

Diseño de Edificios de gran altura en zonas sísmicas:

# CHAPULTEPEC UNO

---

en la Ciudad de México

Dr. Rodolfo E. Valles Mattox  
05/08/2020





- Introducción
- El Proyecto
- El Equipo
- Las Fases de Diseño
- La Subestructura
- Las Colindancias
- La Superestructura
- La Torre Hoy
- Otros Proyectos

- El Prefacio*
- La Trama*
- El Reparto*
- El Plan*
- El Inicio*
- Los Vecinos*
- El Desarrollo*
- El Desenlace*
- Otras Historias*



# Introducción

---

El Prefacio



Dr. Rodolfo E. Valles Mattox

# Importancia Histórica



## Chapultepec Uno (Reforma 509)



## Bosque de Chapultepec



## Av. Paseo de la Reforma



## Ángel de la Independencia





# EL PROYECTO

---

LA TRAMA



Dr. Rodolfo E. Valles Mattox



**Desarrollador:** T69

**Arquitectura:** Taller G

**Ubicación:** Paseo de la Reforma 509

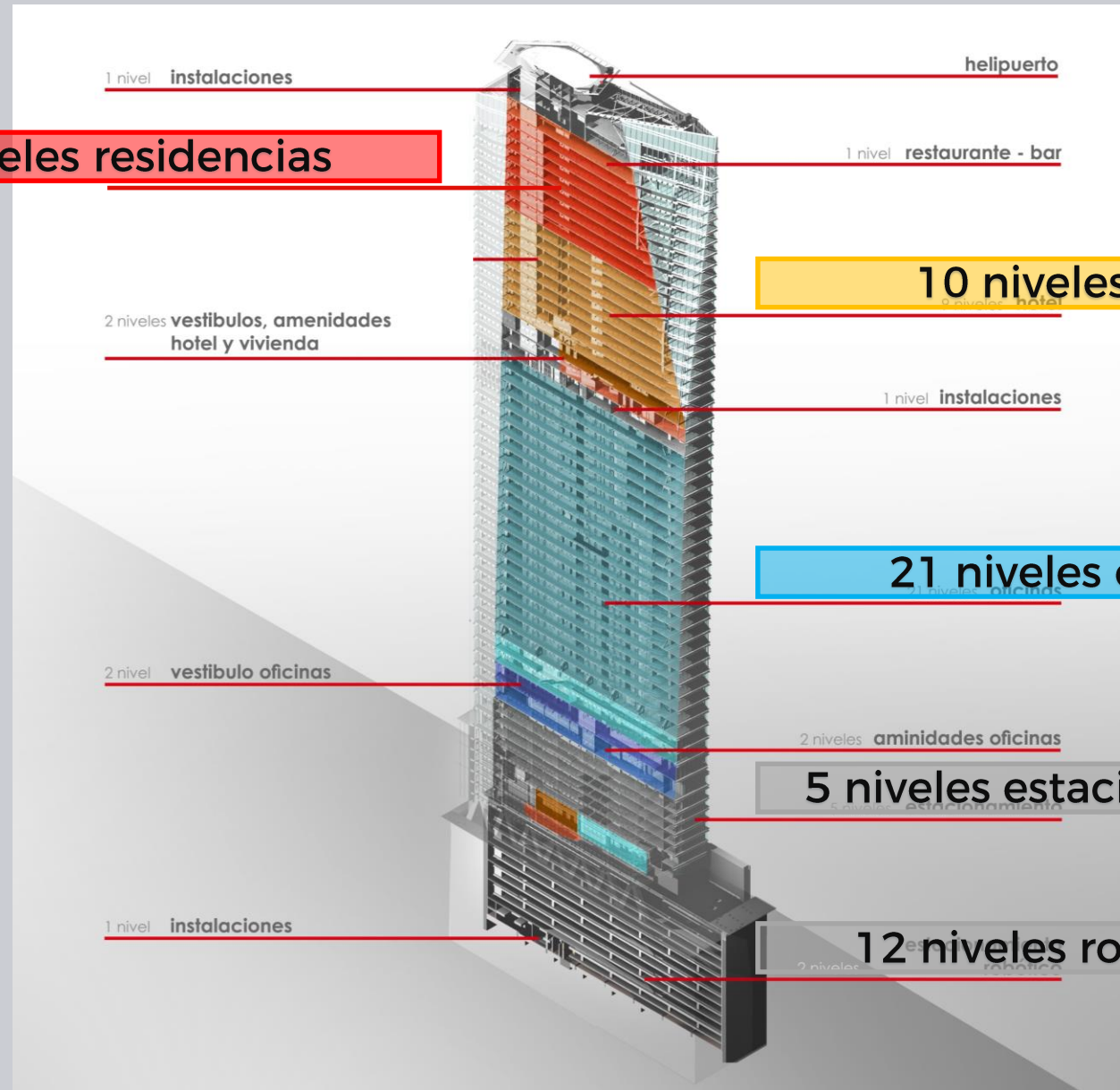
**Ocupación:** Estacionamientos, oficinas, residencial y hotel

**Altura de la torre:** 241.6 m

**Subestructura:** 12 sótanos alojados en un cajón rectangular perimetral de concreto reforzado colado en sitio (Muro Milán). Sistema constructivo Top-Down.

**Superestructura:**

- Planta baja
- 60 niveles sobre el nivel de banqueta
- Helipuerto



8 niveles residencias

10 niveles hotel

21 niveles oficinas

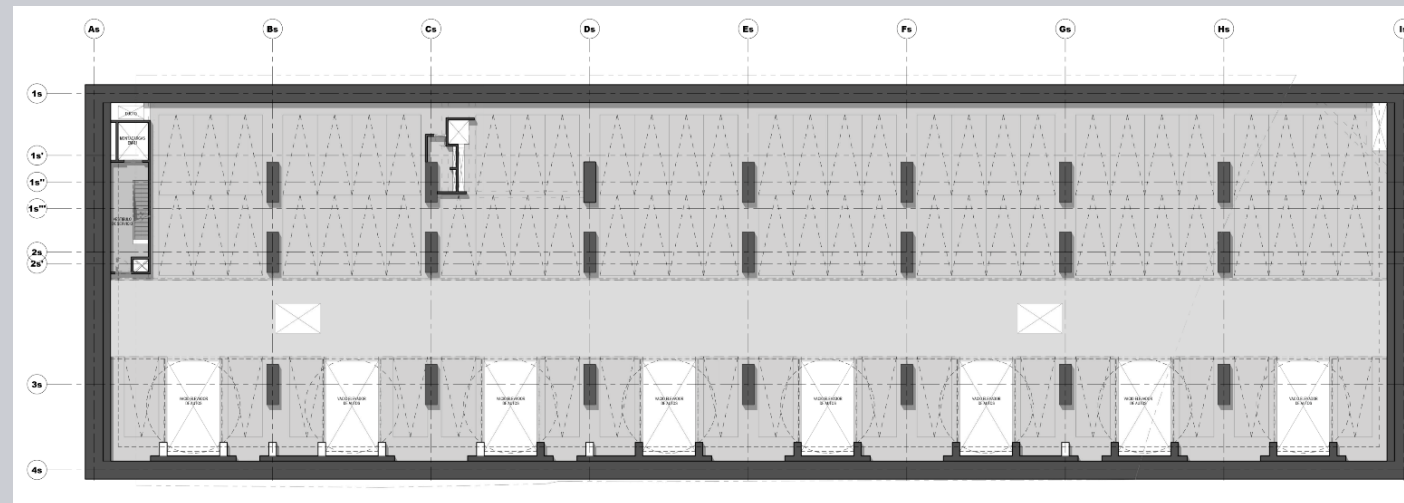
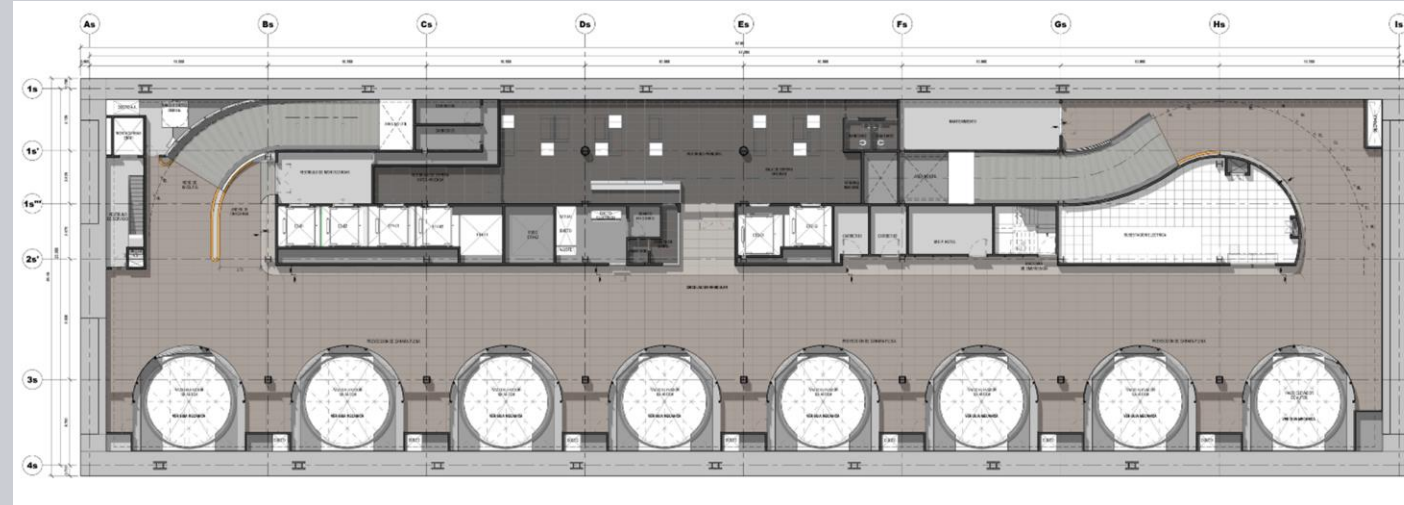
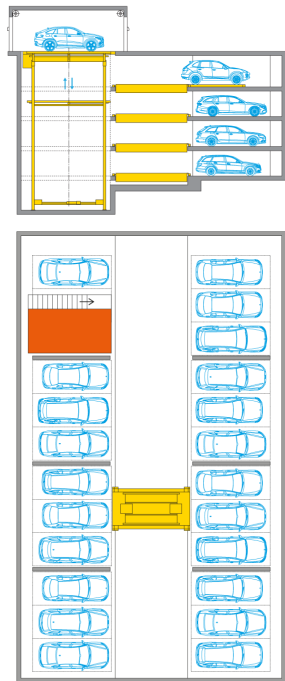
5 niveles estacionamiento

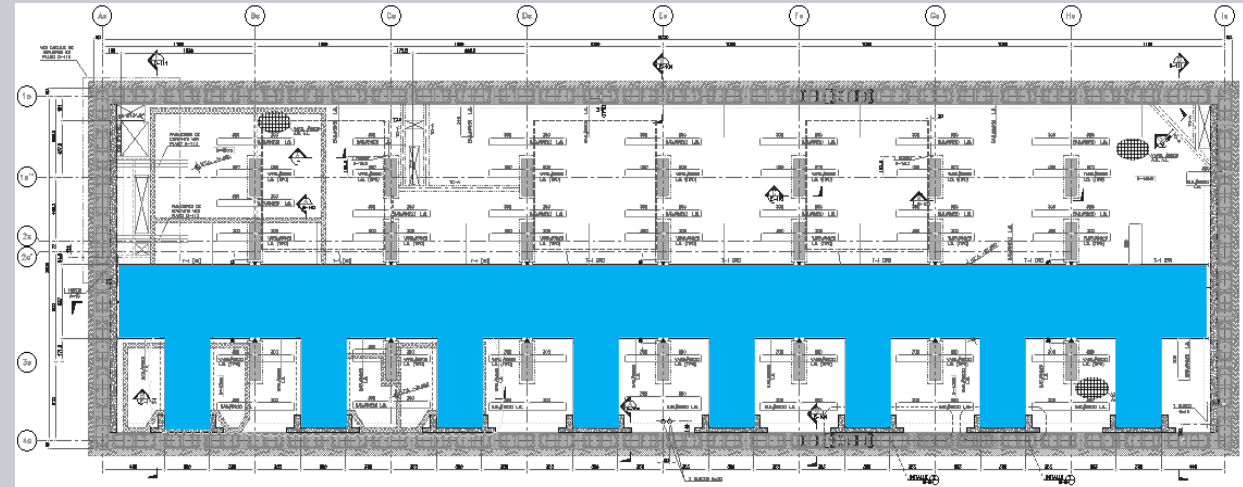
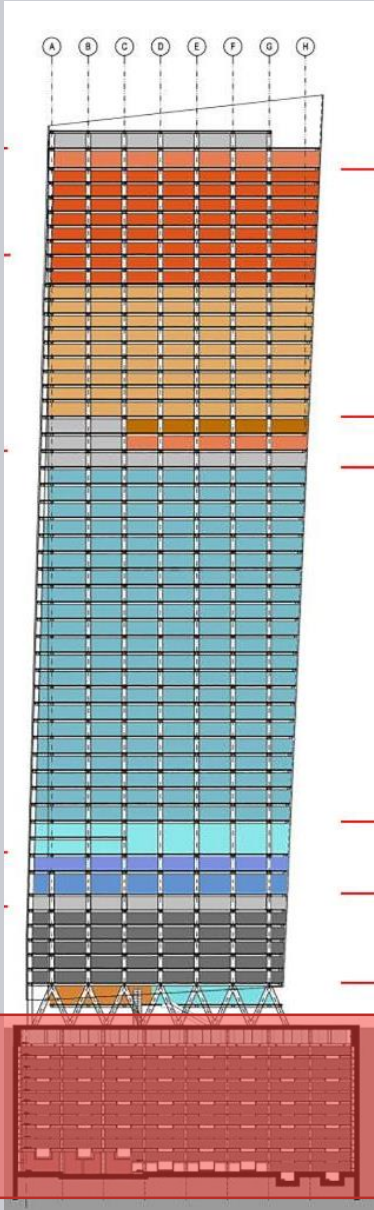
12 niveles robotizado



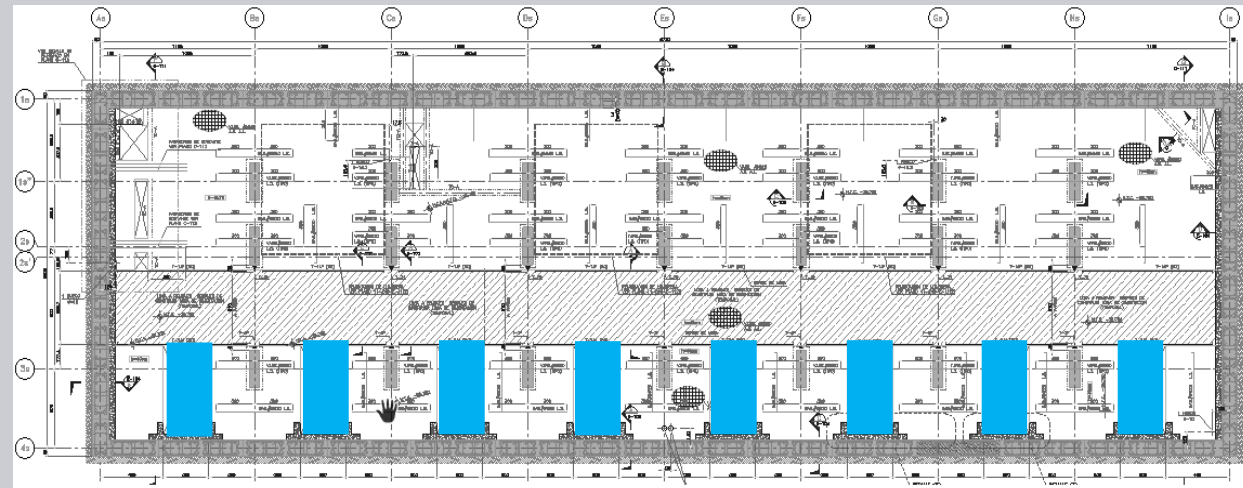


MULTIPARKER 760



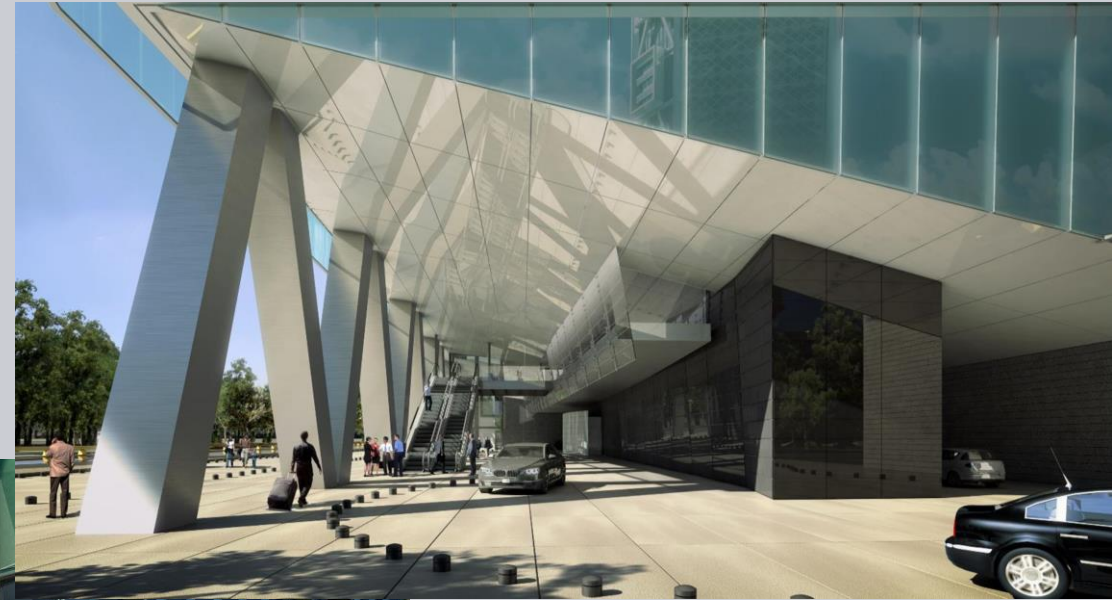
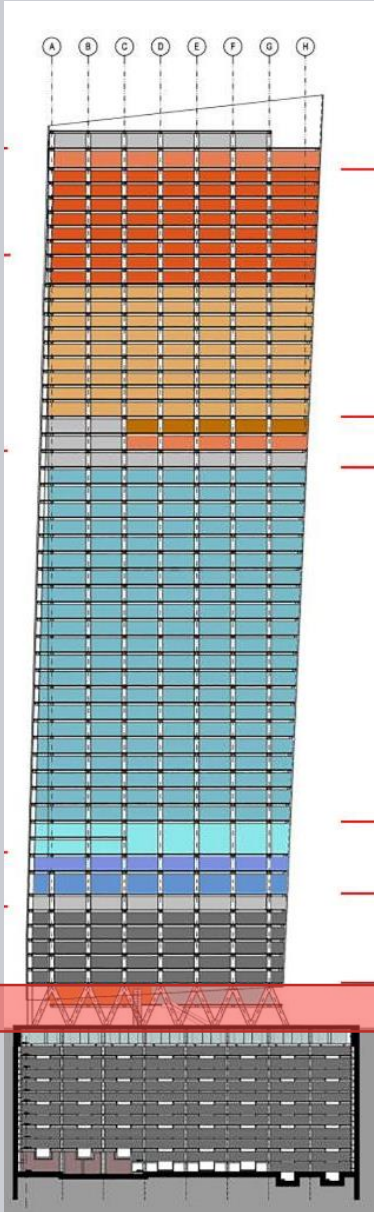


Planta Tipo Sótanos Nones

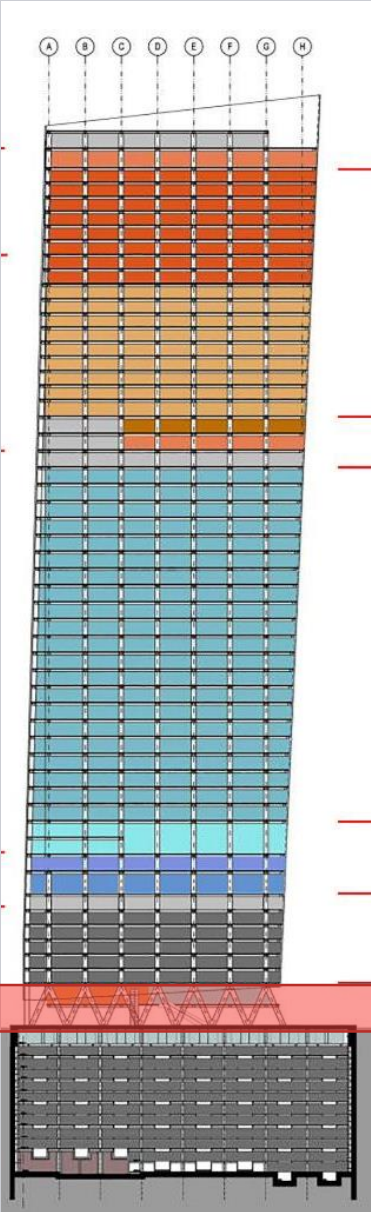


Planta Tipo Sótanos Pares

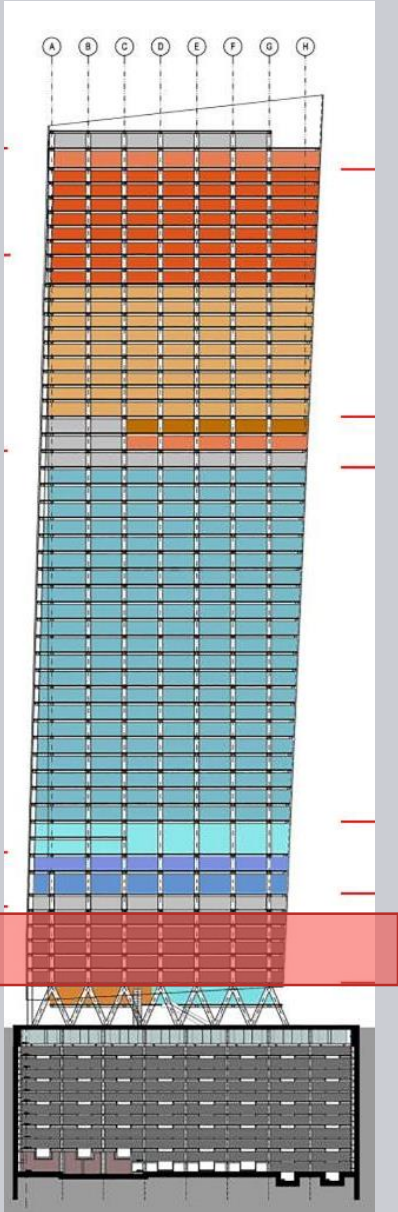
# Motor Lobby / Vestíbulo



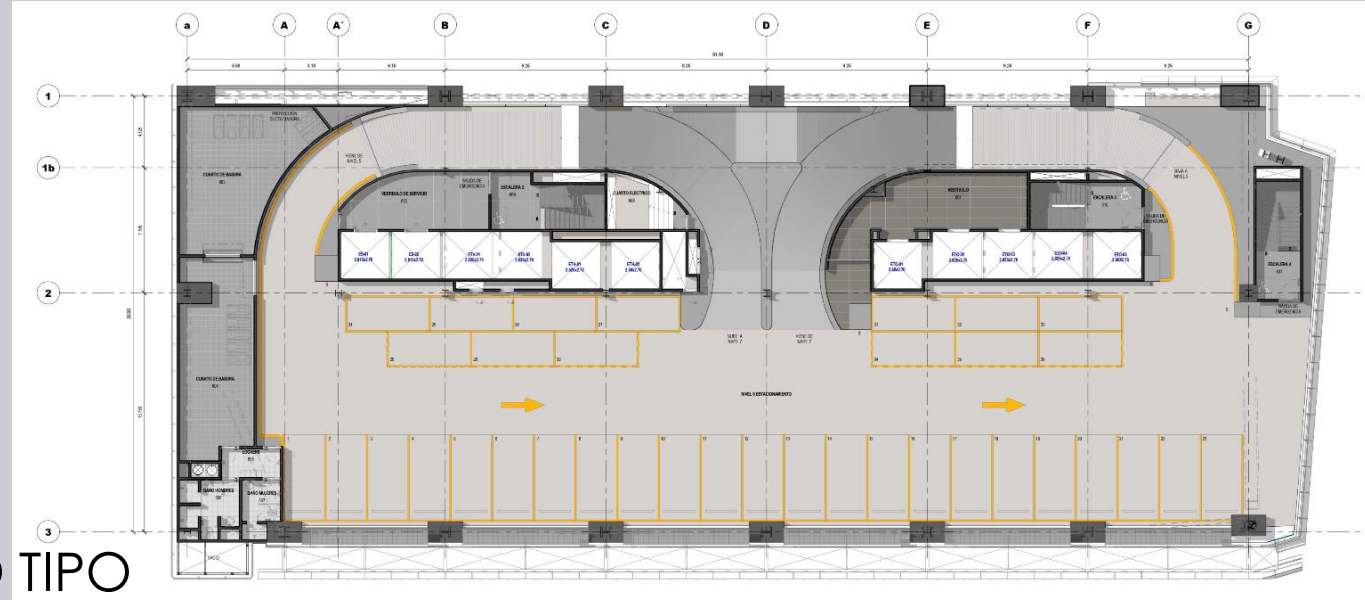
# Motor Lobby / Vestíbulo



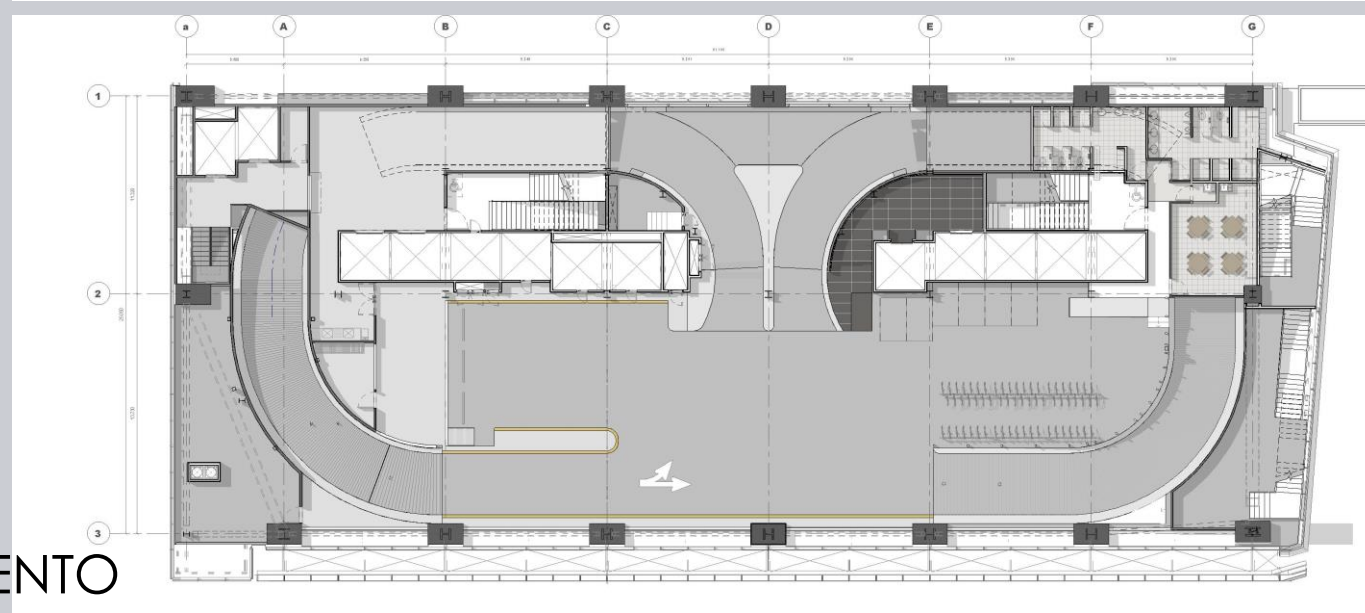
# Estacionamiento



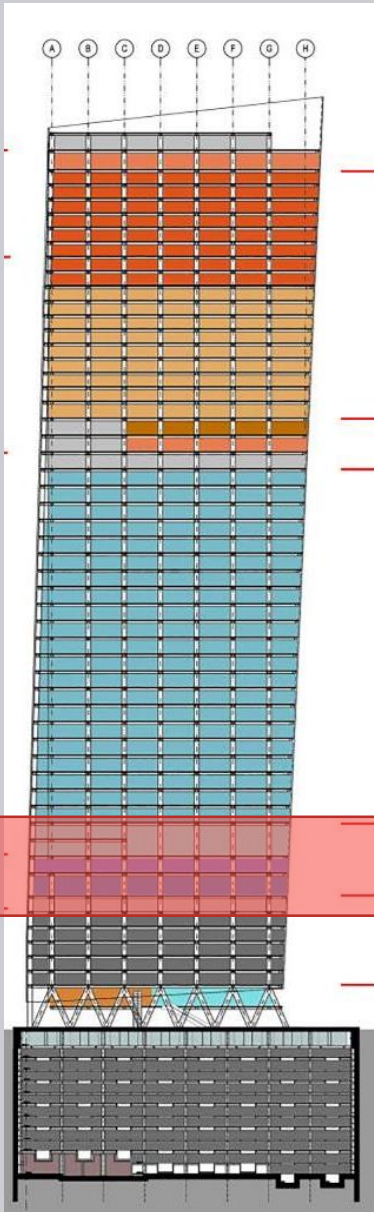
ESTACIONAMIENTO TIPO



NIVEL 5 - ESTACIONAMIENTO



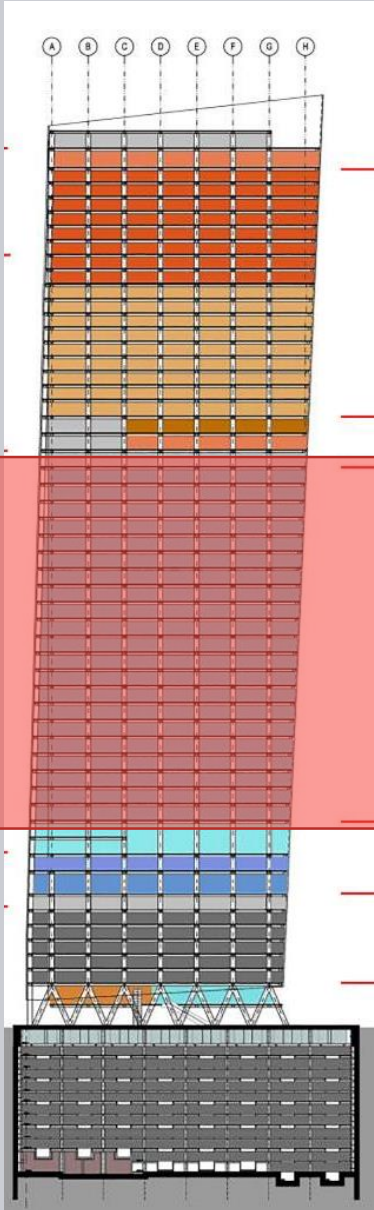
# Salones Ritz-Carlton



- N14 - Lobby Oficinas
- N13 - Lobby Oficinas
- N12 - Amenidades
- N11 - Ballroom
- N10 - Instalaciones



# Oficinas



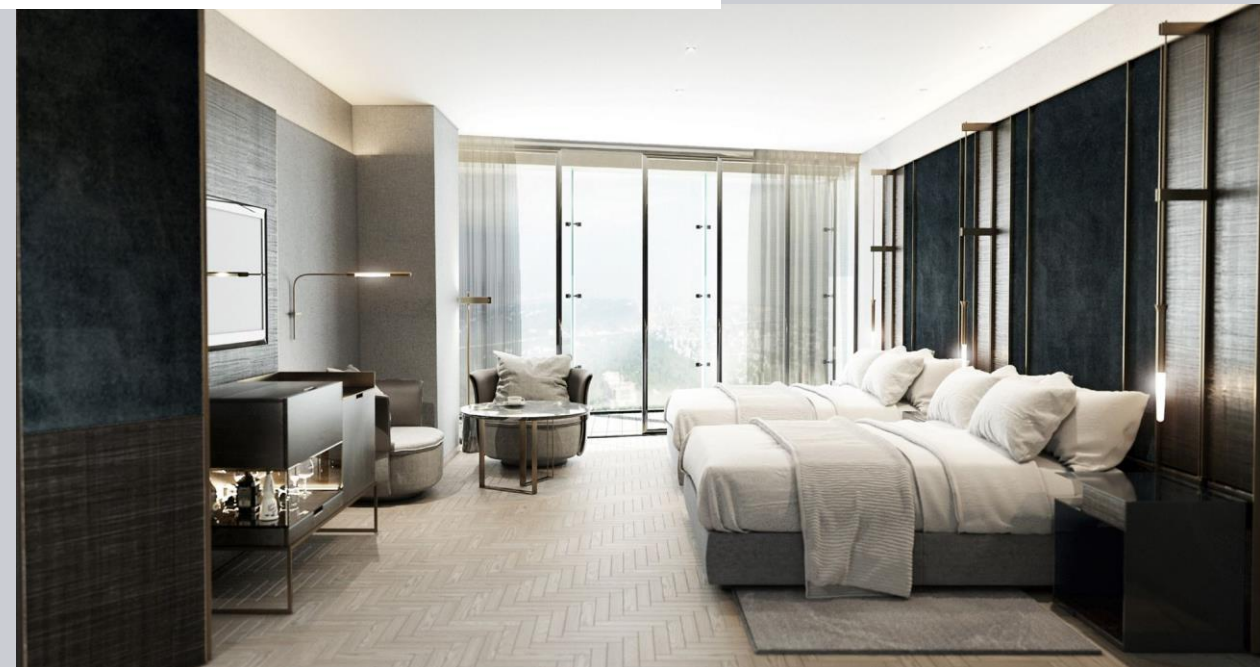
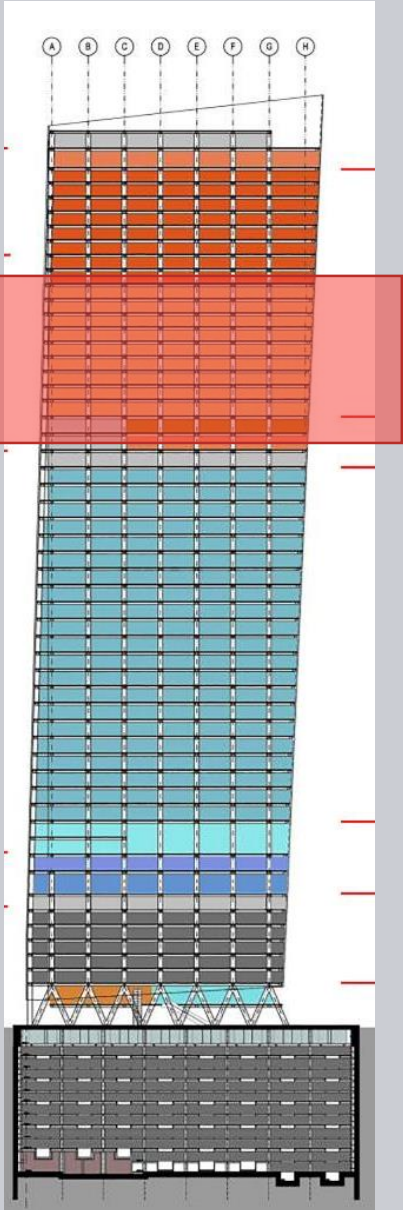
Planta Tipo Low Rise  
(Niveles 15 a 25)



Planta Tipo High Rise  
(Niveles 26 a 35)

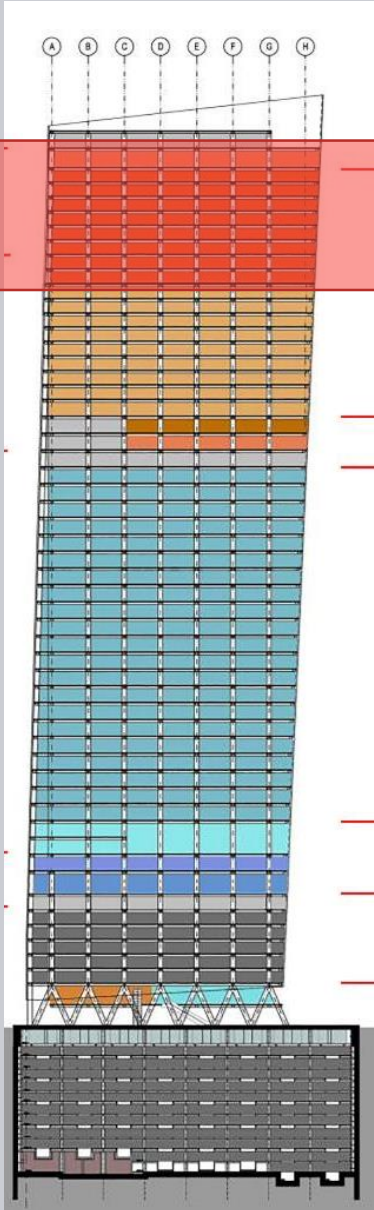


# Hotel

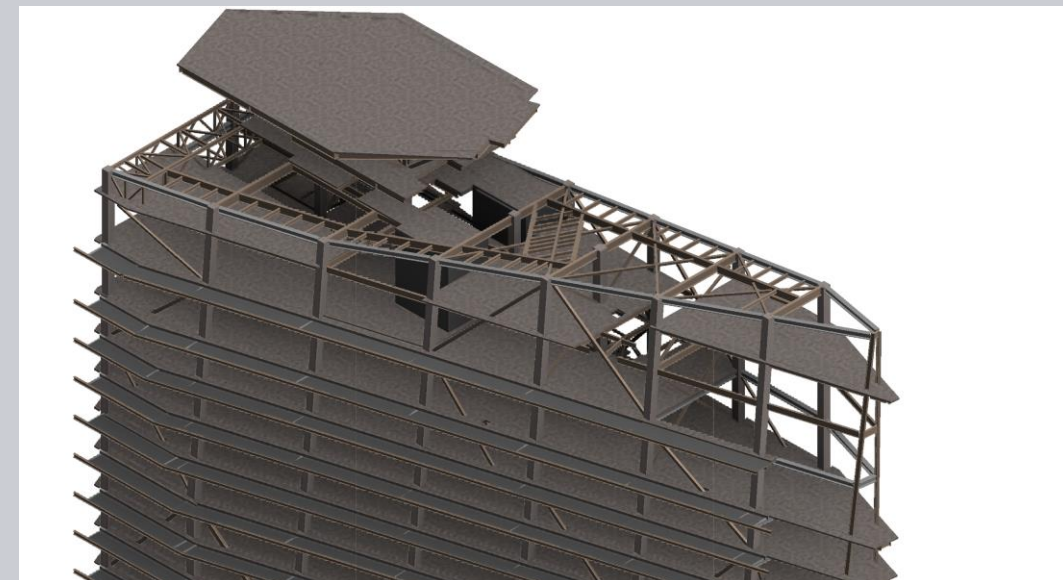
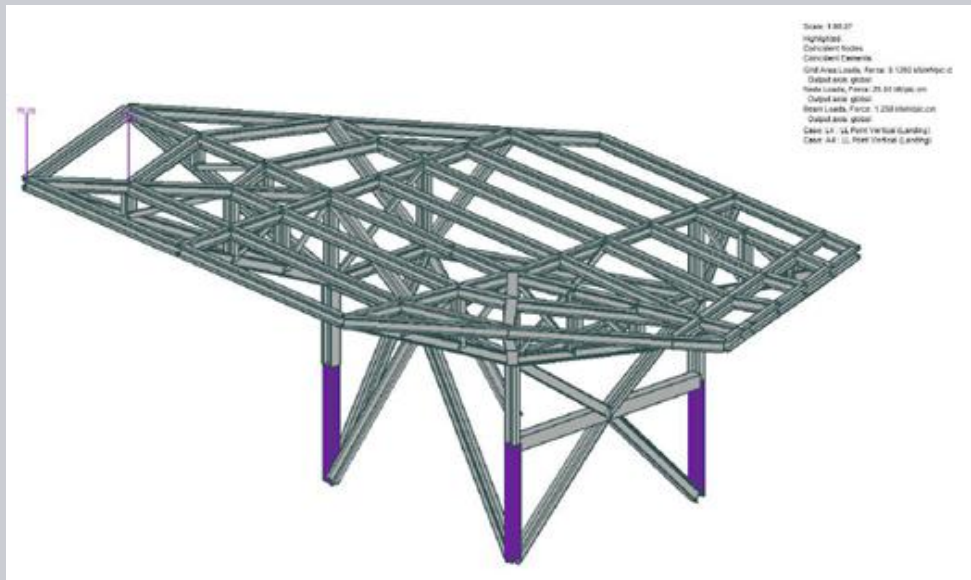
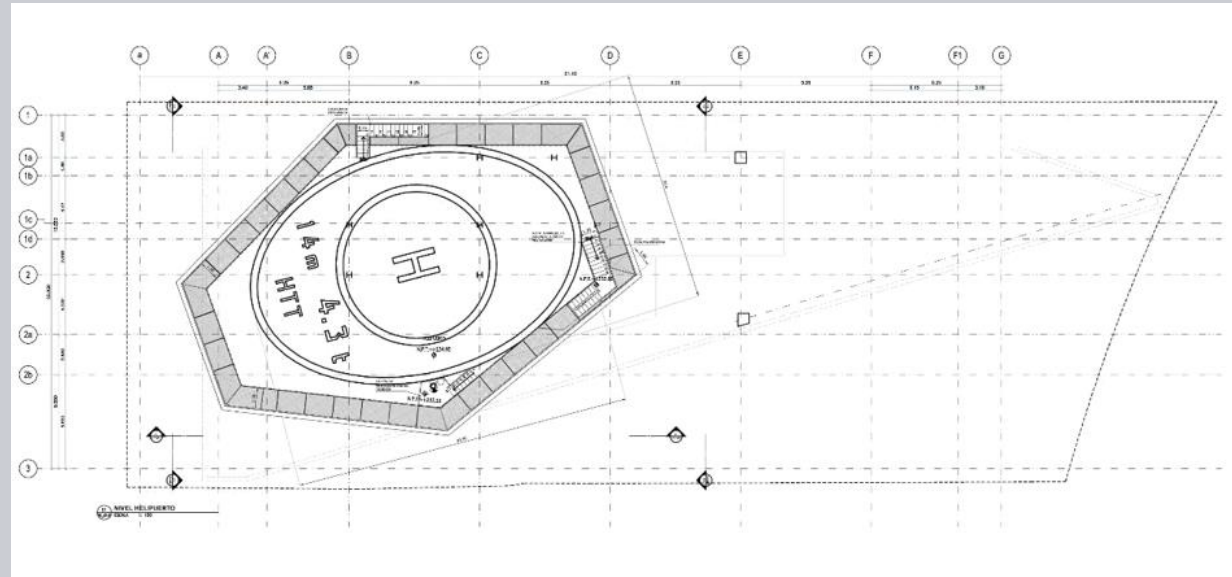
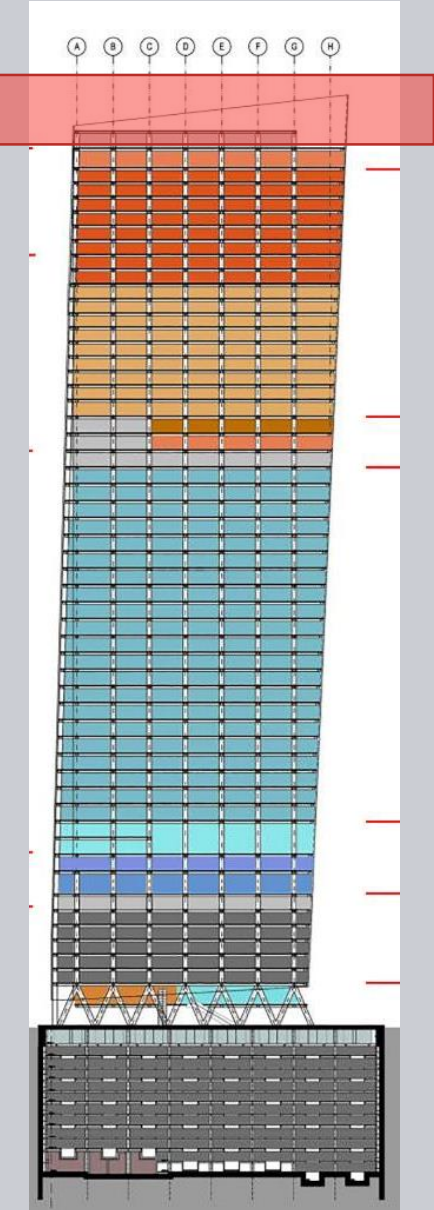




# Residencial



# Helipuerto





# El Equipo

---

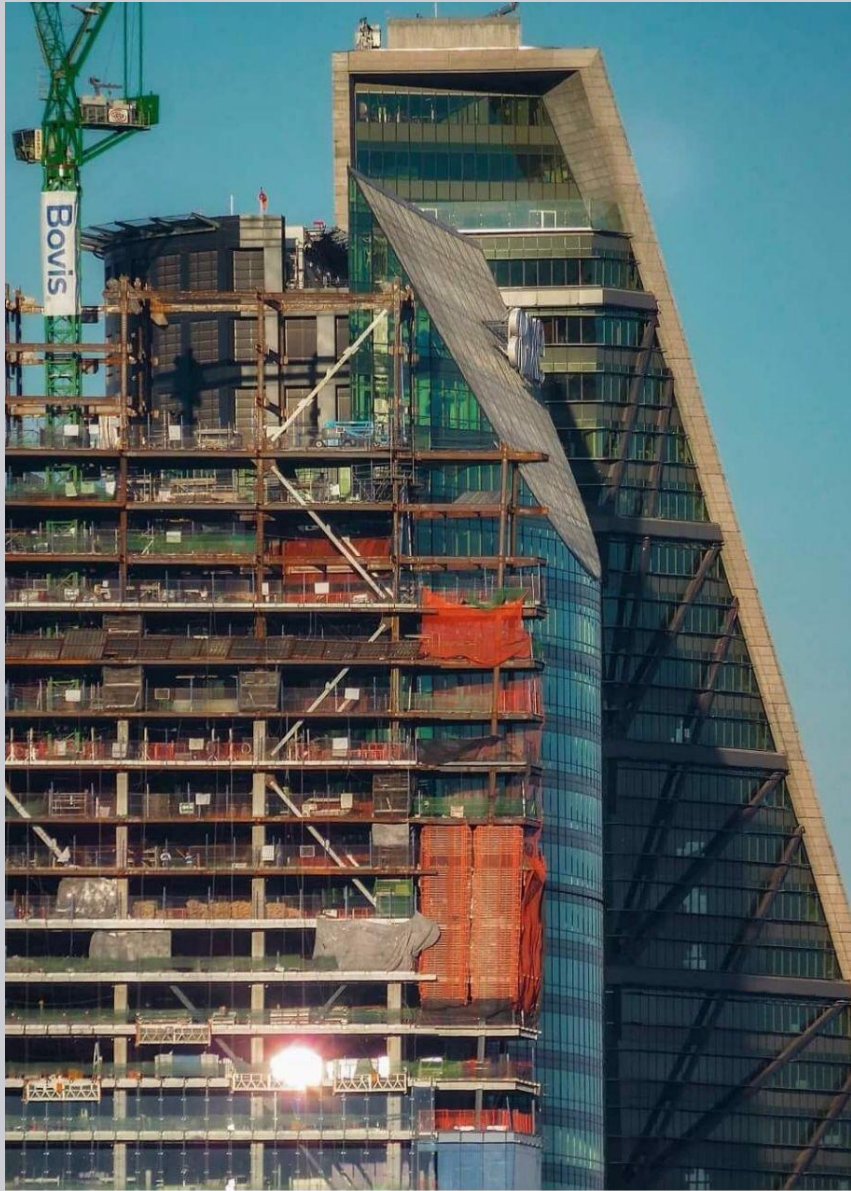
El Reparto



wsp

Dr. Rodolfo E. Valles Mattox

# El Equipo





# Fases de Diseño

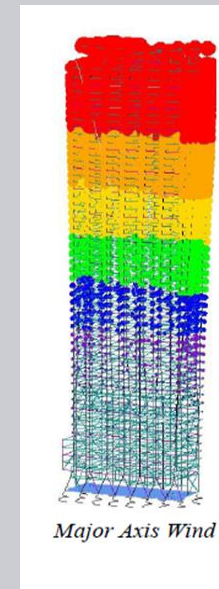
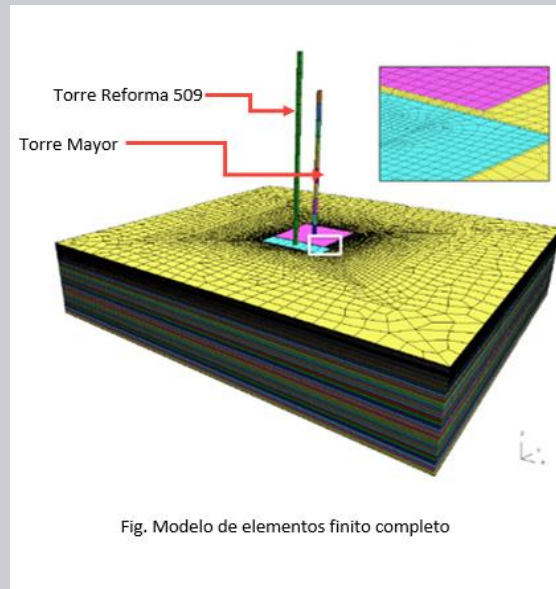
---

El Plan



Dr. Rodolfo E. Valles Mattox

# Fases de Diseño





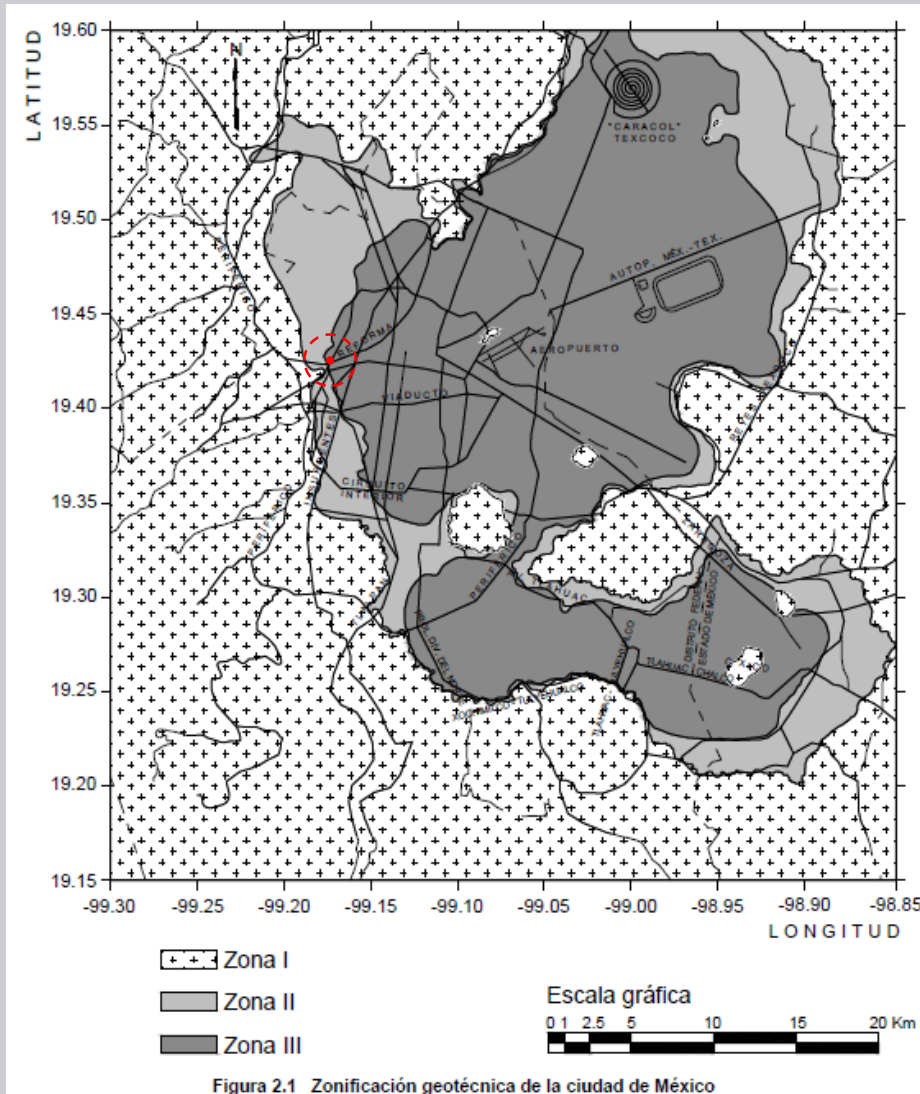
# La Subestructura

---

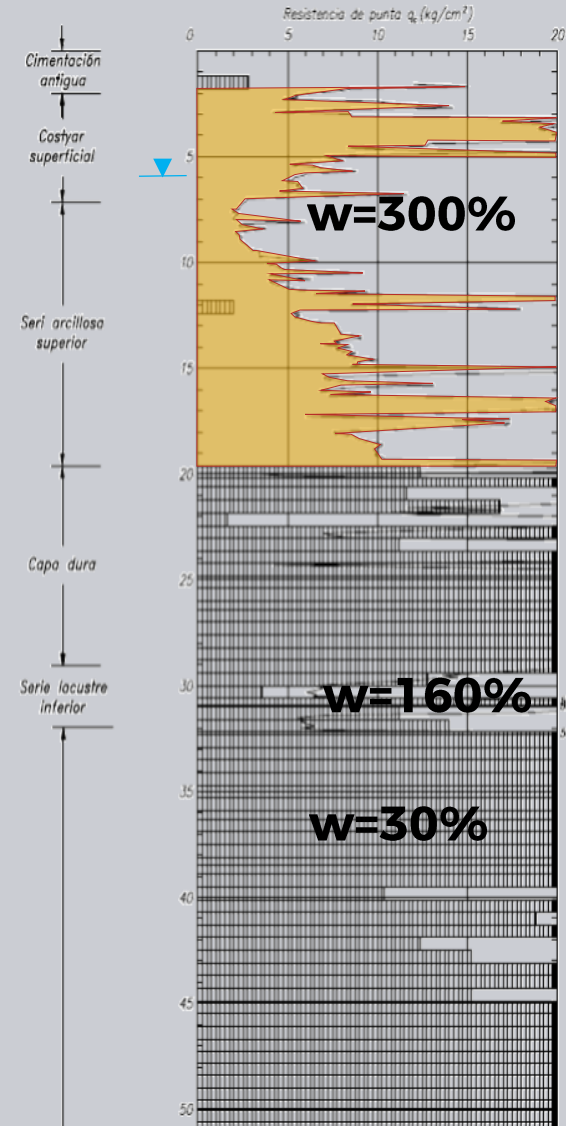
El Inicio



Dr. Rodolfo E. Valles Mattox



Zonificación Geográfica



Unidad	Estrato	Prof. (m)	espesor e (m)
U1	Costra superficial	0.0-5.0	5.00
U2	Serie arcillosa superior	5.0-10.0	5.00
U3		10.0-23.0	13.00
U4	Capa dura	33.0-29.5	6.50
U5	serie arcillosa inferior	29.5-32.0	2.50
U6	Depósitos profundos	32.0-39.5	7.50
U7		39.5-45.0	5.50
U8		45.0-59.5	14.50
U9		59.5-63.5	4.00

Unidad	peso vol. $\gamma$ (t/m <sup>3</sup> )	Cohesión C (t/m <sup>2</sup> )	Fricción $\phi$ °	Modulo de elasticidad E (t/m <sup>2</sup> )	Relación de poisson
U1	1.50	6.0	23	500	0.45
U2	1.20	4.0	-	400	0.45
U3	1.20	9.5	18	1,200	0.35
U4	1.70	16.0	30	1,900	0.45
U5	1.40	15.0	-	1,500	0.35
U6	1.80	15.0	35	4,000	0.35
U7	1.70	5.0	34	1,700	0.35
U8	1.80	18.0	35	4,000	0.45
U9	1.50	20.5	-	2,000	0.35

Estratigrafía del Sitio



# Pilas Preexistentes



# Muro Milán

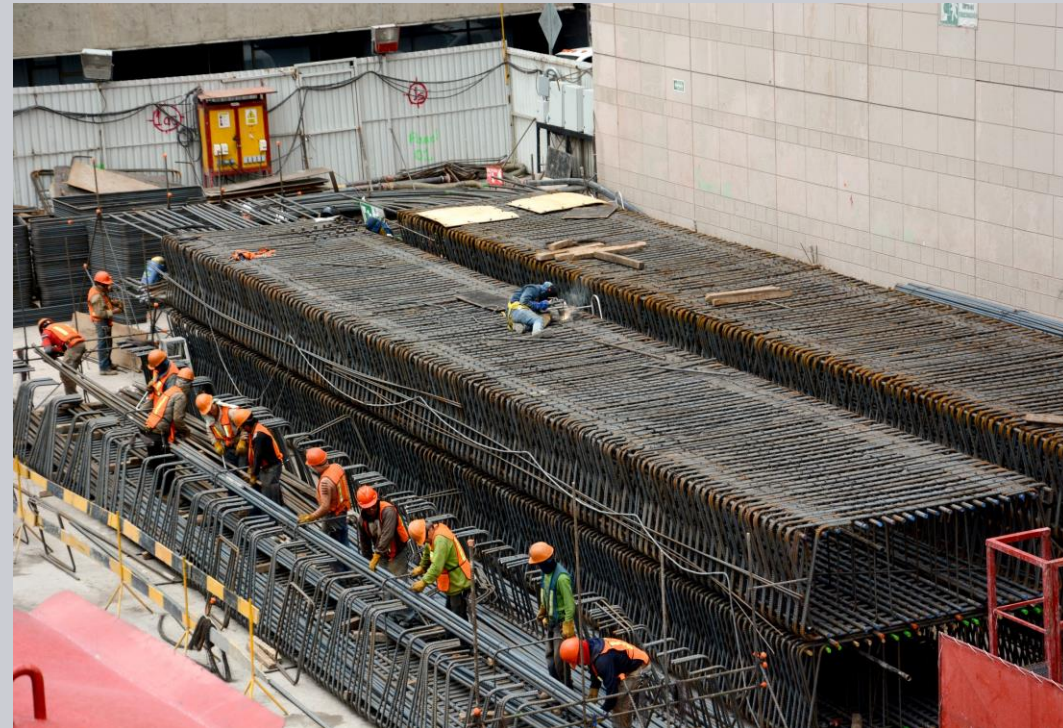
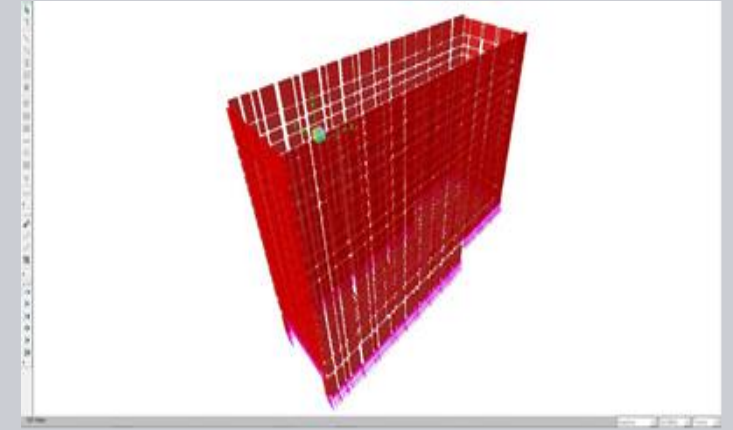
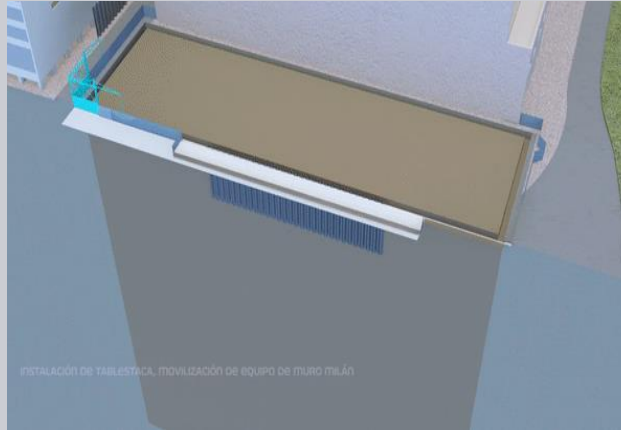


## Modelado

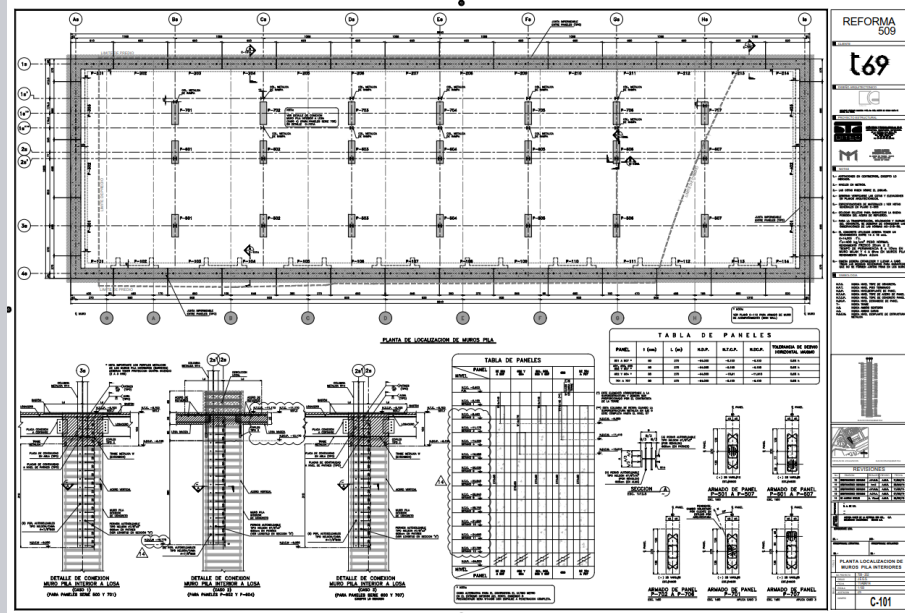
- **Número de Paneles:** 38
- **Espesor t:** 1.2 m
- **Longitud Aprox:** 6.20 m
- **Altura:** Entre 55 y 64 m.

## Diseño

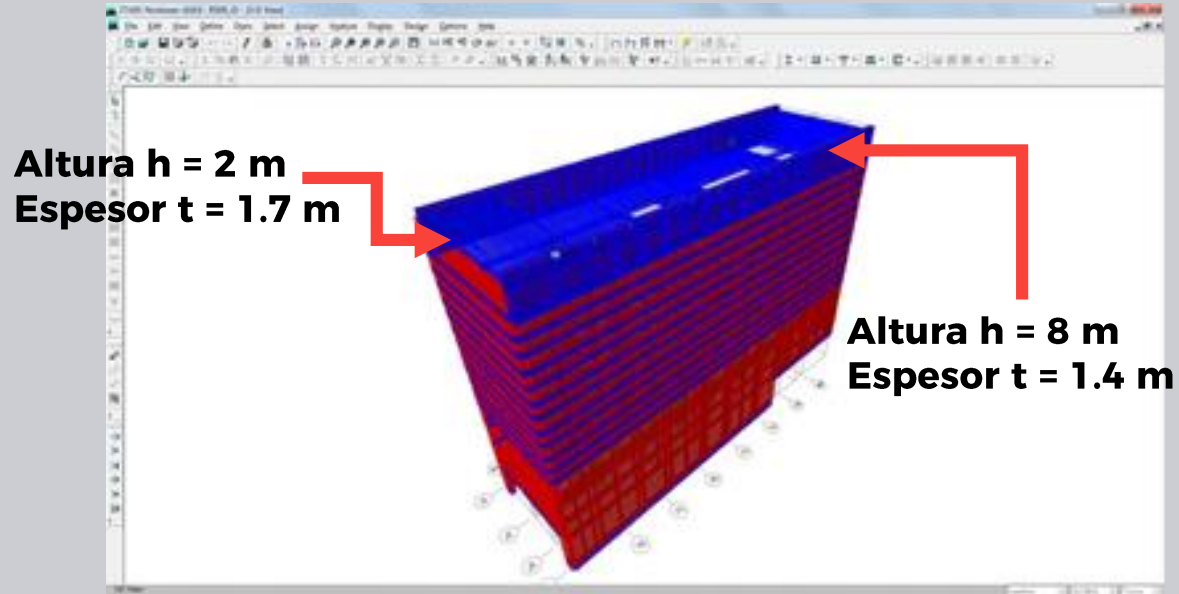
- **Etapa 1:**
  - Revisión de carga axial en muros.
  - Diseño por empujes laterales estáticos y dinámicos.
  - La capacidad del terreno no es rebasada por las descargas del muro perimetral.
- **Etapa 2:**
  - Revisión de cuantías de acero de acuerdo con la demanda por cargas laterales, permanentes y accidentales.
  - Revisión de la capacidad del suelo.



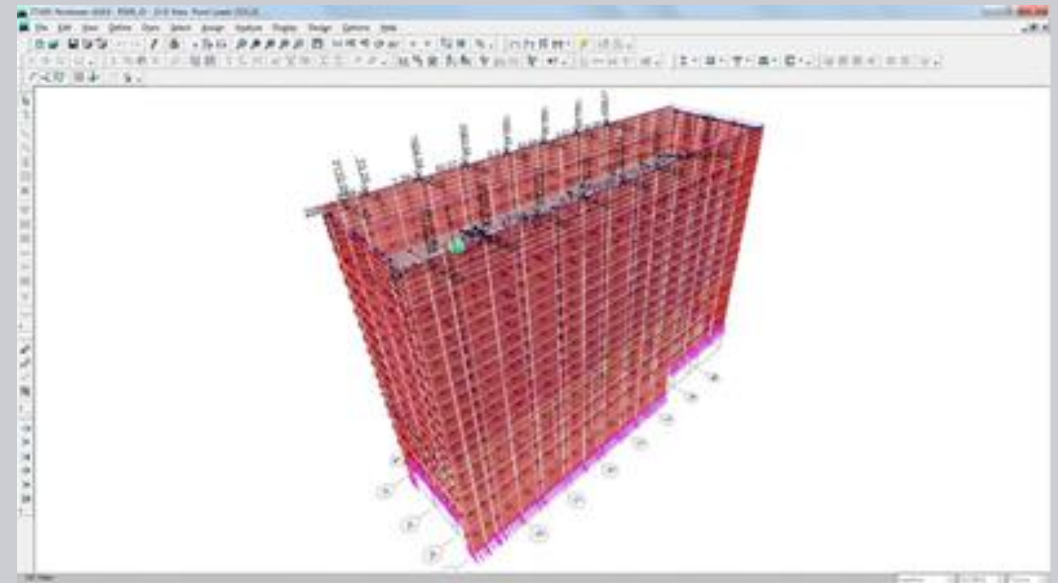
# Barrets



# Trabe de Coronamiento

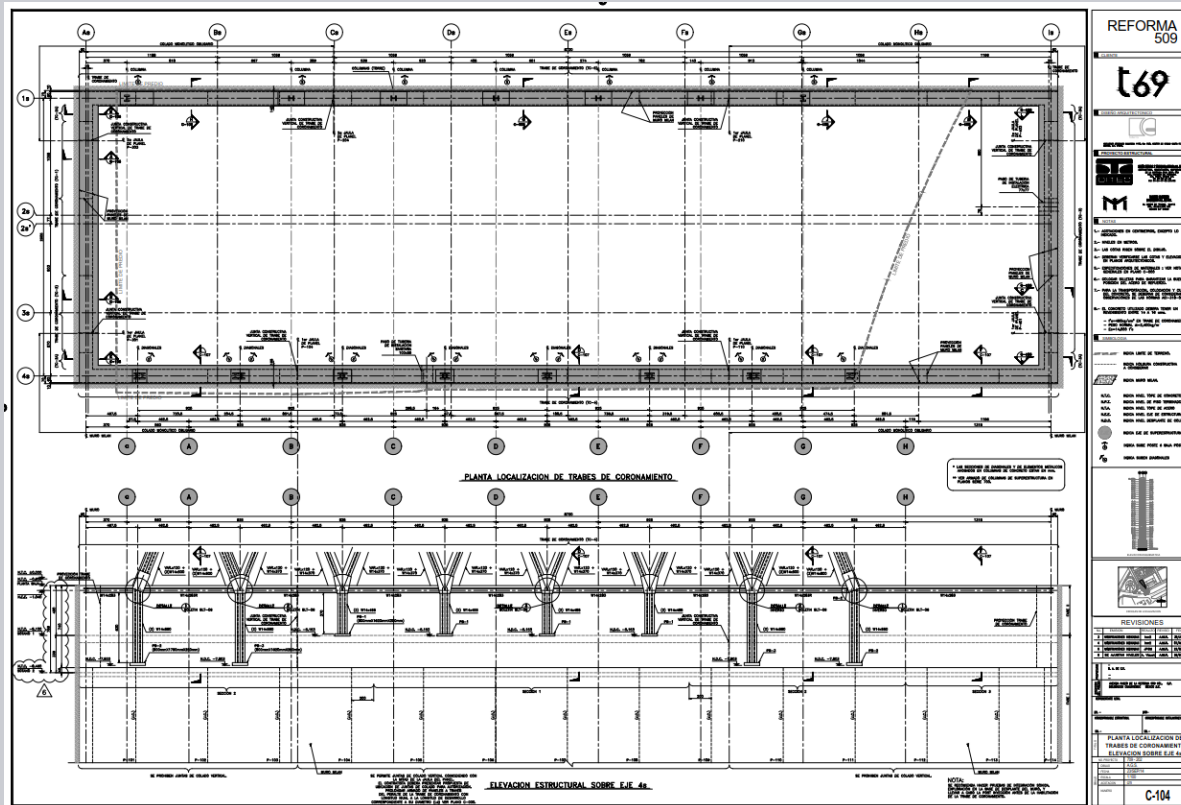


Trabe de Coronamiento  
(Elevación tridimensional)

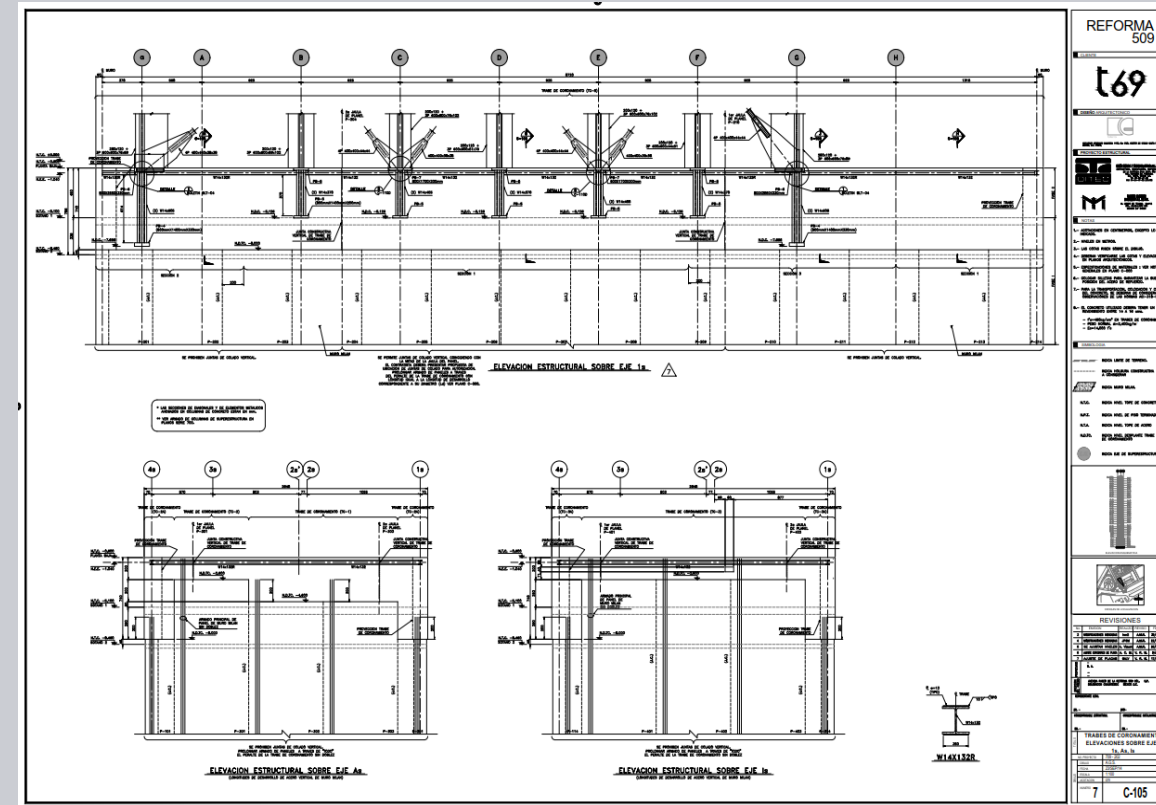


Descargas Puntuales en Trabe de  
Coronamiento (Elevación tridimensional)

# Trabe de Coronamiento



Planta de localización de trabe de coronamiento –  
Elevación sobre eje 4s

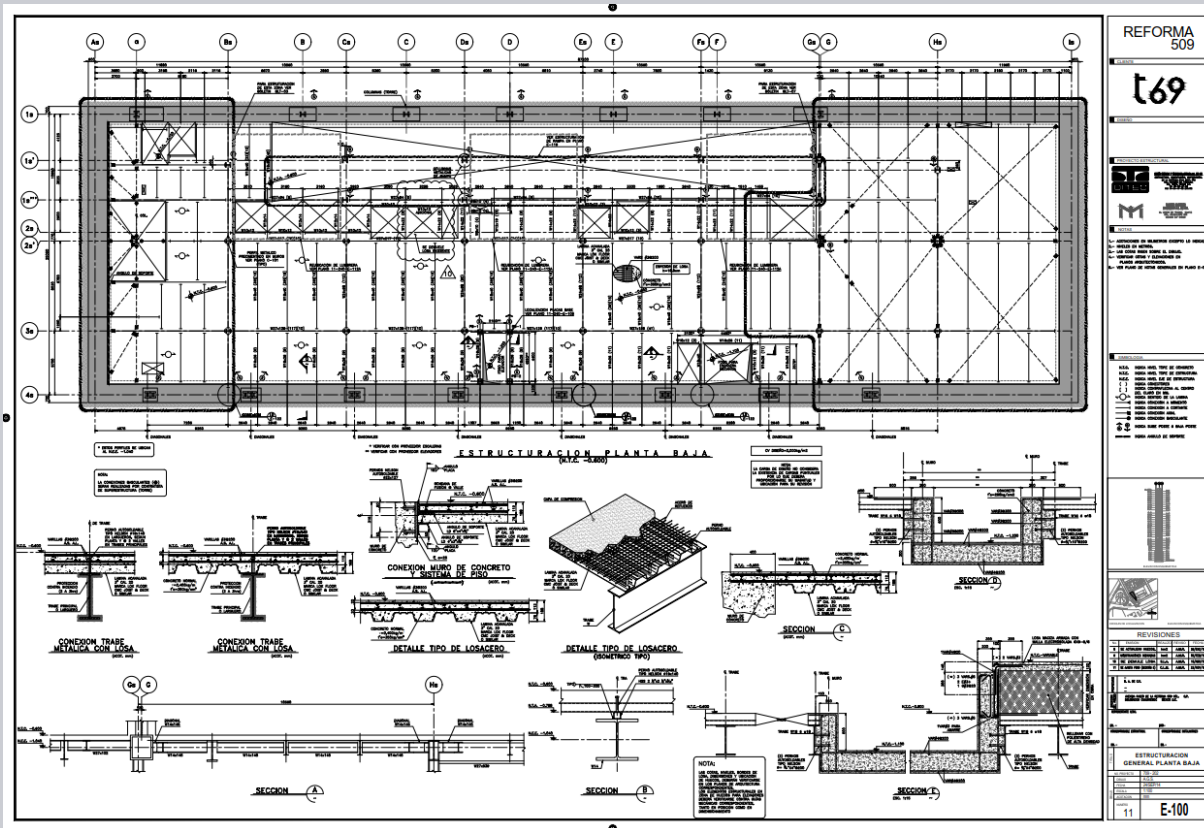


Elevaciones sobre ejes 1s, As, Is

# Trabe de Coronamiento



# Losa de Transición (Planta Baja)

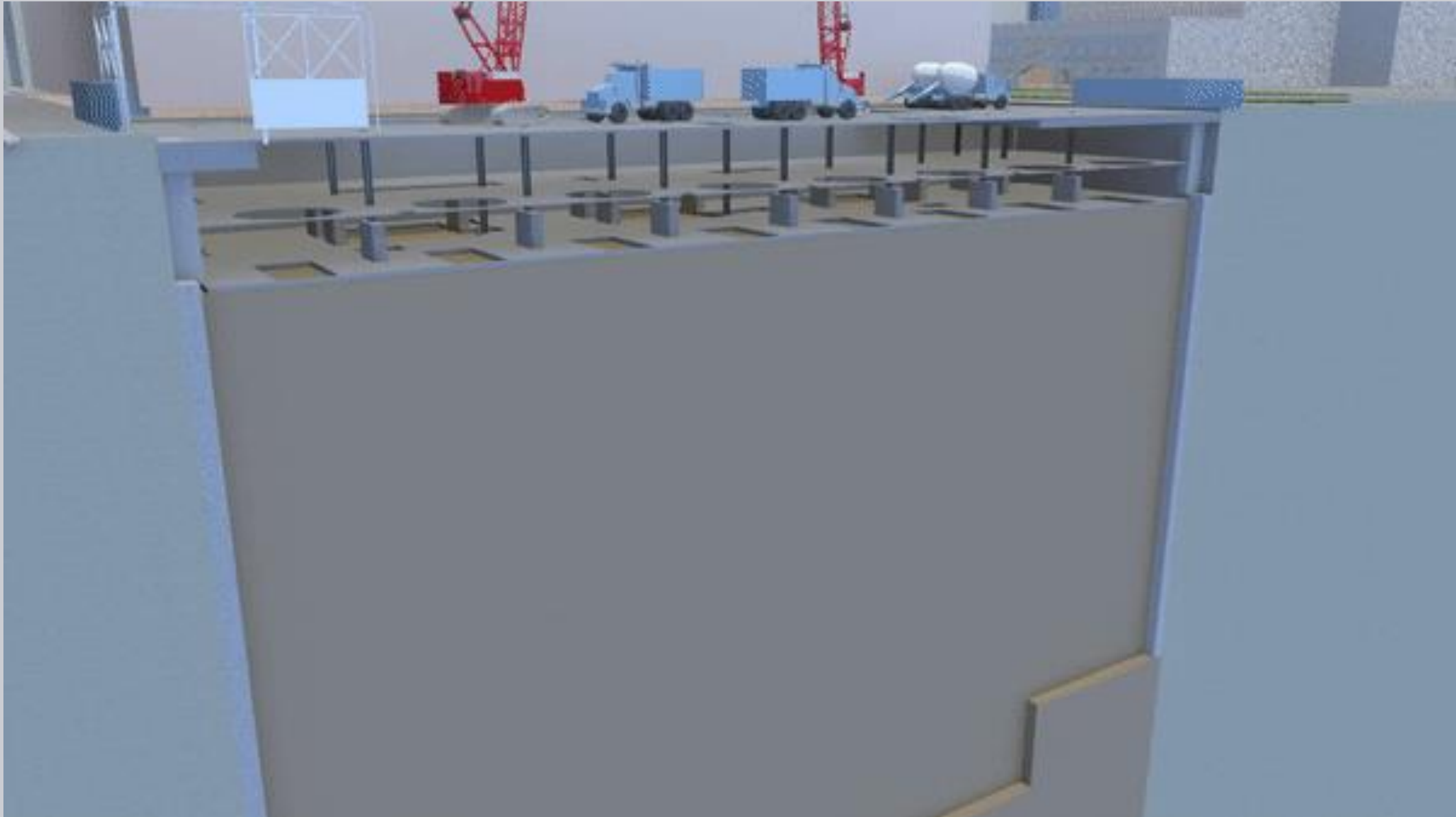


# Losa de Transición (Planta Baja)

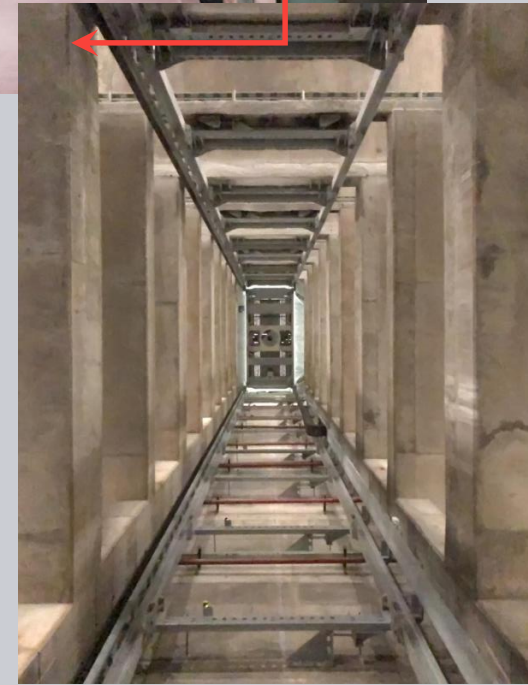
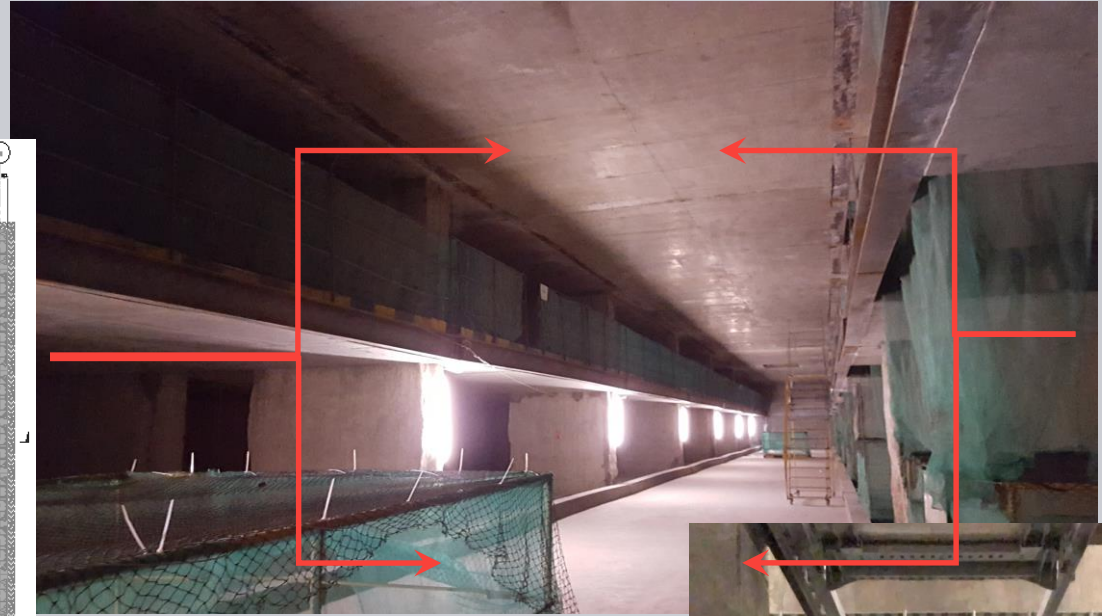
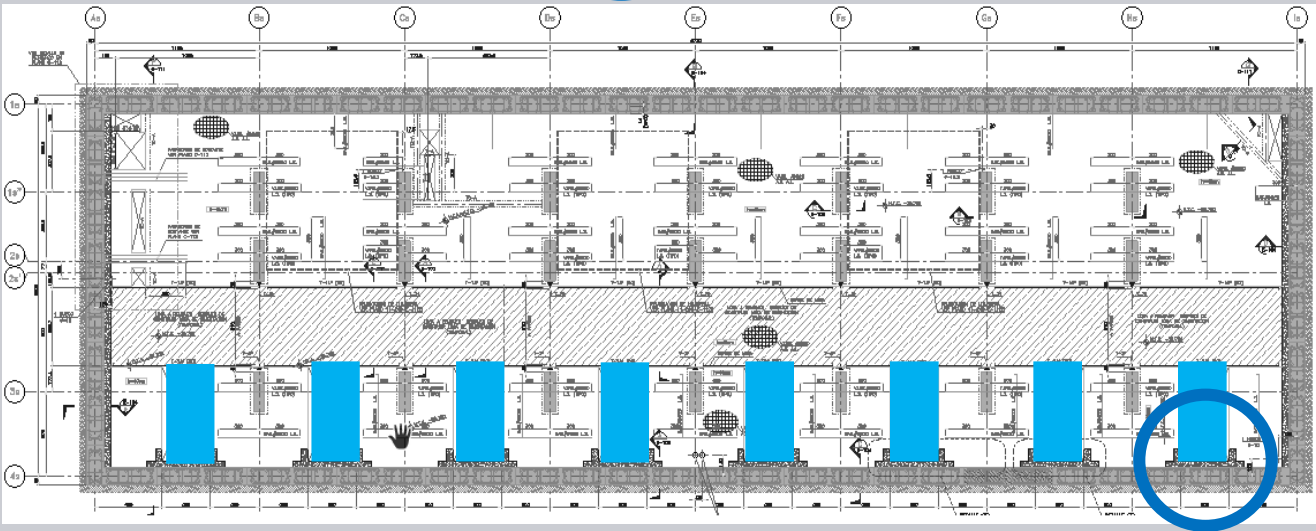
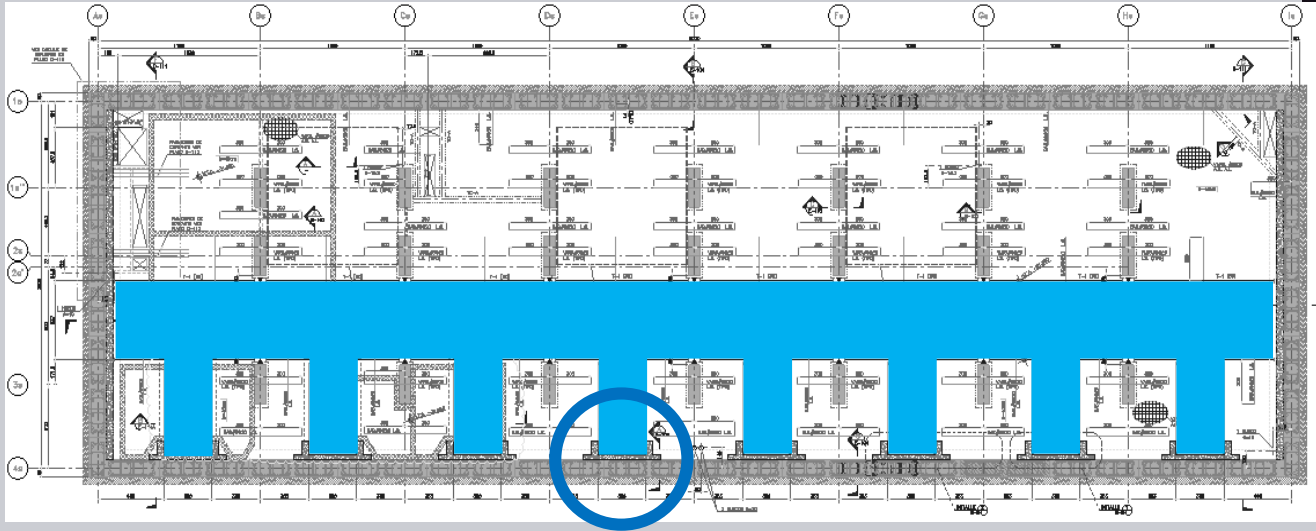




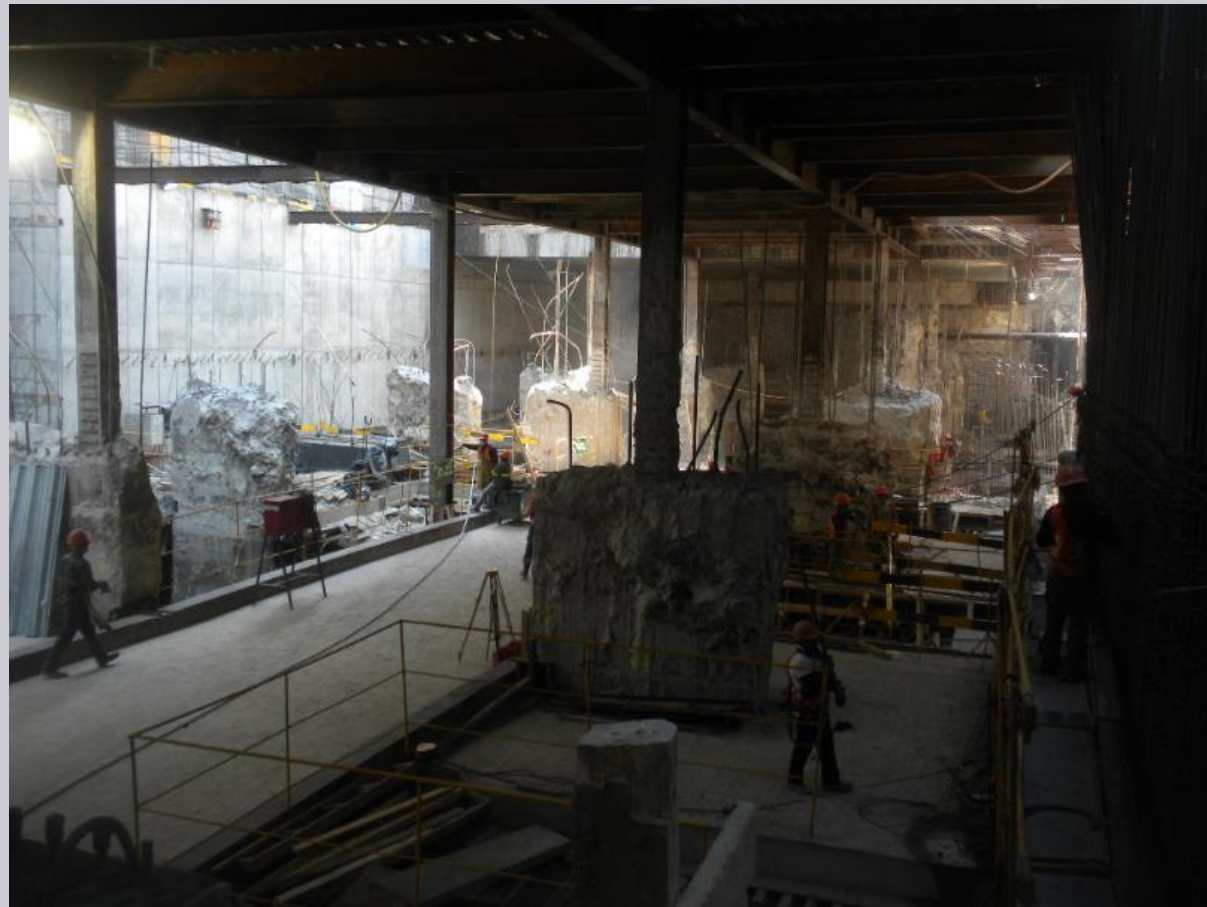
# Proceso Constructivo - Top Down



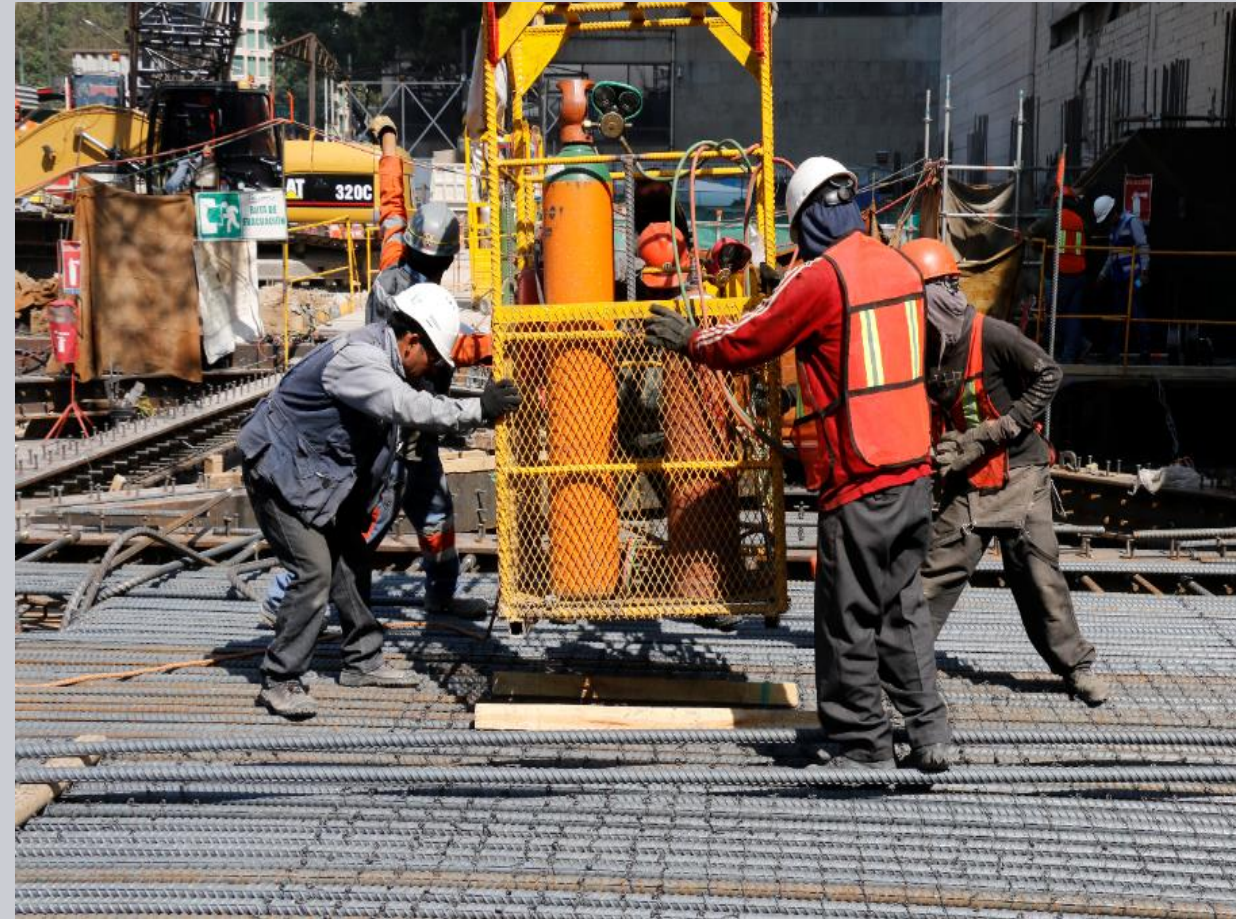
# Refuerzo por Robot













# Las Colindancias

---

Los Vecinos



Dr. Rodolfo E. Valles Mattox

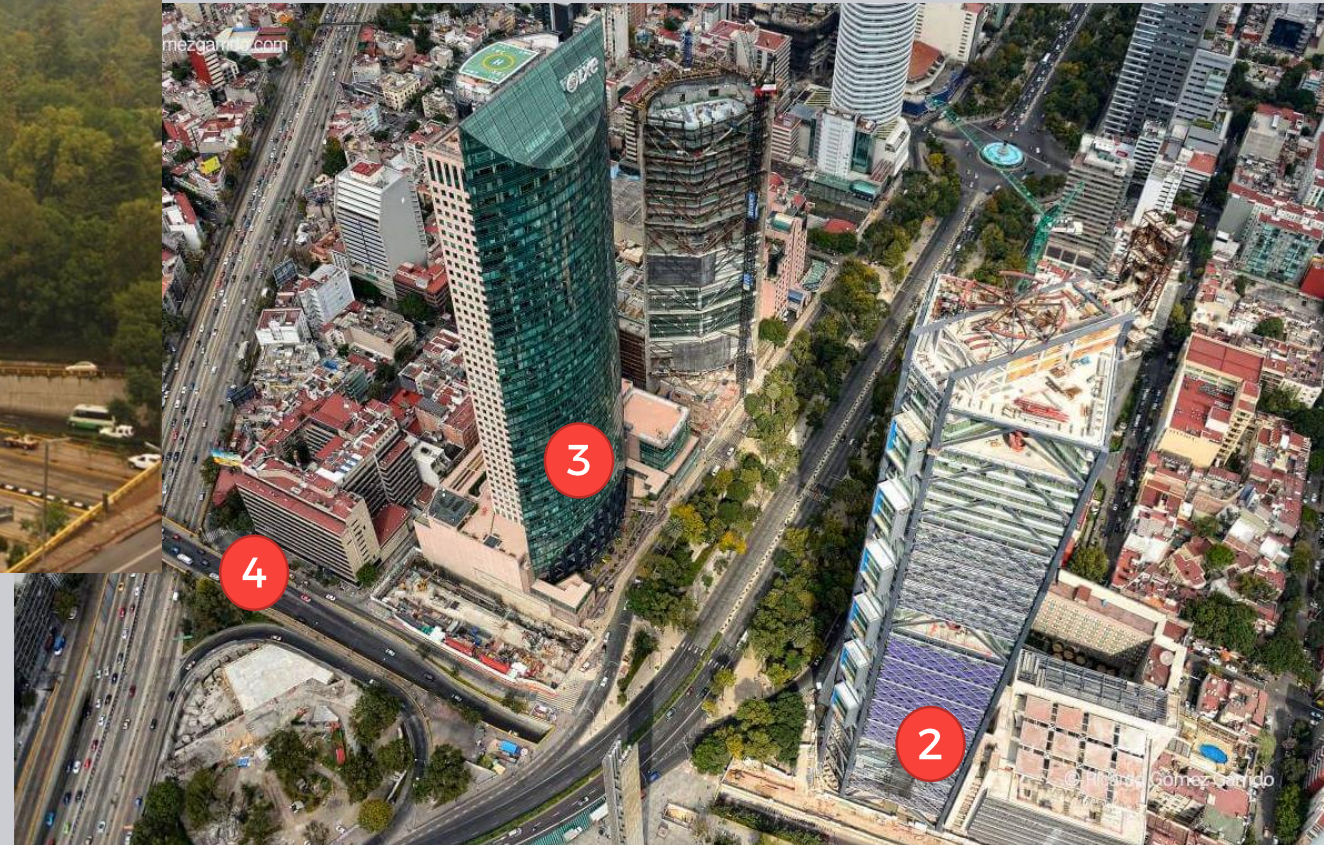
# El Predio y Las Colindancias



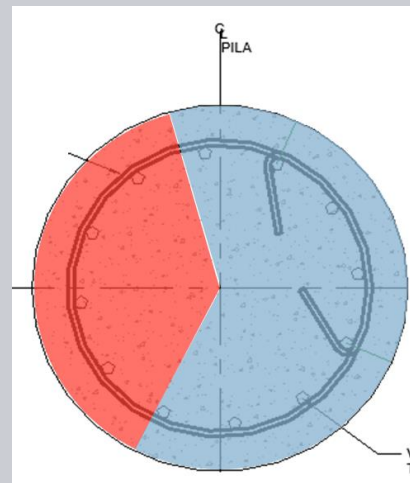
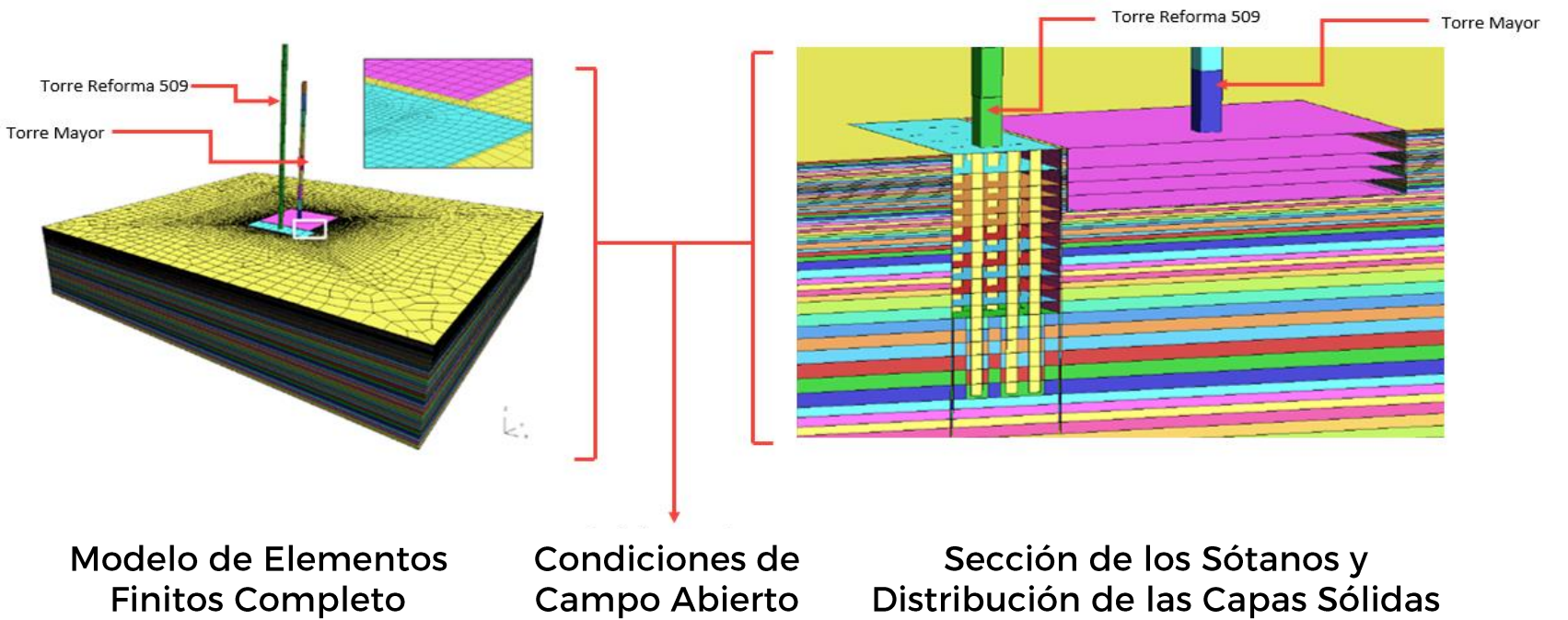
$h:2d + 1.5$   $h:2((277+100+11)/3)+1.5$   $h:2((388)/3)+1.5$   $h:2(129.33)+1.5$   **$h:260.16m$**



# El Predio y Las Colindancias



# Interacción Suelo Estructura - Diseño

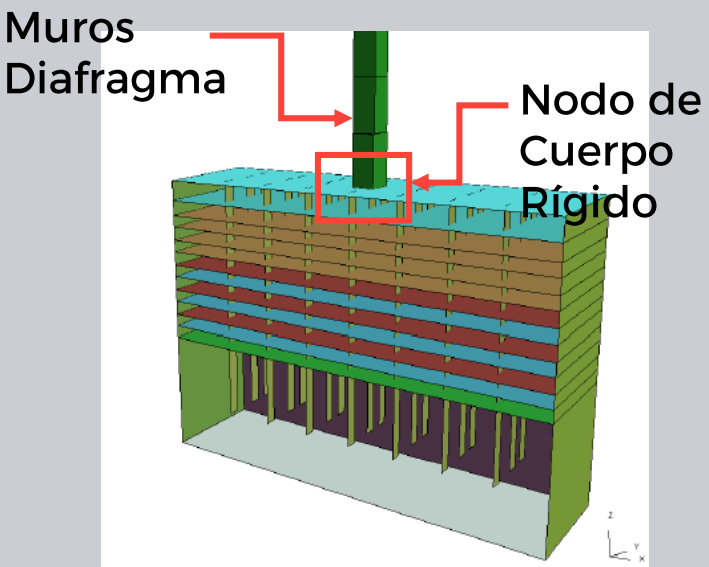


No hay presión del suelo debido a excavaciones

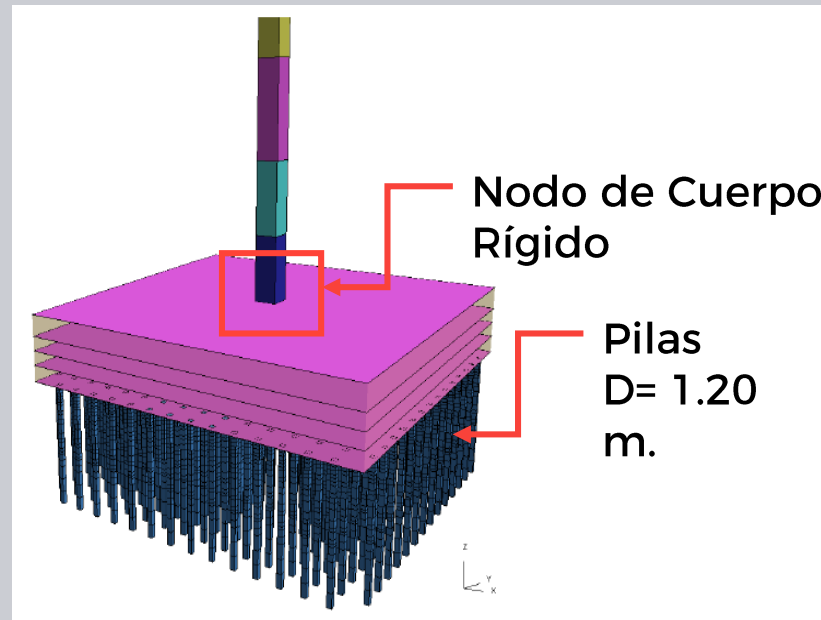
Sección sometida a la presión del suelo

Análisis de Cimentación Torre Mayor

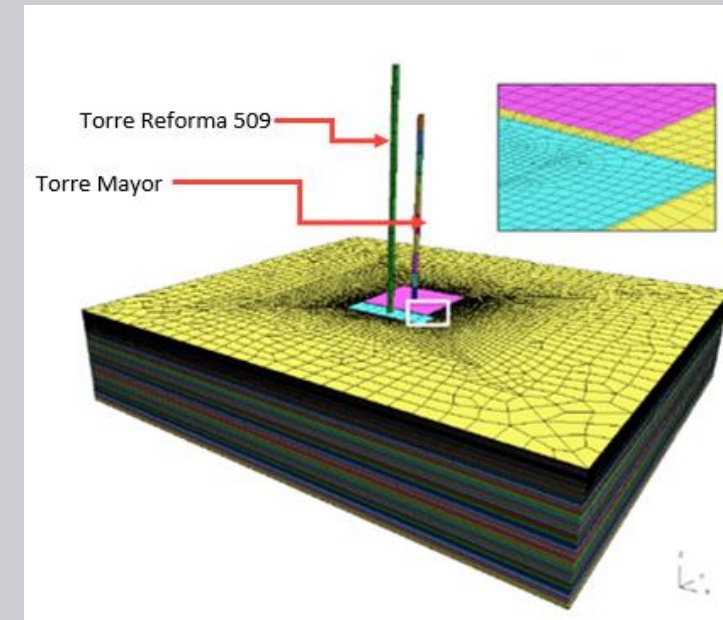
# Interacción Suelo Estructura - Modelo



Modelo de Elementos Finitos Reforma 509



Modelo de Elementos Finitos de Torre Mayor

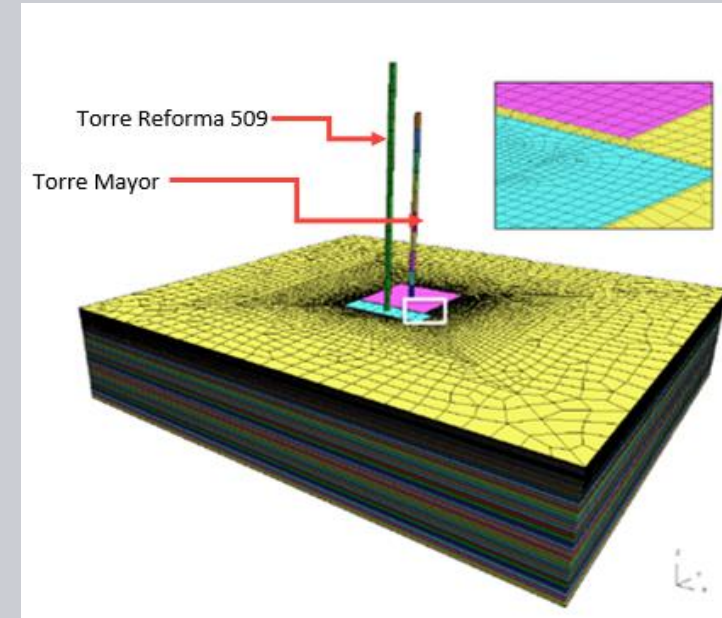
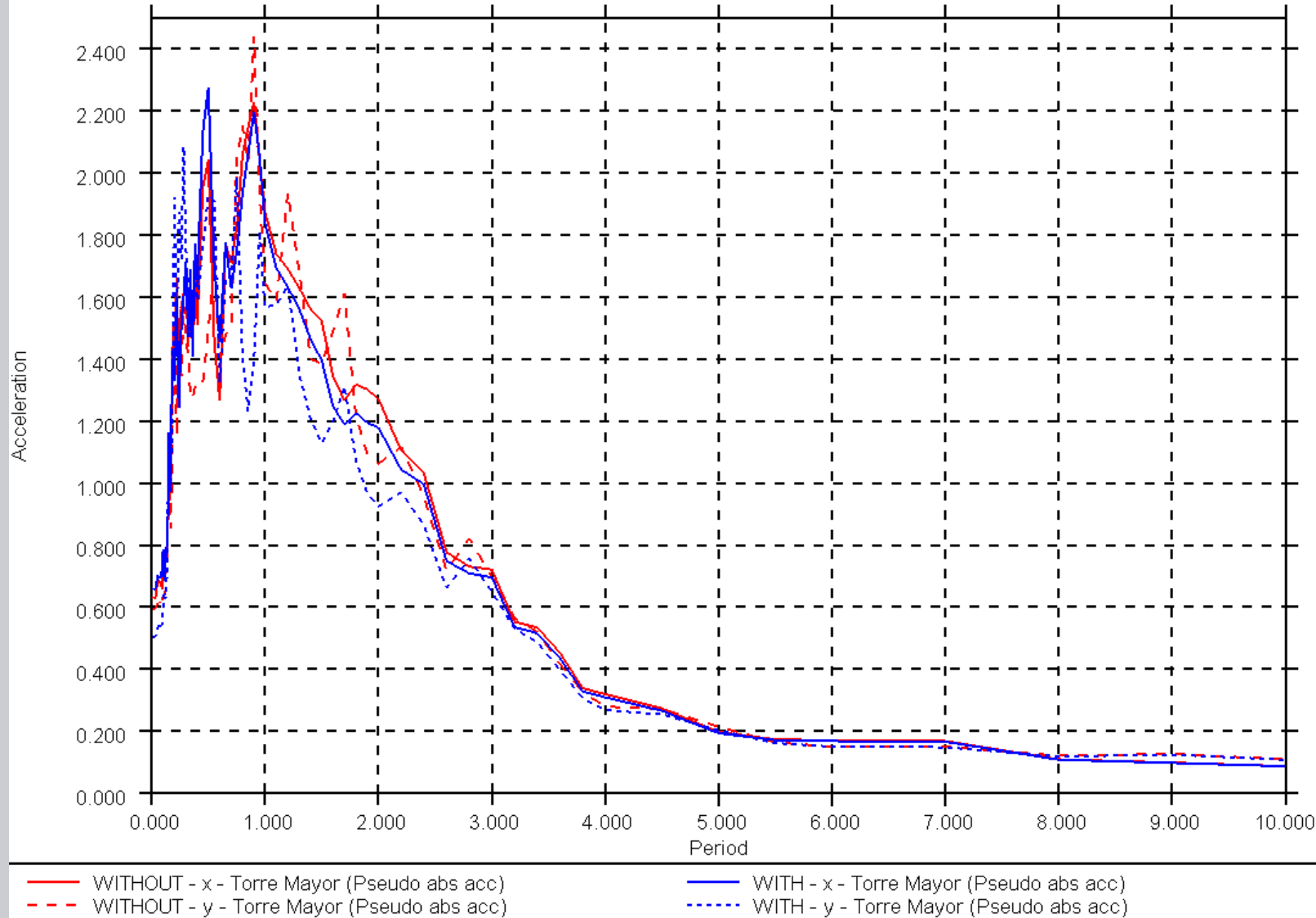


Modelo de Elementos Finitos Completo

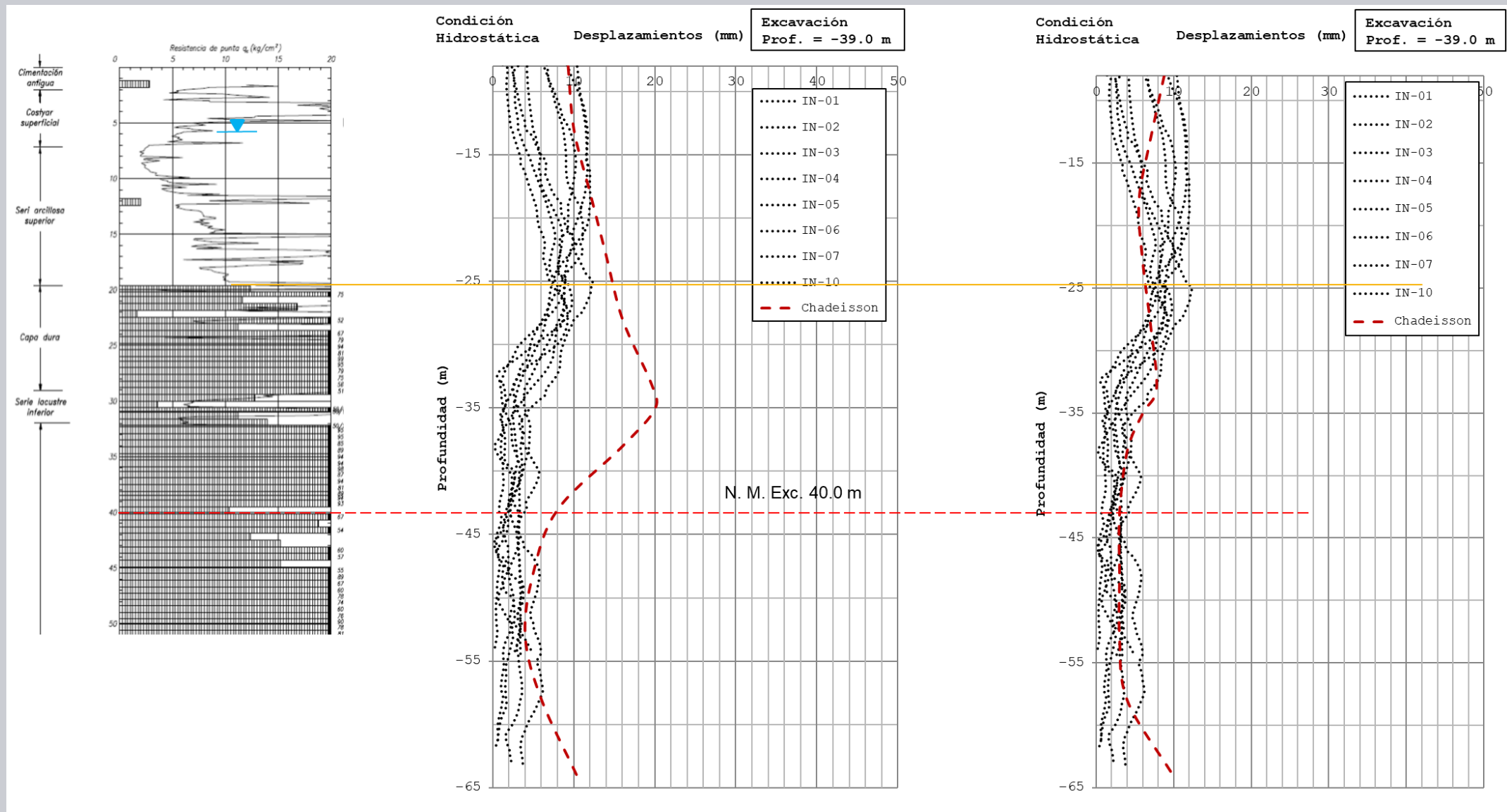
# Interacción Suelo Estructura - Modelo



Torre Mayor

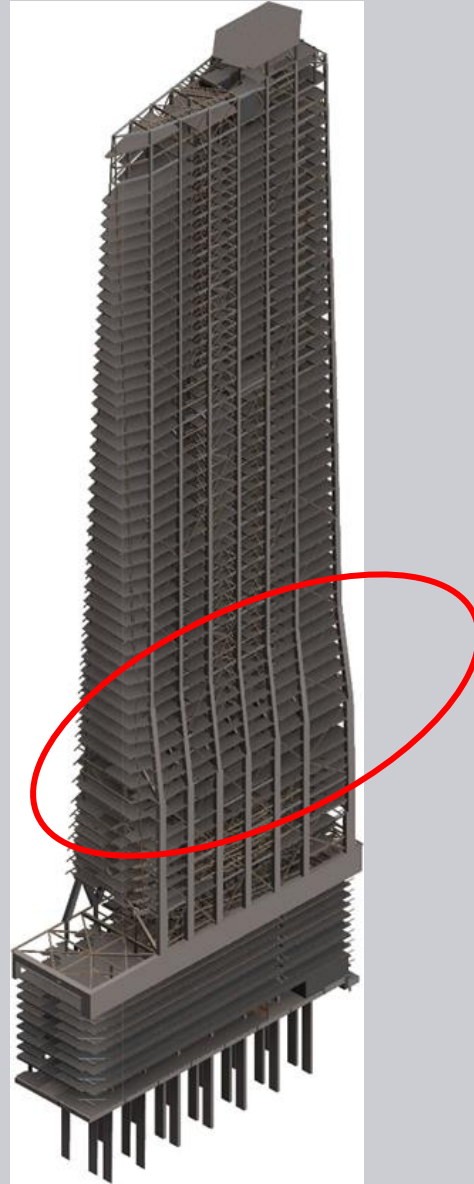


# Desplazamientos Teoría Vs Realidad

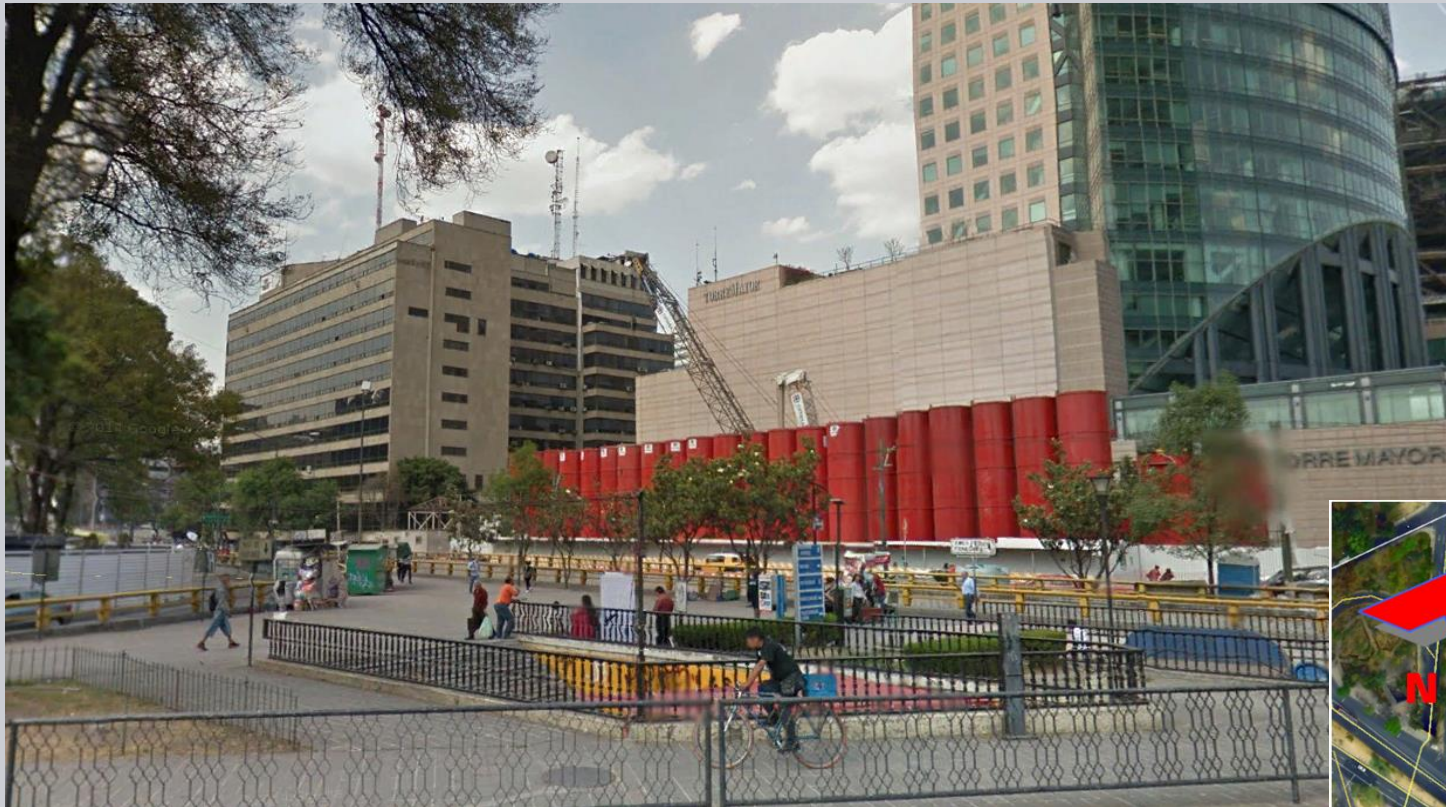


Desplazamientos Teóricos Vs Lecturas de Inclinómetros

# Separación de colindancia



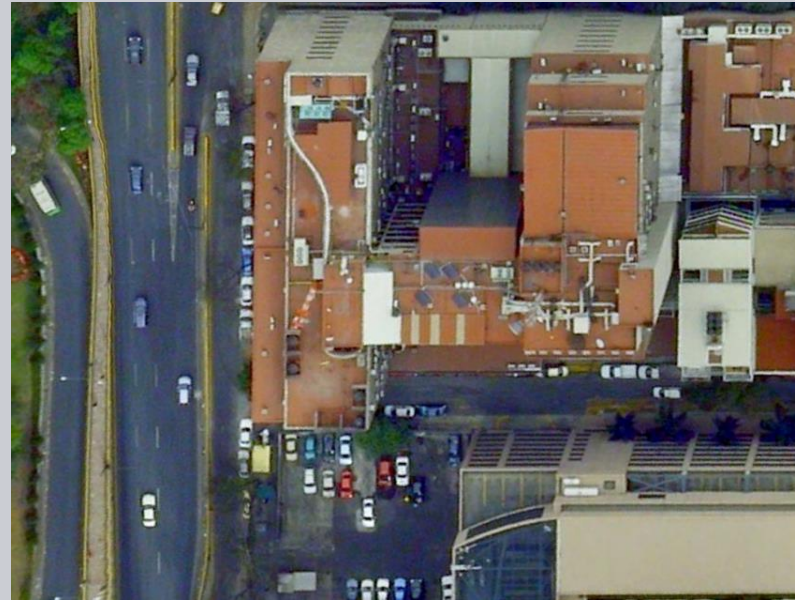
# Edificio CFE



# Edificio CFE



- **Concreto reforzado, dos cuerpos**
- **10 pisos**
- Año de construcción: Aprox. **1950** (Mural de 1952)
- **Oficinas**
- **Irregularidad** de rigidez en planta **Moderada** en ambos cuerpo por presencia excentrica de cubos de elevador.
- Distancia de la fuente de excitación a los edificios: **10 m**





## Análisis de vibración - Edificios de CFE

### Arreglo:

5 acelerómetros Kinemetrix

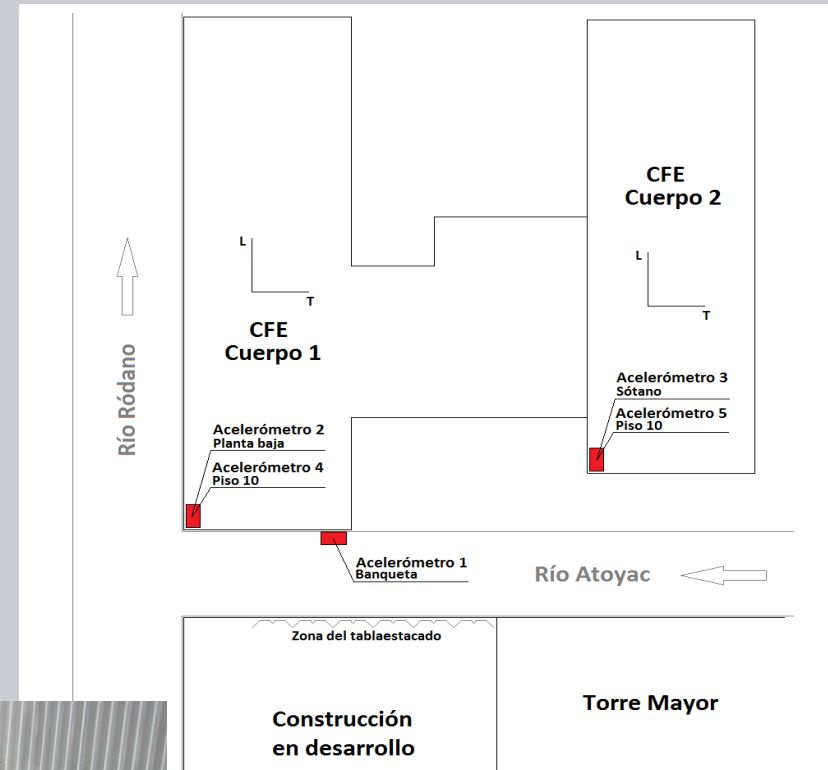
### ¿por qué del arreglo?

Conocer niveles de vibración:

- Justo antes de entrar a las edificaciones.
- Comportamiento en sótano y último nivel.

### ¿Cuándo?

- ✓ 13/06/14 (viernes) en **ausencia** de **excitación**.
- ✓ 14/06/14 (sábado) en **presencia** de **excitación**.

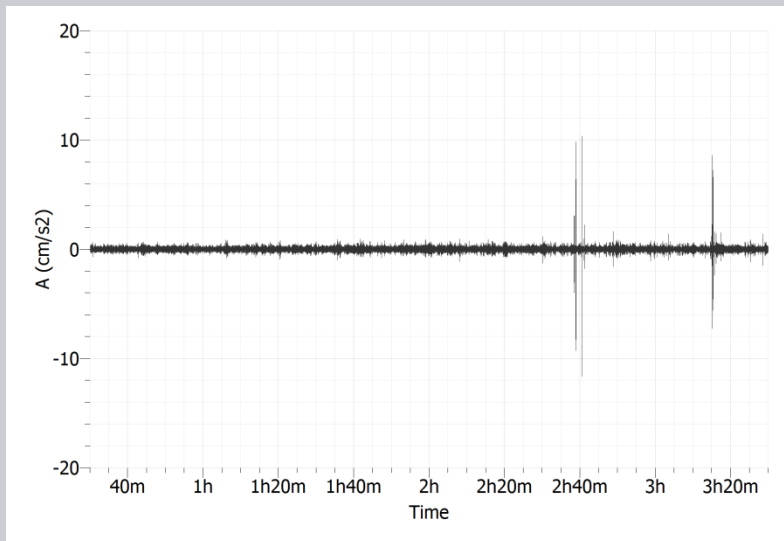


**Software:** GEOPSY.

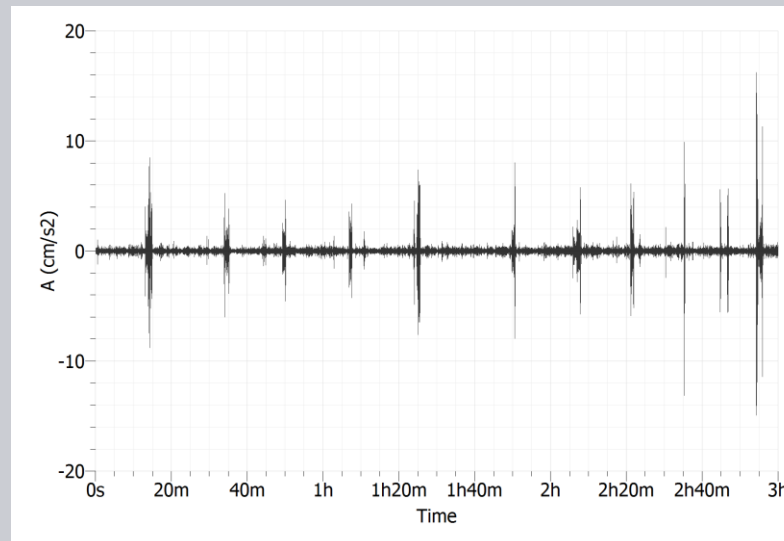
**Procedimiento preliminar:**

1. Identificación visual de valores máximos registrados.
2. Selección visual de un valor máximo.
3. Registro y presentación de máximos por fecha y ubicación.

Sin Tablaestaca (13/06/2014)



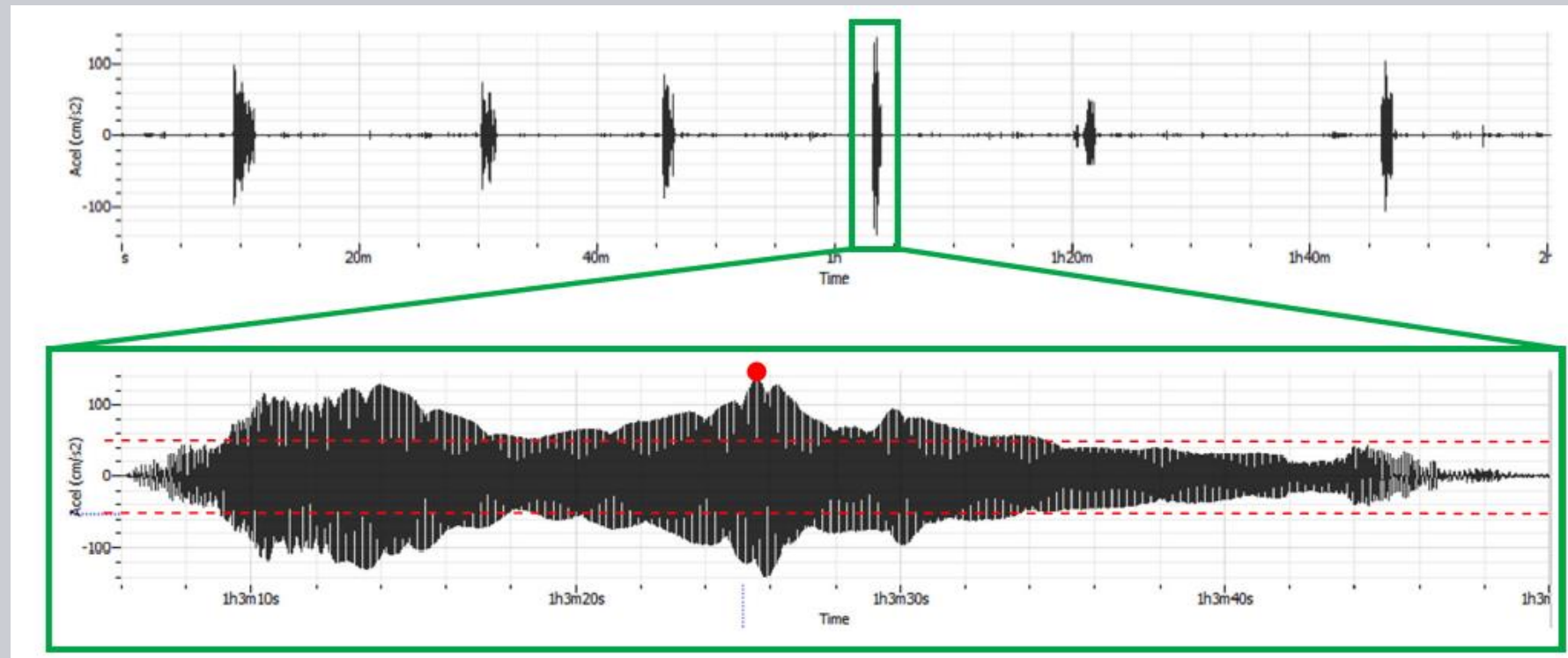
Con Tablaestaca (14/06/2014)



Registros de aceleración planta baja, cuerpo 1.

## Nivel de aceleración

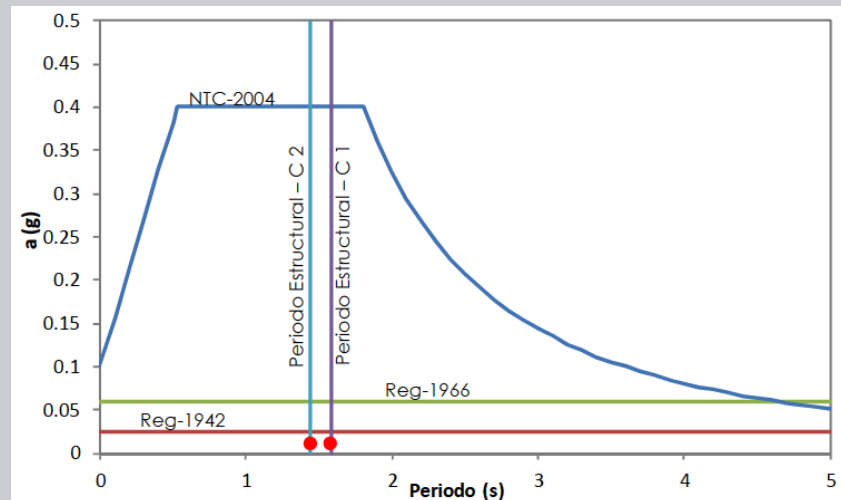
Ejemplo de registro de aceleración en la componente vertical y extracto de una porción de señal en el momento del hincado del tablestacado. El punto rojo representa el  $a_{\max}$  y las líneas punteadas el  $a_{\text{rms}}$



## Criterios de aceptación de niveles de vibración

Valores máximos de aceleración horizontal en términos de la gravedad para los diferentes sitios de medición. Obtenidos en presencia de tablestacado (14/06/14)

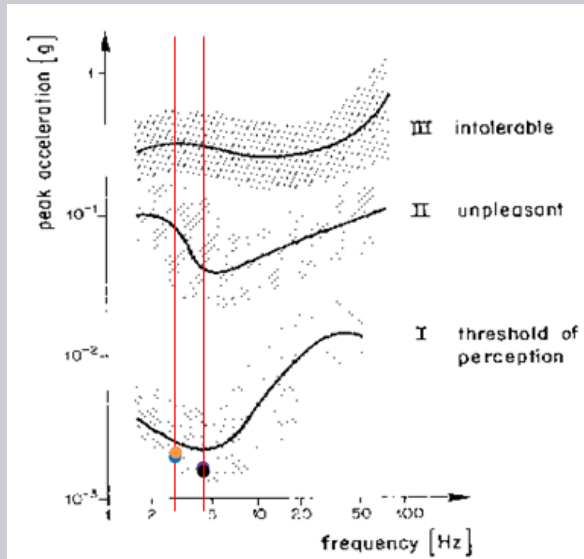
Equipo	Ubicación	Amax Horizontal (g)
Makalu	Planta baja - Cuerpo 1	0.008
Et na-2	Piso 10 - Cuerpo 1	0.008
Et na-1	Sótano - Cuerpo 2	0.005
K2	Piso 10 - Cuerpo 2	0.003



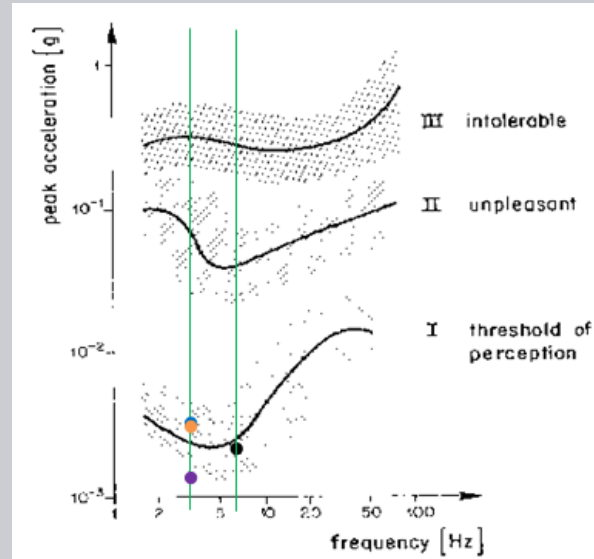
Comparación de valores reglamentarios y valores de aceleración máxima horizontal en términos de (g)

## SIN TABLESTACA

### Movimiento Horizontal



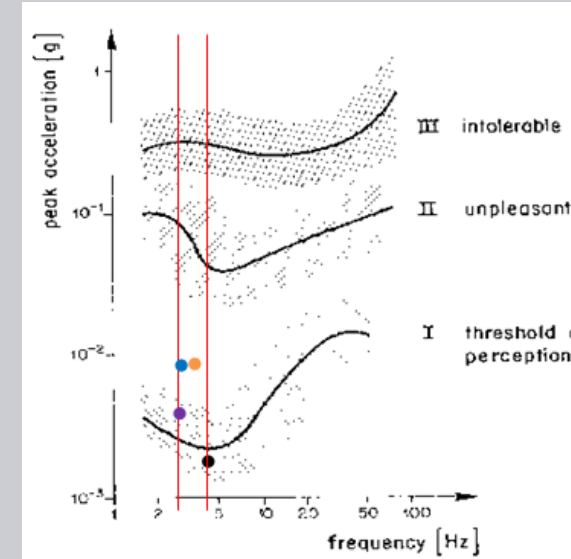
### Movimiento Vertical



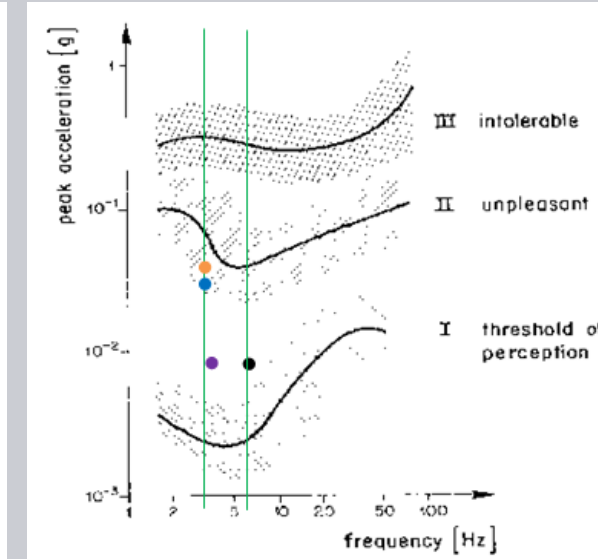
- Planta Baja cuerpo 1
- Piso 10 cuerpo 1
- Sótano cuerpo 2
- Piso 10 cuerpo 2

## CON TABLESTACA

### Movimiento Horizontal



### Movimiento Vertical

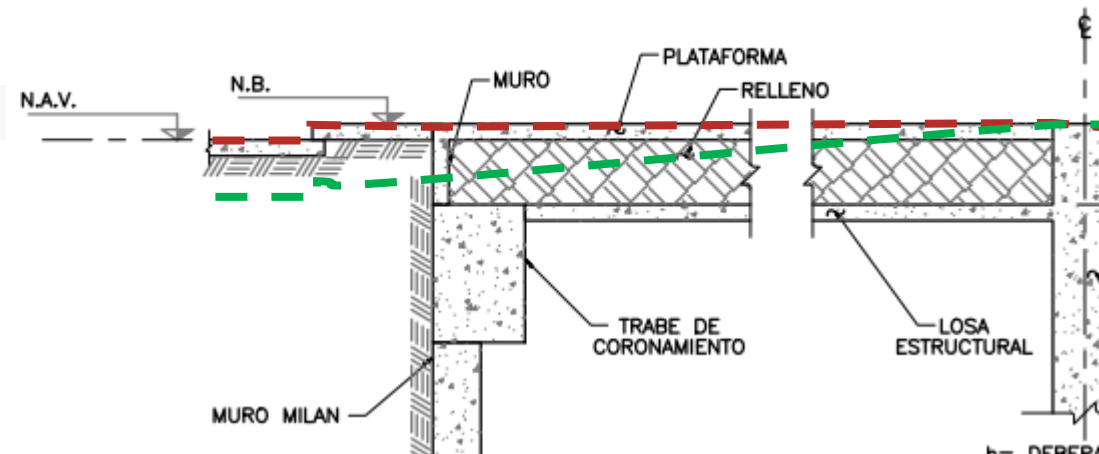
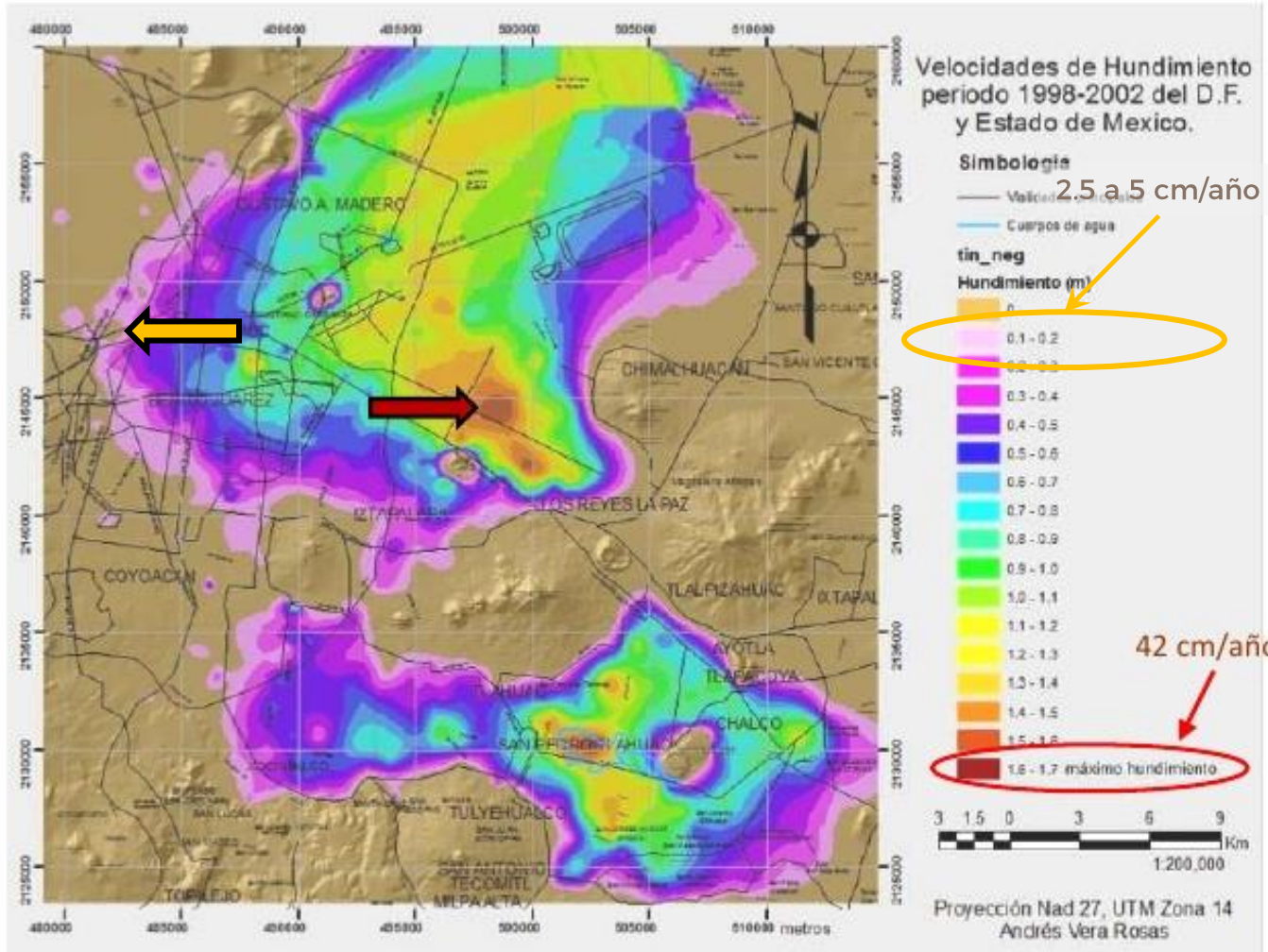


- Planta Baja cuerpo 1
- Piso 10 cuerpo 1
- Sótano cuerpo 2
- Piso 10 cuerpo 2

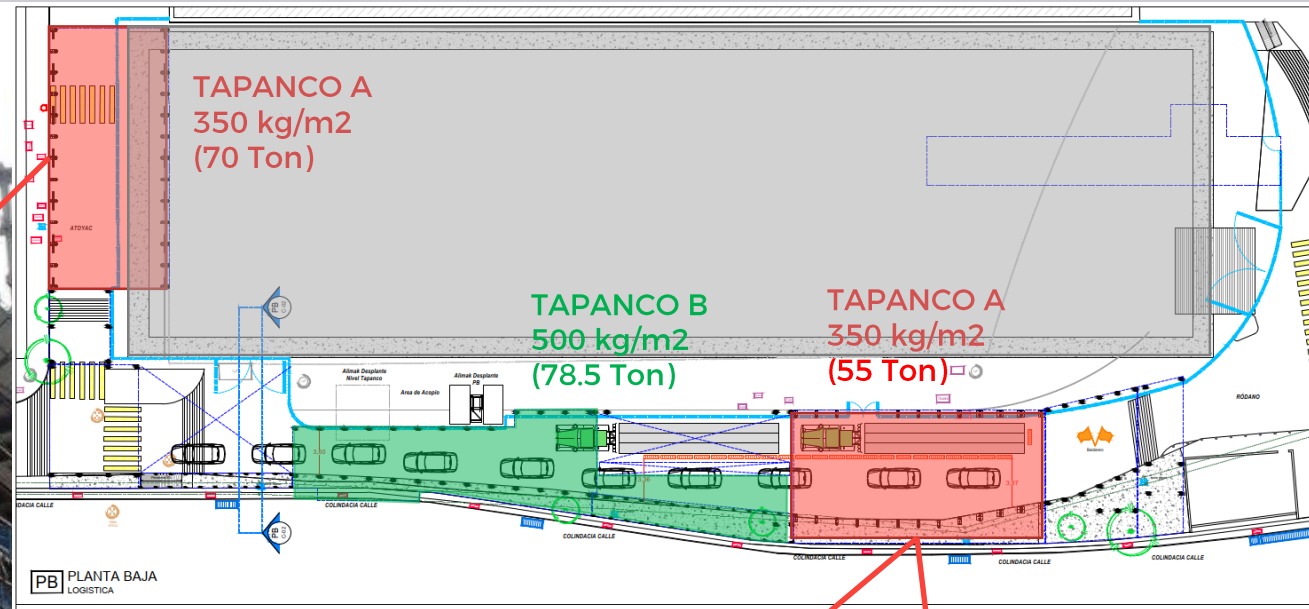
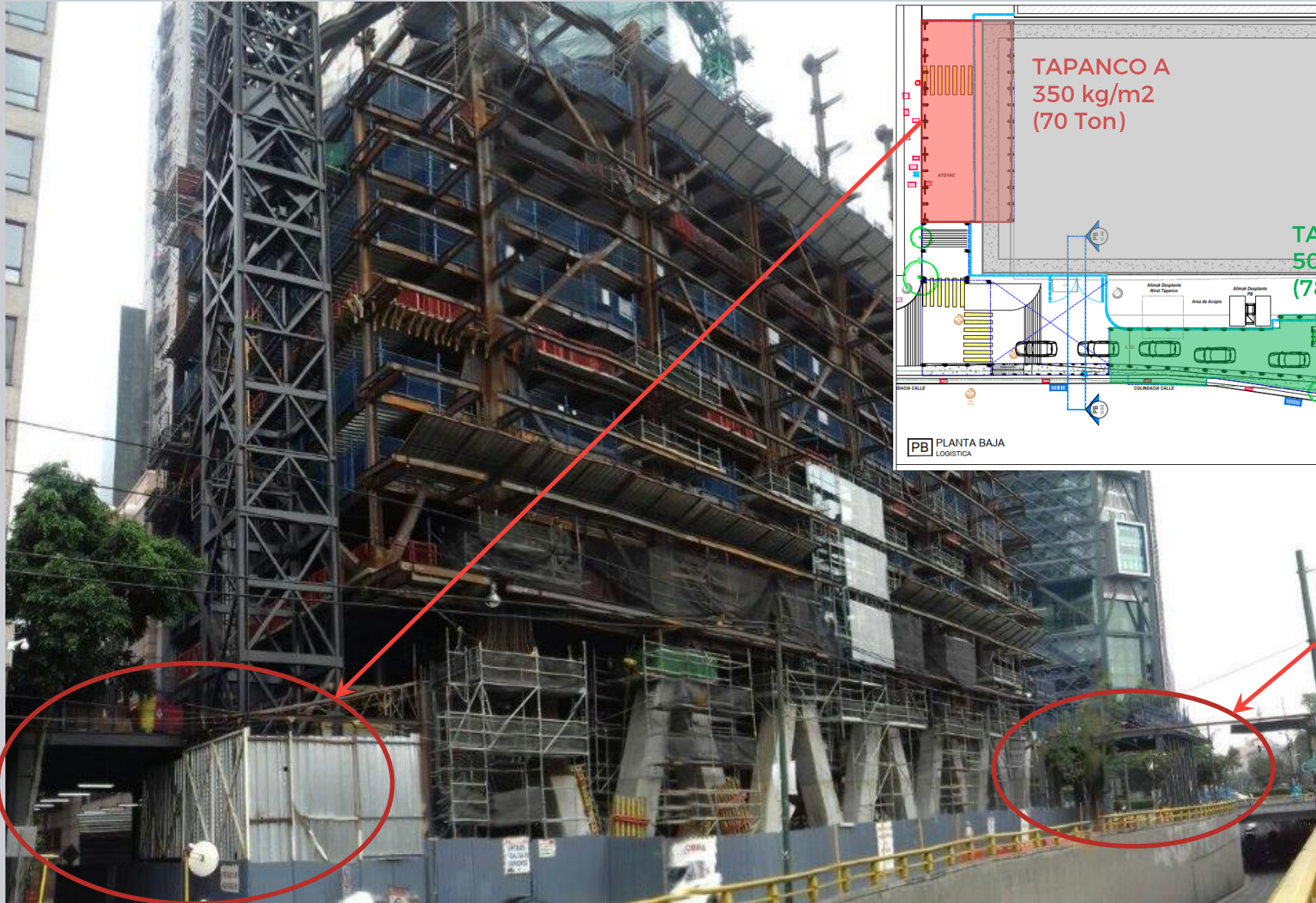
# Asentamiento Regional



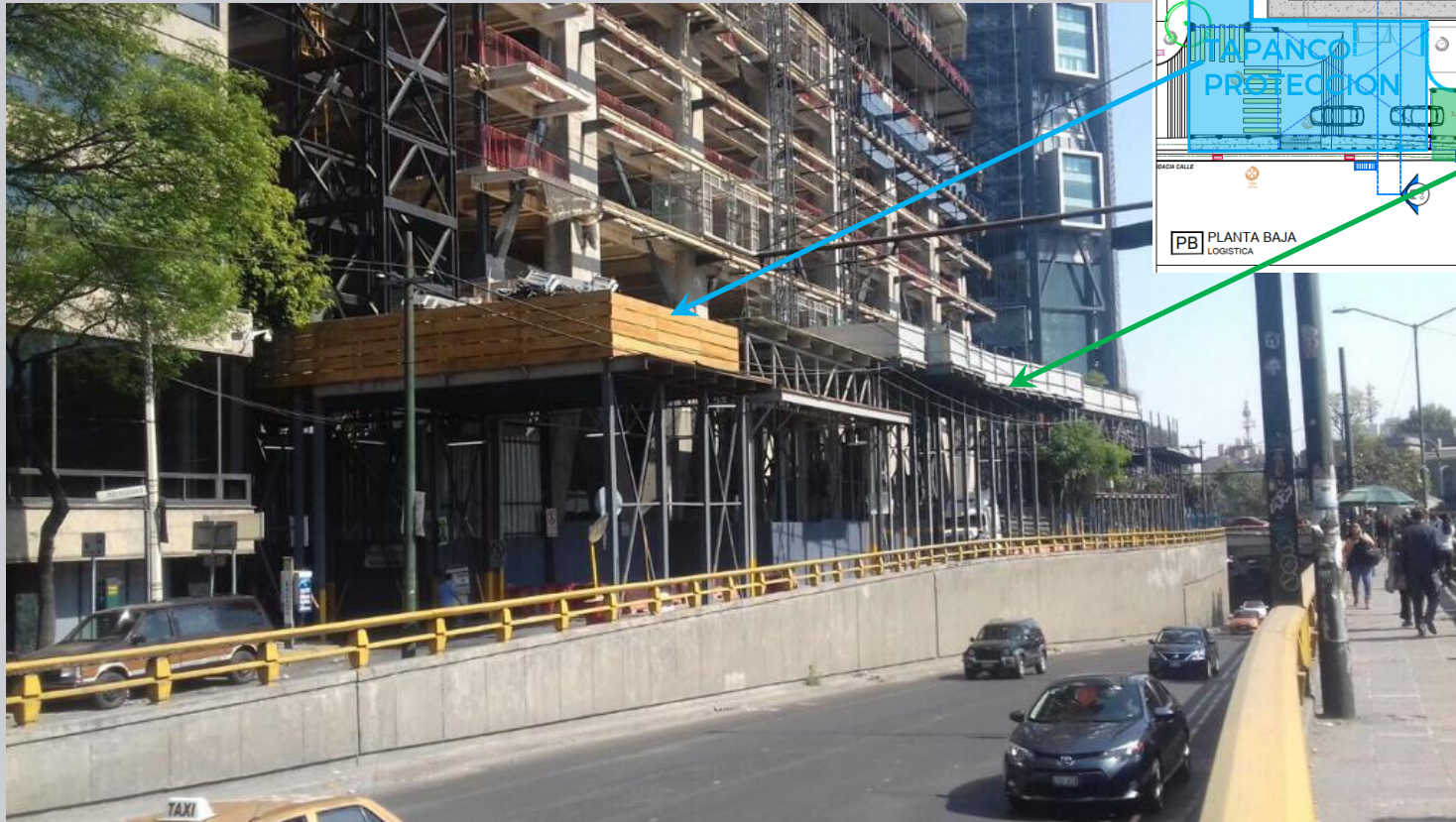
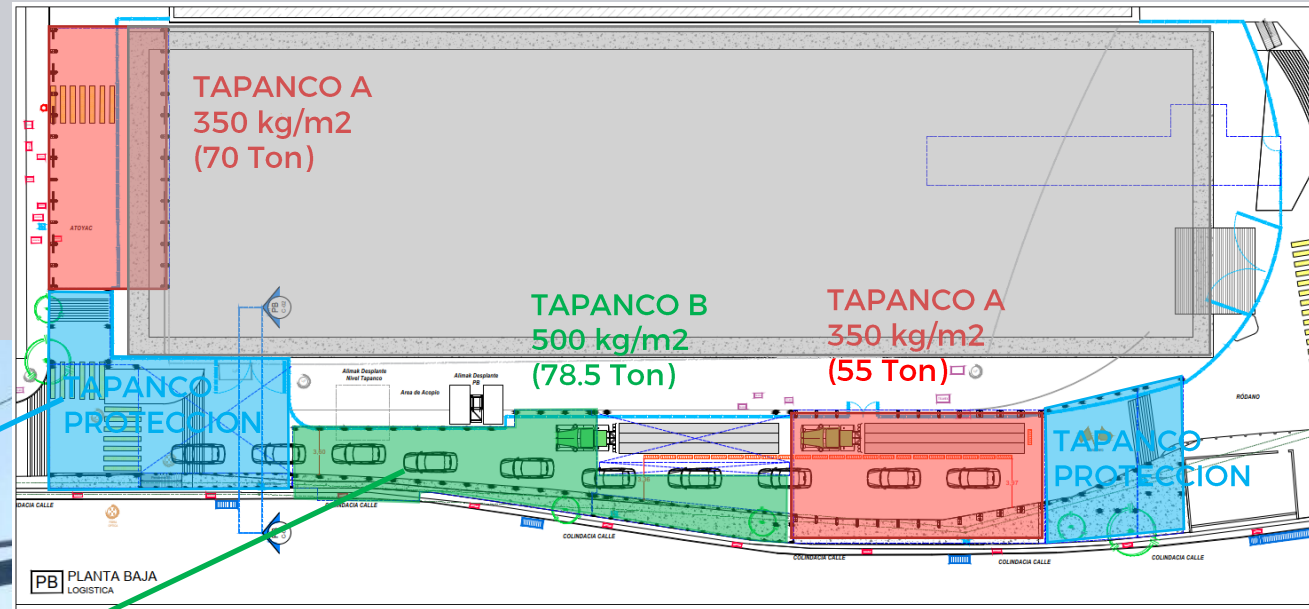
## CONSECUENCIAS DEL BOMBEO DE AGUA DEL SUBSUELO Hundimiento regional



# Tapancos



# Tapancos







# La Superestructura

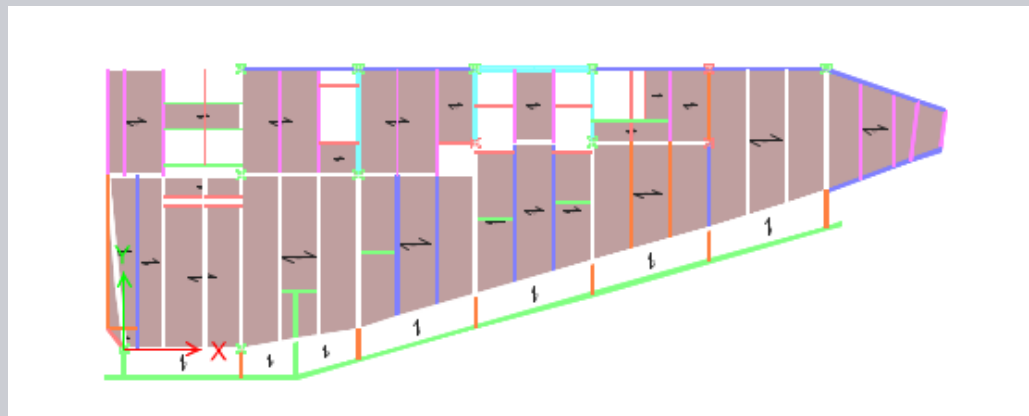
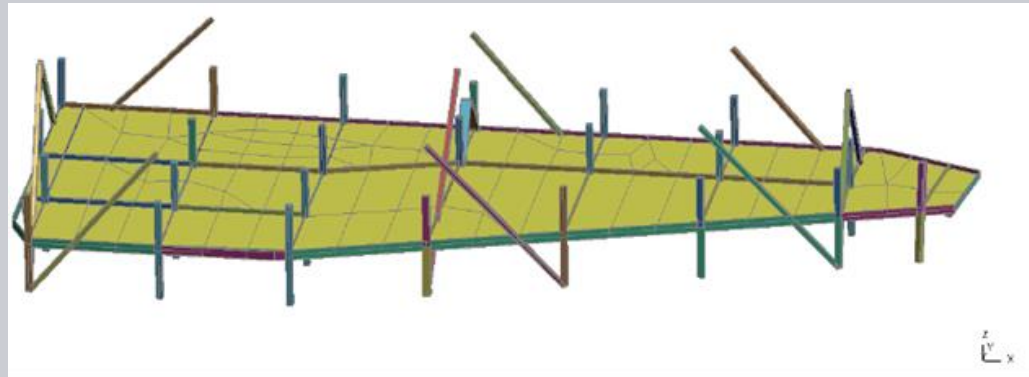
---

El Desarrollo

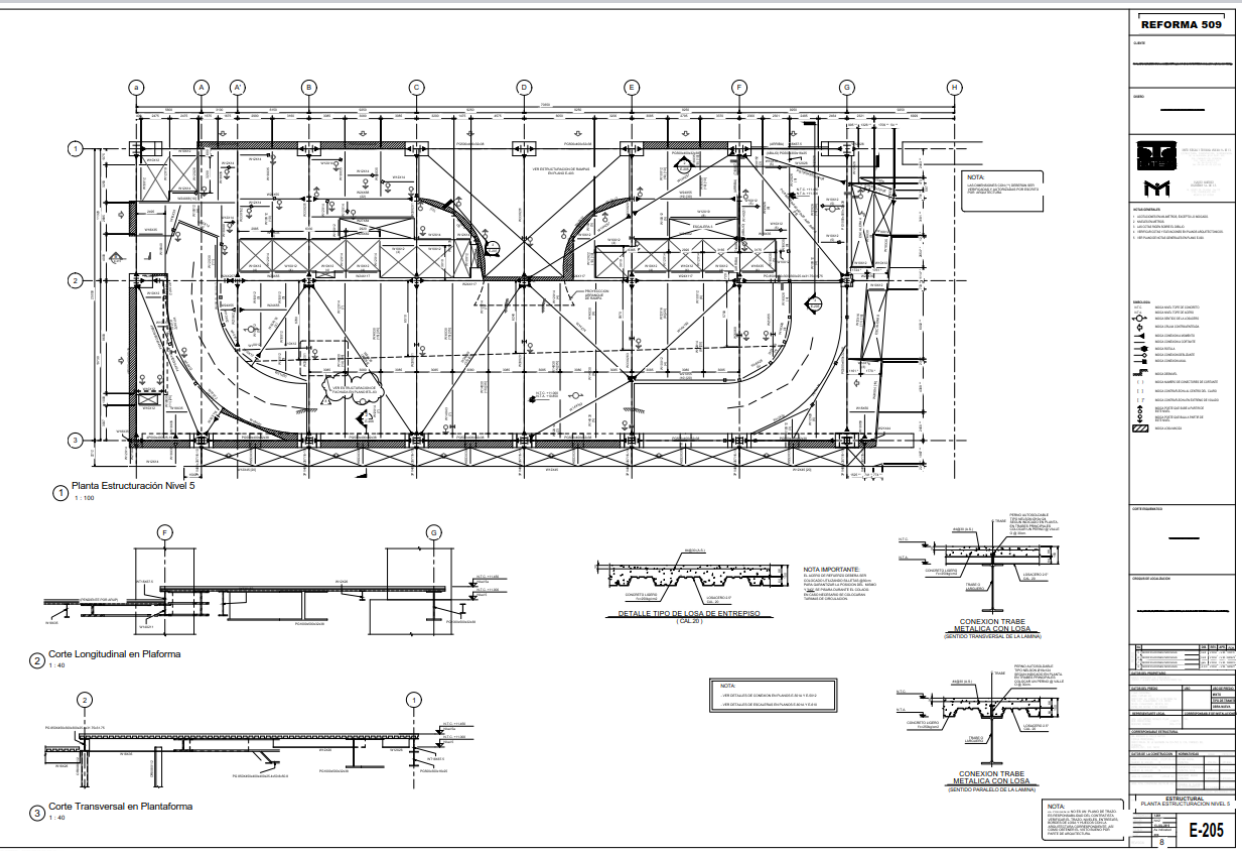


Dr. Rodolfo E. Valles Mattox

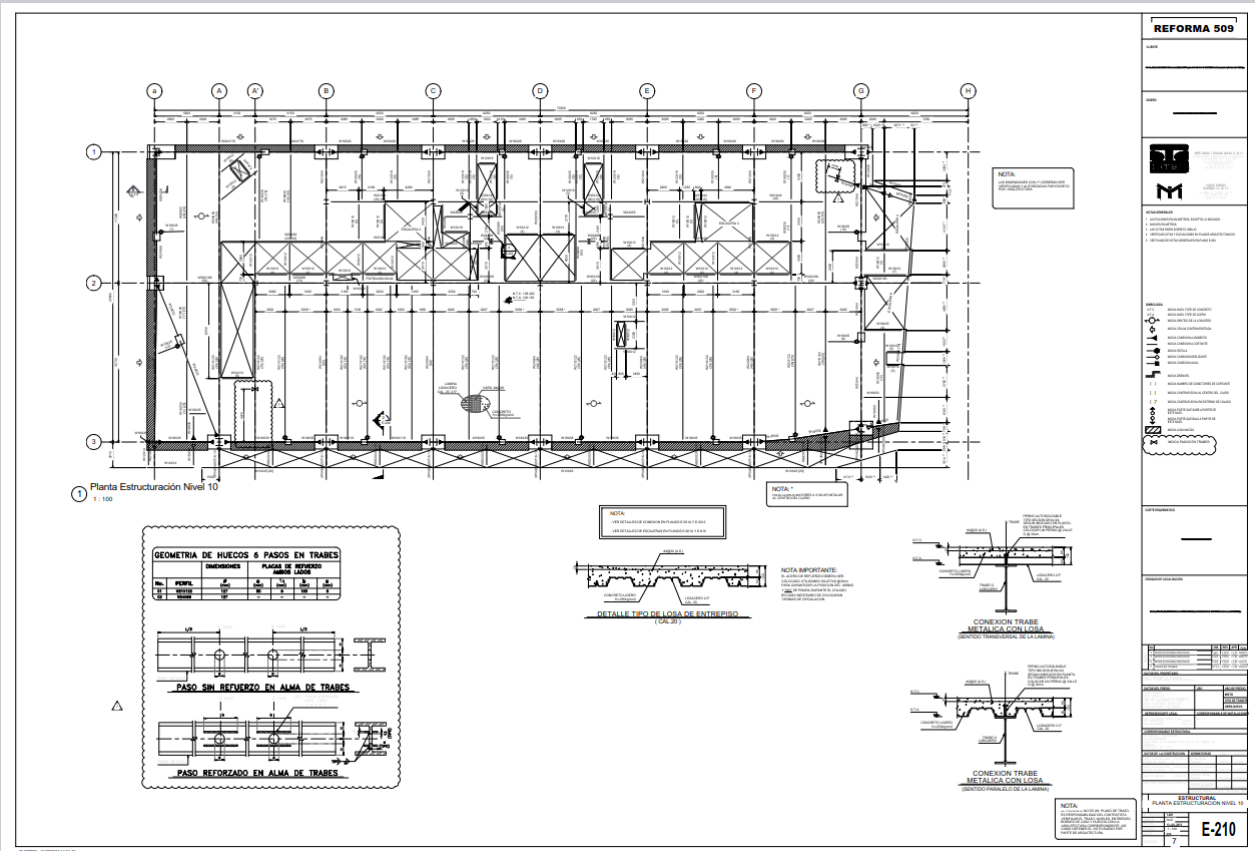
# Sistema de Piso



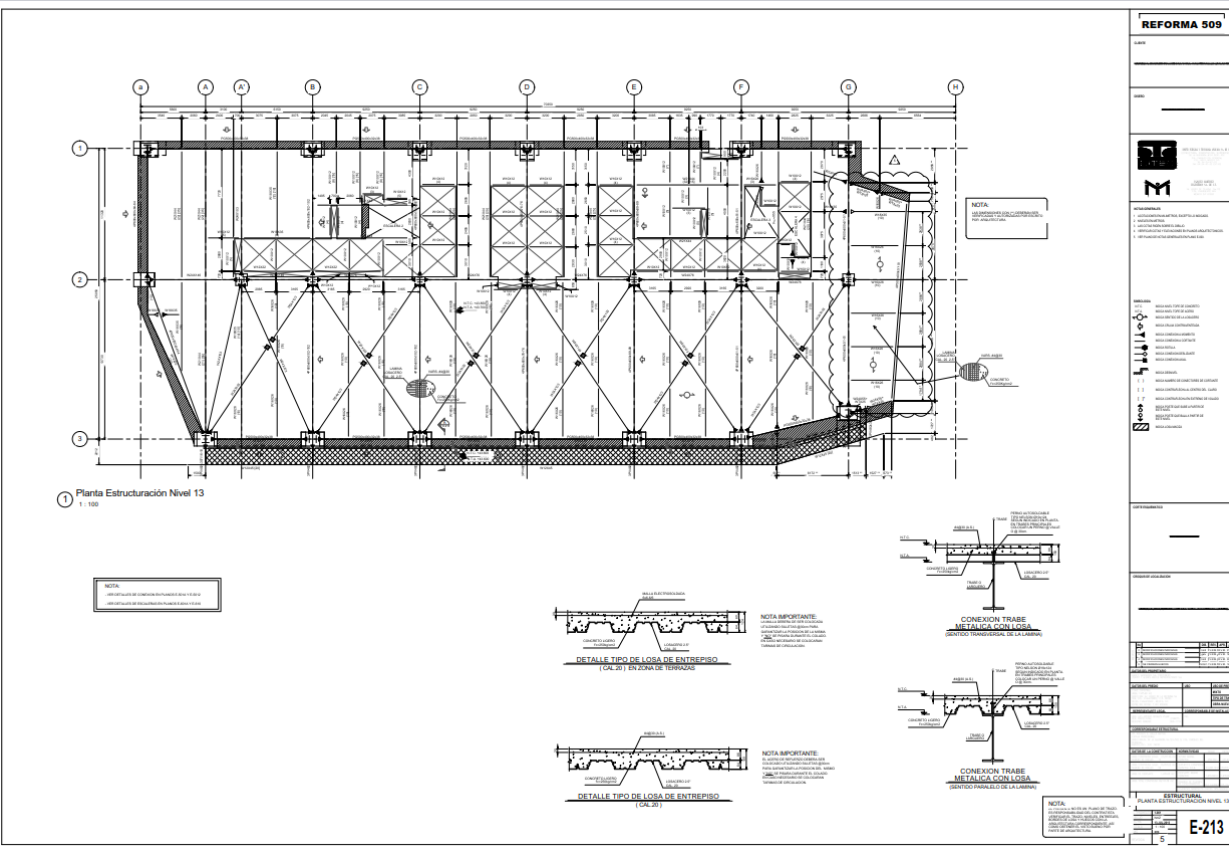
Sistema de Piso con Vigas Principales, Perimetrales y Secundarias



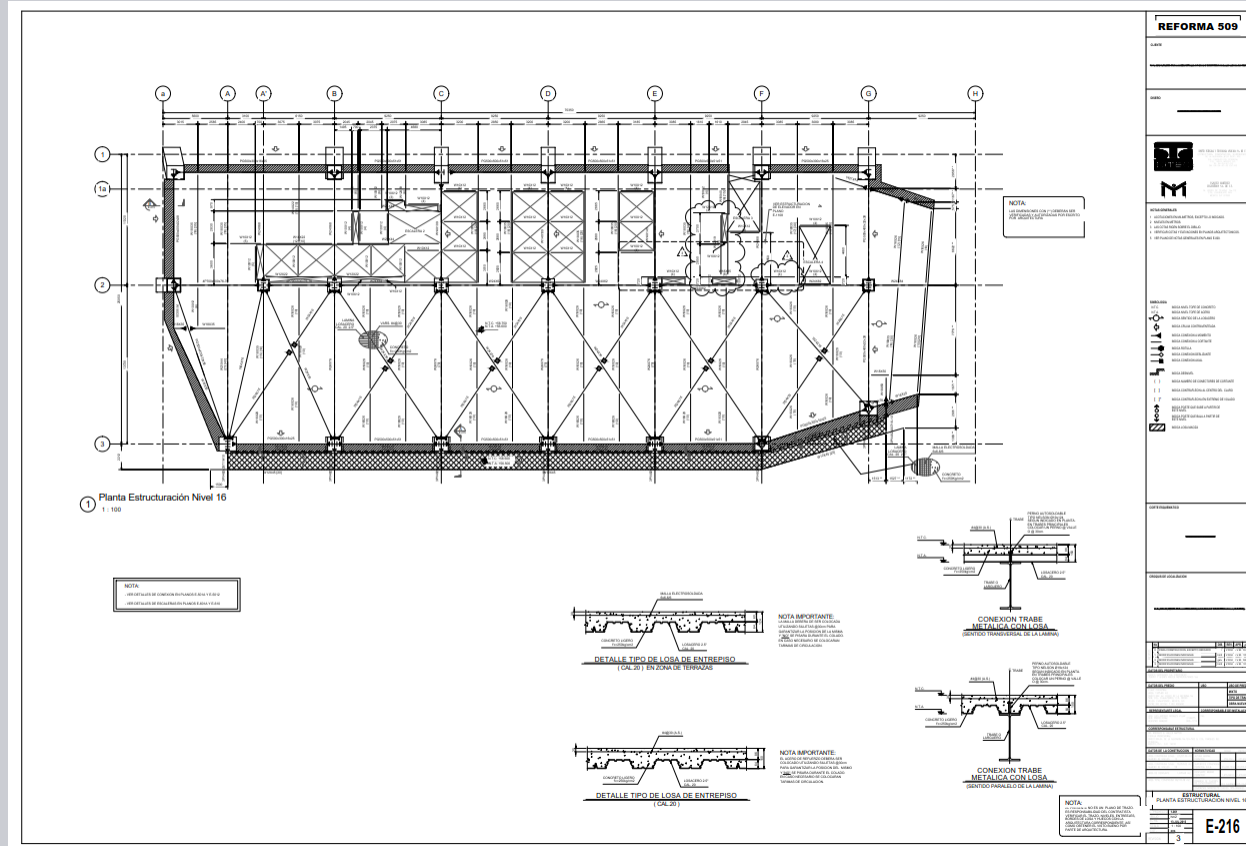
Planta Estructural Nivel 5



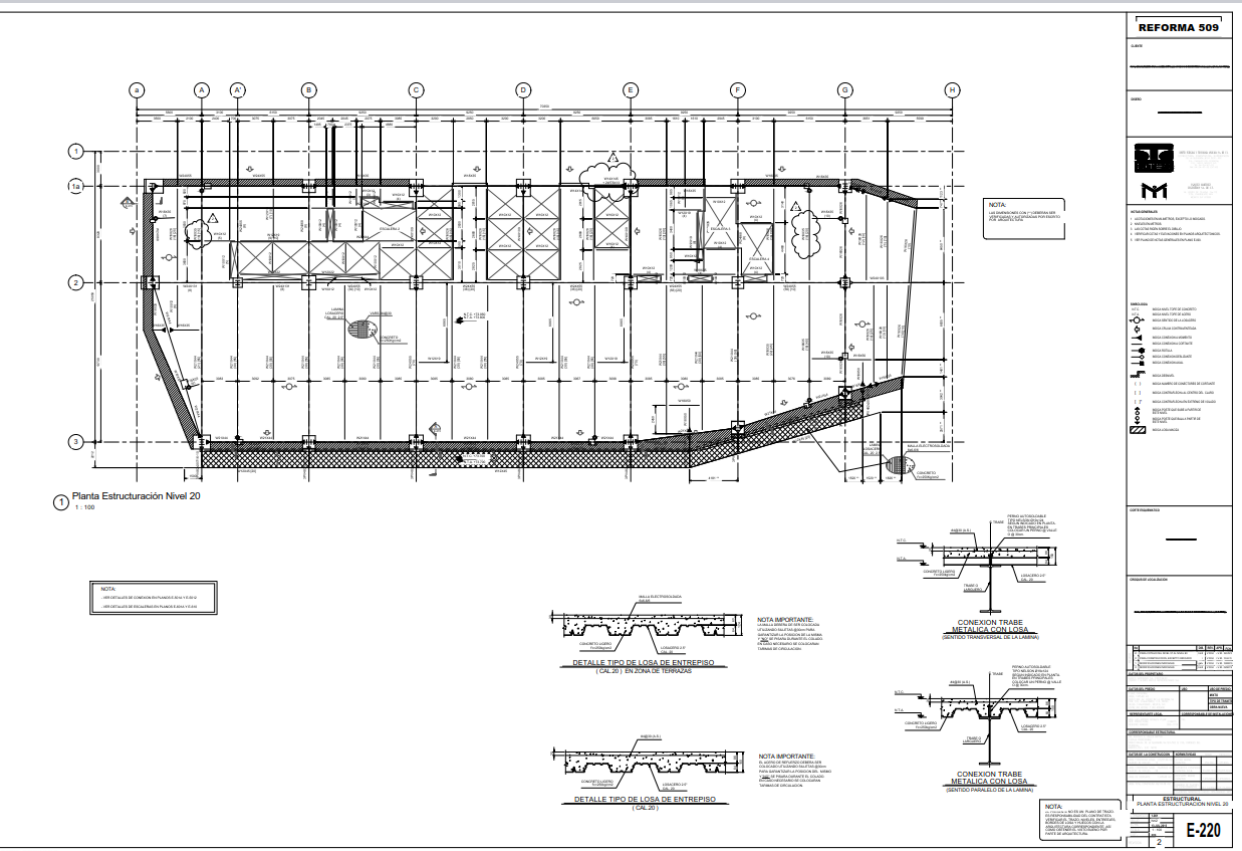
Planta Estructural Nivel 10



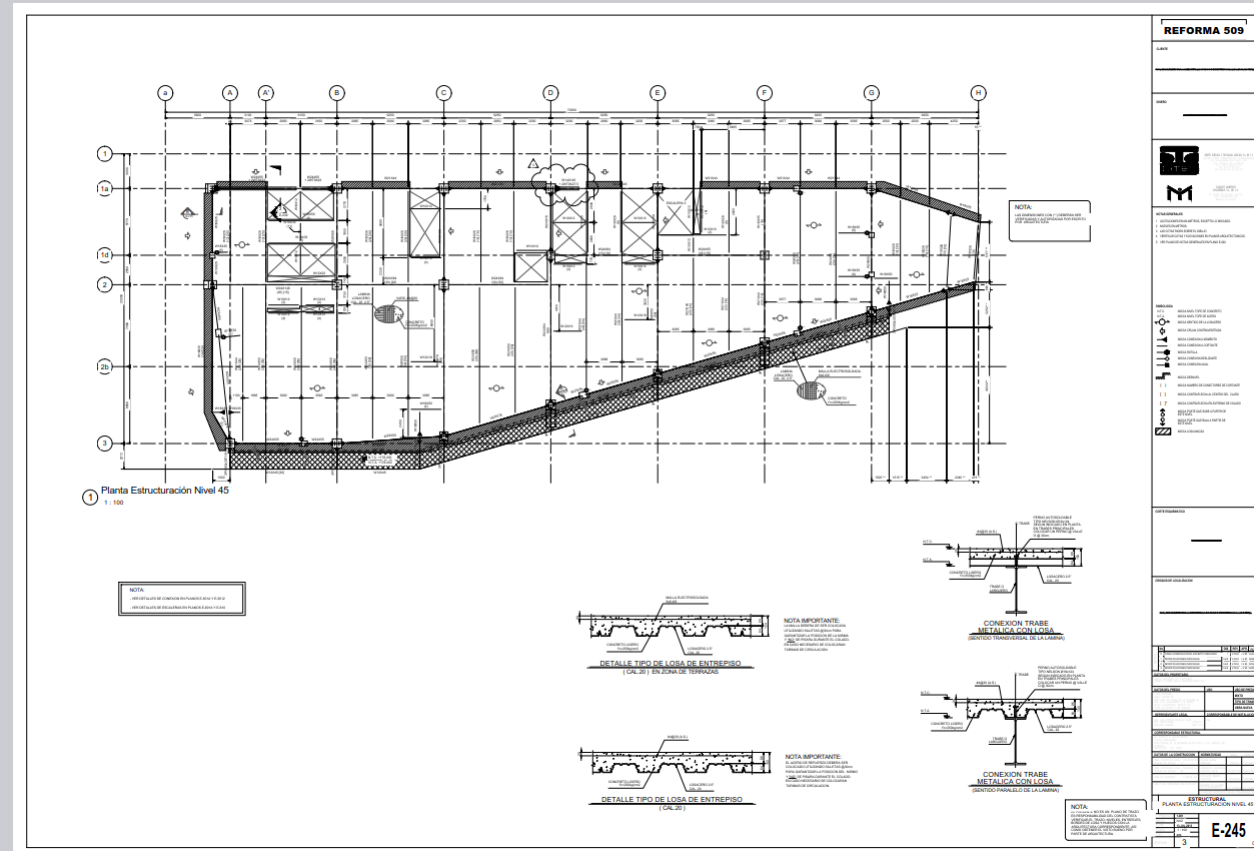
Planta Estructural Nivel 13



Planta Estructural Nivel 16

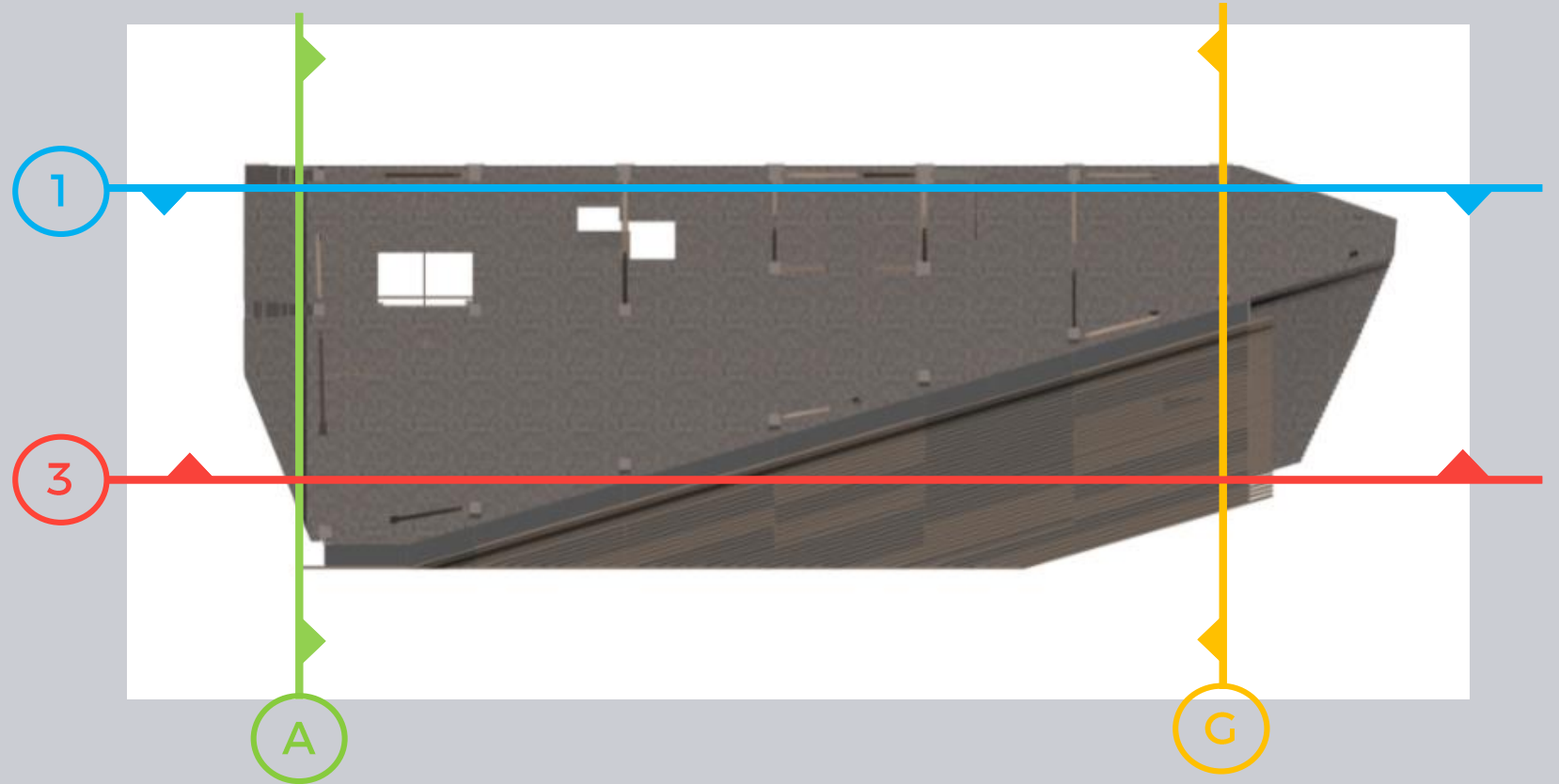


Planta Estructural Nivel 20

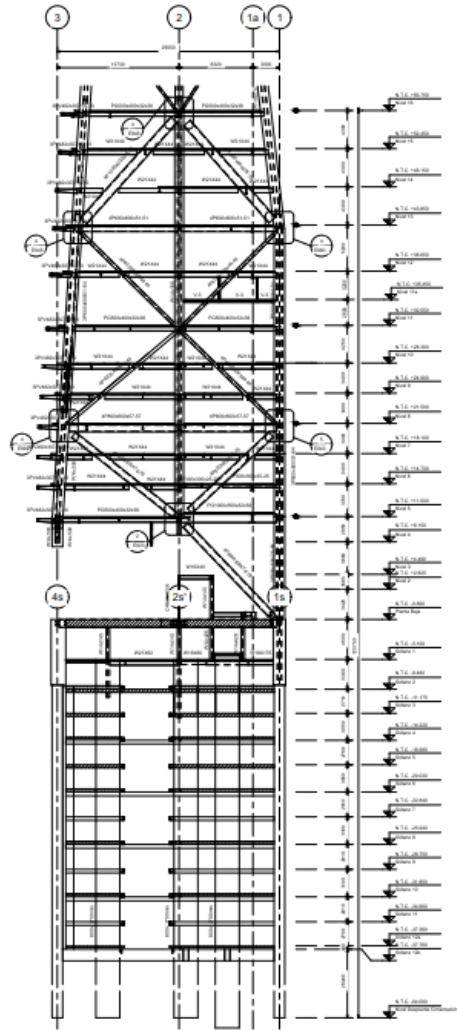


Planta Estructural Nivel 45

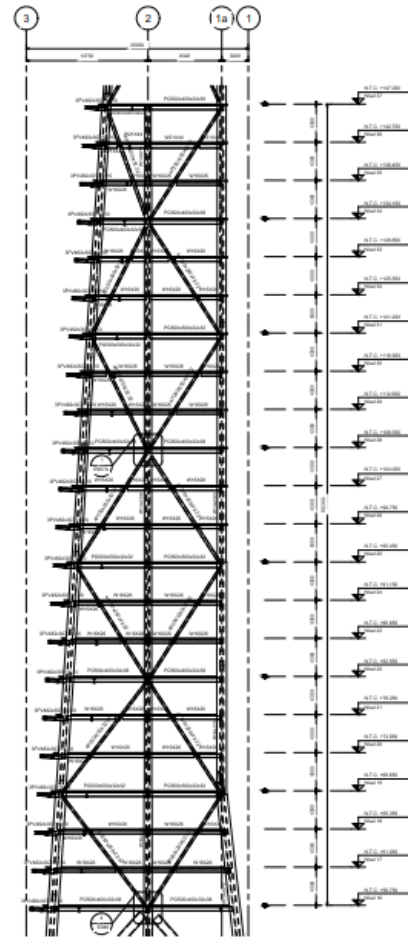
# Superestructura



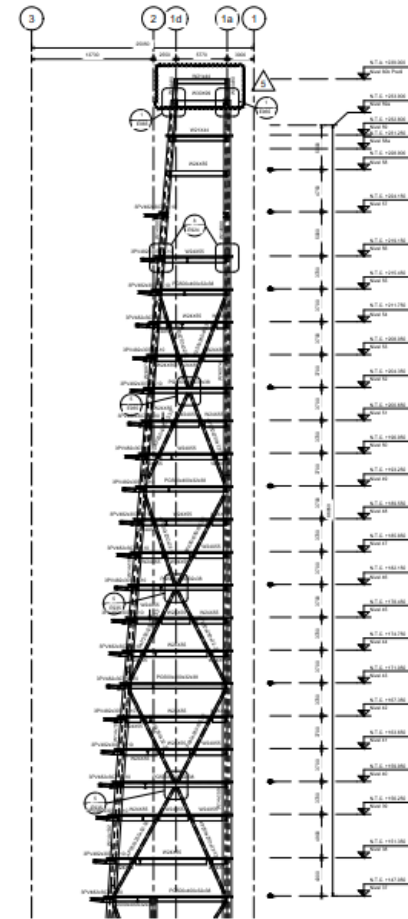
# Sistema Lateral



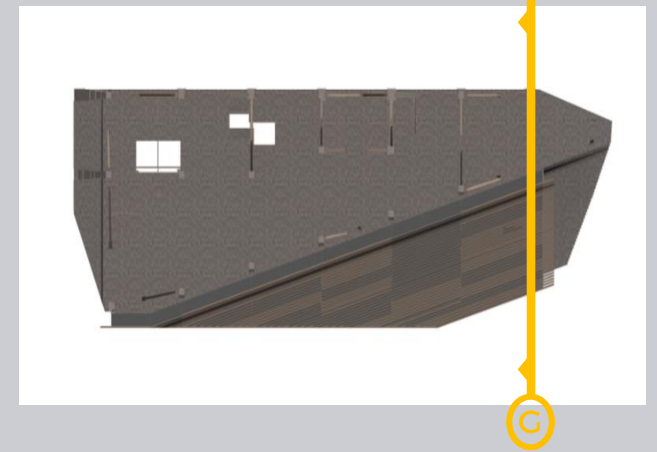
1 Elevación Estructural Sobre Eje G  
1 : 200



2 Elevación Estructural Sobre Eje G (continuación I)  
1 : 200

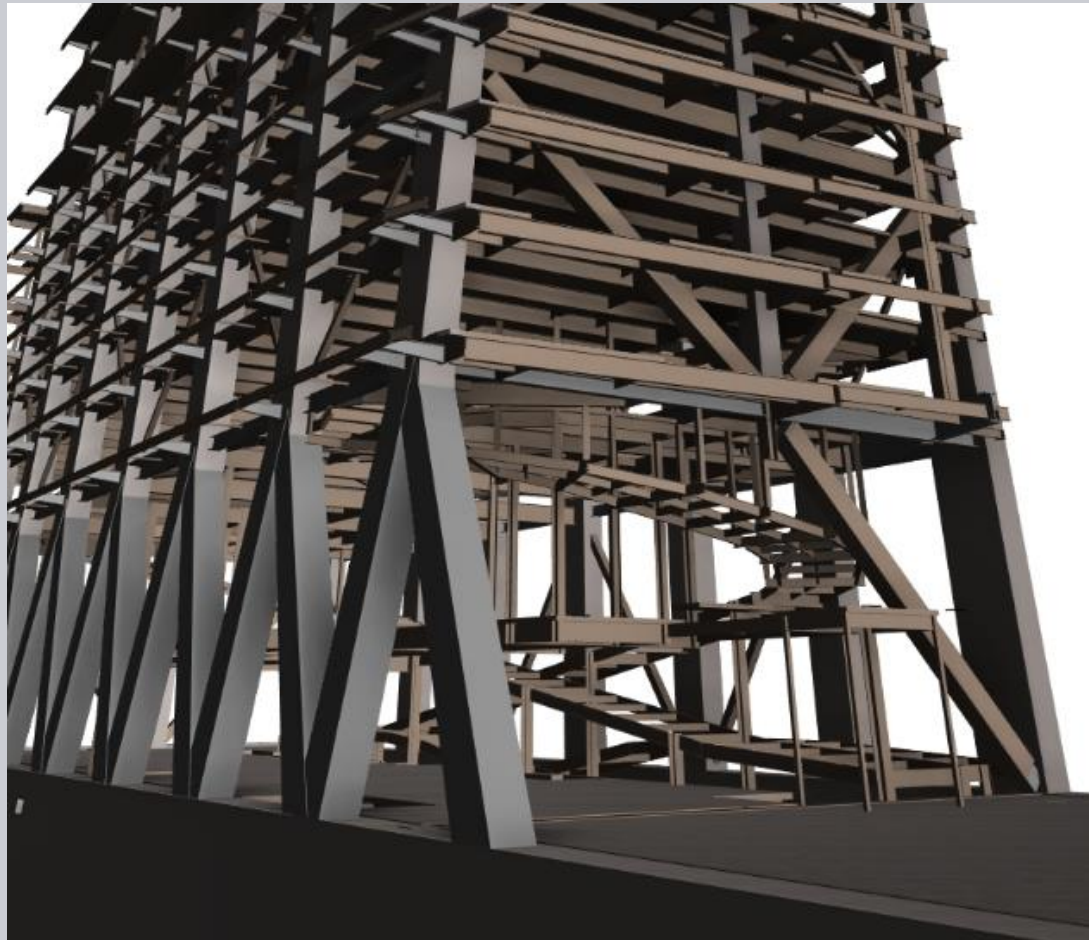


3 Elevación Estructural Sobre Eje G (continuación II)  
1 : 200



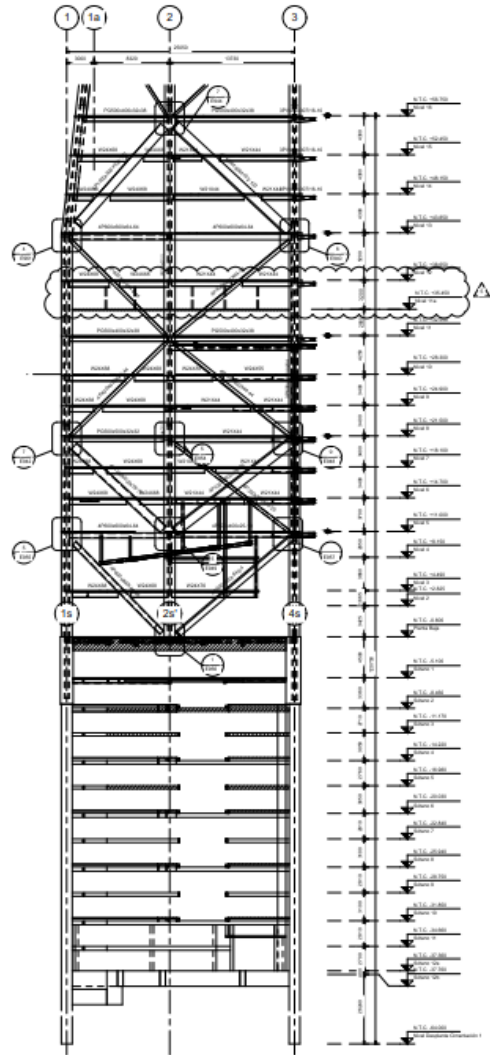
## Elevación Estructural Sobre Eje G

# Sistema Lateral

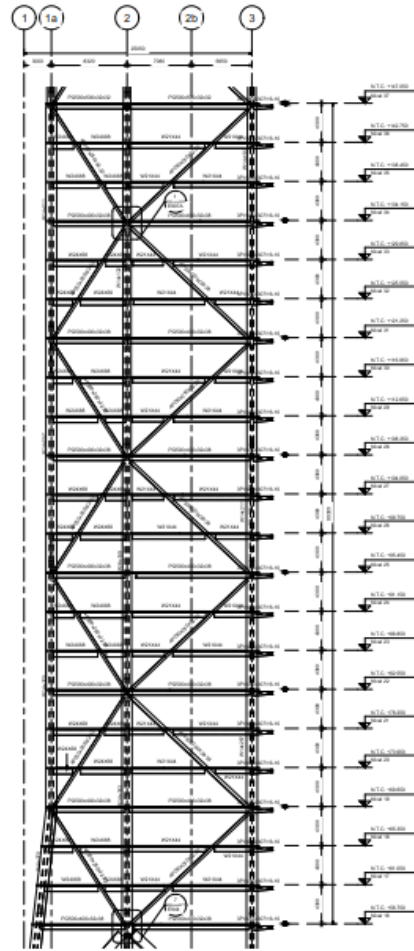




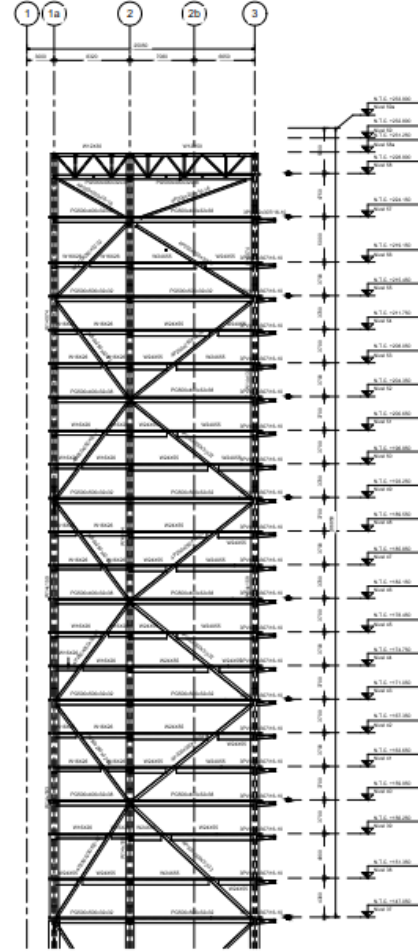
# Sistema Lateral



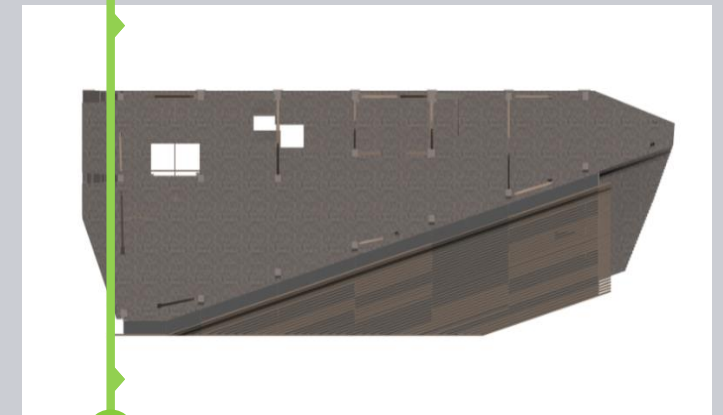
1 Elevación Estructural Sobre Fachada Norte  
1 : 200



2 Elevación Estructural Sobre Fachada Norte (continuación I)  
1 : 200



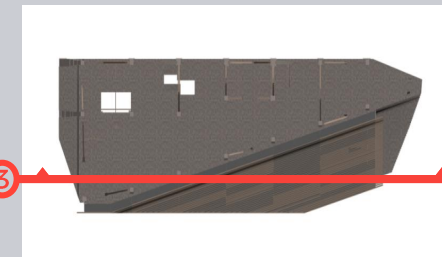
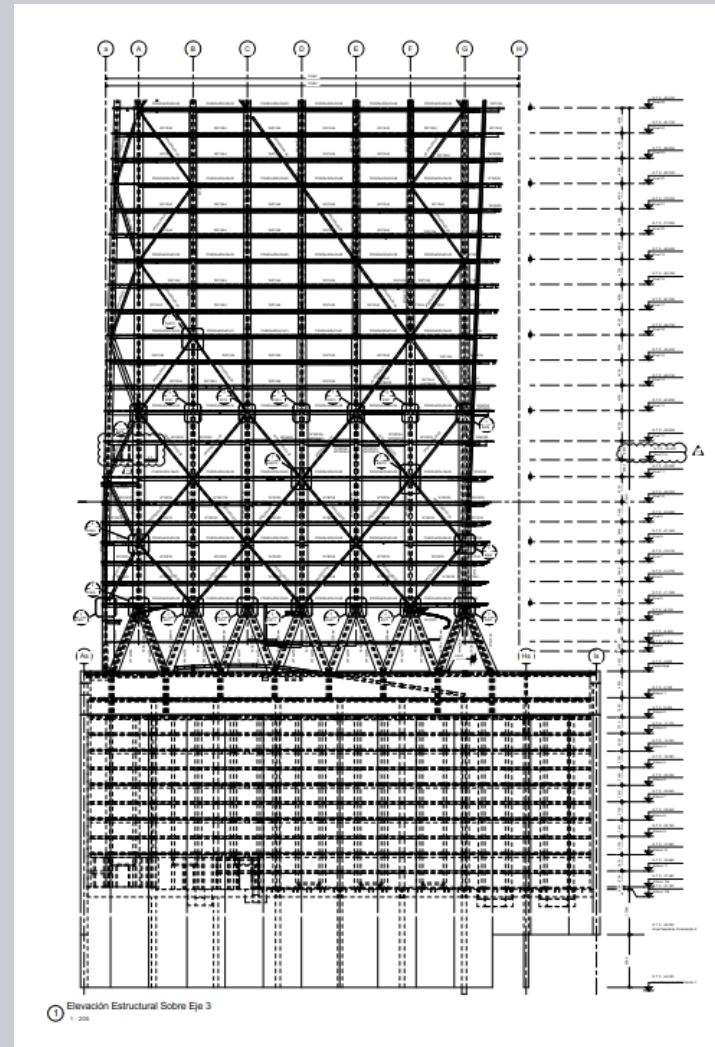
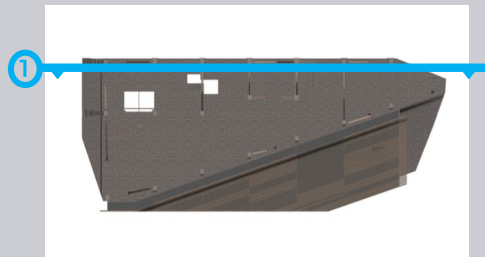
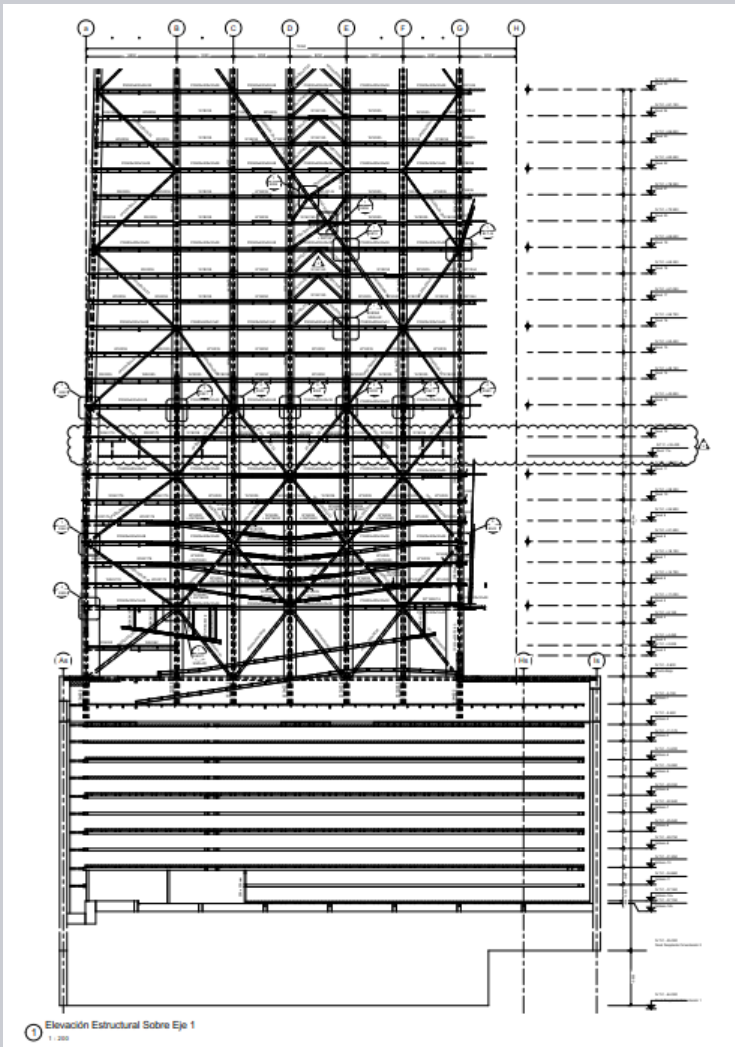
3 Elevación Estructural Sobre Fachada Norte (continuación II)  
1 : 200



A

Elevación Estructural Sobre Eje A

# Sistema Lateral



Elevación Estructural Sobre Eje 1

Elevación Estructural Sobre Eje 3

# Sistema Lateral



# Sistema Lateral



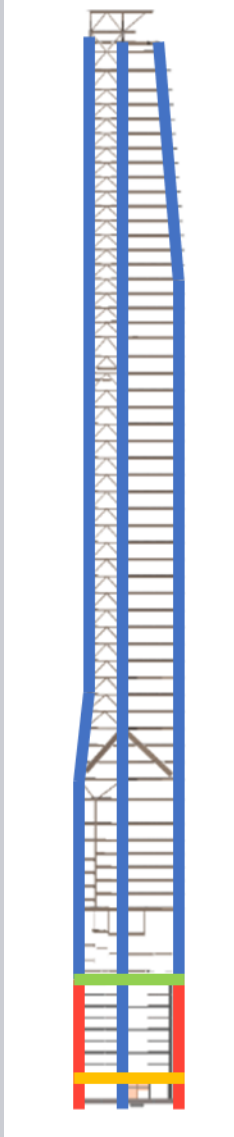
# Sistema Lateral



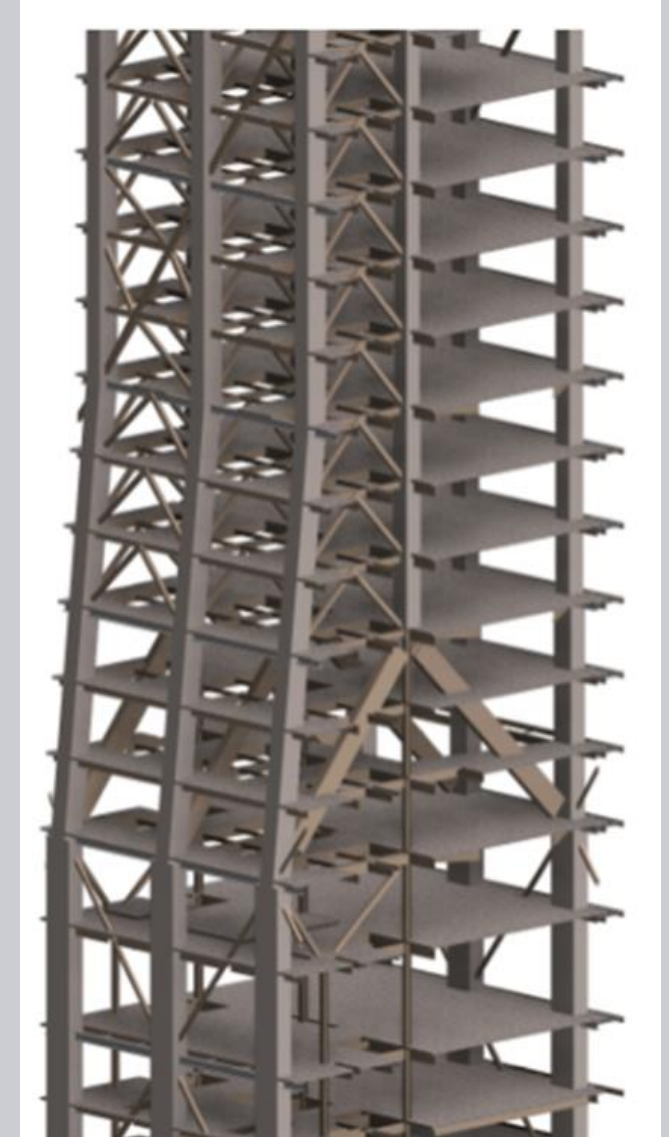
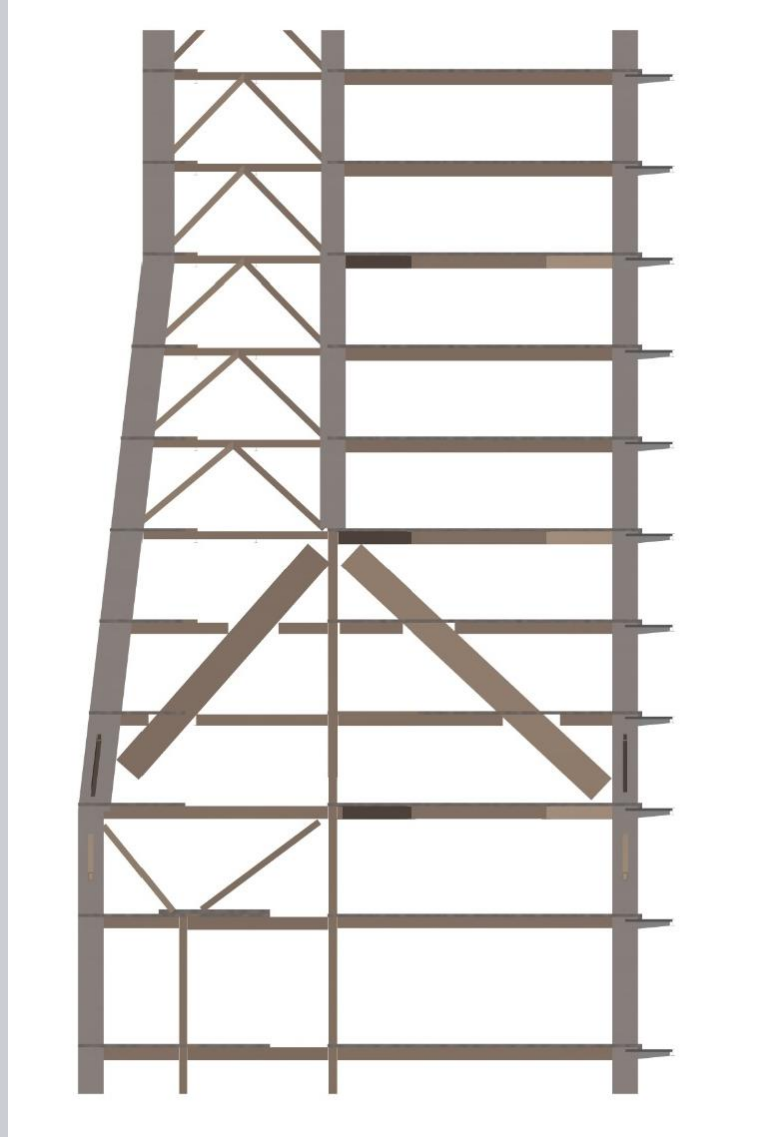
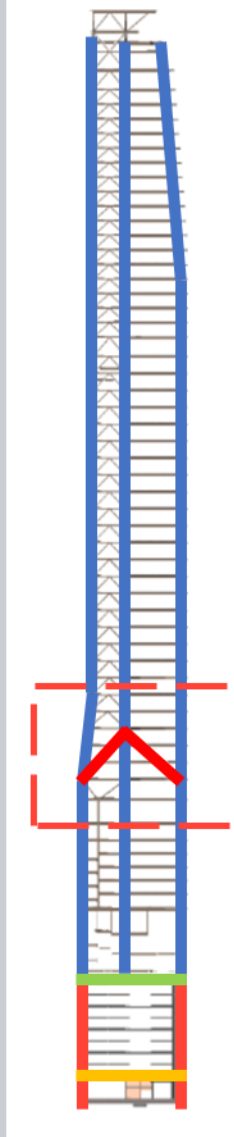
# Columnas Compuestas



Propuesta Original



Propuesta Optimizada



# Ingeniería de Valor





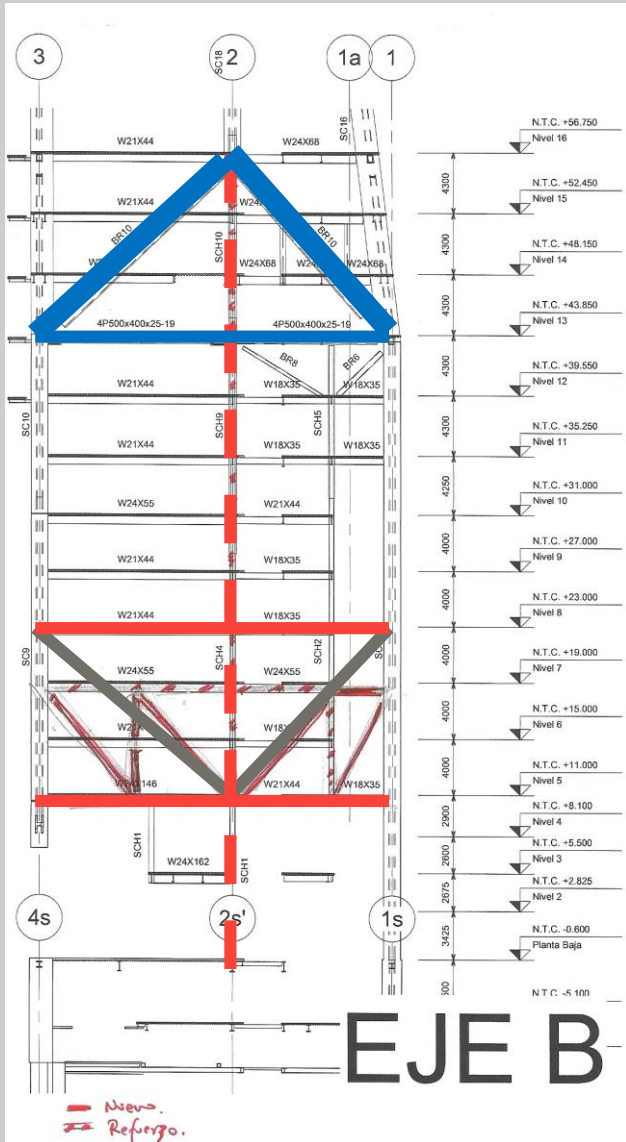
# Ingeniería de Valor

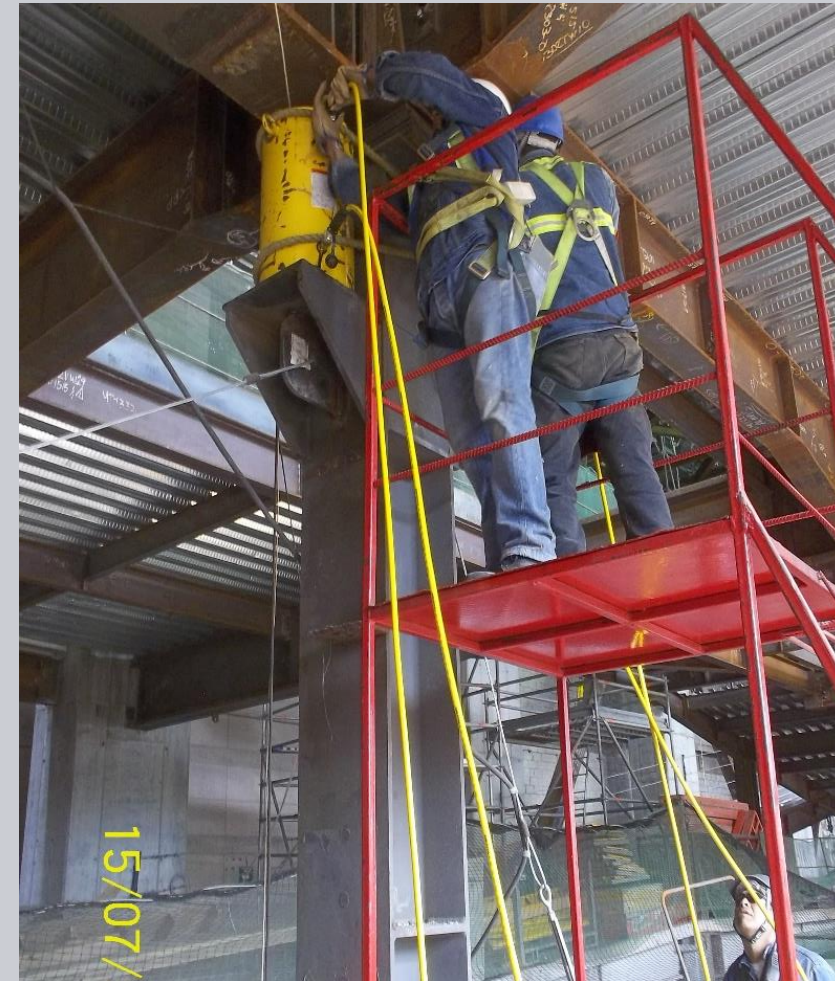


# Ingeniería de Valor



# Ingeniería de Valor





Revisión	Periodo de retorno	Probabilidad de ocurrencia	Descripción
Verificación de servicio	43 años	50 % en 30 años	Se espera comprobar que el comportamiento del edificio sea elástico, es decir, prácticamente ningún daño estructural
Reglamento de Construcciones del Distrito Federal (RCDF-2004)	250 años	10% en 50 años	Límites estipulados en el reglamento RCDF-2004
Máximo sismo considerado	2475 años	2% en 50 años	Se espera que el edificio cumpla con los criterios de seguridad de vida, como esta definido en FEMA 356 y otros documentos relacionados

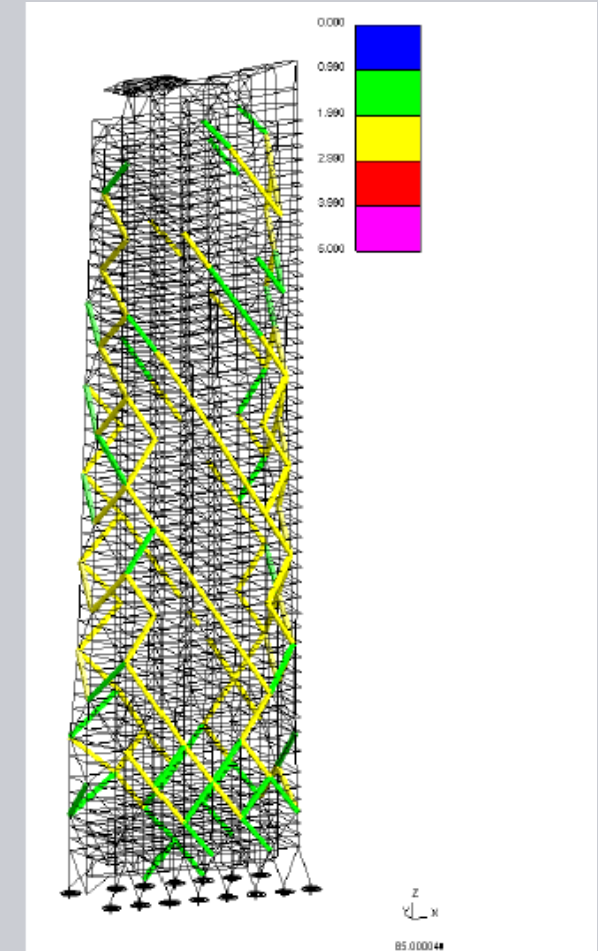
# Análisis No Lineal - Desempeño Sísmico



		Nivel de desempeño sísmico				
Intensidad sísmica	Operacional	Ocupación Inmediata	Seguridad de Vida	Prevención de Colapso		
Sismo frecuente	●	Inaceptable	Inaceptable	Inaceptable	Nivel de diseño sísmico	
Sismo Ocasional	●	●	Inaceptable	Inaceptable		
Sismo Raro	●	●	●	Inaceptable		
Sismo Muy Raro	●	●	●	●		

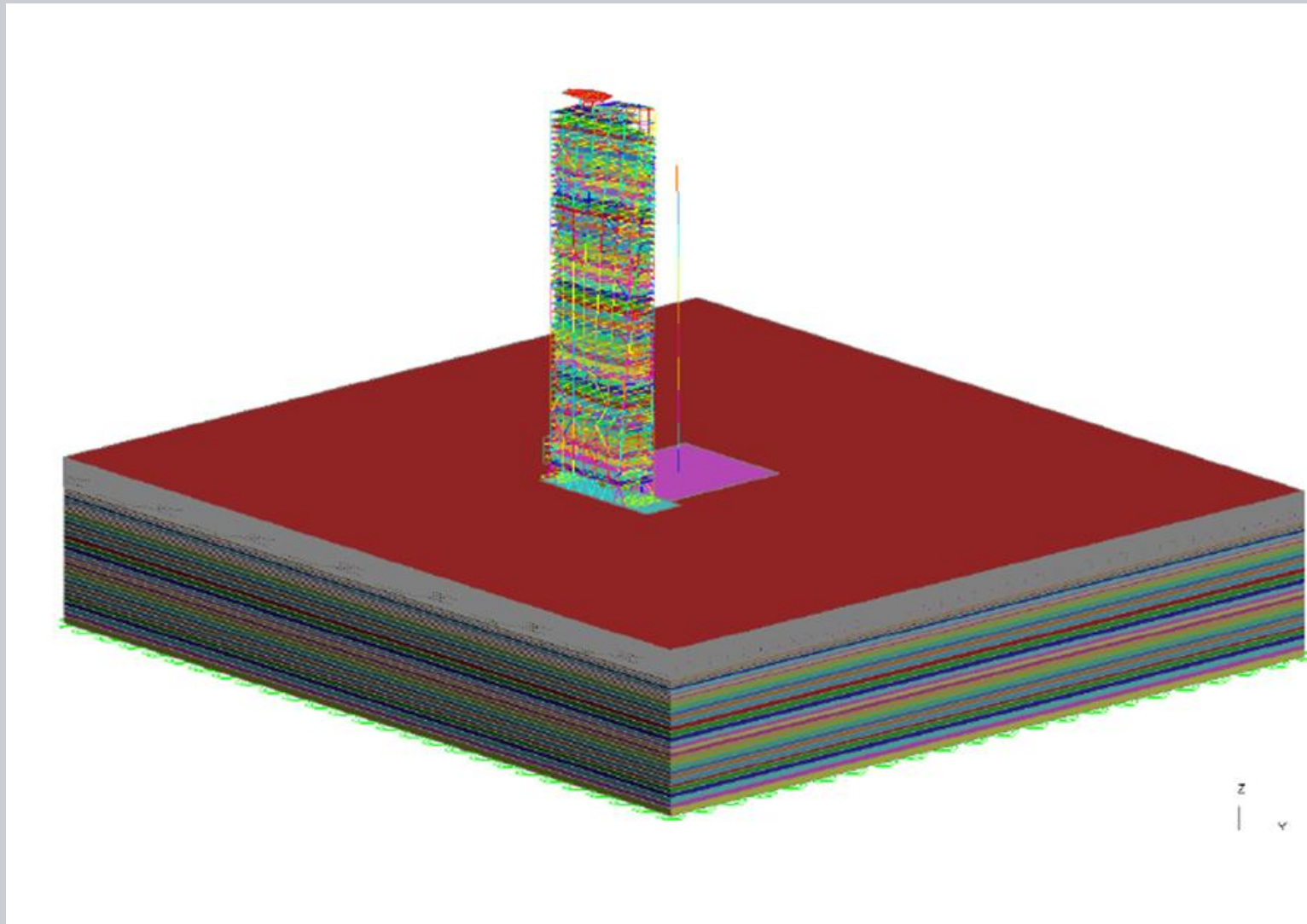
*Objetivo de seguridad crítica*  
*Objetivo Esencial/Peligro*  
*Objetivo Básico*

Nivel de Desempeño Sísmico

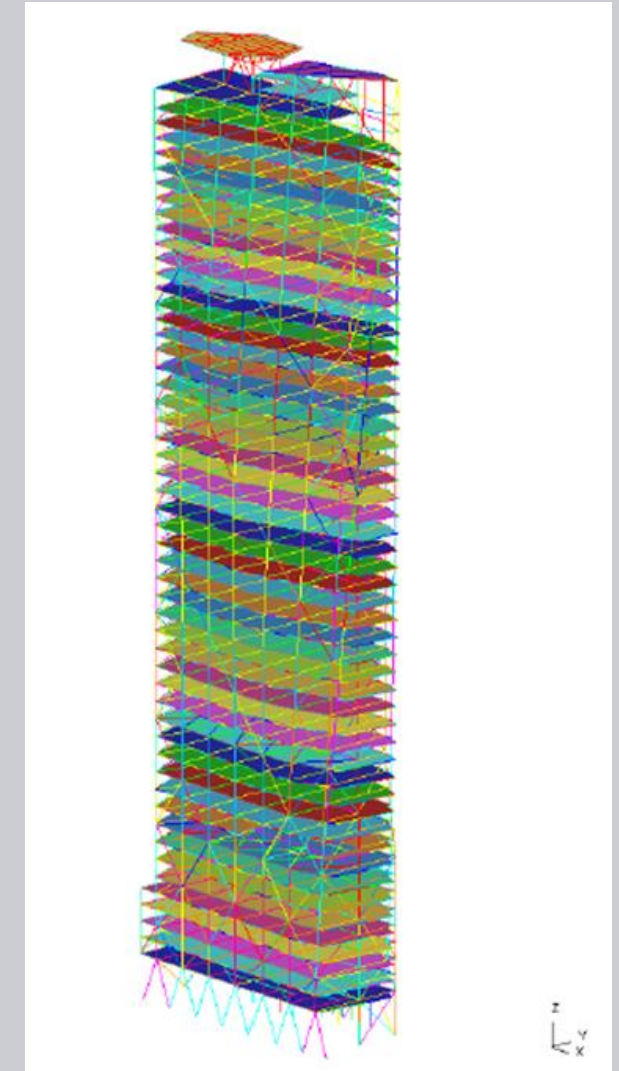


Comportamiento de Diagonales Ante Cargas Gravitacionales y Accidentales

# Análisis No Lineal - Modelado



Modelo interacción suelo estructura de Torre Reforma 509 y Torre Mayor



Modelo de base fija Torre Reforma 509

# Análisis No Lineal - Acelerogramas

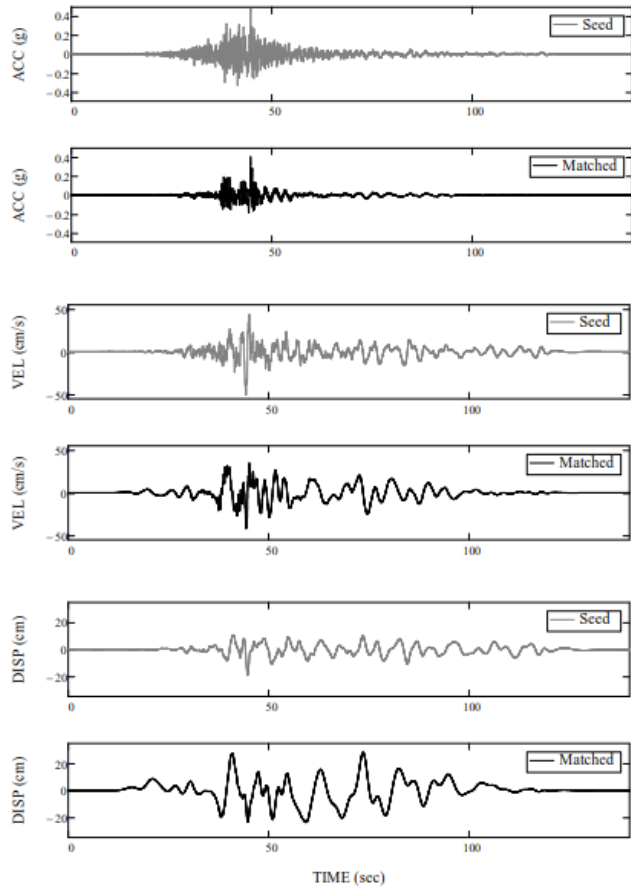


Figure B1: Seed and matched acceleration, velocity and displacement time histories: L3\_2475\_TOJ03-H1

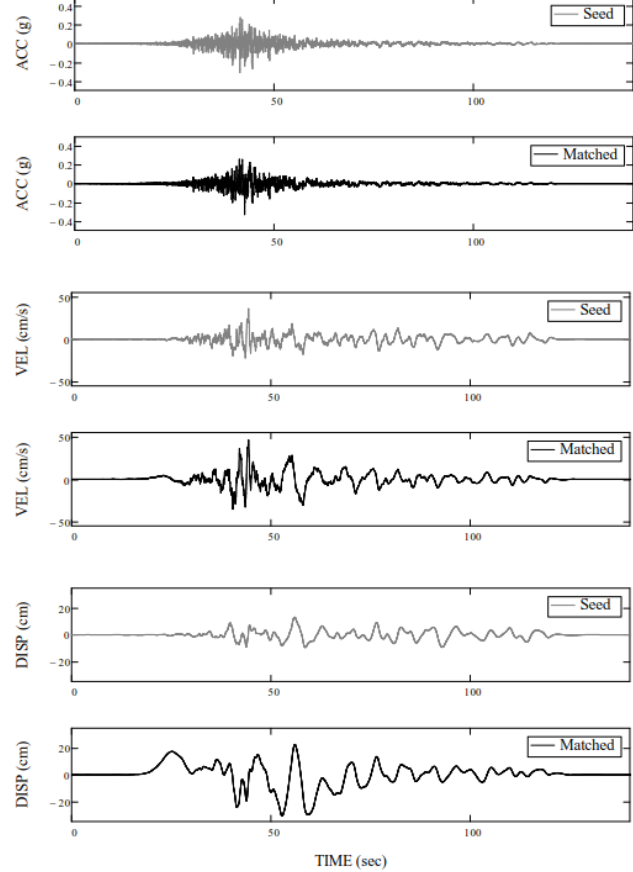


Figure B2: Seed and matched acceleration, velocity and displacement time histories: L3\_2475\_TOJ03-H2

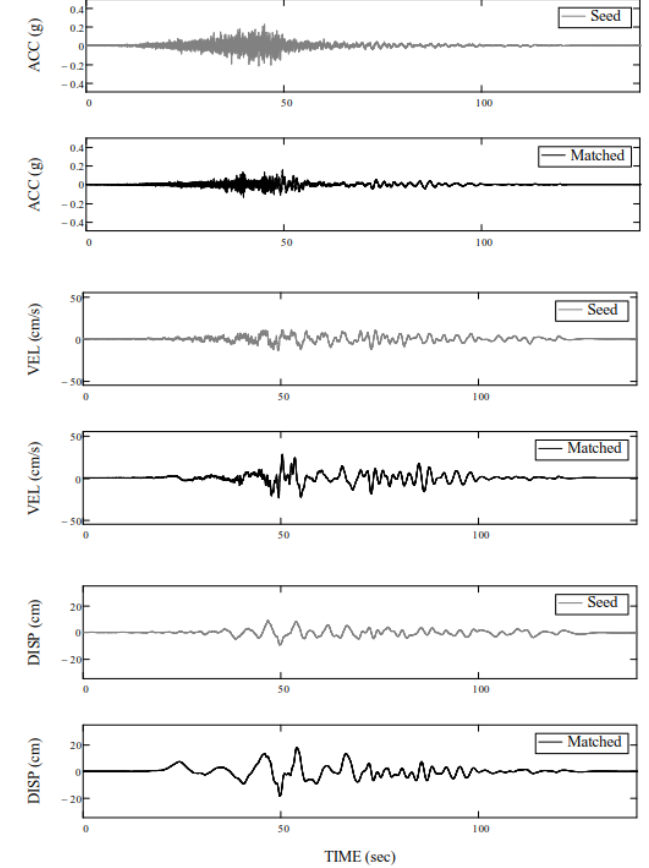


Figure B3: Seed and matched acceleration, velocity and displacement time histories: L3\_2475\_TOJ03-V



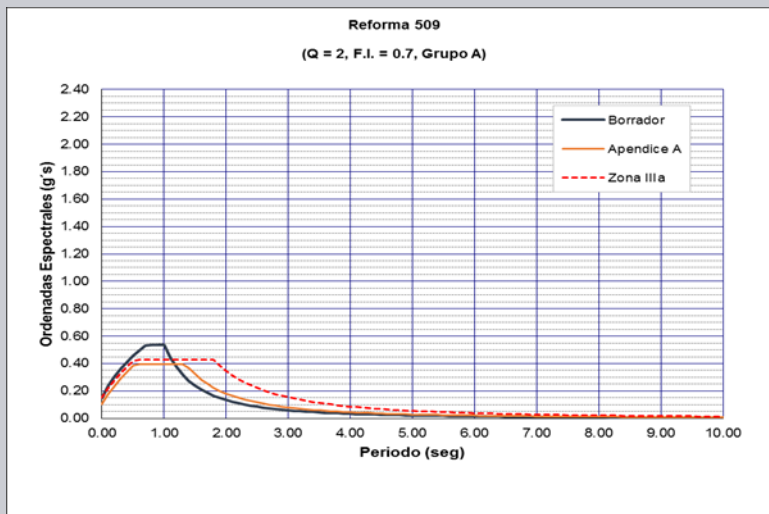
# Acciones y Combinaciones de Carga



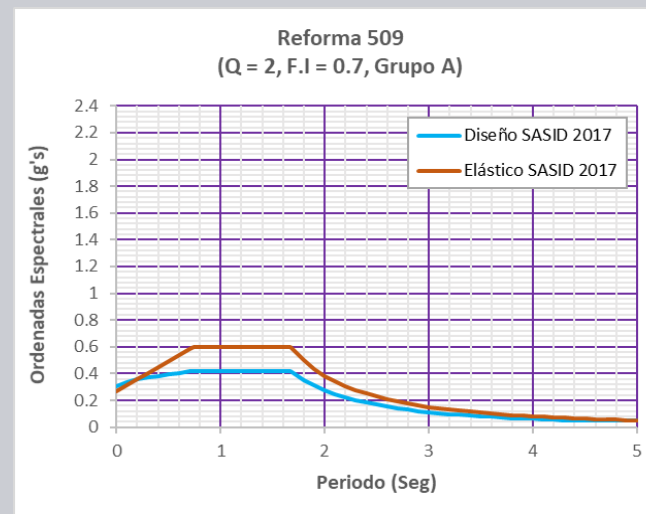
- **Cargas accidentales:**

Análisis y diseño de la estructura por desempeño, usando un sismo con un periodo de retorno de 2475 años.

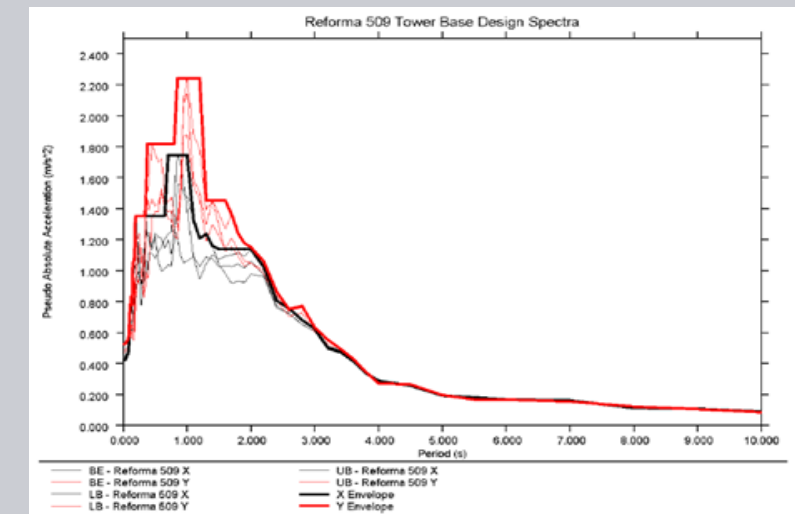
- **Comparativa entre Espectros de diseño del RCDF vs Espectro obtenido por ERN**



Espectros de diseño RCDF-04



Espectros SASID 2017



Espectro de Diseño con Criterios de Desempeño.  
(ERN)

# Periodos Principales



**Modo 1**



**Modo 2**



**Modo 3**

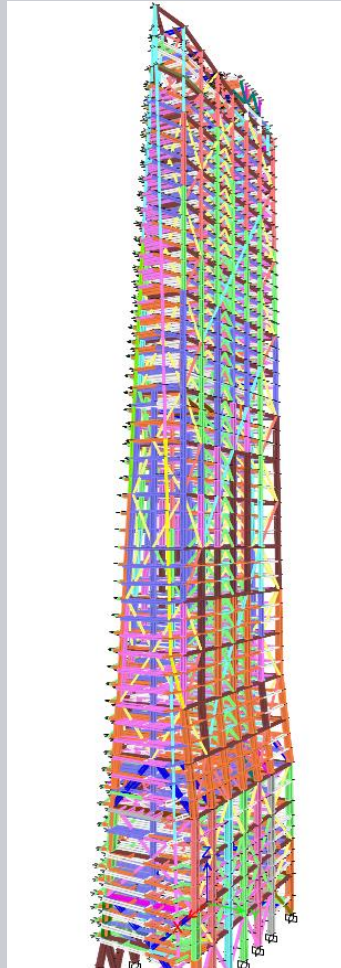
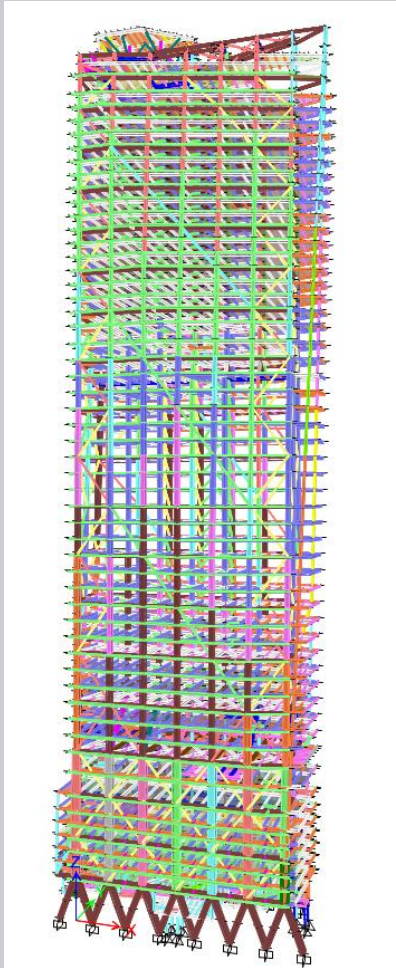
Mode	Frequency	Period	Modal Mass	Modal stiffness	Effective / total mass		
	[Hz]	[s]	[kg]	[kN/m]	X	Y	Z
1	0.161	6.212	2.30E+07	23510	0.60%	67.36%	2.03E-07
2	0.1936	5.165	2.59E+07	38330	67.01%	0.56%	5.03E-06
3	0.2866	3.49	7.30E+06	23660	1.21%	0.21%	0.00%
4	0.5048	1.981	1.39E+07	139600	0.03%	17.92%	0.04%
5	0.6302	1.587	1.97E+07	308900	12.26%	0.15%	0.00%
6	0.7199	1.389	106600	2181	4.52E-07	2.23E-07	0.18%
7	0.7833	1.277	4.74E+06	114700	0.08%	0.26%	0.00%
8	0.8116	1.232	7.26E+06	188700	0.24%	5.21%	0.02%
9	0.8151	1.227	66910	1755	0.00%	0.04%	0.11%
10	0.8811	1.135	63640	1951	8.90E-07	4.86E-06	0.12%

Resumen dinámico de los primeros 10 modos de vibrar

# Cortante Basal



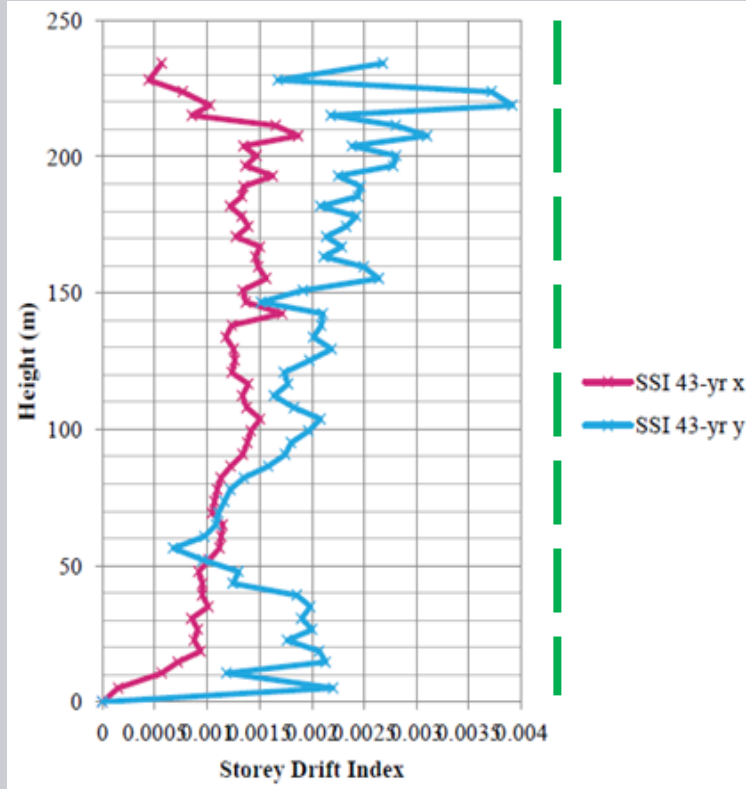
Se incorporó un factor de escala en el análisis para garantizar la **cortante en la base de 3% mínimo** indicado en el documento de criterios de daño



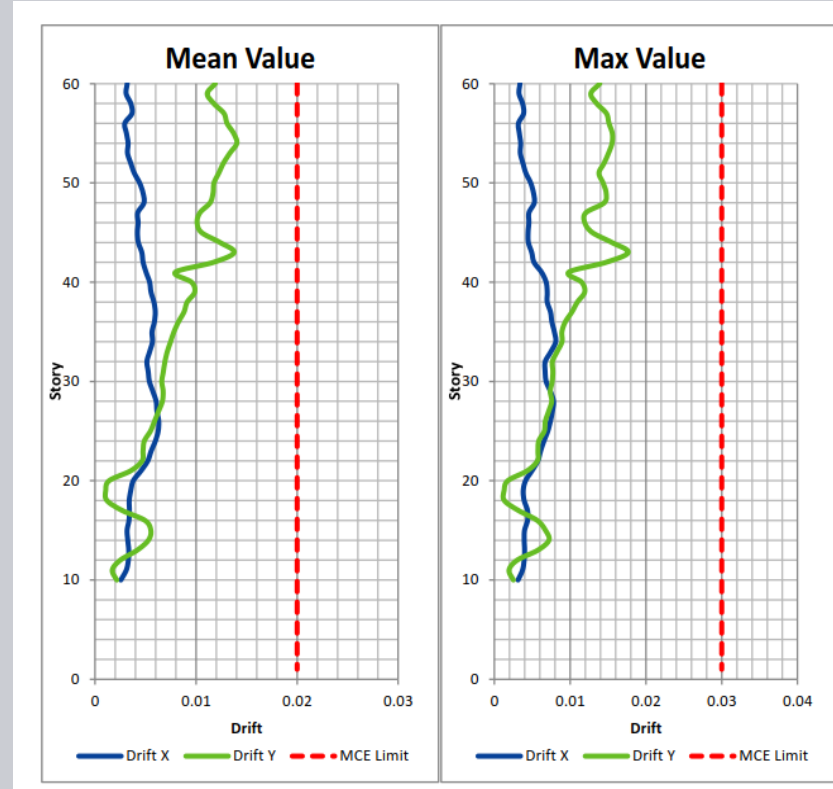
Direction	Base Shear		Scaling Factor
X	19.3MN	2.246%	1.336
Y	23.0MN	2.671%	1.123

*Seismic Mass = 861MN*

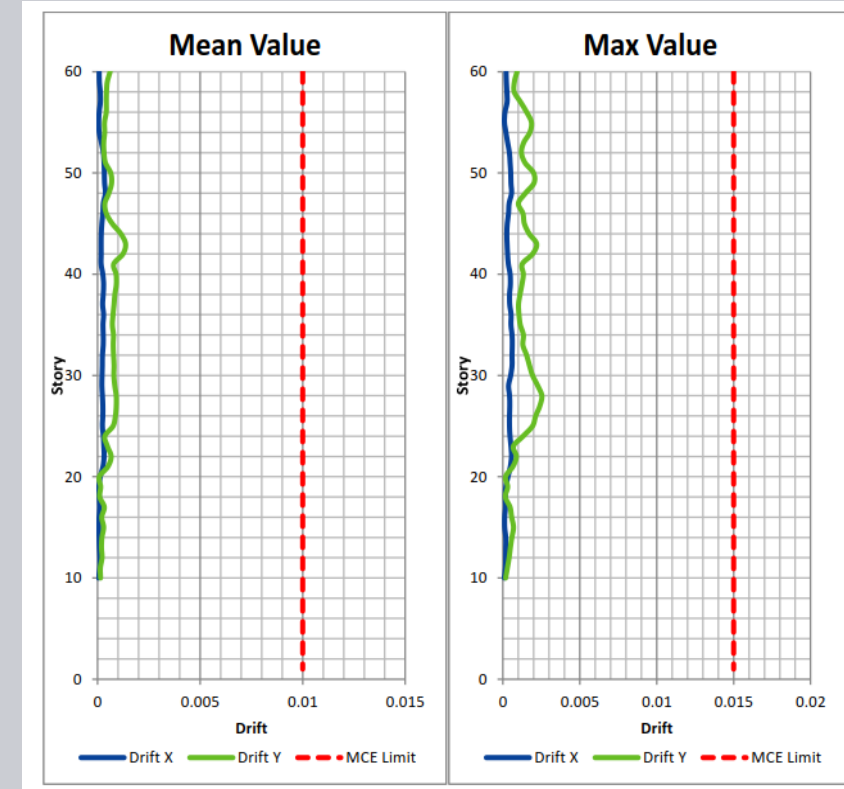
# Distorsiones



Distorsiones de Entrepiso  
Espectro de Respuesta Periodo  
de Retorno de 43 Años

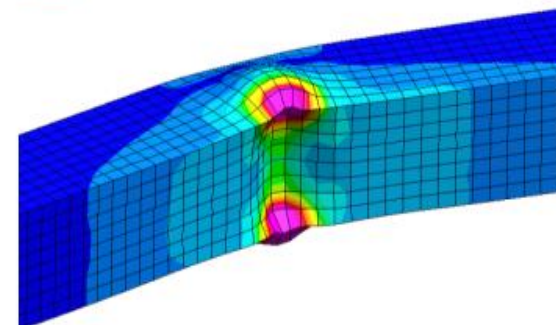
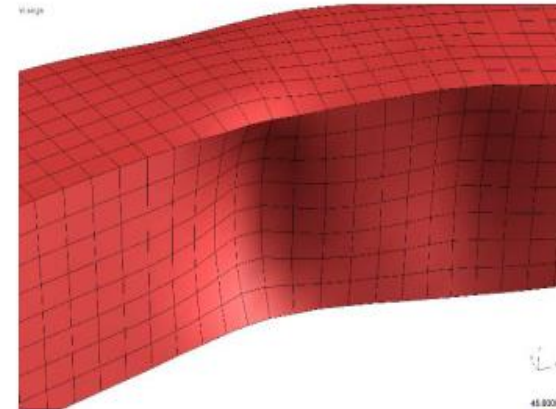
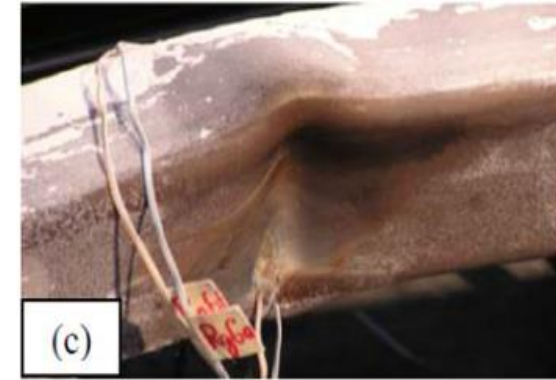
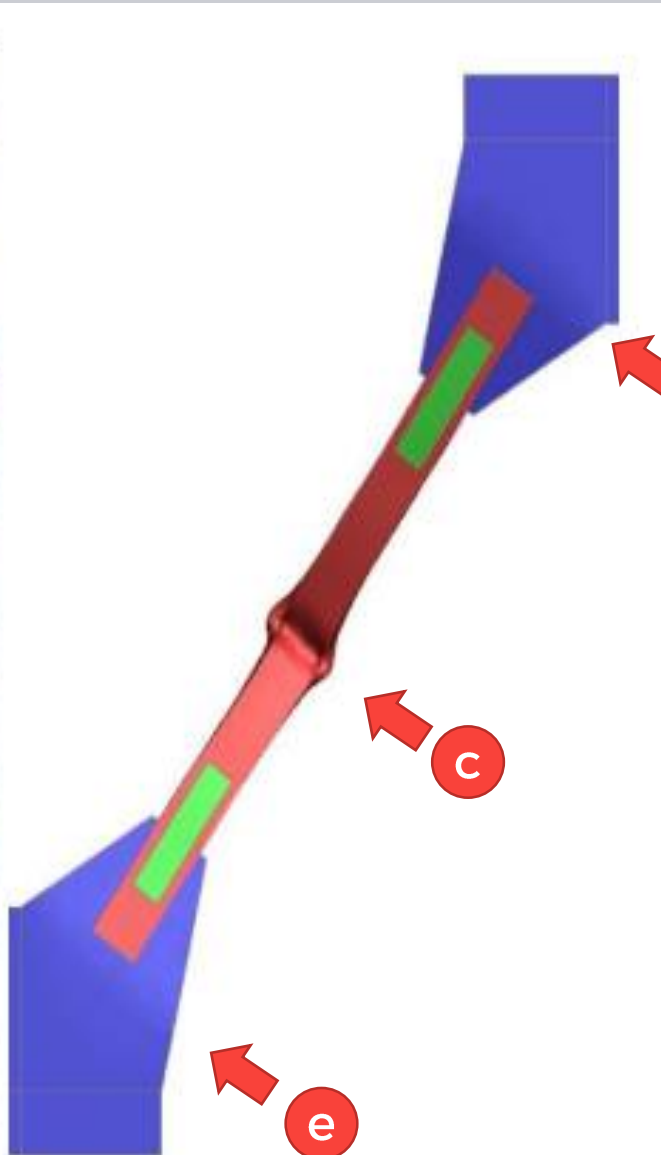


Distorsiones de Entrepiso  
Transitorias  
MCE

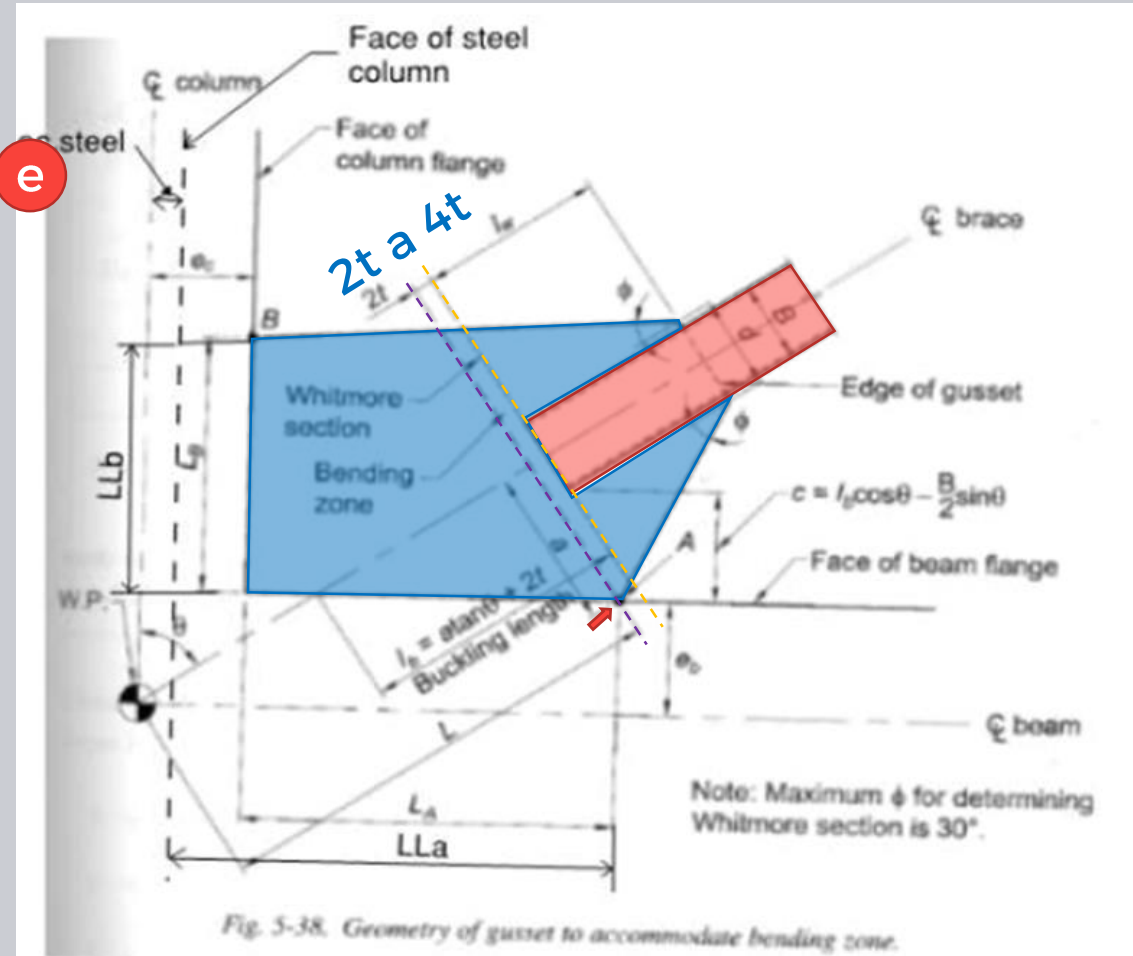
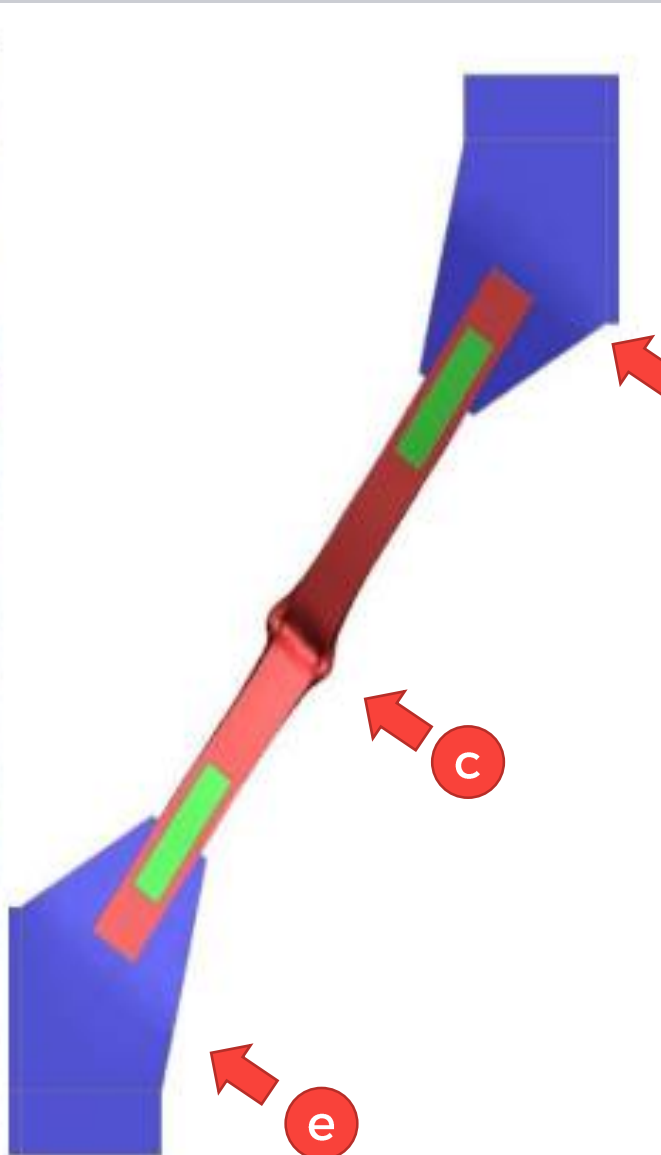


Distorsiones de Entrepiso  
Residuales  
MCE

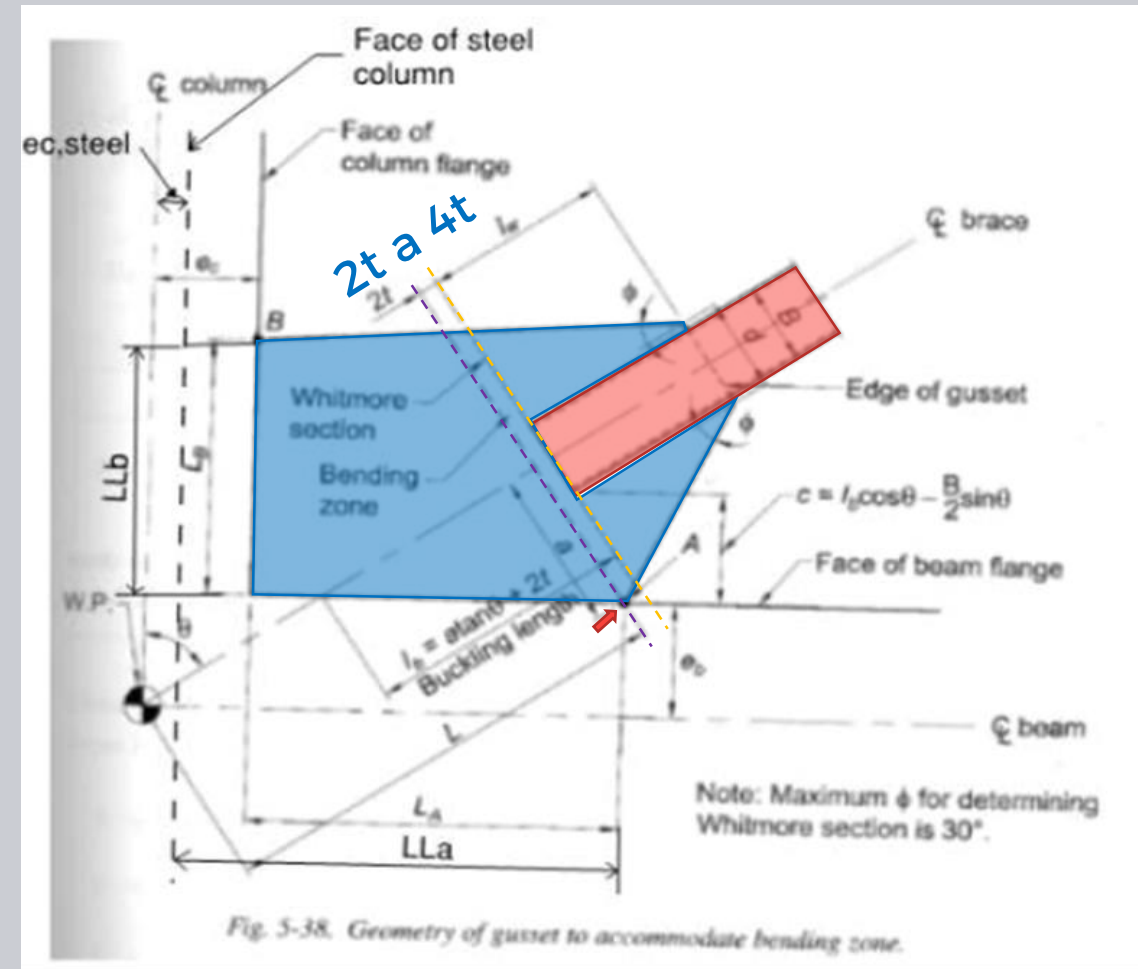
# Análisis No Lineal - Diagonales



# Análisis No Lineal - Diagonales



# Análisis No Lineal - Diagonales

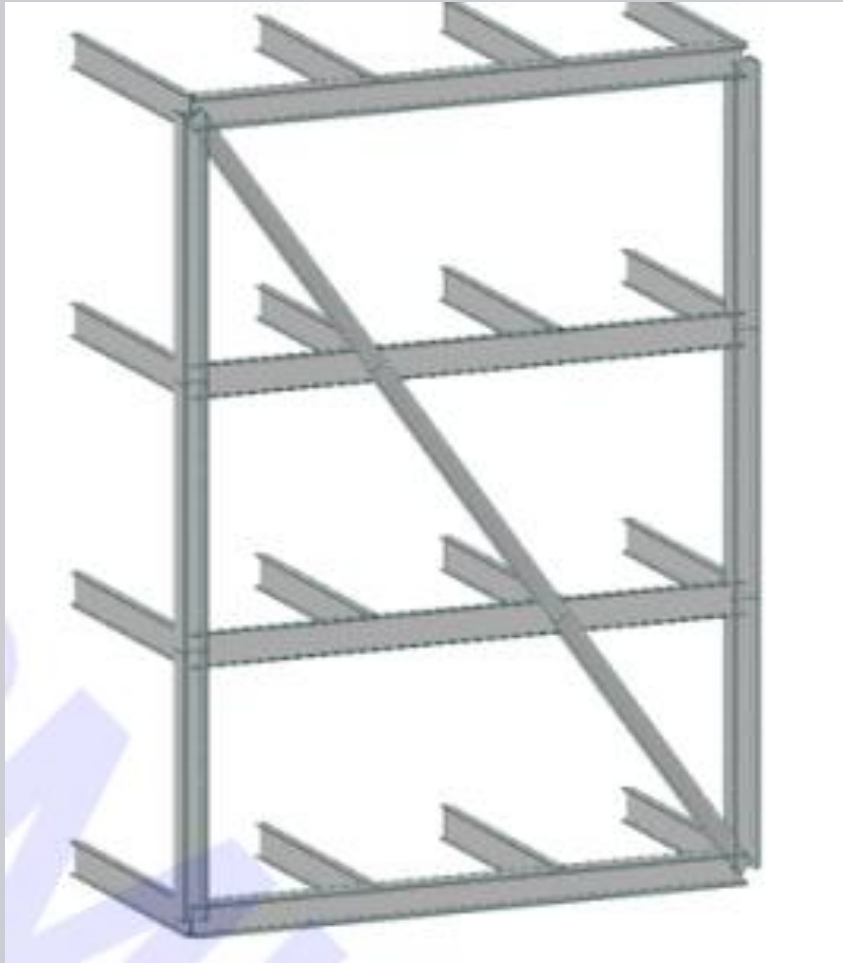


# Análisis No Lineal - Diagonales

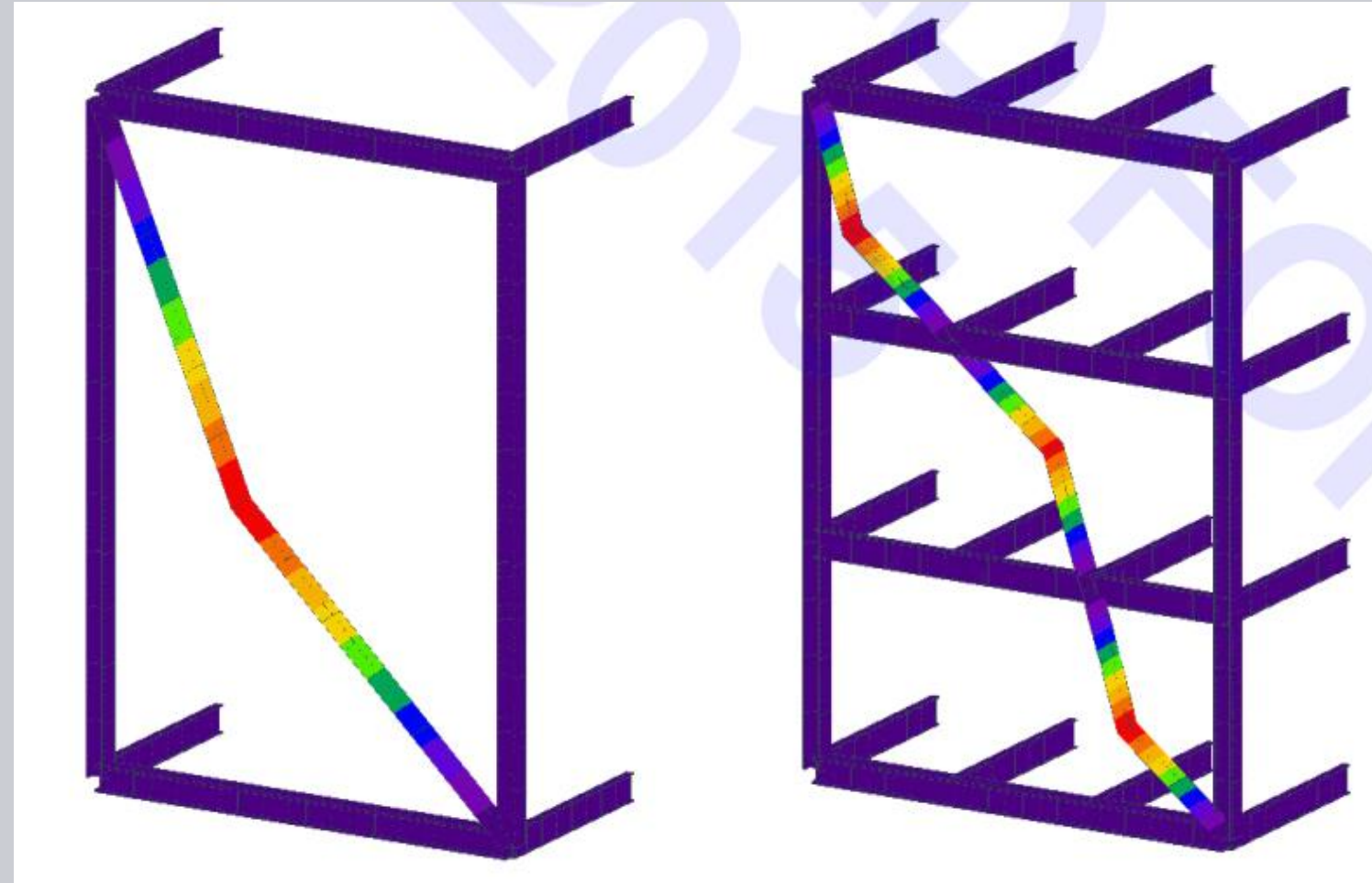




# Análisis No Lineal - Diagonales

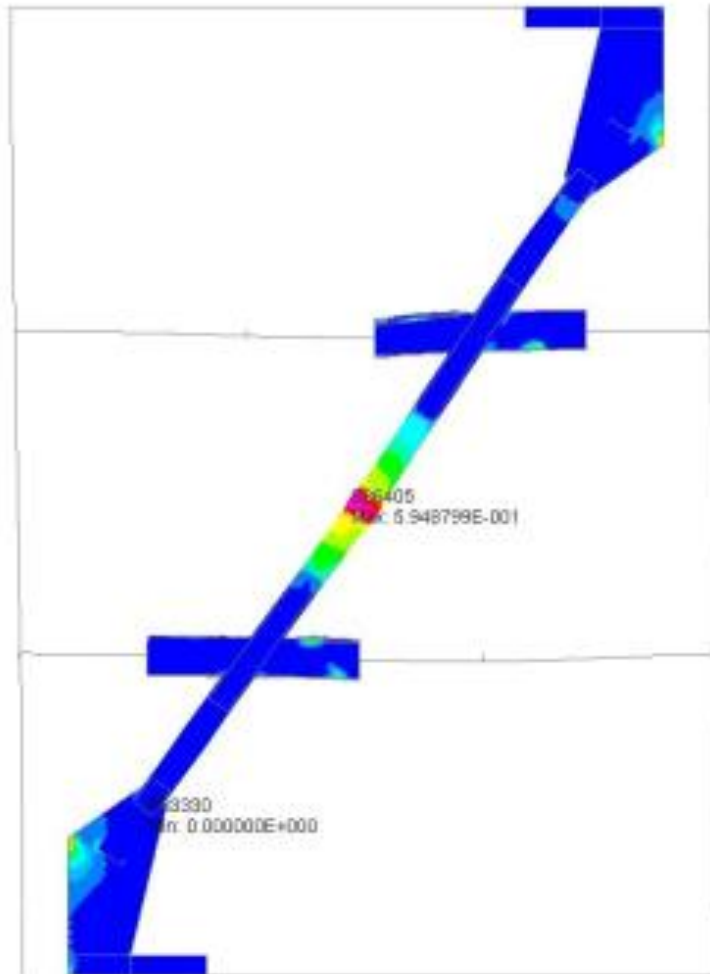
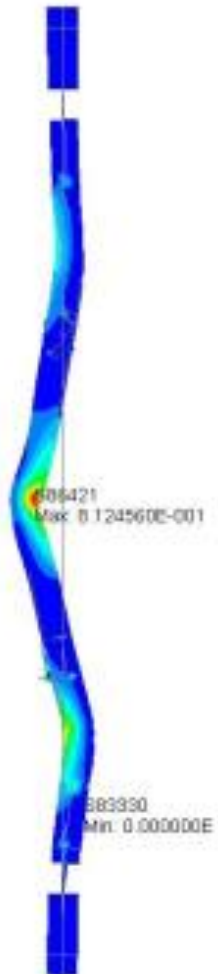


Arriostamiento Tipo de Diagonales

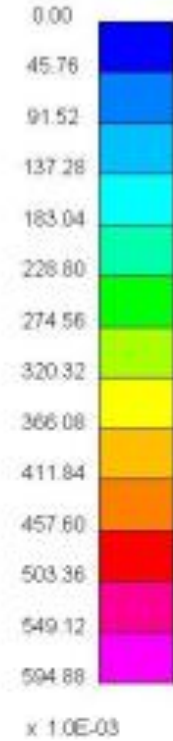


Pandeo Tipo de Diagonales

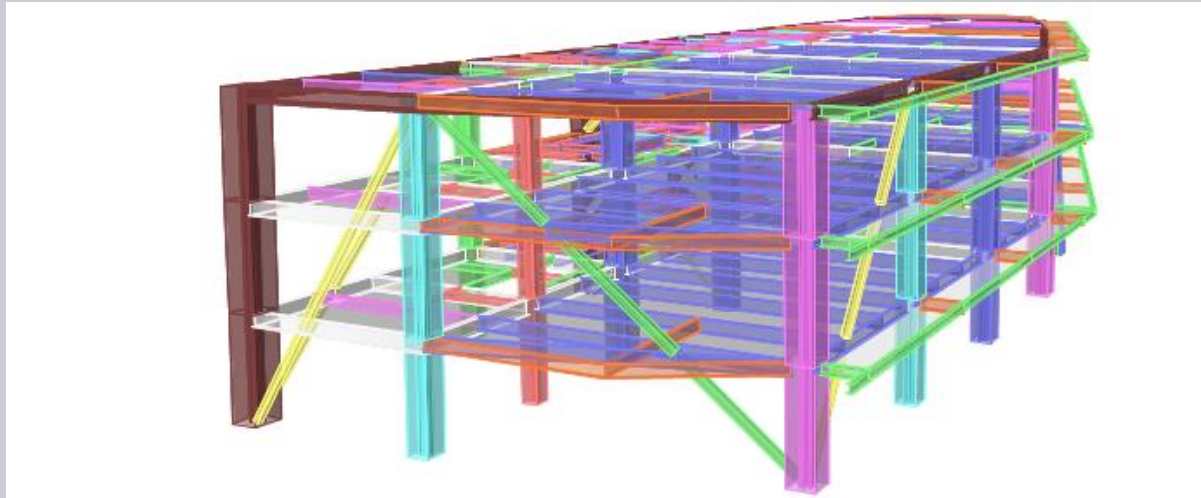
# Análisis No Lineal - Diagonales



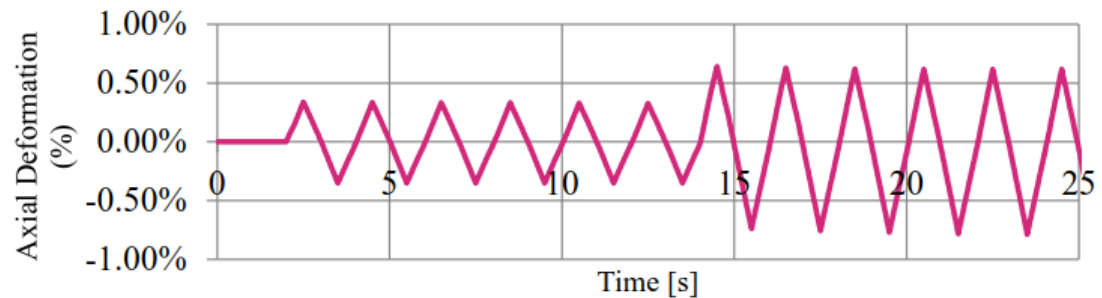
PLASTIC\_STRAIN  
(Mag all pts)



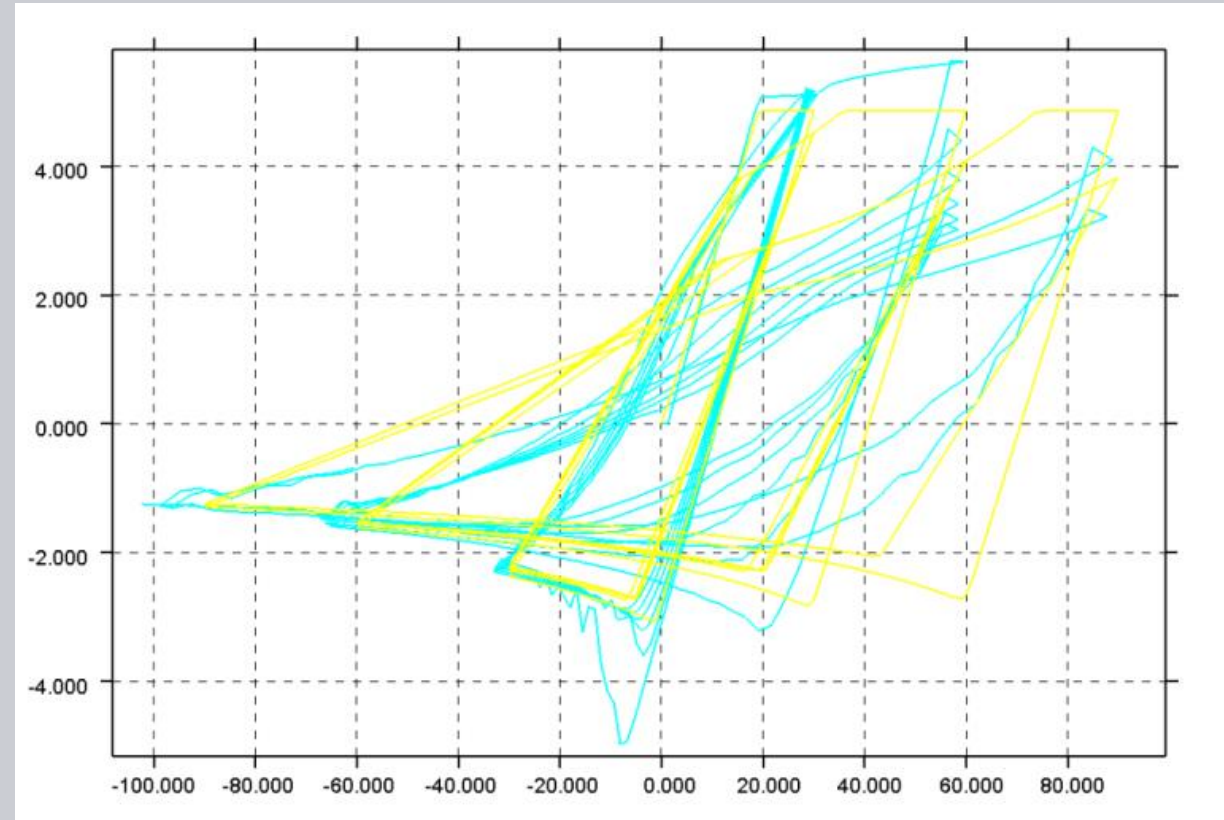
# Análisis No Lineal - Diagonales



Representación de Diagonales a lo Largo de Tres Niveles de Entrepiso

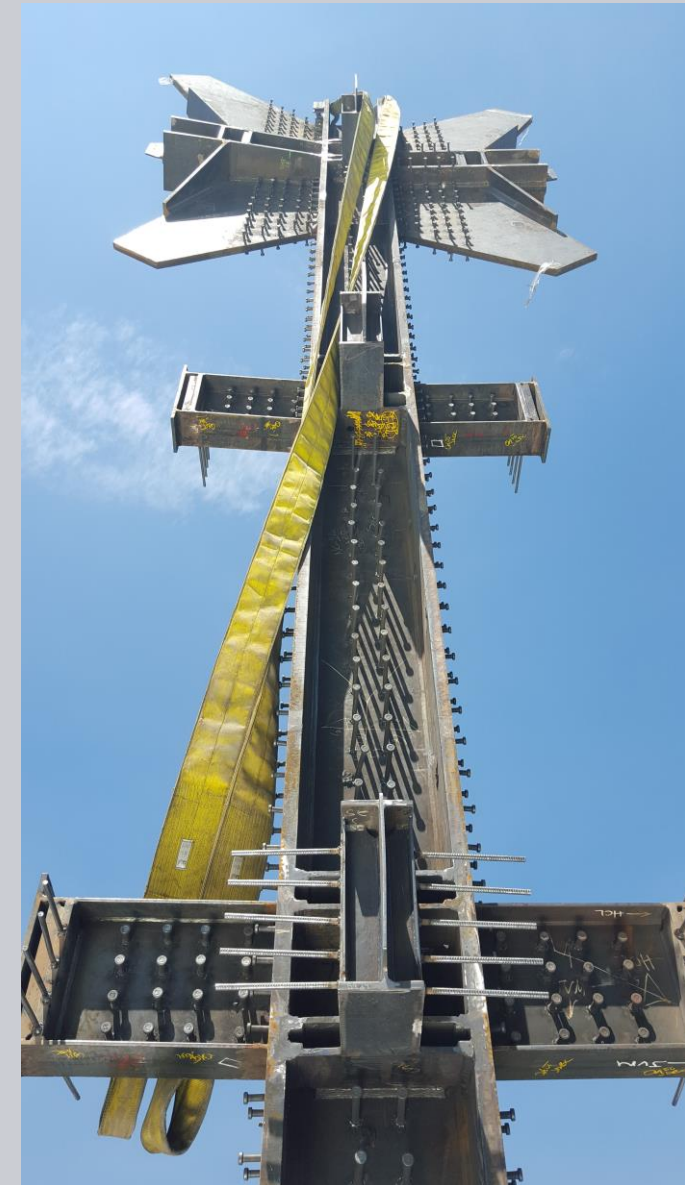
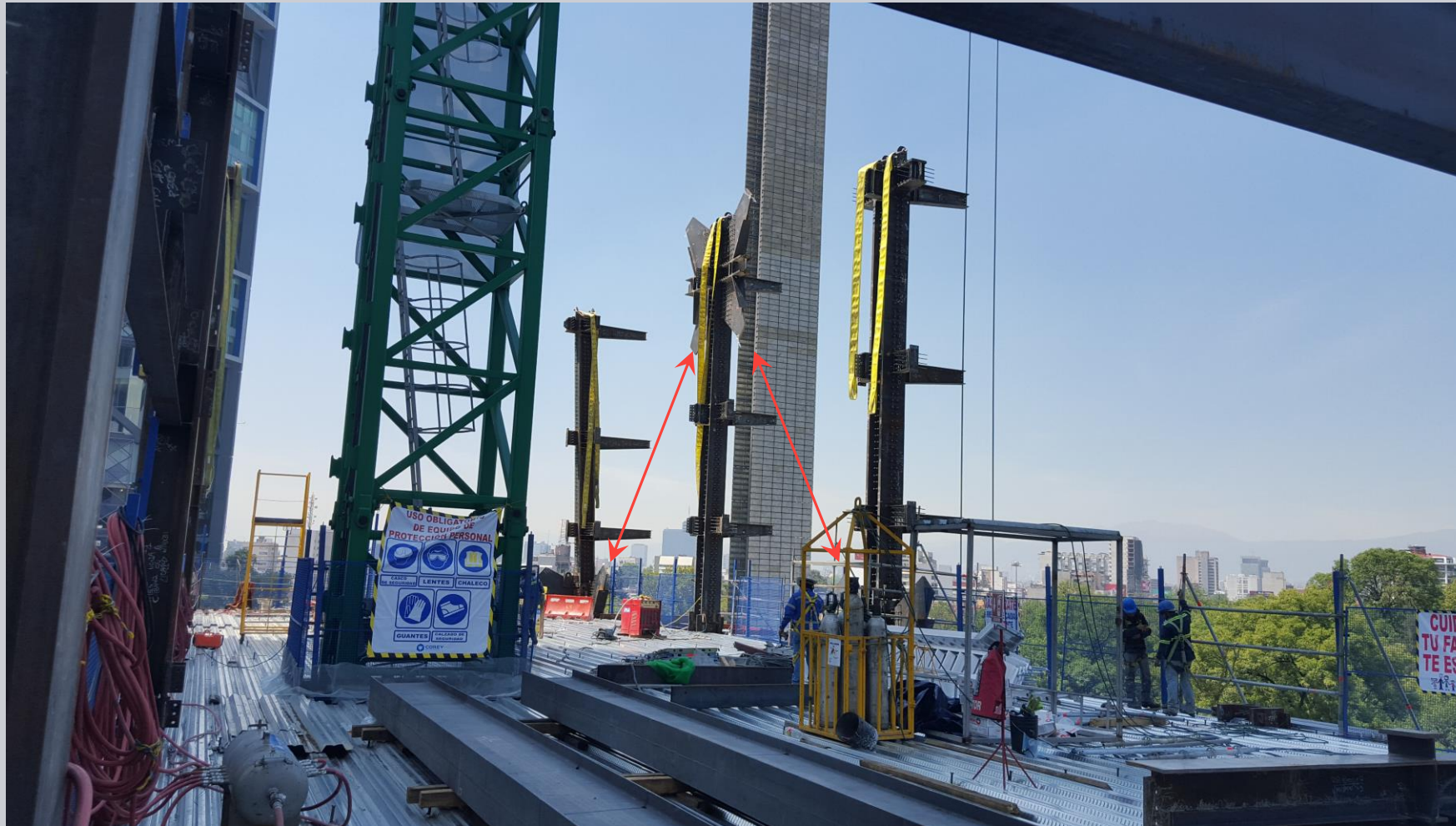


Análisis Tiempo Vs Deformación Axial de Diagonales

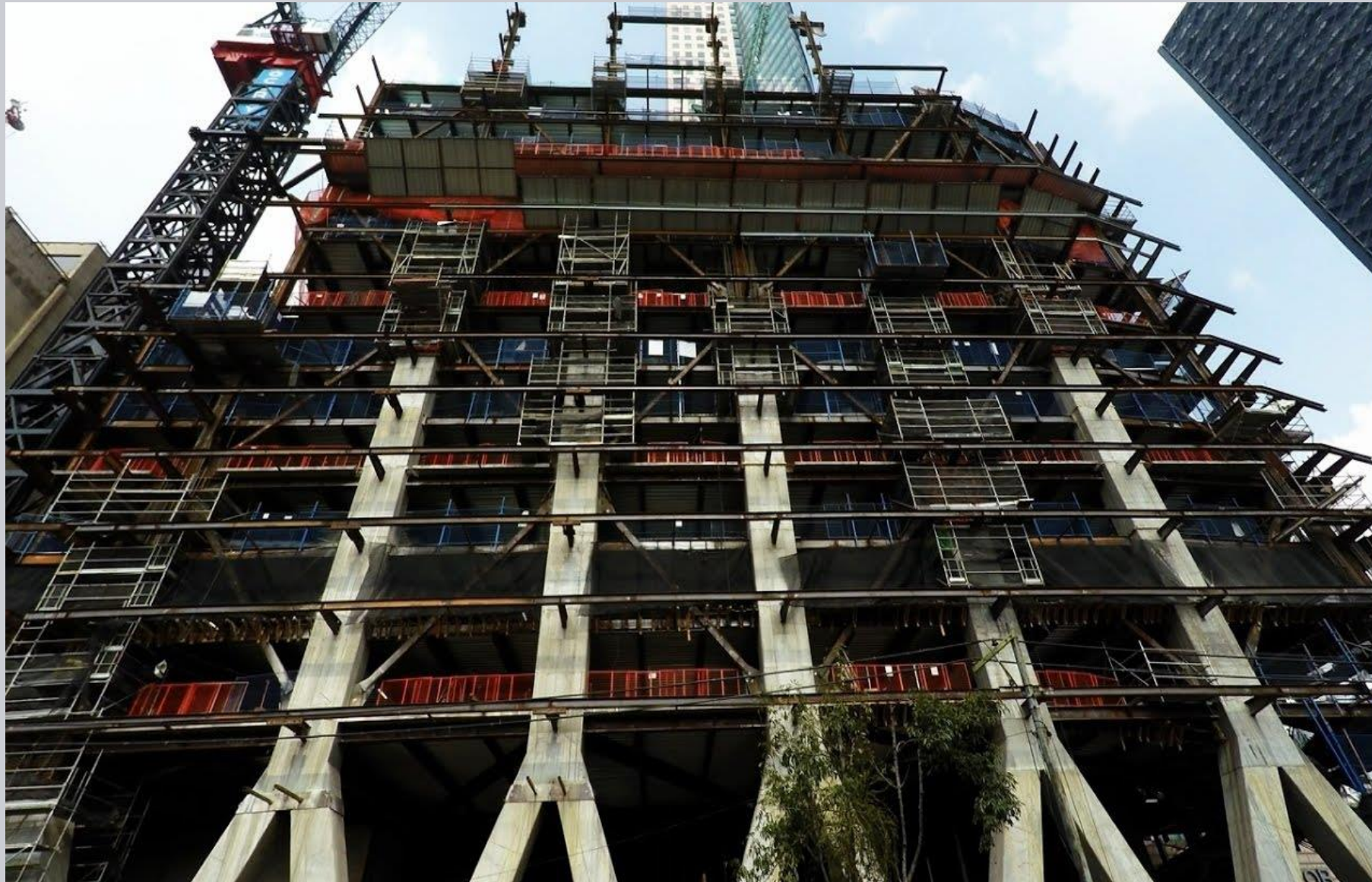


Ciclo Histerético del Modelo **Local** en Color **Azul**  
Ciclo Histerético del Modelo **Global** en Color **Amarillo**

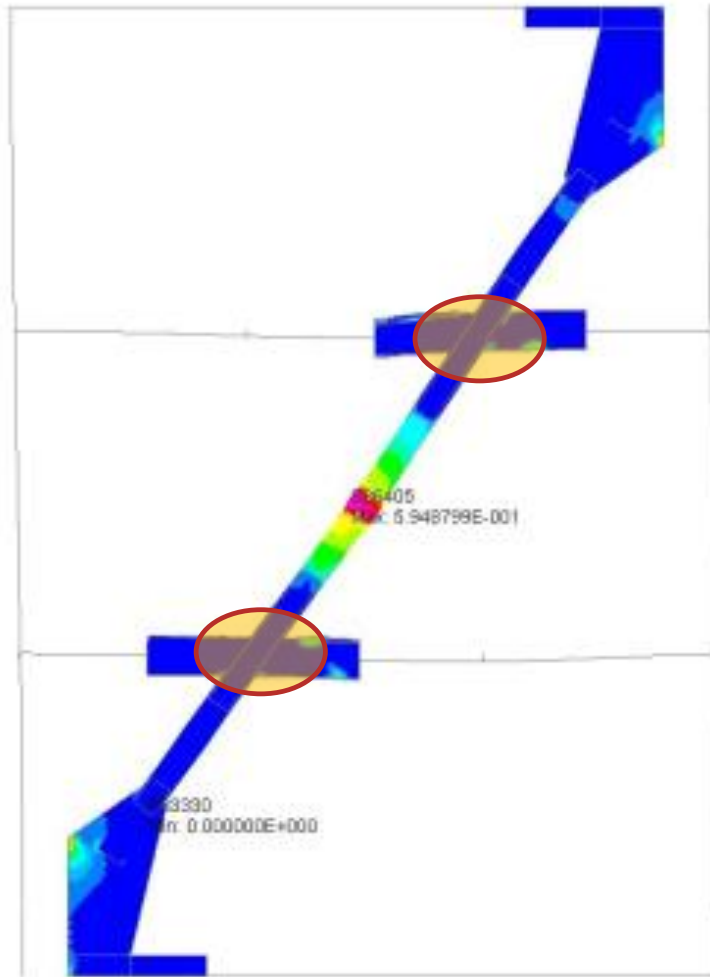
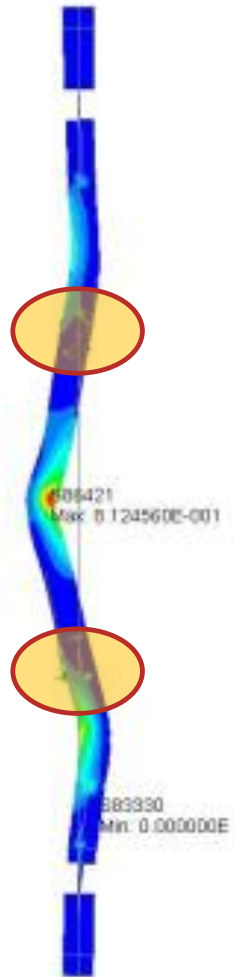
# Análisis No Lineal - Diagonales



# Análisis No Lineal - Diagonales



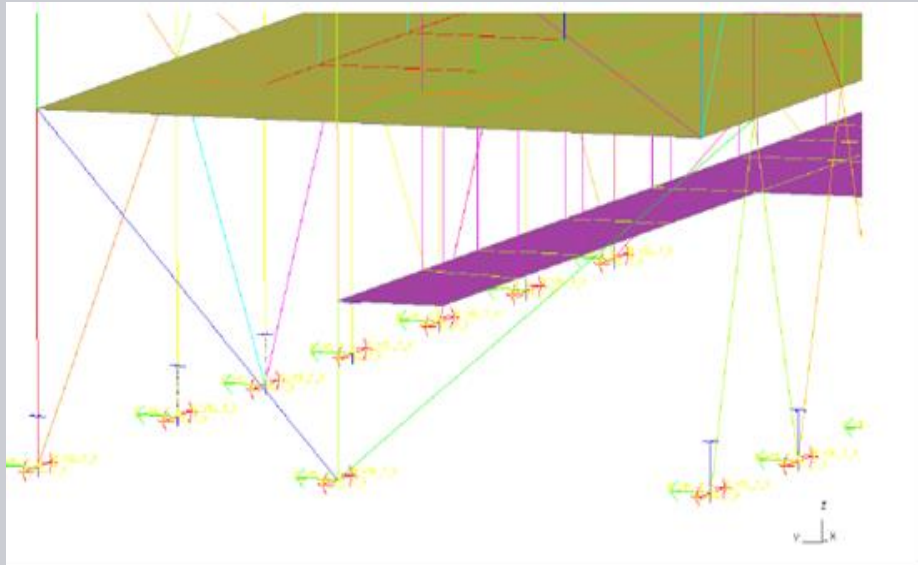
# Análisis No Lineal - Diagonales



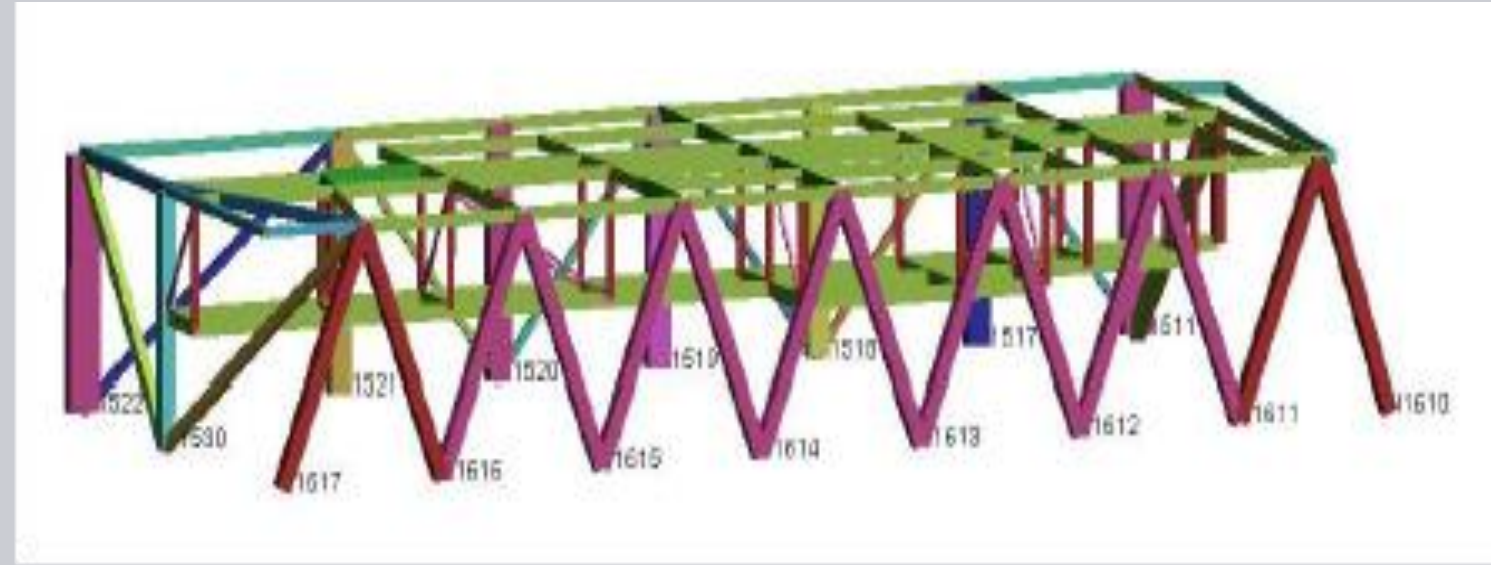
# Análisis No Lineal - Condiciones de Frontera en la Base



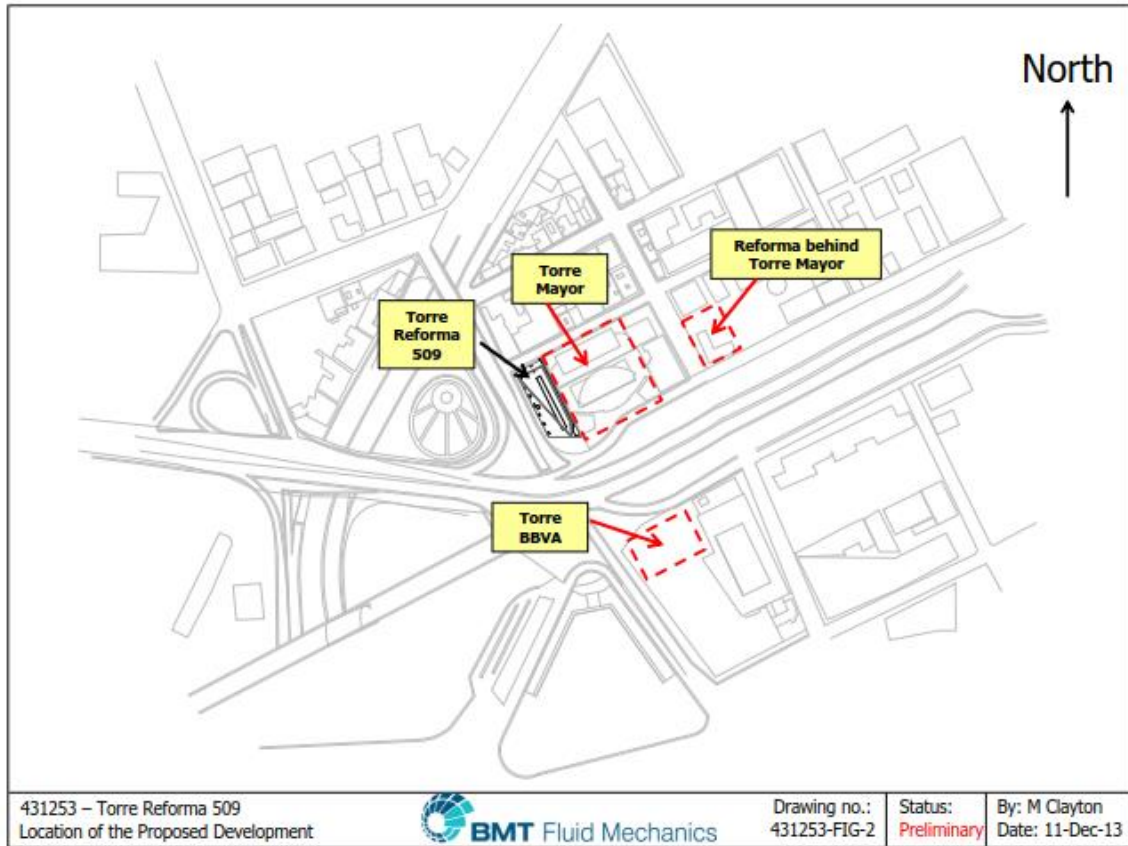
- Las ***componentes del sismo*** están aplicadas en cada uno de los nodos de la base.
- ***Resortes rotacionales*** representan la rigidez de los ***muros de cimentación***



Condiciones de Frontera en la Base del Modelo de Base Fija



Ubicación de Diagonales en la Base del Modelo de Base Fija

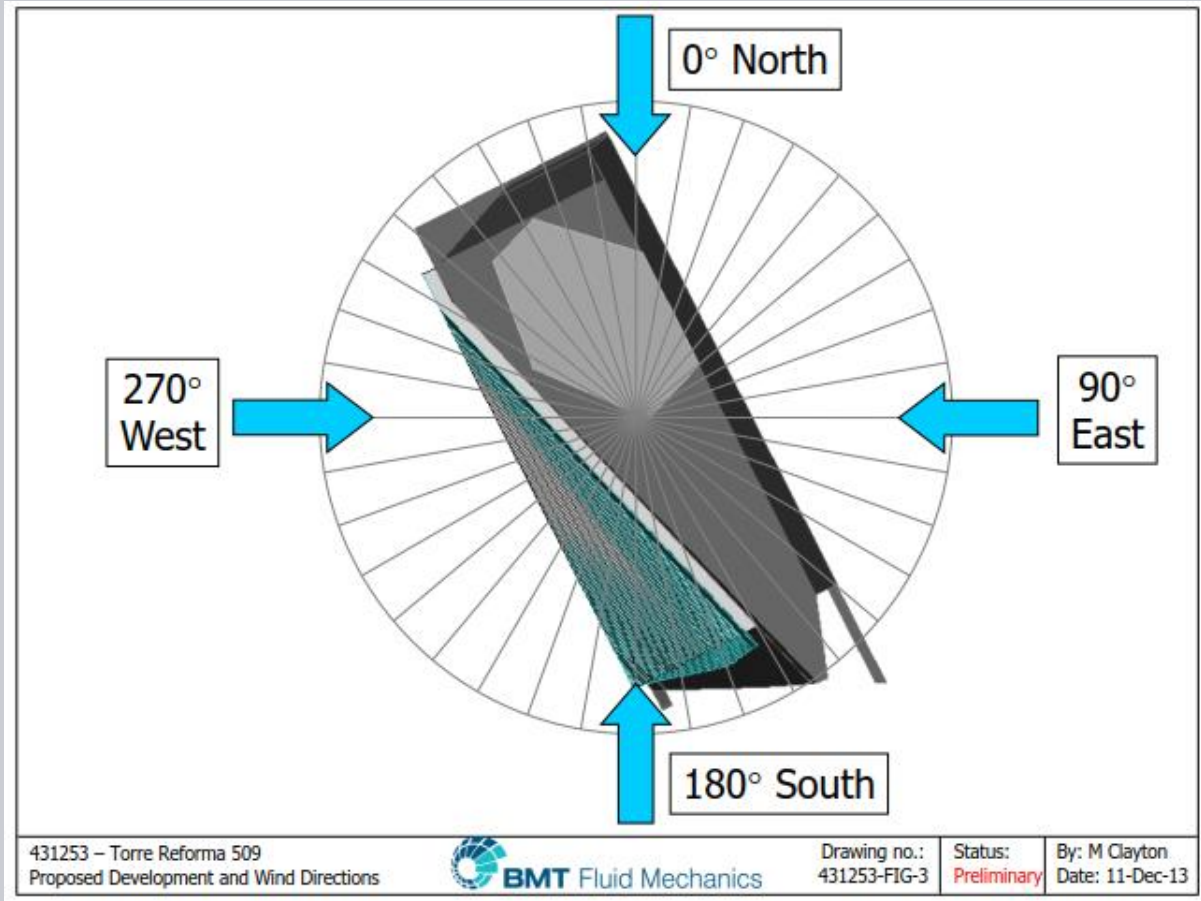


Ubicación Torre Chapultepec Uno

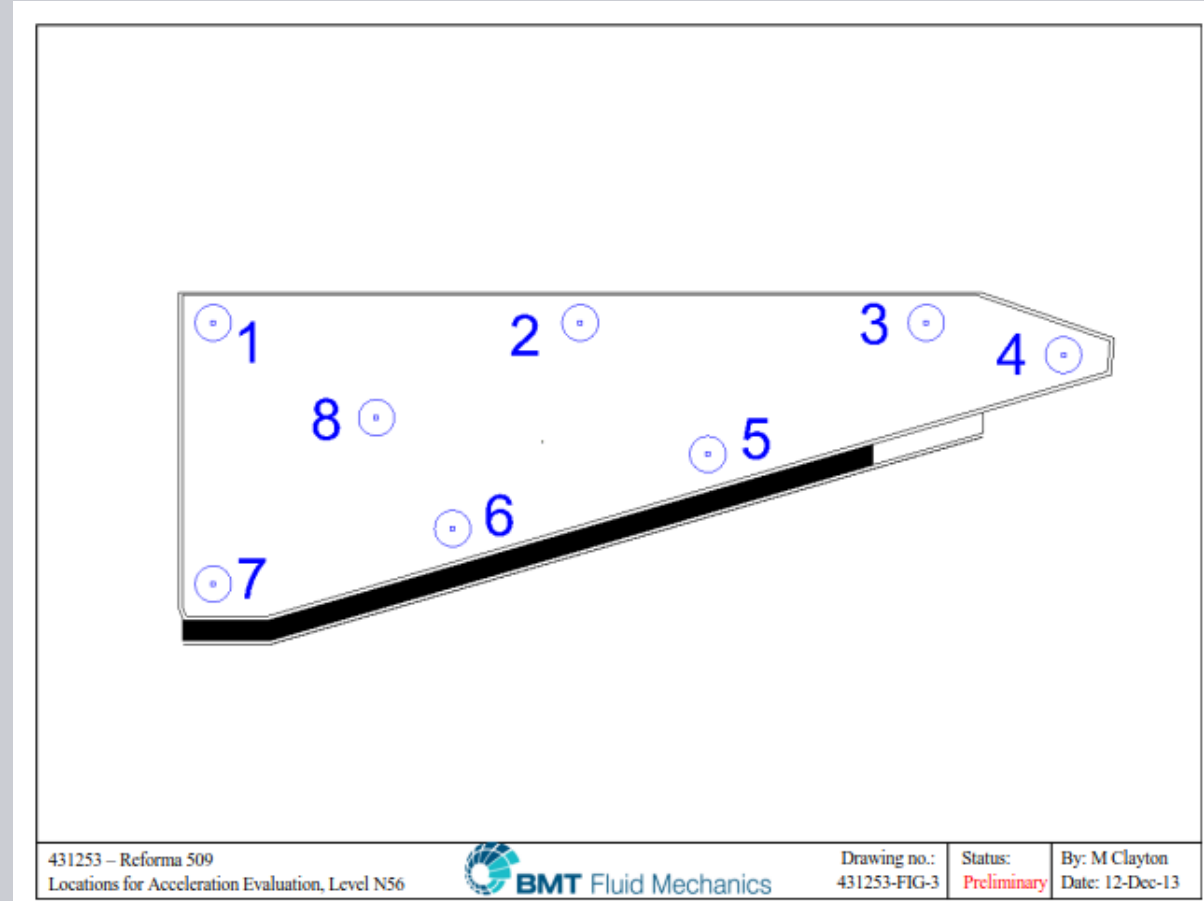


Influencia de Construcciones Cercanas en el Análisis del Túnel de Viento



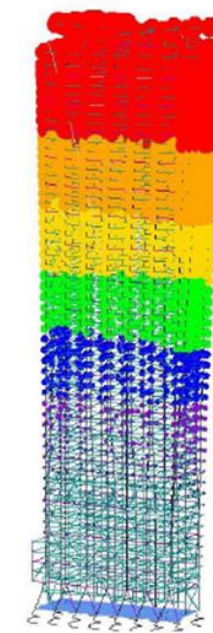
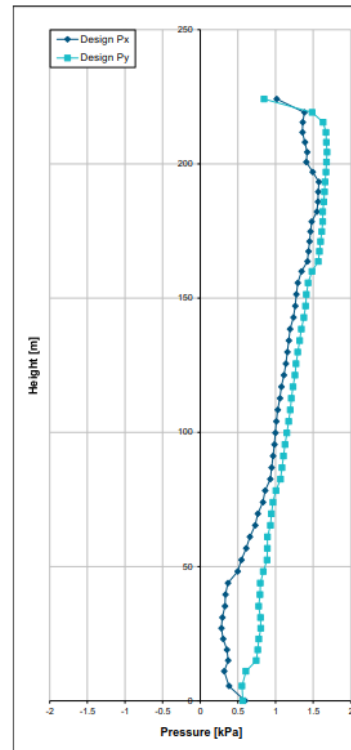
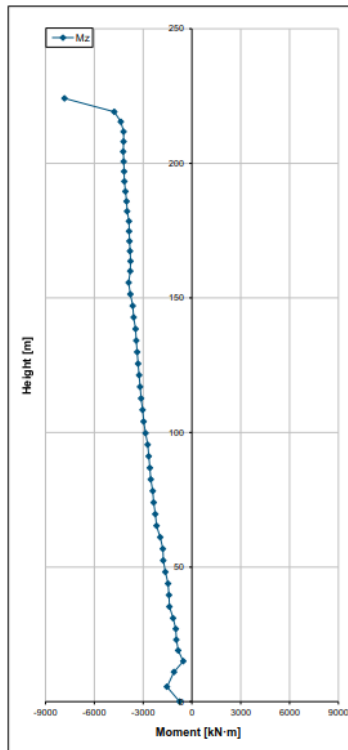
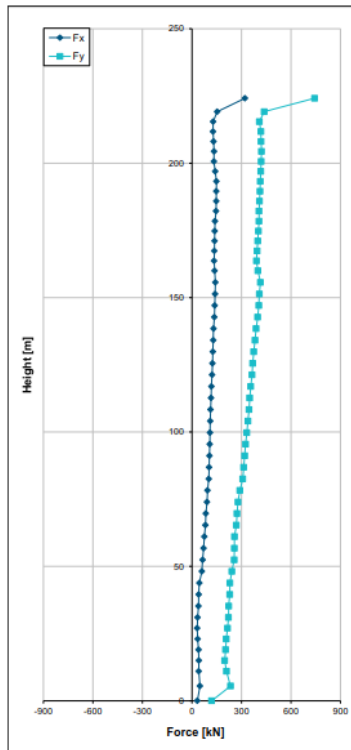


Direcciones del Viento



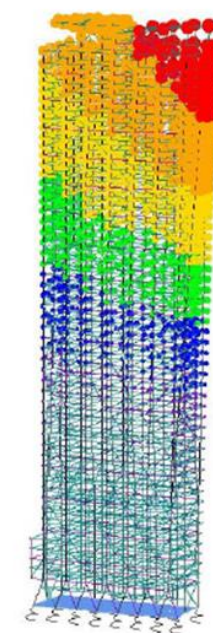
Nivel y Puntos de Análisis Dentro de la Planta de Estudio

# Estudio de Viento



ANALYSIS LAYER  
Scale: 1:1261.  
Highlighted:  
Coincident Nodes  
Coincident Elements  
Resolved Translation, [U]: 0.1250 m/pic.cm  
Output axis: global  
0.07733 m  
0.06628 m  
0.05524 m  
0.04419 m  
0.03314 m  
0.02209 m  
0.01105 m  
54.13E-9 m  
Case: L20 : Wind +x  
Case: A20 : Wind +x  
Contour case

Major Axis Wind



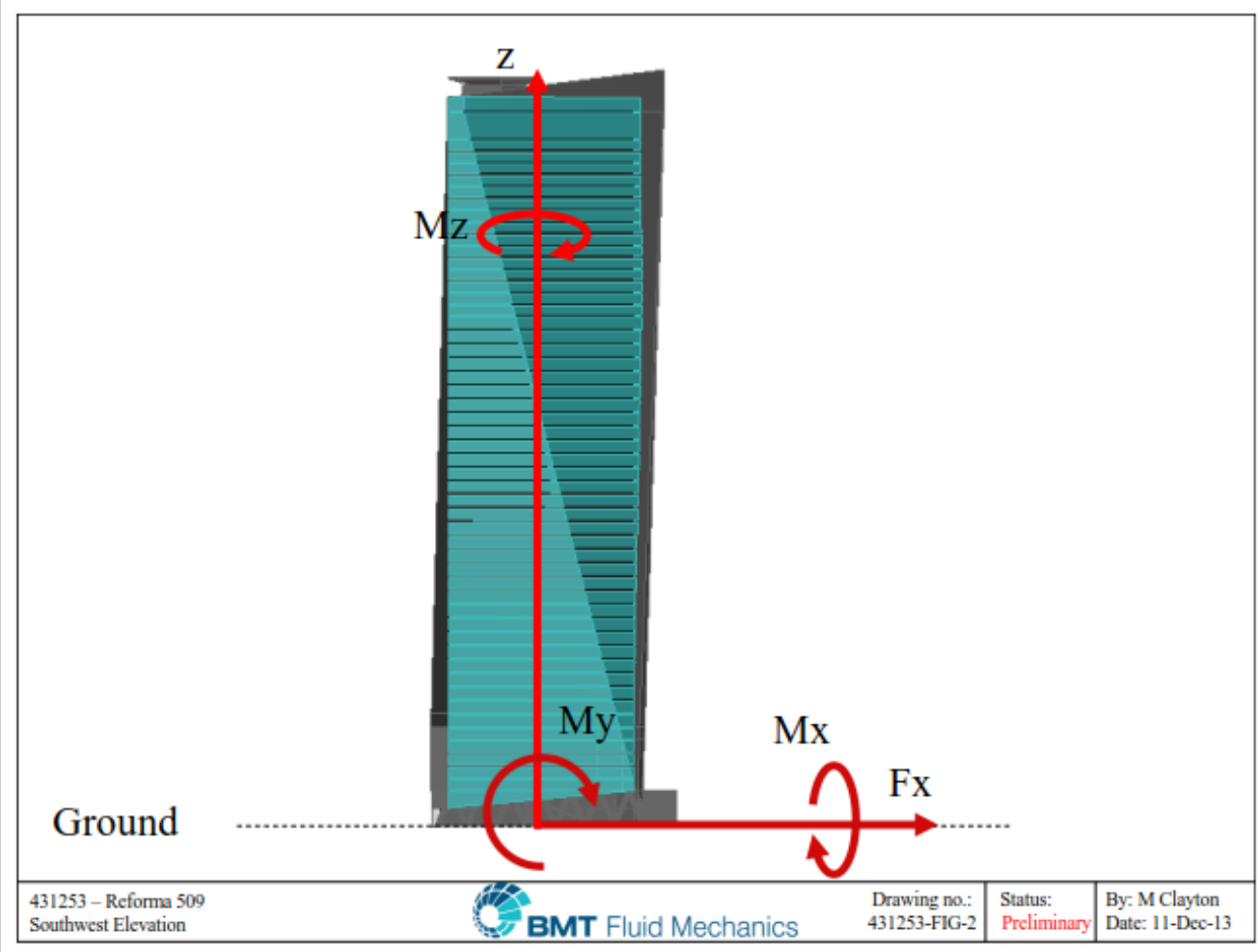
ANALYSIS LAYER  
Scale: 1:1261.  
Highlighted:  
Coincident Nodes  
Coincident Elements  
Resolved Translation, [U]: 1.000 m/pic.cm  
Output axis: global  
0.4555 m  
0.3904 m  
0.3253 m  
0.2003 m  
0.1952 m  
0.1301 m  
0.00507 m  
1.594E-0 m  
Case: L21 : Wind +y  
Case: A21 : Wind +y  
Contour case

Minor Axis Wind

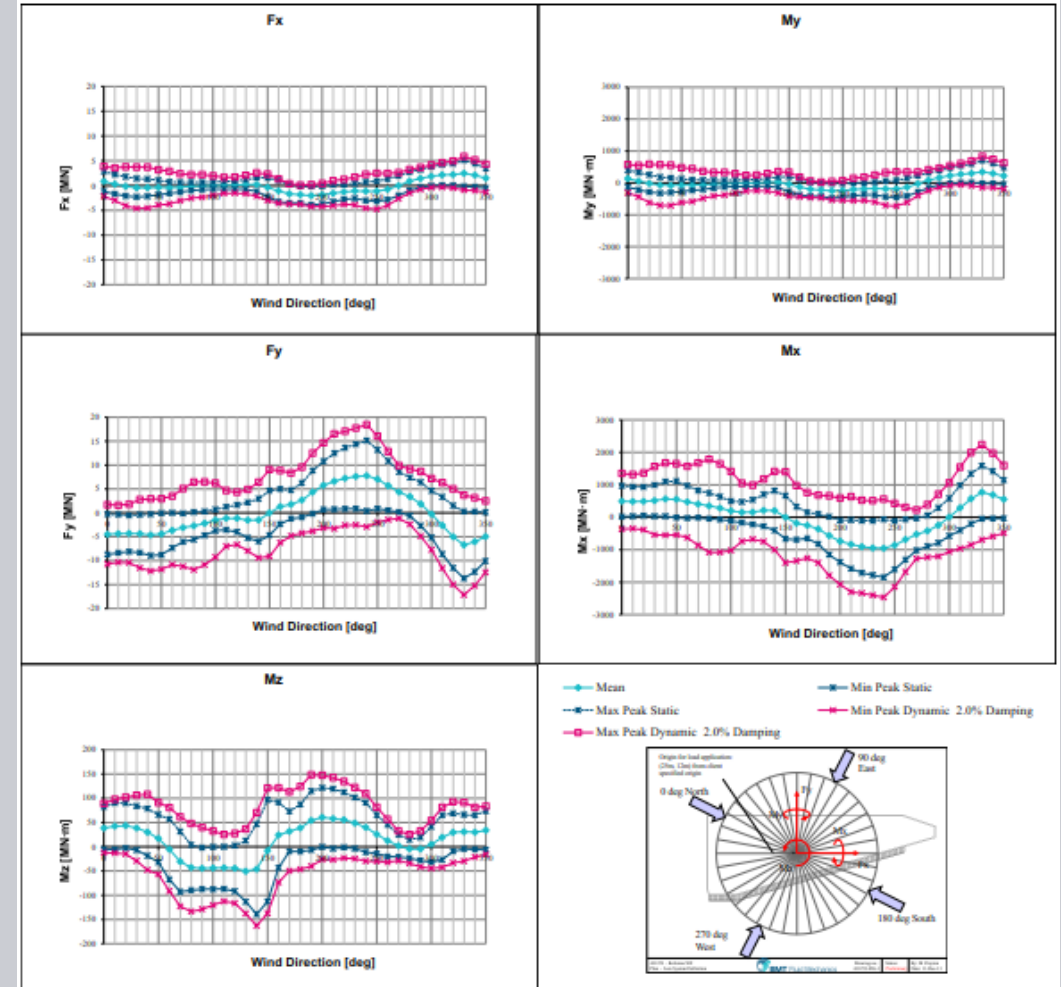
Note difference in scale between two diagrams

Fuerzas Inducidas por Viento

Desplazamientos Obtenidos por Presiones de Viento

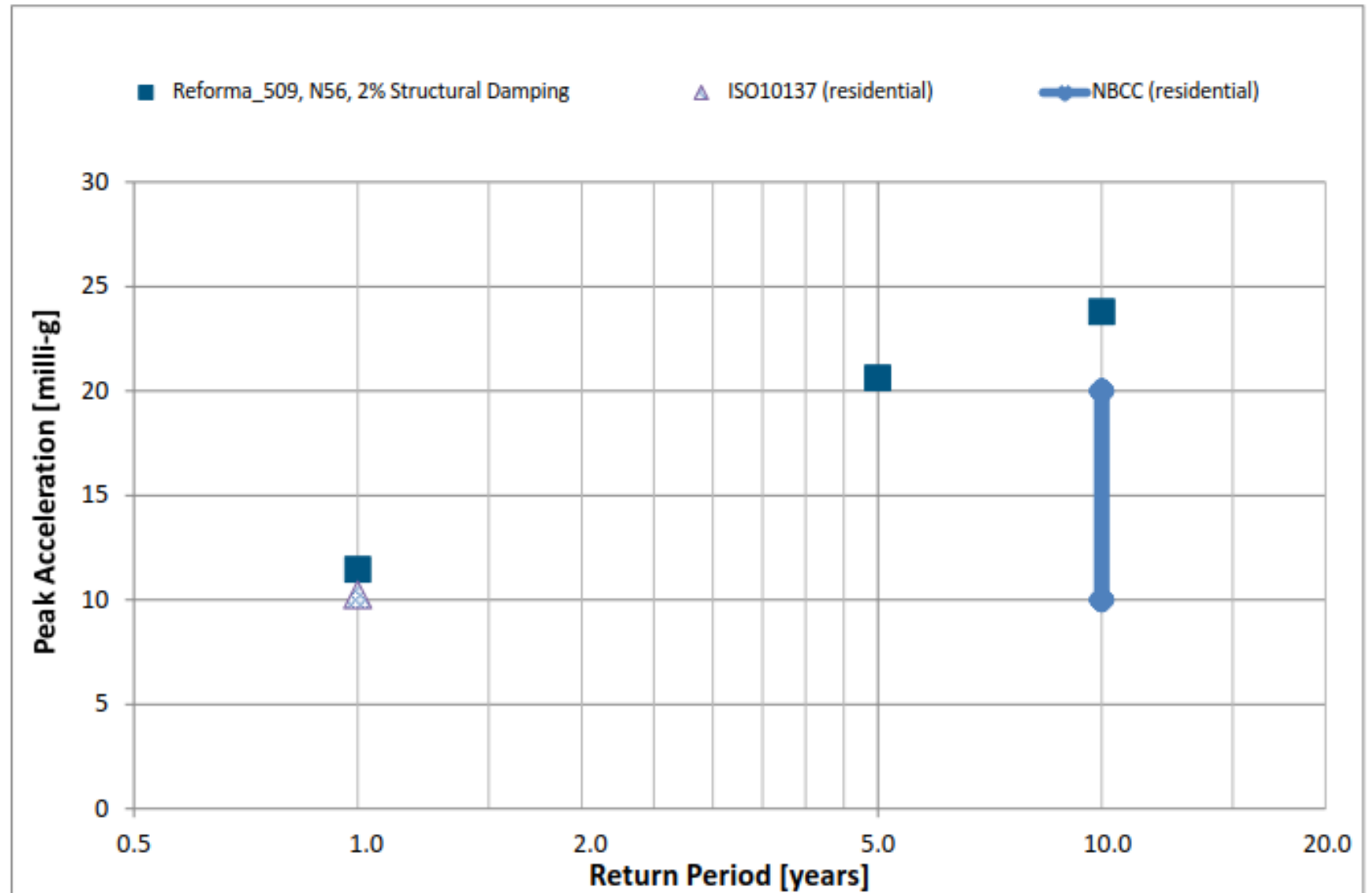


Sistema de Ejes

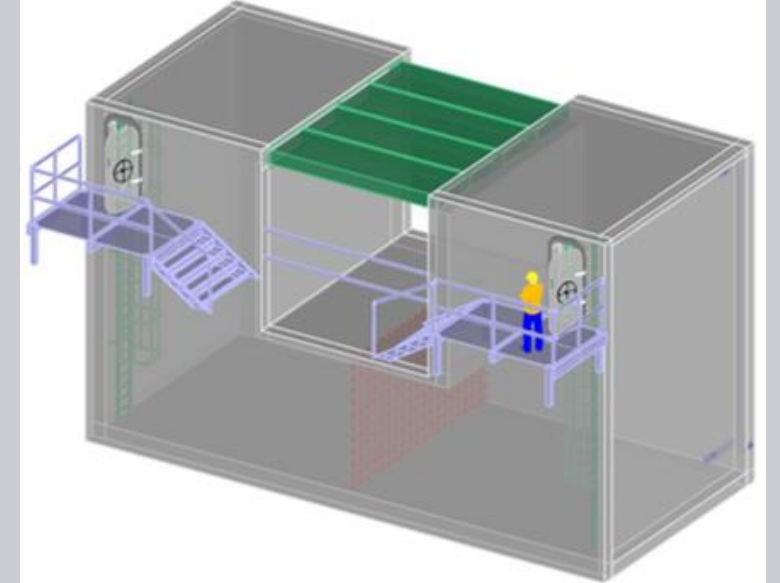
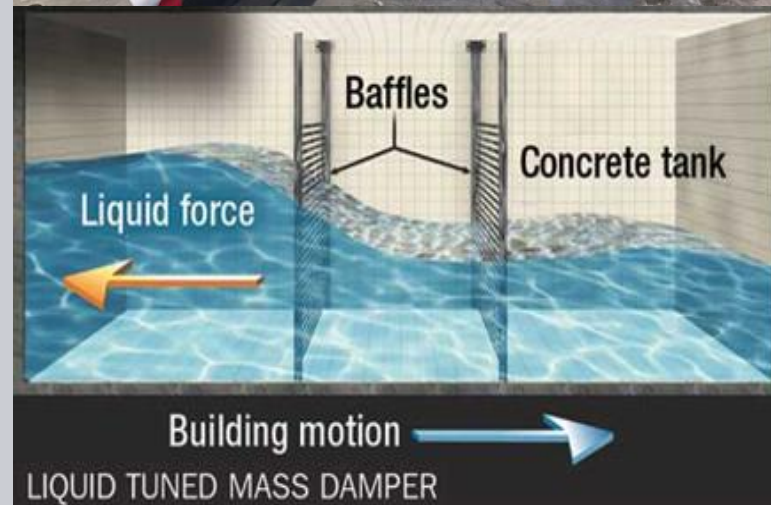
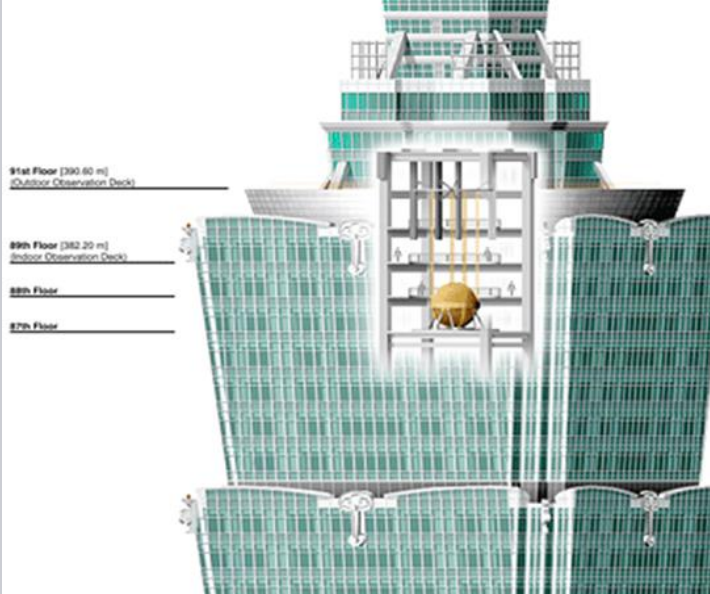
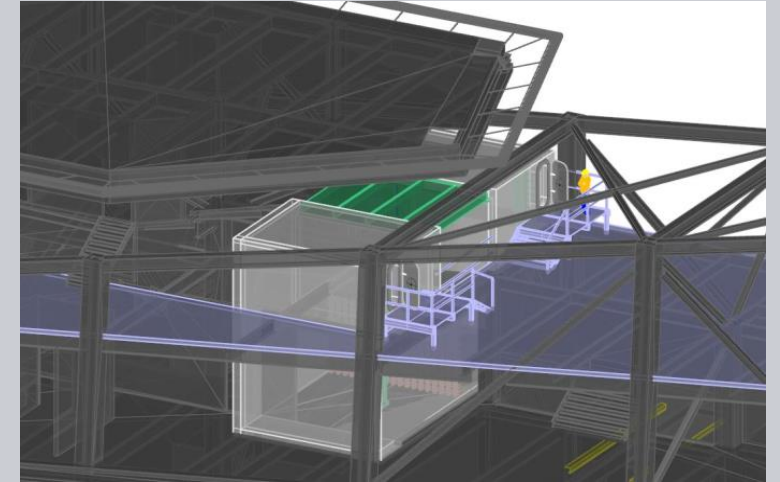
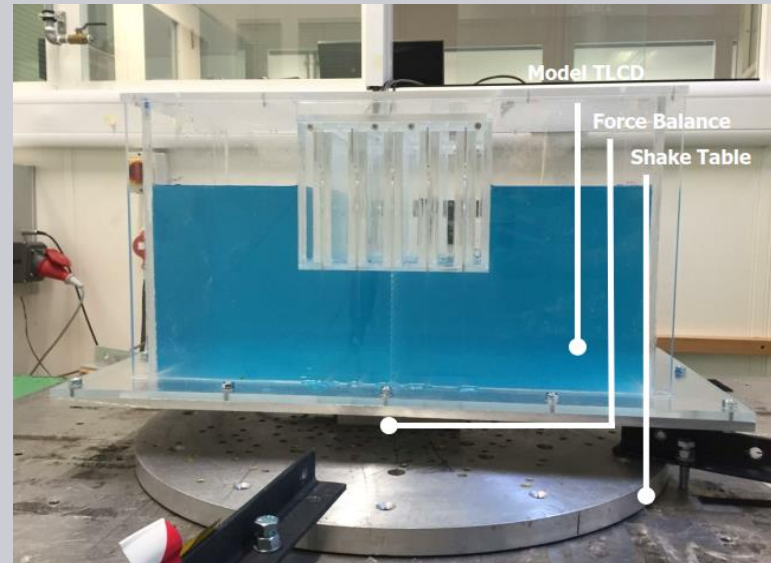


Variación de Fuerzas

Amortiguamiento de 2%



# Sintonizador de Masas

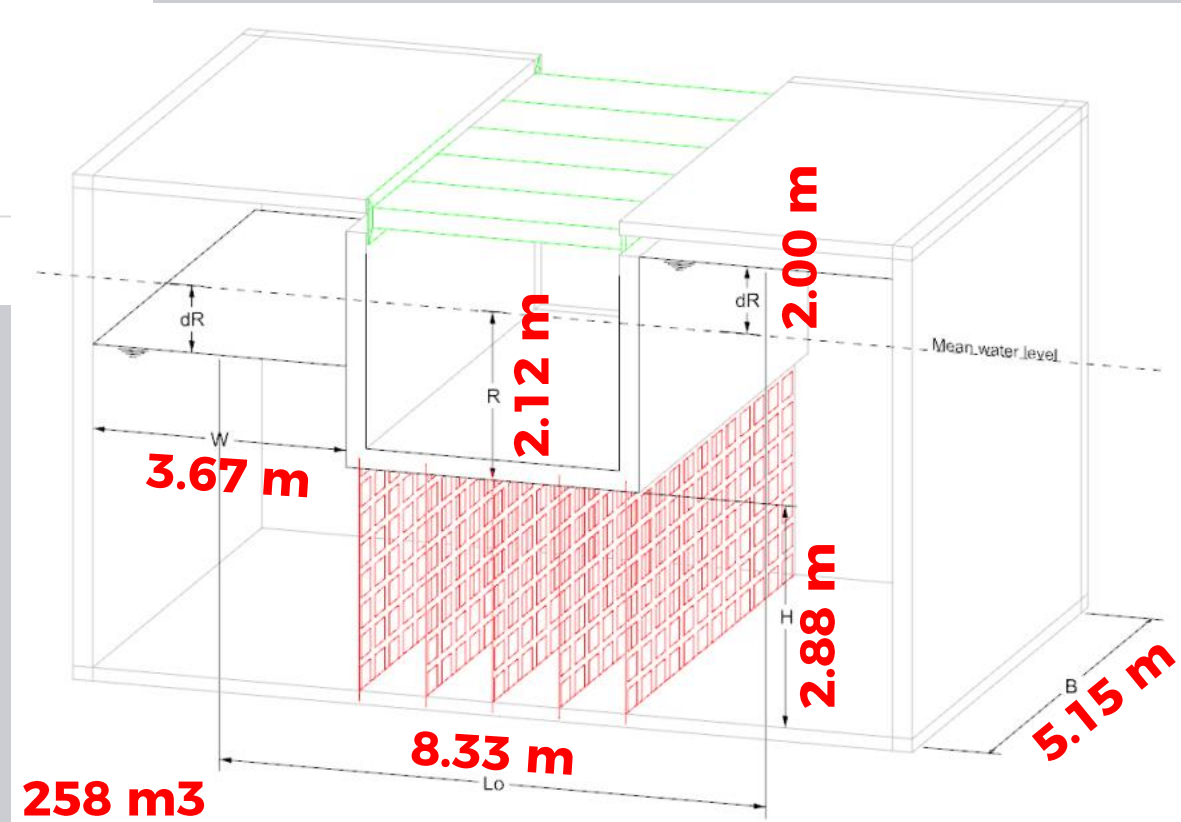
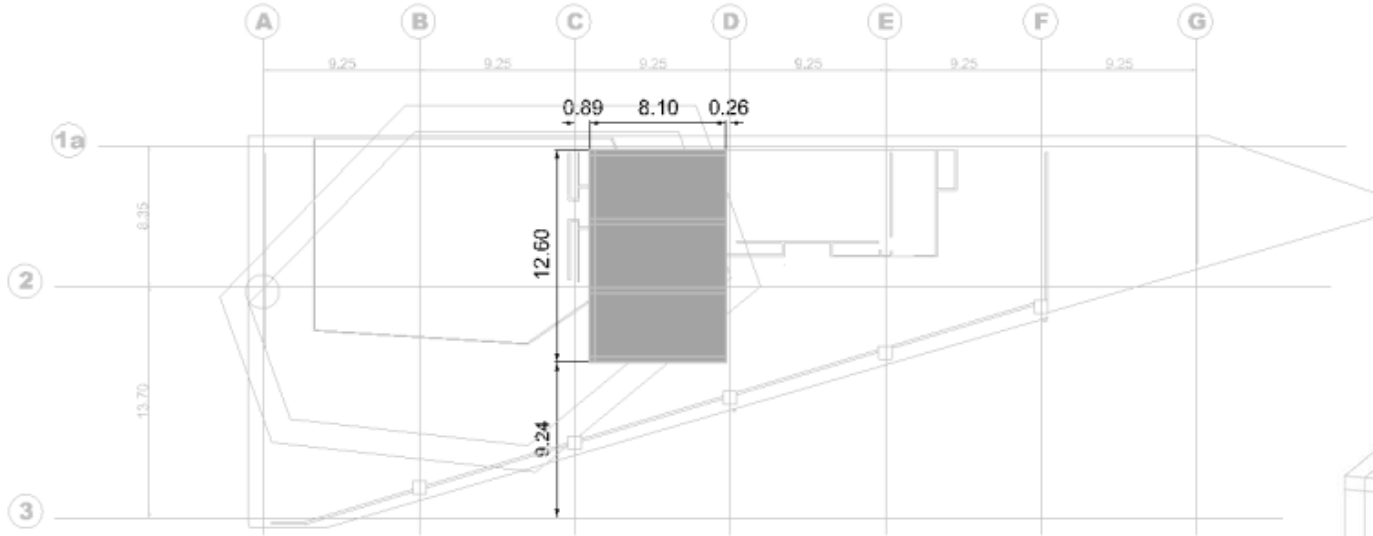


Ejemplo de Sintonizadores de Masa

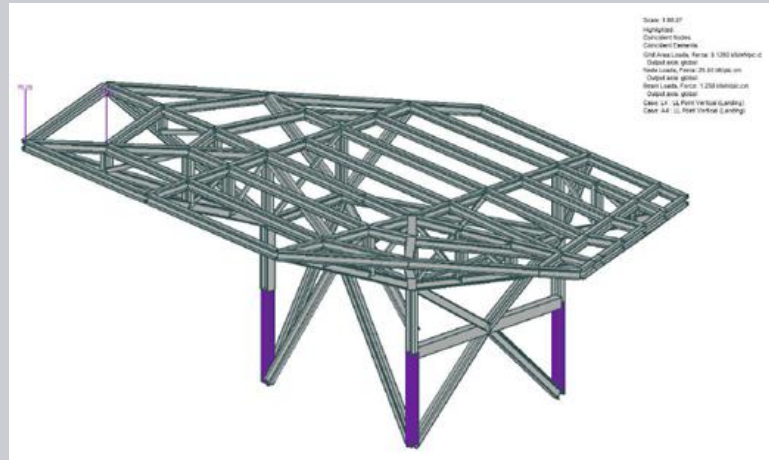
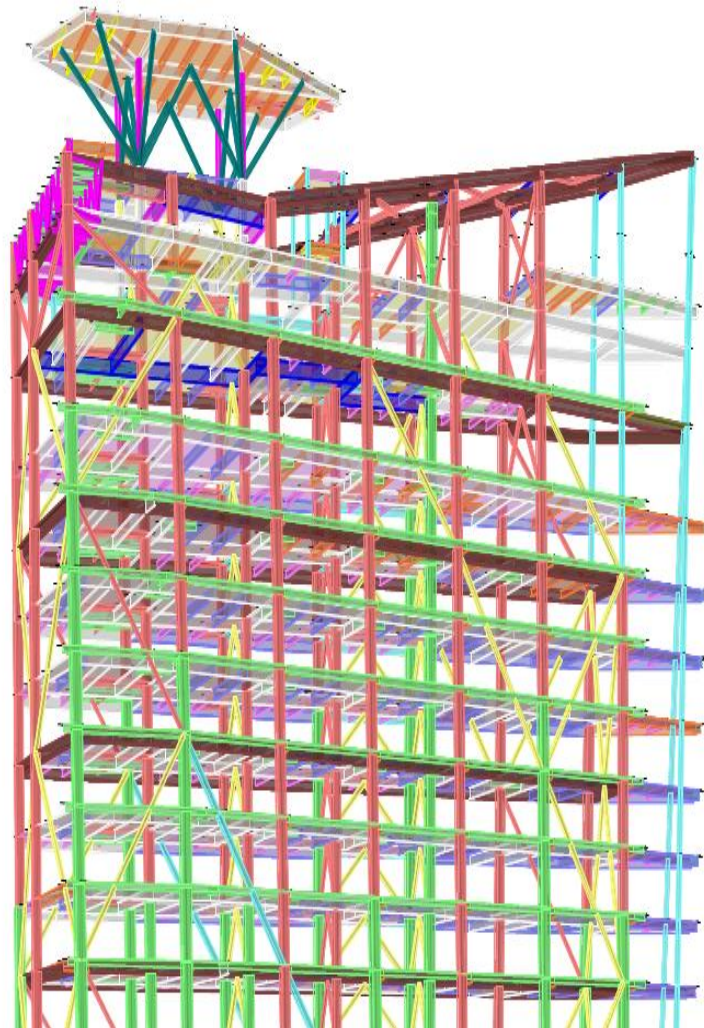
Principios Básicos de Funcionamiento

Modelo Esquemático Utilizado en Torre Reforma 509

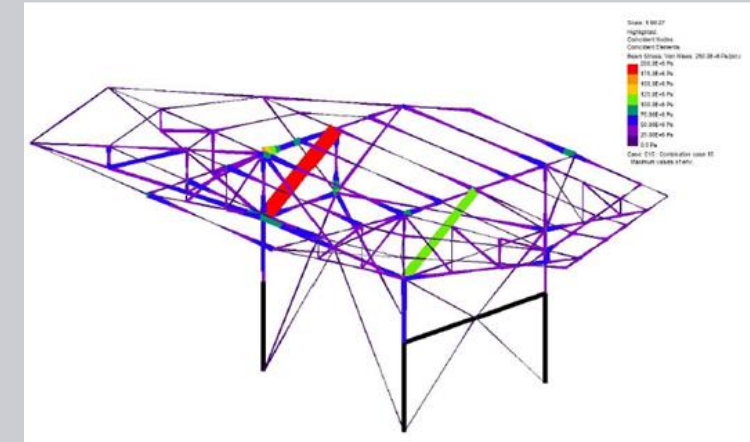
# Sintonizador de Masas



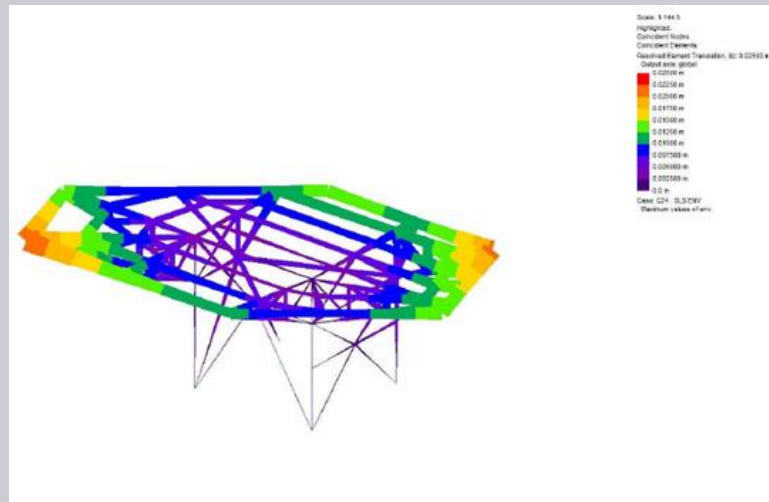
# Helipuerto



Comportamiento Bajo Cargas Puntuales



Envolvente de Esfuerzos Últimos



Envolvente Deflexión Máxima











# La Torre Hoy

---

El Desenlace



Dr. Rodolfo E. Valles Mattox



## Award of Excellence for Geotechnical Engineering 2020

2020  
**TALL+URBAN  
INNOVATION**  
CONFERENCE

Featuring the 2020 #CTBUHAwards  
[Register Now!](#)



### Overall Category Winners

### Award of Excellence Winners



Geotechnical  
Engineering Award  
2020

[500 Folsom](#)  
San Francisco, USA



Geotechnical  
Engineering Award  
2020

[Chapultepec Uno R-509](#)  
Mexico City, Mexico



Geotechnical  
Engineering Award  
2020

[Claridge's Hotel](#)  
London, UK



Geotechnical  
Engineering Award  
2020

[Lakhta Center](#)  
St. Petersburg, Russia



Geotechnical  
Engineering Award  
2019

[Avalon Brooklyn Bay](#)  
New York City, USA



Geotechnical  
Engineering Award  
2019

[Panorama Tower](#)  
Miami, USA



# Otros Proyectos

---

Otras Historias



Dr. Rodolfo E. Valles Mattox



# Torre Virreyes

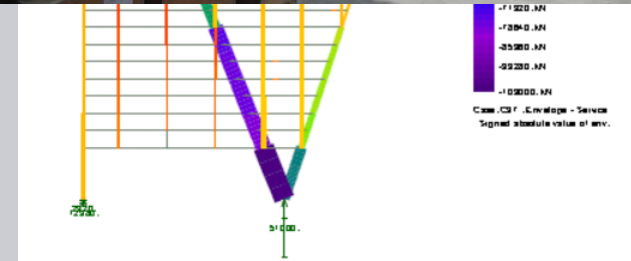
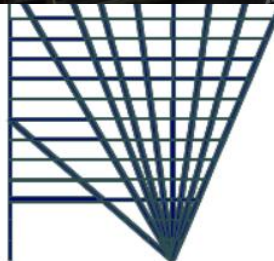
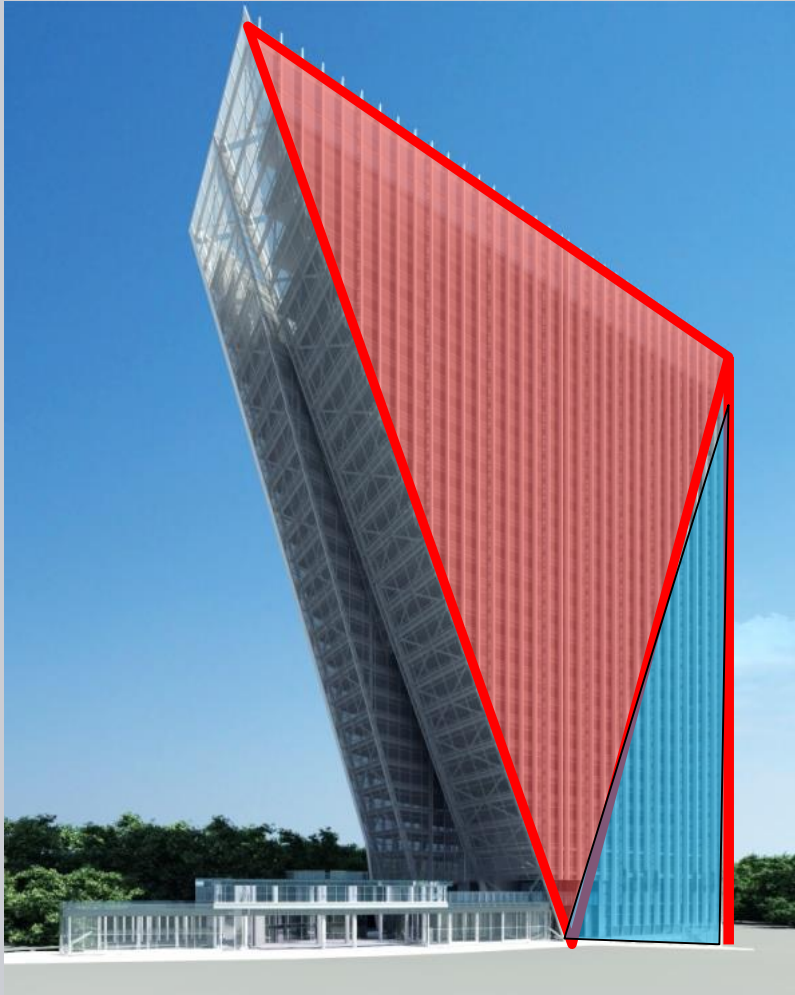
---

Otras Historias



Dr. Rodolfo E. Valles Mattox

# Concepto Estructural

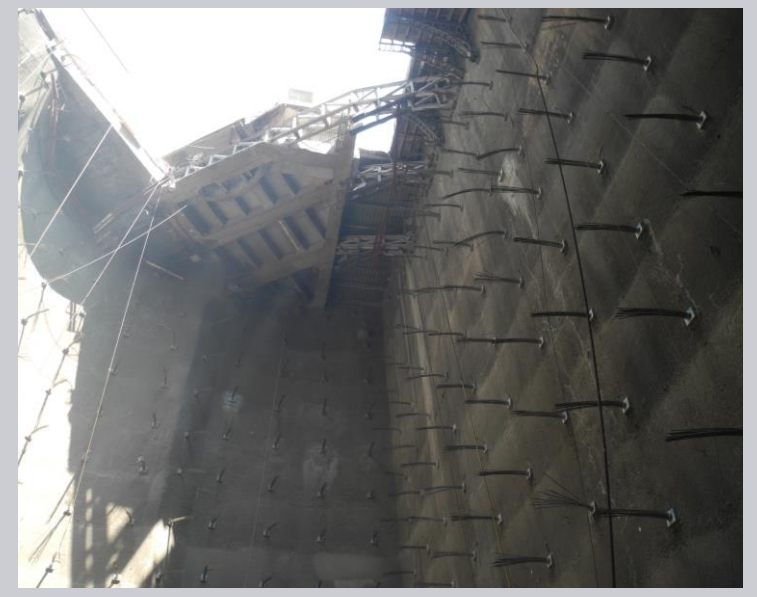
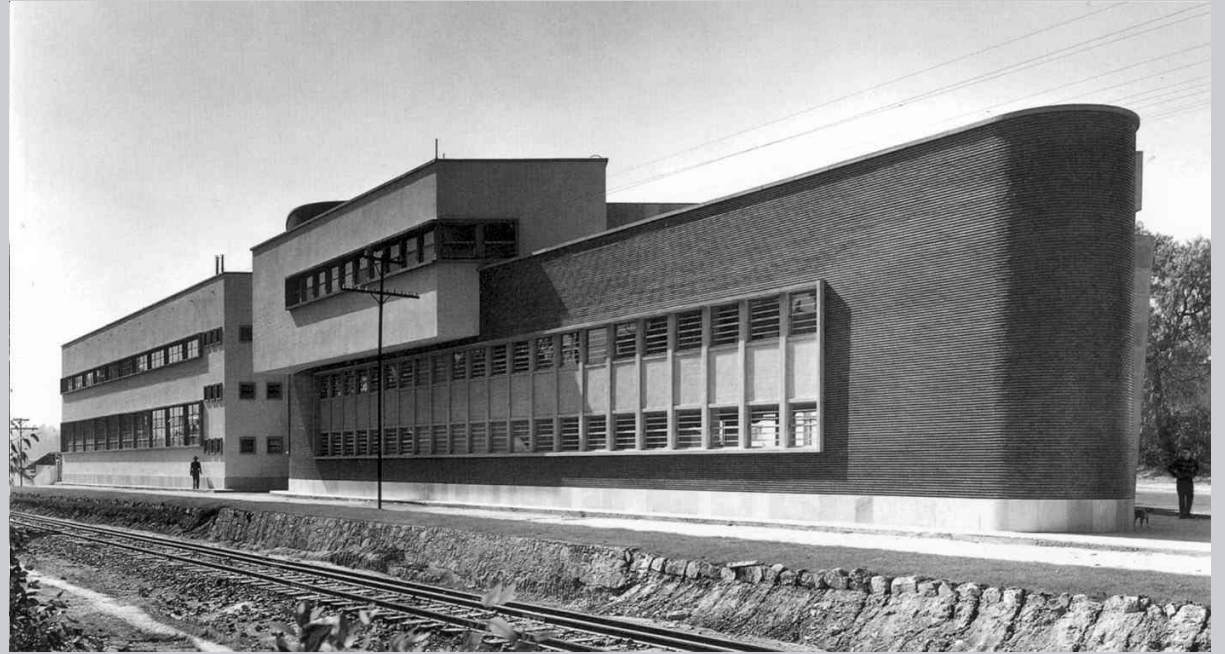




WSP



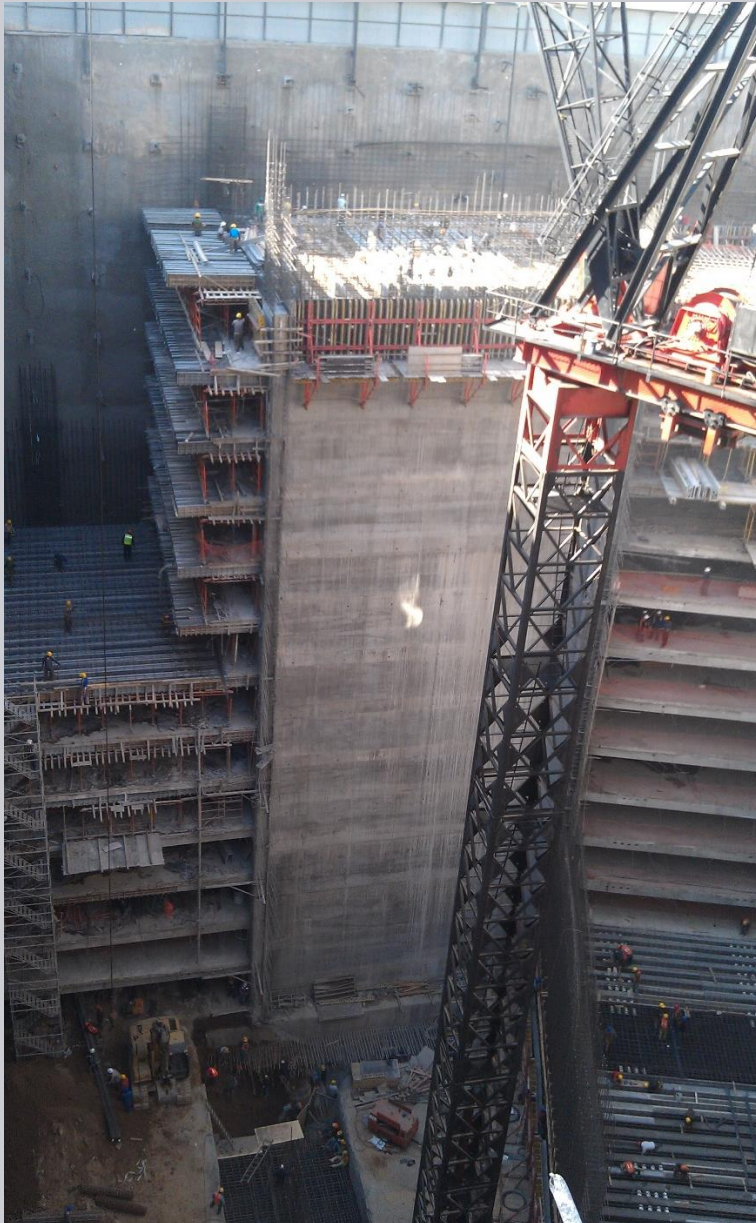
# Edificio Catalogado



# Excavación



# Anécdota



# Anécdota







# Manacar

---

Otras Historias



Dr. Rodolfo E. Valles Mattox



**Arquitectura:** Teodoro González de León

**Altura:** 144 metros

**Número de Niveles:** 30

**Número de Estacionamientos:** 12

**Uso:** Mixto

**Cimentación:** Pilas y Zapatas

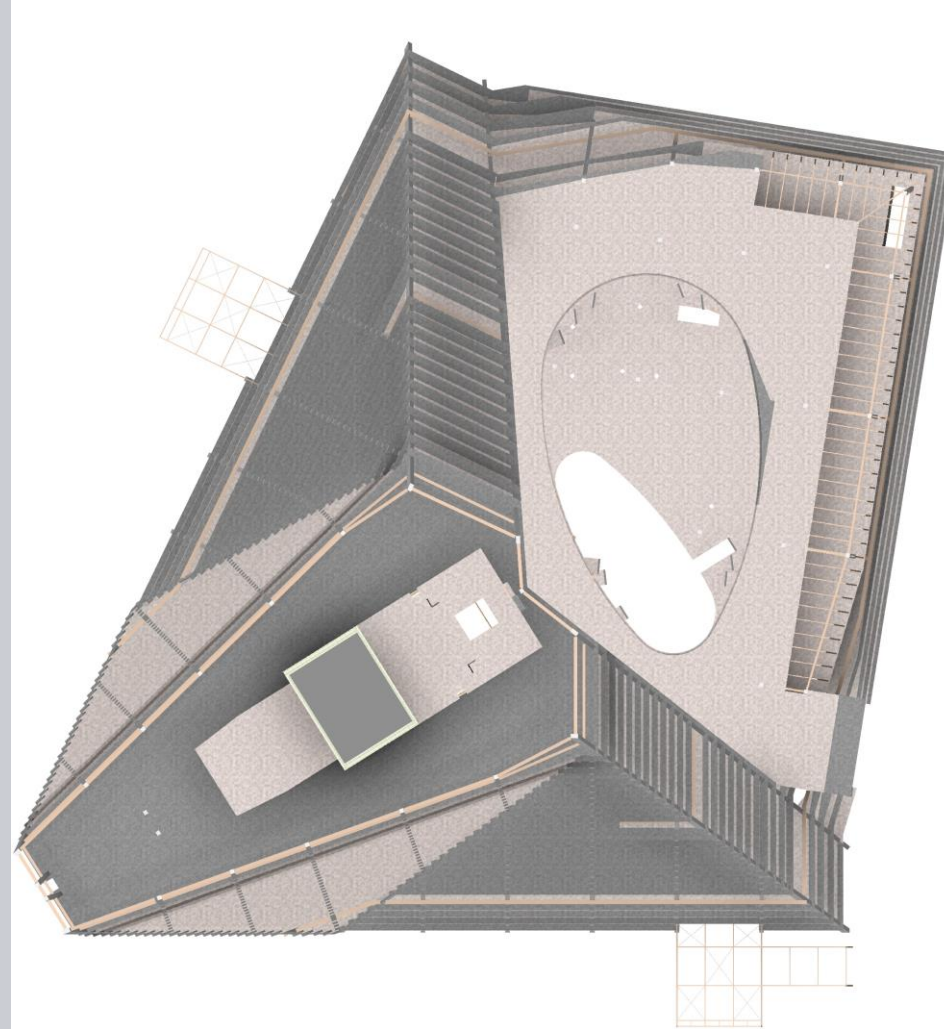
**Tipo de Estructura:** Híbrida

**Diseño Sísmico:** Core de Concreto.

**Información Adicional:** Domo, Losa Transfer PB

**Año de Finalización:** 2017

# Modelo BIM





# Domo



# Construcción





C5i

---

Otras Historias



wsp

Dr. Rodolfo E. Valles Mattox

# El Proyecto



**Arquitectura:** SMA

**Área de Construcción:** 26,330 m<sup>2</sup>

**Número de Niveles:** 3

**Número de Estacionamientos:** 1

**Uso:** Oficinas Gubernamentales

**Cimentación:** Pilas y Zapatas

**Tipo de Estructura:** Metálica (Concreto en Talud)

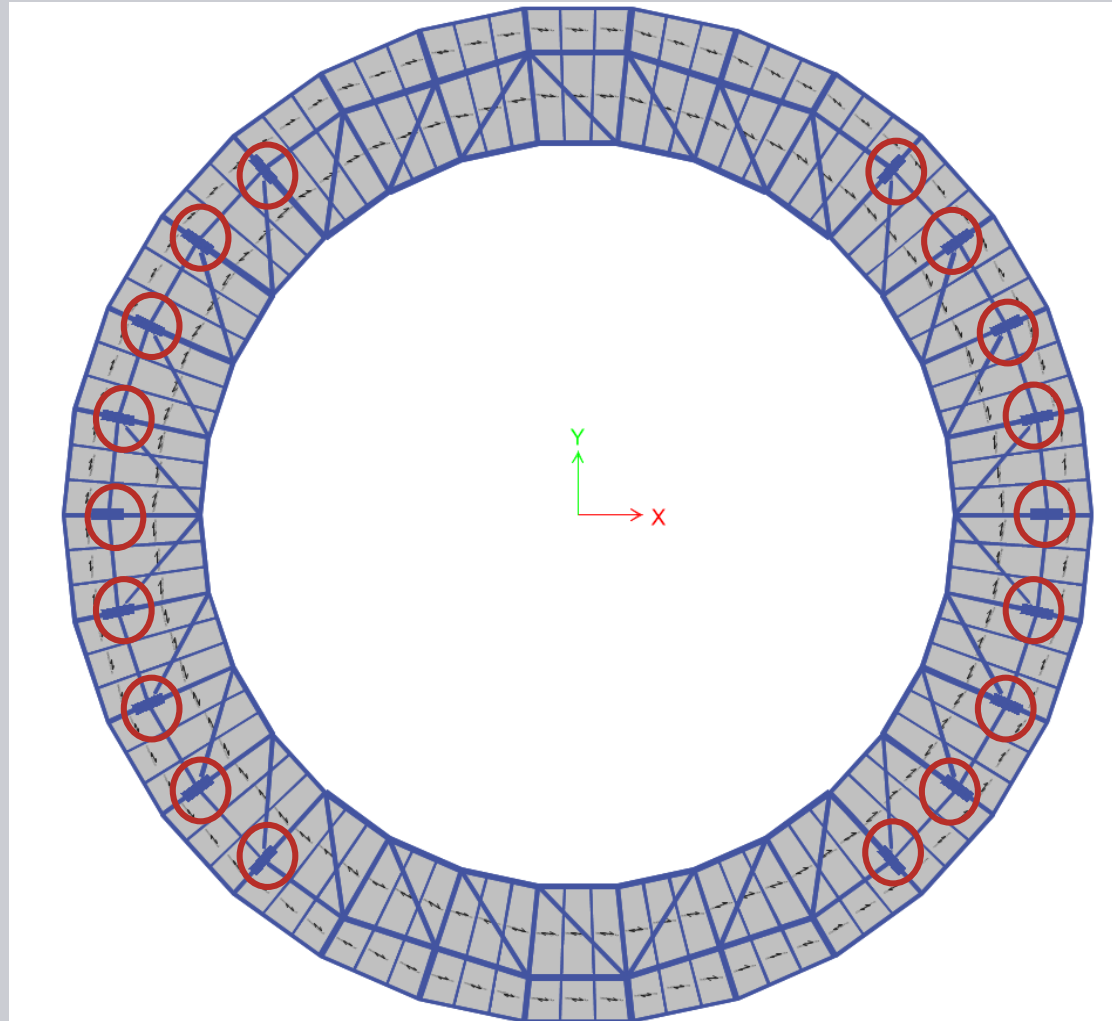
**Información Adicional:** “El Arco”

**Año de Finalización:** 2019

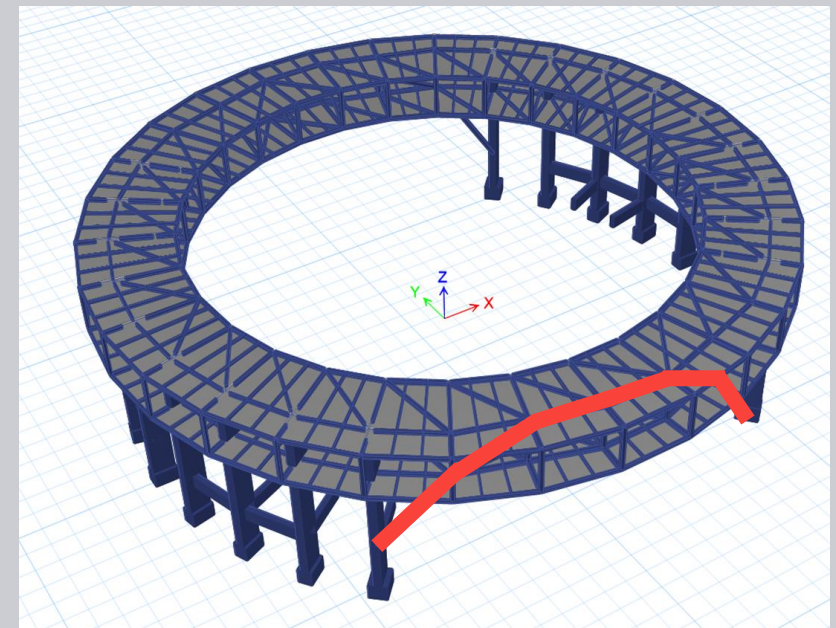
# Concepto Estructural



○ Columnas 250x80 cm

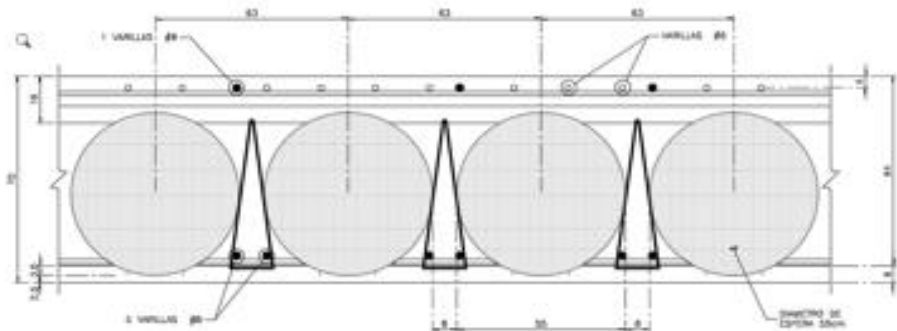
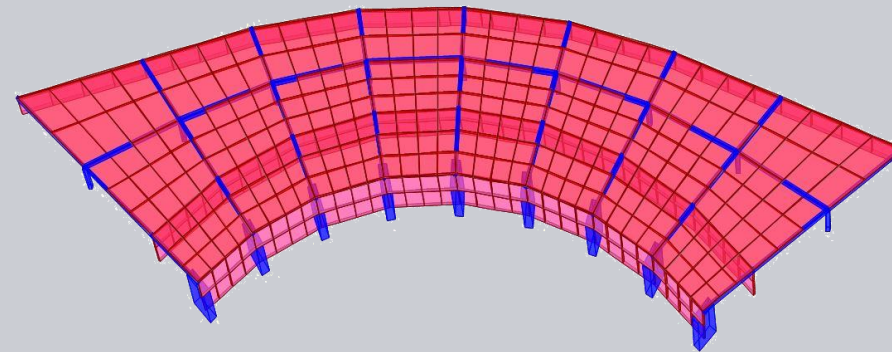
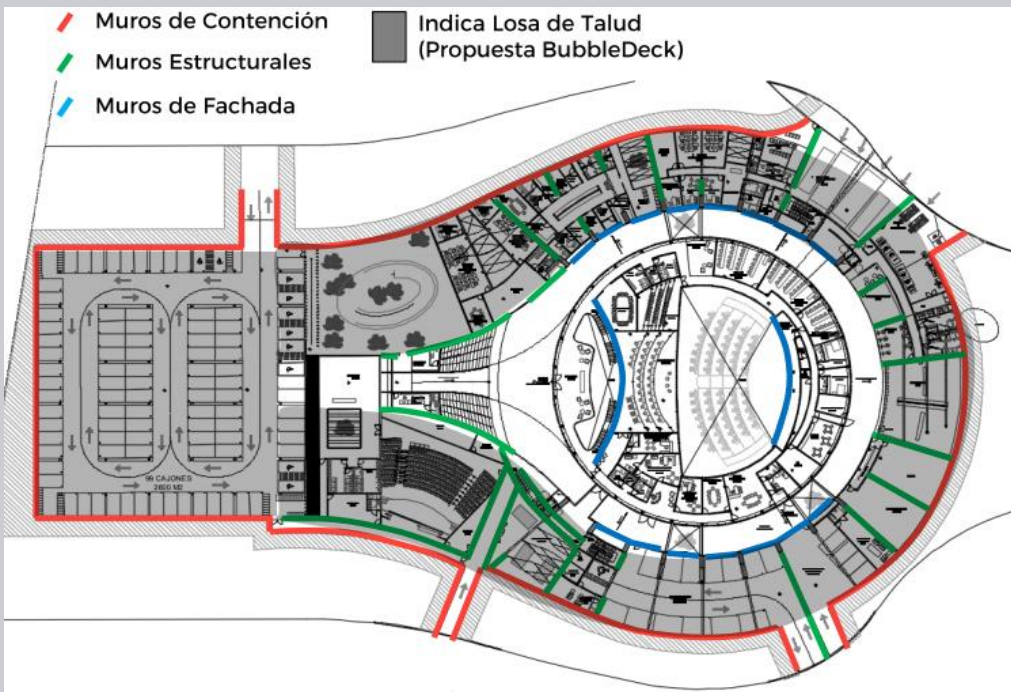


56 metros



HSS 40X40X4.5 cm

# Sistema Bubble Deck e= 45 a 70 cm



DETALLE DE LOSA TIPO



# Construcción



# GRACIAS

Dr. Rodolfo E. Valles Mattox  
12/06/2020

