

# 1 Análisis Sísmico

## 1.1 Parámetros de sitio

### 1.1.1 Factor zona

Este factor se interpreta como la aceleración máxima horizontal en el suelo rígido con una probabilidad de 10 % de ser excedida en 50 años

Table 1: Factor de zona

FACTOR DE ZONA SEGÚN E-030	
ZONA	Z
4	0.45
3	<b>0.35</b>
2	0.25
1	0.10



Fuente: E-030 (2018)

### 1.1.2 Factor de suelo

Este factor se interpreta como un factor de modificación de la aceleración pico del suelo para un perfil determinado respecto al perfil tipo S1

Table 2: Factor de suelo

FACTOR DE SUELO SEGÚN E-030				
<i>SUELO</i> <i>ZONA</i>	S0	S1	S2	S3
4	0.80	1.00	1.05	1.10
3	0.80	1.00	<b>1.15</b>	1.20
2	0.80	1.00	1.20	1.40
1	0.80	1.00	1.60	2.00

Fuente: E-030 (2018)

### 1.1.3 Periodos de suelo

Table 3: Periodos de suelo

PERIODO "Tp" y "Tl" SEGÚN E-030				
<i>Perfil de suelo</i>				
	S0	S1	S2	S3
Tp	0.30	0.40	<b>0.60</b>	1.00
Tl	3.00	2.50	<b>2.00</b>	1.60

Fuente: E-030 (2018)

#### 1.1.4 Sistema Estructural

Después de realizar el análisis sísmico se determino que los sistemas estructurales en X, Y son Dual de Concreto Armado y Dual de Concreto Armado respectivamente

Table 4: Coeficiente básico de reducción

SISTEMAS ESTRUCTURALES	
Sistema Estructural	Coeficiente Básico de Reducción $R_o$
<b>Acero:</b>	
Porticos Especiales Resistentes a Momento (SMF)	8
Porticos Intermedios Resistentes a Momento (IMF)	5
Porticos Ordinarios Resistentes a Momento (OMF)	4
Porticos Especiales Concentricamente Arrriostrados (SCBF)	7
Porticos Ordinarios Concentricamente Arrriostrados (OCBF)	4
Porticos Excentricamente Arrriostrados (EBF)	8
<b>Concreto Armado:</b>	
Porticos	8
Dual	<b>7</b>
De muros estructurales	6
Muros de ductilidad limitada	4
<b>Albañilería Armada o Confinada</b>	3
<b>Madera</b>	7

Fuente: E-030 (2018)

#### 1.1.5 Factor de Amplificación sísmica

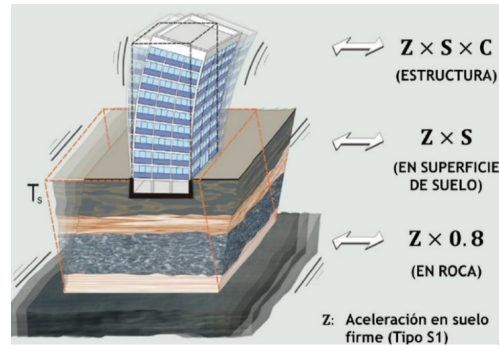
Se determina según el artículo 14 de la E-030.

Figure 1: Factor de amplificación

$$T < T_P \quad C = 2,5 \cdot \left( \frac{T_P}{T} \right)$$

$$T_P < T < T_L \quad C = 2,5 \cdot \left( \frac{T_P}{T} \right)$$

$$T > T_L \quad C = 2,5 \cdot \left( \frac{T_P T_L}{T^2} \right)$$



Fuente: Muñoz (2020)

### 1.1.6 Factor de Importancia

Table 5: Factor de Uso o Importancia

CATEGORIA DE LA EDIFICACION		
CATEGORIA	DESCRIPCION	FACTOR U
A Edificaciones Escenciales	A1: Establecimiento del sector salud (públicos y privados) del segundo y tercer nivel, según lo normado por el ministerio de salud.	Con aislamiento 1.0 y sin aislamiento 1.5.
	A2: Edificaciones escenciales para el manejo de las emergencias, el funcionamiento del gobierno y en general aquellas que puedan servir de refugio después de un desastre.	1.50
B Edificaciones Importantes	Edificaciones donde se reúnen gran cantidad de personas tales como cines, teatros, estadios, coliseos, centros comerciales, terminales de buses de pasajeros, establecimientos penitenciarios, o que guardan patrimonios valiosos como museos y bibliotecas.	1.30
C Edificaciones Comunes	Edificaciones comunes tales como: viviendas, oficinas, hoteles, restaurantes, depósitos e instalaciones industriales cuya falla no acarree peligros adicionales de incendios o fugas de contaminantes.	<b>1.00</b>
D Edificaciones temporales	Construcciones provisionales para depósitos, casetas y otras similares.	A criterio del proyectista

Fuente: E-030 (2018)

### 1.1.7 Tabla resumen de parámetros sísmicos

Table 6: Resumen de parámetros sísmicos

	PARÁMETROS SÍSMICOS		
		X	Y
<b>Norma E.030</b>			
<i>Factor de Zona (Tabla N° 1)</i>	<b>Z</b>	0.45	
<i>Factor de Uso (Tabla N° 5)</i>	<b>U</b>	1.00	
<i>Factor de Suelo (Tabla N° 3)</i>	<b>S</b>	1.05	
<i>Periodos (Tabla N° 4)</i>	<b>T<sub>P</sub></b>	0.60	
	<b>T<sub>L</sub></b>	2.00	
<i>Coef. Básico de Reducción (Tabla N° 7)</i>	<b>R<sub>o</sub></b>	7.00	7.00
<i>Irregularidad en altura (Tabla N° 8)</i>	<b>I<sub>a</sub></b>	1.00	1.00
<i>Irregularidad en planta (Tabla N° 9)</i>	<b>I<sub>p</sub></b>	1.00	1.00
<i>Coef. de Reducción (Artículo 22)</i>	<b>R</b>	7.00	7.00
	<b>ZUSg/R</b>	0.66	0.66

### 1.1.8 Espectro de respuesta de aceleraciones

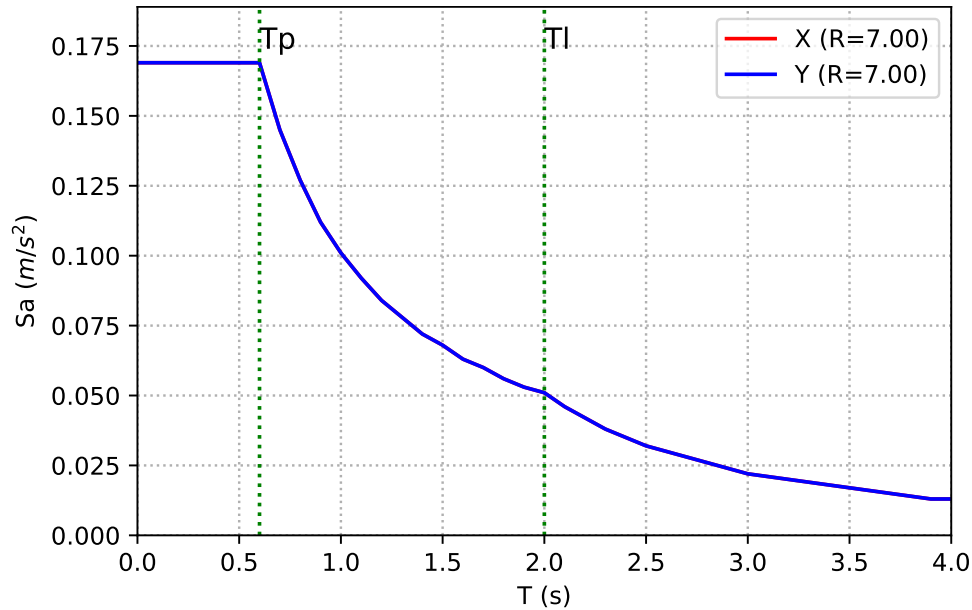


Figure 2: Espectro de aceleraciones

### 1.1.9 Peso sísmico

#### Art. 26

*El peso ( $P$ ), se calcula adicionando a la carga permanente y total de la edificación un porcentaje de la carga viva o sobrecarga. En edificaciones de categoría A y B, se toma el 50% de la carga viva y en edificaciones de categoría C, se toma el 25% de la carga viva.*

### 1.1.10 Excentricidad accidental

#### Art. 28.5

*La incertidumbre en la localización de los centros de masa en cada nivel, se considera mediante una excentricidad accidental perpendicular a la dirección del sismo igual a 0,05 veces la dimensión del edificio en la dirección perpendicular a la dirección de análisis. En cada caso se considera el signo más desfavorable.*

Figure 3: Excentricidad de la masa en ETABS

**E** Mass Source Data

Mass Source Name

Masa Sismica

Mass Source

☐ Element Self Mass

☐ Additional Mass

☒ Specified Load Patterns

☒ Adjust Diaphragm Lateral Mass to Move Mass Centroid by:

This Ratio of Diaphragm Width in X Direction

This Ratio of Diaphragm Width in Y Direction

Mass Multipliers for Load Patterns

Load Pattern	Multiplier
Dead	1
Dead	1
Live	0.25

Mass Options

☒ Include Lateral Mass

☐ Include Vertical Mass

☒ Lump Lateral Mass at Story Levels

## 1.2 Análisis modal Art. 26.1 E-030

### Art. 26.1.1

*Los modos de vibración pueden determinarse por un procedimiento de análisis que considere apropiadamente las características de rigidez y la distribución de las masas.*

### Art. 29.1.2

*En cada dirección se consideran aquellos modos de vibración cuya suma de masas efectivas sea por lo menos el 90% de la masa total, pero se toma en cuenta por lo menos los tres primeros modos predominantes en la dirección de análisis.*

Table 7: Periodos y porcentajes de masa participativa

Mode	Period	UX	UY	RZ	SumUX	SumUY	SumRZ
1	1.013	0.533	0.173	0.038	0.533	0.173	0.038
2	0.979	0.182	0.541	0.000	0.716	0.714	0.039
3	0.713	0.018	0.010	0.689	0.734	0.724	0.728
4	0.274	0.101	0.027	0.011	0.835	0.750	0.739
5	0.245	0.035	0.124	0.001	0.870	0.875	0.739
6	0.170	0.015	0.009	0.144	0.884	0.883	0.884
7	0.127	0.037	0.010	0.007	0.921	0.893	0.890
8	0.107	0.014	0.045	0.000	0.936	0.939	0.891
9	0.074	0.018	0.005	0.004	0.954	0.944	0.895
10	0.072	0.007	0.004	0.052	0.960	0.948	0.947
11	0.062	0.007	0.021	0.000	0.967	0.969	0.947
12	0.050	0.009	0.003	0.002	0.977	0.972	0.949
13	0.042	0.004	0.011	0.000	0.980	0.983	0.949
14	0.042	0.003	0.002	0.024	0.983	0.985	0.973
15	0.036	0.005	0.002	0.001	0.988	0.986	0.975
16	0.031	0.002	0.005	0.000	0.990	0.992	0.975
17	0.029	0.003	0.001	0.000	0.994	0.993	0.975
18	0.028	0.001	0.001	0.013	0.994	0.994	0.987
19	0.026	0.001	0.003	0.000	0.995	0.996	0.987
20	0.024	0.001	0.001	0.000	0.997	0.997	0.988
21	0.022	0.001	0.001	0.000	0.997	0.998	0.988
22	0.022	0.001	0.000	0.006	0.998	0.998	0.994
23	0.021	0.001	0.000	0.000	0.999	0.999	0.994
24	0.020	0.001	0.001	0.000	0.999	0.999	0.994
25	0.019	0.000	0.000	0.000	0.999	1.000	0.994
26	0.018	0.000	0.000	0.000	1.000	1.000	0.994
27	0.018	0.000	0.000	0.003	1.000	1.000	0.997
28	0.016	0.000	0.000	0.001	1.000	1.000	0.999
29	0.015	0.000	0.000	0.001	1.000	1.000	0.999
30	0.014	0.000	0.000	0.000	1.000	1.000	1.000

### 1.3 Análisis de Irregularidades

#### 1.3.1 Irregularidad de Rigidez-Piso Blando

Tabla N°9 E-030

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 80% de la rigidez lateral promedio de los tres niveles superiores adyacentes. Las rigideces laterales 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

**Tabla N°9 E-030**

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 70% de la rigidez lateral promedio de los tres niveles superiores adyacentes. Las rigideces laterales 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.

Las rigideces laterales 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.

Table 8: Irregularidad de rigidez

Story	OutputCase	VX	VY	Rigidez Lateral(k)	70%k previo	80%Prom(k)	is_reg
NIVEL 10	SXDIN Max	53.418	24.244	44648.987			Regular
NIVEL 9	SXDIN Max	101.511	38.249	71094.610	31254.291		Regular
NIVEL 8	SXDIN Max	135.570	43.482	78914.156	49766.227		Regular
NIVEL 7	SXDIN Max	160.859	43.791	80497.794	55239.909	51908.734	Regular
NIVEL 6	SXDIN Max	182.195	43.477	75613.043	56348.456	61468.416	Regular
NIVEL 5	SXDIN Max	202.394	46.155	79033.219	52929.130	62673.332	Regular
NIVEL 4	SXDIN Max	222.073	52.383	89542.906	55323.253	62705.082	Regular
NIVEL 3	SXDIN Max	240.224	61.455	110332.675	62680.034	65117.112	Regular
NIVEL 2	SXDIN Max	254.932	71.223	149001.674	77232.873	74375.680	Regular
NIVEL 1	SXDIN Max	263.858	77.969	245960.568	104301.172	93033.935	Regular

Table 9: Irregularidad de rigidez

Story	OutputCase	VX	VY	Rigidez Lateral(k)	70%k previo	80%Prom(k)	is_reg
NIVEL 10	SYDIN Max	24.532	57.725	46374.480			Regular
NIVEL 9	SYDIN Max	38.781	107.674	76041.765	32462.136		Regular
NIVEL 8	SYDIN Max	44.022	141.348	81371.534	53229.235		Regular
NIVEL 7	SYDIN Max	44.191	166.048	77664.148	56960.074	54343.408	Regular
NIVEL 6	SYDIN Max	43.589	187.059	75282.902	54364.903	62687.319	Regular
NIVEL 5	SYDIN Max	46.047	207.491	78311.735	52698.031	62484.956	Regular
NIVEL 4	SYDIN Max	52.249	228.189	86504.636	54818.214	61669.009	Regular
NIVEL 3	SYDIN Max	61.395	247.782	106589.236	60553.245	64026.473	Regular
NIVEL 2	SYDIN Max	71.237	263.695	141905.378	74612.465	72374.828	Regular
NIVEL 1	SYDIN Max	77.969	273.430	236989.362	99333.765	89333.133	Regular

### 1.3.2 Irregularidad de Masa o Peso

**Tabla N°9 E-030**

Se tiene irregularidad de masa (o peso) cuando el peso de un piso determinado según el artículo 26, es mayor que 1,5 veces el peso de un piso adyacente. Este criterio no se aplica en azoteas ni en sótanos

Table 10: Irregularidad de Masa o Peso

Story	Masa	1.5 Masa	Tipo de Piso	is_reg
NIVEL 10	35.746		Azotea	Regular
NIVEL 9	46.903	70.354	Piso	Regular
NIVEL 8	46.903	70.354	Piso	Regular
NIVEL 7	46.903	70.354	Piso	Regular
NIVEL 6	46.903	70.354	Piso	Regular
NIVEL 5	46.903	70.354	Piso	Regular
NIVEL 4	46.903	70.354	Piso	Regular
NIVEL 3	46.903	70.354	Piso	Regular
NIVEL 2	46.903	70.354	Piso	Regular
NIVEL 1	48.555	72.832	Piso	Regular
Base	6.532		Sotano	Regular

### 1.3.3 Irregularidad Torsional

#### Tabla N°9 E-030

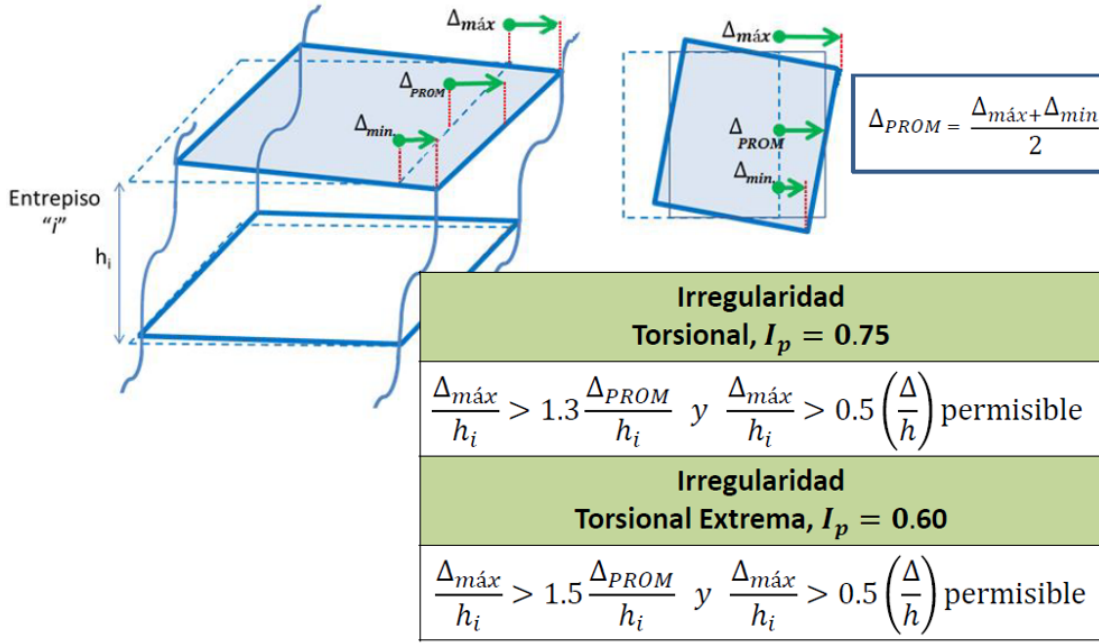
Existe irregularidad torsional cuando, en cualquiera de las direcciones de análisis el desplazamiento relativo de entrepiso en un edificio ( $\Delta_{max}$ ) en esa dirección, calculado incluyendo excentricidad accidental, es mayor que 1,3 veces el desplazamiento relativo promedio de los extremos del mismo entrepiso para la 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

#### Tabla N°9 E-030

Existe irregularidad torsional cuando, en cualquiera de las direcciones de análisis el desplazamiento relativo de entrepiso en un edificio ( $\Delta_{max}$ ) en esa dirección, calculado incluyendo excentricidad accidental, es mayor que 1,3 veces el desplazamiento relativo promedio de los extremos del mismo entrepiso para la 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



Figure 4: Irregularidad torsional



Fuente: Muñoz (2020)

Table 11: Irregularidad Torsional

Story	OutputCase	Direction	Max Drift	Avg Drift	Ratio	Height	Drifts	< Driftmax/2	Es Regular
NIVEL 10	SXDIN Max	X	0.002542	0.002381	1.068	3.25	0.004106	False	Regular
NIVEL 10	SXDIN Max	Y	0.000862	0.00074	1.165	3.25	0.001392	True	Regular
NIVEL 9	SXDIN Max	X	0.002896	0.002638	1.098	3.25	0.004678	False	Regular
NIVEL 9	SXDIN Max	Y	0.000942	0.000794	1.186	3.25	0.001522	True	Regular
NIVEL 8	SXDIN Max	X	0.00324	0.002875	1.127	3.25	0.005234	False	Regular
NIVEL 8	SXDIN Max	Y	0.001001	0.00083	1.207	3.25	0.001617	True	Regular
NIVEL 7	SXDIN Max	X	0.003555	0.003084	1.153	3.25	0.005743	False	Regular
NIVEL 7	SXDIN Max	Y	0.001045	0.000849	1.231	3.25	0.001688	True	Regular
NIVEL 6	SXDIN Max	X	0.003787	0.003221	1.176	3.25	0.006117	False	Regular
NIVEL 6	SXDIN Max	Y	0.00108	0.000859	1.257	3.25	0.001745	True	Regular
NIVEL 5	SXDIN Max	X	0.003914	0.003264	1.199	3.25	0.006323	False	Regular
NIVEL 5	SXDIN Max	Y	0.001118	0.000868	1.289	3.25	0.001806	True	Regular
NIVEL 4	SXDIN Max	X	0.003887	0.003176	1.224	3.25	0.006279	False	Regular
NIVEL 4	SXDIN Max	Y	0.001149	0.000869	1.321	3.25	0.001856	True	Regular
NIVEL 3	SXDIN Max	X	0.003616	0.002893	1.25	3.25	0.005841	False	Regular
NIVEL 3	SXDIN Max	Y	0.001128	0.000835	1.351	3.25	0.001822	True	Regular
NIVEL 2	SXDIN Max	X	0.003001	0.00235	1.277	3.25	0.004848	False	Regular
NIVEL 2	SXDIN Max	Y	0.000998	0.000721	1.385	3.25	0.001612	True	Regular
NIVEL 1	SXDIN Max	X	0.001784	0.00141	1.266	4.35	0.002153	True	Regular
NIVEL 1	SXDIN Max	Y	0.000668	0.000478	1.397	4.35	0.000806	True	Regular

Table 12: Irregularidad Torsional

Story	OutputCase	Direction	Max Drift	Avg Drift	Ratio	Height	Drifts	< Driftmax/2	Es Regular
NIVEL 10	SYDIN Max	X	0.000785	0.000692	1.135	3.25	0.001268	True	Regular
NIVEL 10	SYDIN Max	Y	0.002711	0.002605	1.041	3.25	0.004379	False	Regular
NIVEL 9	SYDIN Max	X	0.000835	0.000734	1.138	3.25	0.001349	True	Regular
NIVEL 9	SYDIN Max	Y	0.002946	0.002787	1.057	3.25	0.004759	False	Regular
NIVEL 8	SYDIN Max	X	0.000888	0.000767	1.157	3.25	0.001434	True	Regular
NIVEL 8	SYDIN Max	Y	0.003182	0.002966	1.073	3.25	0.005140	False	Regular
NIVEL 7	SYDIN Max	X	0.000936	0.000794	1.178	3.25	0.001512	True	Regular
NIVEL 7	SYDIN Max	Y	0.003381	0.003109	1.087	3.25	0.005462	False	Regular
NIVEL 6	SYDIN Max	X	0.000975	0.000811	1.203	3.25	0.001575	True	Regular
NIVEL 6	SYDIN Max	Y	0.003506	0.003183	1.101	3.25	0.005664	False	Regular
NIVEL 5	SYDIN Max	X	0.001011	0.000821	1.232	3.25	0.001633	True	Regular
NIVEL 5	SYDIN Max	Y	0.003529	0.003164	1.115	3.25	0.005701	False	Regular
NIVEL 4	SYDIN Max	X	0.001035	0.000819	1.263	3.25	0.001672	True	Regular
NIVEL 4	SYDIN Max	Y	0.00341	0.003017	1.13	3.25	0.005508	False	Regular
NIVEL 3	SYDIN Max	X	0.001009	0.000783	1.289	3.25	0.001630	True	Regular
NIVEL 3	SYDIN Max	Y	0.003086	0.002693	1.146	3.25	0.004985	False	Regular
NIVEL 2	SYDIN Max	X	0.000886	0.000676	1.311	3.25	0.001431	True	Regular
NIVEL 2	SYDIN Max	Y	0.00249	0.002139	1.164	3.25	0.004022	False	Regular
NIVEL 1	SYDIN Max	X	0.000516	0.00041	1.258	4.35	0.000623	True	Regular
NIVEL 1	SYDIN Max	Y	0.001568	0.001332	1.177	4.35	0.001892	True	Regular

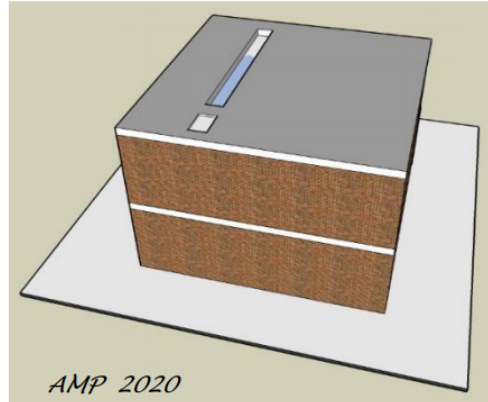
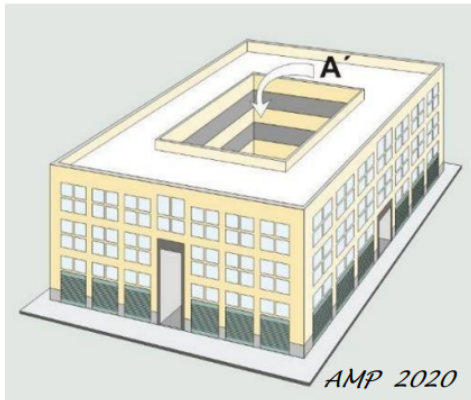
### 1.3.4 Irregularidad por Discontinuidad del Diafragma

Tabla N°9 E-030

*La estructura se califica como irregular cuando los diafragmas tienen discontinuidades abruptas o variaciones importantes en rigidez, incluyendo aberturas mayores que 50% del área bruta del diafragma.*

*También existe irregularidad cuando, en cualquiera de los pisos y para cualquiera de las direcciones de análisis, se tiene alguna sección transversal del diafragma con un área neta resistente menor que 25% del área de la sección transversal total de la misma dirección calculada con las dimensiones totales de la planta.*

Figure 5: Irregularidad por discontinuidad del diafragma



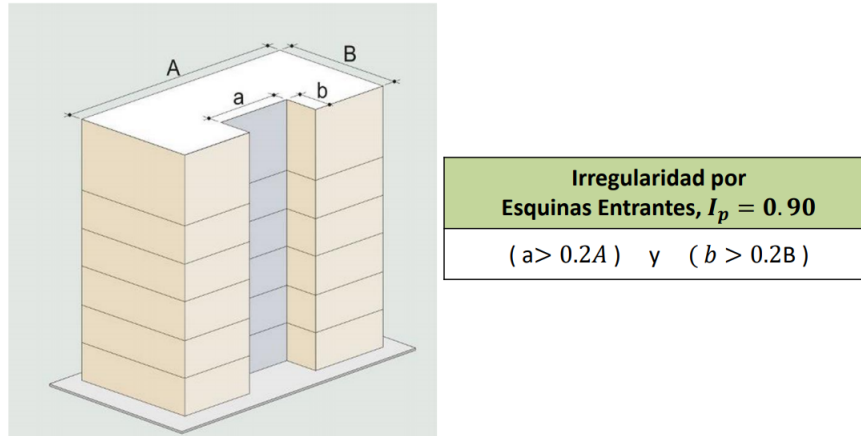
Fuente: Muñoz (2020)

### 1.3.5 Irregularidad por Esquinas entrantes

Tabla N°9 E-030

*La estructura se califica como irregular cuando tiene esquinas entrantes cuyas dimensiones en ambas direcciones son mayores que 20% de la correspondiente dimensión total en planta*

Figure 6: Irregularidad por esquinas entrantes



Fuente: Muñoz (2020)

Table 13: Irregularidad por esquinas entrantes

Esquina entrante en X(a)	0.45	m
Esquina entrante en Y(b)	0.55	m
Dimensión total en X(A)	12.05	m
Dimensión total en Y(B)	21.05	m
a/A	3.73	%
b/B	2.61	%
Limite <	20.0	%
Verificación	<b>Regular</b>	

## 1.4 Análisis Dinámico Espectral Art. 29 E-030

El análisis dinámico modal espectral consiste calcular la respuesta para cada modo ingresando al espectro de pseudo-aceleraciones definido en 1.1.8, para posteriormente combinar los resultados según los criterios que se menciona en la norma E-030:

### 1.4.1 Criterios de combinación

#### Art. 29.3.1

*Mediante los criterios de combinación que se indican, se puede obtener la respuesta máxima elástica esperada (r) tanto para las fuerzas internas en los elementos componentes de la estructura, como para los parámetros globales del edificio como fuerza cortante en la base, cortantes de entrepiso, momentos de volteo, desplazamientos totales y relativos de entrepiso.*

**Art. 29.3.2**

*La respuesta máxima elástica esperada ( $r$ ) correspondiente al efecto conjunto de los diferentes modos de vibración empleados ( $r_i$ ) puede determinarse usando la combinación cuadrática completa de los valores calculados para cada modo.*

$$r = \sqrt{\sum \sum r_i \rho_{ij} r_j} \quad (1)$$

**Art. 29.3.3**

*Donde  $r$  representa las respuestas modales, desplazamientos o fuerzas, los coeficientes de correlación están dados por:*

$$\rho_{ij} = \frac{8\beta^2 (1 + \lambda) \lambda^{3/2}}{(1 - \lambda^2) + 4\beta^2 \lambda (1 + \lambda)^2} \quad \lambda = \frac{\omega_j}{\omega_i} \quad (2)$$

Donde:

$\beta$ : fracción del amortiguamiento crítico, que se puede suponer constante para todos los modos igual a 0,05.

$\omega_j, \omega_i$ : son las frecuencias angulares de los modos  $i, j$

## 1.5 Determinación de desplazamientos laterales Art. 31 E-030

**Art. 31.3.1**

*Para estructuras regulares, los desplazamientos laterales se calculan multiplicando por 0,75  $R$  los resultados obtenidos del análisis lineal y elástico con las solicitaciones sísmicas reducidas. Para estructuras irregulares, los desplazamientos laterales se calculan multiplicando por 0,85  $R$  los resultados obtenidos del análisis lineal elástico.*

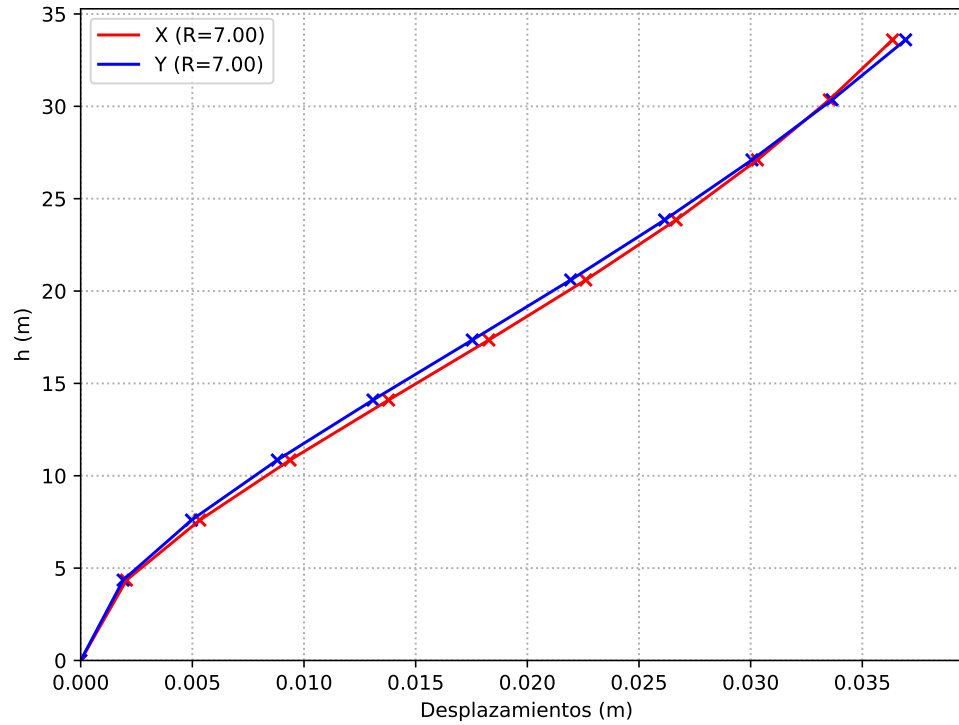


Figure 7: Desplazamientos inelásticos

## 1.6 Verificación de derivas máximas Art. 32 E-030

Table 14: Derivas máximas

LIMITES PARA LA DISTORSION DE ENTREPISO	
Material predominante:	$\Delta_i/h_{ei}$
Concreto Armado	<b>0.007</b>
Acero	0.01
Albañilería	0.005
Madera	0.01
Edificios de concreto armado con muros de ductilidad limitada	0.005

Fuente: E-030 (2018)

## 1.7 Verificación del sistema estructural

Se verificará que efectivamente se tiene un sistema estructural de muros en la dirección X, en la dirección Y no se verificara dado que no existen muros estructurales. Como se muestra en la figura 10 el valor de cortante que absorben los muros es de 64 ton, y la cortante total es aproximadamente 70 ton (ver figura 12) por lo que el porcentaje que toman los muros es mayor al 90%.

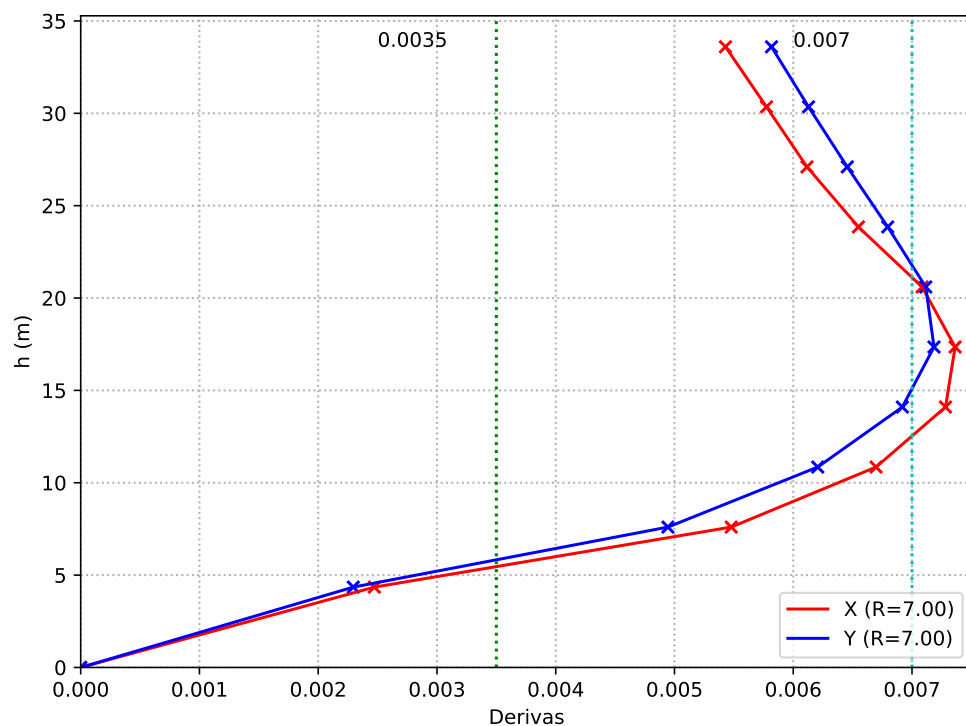
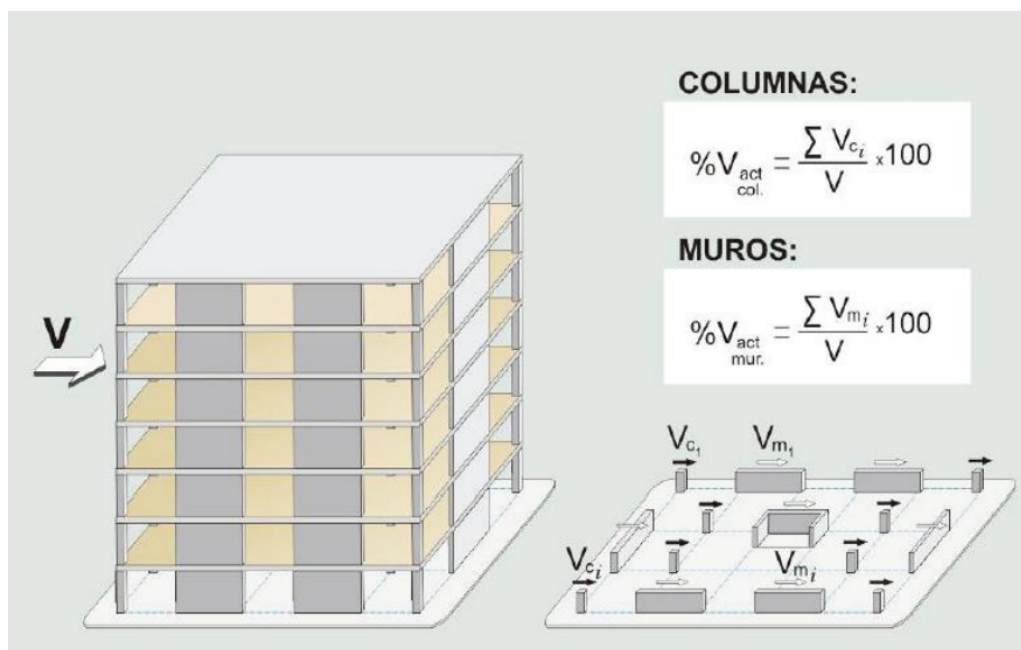


Figure 8: Derivas máxima de entrepiso

Figure 9: Sistema estructural



Fuente: Muñoz (2020)

## 1.8 Análisis estático o de fuerzas estáticas equivalentes Art. 28 E-030

### 1.8.1 Fuerza cortante en la base Art 28.2 E-030

#### Art. 28.2.1

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

Figure 10: Verificación del sistema estructural en X

**E Section Cut Forces**

**Section Cutting Line**

Start Point      End Point

Global X    -3.4084    10.5931    m

Global Y    0.9788    0.9788    m

**Load Case**

SDX

**Resultant Force Location and Angle**

Global X    3.5924    m

Global Y    0.9788    m

Global Z    0    m

Angle    0    deg

**Objects to Include**

☐ Columns    ☐ Beams    ☐ Braces

☐ Floors    ☒ Walls    ☐ Links

**Integrated Forces**

	Right Side			Left Side			
	1	2	Z	1	2	Z	
Force	64.5767	2.133	4.983	64.5767	2.133	4.983	tonf
Moment	11.9661	626.9561	385.1589	11.9661	626.9561	385.1589	tonf-m

Save Right Side Cut      Save Left Side Cut

Fuente: Muñoz (2020)

$$V = \frac{Z \cdot U \cdot C \cdot S}{R} P \quad \frac{C}{R} \geq 0,11 \quad (3)$$

Según el artículo 28.4.2 el periodo fundamental de vibración puede estimarse con la ecuación:

$$T = 2\pi \cdot \sqrt{\frac{\left(\sum_{i=1}^n P_i \cdot d_i^2\right)}{g \cdot \left(\sum_{i=1}^n f_i \cdot d_i\right)}} \quad (4)$$

Donde:

$P_i$ : es el peso sísmico en el nivel i.

$f_i$ : es la fuerza lateral en el nivel i correspondiente a una distribución en altura semejante a la del primer modo en la dirección de análisis.

$d_i$ : es el desplazamiento lateral del centro de masa del nivel i en traslación pura (restringiendo los giros en planta) debido a las fuerzas  $f_i$ . Los desplazamientos se calculan suponiendo comportamiento lineal elástico de la estructura y, para el caso de estructuras de concreto armado y de albañilería, considerando las secciones sin fisurar.

Lo anterior equivale a calcular los modos de vibrar en el modelo matemático restringiendo el grado de libertad de rotación. Lo anterior equivale a calcular los modos de vibrar en el modelo matemático restringiendo el grado de libertad de rotación.

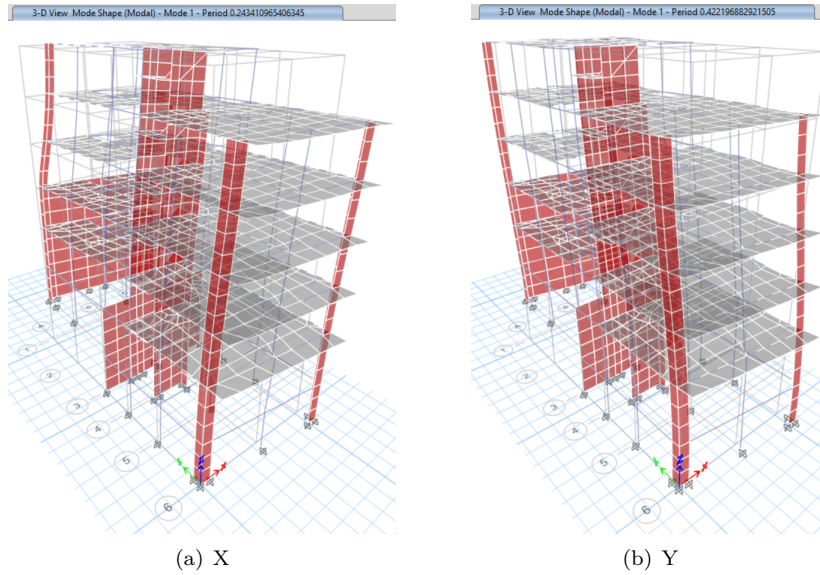


Figure 11: Periodos fundamentales en traslación pura

Table 15: Análisis sísmico estático

*Factor de Zona (Tabla N° 1)*  
*Factor de Uso (Tabla N° 5)*  
*Periodos en traslación pura obtenidos del ETABS (Art. 28.4.2)*  
*Factor de Amplificación (Art. 14)*  
*Factor de Suelo (Tabla N°3)*  
*Coef. Básico de Reducción (Tabla N°7)*  
*Irregularidad en altura (Tabla N°8)*  
*Irregularidad en planta (Tabla N°9)*  
*Coef. de Reducción (Artículo 22)*  
*Verificación (Artículo 28.2.2)*  
*Peso sísmico (ETABS)*  
*Coeficientes*  
*Cortante estática (Art.28.2)*  
*Coeficiente k (Art.28.3.2)*

PARÁMETROS SÍSMICOS		
	X	Y
<b>Z</b>	0.45	
<b>U</b>	1.00	
<b>T</b>	1.01	0.98
<b>C</b>	1.48	1.53
<b>S</b>	1.05	
<b>R<sub>o</sub></b>	7.00	7.00
<b>I<sub>a</sub></b>	1.00	1.00
<b>I<sub>p</sub></b>	1.00	1.00
<b>R</b>	7.00	7.00
<b>C/R&gt;0.11</b>	0.21	0.22
<b>Ps (Ton)</b>	44189.75	
<b>ZUCS/R</b>	0.10	0.10
<b>V (ton)</b>	<b>4416.79</b>	<b>4570.19</b>
<b>k</b>	1.26	1.24



Table 16: Análisis sísmico estático por pisos

Piso	Peso	Altura	$H^{kx}$	$H^{ky}$	PxHx	PxHy	ax	ay	Vx
NIVEL 10	3437.510	33600.000	486794.100	407753.350	1673359557.347	1401656194.848	0.157	0.187	694.99
NIVEL 9	4510.377	30350.000	428383.170	359447.690	1932169421.899	1621244467.090	0.182	0.215	802.48
NIVEL 8	4510.377	27100.000	371557.400	312367.210	1675863792.360	1408893741.805	0.158	0.187	696.03
NIVEL 7	4510.377	23850.000	316456.600	266622.530	1427338425.747	1202568033.169	0.134	0.159	592.81
NIVEL 6	4510.377	20600.000	263253.510	222350.660	1187372445.606	1002885203.110	0.112	0.132	493.15
NIVEL 5	4510.377	17350.000	212167.960	179726.330	956957387.658	810633427.331	0.090	0.107	397.45
NIVEL 4	4510.377	14100.000	163490.990	138981.530	737405918.610	626859041.266	0.069	0.082	306.26
NIVEL 3	4510.377	10850.000	117629.830	100441.960	530554826.891	453031045.423	0.050	0.059	220.35
NIVEL 2	4510.377	7600.000	75204.230	64605.340	339199405.716	291394433.786	0.032	0.038	140.88
NIVEL 1	4669.226	4350.000	37304.550	32352.470	174183350.842	151060988.978	0.016	0.019	72.34

## 1.9 Fuerza cortante mínima Art. 29.4 E-030

### Art. 29.4.1

Para cada una de las direcciones consideradas en el análisis, la fuerza cortante en el primer entrepiso 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 estructuras irregulares.

### Art. 29.4.2

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

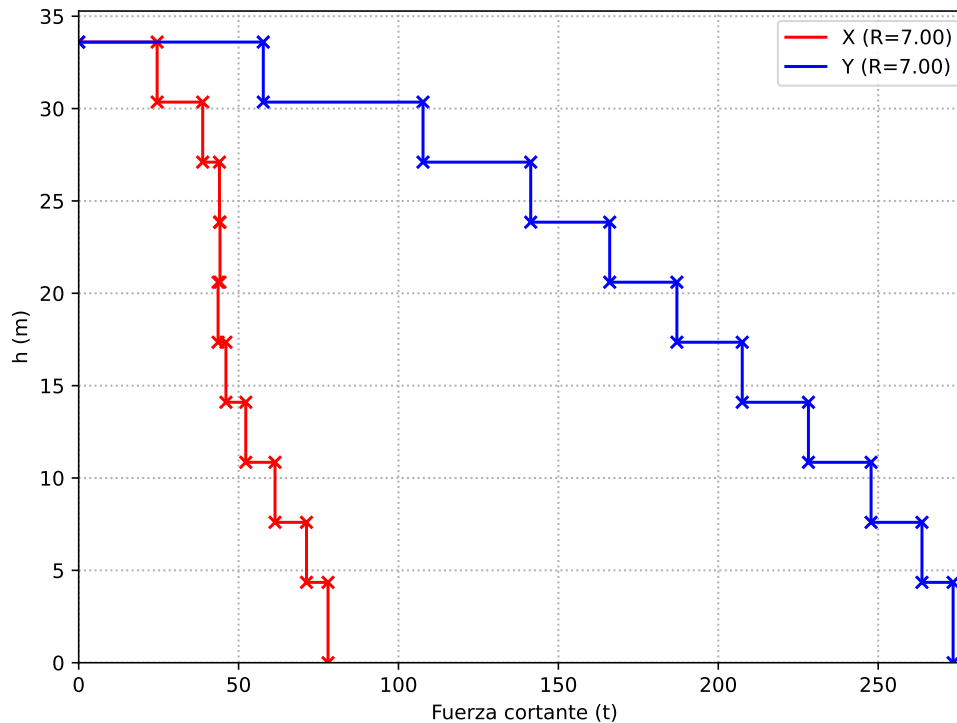


Figure 12: Cortantes de Entrepiso del Análisis Modal Espectral

Table 17: Escalamiento de la cortante dinámica

	X	Y
V din (Ton)	263.86	273.43
V est (Ton)	-336.31	-347.71
% min	80.00	80.00
%	78.46	78.64
F.E.	1.02	1.02

## 1.10 Separación entre edificios Art. 33 E-030

### Art. 33.1

*Toda estructura está separada de las estructuras vecinas, desde el nivel del terreno natural, una distancia mínima  $s$  para evitar el contacto durante un movimiento sísmico.*

### Art. 33.2

*Esta distancia no es menor que los  $2/3$  de la suma de los desplazamientos máximos de los edificios adyacentes ni menor que:*

$$s = 0.006 h \geq 0.03 m \quad (5)$$

Donde  $h$  es la altura medida desde el nivel del terreno natural hasta el nivel considerado para evaluar  $s$

### Art. 33.3

*El edificio se retira de los límites de propiedad adyacentes a otros lotes edificables, o con edificaciones, distancias no menores que  $2/3$  del desplazamiento máximo calculado según el artículo 28 ni menores que  $s/2$  si la edificación existente cuenta con una junta sísmica reglamentaria.*

Figure 13: Separación entre edificios

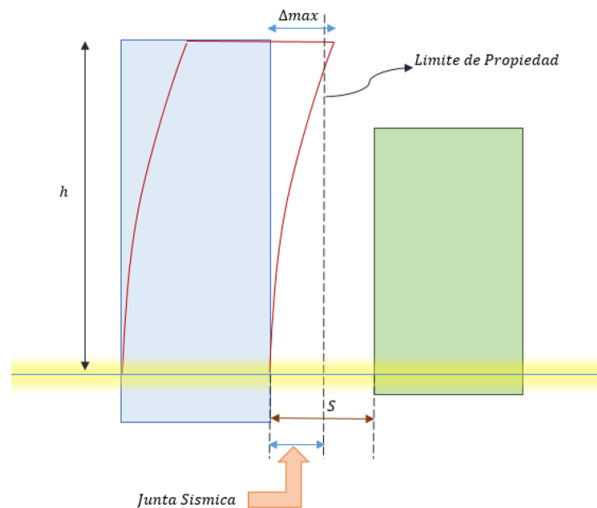


Table 18: Cálculo de la junta sísmica

<i>Altura del edificio</i>	<b>h</b>	3360.0	cm
<i>Separación mínima entre edificios</i>	<b>s=0.006h</b>	20.16	>3cm
<i>Separación mínima del limite de propiedad</i>	<b>s/2</b>	10.08	cm
<i>Desplazamiento máximo en X</i>	$\Delta_x$	3.64	cm
<i>Desplazamiento máximo en Y</i>	$\Delta_y$	3.69	cm
<i>Separación del limite de propiedad X</i>	<b>2/3<math>\Delta_x</math></b>	2.42	cm
<i>Separación del limite de propiedad Y</i>	<b>2/3<math>\Delta_y</math></b>	2.46	cm

Según lo calculado en la tabla 18 el edificio tendrá que ser separado del limite de propiedad 10.50 cm como mínimo en ambas direcciones, en el caso que no exista junta reglamentaria el edificio actual se separa del edificio existente el valor de s/2 que le corresponde, más el valor s/2 de la estructura vecina.