

## METODO SEAOC

Diseño estructural del colegio de Ingenieros Civiles

### CONSIDERACIONES INICIALES DE LA EDIFICACIÓN

Ubicación: Municipio de San Marcos, San Marcos, Guatemala.

Uso: Colegio

Pisos: 3 Niveles

La estructura será diseñada con un sistema de marcos estructurales

El método para realizar el análisis sísmico será el establecido por la normativa SEAOC

Carga (kg/m <sup>2</sup> )	Viva	Sobre losa	Bajo losa	Sobre Carga
Techo	150	60	25	185
Entre piso	250	60	25	295

Vigas		
Dirección	Y	X
Tipo	V-A	V-I
Base (m)	0.25	0.25
Altura (m)	0.5	0.5
Area (m <sup>2</sup> )	0.125	0.125

Muros	
W (kg/m <sup>2</sup> )	180
Espesor t (m)	0.3
Longitud M1 (m)	1.5
Longitud M2 (m)	1.8
Area M1 (m <sup>2</sup> )	0.45
Area M2 (m <sup>2</sup> )	0.54

Elevador	
Lado corto 1 (m)	0.95
Lado corto 2 (m)	0.95
Lado interno 1 (m)	1.53
Lado interno 2 (m)	1.53
Lado Largo (m)	3.54

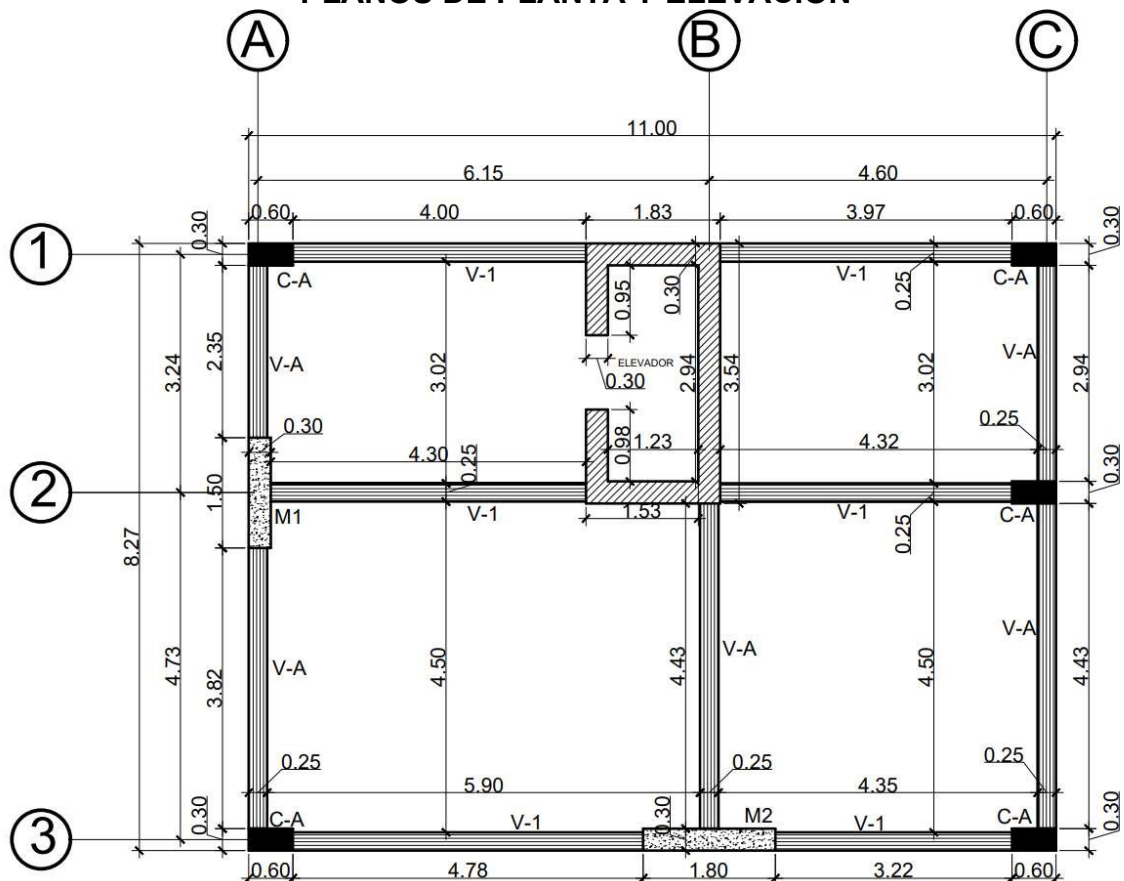
Espesor (m)	0.3
Area (m <sup>2</sup> )	2.56

Datos de concreto	
f'c (kg/cm <sup>2</sup> )	270
Peso concreto w (kg)	2400
Modulo de elasticidad del concreto EC (kg/m <sup>2</sup> )	248118.32
Modulo de corte EG = 40% EC (kg/m <sup>2</sup> )	99247.33
	2.4

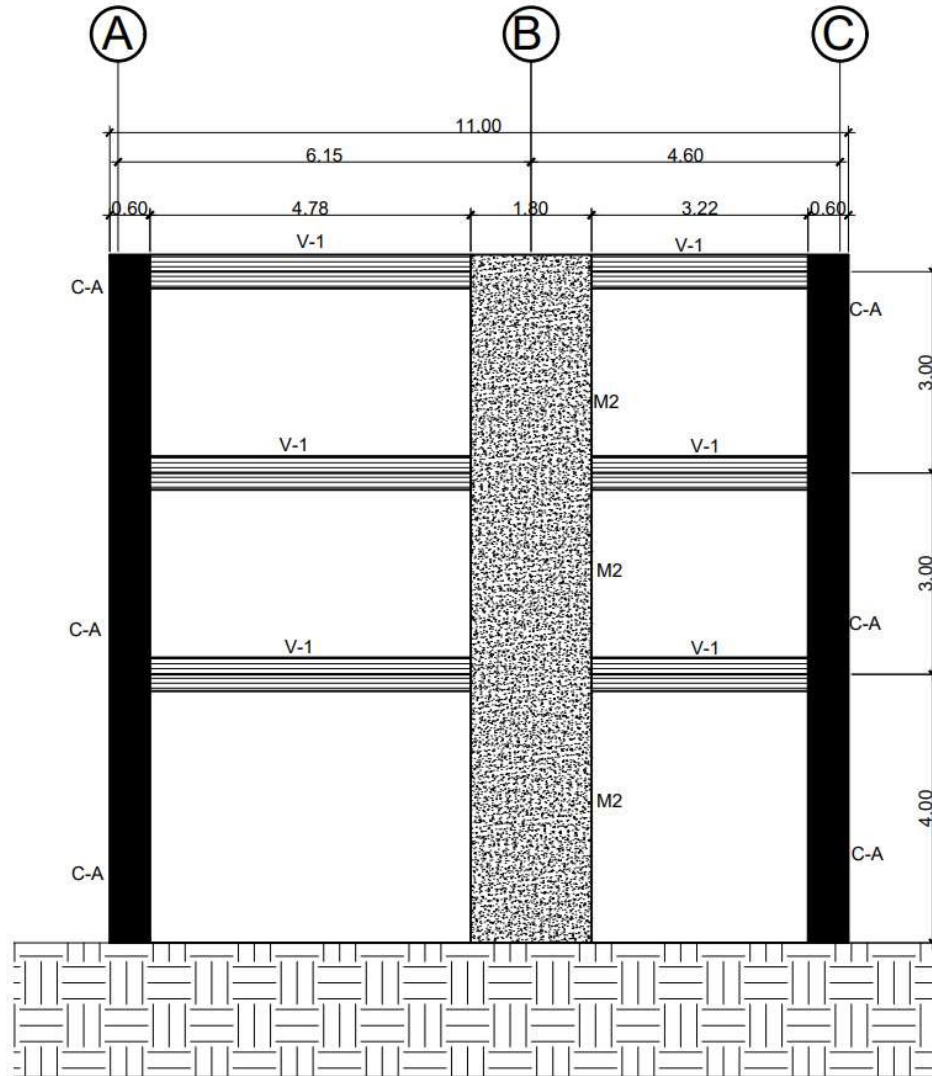
Losas	
t crítico (m)	0.12

Columnas	
Tipo	C-A
Base (m)	0.3
Altura (m)	0.6
Area (m <sup>2</sup> )	0.18

### PLANOS DE PLANTA Y ELEVACIÓN



## PLANTA

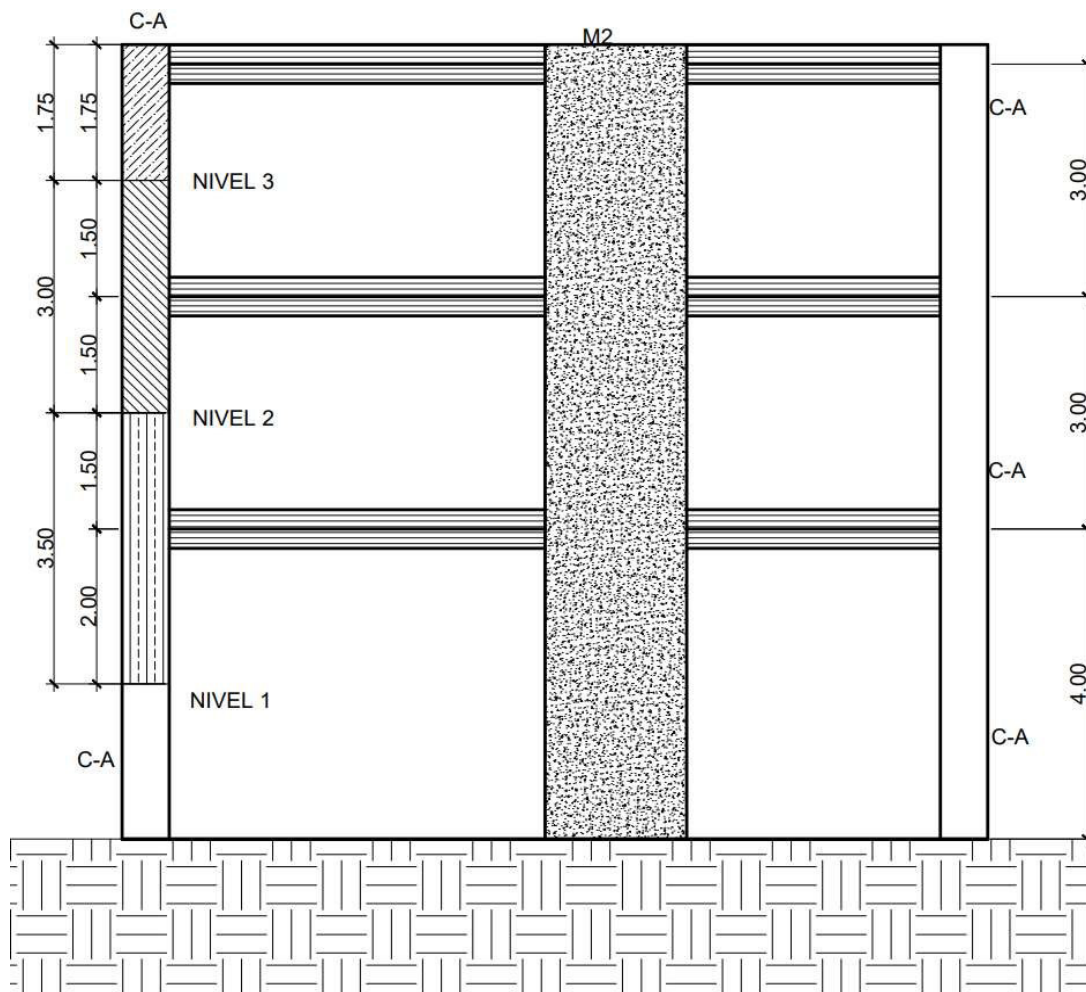


## ELEVACIÓN

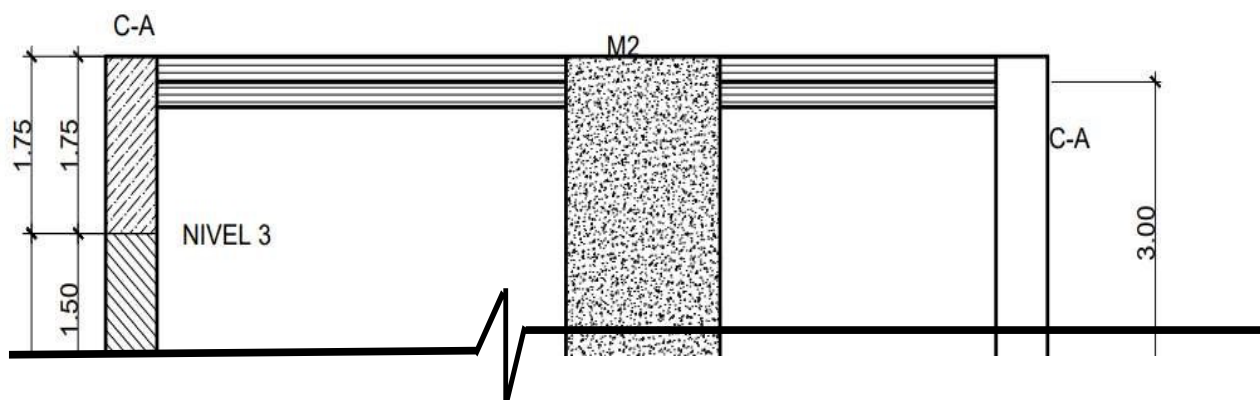
### CÁLCULO NIVEL 3

Las áreas tributarias determinaran la altura de las columnas, para los pisos inferiores, como piso 1 y 2, se considera la mitad de la columna del piso anterior y la mitad del piso en análisis.

Para el ultimo piso: debido a que los muros de corte y elevadores llegan hasta la parte más alta de la estructura, se debe de considerar la mitad faltante de la viga del último piso; ya que las áreas tributarias toman como referencia el eje de la viga.



## PESO DE COLUMNAS



Elemento	Área (m <sup>2</sup> )	Altura (m)		No
Columnas	0.18	1.75	2.4	5
Muro 1	0.45	1.75	2.4	1
Muro 2	0.54	1.75	2.4	1
Elevadores	2.56	1.75	2.4	1

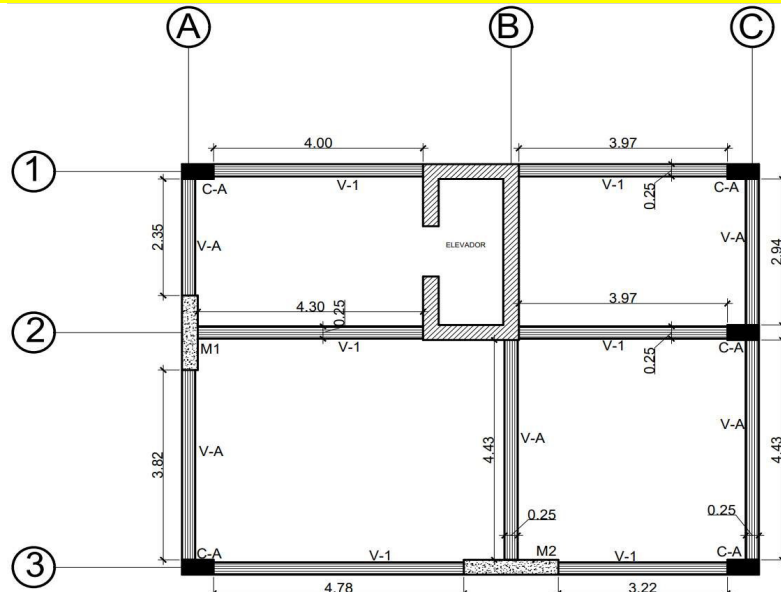
Para el cálculo del peso de los elementos se utilizara la siguiente formula

$W = \text{volumen del elemento} * y * \text{No de elementos}$

Columnas	
Wcol. (Ton)	3.78
Muros	
WM1 (Ton)	1.89
WM2 (Ton)	2.27
Elevadores	
Welev. (Ton)	10.75

W total de columnas	
Wg,OJ total (Ton)	18.69

## PESO DE VIGAS



Eje	Base de viga (m)	Altura de viga (m)	Longitud total (m)
A	0.25	0.5	2.35
A	0.25	0.5	3.82
B	0.25	0.5	4.43
C	0.25	0.5	2.94
C	0.25	0.5	4.43
		Longitud total (m)	17.97

Area de viga (mA2)	0.13
--------------------	------

Eje x			
Eje	Base de viga (m)	Altura de viga (m)	Longitud total (m)
1	0.25	0.5	4
1	0.25	0.5	3.97
2	0.25	0.5	4.3
2	0.25	0.5	3.97
3	0.25	0.5	4.78
3	0.25	0.5	3.22
		Longitud total (m)	24.24

Area de viga (mA2)	0.13
	2.4

### PESO POR LOSA

El peso por losa estará compuesto por los siguientes pesos

Peso por carga muerta: El peso por carga muerta es igual a la suma de los siguientes pesos

$$W_{\text{MUERTA TOTAL}} = W_{\text{PROPIO}} + W_{\text{S/LOSA}} + W_{\text{B/LOSA}} + W_{\text{S/C}}$$

$W_{\text{propio}}$  = peso propio

$W_s/\text{losa} = \text{peso sobre losa}$

$W_b/\text{Losa} = \text{bajo losa}$

$W_s/c = \text{por sobre carga}$

W peso propio: el peso propio se calcula utilizando la siguiente ecuación:

$$\underline{W = \gamma * \text{área total de la losa} * \text{espesor}}$$

W<sub>s</sub>/losa: es todo el peso que se encuentre sobre la losa como: piso, relleno, ducteria

$$W = \text{carga sobre losa} * \text{área total de la losa}$$

W<sub>b</sub>/losa: es todo el peso que se encuentra bajo la losa como: lamparas, repello, cernido, cielo falso

$$W = \text{carga bajo losa} * \text{área total de la losa}$$

W<sub>s</sub>/c: el peso por sobre carga se calcula utilizando la ecuacion:

$$W = \text{sobre carga} * \text{área total de la losa}$$

Peso por carga viva: Será el equivalente al producto de la carga viva por el area donde se

Aplica

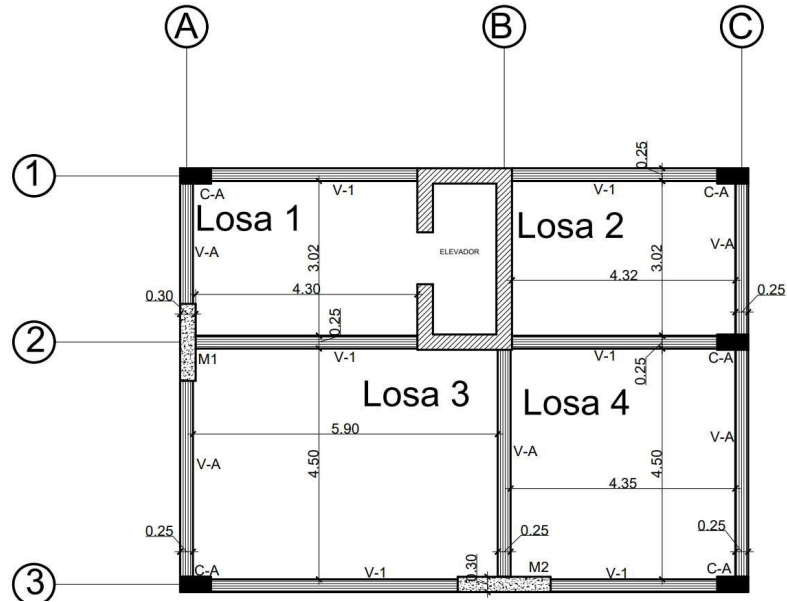
$$W = \text{sobre carga} * \text{área total de la losa}$$

Peso por sismo:

será la suma del 100% de la carga muerta más el 25% de la carga viva

$$W_{\text{sismo}} = 100\%WM + 25\%WV$$

## Planta de losas



Losa	Longitud Y (m)	Longitud	Área (m2)
1	3.02	4.3	12.99
2	3.02	4.32	13.05
3	4.5	5.9	26.55
4	4.5	4.35	19.58
Total Areas (m2)			72.1574

Espesor de losa (m)	0.12
---------------------	------

Carga (kg/m2)	Viva	Sobre losa	Bajo losa	Sobre Carga
Techo	150	60	25	185
Carga (Ton/m2)	Viva	Sobre losa	Bajo losa	Sobre arga
Techo	0.15	0.06	0.025	0.185

	2.4
--	-----

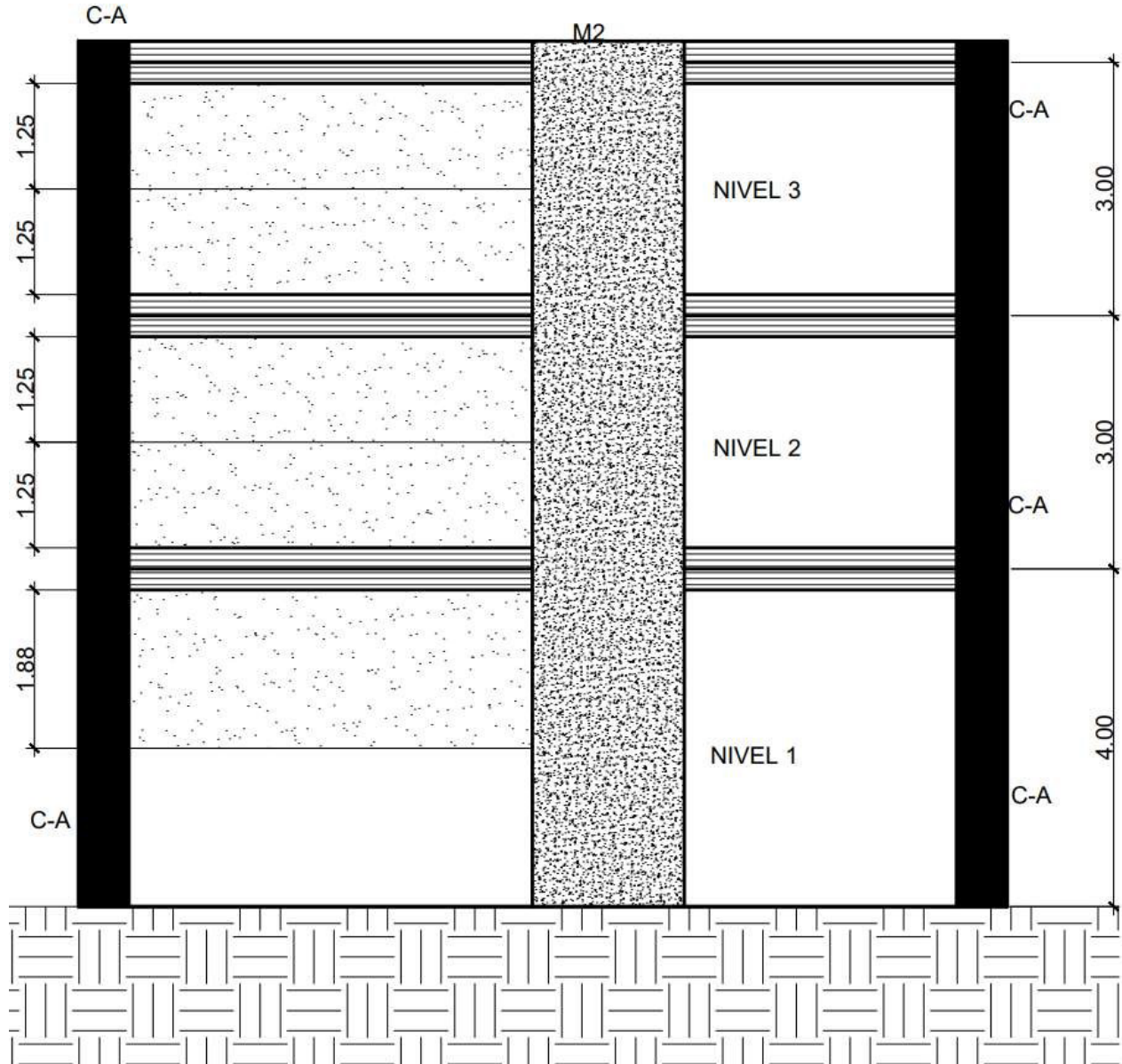


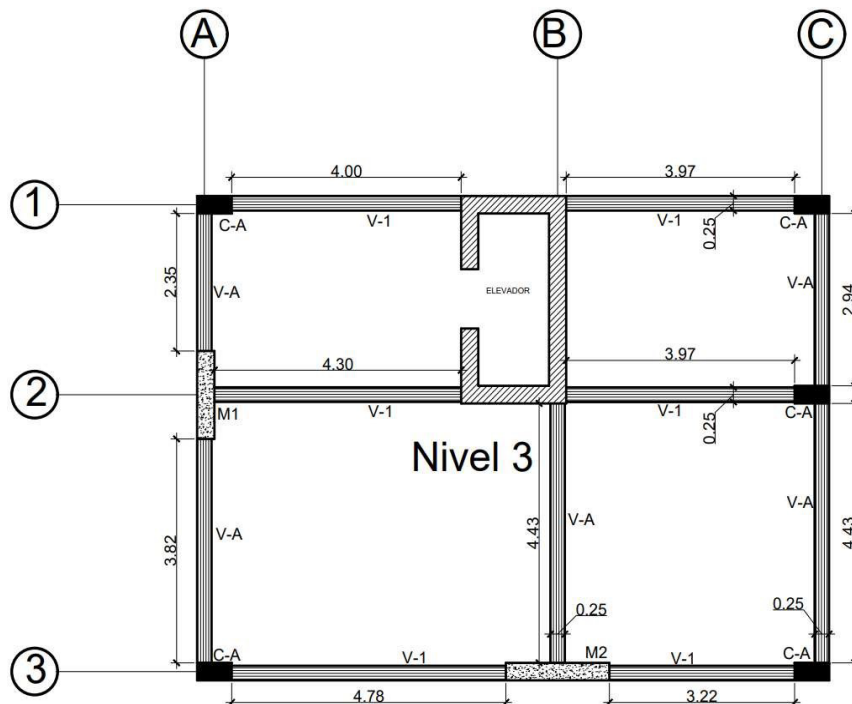
## PESO POR MUROS

Para entrepisos: La altura de los muros de relleno se determina por áreas tributarias, es decir, se considera la mitad de la columna del piso anterior y la mitad del piso en análisis. Además, se le restará el alto de la viga del piso en análisis.

Para último piso: La altura de los muros de relleno se determina por áreas tributarias, es decir, se considera la mitad de la columna del piso en análisis. Además, se le restará el alto de la viga del piso en análisis.

Altura de Muros:





Longitud de Muros

Se suman todas las longitudes de los muros tanto en x como en y

Ltotal (m)	42.21
------------	-------

$W_m$  = peso superficial de mampostería

$W_m$ (Ton/m <sup>2</sup> )	0.18
-----------------------------	------

Para determinar el peso total de muros se utiliza la ecuación

$$W_m = \text{Altura de muros} * \text{longitud total de muros} * \text{peso superficial de la mampostería}$$

Altura de muro	1.25	m
Long. de muro	42.21	m
$W_m$	0.18	Ton/mA2

W total muros	9.5	Ton
---------------	-----	-----

El cálculo del peso sísmico del nivel en análisis es igual a la suma de todos los pesos obtenidos

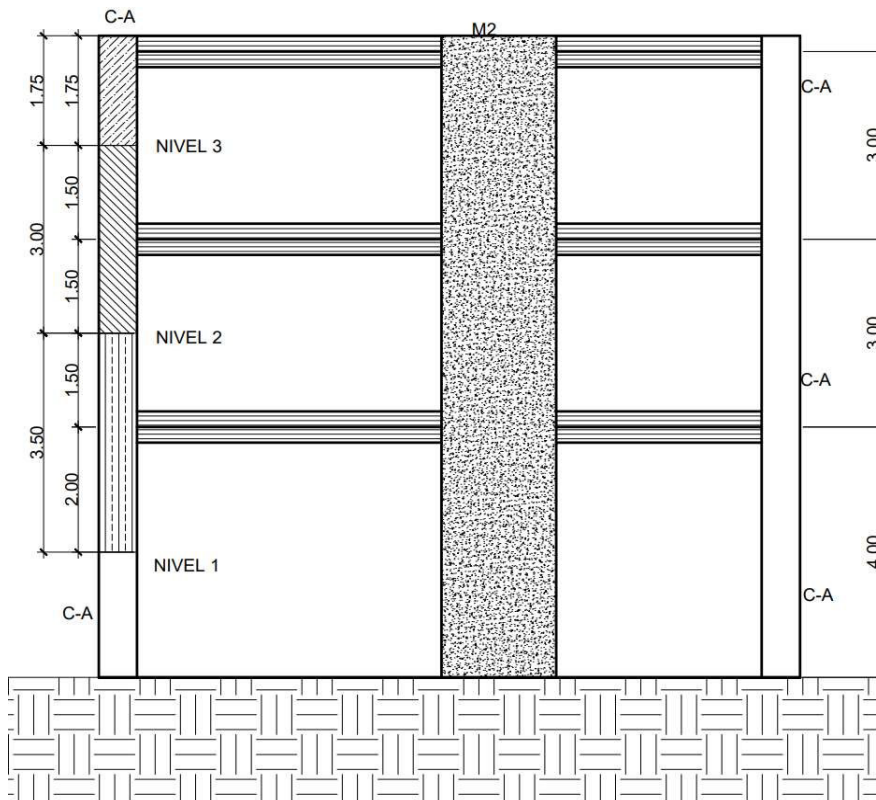
$$W_{total\ nivel\ de\ analisis} = W_{total\ col} + W_{total\ viga} + W_{total\ losa} + W_{total\ muro}$$

Peso sísmico del nivel en análisis	83.82	Ton
------------------------------------	-------	-----

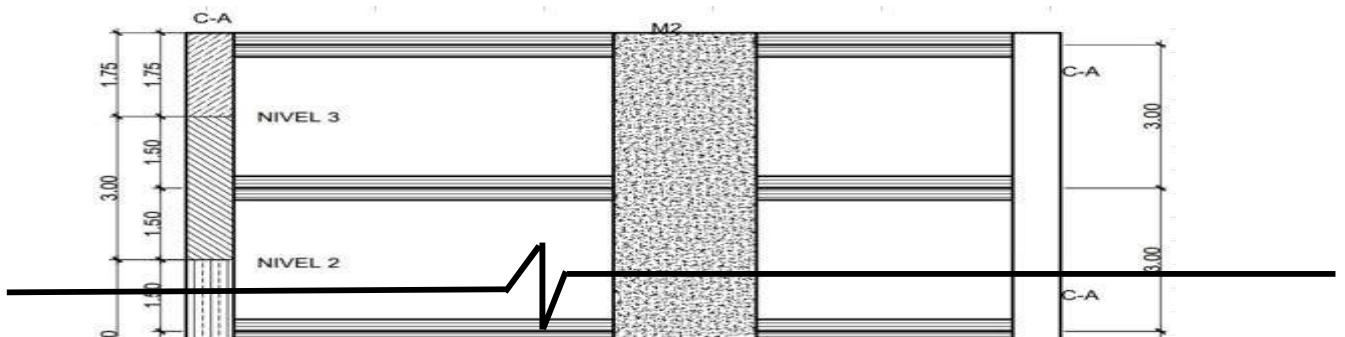
## CÁLCULO NIVEL 2

Las áreas tributarias determinaran la altura de las columnas, para los pisos inferiores, como piso 1 y 2, se considera la mitad de la columna del piso anterior y la mitad del piso en analisis.

Para el ultimo piso: debido a que los muros de corte y elevadores llegan hasta la parte más alta de la estructura, se debe de considerar la mitad faltante de la viga del último piso; ya que las áreas tributarias toman como referencia el eje de la viga.



## PESO DE COLUMNAS



Elemento	Área (m <sup>2</sup> )	Altura (m)		No
Columnas	0.18	3.00	2.40	5.00
Muro 1	0.45	3.00	2.40	1.00

Muro 2	0.54	3.00	2.40	1.00
Elevadores	2.56	3.00	2.40	1.00

Para el cálculo del peso de los elementos se utilizara la siguiente formula

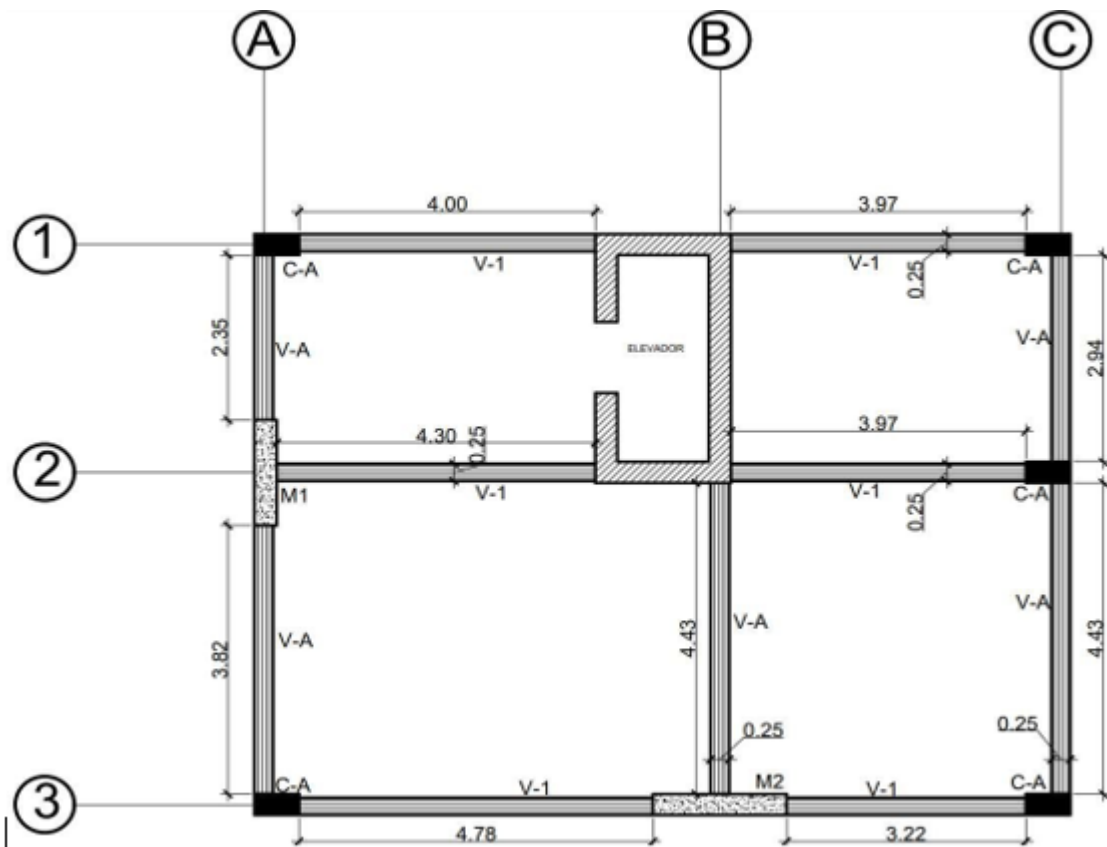
$$W = \text{volumen del elemento} * \gamma * \text{No de elementos}$$

<u>Columnas</u>	
Wcol. (Ton)	6.48
<u>Muro</u>	
WM1 (Ton)	3.24
WM2 (Ton)	3.89
<u>Elevadores</u>	

Welev. (Ton)	18.42
--------------	-------

W total de columnas	
Wcol total (Ton)	32.03

## PESO DE VIGAS



Eje Y			
Eje	Base de viga (m)	Altura de viga	Longitud (m)
A	0.25	0.5	2.35
A	0.25	0.5	3.82
B	0.25	0.5	4.43
C	0.25	0.5	2.94
C	0.25	0.5	4.43
Longitud total			17.97
Area de viga (m <sup>2</sup> )		0.13	

Eje X			
Eje	Base de viga (m)	Altura de viga	Longitud (m)
1	0.25		
1	0.25	0.5	3.97
2	0.25	0.5	4.3
2	0.25	0.5	3.97
3	0.25	0.5	4.78
3	0.25	0.5	3.22
Longitud total			24.24

Area de viga (m <sup>2</sup> )	0.13
--------------------------------	------

	2.40
--	------

$$W = \text{volumen del elemento} * \gamma$$

W de viga en eje Y		W de viga en eje X	
Wvy (Ton)	5.39	Wvx (Ton)	7.27
W Total de vigas			
Wviga total (Ton)		12.66	

## PESO POR LOSA

El peso por losa estara compuesto por los siguientes pesos

Peso por carga muerta: El peso por carga muerta es igual a la suma de los siguientes pesos

$$W_{\text{muerta total}} = W_{\text{propia}} + W_{s/\text{losa}} + W_{b/\text{losa}} + W_{s/c}$$

$W_{\text{propia}}$  = peso propio

$W_{s/\text{losa}}$  = peso sobre losa

$W_{b/\text{losa}}$  = peso bajo losa

$W_{s/c}$  = peso por sobre carga

W peso propio: el peso propio se calcula utilizando la siguiente ecuación:

$$W = \gamma * \text{área total de la losa} * \text{espesor}$$

$W_{s/\text{losa}}$ : es todo el peso que se encuentre sobre la losa como: piso, relleno, ducteria

$$W_{s/\text{losa}} = \text{carga sobre losa} * \text{área total de la losa}$$

$W_{b/\text{losa}}$ : es todo el peso que se encuentra bajo la losa como: lamparas, repello, cernido, cielo falso

$$W_{b/\text{losa}} = \text{carga bajo losa} * \text{área total de la losa}$$

$W_{s/c}$ : el peso por sobre carga se calcula utilizando la ecuación:

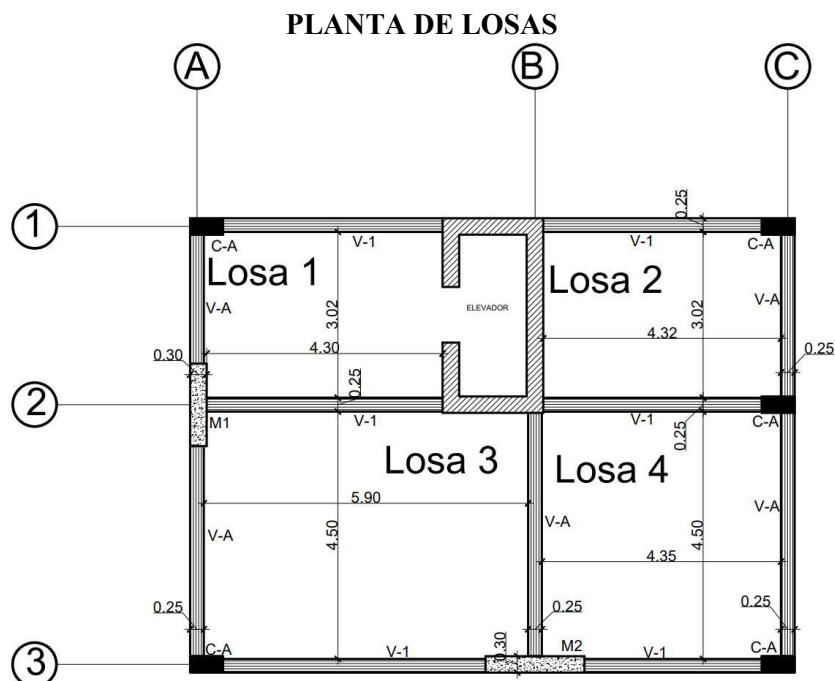
$$W_{s/c} = \text{sobre carga} * \text{área total de la losa}$$

Peso por carga viva: Será el equivalente al producto de la carga viva por el área donde se aplica  $W =$

$$\text{carga viva} * \text{área total de la losa}$$

Peso por sismo:

será la suma del 100% de la carga muerta más el 25% de la carga viva



Losa	Longitud Y (m)	Longitud X (m)	Área (m <sup>2</sup> )
1	3.02	4.30	12.99
2	3.02	4.32	13.05
3	4.50	5.90	26.55
4	4.50	4.35	19.58
total areas (m <sup>2</sup> )			72.1574

Espesor de losa (m)				0.12
Carga (kg/m <sup>2</sup> )	Viva	Sobre losa	Bajo losa	Sobre Carga
Entre piso	250.00	60.00	25.00	295.00
Carga (Ton/m <sup>2</sup> )	Viva	Sobre losa	Bajo losa	Sobre Carga
Techo	0.25	0.06	0.025	0.295
				2.40

#### Peso muerto total

Wpropio (Ton)	20.78
---------------	-------

WS/Losa (Ton)	4.33
---------------	------

WB/Losa (Ton)	1.80
---------------	------

WS/C (Ton)	21.29
------------	-------

$$W_{MUERTA\ TOTAL} = W_{PROPIO} + W_{S/LOSA} + W_{B/LOSA} + W_{S/C}$$

W muerta total	48.20
----------------	-------

#### Peso carga viva

$$W_v = \text{carga viva} * \text{área total de la losa}$$

Wv (Ton)	18.04
----------	-------

#### Peso por sismo

$$W_{sismo} = 100\%WM + 25\%WV$$

Wsismo (Ton)	52.71
--------------	-------

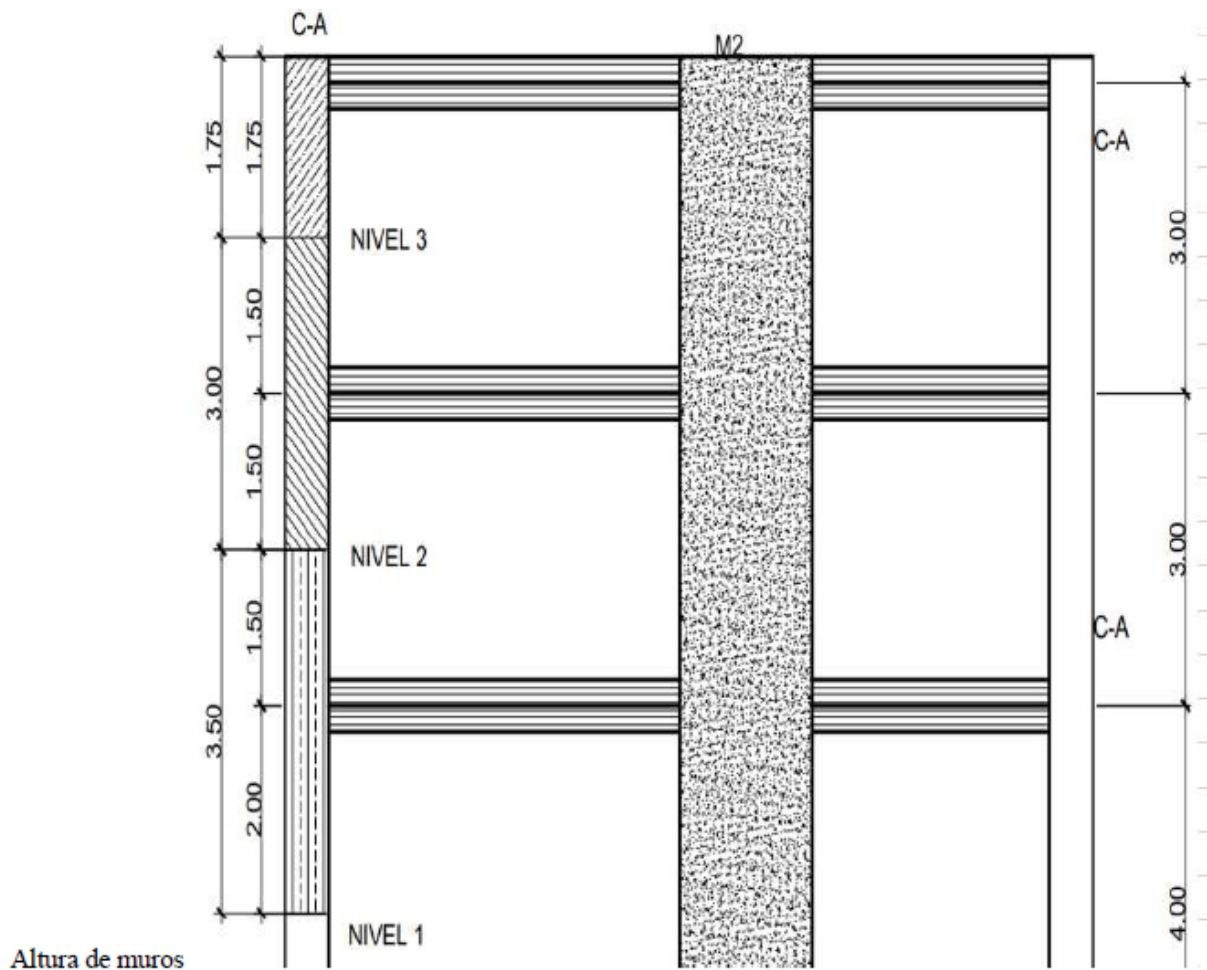
W total losa (Ton)	52.71
--------------------	-------



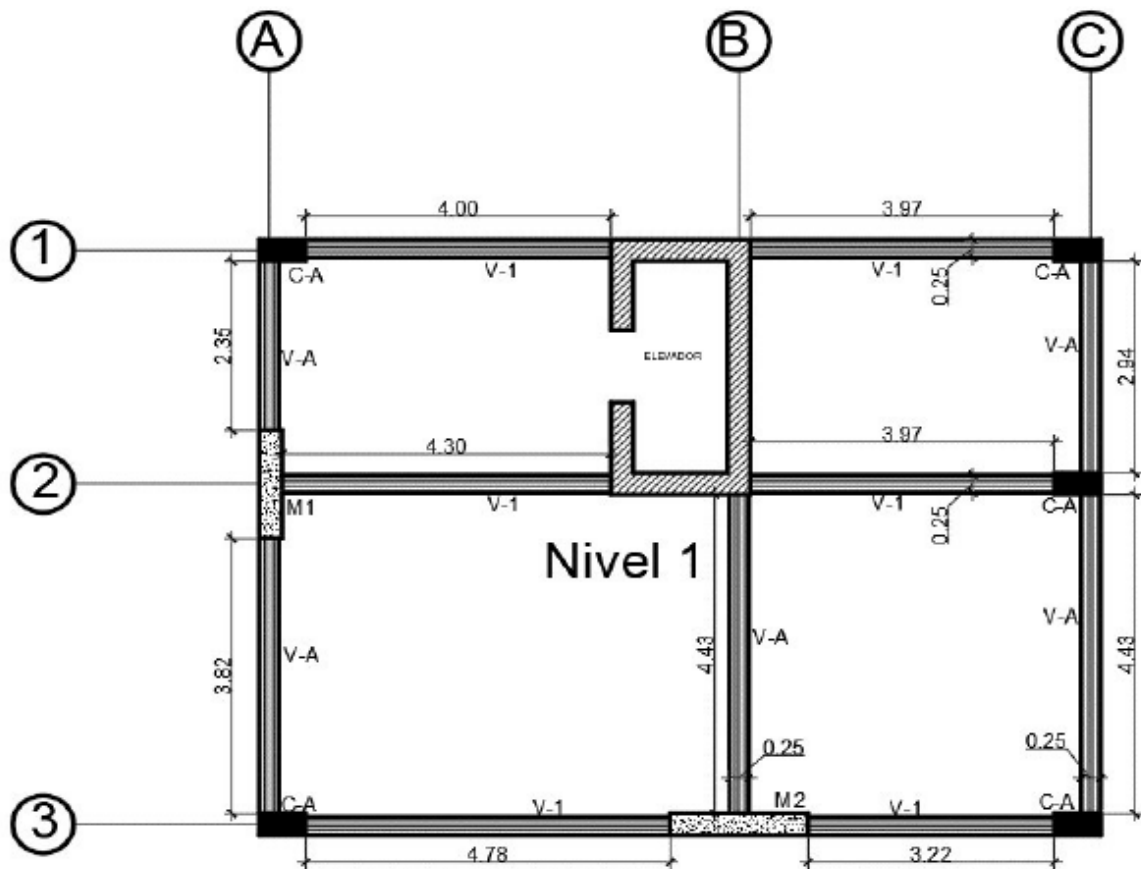
## PESO POR MUROS

Para entrepisos: La altura de los muros de relleno se determina por áreas tributarias, es decir, se considera la mitad de la columna del piso anterior y la mitad del piso en análisis.

Ademara, se le restará el alto de la viga del piso en análisis. Para ultimo piso: La altura de los muros de relleno se determina por área; tributarias. Es decir, se considera la mitad de la columna del piso en análisis. Además, se le restará el alto de la viga del piso en análisis.



### Longitud de Muros



Se suman todas las longitudes de los muros tanto en x como en y

Ltotal (m)	42.21
------------	-------

Wm = peso superficial de mampostería

Wm (Ton/m <sup>2</sup> )	0.18
--------------------------	------

Para determinar el peso total de muros se utiliza la ecuación:

$$W = \text{Altura de muros} * \text{longitud total de muros} * \text{peso superficial de la mampostería}$$

Altura de muro	3.125	m
Long. de muro	4221	m
w <sub>m</sub>	0.18	Ton/m <sup>2</sup>
W total muros	23.74	Ton

El cálculo del peso sísmico del nivel en análisis es igual a la suma de todos los pesos obtenidos

$$W = W_1 + W_2 + W_3 + W_4$$

PESO SISMICO DEL NIVEL DE ANALISIS	126.49	TON
------------------------------------	--------	-----

## CENTRO DE MASA

**Centro de masa:** El centro de masa se calcula con el peso de las losas de cada piso considerando que la mayor contribución en el peso de la estructura es por parte de las losas.

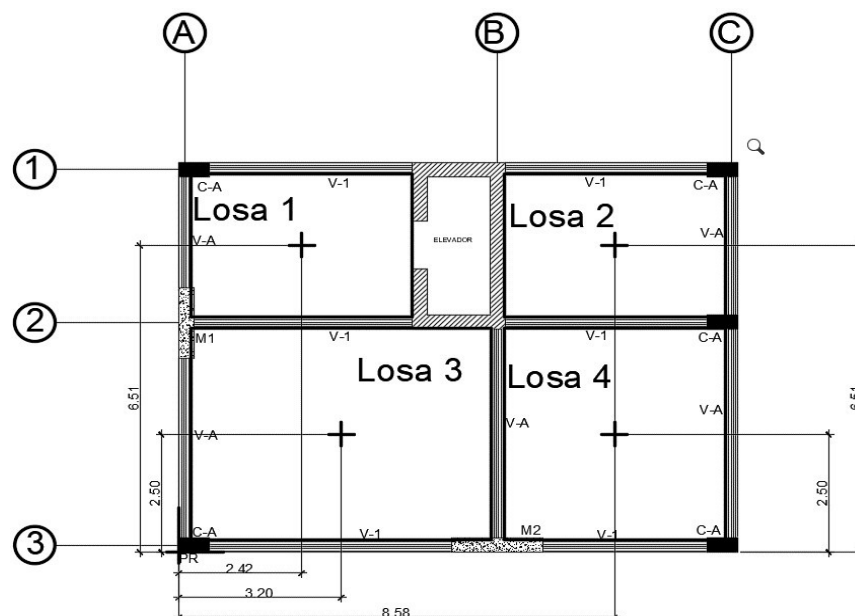
**Punto de referencia:** Se coloca un punto de referencia en una de las esquinas de la estructura el cual servira para obtener los centros de masa de cada una de las losas.

**Método de cálculo:** se calcula las coordenadas del centro de masa respecto al punto de referencia haciendo uso de el teorema de ejes paralelos.

Ecuación ejes paralelos:

$$X_{CM} = \frac{\sum A * \bar{x}}{\sum A} \qquad Y_{CM} = \frac{\sum A * \bar{y}}{\sum A}$$

Planta de centro de Masa:



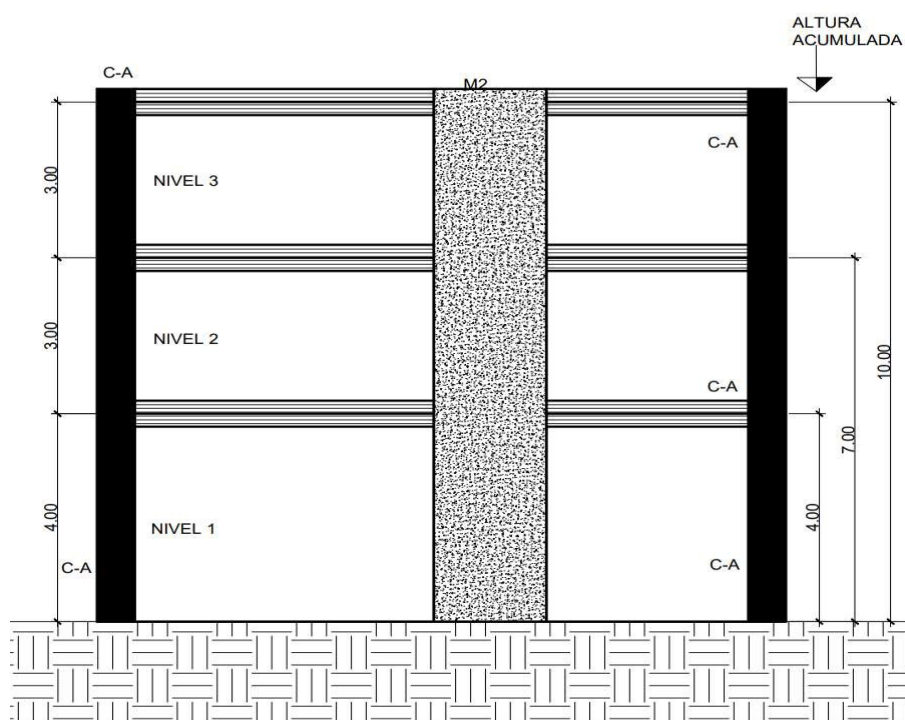
### Calculo de centro de masa:

Losa	Área (m <sup>2</sup> )	x (m)	y (m)	A*x	A*y
1	12.99	2.42	6.51	31.43	84.54
2	13.05	8.58	6.51	111.94	84.93
3	26.55	3.20	2.50	84.96	66.38
4	19.58	8.58	2.50	167.95	48.94
	72.16			396.28	284.78

### Centro de masa XCM, YCM utilizando teorema de ejes paralelos

Sumatoria A*x	Sumatoria A*y	Sumatoria Área
396.28	284.78	72.16
	XCM (m)	5.49
	YCM (m)	3.95

Altura acumulada: es la suma de todos los niveles en la ruta.



Nivel	Peso sismico (ton)	Altura acumulada(m)
1	126.49	4
2	116.40	7
3	83.82	10
	326.71	21

### Cálculo de coeficiente ZICKS

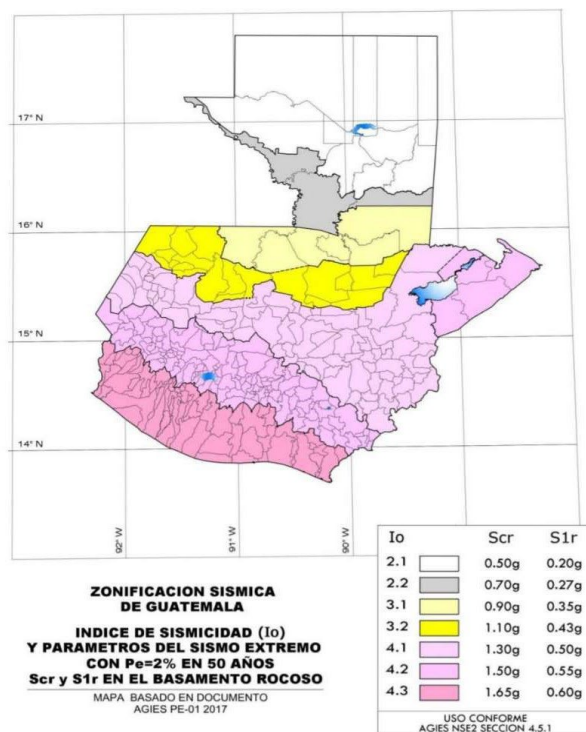
El método SEAOCs utiliza el Coeficiente ZICKS para el cálculo de diseño de la estructura

Z= Coeficiente de riesgo  
I= Coeficiente de importancia  
C= Coeficiente de vibración  
K= Coeficiente estructural  
S= Coeficiente de suelo

Z= Coeficiente de riesgo

Según la Zona del mapa de zonificación sísmica de Guatemala donde se ubique la estructura será el valor de Z a utilizar.

Figura 4.5-1 — Mapa de zonificación sísmica de Guatemala



Zona	Z
1	0.25
2	0.5
3	0.75
4	1

La estructura se ubica en el departamento de San Marcos el cual se encuentra en la zona 4 del mapa de sismicidad

Z	1
---	---

I= Coeficiente de importancia

Modifica el espectro y con ellos las fuerzas de diseño, de acuerdo con el grupo de uso que este designada.

Coeficiente de mayoración de los valores de cálculo de las fuerzas del viento o sísmicas sobre un edificio según su elevado nivel de ocupación,

Depende de la importancia habitacional o utilidad que se le valla a dar a la estructura, está comprendida en un rango de 1 a 1.50.

GRUPOS DE USO: Todas las edificaciones deben clasificarse dentro de uno de los siguientes grupos de uso:

Grupo IV. Edificaciones Indispensables: son aquellas edificaciones de atención a la comunidad que deben funcionar durante y después de un sismo, y cuya operación no puede ser trasladada rápidamente a un lugar alterno.

Grupo III. Edificaciones de atención a la comunidad: Este grupo comprende aquellas edificaciones y sus accesos que son indispensables después de un temblor para atender la emergencia y preservar la salud y la seguridad de las personas. Exceptuando las incluidas en el grupo IV Grupo II. Estructuras de ocupación especial: Son aquellas edificaciones donde se puedan reunir más de 200 personas en un mismo salón, edificaciones donde trabajen o residan más de 3000 personas.

Grupo I: Estructuras de ocupación normal: Todas las edificaciones cubiertas por el alcance de este reglamento, pero que no se han incluido en los grupos II, III y IV

Grupo de Uso	Edificaciones	Coefficiente de Importancia, I
IV	Entidades que prestan servicios post-catastróficos, como hospitales, bomberos, cruz roja y seguridad. Porque al ocurrir un sismo estas instituciones son esenciales para sobrevivir por su asistencia social.	I = 1.50
III	Edificaciones de importancia social como, escuelas, colegios, institutos, universidades, etc. Estas edificaciones son declaradas albergues.	I = 1.30
II	Estas edificaciones que vallan albergar a muchas personas, usos multifamiliares, como biblioteca e iglesias, almacenes y centros comerciales con más de 500 m <sup>2</sup> por piso, graderías al aire libre donde puedan haber más de 2000 personas a la vez.	$1.10 \leq I \leq 1.15$
I	Edificios unifamiliares o no habitables, como tanques elevados, casas, bodegas, etc.	I = 1

La estructura al ser un Colegio sera diseñado como albergue

I	1.3
---	-----

#### C= Coeficiente de vibración

Para determinar el coeficiente de vibración se hace uso de la siguiente ecuación:

$$C_X = \frac{1}{15 * PNV_X^{\frac{1}{2}}} \quad C_Y = \frac{1}{15 * PNV_Y^{\frac{1}{2}}}$$

Para PNV se utiliza la siguiente ecuación:

Para X

$$PNV_X = \frac{0.0906 * h_{total}}{\sqrt{D_x}}$$

Para Y

$$PNV_Y = \frac{0.0906 * h_{total}}{\sqrt{D_y}}$$

Donde: hn= la altura total del edificio, no altura total a eje.

Dx= distancia total en el eje x

Dy= distancia total en el eje y

La ecuación a utilizar depende del eje que se desee analizar