

CAPITULO 1: ASPECTOS GENERALES

1.1. ALCANCES DEL ESTUDIO

El objetivo del presente estudio es de mostrar los trabajos realizados, así como los resultados y conclusiones obtenidos, en el Estudio del Diseño Estructural del Proyecto "EDIFICIO MULTIFAMILIAR TIZIANO" ubicado en el Jr. Tiziano Vecellio Mz. K03- Lt. 10 urb. San Borja I primera etapa, Distrito de San Borja, Provincia y Departamento de Lima. Este estudio ha sido realizado de acuerdo con el Reglamento Nacional de Edificaciones, Normas Técnicas de Edificaciones E-020, E-030, E-050, E-060 y E-070 respectiva y complementariamente se utilizó las normas internacionales AISC 360-16, ACI 318-19.

1.2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO.

El terreno donde se ejecutará el presente proyecto se encuentra ubicado en el distrito de San Borja, Provincia de Lima, Departamento de Lima. Siendo su clasificación según el mapa sísmico del Perú, como zona sísmica N° 4, con un factor de Zona, $Z = 0.45$.

La estructura comprendida en el presente estudio consta de 01 semisótano y 04 pisos más azotea, el sistema estructural en ambas direcciones es de muros de concreto armado.

Esta estructura se clasifica como una estructura común y se encuentra en la categoría C de la norma de diseño sismorresistente del Perú NTE E.030, con un factor de uso $U = 1.00$

Del estudio de suelos, la capacidad portante del terreno es de 4.10 kg/cm^2 , el suelo se clasifica como del Tipo S1, con un periodo fundamental reglamentario $T_p = 0.4 \text{ seg.}$ Y un $T_L = 2.5 \text{ seg.}$ Le corresponde como factor de suelo $S = 1.00$, según la Norma Técnica E-030.

CAPITULO 2: ANÁLISIS ESTRUCTURAL

El análisis para que se lleva a cabo en el presente estudio será un análisis estructural tridimensional, considerando un modelo matemático tridimensional de tres grados de libertad, dos grados de libertad asociados a dos componentes ortogonales de traslación horizontal y una rotación. El análisis sísmico de las estructuras se ha desarrollado

utilizando el método de análisis modal espectral, de acuerdo con lo establecido en la norma técnica E.030 "Diseño Sismorresistente". Para resolver el modelo matemático, se ha utilizado el programa ETABS V 18.1.1

Se han considerado las siguientes consideraciones de los materiales:

$f'_c = 280 \text{ Kg/cm}^2$, para todos los elementos

$f'_c = 280 \text{ Kg/cm}^2$, para cisterna

$f_y = 4,200 \text{ Kg/cm}^2$, para las varillas de acero corrugado

Para el análisis, las estructuras fueron modeladas con elementos finitos tipo Shell y elementos de barras tipo frame, la cual representa tanto las losas y muros, así como los elementos de barras tipo vigas y columnas. La malla posee tanto las propiedades del material empleado como los espesores de los muros y losas.

Para los elementos se tomaron en cuenta deformaciones por flexión, fuerza cortante, torsión y carga axial.

2.1. ESTADOS DE CARGA CONSIDERADOS:

Se ha considerado los siguientes estados de carga:

CM (Carga Muerta)

CV (Carga Viva)

SPX (Carga sísmica espectral en la dirección X)

SPY (Carga sísmica espectral en la dirección Y)

2.2. COMBINACIONES DE CARGA:

Se han considerado las siguientes combinaciones de carga:

Para estructuras de concreto armado:

Combinaciones de cargas amplificadas:

1.4 CM + 1.7 CV

1.25 CM + 1.25 CV \pm CS

0.90 CM \pm CS

Dónde:

CM: Carga Muerta

CV: Carga Viva

CS: Carga de Sismo

2.3. ELEMENTOS ESTRUCTURALES DE LOS MODELOS MATEMÁTICOS:

Los elementos estructurales considerados en los modelos matemáticos se detallan a continuación:

Muros de concreto armado:

$e=0.25, 0.20, 0.15\text{m}$.

Columnas de diversas formas:

C(25X75)

Vigas rectangulares:

V(25X50), V(20x50), etc.

Losa maciza:

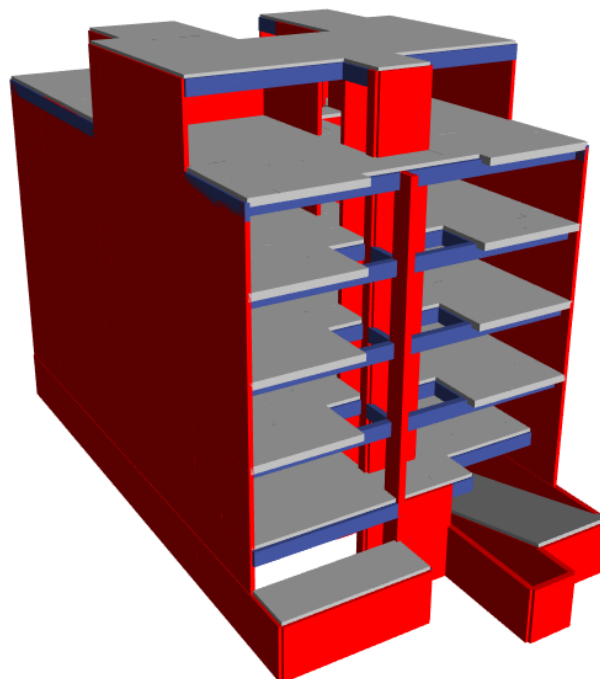
$e = 0.20\text{m}$

Losa aligerada en una dirección:

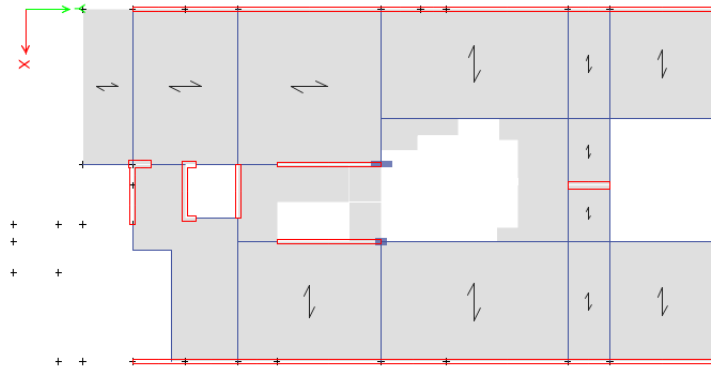
$e = 0.20\text{m}$

2.4. MODELO MATEMÁTICO.

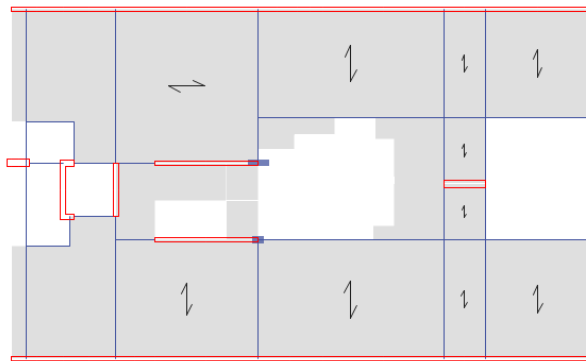
A continuación, se muestra el modelo matemático realizado:



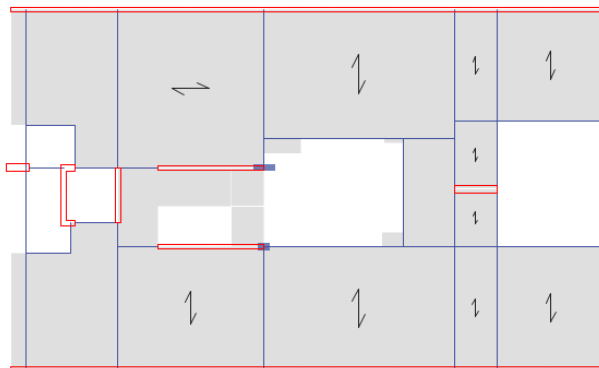
Vista tridimensional del modelo matemático



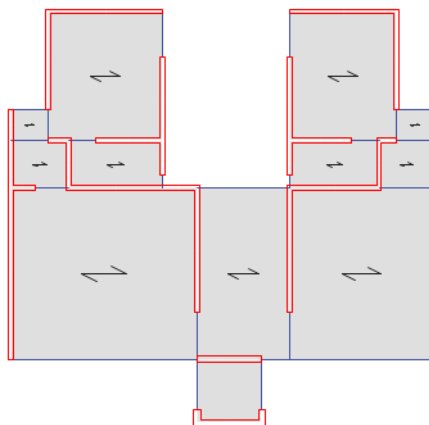
Planta estructural Semisótano



Planta estructural Piso 1 y 2



Planta estructural Piso 3 y 4



Planta estructural Azotea

2.5. DESARROLLO DEL ANÁLISIS ESTRUCTURAL:

Datos iniciales y parámetros de diseño

FLUENCIA DEL ACERO CORRUGADO	: $F_y = 4,200 \text{ Kg/cm}^2$.
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN	: $f'_c = 280 \text{ kg/cm}^2$
SOBRECARGAS	: 200 kg/m^2 100 kg/m^2 (Azotea)
ZONIFICACIÓN SÍSMICA	: ZONA 4, $Z = 0.45$
CATEGORÍA DE EDIFICACIÓN	: CATEGORÍA "C", $U = 1.00$ EDIFICACIÓN COMÚN
PARÁMETROS DEL SUELO	: TIPO S1, $T_p = 0.4 \text{ seg}$, $TL=2.5$ seg . $S = 1.00$
CAPACIDAD DE CARGA DEL SUELO	: 4.10 kg/cm^2
SISTEMA ESTRUCTURAL	: Muros de concreto (X-X) Muros de concreto (Y-Y)
CONFIGURACIÓN ESTRUCTURAL	: REGULAR
COEFICIENTE DE REDUCCIÓN	: $R = 6.00$ (X - X) $R = 6.00$ (Y - Y)
LIMITE DISTORSIÓN LATERAL	: $\Delta_i / h_i \times 0.75R \leq 0.007$, C°A° $\Delta_i / h_i \times 0.75R \leq 0.005$, ALB.
FLECHA MÁXIMA PERMISIBLE	: $L/480$, Estructuras de C°A°

Metrado de cargas

Carga muerta:

El programa ETABS calcula internamente el peso de la estructura modelada. Se ha considerado una carga adicional de 0.10 ton/m^2 , en el estado de carga muerta a fin de considerar el peso de los acabados y una carga de 0.30 ton/m^2 a fin de considerar la tabiquería, la tabiquería planteada de unidades de ladrillo ha sido considerada mediante cargas distribuidas considerando un peso específico de la tabiquería de 1900 kg/m^3 , multiplicado por el espesor planteado y su altura.

Carga viva:

La carga viva considerada en el presente modelo matemático son las reglamentarias, de acuerdo con lo establecido en la Norma Técnica de edificación NTE E.020:

Viviendas : 200 kg/m²
Azotea : 100 kg/m²

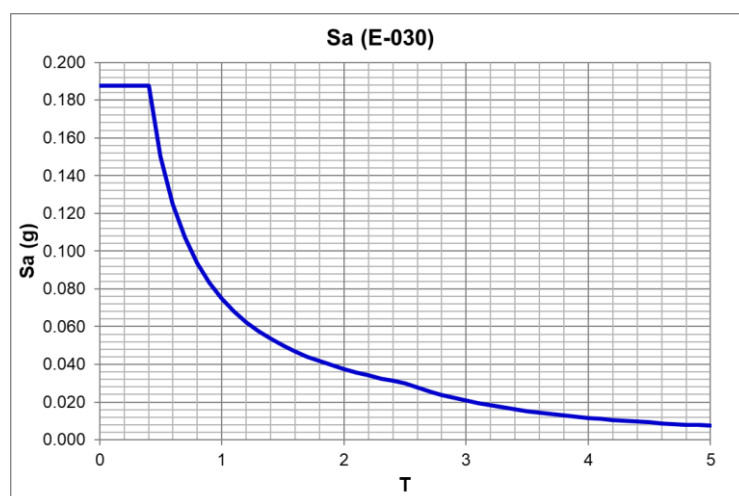
Carga de sismo:

El análisis sísmico se realizó según la norma NTE E-030 (2018), con el procedimiento de superposición modal espectral, con combinación cuadrática completa (CQC). Se ha considerado 5% de amortiguamiento de la estructura. Considerando las condiciones de suelo, las características de la estructura y las condiciones de uso, se utilizaron los siguientes parámetros:

Parámetros para el Análisis Sísmico	
Factor de zona (zona 4)	Z = 0.45
Factor de uso e importancia (categoría C)	U = 1.00
Factor de suelo (S1)	S = 1.00
Período para definir espectro de Pseudo aceleración	T _p = 0.4 seg.
Reducción de la respuesta: de acuerdo con la estructura	R _x = 6.00 R _y = 6.00

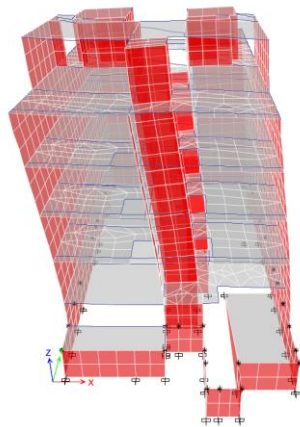
Para el modelo matemático se han considerado la carga sísmica resultante del análisis modal espectral, considerado además una excentricidad accidental del 5%, y un espectro de aceleración vertical de 2/3 del horizontal, de acuerdo con la Norma Técnica E-030 del Reglamento Nacional de Edificaciones del Perú.

Espectros considerados de acuerdo con la Norma E.030

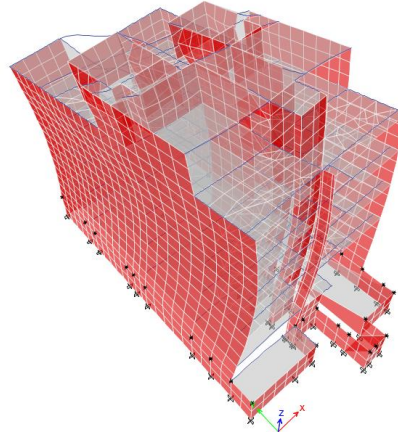


Espectro para estructura de muros de concreto, R=6.00

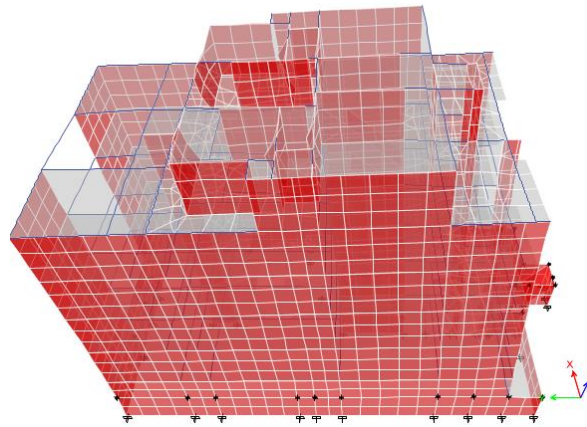
2.6. PERIODOS Y FORMAS DE MODO DEL MODELO



T₁ = 0.33 seg.



T₂ = 0.087 seg.



T₃ = 0.086 seg.

Se observa que el primer modo se presenta en la dirección X, el segundo modo presenta forma torsional mientras que el tercer modo presenta se da en dirección Y. El periodo fundamental de vibración de la estructura es de $T_1=0.33$ seg, el segundo periodo de vibración es de $T_2=0.087$ seg. y el tercer modo de vibración de $T_3=0.086$ seg. En total las masas participativas de los modos superan el 90% en cada sentido.

2.6.1. Irregularidades en altura

IRREGULARIDADES ESTRUCTURALES EN ALTURA	Factor de irregularidad I_a	Irregularidad
Irregularidad de Rigidez - Piso blando	0.75	N.P
Irregularidad de Resistencia - Piso débil	0.75	N.P
Irregularidad Extrema de rigidez	0.50	N.P
Irregularidad Extrema de resistencia	0.50	N.P
Irregularidad de Masa o Peso	0.90	N.P
Irregularidad Geométrica Vertical	0.90	N.P
Discontinuidad en los sistemas resistentes	0.80	N.P
Discontinuidad extrema en los sistemas resistentes	0.60	N.P

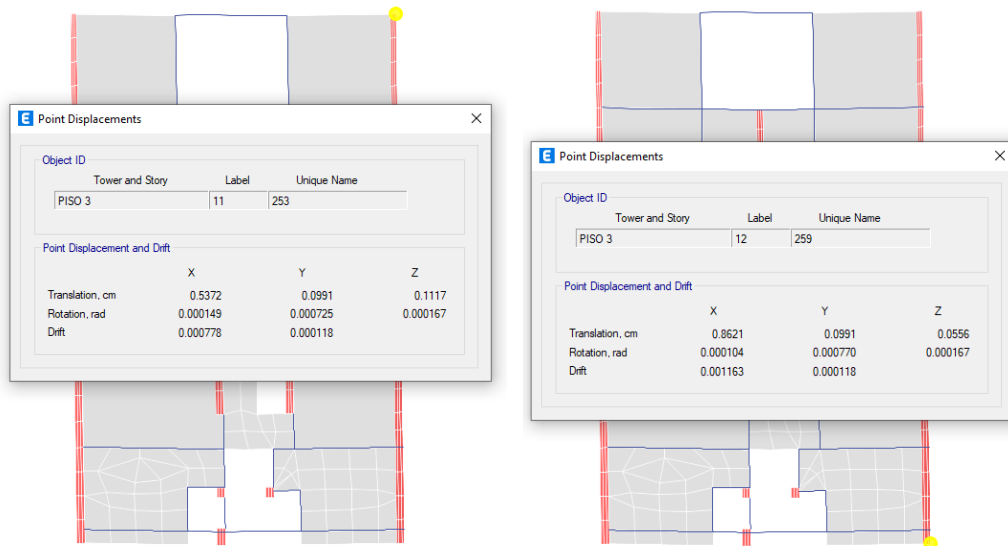
La estructura no presenta irregularidad en altura, por tanto, le corresponde un factor I_a igual a 1.00.

2.6.2. Irregularidades en planta

IRREGULARIDADES ESTRUCTURALES EN PLANTA	Factor de irregularidad I_a	Irregularidad
Irregularidad Torsional	0.75	N.P
Irregularidad Torsional Extrema	0.60	N.P
Esquinas entrantes	0.90	N.P
Discontinuidad del diafragma	0.85	N.P
Sistemas no paralelos	0.90	N.P

La estructura no presenta irregularidad en planta, por tanto, le corresponde un factor I_p igual a 1.00.

Verificación de la irregularidad torsional



$$\frac{2\Delta_{m\acute{a}x}}{\Delta_{m\acute{a}x} + \Delta_{m\acute{i}n}} > 1.30$$

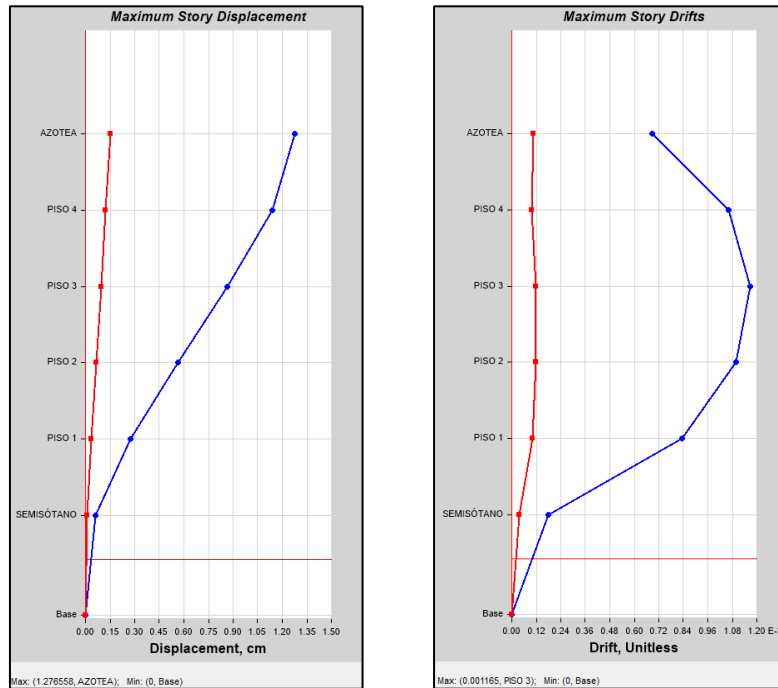
$$1.197 < 1.30 \text{ REGULAR}$$

2.7. CONTROL DE DISTORSIONES DEL MODELO

De acuerdo con la Norma Técnica de diseño sismorresistente (NTE E.030), los desplazamientos laterales se calcularán multiplicando por $0,75 \times R$ los resultados obtenidos del análisis lineal y elástico con las sollicitaciones sísmicas reducidas.

LIMITE DISTORSIÓN LATERAL: $\Delta_i / h_i \times 0.75R \leq 0.007 \quad C^\circ A^\circ$

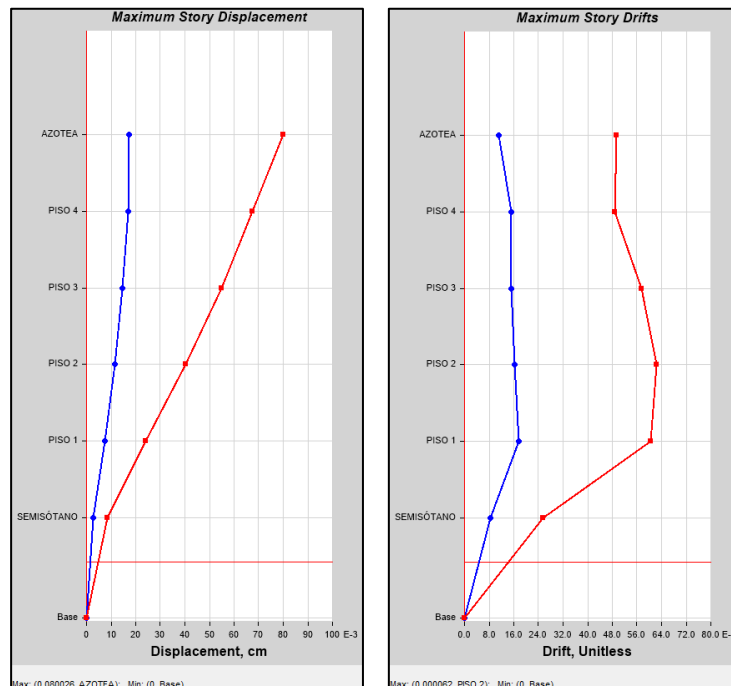
DESPLAZAMIENTOS Y DERIVAS MÁXIMAS DE PISO DIRECCIÓN X-X:



El máximo desplazamiento en el último nivel y en la dirección X-X es de 1.277 cm, multiplicado por 0.75R (0.75x6.00) resulta en 5.75 cm.

Se observa que la máxima distorsión 0.001165 multiplicado por 0.75R (0.75x6.00) resulta 0.0052 < 0.007 **¡CONFORME!**

DESPLAZAMIENTOS Y DERIVAS MÁXIMAS DE PISO DIRECCIÓN Y-Y:



El máximo desplazamiento en el último nivel y en la dirección Y-Y es de 0.08 cm. El cual multiplicado por 0.75R (0.75x6.00) resulta en 0.36 cm

Se observa que la máxima distorsión 0.000062 multiplicado por 0.75R (0.75x6.00) resulta 0.00028 < 0.007 **¡CONFORME!**

Del análisis de los resultados se concluye que la estructura del Edificio cumple con los requisitos de rigidez establecidos en la Norma de Diseño Sismorresistente NTE E.030, pues presentan desplazamientos por debajo del límite reglamentario.

2.8. DISEÑO DE ELEMENTOS

A fin de realizar el diseño estructural de las columnas, vigas y muros se considerarán los casos de sismo obtenidos del análisis modal espectral escalados al 80% de los resultados del cortante estático.

RESULTADOS DEL ANÁLISIS ESTÁTICO (80%):

Story	Output Case	Location	VX tonf	VY tonf
SEMISÓTANO	SX	Top	-296.5164	-0.001
SEMISÓTANO	SX	Bottom	97.9307	3.2145
SEMISÓTANO	SY	Top	-0.0012	-295.9211
SEMISÓTANO	SY	Bottom	-0.4537	6.5007

$V_e X-X = 296.52 \text{ ton}$

$V_e Y-Y = 295.92 \text{ ton}$

RESULTADOS DEL ANÁLISIS DINÁMICO:

Story	Output Case	Location	VX tonf	VY tonf
SEMISÓTANO	SPX	Top	249.1844	3.1465
SEMISÓTANO	SPX	Bottom	93.2447	3.819
SEMISÓTANO	SPY	Top	3.2058	282.7674
SEMISÓTANO	SPY	Bottom	1.7575	9.6055

$V_d X-X = 249.18 \text{ ton}$

$V_d Y-Y = 282.77 \text{ ton}$

De los resultados del análisis estático y dinámico se observa que es necesario escalar el análisis dinámico ya que es mayor que el análisis estático.

$$F_x = 1.19$$

$$F_y = 1.05$$

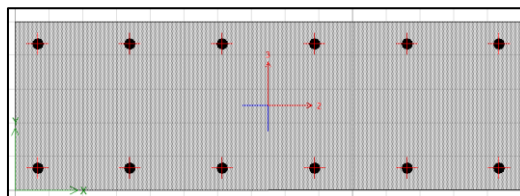
Diseño de elementos:

Para el caso de estructuras de concreto armado las secciones se deben diseñar, de tal manera de obtener resistencias de diseño (ϕR_n) por lo menos sean iguales a las resistencias requeridas (R_u), calculadas para las cargas y fuerzas amplificadas en las combinaciones que se estipulan en la Norma E-060. En todas las secciones de los elementos estructurales se debe cumplir: $\phi R_n \geq R_u$

2.8.1. Diseño de Columnas

Todas las columnas de la estructura proyectada cumplen con los requisitos de resistencia y ductilidad establecidos en la norma E-060, la relación P-M-M del diagrama de interacción arroja valores menores a la unidad, es decir todas las combinaciones de cargas últimas resultan dentro del diagrama de interacción y las columnas son más fuertes que las vigas.

En este caso solo existe una sola columna modelada como elemento Shell cuyos resultados se muestran a continuación:



ETABS Shear Wall Design

ACI 318-19 Pier Design

Pier Details

Story ID	Pier ID	Centroid X (m)	Centroid Y (m)	Length (m)	Thickness (m)	LLRF
SEMISÓTANO	P8	5.175	3.82	0.75	0.25	1

Material Properties

E_c (tonf/m ²)	f'_c (tonf/m ²)	Lt.Wt Factor (Unitless)	f_y (tonf/m ²)	f_{ys} (tonf/m ²)
2509980	2800	1	42000	42000

Design Code Parameters

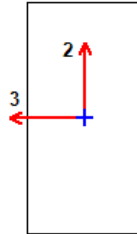
ϕ_T	ϕ_C	ϕ_v	ϕ_v (Seismic)	IP_{MAX}	IP_{MIN}	P_{MAX}
0.9	0.65	0.75	0.6	0.04	0.0025	0.8

Pier Leg Location, Length and Thickness

Se muestra el cálculo de la viga principal de 25x50 cm

ETABS Concrete Frame Design

ACI 318-19 Beam Section Design



Beam Element Details (Summary)

Level	Element	Unique Name	Section ID	Combo ID	Station Loc	Length (cm)	LLRF	Type
PISO 3	B11	207	V25X50	Comb1	20	625	1	Sway Special

Section Properties

b (cm)	h (cm)	b _f (cm)	d _s (cm)	d _{ct} (cm)	d _{cb} (cm)
25	50	25	0	6	6

Material Properties

E _c (N/cm ²)	f' _c (N/cm ²)	Lt.Wt Factor (Unitless)	f _y (N/cm ²)	f _{ys} (N/cm ²)
2461449.59	2745.86	1	41187.93	41187.93

Design Code Parameters

φ _T	φ _T ^{Tied}	φ _C ^{Spiral}	φ _V ^{ns}	φ _V ^s	φ _V ^{joint}
0.9	0.65	0.75	0.75	0.6	0.85

Design Moment and Flexural Reinforcement for Moment, M_{u3}

	Design Moment N-cm	Design P _u N	-Moment Rebar cm ²	+Moment Rebar cm ²	Minimum Rebar cm ²	Required Rebar cm ²
Top (+2 Axis)	-15042775.77	0	10.03	0	3.68	10.03
Bottom (-2 Axis)	7521387.89	0	0	4.8	3.68	4.8

Shear Force and Reinforcement for Shear, V_{u2}

Shear V _{u2} N	Shear φV _c N	Shear φV _s N	Shear V _p N	Rebar A _v / S cm ² /cm
122958.04	71793.12	51164.92	37223.61	0.0376

Torsion Force and Torsion Reinforcement for Torsion, T_u

T _u N-cm	φT _{th} N-cm	φT _{cr} N-cm	Area A _o cm ²	Perimeter, p _h cm	Rebar A _t / s cm ² /cm	Rebar A _t cm ²
12979.79	339929.53	1359718.13	562.9	114.44	0	0

Todas las vigas han sido correctamente diseñadas de acuerdo con los reglamentos E.060, E.030 y ACI 318-19

2.8.3. Diseño de placas:

Se muestra el cálculo de una placa dirección X-X

DISEÑO DE MUROS ESPECIALES DE CONCRETO REFORZADO ACI 318-19

Materiales

Concreto

Resistencia a compresión $f'_c := 28 \text{ MPa}$

Factor de concreto liviano $\lambda := 1$

Acero de refuerzo

Fluencia acero longitudinal $f_y := 420 \text{ MPa}$

Fluencia acero transversal $f_{yt} := 420 \text{ MPa}$

Módulo de Elasticidad $E_s := 200000 \text{ MPa}$

Unidades $u := \text{kN}$

Dimensiones

Longitud total del muro $L_w := 2.00 \text{ m}$

Altura total $h_w := 16.38 \text{ m}$

Altura sobre la sección crítica $h_{wcs} := 10.40 \text{ m}$

Número de pisos sobre la sección crítica $n_s := 4$

Espesor del alma del muro $b_w := 0.20 \text{ m}$

Elemento de borde izquierda $h_{b\text{izq}} := 30 \text{ cm}$

$b_{b\text{izq}} := 20 \text{ cm}$

Elemento de borde derecha $h_{b\text{der}} := 30 \text{ cm}$

$b_{b\text{der}} := 20 \text{ cm}$

Recubrimiento en muro $r_{\text{muro}} := 2 \text{ cm}$

Recubrimiento en elementos de borde $r_{\text{borde}} := 4 \text{ cm}$

Acero de Refuerzo

Refuerzo en muro

de capas de refuerzo $\# \text{capas} := 2$

Diámetro del refuerzo vertical $d_{\text{bvermuro}} := 9.5 \text{ mm}$

Espaciamiento del refuerzo vertical $s_{\text{vertical}} := 20 \text{ cm}$

Diámetro del refuerzo horizontal $d_{\text{bhor muro}} := 12.7 \text{ mm}$

Espaciamiento del refuerzo horizontal $s_{\text{horizontal}} := 15 \text{ cm}$

Elemento de borde izquierda

Numero de barras en X	$G_{izq} := 3$
Numero de barras en Y	$J_{izq} := 2$
Diámetro del refuerzo	$d_{bizq} := 15 \text{ mm}$
Diámetro del refuerzo transversal	$d_{vizq} := 9.525 \text{ mm}$

Elemento de borde derecha

Numero de barras en x	$G_{dex} := 3$
Numero de barras en Y	$J_{dex} := 2$
Diámetro del refuerzo	$d_{bdex} := 15 \text{ mm}$
Diámetro del refuerzo transversal	$d_{vdex} := 9.525 \text{ mm}$

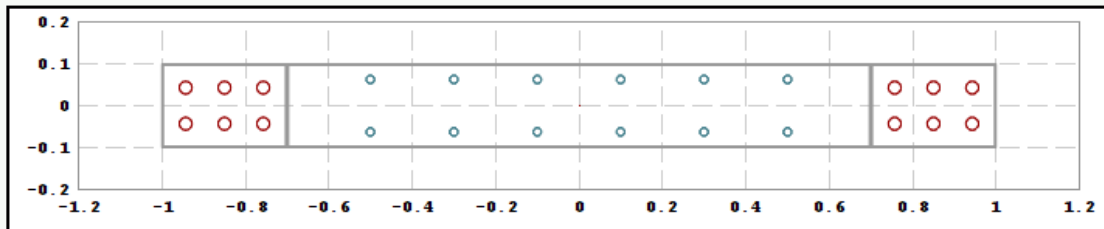


Fig 1. Geometría y disposición del refuerzo del muro

1. SOLICITACIONES DE DISEÑO

Fuerza Axial	$P_u := [833.97 \ 869.97 \ 871.02 \ 871.02] \text{ kN}$
Momento	$M_u := [584.46 \ 161.57 \ -711.23 \ 584.46] \text{ kN}\cdot\text{m}$
Cortante	$V_u := [165.74 \ 165.82 \ 165.82 \ 165.82] \text{ kN}$

2. REFUERZO (18.10.2)

(18.10.2.1)

Cuantía mínima de refuerzo en muro según código $\rho_{min} = 0.0025$

Cuantía de refuerzo vertical proporcionada $\rho_l = 0.0035$

Cuantía de refuerzo vertical proporcionada $\rho_t = 0.0084$

Espaciamiento máximo del refuerzo en muro según código $s_{max} = 0.45 \text{ m}$

(18.10.2.2)

Número de capas de refuerzo en el muro $\#capas_{min} = 2$

(18.10.2.4)

a) Cuantía mínima de refuerzo longitudinal dentro de $0.15 \cdot L_w$ desde los extremos del muro $l_{extremo} = 0.3 \text{ m}$

Cuantía mínima	$\rho_{longmin} = 0.006$
Cuantía extremo izquierdo	$\rho_{izq}(l_{extremo}) = 0.018$
Cuantía extremo derecho	$\rho_{der}(l_{extremo}) = 0.018$

b) Extensión vertical del refuerzo longitudinal, sobre y por debajo de la sección crítica

$$l_{ext} = 2 \text{ m}$$

c) Área mínima de refuerzo longitudinal dentro de $0.15 \cdot L_w$ desde los extremos del muro, en cualquier sección del muro

Área mínima de refuerzo extremo izquierdo	$A_{sizqmin}(l_{extremo}) = 1.89 \text{ cm}^2$
Área mínima de refuerzo extremo derecho	$A_{sdermin}(l_{extremo}) = 1.89 \text{ cm}^2$

2. DISEÑO POR CORTE

Factor de Reducción de resistencia por corte $\phi_c := 0.75$

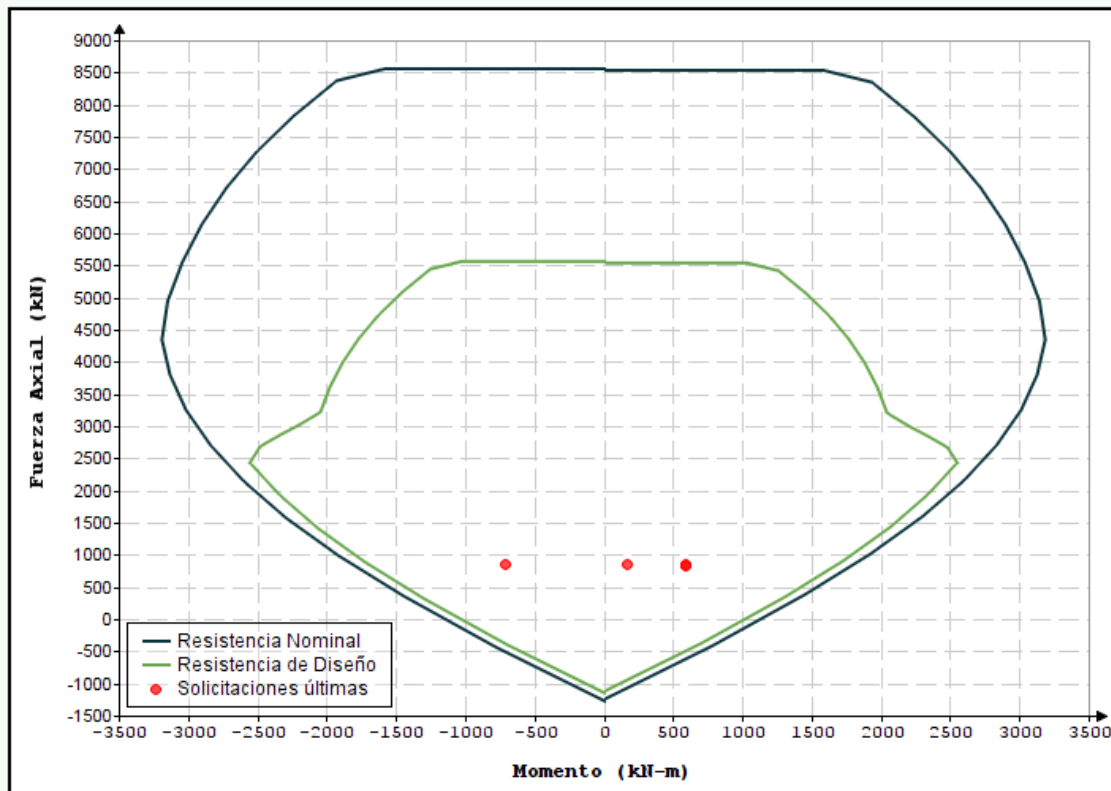
(18.10.3)

Fuerza de Corte de Diseño $V_d = 497.46 \text{ kN}$

(18.10.4)

Resistencia al Corte del muro $\phi_c \cdot V_n = 1086.485 \text{ kN}$

3. DISEÑO POR FLEXION Y FUERZA AXIAL (18.10.5)



4. ELEMENTOS DE BORDE ESPECIALES (18.10.6)

Desplazamiento de diseño $\delta_u := 10 \text{ cm}$

+ (18.10.6.2)

Profundidad del eje neutro debido a las cargas de diseño $C_{borde} = 0.326 \text{ m}$

Profundidad del eje neutro límite $C_{lim} = 0.364 \text{ m}$

(18.10.6.3)

Esfuerzo en la fibra extrema a compresión debido a las cargas de diseño $f_c = 7.512 \text{ MPa}$

Límite de esfuerzo en la fibra extrema a compresión $f_{cmax} = 5.6 \text{ MPa}$

Elementos_de_borde_especiales="si requiere"

(18.10.6.2.b)

i) Extensión vertical de los elementos de borde especiales sobre y por debajo de la sección crítica

$L_{borde} = 2 \text{ m}$

ii) Ancho mínimo de la zona a compresión del muro

$b = 0.128 \text{ m}$

iii) Capacidad de deformación del muro

$$\Delta_c = 0.028 > 1.5 \frac{\delta_u}{h_{vcs}} = 0.014$$

(18.10.6.4)

a) Longitud mínima del elemento de borde $long_{borde} = 0.203 \text{ m}$

b) Ancho mínimo de la zona a compresión

Altura sin soporte lateral

$h_u := 3 \text{ m}$

$b_{borde_b}(h_u) = 0.188 \text{ m}$

c) Ancho mínimo de la zona a compresión

$b_{borde_c}(h_u) = 0.188 \text{ m}$

e) (18.7.5.3) Espaciamiento máximo del refuerzo transversal

Elemento de borde izquierda

$s_{bmaxizq} = 6.667 \text{ cm}$

Elemento de borde derecha

$s_{bmaxder} = 6.667 \text{ cm}$

f) Máximo espaciamiento entre barras longitudinales perimetrales con soporte lateral

$h_x = 0.133 \text{ m}$

g) Área mínima de refuerzo transversal en elementos de borde

Elemento de borde izquierda

Espaciamiento

$$s_{bordeizq} := 9 \text{ cm}$$

Área mínima

$$AVS_{izq}(s_{bordeizq}) = 3.491 \text{ cm}^2$$

Elemento de borde derecha

Espaciamiento

$$s_{bordeder} := 9 \text{ cm}$$

Área mínima

$$AVS_{der}(s_{bordeder}) = 3.491 \text{ cm}^2$$

(18.10.6.5)

Elementos de borde ordinarios

Elementos_de_borde_ordinarios = "no aplica"

a) Longitud mínima del elemento de borde

$$long_{borde} = 0.203 \text{ m}$$

(18.10.6.5b) Refuerzo Transversal en elemento de borde

Cuantía de refuerzo longitudinal en el extremo izquierdo

$$\rho_{izq}(C_{borde}) = 0.016$$

Cuantía de refuerzo longitudinal en el extremo derecho

$$\rho_{der}(C_{borde}) = 0.016$$

Requiere_refuerzo_transversal = "si"

(18.7.5.2e) Máximo espaciamiento entre barras longitudinales perimetrales con soporte lateral

$$h_x := 35 \text{ cm}$$

Máximo espaciamiento vertical del refuerzo transversal en el elemento de borde ordinario

Dentro de la zona de fluencia

$$s_{izq1} = 0.09 \text{ m}$$

$$s_{der1} = 0.09 \text{ m}$$

Otras ubicaciones

$$s_{izq2} = 0.12 \text{ m}$$

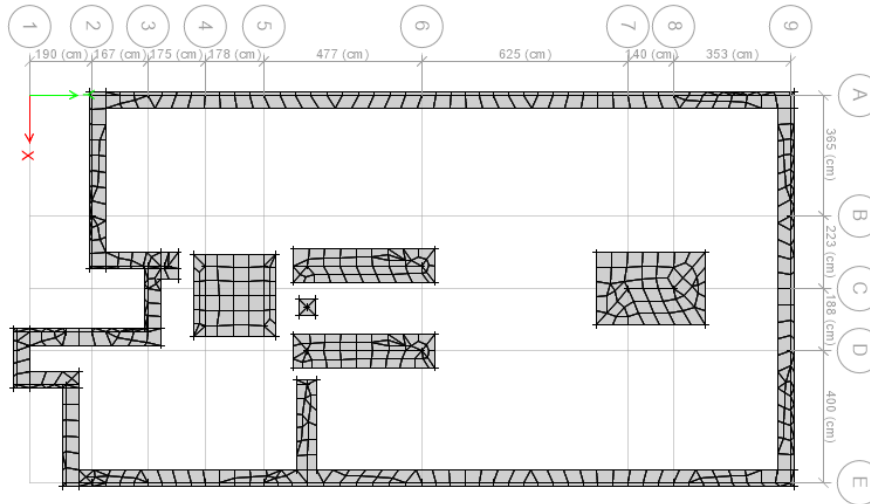
$$s_{der2} = 0.12 \text{ m}$$

Tal como se puede apreciar, las placas cumplen con los requerimientos estipulados en las normas de diseño reglamentario.

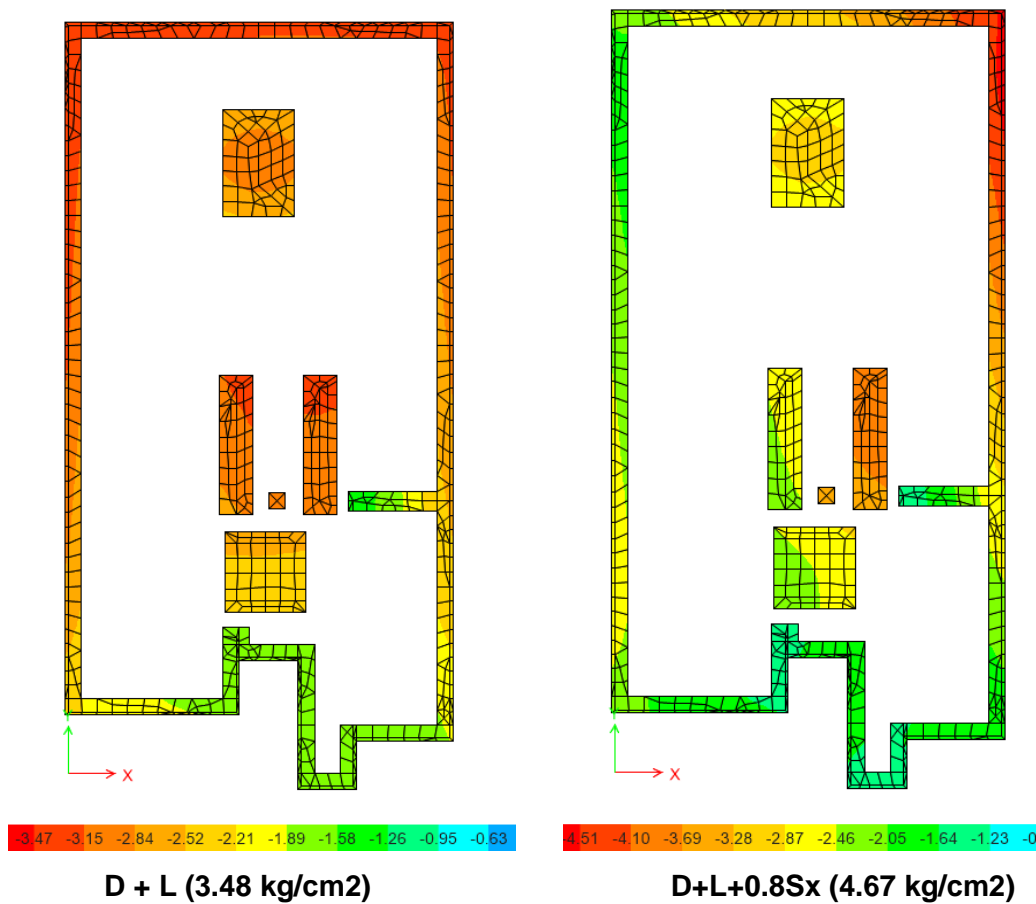
2.8.4. Verificación de las presiones transmitidas al terreno

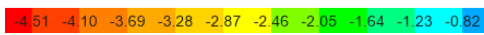
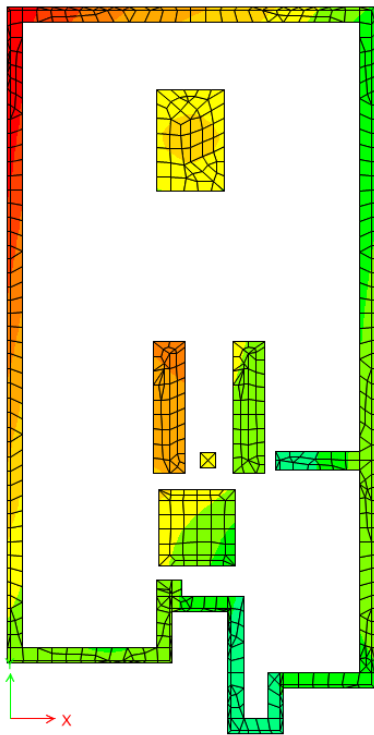
Combinaciones por sismo:

Para el caso de las combinaciones por sismo según la norma nos permite amplificar la capacidad portante del terreno por un factor 1.30, por tanto, la capacidad admisible del terreno sería $1.30 \times 4.10 \text{ kg/cm}^2$ es decir 5.33 kg/cm^2 .

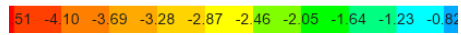
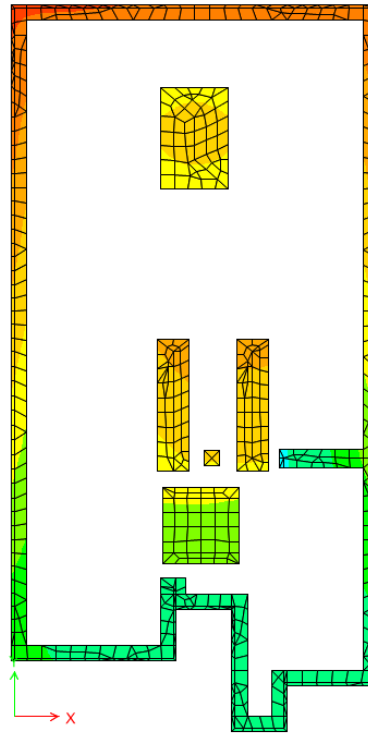


Modelo matemático de la cimentación en planta

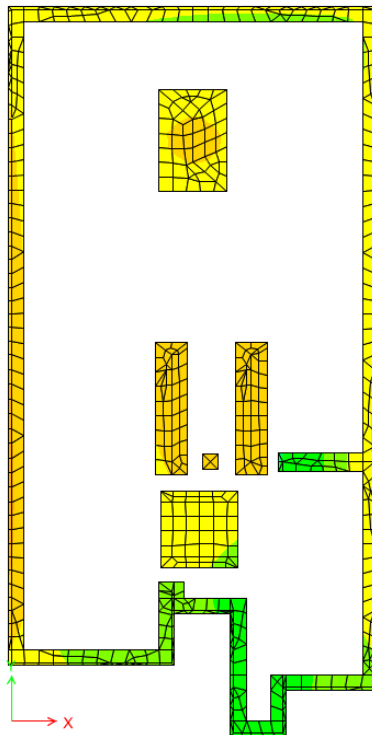




D+L-0.8Sx (4.91 kg/cm²)



D+L+0.8Sy (4.22 kg/cm²)



D+L-0.8Sy (3.40 kg/cm²)

CAPITULO 3: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES:

- La presente estructura cumple con todos los requisitos de rigidez, ductilidad y resistencia, establecidos en el Reglamento Nacional de Edificaciones del Perú, así como la Norma ACI 318-19 e IBC 2009.

RECOMENDACIONES:

- Se recomienda cumplir con las especificaciones técnicas consignados en los planos del proyecto y contar con profesionales (Residente y Supervisor de Obra) especialistas.