

## 1. Esfuerzos sísmicos

### 1.1. Ejercicio 1: método estático

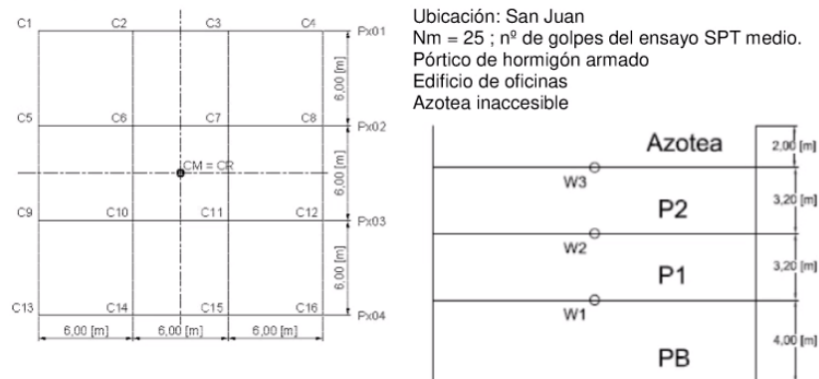


Figura 1: Consigna

| Columnas                          | Secciones PB y P1 | Secciones P2      |
|-----------------------------------|-------------------|-------------------|
| 1 - 4 - 6 - 7 - 10 - 11 - 13 - 16 | 30 [cm] x 30 [cm] | 25 [cm] x 25 [cm] |
| 2 - 3 - 14 - 15                   | 45 [cm] x 30 [cm] | 30 [cm] x 25 [cm] |
| 5 - 8 - 9 - 12                    | 30 [cm] x 45 [cm] | 25 [cm] x 30 [cm] |

| Vigas (Continuas) | PB y P1           | P2                |
|-------------------|-------------------|-------------------|
| Externas          | 20 [cm] x 50 [cm] | 20 [cm] x 40 [cm] |
| Internas          | 30 [cm] x 50 [cm] | 30 [cm] x 40 [cm] |

|           | PB y P1                  | P2                       |
|-----------|--------------------------|--------------------------|
| Azotea    | 4,2 [kN/m <sup>2</sup> ] | 1,5 [kN/m <sup>2</sup> ] |
| Entrepiso | 4,5 [kN/m <sup>2</sup> ] | 3,0 [kN/m <sup>2</sup> ] |

| Muros    | Espesor | Peso Específico                                  |
|----------|---------|--|
| Exterior | 20 [cm] | 15 [kN/m <sup>3</sup> ]                          |
| Interior | 10 [cm] | 1 [kN/m <sup>3</sup> ] (Peso promedio en planta) |

Las rigideces de piso son  $K_{p2} = 204 \text{ kN/cm}$ ,  $K_{p1} = 325 \text{ kN/cm}$  y  $K_{pb} = 302 \text{ kN/cm}$

#### 1.1.1. Determinación de datos básicos

Del Capítulo 2 del reglamento encontramos:

- Zona 4.
- Tipo de suelo  $S_c$ .
- Grupo B.  $\gamma_r = 1$
- Factor de ocurrencia:  $f_1 = 0$  para azotea y  $f_1 = 0,25$  para oficina.

Además, verificamos que estando en una estructura tipo B y estando en una Zona 4, no superamos una altura de 45 m.

#### 1.1.2. Determinación de carga gravitatorio de piso $W_k$

Según Art. 3.6. Ejemplo para 2º Piso:

$$\text{Losas} \longrightarrow 18 \text{ m} * 18 \text{ m} * 4.2 \text{ kN/m}^2 = 1360.8 \text{ kN}$$

$$\text{Vigas} \longrightarrow (4 * 0.20 \text{ m} * 0.4 \text{ m} * 18 \text{ m} + 0.3 \text{ m} * 0.4 \text{ m} * 18 \text{ m}) * 25 = 360 \text{ kN}$$

$$\text{Columnas} \longrightarrow 8 * ((0.25 \text{ m} * 0.25 \text{ m} + 30 \text{ m} * 25 \text{ m}) * 1.6 \text{ m}) * 25 \text{ kN/m}^3 = 44 \text{ kN}$$

$$\text{Muros} \longrightarrow 4 * (2 \text{ m} * 0.2 \text{ m} * 18 \text{ m}) * 15 \text{ kN/m}^2 + 4 * (1.6 \text{ m} * 0.2 \text{ m} * 18 \text{ m}) * 15 \text{ kN/m}^3 = 777.6 \text{ kN}.$$

El total de esto nos dará  $G_3 = 2542.4 \text{ kN}$ . Realizando lo mismo para los otros pisos tenemos  $G_2 = 3067 \text{ kN}$  y  $G_1 = 3171.5 \text{ kN}$ .

Agregamos a esto el factor de ocurrencia, y lo multiplicamos por una carga de  $3 \text{ kN/m}^2$  por el área del piso. Entonces:

$$W_3 = 2542 \text{ kN}$$

$$W_2 = 3310 \text{ kN}$$

$$W_1 = 3415 \text{ kN}.$$

### 1.1.3. Cálculo de fuerza fundamental

Primero, sabemos que la fuerza será:

$$F_i = \frac{W_i * h_i}{\sum W_i * h_i}.$$

Luego, podemos aplicar una matriz como la que sigue:

$$\begin{bmatrix} K_{pb} + K_{p1} & -K_{p1} & 0 \\ -K_{p1} & K_{p1} + K_{p2} & -K_{p2} \\ 0 & K_{p2} & K_{p2} \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} U_1 \\ U_2 \\ U_3 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} F_1 \\ F_2 \\ F_3 \end{bmatrix} \quad (\text{Matriz deformaciones})$$

Todo esto es posible automatizarlo con la siguiente tabla:

| Nivel | Wi<br>[kN] | hi<br>[m] | Wi · hi | Fi<br>[kN] | ui<br>[cm]            | Fi · ui               | Wi · ui <sup>2</sup>   |
|-------|------------|-----------|---------|------------|-----------------------|-----------------------|------------------------|
| 2     | 2542       | 10,40     | 26436,8 | 0,4135     | $3,683 \cdot 10^{-3}$ | $1,523 \cdot 10^{-3}$ | $34,477 \cdot 10^{-3}$ |
| 1     | 3310       | 7,20      | 23832,0 | 0,3728     | $3,425 \cdot 10^{-3}$ | $1,277 \cdot 10^{-3}$ | $38,829 \cdot 10^{-3}$ |
| PB    | 3415       | 4,00      | 13660,0 | 0,2137     | $2,116 \cdot 10^{-3}$ | $0,452 \cdot 10^{-3}$ | $15,293 \cdot 10^{-3}$ |
|       | 9267       |           | 63928,8 |            |                       | $3,252 \cdot 10^{-3}$ | $88,800 \cdot 10^{-3}$ |

Figura 2: Tabla de calculo

Y aplicando eq. (Matriz deformaciones) podemos sacar las deformaciones, y por último también podemos encontrar el periodo de la siguiente forma:

$$T = 2 * \pi * \sqrt{\frac{\sigma W_i * u_i^2}{g * \sigma F_i * u_i}}$$

$$T = 2 * \pi * \sqrt{\frac{88,8 * 10^{-3}}{981 \text{ cm/s}^2 * 3,252 * 10^{-3}}} = 1.05 \text{ s}.$$

Luego debemos obtener el **período fundamental aproximado**, denominado  $T_a$ , y compararlo y adoptar el menor entre los dos valores de periodos obtenidos.

$$T_a = C_r * H^x = 0,0466 * 10,4^{0,9} = 0.38 \text{ s}.$$

Luego, verificamos la condición del Art. 6.2.3. que dice que el valor de período a utilizar debe cumplir con  $T \leq C_u * T_a$ . En nuestro caso,  $C_i = 1,4$ , en función de  $a_s = 0,35$  que sale de la Tabla 3.1 del CIRSOC 103. Esto nos indica que el valor del período a adoptar será:

$$T = T_a * 1,4 = 0,38 * 1,4 = 0.53 \text{ s.}$$

Vemos que tenemos que tenemos que entonces adoptar el valor de  $T = 0.53 \text{ s.}$

## 1.2. Ejercicio 2