



MEMORIA DE EVALUACIÓN ESTRUCTURAL

178735 NARANJOS

BOULEVARD SOLIDARIDAD 970, IGNACIO ZARAGOZA, CP. 25016, SALTILLO
COAHUILA DE ZARAGOZA, MÉXICO.
COORDENADAS: 25.423167°, -100.934133°
NOVIEMBRE 2020

- I. ANTECEDENTES
 - II. ALCANCES
 - III. DESCRIPCIÓN DE LA ESTRUCTURA
 - IV. NORMATIVIDAD RELEVANTE
 - V. MATERIALES
 - VI. INSPECCIÓN VISUAL
 - VII. ANÁLISIS ESTRUCTURAL
 - i. Cargas Gravitacionales
 - ii. Análisis por Sismo
 - iii. Parámetros de análisis y revisión
 - iii.i. Ubicación geográfica
 - iii.ii. Coeficiente sísmico
 - iii.iii. Condiciones de regularidad
 - iv. Estimación de cargas
 - iv.i. Cargas muertas y cargas vivas
 - iv.ii. Equipos en sitio
 - VIII. EVALUACIÓN DEL INMUEBLE
 - i. Estado límite de falla
 - i.i. Revisión de elementos a flexo compresión
 - i.ii. Revisión de elementos a flexión
 - i.iii. Revisión de losas
 - ii. Estado límite de servicio
 - ii.i. Revisión por sismos frecuentes
 - ii.ii. Revisión contra colapso
 - IX. SISTEMA DE ANCLAJE
 - X. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES
- ANEXOS
- PLANOS

I. ANTECEDENTES

American Tower Corporation (ATC) ha elegido a *TORREACERO S.A de C.V* para realizar el dictamen del inmueble del sitio denominado como “**178735 Naranjos**”, el cual cargará con una nueva radiobase. Este inmueble se ubica en Boulevard Solidaridad No. 970, Ignacio Zaragoza, C.P. 25016, Saltillo Coahuila de Zaragoza, México.

II. ALCANCES

La presente memoria de evaluación estructural tiene por objetivo mostrar las condiciones actuales del inmueble, tanto físicos como en los modelos matemáticos, para determinar su comportamiento actual ante las solicitaciones a las que se encuentra sujetas. Además, se realizará una segunda evaluación teórica donde se introducirá en el modelo matemático las cargas de la nueva radiobase que mayor influencia tendrán sobre el inmueble, comprobando así si la estructura es capaz de resistir las nuevas solicitaciones y qué comportamiento tendrá ante las mismas.

III. DESCRIPCIÓN DE LA PROPUESTA ESTRUCTURAL

El predio en cuestión se ubica sobre el Boulevard Solidaridad, en el número 970, en la colonia Ignacio Zaragoza, Estado de Coahuila.

Posee una forma regular con unas dimensiones máximas en planta de 18.57m por 16.16m, además cuenta con dos niveles (planta baja y planta alta) más el nivel de azotea, teniendo unos niveles de NPT 0.00m en planta baja, entrepiso de NPT + 2.58 m, y en la azotea de NAz + 5.70m, +5.88m y +4.59m. El inmueble no posee pretilas.

El inmueble está destinado para distintos usos. La planta baja se encuentra ocupada por locales comerciales y una pequeña área de oficina, mientras que en la planta alta se encuentra dividida en otros sus como lo son bodegas para los comercios mencionados, un consultorio médico.

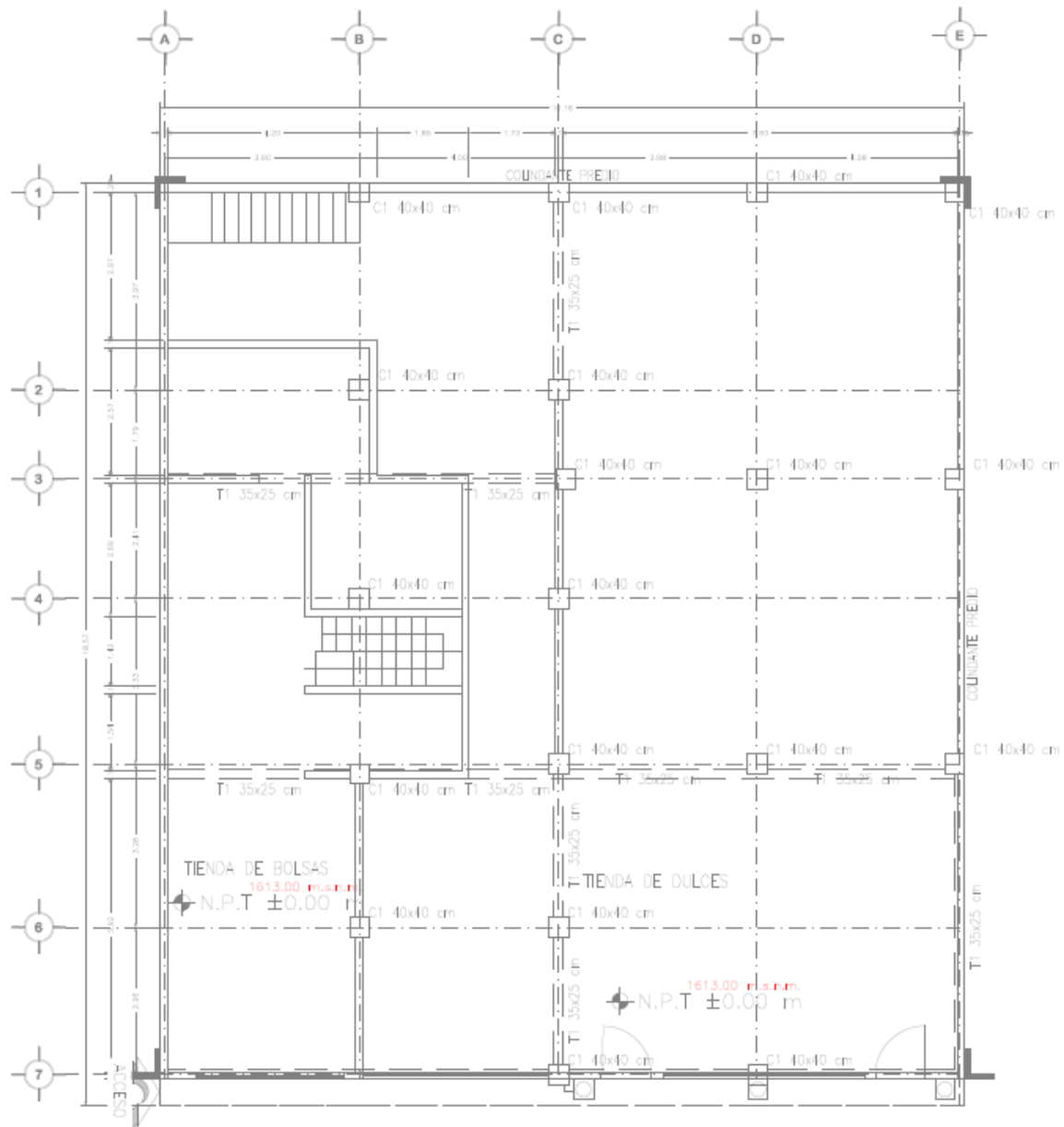
La estructura del inmueble en cuestión es combinada entre marcos rígidos de concreto y por un sistema de muros de carga. Los muros son de mampostería de 15 cm de espesor, mientras que las columnas y trabes de los marcos de concreto poseen una sección de 40cm X 40cm y 35cm X 25cm respectivamente (las medidas mencionadas son tanto para planta alta como para planta baja).

En cuanto a los sistemas de entrepiso, estos poseen un espesor de 13 cm en la losa de entrepiso y 19 cm en la losa de azotea (considerando acabados). Ambas losas son macizas de concreto.

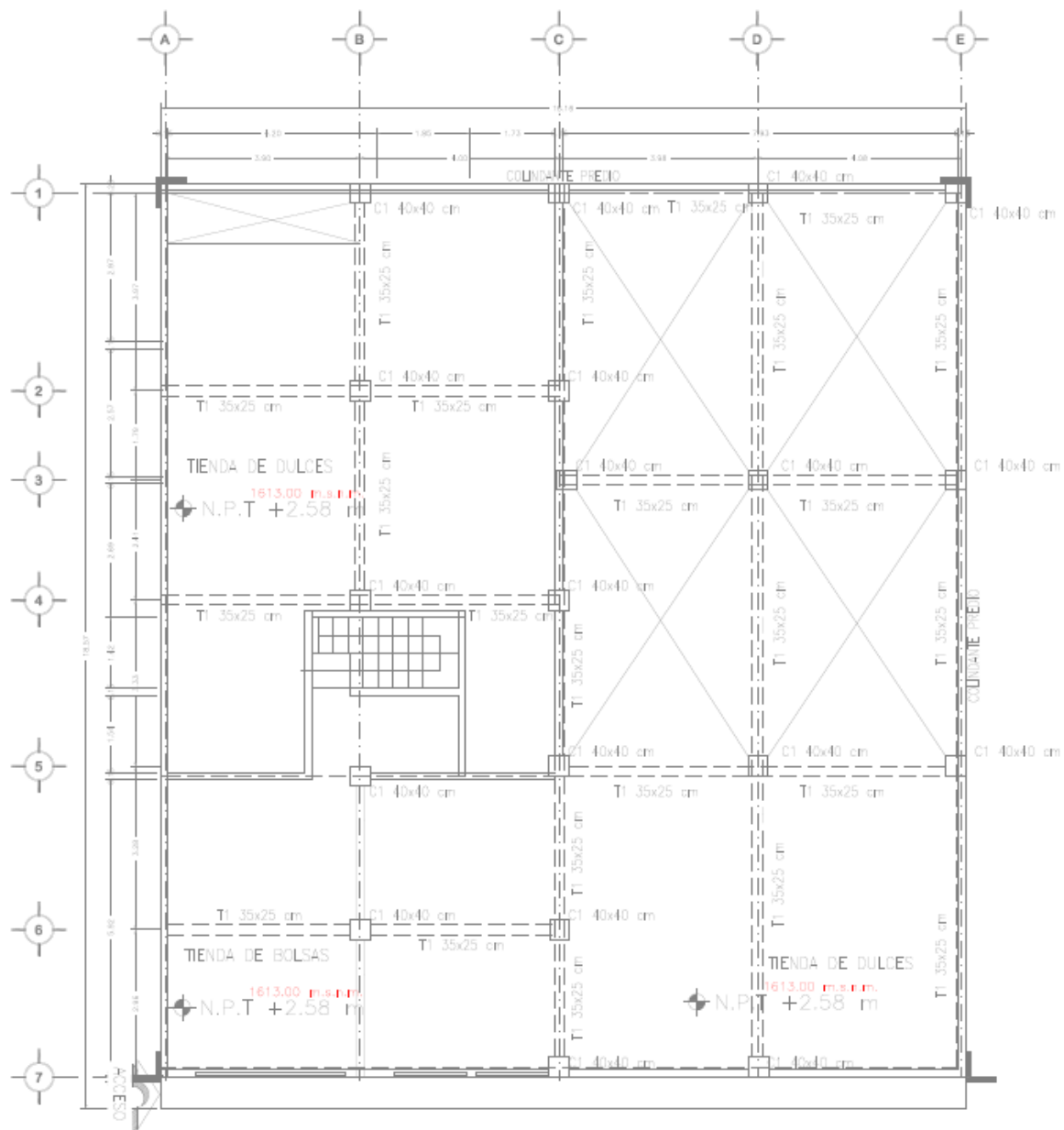
No hay un acceso formal a la planta azotea. La forma de acceder a esta es por medio de escaleras móviles colocadas en la fachada (debido a que los tres costados restantes del inmueble se encuentran propiedades en uso que no se pueden invadir).

En esta planta sólo se encuentra la carga de un tinaco de 1100 LTS.

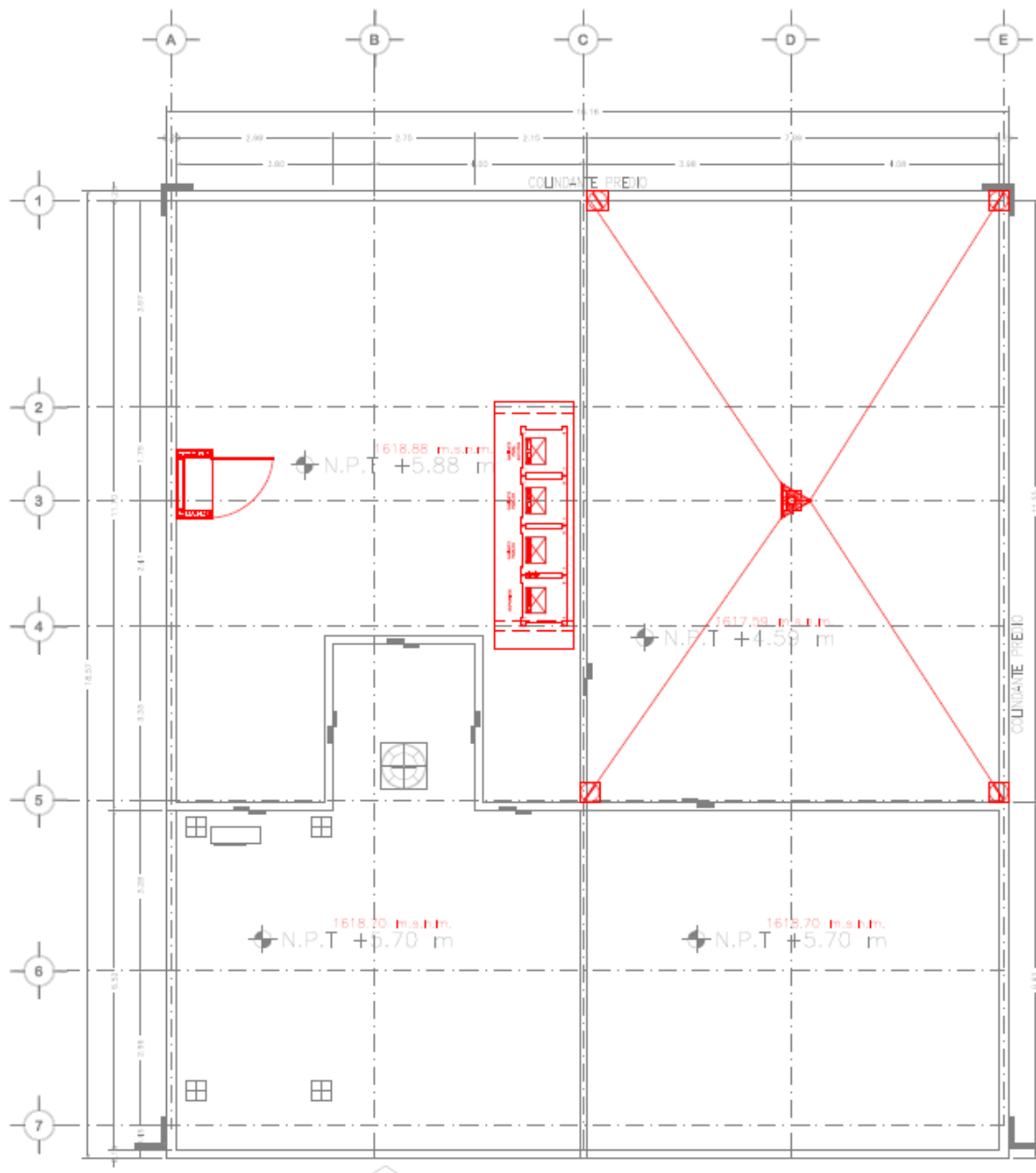
Plantas Arquitectónicas



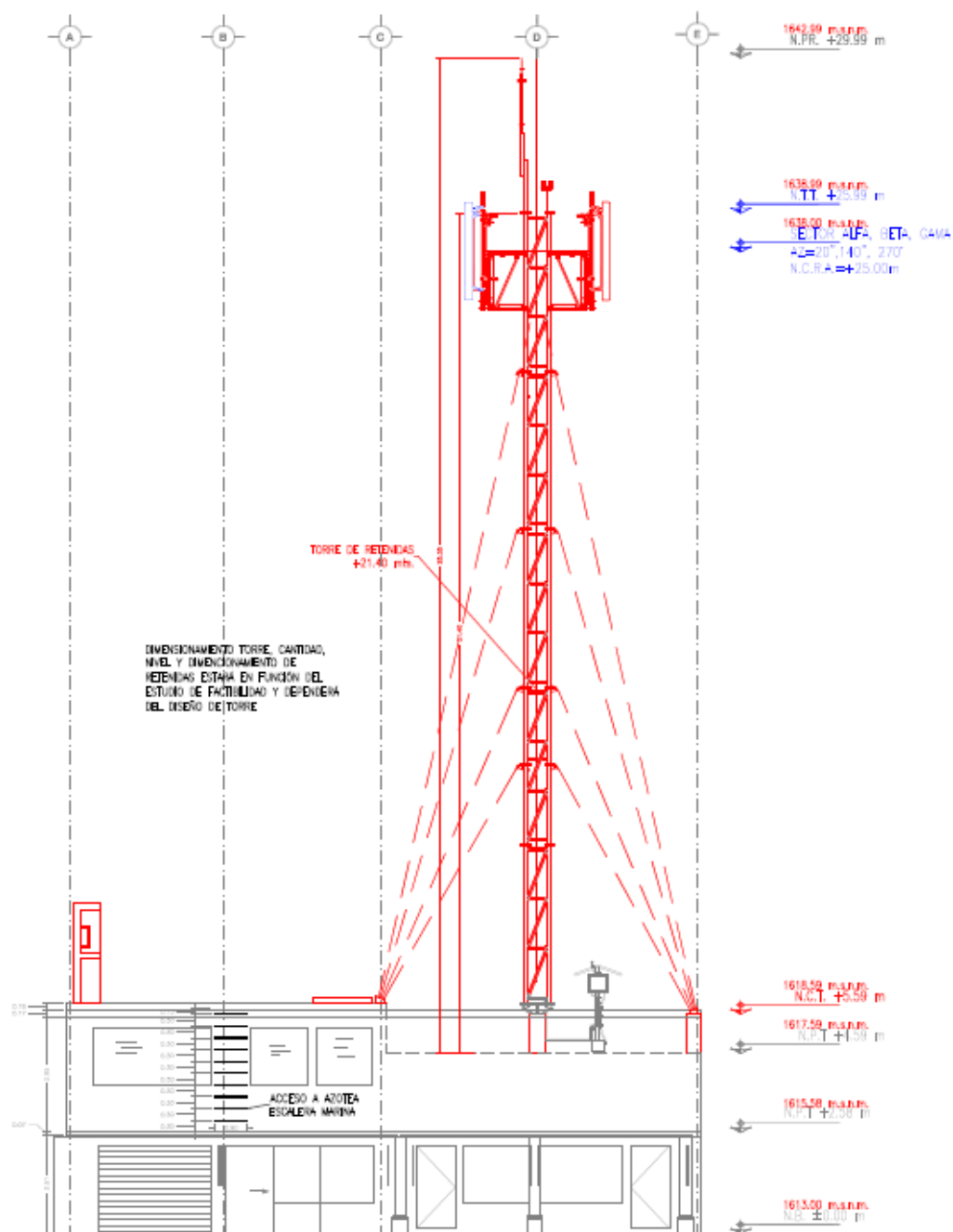
PLANTA BAJA



PLANTA ALTA



PLANTA AZOTEA CON EQUIPOS NUEVOS



VISTA FRONTAL DEL INMUEBLE CON LOS EQUIPOS NUEVOS

Nota: para mayor detalle y definición, ver planos anexos.

IV. NORMATIVIDAD RELEVANTE

Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal 2017 (RCDF-2017).

Normas Técnicas Complementarias del 2017 (NTC-2017).

Manual de Diseño de Obras Civiles: Diseño por Sismo de la Comisión Federal de Electricidad (MDOC-Sismo CFE) 2008.

Manual de Construcción en Acero del Instituto Mexicano de Construcción en Acero A.C. 5ta edición (IMCA).

V. MATERIALES

Para los elementos estructurales se consideraron las siguientes propiedades

- Concreto de clase 1: $f'_c = 250 \text{ Kg/cm}^2$, $E_c = 221,359.44 \text{ Kg/cm}^2$
- Concreto de clase 2: $f'_c = 200 \text{ Kg/cm}^2$, $E_c = 113,137.09 \text{ Kg/cm}^2$
- Mampostería: $f'_m = 15 \text{ Kg/cm}^2$, $V = 3.5 \text{ Kg/cm}^2$, $E_m = 800f'_m$, $G_m = 0.2 E_m$
- Acero de refuerzo: $f_y = 4200 \text{ Kg/cm}^2$, $E_s = 2,000,000 \text{ Kg/cm}^2$

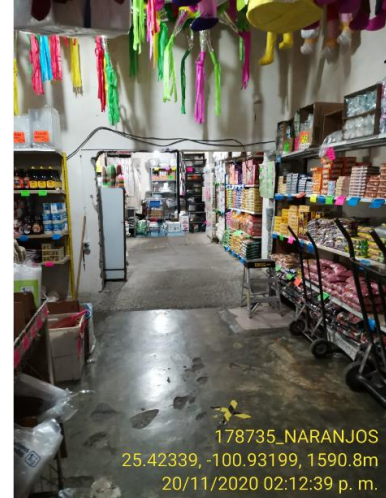
VI. INSPECCIÓN VISUAL

Se realizó una inspección visual del inmueble en cuestión con la finalidad de determinar su estado físico actual en lo que respecta a desperfectos derivados de alguna solicitud o por defectos de construcción. Los desperfectos de interés son: grietas, desprendimiento de recubrimiento en elementos estructurales, acero de refuerzo descubierto, inclinaciones o desplazamientos verticales u horizontales en los elementos estructurales o en la generalidad del inmueble, asentamientos diferenciales de la construcción o cualquier otro tipo de daño que pudiera perjudicar la funcionalidad del elemento estructural, al comportamiento general del inmueble o que pudiese afectar a las cargas nuevas de ATC. Los hallazgos de esta inspección visual se muestran en los párrafos y fotografías siguientes.



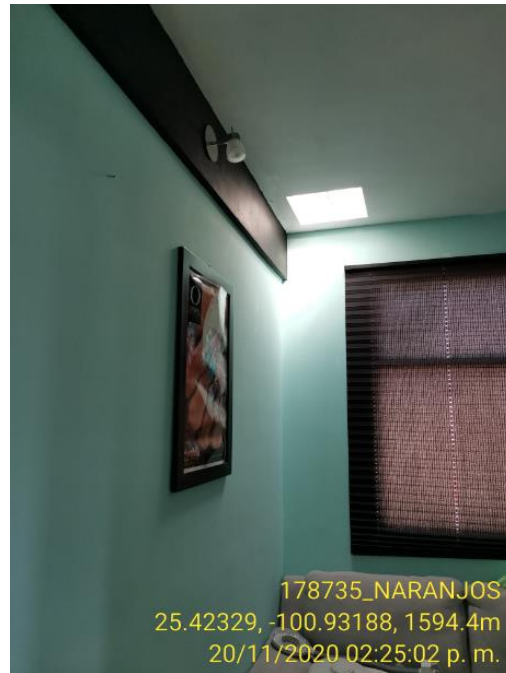
En la fotografía se aprecia la fachada del inmueble la cual no muestra desperfectos por la parte exterior.

Al ingresar al interior del inmueble se pudo observar que se trata de cuatro construcciones unidas en un mismo inmueble. Por lo que se combinó los sistemas estructurales de marcos rígidos de concreto y el sistema de muros de carga. Estas uniones se muestran en las siguientes fotografías:

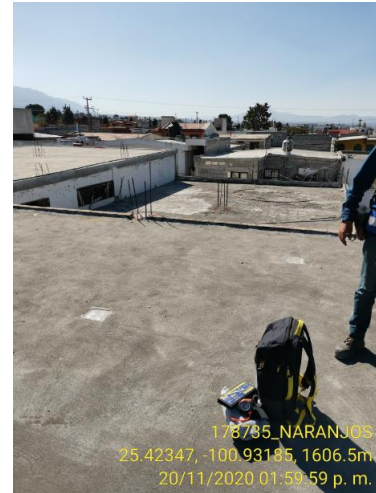
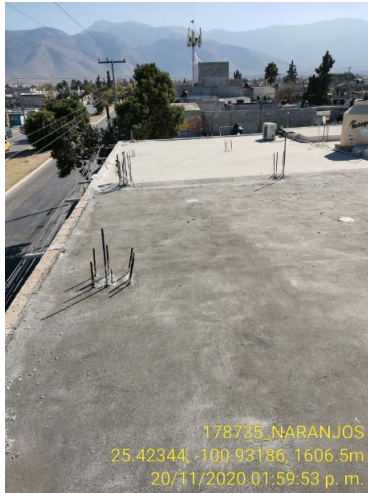


Como se puede apreciar, en el interior del inmueble se encuentra un área con doble altura.

Se encontraron desperfectos derivados de malas prácticas de auto construcción como trabes desfasadas del eje de muros, trabes apoyadas sobre muros y no sobre columnas o castillos. Dichos desperfectos se muestran en las fotografías siguientes:



En la planta de la azotea se observó de mejor manera la unión de los cuatro inmuebles en uno solo, como se aprecian en el siguiente recorrido fotográfico:



Tanto en las fotografías como de forma física se aprecia la unión de las cuatro distintas construcciones que integran el inmueble.

Por otro lado, los elementos estructurales como son los muros, columnas, trabes y losas se encontraron en buen estado, sin daños que pudiesen poner en riesgo la vida útil del inmueble o de las futuras cargas que *ATC* pretende instalar en la azotea de este inmueble.

Es necesario mencionar que, en cuanto a las pruebas de esclerómetro, estas tuvieron resultados bajos como se muestra en la foto:



Esto es debido a que la columna posee una capa gruesa de acabado de yeso, impidiendo así tomar lecturas de las pruebas directamente al concreto de la columna.

VII. ANÁLISIS ESTRUCTURAL

Para la creación y evaluación teórica del modelo matemático del inmueble se utilizó el software de análisis y diseño estructural ETABS 2016, cuyas revisiones de los elementos estructurales se hace en conformidad con las *ACI 318-14* y el *AISC 360-2010*.



Se realizaron dos análisis de la edificación, en el primer modelo denominado “**Estado Original**” se considera únicamente las solicitaciones que actualmente tienen influencia en el inmueble o que pudieran llegar a tener alguna influencia debido a la naturaleza del mismo (como pueden ser sismo o acciones variables como lo mencionan las *NTC criterios y acciones para el diseño estructural*). En el segundo modelo denominado “**Estado Actual + Cargas ATC**” se incluye, además de las cargas del modelo anterior, las cargas de los equipos de la nueva radiobase.

En concordancia con lo establecido en las NTC criterios y acciones para el diseño estructural, las distintas cargas bajo análisis que afecten el comportamiento de la estructura deberán combinarse para obtener diferentes condiciones de carga empleándose la más desfavorable de ellas para las revisiones y diseños, tanto para cada elemento estructural en particular como a toda la estructura en general.

Todas las acciones deberán ser afectadas por los factores de carga de acuerdo con la sección 3.4 NTC Criterios, según la clasificación de la estructura. Debido a que la clasificación actual es del grupo B, se emplearán los factores de 1.3 para acciones permanentes y 1.5 para acciones variables.

En el caso del modelo de “Estado Actual +ATC” se emplearán los factores de una estructura clasificada dentro del grupo A1 (esto debido a que albergará equipos de transmisión), es decir 1.5 para cargas permanentes y 1.7 para cargas variables.

Para combinaciones de carga que incluyen acciones permanentes, variables y accidentales se tomará un factor de 1.1 aplicado a todas las acciones que intervengan en la combinación.

Para la revisión de estados límite de servicio se tomará en todos los casos un factor unitario.

En las siguientes tablas, se muestra de forma resumida los casos de carga primarios y las combinaciones de carga que se introdujeron en los modelos matemáticos (“**Estado Original**” y “**Estado Original + ATC**”):

CASOS DE CARGA PRIMARIOS			
No.	Abreviatura	ESTADO ORIGINAL	ESTADO ORIGINAL + ATC
1	PP	Peso Propio	Peso Propio
2	CM	Carga Muerta existente	Carga Muerta existente
3	CMTorre	-	Carga Muerta exclusivamente de equipos de ATC
4	CVM	Carga Viva Máxima	Carga Viva Máxima
5	CVI	Carga Viva Instantánea	Carga Viva Instantánea
6	SX	Sismo en X	Sismo en X
7	SY	Sismo en Y	Sismo en Y

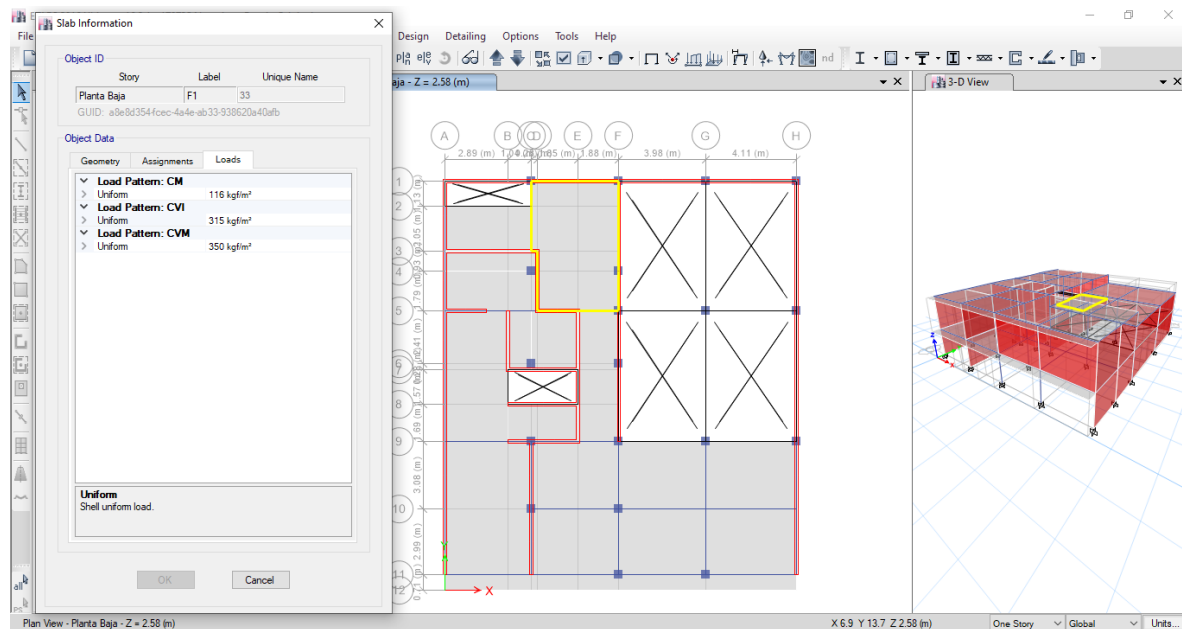
COMBINACIONES DE CARGA PARA ESTADO LÍMITE DE SERVICIO		
No.	ESTADO ORIGINAL	ESTADO ORIGINAL + ATC
10	1.0 (PP+CM+CVM)	1.0 (PP+CM+CMTorre+CVM)
11	1.0 (PP+CM+CVI+SX+0.3SY)	1.0 (PP+CM+CMTorre+CVI+SX+0.3SY)
12	1.0 (PP+CM+CVI-SX+0.3SY)	1.0 (PP+CM+CMTorre+CVI-SX+0.3SY)
13	1.0 (PP+CM+CVI+SX-0.3SY)	1.0 (PP+CM+CMTorre+CVI+SX-0.3SY)
14	1.0 (PP+CM+CVI-SX-0.3SY)	1.0 (PP+CM+CMTorre+CVI-SX-0.3SY)
15	1.0 (PP+CM+CVI+SY+0.3SX)	1.0 (PP+CM+CMTorre+CVI+SY+0.3SX)
16	1.0 (PP+CM+CVI+SY-0.3SX)	1.0 (PP+CM+CMTorre+CVI+SY-0.3SX)
17	1.0 (PP+CM+CVI-SY+0.3SX)	1.0 (PP+CM+CMTorre+CVI-SY+0.3SX)
18	1.0 (PP+CM+CVI-SY-0.3SX)	1.0 (PP+CM+CMTorre+CVI-SY-0.3SX)

COMBINACIONES DE CARGA PARA ESTADO LÍMITE DE FALLA		
No.	ESTADO ORIGINAL	ESTADO ORIGINAL + ATC
20	1.3PP+1.3CM+1.5CVM	1.5PP+1.5CM+1.5CMTorre+1.7CVM)
21	1.1PP+1.1CM+1.1CVI+1.1SX+0.33SY)	1.1PP+1.1CM+1.1CMTorre+1.1CVI+SX+0.33SY)
22	1.1PP+1.1CM+1.1CVI+1.1SX-0.33SY)	1.1PP+1.1CM+1.1CMTorre+1.1CVI+SX-0.33SY)
23	1.1PP+1.1CM+1.1CVI-1.1SX+0.33SY)	1.1PP+1.1CM+1.1CMTorre+1.1CVI-SX+0.33SY)
24	1.1PP+1.1CM+1.1CVI-1.1SX-0.33SY)	1.1PP+1.1CM+1.1CMTorre+1.1CVI-SX-0.33SY)
25	1.1PP+1.1CM+1.1CVI+1.1SY+0.33SX)	1.1PP+1.1CM+1.1CMTorre+1.1CVI+SY+0.33SX)
26	1.1PP+1.1CM+1.1CVI+1.1SY-0.33SX)	1.1PP+1.1CM+1.1CMTorre+1.1CVI+SY-0.33SX)
27	1.1PP+1.1CM+1.1CVI-1.1SY+0.33SX)	1.1PP+1.1CM+1.1CMTorre+1.1CVI-SY+0.33SX)
28	1.1PP+1.1CM+1.1CVI-1.1SY-0.33SX)	1.1PP+1.1CM+1.1CMTorre+1.1CVI-SY-0.33SX)

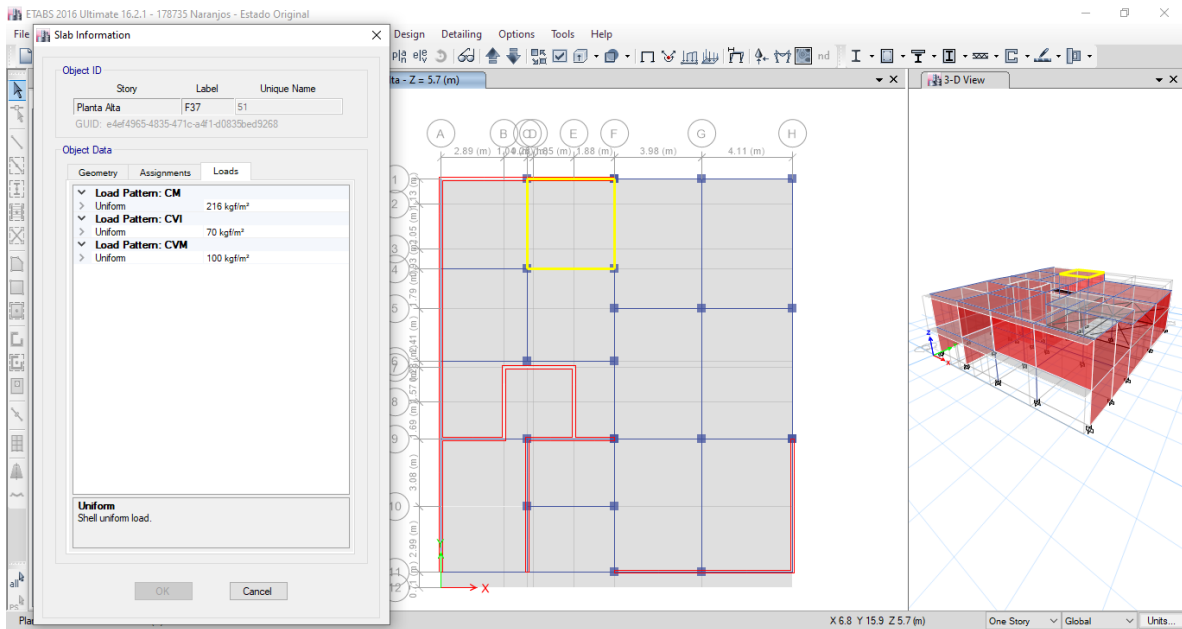
VII.i. Cargas Gravitacionales

Para llevar a cabo este análisis se consideró la geometría y las cargas verticales que actúan sobre cada elemento estructural, en este caso se hará la revisión y diseño de los elementos estructurales que estarán soportando las cargas de la nueva radiobase (losas, trabes, muros y columnas).

En los modelos matemáticos estas cargas se definen en los estados de carga primarios correspondientes al peso propio, carga muerta, carga viva máxima y carga viva instantánea, así como las reacciones de la torre por carga muerta y la carga de los equipos existentes.



Cargas en losa de entrepiso



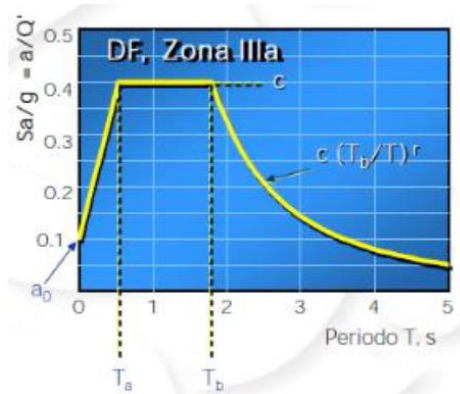
Cargas en losa azotea

VII.ii. Análisis por Sismo

El movimiento sísmico del suelo se transmite a las estructuras que se apoyan sobre este. La base de la edificación tiende a seguir el movimiento del suelo, mientras que, por inercia, la masa de la estructura se opone a ser desplazada dinámicamente y a seguir el movimiento en su apoyo. La flexibilidad de la estructura ante el efecto de las fuerzas de inercia hace que esta vibre de forma distinta a la del suelo del mismo por lo cual, el objetivo del diseño/revisión sísmica es:

- Evitar pérdidas humanas durante cualquier evento sísmico
- Impedir daños en las estructuras y en componentes no estructurales durante los efectos sísmicos.
- Lograr que la raíz de todo sismo que afecte una localidad no perjudique la operación de construcción cuya importancia en funcionamiento lleva a una alta prioridad.

Para el diseño sísmico se incluye cuatro componentes esenciales que determinan la efectividad de la resistencia de la estructura. Estos son: coeficiente sísmico, espectro de diseño, periodo fundamental de la estructura y periodo del suelo.



Coeficiente Sísmico

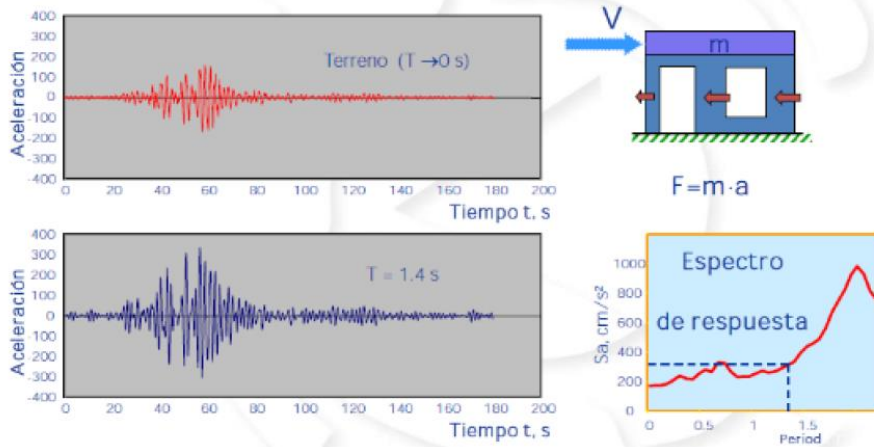
Es un factor de respuesta de la estructura a la acción sísmica expresada como una fracción de la aceleración sobre la gravedad y está representado en el espectro de diseño como la máxima de las ordenadas espectrales y que multiplicado por las masas de la estructura nos da como resultado la fuerza del sismo actuante.

Las *Normas Técnicas Complementarias de Diseño por Sismo* (NTC-Sismo) indican que el coeficiente sísmico es el cociente de la fuerza cortante de la base, v_0 , entre el peso total de, w_0 :

$$c = \frac{v_0}{w_0}$$

Espectro de Respuesta

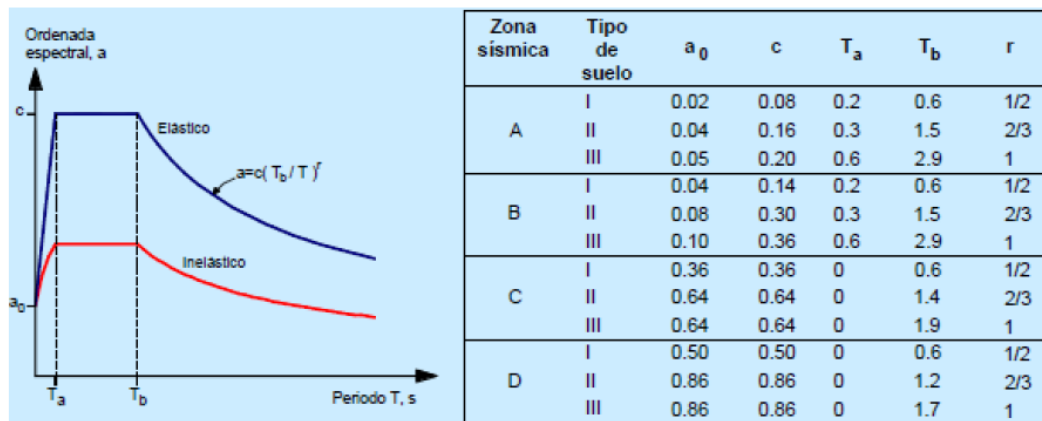
Una estructura responde a la excitación sísmica producida por un historial de aceleraciones mediante una variación para ese periodo a través del cual disipa energía mediante la fricción interna y el rozamiento entre los componentes de la construcción (amortiguamiento).



Espectro de Diseño Sísmico

Para tener la seguridad de una estructura contra los efectos del sismo, el espectro no debe construirse con las aceleraciones propias del terreno. Se debe de tomar en cuenta la historia de los sismos ocurridos hasta la fecha de estudio y considerar todos los espectros de respuesta registrados.

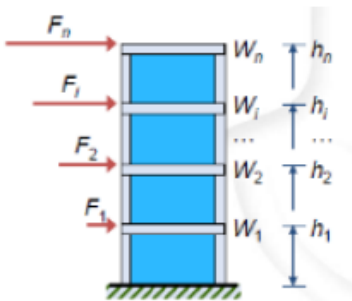
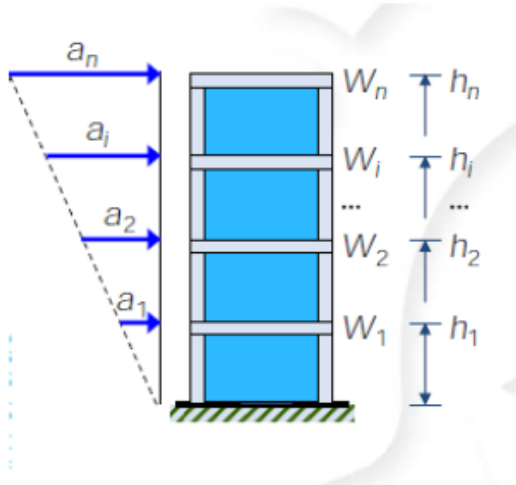
Para construir el espectro sísmico se debe suponer un sistema de ejes con todos los máximos valores de respuesta estudiados en el historial de sismos de la región y trazar su envolvente para después hacer uniforme para cualquier tipo de estructura y sismo.



Análisis Sísmico Estático

La descripción del análisis sísmico estático aparece en las NTC-Sismo 2017 en el apartado 8. Este análisis se podrá emplear para estructuras que no pasen de 60m de altura y su aplicación requiere de los siguientes pasos:

- Se presenta la acción del sismo por fuerzas horizontales que actúan en los centros de masa de los pisos en dos direcciones.
- Estas fuerzas se distribuyen entre los sistemas resistentes a carga lateral que tiene el edificio (muros o marcos).
- Se efectúa el análisis estructural de cada sistema resistente ante las cargas laterales que corresponden.



$$F = m \cdot a$$

$$F_i m_i a_i ; a_i \propto h_i ; a_i = \alpha h_i g$$

$$F_i = W_i \alpha h_i$$

$$V_0 = \sum F_i = \alpha \sum W_i h_i$$

$$\text{pero } \frac{V_0}{W_T} = \frac{c}{Q'R} ; V_0 = \frac{c}{Q'RW_T}$$

$$\text{sustituyendo: } V_0 = \frac{c}{Q'RW_T} = \alpha \sum W_i h_i ;$$

$$\text{entonces : } \alpha = \frac{c}{Q'R} \frac{W_T}{\sum W_i h_i} ; \text{ y } W_T = \sum W_i$$

$$F_i = W_i \alpha h_i$$

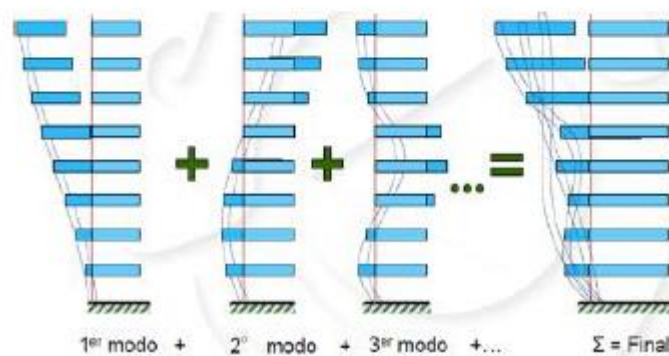
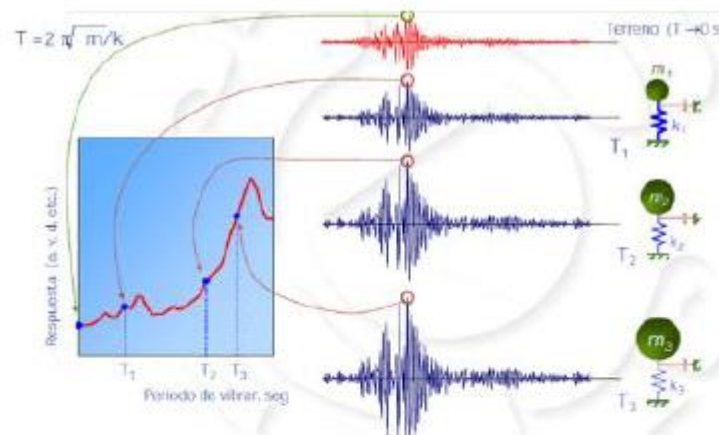
$$\frac{V_0}{W_0} = \frac{c}{Q'R} \geq a_0$$

$$F_i = \frac{c}{Q'R} W_i h_i \frac{\sum W_i}{\sum W_i h_i} ; \frac{c}{Q'R} \geq a_0$$

Análisis Sísmico Dinámico

El método de análisis dinámico consta de los mismos pasos básicos que el estático, con la diferencia de que las fuerzas laterales aplicadas en los centros de masa de los pisos se determinan a partir de la respuesta dinámica de la estructura. Pueden emplearse como método dinámico el análisis modal espectral y el análisis paso a paso, o cálculo de respuestas ante registros de aceleración específicos.

El análisis paso a paso también puede ser modal, siempre que la respuesta total se encuentre mediante la superposición en el tiempo de las respuestas modales para cada uno de los modos de vibración.



Determinación de Fuerzas

Las fuerzas sísmicas se calcularán utilizando el método dinámico que se indica en la sección 6.1 de las NTC-Sismo, considerando la participación del primer modo de vibrar en las dos direcciones de análisis y los efectos de torsión descritos en la sección 6.2

Para evaluar las cargas accidentales, se colocaron los siguientes estados de carga:

SX (sismo en la dirección X)

SY (sismo en la dirección Y)

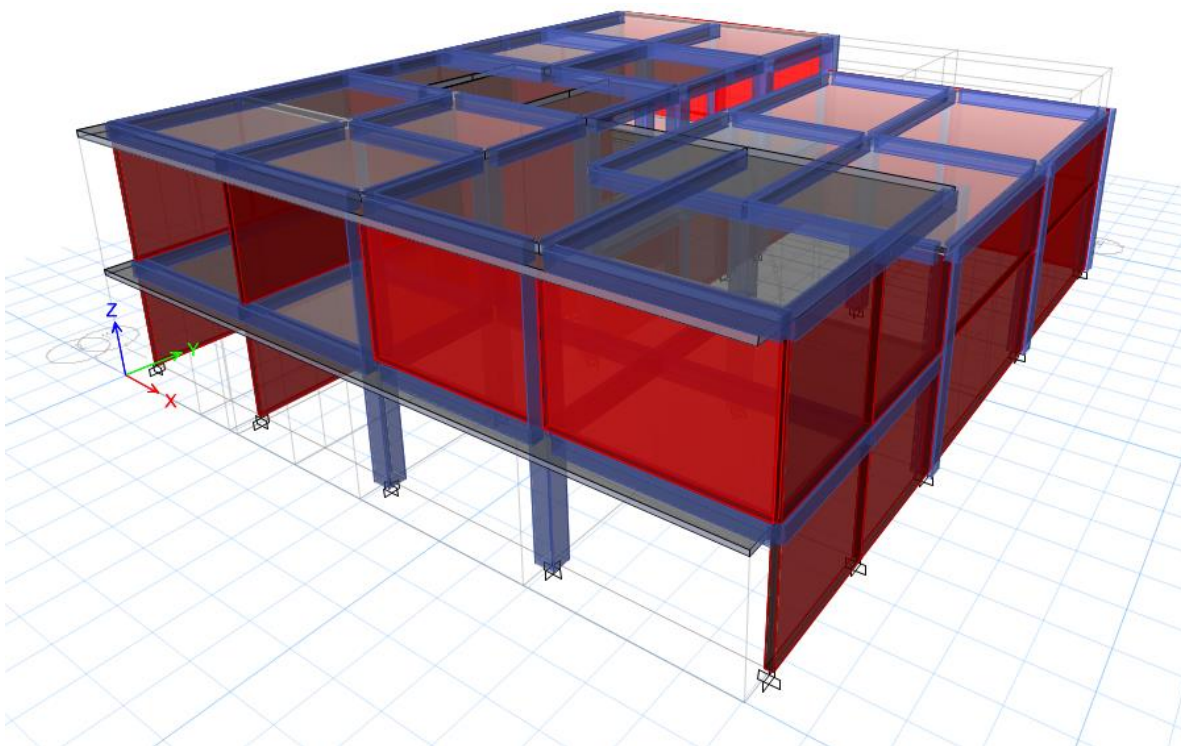
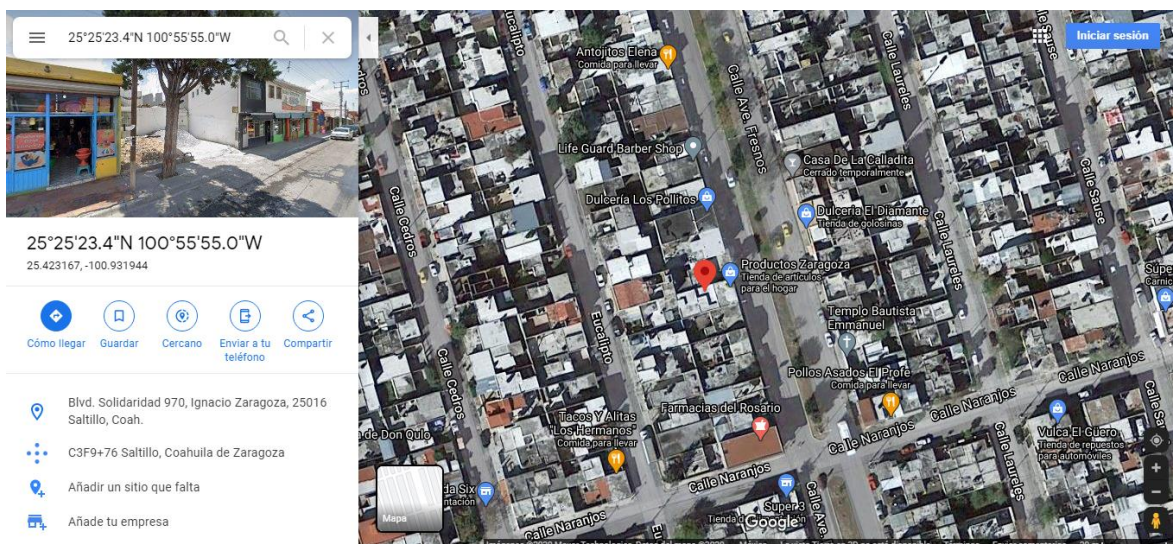
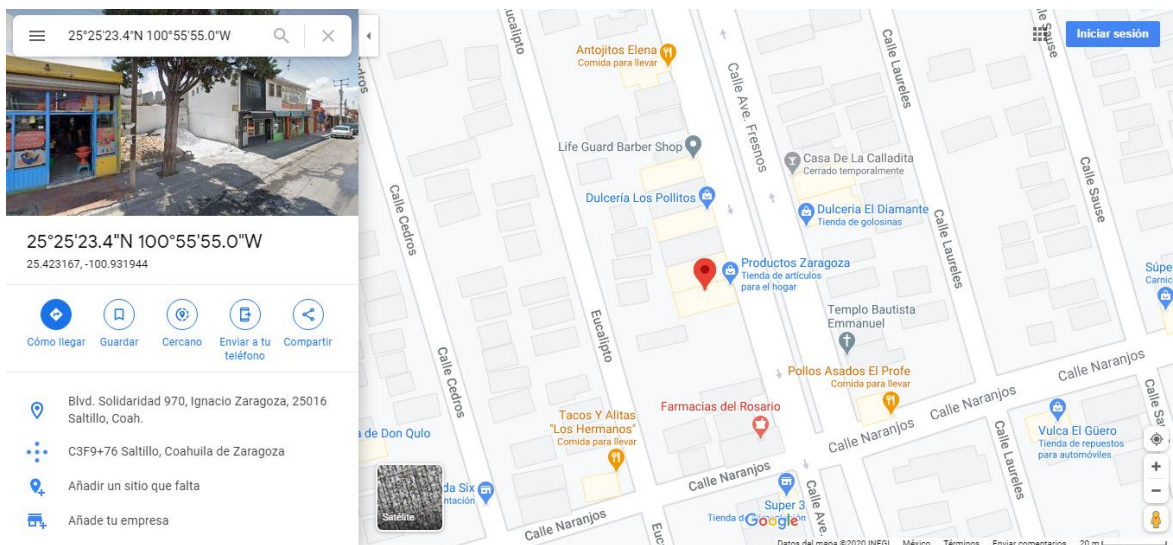


TABLE: Centers of Mass and Rigidity

Story	Diaphragm	Mass X	Mass Y	XCM	YCM	Cumulative X	Cumulative Y	XCCM	YCCM
		kgf-s ² /m	kgf-s ² /m	m	m	kgf-s ² /m	kgf-s ² /m	m	m
Planta Alta	D1	23816.19	23816.19	7.7487	9.2426	23816.19	23816.19	7.7487	9.2426
Planta Baja	D1	18872.87	18872.87	6.9192	7.9403	42689.06	42689.06	7.382	8.6669

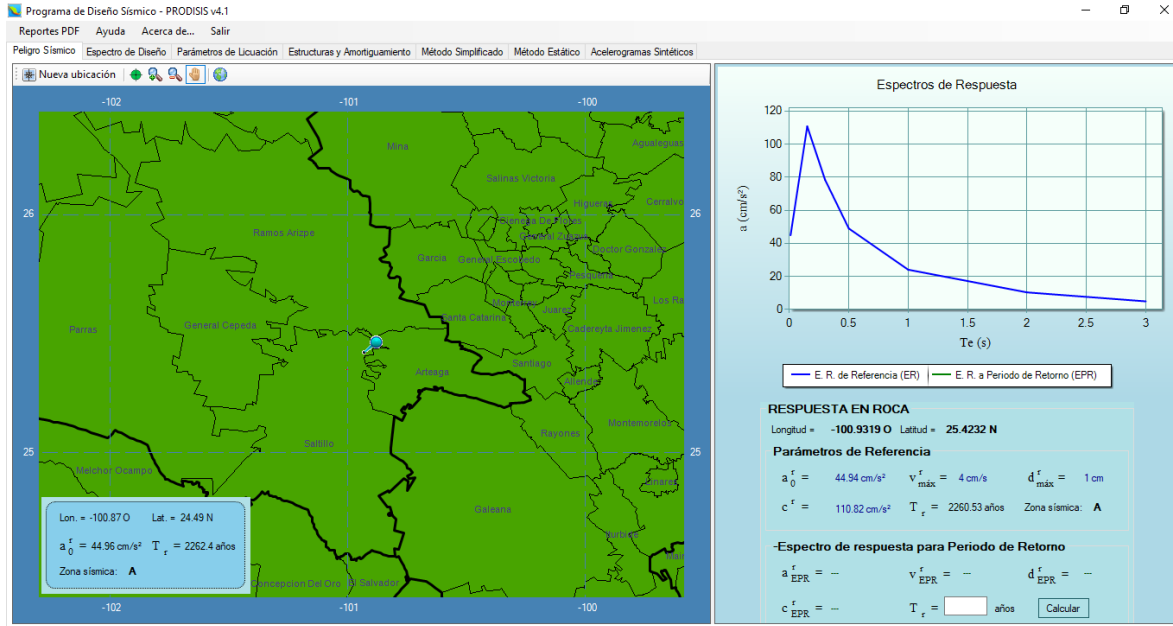
VII.iii. Parámetros de Análisis y Revisión

VII.iii.i Ubicación Geográfica



VII.iii.ii Coeficiente Sísmico

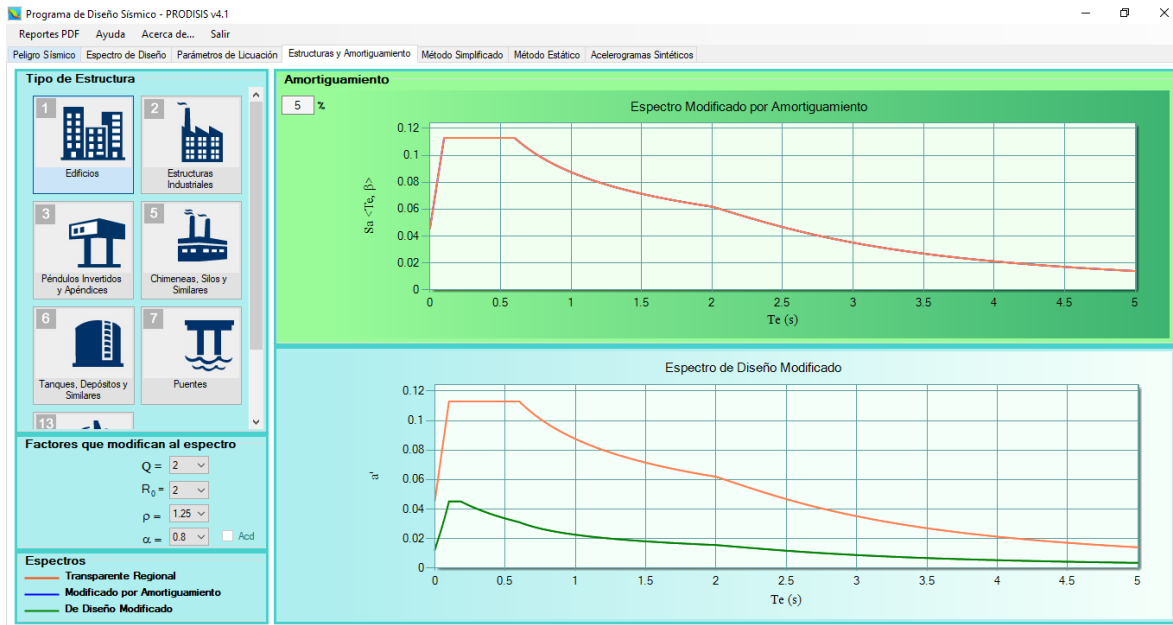
De acuerdo con el programa PRODISIS (v4.1) basado en el MDOC-Sismo CFE 2015, del sitio “**178735 Naranjos**”, que se ubica en las coordenadas geográficas **25.423167, -100.931944**, los parámetros de diseño son los siguientes:



Captura de ubicación según PRODISIS

ESPECTRO DE ROCA		ESPECTRO DE SITIO	
	Zona sísmica		A
Longitud	-100.9319 O	Latitud	25.4232 N
a0r:	44.94 cm/s ²	a0:	44.94 cm/s ²
c:	110.82 cm/s ²	c:	110.82 cm/s ²
		Ta:	0.1 s
		Tb:	0.6 s
		Tc:	2 s
		k:	1.5
		r:	0.5

Parámetros sísmicos



Captura de espectro de diseño sísmico (línea verde)

VII.iii.ii Condiciones de Regularidad

REVISIÓN DE LA REGULARIDAD DE LA ESTRUCTURA SEGÚN LAS NTC-SISMO 5.1

No.	CONDICIÓN	EVALUACIÓN
1	Los diferentes muros, marcos y demás sistemas sismo-resistentes verticales son sensiblemente paralelos a los ejes ortogonales principales del edificio. Se considera que un plano o elemento sismo-resistente es sensiblemente paralelo a uno de los ejes ortogonales cuando el ángulo que forma en planta con respecto a dicho eje no excede 15 grados.	CUMPLE
2	La relación de su altura a la dimensión menor de su base no es mayor que cuatro.	CUMPLE
3	La relación de largo a ancho de la base no es mayor que cuatro.	CUMPLE
4	En planta no tiene entrantes ni salientes de dimensiones mayores que 20 por ciento de la dimensión de la planta medida paralelamente a la dirección en que se considera el entrante o saliente.	CUMPLE
5	Cada nivel tiene un sistema de piso cuya rigidez y resistencia en su plano satisfacen lo especificado en la sección 2.7 para un diafragma rígido.	CUMPLE
6	El sistema de piso no tiene aberturas que en algún nivel excedan 20 por ciento de su área en planta en dicho nivel, y las áreas huecas no difieren en posición de un piso a otro. Se exige de este requisito la azotea de la construcción.	NO CUMPLE
7	El peso de cada nivel, incluyendo la carga viva que debe considerarse para diseño sísmico, no es mayor que 120 por ciento del correspondiente al piso inmediato inferior.	CUMPLE
8	En cada dirección, ningún piso tiene una dimensión en planta mayor que 110 por ciento de la del piso inferior. Además, ningún piso tiene una dimensión en planta mayor que 125 por ciento de la menor de las dimensiones de los pisos inferiores en la misma dirección.	CUMPLE
9	Todas las columnas están restringidas en todos los pisos en las dos direcciones de análisis por diafragmas horizontales o por vigas. Por consiguiente, ninguna columna pasa a través de un piso sin estar ligada con él.	CUMPLE
10	Todas las columnas de cada entrepiso tienen la misma altura, aunque esta pueda variar de un piso a otro. Se exige de este requisito al último entrepiso de la construcción.	CUMPLE
11	La rigidez lateral de ningún entrepiso difiere en más de 10 por ciento de la del entrepiso inmediatamente inferior. El último entrepiso queda excluido de este requisito.	CUMPLE
12	En ningún entrepiso el desplazamiento lateral de algún punto de la planta excede en más de 20 por ciento el desplazamiento lateral promedio de los extremos de la misma.	CUMPLE
13	En sistemas diseñados para Q de 4, en ningún entrepiso el cociente de la capacidad resistente a carga lateral entre la acción de diseño debe ser menor que el 85 por ciento del promedio de dichos cocientes para todos los entrepisos. En sistemas diseñados para Q igual o menor que 3, en ningún entrepiso el cociente antes indicado debe ser menor que 75 por ciento del promedio de dichos cocientes para todos los entrepisos. Para verificar el cumplimiento de este requisito, se calculará la capacidad resistente de cada entrepiso teniendo en cuenta todos los elementos que puedan contribuir apreciablemente a ella. Queda excluido este requisito el último entrepiso.	CUMPLE
Según la sección 5.2 de las NTC-Sismo, se considera IRREGULAR la estructura porque no satisface uno de los requisitos 5, 6, 9, 10, 11, 12 y 13, o dos o más de los requisitos 1, 2, 3, 4, 7 y 8.		

REVISIÓN DE UNA ESTRUCTURA MUY IRREGULAR SEGÚN LAS NTC-SISMO 5.3

No.	CONDICIÓN	EVALUACIÓN
1	El desplazamiento lateral de algún punto de una de las plantas excede en más de 30 por ciento el promedio de los desplazamientos de los extremos de la misma.	NO CUMPLE
2	La rigidez lateral o la resistencia al corte de algún entrepiso exceden en más de 20 por ciento la del entrepiso inmediatamente inferior. Para verificar el cumplimiento de este requisito, se calculará la capacidad resistente y la rigidez lateral de cada entrepiso teniendo en cuenta todos los elementos que puedan contribuir apreciablemente a ellas.	NO CUMPLE
3	Más de 30 por ciento de las columnas ubicadas en un entrepiso no cumplen con el requisito 9 de la sección 5.1	NO CUMPLE
Según la sección 5.3 de las NTC-Sismo, se considera IRREGULAR la estructura porque no satisface uno de los requisitos 5, 6, 9, 10, 11, 12 y 13, pero tampoco se presenta alguna de las condiciones anteriores.		

PARÁMETROS DE DISEÑO SÍSMICO

Coefficiente sísmico, c	0.111
Regularidad de la estructura	IRREGULAR
Coefficiente de regularidad	0.80
Factor de comportamiento sísmico, Q	2.00
Factor de comportamiento sísmico corregido, Q'	1.60

VII.iv. Estimación de Cargas

La determinación de las cargas muertas de la estructura se llevó a cabo de acuerdo a los pesos volumétricos de los diferentes materiales que intervienen en esta, así como las dimensiones de los elementos estructurales que la componen.

Las cargas vivas unitarias, se determinaron tomando en cuenta los valores de las cargas vivas especificadas en la tabla 6.1.1 de las NTC-Criterios, estos valores están en función del uso o destino del tipo de uso del inmueble.

VII.iv.i Cargas Muertas y Cargas Variables

De forma resumida, se colocan a continuación las tablas donde se enlista las cargas muertas y vivas según sea el tipo de losa y su ubicación:

- Losa de entrepiso (NPT + 2.58m)

LOSA DE ENTREPISO			
Concepto	Espesor (m)	Peso Vol. (Kg/m ³)	Carga (Kg/m ²)
Losa maciza de concreto	0.11	2400	264
Instalaciones	-	-	15
Loseta cerámica	-	-	25
Planfon de yeso	0.02	1800	36
Carga adicional por NTC			40
Carga Muerta Total:			380
Carga viva máxima	-	-	350
Carga viva instantánea	-	-	315

- Losa de azotea (NAz + 5.70m, 5.88m y 4.59m) con pendiente no mayor a 5%

LOSA DE AZOTEA			
Concepto	Espesor (m)	Peso Vol. (Kg/m ³)	Carga (Kg/m ²)
Losa maciza de concreto	0.15	2400	360
Instalaciones	-	-	15
Relleno de pendiente	-	-	80
Entortado	-	-	40
Impermeabilizante	-	-	5
Planfon de yeso	0.02	1800	36
Carga adicional por NTC			40
Carga Muerta Total:			576
Carga viva máxima	-	-	100
Carga viva instantánea	-	-	70

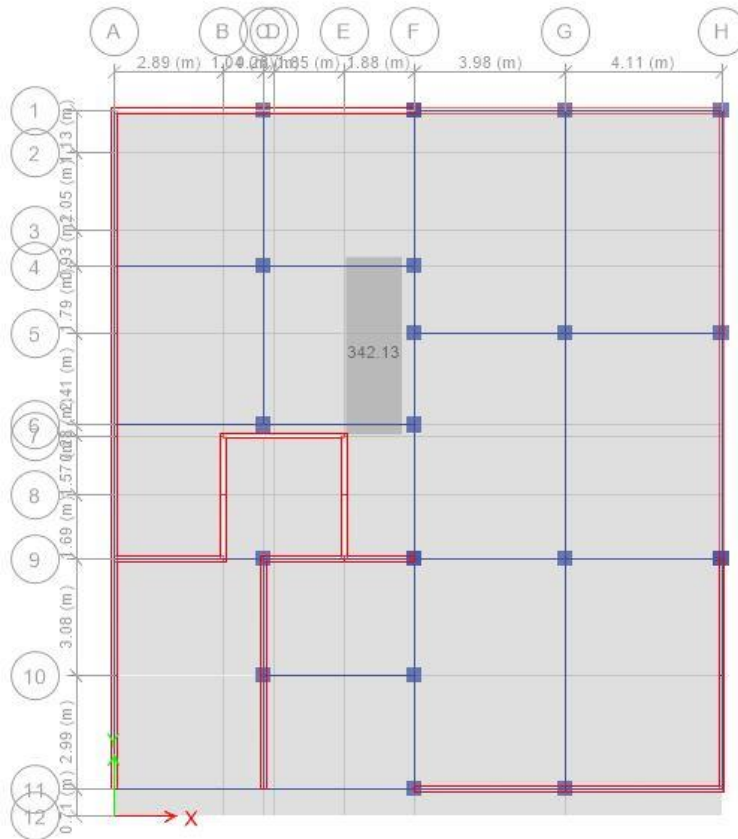
Nota: se descontó 2cm a los espesores de losa encontrados para considerar únicamente el peso propio del elemento sin acabados.

VII.iv.ii Equipos en Sitio y Cargas Adicionales

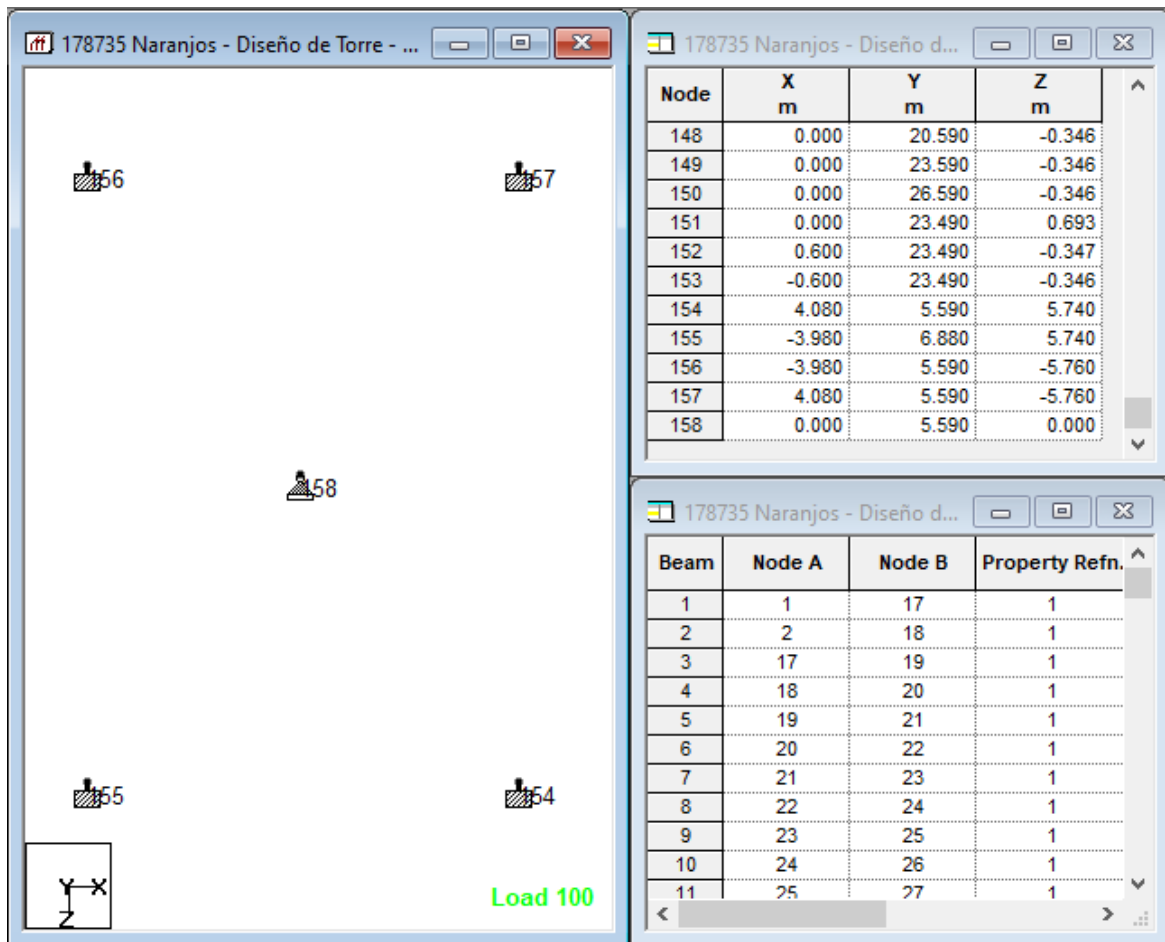
OTRAS CARGAS MUERTAS							
Concepto	Cantidad	Dimensiones			Peso Unitario	Peso Total	Fotografía
		Ancho (m)	Largo (m)	Altura (m)			
Tinaco de Agua	1	-	-	-	1100 Kg	1100 Kg	
Total:						1100 Kg	

CARGAS DE EQUIPOS EN AZOTEA							
Concepto	Cantidad	Dimensiones			Peso Unitario	Peso Total	Fotografía
		Ancho (m)	Largo (m)	Altura (m)			
Plancha de Concreto	1	1.5	4.7	0.1	2400 Kg	1692 Kg	-
Gabinetes con Soportes	4	-	-	-	180 Kg	720 Kg	-
Total:						2412 Kg	

En la siguiente captura se muestra la planta azotea del programa ETABS donde se ingresa la plancha de concreto con su peso propio y el peso de los gabinetes como una carga por metro cuadrado (recuadro gris con carga de 342.13 Kg/m²)



En la siguiente página se muestra de forma esquemática y resumida las cargas obtenidas del análisis estructural de la estructura de la nueva radiobase.



Ubicación de los puntos de apoyo de la torre (programa STAAD)

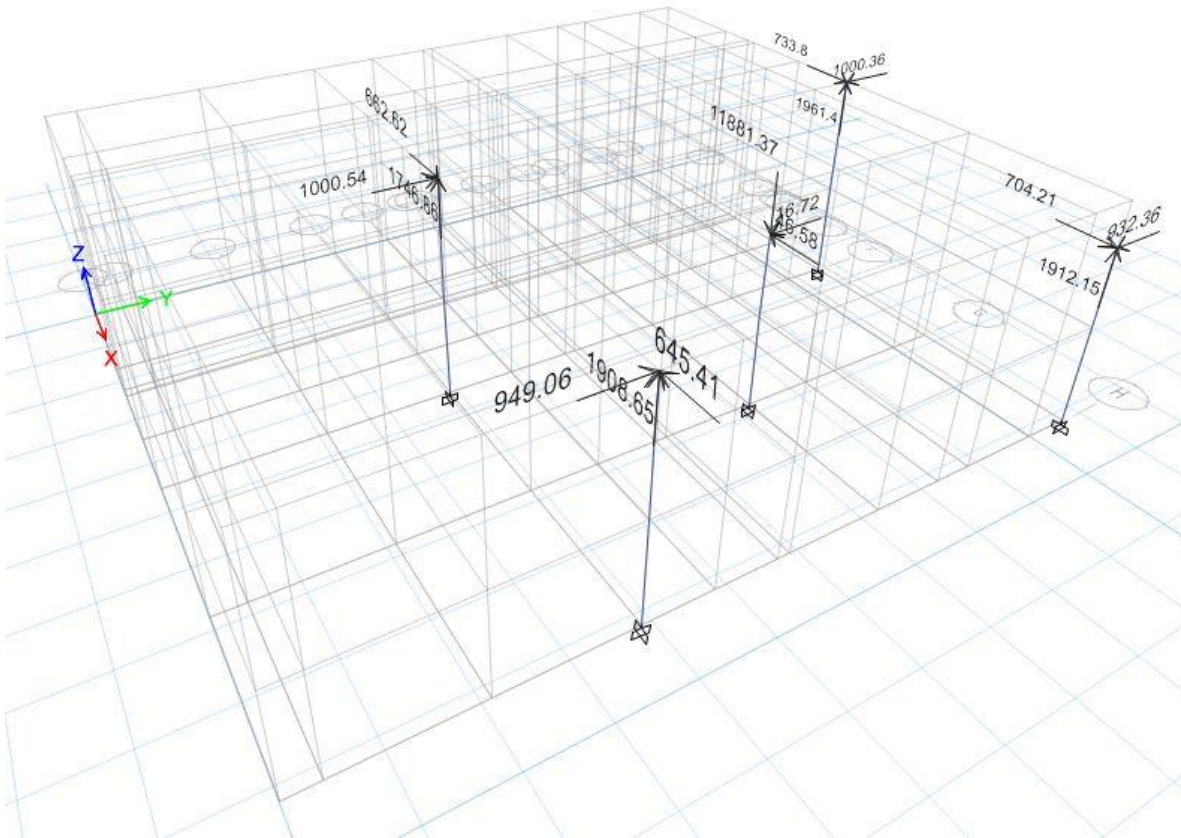
SUPPORT REACTIONS -UNIT KG METE STRUCTURE TYPE = SPACE							

JOINT	LOAD	FORCE-X	FORCE-Y	FORCE-Z	MOM-X	MOM-Y	MOM Z
154	101	645.41	-1908.65	949.06	0.00	0.00	0.00
	102	423.66	-1908.65	949.06	0.00	0.00	0.00
	103	2531.68	-7348.70	3281.52	0.00	0.00	0.00
	104	709.53	-2008.61	821.58	0.00	0.00	0.00
	105	2054.42	-6730.44	3247.83	0.00	0.00	0.00
	106	262.30	-1431.48	711.80	0.00	0.00	0.00
	107	2370.33	-6871.54	3044.25	0.00	0.00	0.00
	108	548.18	-1531.45	584.32	0.00	0.00	0.00
	109	1893.07	-6253.27	3010.56	0.00	0.00	0.00
155	101	-662.62	-1746.86	1000.54	0.00	0.00	0.00
	102	-2393.84	-6303.82	3185.51	0.00	0.00	0.00
	103	-485.20	-1790.58	1027.31	0.00	0.00	0.00
	104	-721.86	-1821.11	896.56	0.00	0.00	0.00
	105	-2083.58	-6226.80	3340.00	0.00	0.00	0.00
	106	-2228.19	-5867.10	2935.38	0.00	0.00	0.00
	107	-319.55	-1353.87	777.17	0.00	0.00	0.00
	108	-556.21	-1384.40	646.43	0.00	0.00	0.00
	109	-1917.92	-5790.08	3089.86	0.00	0.00	0.00
156	101	-733.80	-1961.40	-1000.36	0.00	0.00	0.00
	102	-2400.77	-7053.73	-3022.63	0.00	0.00	0.00
	103	-808.64	-2400.77	-1403.65	0.00	0.00	0.00
	104	-2229.65	-6668.40	-3264.75	0.00	0.00	0.00
	105	-851.19	-2135.36	-938.29	0.00	0.00	0.00
	106	-2217.32	-6563.38	-2772.54	0.00	0.00	0.00
	107	-625.18	-1910.42	-1153.55	0.00	0.00	0.00
	108	-2046.20	-6178.05	-3014.65	0.00	0.00	0.00
	109	-667.74	-1645.01	-688.20	0.00	0.00	0.00
157	101	704.21	-1912.15	-932.36	0.00	0.00	0.00
	102	850.61	-2651.44	-1411.94	0.00	0.00	0.00
	103	2123.72	-6105.48	-2566.29	0.00	0.00	0.00
	104	2156.25	-6493.53	-3091.15	0.00	0.00	0.00
	105	813.29	-2069.83	-852.40	0.00	0.00	0.00
	106	674.56	-2173.40	-1178.85	0.00	0.00	0.00
	107	1947.67	-5627.44	-2333.20	0.00	0.00	0.00
	108	1980.20	-6015.50	-2858.06	0.00	0.00	0.00
	109	637.23	-1591.80	-619.31	0.00	0.00	0.00
158	101	46.58	11881.37	-16.72	0.00	0.00	0.00
	102	-72.94	22267.61	9.96	0.00	0.00	0.00
	103	231.52	21997.62	-45.69	0.00	0.00	0.00
	104	84.94	21342.78	-117.84	0.00	0.00	0.00
	105	65.88	21514.54	74.75	0.00	0.00	0.00
	106	-84.59	19297.26	14.14	0.00	0.00	0.00
	107	219.88	19027.28	-41.51	0.00	0.00	0.00
	108	73.30	18372.44	-113.66	0.00	0.00	0.00
	109	54.23	18544.20	78.93	0.00	0.00	0.00

Reacciones de la torre

Nota: en el modelo de la edificación “**Estado Original+ ATC**” se introdujeron las reacciones debidas a la combinación de carga 101 del STAAD, es decir, el caso de 1.2 (PP + CM + CV). La captura del ingreso de estas cargas se muestra en la siguiente página.

En la siguiente captura aparecen las barras verticales que simulan las columnas del inmueble que servirán de apoyo para la torre. Además, se muestra de manera esquemática las fuerzas de la torre que estarán interactuando en dichas columnas.



VIII. EVALUACIÓN DEL INMUEBLE

Con los elementos mecánicos últimos obtenidos de la combinación de acciones más desfavorables, se revisan los estados límite de falla y de servicio de la estructura para la condición que incluye las fuerzas de la radiobase.

Es importante que toda edificación y cada uno de sus elementos estructurales deben de cumplir con los requisitos básicos siguientes:

- Tener la seguridad adecuada contra la aparición de todo estado límite de falla posible ante la combinación de acciones más desfavorable que pueda presentarse durante su vida útil y,
- No rebasar ningún estado límite de servicio ante combinaciones de acciones que corresponden a condiciones normales de operación.

VIII.i. Estado Límite de Falla

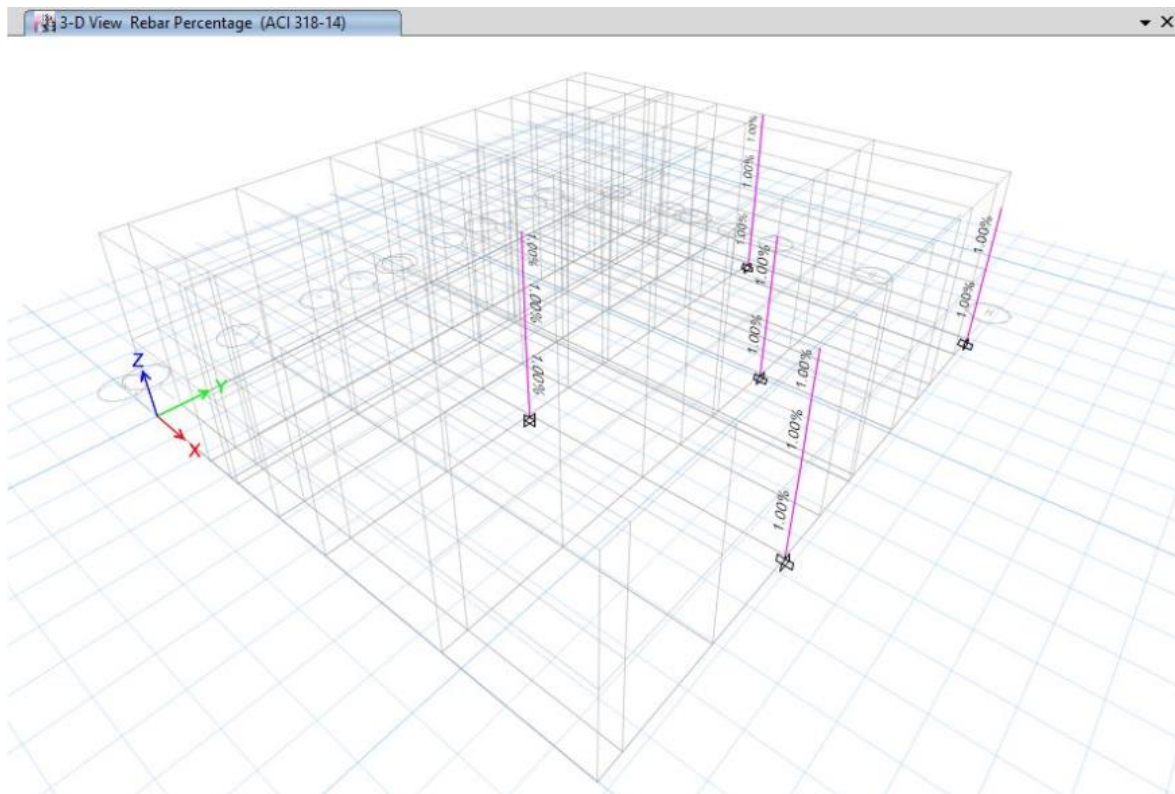
Se considera como estado límite de falla cualquier situación que corresponda al agotamiento de la capacidad de carga de una estructura o de cualquiera de sus componentes o al hecho de que ocurran daños irreversibles que afecten significativamente la resistencia ante nuevas aplicaciones de cargas.

La revisión de los estados límite de falla se hizo de acuerdo con los lineamientos de las *Normas Técnicas Complementarias de Concreto* (NTC-Concreto).

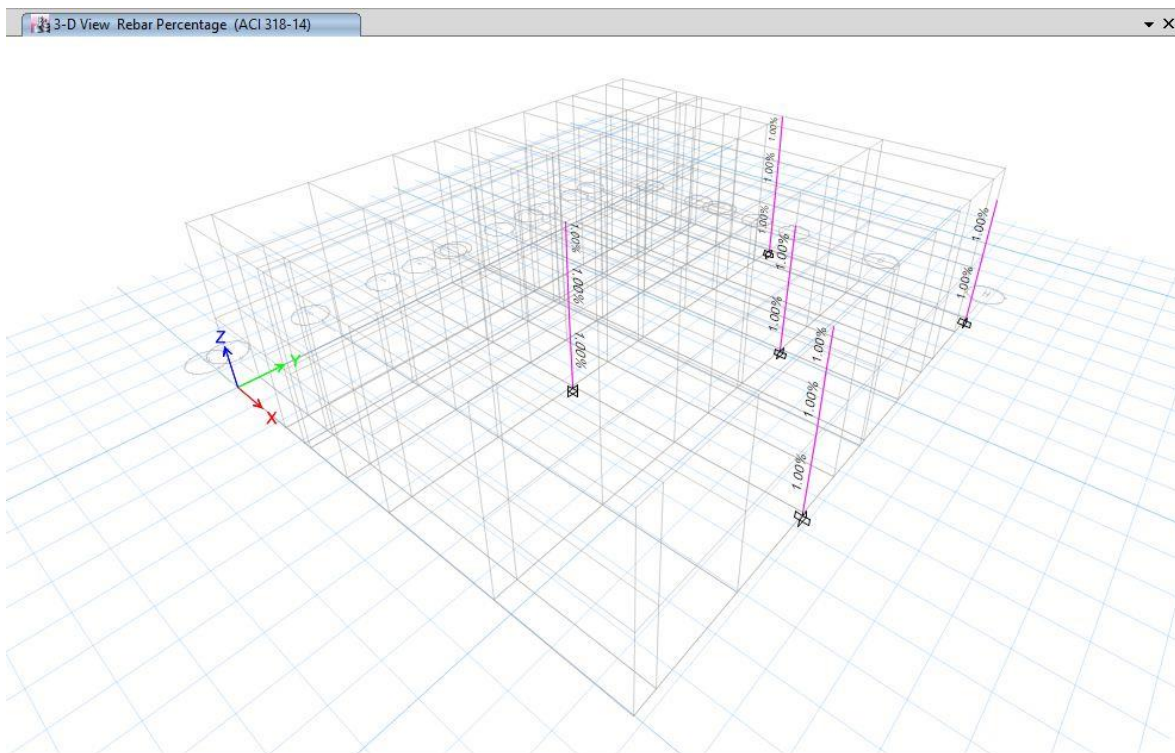
VIII.i.i. Revisión de Elementos a Flexocompresión

Para la revisión de los diferentes miembros que conforman la estructura, se utilizó el programa ETABS, considerando el reglamento ACI 318-14 para la obtención de las cuantías mínimas en las secciones de las columnas o la cuantía necesaria para soportar los elementos mecánicos actuantes.

En la página siguiente, se muestran las capturas de pantalla del programa ETABS con las cuantías calculadas, contrastando la diferencia de cuantías entre el “**Estado Original**” y el “**Estado Original + ATC**” de las columnas donde se supondrá que descargarán los equipos de ATC.



ESTADO ORIGINAL



ESTADO ORIGINAL + ATC

VIII.i.ii. Revisión de Elementos a Flexión

Se revisarán las trabes de concreto que, según la propuesta de colocación de equipos, se encontrarán soportando las losas que a su vez cargarán con dichos equipos. Se realizará de forma manual con hojas de Excel, mostrando una comparativa entre las resistencias obtenidas considerando el “**Estado Original**” con el “**Estado Original + ATC**”.

La trabe que se revisará será la que se ubica en el EJE C, entre EJE 2 y EJE 4 ya que esta se encontraría cargando aproximadamente el 80% de la plancha con los gabinetes.

Se consideró el peralte de la losa de concreto como parte del peralte de la trabe, por lo que el peralte de la trabe sería $0.35\text{m} + 0.15\text{m} = 0.50\text{m}$. Además, se está considerando que la trabe posee el armado mínimo a flexión, la cual se estipula en las NTC Concreto, sección 5.1.4.1, por lo que si el acero necesario excede al mínimo se propondrá un refuerzo.

Los cálculos se muestran en las páginas siguientes.

PARAMETROS DE DISEÑO

$f_c =$	250	kg/cm ²	$W \text{ equipos} =$	0.000	ton/m ²		
$f_y =$	4200	kg/cm ²	Claro =	4.20	m	Tipo de Viga	Principal
Rec. =	2	cm	$W_m + W_{cvi} =$	0.68	ton/m ²	Los desp.	
FC =	1.30	adim	Atrib =	4.40	m ²	afectan muros:	Sí

Revisión por Flexión

b	h	M	Mu	Q	q	P Calc.	P Min.	As req.
m	m	Ton-m	Ton-m	adim	adim	adim	adim	cm ²
0.25	0.50	1.04	1.35	0.012	0.012	0.0005	0.0026	3.29 cm ²

Varilla #	Num. Vars pzs	Deflexión Inmediata cm	Estado Límite de Servicio cm	Obs	Acero Calc. Lecho infer.	A. Esperado 4#4	Ratio
4	2.59	0.0100	0.88	CUMPLE	3.29 cm ²	4.11 cm ²	0.80

Revisión por Cortante

V	Vu	No. Ramales	Varilla	Sep. de Estribos	Acero a Cortante	V _{CR}	Sep. Calculada	Ratio
Ton	Ton	Adim.	#	cm		Ton	cm	
1.49	1.93	2	4	15	2.54 cm ²	2.76	-467.29	0.00

CALCULO DE DISEÑO POR FLEXION

NTC Concreto Seccion 5.1.3 Resistencia a Flexión

$$MR = FR b d^2 f_c'' q (1 - 0.5q)$$

Donde:

FR = Factor de Resistencia (0.9)

b = Base

d = Peralte (altura-recubrimiento)

 f_c'' = Esfuerzo Uniforme de Compresion (0.85 f_c)

$$q = \frac{\rho F_y}{f_c''} \rightarrow p = \frac{A_s}{bd}$$

Donde:

 ρ = Porcentahe

 F_y = Esfuerzo de fluencia del acero de refuerzo

Donde:

 A_s = Area de Acero

b = Base

d = Peralte (altura-recubrimiento)

CALCULO DE DISEÑO POR CORTANTE

NTC Concreto Seccion 5.3.3 Resistencia a Fuerza Cortante

 Si $\rho < 0.015$

$$V_{CR} = F_R (0.2 + 20\rho) \sqrt{f'c} b d$$

 Si $\rho \geq 0.015$

$$V_{CR} = F_R 0.5 \sqrt{f'c} b d$$

$$S = \frac{F_R A_v f_y d (\sin \theta + \cos \theta)}{V_{SR}}$$

Donde:

FR = Factor de Resistencia (0.75)

 A_v = área trasversal del refuerzo cortante comprendido en una distancia S

 θ = ángulo que dicho refuerzo forma con el eje de la pieza

 V_{SR} = fuerza cortante de diseño que toma el acero trasversal caculado como:

$$V_{SR} = V_U - V_{CR}$$

ESTADO ORIGINAL

PARAMETROS DE DISEÑO

$f_c =$	250	kg/cm ²	$W \text{ equipos} =$	0.311	ton/m ²		
$f_y =$	4200	kg/cm ²	Claro =	4.20	m	Tipo de Viga	Principal
Rec. =	2	cm	$W_m + W_{cvi} =$	0.68	ton/m ²	Los desp.	
FC =	1.50	adim	Atrib =	4.40	m ²	afectan muros:	Sí

Revisión por Flexión

b	h	M	Mu	Q	q	P Calc.	P Min.	As req.
m	m	Ton-m	Ton-m	adim	adim	adim	adim	cm ²
0.25	0.50	1.52	2.28	0.021	0.021	0.0008	0.0026	3.29 cm ²

Varilla #	Num. Vars pzs	Deflexión Inmediata cm	Estado Límite de Servicio cm	Obs	Acero Calc. Lecho infer.	A. Esperado 4#4	Ratio
4	2.59	0.0145	0.88	CUMPLE	3.29 cm ²	4.11 cm ²	0.80

Revisión por Cortante

V	Vu	No. Ramales	Varilla	Sep. de Estribos	Acero a Cortante	V _{CR}	Sep. Calculada	Ratio
Ton	Ton	Adim.	#	cm		Ton	cm	
2.17	3.26	2	4	15	2.54 cm ²	2.85	934.98	0.02

CALCULO DE DISEÑO POR FLEXION

NTC Concreto Seccion 5.1.3 Resistencia a Flexión

$$MR = FR b d^2 f_c'' q (1 - 0.5q)$$

Donde:

FR = Factor de Resistencia (0.9)

b = Base

d = Peralte (altura-recubrimiento)

 f_c'' = Esfuerzo Uniforme de Compresion (0.85 f_c)

$$q = \frac{\rho F_y}{f_c''} \rightarrow p = \frac{A_s}{bd}$$

Donde:

ρ = Porcentahe

 F_y = Esfuerzo de fluencia del acero de refuerzo

Donde:

 A_s = Area de Acero

b = Base

d = Peralte (altura-recubrimiento)

CALCULO DE DISEÑO POR CORTANTE

NTC Concreto Seccion 5.3.3 Resistencia a Fuerza Cortante

Si $\rho < 0.015$

$$V_{CR} = F_R (0.2 + 20\rho) \sqrt{f'c} b d$$

Si $\rho \geq 0.015$

$$V_{CR} = F_R 0.5 \sqrt{f'c} b d$$

$$S = \frac{F_R A_v f_y d (\sin \theta + \cos \theta)}{V_{SR}}$$

Donde:

FR = Factor de Resistencia (0.75)

 A_v = área trasversal del refuerzo cortante comprendido en una distancia S

 θ = ángulo que dicho refuerzo forma con el eje de la pieza

 V_{SR} = fuerza cortante de diseño que toma el acero trasversal caculado como:

$$V_{SR} = V_U - V_{CR}$$

ESTADO ORIGINAL + ATC

VIII.i.iii. Revisión de Losas

Se revisarán las losas de concreto que, según la propuesta de colocación de equipos, se encontrarán soportando las planchas y los gabinetes. Se realizará de forma manual con hojas de Excel, mostrando una comparativa entre los armados de las parrillas obtenidos considerando el “**Estado Original**” con el “**Estado Original + ATC**”.

Los cálculos aparecen en las páginas siguientes.

REVISIÓN DE LOSAS MACIZAS DE CONCRETO CON NTC - 2017

DATOS INICIALES

$f'c =$	250	Kg/cm ²
$f_y =$	4200	Kg/cm ²
Rec. =	2	cm
FC =	1.3	adim
L menor =	4.00	m
L mayor =	4.20	m
e losa =	0.15	m
d =	13	cm
a1/a2 =	0.952	adim

CARGAS SOBRE LA LOSA

$W_{MUERTA} =$	0.576	Ton/m ²
$W_{VIVA} =$	0.100	Ton/m ²
$P_{EQUIPOS} =$	0.000	Ton
$W_{EQUIPOS} =$	0.000	Ton/m ²
$W_{TOTAL} =$	0.676	Ton/m ²
$W_U =$	0.879	Ton/m ²

ANÁLISIS DE LOSA MACIZA

Tablero	Momento	Claro	α	W_U (Kg/m ²)	$10^{-4} w_u a_1^2$
De Borde Un lado largo discontinuo	Negativo en bordes	Corto	91.2	878.80	1.41
		Largo	180.6	878.80	1.41
	Negativo en bordes	Corto	68.2	878.80	1.41
		-	0	878.80	1.41
	Positivo	Corto	-18	878.80	1.41
		Largo	128.8	878.80	1.41

DISEÑO DE PARRILLA DE ACERO

Mi (Kg-m)	Q (adim)	q (adim)	ρ (adim)	$A_{S_{NEC}}$ (cm ²)	Varilla \emptyset	S (cm)
128.23	0.0040	0.0040	0.0026	3.43	3	20.73
253.94	0.0079	0.0079	0.0026	3.43	3	20.73
95.89	0.0030	0.0030	0.0026	3.43	3	20.73
0.00	0.0000	0.0000	0.0026	3.43	3	20.73
-25.31	-0.0008	-0.0008	0.0026	3.43	3	20.73
181.10	0.0056	0.0056	0.0026	3.43	3	20.73

DISEÑO DE PERALTE POR CORTANTE

V_U (Kg)	VCR (Kg)	REVISIÓN
895.43	7708.05	PERALTE SUFICIENTE
895.43	7708.05	PERALTE SUFICIENTE
895.43	7708.05	PERALTE SUFICIENTE
895.43	7708.05	PERALTE SUFICIENTE
895.43	7708.05	PERALTE SUFICIENTE
895.43	7708.05	PERALTE SUFICIENTE

ESTADO ORIGINAL

REVISIÓN DE LOSAS MACIZAS DE CONCRETO CON NTC - 2017

DATOS INICIALES

$f'c =$	250	Kg/cm ²
$f_y =$	4200	Kg/cm ²
Rec. =	2	cm
FC =	1.5	adim
L menor =	4.00	m
L mayor =	4.20	m
e losa =	0.15	m
d =	13	cm
a1/a2 =	0.952	adim

CARGAS SOBRE LA LOSA

$W_{MUERTA} =$	0.576	Ton/m ²
$W_{VIVA} =$	0.100	Ton/m ²
$P_{EQUIPOS} =$	2.412	Ton
$W_{EQUIPOS} =$	0.144	Ton/m ²
$W_{TOTAL} =$	0.820	Ton/m ²
$W_U =$	1.229	Ton/m ²

ANÁLISIS DE LOSA MACIZA

Tablero	Momento	Claro	α	W_U (Kg/m ²)	$10^{-4} w_u a_1^2$
De Borde Un lado largo discontinuo	Negativo en bordes	Corto	91.2	1229.36	1.97
		Largo	180.6	1229.36	1.97
	Negativo en bordes	Corto	68.2	1229.36	1.97
		-	0	1229.36	1.97
	Positivo	Corto	-18	1229.36	1.97
		Largo	128.8	1229.36	1.97

DISEÑO DE PARRILLA DE ACERO

Mi (Kg-m)	Q (adim)	q (adim)	ρ (adim)	$A_{S_{NEC}}$ (cm ²)	Varilla \emptyset	S (cm)
179.39	0.0056	0.0056	0.0026	3.43	3	20.73
355.24	0.0110	0.0111	0.0026	3.43	3	20.73
134.15	0.0042	0.0042	0.0026	3.43	3	20.73
0.00	0.0000	0.0000	0.0026	3.43	3	20.73
-35.41	-0.0011	-0.0011	0.0026	3.43	3	20.73
253.35	0.0078	0.0079	0.0026	3.43	3	20.73

DISEÑO DE PERALTE POR CORTANTE

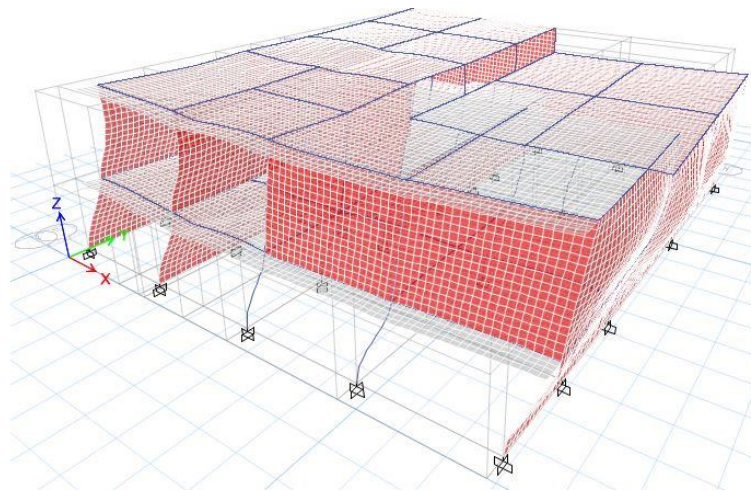
V_U (Kg)	VCR (Kg)	REVISIÓN
1252.63	7708.05	PERALTE SUFICIENTE
1252.63	7708.05	PERALTE SUFICIENTE
1252.63	7708.05	PERALTE SUFICIENTE
1252.63	7708.05	PERALTE SUFICIENTE
1252.63	7708.05	PERALTE SUFICIENTE
1252.63	7708.05	PERALTE SUFICIENTE

ESTADO ORIGINAL + ATC

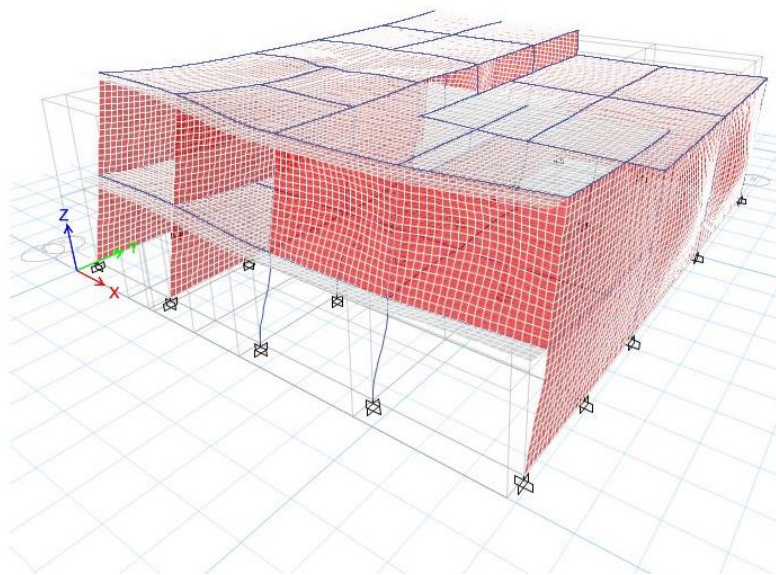
VIII.ii. Estado Límite de Servicio

Se considera como estado límite de servicio a la ocurrencia de deformaciones, vibraciones o daños que afecten el correcto funcionamiento de la estructura, pero que no perjudiquen su capacidad para soportar cargas.

La distorsión de entrepiso se define como la diferencia entre desplazamientos laterales de los entrepisos consecutivos que lo delimitan dividida entre la diferencia de elevaciones correspondientes. Para efecto de revisión los desplazamientos laterales se obtienen del análisis realizado con las fuerzas sísmicas de diseño y deberá considerarse la mayor distorsión de las que se calculan para cada elemento o subsistencia vertical en el entrepiso (marcos, muros y cualquier otro elemento vertical).



Desplazamientos exagerados del sismo en X



Desplazamientos exagerados del sismo en Y

VIII.ii.i. Revisión por Sismos Frecuentes

Se revisará que las distorsiones de entrepiso determinadas para esta condición no excedan de 0.002, salvo que todos los elementos no estructurales sean capaces de soportar deformaciones apreciables o estén separados de la estructura principal de manera que no sufran daños por sus deformaciones. En tal caso, el límite será 0.004.

ESTADO ORIGINAL

REVISIÓN DE DESPLAZAMIENTOS CONTRA SISMOS FRECUENTES (NTC-SISMO 2017)										
Nivel	h (cm)	Q'	γ_{max}	δ_{perm} (cm)	$\delta_{x act}$ (cm)	$\delta_{y act}$ (cm)	$(\delta_{x act}) (Q'R)$ (cm)	$(\delta_{y act}) (Q'R)$ (cm)	REVISIÓN	
									$(\delta_{x act}) < (\delta_{perm})$	$(\delta_{y act}) < (\delta_{perm})$
1	258	1.6	0.002	0.52	0.013	0.006	0.03	0.02	CUMPLE	CUMPLE
2	312	1.6	0.002	1.14	0.022	0.015	0.06	0.04	CUMPLE	CUMPLE

ESTADO ORIGINAL + ATC

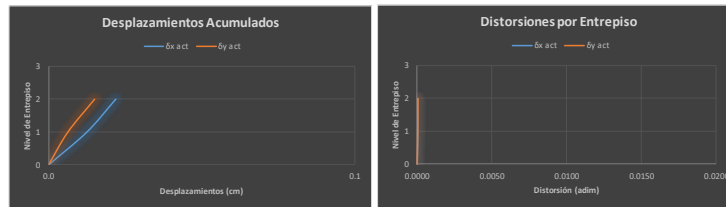
REVISIÓN DE DESPLAZAMIENTOS CONTRA SISMOS FRECUENTES (NTC-SISMO 2017)										
Nivel	h (cm)	Q'	γ_{max}	δ_{perm} (cm)	$\delta_{x act}$ (cm)	$\delta_{y act}$ (cm)	$(\delta_{x act}) (Q'R)$ (cm)	$(\delta_{y act}) (Q'R)$ (cm)	REVISIÓN	
									$(\delta_{x act}) < (\delta_{perm})$	$(\delta_{y act}) < (\delta_{perm})$
1	258	1.6	0.002	0.52	0.013	0.006	0.04	0.02	CUMPLE	CUMPLE
2	312	1.6	0.002	1.14	0.022	0.015	0.06	0.04	CUMPLE	CUMPLE

VIII.ii.ii. Revisión contra Colapso

Se revisará que las distorsiones obtenidas con el espectro de diseño multiplicado por Q'R, no excedan los valores especificados para la distorsión límite (γ_{\max}) de las tablas 4.2.1, 4.2.2 y 4.2.3, según sea el sistema estructural que tenga el inmueble.

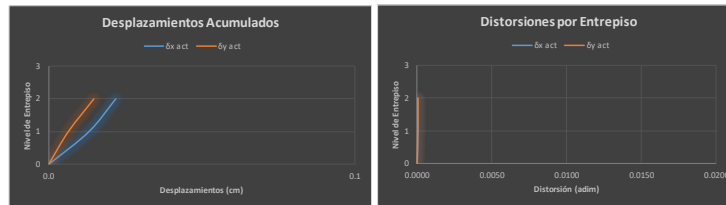
ESTADO ORIGINAL

REVISIÓN DE DESPLAZAMIENTOS CONTRA COLAPSO (NTC-SISMO 2017)																	
Nivel	h (cm)	Q'	k ₁	R ₀	T (seg)	T _a (seg)	k ₂	R	Y _{max}	δ perm (cm)	δ x act (cm)	δ y act (cm)	QR	(δ x act) (Q'R) (cm)	(δ y act) (Q'R) (cm)	REVISIÓN	
																(δ x act) < (δ perm)	(δ y act) < (δ perm)
1	258	1.6	1	1.75	0.107	0.100	-0.02	1.73	0.004	1.03	0.013	0.006	2.77	0.03	0.02	CUMPLE	CUMPLE
2	312	1.6	1	1.75	0.107	0.100	-0.02	1.73	0.004	2.28	0.022	0.015	2.77	0.06	0.04	CUMPLE	CUMPLE



ESTADO ORIGINAL + ATC

REVISIÓN DE DESPLAZAMIENTOS CONTRA COLAPSO (NTC-SISMO 2017)																	
Nivel	h (cm)	Q'	k ₁	R ₀	T (seg)	T _a (seg)	k ₂	R	Y _{max}	δ perm (cm)	δ x act (cm)	δ y act (cm)	QR	(δ x act) (Q'R) (cm)	(δ y act) (Q'R) (cm)	REVISIÓN	
																(δ x act) < (δ perm)	(δ y act) < (δ perm)
1	258	1.6	1	1.75	0.107	0.100	-0.02	1.73	0.004	1.03	0.013	0.006	2.77	0.04	0.02	CUMPLE	CUMPLE
2	312	1.6	1	1.75	0.107	0.100	-0.02	1.73	0.004	2.28	0.022	0.015	2.77	0.06	0.04	CUMPLE	CUMPLE



IX. SISTEMA DE ANCLAJE

Se diseñarán los anclajes para las retenidas considerando la fricción que toma la unión de concreto nuevo con viejo y las varillas que se anclaran a las varillas de las columnas existentes.

Las anclas se revisaran por esfuerzos combinados a tensión y cortante.

Se considera que el concreto no trabaja a tensión por lo que los conectores tomaran las tensiones.

Para revisar el esfuerzo cortante se toma en cuenta la fricción por unión de los concretos que es de 3kg/cm², esta fricción se restará a la fuerza cortante que tomaran las anclas

CALCULO

DADO	154	155	156	157	Unidad	Obs.
Rx	2532	2394	2401	2156	kg	
Ry	7349	6304	7054	6494	kg	
Rz	3282	3186	3023	3091	kg	
acero	A-60	A-60	A-60	A-60	grado	
Varillas en dado	6	6	6	6	calibre	Armado de dado de proyecto para
Cantidad	8	8	8	8	pzs	
varilla ppal #	4	4	4	4	calibre	Armado de columna o castillo de apoyo
Cantidad	6	6	6	6	pzs	
Ancla adic #	0	0	0	0	calibre	Anclas adicionales contrafuertes (si
Cantidad	0	0	0	0	pzs	
Acontacto dado	2500	2500	2500	2500	cm ²	
Avarilla anclas	7.62	7.62	7.62	7.62	cm ²	
Esf. Tensión	964	827	926	852	kg/cm ²	
V resultante	4145	3985	3860	3769	kg	
fricción	7500	7500	7500	7500	kg	
V diseño	0	0	0	0	kg	
Vtotal ancla	0	0	0	0	kg	
Esf. Cortante	0	0	0	0	kg/cm ²	
Esf. Comb.	0.33	0.28	0.31	0.29	kg/cm ²	
Conclusión	Correcto	Correcto	Correcto	Correcto	Resultado	

X. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Con base en los resultados de la inspección física de la edificación, la estimación de fuerzas sísmicas y a la revisión local, se llegan a las siguientes conclusiones:

Actualmente la edificación se encuentra clasificada dentro del Grupo B según las NTC-Sismo 2017, ya que en su planta baja es utilizada mayormente como locales comerciales, mientras que en su planta alta es utilizada como bodegas de almacenamiento y como consultorio médico.

Sin embargo, cuando reciban las cargas de la nueva radiobase será clasificada como una estructura del Grupo A1 por soportar antenas de transmisión.

El inmueble se encuentra constituido por cuatro construcciones unidas en una sola, por lo que se combinan los sistemas estructuras de marcos rígidos de concreto con muros de carga de mampostería hueca. En cuanto a los sistemas de entrepiso, estos se encuentran resueltos por losas macizas de concreto armado con diferentes espesores entre la losa de entrepiso y la losa azotea.

El inmueble presenta desperfectos ocasionados por malas prácticas de autoconstrucción, pero, por otro lado, no se encontraron daños y fallas que pudiesen poner en riesgo la resistencia de sus elementos estructurales o el comportamiento general del inmueble, además de mencionar de que dichos elementos estructurales se encontraron en excelentes condiciones.

No se realizaron calas para comprobar la presencia de materiales, elementos estructurales y sus respectivos armados, así como tampoco escaneos por ultrasonido, sin embargo, este documento se basa en la información obtenida durante la visita realizada al inmueble y a las prácticas comunes, por lo tanto, el peso utilizado en la carga muerta es aproximado para la estructura.

Las columnas de apoyo que se escogieron como apoyo para los dados de desplante de torre y retenidas se encontraron en buen estado.

En cuanto a las pruebas de esclerómetro, estas tuvieron resultados bajos debido a que la columna posee una capa gruesa de acabado de yeso, impidiendo así tomar lecturas de las pruebas directamente al concreto de la columna. Se recomienda solicitar permiso al arrendatario para poder retirar los acabados de todos aquellos elementos que sean necesarios y realizar las pruebas nuevamente.

De acuerdo con nuestras consideraciones y con lo observado en campo durante la visita la sitio, no es necesario realizar algún tipo de refuerzo.

Se realizaron modelos matemáticos teóricos de la estructura para un estado de cargas sin considerar los equipos de la radiobase, denominado “ESTADO ORIGINAL” y otro modelo considerando las cargas de los equipos de comunicación nuevas denominado “ESTADO ORIGINAL + ATC”. Con ambos modelos se realizó la comparativa de los estados límite de servicio y estado límite de falla, encontrando comportamientos bastante similares y satisfactorios de acuerdo con la normatividad relevante.

Los cálculos realizados en esta memoria, así como las revisiones teóricas fueron conforme a las *Normas Técnicas Complementarias del Reglamento de Construcciones de la Ciudad de México 2017* y con el *Manual de Diseño de Obras Civiles: Sismo de la Comisión Federal de Electricidad del 2008*, en conformidad con las consideraciones de gabinete de ATC.

Se recomienda realizar inspecciones periódicamente en los elementos donde se apoyarán los dados y donde se ejecutará la propuesta de apoyos de la torre para verificar que no aparezcan daños por vicios ocultos o malas prácticas constructivas.

Se concluye que, basándose en la inspección visual del estado actual de la estructura y de la revisión local realizada, el inmueble ubicado en Boulevard Solidaridad 970, Ignacio Zaragoza, CP. 25016, Saltillo Coahuila de Zaragoza, México tiene un comportamiento adecuado considerando la instalación de la radiobase, por lo que será ATC quien tome la decisión de llevar a cabo la ejecución de las recomendaciones antes mencionadas según convenga a sus intereses.

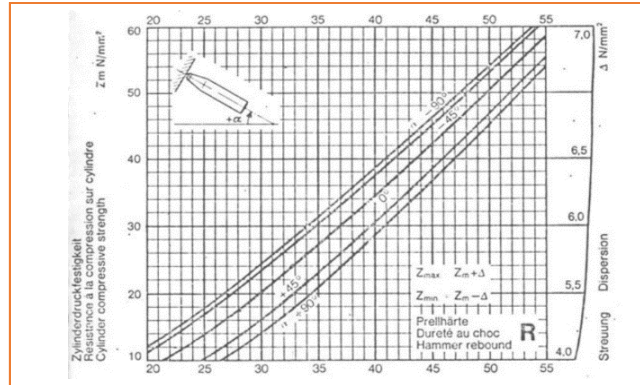
ANEXOS

RESULTADOS DE PRUEBAS DE ESCLERÓMETRO

Dimensiones (cm)

Largo	40
Ancho	40
Altura	295

Prueba	Lectura	Resistencia	
		(N/mm ²)	(Kg/cm ²)
1	17	10	102
2	15	10	102
3	18	10	102
Promedio:		102	



ELEMENTO



PRUEBA No.1



PRUEBA No.2



PRUEBA No.3



PLANOS