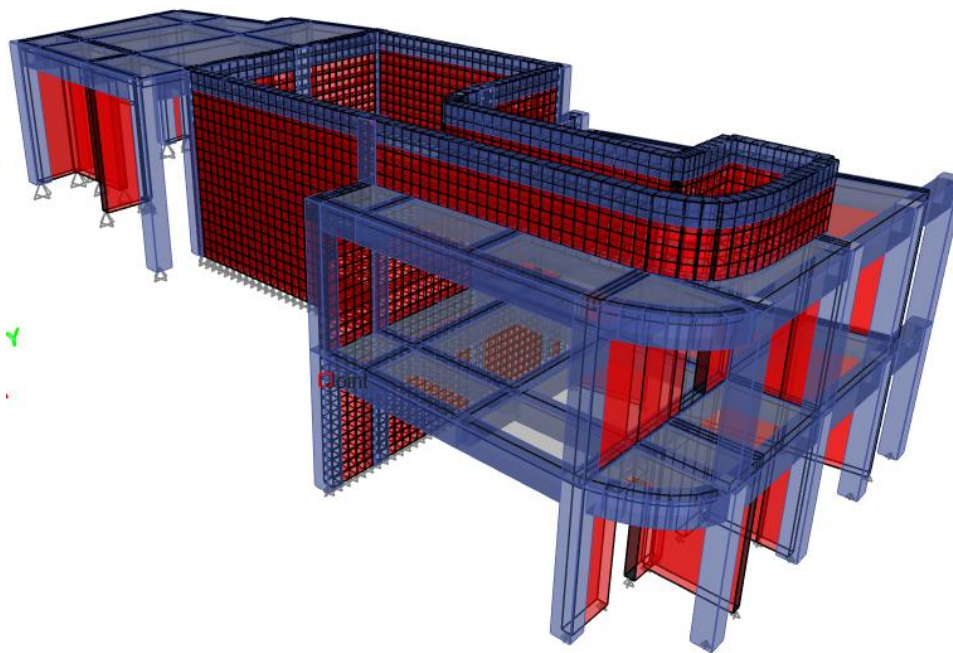


2026

Memoria de cálculo villa Remanso



Propietario: Andrew Davidson Wood

Servicios prestados a: Ing. Norman Flores

26-5-2026

DISEÑO, SUPERVISION Y CONSTRUCCION DE OBRAS VERTICALES

Calculado: Ing. Michael Osorio F.

Revisado: Ing. Carlos Alberto Delgado Alemán

Lic. MTI No. 1439 | RUC. 0012508570016G



ÍNDICE

1. Generalidades	6
1.1. Introducción	6
1.2. Descripción	6
1.3. Macro localización del Proyecto.....	6
1.4. Información recibida y utilizada para el desarrollo del proyecto	8
2. Descripción del sistema estructural.....	8
2.1. Sistema resistente a fuerza lateral.....	8
2.2. Sistema resistente a cargas gravitacionales	8
2.3. Sistema de cimentaciones	9
3. Criterios de análisis y diseño.....	10
3.1. Especificaciones de análisis	10
3.2. Filosofía de diseño.....	11
3.3. Criterios de análisis y modelación.....	11
4. Resistencia de los materiales	12
5. Cargas	13
5.1. Carga Muerta	13
5.2. Carga Viva	13
5.3. Cargas de suelo (PS).....	14
5.4. Cargas hidráulicas (PH).....	15
5.5. Carga Sísmica (FS)	23
5.5.1. Criterios de análisis sísmico	23



MODELO ESTRUCTURAL VILLA REMANSO

5.5.2. Espectro de diseño.....	24
5.6. Carga debido al viento (PZ).....	24
5.7. Combinaciones de cargas.....	24
5.7.1. Combinaciones ortogonales de carga sísmica.....	25
6. Modelo numérico de estructura.....	26
6.1. Definición de materiales.....	26
6.2. Definición de geometría.....	30
6.3. Definición de los patrones de carga.....	35
6.4. Definición de los casos de carga.....	36
6.5. Definición de fuentes de masa.....	37
6.6. Definición de las combinaciones de carga.....	37
6.7. Definición de secciones utilizadas en el modelo numérico.....	38
6.8. Códigos de diseño estructural.....	43
6.9. Asignación de cargas sobre el modelo numérico.....	44
6.9.1. Cargas muertas asignadas al modelo.....	44
6.9.2. Cargas vivas asignadas al modelo.....	45
6.9.3. Cargas vivas reducidas asignadas al modelo.....	46
6.9.4. Cargas de suelo asignadas al modelo.....	47
6.9.5. Cargas hidrostáticas asignadas al modelo.....	47
6.9.6. Cargas hidrodinámicas asignadas al modelo.....	48
7. Resultados del modelo numérico.....	50
7.1. Revisión de los modos fundamentales de vibración de la estructura.....	50
7.2. Revisión de derivas.....	51

Calculo: Ing. Michael Osorio Fley

Reviso: Ing. Carlos Delgado Aleman Lic. MTI No.1439



MODELO ESTRUCTURAL VILLA REMANSO

7.3. Análisis de marcos OMF	55
7.3.1. Resultados de columna C-25x25.....	55
7.3.2. Resultados de columna C-35x35.....	56
7.3.3. Resultados de viga VC1-25x35	57
7.3.4. Resultados de viga VC2-25x45	59
7.3.5. Resultados de viga VC3-30x45	60
7.3.6. Resultados de viga VC4-30x45	62
7.3.7. Resultados de viga VC5-30x45	64
7.4. Diseño de losas	65
7.4.1. Deflexiones máximas de losa de nivel 1	66
7.4.2. Acero de refuerzo requerido en malla inferior en losa de nivel 1	67
7.4.3. Acero de refuerzo requerido en malla superior en losa de nivel 1	68
7.4.4. Deflexiones máximas de losa de nivel 2.....	69
7.4.5. Acero de refuerzo requerido en malla inferior en losa de nivel 2	70
7.4.6. Acero de refuerzo requerido en malla superior en losa de nivel 2	71
7.4.7. Deflexiones máximas en losa de azotea	72
7.4.8. Acero de refuerzo requerido en malla inferior en losa de azotea.....	73
7.4.9. Acero de refuerzo requerido en malla superior en losa de azotea	74
7.5. Diseño de muros de mampostería reforzada bloque 8x8x16".....	75
7.6. Diseño de muros de concreto reforzado e= 25 cm	79
8. Diseño de cimentaciones	81
8.1. Diseño de Zapatas corridas	81
8.1.1. Definición de materiales	81

Calculo: Ing. Michael Osorio Fley

Reviso: Ing. Carlos Delgado Aleman Lic. MTI No.1439



MODELO ESTRUCTURAL VILLA REMANSO

8.1.2. Definición de geometría.....	83
8.1.3. Definición de código de diseño sísmico.....	83
8.1.4. Secciones utilizadas en modelo numérico.....	84
8.1.5. Definición del módulo de reacción del suelo.....	87
8.1.6. Cargas actuantes	88
a. Cargas muertas súper impuestas a la cimentación	88
8.1.7. Revisión de capacidad soporte del suelo	88
8.1.8. Revisión de asentamientos.....	91
8.1.9. Acero de refuerzo requerido en cimentación	92
8.1.10. Revisión de la resistencia a los esfuerzos cortantes del concreto de la cimentación.	97



1. GENERALIDADES

1.1. Introducción

La presente memoria descriptiva contiene los resultados del análisis y diseño de la residencia Lote 154 del propietario Andrew Wood en playa remanso de San Juan del Sur. En las primeras secciones del informe se describen los sistemas resistentes a cargas laterales y gravitacionales; se mencionan los criterios de análisis y diseño; y las definiciones de las fuerzas sísmicas y de viento.

En la Sección 6 se presentan las definiciones de geometría, materiales y cargas asignadas al modelo numérico de la superestructura. En la Sección 7 se presentan los resultados de las revisiones de deriva y modos fundamentales, así como el análisis de los marcos especiales resistentes a momento. Finalmente, en la Sección 7.5 se muestra el diseño de cimentación de la residencia.

1.2. Descripción

La residencia del lote 154 estará constituido por tres niveles y en la azotea constará con una piscina, en los pisos inferiores encontrar distintos ambientes que conforman el cuarto de equipo de piscina, área de garaje, cuarto de cuidador, apartamento 1.

El sistema resistente contra fuerzas laterales será a base de muros de mampostería reforzada con marcos ordinarios de concreto reforzado.

El sistema de entepiso y de techo estará conformado por vigas y losas macizas de concreto reforzado. Los muros de cerramiento serán de bloques de cemento y estarán desligados de los marcos resistentes a momento en la parte superior y bordes laterales. Estos muros serán soportados gravitacionalmente por cimentaciones corridas para el caso del Nivel 00 y por vigas de concreto para los niveles de entrepisos.

1.3. Macro localización del Proyecto

La estructura estará ubicada en la Región de la costa del pacifico de Nicaragua, en el departamento de Rivas. Para macro localización ver Fig.2.



MODELO ESTRUCTURAL VILLA REMANSO



Fig.1: Macro localización del Proyecto de diseño de lote 154



Fig.2: Micro localización del Proyecto de diseño de lote 154

Calculo: Ing. Michael Osorio Fley

Reviso: Ing. Carlos Delgado Aleman Lic. MTI No.1439

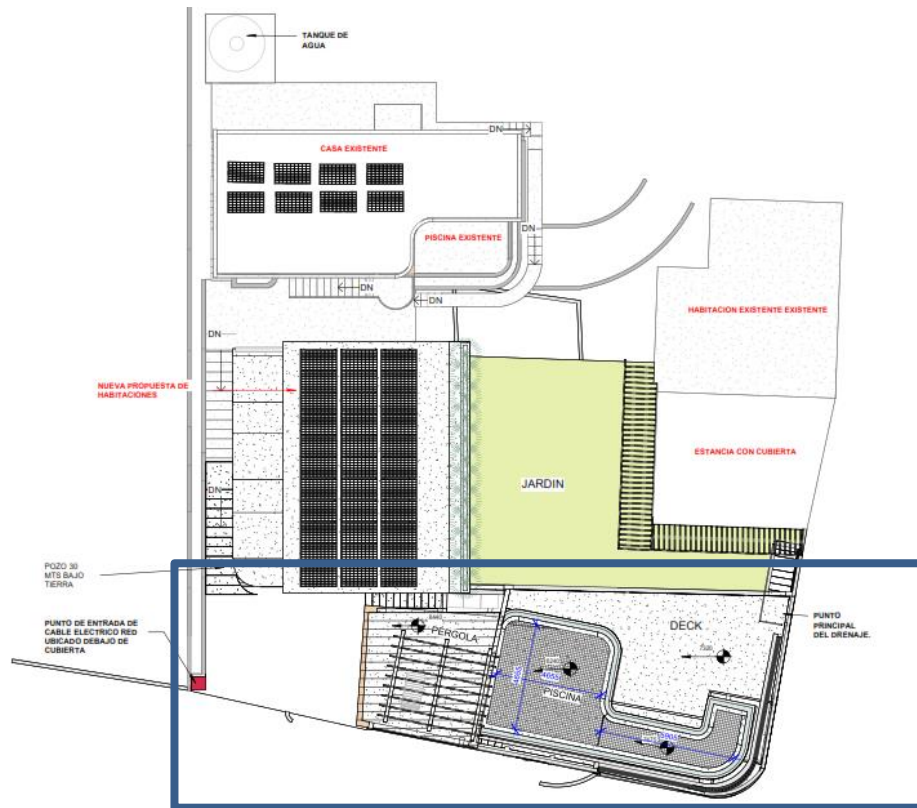


Fig.3: Ubicación de estructura dentro del Proyecto

1.4. Información recibida y utilizada para el desarrollo del proyecto

- Planos arquitectónicos y demás especialidades. Mayo 2025.
- Informe geotécnico de cimentación, presentado por Lincoln Astacio Montealegre. Marzo 2026.

2. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA ESTRUCTURAL

2.1. Sistema resistente a fuerza lateral

El sistema resistente a cargas laterales de la residencia es a base de muros de mampostería reforzada y marcos ordinarios resistentes a momento de concreto reforzados.

2.2. Sistema resistente a cargas gravitacionales

El sistema de transferencia de carga gravitatoria está constituido principalmente por un sistema de vigas principales y secundarias, y columnas que se integran en un diafragma rígido constituido por losa densa.



MODELO ESTRUCTURAL VILLA REMANSO

2.3. Sistema de cimentaciones

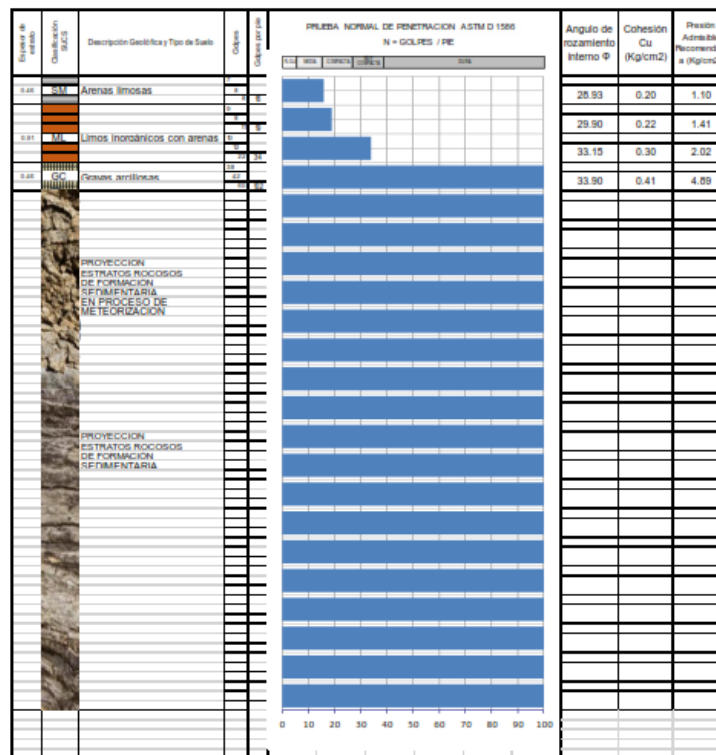
De acuerdo con las recomendaciones del Informe geotécnico de cimentación la estructura se cimentará a través de pilotes desplazados a diferentes profundidades. A continuación, se presentan las propiedades del suelo del sondeo 1 ubicado en la estructura.

Tabla 1: Coordenadas del ensaño SPT del suelo del Sondeo 1 (Fuente: Informe geotécnico de cimentación)

No. sondeo	X	Y	Elevación	Ubicación
S 01	625919.00	1240483.00	23.00	Garaje

9

Ensayo SPT 1



Tipo de suelos de (0 m - 0.46 m): SM, Arenas limosas (relleno artificial), baja plasticidad. De (0.46 m - 1.37 m): ML, Limos inorgánicos con arenas, ligera plasticidad. De (1.37 m - 1.83 m): GC, Gravas arcillosas, plasticidad baja. Proyección subyacente: estratos rocosos sedimentarios tipo limolitas, lutitas y areniscas de consistencia dura.

Fig.4: Perfil estratigráfico del suelo del Sondeo 1 (Fuente: Informe geotécnico de cimentación)



3. CRITERIOS DE ANÁLISIS Y DISEÑO

3.1. Especificaciones de análisis

Para la determinación de cargas que afectarán la estructura:

1. Reglamento Nacional De Construcción (**RNC-07**).
2. Minimum Design Loads for Building and Other Structures (**ASCE 7 - 16**).

Para el diseño de elementos estructurales de concreto:

1. Norma Mínima de Diseño y Construcción de Concreto Estructural (**CR-001**), Reglamento Nacional de Construcción.
2. Building Code Requirements for Structural Concrete and Commentary (**ACI 318-19**).
3. Specifications for Structural Concrete (**ACI 301 - 16**)
4. Norma Mínima de Diseño y Construcción de Mampostería (**MP-001**), Reglamento Nacional de Construcción.
5. Building Code Requirements for Structural and Specification for Masonry Structures (**TMS 402-13 / ACI 530-13 / ASCE 5-13**)
6. Normas Técnicas Complementarias para Diseño y Construcción de Estructuras de Mampostería, Octubre 2004. **NTC – Mampostería**

En caso de ser requerido por arquitectura, cuando se deba diseñar elementos de acero estructural:

1. Norma mínima de diseño y Construcción General de Acero Estructural (**AE-001**), Reglamento Nacional de Construcción
2. Specification for Structural Steel Buildings - (**ANSI / AISC 360-10**)
3. Seismic Provisions for Structural Steel Buildings (**ANSI / AISC 341 - 10**)
4. Prequalified Connections for Special and Intermediate Steel Moment Frames For Seismic Applications (**ANSI / AISC 358-10**).
5. Structural Welding Code - Steel, **AWS D1.1** (19th. Edition 2004). And Seismic Supplement Welding Manual **AWS D1.8 / 2009**
6. Steel Construction Manual - AISC (14th. Edition 2010).
7. Especificación Norteamericana para el Diseño de Miembros Estructurales de Acero Rolado en Frío, AISI S100-2007, Instituto del Hierro y del Acero (**AISI S100-2007**).



3.2. Filosofía de diseño

Los objetivos de diseño se basan en lo establecido en el Arto. 1 del RNC-07:

- a) Evitar la pérdida de vidas y disminuir la posibilidad de daños físicos a personas.
- b) Resistir sismos menores sin daños.
- c) Resistir sismos moderados con daños estructurales leves y daños no estructurales moderados.
- d) Evitar el colapso por efectos de sismo de gran intensidad, disminuyendo los daños a niveles económicamente admisibles.
- e) Resistir, efectos de vientos y otras acciones accidentales sin daños.

De acuerdo con el Arto. 20 del RNC-07, las estructuras esenciales por su importancia estratégica para atender a la población, es necesario que permanezcan operativas inmediatamente después de ocurrido un sismo intenso.

3.3. Criterios de análisis y modelación

Para llevar a cabo el proceso de dimensionamiento de los marcos especiales (columnas y vigas), muros de mampostería reforzada y muros de concreto reforzado se realizó un análisis tridimensional de la estructura. Éste refleja de la manera más fiel posible, la configuración de la estructura, según lo presentado en planos arquitectónicos. Para el modelado se utilizó el software ETABS v22..

- Las columnas y vigas fueron modeladas como elementos “Frame”, lineales de 6 grados de libertad.
- Todas las bases de la estructura se consideran empotradas a nivel de piso.
- Para el entrepiso y muros se definieron elementos de áreas tipo “Shell”. Fueron discretizadas mediante una malla de elementos finitos a las cuales se le asignó diafragmas rígidos (Infinitamente rígidas en su plano e infinitamente flexible fuera del plano).
- Las propiedades de las secciones de los elementos de concreto reforzado utilizados en el modelo son las siguientes:
 - (a) Para el estado límite de servicio las secciones se consideran sin agrietar.
 - (b) Para el estado límite de resistencia se utilizaron las propiedades agrietadas y se utilizaron los valores definidos en la tabla 6.6.3.1.1(a) del ACI 318-19. Véase Tabla 2.



MODELO ESTRUCTURAL VILLA REMANSO

- Los elementos no estructurales que no estaban ligados a la estructura, tales como particiones livianas y otros componentes arquitectónicos, etc., no fueron considerados en el modelo y se representaron únicamente como cargas.

Tabla 2: Momento de inercia y área de la sección transversal permitidos para el análisis elástico al nivel de carga mayorada (ACI 318-19)

Miembro y condición		Momento de inercia	Área de la sección transversal
Columnas		$0.70 I_g$	$1.0 A_g$
Muros	No fisurados	$0.70 I_g$	
	Fisurados	$0.35 I_g$	
Vigas		$0.35 I_g$	
Placas planas y losas planas		$0.25 I_g$	

12

4. RESISTENCIA DE LOS MATERIALES

A continuación, se muestra un resumen de las resistencias que deben tener los materiales para la construcción de la edificación, ver siguientes tablas:

Tabla 3: Resistencia de materiales constructivos

Material	Resistencia (kgf/cm ²) / (psi)
Mampostería, bloque de 8 pulgadas	121.9 / 1765
Mortero de junta	120 / 1,700

Tabla 4: Resistencia de elementos de concreto

Miembro/referencia	Nominal f'c	Nominal E
Vigas de concreto reforzado	4 ksi	3,604 ksi
Columnas de concreto reforzado	4 ksi	3,604 ksi
Cimientos	4 ksi	3,604 ksi
Losas densas y muros de concreto reforzado	4 ksi	3,604 ksi

Tabla 5: Resistencia de acero de refuerzo de elemento de concreto reforzado

Calculo: Ing. Michael Osorio Fley

Reviso: Ing. Carlos Delgado Aleman Lic. MTI No.1439



Referencia	Material	Fy	Fu
Refuerzo longitudinal	ASTM A706 Grado 60	60 ksi	80 ksi
Refuerzo transversal	ASTM A706 Grado 60	60 ksi	80 ksi

5. CARGAS

5.1. Carga Muerta

Casos de Carga Muerta a considerar por la estructura:

- Entrepiso y azotea:

Concepto	W kgf/m ²
Tubos y cables eléctricos + conductos mecánicos	16
Lámparas + accesorios	10
Cielo falso + estructura	20
Ladrillo cerámico	30
Mortero de nivelación (t=2 cm)	44
Total	120

5.2. Carga Viva

Para las cargas vivas y cargas vivas incidentales se utilizará la distribución de los espacios propuestos por arquitectura, contraponiendo esta información con las cargas mínimas que propone el reglamento (RNC-07). A continuación, se presenta un listado de las cargas utilizadas por cada nivel del edificio.

- Entrepiso:

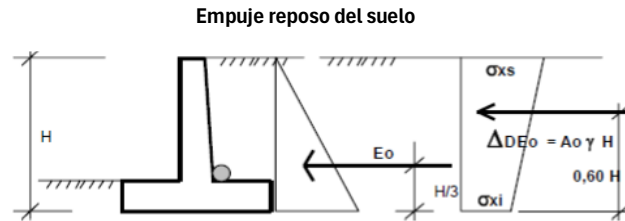
Concepto	CV kgf/m ²	CVI kgf/m ²
Apartamentos	200	80

- Azotea:

Concepto	CV kgf/m ²	CVI kgf/m ²
Techos de losas con pendientes menores de 5%	100	40



5.3. Cargas de suelo (PS)



El empuje en reposo del suelo se aplica en el tercio inferior de la altura. El increment dinámico del empuje en reposo se aplicara a 0.6H desde la base del muro.

Datos de entrada

- ao= 0.32 Aceleración de sitio
- S= 1.5 factor de suelo
- Ao= 0.8 Aceleración pico
- φ = 30° Coeficiente de fricción interna
- H(m)= 4.51 Altura de relleno
- γ(kg/m³)= 1600 Peso especifico del suelo

Incremento Dinámico del Empuje de Reposo

$\Delta DE_o = A_o \gamma H$

$\sigma_{xs} = 1,5 A_o \gamma H$

$\sigma_{xi} = 0,5 A_o \gamma H$

Empuje de reposo estático

$$K_o = 1 - \sin \phi \quad K_o = 0.5$$

$$E_o = \gamma * H * K_o \quad E_o = 3608.00 \text{ kg/m}^2$$

Empuje de reposo dinámico

$$\Delta DE_o = A_o * \gamma * H$$

$$sxs = 8659.2 \text{ kg/m}^2$$

$$sys = 2886.4 \text{ kg/m}^2$$



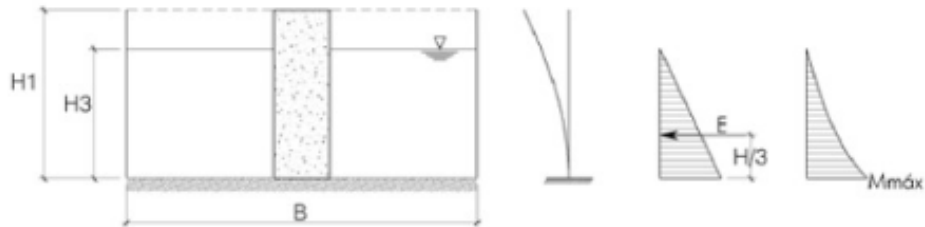
5.4. Cargas hidráulicas (PH)

Análisis de Piscina de agua	
1. Datos generales	
Altura de pared:	$H_1 := 2.20 \text{ m}$
Altura de suelo en zona activa:	$H_2 := 0 \text{ m}$
Altura máxima de agua:	$H_3 := 1.976 \text{ m}$
Longitud de muro (Dirección Y):	$B_c := 5.1481 \text{ m}$
Longitud de muro (Dirección X):	$L_c := 11.3618 \text{ m}$
Ancho de losa de fondo (Dirección Y):	$B_{cc} := 5.1481 \text{ m}$
Longitud de losa de fondo (Dirección X):	$L_{cc} := 11.3618 \text{ m}$
Espesor propuesto del muro (top):	$e_{mt} := 0.25 \text{ m}$
Espesor propuesto del muro (bottom):	$e_{mb} := 0.25 \text{ m}$
Espesor de muro central:	$e_{mc} := 0 \text{ m}$
Espesor propuesto de losa de tapa:	$e_{ts} := 0 \text{ m}$
Espesor propuesto de losa inferior:	$e_{li} := 0.40 \text{ m}$
Peso volumétrico del concreto:	$\gamma_{conc} := 2400 \frac{\text{kgf}}{\text{m}^3}$
Resistencia a la compresión del concreto en paredes:	$f'_c := 281 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$
Fluencia del acero:	$f_y := 4200 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$
Peso específico del agua:	$\gamma_w := 1000 \frac{\text{kgf}}{\text{m}^3}$



MODELO ESTRUCTURAL VILLA REMANSO

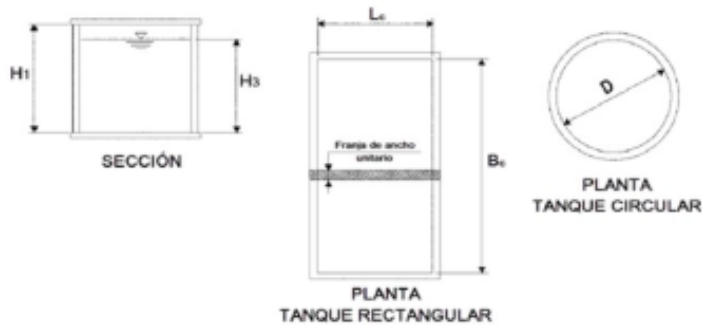
1. Presión hidrostática (Ph)



Presión hidrostática: $\sigma_w := \gamma_w \cdot H_3 = 1976 \frac{\text{kgf}}{\text{m}^2}$

Empuje interior de agua: $E := \frac{\gamma_w \cdot H_3^2}{2} = 1952.288 \frac{\text{kgf}}{\text{m}}$

Momento debido a presión hidrostática: $M_E := E \cdot \frac{H_3}{3} \cdot 1 \text{ m} = 1285.907 \text{ kgf} \cdot \text{m}$



Peso total del líquido: $W_L := H_3 \cdot B_c \cdot L_c \cdot \gamma_w = 115.58 \text{ tonnef}$

Peso total de paredes:

$$W_W := \left(\frac{e_{mt} + e_{mb}}{2} \cdot H_1 \cdot (2 B_c + 2 L_c) + \frac{e_{mt}^2 + e_{mb}^2}{2} \cdot H_1 \cdot 4 + B_c \cdot e_{mc} \cdot H_1 \right) \gamma_{conc} = 44.906 \text{ tonnef}$$

Peso de estructura de fondo: $W_R := (L_c + 2 \cdot e_{mt}) \cdot (B_c + 2 \cdot e_{mt}) \cdot e_b \cdot \gamma_{conc} = 64.317 \text{ tonnef}$



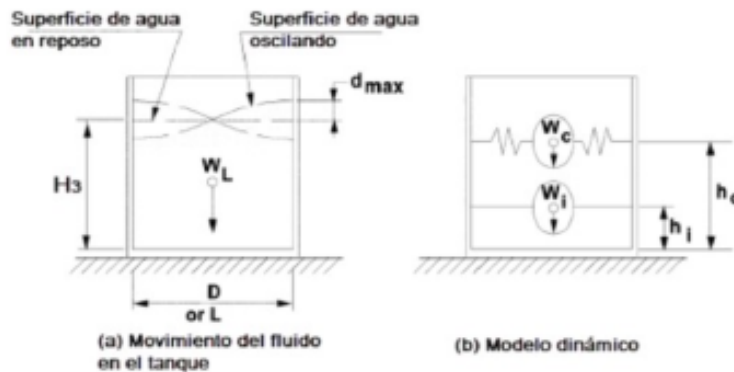
MODELO ESTRUCTURAL VILLA REMANSO

-Definición del modelo dinámico

Dirección de análisis X

Peso impulsivo del fluido:
$$W_{ix} := \frac{\tanh\left(\frac{\sqrt{3}}{2} \cdot \left(\frac{L_c}{H_3}\right)\right)}{\frac{\sqrt{3}}{2} \cdot \left(\frac{L_c}{H_3}\right)} \cdot W_L = 23.209 \text{ tonnef}$$

Peso convectivo del fluido:
$$W_{cx} := 0.264 \cdot \left(\frac{L_c}{H_3}\right) \cdot \tanh\left(\sqrt{10} \cdot \left(\frac{H_3}{L_c}\right)\right) \cdot W_L = 87.811 \text{ tonnef}$$



Coefficiente de masa efectiva:

$$\epsilon_{mx} := \text{if} \left(\left(0.0151 \cdot \left(\frac{L_c}{H_3}\right)^2 - 0.1908 \cdot \left(\frac{L_c}{H_3}\right) + 1.021 \right) > 1, 1, \left(0.0151 \cdot \left(\frac{L_c}{H_3}\right)^2 - 0.1908 \cdot \left(\frac{L_c}{H_3}\right) + 1.021 \right) \right)$$

$$\epsilon_{mx} = 0.423$$

$$\epsilon_{my} := \text{if} \left(\left(0.0151 \cdot \left(\frac{B_c}{H_3}\right)^2 - 0.1908 \cdot \left(\frac{B_c}{H_3}\right) + 1.021 \right) > 1, 1, \left(0.0151 \cdot \left(\frac{B_c}{H_3}\right)^2 - 0.1908 \cdot \left(\frac{B_c}{H_3}\right) + 1.021 \right) \right)$$

$$\epsilon_{my} = 0.626$$

Peso impulsivo de paredes:

$$W_{wx} := \epsilon_{mx} \cdot \left(\left(\frac{e_{mt} + e_{mb}}{2} \cdot H_1 \cdot 2 L_c + \frac{e_{mt}^2 + e_{mb}^2}{2} \cdot H_1 \cdot 2 \right) \cdot \gamma_{conc} \right) = 12.972 \text{ tonnef}$$



MODELO ESTRUCTURAL VILLA REMANSO

$$W_{wy} := \epsilon_{my} \cdot \left(\left(\frac{e_{mt} + e_{mb}}{2} \cdot H_1 \cdot 2 B_c + \frac{e_{mt}^2 + e_{mb}^2}{2} \cdot H_1 \cdot 2 \right) \cdot \gamma_{conc} \right) = 8.927 \text{ tonnef}$$

$$W_w := W_{wx} + W_{wy} = 21.898 \text{ tonnef}$$

Peso impulsivo total:

$$W_{ix} := W_w + W_R + W_{ix} = 109.424 \text{ tonnef}$$

Altura en que actúa la masa inercial de pared:
$$h_m := \frac{H_1 \cdot (e_{mb} + 2 e_{mt})}{3 (e_{mb} + e_{mt})} = 1.1 \text{ m}$$

Altura de techo:
$$h_R := H_1 + \frac{e_{ls}}{2} = 2.2 \text{ m}$$

Altura al centro de gravedad de peso impulsivo:
$$h_{ix} := \text{if} \left(\frac{L_c}{H_3} < 1.333, \left(0.5 - 0.09375 \cdot \left(\frac{L_c}{H_3} \right) \right) \cdot H_3, 0.375 \cdot H_3 \right) = 0.741 \text{ m}$$

Altura al centro de gravedad de peso convectivo:
$$h_{cx} := \left(1 - \frac{\cosh \left(\sqrt{10} \cdot \left(\frac{H_3}{L_c} \right) \right) - 1}{\sqrt{10} \cdot \left(\frac{H_3}{L_c} \right) \cdot \sinh \left(\sqrt{10} \cdot \left(\frac{H_3}{L_c} \right) \right)} \right) \cdot H_3 = 1.012 \text{ m}$$

Dirección de análisis Y

Peso impulsivo del fluido:
$$W_{iy} := \frac{\tanh \left(\frac{\sqrt{3}}{2} \cdot \left(\frac{B_c}{H_3} \right) \right)}{\frac{\sqrt{3}}{2} \cdot \left(\frac{B_c}{H_3} \right)} \cdot W_L = 50.114 \text{ tonnef}$$

Peso convectivo del fluido:
$$W_{cy} := 0.264 \cdot \left(\frac{B_c}{H_3} \right) \cdot \tanh \left(\sqrt{10} \cdot \left(\frac{H_3}{B_c} \right) \right) \cdot W_L = 66.602 \text{ tonnef}$$

Peso impulsivo total:
$$W_{iy} := W_w + W_R + W_{iy} = 136.329 \text{ tonnef}$$

Altura al centro de gravedad de peso impulsivo:
$$h_{iy} := \text{if} \left(\frac{B_c}{H_3} < 1.333, \left(0.5 - 0.09375 \cdot \left(\frac{B_c}{H_3} \right) \right) \cdot H_3, 0.375 \cdot H_3 \right) = 0.741 \text{ m}$$



MODELO ESTRUCTURAL VILLA REMANSO

Altura al centro de gravedad de peso convectivo:

$$h_{cy} := \left(1 - \frac{\cosh\left(\sqrt{10} \cdot \left(\frac{H_3}{B_c}\right)\right) - 1}{\sqrt{10} \cdot \left(\frac{H_3}{B_c}\right) \cdot \sinh\left(\sqrt{10} \cdot \left(\frac{H_3}{B_c}\right)\right)} \right) \cdot H_3 = 1.094 \text{ m}$$

-Cálculo de rigideces y periodos

Modulo de elasticidad del concreto: $E_c := 57000 \sqrt{f_c} \cdot \text{psi} = 253353.652 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$

$$h_{wx} := \frac{W_w \cdot h_m + W_R \cdot h_R + W_{ix} \cdot h_{ix}}{W_w + W_R + W_{ix}} = 1.67 \text{ m}$$

$$h_{wy} := \frac{W_w \cdot h_m + W_R \cdot h_R + W_{iy} \cdot h_{iy}}{W_w + W_R + W_{iy}} = 1.487 \text{ m}$$

Rigideces impulsivas en cada dirección:

$$K_{ix} := \frac{E_c}{48 \text{ ksi}} \left(\frac{e_{mb} + e_{mt}}{2} \frac{1}{\text{in}} \right)^3 \left(\frac{\text{ft}}{h_{wx}} \right)^3 \frac{\text{kip}}{\text{ft}} = 647190.252 \frac{\text{kgf}}{\text{m}}$$

$$K_{iy} := \frac{E_c}{48 \text{ ksi}} \left(\frac{e_{mb} + e_{mt}}{2} \frac{1}{\text{in}} \right)^3 \left(\frac{\text{ft}}{h_{wy}} \right)^3 \frac{\text{kip}}{\text{ft}} = 917449.96 \frac{\text{kgf}}{\text{m}}$$

Periodos impulsivos en cada dirección:

$$T_{ix} := 2 \pi \sqrt{\frac{W_{ix}}{g \cdot K_{ix}}} = 0.825 \text{ s} \quad T_{iy} := 2 \pi \sqrt{\frac{W_{iy}}{g \cdot K_{iy}}} = 0.773 \text{ s}$$

Rigideces convectivas en cada dirección:

$$K_{cx} := 0.834 \cdot \left(\frac{W_L}{H_3} \right) \cdot \left(\tanh\left(\sqrt{10} \cdot \frac{H_3}{L_c}\right) \right)^2 = 12219.845 \frac{\text{kgf}}{\text{m}}$$

$$K_{cy} := 0.834 \cdot \left(\frac{W_L}{H_3} \right) \cdot \left(\tanh\left(\sqrt{10} \cdot \frac{H_3}{B_c}\right) \right)^2 = 34241.361 \frac{\text{kgf}}{\text{m}}$$



MODELO ESTRUCTURAL VILLA REMANSO

Periodos convectivos en cada dirección:

$$T_{Cx} := \frac{2 \pi}{\sqrt{\sqrt{10} \cdot g \cdot \tanh\left(\sqrt{10} \cdot \left(\frac{H_3}{L_c}\right)\right)}} \cdot \sqrt{L_c} = 5.376 \text{ s}$$

$$T_{Cy} := \frac{2 \pi}{\sqrt{\sqrt{10} \cdot g \cdot \tanh\left(\sqrt{10} \cdot \left(\frac{H_3}{B_c}\right)\right)}} \cdot \sqrt{B_c} = 2.797 \text{ s}$$

-Determinación del cortante estático en la base:

Aceleración espectral: $S_{DS} := 0.945973$

$$S_{D1} := 0.408495$$

$$T_s := \frac{S_{D1}}{S_{DS}} = 0.432$$

Factor de importancia: $I := 1.25$

Factor de modificación de respuesta impulsiva: $R_I := 3.00$

Factor de modificación de respuesta convectiva: $R_c := 1.00$

Coefficiente impulsivos:

$$C_{Ix} := \text{if}\left(T_{Ix} \leq T_s \cdot s, S_{DS}, \frac{S_{D1}}{T_{Ix}} s\right) = 0.495 \quad C_{Iy} := \text{if}\left(T_{Iy} \leq T_s \cdot s, S_{DS}, \frac{S_{D1}}{T_{Iy}} s\right) = 0.528$$

Coefficiente convectivos:

$$C_{Cx} := \text{if}\left(T_{Cx} \leq \frac{1.6 s}{T_s}, \min\left(\frac{1.5 \cdot S_{D1} \cdot s}{T_{Cx}}, 1.5 \cdot S_{DS}\right), \frac{2.4 \cdot S_{DS} \cdot s^2}{(T_{Cx})^2}\right) = 0.079$$

$$C_{Cy} := \text{if}\left(T_{Cy} \leq \frac{1.6 s}{T_s}, \min\left(\frac{1.5 \cdot S_{D1} \cdot s}{T_{Cy}}, 1.5 \cdot S_{DS}\right), \frac{2.4 \cdot S_{DS} \cdot s^2}{(T_{Cy})^2}\right) = 0.219$$



MODELO ESTRUCTURAL VILLA REMANSO

Dirección de análisis X

Cortante basal impulsivo: $V_{ix} := \frac{C_{ix} \cdot I}{R_i} \cdot W_{ix} = 22.575 \text{ tonnef}$

Cortante basal convectivo: $V_{cx} := \frac{C_{cx} \cdot I}{R_c} \cdot W_{cx} = 8.623 \text{ tonnef}$

Cortante basal total: $V_{Tx} := \sqrt{V_{ix}^2 + V_{cx}^2} = 24.166 \text{ tonnef}$

Presión dinámica impulsiva:

A la altura máxima del liquido:

A fondo de la pared:

$$P_{iyx} := \left(\frac{(4 \cdot H_3 - 6 \cdot h_{ix}) - (6 \cdot H_3 - 12 \cdot h_{ix}) \cdot \frac{H_3}{H_3}}{2 \cdot H_3^2} \right) \quad P_{iox} := \left(\frac{(4 \cdot H_3 - 6 \cdot h_{ix}) - (6 \cdot H_3 - 12 \cdot h_{ix}) \cdot \frac{0 \text{ m}}{H_3}}{2 \cdot H_3^2} \right)$$

$$P_{iyx} = 0.063 \frac{1}{m} \quad P_{iyx} \cdot \frac{V_{ix}}{L_c} = 125.691 \frac{\text{kgf}}{\text{m}^2} \quad P_{iox} = 0.443 \frac{1}{m} \quad P_{iox} \cdot \frac{V_{ix}}{L_c} = 879.836 \frac{\text{kgf}}{\text{m}^2}$$

Presión dinámica convectiva:

A la altura máxima del liquido:

A fondo de la pared:

$$P_{cyx} := \left(\frac{(4 \cdot H_3 - 6 \cdot h_{cx}) - (6 \cdot H_3 - 12 \cdot h_{cx}) \cdot \frac{H_3}{H_3}}{2 \cdot H_3^2} \right) \quad P_{cox} := \left(\frac{(4 \cdot H_3 - 6 \cdot h_{cx}) - (6 \cdot H_3 - 12 \cdot h_{cx}) \cdot \frac{0 \text{ m}}{H_3}}{2 \cdot H_3^2} \right)$$

$$P_{cyx} = 0.272 \frac{1}{m} \quad P_{cyx} \cdot \frac{V_{cx}}{L_c} = 206.139 \frac{\text{kgf}}{\text{m}^2} \quad P_{cox} = 0.234 \frac{1}{m} \quad P_{cox} \cdot \frac{V_{cx}}{L_c} = 177.948 \frac{\text{kgf}}{\text{m}^2}$$

Momento de volteo impulsivo: $M_{ix} := \frac{C_{ix} \cdot I}{R_i} \cdot (W_w \cdot h_m + W_R \cdot h_R + W_{ix} \cdot h_{ix}) = 56.111 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$

Momento de volteo convectivo: $M_{cx} := \frac{C_{cx} \cdot I}{R_c} \cdot (W_{cx} \cdot h_{cx}) = 8.728 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$

Momento de volteo total: $M_{Tx} := \sqrt{M_{ix}^2 + M_{cx}^2} = 56.786 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$



MODELO ESTRUCTURAL VILLA REMANSO

Dirección de análisis Y

Cortante basal impulsivo: $V_{iy} := \frac{C_{iy} \cdot I}{R_i} \cdot W_{iy} = 30.001 \text{ tonnef}$

Cortante basal convectivo: $V_{cy} := \frac{C_{cy} \cdot I}{R_c} \cdot W_{cy} = 18.239 \text{ tonnef}$

Cortante basal total: $V_{ty} := \sqrt{V_{iy}^2 + V_{cy}^2} = 35.111 \text{ tonnef}$

Presión dinámica impulsiva:

A la altura máxima del líquido:

A fondo de la pared:

$$P_{iyy} := \frac{\left((4 \cdot H_3 - 6 \cdot h_{iy}) - (6 \cdot H_3 - 12 \cdot h_{iy}) \cdot \frac{H_3}{H_3} \right)}{2 \cdot H_3^2} \quad P_{ioy} := \frac{\left((4 \cdot H_3 - 6 \cdot h_{iy}) - (6 \cdot H_3 - 12 \cdot h_{iy}) \cdot \frac{0 \text{ m}}{H_3} \right)}{2 \cdot H_3^2}$$

$$P_{iyy} = 0.063 \frac{1}{\text{m}} \quad P_{iyy} \cdot \frac{V_{iy}}{B_c} = 368.653 \frac{\text{kgf}}{\text{m}^2} \quad P_{ioy} = 0.443 \frac{1}{\text{m}} \quad P_{ioy} \cdot \frac{V_{iy}}{B_c} = 2580.573 \frac{\text{kgf}}{\text{m}^2}$$

A la altura máxima del líquido:

A fondo de la pared:

$$P_{cyy} := \frac{\left((4 \cdot H_3 - 6 \cdot h_{cy}) - (6 \cdot H_3 - 12 \cdot h_{cy}) \cdot \frac{H_3}{H_3} \right)}{2 \cdot H_3^2} \quad P_{coy} := \frac{\left((4 \cdot H_3 - 6 \cdot h_{cy}) - (6 \cdot H_3 - 12 \cdot h_{cy}) \cdot \frac{0 \text{ m}}{H_3} \right)}{2 \cdot H_3^2}$$

$$P_{cyy} = 0.334 \frac{1}{\text{m}} \quad P_{cyy} \cdot \frac{V_{cy}}{B_c} = 1184.342 \frac{\text{kgf}}{\text{m}^2} \quad P_{coy} = 0.172 \frac{1}{\text{m}} \quad P_{coy} \cdot \frac{V_{cy}}{B_c} = 608.633 \frac{\text{kgf}}{\text{m}^2}$$

Momento de volteo impulsivo: $M_{iy} := \frac{C_{iy} \cdot I}{R_i} \cdot (W_w \cdot h_m + W_R \cdot h_R + W_{iy} \cdot h_{iy}) = 64.24 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$

Momento de volteo convectivo: $M_{cy} := \frac{C_{cy} \cdot I}{R_c} \cdot (W_{cy} \cdot h_{cy}) = 19.949 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$

Momento de volteo total: $M_{ty} := \sqrt{M_{iy}^2 + M_{cy}^2} = 67.266 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$



5.5. Carga Sísmica (FS)

Las fuerzas de diseño para todo el conjunto estructural fueron determinadas de acuerdo con lo especificado en el Título II, Normas Mínimas para determinar Cargas debido a sismo así también con requerimientos para sistemas de marcos especiales resistentes a momentos de concreto del ASCE 7 -16.

5.5.1. Criterios de análisis sísmico

A continuación, se presenta los criterios para la clasificación de la estructura y la fuerza sísmica.

Tabla 6: Resumen de criterios generales de análisis sísmico

Parámetro	Valor	Provisión/Referencia
Ocupación	Apartamentos	RNC - 07
Factor de importancia	1.00 (Estructuras de normal importancia, Grupo B)	RNC - 07
Tipo de suelo	II	Informe geotécnico
Categoría de diseño sísmico	D	ASCE 7-16
Sistema lateral	Muros de mampostería reforzada	ASCE 7 - 16
Factor de modificación de respuesta, $\Omega Q'$	2.10	RNC-07
Período fundamental del edificio, T_x	0.048 s	-
Período fundamental del edificio, T_y	0.128 s	-
Coficiente sísmico, C_{sx}	0.6171	RNC-07
Coficiente sísmico, C_{sy}	0.6171	RNC-07
Peso sísmico, W_o	278.885 tonf	RNC-07
Cortante basal de diseño estático, V_{ex}	128.5603 tonf	RNC-07
Cortante basal de diseño estático, V_{ey}	128.560 3tonf	RNC-07
Procedimiento de análisis	Análisis estático equivalente	RNC-07
Método de combinación modal	Raíz cuadrada de la suma de los cuadrados	ASCE 7-10
Excentricidad accidental	10%	RNC-07



5.5.2. Espectro de diseño

El espectro de diseño fue definido a partir del reglamento nacional de la construcción RNC-07 para suelo tipo II y estructuras esenciales. Este fue afectado por los factores de sobre resistencia y de reducción por ductilidad para obtener el espectro inelástico. Ver siguientes figuras.

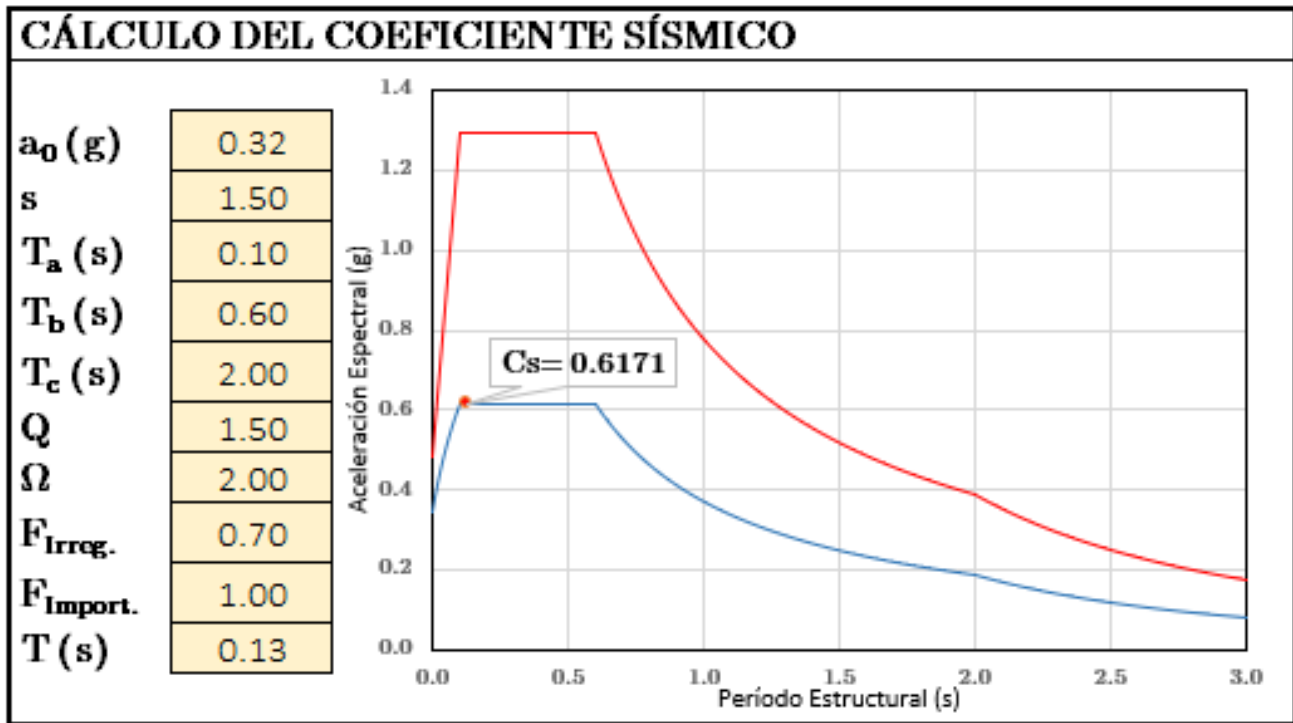


Fig. 5: Espectro de diseño elástico e inelástico determinados a partir de las provisiones sísmicas del RNC-07 (estructura perteneciente al grupo B y suelo tipo II)

5.6. Carga debido al viento (PZ)

Las fuerzas de diseño para todo el conjunto estructural fueron determinadas de acuerdo con lo especificado en el Título IV, Normas Mínimas para determinar Cargas debido a Viento, según el RNC - 07.

5.7. Combinaciones de cargas

Según el RNC-07, las combinaciones de carga para diseños por resistencia última son las siguientes:

- $Cu1 = 1.4$ (CM)



MODELO ESTRUCTURAL VILLA REMANSO

- $Cu2 = 1.2 (CM) + 1.6 (CV+Ps)$
- $Cu3 = 1.2 (CM) + 1.6 (Pz) + CV$
- $Cu4 = 1.2 (CM) + Fs + CV$
- $Cu5 = 0.9 (CM) + 1.6 (Pz) + 1.6 (Pz)$
- $Cu6 = 0.9 (CM) + Fs + 1.6 (Ps)$

Para la revisión de la capacidad de carga se incluyeron las combinaciones de carga no factorizadas (Combinaciones por servicio), las cuales se muestran a continuación:

25

- $Ce 1 = CM + CV + Ps$
- $Ce 2 = CM$
- $Ce 3 = CM + CV + Fs$
- $Ce 4 = CM + CV + Pz$
- $Ce 5 = CM + Fs + Ps$
- $Ce 5 = CM + Pz + Ps$

Dónde:

CM = Carga muerta, CV = Carga viva máxima, Fs = Fuerza sísmica horizontal, Pz = Carga o presión de viento, Ps = carga debido a la presión lateral de la tierra, a la presión del agua subterránea, o a la presión de materiales a granel.

5.7.1. Combinaciones ortogonales de carga sísmica

Cuando los efectos de carga ortogonales están incluidos en el análisis, cuatro direcciones de la fuerza sísmica (+X, -X, +Y, -Y) deben ser considerados en el diseño. Los efectos ortogonales incluyen un 30% de la carga sísmica de la otra dirección de análisis, en las cuales las combinaciones de cargas se aumentan a 16, ya que, para cada aplicación directa de la carga, puede existir una carga ortogonal positiva o negativa.

$$QE = +/- QE_X+AT +/- 0.3QE_Y$$

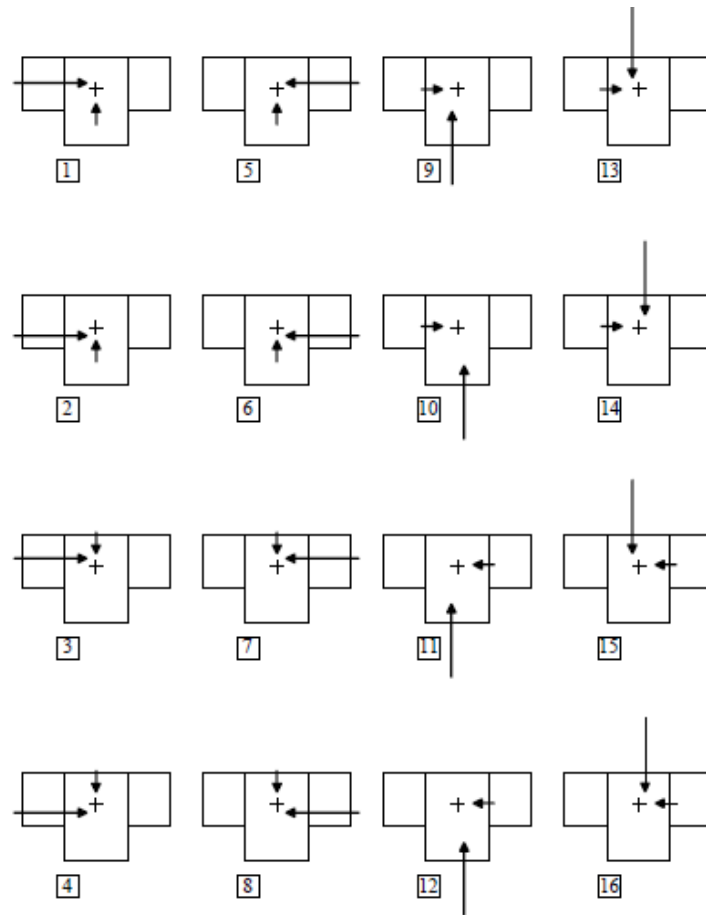
$$QE = +/- QE_Y+AT +/- 0.3QE_X$$

$$E = +/- QE_X+AT +/- 0.3QE_Y$$

$$QE = +/- QE_Y+AT +/- 0.3QE_X$$



MODELO ESTRUCTURAL VILLA REMANSO



26

Fig.6: Combinaciones ortogonales de carga sísmica

6. MODELO NUMÉRICO DE ESTRUCTURA

En esta sección se presenta el modelo numérico generado para el dimensionamiento de la estructura. El análisis se llevó a cabo mediante el programa Etabs v22.

6.1. Definición de materiales

Se muestran los materiales definidos para el modelo numérico, cuyas resistencias concuerdan con las presentes en la Sección 4.



MODELO ESTRUCTURAL VILLA REMANSO

27

General Data

Material Name	<input type="text" value="4000Psi"/>
Material Type	<input type="text" value="Concrete"/>
Directional Symmetry Type	<input type="text" value="Isotropic"/>
Material Display Color	<input type="color" value="#00FF00"/> <input type="button" value="Change..."/>
Material Notes	<input type="button" value="Modify/Show Notes..."/>

Material Weight and Mass

Specify Weight Density Specify Mass Density

Weight per Unit Volume	<input type="text" value="0.0024"/> kgf/cm ³
Mass per Unit Volume	<input type="text" value="0.000002"/> kgf-s ² /cm ⁴

Mechanical Property Data

Modulus of Elasticity, E	<input type="text" value="253456.4"/> kgf/cm ²
Poisson's Ratio, U	<input type="text" value="0.2"/>
Coefficient of Thermal Expansion, A	<input type="text" value="0.0000099"/> 1/C
Shear Modulus, G	<input type="text" value="105606.83"/> kgf/cm ²

E Material Property Design Data

Material Name and Type

Material Name	<input type="text" value="4000Psi"/>
Material Type	<input type="text" value="Concrete, Isotropic"/>
Grade	<input type="text"/>

Design Properties for Concrete Materials

Specified Concrete Compressive Strength, f'c	<input type="text" value="281.23"/> kgf/cm ²
<input type="checkbox"/> Lightweight Concrete	
Shear Strength Reduction Factor	<input type="text"/>

Fig.7: Definición de Material Concreto de 4000 psi



MODELO ESTRUCTURAL VILLA REMANSO

General Data

Material Name	A706Gr60
Material Type	Rebar
Directional Symmetry Type	Uniaxial
Material Display Color	 Change...
Material Notes	Modify/Show Notes...

Material Weight and Mass

Specify Weight Density Specify Mass Density

Weight per Unit Volume	7849.05	kgf/m ³
Mass per Unit Volume	800.38	kgf-s ² /m ⁴

Mechanical Property Data

Modulus of Elasticity, E	20389019158	kgf/m ²
Coefficient of Thermal Expansion, A	0.0000065	1/F

Material Name and Type

Material Name	A706Gr60
Material Type	Rebar, Uniaxial

Design Properties for Rebar Materials

Minimum Yield Strength, Fy	42184177.57	kgf/m ²
Minimum Tensile Strength, Fu	56245570.09	kgf/m ²
Expected Yield Strength, Fye	46402595.33	kgf/m ²
Expected Tensile Strength, Fue	61870127.1	kgf/m ²

Fig.8: Definición de acero de refuerzo A706Gr60



MODELO ESTRUCTURAL VILLA REMANSO

General Data

Material Name	<input type="text" value="MampRef8-20"/>
Material Type	Concrete
Directional Symmetry Type	Isotropic
Material Display Color	<input type="color" value="#333333"/> <input type="button" value="Change..."/>
Material Notes	<input type="button" value="Modify/Show Notes..."/>

Material Weight and Mass

Specify Weight Density Specify Mass Density

Weight per Unit Volume	<input type="text" value="0.00228"/>	kgf/cm ³
Mass per Unit Volume	<input type="text" value="0.000002"/>	kgf-s ² /cm ⁴

Mechanical Property Data

Modulus of Elasticity, E	<input type="text" value="45000"/>	kgf/cm ²
Poisson's Ratio, U	<input type="text" value="0.25"/>	
Coefficient of Thermal Expansion, A	<input type="text" value="0.000099"/>	1/C
Shear Modulus, G	<input type="text" value="18000"/>	kgf/cm ²

Design Property Data

Advanced Material Property Data

Modulus of Rupture for Cracked Deflections

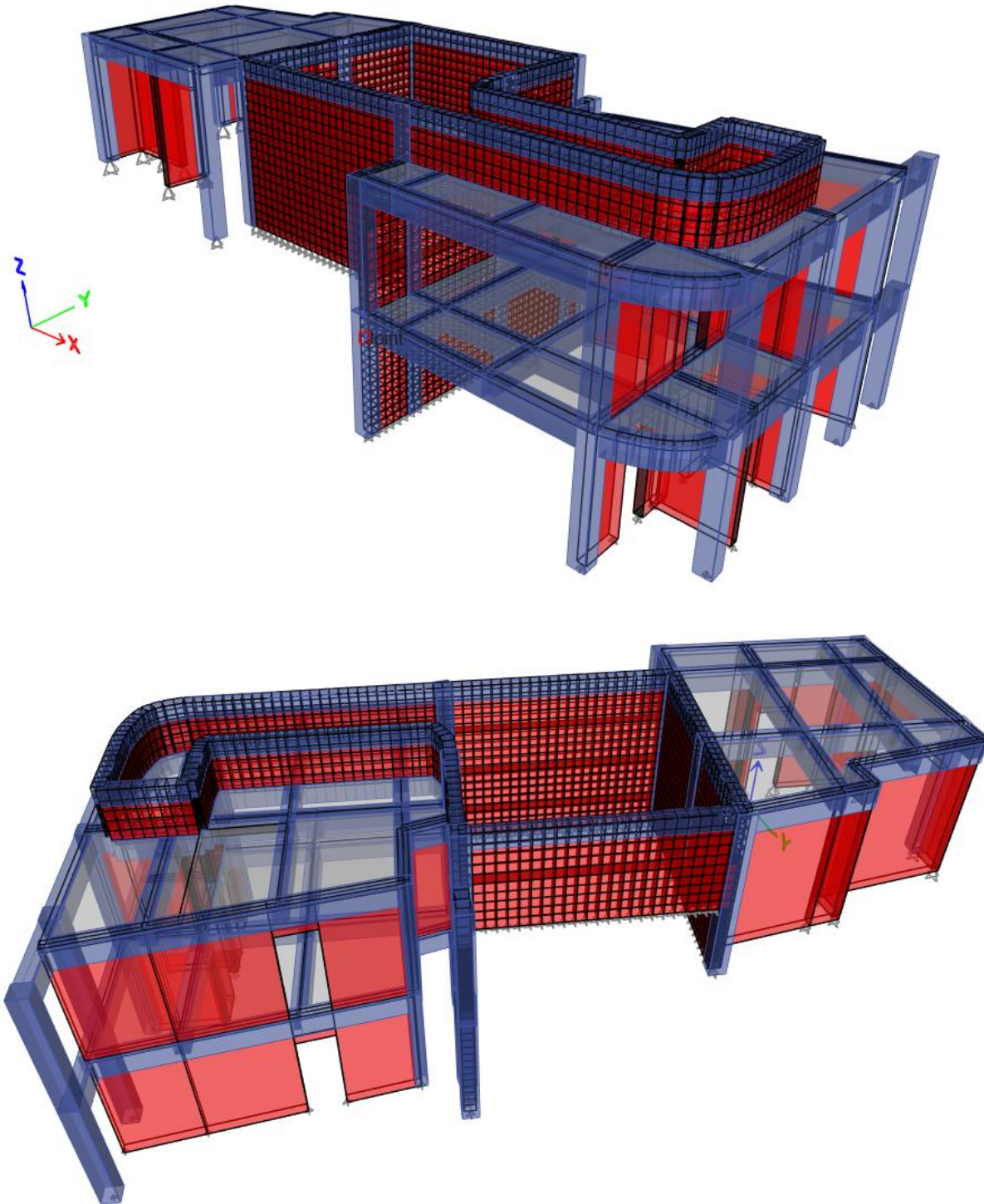
Program Default (Based on Concrete Slab Design Code)

User Specified

Fig.9: Definición de mampostería reforzada

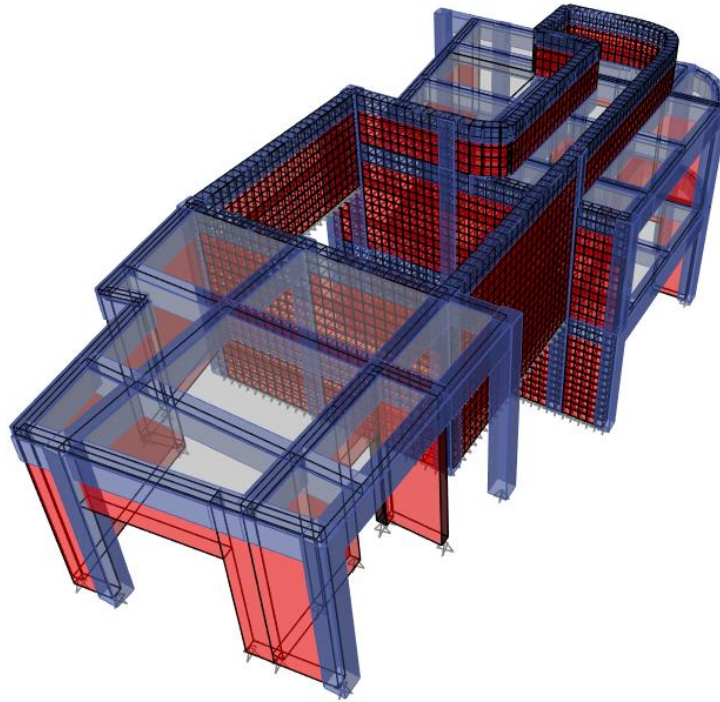


6.2. Definición de geometría

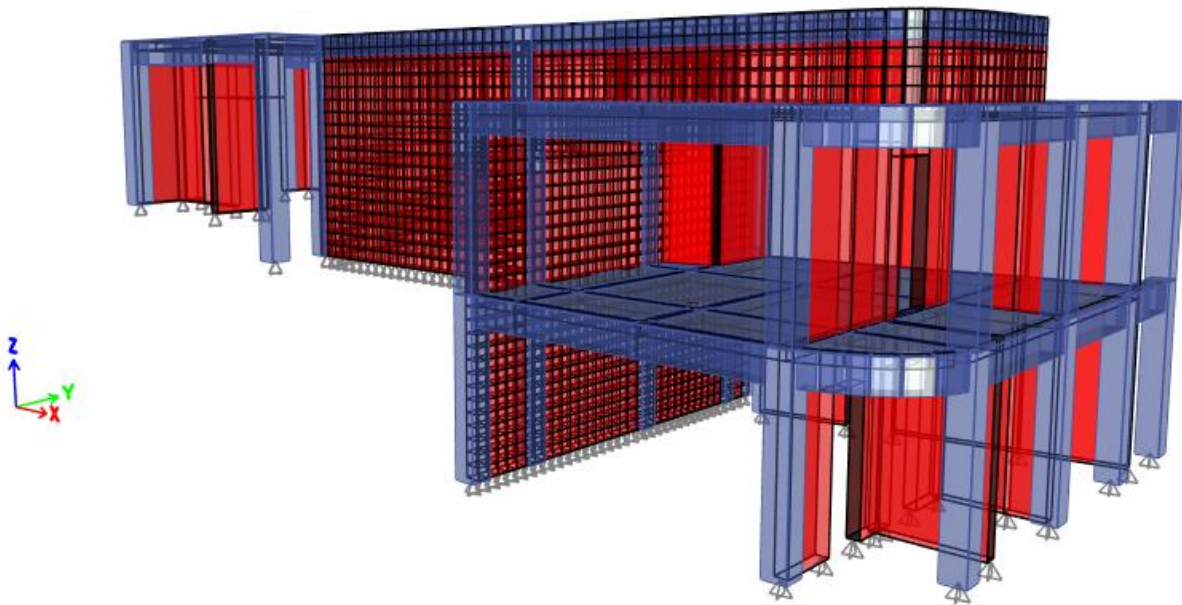




MODELO ESTRUCTURAL VILLA REMANSO



31

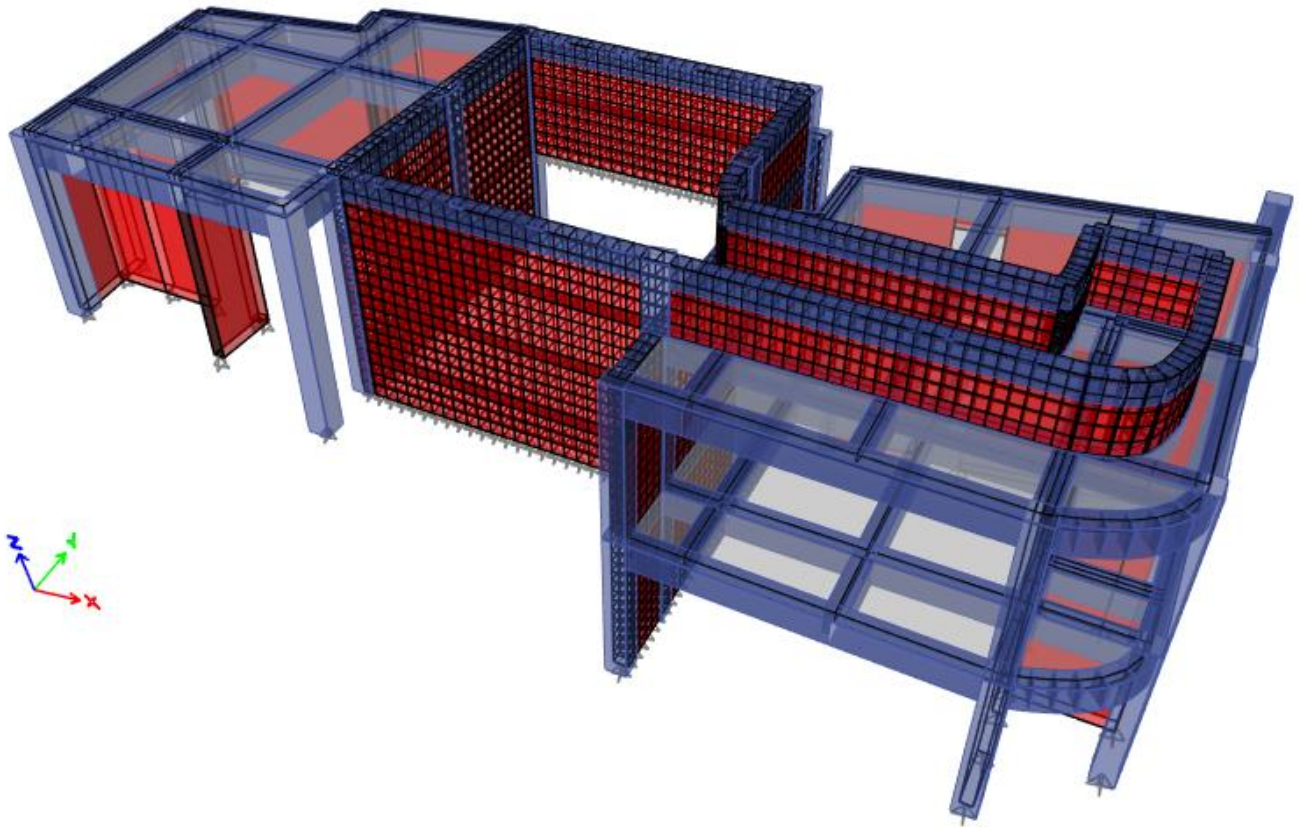


Calculo: Ing. Michael Osorio Fley

Reviso: Ing. Carlos Delgado Aleman Lic. MTI No.1439



MODELO ESTRUCTURAL VILLA REMANSO



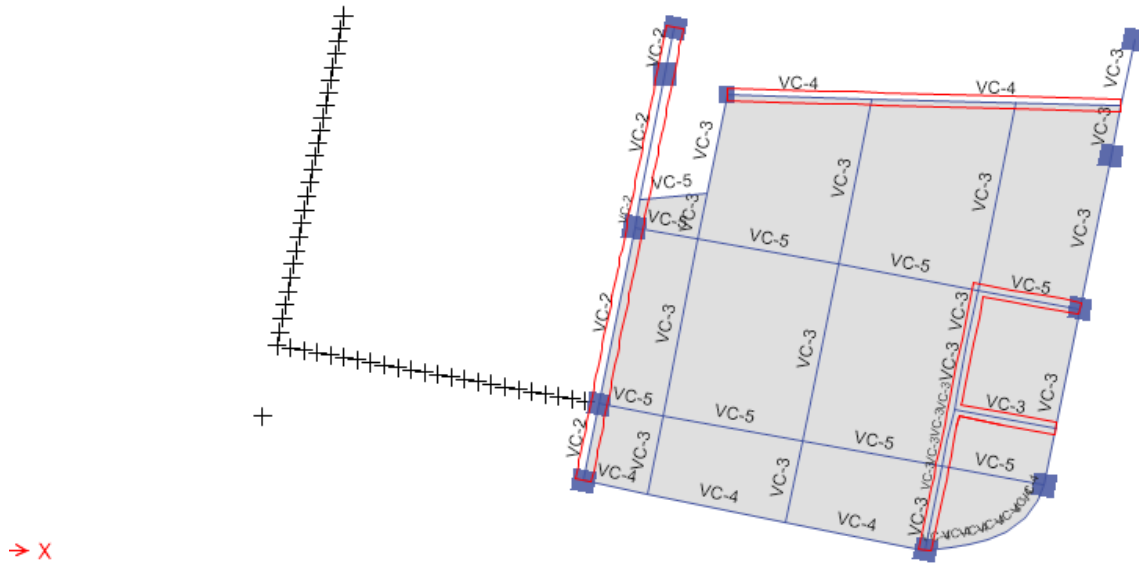
32

Fig.10: Vistas 3D del modelo numérico



MODELO ESTRUCTURAL VILLA REMANSO

Plan View - Story1 - Z = 280.5 (cm)



33

Fig.11: Nivel 1 de modelo numérico

Plan View - Story2 - Z = 559 (cm)

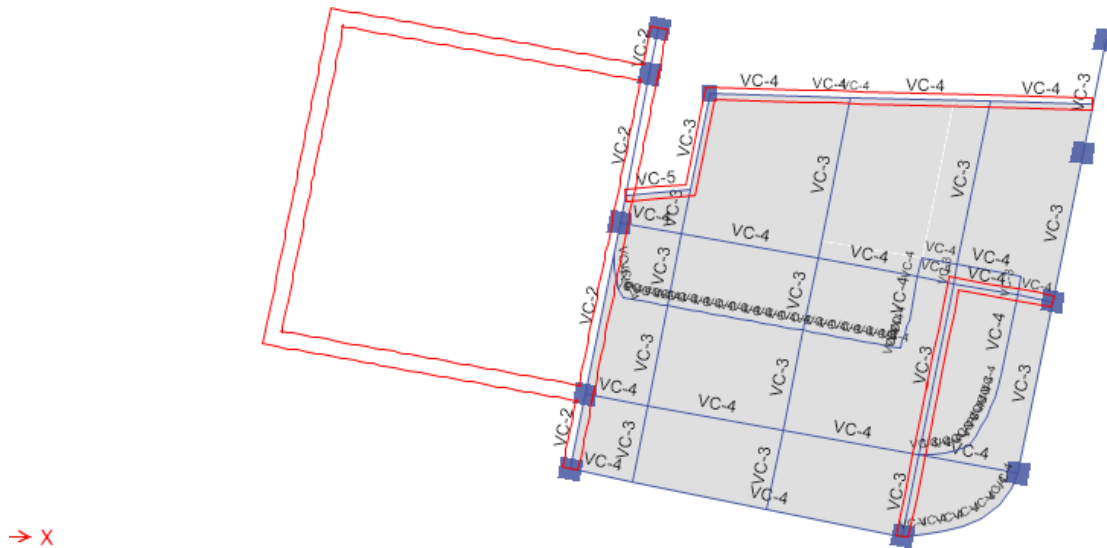


Fig.12: Nivel 2 de modelo numérico

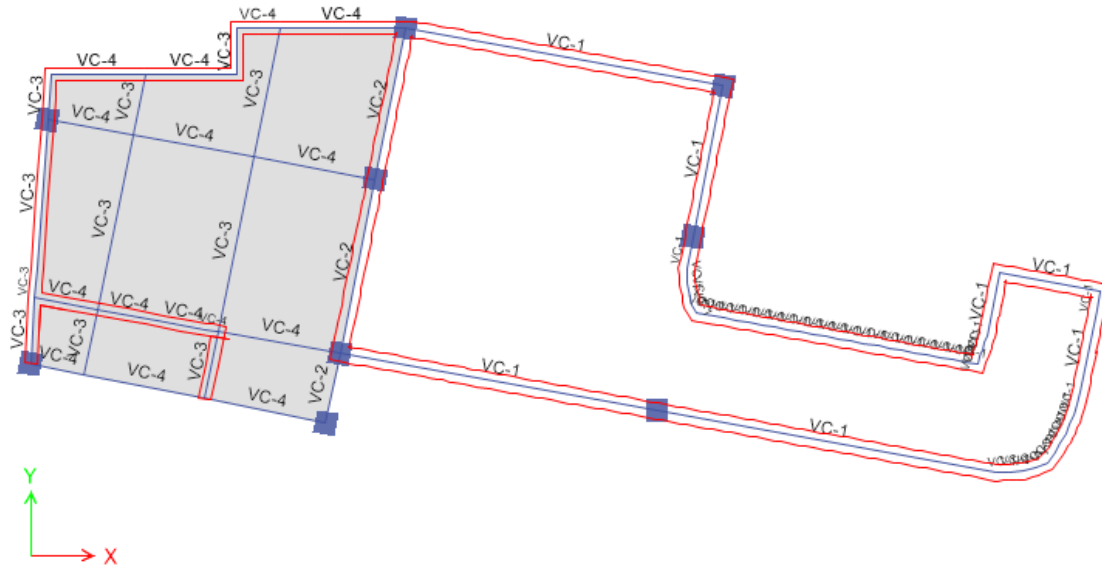
Calculo: Ing. Michael Osorio Fley

Reviso: Ing. Carlos Delgado Aleman Lic. MTI No.1439



MODELO ESTRUCTURAL VILLA REMANSO

Plan View - Story3 - Z = 671 (cm)



34

Fig.13: Nivel 3 de modelo numérico

3-D View

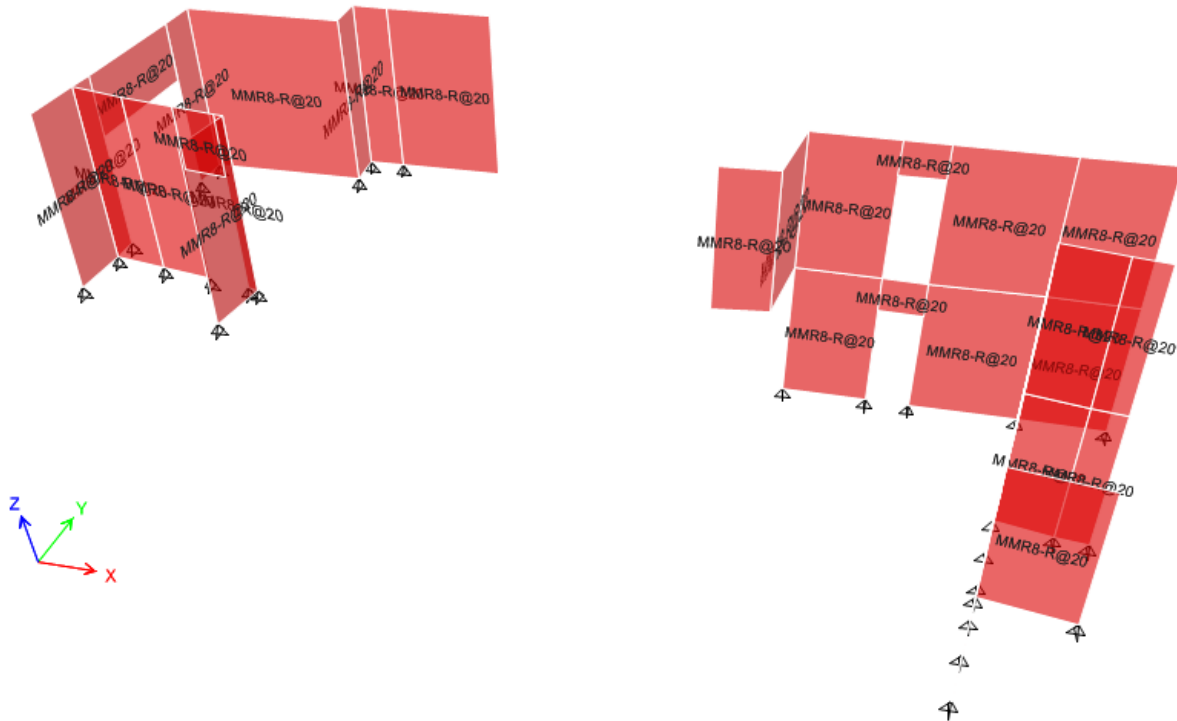


Fig.14: Muros de mampostería reforzada de modelo numérico

Calculo: Ing. Michael Osorio Fley

Reviso: Ing. Carlos Delgado Aleman Lic. MTI No.1439

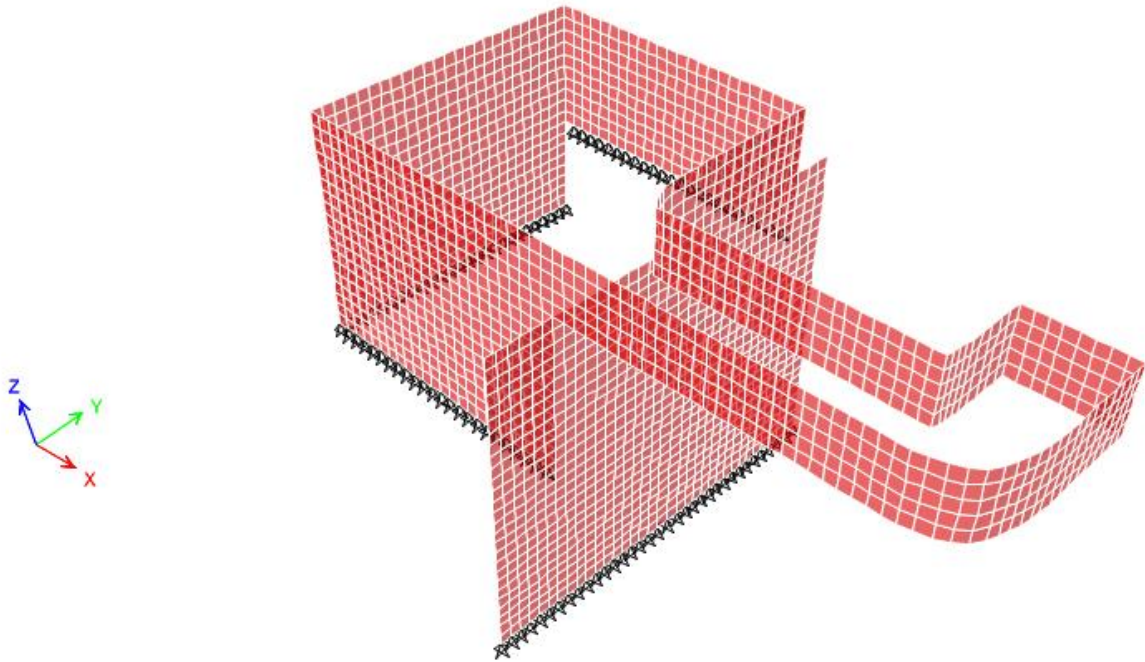


Fig.15: Muros de concreto reforzado de piscina de modelo numérico

6.3. Definición de los patrones de carga

DEAD	Dead	1	
LIVE	Live	0	
CVR	Reducible Live	0	
CM	Super Dead	0	
PZ	Wind	0	None
SX	Seismic	0	User Coefficient
SY	Seismic	0	User Coefficient
PS	Super Dead	0	

Fig.16: Patrones de carga para el modelo numérico



Direction and Eccentricity

X Dir Y Dir
 X Dir + Eccentricity Y Dir + Eccentricity
 X Dir - Eccentricity Y Dir - Eccentricity

Ecc. Ratio (All Diaph.)

Overwrite Eccentricities

Factors

Base Shear Coefficient, C

Building Height Exp., K

Story Range

Top Story

Bottom Story

Fig.17: Patrón de carga lateral en la dirección X

Direction and Eccentricity

X Dir Y Dir
 X Dir + Eccentricity Y Dir + Eccentricity
 X Dir - Eccentricity Y Dir - Eccentricity

Ecc. Ratio (All Diaph.)

Overwrite Eccentricities

Factors

Base Shear Coefficient, C

Building Height Exp., K

Story Range

Top Story

Bottom Story

Fig.18: Patrón de carga lateral en la dirección Y

6.4. Definición de los casos de carga

Load Cases

Load Case Name	Load Case Type
Modal	Modal - Eigen
Dead	Linear Static
CMSI	Linear Static
CMT	Linear Static
CV	Linear Static
V	Linear Static
Sx	Linear Static
Sy	Linear Static

Fig.19: Casos de carga para el modelo numérico



6.5. Definición de fuentes de masa

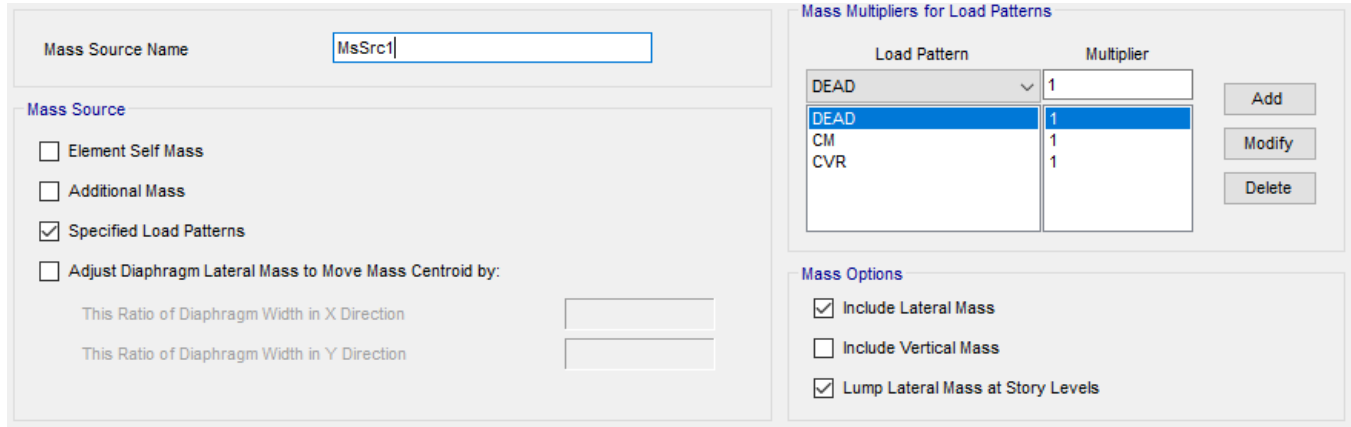


Fig.20: Fuentes de masa para el modelo numérico

6.6. Definición de las combinaciones de carga

0.6CM+PS-0.21SX-0.70SY+PH	0.9CM+1.6PS+SX-0.3SY+PH	CM+CV+PS
0.6CM+PS-0.21SX+0.70SY+PH	0.9CM+1.6PS+SX+0.3SY+PH	CM+PS-0.21SX-0.70SY+PH
0.6CM+PS-0.70SX-0.21SY+PH	0.9CM+1.6PZ+1.6PS+1.6PH	CM+PS-0.21SX+0.70SY+PH
0.6CM+PS-0.70SX+0.21SY+PH	1.2CM+1.6CV+1.6PS + 1.6PH	CM+PS-0.70SX-0.21SY+PH
0.6CM+PS+0.21SX-0.70SY+PH	1.2CM+1.6PZ+CV	CM+PS-0.70SX+0.21SY+PH
0.6CM+PS+0.21SX+0.70SY+PH	1.2CM+CV-0.3SX-SY+PH	CM+PS+0.21SX-0.70SY+PH
0.6CM+PS+0.70SX-0.21SY+PH	1.2CM+CV-0.3SX+SY+PH	CM+PS+0.21SX+0.70SY+PH
0.6CM+PS+0.70SX+0.21SY+PH	1.2CM+CV-SX-0.30SY+PH	CM+PS+0.70SX-0.21SY+PH
0.6CM+PZ+PS	1.2CM+CV-SX+0.30SY+PH	CM+PS+0.70SX+0.21SY+PH
0.9CM+1.6PS-0.30SX-SY+PH	1.2CM+CV+0.3SX-SY+PH	CM+PS+PZ
0.9CM+1.6PS-0.30SX+SY+PH	1.2CM+CV+0.3SX+SY+PH	EnvGrav
0.9CM+1.6PS-SX-0.3SY+PH	1.2CM+CV+SX-0.30SY+PH	Envolve sismica
0.9CM+1.6PS-SX+0.3SY+PH	1.2CM+CV+SX+0.30SY+PH	EnvUlt
0.9CM+1.6PS+0.30SX-SY+PH	1.4 CM+1.4 PH + 1.6 PS	
0.9CM+1.6PS+0.30SX+SY+PH	CM + CV	

Fig.21: Combinaciones de cargas definidas en el modelo numérico

Load Case Name	Load Case Type
S(x+PHDcx+PHDix+0.3y+0.3PHDc...	Linear Static
S(x+PHDcx+PHDix-0.3y-0.3PHDc...	Linear Static
S(-x-PHDcx-PHDix+0.3y+0.3PHDc...	Linear Static
S(-x-PHDcx-PHDix-0.3y-0.3PHDc...	Linear Static
S(0.3x+0.3PHDcx+0.3PHDix+y+P...	Linear Static
S(-0.3x-0.3PHDcx-0.3PHDix+y+PH...	Linear Static
S(0.3x+0.3PHDcx+0.3PHDix-y-PH...	Linear Static
S(-0.3x-0.3PHDcx-0.3PHDix-y-PHD...	Linear Static



General Data

Load Combination Name: 1.2CM+CV-0.3SX-SY+PH

Combination Type: Linear Add

Notes: Modify/Show Notes...

Auto Combination: No

Define Combination of Load Case/Combo Results

Load Name	Scale Factor
Dead	1.2
CMSI	1.2
S(-0.3x-0.3PHDcx-0.3PHDix-y-PHDcy-...	1
CV	1
PH	1

Add

Delete

Fig.22: Aplicación de cargas hidrodinámicas a combinaciones de cargas

6.7. Definición de secciones utilizadas en el modelo numérico

General Data

Property Name: C 25X25

Material: 4000Psi

Notional Size Data: Modify/Show Notional Size...

Display Color: Change...

Notes: Modify/Show Notes...

Shape

Section Shape: Concrete Rectangular

Section Property Source

Source: User Defined

Section Dimensions

Depth: 25 cm

Width: 25 cm

Property Modifiers

Modify/Show Modifiers...
Currently Default

Reinforcement

Modify/Show Rebar...

Fig.23: Definición de columna de concreto reforzado de 25x25 cm de 4000 psi



MODELO ESTRUCTURAL VILLA REMANSO

General Data

Property Name: C 35x35
Material: 4000Psi
Notional Size Data: Modify/Show Notional Size...
Display Color: Change...
Notes: Modify/Show Notes...

Shape

Section Shape: Concrete Rectangular

Section Property Source

Source: User Defined

Section Dimensions

Depth: 35 cm
Width: 35 cm

Property Modifiers

Modify/Show Modifiers...
Currently Default

Reinforcement

Modify/Show Rebar...

39

Fig.24: Definición de columna de concreto reforzado de 35x35 cm de 4000 psi

General Data

Property Name: VC-1
Material: 4000Psi
Notional Size Data: Modify/Show Notional Size...
Display Color: Change...
Notes: Modify/Show Notes...

Shape

Section Shape: Concrete Rectangular

Section Property Source

Source: User Defined

Section Dimensions

Depth: 35 cm
Width: 25 cm

Property Modifiers

Modify/Show Modifiers...
Currently Default

Reinforcement

Modify/Show Rebar...

Fig.25: Definición de viga de concreto reforzado VC-1 25x35cm de 4000 psi



MODELO ESTRUCTURAL VILLA REMANSO

General Data

Property Name: VC-2

Material: 4000Psi

Notional Size Data: Modify/Show Notional Size...

Display Color: Change...

Notes: Modify/Show Notes...

Shape

Section Shape: Concrete Rectangular

Section Property Source

Source: User Defined

Section Dimensions

Depth: 45 cm

Width: 25 cm

Property Modifiers

Modify/Show Modifiers...
Currently Default

Reinforcement

Modify/Show Rebar...

40

Fig.26: Definición de viga de concreto reforzado VC-2 25x45cm de 4000 psi

General Data

Property Name: VC-3

Material: 4000Psi

Notional Size Data: Modify/Show Notional Size...

Display Color: Change...

Notes: Modify/Show Notes...

Shape

Section Shape: Concrete Rectangular

Section Property Source

Source: User Defined

Section Dimensions

Depth: 45 cm

Width: 30 cm

Property Modifiers

Modify/Show Modifiers...
Currently Default

Reinforcement

Modify/Show Rebar...

Fig.27: Definición de viga de concreto reforzado VC-3 30x45cm de 4000 psi

Calculo: Ing. Michael Osorio Fley

Reviso: Ing. Carlos Delgado Aleman Lic. MTI No.1439



MODELO ESTRUCTURAL VILLA REMANSO

General Data

Property Name: VC-4

Material: 4000Psi

Notional Size Data: Modify/Show Notional Size...

Display Color: Change...

Notes: Modify/Show Notes...

Shape

Section Shape: Concrete Rectangular

Section Property Source

Source: User Defined

Section Dimensions

Depth: 45 cm

Width: 30 cm

Property Modifiers

Modify/Show Modifiers...
Currently Default

Reinforcement

Modify/Show Rebar...

41

Fig.28: Definición de viga de concreto reforzado VC-4 30x45cm de 4000 psi

General Data

Property Name: VC-5

Material: 4000Psi

Notional Size Data: Modify/Show Notional Size...

Display Color: Change...

Notes: Modify/Show Notes...

Shape

Section Shape: Concrete Rectangular

Section Property Source

Source: User Defined

Section Dimensions

Depth: 45 cm

Width: 30 cm

Property Modifiers

Modify/Show Modifiers...
Currently Default

Reinforcement

Modify/Show Rebar...

Fig.29: Definición de viga de concreto reforzado VC-5 30x45cm de 4000 psi


Calculo: Ing. Michael Osorio Fley

Reviso: Ing. Carlos Delgado Aleman Lic. MTI No.1439



MODELO ESTRUCTURAL VILLA REMANSO

General Data

Property Name	e: 17.5 cm
Slab Material	4000Psi
Notional Size Data	Modify/Show Notional Size...
Modeling Type	Shell-Thin
Modifiers (Currently Default)	Modify/Show...
Display Color	 Change...
Property Notes	Modify/Show...


Property Data

Type	Slab
Thickness	17.5 cm

42

Fig.30: Definición de losa de entrepiso y azotea de 17.5 cm de espesor

General Data

Property Name	e= 25 cm
Property Type	Specified
Wall Material	4000Psi
Notional Size Data	Modify/Show Notional Size...
Modeling Type	Shell-Thin
Modifiers (Currently User Specified)	Modify/Show...
Display Color	 Change...
Property Notes	Modify/Show...

Property Data

Thickness	25 cm
-----------	-------

Include Automatic Rigid Zone Area Over Wall

Fig.31: Definición de muro de concreto reforzado de 25 cm de espesor



MODELO ESTRUCTURAL VILLA REMANSO

General Data

Property Name: MMR8-R@20

Property Type: Specified

Wall Material: MampRef8-20

Notional Size Data: Modify/Show Notional Size...

Modeling Type: Shell-Thin

Modifiers (Currently User Specified): Modify/Show...

Display Color: Change...

Property Notes: Modify/Show...

Property Data

Thickness: 19.3 cm

Include Automatic Rigid Zone Area Over Wall

Fig.32: Definición de muro de mampostería reforzada de 19.30 cm de espesor

6.8. Códigos de diseño estructural

	Item	Value
01	Design Code	ACI 318-19
02	Multi-Response Case Design	Step-by-Step - All
03	Number of Interaction Curves	24
04	Number of Interaction Points	11
05	Consider Minimum Eccentricity?	Yes
06	Design for B/C Capacity Ratio?	Yes
07	Ignore Beneficial Pu for Beam Design?	Yes
08	Seismic Design Category	D
09	Design System Omega0	3
10	Design System Rho	1
11	Design System Sds	0.5
12	Phi (Tension Controlled)	0.9
13	Phi (Compression Controlled Tied)	0.65
14	Phi (Compression Controlled Spiral)	0.75
15	Phi (Shear and/or Torsion)	0.75
16	Phi (Shear Seismic)	0.6

Fig.33: Código de diseño estructural y sus parámetros

Calculo: Ing. Michael Osorio Fley

Reviso: Ing. Carlos Delgado Aleman Lic. MTI No.1439



6.9. Asignación de cargas sobre el modelo numérico

6.9.1. Cargas muertas asignadas al modelo

3-D View

44

Uniform Load Set Name	ENTREPISO 1
Load Set Loads	
Load Pattern	Load Value (kgf/m ²)
CMSI	120
CV	200
CVR	80

Uniform Load Set Name	TECHO_1
Load Set Loads	
Load Pattern	Load Value (kgf/m ²)
CMSI	120
CV	100
CVR	40

Note: Loads are in the gravity direction.

Fig.34: Cargas muertas súper impuesta asignadas en la losa de entepiso y azotea (kgf/m²)



6.9.2. Cargas vivas asignadas al modelo

3-D View

45

Uniform Load Set Name	ENTREPISO 1	TECHO_1																
Load Set Loads	<table border="1"><thead><tr><th>Load Pattern</th><th>Load Value (kgf/m²)</th></tr></thead><tbody><tr><td>CMSI</td><td>120</td></tr><tr><td>CV</td><td>200</td></tr><tr><td>CVR</td><td>80</td></tr></tbody></table>	Load Pattern	Load Value (kgf/m ²)	CMSI	120	CV	200	CVR	80	<table border="1"><thead><tr><th>Load Pattern</th><th>Load Value (kgf/m²)</th></tr></thead><tbody><tr><td>CMSI</td><td>120</td></tr><tr><td>CV</td><td>100</td></tr><tr><td>CVR</td><td>40</td></tr></tbody></table>	Load Pattern	Load Value (kgf/m ²)	CMSI	120	CV	100	CVR	40
Load Pattern	Load Value (kgf/m ²)																	
CMSI	120																	
CV	200																	
CVR	80																	
Load Pattern	Load Value (kgf/m ²)																	
CMSI	120																	
CV	100																	
CVR	40																	

Note: Loads are in the gravity direction.

Fig.35: Cargas vivas asignadas en la losa de entrepiso y azotea (kgf/m²)



6.9.3. Cargas vivas reducidas asignadas al modelo

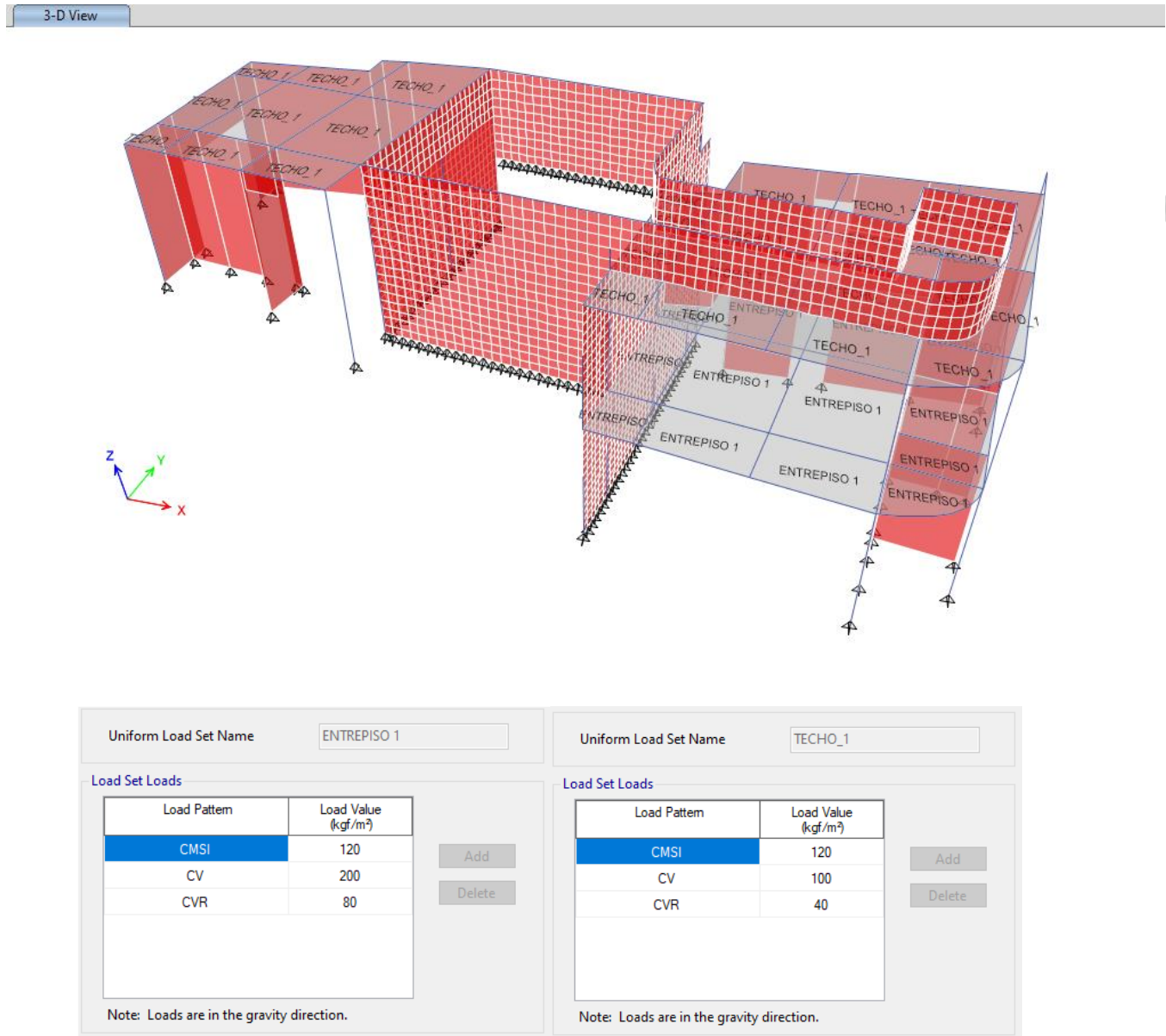


Fig.36: Cargas vivas reducidas asignadas en la losa de entrepiso y azotea (kgf/m²)



6.9.4. Cargas de suelo asignadas al modelo

3-D View Non-uniform Loads Local-3 (PS) [kgf/m²]

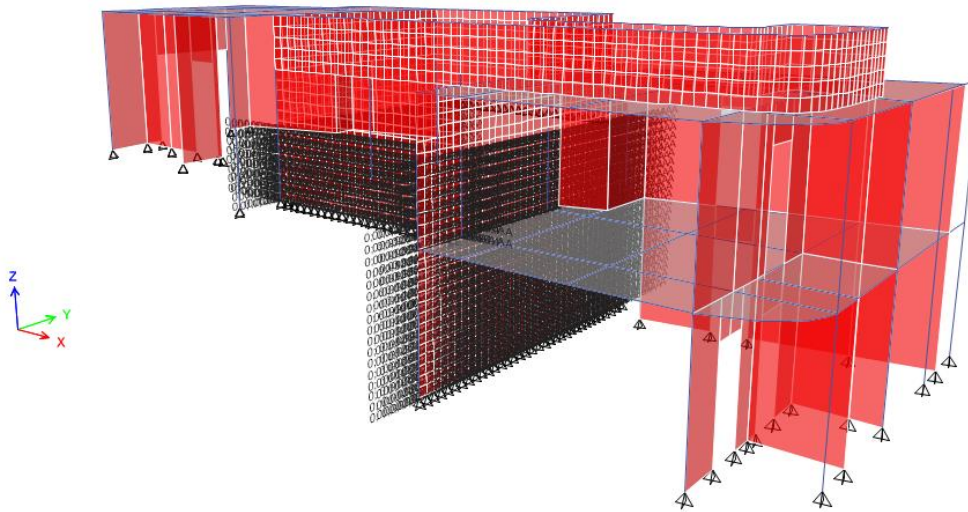


Fig.37: Cargas de suelo asignadas al modelo (kgf/m²)

6.9.5. Cargas hidrostáticas asignadas al modelo

3-D View Non-uniform Loads Local-3 (PH) [kgf/m²]

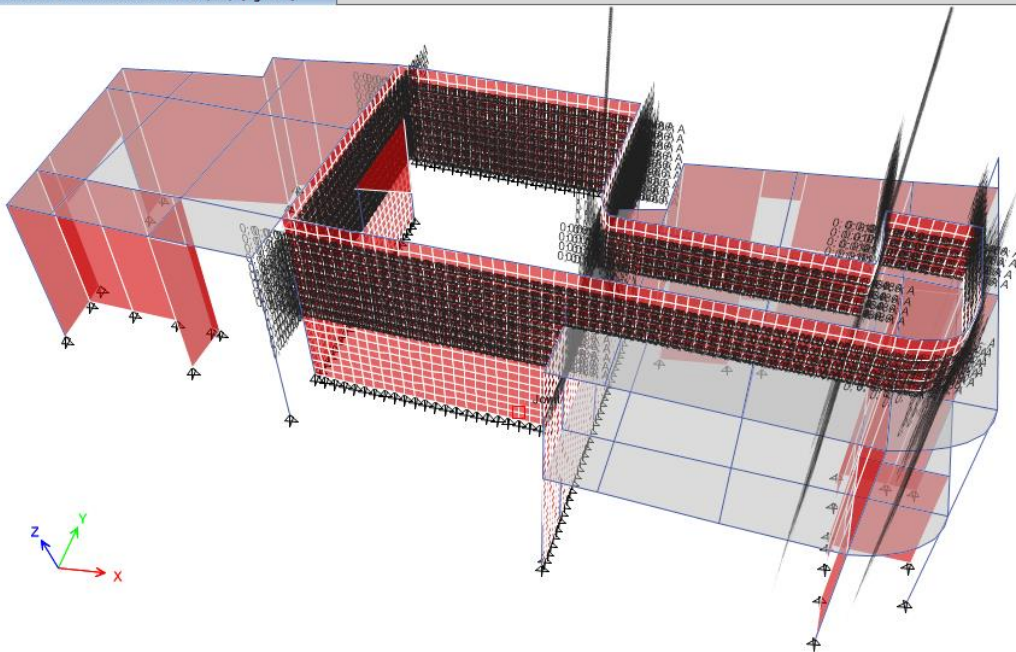


Fig.38: Cargas hidrostáticas asignadas al modelo (kgf/m²)

Calculo: Ing. Michael Osorio Fley

Reviso: Ing. Carlos Delgado Aleman Lic. MTI No.1439



6.9.6. Cargas hidrodinámicas asignadas al modelo

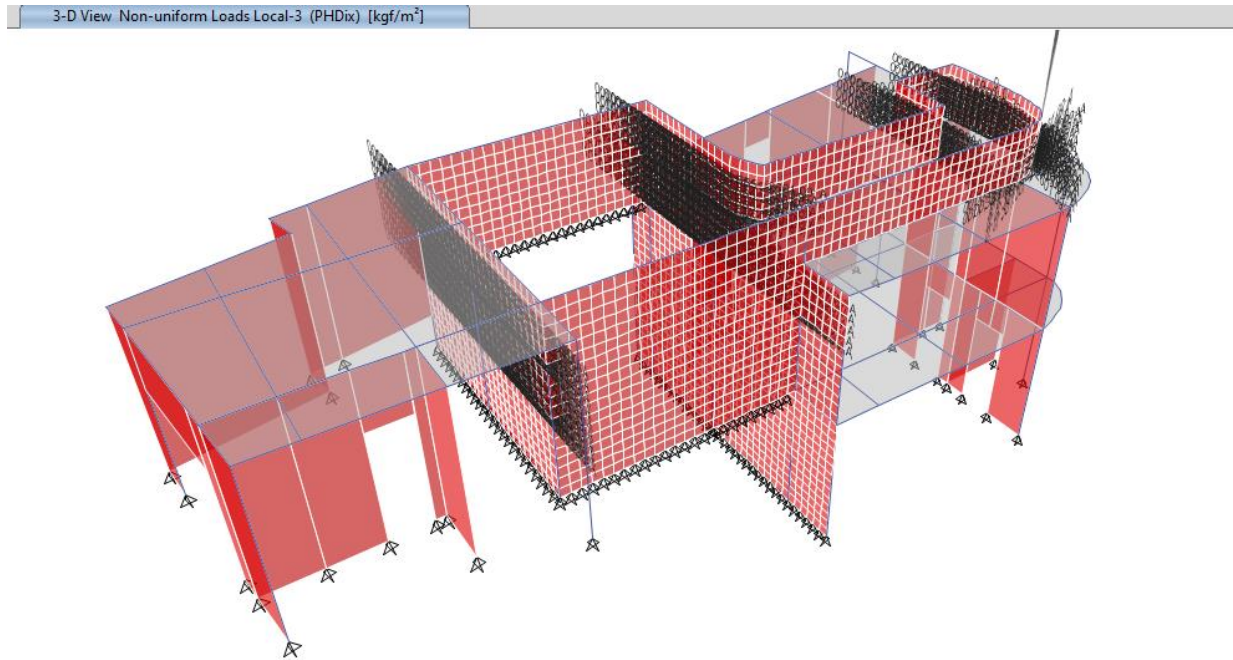


Fig.39: Cargas inductivas en la dirección X asignadas al modelo (kgf/m²)

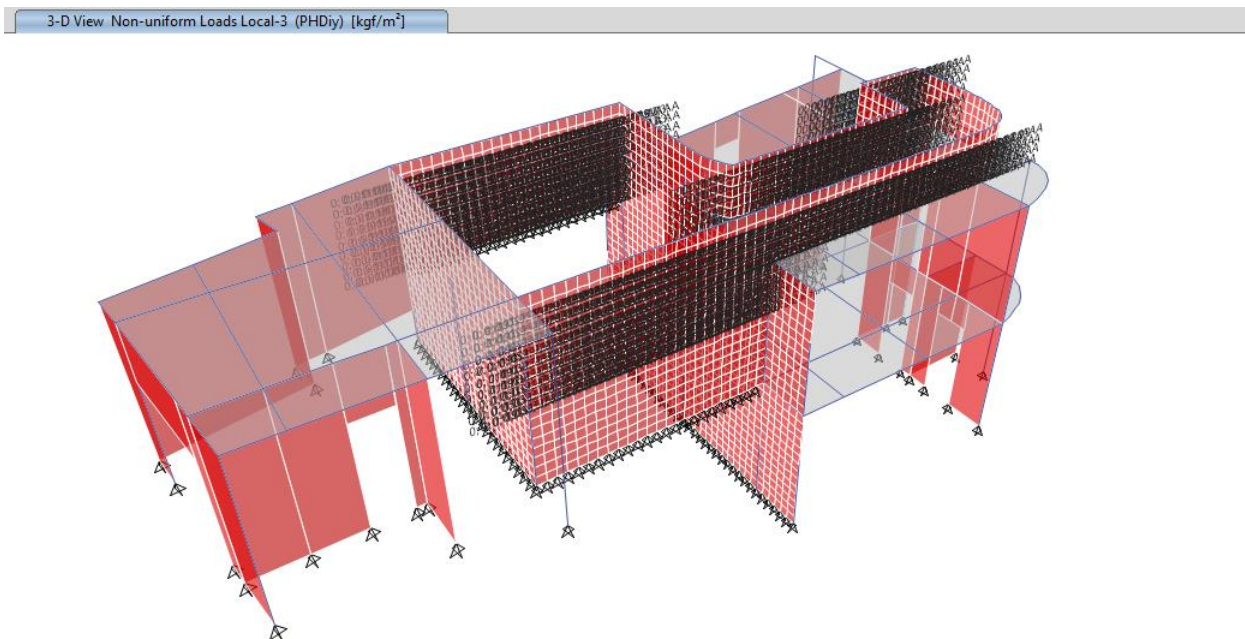


Fig.40: Cargas inductivas en la dirección Y asignadas al modelo (kgf/m²)

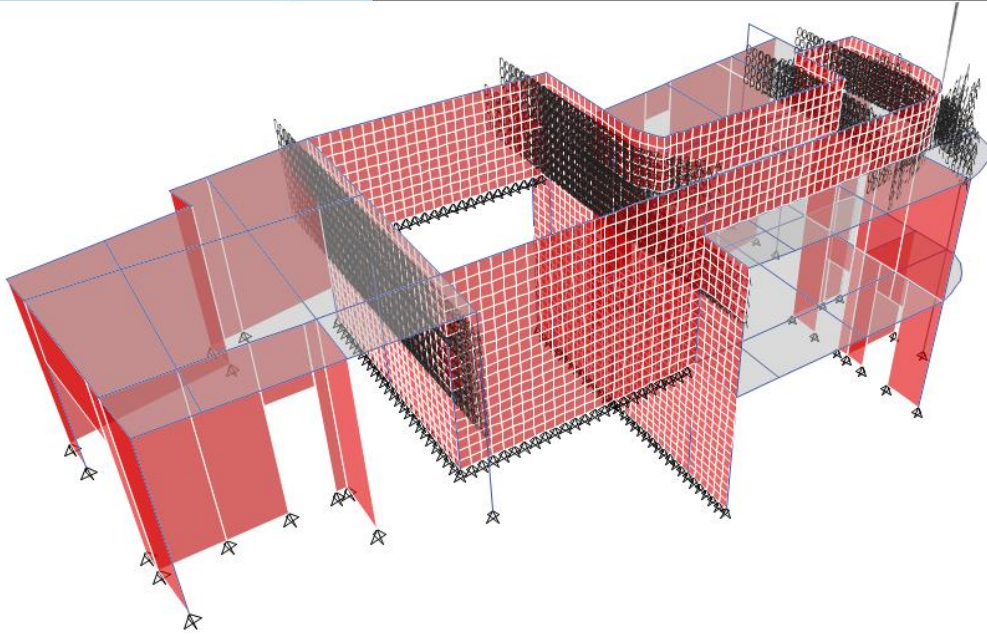
Calculo: Ing. Michael Osorio Fley

Reviso: Ing. Carlos Delgado Aleman Lic. MTI No.1439



MODELO ESTRUCTURAL VILLA REMANSO

3-D View Non-uniform Loads Local-3 (PHDcx) [kgf/m²]



49

Fig.41: Cargas convectivas en la dirección X asignadas al modelo (kgf/m²)

3-D View Non-uniform Loads Local-3 (PHDcy) [kgf/m²]

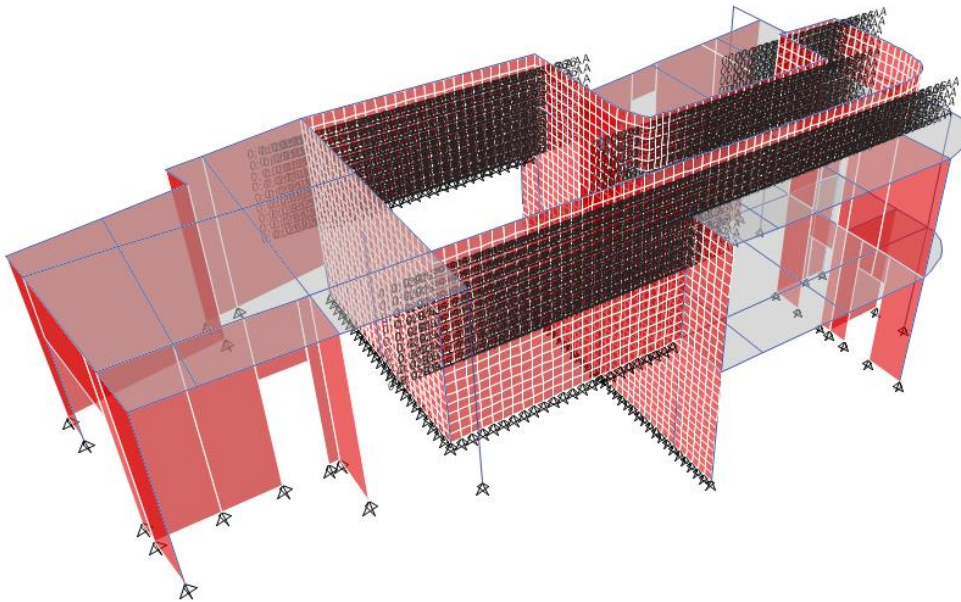


Fig.42: Cargas convectivas en la dirección Y asignadas al modelo (kgf/m²)

Calculo: Ing. Michael Osorio Fley

Reviso: Ing. Carlos Delgado Aleman Lic. MTI No.1439



7. RESULTADOS DEL MODELO NUMÉRICO

Se realizó la evaluación de las deformaciones laterales y la resistencia de los elementos de la estructura. Se verificó que las secciones obtenidas de este análisis cumplieran con requerimientos por ductilidad del sistema estructural aplicable con los criterios sismo-resistentes.

7.1. Revisión de los modos fundamentales de vibración de la estructura

Según el Arto. 33 del RNC-07, se realizó la revisión de los modos fundamentales de vibración para cada dirección de análisis y se verificó que la suma de los pesos efectivos de los modos naturales incluidos en el análisis sea mayor al 90% del peso total de la estructura.

Tabla 7: Periodos y modos de vibración en su condición inicial elástica

Case	Mode	Period	UX	UY	SumUX	SumUY	RZ	SumRZ
		sec						
Modal	1	0.128	0.0209	0.3688	0.0209	0.3688	0.3899	0.3899
Modal	2	0.048	0.3463	0.0027	0.3672	0.3715	0.0353	0.4253
Modal	3	0.047	0.2636	0.0074	0.6308	0.3789	0.1297	0.5549
Modal	4	0.037	0.0189	0.336	0.6498	0.7149	0.1438	0.6987
Modal	5	0.033	0.0865	0.0029	0.7363	0.7178	0.0649	0.7636
Modal	6	0.032	0.0121	0.0021	0.7484	0.7198	0.0124	0.776
Modal	7	0.03	0.0011	0.0001	0.7495	0.72	0.0728	0.8488
Modal	8	0.03	0.049	0.0142	0.7985	0.7341	0.0207	0.8695
Modal	9	0.027	0.0641	0.0221	0.8626	0.7562	0.0001	0.8696
Modal	10	0.027	0.0065	0.011	0.8691	0.7672	0.00002547	0.8696
Modal	11	0.026	0.002	0.0002	0.8711	0.7674	0.0075	0.8771
Modal	12	0.023	0.0115	0.0321	0.8826	0.7994	0.0244	0.9015
Modal	13	0.022	0.0024	0.044	0.885	0.8434	0.0094	0.9109
Modal	14	0.022	0.0307	0.0004	0.9157	0.8438	0.0113	0.9222
Modal	15	0.02	0.0124	0.0122	0.9281	0.856	0.0022	0.9244
Modal	16	0.02	0.0044	0.0454	0.9325	0.9014	0.0044	0.9288
Modal	17	0.019	0.0011	0.0173	0.9336	0.9187	0.0021	0.9309
Modal	18	0.018	0.000006832	0.0025	0.9336	0.9212	0.0001	0.931
Modal	19	0.016	0.0003	0.0016	0.9339	0.9229	0.0001	0.9311
Modal	20	0.016	0.0015	0.0071	0.9354	0.93	0.0018	0.9329
Modal	21	0.016	0.0027	0.001	0.9381	0.9309	0.0003	0.9332
Modal	22	0.015	0.0017	0.0002	0.9399	0.9312	0.00003081	0.9332

Calculo: Ing. Michael Osorio Fley

Reviso: Ing. Carlos Delgado Aleman Lic. MTI No.1439



MODELO ESTRUCTURAL VILLA REMANSO

Modal	23	0.014	0.00001757	0.0003	0.9399	0.9314	0.002	0.9352
Modal	24	0.014	0.0017	0.0003	0.9416	0.9317	0.0014	0.9365

7.2. Revisión de derivas

Se verificó que los desplazamientos calculados de la estructura se encuentran dentro de lo permisible para el Estado Límite de Servicio (E. L. S.) y el Estado Límite de Colapso (E. L.C.), según el artículo 34 del RNC-07.

51

Revisión de desplazamiento por estado límite de servicio

Datos de Entrada	
Ω	2
Q'	1.5
F_{irreg}	0.7
F_{imp}	1
α_{Serv}	2.5

Multiplicadores	
Estados Límites	Factor
	1.20

Deriva Máxima Permitida	
Estados Límites	Valor
	0.004

Tabla: Derivas de Nodos						Estados Límites			
Piso	Load Case	Desplazamiento X	Desplazamiento Y	Deriva X	Deriva Y	Servicio		<= 0.004	
						X	Y	X	Y
		cm	cm						
Story1	SX	0.0594	0.0548	0.00021	0.00020	0.0003	0.0002	✓	✓
Story2	SX	0.0963	0.0787	0.00017	0.00014	0.0002	0.0002	✓	✓
Story3	SX	0.0614	0.0653	0.00019	0.00020	0.0002	0.0002	✓	✓

Tabla: Derivas de Nodos						Estados Límites			
Piso	Load Case	Desplazamiento X	Desplazamiento Y	Deriva X	Deriva Y	Servicio		<= 0.004	
						X	Y	X	Y
		cm	cm						
Story1	SY	0.127	0.2294	0.00045	0.00082	0.00054	0.00098	✓	✓
Story2	SY	0.1994	0.353	0.00036	0.00063	0.00043	0.00076	✓	✓
Story3	SY	0.1031	0.3057	0.00032	0.00095	0.00039	0.00114	✓	✓

Porcentaje de Deriva	
Estado Límite	%
Servicio	28.57

Calculo: Ing. Michael Osorio Fley

Reviso: Ing. Carlos Delgado Aleman Lic. MTI No.1439



Revisión de desplazamiento por estado límite de colapso

Datos de Entrada	
Ω	2
Q'	1.5
F_{irreg}	0.7
F_{imp}	1
α_{serv}	2.5

Multiplicadores	
Estados Límites	Factor
Colapso	3.00

Deriva Máxima Permitida	
Estados Límites	Valor
Colapso	0.010

52

Tabla: Derivas de Nodos						Estados Límites			
Piso	Load Case	Desplazamiento X	Desplazamiento Y	Deriva X	Deriva Y	Colapso		<= 0.01	
		cm	cm			X	Y	X	Y
Story1	SX	0.1114	0.0901	0.0004	0.0003	0.0012	0.0010	Verifica	Verifica
Story2	SX	0.1756	0.1280	0.0003	0.0005	0.0009	0.0014	Verifica	Verifica
Story3	SX	0.1109	0.1047	0.0003	0.0004	0.0010	0.0011	Verifica	Verifica

Tabla: Derivas de Nodos						Estados Límites			
Piso	Load Case	Desplazamiento X	Desplazamiento Y	Deriva X	Deriva Y	Colapso		<= 0.01	
		cm	cm			X	Y	X	Y
Story1	SY	0.2190	0.4232	0.0008	0.0015	0.0023	0.0045	Verifica	Verifica
Story2	SY	0.3380	0.6360	0.0006	0.0023	0.0018	0.0068	Verifica	Verifica
Story3	SY	0.1703	0.5516	0.0017	0.0020	0.0052	0.0059	Verifica	Verifica

Porcentaje de Deriva	
Estado Límite	%
Colapso	68.02



MODELO ESTRUCTURAL VILLA REMANSO

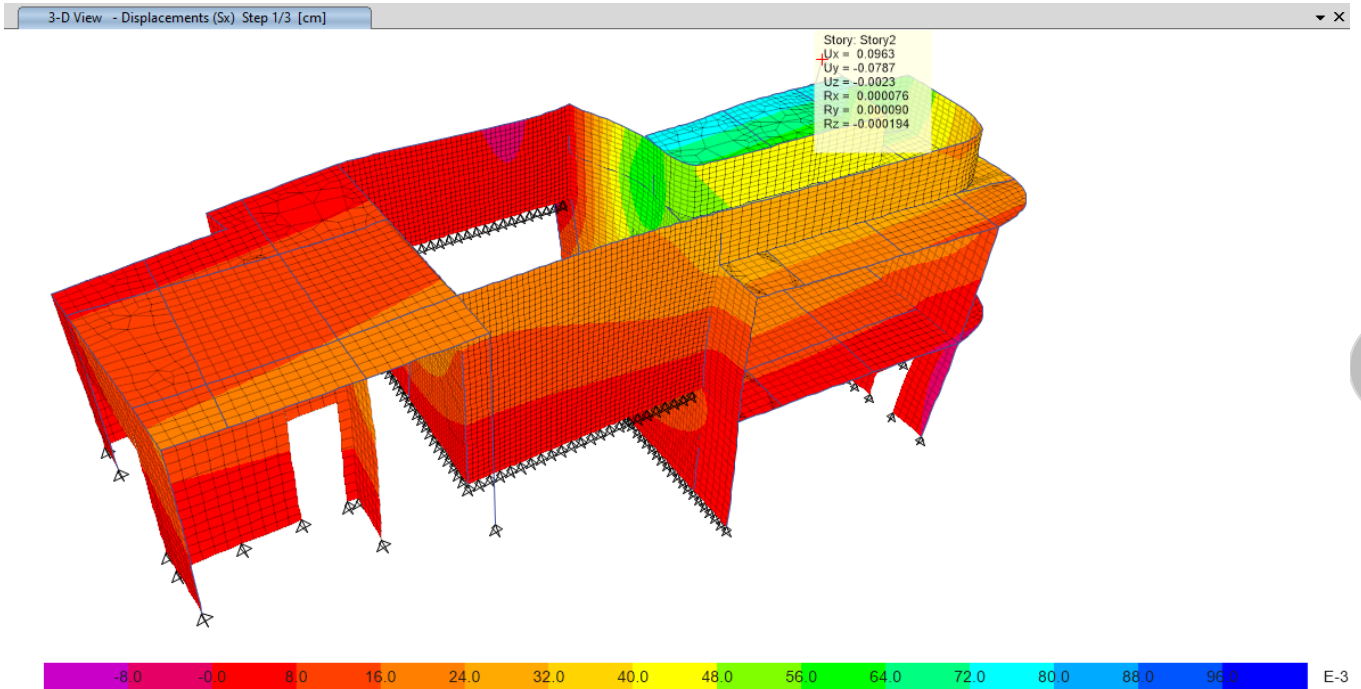


Fig.43: Desplazamiento por servicio de sismo en la dirección X (cm)

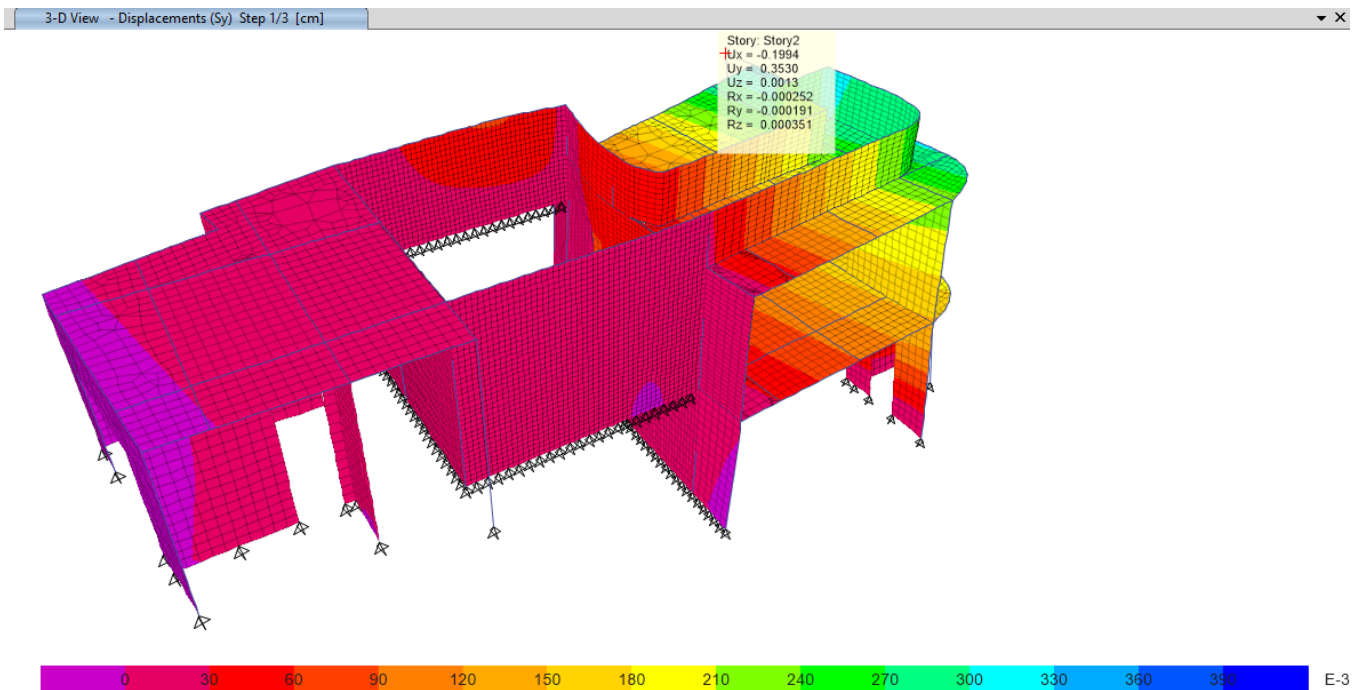


Fig.44: Desplazamiento por servicio de sismo en la dirección Y (cm)

Calculo: Ing. Michael Osorio Fley

Reviso: Ing. Carlos Delgado Aleman Lic. MTI No.1439



MODELO ESTRUCTURAL VILLA REMANSO

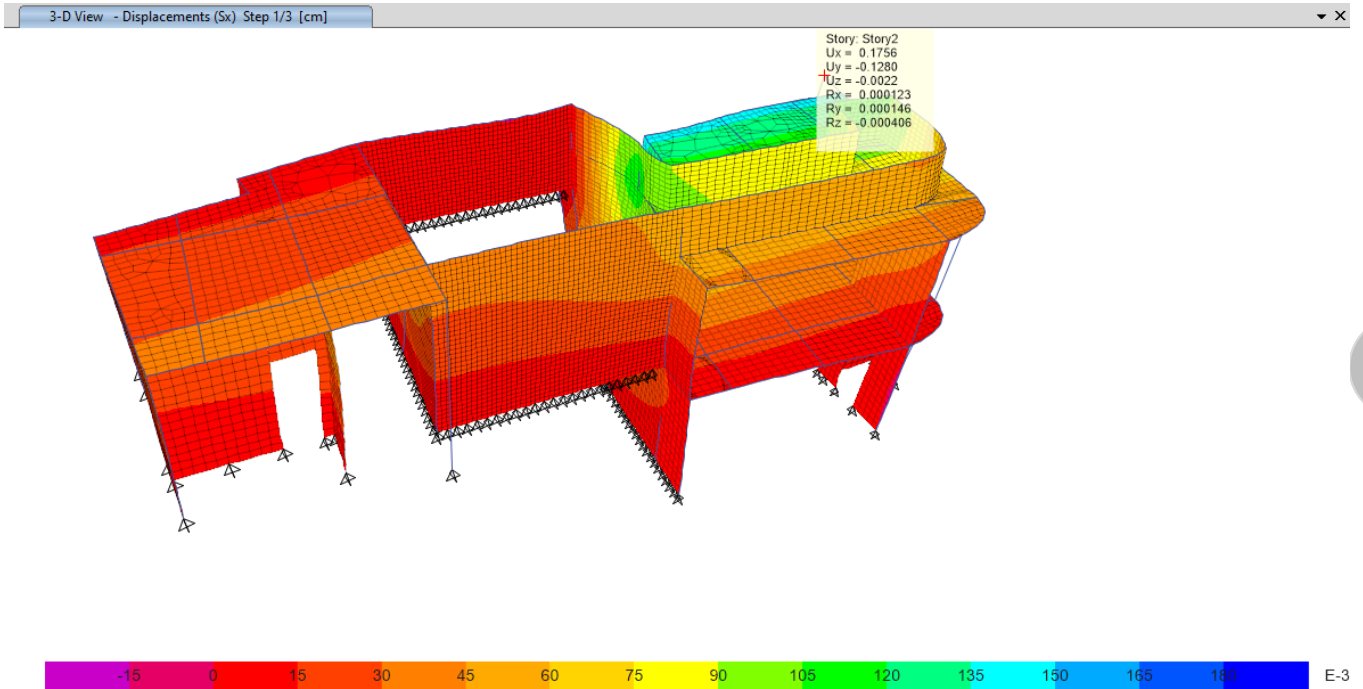


Fig.45: Desplazamiento por colapso de sismo en la dirección X (cm)

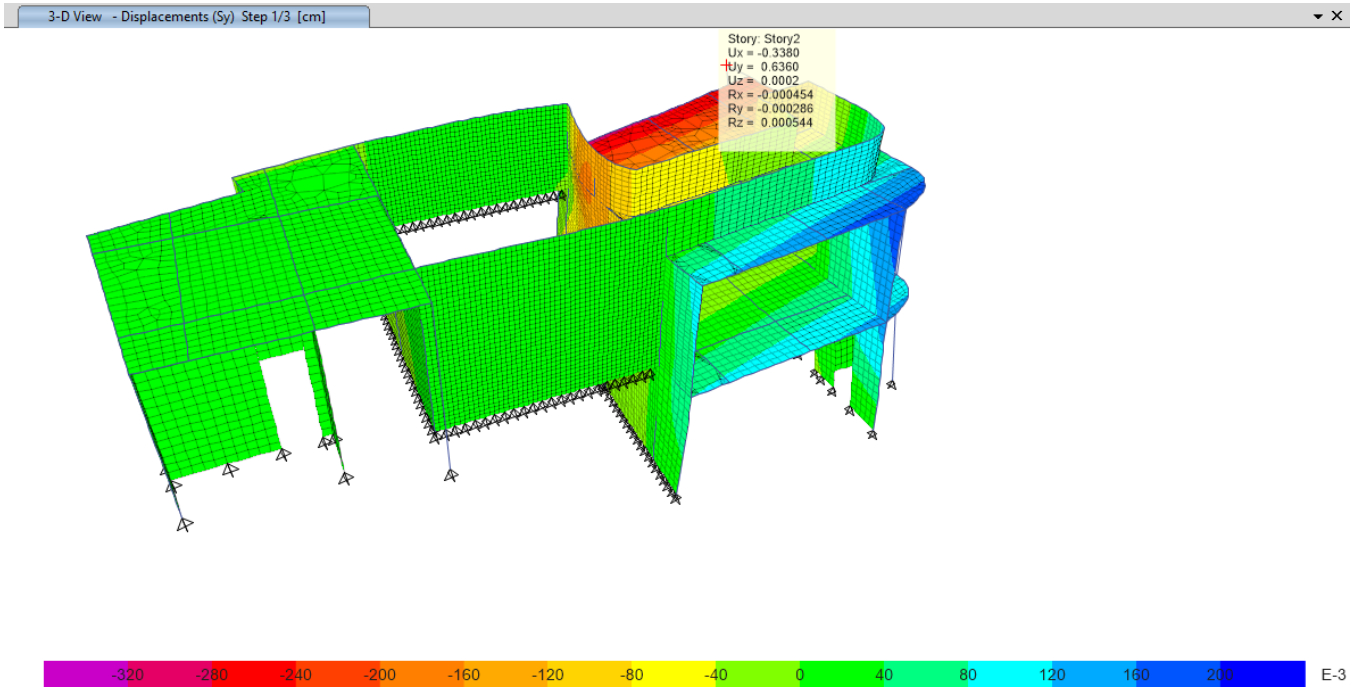


Fig.46: Desplazamiento por colapso de sismo en la dirección Y (cm)

Calculo: Ing. Michael Osorio Fley

Reviso: Ing. Carlos Delgado Aleman Lic. MTI No.1439



7.3. Análisis de marcos OMF

A continuación, se presentan los resultados del análisis de los marcos ordinarios OMF.

7.3.1. Resultados de columna C-25x25

ETABS Concrete Frame Design

ACI 318-19 Column Section Design (Envelope)

Column Element Details (Envelope)

Level	Element	Unique Name	Section ID	Length (cm)	LLRF	Type
Story1	C23	60	C 25X25	280.5	1	Sway Ordinary

Section Properties

b (cm)	h (cm)	dc (cm)	Cover (Torsion) (cm)
25	25	5.591	2.73

Material Properties

E_c (tonf/cm ²)	f'_c (tonf/cm ²)	Lt.Wt Factor (Unitless)	f_y (tonf/cm ²)	f_{ys} (tonf/cm ²)
253.456	0.281	1	4.218	4.218

Design Code Parameters

ϕ_T	ϕ_{CTied}	$\phi_{CSpiral}$	ϕ_{Vns}	ϕ_{Vs}	ϕ_{Vjoint}
0.9	0.65	0.75	0.85	0.6	0.85

Longitudinal Check for $P_u - M_{u2} - M_{u3}$ Interaction

Column End	Rebar Area cm ²	Rebar %	D/C Ratio
Top	10.32	1.65	0.281
Bottom	10.32	1.65	0.796

Design Axial Force & Biaxial Moment for $P_u - M_{u2} - M_{u3}$ Interaction

Column End	Design P_u tonf	Design M_{u2} tonf-cm	Design M_{u3} tonf-cm	Station Loc cm	Controlling Combo
Top	-9.0411	8.302	-20.56	130.9	0.9CM+1.6PS+0.30SX-SY+PH
Bottom	-26.053	-0.41	59.244	18.7	0.9CM+1.6PS+0.30SX-SY+PH



MODELO ESTRUCTURAL VILLA REMANSO

Shear Reinforcement for Major Shear, V_{u2}

Column End	Rebar A_v /s cm ² /cm	Design V_{u2} tonf	Station Loc cm	Controlling Combo
Top	0.0208	0.0548	168.3	1.2CM+1.6PZ+CV
Bottom	0.0208	0.1794	18.7	1.2CM+1.6PZ+CV

Shear Reinforcement for Minor Shear, V_{u3}

Column End	Rebar A_v /s cm ² /cm	Design V_{u3} tonf	Station Loc cm	Controlling Combo
Top	0.0208	0.0477	130.9	1.2CM+1.6PZ+CV
Bottom	0.0208	0.062	37.4	1.2CM+1.6PZ+CV

7.3.2. Resultados de columna C-35x35

ETABS Concrete Frame Design

ACI 318-19 Column Section Design (Envelope)

Column Element Details (Envelope)

Level	Element	Unique Name	Section ID	Length (cm)	LLRF	Type
Story2	C20	129	C 35x35	278.5	1	Sway Ordinary

Section Properties

b (cm)	h (cm)	dc (cm)	Cover (Torsion) (cm)
35	35	6.901	3.73

Material Properties

E_c (tonf/cm ²)	f'_c (tonf/cm ²)	Lt.Wt Factor (Unitless)	f_y (tonf/cm ²)	f_{ys} (tonf/cm ²)
253.456	0.281	1	4.218	4.218

Design Code Parameters

ϕ_T	ϕ_{CTied}	$\phi_{CSpiral}$	ϕ_{Vns}	ϕ_{Vs}	ϕ_{Vjoint}
0.9	0.65	0.75	0.85	0.6	0.85

Calculo: Ing. Michael Osorio Fley

Reviso: Ing. Carlos Delgado Aleman Lic. MTI No.1439



MODELO ESTRUCTURAL VILLA REMANSO

Longitudinal Check for $P_u - M_{u2} - M_{u3}$ Interaction

Column End	Rebar Area cm ²	Rebar %	D/C Ratio
Top	22.71	1.85	0.89
Bottom	22.71	1.85	0.465

Design Axial Force & Biaxial Moment for $P_u - M_{u2} - M_{u3}$ Interaction

Column End	Design P_u tonf	Design M_{u2} tonf-cm	Design M_{u3} tonf-cm	Station Loc cm	Controlling Combo
Top	2.4754	-965.379	-154.062	181.3	0.9CM+1.6PS+0.30SX-SY+PH
Bottom	-1.6002	483.427	19.687	0	0.9CM+1.6PS+0.30SX-SY+PH

57

Shear Reinforcement for Major Shear, V_{u2}

Column End	Rebar A_v / s cm ² /cm	Design V_{u2} tonf	Station Loc cm	Controlling Combo
Top	0.0701	9.336	170.5	0.9CM+1.6PS-0.30SX-SY+PH
Bottom	0.0292	0.1764	10.656	1.2CM+1.6PZ+CV

Shear Reinforcement for Minor Shear, V_{u3}

Column End	Rebar A_v / s cm ² /cm	Design V_{u3} tonf	Station Loc cm	Controlling Combo
Top	0.0469	7.7839	170.5	0.9CM+1.6PS+0.30SX-SY+PH
Bottom	0.0292	0.0439	10.656	1.2CM+1.6PZ+CV

7.3.3. Resultados de viga VC1-25x35

ETABS Concrete Frame Design

ACI 318-19 Beam Section Design (Envelope)

Beam Element Details (Envelope)

Level	Element	Unique Name	Section ID	Length (cm)	LLRF	Type
Story3	B57	97	VC-1	501.334	1	Sway Ordinary

Section Properties

b (cm)	h (cm)	b_f (cm)	d_s (cm)	d_{ct} (cm)	d_{cb} (cm)
25	35	25	0	6	5

Calculo: Ing. Michael Osorio Fley

Reviso: Ing. Carlos Delgado Aleman Lic. MTI No.1439



MODELO ESTRUCTURAL VILLA REMANSO

Material Properties

E_c (tonf/cm ²)	f'_c (tonf/cm ²)	Lt.Wt Factor (Unitless)	f_y (tonf/cm ²)	f_{ys} (tonf/cm ²)
253.456	0.281	1	4.218	4.218

Design Code Parameters

ϕ_T	ϕ_{CTied}	$\phi_{CSpiral}$	ϕ_{Vns}	ϕ_{Vs}	ϕ_{Vjoint}
0.9	0.65	0.75	0.75	0.6	0.85

Flexural Reinforcement for Major Axis Moment, M_{u3}

	End-I Rebar Area cm ²	End-I Rebar %	Middle Rebar Area cm ²	Middle Rebar %	End-J Rebar Area cm ²	End-J Rebar %
Top (+2 Axis)	1.63	0.19	2.14	0.24	2.31	0.26
Bot (-2 Axis)	1.12	0.13	1.44	0.16	1.98	0.23

Flexural Design Moment, M_{u3} and Axial Force, P_u

	Station Loc cm	Design M_u tonf-cm	Design P_u tonf	Combo Name
Top (+2 Axis) End-I	17.5	-28.297	-6.6604	0.9CM+1.6PS+SX-0.3SY+PH
Top (+2 Axis) Middle	365.556	-1.842	-11.5307	0.9CM+1.6PS+SX+0.3SY+PH
Top (+2 Axis) End-J	483.834	-12.001	-11.6496	1.2CM+CV+SX+0.30SY+PH
Bot (-2 Axis) End-I	125.334	1.274	-6.5722	0.9CM+1.6PS+SX+0.3SY+PH
Bot (-2 Axis) Middle	365.556	0	-11.5307	0.9CM+1.6PS+SX+0.3SY+PH
Bot (-2 Axis) End-J	438.668	0.535	-11.7209	0.9CM+1.6PS+SX+0.3SY+PH

Shear Reinforcement for Major Shear, V_{u2}

End-I Rebar A_v /s cm ² /cm	Middle Rebar A_v /s cm ² /cm	End-J Rebar A_v /s cm ² /cm
0.0018	0.0019	0.0019

Design Shear Force for Major Shear, V_{u2}

End-I Design V_u tonf	End-I Station Loc cm	Middle Design V_u tonf	Middle Station Loc cm	End-J Design V_u tonf	End-J Station Loc cm
1.2039	17.5	0.0251	334.223	0.2364	480.445
1.2CM+CV+0.3SX+SY+PH		0.9CM+1.6PS+SX+0.3SY+PH		0.9CM+1.6PS-0.30SX+SY+PH	



MODELO ESTRUCTURAL VILLA REMANSO

Torsion Reinforcement

Shear Rebar A_t / s cm^2/cm	Longitudinal Rebar A_t cm^2
0.0204	3.73

Design Torsion Force

Design T_u tonf-cm	Station Loc cm	Design T_u tonf-cm	Station Loc cm
46.052	20.889	32.097	396.89
0.9CM+1.6PS+0.30SX+SY+PH		0.9CM+1.6PS+0.30SX+SY+PH	

59

7.3.4. Resultados de viga VC2-25x45

ETABS Concrete Frame Design

ACI 318-19 Beam Section Design (Envelope)

Beam Element Details (Envelope)

Level	Element	Unique Name	Section ID	Length (cm)	LLRF	Type
Story2	B2	48	VC-2	275.862	1	Sway Ordinary

Section Properties

b (cm)	h (cm)	b_f (cm)	d_s (cm)	d_{ct} (cm)	d_{cb} (cm)
25	45	25	0	5	6

Material Properties

E_c (tonf/cm ²)	f'_c (tonf/cm ²)	Lt.Wt Factor (Unitless)	f_y (tonf/cm ²)	f_{ys} (tonf/cm ²)
253.456	0.281	1	4.218	4.218

Design Code Parameters

ϕ_T	ϕ_{CTied}	$\phi_{CSpiral}$	ϕ_{Vns}	ϕ_{Vs}	ϕ_{Vjoint}
0.9	0.65	0.75	0.75	0.6	0.85

Flexural Reinforcement for Major Axis Moment, M_{u3}

	End-I Rebar Area cm^2	End-I Rebar %	Middle Rebar Area cm^2	Middle Rebar %	End-J Rebar Area cm^2	End-J Rebar %
Top (+2 Axis)	1.58	0.14	1.52	0.14	1	0.09
Bot (-2 Axis)	1.03	0.09	2.07	0.18	2.55	0.23

Calculo: Ing. Michael Osorio Fley

Reviso: Ing. Carlos Delgado Aleman Lic. MTI No.1439



MODELO ESTRUCTURAL VILLA REMANSO

Flexural Design Moment, M_{u3} and Axial Force, P_u

	Station Loc cm	Design M_u tonf-cm	Design P_u tonf	Combo Name
Top (+2 Axis) End-I	17.5	-30.849	-7.3745	0.9CM+1.6PS-SX+0.3SY+PH
Top (+2 Axis) Middle	164.139	-6.194	-8.5358	0.9CM+1.6PS+0.30SX+SY+PH
Top (+2 Axis) End-J	205.174	0	-10.8267	0.9CM+1.6PS+0.30SX+SY+PH
Bot (-2 Axis) End-I	17.5	23.768	-4.3283	0.9CM+1.6PS-0.30SX-SY+PH
Bot (-2 Axis) Middle	194.915	29.02	-9.8043	0.9CM+1.6PS+0.30SX+SY+PH
Bot (-2 Axis) End-J	207.046	57.411	-10.8267	0.9CM+1.6PS+0.30SX+SY+PH

60

Shear Reinforcement for Major Shear, V_{u2}

End-I Rebar A_v /s cm^2/cm	Middle Rebar A_v /s cm^2/cm	End-J Rebar A_v /s cm^2/cm
0.0012	0.0015	0.0014

Design Shear Force for Major Shear, V_{u2}

End-I Design V_u tonf	End-I Station Loc cm	Middle Design V_u tonf	Middle Station Loc cm	End-J Design V_u tonf	End-J Station Loc cm
1.1526	30.776	1.9258	184.657	2.9652	205.174
0.9CM+1.6PS+0.30SX-SY+PH		1.2CM+CV-0.3SX+SY+PH		1.2CM+CV+0.3SX+SY+PH	

Torsion Reinforcement

Shear Rebar A_t /s cm^2/cm	Longitudinal Rebar A_l cm^2
0.04	4.84

Design Torsion Force

Design T_u tonf-cm	Station Loc cm	Design T_u tonf-cm	Station Loc cm
125.019	207.046	36.191	184.657
1.4 CM+1.4 PH + 1.6 PS		0.9CM+1.6PS-SX-0.3SY+PH	

7.3.5. Resultados de viga VC3-30x45

ETABS Concrete Frame Design

ACI 318-19 Beam Section Design (Envelope)

Calculo: Ing. Michael Osorio Fley

Reviso: Ing. Carlos Delgado Aleman Lic. MTI No.1439



MODELO ESTRUCTURAL VILLA REMANSO

Beam Element Details (Envelope)

Level	Element	Unique Name	Section ID	Length (cm)	LLRF	Type
Story1	B46	71	VC-3	154.426	1	Sway Ordinary

Section Properties

b (cm)	h (cm)	b _r (cm)	d _s (cm)	d _{ct} (cm)	d _{cb} (cm)
30	45	30	0	5	4

Material Properties

E _c (tonf/cm ²)	f _c (tonf/cm ²)	Lt.Wt Factor (Unitless)	f _y (tonf/cm ²)	f _{ys} (tonf/cm ²)
253.456	0.281	1	4.218	4.218

Design Code Parameters

φ _T	φ _{CTied}	φ _{CSpiral}	φ _{Vns}	φ _{Vs}	φ _{Vjoint}
0.9	0.65	0.75	0.75	0.6	0.85

Flexural Reinforcement for Major Axis Moment, M_{u3}

	End-I Rebar Area cm ²	End-I Rebar %	Middle Rebar Area cm ²	Middle Rebar %	End-J Rebar Area cm ²	End-J Rebar %
Top (+2 Axis)	1.68	0.12	1.23	0.09	0.17	0.01
Bot (-2 Axis)	0.15	0.01	0.46	0.03	0.6	0.04

Flexural Design Moment, M_{u3} and Axial Force, P_u

	Station Loc cm	Design M _u tonf-cm	Design P _u tonf	Combo Name
Top (+2 Axis) End-I	0	-100.937	-3.9921	1.2CM+CV-0.3SX+SY+PH
Top (+2 Axis) Middle	38.606	-61.238	-3.5151	1.2CM+CV+0.3SX+SY+PH
Top (+2 Axis) End-J	141.926	-19.575	0	0.9CM+1.6PS+0.30SX-SY+PH
Bot (-2 Axis) End-I	0	17.581	0	0.9CM+1.6PS+0.30SX-SY+PH
Bot (-2 Axis) Middle	98.108	14.27	-1.858	1.2CM+CV-0.3SX+SY+PH
Bot (-2 Axis) End-J	135.122	44.542	-1.1332	1.2CM+CV-0.3SX+SY+PH

Shear Reinforcement for Major Shear, V_{u2}

End-I Rebar A _v /s cm ² /cm	Middle Rebar A _v /s cm ² /cm	End-J Rebar A _v /s cm ² /cm
0.005	0.005	0.003



MODELO ESTRUCTURAL VILLA REMANSO

Design Shear Force for Major Shear, V_{u2}

End-I Design V_u tonf	End-I Station Loc cm	Middle Design V_u tonf	Middle Station Loc cm	End-J Design V_u tonf	End-J Station Loc cm
0.3765	23.017	0.3158	38.606	0.3381	141.926
1.2CM+1.6PZ+CV		1.2CM+1.6PZ+CV		1.2CM+CV+SX+0.30SY+PH	

Torsion Reinforcement

Shear Rebar A_t /s cm^2/cm	Longitudinal Rebar A_l cm^2
0.02	5.68

Design Torsion Force

Design T_u tonf-cm	Station Loc cm	Design T_u tonf-cm	Station Loc cm
82.199	115.819	72.102	57.91
1.2CM+CV-0.3SX+SY+PH		1.2CM+CV-0.3SX+SY+PH	

7.3.6. Resultados de viga VC4-30x45

ETABS Concrete Frame Design

ACI 318-19 Beam Section Design (Envelope)

Beam Element Details (Envelope)

Level	Element	Unique Name	Section ID	Length (cm)	LLRF	Type
Story1	B391	417	VC-4	382.376	1	Sway Ordinary

Section Properties

b (cm)	h (cm)	b_f (cm)	d_s (cm)	d_{ct} (cm)	d_{cb} (cm)
30	45	30	0	4	5

Material Properties

E_c (tonf/cm ²)	f'_c (tonf/cm ²)	Lt.Wt Factor (Unitless)	f_y (tonf/cm ²)	f_{ys} (tonf/cm ²)
253.456	0.281	1	4.218	4.218

Design Code Parameters

ϕ_T	ϕ_{CTied}	$\phi_{CSpiral}$	ϕ_{Vns}	ϕ_{Vs}	ϕ_{Vjoint}
0.9	0.65	0.75	0.75	0.6	0.85

Calculo: Ing. Michael Osorio Fley

Reviso: Ing. Carlos Delgado Aleman Lic. MTI No.1439



MODELO ESTRUCTURAL VILLA REMANSO

Flexural Reinforcement for Major Axis Moment, M_{u3}

	End-I Rebar Area cm ²	End-I Rebar %	Middle Rebar Area cm ²	Middle Rebar %	End-J Rebar Area cm ²	End-J Rebar %
Top (+2 Axis)	1.66	0.12	0.85	0.06	0.96	0.07
Bot (-2 Axis)	1.79	0.13	1.05	0.08	0.56	0.04

Flexural Design Moment, M_{u3} and Axial Force, P_u

	Station Loc cm	Design M_u tonf-cm	Design P_u tonf	Combo Name
Top (+2 Axis) End-I	36.373	-192.24	0	0.9CM+1.6PS+0.30SX-SY+PH
Top (+2 Axis) Middle	110.31	-98.858	0	0.9CM+1.6PS+0.30SX-SY+PH
Top (+2 Axis) End-J	382.376	-111.278	0	0.9CM+1.6PS+0.30SX-SY+PH
Bot (-2 Axis) End-I	36.869	185.76	-0.7389	1.2CM+CV-0.3SX+SY+PH
Bot (-2 Axis) Middle	110.31	83.852	-1.5866	1.2CM+CV-0.3SX+SY+PH
Bot (-2 Axis) End-J	382.376	63.704	0	1.2CM+CV-0.3SX+SY+PH

63

Shear Reinforcement for Major Shear, V_{u2}

End-I Rebar A_v /s cm ² /cm	Middle Rebar A_v /s cm ² /cm	End-J Rebar A_v /s cm ² /cm
0	0.025	0.0049

Design Shear Force for Major Shear, V_{u2}

End-I Design V_u tonf	End-I Station Loc cm	Middle Design V_u tonf	Middle Station Loc cm	End-J Design V_u tonf	End-J Station Loc cm
3.2165	17.889	0.5353	202.73	0.8673	350.31
0.9CM+1.6PS+0.30SX-SY+PH		0.9CM+1.6PS+0.30SX-SY+PH		1.2CM+CV-0.3SX+SY+PH	

Torsion Reinforcement

Shear Rebar A_t /s cm ² /cm	Longitudinal Rebar A_l cm ²
0.012	5.68

Design Torsion Force

Design T_u tonf-cm	Station Loc cm	Design T_u tonf-cm	Station Loc cm
49.146	382.376	49.146	382.376
1.2CM+CV-0.3SX+SY+PH		1.2CM+CV-0.3SX+SY+PH	

Calculo: Ing. Michael Osorio Fley

Reviso: Ing. Carlos Delgado Aleman Lic. MTI No.1439



7.3.7. Resultados de viga VC5-30x45

ETABS Concrete Frame Design

ACI 318-19 Beam Section Design (Envelope)

Beam Element Details (Envelope)

Level	Element	Unique Name	Section ID	Length (cm)	LLRF	Type
Story1	B396	422	VC-5	217.933	1	Sway Ordinary

Section Properties

b (cm)	h (cm)	b _f (cm)	d _s (cm)	d _{ct} (cm)	d _{cb} (cm)
30	45	30	0	4	5

Material Properties

E _c (tonf/cm ²)	f _c (tonf/cm ²)	Lt.Wt Factor (Unitless)	f _y (tonf/cm ²)	f _{ys} (tonf/cm ²)
253.456	0.281	1	4.218	4.218

Design Code Parameters

φ _T	φ _{CTied}	φ _{CSpiral}	φ _{Vns}	φ _{Vs}	φ _{Vjoint}
0.9	0.65	0.75	0.75	0.6	0.85

Flexural Reinforcement for Major Axis Moment, M_{u3}

	End-I Rebar Area cm ²	End-I Rebar %	Middle Rebar Area cm ²	Middle Rebar %	End-J Rebar Area cm ²	End-J Rebar %
Top (+2 Axis)	4.1	0.3	2.7	0.2	0.19	0.01
Bot (-2 Axis)	2.08	0.15	2.88	0.21	2.87	0.21

Flexural Design Moment, M_{u3} and Axial Force, P_u

	Station Loc cm	Design M _u tonf-cm	Design P _u tonf	Combo Name
Top (+2 Axis) End-I	0	-117.25	-17.8878	0.9CM+1.6PS+0.30SX+SY+PH
Top (+2 Axis) Middle	59.436	-10.786	-15.1926	0.9CM+1.6PS+SX+0.3SY+PH
Top (+2 Axis) End-J	178.309	0	-7.7481	0.9CM+1.6PS+SX+0.3SY+PH
Bot (-2 Axis) End-I	39.624	98.554	-6.2032	1.2CM+CV+SX+0.30SY+PH
Bot (-2 Axis) Middle	158.497	207.155	-5.3392	1.2CM+1.6CV+1.6PS + 1.6PH
Bot (-2 Axis) End-J	178.309	221.172	-4.6711	1.2CM+1.6CV+1.6PS + 1.6PH



MODELO ESTRUCTURAL VILLA REMANSO

Shear Reinforcement for Major Shear, V_{u2}

End-I Rebar A_v /s cm^2/cm	Middle Rebar A_v /s cm^2/cm	End-J Rebar A_v /s cm^2/cm
0	0	0

Design Shear Force for Major Shear, V_{u2}

End-I Design V_u tonf	End-I Station Loc cm	Middle Design V_u tonf	Middle Station Loc cm	End-J Design V_u tonf	End-J Station Loc cm
1.9694	0	1.7206	59.436	0.4756	178.309
1.2CM+1.6CV+1.6PS + 1.6PH		1.2CM+1.6CV+1.6PS + 1.6PH		1.4 CM+1.4 PH + 1.6 PS	

65

Torsion Reinforcement

Shear Rebar A_t /s cm^2/cm	Longitudinal Rebar A_l cm^2
0	0

Design Torsion Force

Design T_u tonf-cm	Station Loc cm	Design T_u tonf-cm	Station Loc cm
19.179	79.248	19.179	79.248
1.2CM+CV-0.3SX+SY+PH		1.2CM+CV-0.3SX+SY+PH	

7.4. Diseño de losas

La revisión de la losa de entrepiso se realizó en el software ETABS V22. A continuación, se presentan las deflexiones máximas, grietas de las losas y el acero requerido en cada dirección de análisis.



7.4.1. Deflexiones máximas de losa de nivel 1

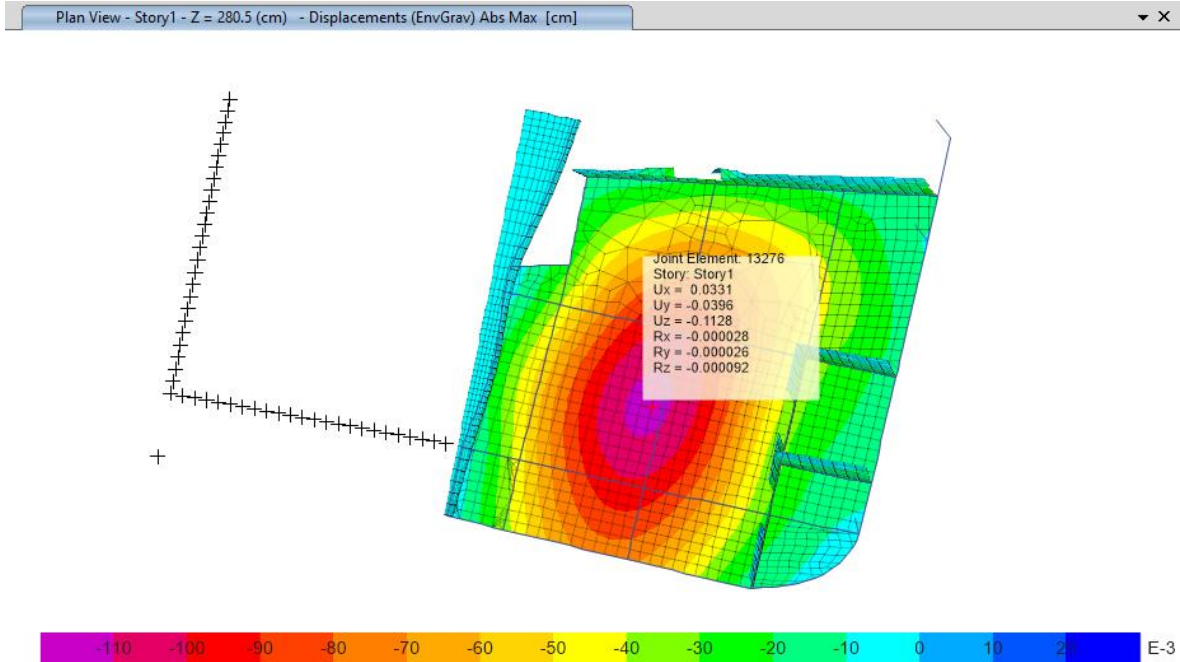


Fig.47: Deflexiones máximas de entrepiso ante carga gravitacional (cm)

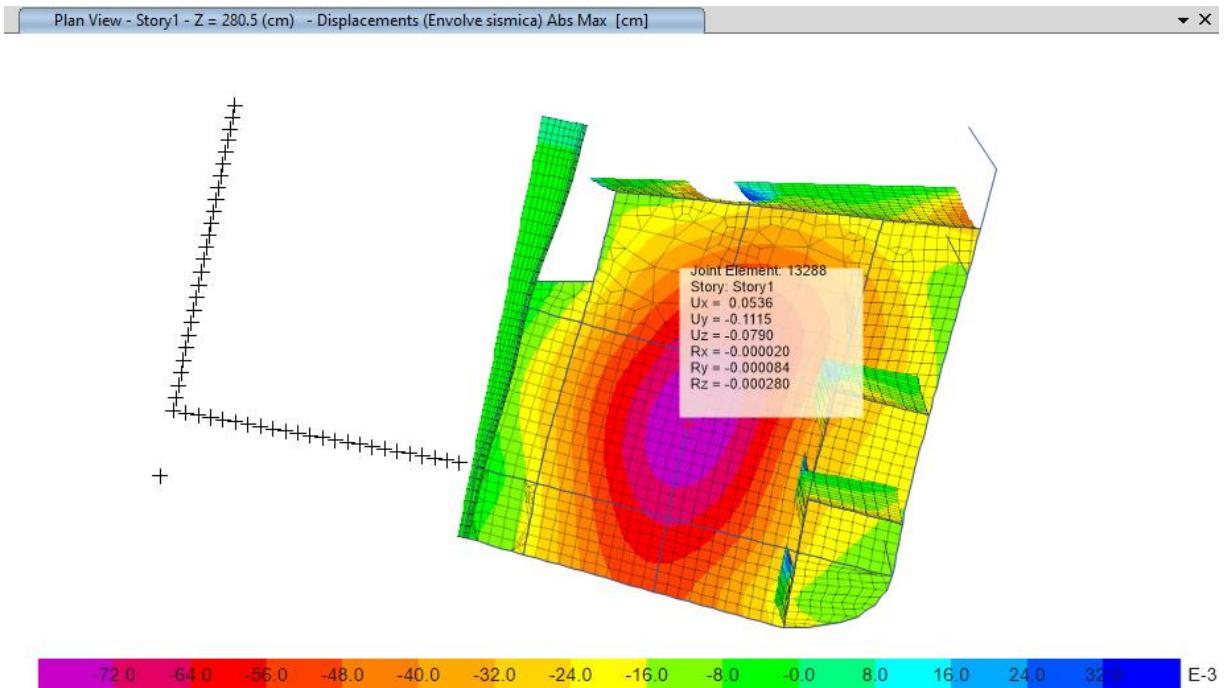


Fig.48: Deflexiones máximas de entrepiso ante carga sísmica (cm)



MODELO ESTRUCTURAL VILLA REMANSO

7.4.2. Acero de refuerzo requerido en malla inferior en losa de nivel 1

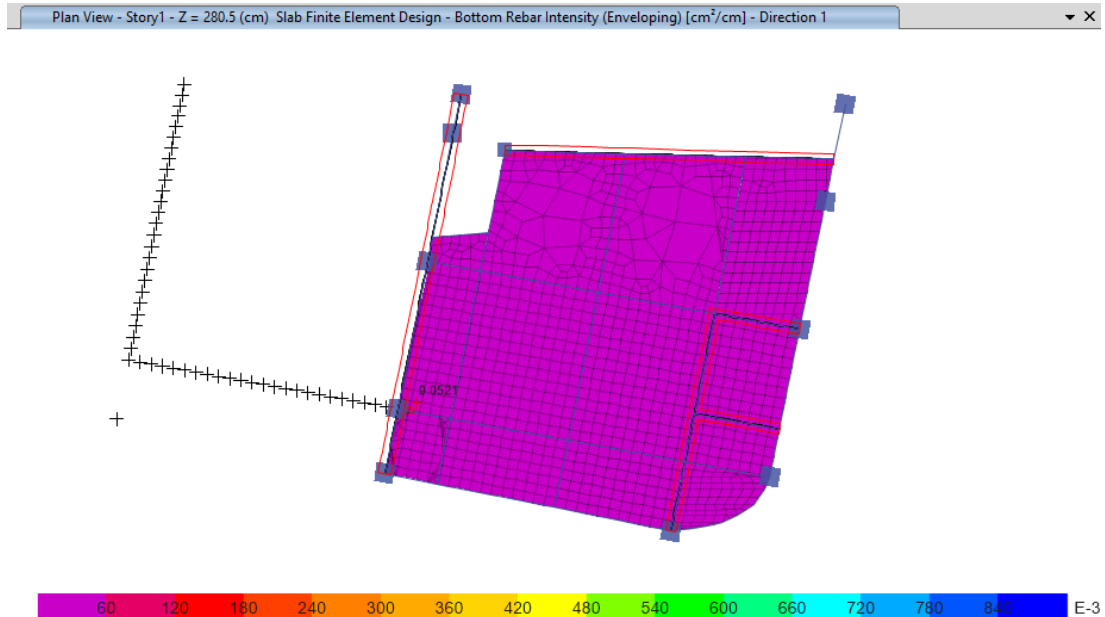


Fig.49: Acero de refuerzo en la dirección X (cm²/cm)

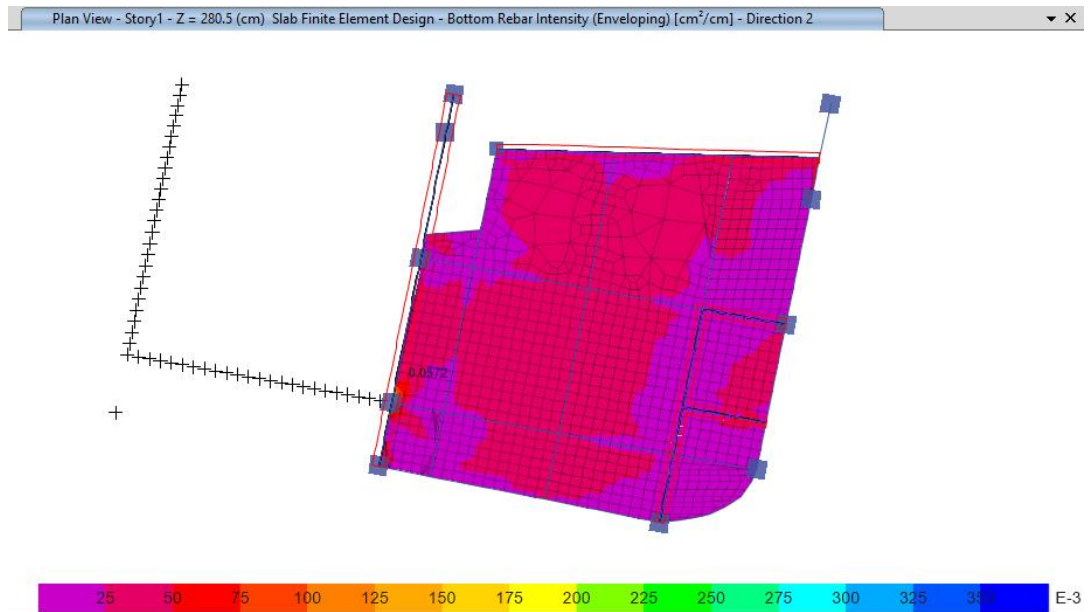


Fig.50: Acero de refuerzo en la dirección Y (cm²/cm)

Calculo: Ing. Michael Osorio Fley

Reviso: Ing. Carlos Delgado Aleman Lic. MTI No.1439



MODELO ESTRUCTURAL VILLA REMANSO

7.4.3. Acero de refuerzo requerido en malla superior en losa de nivel 1

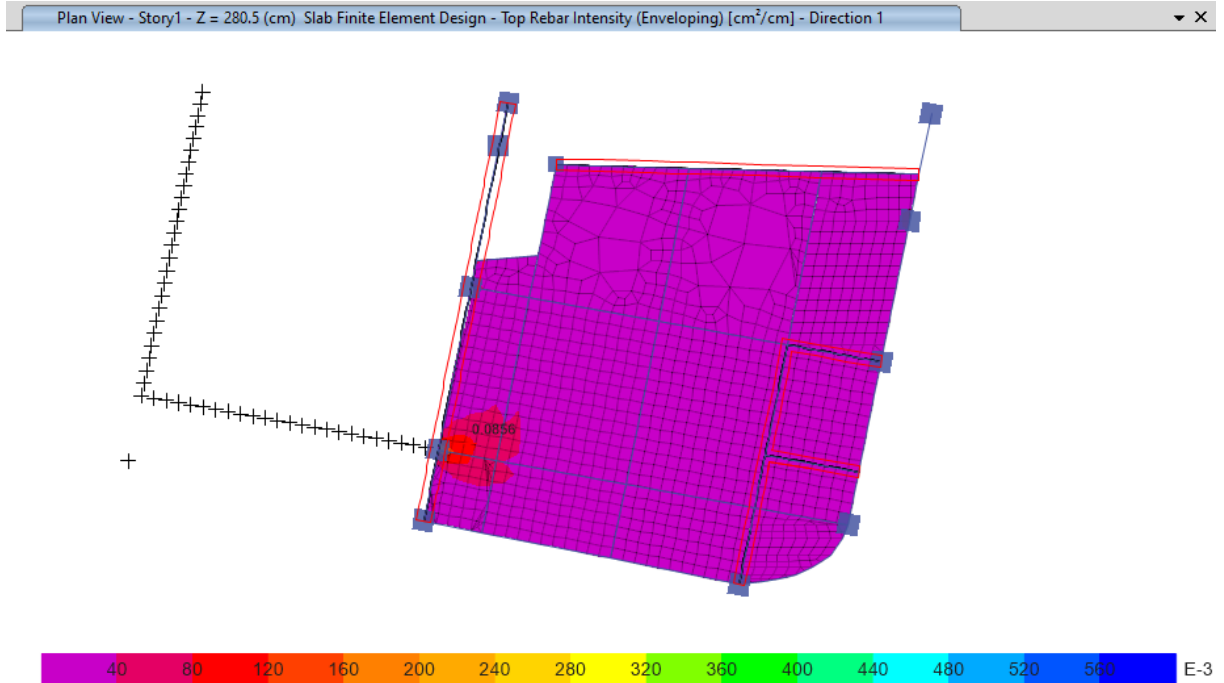


Fig.51: Acero de refuerzo en la dirección X (cm²/cm)

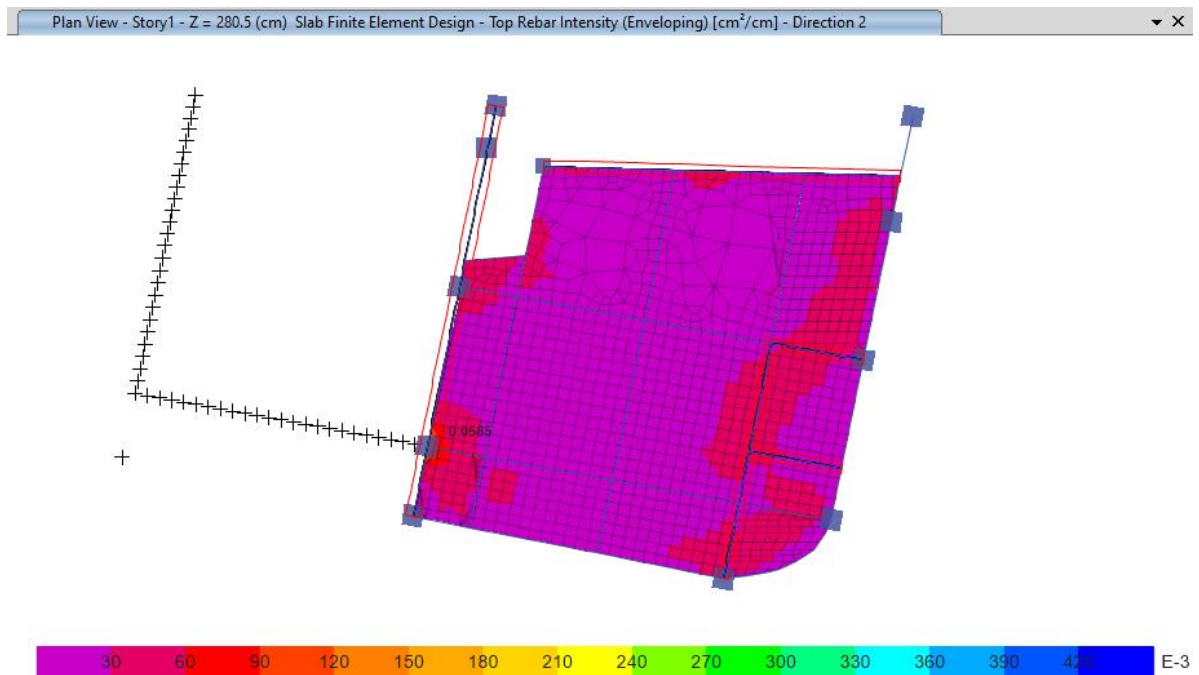


Fig.52: Acero de refuerzo en la dirección Y (cm²/cm)

Calculo: Ing. Michael Osorio Fley

Reviso: Ing. Carlos Delgado Aleman Lic. MTI No.1439



MODELO ESTRUCTURAL VILLA REMANSO

7.4.4. Deflexiones máximas de losa de nivel 2

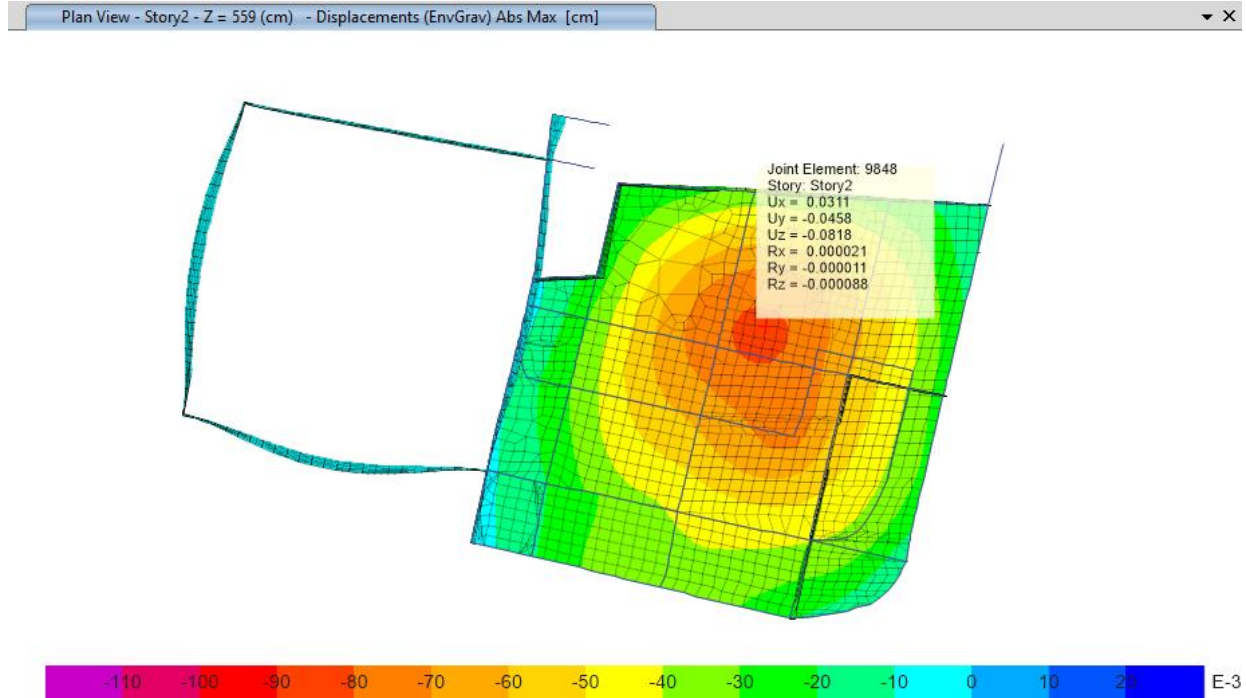


Fig.53: Deflexiones máximas de entrepiso ante carga gravitacional (cm)

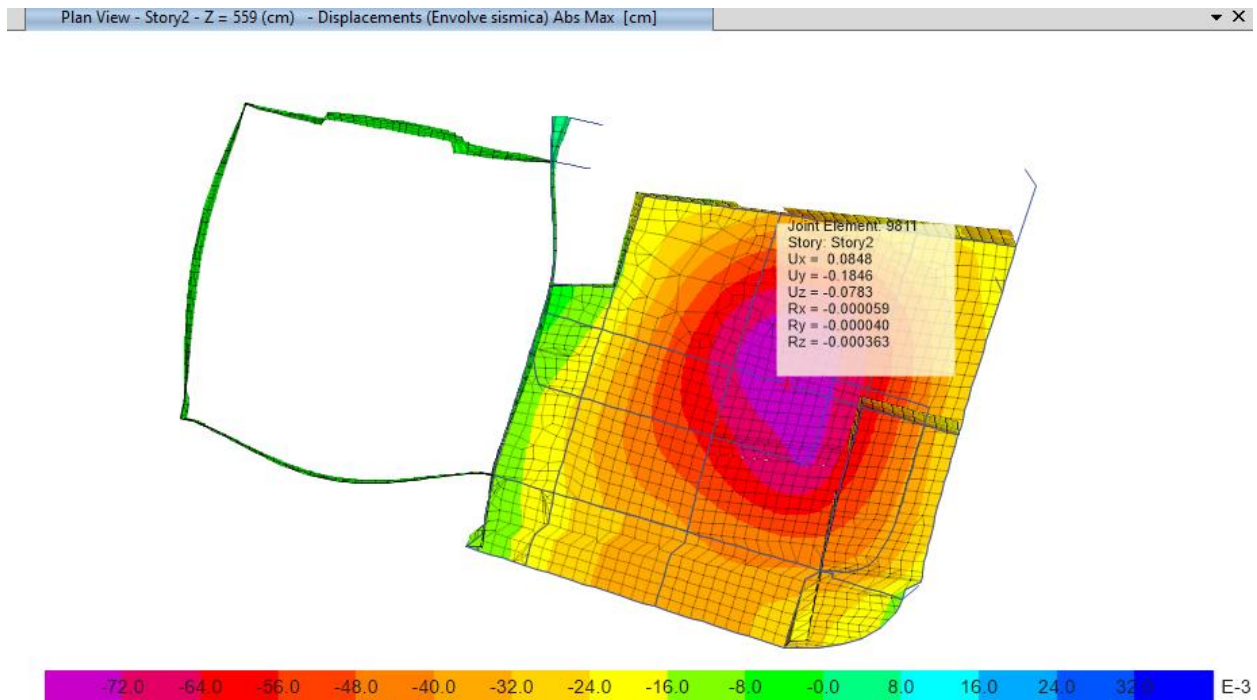


Fig.54: Deflexiones máximas de entrepiso ante carga sismica (cm)

Calculo: Ing. Michael Osorio Fley

Reviso: Ing. Carlos Delgado Aleman Lic. MTI No.1439



MODELO ESTRUCTURAL VILLA REMANSO

7.4.5. Acero de refuerzo requerido en malla inferior en losa de nivel 2

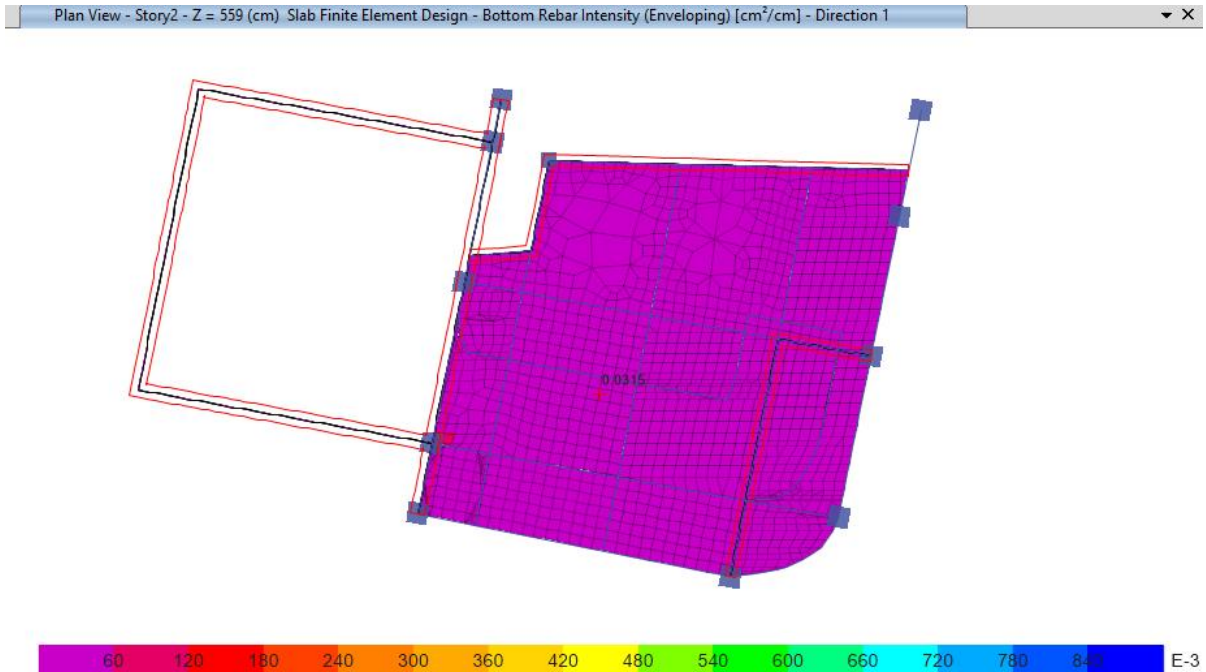


Fig.55: Acero de refuerzo en la dirección X (cm²/cm)

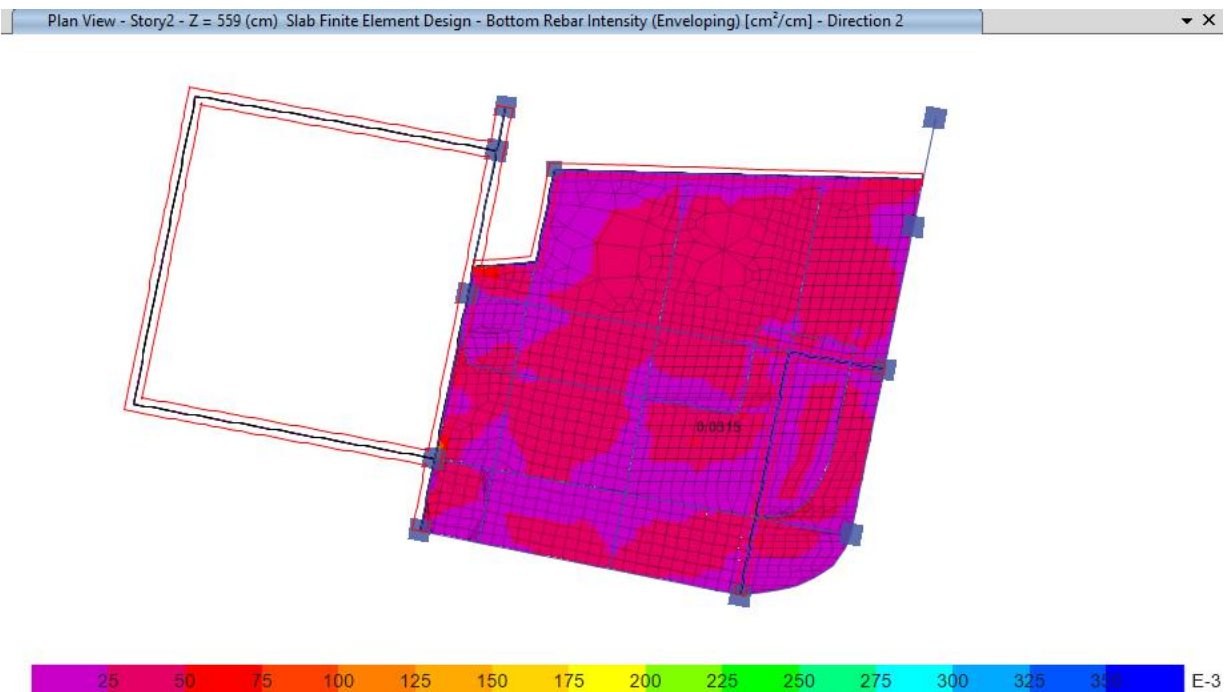


Fig.56: Acero de refuerzo en la dirección Y (cm²/cm)

Calculo: Ing. Michael Osorio Fley

Reviso: Ing. Carlos Delgado Aleman Lic. MTI No.1439



MODELO ESTRUCTURAL VILLA REMANSO

7.4.6. Acero de refuerzo requerido en malla superior en losa de nivel 2

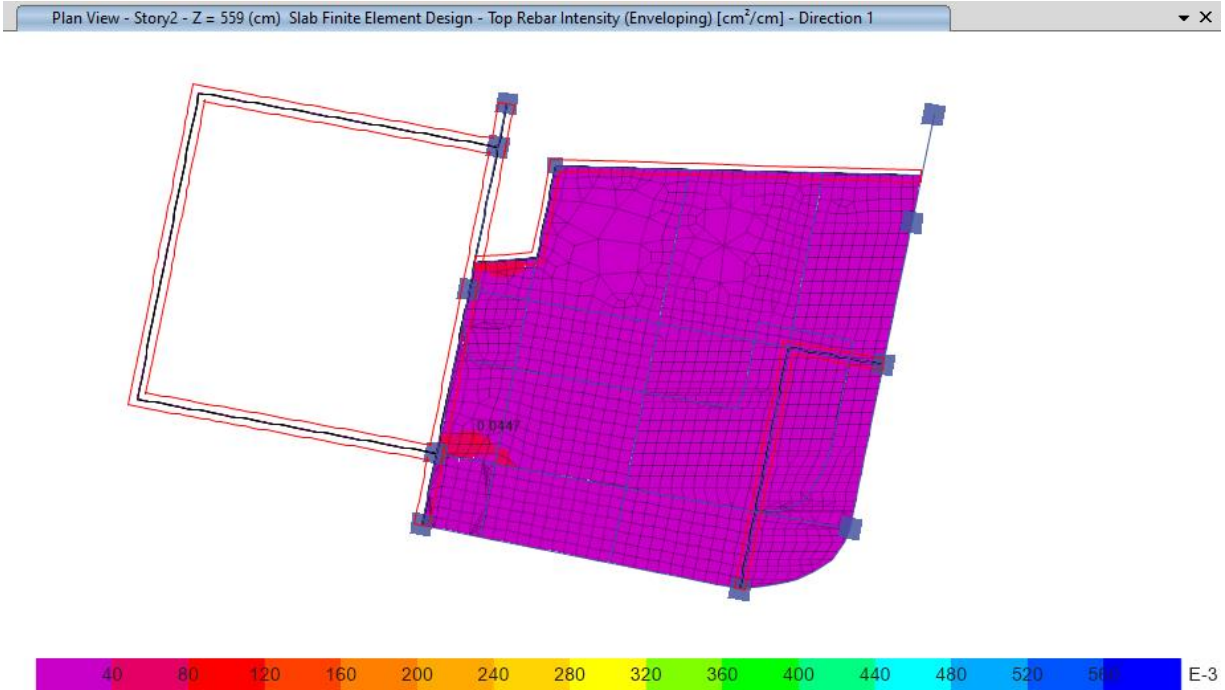


Fig.57: Acero de refuerzo en la dirección X (cm²/cm)

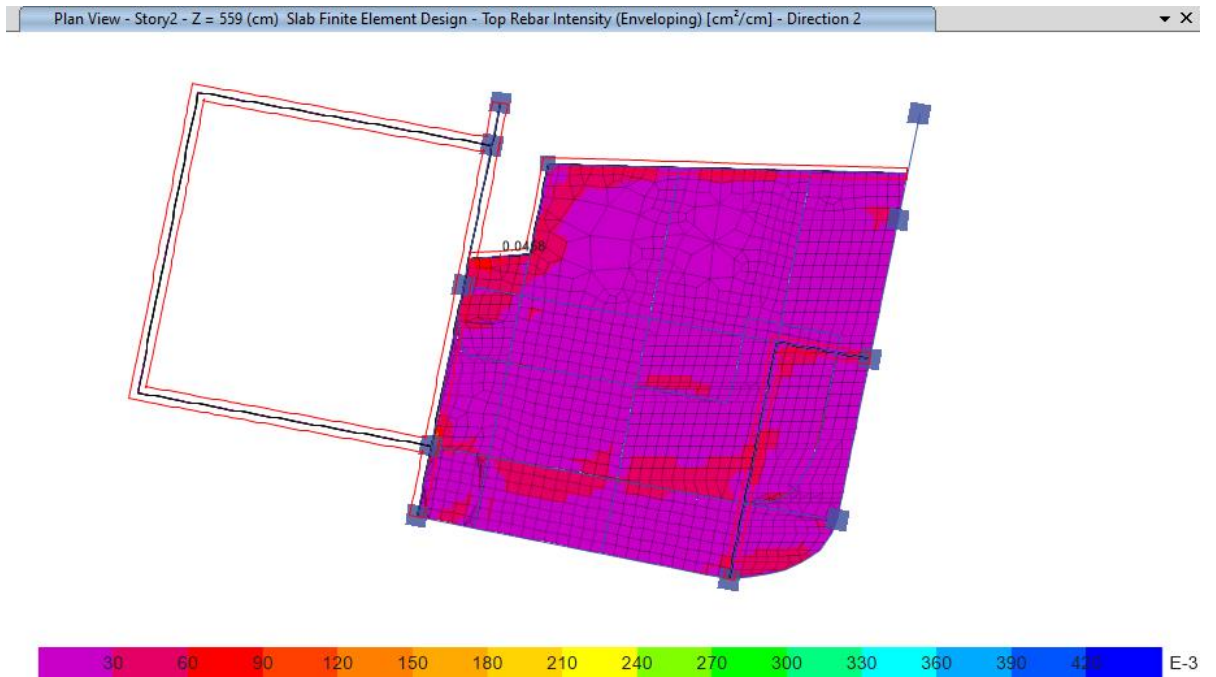


Fig.58: Acero de refuerzo en la dirección Y (cm²/cm)

Calculo: Ing. Michael Osorio Fley

Reviso: Ing. Carlos Delgado Aleman Lic. MTI No.1439



7.4.7. Deflexiones máximas en losa de azotea

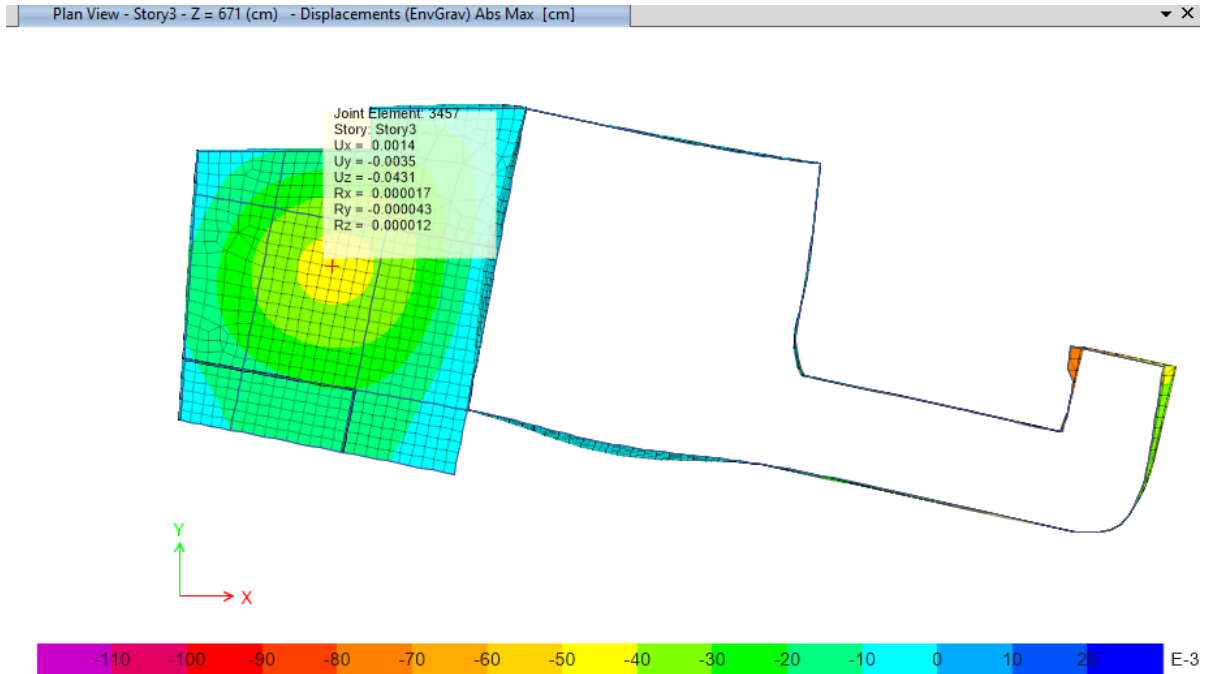


Fig.59: Deflexiones máximas de azotea ante carga gravitacional (cm)

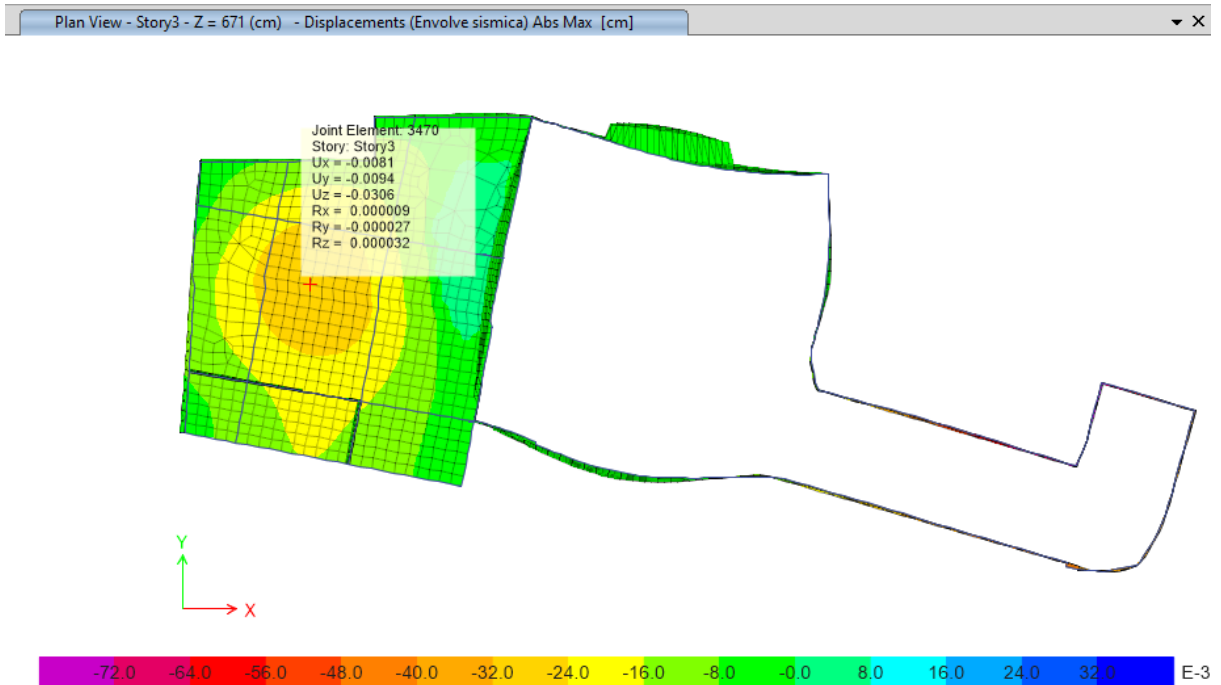


Fig.60: Deflexiones máximas de azotea ante carga sísmica (cm)



MODELO ESTRUCTURAL VILLA REMANSO

7.4.8. Acero de refuerzo requerido en malla inferior en losa de azotea

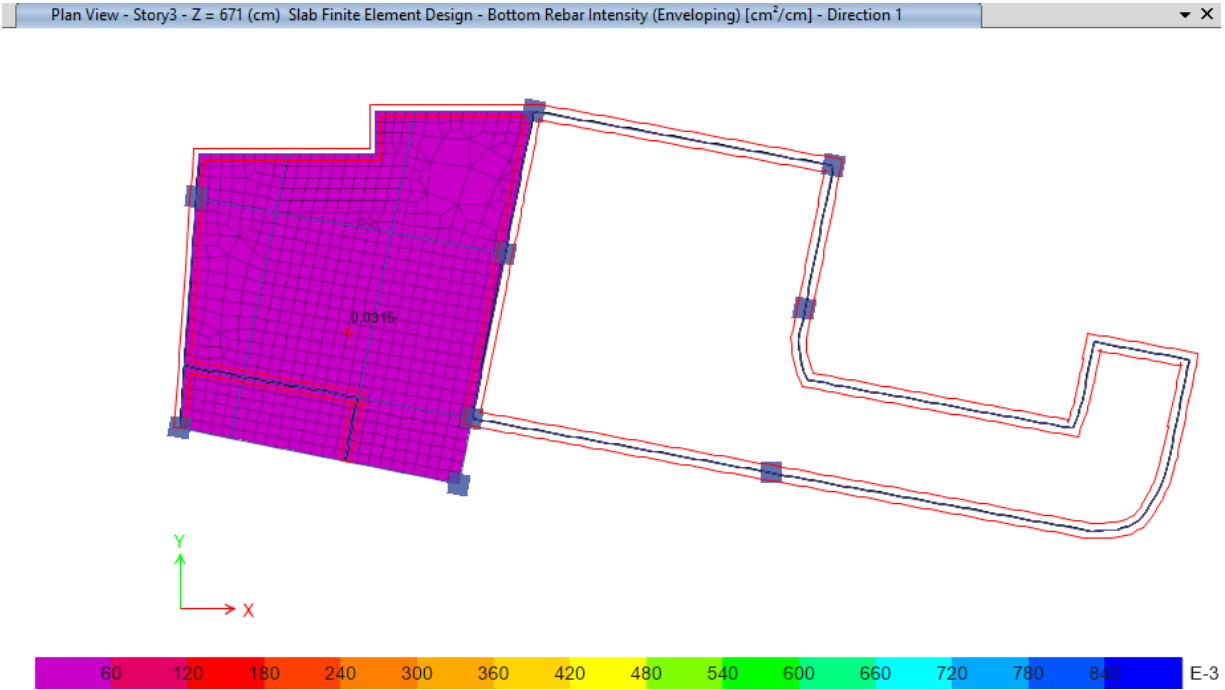


Fig.61: Acero de refuerzo en la dirección X (cm^2/cm)

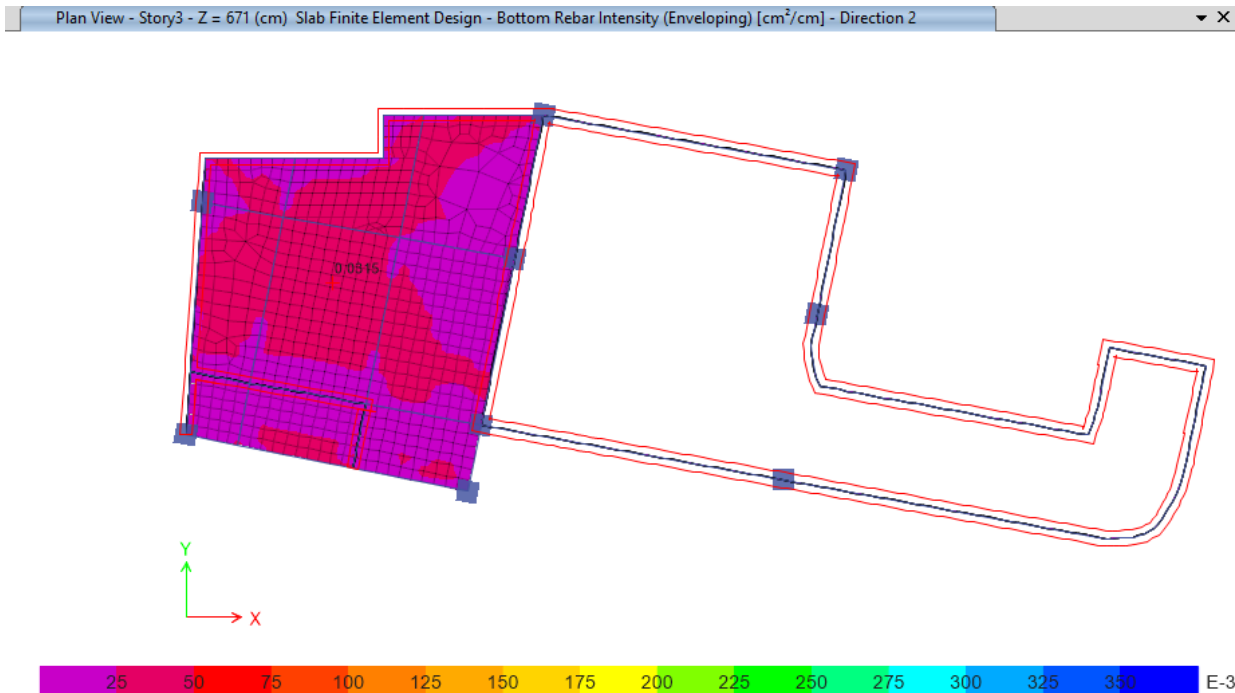


Fig.62: Acero de refuerzo en la dirección Y (cm^2/cm)

Calculo: Ing. Michael Osorio Fley

Reviso: Ing. Carlos Delgado Aleman Lic. MTI No.1439



MODELO ESTRUCTURAL VILLA REMANSO

7.4.9. Acero de refuerzo requerido en malla superior en losa de azotea

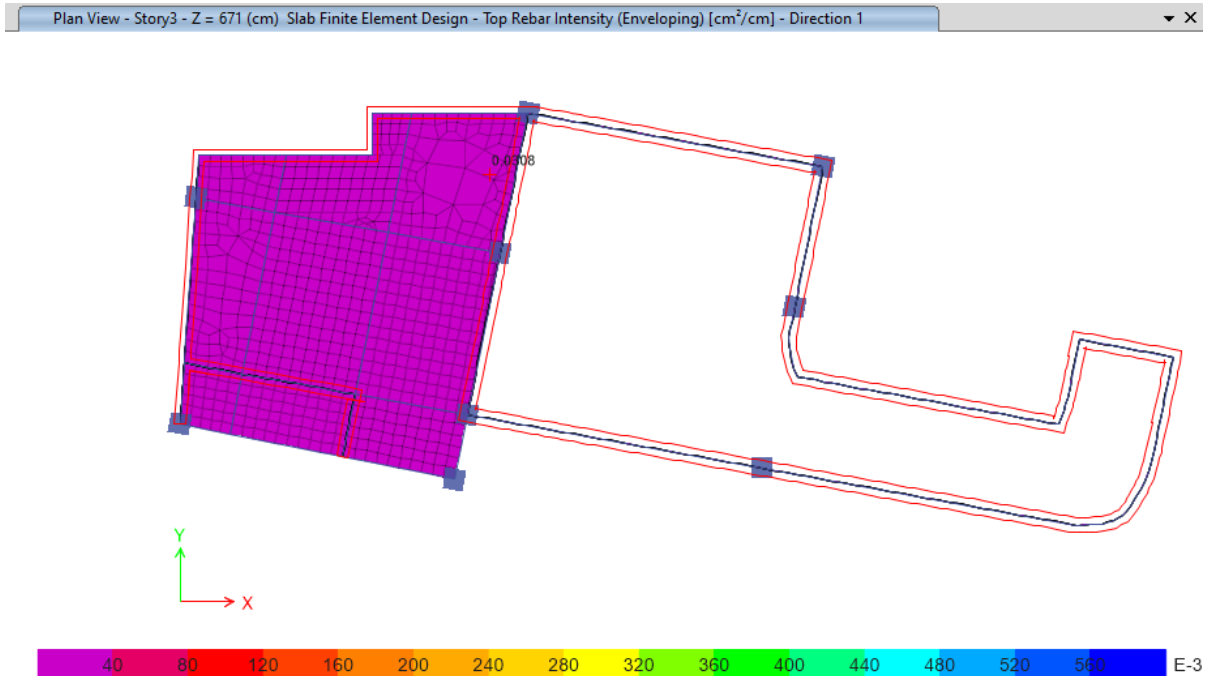


Fig.63: Acero de refuerzo en la dirección X (cm²/cm)

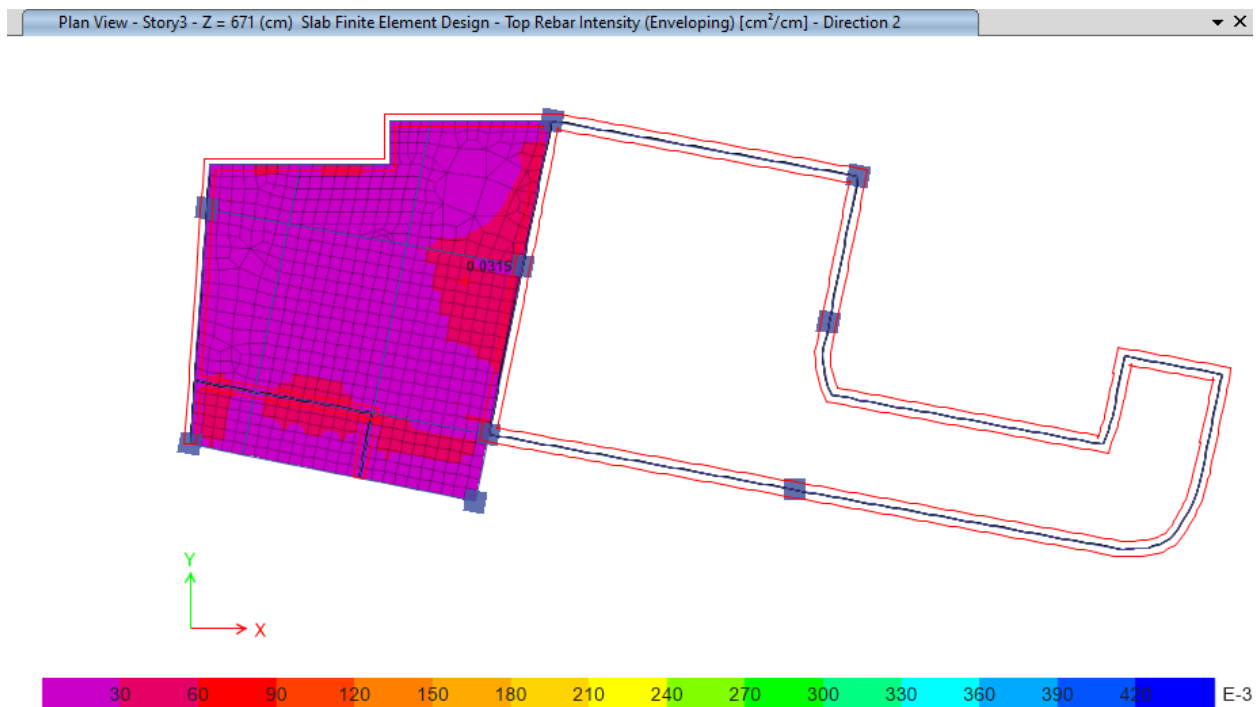


Fig.64: Acero de refuerzo en la dirección Y (cm²/cm)

Calculo: Ing. Michael Osorio Fley

Reviso: Ing. Carlos Delgado Aleman Lic. MTI No.1439



7.5. Diseño de muros de mampostería reforzada bloque 8x8x16”

La revisión de los muros de mampostería es de bloques BE-1 8x8x16” con refuerzo vertical #5 @ 0.20 m y refuerzo horizontal #4 @ 0.20 mts con concreto fluido de 4000 psi, el muro se realizó en el software ETABS V22. A continuación, se presentan el diseño de los muros en las direcciones de análisis X e Y.

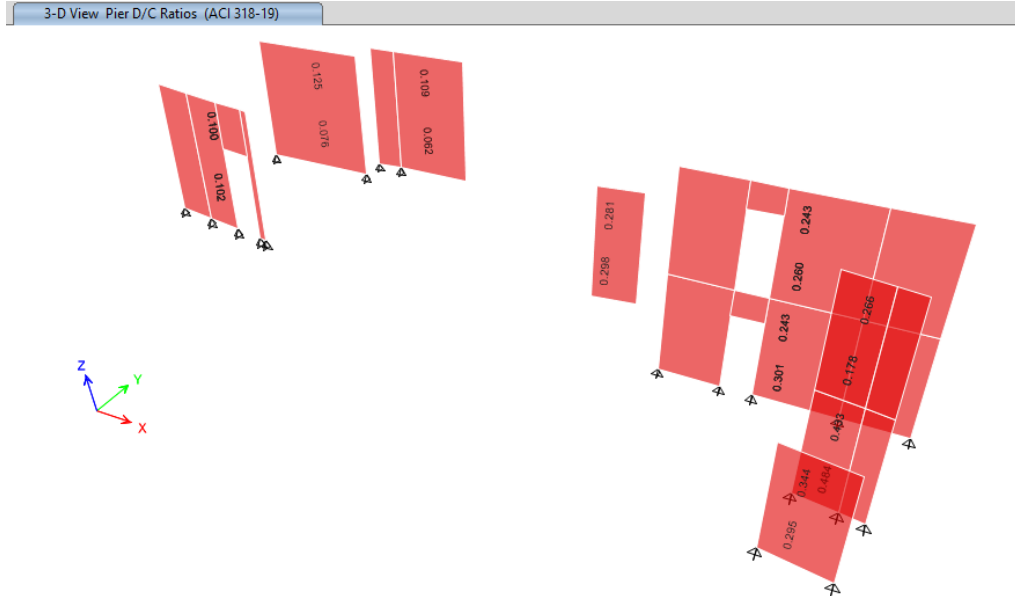


Fig.65: Pier D/C Ratio de muros de mampostería reforzada en la dirección X

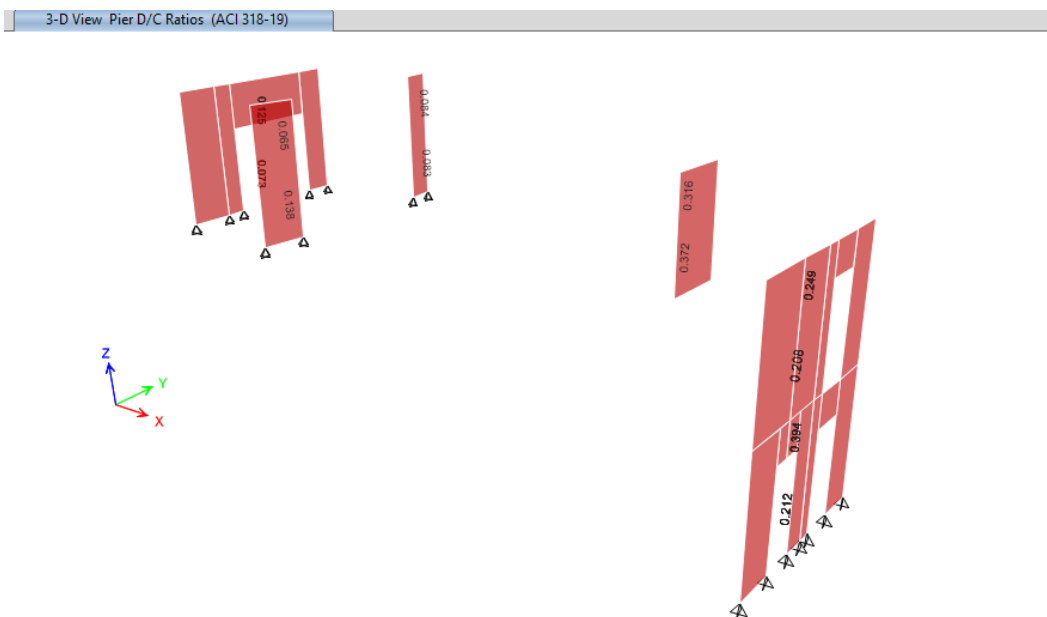


Fig.66: Pier D/C Ratio de muros de mampostería reforzada en la dirección Y

Calculo: Ing. Michael Osorio Fley

Reviso: Ing. Carlos Delgado Aleman Lic. MTI No.1439



MODELO ESTRUCTURAL VILLA REMANSO

Diseño de Muro de mampostería reforzada en la dirección X

ETABS Shear Wall Design

ACI 318-19 Pier Design

Pier Details (Part 1 of 2)

Story ID	Pier ID	Centroid X (cm)	Centroid Y (cm)	Length (cm)	Thickness (cm)	Height (cm)
Story1	PM2	1632.685	383.962	158.771	19.3	280.5

Pier Details (Part 2 of 2)

Pier Ductility	LLRF
Ordinary Wall	1

Material Properties

E_c (tonf/cm ²)	f'_c (tonf/cm ²)	Lt.Wt Factor (Unitless)	f_y (tonf/cm ²)	f_{ys} (tonf/cm ²)
45	0.045	1	4.218	4.218

Design System Parameters

ρ	S_{Ds}	Ω_0	SDC	Type
1	0.5	2.5	D	Ordinary Wall

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

Station Location	ID	Left X ₁ cm	Left Y ₁ cm	Right X ₂ cm	Right Y ₂ cm	Length cm	Thickness cm	Pier A _g cm ²
Top	Leg 1	1554.579	398.153	1710.792	369.77	158.771	19.3	3064.28
Bottom	Leg 1	1554.579	398.153	1710.792	369.77	158.771	19.3	3064.28

Flexural Design for P, M₃ and M₂

Station	D/C	Flexural	P _u tonf	M _{u2} tonf-cm	M _{u3} tonf-cm
Top	0.433	0.9CM+1.6PS+0.30SX-SY+PH	11.0552	41.75	-528.284
Bottom	0.484	1.2CM+CV-0.3SX+SY+PH	21.66	1.853	-522.058

Calculo: Ing. Michael Osorio Fley

Reviso: Ing. Carlos Delgado Aleman Lic. MTI No.1439



MODELO ESTRUCTURAL VILLA REMANSO

Axial Force and Minor Moment Factors

Station Location	C _m Factor Unitless	δ _{ns} Factor Unitless	β _{dns} Unitless	E _{eff} tonf-cm ²	P _c tonf
Top Minor Bend(M2)	1	1.123361	0.6	1070074.367	134.2295
Bottom Minor Bend(M2)	1	1.274135	0.6	1070074.367	134.2295

Shear Design (Part 1 of 2)

Station Location	ID	Rebar cm ² /cm	Shear Combo	P _u tonf	M _u tonf-cm	V _u tonf	V _{u,design} tonf	h _w / l _w Unitless
Top	Leg 1	0.0483	0.9CM+1.6PS+SX-0.3SY+PH	10.044	-468.298	8.3096	8.3096	3.520798
Bottom	Leg 1	0.0483	0.9CM+1.6PS+0.30SX-SY+PH	-13.0371	864.076	13.018	13.018	3.520798

Shear Design (Part 2 of 2)

α _c Unitless	φV _c tonf	φV _n tonf
2	8.1757	32.4127
1.757945	7.1862	31.4232

Diseño de Muro de mampostería reforzada en la dirección Y

ETABS Shear Wall Design

ACI 318-19 Pier Design

Pier Details (Part 1 of 2)

Story ID	Pier ID	Centroid X (cm)	Centroid Y (cm)	Length (cm)	Thickness (cm)	Height (cm)
Story1	PM4	1513.564	195.114	173.129	19.3	280.5

Pier Details (Part 2 of 2)

Pier Ductility	LLRF
Ordinary Wall	1

Material Properties

E _c (tonf/cm ²)	f _c (tonf/cm ²)	Lt.Wt Factor (Unitless)	f _y (tonf/cm ²)	f _{ys} (tonf/cm ²)
45	0.045	1	4.218	4.218

Design System Parameters

ρ	S _{Ds}	Ω ₀	SDC	Type
1	0.5	2.5	D	Ordinary Wall

Calculo: Ing. Michael Osorio Fley

Reviso: Ing. Carlos Delgado Aleman Lic. MTI No.1439



MODELO ESTRUCTURAL VILLA REMANSO

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

Station Location	ID	Left X ₁ cm	Left Y ₁ cm	Right X ₂ cm	Right Y ₂ cm	Length cm	Thickness cm	Pier A _g cm ²
Top	Leg 1	1474.15	0	1554.579	398.153	406.196	19.3	6361.39
Bottom	Leg 1	1507.778	166.47	1523.596	244.775	79.886	19.3	6361.39
Bottom	Leg 2	1474.15	0	1492.612	91.396	93.242	19.3	6361.39
Bottom	Leg 3	1538.761	319.849	1554.579	398.153	79.886	19.3	6361.39

Flexural Design for P, M₃ and M₂

Station	D/C	Flexural	P _u tonf	M _{u2} tonf-cm	M _{u3} tonf-cm
Top	0.394	1.2CM+1.6CV+1.6PS + 1.6PH	28.0172	115.759	622.778
Bottom	0.212	1.2CM+CV-SX+0.30SY+PH	25.4727	-0.105	647.461

Axial Force and Minor Moment Factors

Station Location	C _m Factor Unitless	δ_{ns} Factor Unitless	β_{dns} Unitless	E _{leff} tonf-cm ²	P _c tonf
Top Minor Bend(M2)	1	1.132978	0.726341	2537299.505	318.2774
Bottom Minor Bend(M2)	1	1.111073	0.617278	2708405.109	339.7407

Shear Design (Part 1 of 2)

Station Location	ID	Rebar cm ² /cm	Shear Combo	P _u tonf	M _u tonf-cm	V _u tonf	V _{u,design} tonf	h _w / l _w Unitless
Top	Leg 1	0.0483	0.9CM+1.6PS+0.30SX-SY+PH	20.1256	-537.653	18.8837	18.8837	1.376184
Bottom	Leg 1	0.0483	0.9CM+1.6PS+0.30SX-SY+PH	-0.4326	-520.417	5.042	5.042	6.997438
Bottom	Leg 2	0.0483	0.9CM+1.6PS+0.30SX-SY+PH	-14.3625	-527.581	13.1428	13.1428	5.995124
Bottom	Leg 3	0.0483	0.9CM+1.6PS+0.30SX-SY+PH	1.5536	-462.013	4.7939	4.7939	6.997438

Shear Design (Part 2 of 2)

α_c Unitless	ϕV_c tonf	ϕV_n tonf
3	31.3748	93.3821
1.984038	4.0808	16.2758
1.545932	3.7113	17.9451
2	4.1136	16.3086

Calculo: Ing. Michael Osorio Fley

Reviso: Ing. Carlos Delgado Aleman Lic. MTI No.1439



7.6. Diseño de muros de concreto reforzado e= 25 cm

La revisión de los muros de concreto reforzado de espesor 25 cm refuerzo vertical doble malla #5 @ 0.15 m y refuerzo horizontal doble malla #5 @ 0.12 mts con concreto de 4000 psi y acero A706Gr60, el muro se realizó en el software ETABS V22. A continuación, se presentan el diseño de los muros en las direcciones de análisis X e Y

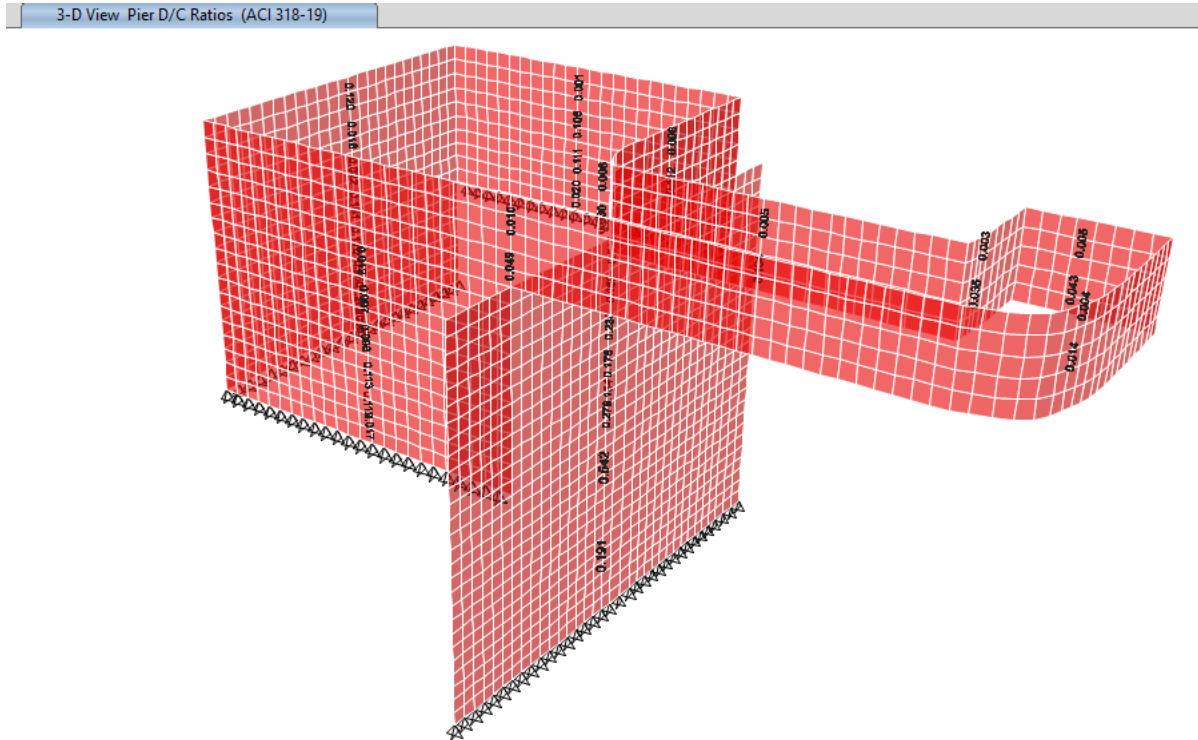


Fig.67: Pier D/C Ratio de muros de concreto reforzado e= 25 cm en la dirección X e Y

ETABS Shear Wall Design

ACI 318-19 Pier Design

Pier Details (Part 1 of 2)

Story ID	Pier ID	Centroid X (cm)	Centroid Y (cm)	Length (cm)	Thickness (cm)	Height (cm)
Story1	PY3	1019.953	452.845	708.09	25	280.5

Pier Details (Part 2 of 2)

Pier Ductility	LLRF
Ordinary Wall	1



MODELO ESTRUCTURAL VILLA REMANSO

Material Properties

E_c (tonf/cm ²)	f'_c (tonf/cm ²)	Lt.Wt Factor (Unitless)	f_y (tonf/cm ²)	f_{ys} (tonf/cm ²)
253.456	0.281	1	4.218	4.218

Design System Parameters

ρ	S_{Ds}	Ω_0	SDC	Type
1	0.5	2.5	D	Ordinary Wall

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

Station Location	ID	Left X_1 cm	Left Y_1 cm	Right X_2 cm	Right Y_2 cm	Length cm	Thickness cm	Pier A_g cm ²
Top	Leg 1	949.85	105.81	1090.055	799.88	140.205	126.259	7228.03
Bottom	Leg 1	949.85	105.81	1090.055	799.88	708.09	25	7228.03

Flexural Design for P, M_3 and M_2

Station	D/C	Flexural	P_u tonf	M_{u2} tonf-cm	M_{u3} tonf-cm
Top	0.542	0.9CM+1.6PS-0.30SX+SY+PH	26.4913	-1637.292	-2144.851
Bottom	0.191	0.9CM+1.6PS-0.30SX-SY+PH	27.0156	-73.037	-9317.282

Axial Force and Minor Moment Factors

Station Location	C_m Factor Unitless	δ_{ns} Factor Unitless	β_{dns} Unitless	E_{eff} tonf-cm ²	P_c tonf
Top Minor Bend(M2)	1	1.006058	0.998795	46765107.817	5866.1877
Bottom Minor Bend(M2)	1	1.006182	1	46736931.154	5862.6532

Shear Design (Part 1 of 2)

Station Location	ID	Rebar cm ² /cm	Shear Combo	P_u tonf	M_u tonf-cm	V_u tonf	$V_{u,design}$ tonf	h_w/l_w Unitless
Top	Leg 1	0.3156	0.9CM+1.6PS-0.30SX-SY+PH	17.1167	592.202	66.982	66.982	4.785833
Bottom	Leg 1	0.0625	0.9CM+1.6PS-0.30SX-SY+PH	27.0156	-9317.282	46.4021	46.4021	0.94762

Shear Design (Part 2 of 2)

α_c Unitless	ϕV_c tonf	ϕV_n tonf
2	118.0722	258.0887
3	177.1083	317.1248



8. DISEÑO DE CIMENTACIONES

8.1. Diseño de Zapatas corridas

El modelo estructural de fundaciones fue desarrollado en el programa de ordenador ETABS 2022. La figura presenta la geometría analizada en el programa de cálculo.

8.1.1. Definición de materiales

General Data

Material Name	4000Psi
Material Type	Concrete
Directional Symmetry Type	Isotropic
Material Display Color	 Change...
Material Notes	Modify/Show Notes...

Material Weight and Mass

Specify Weight Density Specify Mass Density

Weight per Unit Volume	0.0024	kgf/cm³
Mass per Unit Volume	0.000002	kgf-s²/cm⁴

Mechanical Property Data

Modulus of Elasticity, E	253456.4	kgf/cm²
Poisson's Ratio, U	0.2	
Coefficient of Thermal Expansion, A	0.0000099	1/C
Shear Modulus, G	105606.83	kgf/cm²

Material Property Design Data

Material Name and Type

Material Name	4000Psi
Material Type	Concrete, Isotropic
Grade	

Design Properties for Concrete Materials

Specified Concrete Compressive Strength, f'c	281.23	kgf/cm²
<input type="checkbox"/> Lightweight Concrete		
Shear Strength Reduction Factor		

Fig.68: Definición de Material Concreto de 4000 psi



MODELO ESTRUCTURAL VILLA REMANSO

General Data

Material Name	<input type="text" value="A706Gr60"/>
Material Type	<input type="text" value="Rebar"/>
Directional Symmetry Type	<input type="text" value="Uniaxial"/>
Material Display Color	<input type="color" value="#00FF00"/> <input type="button" value="Change..."/>
Material Notes	<input type="button" value="Modify/Show Notes..."/>

Material Weight and Mass

Specify Weight Density Specify Mass Density

Weight per Unit Volume	<input type="text" value="7849.05"/>	kgf/m ³
Mass per Unit Volume	<input type="text" value="800.38"/>	kgf-s ² /m ⁴

Mechanical Property Data

Modulus of Elasticity, E	<input type="text" value="20389019158"/>	kgf/m ²
Coefficient of Thermal Expansion, A	<input type="text" value="0.0000065"/>	1/F

Material Name and Type

Material Name	<input type="text" value="A706Gr60"/>
Material Type	<input type="text" value="Rebar, Uniaxial"/>

Design Properties for Rebar Materials

Minimum Yield Strength, Fy	<input type="text" value="42184177.57"/>	kgf/m ²
Minimum Tensile Strength, Fu	<input type="text" value="56245570.09"/>	kgf/m ²
Expected Yield Strength, Fye	<input type="text" value="46402595.33"/>	kgf/m ²
Expected Tensile Strength, Fue	<input type="text" value="61870127.1"/>	kgf/m ²

Fig.69: Definición de acero de refuerzo A706Gr60



8.1.2. Definición de geometría

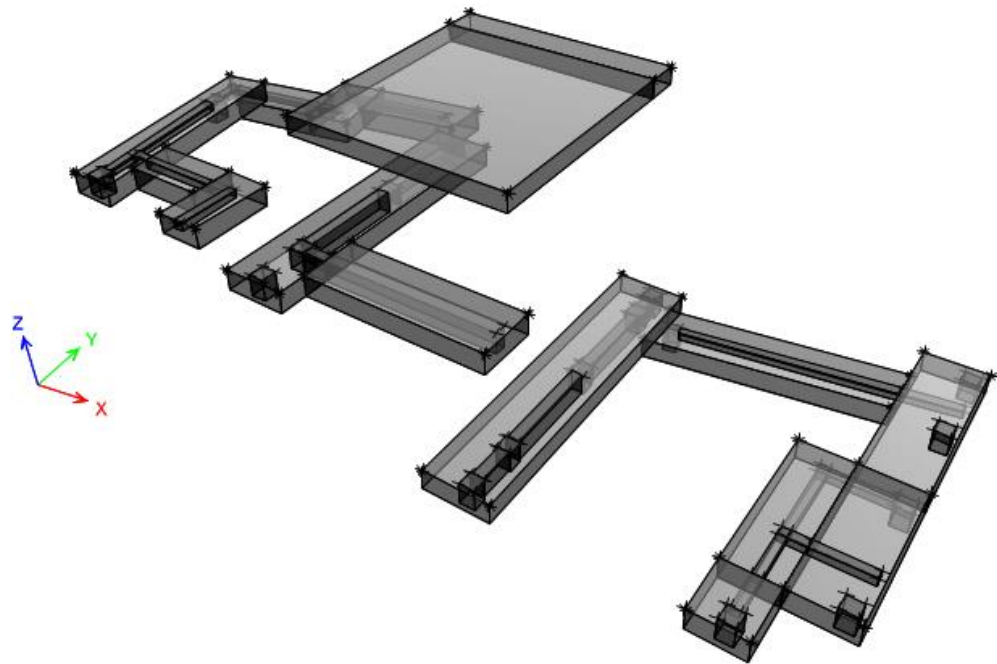


Fig.70: Vista 3D del modelo numérico de cimentaciones

8.1.3. Definición de código de diseño sísmico

Factors	
Item	Value
Resistance Factors:	
Phi Tension Controlled	0.9
Phi Compression Controlled	0.65
Phi Shear	0.75
Increase Flexural Rebar For Enhanced Concr...	No
Overwrite Shear Lambdas to One for Mats an...	No
Ignore Beneficial Pu in Slab Design?	Yes

Fig.71: Código de diseño estructural y sus parámetros



8.1.4. Secciones utilizadas en modelo numérico

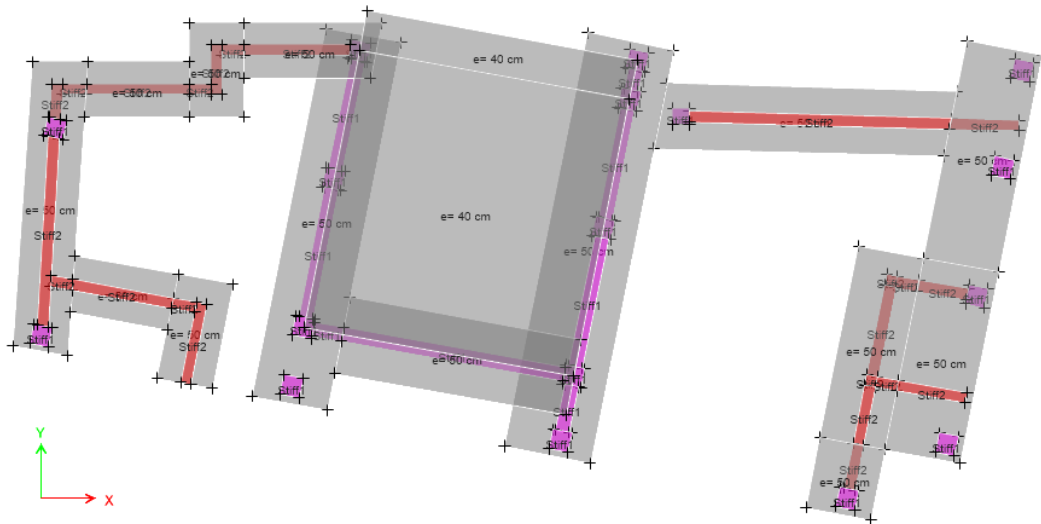


Fig.72: Espesores de zapatas en modelo de cimentación

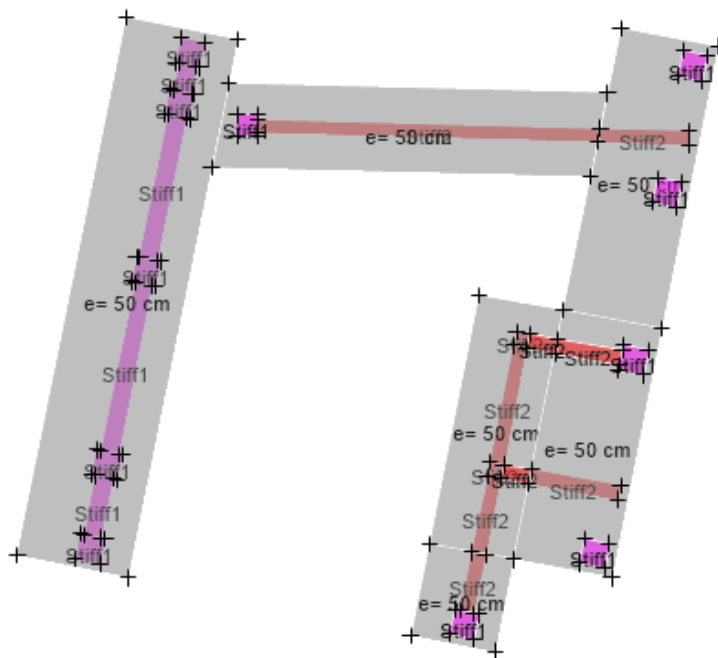


Fig.73: Espesores de zapatas en área de garaje



MODELO ESTRUCTURAL VILLA REMANSO

85

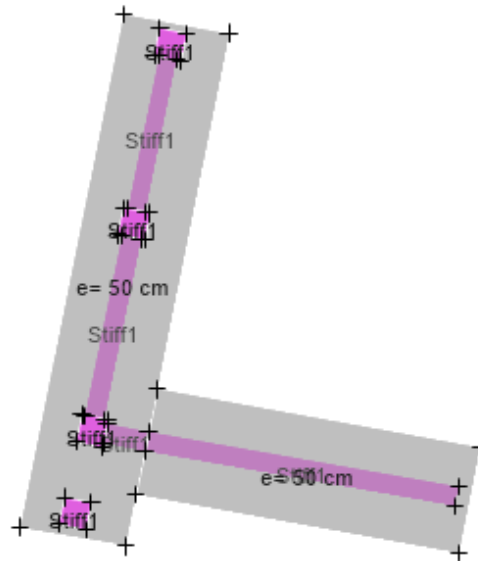


Fig.74: Espesores de zapatas en área de cuarto de maquinas

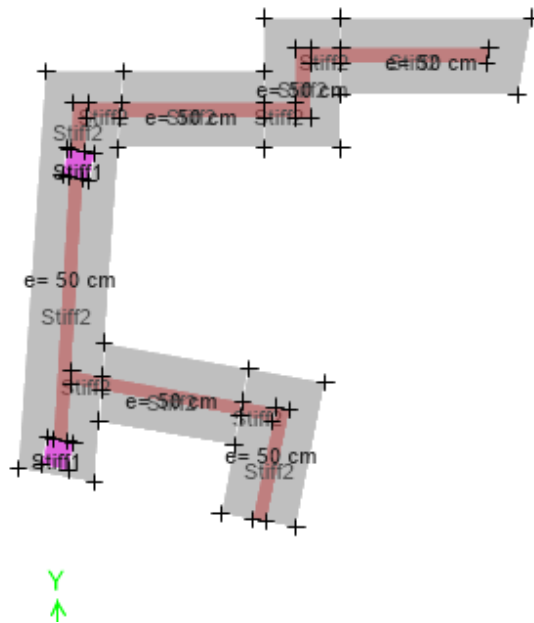


Fig.75: Espesores de zapatas en área de cuarto de cuidador

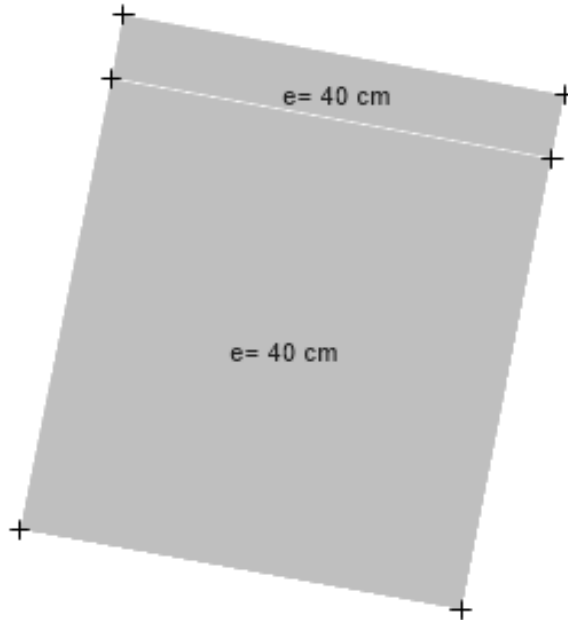


Fig.76: Espesor de zapata en losa de piscina

General Data	
Property Name	e= 40 cm
Slab Material	4000Psi
Notional Size Data	Modify/Show Notional Size...
Modeling Type	Shell-Thin
Modifiers (Currently Default)	Modify/Show...
Display Color	Change...
Property Notes	Modify/Show...

Property Data	
Type	Slab
Thickness	40 cm

Fig.77: Definición de espesor de zapatas e= 40 cm



General Data

Property Name: e= 50 cm

Slab Material: 4000Psi

Notional Size Data: Modify/Show Notional Size...

Modeling Type: Shell-Thin

Modifiers (Currently Default): Modify/Show...

Display Color: Change...

Property Notes: Modify/Show...

Property Data

Type: Slab

Thickness: 50 cm

Fig.78: Definición de espesor de zapatas e= 50 cm

8.1.5. Definición del módulo de reacción del suelo

General Data

Property Name: qa_1.94_kg_cm2

Display Color: Change...

Property Notes: Modify/Show Notes...

Spring Stiffness Options

User Specified Stiffness and Nonlinearity

Link Property (Link local axes are same as Area local axes)

Property

Local 1 Direction: 0 kgf/cm/cm²

Local 2 Direction: 0 kgf/cm/cm²

Local 3 Direction (Compression Only): 3.89 kgf/cm/cm²

Nonlinear Option (Nonlinear Cases Only)

None (Linear)

Tension Only

Compression Only

Elasto-Plastic

Compression Stiffness: []

Compression Strength: []

Tension Stiffness: []

Tension Strength: []

Fig.79: Definición de módulo de reacción del suelo para cimentaciones



8.1.6. Cargas actuantes

a. Cargas muertas súper impuestas a la cimentación

3-D View Uniform Loads Gravity (CMSI) [kgf/m²]

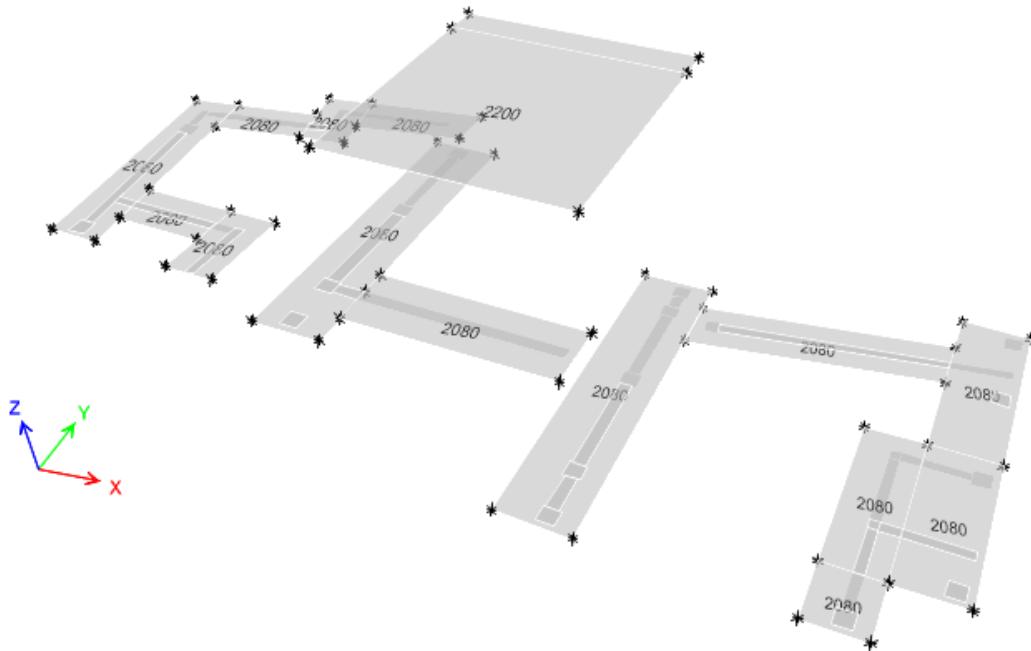


Fig.80: Cargas muertas transmitidas a cimentación del peso del suelo (Ton, Ton-m)

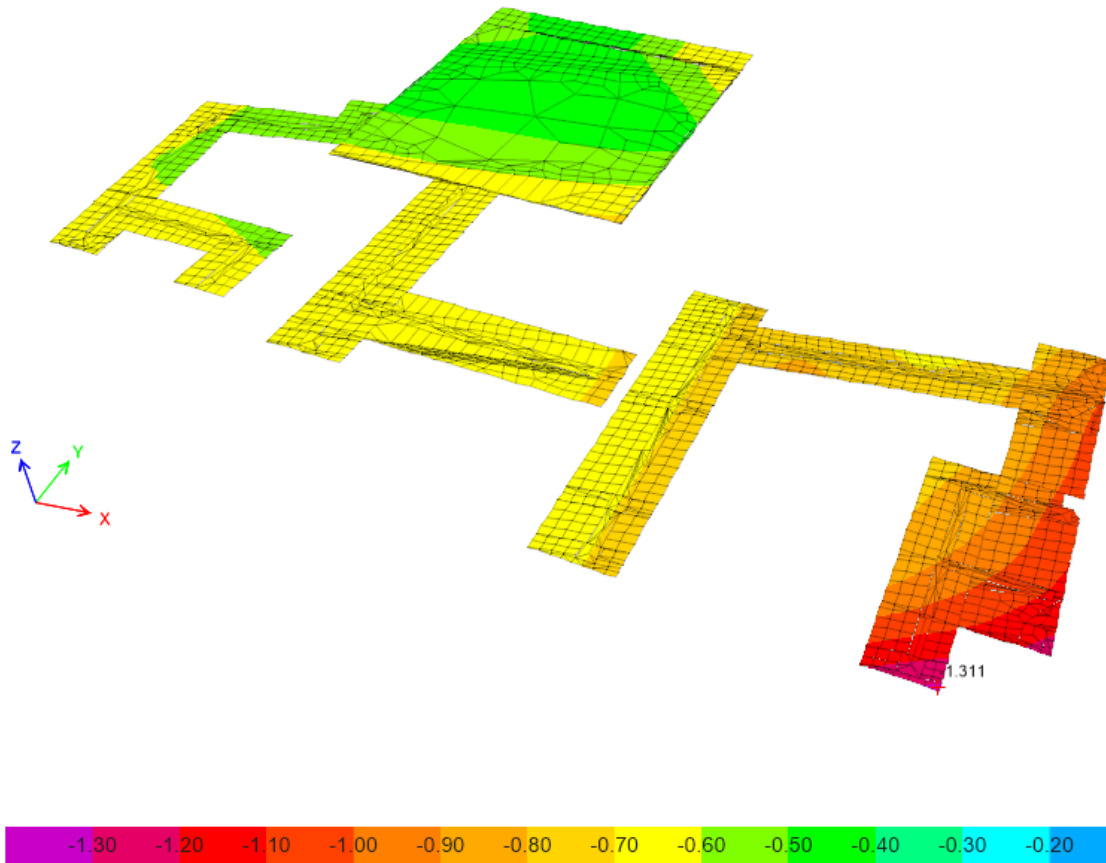
8.1.7. Revisión de capacidad soporte del suelo

La capacidad admisible de suelo es de 1.94 kgf/cm², las presiones máximas y mínimas inducidas al terreno de soporte fueron verificadas de acuerdo a las condiciones estáticas y sísmicas. El esfuerzo máximo permisible considerado ante solicitaciones dinámicas fue aumentado en una tercera parte tal como lo establece el Arto. 16 del RNC-07.



MODELO ESTRUCTURAL VILLA REMANSO

3-D View Soil Pressures (EnvGrav) Abs Max [kgf/cm²]



89

Fig.81: Revisión de capacidad soporte máxima ante envolvente gravitacional (kgf/cm²)



MODELO ESTRUCTURAL VILLA REMANSO

3-D View Soil Pressures (Envelope sismica) Abs Max [kgf/cm²]

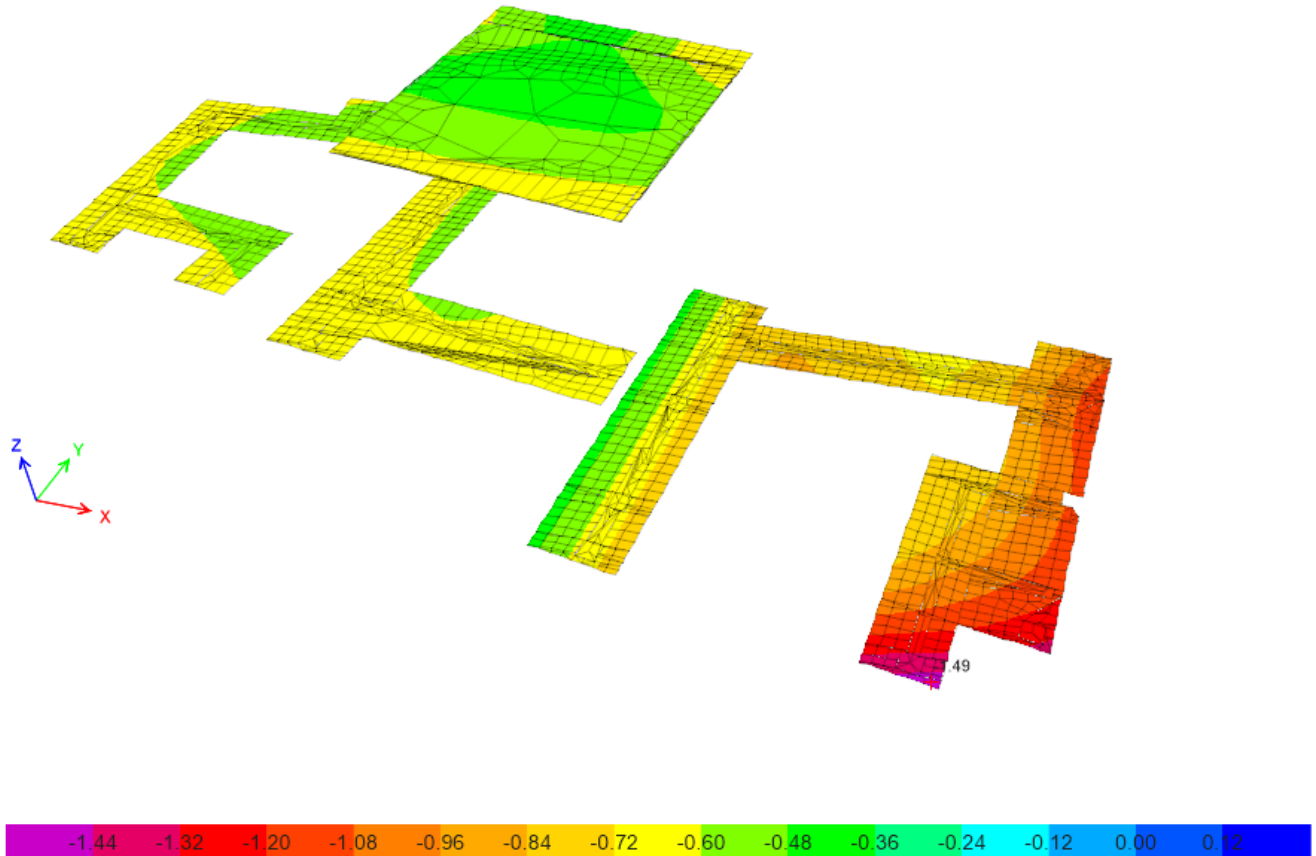


Fig.82: Revisión de capacidad soporte máxima ante envolvente sísmico (kgf/cm²)



8.1.8. Revisión de asentamientos

3-D View - Displacements (EnvGrav) Abs Max [cm] X

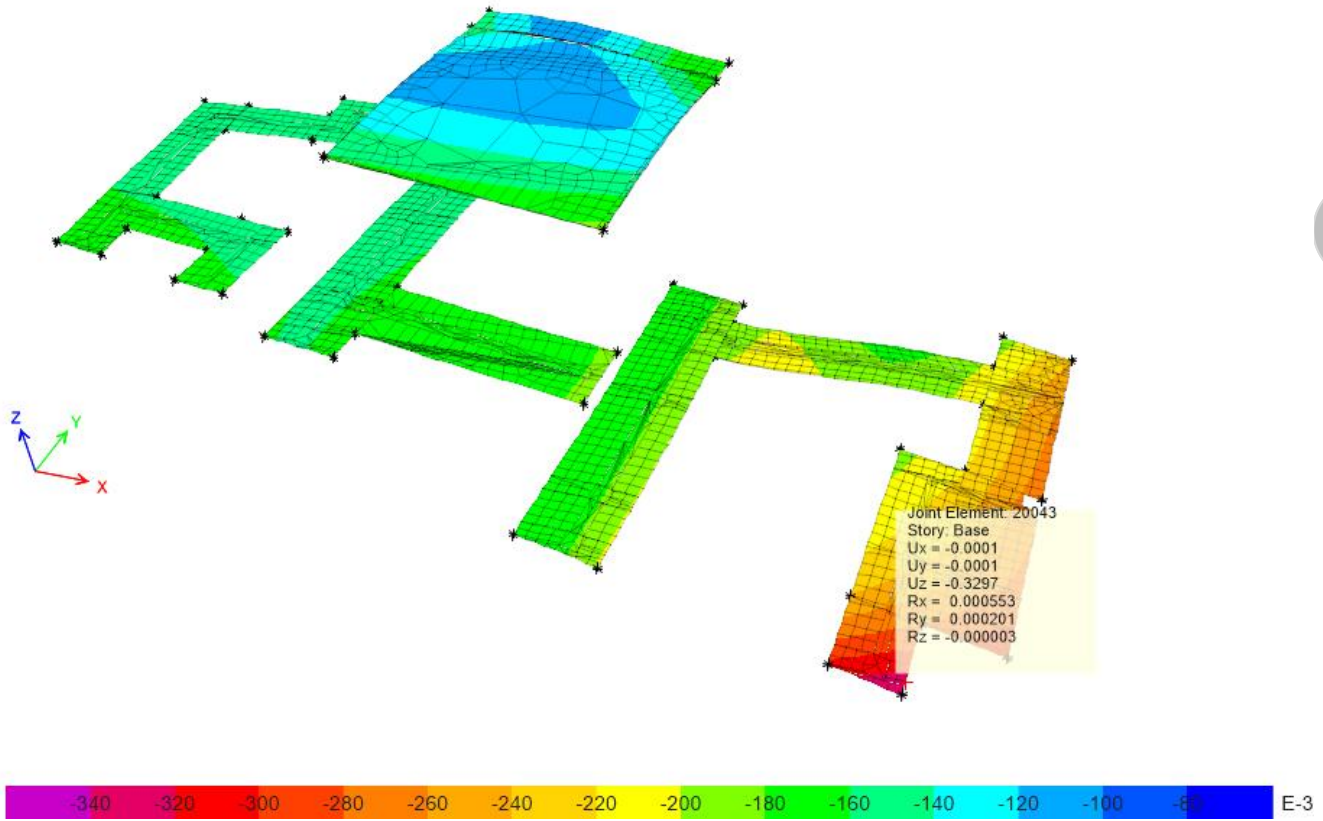
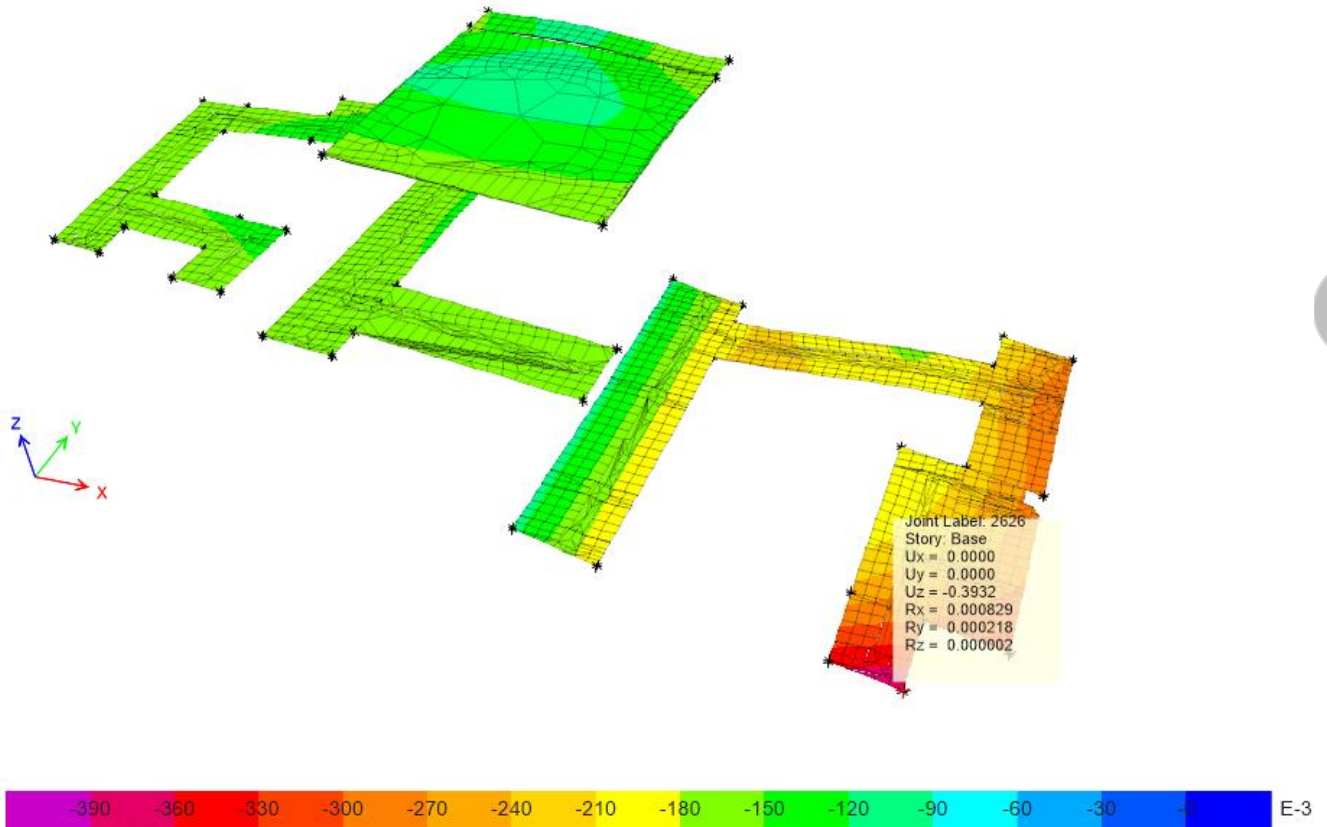


Fig.83: Revisión de asentamientos ante cargas gravitacionales (cm)



MODELO ESTRUCTURAL VILLA REMANSO

3-D View - Displacements (Envelope sismica) Abs Max [cm]



92

Fig.84: Revisión de asentamientos ante cargas sísmicas (cm)

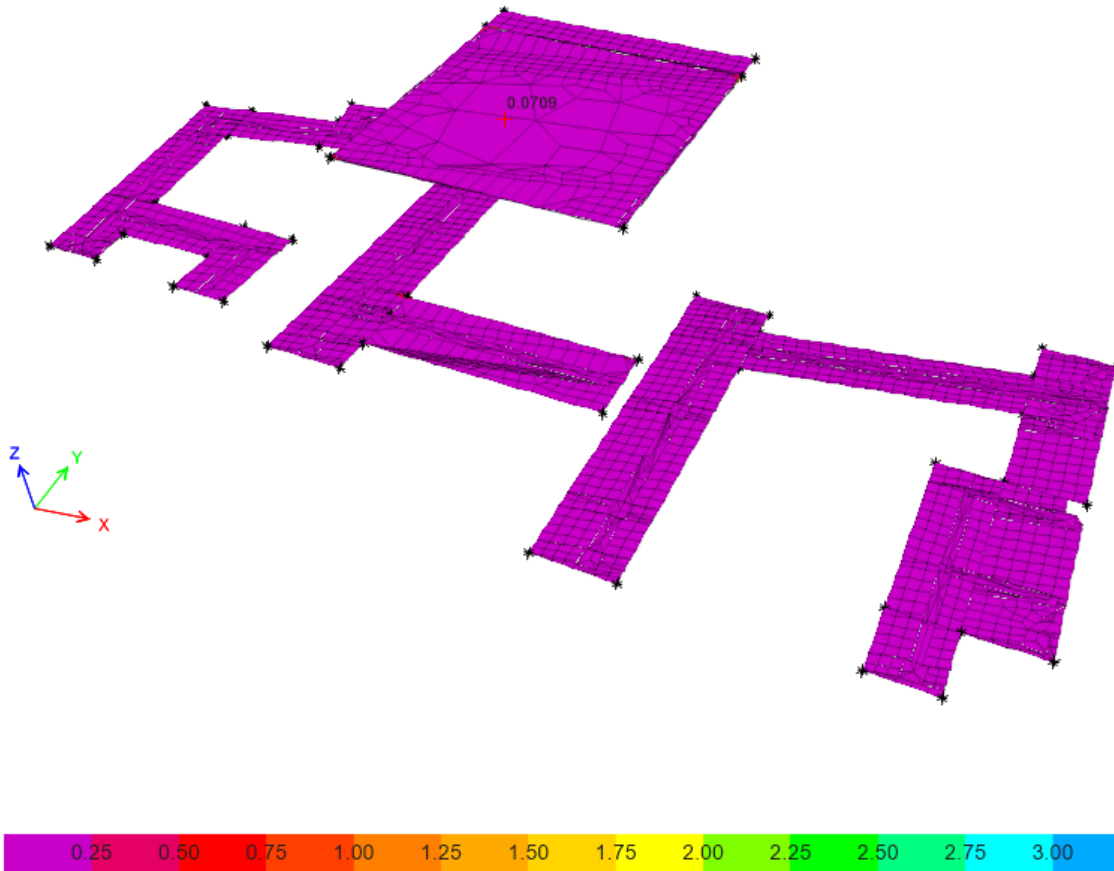
8.1.9. Acero de refuerzo requerido en cimentación

Las cantidades de acero requeridas por la cimentación basado en el diseño por elementos finitos se muestran en las siguientes figuras.



MODELO ESTRUCTURAL VILLA REMANSO

3-D View Slab Finite Element Design - Top Rebar Intensity (Enveloping) [cm^2/cm] - Direction 1



93

Fig.85: Área de acero en dirección X - capa superior (cm^2/m)

Calculo: Ing. Michael Osorio Fley

Reviso: Ing. Carlos Delgado Aleman Lic. MTI No.1439



MODELO ESTRUCTURAL VILLA REMANSO

3-D View Slab Finite Element Design - Bottom Rebar Intensity (Enveloping) [cm²/cm] - Direction 1

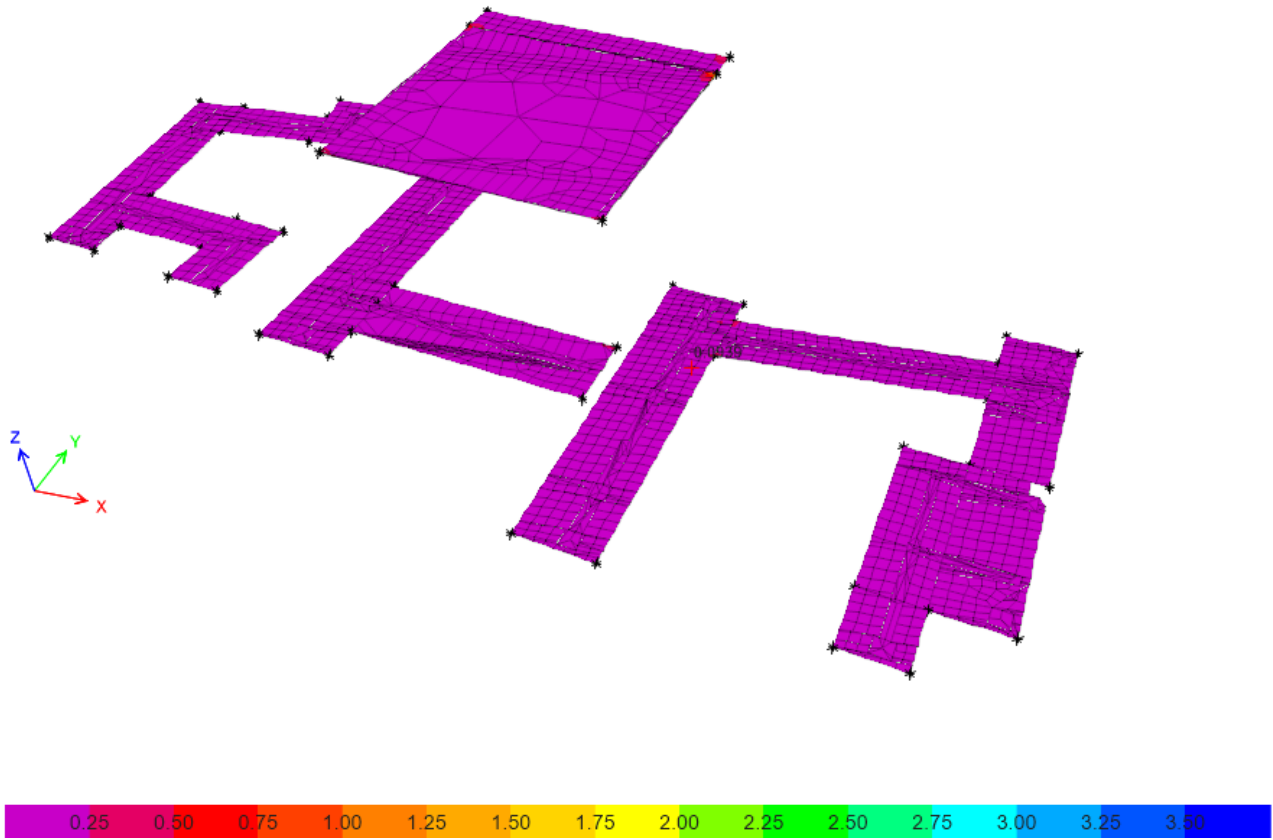


Fig.86: Área de acero en dirección X - capa inferior (cm²/m)

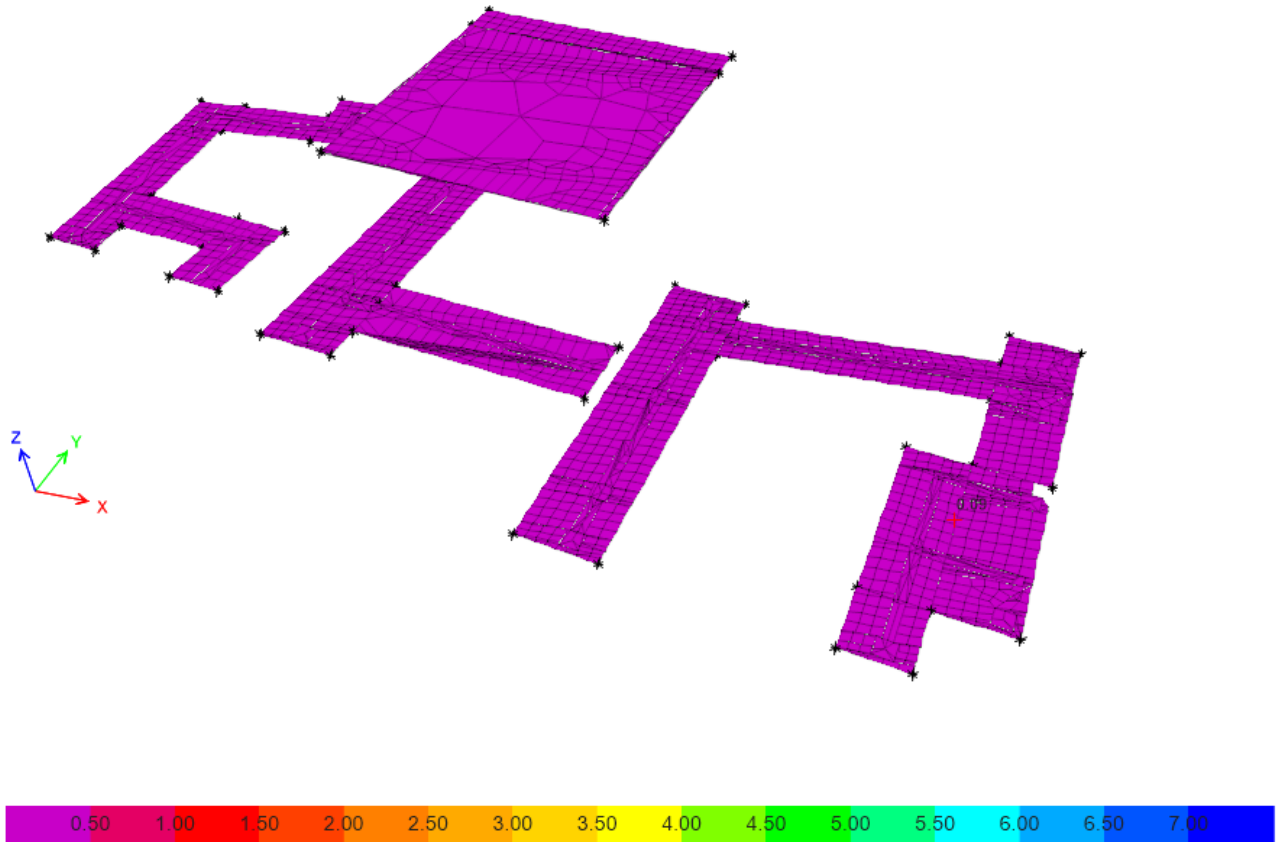
Calculo: Ing. Michael Osorio Fley

Reviso: Ing. Carlos Delgado Aleman Lic. MTI No.1439



MODELO ESTRUCTURAL VILLA REMANSO

3-D View Slab Finite Element Design - Top Rebar Intensity (Enveloping) [cm²/cm] - Direction 2



95

Fig.87: Área de acero en dirección Y - capa superior (cm²/m)

Calculo: Ing. Michael Osorio Fley

Reviso: Ing. Carlos Delgado Aleman Lic. MTI No.1439



MODELO ESTRUCTURAL VILLA REMANSO

3-D View Slab Finite Element Design - Bottom Rebar Intensity (Enveloping) [cm^2/cm] - Direction 2

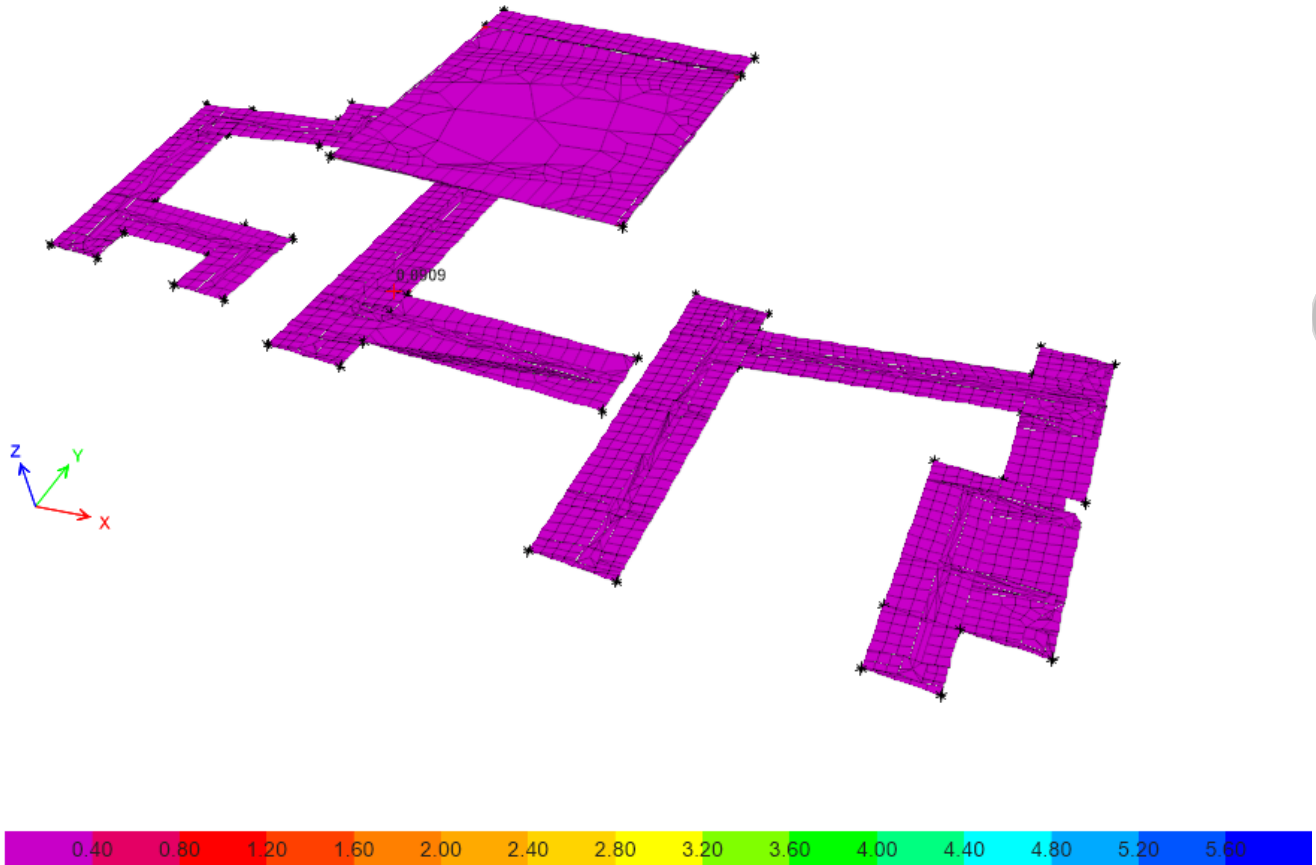


Fig.88: Área de acero en dirección Y - capa inferior (cm^2/m)



8.1.10. Revisión de la resistencia a los esfuerzos cortantes del concreto de la cimentación.

La resistencia a los esfuerzos de corte del concreto es de 6.65 kgf/cm^2 (Arto. 22.5.5.1 del ACI 318-19) los valores de cortantes requeridos para las combinaciones de carga por resistencia última se presentan en las siguientes imágenes.

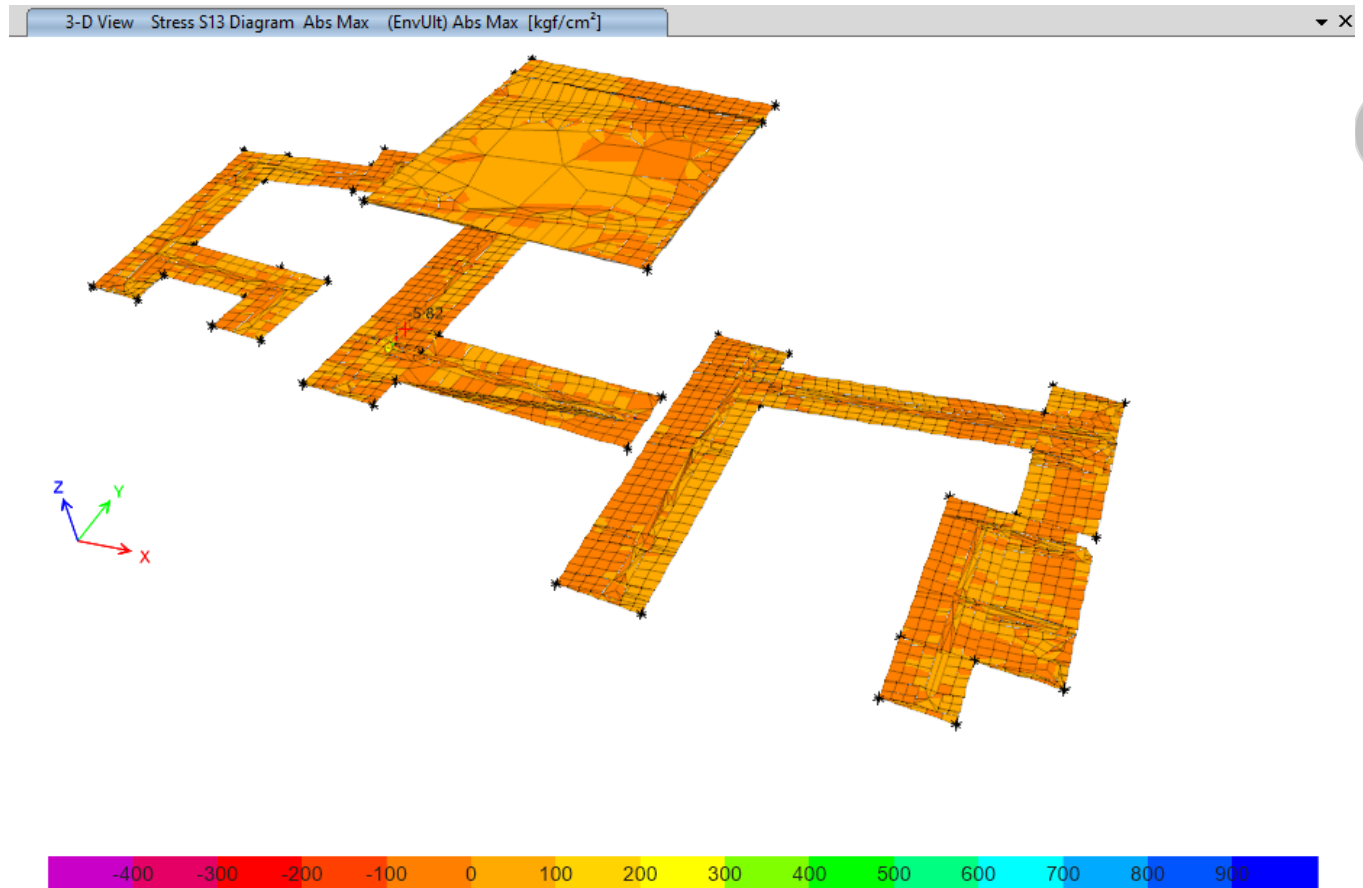
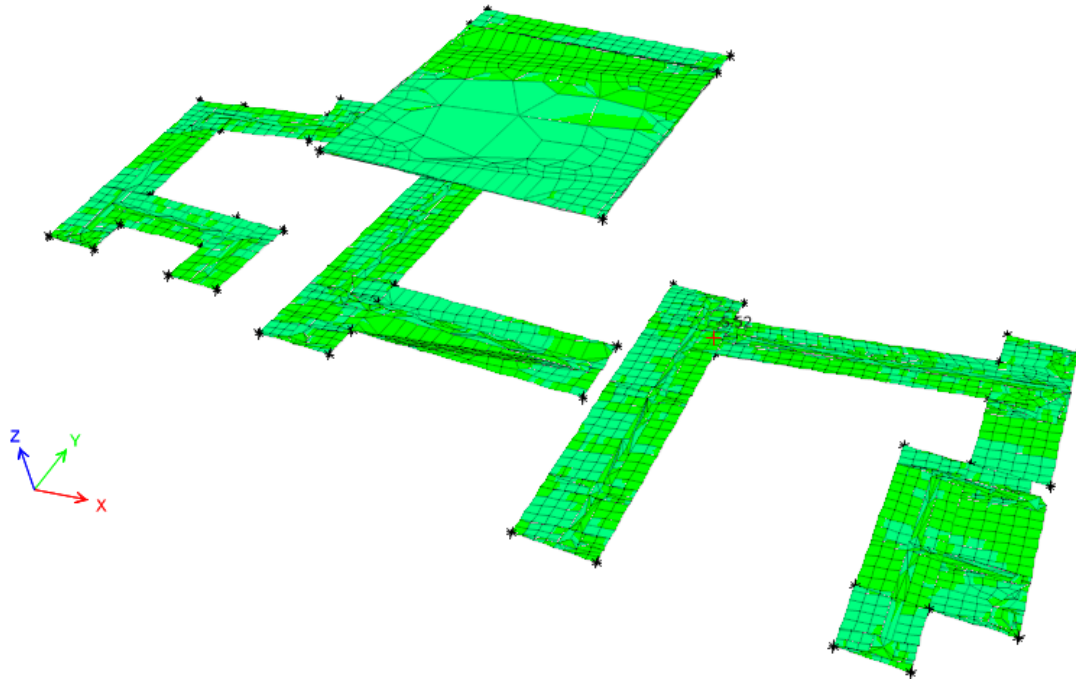


Fig.89: Revisión de la resistencia máxima del concreto a los esfuerzos cortantes S13 ante envolvente última (kgf/cm^2)



MODELO ESTRUCTURAL VILLA REMANSO

3-D View Stress S23 Diagram Abs Max (EnvUlt) Abs Max [kgf/cm²]



98

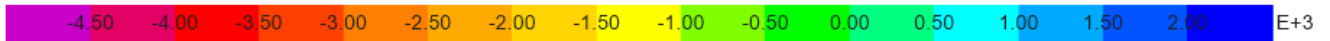


Fig.90: Revisión de la resistencia máxima del concreto a los esfuerzos cortantes S23 ante envolvente última (kgf/cm²)