



## PESO SISMICO

### Artículo 26.- Estimación del Peso (P)

El peso (P) se calcula adicionando a la carga permanente y total de la edificación un porcentaje de la carga viva o sobrecarga que se determina de la siguiente manera:

- a) En edificaciones de las categorías A y B, se toma el 50% de la carga viva.
- b) En edificaciones de la categoría C, se toma el 25% de la carga viva.
- c) En depósitos, se toma el 80% del peso total que es posible almacenar.
- d) En azoteas y techos en general se toma el 25% de la carga viva.
- e) En estructuras de tanques, silos y estructuras similares se considera el 100% de la carga que puede contener.

STRUCTURE RESULTS (STORY FORCES)										
Story	Load Case/Combo	Location	P	VX	VY	T	MX	MY	Peso por Nivel	
			tonf	tonf	tonf	tonf-m	tonf-m	tonf-m	tonf	
Story10	PESO SISMICO	Bottom	11.7701	0.000	0.000	0.000	74.81	-48.28	11.770	
Story9	PESO SISMICO	Bottom	75.2134	0.000	0.000	0.000	784.81	-292.12	63.443	
Story8	PESO SISMICO	Bottom	259.0012	0.000	0.000	0.000	2385.41	-994.70	183.788	
Story7	PESO SISMICO	Bottom	453.1897	0.000	0.000	0.000	4086.76	-1736.81	194.189	
Story6	PESO SISMICO	Bottom	647.8748	0.000	0.000	0.000	5802.89	-2480.36	194.685	
Story5	PESO SISMICO	Bottom	842.5599	0.000	0.000	0.000	7519.01	-3223.92	194.685	
Story4	PESO SISMICO	Bottom	1036.7925	0.000	0.000	0.000	9220.74	-3966.19	194.233	
Story3	PESO SISMICO	Bottom	1231.5216	0.000	0.000	0.000	10937.24	-4709.92	194.729	
Story2	PESO SISMICO	Bottom	1426.2507	0.000	0.000	0.000	12653.74	-5453.64	194.729	
Story1	PESO SISMICO	Bottom	1646.9254	0.000	0.000	0.000	14586.64	-6297.16	220.675	
			<b>PESO TOTAL DE LA EDIFICACIÓN (P) =</b>							<b>1646.93 tonf</b>

$$\begin{aligned} \text{Área} &= 135.00 \text{ m}^2 \\ \text{Peso} &= 164.69 \text{ Ton} \\ \text{ratio} &= 1.22 \text{ Ton/m}^2 \end{aligned}$$

IRREGULARIDADES EN ALTURA		
Irregularidades de Masa o Peso	[0.9]	1
Irregularidad de Geometría Vertical	[0.9]	1
Discontinuidad en los sistemas resistentes	[0.9]	1
Discontinuidad Extrema en sistemas resist.	[0.6]	1
IRREGULARIDADES EN ALTURA $I_a =$		1

IRREGULARIDADES EN PLANTA		
Esquinas entrantes (Cumplir ambas direc.)	[0.9]	1
Discontinuidad en Diafragma	[0.85]	1
Sistemas No Paralelos	[0.8]	1
IRREGULARIDADES EN PLANTA $I_p =$		1

## FUERZA CORTANTE BASAL ESTÁTICA

### Artículo 28.- Análisis Estático o de Fuerzas Estáticas Equivalente

#### 28.1. Generalidades

- 28.1.1. Este método representa las solicitaciones sísmicas mediante un conjunto de fuerzas actuando en el centro de masas de cada nivel de la edificación.

- 28.1.2. Pueden analizarse mediante este procedimiento todas las estructuras regulares o irregulares ubicadas en la zona sísmica 1. En las otras zonas sísmicas puede emprenderse este procedimiento para las estructuras clasificadas como regulares, según el artículo 19, de no más de 30m de altura, y para las estructuras de muros portantes de concreto armado y albañilería armada o confinada de no más de 15m de altura, aun cuando sean irregulares.

#### 28.2. Fuerza Cortante en la Base

- 28.2.1. La fuerza cortante total en la base de la estructura, correspondiente a la dirección considerada, se determina por la siguiente expresión

$$V = \frac{Z U C S}{R} P_{sismico}$$

Z: Factor de zona	[ZONA 4]	Tabla 01 (E.030)	0.45
U: Factor de uso o importancia	[CATEGORÍA C]	Tabla 05 (E.030)	1.00
S: Factor de amplificación del suelo	[S2]	Tabla 03 (E.030)	1.05
T <sub>p</sub> : Periodo que define la plataforma del factor C (seg)	[S2]	Tabla 04 (E.030)	0.60
T <sub>L</sub> : Periodo que define el inicio de la zona del factor C (seg)	[S2]	Tabla 04 (E.030)	2.00
P: Peso Total de la Edificación (Tonf)			1646.93

DIRECCIÓN X-X	T <sub>X</sub> : Periodo natural en la dirección X (seg)		0.823	
	C <sub>X</sub> : Factor de amplificación sísmica en X		Art. 14 (E.030)	
	R <sub>0</sub> : Coeficiente básico de reducción de fuerzas sísmicas	Muros estruct	Tabla 07 (E.030)	6.000
	I <sub>ax</sub> : irregularidad en altura (verificar Piso Blando, Piso débil)		Tabla 08 (E.030)	1.000
	I <sub>px</sub> : irregularidad en planta (verificar Torsión)		Tabla 09 (E.030)	1.000
	R <sub>X</sub> : Coeficiente de reducción sísmico en X		Art. 22 (E.030)	6.000
	C <sub>X</sub> /R <sub>X</sub> = 0.30 > 0.11			Cumple
<b>VX: Fuerza cortante en la base en la dirección X -X</b>			<b>236.38 tonf</b>	

DIRECCIÓN Y-Y	T <sub>Y</sub> : Periodo natural en la dirección Y (seg)		0.794	
	C <sub>Y</sub> : Factor de amplificación sísmica en Y		Art. 14 (E.030)	
	R <sub>0</sub> : Coeficiente básico de reducción de fuerzas sísmicas	Muros estruct	Tabla 07 (E.030)	6.000
	I <sub>ay</sub> : irregularidad en altura (verificar Piso Blando, Piso débil)		Tabla 08 (E.030)	1.000
	I <sub>py</sub> : irregularidad en planta (verificar Torsión)		Tabla 09 (E.030)	1.000
	R <sub>Y</sub> : Coeficiente de reducción sísmico en Y		Art. 22 (E.030)	6.000
	C <sub>Y</sub> /R <sub>Y</sub> = 0.31 > 0.11			Cumple
<b>VY: Fuerza cortante en la base en la dirección Y - Y</b>			<b>245.02 tonf</b>	

MÉTODOS DE CÁLCULO Y DISTRIBUCIÓN DE FUERZAS EN CSI ETABS

AUTO LATERAL LOAD USER COEFFICIENT	
* Para T menor o igual a 0.5 segundos :	K = 1
* Para T mayor a 0.5 segundos :	K = (0.75 + 0.5T) < 2.0
DIRECCIÓN X - X	
K: Exponente relacionado con el período fundamental	1.162
C: Base Shear Coeficient = $ZUSC_x / R_x$	0.14353
DIRECCIÓN Y - Y	
K: Exponente relacionado con el período fundamental	1.147
C: Base Shear Coeficient = $ZUSC_y / R_y$	0.14877

Dimensiones en planta: x = **24.65 m**  
y = **5.10 m**

**AUTO LATERAL LOAD USER LOADS**

E.030 - Art. 28.5 Para estructuras con diafragma rígido. (a) Para la dirección de análisis, la excentricidad accidental en cada nivel (ei) será 0.05 la dimensión del edificio en la dirección perpendicular a la dirección de análisis.

DIRECCIÓN X - X							
Techo	Altura Acum. (h <sub>i</sub> )	Peso por Piso (P <sub>i</sub> )	P <sub>i</sub> (h <sub>i</sub> ) <sup>k</sup>	alfa	Fuerza actuante en el CM (F <sub>i</sub> )	Excentricidad Accidental	Momento Torsor Accidental (Mt <sub>i</sub> )
Story10	27.60	11.7701	483.7	0.0089	2.10936	1.2325	2.599789
Story9	26.10	63.4433	3236.8	0.0597	14.11375	1.2325	17.395200
Story8	23.40	183.7878	9982.0	0.1841	43.52619	1.2325	53.646023
Story7	20.70	194.1885	9413.3	0.1736	41.04619	1.2325	50.589432
Story6	18.00	194.6851	8209.8	0.1514	35.79838	1.2325	44.121504
Story5	15.30	194.6851	6978.3	0.1287	30.42862	1.2325	37.503278
Story4	12.6	194.2326	5731.3	0.1057	24.99123	1.2325	30.801690
Story3	9.9	194.7291	4516.6	0.0833	19.69428	1.2325	24.273197
Story2	7.2	194.7291	3284.8	0.0606	14.32311	1.2325	17.653235
Story1	4.5	220.6747	2374.0	0.0438	10.35171	1.2325	12.758480
	0	0	0.0	0.0000	0.00000	1.2325	0.000000
SUMATORIA		1646.9254	54210.7	1.0000	236.38282		291.341829

DIRECCIÓN Y - Y							
Techo	Altura Acum. (h <sub>i</sub> )	Peso por Piso (P <sub>i</sub> )	P <sub>i</sub> (h <sub>i</sub> ) <sup>k</sup>	alfa	Fuerza actuante en el CM (F <sub>i</sub> )	Excentricidad Accidental	Momento Torsor Accidental (Mt <sub>i</sub> )
Story10	27.60	11.7701	466.8	0.00928	2.27393	0.255	0.579853
Story9	26.10	63.4433	3047.7	0.06060	14.84775	0.255	3.786176
Story8	23.40	183.7878	9255.2	0.18402	45.08901	0.255	11.497699
Story7	20.70	194.1885	8720.9	0.17340	42.48605	0.255	10.833943
Story6	18.00	194.6851	7605.7	0.15123	37.05278	0.255	9.448459
Story5	15.30	194.6851	6464.8	0.12854	31.49486	0.255	8.031190
Story4	12.6	194.2326	5309.8	0.10558	25.86781	0.255	6.596292
Story3	9.9	194.7291	4184.2	0.08320	20.38431	0.255	5.197999
Story2	7.2	194.7291	3043.1	0.06051	14.82495	0.255	3.780363
Story1	4.5	220.6747	2195.3	0.04365	10.69499	0.255	2.727222
	0	0	0.0	0.00000	0.00000	0.255	0.000000
SUMATORIA		1646.9254	50293.5	1.000	245.01645		62.479195

**ANÁLISIS SÍSMICO MODAL ESPECTRAL**

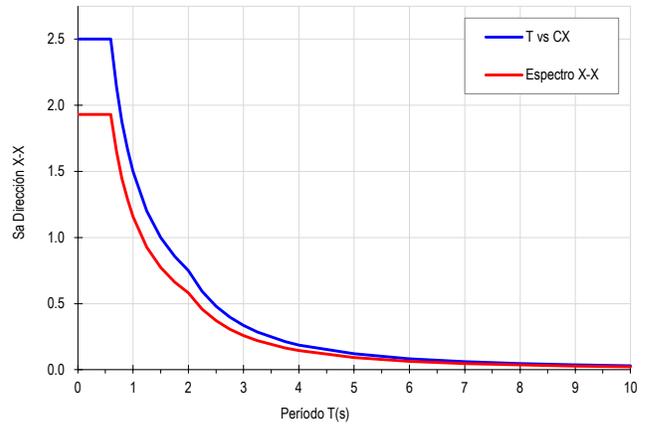
Para las direcciones horizontales de análisis se elabora un espectro de pseudo aceleraciones dada por la siguiente fórmula RNE E.030:

$$\text{Aceleración Espectral: } S_a = \frac{Z U C S}{R} g$$

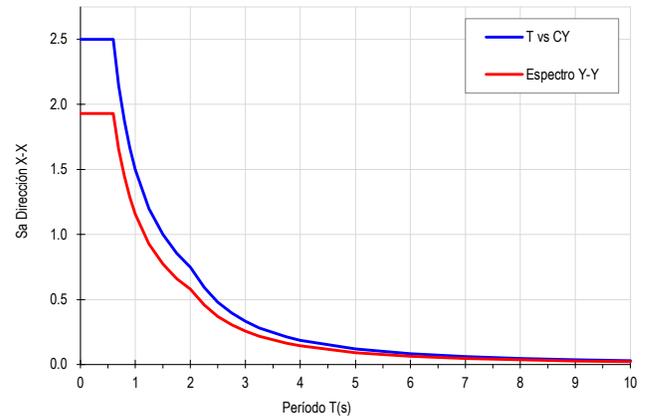
PARÁMETROS DE ANÁLISIS	DETERMINACIÓN	VALOR	Factor de Amplificación "C"
Z : Factor de zona	Tabla 01 (E.030)	0.45	$T < T_p \quad C = 2.5$ $T_p < T < T_L \quad C = \left(\frac{T_p}{T}\right)$ $T > T_L \quad C = 2.5 \left(\frac{T_p T_L}{T^2}\right)$
U : Factor de uso o importancia	Tabla 03 (E.030)	1.00	
S : Factor de suelo	Tabla 04 (E.030)	1.05	
T <sub>p</sub> : Período corto (s)	Tabla 04 (E.030)	0.60	
T <sub>L</sub> : Período Largo (s)	Tabla 05 (E.030)	2.00	
R <sub>x</sub> : Coeficiente de reducción sísmico en X		6.00	$T > T_L \quad C = 2.5 \left(\frac{T_p T_L}{T^2}\right)$
R <sub>y</sub> : Coeficiente de reducción sísmico en Y		6.00	
FACTOR = (ZUS/R)g - DIRECCION X - X		0.7725	
FACTOR = (ZUS/R)g - DIRECCION Y - Y		0.7725	

T	SISMO DIRECCIÓN X - X			SISMO DIRECCIÓN Y - Y		
	C <sub>x</sub>	S <sub>a<sub>x-x</sub></sub>	S <sub>a</sub> (g)	C <sub>y</sub>	S <sub>a<sub>y-y</sub></sub>	S <sub>a</sub> (g)
0.00	2.500	1.93134	0.1969	2.500	1.931	0.1969
0.01	2.500	1.93134	0.1969	2.500	1.931	0.1969
0.03	2.500	1.93134	0.1969	2.500	1.931	0.1969
0.05	2.500	1.93134	0.1969	2.500	1.931	0.1969
0.08	2.500	1.93134	0.1969	2.500	1.931	0.1969
0.10	2.500	1.93134	0.1969	2.500	1.931	0.1969
0.20	2.500	1.93134	0.1969	2.500	1.931	0.1969
0.30	2.500	1.93134	0.1969	2.500	1.931	0.1969
0.40	2.500	1.93134	0.1969	2.500	1.931	0.1969
0.50	2.500	1.93134	0.1969	2.500	1.931	0.1969
0.60	2.500	1.93134	0.1969	2.500	1.931	0.1969
0.70	2.143	1.65544	0.1688	2.143	1.655	0.1688
0.80	1.875	1.44851	0.1477	1.875	1.449	0.1477
0.90	1.667	1.28756	0.1313	1.667	1.288	0.1313
1.00	1.500	1.15881	0.1181	1.500	1.159	0.1181
1.25	1.200	0.92705	0.0945	1.200	0.927	0.0945
1.50	1.000	0.77254	0.0788	1.000	0.773	0.0788
1.75	0.857	0.66218	0.0675	0.857	0.662	0.0675
2.00	0.750	0.57940	0.0591	0.750	0.579	0.0591
2.25	0.593	0.45780	0.0467	0.593	0.458	0.0467
2.50	0.480	0.37082	0.0378	0.480	0.371	0.0378
2.75	0.397	0.30646	0.0312	0.397	0.306	0.0312
3.00	0.333	0.25751	0.0263	0.333	0.258	0.0263
3.25	0.284	0.21942	0.0224	0.284	0.219	0.0224
3.75	0.213	0.16481	0.0168	0.213	0.165	0.0168
4.00	0.188	0.14485	0.0148	0.188	0.145	0.0148
5.00	0.120	0.09270	0.0095	0.120	0.093	0.0095
6.00	0.083	0.06438	0.0066	0.083	0.064	0.0066
7.00	0.061	0.04730	0.0048	0.061	0.047	0.0048
8.00	0.047	0.03621	0.0037	0.047	0.036	0.0037
9.00	0.037	0.02861	0.0029	0.037	0.029	0.0029
10.00	0.030	0.02318	0.0024	0.030	0.023	0.0024

ESPECTRO DE PSEUDO - ACCELERACIONES X-X



ESPECTRO DE PSEUDO - ACCELERACIONES Y-Y



## IRREGULARIDADES X-X

### Revisión de las Hipótesis del Análisis

Con los resultados de los Análisis se revisan los factores de irregularidades aplicados. En base a estos se verifica si los valores de **R** se mantienen o son modificados. En caso de haberse empleado el procedimiento de análisis estático se verifica lo señalado en el caso numeral 28.1.

### IRREGULARIDADES

#### Artículo 20.- Factores de Irregularidades

- **20.1.** El factor  $I_a$  se determina como el menor de los valores de la Tabla N°8 correspondiente a las irregularidades estructurales existentes en altura en las dos direcciones

- **20.2.** El factor  $I_p$  se determina como el menor de la Tabla N°9 correspondiente a las irregularidades estructurales existentes en altura en las dos direcciones

- **20.3.** Si al aplicar las Tablas N° 8 y 9 se obtuvieron valores distintos de los factores  $I_a$  o  $I_p$  para las dos direcciones de Análisis, se toma para cada factor el menor valor entre los obtenidos para las dos direcciones

IRREGULARIDADES EN ALTURA X-X		
Irregularidades de Masa o Peso	[0.9]	1
Irregularidad de Geometría Vertical	[0.9]	1
Discontinuidad en los sistemas resistentes	[0.9]	1
Discontinuidad Ext. en los sistemas resistentes	[0.6]	1
Irregularidad de Rigidez (Piso Blando)	[0.75]	1
Irregularidad de Rigidez Extrema	[0.50]	1
Irregularidad de Resistencia (Piso Débil)	[0.75]	1
Irregularidad de Extrema Resistencia	[0.50]	1
IRREGULARIDAD EN ALTURA FINAL $I_a$ X-X =		1

#### Irregularidad de Rigidez - Piso Blando

Existe irregularidad de rigidez cuando, en cualquiera de las direcciones de análisis, en un entrepiso la rigidez lateral es menor que 70% de la rigidez lateral del entrepiso inmediato superior, o es menor que el 80% de la rigidez lateral promedio de los tres niveles superiores adyacentes. La rigideces lateral pueden calcularse como la razón entre la fuerza cortante del entrepiso y el correspondiente desplazamiento relativo en el centro de masas, ambos evaluados para la misma condición de carga.

$$K_i < 0.70K_{i+1} \qquad K_i < 0.80 \frac{K_{i+1} + K_{i+2} + K_{i+3}}{3} \qquad I_a = 0.75$$

#### Irregularidad Extrema de Rigidez (Ver Tabla N°10)

Existe irregularidad extrema de rigidez cuando, en cualquiera de las direcciones de análisis, en un entrepiso la rigidez lateral es menor que 60% de la rigidez lateral del entrepiso inmediato superior, o es menor que el 70% de la rigidez lateral promedio de los tres niveles superiores adyacentes.

La rigidez lateral pueden calcularse como la razón entre la fuerza cortante del entrepiso y el correspondiente desplazamiento relativo en el centro de masas, ambos evaluados para la misma condición de carga.

$$K_i < 0.60K_{i+1} \qquad K_i < 0.70 \frac{K_{i+1} + K_{i+2} + K_{i+3}}{3} \qquad I_a = 0.50$$

PISO BLANDO EN DIRECCIÓN X-X						Rigidez		Extrema Rigidez	
STRUCTURE OTHER (STORY STIFFNESS)						70% $K_{(i+1)}$	80% ( $K_{prom}$ )	60% $K_{(i+1)}$	70% ( $K_{prom}$ )
Case/Combo	Story	Elevation (m)	Location	Stiffness X tonf/m	0.7 $K_i$ tonf/m				
ESPECTRAL X	Story10	27.60	Top	1336.94	935.86	No aplica	No aplica	No aplica	No aplica
ESPECTRAL X	Story9	26.10	Top	4538.93	3177.25	Regular	No aplica	Regular	No aplica
ESPECTRAL X	Story8	23.40	Top	12612.31	8828.62	Regular	No aplica	Regular	No aplica
ESPECTRAL X	Story7	20.70	Top	18058.92	12641.24	Regular	Regular	Regular	Regular
ESPECTRAL X	Story6	18.00	Top	21837.42	15286.19	Regular	Regular	Regular	Regular
ESPECTRAL X	Story5	15.30	Top	24931.13	17451.79	Regular	Regular	Regular	Regular
ESPECTRAL X	Story4	12.60	Top	28625.23	20037.66	Regular	Regular	Regular	Regular
ESPECTRAL X	Story3	9.90	Top	33594.38	23516.07	Regular	Regular	Regular	Regular
ESPECTRAL X	Story2	7.20	Top	39308.79	27516.15	Regular	Regular	Regular	Regular
ESPECTRAL X	Story1	4.50	Top	48824.41	34177.09	Regular	Regular	Regular	Regular
ESPECTRAL X	Base	0.00	Top	0.00	0.00				

#### Irregularidad de Resistencia - Piso Débil

Existe irregularidad de resistencia cuando, en cualquiera de las direcciones de análisis, la resistencia de un entrepiso frente a fuerzas cortantes es inferior a 80% de la resistencia del entrepiso inmediato superior.

$$V_n < 0.80V_{n+1} \quad I_a = 0.75$$

#### Irregularidad Extrema de Resistencia - Piso Débil

Existe irregularidad extrema de resistencia cuando, en cualquiera de las direcciones de análisis, la resistencia de un entrepiso frente a fuerzas cortantes es inferior a 65% de la resistencia del entrepiso inmediato superior.

$$V_n < 0.65V_{n+1} \quad I_a = 0.50$$

PISO DÉBIL EN DIRECCIÓN X-X						Resistencia	Extrema Resistencia
STRUCTURE OTHER (STORY SHEARS)							
Case/Combo	Story	Elevation (m)	Location	VX		80%	65%
				tonf			
ESPECTRAL X	Story10	27.60	Bottom	1.7336		No aplica	No aplica
ESPECTRAL X	Story9	26.10	Bottom	11.1749		Regular	Regular
ESPECTRAL X	Story8	23.40	Bottom	34.11		Regular	Regular
ESPECTRAL X	Story7	20.70	Bottom	53.768		Regular	Regular
ESPECTRAL X	Story6	18.00	Bottom	69.7044		Regular	Regular
ESPECTRAL X	Story5	15.30	Bottom	82.8323		Regular	Regular
ESPECTRAL X	Story4	12.60	Bottom	93.7187		Regular	Regular
ESPECTRAL X	Story3	9.90	Bottom	102.5263		Regular	Regular
ESPECTRAL X	Story2	7.20	Bottom	109.0794		Regular	Regular
ESPECTRAL X	Story1	4.50	Bottom	113.1166		Regular	Regular
ESPECTRAL X	Base	0.00	Bottom	0			

IRREGULARIDADES EN PLANTA X-X		
Esquinas entrantes	[0.9]	1
Discontinuidad en Diafragma	[0.85]	1
Sistemas No Paralelos	[0.8]	1
Irregularidad Torsional	[0.75]	1
Irregularidad Torsional Extrema	[0.6]	1
IRREGULARIDAD EN PLANTA FINAL $I_p$ X-X =		1

### Irregularidad Torsional

Existe irregularidad torsional cuando, en cualquiera de las direcciones de análisis, el máximo desplazamiento relativo de entrepiso en un extremo del edificio ( $\Delta_{max}$ ) en esa dirección, calculado incluyendo excentricidad accidental, es mayor que 1.3 veces el desplazamiento relativo promedio de los tres extremos del mismo entrepiso para la misma condición de carga ( $\Delta_{prom}$ ).

Este criterio sólo se aplica en edificios con diafragmas rígidos y sólo si el máximo desplazamiento relativo de entrepiso es mayor que 50% del desplazamiento permisible indicado en la Tabla N°11

$$\Delta_{max} > 1.30\Delta_{promedio} \quad \frac{\Delta_{m\acute{a}x}}{\Delta_{prom}} > 1.30 \quad \Delta_i > 50\%\Delta_{limite} \quad \Delta_{prom} = \frac{\Delta_L + \Delta_R}{2} \quad \Delta_L = \frac{\Delta_{L-1} + \Delta_{L-2}}{2} \quad \Delta_R = \frac{\Delta_{R-1} + \Delta_{R-2}}{2} \quad I_p = 0.75$$

### Irregularidad Torsional Extrema

Existe irregularidad torsional extrema cuando, en cualquiera de las direcciones de análisis, el máximo desplazamiento relativo de entrepiso en un extremo del edificio ( $\Delta_{max}$ ) en esa dirección, calculado incluyendo excentricidad accidental, es mayor que 1.5 veces el desplazamiento relativo promedio de los extremos del mismo entrepiso para la misma condición de carga ( $\Delta_{prom}$ ).

Este criterio sólo se aplica en edificios con diafragmas rígidos y sólo si el máximo desplazamiento relativo de entrepiso es mayor que 50% del desplazamiento permisible indicado en la Tabla N°11

$$\Delta_{max} > 1.50\Delta_{promedio} \quad \frac{\Delta_{m\acute{a}x}}{\Delta_{prom}} > 1.50 \quad \Delta_i > 50\%\Delta_{limite} \quad \Delta_{prom} = \frac{\Delta_L + \Delta_R}{2} \quad \Delta_L = \frac{\Delta_{L-1} + \Delta_{L-2}}{2} \quad \Delta_R = \frac{\Delta_{R-1} + \Delta_{R-2}}{2} \quad I_p = 0.60$$

TORSIÓN EN DIRECCIÓN X - X							
JOIN - DISPLACEMENTS (DIAPHRAGM MAX OVER AVG DRIFT)						TORSIÓN	Ext. Torsión
Story	Case/Combo	Item	Max Drift	Avg Drift	Ratio	ratio > 1.3	ratio > 1.5
Story10	DERIVA X	Diaph D1 X	0.00399	0.00389	1.025	REGULAR	REGULAR
Story9	DERIVA X	Diaph D1 X	0.00406	0.003862	1.050	REGULAR	REGULAR
Story8	DERIVA X	Diaph D1 X	0.00484	0.004298	1.127	REGULAR	REGULAR
Story7	DERIVA X	Diaph D1 X	0.00554	0.004802	1.155	REGULAR	REGULAR
Story6	DERIVA X	Diaph D1 X	0.00613	0.005251	1.168	REGULAR	REGULAR
Story5	DERIVA X	Diaph D1 X	0.00651	0.005538	1.175	REGULAR	REGULAR
Story4	DERIVA X	Diaph D1 X	0.00654	0.005536	1.180	REGULAR	REGULAR
Story3	DERIVA X	Diaph D1 X	0.00625	0.005275	1.185	REGULAR	REGULAR
Story2	DERIVA X	Diaph D1 X	0.00550	0.004625	1.189	REGULAR	REGULAR
Story1	DERIVA X	Diaph D1 X	0.00269	0.002317	1.163	REGULAR	REGULAR

### Irregularidad por esquina entrante

$$L_{esquina(x)} > 0.20 \cdot L_x \text{ ó } L_{esquina(y)} > 0.20 \cdot L_y$$

Dirección en X (m)				
Story	$L_x$ (mayor)	$L_{esq}$ (menor)	$0.20 \cdot L_x$	Estructura
Story6	10.00	0.00	2.00	Regular
Story5	10.00	0.00	2.00	Regular
Story4	10.00	0.00	2.00	Regular
Story3	10.00	0.00	2.00	Regular
Story2	10.00	0.00	2.00	Regular
Story1	10.00	0.00	2.00	Regular

### Irregularidad por discontinuidad de diafragma **No presenta**

$$A_{abertura} > 0.50 \cdot A_i \text{ ó } S_{resistente} < 0.25 \cdot S_{\acute{a}rea\ bruta}$$

$A_i$ (m <sup>2</sup> )	$0.50 \cdot A_i$ (m <sup>2</sup> )	$A_{abertura}$ (m <sup>2</sup> )	Estructura

$S_i$ (m <sup>2</sup> )	$0.50 \cdot S_i$ (m <sup>2</sup> )	$A_{abertura}$ (m <sup>2</sup> )	Estructura

#### Irregularidad de Masa ó Peso

$$W_i > 1.5(W_{i+1}; W_{i-1})$$

En la dirección "X" e "Y":

Story	$M_i$	$W_i$	$1.5 \cdot W_{i+1}$	Estructura	$W_i$	$1.5 \cdot W_{i-1}$	Estructura
	tonf	tonf	tonf		tonf	tonf	
Story6	1710.61	1710.61			1710.61	2735.2584	
Story5	1823.51	1823.51	2565.91		1823.5056	2735.2584	Regular
Story4	1823.51	1823.51	2735.26	Regular	1823.5056	2735.2584	Regular
Story3	1823.51	1823.51	2735.26	Regular	1823.5056	2735.2584	Regular
Story2	1823.51	1823.51	2735.26	Regular	1823.5056	2735.2584	Regular
Story1	1823.51	1823.51	2735.26	Regular	1823.5056		

#### Irregularidad Geométrica Vertical

**NOTA: En el proyecto, todos los sistemas resistentes son continuos con su eje, por lo tanto no se aplica esta irregularidad.**

En la dirección "X":

Story	$L_i$	$L_{i+1}$	$1.3 \cdot L_{i+1}$	Estructura	$L_{i-1}$	$1.3 \cdot L_{i-1}$	Estructura
	m	m	m		m	m	
Story6	5.25				10.00	13.00	Regular
Story5	10.00	5.25	6.83		10.00	13.00	Regular
Story4	10.00	10.00	13.00	Regular	10.00	13.00	Regular
Story3	10.00	10.00	13.00	Regular	10.00	13.00	Regular
Story2	10.00	10.00	13.00	Regular	10.00	13.00	Regular
Story1	10.00	10.00	13.00	Regular			



## IRREGULARIDADES FINALES Y-Y

### Revisión de las Hipótesis del Análisis

Con los resultados de los Análisis se revisan los factores de irregularidades aplicados. En base a estos se verifica si los valores de **R** se mantienen o son modificados. En caso de haberse empleado el procedimiento de análisis estático se verifica lo señalado en el caso numeral 28.1.

### IRREGULARIDADES

#### Artículo 20.- Factores de Irregularidades

- 20.1. El factor  $I_a$  se determina como el menor de los valores de la Tabla N°8 correspondiente a las irregularidades estructurales existentes en altura en las dos direcciones
- 20.2. El factor  $I_p$  se determina como el menor de la Tabla N°9 correspondiente a las irregularidades estructurales existentes en altura en las dos direcciones
- 20.3. Si al aplicar las Tablas N° 8 y 9 se obtuvieron valores distintos de los factores  $I_a$  o  $I_p$  para las dos direcciones de Análisis, se toma para cada factor el menor valor entre los obtenidos para las dos direcciones

IRREGULARIDADES EN ALTURA Y-Y		
Irregularidades de Masa o Peso	[0.9]	1
Irregularidad de Geometría Vertical	[0.9]	1
Discontinuidad en los sistemas resistentes	[0.9]	1
Discontinuidad Ext. en los sistemas resistentes	[0.6]	1
Irregularidad de Rigidez (Piso Blando)	[0.75]	1
Irregularidad de Rigidez Extrema	[0.50]	1
Irregularidad de Resistencia (Piso Débil)	[0.75]	1
Irregularidad de Extrema Resistencia	[0.50]	1
IRREGULARIDAD EN ALTURA FINAL $I_a$ Y-Y =		1

#### Irregularidad de Rigidez - Piso Blando

Existe irregularidad de rigidez cuando, en cualquiera de las direcciones de análisis, en un entrepiso la rigidez lateral es menor que 70% de la rigidez lateral del entrepiso inmediato superior, o es menor que el 80% de la rigidez lateral promedio de los tres niveles superiores adyacentes. La rigideces lateral pueden calcularse como la razón entre la fuerza cortante del entrepiso y el correspondiente desplazamiento relativo en el centro de masas, ambos evaluados para la misma condición de carga.

$$K_i < 0.70K_{i+1} \qquad K_i < 0.80 \frac{K_{i+1} + K_{i+2} + K_{i+3}}{3} \qquad I_a = 0.75$$

#### Irregularidad Extrema de Rigidez (Ver Tabla N°10)

Existe irregularidad extrema de rigidez cuando, en cualquiera de las direcciones de análisis, en un entrepiso la rigidez lateral es menor que 60% de la rigidez lateral del entrepiso inmediato superior, o es menor que el 70% de la rigidez lateral promedio de los tres niveles superiores adyacentes.

La rigidez lateral pueden calcularse como la razón entre la fuerza cortante del entrepiso y el correspondiente desplazamiento relativo en el centro de masas, ambos evaluados para la misma condición de carga.

$$K_i < 0.60K_{i+1} \qquad K_i < 0.70 \frac{K_{i+1} + K_{i+2} + K_{i+3}}{3} \qquad I_a = 0.50$$

PISO BLANDO EN DIRECCIÓN Y-Y									
STRUCTURE OTHER (STORY STIFFNESS)						Rigidez		Extrema Rigidez	
Case/Combo	Story	Elevation (m)	Location	Stiffness Y	0.7K <sub>i</sub>	70% K <sub>(i+1)</sub>	80% (K <sub>prom</sub> )	60% K <sub>(i+1)</sub>	70% (K <sub>prom</sub> )
				tonf/m	tonf/m				
ESPECTRAL Y	Story10	27.60	Top	1523.36	1066.3492	No aplica	No aplica	No aplica	No aplica
ESPECTRAL Y	Story9	26.10	Top	4986.53	3490.5738	Regular	No aplica	Regular	No aplica
ESPECTRAL Y	Story8	23.40	Top	14316.68	10021.6767	Regular	No aplica	Regular	No aplica
ESPECTRAL Y	Story7	20.70	Top	20927.75	14649.4271	Regular	Regular	Regular	Regular
ESPECTRAL Y	Story6	18.00	Top	25606.34	17924.4394	Regular	Regular	Regular	Regular
ESPECTRAL Y	Story5	15.30	Top	29816.24	20871.3708	Regular	Regular	Regular	Regular
ESPECTRAL Y	Story4	12.60	Top	34644.45	24251.1136	Regular	Regular	Regular	Regular
ESPECTRAL Y	Story3	9.90	Top	41362.62	28953.8361	Regular	Regular	Regular	Regular
ESPECTRAL Y	Story2	7.20	Top	48431.62	33902.1326	Regular	Regular	Regular	Regular
ESPECTRAL Y	Story1	4.50	Top	62364.40	43655.08	Regular	Regular	Regular	Regular
ESPECTRAL Y	Base	0.00	Top	0.00	0				

#### Irregularidad de Resistencia - Piso Débil

Existe irregularidad de resistencia cuando, en cualquiera de las direcciones de análisis, la resistencia de un entrepiso frente a fuerzas cortantes es inferior a 80% de la resistencia del entrepiso inmediato superior.

$$V_n < 0.80V_{n+1} \quad I_a = 0.75$$

#### Irregularidad Extrema de Resistencia - Piso Débil

Existe irregularidad extrema de resistencia cuando, en cualquiera de las direcciones de análisis, la resistencia de un entrepiso frente a fuerzas cortantes es inferior a 65% de la resistencia del entrepiso inmediato superior.

$$V_n < 0.65V_{n+1} \quad I_a = 0.50$$

PISO DÉBIL EN DIRECCIÓN Y-Y							
STRUCTURE OTHER (STORY SHEARS)						Resistencia	Extrema Resistencia
Case/Combo	Story	Elevation (m)	Location	VY			
				tonf		80%	65%
ESPECTRAL Y	Story10	27.6	Bottom	1.85		No aplica	No aplica
ESPECTRAL Y	Story9	26.1	Bottom	11.28		Regular	Regular
ESPECTRAL Y	Story8	23.4	Bottom	34.53		Regular	Regular
ESPECTRAL Y	Story7	20.7	Bottom	54.84		Regular	Regular
ESPECTRAL Y	Story6	18	Bottom	71.63		Regular	Regular
ESPECTRAL Y	Story5	15.3	Bottom	85.51		Regular	Regular
ESPECTRAL Y	Story4	12.6	Bottom	96.88		Regular	Regular
ESPECTRAL Y	Story3	9.9	Bottom	105.77		Regular	Regular
ESPECTRAL Y	Story2	7.2	Bottom	112.12		Regular	Regular
ESPECTRAL Y	Story1	4.5	Bottom	115.81		Regular	Regular
ESPECTRAL Y	Base	0	Bottom	0.00			

IRREGULARIDADES EN PLANTA Y-Y		
Esquinas entrantes	[0.9]	1
Discontinuidad en Diafragma	[0.85]	1
Sistemas No Paralelos	[0.8]	1
Irregularidad Torsional	[0.75]	1
Irregularidad Torsional Extrema	[0.6]	1
IRREGULARIDAD EN PLANTA FINAL I <sub>p</sub> Y-Y =		1

### Irregularidad Torsional

Existe irregularidad torsional cuando, en cualquiera de las direcciones de análisis, el máximo desplazamiento relativo de entrepiso en un extremo del edificio ( $\Delta_{max}$ ) en esa dirección, calculado incluyendo excentricidad accidental, es mayor que 1.3 veces el desplazamiento relativo promedio de los tres extremos del mismo entrepiso para la misma condición de carga ( $\Delta_{prom}$ ).

Este criterio sólo se aplica en edificios con diafragmas rígidos y sólo si el máximo desplazamiento relativo de entrepiso es mayor que 50% del desplazamiento permisible indicado en la Tabla N°11

$$\Delta_{max} > 1.30\Delta_{promedio}$$

$$I_p = 0.75$$

### Irregularidad Torsional Extrema

Existe irregularidad torsional extrema cuando, en cualquiera de las direcciones de análisis, el máximo desplazamiento relativo de entrepiso en un extremo del edificio ( $\Delta_{max}$ ) en esa dirección, calculado incluyendo excentricidad accidental, es mayor que 1.5 veces el desplazamiento relativo promedio de los extremos del mismo entrepiso para la misma condición de carga ( $\Delta_{prom}$ ).

Este criterio sólo se aplica en edificios con diafragmas rígidos y sólo si el máximo desplazamiento relativo de entrepiso es mayor que 50% del desplazamiento permisible indicado en la Tabla N°11

$$\Delta_{max} > 1.50\Delta_{promedio}$$

$$I_p = 0.60$$

TORSIÓN EN DIRECCIÓN Y-Y						TORSIÓN	Ext. Torsión
JOIN - DISPLACEMENTS (DIAPHRAGM MAX OVER AVG DRIFT)							
Story	Case/Combo	Item	Max Drift	Avg Drift	Ratio	ratio > 1.3	ratio > 1.5
Story10	DERIVA Y	Diaph D1 Y	0.00366	0.00364	1.005	REGULAR	REGULAR
Story9	DERIVA Y	Diaph D1 Y	0.00379	0.00369	1.029	REGULAR	REGULAR
Story8	DERIVA Y	Diaph D1 Y	0.00404	0.00387	1.043	REGULAR	REGULAR
Story7	DERIVA Y	Diaph D1 Y	0.00444	0.00421	1.054	REGULAR	REGULAR
Story6	DERIVA Y	Diaph D1 Y	0.00484	0.00455	1.063	REGULAR	REGULAR
Story5	DERIVA Y	Diaph D1 Y	0.00510	0.00477	1.070	REGULAR	REGULAR
Story4	DERIVA Y	Diaph D1 Y	0.00512	0.00475	1.077	REGULAR	REGULAR
Story3	DERIVA Y	Diaph D1 Y	0.00486	0.00448	1.085	REGULAR	REGULAR
Story2	DERIVA Y	Diaph D1 Y	0.00423	0.00386	1.096	REGULAR	REGULAR
Story1	DERIVA Y	Diaph D1 Y	0.00206	0.00186	1.110	REGULAR	REGULAR

### Irregularidad por esquina entrante

$$L_{esquina(x)} > 0.20 \cdot L_x \text{ ó } L_{esquina(y)} > 0.20 \cdot L_y$$

Dirección en Y (m)				
Story	$L_Y$ (mayor)	$L_{esq}$ (menor)	$0.20 \cdot L_Y$	Estructura
Story6	10.00	0.00	2.00	Regular
Story5	10.00	0.00	2.00	Regular
Story4	10.00	0.00	2.00	Regular
Story3	10.00	0.00	2.00	Regular
Story2	10.00	0.00	2.00	Regular
Story1	10.00	0.00	2.00	Regular

### Irregularidad por discontinuidad de diafragma **No presenta**

$$A_{abertura} > 0.50 \cdot A_i \text{ ó } S_{resistente} < 0.25 \cdot S_{\text{área bruta}}$$

$A_i$ (m <sup>2</sup> )	$0.50 \cdot A_i$ (m <sup>2</sup> )	$A_{abertura}$ (m <sup>2</sup> )	Estructura



VERIFICACIÓN (DISTORSIÓN DE ENTREPISO <0.007)

Se debe calcular los desplazamientos laterales de acuerdo a las indicaciones del Artículo 31.

**ARTICULO 31- Determinacion de Desplazamientos Laterales**

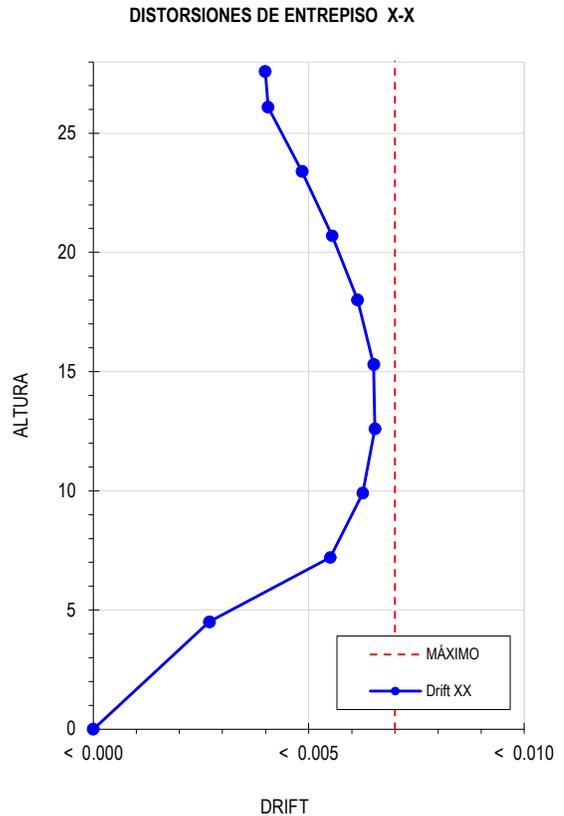
- 31.1. Para estructuras regulares, los desplazamientos laterales se calculan multiplicando por \$0.75R\$ los resultados obtenidos del análisis lineal y elástico con las sollicitaciones sísmicas reducidas. Para estructuras irregulares, los desplazamientos laterales se calculan multiplicando por \$0.85R\$ los resultados obtenidos del análisis lineal elástico.
- 31.2. Para el cálculo de los desplazamientos laterales no se consideran los valores mínimos de \$C/R\$ indicados en el numero 28.2 ni el cortante mínimo en la base especificados en el numeral 29.4

**ARTICULO 32- Desplazamientos Lateral Relativos Admisibles**

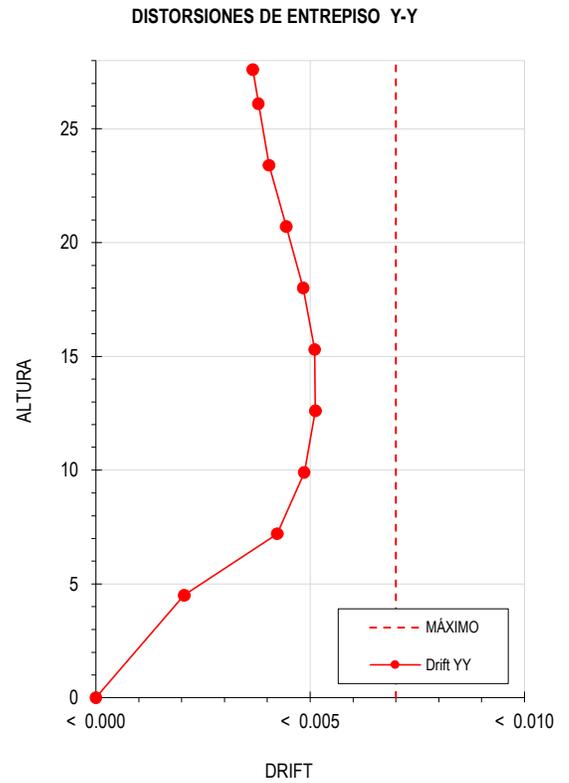
El máximo desplazamiento relativo de entrepiso, calculado según el artículo 31, no excede la fracción de la altura de entrepiso (distorcion) que se indica en la Tabla N°11.

Material predominante	
Concreto Armado	0.007
Acero	0.01
Albañilería	0.005
Madera	0.01
Edificación de concreto armado con muros de ductilidad limitada	0.005

SISMO DINÁMICO EN DIRECCIÓN X - X (STORY RESPONSE PLOT)					
Story	Output Case	Elevación	Direction	Drift XX	MÁXIMO < 0.007
Story10	DERIVA X	27.60	X	0.00399	CUMPLE
Story9	DERIVA X	26.10	X	0.00406	CUMPLE
Story8	DERIVA X	23.40	X	0.00484	CUMPLE
Story7	DERIVA X	20.70	X	0.00554	CUMPLE
Story6	DERIVA X	18.00	X	0.00613	CUMPLE
Story5	DERIVA X	15.30	X	0.00651	CUMPLE
Story4	DERIVA X	12.6	X	0.00654	CUMPLE
Story3	DERIVA X	9.9	X	0.00625	CUMPLE
Story2	DERIVA X	7.2	X	0.00550	CUMPLE
Story1	DERIVA X	4.5	X	0.002694	CUMPLE
Base	DERIVA X	0	X	0	CUMPLE



SISMO DINÁMICO EN DIRECCIÓN Y-Y					
(STORY RESPONSE PLOT)					
Story	Output Case	Elevación	Direction	Drift YY	MÁXIMO
					<b>&lt; 0.007</b>
Story10	DERIVA Y	27.60	Y	0.00366	CUMPLE
Story9	DERIVA Y	26.10	Y	0.00379	CUMPLE
Story8	DERIVA Y	23.40	Y	0.00404	CUMPLE
Story7	DERIVA Y	20.70	Y	0.00444	CUMPLE
Story6	DERIVA Y	18.00	Y	0.00484	CUMPLE
Story5	DERIVA Y	15.30	Y	0.00510	CUMPLE
Story4	DERIVA Y	12.60	Y	0.00512	CUMPLE
Story3	DERIVA Y	9.90	Y	0.00486	CUMPLE
Story2	DERIVA Y	7.20	Y	0.00423	CUMPLE
Story1	DERIVA Y	4.50	Y	0.00206	CUMPLE
Base	DERIVA Y	0.00	Y	0.00000	CUMPLE



## VERIFICACION DEL SISTEMA ESTRUCTURAL

### Artículo 16.- Sistemas Estructurales

#### - 16.1. Estructuras de Concreto armado

Todos los elementos de concreto armado que conforman el sistema estructural sismorresistente cumplen con lo previsto en la Norma Técnica E.060 Concreto Armado del RNE.

a) **Porticos. Por lo menos el 80%** de la fuerza cortante en la base actúa sobre las columnas de los pórticos. En caso se tengan muros estructurales, estos se diseñan para resistir una fracción de la acción sísmica total de acuerdo con su rigidez.

b) **Muros Estructurales** Sistemas en el que la resistencia sísmica está dada predominantemente por muros estructurales sobre los que actúa **por lo menos el 70%** de la fuerza cortante en la base.

c) **Dual** Las acciones sísmicas son resistidas por una combinación de pórticos y muros estructurales. La fuerza cortante que toman los muros es **mayor que el 20%** y **menor que 70%** del cortante en la base del edificio.

d) **Edificaciones de Muros de Ductilidad Limitada (EMDL)** Edificaciones que se caracterizan por tener un sistema estructural donde la resistencia sísmica y de cargas de gravedad está dada por muros de concreto armado de espesores reducidos, en lo que se prescinde de extremos confinados y el refuerzo vertical se dispone en una sola capa. Con este sistema se puede construir como **máximo ocho pisos**.

Se determina si el sistema es de Muros estructurales o Dual

DIRECCIÓN X-X	
Section Cut ESPECTRAL X	
Cortante en Muros (tonf)	107.89
Cortante en Columnas (tonf)	5.31
TOTAL	113.20
Cortante en Muros	95.3%
Cortante en Columnas	4.7%
<b>Ro</b>	<b>6</b>
DIRECCIÓN Y-Y	
Section Cut ESPECTRAL Y	

Cortante en Muros (tonf)	109.67
Cortante en Columnas (tonf)	6.18
TOTAL	115.85
Cortante en Muros	94.7%
Cortante en Columnas	5.3%
<b>Ro</b>	<b>6</b>

VERIFICACIÓN (CORTANTE DE DISEÑO)

29.4. Fuerza Cortante Mínima

- 29.4.1. Para cada una de las direcciones consideradas en el análisis, la fuerza cortante en el primer entresolio del edificio **no puede ser menor que el 80%** del valor calculado según el artículo 25 **para estructuras regulares, ni menor que el 90% para estructurales irregulares.**

- 29.4.2. Si fuera necesario incrementar el cortante para cumplir los mínimos señalados, se escalan proporcionalmente todos los resultados obtenidos, excepto los desplazamientos.

PARÁMETROS DE ANÁLISIS	VALOR
Z: Factor de zona	0.45
U: Factor de uso o importancia	1.00
S: Factor de amplificación del suelo	1.05
T <sub>p</sub> : Periodo que define la plataforma del factor C (seg)	0.60
T <sub>l</sub> : Periodo que define el inicio de la zona del factor C (seg)	2.00
P: Peso Total de la Edificación (Tonf)	1646.93

DIRECCIÓN X-X	T <sub>X</sub> : Periodo natural en la dirección X (seg)	0.823	
	C <sub>X</sub> : Factor de amplificación sísmica en X	1.82	
	R <sub>0</sub> : Coeficiente básico de reducción de fuerzas sísmicas	<b>6.00</b>	
	I <sub>ax</sub> : irregularidad en altura final	1.00	
	I <sub>px</sub> : irregularidad en planta final	1.00	
	R <sub>X</sub> : Coeficiente de reducción sísmico en X	6.00	
	EDIFICACIÓN : <b>REGULAR</b>		<b>80%</b>
	FUERZA CORTANTE ESTÁTICA		236.38 tonf
	CORTANTE DE DISEÑO		189.11 tonf
	FUERZA CORTANTE DINÁMICA		<b>113.12 tonf</b>
<b>FACTOR DE ESCALAMIENTO X-X</b>		<b>1.672</b>	

DIRECCIÓN Y-Y	T <sub>Y</sub> : Periodo natural en la dirección Y (seg)	0.794	
	C <sub>Y</sub> : Factor de amplificación sísmica en Y	1.89	
	R <sub>0</sub> : Coeficiente básico de reducción de fuerzas sísmicas	<b>6.00</b>	
	I <sub>ay</sub> : irregularidad en altura final	1.00	
	I <sub>py</sub> : irregularidad en planta final	1.00	
	R <sub>Y</sub> : Coeficiente de reducción sísmico en Y	6.00	
	EDIFICACIÓN : <b>REGULAR</b>		<b>80%</b>
	FUERZA CORTANTE ESTÁTICA		245.02 tonf
	CORTANTE DE DISEÑO		196.01 tonf
	FUERZA CORTANTE DINÁMICA		<b>117.63 tonf</b>
<b>FACTOR DE ESCALAMIENTO Y-Y</b>		<b>1.666</b>	