: eIMUNTAION

Model Explorer

Model

- Project
- Structure Layout
- Properties
- Structural Objects
- Groups
- Loads
- Named Output Items
- Named Plots

Plan View - Story 1 - Z = 3.6 (m)

Shell Uniform Load Set Data

Uniform Load Set Name: vivanda

Load Pattern	Load Value (kn/m ²)
Dead	0.25
Live	0.7

Note: Loads are in the gravity direction.

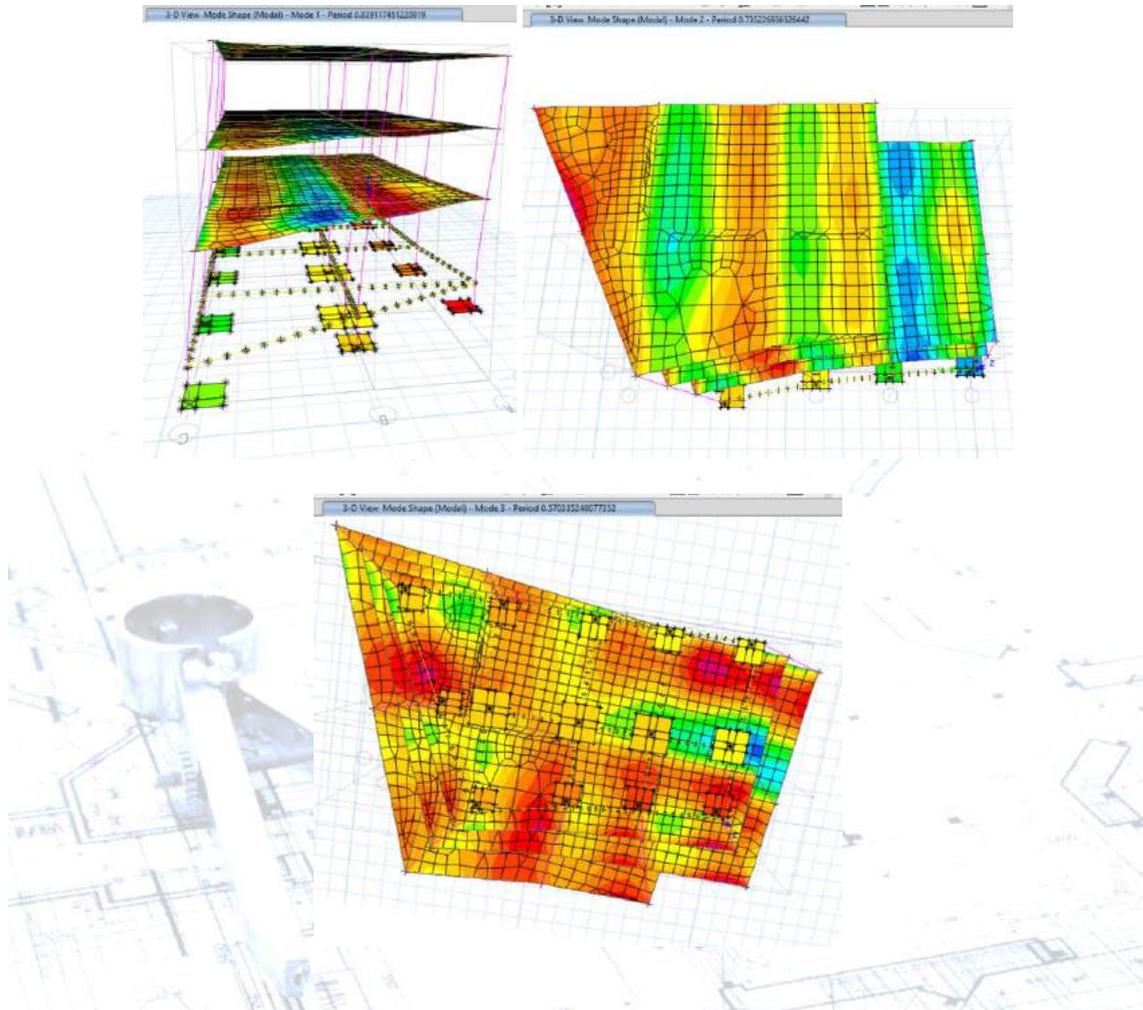
OK Cancel

Plan View - Story 1 - Z = 3.6 (m) X 108 Y 228 Z 3.6 (m) One Story Global Units



1.15 RESULTADOS DE MODELO

1.15.1 MODOS DE VIBRACIÓN



ETABS Ultimate 20.3.0 - modelo_cIMENTACION

Model Explorer: 3-D View - Displacements (Dead) [m]

Modal Participating Mass Ratios

Units: As Noted Hidden Columns: No Sort: None Filter: None

Case	Mode	Period sec	UX	UY	UZ	SumUX	SumUY	SumUZ	RX	RY	RZ	SumRX	SumRY	SumRZ
Modal	1	0.788	0.78	0.0091	0	0.78	0.0091	0	0.0076	0.6894	0.0852	0.0076	0.6894	0.0852
Modal	2	0.694	0.0124	0.6643	0	0.7924	0.8734	0	0.6775	0.0068	0.0013	0.6851	0.6963	0.0065
Modal	3	0.538	0.0736	0.0045	0	0.866	0.8778	0	0.0031	0.0162	0.7865	0.6883	0.7145	0.873
Modal	4	0.214	0.1853	0.0017	0	0.9713	0.8796	0	0.0041	0.2456	0.0082	0.6824	0.9601	0.8812
Modal	5	0.199	0.0019	0.998	0	0.9732	0.9775	0	0.2797	0.0052	0.0005	0.9721	0.9653	0.8816
Modal	6	0.169	0.002	0.0007	0	0.9752	0.9782	0	0.0026	0.0052	0.0089	0.9747	0.9705	0.9706
Modal	7	0.104	0.0244	4.055E-05	0	0.9996	0.9782	0	0.0001	0.0293	0.0033	0.9748	0.9999	0.9739
Modal	8	0.102	2.029E-05	0.0217	0	0.9996	0.9999	0	0.0251	2.618E-05	0.0002	0.9999	0.9999	0.9741
Modal	9	0.088	0.0004	0.0001	0	1	1	0	0.0001	0.0001	0.0259	1	1	1
Modal	10	0.031	6.99E-06	0	0	1	1	0	0	5.187E-06	0	1	1	1
Modal	11	0.029	1.148E-05	0	0	1	1	0	0	2.88E-05	2.782E-06	1	1	1
Modal	12	0.027	0	0	0	1	1	0	0	5.086E-06	0	1	1	1

Record: 1 of 12

Start Animation

Global Units

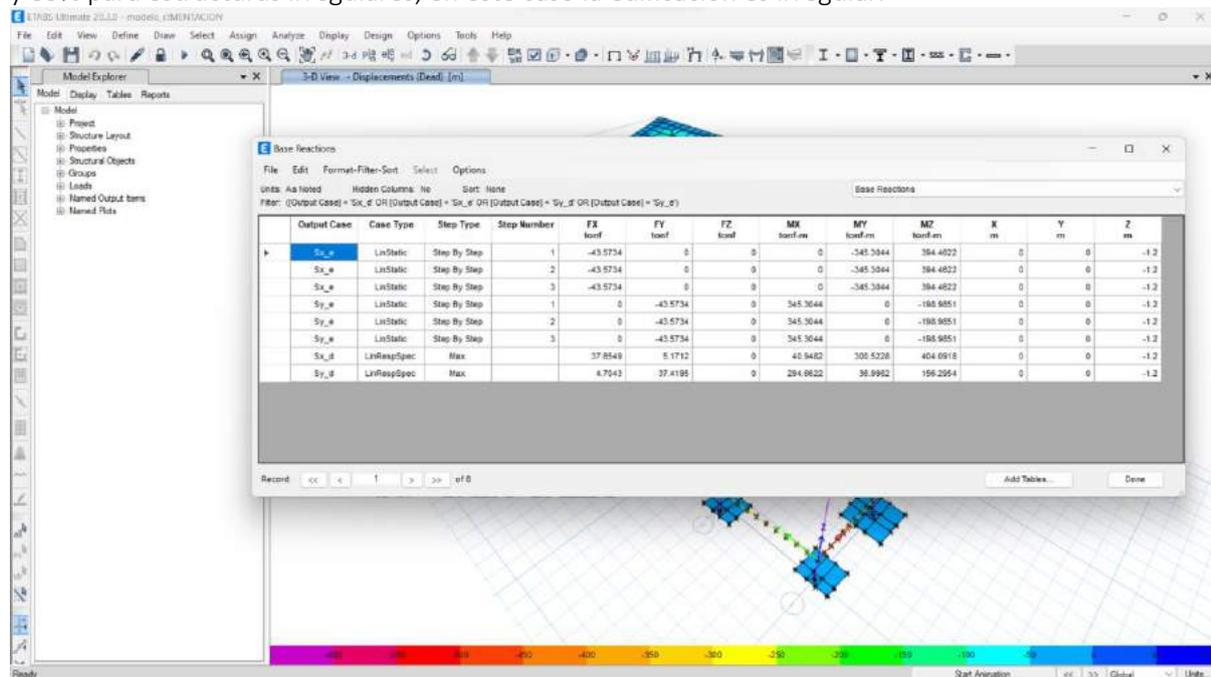


Tabla 1. MODOS DE VIBRACIÓN DE LA ESTRUCTURA

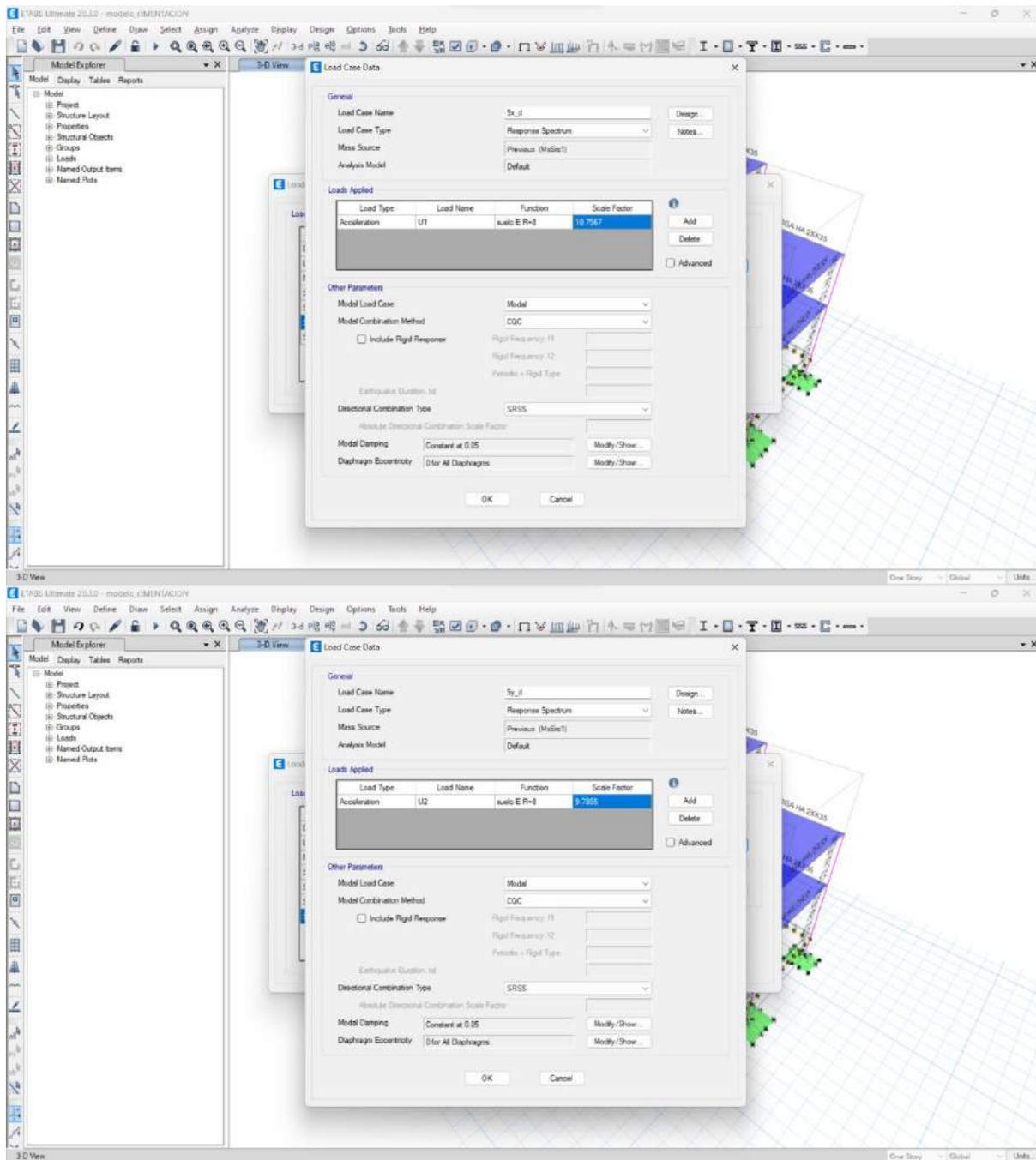
El comportamiento de la estructura está conformado por en los dos primeros modos vibración de traslación mientras que en el tercer modo de vibración es de rotación, en general la estructura tiene un comportamiento ideal.

1.16 COMPROBACIÓN CARGAS LATERALES ESTÁTICAS Y DINÁMICAS

Para la comprobación de las cargas laterales ingresadas en el modelo tanto por cargas estáticas y dinámicas se lo va a realizar por el porcentaje respectivo de la carga reactiva. Además, la norma exige que el sismo dinámico (espectral) sea por lo menos el 80% del sismo estático para estructuras regulares y 85% para estructuras irregulares, en este caso la edificación es irregular.



$$S_{Xd}/S_{Xe} = 37.65/43.57 = 86.41\% \quad \text{ok}$$
$$S_{Xd}/S_{Xe} = 37.42/43.57 = 85.88\% \quad \text{ok}$$



1.16.1 DERIVAS DE PISO

Se verificó el desplazamiento transversal relativo entre pisos (deriva) a objetos a fin de comprobar el cumplimiento de la norma.

Donde:

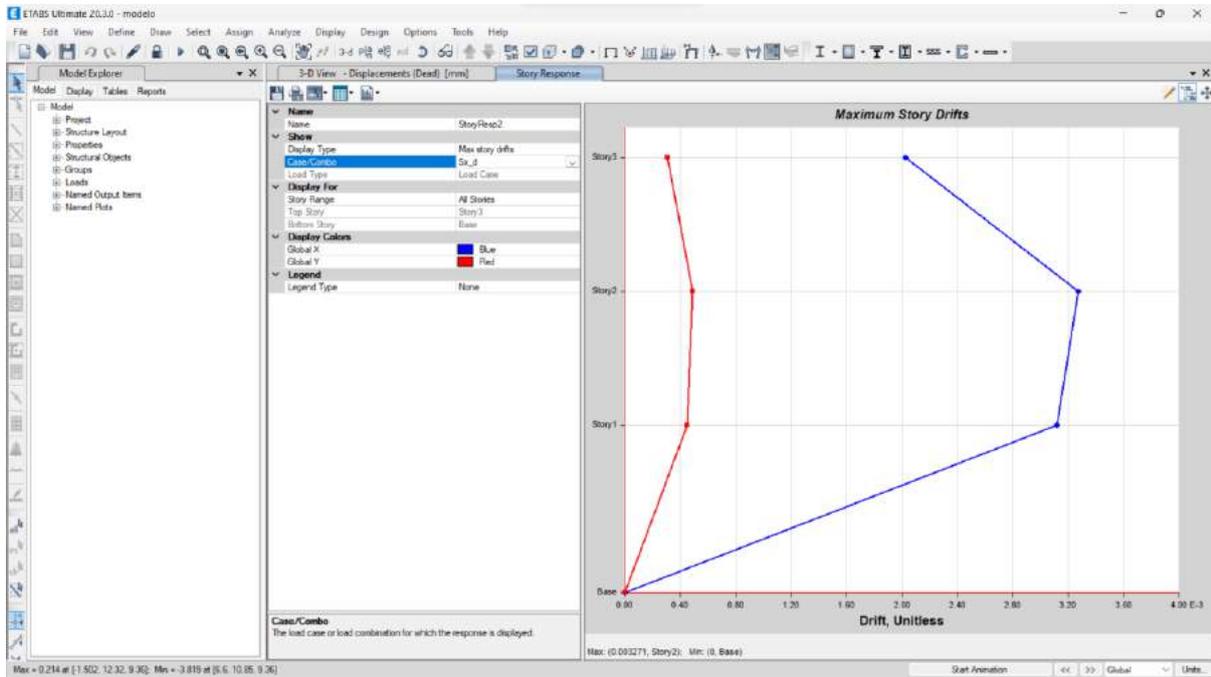
$R = 8.0$

$\Delta E =$ Desplazamiento obtenido en aplicación de las fuerzas laterales de diseño reducidas

$\Delta M =$ Deriva máxima inelástica de cada piso

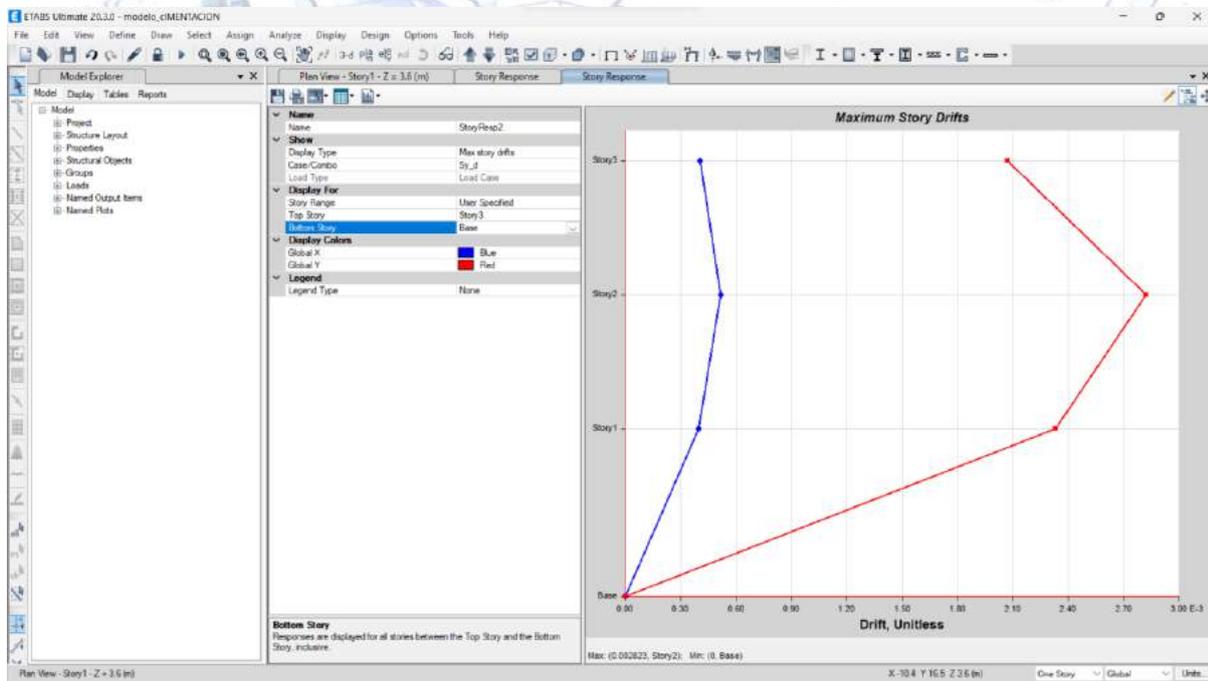


$$\Delta_M = 0.75R\Delta_E$$



$$\Delta x = 0.003271 * 8 * 0.75 = 1.96\%$$

ok

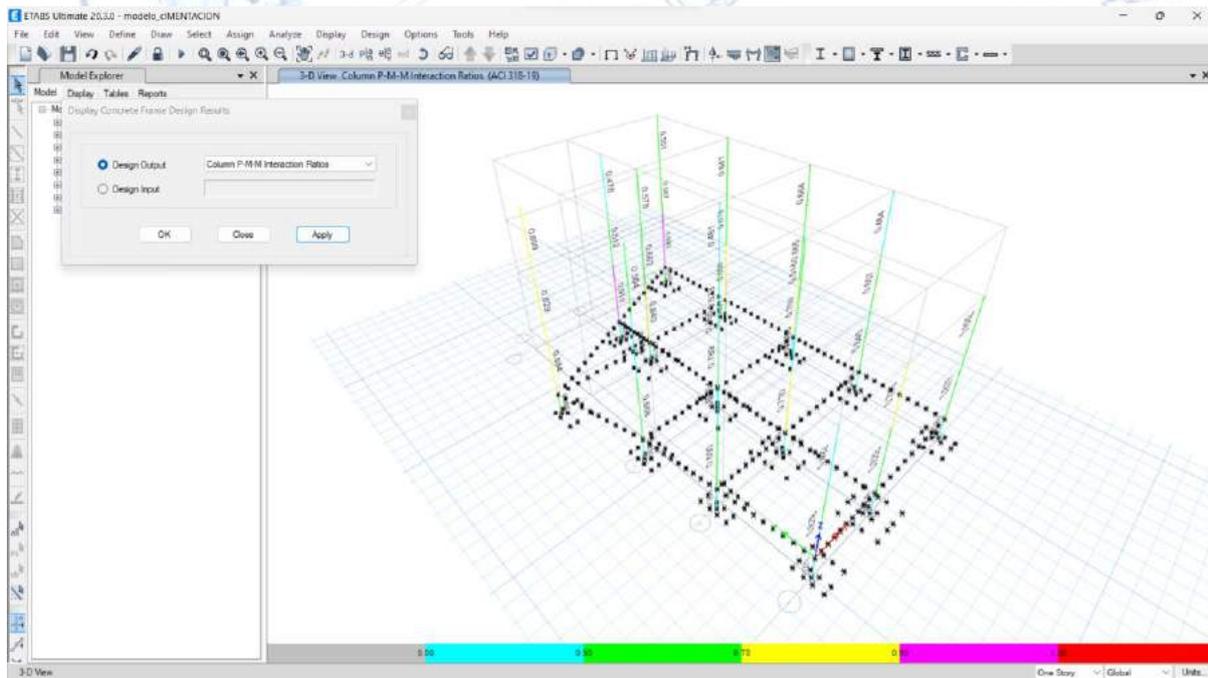
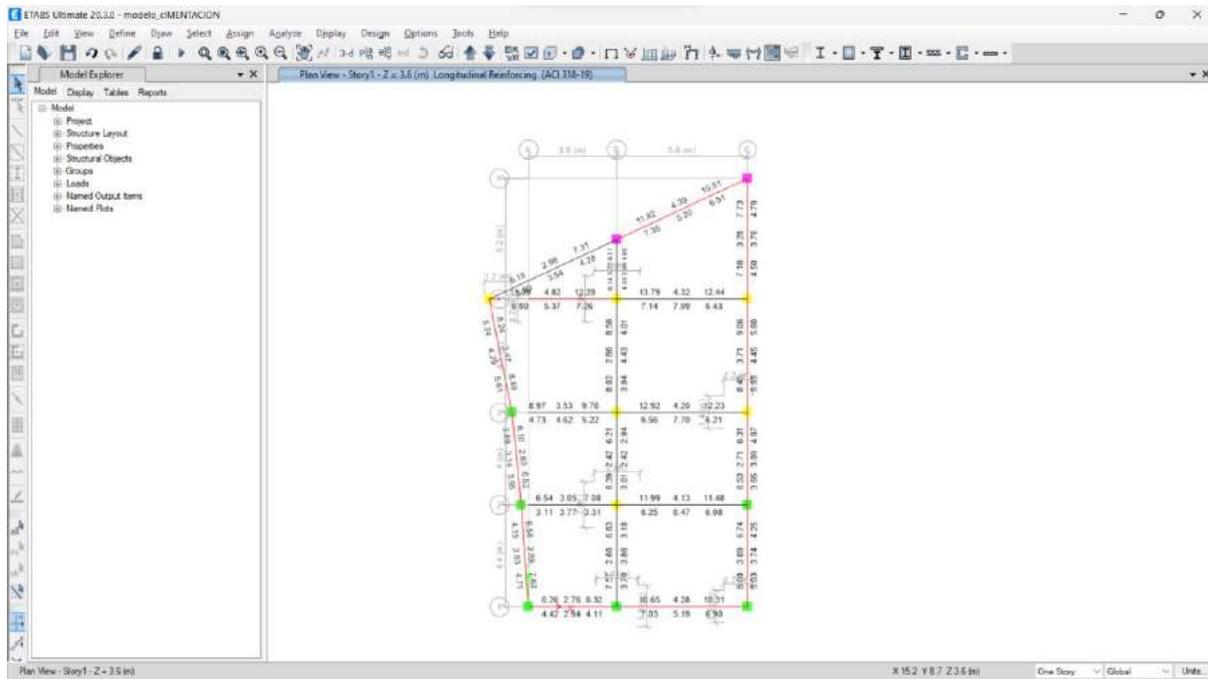


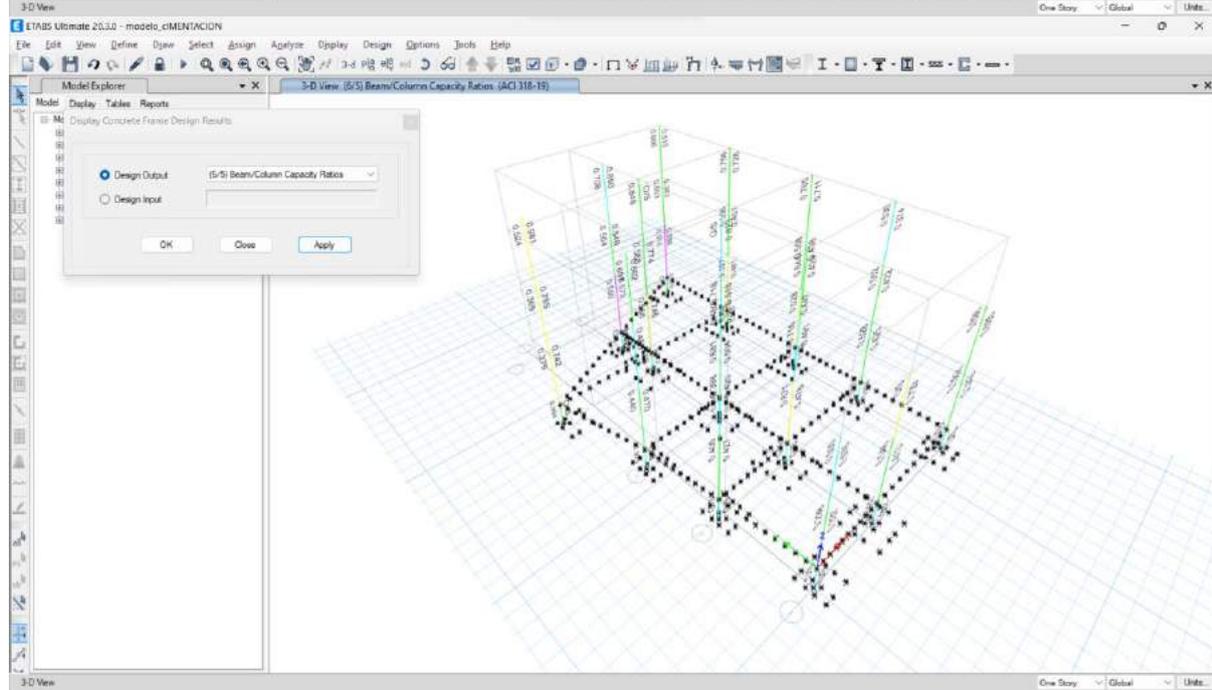
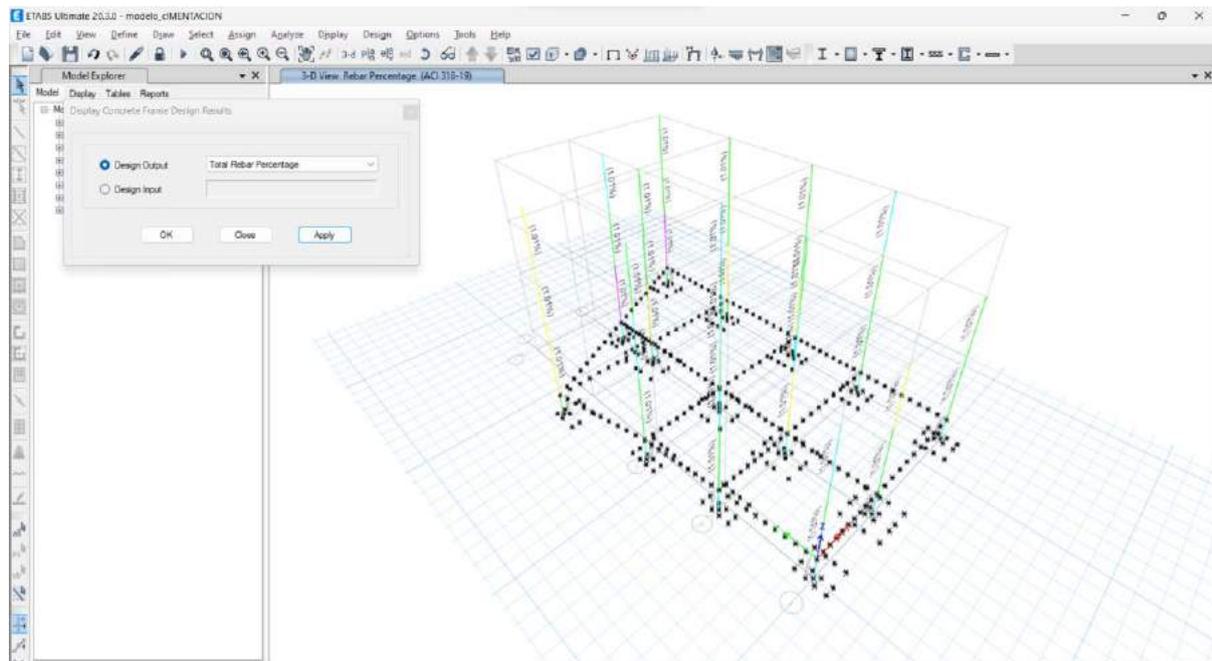
$$\Delta y = 0.002823 * 8 * 0.75 = 1.69\%$$

ok



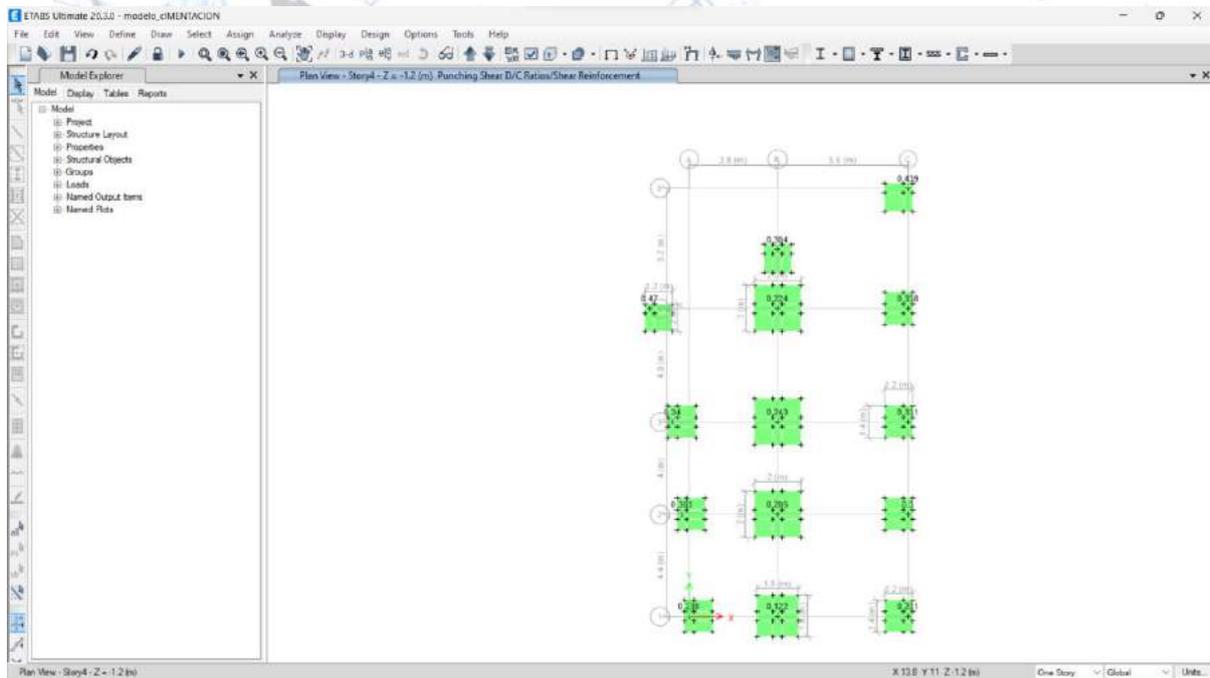
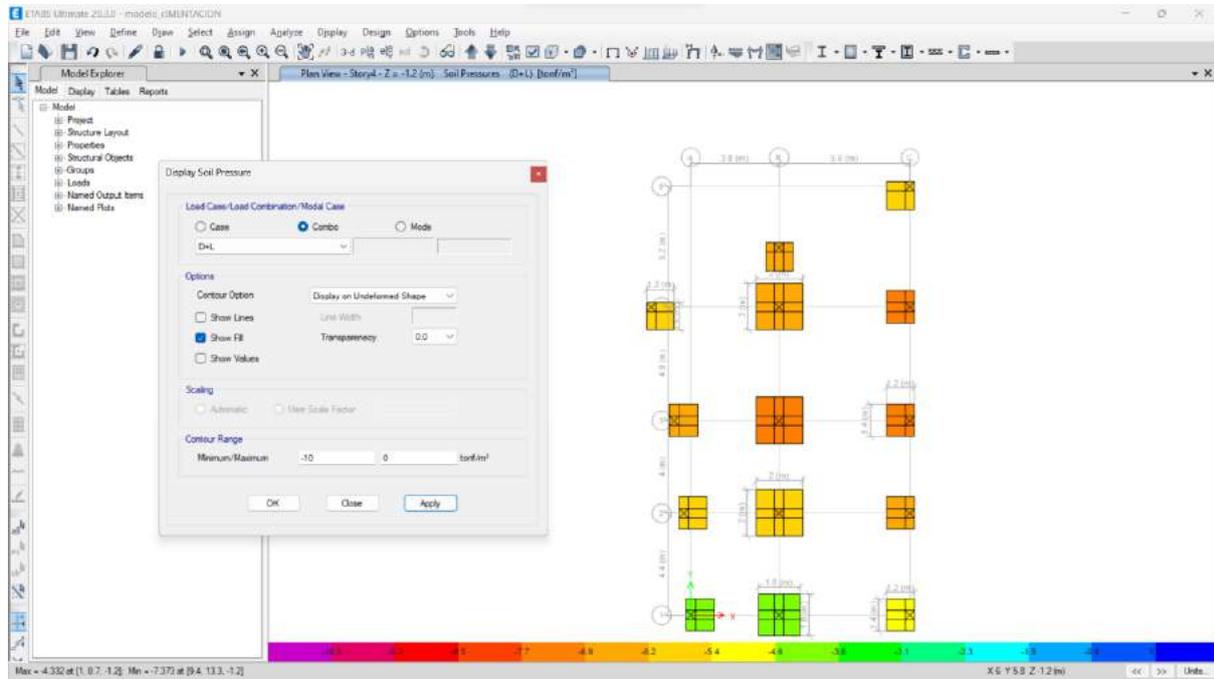
1.17 CHEQUEO DE LOS ELEMENTOS

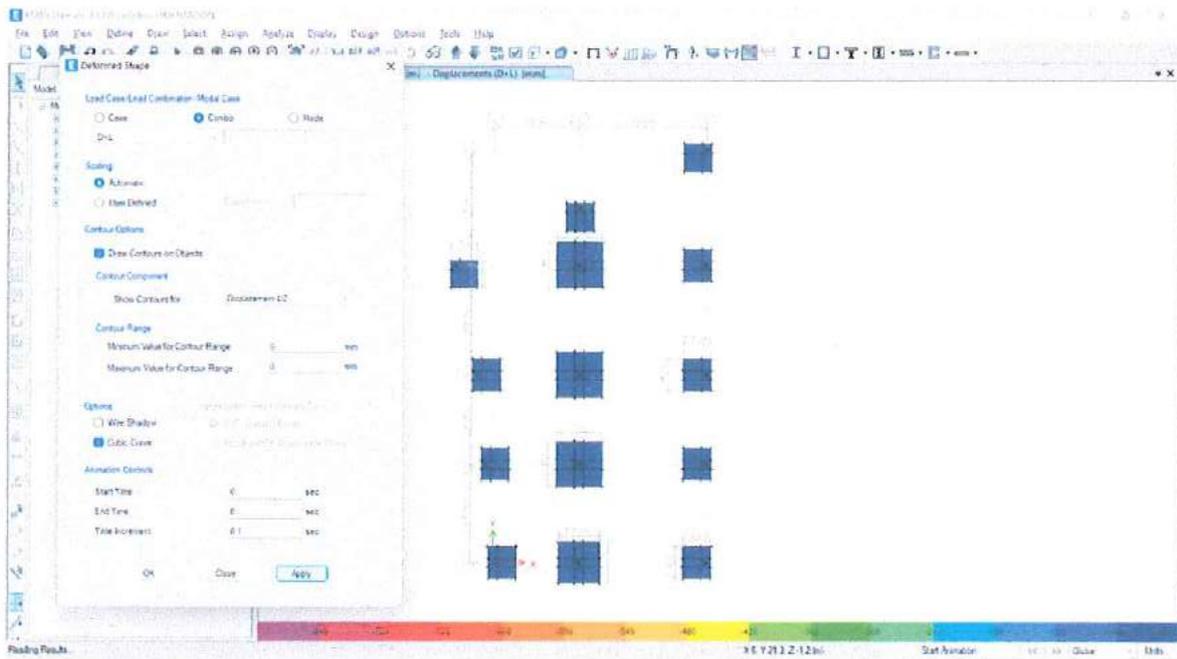






1.18 DISEÑO DE CIMENTACIÓN





1.19 ANEXO PLANOS



servicio electrónico por
KATHERINE ELIZABETH
BETANCURT CANTUÑA

KATHERINE BETANCURT
INGENIERA CIVIL
SENESCYT: 1001-2018-1936447