

1 Análisis Sísmico

1.1 Factor de Zona

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 1: Factor de zona

FACTOR DE ZONA SEGÚN E-030	
ZONA	Z
Zona	Z



Fuente: E-30 (2018)

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.

1.2 Factor de suelo

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 2: Factor de zona

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

Fuente: E-30 (2018)

1.2.1 Periodos de suelo

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 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	0.60	1.00
Tl	3.00	2.50	2.00	1.60

Fuente: E-30 (2018)

1.3 Sistema Estructural

Después de realizar el análisis sísmico se determino que los sistemas estructurales en X, Y son: 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 4: coeficiente básico de reducción

SISTEMAS ESTRUCTURALES	
Sistema Estructural	Coficiente Básico de Reducción Ro
Acero:	
Porticos Especiales Resistentes a Momento (SMF)	8
Porticos Intermedios Resistentes a Momento (IMF)	5
Porticos Ordinarios Resistentes a Momento (OMF)	4
Porticos Ordinarios Resistentes a Momento (OMF)	7
Porticos Ordinarios Concentricamente Arriostrados (OCBF)	4
Porticos Excentricamente Arriostrados (EBF)	8
Concreto Armado:	
Porticos	8
Dual	7
De muros estructurales	6
Muros de ductilidad limitada	4
Albañilería Armada o Confinada	3
Madera	7

Fuente: E-30 (2018)

1.4 Factor de Amplificación sísmica

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.

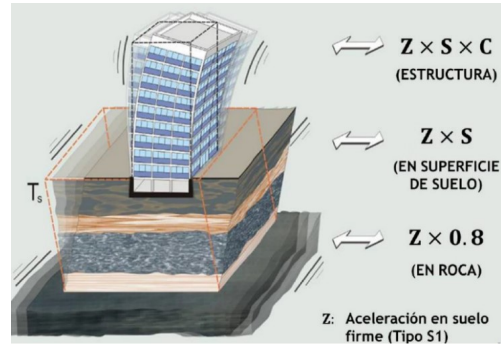
Se determina según el artículo 11 de la E-30

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)

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 esenciales 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.	1.00
D Edificaciones temporales	Construcciones provisionales para depósitos, casetas y otras similares.	A criterio del proyectista

Fuente: E-30 (2018)

1.4.1 Factor de Importancia

1.4.2 Análisis modal Art. 26.1 E-030

Art. 26.1.1

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.

Art. 26.1.2

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.

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 6: Periodos y porcentajes de masa participativa

Mode	Period	UX	UY	RZ	SumUX	SumUY	SumRZ
1	0.644	0.691	0.001	0.011	0.691	0.001	0.011
2	0.451	0.016	0.017	0.663	0.706	0.018	0.675
3	0.218	0.000	0.654	0.018	0.707	0.672	0.693
4	0.176	0.131	0.001	0.002	0.838	0.672	0.695
5	0.130	0.001	0.001	0.017	0.839	0.674	0.712
6	0.122	0.002	0.001	0.100	0.841	0.675	0.812
7	0.100	0.000	0.003	0.030	0.841	0.678	0.842
8	0.087	0.019	0.000	0.007	0.861	0.678	0.848
9	0.076	0.034	0.000	0.000	0.894	0.678	0.848
10	0.064	0.001	0.000	0.002	0.895	0.678	0.850
11	0.054	0.000	0.001	0.049	0.896	0.678	0.899
12	0.050	0.001	0.056	0.001	0.897	0.735	0.900
13	0.050	0.001	0.123	0.001	0.898	0.858	0.901
14	0.049	0.007	0.000	0.000	0.905	0.858	0.901
15	0.046	0.019	0.000	0.002	0.924	0.858	0.903
16	0.042	0.000	0.000	0.000	0.924	0.858	0.903
17	0.037	0.000	0.000	0.000	0.924	0.858	0.903
18	0.035	0.001	0.000	0.020	0.925	0.858	0.924
19	0.034	0.001	0.000	0.002	0.925	0.858	0.926
20	0.033	0.006	0.000	0.001	0.931	0.858	0.927
21	0.032	0.004	0.000	0.000	0.935	0.858	0.927
22	0.031	0.006	0.000	0.002	0.941	0.858	0.929
23	0.026	0.004	0.000	0.008	0.945	0.858	0.937
24	0.024	0.006	0.000	0.000	0.951	0.858	0.937

1.4.3 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 7: Irregularidad de rigidez

Story	OutputCase	VX	VY	Rigidez Lateral(k)	70%k previo	80%Prom(k)	is_reg
Story8	SDx Max	16.998	0.844	14978.096			Regular
Story7	SDx Max	34.801	1.727	27662.233	10484.667		Regular
Story6	SDx Max	49.265	2.437	33377.072	19363.563		Regular
Story5	SDx Max	60.929	3.010	37156.902	23363.950	20271.307	Regular
Story4	SDx Max	70.491	3.478	43309.158	26009.832	26185.655	Regular
Story3	SDx Max	77.406	3.810	51894.639	30316.410	30358.168	Regular
Story2	SDx Max	81.495	3.992	70757.629	36326.247	35296.186	Regular
Story1	SDx Max	82.631	4.029	255109.385	49530.341	44256.380	Regular

Table 8: Irregularidad de rigidez

Story	OutputCase	VX	VY	Rigidez Lateral(k)	70%k previo	80%Prom(k)	is_reg
Story8	SDy Max	0.953	19.257	47070.415			Regular
Story7	SDy Max	1.804	39.310	94200.195	32949.291		Regular
Story6	SDy Max	2.451	54.588	126463.283	65940.137		Regular
Story5	SDy Max	2.973	66.249	155849.141	88524.298	71395.705	Regular
Story4	SDy Max	3.465	75.805	187895.691	109094.399	100403.365	Regular
Story3	SDy Max	3.878	83.019	236562.470	131526.984	125388.831	Regular
Story2	SDy Max	4.154	87.479	334360.606	165593.729	154748.614	Regular
Story1	SDy Max	4.230	88.650	831906.343	234052.424	202351.671	Regular

1.5 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

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 9: Irregularidad de Masa o Peso

Story	Masa	1.5 Masa Piso Inferior	1.5 Masa Piso Superior	Tipo de Piso	is_reg
Story8	6.669			Azotea	Regular
Story7	8.754	13.106		Piso	Regular
Story6	8.737	13.109	13.130	Piso	Regular
Story5	8.739	13.745	13.106	Piso	Regular
Story4	9.163	13.745	13.109	Piso	Regular
Story3	9.163	13.745	13.745	Piso	Regular
Story2	9.163	11.150	13.745	Piso	Regular
Story1	7.434	5.340	13.745	Piso	Irregular
NT	3.560		11.150	Piso	Regular
Base	3.918			Sotano	Regular

1.5.1 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 (Δ_{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 (Δ_{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 (Δ_{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 (Δ_{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

Table 10: Irregularidad Torsional

Story	OutputCase	Direction	Max Drift	Avg Drift	Ratio	Height	Drifts	< Driftmax/2	Es Regular
Story8	SDx Max	X	0.003021	0.002475	1.221	2.5	0.007250	False	Regular
Story7	SDx Max	X	0.003476	0.002869	1.211	2.5	0.008342	False	Regular
Story6	SDx Max	X	0.004116	0.003335	1.234	2.5	0.009878	False	Regular
Story5	SDx Max	X	0.00454	0.003673	1.236	2.5	0.010896	False	Regular
Story4	SDx Max	X	0.004657	0.003773	1.234	2.5	0.011177	False	Regular
Story3	SDx Max	X	0.004479	0.003582	1.25	2.5	0.010750	False	Regular
Story2	SDx Max	X	0.003811	0.002958	1.288	2.5	0.009146	False	Regular
Story1	SDx Max	X	0.001124	0.000904	1.244	1.5	0.004496	False	Regular
NT	SDx Max	X	0.00024	0.00012	2	1.75	0.000823	True	Regular
NT	SDx Max	Y	2.8E-05	1.4E-05	2	1.75	0.000096	True	Regular

Table 11: Irregularidad Torsional

Story	OutputCase	Direction	Max Drift	Avg Drift	Ratio	Height	Drifts	< Driftmax/2	Es Regular
Story8	SDy Max	X	0.000535	0.000322	1.662	2.5	0.001284	True	Regular
Story8	SDy Max	Y	0.000498	0.000478	1.042	2.5	0.001195	True	Regular
Story7	SDy Max	X	0.00059	0.000357	1.65	2.5	0.001416	True	Regular
Story7	SDy Max	Y	0.000527	0.00051	1.033	2.5	0.001265	True	Regular
Story6	SDy Max	X	0.000632	0.000387	1.633	2.5	0.001517	True	Regular
Story6	SDy Max	Y	0.000533	0.000517	1.031	2.5	0.001279	True	Regular
Story5	SDy Max	X	0.00065	0.000402	1.618	2.5	0.001560	True	Regular
Story5	SDy Max	Y	0.000523	0.000506	1.034	2.5	0.001255	True	Regular
Story4	SDy Max	X	0.000637	0.000397	1.605	2.5	0.001529	True	Regular
Story4	SDy Max	Y	0.000488	0.000471	1.035	2.5	0.001171	True	Regular
Story3	SDy Max	X	0.000577	0.000361	1.597	2.5	0.001385	True	Regular
Story3	SDy Max	Y	0.000423	0.000407	1.038	2.5	0.001015	True	Regular
Story2	SDy Max	X	0.00046	0.000287	1.602	2.5	0.001104	True	Regular
Story2	SDy Max	Y	0.000332	0.000313	1.058	2.5	0.000797	True	Regular
Story1	SDy Max	X	0.000167	0.000103	1.625	1.5	0.000668	True	Regular
Story1	SDy Max	Y	0.000126	0.000108	1.173	1.5	0.000504	True	Regular
NT	SDy Max	X	3.3E-05	1.6E-05	2	1.75	0.000113	True	Regular
NT	SDy Max	Y	2.7E-05	1.3E-05	2	1.75	0.000093	True	Regular

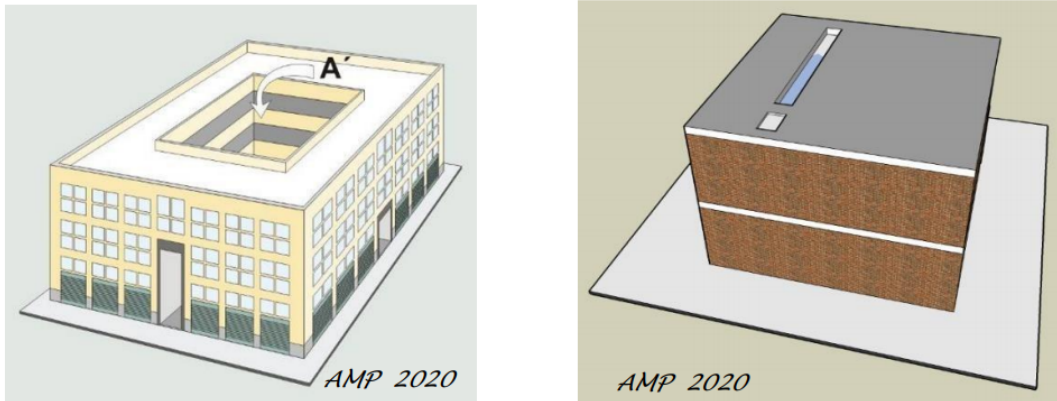
1.5.2 Irregularidad por Esquinas Entrantes

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 2: Irregularidad por discontinuidad del diafragma



Fuente: Muñoz (2020)

Table 12: Irregularidad por discontinuidad del diafragma (a)

Longitud del aligerado (L1)	7.51	m
Espesor del aligerado (e1)	0.05	m
Area del aligerado $A1=L1 \cdot e1$	0.38	m^2
Longitud de la losa macisa (L2)	2.25	m
Espesor de la losa macisa (e2)	0.2	m
Area de la losa macisa $A1=L1 \cdot e1$	0.45	m^2
Ratio	118.42	%
Ratio límite	25.00	%
Verificación	Regular	

Table 13: Irregularidad por discontinuidad del diafragma (b)

Abertura	Largo (m)	Ancho (m)	Área m^2
1	4.02	2.30	9.25
2	1.10	2.30	2.53
3	1.20	19.00	22.80
Área total de aberturas:			34.58 m^2
Área total de la planta:			120.41 m^2
Ratio:			28.72 %
Ratio límite:			50.00 %
Verificación:			Regular

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.