

ÍNDICE

1.- SISMO	2
1.1.- Datos generales de sismo.....	2
1.2.- Espectro de cálculo.....	3
1.2.1.- Espectro elástico de aceleraciones.....	3
1.2.2.- Espectro de diseño de aceleraciones.....	4
1.3.- Fuerzas laterales equivalentes.....	5
1.3.1.- Estimación del periodo fundamental de la estructura.....	5
1.3.2.- Cortante basal de diseño.....	5
1.3.3.- Distribución vertical del cortante basal.....	6
1.4.- Centro de masas, centro de rigidez y excentricidades de cada planta.....	7



1.- SISMO

Norma utilizada: NSR-10

Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente (2010)

Método de cálculo: Método de la fuerza lateral equivalente (NSR-10, A.4)

1.1.- Datos generales de sismo

Caracterización del emplazamiento

A_a : Aceleración horizontal pico efectiva (NSR-10, A.2.2)

A_a : 0.25 g

A_v : Velocidad horizontal pico efectiva (NSR-10, A.2.2)

A_v : 0.25 g

V_m : Velocidad media de onda de cortante (NSR-10, A.2.4.3)

V_m : 180.00 m/s

Sistema estructural

R_{0x} : Coeficiente de disipación de energía básico (X) (NSR-10, A.3)

R_{0x} : 5.00

R_{0y} : Coeficiente de disipación de energía básico (Y) (NSR-10, A.3)

R_{0y} : 5.00

Φ_a : Coeficiente de irregularidad en altura (NSR-10, A.3.3.5)

Φ_a : 1.00

Φ_p : Coeficiente de irregularidad en planta (NSR-10, A.3.3.4)

Φ_p : 1.00

Φ_{rx} : Coeficiente por ausencia de redundancia (X) (NSR-10, A.3.3.8)

Φ_{rx} : 1.00

Φ_{ry} : Coeficiente por ausencia de redundancia (Y) (NSR-10, A.3.3.8)

Φ_{ry} : 1.00

Estimación del periodo fundamental de la estructura: Según norma

Tipología estructural (X): II

Tipología estructural (Y): II

h : Altura del edificio

h : 7.64 m

Tipo de edificación (NSR-10, A.2.5): II

Parámetros de cálculo

Fracción de sobrecarga de uso

: 0.00

Fracción de sobrecarga de nieve

: 0.00

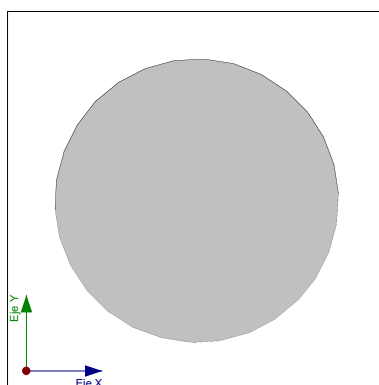
No se realiza análisis de los efectos de 2º orden

Criterio de armado a aplicar por ductilidad: Moderado (DMO)

Direcciones de análisis

Acción sísmica según X

Acción sísmica según Y

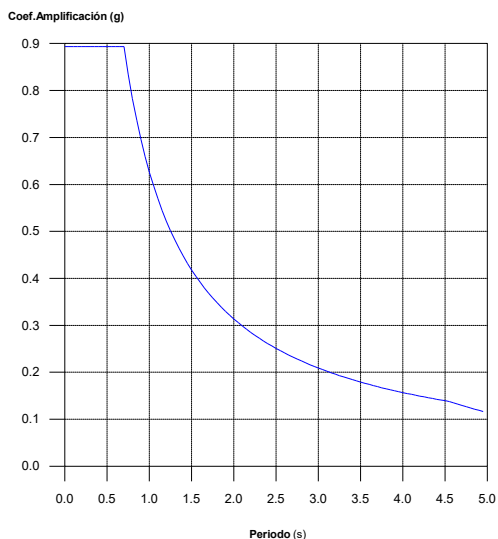


Proyección en planta de la obra



1.2.- Espectro de cálculo

1.2.1.- Espectro elástico de aceleraciones



Coef. Amplificación:

$$S_{ae} = 2.5 \cdot A_a \cdot F_a \cdot I$$

$$S_{ae} = \frac{1.2 \cdot A_v \cdot F_v \cdot I}{T}$$

$$S_{ae} = \frac{1.2 \cdot A_v \cdot F_v \cdot T_L \cdot I}{T^2}$$

$$T \leq T_C$$

$$T_C \leq T \leq T_L$$

$$T \geq T_L$$

El valor máximo de las ordenadas espectrales es 0.894 g.

NSR-10 (A.2.6.1)

Parámetros necesarios para la definición del espectro

A_a: Aceleración horizontal pico efectiva (NSR-10, A.2.2)

$$A_a : 0.25 \text{ g}$$

A_v: Velocidad horizontal pico efectiva (NSR-10, A.2.2)

$$A_v : 0.25 \text{ g}$$

F_a: Coeficiente de amplificación de la aceleración en zona de periodos cortos (NSR-10, Tabla A.2.4-3)

$$F_a : 1.30$$

Tipo de perfil de suelo (NSR-10, A.2.4)

$$\text{Suelo} : D$$

A_a: Aceleración horizontal pico efectiva (NSR-10, A.2.2)

$$A_a : 0.25 \text{ g}$$

F_v: Coeficiente de amplificación de la aceleración en zona de periodos intermedios (NSR-10, Tabla A.2.4-4)

$$F_v : 1.90$$

Tipo de perfil de suelo (NSR-10, A.2.4)

$$\text{Suelo} : D$$

A_v: Velocidad horizontal pico efectiva (NSR-10, A.2.2)

$$A_v : 0.25 \text{ g}$$

I: Coeficiente de importancia (NSR-10, A.2.5)

$$I : 1.10$$

Tipo de edificación: II

T_C: Periodo correspondiente a la transición entre la zona de aceleración constante y la parte descendente del mismo (NSR-10, A.2.6.1)

$$T_C : 0.70 \text{ s}$$

$$T_C = 0.48 \frac{A_v \cdot F_v}{A_a \cdot F_a}$$

T_L: Periodo correspondiente al inicio de la zona de desplazamiento aproximadamente constante (NSR-10, A.2.6.1)

$$T_L : 4.56 \text{ s}$$

$$T_L = 2.4 \cdot F_v$$



1.2.2.- Espectro de diseño de aceleraciones

El espectro de diseño sísmico se obtiene reduciendo el espectro elástico por el coeficiente (R) correspondiente a cada dirección de análisis.

$$S_a = \frac{S_{ae}}{R}$$

Coeficiente de capacidad de disipación de energía (NSR-10, A.3.3.3)

R_x: Coeficiente de capacidad de disipación de energía de diseño (X)

$$R_x = \text{MIN}(R_{xi}, 1.25R_{yi})$$

R_y: Coeficiente de capacidad de disipación de energía de diseño (Y)

$$R_y = \text{MIN}(R_{yi}, 1.25R_{xi})$$

R_{xi}: Coeficiente de capacidad de disipación de energía (X)

R_{xi} : 5.00

$$R_x = \phi_a \cdot \phi_p \cdot \phi_r \cdot R_{0x}$$

R_{yi}: Coeficiente de capacidad de disipación de energía (Y)

R_{yi} : 5.00

$$R_y = \phi_a \cdot \phi_p \cdot \phi_r \cdot R_{0y}$$

Donde:

R_{0x}: Coeficiente de disipación de energía básico (X) (NSR-10, A.3)

R_{0x} : 5.00

R_{0y}: Coeficiente de disipación de energía básico (Y) (NSR-10, A.3)

R_{0y} : 5.00

Φ_a: Coeficiente de irregularidad en altura (NSR-10, A.3.3.5)

Φ_a : 1.00

Φ_p: Coeficiente de irregularidad en planta (NSR-10, A.3.3.4)

Φ_p : 1.00

Φ_{rx}: Coeficiente por ausencia de redundancia (X) (NSR-10, A.3.3.8)

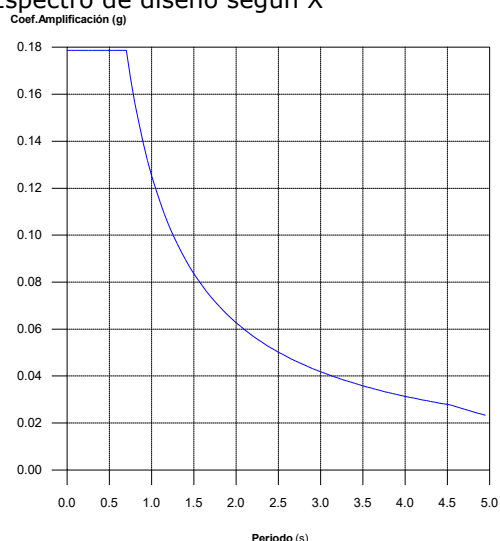
Φ_{rx} : 1.00

Φ_{ry}: Coeficiente por ausencia de redundancia (Y) (NSR-10, A.3.3.8)

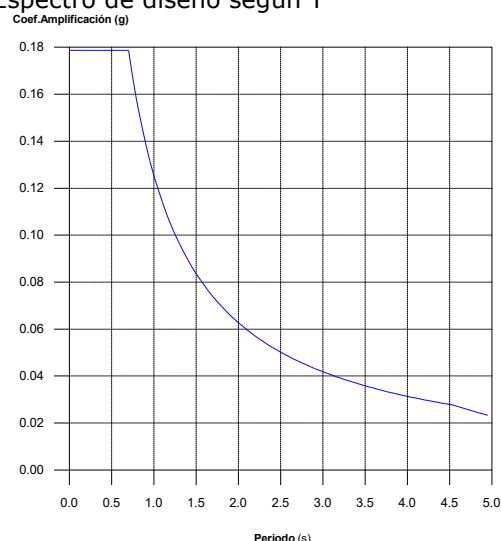
Φ_{ry} : 1.00

NSR-10 (A.3.7)

Espectro de diseño según X



Espectro de diseño según Y





1.3.- Fuerzas laterales equivalentes

1.3.1.- Estimación del periodo fundamental de la estructura

El periodo fundamental aproximado de la estructura se estima para cada una de las direcciones de análisis:

$T_{a,x}$: Periodo fundamental aproximado (X) (NSR-10, A.4.2.2)

$T_{a,x}$: 0.37 s

$$T_a = 0.072 \cdot h^{0.8}$$

Tipología estructural (X): II

h : Altura del edificio

h : 7.64 m

$T_{a,y}$: Periodo fundamental aproximado (Y) (NSR-10, A.4.2.2)

$T_{a,y}$: 0.37 s

$$T_a = 0.072 \cdot h^{0.8}$$

Tipología estructural (Y): II

h : Altura del edificio

h : 7.64 m

1.3.2.- Cortante basal de diseño

El cortante sísmico en la base de la estructura se determina para cada una de las direcciones de análisis:

$V_{s,x}$: Cortante sísmico en la base (X) (NSR-10, A.4.3.1)

$V_{s,x}$: 370.0351 t

$$V_{s,x} = S_{d,x}(T_a) \cdot W$$

$S_{d,x}(T_a)$: Aceleración espectral horizontal de diseño (X)

$S_{d,x}(T_a)$: 0.179 g

$T_{a,x}$: Periodo fundamental aproximado (X) (NSR-10, A.4.2.2)

$T_{a,x}$: 0.37 s

$$T_a = 0.072 \cdot h^{0.8}$$

Tipología estructural (X): II

h : Altura del edificio

h : 7.64 m

$V_{s,y}$: Cortante sísmico en la base (Y) (NSR-10, A.4.3.1)

$V_{s,y}$: 370.0351 t

$$V_{s,y} = S_{d,y}(T_a) \cdot W$$

$S_{d,y}(T_a)$: Aceleración espectral horizontal de diseño (Y)

$S_{d,y}(T_a)$: 0.179 g

$T_{a,y}$: Periodo fundamental aproximado (Y) (NSR-10, A.4.2.2)

$T_{a,y}$: 0.37 s

$$T_a = 0.072 \cdot h^{0.8}$$

Tipología estructural (Y): II

h : Altura del edificio

h : 7.64 m

W : Peso sísmico total de la estructura

W : 2070.1264 t

El peso sísmico total de la estructura es la suma de los pesos sísmicos de todas las plantas.

$$W = \sum_{i=1}^n w_i$$

w_i : Peso sísmico total de la planta "i"

Suma de la totalidad de la carga permanente y de la fracción de la sobrecarga de uso considerada en el cálculo de la acción sísmica.

Planta	w_i (t)
Losa 3	0.0000
Losa 2	1836.7705
Losa 1	233.3560



Justificación de la acción sísmica

PLAZA AIPE VULNERABILIDAD

Fecha: 02/08/20

Planta	w_i (t)
$W = \sum w_i$	2070.1264

1.3.3.- Distribución vertical del cortante basal

Factor de distribución vertical

El cortante sísmico en la base de la estructura se distribuye a lo largo de la altura del edificio mediante fuerzas laterales equivalentes que se obtienen multiplicando el cortante basal por un factor de distribución vertical por planta (NSR-10, A.4.3.2):

$$C_i = \frac{w_i \cdot h_i^k}{\sum_{j=1}^n w_j \cdot h_j^k}$$

C_i : Factor de distribución vertical de la planta "i"

w_i : Peso sísmico total de la planta "i"

h_i : Altura de la planta "i", medida desde la rasante

n : Número de plantas sobre rasante

k : Exponente relacionado con el periodo fundamental

$$k = 1.0 \quad T_a \leq 0.5s$$

$$k = 0.75 + 0.5 \cdot T_a \quad 0.5 < T_a \leq 2.5s$$

$$k = 2.0 \quad T_a > 2.5s$$

k_x : Exponente relacionado con el periodo fundamental (X)

$T_{a,x}$: Periodo fundamental aproximado (X) (NSR-10, A.4.2.2)

k_y : Exponente relacionado con el periodo fundamental (Y)

$T_{a,y}$: Periodo fundamental aproximado (Y) (NSR-10, A.4.2.2)

$$k_x : 1.00$$

$$T_{a,x} : 0.37 \text{ s}$$

$$k_y : 1.00$$

$$T_{a,y} : 0.37 \text{ s}$$

Planta	w_i (t)	h_i (m)	$C_{i,x}$	$C_{i,y}$
Losa 3	0.0000	7.64	0.000	0.000
Losa 2	1836.7705	2.36	0.937	0.937
Losa 1	233.3560	1.25	0.063	0.063

Distribución de las fuerzas laterales y cortantes equivalentes por planta

$Q_{i,x}$: Fuerza lateral equivalente de diseño de la planta "i" (X)

$Q_{i,y}$: Fuerza lateral equivalente de diseño de la planta "i" (Y)

$$Q_{i,x} = C_{i,x} \cdot V_{s,x}$$

$$Q_{i,y} = C_{i,y} \cdot V_{s,y}$$

$V_{s,x}$: Cortante sísmico en la base (X) (NSR-10, A.4.3.1)

$V_{s,y}$: Cortante sísmico en la base (Y) (NSR-10, A.4.3.1)

$$V_{s,x} : 370.0351 \text{ t}$$

$$V_{s,y} : 370.0351 \text{ t}$$

$V_{i,x}$: Cortante equivalente de diseño en la planta "i" (X)

$V_{i,y}$: Cortante equivalente de diseño en la planta "i" (Y)

Planta	$C_{i,x}$	$C_{i,y}$	$Q_{i,x}$ (t)	$V_{i,x}$ (t)	$Q_{i,y}$ (t)	$V_{i,y}$ (t)
Losa 3	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Losa 2	0.937	0.937	346.705	346.705	346.705	346.705



Justificación de la acción sísmica

PLAZA AIPE VULNERABILIDAD

Fecha: 02/08/20

Planta	$C_{i,x}$	$C_{i,y}$	$Q_{i,x}$ (t)	$V_{i,x}$ (t)	$Q_{i,y}$ (t)	$V_{i,y}$ (t)
Losa 1	0.063	0.063	23.330	370.035	23.330	370.035

1.4.- Centro de masas, centro de rigidez y excentricidades de cada planta

Planta	c.d.m. (m)	c.d.r. (m)	e_x (m)	e_y (m)	$e_{d,x}$ (m)	$e_{d,y}$ (m)	b_x (m)	b_y (m)
Losa 3	(-, -)	(-, -)	0.00	0.00	$e_{d,x1} = 0.00$ $e_{d,x2} = 0.00$	$e_{d,y1} = 0.00$ $e_{d,y2} = 0.00$	0.00	0.00
Losa 2	(33.80, 31.30)	(33.93, 33.36)	-0.13	-2.06	$e_{d,x1} = 3.07$ $e_{d,x2} = -3.33$	$e_{d,y1} = 1.14$ $e_{d,y2} = -5.26$	63.97	64.01
Losa 1	(33.59, 31.51)	(33.87, 33.02)	-0.28	-1.50	$e_{d,x1} = 2.75$ $e_{d,x2} = -3.32$	$e_{d,y1} = 1.54$ $e_{d,y2} = -4.55$	60.74	60.85

c.d.m.: Coordenadas del centro de masas de la planta (X,Y)

c.d.r.: Coordenadas del centro de rigidez de la planta (X,Y)

e_x : Excentricidad del centro de masas respecto al centro de rigidez (X)

e_y : Excentricidad del centro de masas respecto al centro de rigidez (Y)

$e_{d,x}$: Excentricidad de diseño "X" para la acción sísmica actuando en la dirección Y

$$e_{d,x} = \begin{cases} e_x + 0.05 \cdot b_{xi} \\ e_x - 0.05 \cdot b_{xi} \end{cases}$$

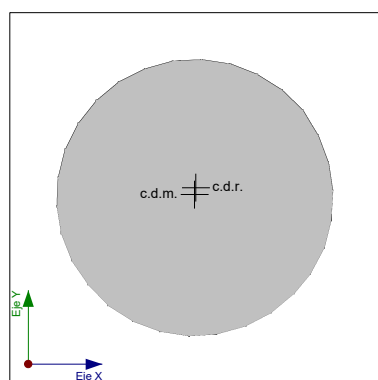
b_x : Dimensión de la planta, medida en la dirección perpendicular a la acción sísmica Y

$e_{d,y}$: Excentricidad de diseño "Y" para la acción sísmica actuando en la dirección X

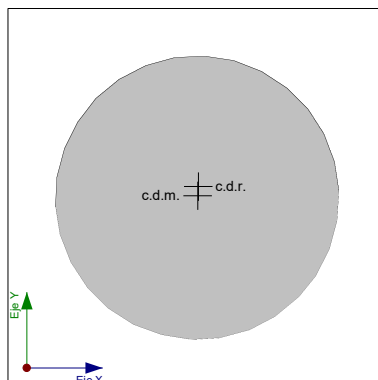
$$e_{d,y} = \begin{cases} e_y + 0.05 \cdot b_{yi} \\ e_y - 0.05 \cdot b_{yi} \end{cases}$$

b_y : Dimensión de la planta, medida en la dirección perpendicular a la acción sísmica X

Representación gráfica del centro de masas y del centro de rigidez por planta



Losa 1



Losa 2