

# CONEXION CON EL MODELO ETBAS

Conecta con el modelo que esté abierto en ese momento

**IMPORTANTE:** El modelo debe tener la configuración de la Plantilla de Unidades, caso contrario se debe identificar los nombres de las Combinaciones y Casos de Carga que tiene el modelo para que este código pueda hacer un correcto filtrado de las tablas.

```
In [ ]: #Librerias
from etabs_functions import *
import sys
import comtypes.client
import pandas as pd
import numpy as np
import matplotlib.pyplot as plt
import time
```

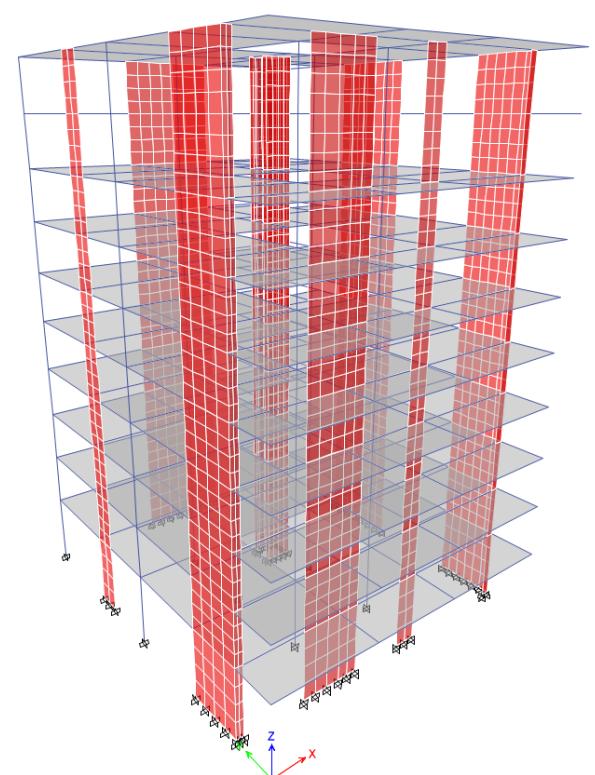
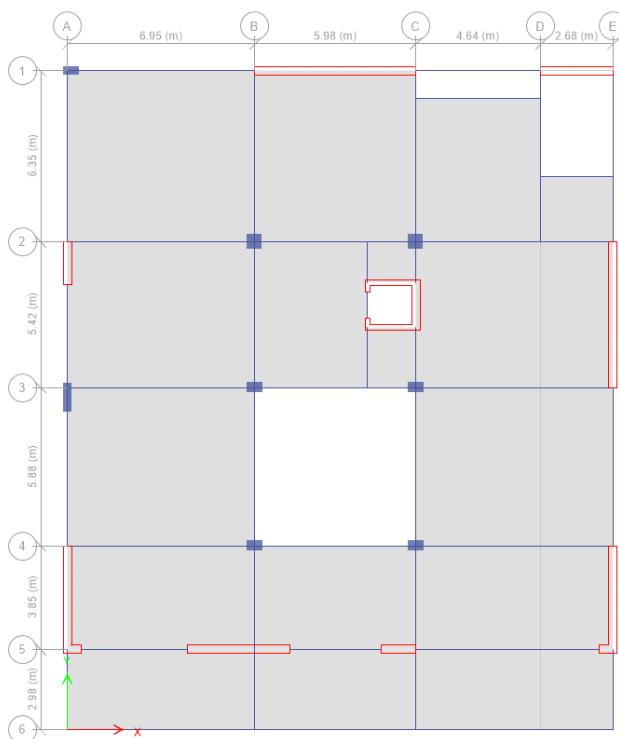
Connected to ETABS model

```
In [ ]: from etabs_functions import *
def connect_to_etabs():
    helper = comtypes.client.CreateObject('ETABSV1.Helper');
    helper = helper.QueryInterface(comtypes.gen.ETABSV1.cHelper);
    try:
        myETABSObject = helper.GetObject("CSI.ETABS.API.ETABSObject");
        print("Connected to ETABS model");
    except (OSError, comtypes.COMError):
        print("No running instance of the program found or failed to attach.");
        sys.exit(-1);
    SapModel = myETABSObject.SapModel;
    return SapModel,myETABSObject,helper;
```

```
SapModel, myETABSObject, helper = connect_to_etabs()
```

Connected to ETABS model



# PROCESO

```
In [ ]: start_time = time.time()
```

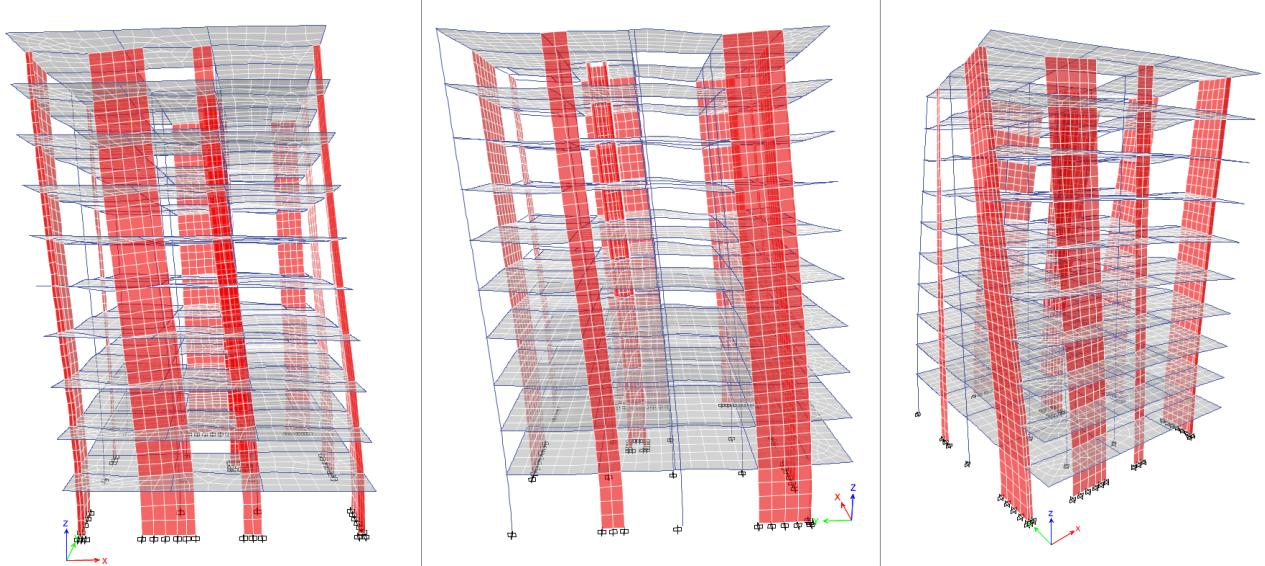
## PARTICIPACION MODAL

### Articulo 29.- Análisis Dinámico Modal Espectral

Cualquier estructura puede ser diseñada usando los resultados de los análisis dinámicos por combinación modal espectral según lo especificado en este numeral

- **29.1 Modos de Vibración**

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



```
In [ ]: Verif_ModalParticipatingMassRatios()
```

Mode	Period	UX	UY	RZ	SumUX	SumUY	SumRZ
0	1	1.076	0.5668	0.111	0.0624	0.5668	0.111
1	2	1.015	0.1205	0.5964	0.0004	0.6873	0.7074
2	3	0.752	0.0404	0.0107	0.6566	0.7278	0.7181
3	4	0.287	0.1066	0.0234	0.017	0.8344	0.7415
4	5	0.248	0.0336	0.1353	0.0005	0.8679	0.8768
5	6	0.174	0.0198	0.0103	0.1489	0.8877	0.8871
6	7	0.132	0.0396	0.0092	0.0093	0.9272	0.8963
7	8	0.109	0.0135	0.048	0.0003	0.9408	0.9443
8	9	0.078	0.0199	0.0048	0.003	0.9607	0.9491
9	10	0.074	0.0061	0.004	0.0543	0.9668	0.9531

La Participacion Modal UX es mayor a 90%

La Participacion Modal UY es mayor a 90%

La Participacion Modal RZ es mayor a 90%

## 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.

```
In [ ]: Peso_Sismico(onlytable=True)
```

```
Out[ ]:   Story    OutputCase  Peso(ton)  PxStory
```

0	NIVEL 10	PESO SISMICO	349.8322	349.8322
1	NIVEL 9	PESO SISMICO	761.2123	411.3801
2	NIVEL 8	PESO SISMICO	1172.5923	411.3800
3	NIVEL 7	PESO SISMICO	1583.9724	411.3801
4	NIVEL 6	PESO SISMICO	1995.3524	411.3800
5	NIVEL 5	PESO SISMICO	2406.7325	411.3801
6	NIVEL 4	PESO SISMICO	2818.1126	411.3801
7	NIVEL 3	PESO SISMICO	3229.4926	411.3800
8	NIVEL 2	PESO SISMICO	3640.8727	411.3801
9	NIVEL 1	PESO SISMICO	4084.6512	443.7785

- **18.1.** Los sistemas estructurales se clasifican según los materiales usados y el sistema de estructuración sismorresistente en cada dirección, tal como se indica en la Tabla N°7.
- **18.1.** Cuando en la dirección de análisis, la edificación presenta más de un sistema estructural, se toma el menor coeficiente  $R_o$  que corresponda.

Tabla N°7 SISTEMAS ESTRUCTURALES	
Sistema Estructural	Coeficiente Básico de Reducción $R_o$ (*)
<b>Concreto Armado:</b>	
Pórticos	8
Dual	7
De muros estructurales	6
Muros de ductilidad limitada	4

(\*) Estos coeficientes se aplican únicamente a estructuras en las que los elementos verticales y horizontales permiten la disipación de la energía manteniendo la estabilidad de la estructura. No se aplican a estructuras tipo péndulo invertido.

```
In [ ]: #Parametros Sismico
Tn = 1.076
Z = 4          # Zona: 4   3   2   1
U = 1          # Comun: 1.0    Importante: 1.3      Escencial:1.5
S = "S2"       # "S1"   "S2"   "S3"   "S4"
Rx = 6
Ry = 7
Psismico = Peso_Sismico(True)
```

## Fuerza cortante basal estática

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

#### 28.1. Generalidades

- **28.1.1.** Este método representa las solicitudes 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 emplearse 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

$$V = \frac{Z \cdot U \cdot C \cdot S}{R} \cdot P$$

```
In [ ]: Peru_Response_Spectrum(Tn, S, Z, U, Rx, Psismico,onlyvalue=False, Espectro = False)
Peru_Response_Spectrum(Tn, S, Z, U, Ry, Psismico,onlyvalue=False, Espectro = False)
```

Fuerza Cortante Estática en la base = 439.9 tonf  
Fuerza Cortante Estática en la base = 377.057 tonf

# Fuerza cortante basal Dinamica

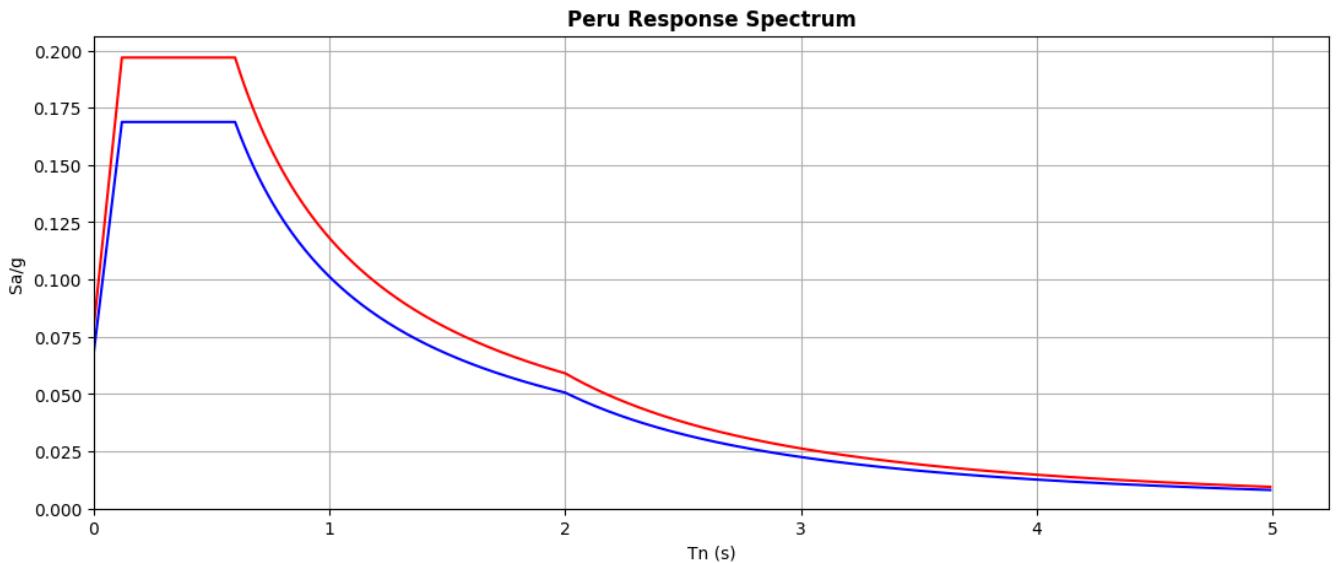
## Articulo 29.- Análisis Dinamico Modal Espectral.

### 29.2. Aceleración Espectral

- **29.1.1.** Para calcular una de las direcciones horizontales analizadas se utiliza un espectro inelástico de pseudoaceleraciones definido por:

$$S_a = \frac{Z \cdot U \cdot C \cdot S}{R} \cdot g$$

```
In [ ]: #Nuevo Espectro de Diseño - Perú  
Espectro_E030(Z, U, S, Rx, Ry)
```



```
In [ ]: Cortante_Dinamica("Y")  
Cortante_Dinamica("X")
```

Fuerza Cortante Dinamica Y-Y en la base = 235.8207 tonf  
Fuerza Cortante Dinamica X-X en la base = 217.6074 tonf

```
In [ ]: V_Est_X = Peru_Response_Spectrum(Tn, "S2", Z, U, Rx, Psismico,onlyvalue=True)  
V_Est_Y = Peru_Response_Spectrum(Tn, "S2", Z, U, Ry, Psismico,onlyvalue=True)  
  
V_Din_Y = Cortante_Dinamica(direction ="Y",onlyvalue=True)  
V_Din_X = Cortante_Dinamica(direction ="X",onlyvalue=True)  
  
ratio_x = float((0.8*V_Est_X)/V_Din_X)           #Si es que es menor a 1 no se escala el sismo d  
ratio_y = float((0.8*V_Est_Y)/V_Din_Y)
```

### 29.4. Fuerza Cortante Mínima

- **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 articulo 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.

```
In [ ]: VerfEscalar_X(ratio_x)
print("---*30)
VerfEscalar_Y(ratio_y)
```

```
Necesita escalar el Sismo Dinamico X-X
Factor de Escalamiento = 1.62
    Se ha Escalado el Sismo Dinamico X-X en el Etabs
Se ha creado una nueva combinacion de carga:
    SXDISEÑO = (1.62)SXDIN
-----
Necesita escalar el Sismo Dinamico Y-Y
Factor de Escalamiento = 1.28
    Se ha Escalado el Sismo Dinamico Y-Y en el Etabs
Se ha creado una nueva combinacion de carga:
    SYDISEÑO = (1.28)SYDIN
```

## Revision de las Hipotesis 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 ( $I_a$ , $I_p$ )

### Articulo 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 Analisis, se toma para cada factor el menor valor entre los obtenidos para las dos direcciones

## Irregularidad Estructural en Altura

### Irregularidad de Rígidez - Piso Blando

Existe irregularidad de rigidez cuando, en cualquiera de las direcciones de análisis, en un entresuelo la rigidez lateral es menor que 70% de la rigidez lateral del entresuelo 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 entresuelo y el correspondiente desplazamiento relativo en el centro de masas, ambos evaluados para la misma condición de carga.

$$K_i < 0.70 \cdot K_{i+1}$$

$$K_i < 0.80 \cdot \frac{K_{i+1} + K_{i+2} + K_{i+3}}{3}$$

$$I_a = 0.75$$

## 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 razon entre la fuerza cortante del entrepiso y el correspondiente desplazamiento relativo en el centro de masas, ambos evaluados para la misma condición de carga.

$$K_i < 0.60 \cdot K_{i+1}$$

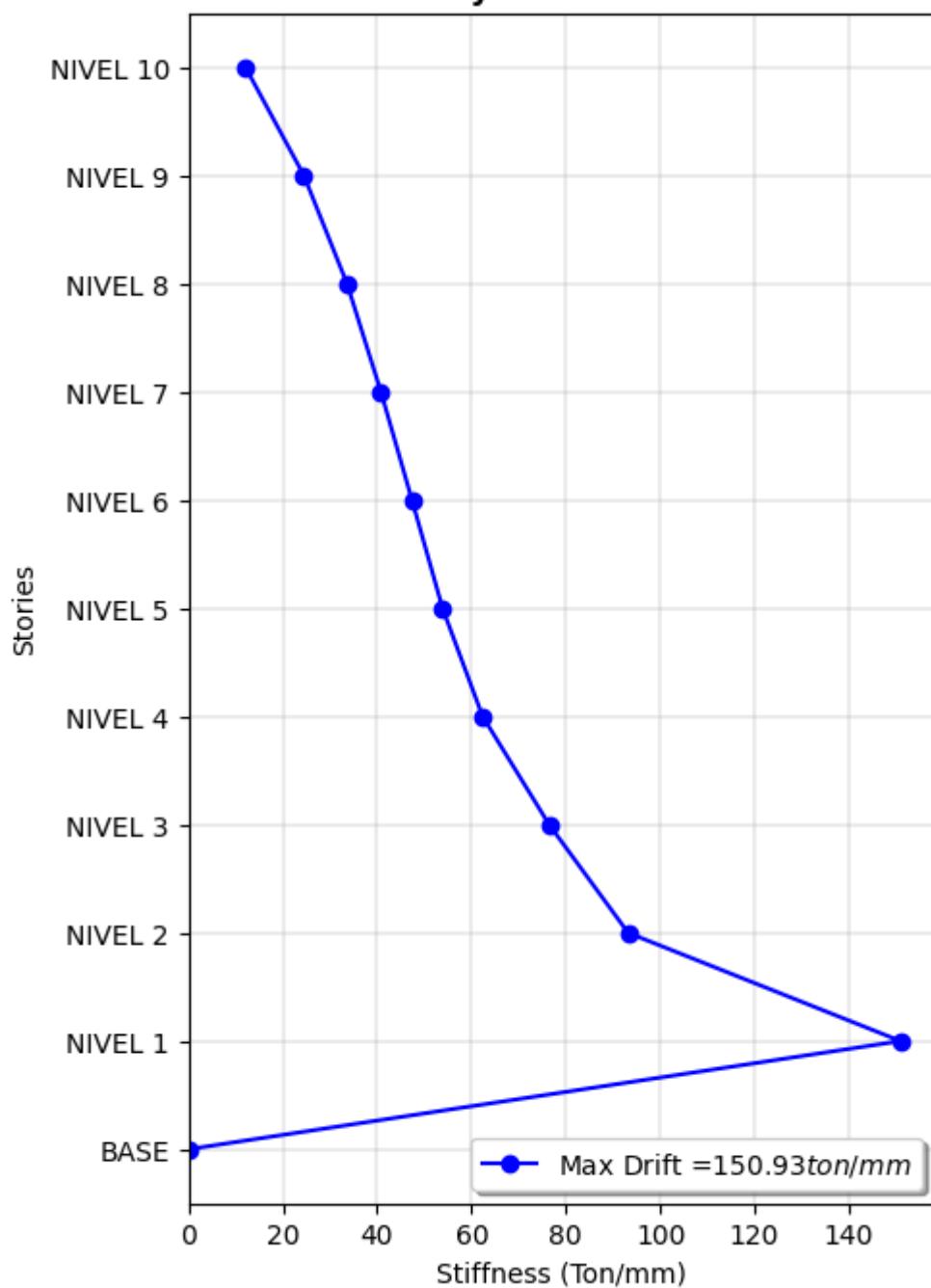
$$K_i < 0.70 \cdot \frac{K_{i+1} + K_{i+2} + K_{i+3}}{3}$$

$$I_a = 0.50$$

```
In [ ]: Piso_Blando("X", ShowTable=True, ShowImage=True)
```

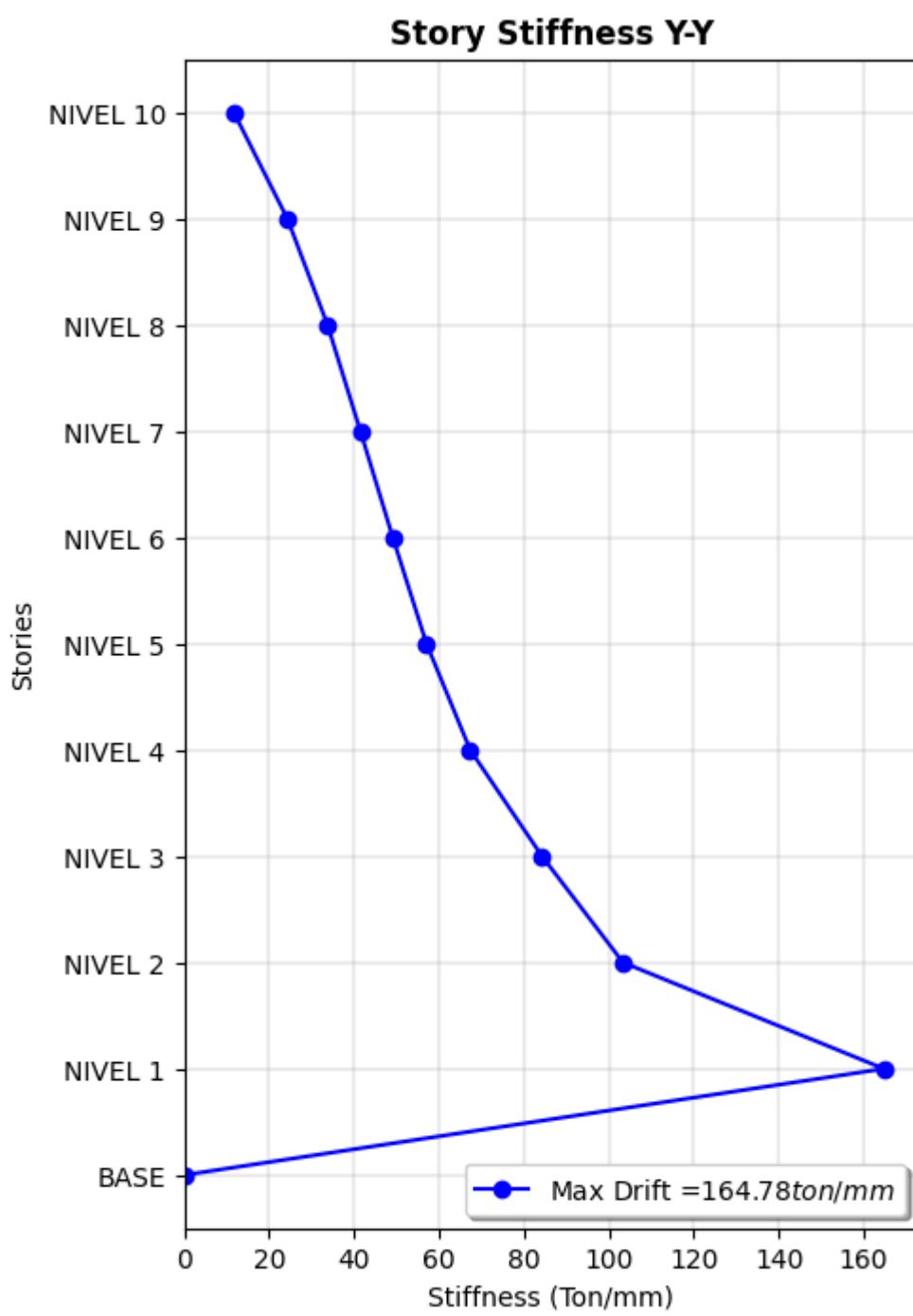
	<b>Story</b>	<b>OutputCase</b>	<b>StiffX</b>	<b>Ratio1</b>	<b>Verifi_Norm1</b>	<b>Verifi_Extr1</b>	<b>Ratio2</b>	<b>Verifi_Norm2</b>	<b>Verifi_Extr2</b>
<b>0</b>	NIVEL 10	Sismo Estatico X-X	12.09						
<b>1</b>	NIVEL 9	Sismo Estatico X-X	24.47	2.02	CUMPLE	CUMPLE			
<b>2</b>	NIVEL 8	Sismo Estatico X-X	33.62	1.37	CUMPLE	CUMPLE			
<b>3</b>	NIVEL 7	Sismo Estatico X-X	40.81	1.21	CUMPLE	CUMPLE	1.74	CUMPLE	CUMPLE
<b>4</b>	NIVEL 6	Sismo Estatico X-X	47.39	1.16	CUMPLE	CUMPLE	1.44	CUMPLE	CUMPLE
<b>5</b>	NIVEL 5	Sismo Estatico X-X	53.86	1.14	CUMPLE	CUMPLE	1.33	CUMPLE	CUMPLE
<b>6</b>	NIVEL 4	Sismo Estatico X-X	62.36	1.16	CUMPLE	CUMPLE	1.32	CUMPLE	CUMPLE
<b>7</b>	NIVEL 3	Sismo Estatico X-X	76.46	1.23	CUMPLE	CUMPLE	1.4	CUMPLE	CUMPLE
<b>8</b>	NIVEL 2	Sismo Estatico X-X	93.21	1.22	CUMPLE	CUMPLE	1.45	CUMPLE	CUMPLE
<b>9</b>	NIVEL 1	Sismo Estatico X-X	150.93	1.62	CUMPLE	CUMPLE	1.95	CUMPLE	CUMPLE

### Story Stiffness X-X



```
In [ ]: Piso_Blando("Y", ShowTable=True, ShowImage=True)
```

	<b>Story</b>	<b>OutputCase</b>	<b>StiffY</b>	<b>Ratio1</b>	<b>Verifi_Norm1</b>	<b>Verifi_Extr1</b>	<b>Ratio2</b>	<b>Verifi_Norm2</b>	<b>Verifi_Extr2</b>
<b>0</b>	NIVEL 10	Sismo Estatico Y-Y	11.69						
<b>1</b>	NIVEL 9	Sismo Estatico Y-Y	24.29	2.08	CUMPLE	CUMPLE			
<b>2</b>	NIVEL 8	Sismo Estatico Y-Y	33.75	1.39	CUMPLE	CUMPLE			
<b>3</b>	NIVEL 7	Sismo Estatico Y-Y	41.49	1.23	CUMPLE	CUMPLE	1.79	CUMPLE	CUMPLE
<b>4</b>	NIVEL 6	Sismo Estatico Y-Y	49.12	1.18	CUMPLE	CUMPLE	1.48	CUMPLE	CUMPLE
<b>5</b>	NIVEL 5	Sismo Estatico Y-Y	57.05	1.16	CUMPLE	CUMPLE	1.38	CUMPLE	CUMPLE
<b>6</b>	NIVEL 4	Sismo Estatico Y-Y	67.35	1.18	CUMPLE	CUMPLE	1.37	CUMPLE	CUMPLE
<b>7</b>	NIVEL 3	Sismo Estatico Y-Y	84.26	1.25	CUMPLE	CUMPLE	1.46	CUMPLE	CUMPLE
<b>8</b>	NIVEL 2	Sismo Estatico Y-Y	103.34	1.23	CUMPLE	CUMPLE	1.49	CUMPLE	CUMPLE
<b>9</b>	NIVEL 1	Sismo Estatico Y-Y	164.78	1.59	CUMPLE	CUMPLE	1.94	CUMPLE	CUMPLE



## Iregularidad de Resistencia - Piso Débil

### 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.

$$V_n < 0.80 \cdot V_{ni+1}$$

$$I_a = 0.75$$

### 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.

$$V_n < 0.65 \cdot V_{ni+1}$$

$$I_a = 0.50$$

$$V_n = 0.53 \cdot \sqrt{f'_c} \cdot b_w \cdot d + \left(\frac{A_s}{s}\right) \cdot f_y \cdot d$$

## Irregularidad de Masa o Peso

### Irregularidad de Masa o Peso

Se tiene irregularidad de masas (o peso) cuando el peso de un piso, determinado segun el articulo 26, es mayor que 1.5 veces el peso de un piso adyacente. Este criterio no se aplica en azoteas ni en sótanos.

$$I_a = 0.90$$

In [ ]: [IrregMasa\(\)](#)

	Story	OutputCase	PxStory	Ratio1	Ratio2	Verificacion
0	NIVEL 10	PESO SISMICO	349.8322	1.00	0.85	CUMPLE
1	NIVEL 9	PESO SISMICO	411.3801	1.18	1.00	CUMPLE
2	NIVEL 8	PESO SISMICO	411.3800	1.00	1.00	CUMPLE
3	NIVEL 7	PESO SISMICO	411.3801	1.00	1.00	CUMPLE
4	NIVEL 6	PESO SISMICO	411.3800	1.00	1.00	CUMPLE
5	NIVEL 5	PESO SISMICO	411.3801	1.00	1.00	CUMPLE
6	NIVEL 4	PESO SISMICO	411.3801	1.00	1.00	CUMPLE
7	NIVEL 3	PESO SISMICO	411.3800	1.00	1.00	CUMPLE
8	NIVEL 2	PESO SISMICO	411.3801	1.00	0.93	CUMPLE
9	NIVEL 1	PESO SISMICO	443.7785	1.08	1.00	CUMPLE

## Discontinuidad en los Sistemas resistentes

## Irregularidad Estructural en Planta

### 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 excluyendo excentricidad accidental, es mayor que 1.3 veces el desplazamiento relativo promedio de los tres extremos del mismo entrepiso para la misma condicion 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

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

$$I_p = 0.75$$

### Irregularidad Torsional Extrema

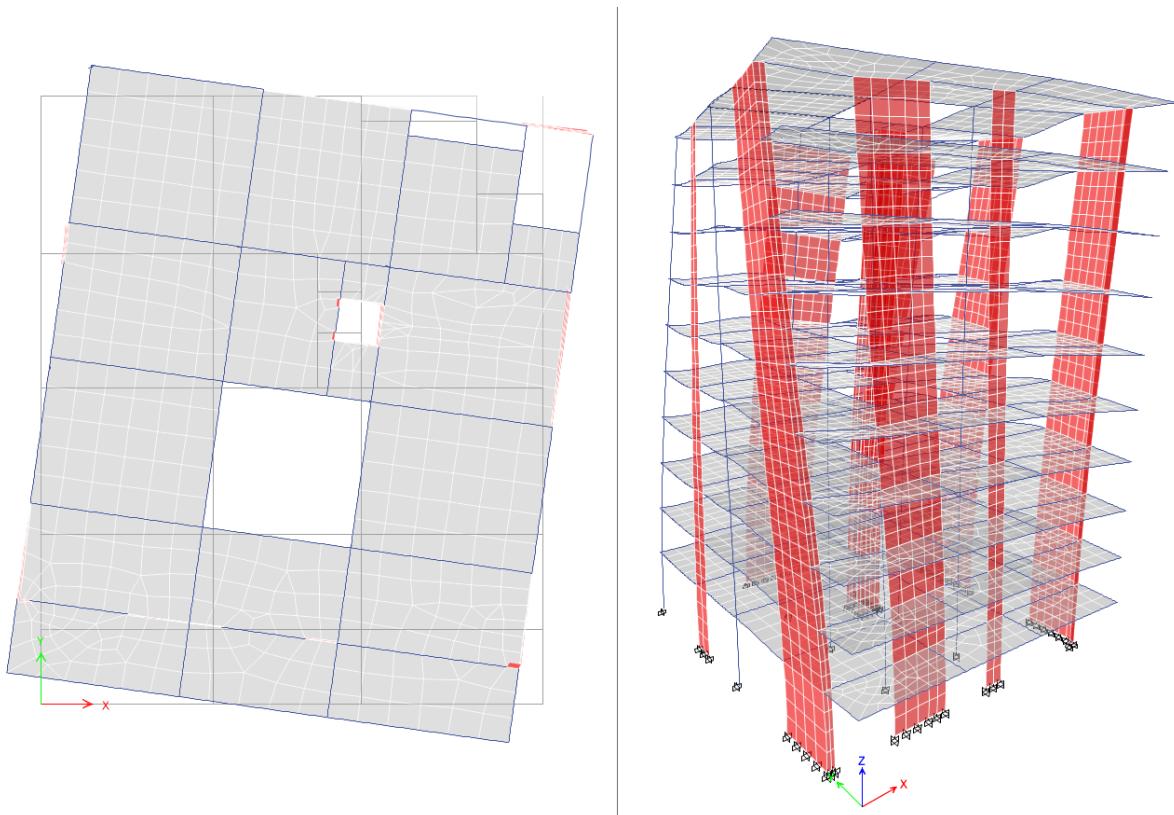
Existe irregularidad torsional extrema cuando, en cualquiera de las direcciones de análisis, el máximo desplazamiento relativo de entrepiso en un extremo del edificio ( $\Delta_{max}$ ) en esa

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

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

$$I_p = 0.60$$

$$ratio = \frac{\Delta_{max}}{\Delta_{promedio}}$$



```
In [ ]: limite = 0.007
IrregTorsional(direction = "Y", limite=limite)
```

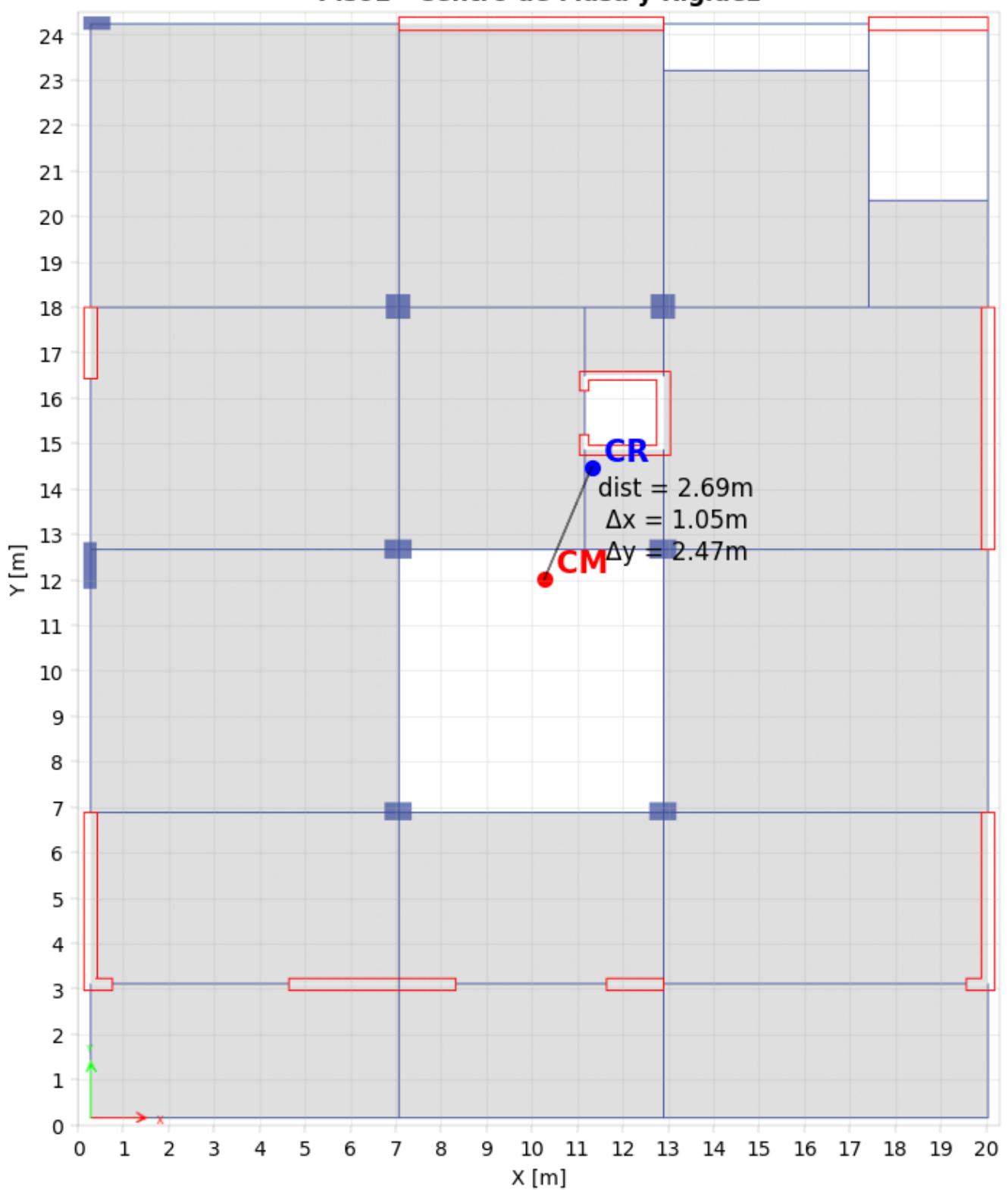
	Story	OutputCase	Item	Max Drift	Avg Drift	Ratio	Verif Norm	Verif Extr
0	NIVEL 10	DERIVA Y	Diaph D1 Y	0.00408	0.003913	1.043	CUMPLE	CUMPLE
1	NIVEL 9	DERIVA Y	Diaph D1 Y	0.004399	0.004166	1.056	CUMPLE	CUMPLE
2	NIVEL 8	DERIVA Y	Diaph D1 Y	0.004664	0.004362	1.069	CUMPLE	CUMPLE
3	NIVEL 7	DERIVA Y	Diaph D1 Y	0.004872	0.004501	1.082	CUMPLE	CUMPLE
4	NIVEL 6	DERIVA Y	Diaph D1 Y	0.004979	0.004544	1.096	CUMPLE	CUMPLE
5	NIVEL 5	DERIVA Y	Diaph D1 Y	0.004942	0.004458	1.109	CUMPLE	CUMPLE
6	NIVEL 4	DERIVA Y	Diaph D1 Y	0.004714	0.004199	1.122	CUMPLE	CUMPLE
7	NIVEL 3	DERIVA Y	Diaph D1 Y	0.004213	0.003706	1.137	CUMPLE	CUMPLE
8	NIVEL 2	DERIVA Y	Diaph D1 Y	0.003349	0.002908	1.152	CUMPLE	CUMPLE
9	NIVEL 1	DERIVA Y	Diaph D1 Y	0.00168	0.001439	1.168	CUMPLE	CUMPLE

```
In [ ]: IrregTorsional(direction = "X", limite=limite)
```

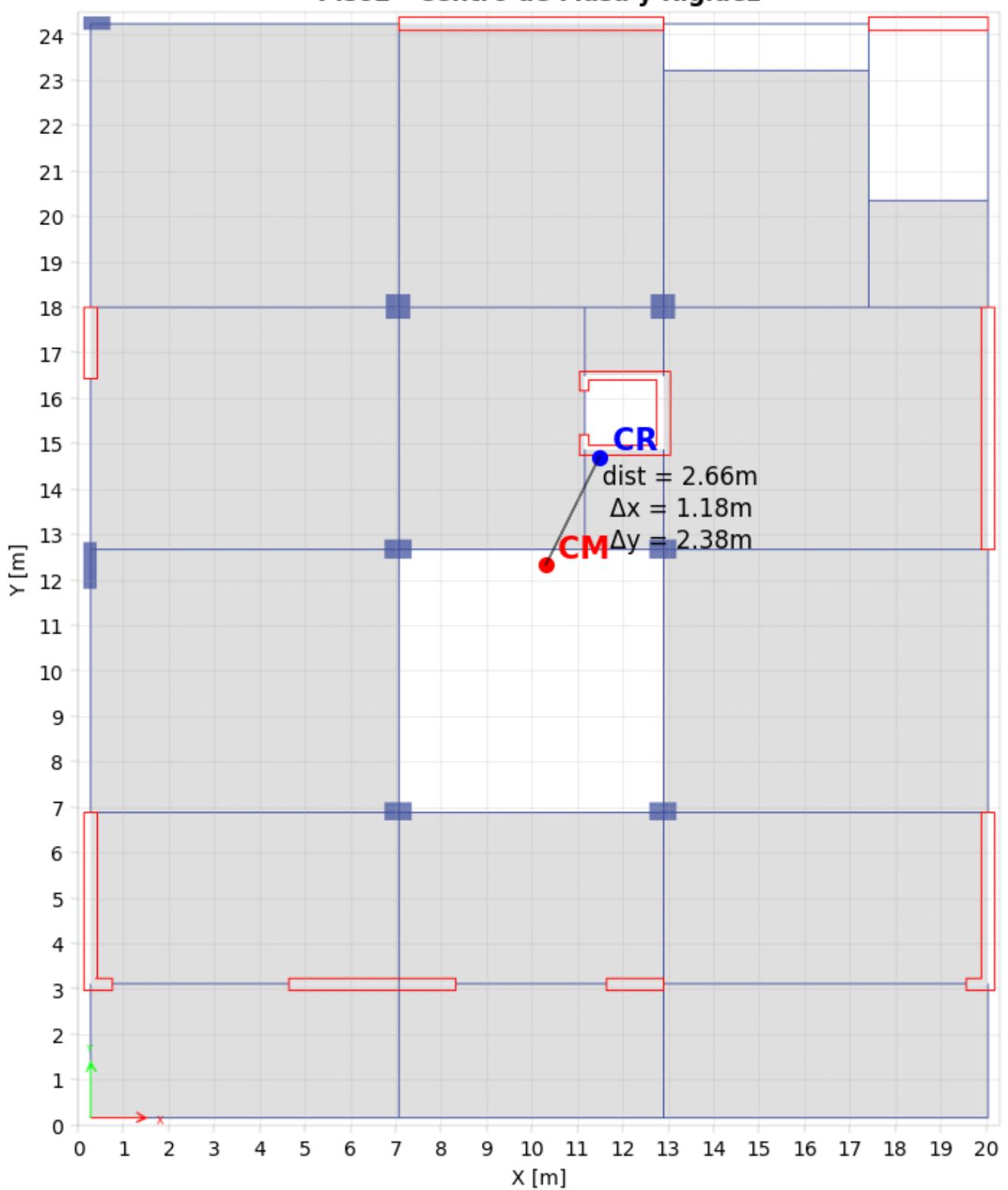
	<b>Story</b>	<b>OutputCase</b>	<b>Item</b>	<b>Max Drift</b>	<b>Avg Drift</b>	<b>Ratio</b>	<b>Verif Norm</b>	<b>Verif Extr</b>
<b>0</b>	NIVEL 10	DERIVA X	Diaph D1 X	0.004377	0.003698	1.183	CUMPLE	CUMPLE
<b>1</b>	NIVEL 9	DERIVA X	Diaph D1 X	0.004832	0.004022	1.201	CUMPLE	CUMPLE
<b>2</b>	NIVEL 8	DERIVA X	Diaph D1 X	0.005249	0.004299	1.221	CUMPLE	CUMPLE
<b>3</b>	NIVEL 7	DERIVA X	Diaph D1 X	0.005614	0.004527	1.240	CUMPLE	CUMPLE
<b>4</b>	NIVEL 6	DERIVA X	Diaph D1 X	0.005865	0.004659	1.259	CUMPLE	CUMPLE
<b>5</b>	NIVEL 5	DERIVA X	Diaph D1 X	0.005953	0.004659	1.278	CUMPLE	CUMPLE
<b>6</b>	NIVEL 4	DERIVA X	Diaph D1 X	0.005813	0.004478	1.298	CUMPLE	CUMPLE
<b>7</b>	NIVEL 3	DERIVA X	Diaph D1 X	0.005316	0.004031	1.319	NO CUMPLE	CUMPLE
<b>8</b>	NIVEL 2	DERIVA X	Diaph D1 X	0.004328	0.003234	1.339	NO CUMPLE	CUMPLE
<b>9</b>	NIVEL 1	DERIVA X	Diaph D1 X	0.002019	0.00153	1.319	NO CUMPLE	CUMPLE

In [ ]: [CMyCR\(\)](#)

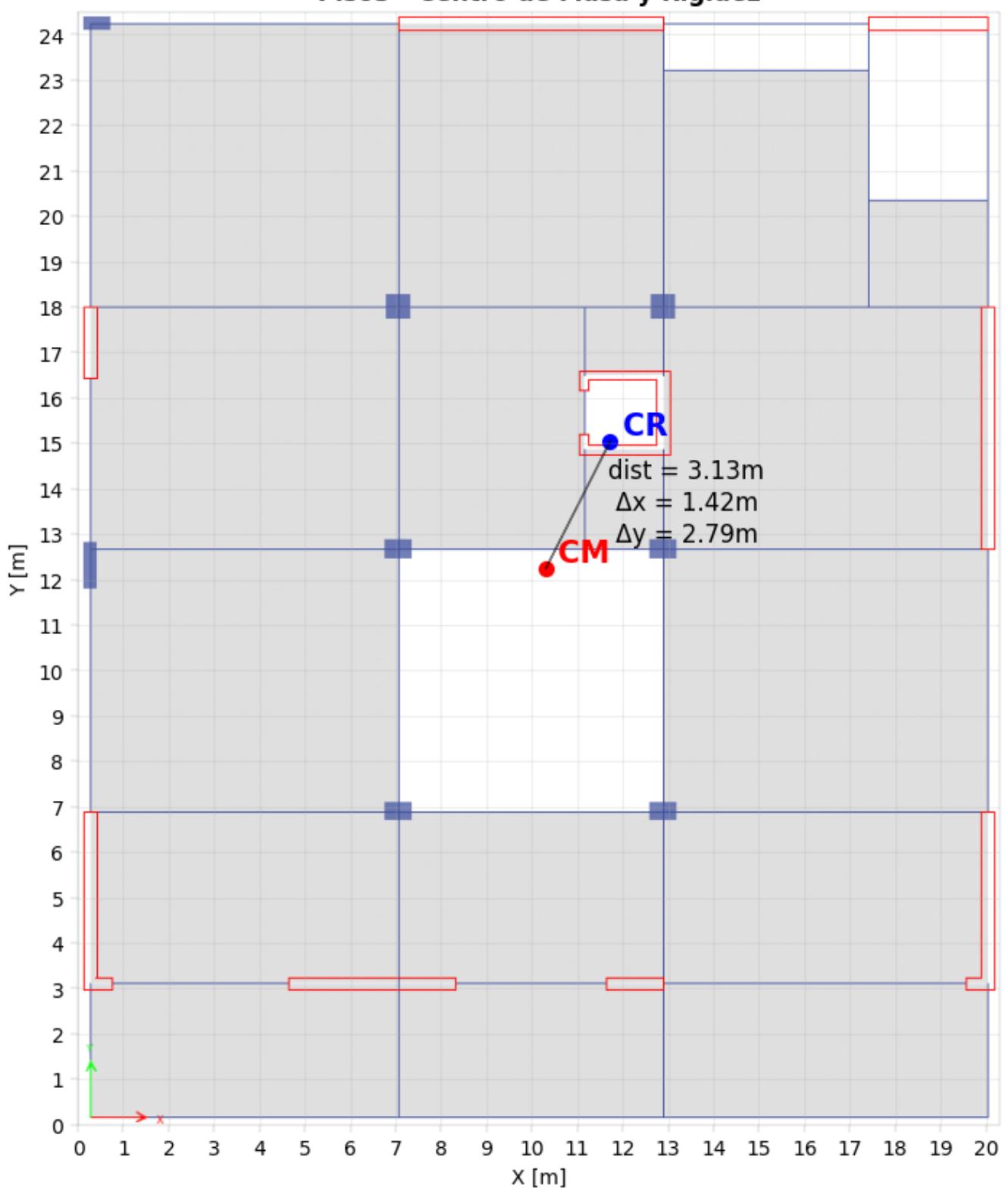
# Piso1 - Centro de Masa y Rigidez



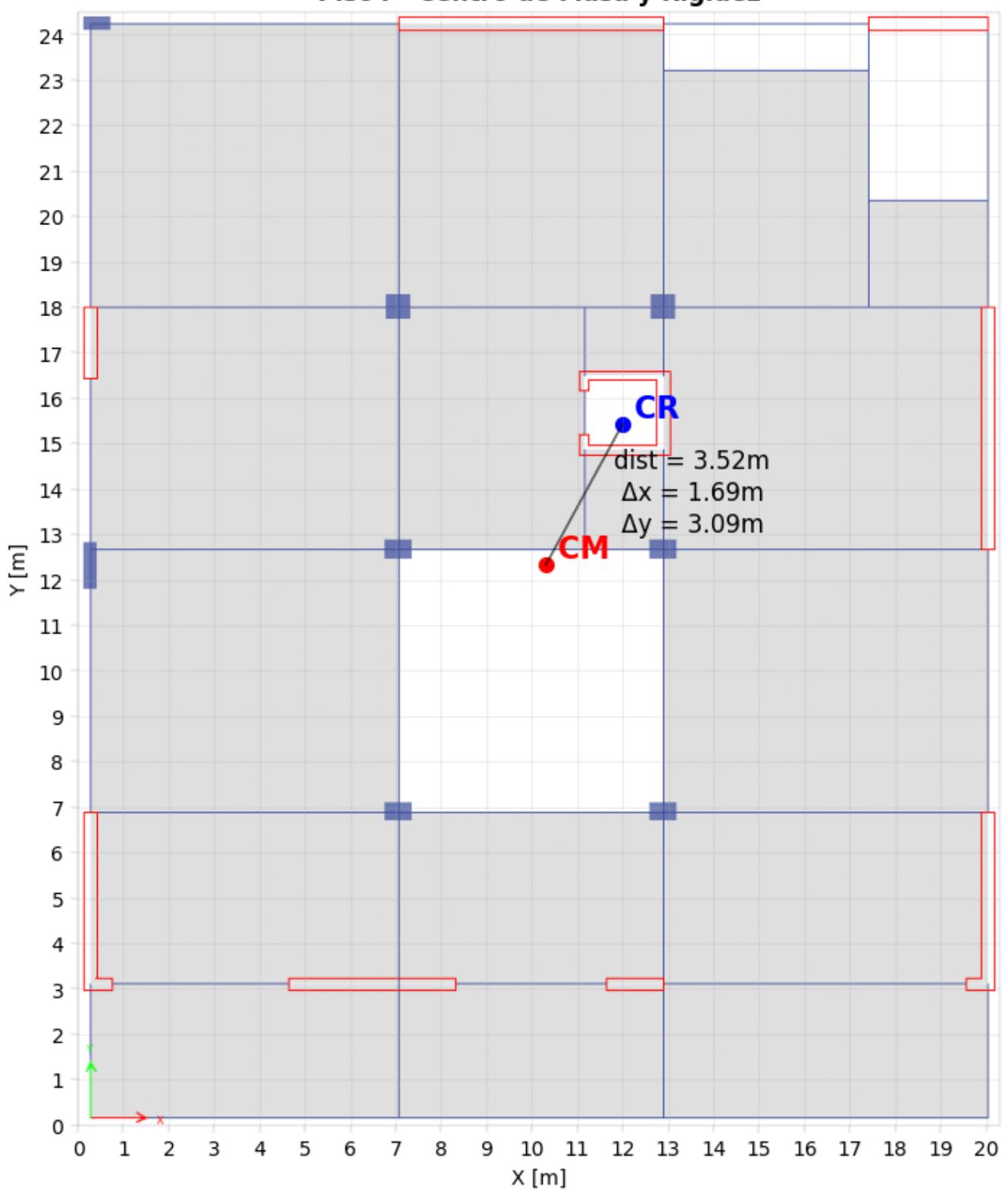
## Piso2 - Centro de Masa y Rigidez



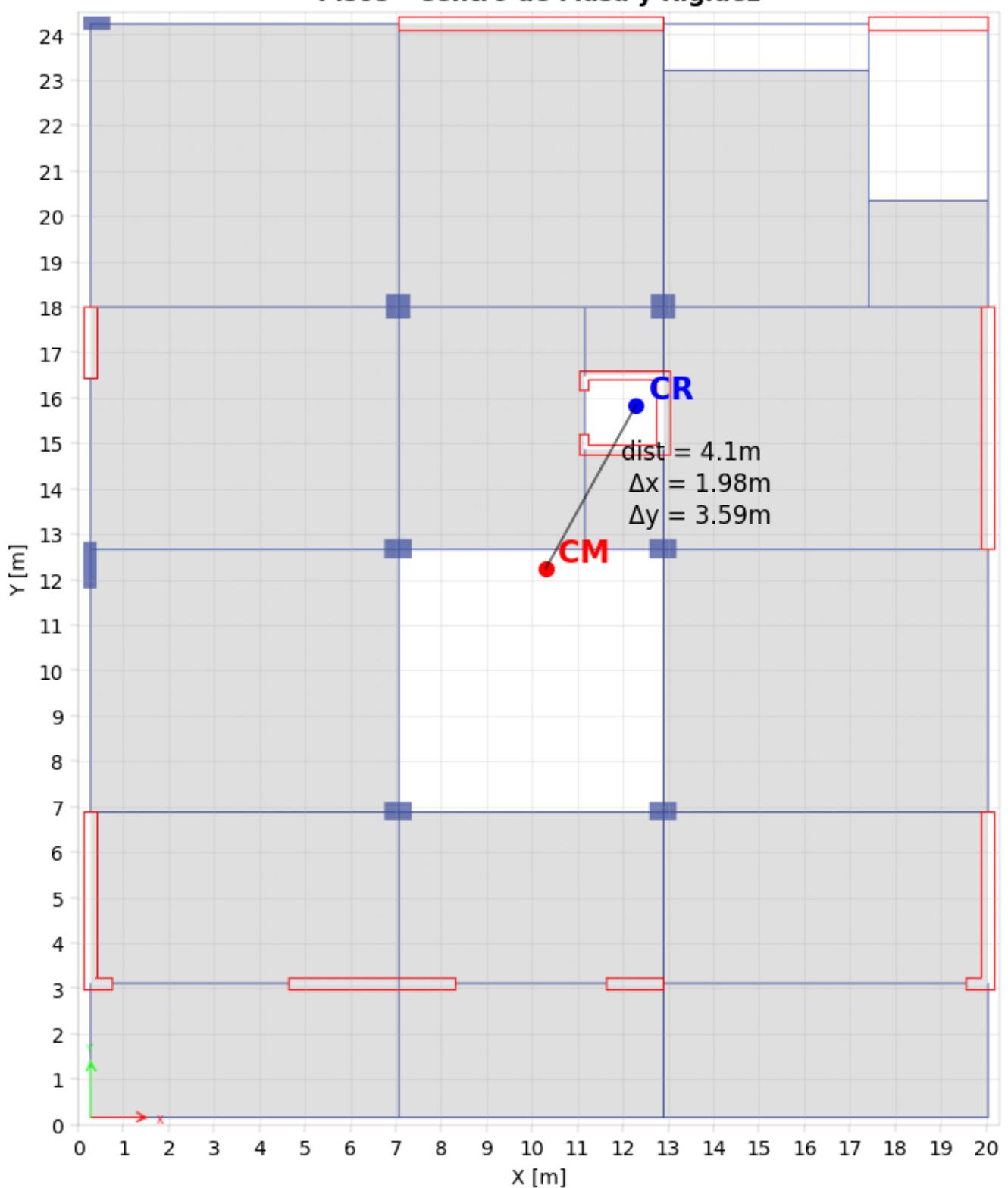
### Piso3 - Centro de Masa y Rigidez



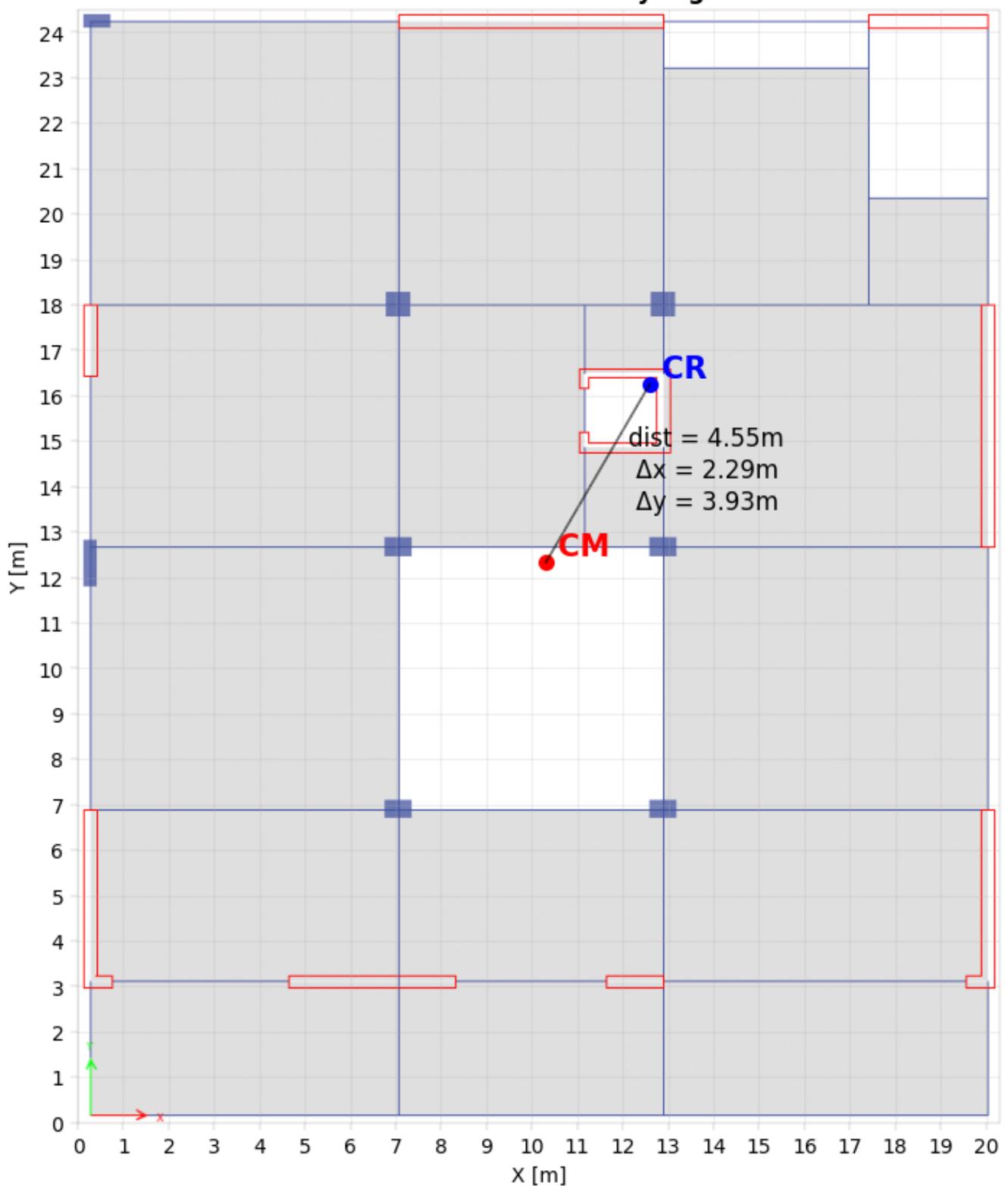
## Piso4 - Centro de Masa y Rigidez



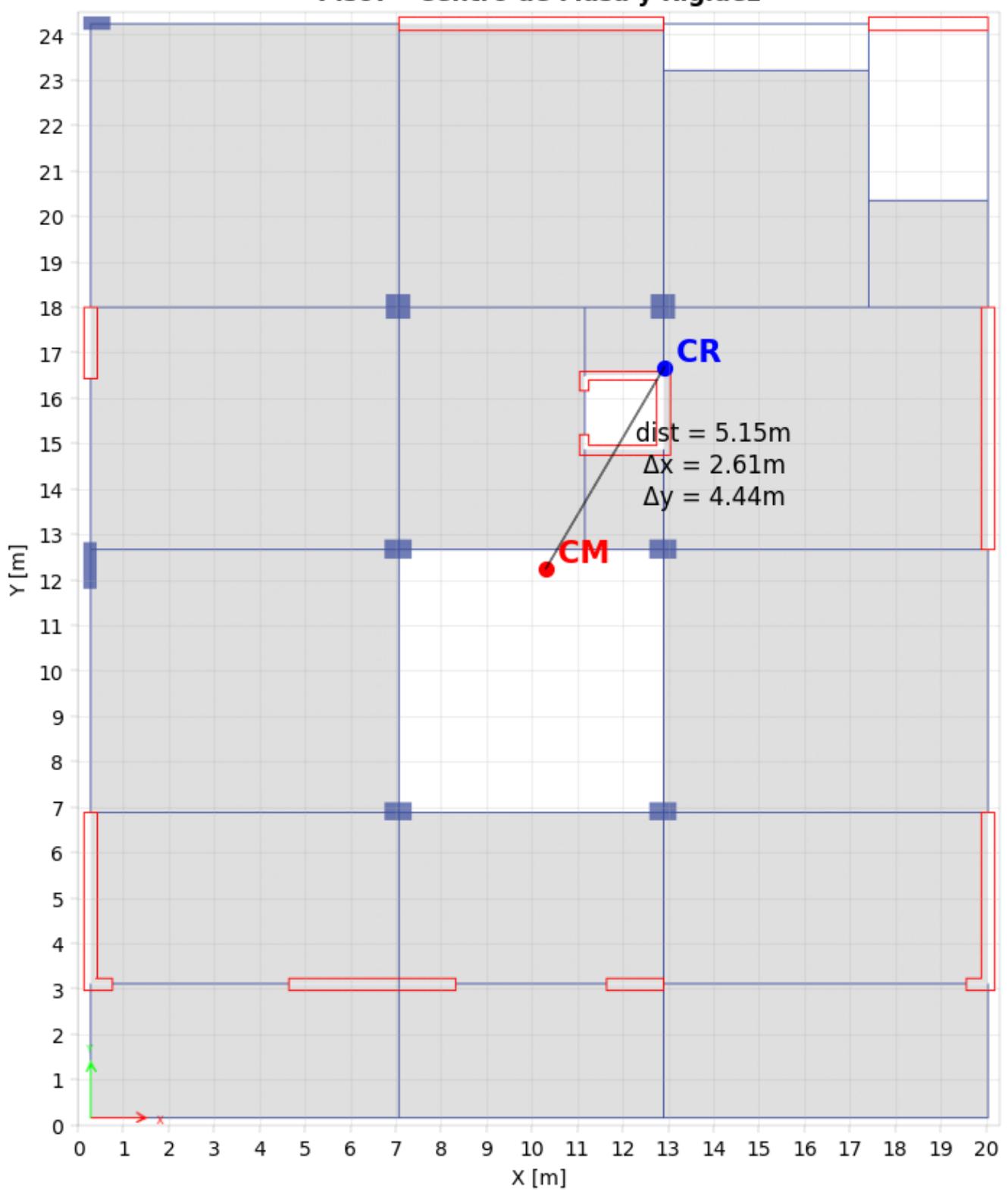
## Piso5 - Centro de Masa y Rigidez



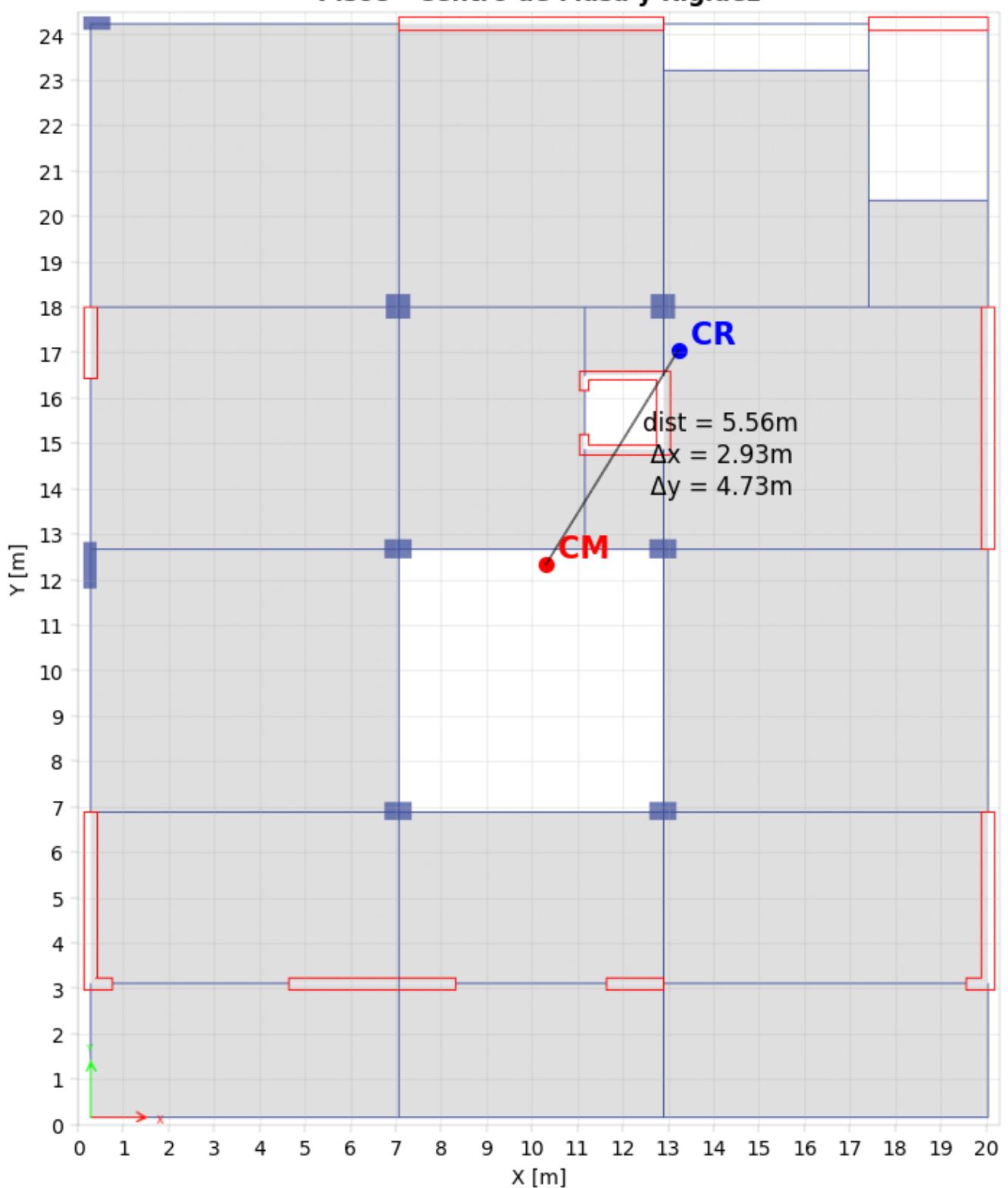
## Piso6 - Centro de Masa y Rigidez



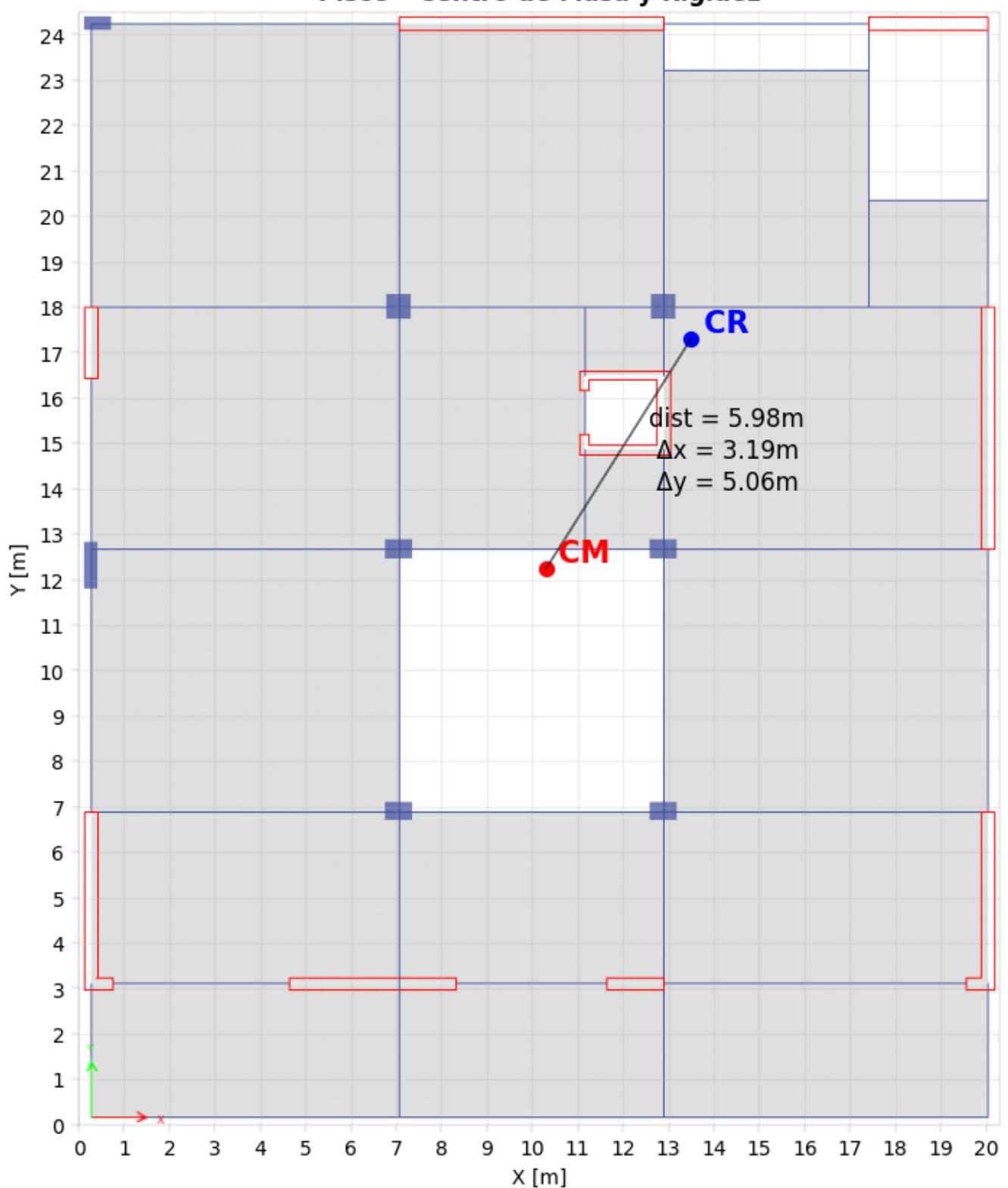
## Piso7 - Centro de Masa y Rigidez



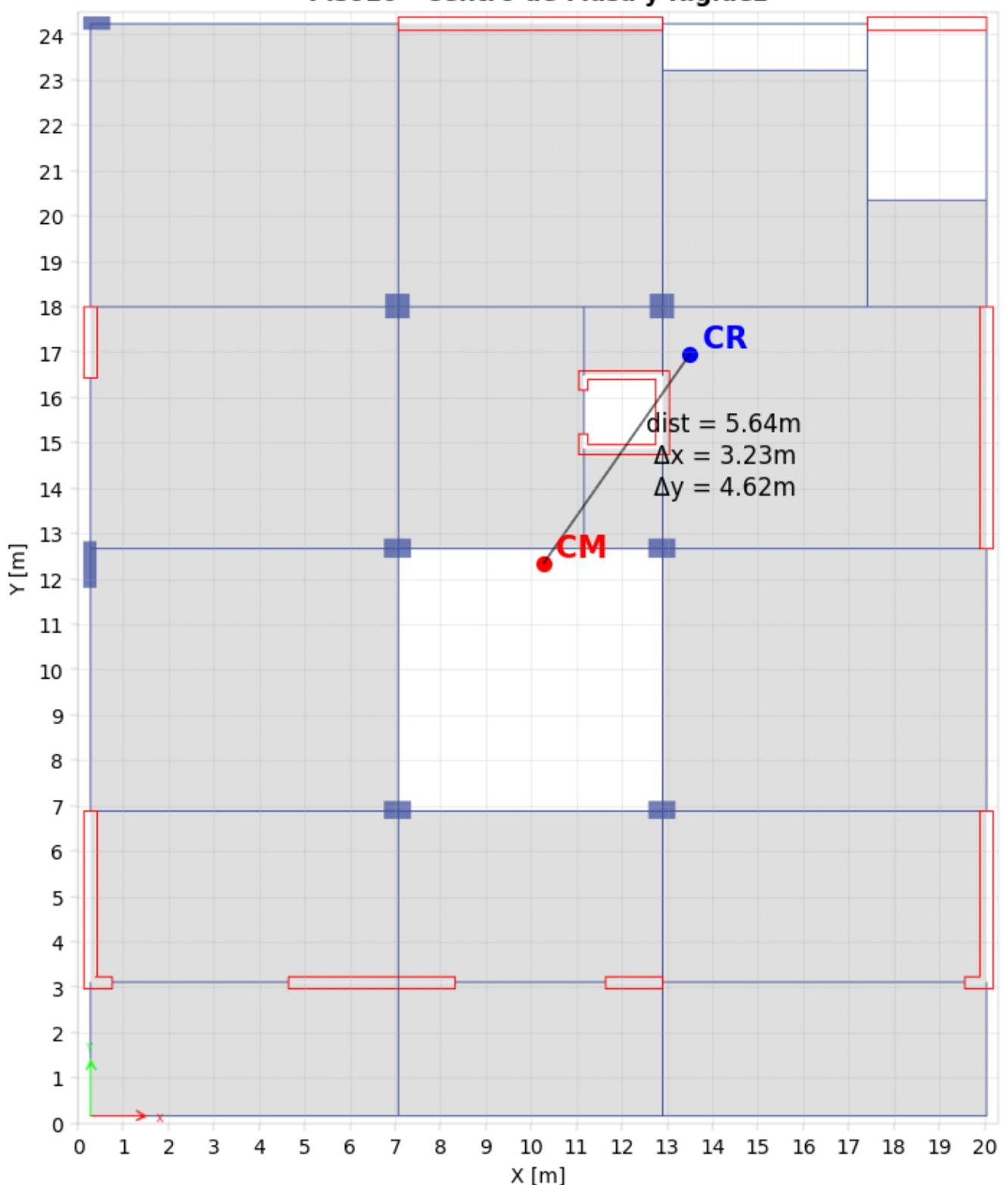
## Piso8 - Centro de Masa y Rigidez



## Piso9 - Centro de Masa y Rigidez



## Piso 10 - Centro de Masa y Rigidez



### ARTICULO 21- Restricciones a la Irregularidad.

- 21.1. Categoría de la Edificación e Irregularidad

De acuerdo a su categoría y la zona donde se ubique, la edificación se proyecta respetando las restricciones a la irregularidad de la Tabla N°10

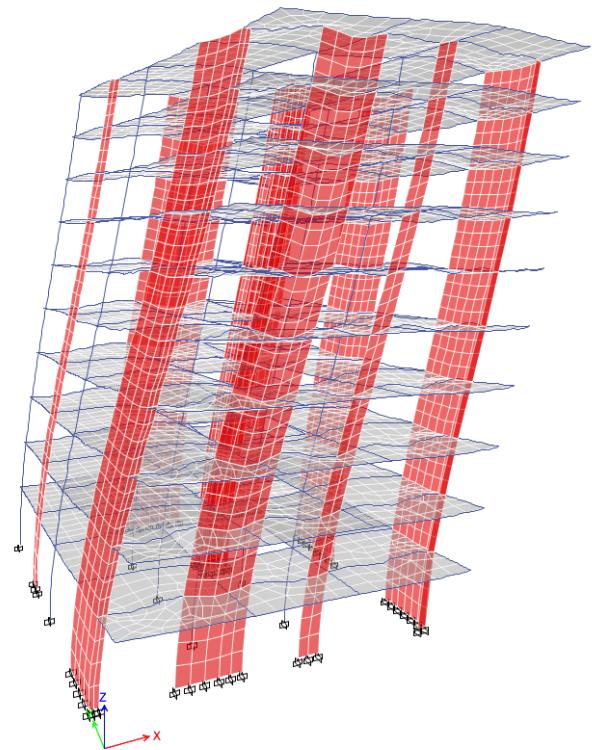
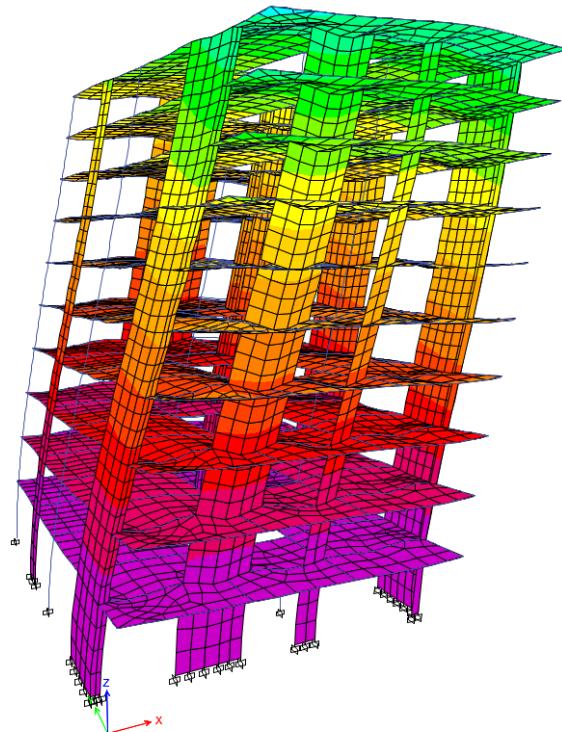
Tabla N° 10 CATEGORÍA Y REGULARIDAD DE LAS EDIFICACIONES		
Categoría de la edificación	Zona	Restricciones
A1 y A2	4, 3 y 2	No se permiten irregularidades
	1	No se permiten irregularidades extremas
B	4, 3 y 2	No se permiten irregularidades extremas
	1	Sin restricciones
C	4 y 3	No se permiten irregularidades extremas
	2	No se permiten irregularidades excepto en edificios de hasta 2 pisos u 8m de altura total
	1	Sin restricciones

Verificar las restricciones a las irregularidades de acuerdo a la categoria y zona de la edificación en la Tabla N°10. De existir irregularidades o irregularidades extremas en edificaciones en las que no están permitidas según esa Tabla, se modifica la estructuración y repite el análisis hasta lograr un resultado satisfactorio.

In [ ]: `Restric_Irreg()`

Articulo 21 - Tabla N°10:  
Cumple Resitriccion de Irregularidades

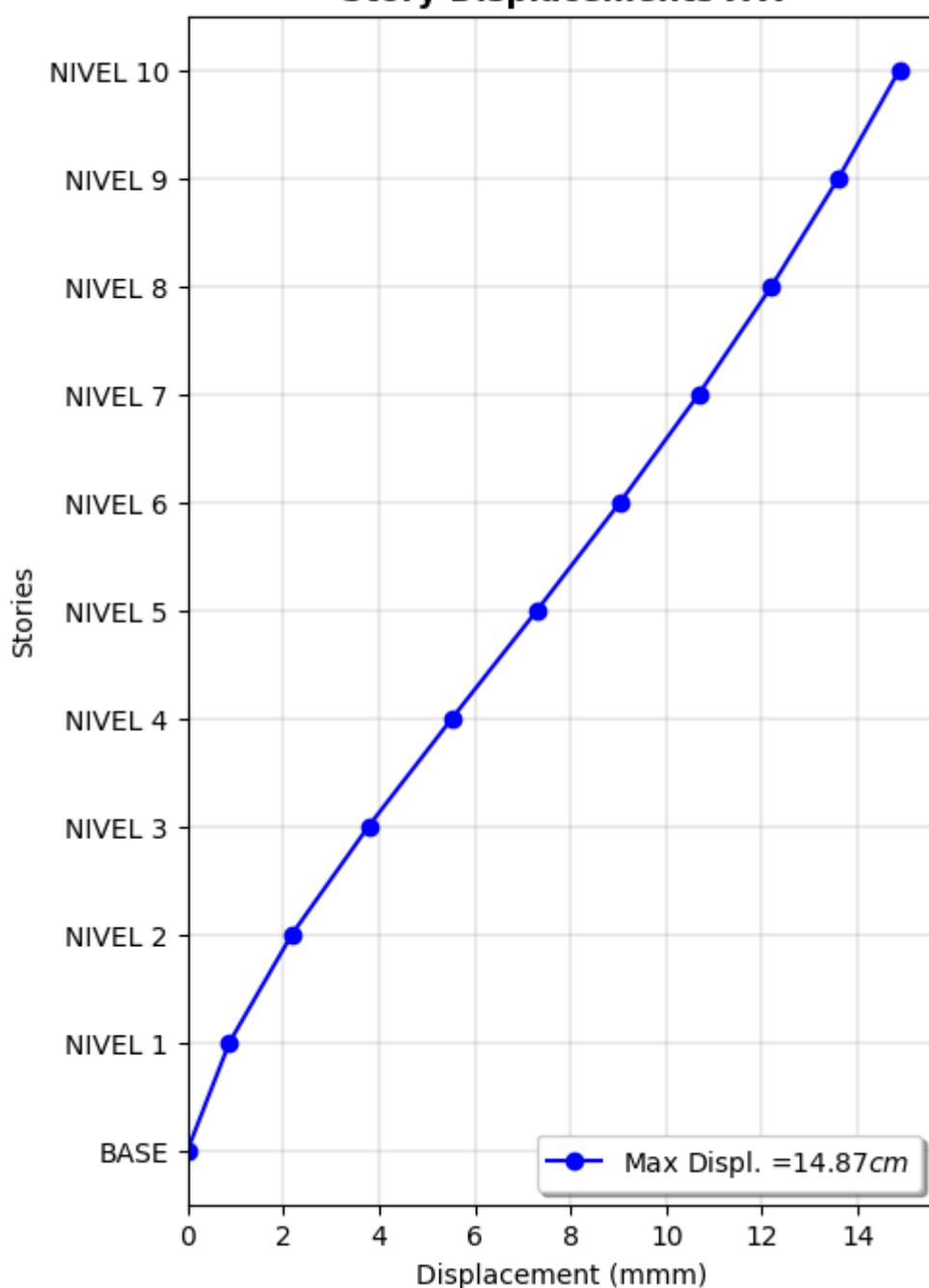
## Desplazamientos



In [ ]: `Displacement(direction="X")`

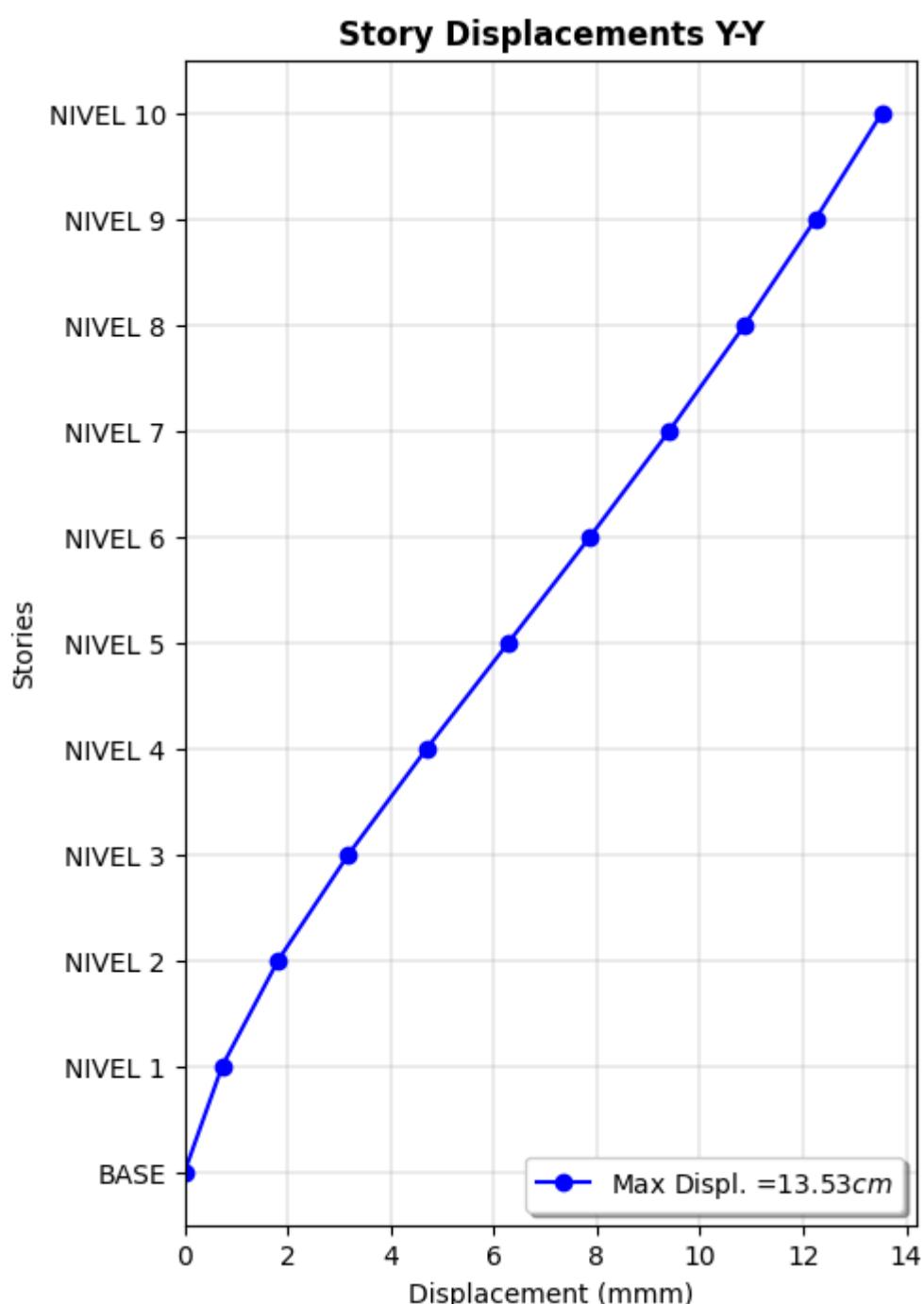
	Story	OutputCase	Direction	Maximum	Average	Ratio
0	NIVEL 10	DERIVA X	X	14.8746	12.1314	1.226
1	NIVEL 9	DERIVA X	X	13.6025	11.0139	1.235
2	NIVEL 8	DERIVA X	X	12.206	9.8049	1.245
3	NIVEL 7	DERIVA X	X	10.6839	8.5113	1.255
4	NIVEL 6	DERIVA X	X	9.0408	7.1412	1.266
5	NIVEL 5	DERIVA X	X	7.3057	5.7204	1.277
6	NIVEL 4	DERIVA X	X	5.5285	4.2904	1.289
7	NIVEL 3	DERIVA X	X	3.7828	2.91	1.3
8	NIVEL 2	DERIVA X	X	2.1822	1.6647	1.311
9	NIVEL 1	DERIVA X	X	0.8781	0.6656	1.319
10	BASE	DERIVA X	X	0	0	0

**Story Displacements X-X**



In [ ]: Displacement(direction="Y")

	Story	OutputCase	Direction	Maximum	Average	Ratio
0	NIVEL 10	DERIVA Y	Y	13.5303	12.3547	1.095
1	NIVEL 9	DERIVA Y	Y	12.2484	11.1177	1.102
2	NIVEL 8	DERIVA Y	Y	10.8713	9.8054	1.109
3	NIVEL 7	DERIVA Y	Y	9.4085	8.4302	1.116
4	NIVEL 6	DERIVA Y	Y	7.8708	7.0044	1.124
5	NIVEL 5	DERIVA Y	Y	6.2866	5.5553	1.132
6	NIVEL 4	DERIVA Y	Y	4.7021	4.1247	1.14
7	NIVEL 3	DERIVA Y	Y	3.1819	2.7698	1.149
8	NIVEL 2	DERIVA Y	Y	1.8178	1.5697	1.158
9	NIVEL 1	DERIVA Y	Y	0.7309	0.626	1.168
10	BASE	DERIVA Y	Y	0	0	0



Verificación de la Distorsion Admisible

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 solicitudes sísmicas reducidas. Para estructuras irregulares, los desplazamientos laterales se calculan multiplicando por  $0.85R$  los resultados obtenidos del análisis elástico.
- **31.2.** Para el cálculo de los desplazamientos laterales no se consideran los valores mínimos de  $C/R$  indicados en el número 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 (distorsión) que se indica en la Tabla N°11.

Tabla N°11 LÍMITES PARA LA DISTORCION DEL ENTREPISO	
Material Predominante	$\Delta_i / h_{ei}$
Concreto Armado	0.007
Acero	0.010
Albañilería	0.005
Madera	0.010
Edificio de concreto armado con muros de ductilidad limitada	0.005

*Nota: Los límites de la distorsión (deriva) para estructuras de uso industrial son establecidos por el proyectista, pero en ningún caso exceden el doble de los valores de esta Tabla.*

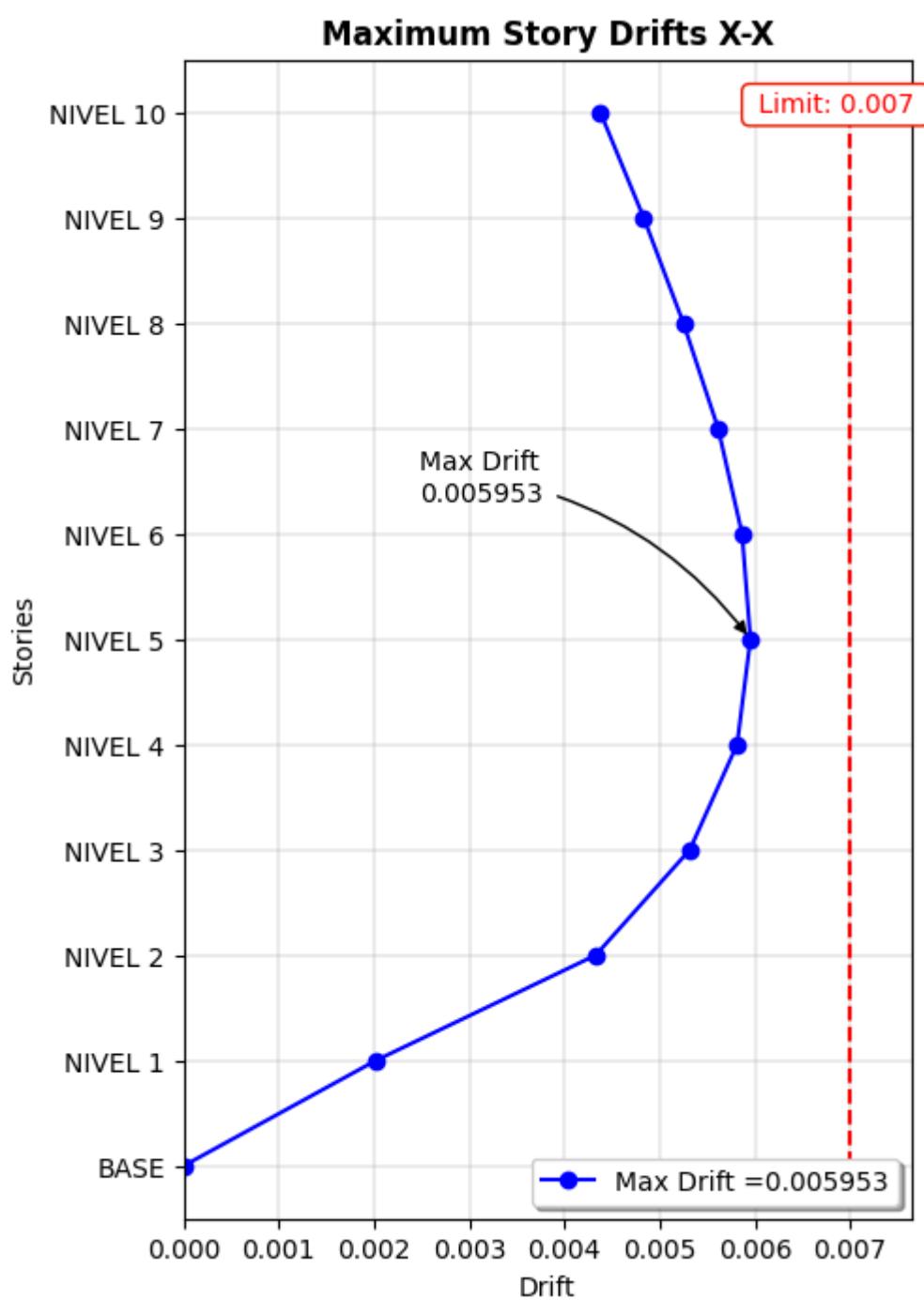
Verificar que la distorsión máxima de entrepiso que se obtiene en la estructura con los desplazamientos calculados en el paso anterior sea menor que lo indicado en la Tabla N°11.

De no cumplir se revisa la estructuración y repite el análisis hasta cumplir con el requerimiento.

```
In [ ]: limite = 0.007
showTable = True    #Muestra La Tabla
showImage = True    #Muestra Imagen de la distorsion total
descargar = None    # "png"    "pdf"
```

```
In [ ]: Drift_Etabs("X",limite,showTable,showImage,descargar)
```

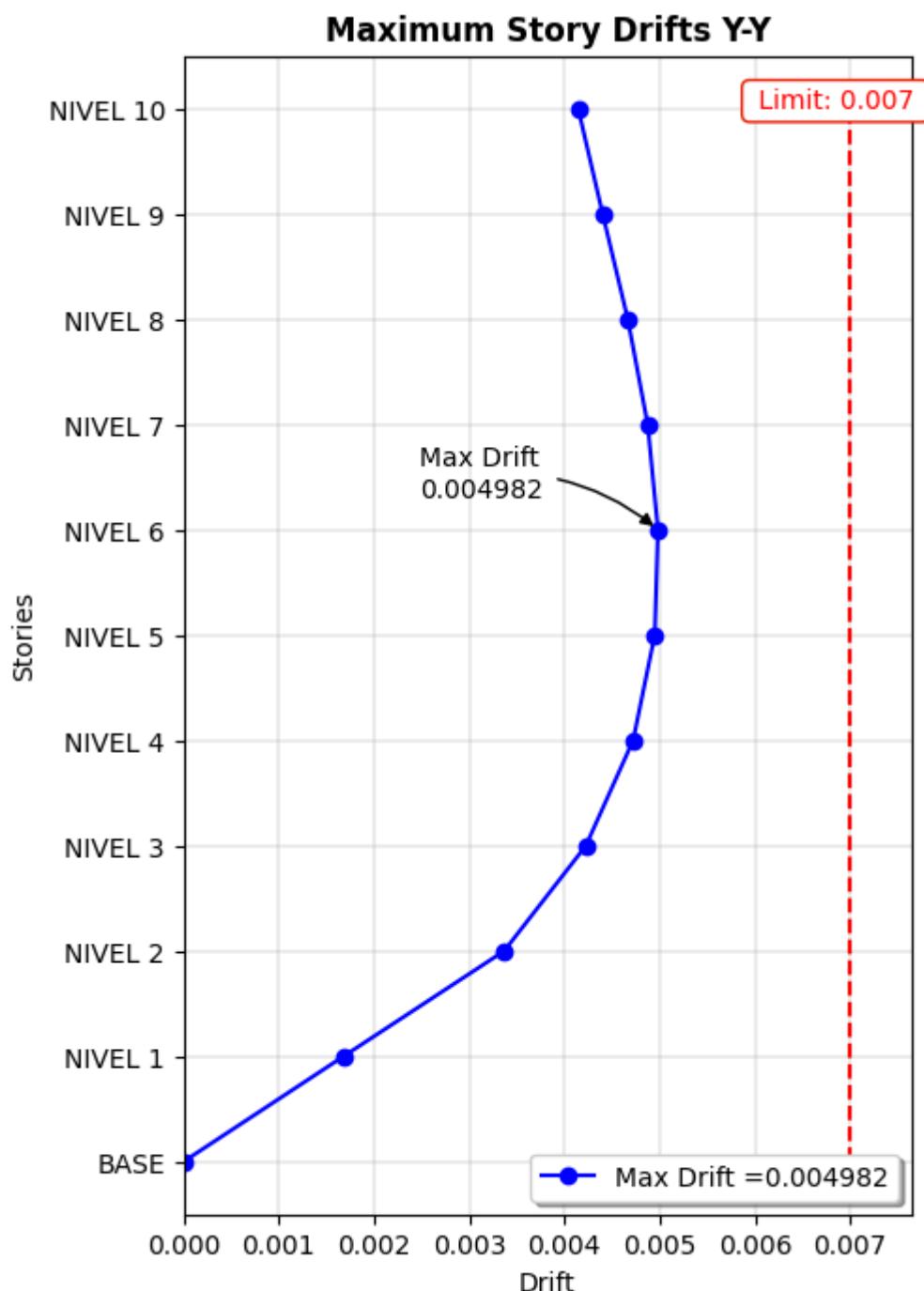
Story	OutputCase	Direction	Drift	Limit	Verification
0	NIVEL 10	DERIVA X	X 0.004377	0.007	CUMPLE
1	NIVEL 9	DERIVA X	X 0.004832	0.007	CUMPLE
2	NIVEL 8	DERIVA X	X 0.005249	0.007	CUMPLE
3	NIVEL 7	DERIVA X	X 0.005614	0.007	CUMPLE
4	NIVEL 6	DERIVA X	X 0.005865	0.007	CUMPLE
5	NIVEL 5	DERIVA X	X 0.005953	0.007	CUMPLE
6	NIVEL 4	DERIVA X	X 0.005813	0.007	CUMPLE
7	NIVEL 3	DERIVA X	X 0.005316	0.007	CUMPLE
8	NIVEL 2	DERIVA X	X 0.004328	0.007	CUMPLE
9	NIVEL 1	DERIVA X	X 0.002019	0.007	CUMPLE
10	BASE	DERIVA X	X 0.000000	0.007	CUMPLE



Cumple Derivas X-X

```
In [ ]: Drift_Etabs("Y", limite, showTable, showImage, descargar)
```

	Story	OutputCase	Direction	Drift	Limit	Verification
0	NIVEL 10	DERIVA Y	Y	0.004144	0.007	CUMPLE
1	NIVEL 9	DERIVA Y	Y	0.004401	0.007	CUMPLE
2	NIVEL 8	DERIVA Y	Y	0.004665	0.007	CUMPLE
3	NIVEL 7	DERIVA Y	Y	0.004874	0.007	CUMPLE
4	NIVEL 6	DERIVA Y	Y	0.004982	0.007	CUMPLE
5	NIVEL 5	DERIVA Y	Y	0.004948	0.007	CUMPLE
6	NIVEL 4	DERIVA Y	Y	0.004721	0.007	CUMPLE
7	NIVEL 3	DERIVA Y	Y	0.004225	0.007	CUMPLE
8	NIVEL 2	DERIVA Y	Y	0.003366	0.007	CUMPLE
9	NIVEL 1	DERIVA Y	Y	0.001680	0.007	CUMPLE
10	BASE	DERIVA Y	Y	0.000000	0.007	CUMPLE



Cumple Derivas Y-Y

Verificación de sistema estructural

## ARTICULO 22- Coeficiente de Reducción de las Fuerzas Sísmicas R.

El coeficiente de reducción de las fuerzas sísmicas se determinan como el producto del coeficiente  $R_o$  determinado a partir de la Tabla N°7 y de los factores  $I_a$  y  $I_p$  obtenidos de las Tablas N°8 y N°9

$$R = R_o \cdot I_a \cdot I_p$$

Para ello debemos haber asignado a todos los elementos Wall su respectiva etiqueta Pier

```
In [ ]: CortantePlacas("X")
CortantePlacas("Y")
```

Cortante maxima absorbida por las placas X = 246.684 tonf  
Cortante maxima absorbida por las placas Y = 266.28 tonf

```
In [ ]: CortanteTotal("X")
CortanteTotal("Y")
```

Fuerza Cortante X en la base = 261.129 tonf  
Fuerza Cortante Y en la base = 282.985 tonf

## Articulo 16.- Sistemas Estructurales

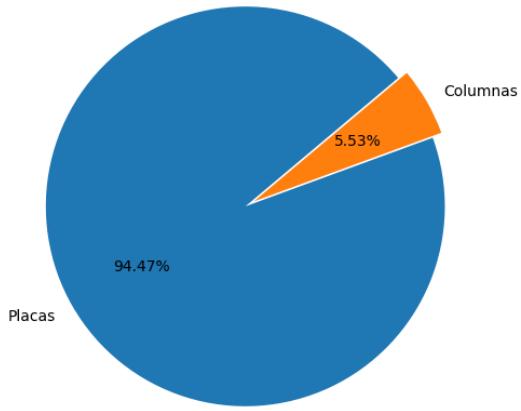
- **16.1. Estructuras de Concreto armado**

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.

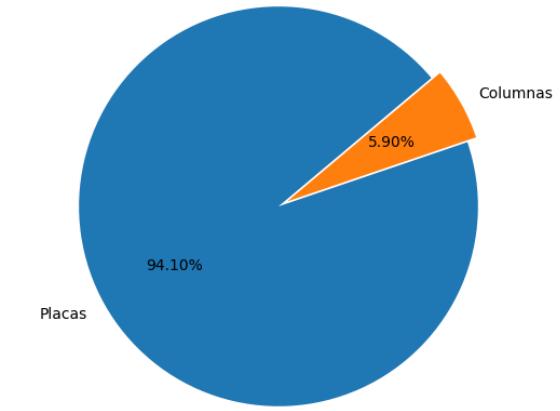
- a) **Porticos.** Por lo menos el 80% de la fuerza cortante en la base actúa sobre las columnas de los pórticos. En caso se tengan muros estructurales, estos se diseñan para resistir una fracción de la acción sísmica total de acuerdo con su rigidez.
- b) **Muros Estructurales.** Sistemas en el que la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

```
In [ ]: showpieAbsolucion()
```

Porcentaje de Absorción de Fuerza Cortante en la base X-X



Porcentaje de Absorción de Fuerza Cortante en la base Y-Y



### Artículo 34.- Redundancia

Cuando sobre un solo elemento de la estructura, muro o pórtico, actúa una fuerza de 30% o más del total de la fuerza cortante horizontal en cualquier entrepiso, dicho elemento se diseña para el 125% de dicha fuerza.

```
In [ ]: end_time = time.time()
```

```
In [ ]: elapsed_time = end_time - start_time
# print("Tiempo de ejecución: ", round(elapsed_time,2), "segundos")
print("Tiempo de ejecución: "+ str(2.12) + " segundos")
```

Tiempo de ejecución: 2.12 segundos