

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESTUDIOS SOBRE LA ESTABILIDAD Y SEGURIDAD
ESTRUCTURAL, EN LAS CONDICIONES ACTUALES,
DEL EDIFICIO MUSEO UNIVERSITARIO DEL CHOPO

JOSUÉ GARDUÑO CHÁVEZ

DIRECTOR DE TESIS
M. EN I. JOSÉ LUIS TRIGOS SUÁREZ



MÉXICO D.F. 2008



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

A mis padres, por las huellas que dejaron,
que han sido para mi, lo más difícil de emular,
cuando no he buscado la exactitud de ellas.

A mi hermana, para la cual no debe haber fronteras...

A mis tíos, quienes encaminaron mi ser...

A mis primos, porque no todos los hermanos son de sangre...

A mis amigos, que les debo mucho de lo que soy...

Al capítulo estudiantil del ACI y ASCE.

A los trabajadores de los Laboratorios: de Materiales, Mecánica
de Suelos y Mecánica de la Facultad de Ingeniería de la UNAM,
y del Instituto de Ingeniería de la UNAM.

A las derrotadas, que me enseñaron a ganar...

Y a ti, que no quieres ser Un Ingeniero Más.

Mi agradecimiento efusivo, a todas las personas que a lo largo del camino, me han ayudado a formarme, sin ellos no hubiera logrado este trabajo y cosechado lo que en ellos en mi sembraron.

Ing. Marcos Trejo Hernández,
M. en I. Gabriel Moreno Pecero.
M. en I. Fernando Favela Lozoya.
M. en C. Enrique Martínez Romero(†)
Ing. German Lopez Rincon.
M. en I. Fernando Monroy Miranda.
M. en I. Carlos Adán Montoya Beltrán.
M. en I. Octavio García Domínguez.
Ing. Carlos Manuel Chavarri Maldonado.
Ing. Francisco de Jesús Chacón García.
Ing. José María Cid Rollán.
Dr. Enrique Cesar Valdéz.
Dra. Rosio Ruiz Urbano.
Ing. Víctor M. Valdéz Rubio
Ing. Guillermo L. Esquivel Castañeda
M. en I. Agustín Demeneghi Colina.
ark-hom Arquitectos.

M. en I. José Luis Trigos Suárez.
Ing. José Manuel Covarrubias.
Ing. Adolfo Reyes Pizano.
Dr. Roberto Stark Feldman.
M. en I. Carlos Javier Mendoza Escobedo.
Ing. Jesús Salvador Cruz Hernández.
M. en I. Oscar Vega Roldán.
M. en I. Humberto Gardea Villegas.
Ing. Marco Antonio Álvarez Solís.
Ing. José Luis Esquivel Ávila.
Dr. Rigoberto Rivera Constantino.
Ing. Federico Alcaraz Lozano.
M. en I. Víctor Franco.
M. en I. Miguel Ángel Rodríguez Vega.
Ing. Héctor Legorreta Cuevas.
Ing. Héctor Javier Guzmán Olgúin.
Arq. Raúl Pozo Rivera

"Porque el orden de los factores, no altera el producto..."

ESTUDIOS SOBRE LA ESTABILIDAD Y SEGURIDAD ESTRUCTURAL, EN LAS CONDICIONES ACTUALES, DEL EDIFICIO DEL MUSEO UNIVERSITARIO DEL CHOPO.

C O N T E N I D O

	Página.
INTRODUCCIÓN.	2
I. ANTECEDENTES.	3
1.1. Historia.	3
1.2. Usos de la construcción y remodelaciones.	5
II. DESCRIPCIÓN DE LA CONSTRUCCIÓN Y SU ESTRUCTURA.	7
2.1. Descripción de la construcción.	7
2.2. Descripción de la estructura y su cimentación	8
2.3. Tipificación de la construcción.	8
III. ESTUDIOS ANALÍTICOS.	17
3.1. Modelación analítica.	17
3.2. Modelación de la estructura.	18
3.3. Propiedades geométricas de elementos.	18
3.4. Propiedades mecánicas de materiales.	18
3.5. Cargas actuantes en la estructura.	19
3.6. Efectos de cargas permanentes.	20
3.7. Efectos de cargas accidentales: sismo y viento.	21
IV. RESULTADOS CONFORME DISPOSICIONES REGLAMENTARIAS.	68
4.1. Revisión de estados límite de servicio.	68
4.2. Revisión de estados límite de falla.	84
V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.	108
BIBLIOGRAFÍA.	
LISTA DE IMÁGENES, TABLAS Y FIGURAS.	

I N T R O D U C C I Ó N

El presente trabajo escrito forma parte de los procesos de formación que todo egresado de un ambiente universitario, en el que se pretende reflejar los conocimientos adquiridos, pero no solo de carácter técnico, sino que más allá de eso, permita ensayar a una comunicación gráfica y escrita, culminando con su presentación oral en el examen profesional.

Siguiendo las inquietudes originadas en el transcurso de la vida académica, se decidió desarrollar el tema de tesis: "Estudios sobre la estabilidad y seguridad estructural, en las condiciones actuales, del edificio del Museo Universitario del Chopo", por ser una estructura inusual, antigua, llena de historia y particularmente interesante por formar parte del Patrimonio Universitario.

El Museo Universitario del Chopo, comúnmente conocido como "El Chopo", llena las expectativas de cualquier visitante o usuario de sus instalaciones, características únicas dentro de la historia y su arquitectura, que son descritas en los capítulos I y II.

Por ser una estructura singular en la actualidad, su análisis y modelación no fue fácil, dada la escasa información disponible, lo que implicó establecer gran detalle para cada una de las partes que componen la estructura portante, y generar un modelo tridimensional realista, como se describe en el capítulo III.

En el capítulo IV se presentan los resultados de los análisis realizados mediante gráficas y tablas que ilustran las condiciones para límites de servicio y de falla.

Como culminación del trabajo, en el capítulo V, se establecen las conclusiones y recomendaciones pertinentes.

I. ANTECEDENTES

I.1. Historia.

La época porfirista tuvo como característica establecer acciones en favor del desarrollo. El deseo de “ser modernos”, tanto por las autoridades como por diversos integrantes de la sociedad misma, se traducía en implantación de medidas de beneficio social, mismas que favorecían primordialmente al ámbito urbano. Uno de los fenómenos paralelos a la revolución industrial es el desarrollo urbano acelerado.

El gobierno de Porfirio Díaz pretendió imponer al sistema de vida mexicano el promover la civilización y el progreso industrial europeos a través de una sociedad burguesa. Bajo su régimen, la incorporación de nuestro país a la cultura europea en general se acentúan marcadamente y la opción por utilizar los beneficios que la revolución industrial mundial prodigaba, motivaron el gran desarrollo industrial y económico de México en el inicio del siglo XX.

La revolución industrial europea, hizo su aparición en México en diferentes ámbitos: El Estado organizaba sus instituciones, trayendo como consecuencia el auge de la obra pública, sus símbolos fueron los nuevos edificios de gobierno, mercados, oficinas públicas, teatros, hospitales, etc., reflejos del singular criterio porfiriano, cuyo lema rector “poca política y mucha administración” lo demostraba.

La traza de la ciudad en la segunda mitad del siglo XIX, era irregular: más alargada de norte a sur que de oriente a poniente; al norte, limitada por Santiago Tlatelolco y al oriente por San Lázaro. Al poniente, por el contrario, estaba constituida por terrenos más altos y por tanto menos expuestos a las inundaciones, eran tierras con una vegetación muy rica, por lo que en estos rumbos sus límites eran el costado de la Ribera de San Cosme y la población de San Juan.

El crecimiento de la ciudad hacia el poniente, es a lo que se le podía haber llamado el ensanche, cuyo límite occidental en su traza marcaba un hasta aquí al crecimiento de la metrópoli, de tal manera que en los planos del año de 1869, apenas se señalaba una sola colonia: la de Santa María la Ribera y ya por los años de 1880 aun ponían con líneas de puntos y sin construcción alguna, las calles comprendidas en todas las manzanas que estaban situadas al norte de la calle de Carpio. En los lados oeste y sur, en una fracción del antiguo rancho de Santa María, el 6 de octubre de 1881, José Landero y Coss adquiere uno de los predios donde posteriormente se asentaría el edificio del Museo Universitario del Chopo.

Así, el museo quedó ubicado en la parte más cercana a la Ciudad de México de lo que es la Colonia Santa María. La traza de la colonia es reticular conforme a su herencia hispánica, calles que corren de norte a sur y de oriente a poniente; en la época de su esplendor por los años de 1900-1906, se había construido el edificio del Museo de Geología, perteneciente a la Universidad Nacional Autónoma de México, proyectado por el Arq. Carlos Herrera, además de contar anteriormente con una antigua casa llamada “Casa de los Mascarones” en la Ribera de San Cosme. Sin embargo, el edificio de mayor relevancia ubicado en el centro de la Alameda de Santa María, es el Pabellón Mexicano establecido en la Exposición Internacional de Nueva Orleans, de diciembre de 1884 a mayo de 1885. Se relaciona con el Museo del Chopo por ser también prefabricado y desarmable, sus capiteles, en lugar de haber sido modelados en estuco, fueron fundidos en acero en la ciudad de Pittsburg, E.U.A.

La secuencia de exposiciones en Europa, en la última fase de la revolución industrial y su correspondiente acción en los Estados Unidos de Norteamérica, estimularon en México a inversionistas que se interesaron en promoverlas; de ahí que el 27 de abril de 1900 se constituye la Compañía Mexicana de Exposición Permanente, S. A., CMEP. Su registro se lleva a cabo el 15 de marzo del mismo año a iniciativa y participación mayoritaria de capital de José Landero y Coss. Esta sociedad tendría como finalidad llevar a cabo la exposición de toda clase de productos industriales y artísticos, con la participación de expositores nacionales y extranjeros, en una búsqueda por consolidar a través de su carácter permanente, la integración del país al fenómeno de intercambio comercial y cultural, impulsado por el desarrollo del capitalismo industrial; pero esta compañía únicamente iba a exponer lo que el libre intercambio comercial del porfirismo le permitiera, debido al limitado desarrollo industrial de México.

Así, las ferias mundiales tuvieron un gran auge en ciudades europeas y norteamericanas; en una feria organizada en Düsseldorf, Alemania, se organizó una Exposición de Arte e Industria Textil; para dicho evento la empresa metalúrgica alemana Gutehoffnungshütte (Mina de la Buena Esperanza) ubicada en Oberhausen, construyó las piezas de un edificio para armar bajo el diseño de Bruno Möhring, y al finalizar la feria, la CMEP, compró tres de sus cuatro salas de exhibición. Imagen 1.



Imagen 1. Museo Universitario del Chopo en Alemania.

El tratar de copiar el patrón de desarrollo mediante importación directa de lo que en Europa acontecía en ese tiempo, aunado a otras dificultades, impidieron dar el uso original al edificio. El concurso de los expositores extranjeros no pudo efectuarse y reveses financieros provocaron la extinción de la compañía el 29 de julio de 1905. La liquidación incluyó en su inventario el edificio de hierro y el terreno, absorbiendo capital y posesiones del Sr. Landero y Coss.

Posteriormente, la Secretaría de Instrucción pública y Bellas Artes, celebró con el Sr. Landero y Coss un contrato de arrendamiento en 1909, para instalar en el "Palacio de Cristal", como se le denominaba en aquel entonces, al Museo Nacional de Historia Natural. Imagen 2.

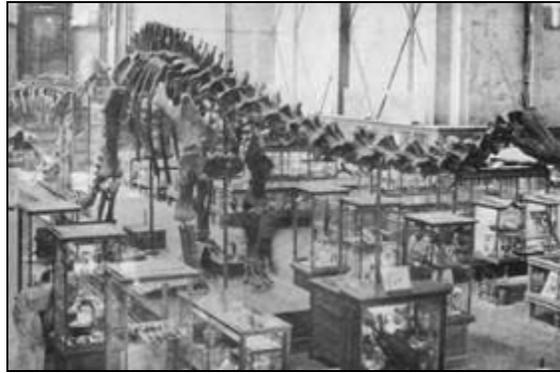


Imagen 2. Antiguo Museo Nacional de Historia Natural.

La llegada de la estructura al país fue por el puerto de Veracruz, de ahí fue transportada en ferrocarril hacia La Ciudad de México, las personas que estuvieron a cargo del ensamble de la estructura fueron los ingenieros Luís Bacmeister y Aurelio Ruelas, así como el arquitecto Hugo Corner, los cuales iniciaron los trabajos en el año de 1903 hasta culminar en el año de 1905.

La estructura metálica del edificio y los varios millares de tabiques prensados que la componen fueron importados. Dicha estructura provino de la ciudad de Gelsenkirchener, Essen, Alemania, y fue fabricada en el complejo industrial denominado Gutenohffnungshutte, que literalmente significa "Mina de Buena Esperanza" (nombre que aparece inscrito en las viguetas de acero que la integran). Fue realizada por la empresa Gelsenkirchener Bergweks, A. G., bajo diseño de Paul Knoboe.

I.2. Usos de la construcción y remodelaciones.

En sus primeros años, la construcción fue conocida como "El Palacio de Cristal". En 1909, La Secretaría de Instrucción Pública y Bellas Artes arrendó la edificación para instalar el Museo Nacional de Historia Natural, creado el 1º de febrero de ese año a instancias de Jesús Sánchez, quien fue nombrado su primer director. El traslado del museo debió diferirse por el compromiso adquirido para alojar ahí la Exposición Japonesa organizada en 1910, con motivo del Centenario de la Independencia de México.



Imagen 3. Museo Universitario del Chopo en sus inicios.

Años después, en 1910, la estructura de este edificio sirvió para albergar al Pabellón Japonés de La Exposición Universal de México, misma que fue celebrada como parte de las fiestas del centenario de La Independencia.

El Museo se inauguró formalmente el 1º de diciembre de 1913, para su funcionamiento, contaba con un departamento de taxidermia, otro de imprenta y uno más de carpintería, al servicio de las colecciones expuestas: animales disecados, colección de insectos y zoófitos y una sección de química mineralógica, así como por las colecciones de la Comisión Geodésica de Tacubaya y de la Comisión Exploradora de la Flora y la Fauna Nacionales. Posteriormente el museo dispuso de cuatro secciones: Botánica, Zoología, Biología y Mineralogía y Geología. En 1929, al decretarse la autonomía universitaria, el museo pasó a formar parte del patrimonio de la UNAM. La propiedad del inmueble fue objeto de largo litigio entre La Universidad y José Landero y García Granados, albacea testamentaria de su padre, dueño original del edificio, litigio que se inició en 1912 y concluyó en 1950.

En 1973, tras casi una década de haber caído en el abandono total y de haberse pensado en su demolición, La Universidad Nacional Autónoma de México restauró el inmueble que ocupa el museo y lo transformó en sede de una sala de usos múltiples, bajo la nueva denominación de Museo Universitario del Chopo. Como tal, se inauguró el 25 de noviembre de 1975.

Desde su inauguración, el Museo Universitario del Chopo se ha dedicado a la difusión de las artes plásticas y visuales, albergando las expresiones más novedosas del arte, proyectos experimentales y propuestas de grupos alternativos, sin dejar de atender las manifestaciones de creadores ya consagrados de México y el extranjero.

El museo cuenta con seis salas que a lo largo del año llegan a presentar hasta 25 exposiciones temporales. En ellas se presentan exhibiciones de pintura, escultura, fotografía, video, instalación, dibujo, gráfica, arte objeto y performance, entre otras manifestaciones.

En ese sentido, hace más de un cuarto de siglo representa la única alternativa cultural de su tipo en el norte de la ciudad, donde promueve y difunde las manifestaciones más atrevidas de cultura y calidad de México y el mundo.



Imagen 4. Museo Universitario del Chopo en la actualidad.

II. DESCRIPCIÓN DE LA CONSTRUCCIÓN Y SU ESTRUCTURA.

II.1. Descripción de la construcción.

La composición arquitectónica del Museo Universitario del Chopo podría parecer en planta en forma de cruz, con la integración de las torres que se encuentran en la entrada principal, pero quitándolas, se puede observar que la solución en planta es de una "T", los marcos acero interiores están modulados ortogonalmente, cuatro módulos y medio para cada una de las naves laterales y seis módulos dobles para la nave principal.

La techumbre del Museo Universitario del Chopo está apoyada sobre una serie de postes metálicos integrados en una retícula ortogonal que recibe a su vez a las armaduras portantes. Las armaduras, están colocadas en forma paralela a una distancia modular, logrando un espacio de trabajo más amplio al suprimir las columnas internas y lograr, en los muros piñones, una superficie aprovechada para iluminar los recintos. El diseño de la techumbre, compuesta de dos planos para hacer escurrir dos aguas exteriores está soportada sobre un arco rebajado que es el más resistente a los esfuerzos combinados en una armadura.

Actualmente el Museo cuenta con un mezanine, en el cuál se presentan diversas exposiciones como en el resto del edificio y para acceder hacia él se sube una escalera que se encuentra orientada hacia el sur, en el mismo nivel se encuentran los sanitarios y un salón de actividades para niños. En el lado norte está un espacio destinado para obras teatrales o performance.

Sus grandes fachadas de cristal, hacen mas fácil la iluminación interior y a su vez mostrando una gran ligereza y esbeltez de la construcción; así como la techumbre que se encuentra formada por una retícula de vigas de madera que soportan un sistema de techumbre a base de duela machihembrada de madera, que se encuentra actualmente protegido por una membrana impermeabilizante.

Las torres, que relativamente se encuentran aisladas del cuerpo, no nacen del nivel natural del terreno, sino que se encuentran apoyadas sobre los dos cuerpos salientes de mampostería en la entrada principal, al oriente, y se integran a los muros de la misma fachada.

Se podría imaginar que es una Iglesia o algún lugar de culto, comparativa que podría ser válida dada, la combinación del ecléctico con el art-nouveau, donde se pueden identificar estos detalles, que se muestran en el frontón de lados rectos de la entrada principal, que aparenta estar sosteniendo por dos pilastras estriadas; pero, en lugar de capitel sus remates son dos esferas, en las torres se puede aseverar que es un lugar excelente para la colocación de campanas, las cuales no existen, y las escaleras que llevarían a lo más alto de ellas, hacen un poco difícil el poder acceder, dado su forma peculiar, como si se tratase de un tubo de descenso para bomberos, pero con escalones que lo atraviesan.

Los ornamentos que se conservan, teniendo como ejemplo las uñas de las columnas de la entrada principal para recibir las travesaños, en su excelente estilo art-nouveau, da el mensaje de perfección en el ensamble y la combinación de todos los materiales que lo componen, perfección que se observa en cada uno de los remaches que unen los elementos metálicos: ángulos, canales, soleras, vigas y placas, a la estructura, y que es rellena por tabiques, que siguen esa perfección en cada junta, sin dejar de perder cada elemento su configuración estética y concepción como material, acero y mampostería.

II.2. Descripción de la estructura y su cimentación.

El inicio de la construcción de Museo Universitario del Chopo, fue en el año de 1903, para finalizar en el año de 1905. En los años en que fue construido, no se tenían las consideraciones que actualmente se toman y se tienen que cumplir para el diseño y construcción de una edificación dentro de la ciudad de México, aun más, considerando que el proyecto fue concebido y fabricado en Alemania.

La superestructura del edificio consta de una planta de cimentación, planta baja y dos techumbres a dos aguas en dos niveles diferentes. En la dirección longitudinal, paralela a la dirección norte-sur, está delimitada por los ejes 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7,8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17 y 18, inicia con un volado de 2.20 m y con distancias entre ejes de acuerdo a lo siguiente: 2.70 m, 5.40 m, 5.40 m, 5.40 m, 5.40 m, 2.70 m, 2.20 m, 4.50 m, 9.00 m, 4.50 m, 2.20 m, 2.70 m, 5.40 m, 5.40 m, 5.40 m, 2.70 m y termina con un volado de 2.20 m, para una longitud total de 76.40 m entre ejes. En la dirección transversal paralela al sentido este-oeste tiene como límites los ejes A, B, C, D, E, F, G, H, I, J, K, L y M, con distancias entre ejes de acuerdo a lo siguiente: 4.10 m, 2.63 m, 3.95 m, 3.95 m, 3.95 m, 3.95 m, 2.63 m, 1.85 m, 2.75 m, 2.75 m, 1.85 m y 1.95 m, para un ancho total de 38.31 m. Teniendo una superficie cubierta aproximada de 2,227 m².

La cimentación de la estructura del Museo, está resuelta con unas zapatas corridas de mampostería, con profundidad de desplante prácticamente superficial a 1.20 m, en todo el perímetro de los muros de mampostería; no hay evidencia de que haya contratrabes que unan a la cimentación. El tipo del suelo donde esta soportado, la edificación, es típico de la zona lacustre de la Ciudad de México, como se muestra en la Fig. 2.1

La estructura está resuelta mediante elementos de acero: columnas y travesaños compuestos y muros de mampostería, que soportan a los sistemas de techo a base de armaduras, cabe mencionar que la forma de todas las conexiones del sistema estructural de acero fue mediante uniones remachadas.

II.3. Tipificación de la construcción.

De acuerdo con el Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal, en la versión de 2004, en su Título Sexto referente de la Seguridad Estructural de las Construcciones, clasifica en el artículo 139 las edificaciones en grupos.

El Museo del Universitario del Chopo está clasificado dentro del Grupo A, ya que su funcionamiento es esencial a raíz de una emergencia urbana y además aloja en él archivos ó registros públicos de particular importancia, sin mencionar la propia importancia histórica que representa por ser parte del Patrimonio de la Universidad.

La ubicación del Museo es en la calle Dr. Enrique González Martínez, en el número 10, en la colonia Santa María la Ribera, Delegación Cuauhtémoc (Fig. 2.2) y, de acuerdo el artículo 170, que menciona la división del Distrito Federal en tres zonas, según y por la ubicación del Museo, le corresponde la Zona III, la cual está denominada lacustre, integrada por potentes depósitos de arcilla altamente compresible, separados por capas arenosas con contenido diverso de limo o arcilla. Donde las capas arenosas son de consistencia firme a muy dura y de espesores variables de centímetros a varios metros. Los lacustres suelen estar cubiertos superficialmente por suelos aluviales y rellenos artificiales; el espesor de este conjunto puede ser superior a 50 m.

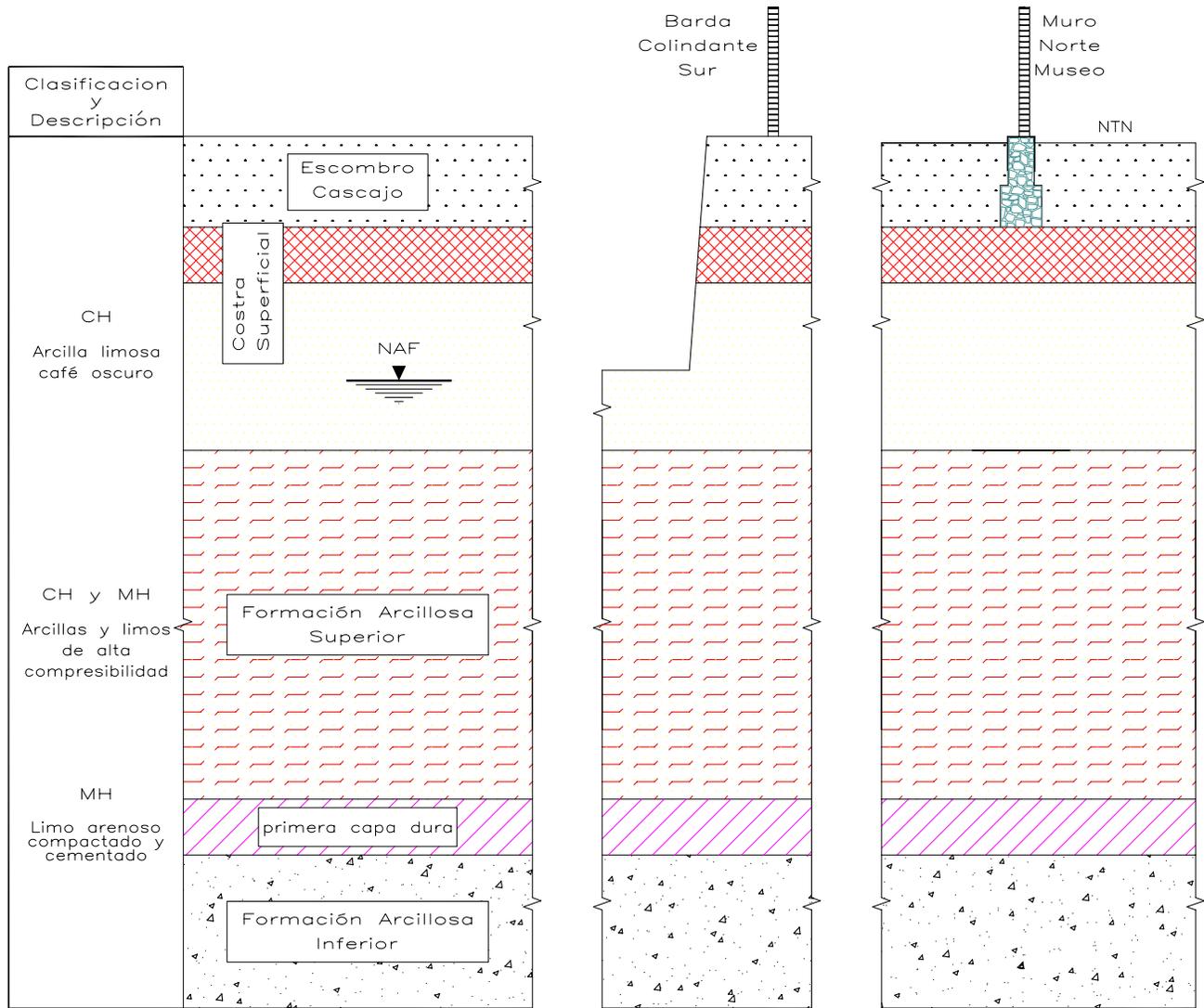


FIG. 2.1 PERFIL ESTRATIGRÁFICO

	tesis profesional:			
	ESTUDIOS SOBRE ESTABILIDAD Y SEGURIDAD ESTRUCTURAL, EN LAS CONDICIONES ACTUALES, DEL EDIFICIO DEL MUSEO UNIVERSITARIO DEL CHOCHO			
presentador:	JOSUÉ GARDUÑO CHÁVEZ			
director de tesis:	M. en I. JOSÉ LUIS TRIGOS SUÁREZ			
concepto:	DIAGNÓSTICO ESTRUCTURAL	aprobado:	ULT/JGCH	estado:
				SIN
#Bajo:	PERFIL ESTRATIGRÁFICO DE SITIO	fecha:	180708	figura:
				2.1

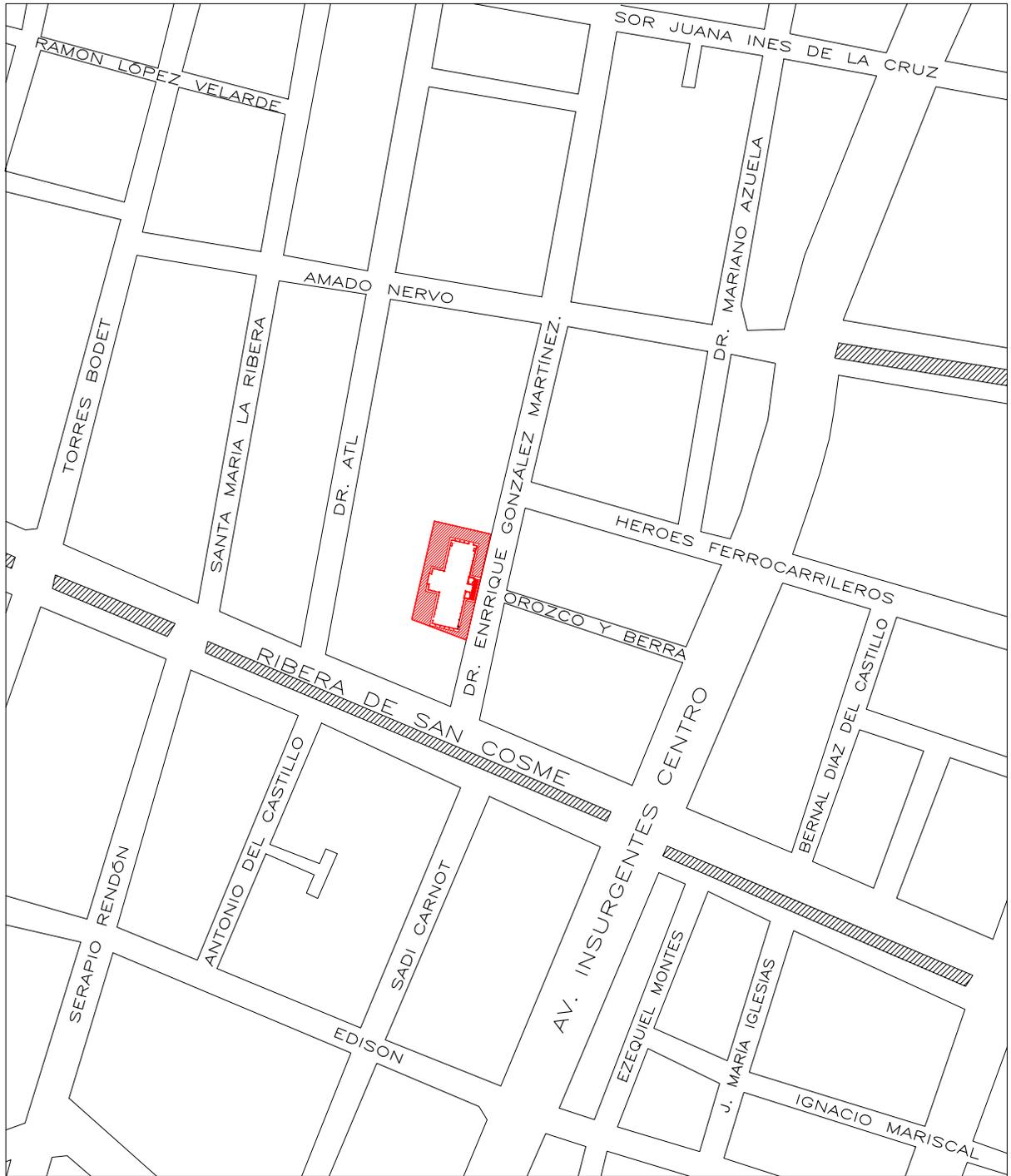


FIG. 2.2 LOCALIZACIÓN DEL MUSEO UNIVERSITARIO DEL CHOPO

título profesional:			
ESTUDIOS SOBRE ESTABILIDAD Y SEGURIDAD ESTRUCTURAL, EN LAS CONDICIONES ACTUALES, DEL EDIFICIO DEL MUSEO UNIVERSITARIO DEL CHOPO			
presenta:			
JOSUÉ GARDUÑO CHÁVEZ			
director de tesis:			
M. en I. JOSÉ LUIS TRIGOS SUÁREZ			
concepto:	aprobó:	archivo:	escala:
DIAGNÓSTICO ESTRUCTURAL	JLT/JGCh	UBICACIÓN	SIN
dibujo:	fecha:	figura:	
LOCALIZACIÓN DEL CHOPO	180708	2.2	



FOTOGRAFÍA 2.1 FACHADA ORIENTE

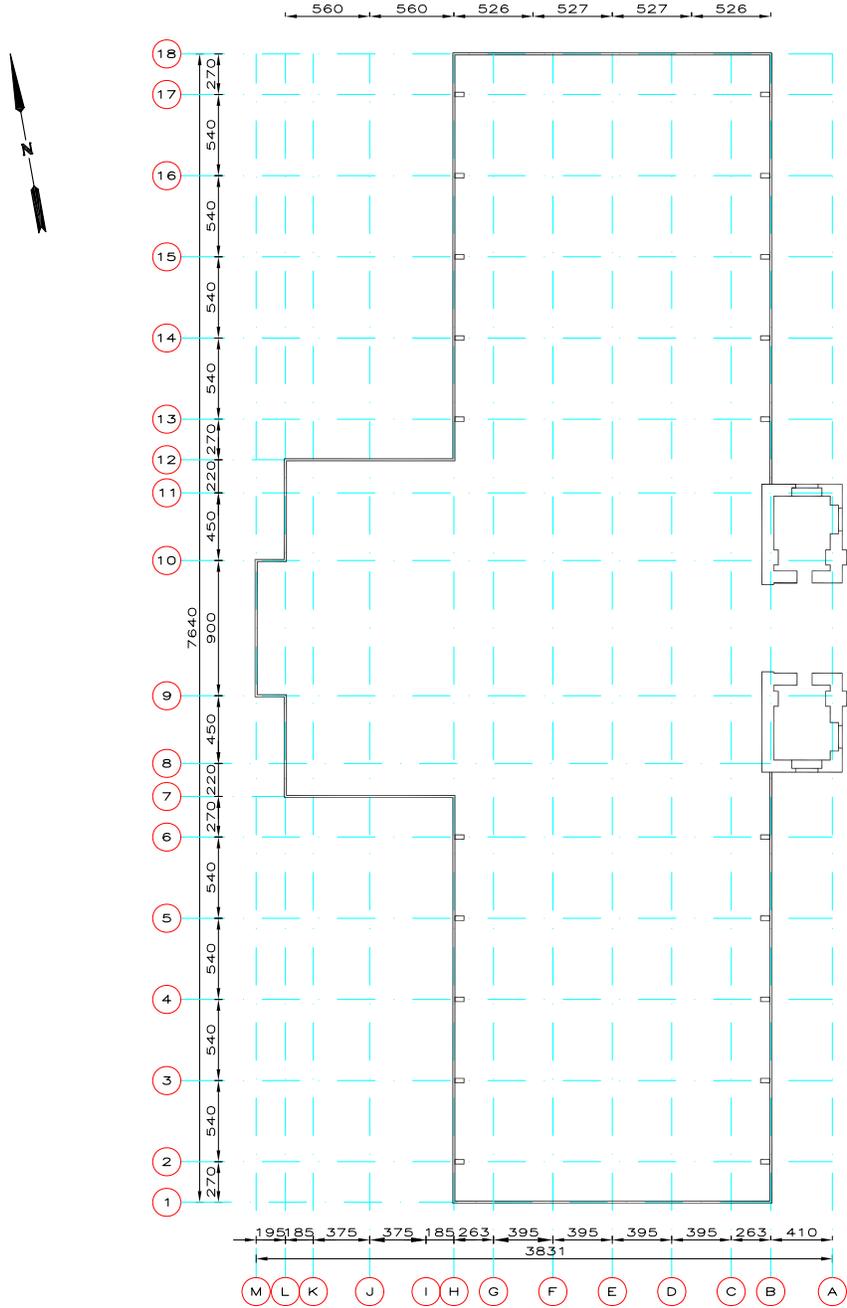


FOTOGRAFÍA 2.2 FACHADA NORTE

FIG. 2.3 FOTOGRAFÍAS DE FACHADAS

	tesis profesional:						
	ESTUDIOS SOBRE ESTABILIDAD Y SEGURIDAD ESTRUCTURAL, EN LAS CONDICIONES ACTUALES, DEL EDIFICIO DEL MUSEO UNIVERSITARIO DEL CHOPO						
presenta:		JOSUÉ GARDUÑO CHÁVEZ					
director de tesis:		M. en I. JOSÉ LUIS TRIGOS SUÁREZ					
concepto:	DIAGNÓSTICO ESTRUCTURAL	aprobó:	JLT/JGCH	archivo:	FotosFach	escala:	SIN
elaboró:	FOTOGRAFÍAS DE FACHADA ORIENTE Y FACHADA NORTE	fecha:	180708	figura:	2.3		

DESCRIPCIÓN DE LA CONSTRUCCIÓN Y SU ESTRUCTURA



NOTAS

1. DIMENSIONES EN CENTIMETROS.

FIG. 2.4 PLANTA BAJA

tesis profesional:			
ESTUDIOS SOBRE ESTABILIDAD Y SEGURIDAD ESTRUCTURAL, EN LAS CONDICIONES ACTUALES, DEL EDIFICIO DEL MUSEO UNIVERSITARIO DEL CHOCHO			
presenta:			
JOSUÉ GARDUÑO CHÁVEZ			
director de tesis:			
M. en I. JOSÉ LUIS TRIGOS SUÁREZ			
concepto:	aprobó:	archivo:	escala:
DIAGNÓSTICO ESTRUCTURAL	JLT/JGCh	PBAJA	1:200
elaboró:	fecha:	figura:	
PLANTA BAJA	180708	2.4	

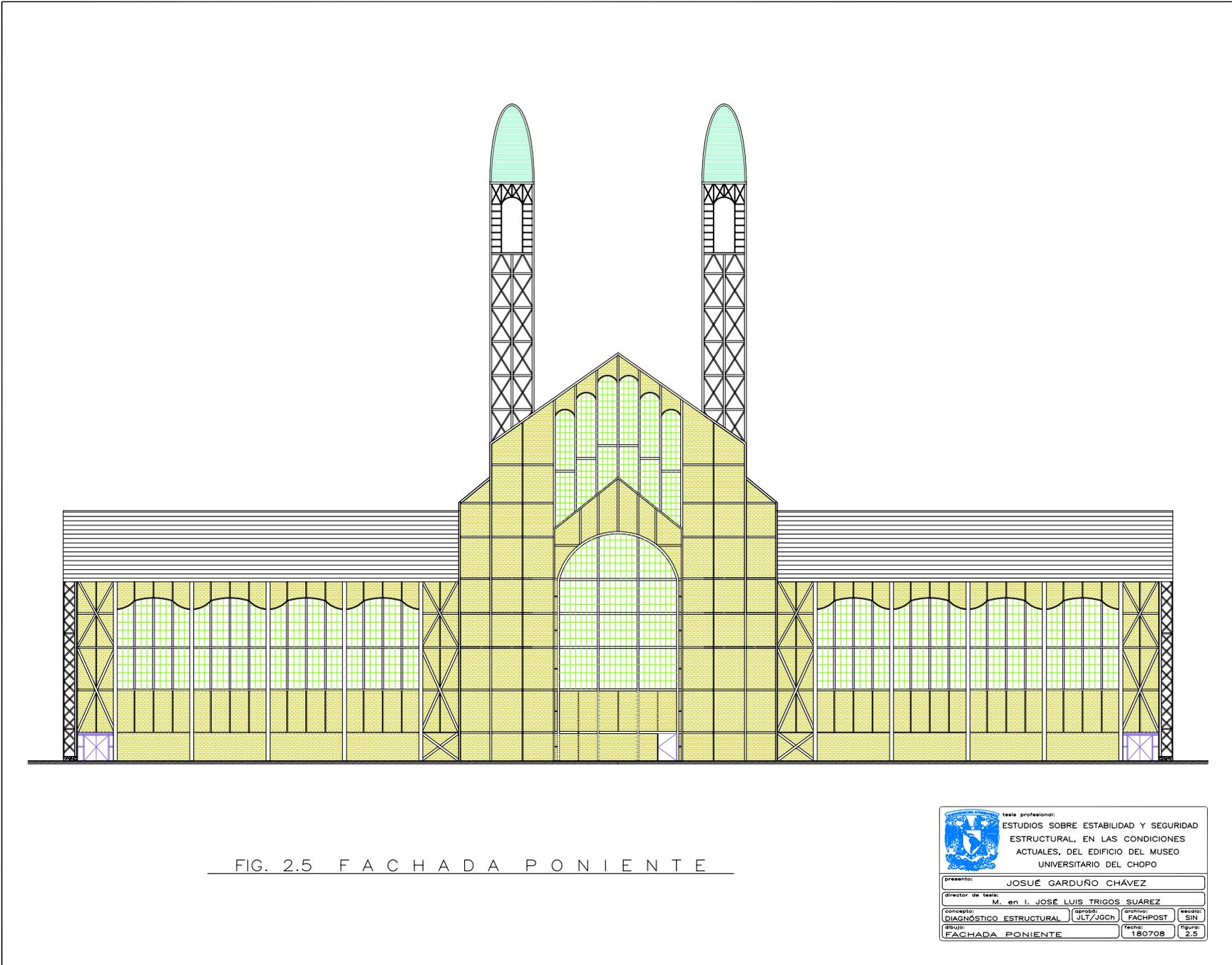


FIG. 2.5 FACHADA PONIENTE

			
tesis profesional: ESTUDIOS SOBRE ESTABILIDAD Y SEGURIDAD ESTRUCTURAL, EN LAS CONDICIONES ACTUALES, DEL EDIFICIO DEL MUSEO UNIVERSITARIO DEL CHOPO			
presenta: JOSUÉ GARDUÑO CHÁVEZ			
director de tesis: M. en I. JOSÉ LUIS TRIGOS SUÁREZ			
concepto: DIAGNÓSTICO ESTRUCTURAL	aprobó: JLT/JGCH	archivo: FACHPOST	escola: SIN
dibujo: FACHADA PONIENTE	fecha: 180708	figura: 2.5	

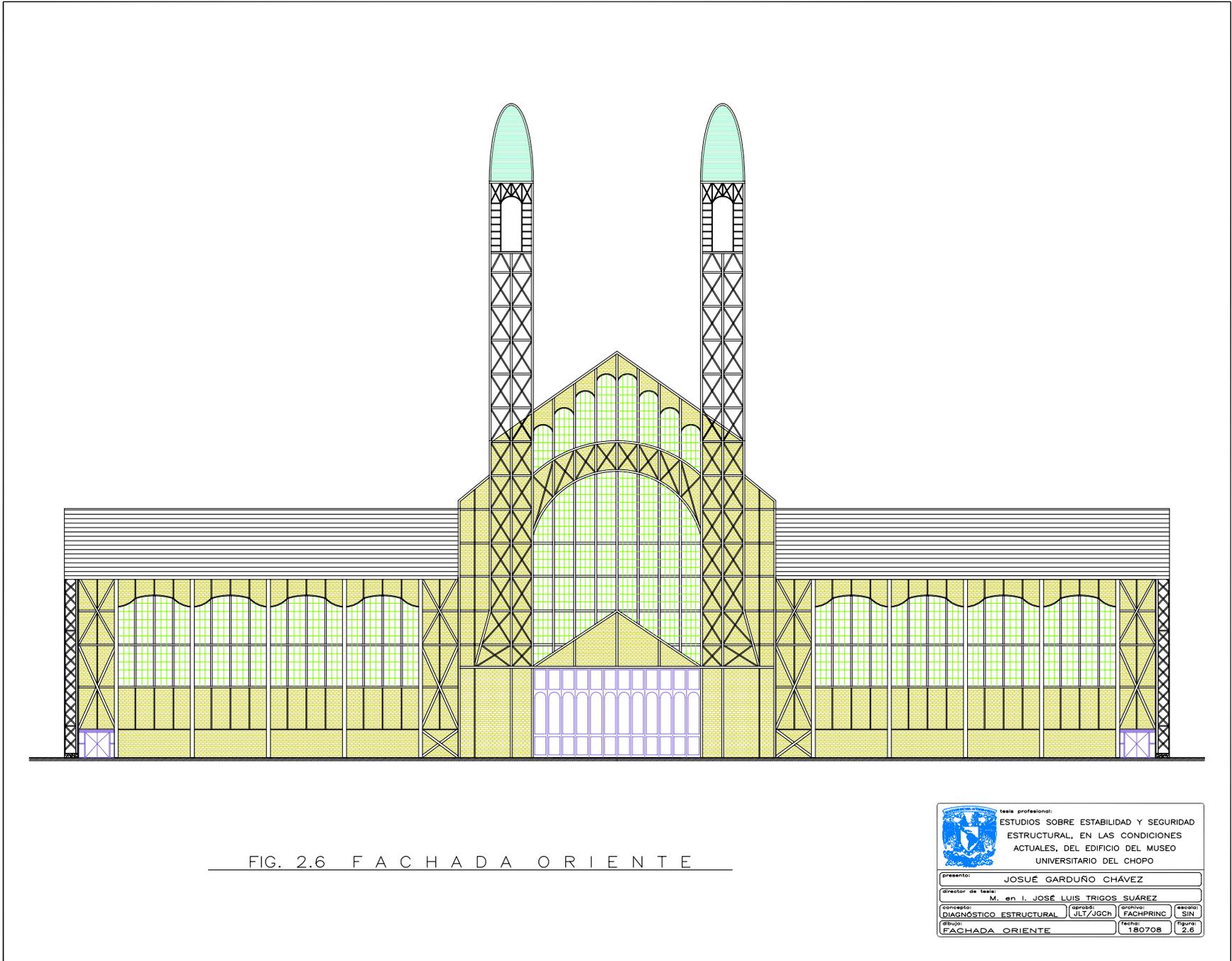


FIG. 2.6 FACHADA ORIENTE

	tesis profesional: ESTUDIOS SOBRE ESTABILIDAD Y SEGURIDAD ESTRUCTURAL, EN LAS CONDICIONES ACTUALES, DEL EDIFICIO DEL MUSEO UNIVERSITARIO DEL CHOPO						
presenta:	JOSUÉ GARDUÑO CHÁVEZ						
director de tesis:	M. en I. JOSÉ LUIS TRIGOS SUÁREZ						
concepto:	DIAGNÓSTICO ESTRUCTURAL	aprobó:	JLT/JGCH	graficó:	FACHPRINC	escala:	SIN
dibujo:	FACHADA ORIENTE	fecha:	180708	figura:	2.6		

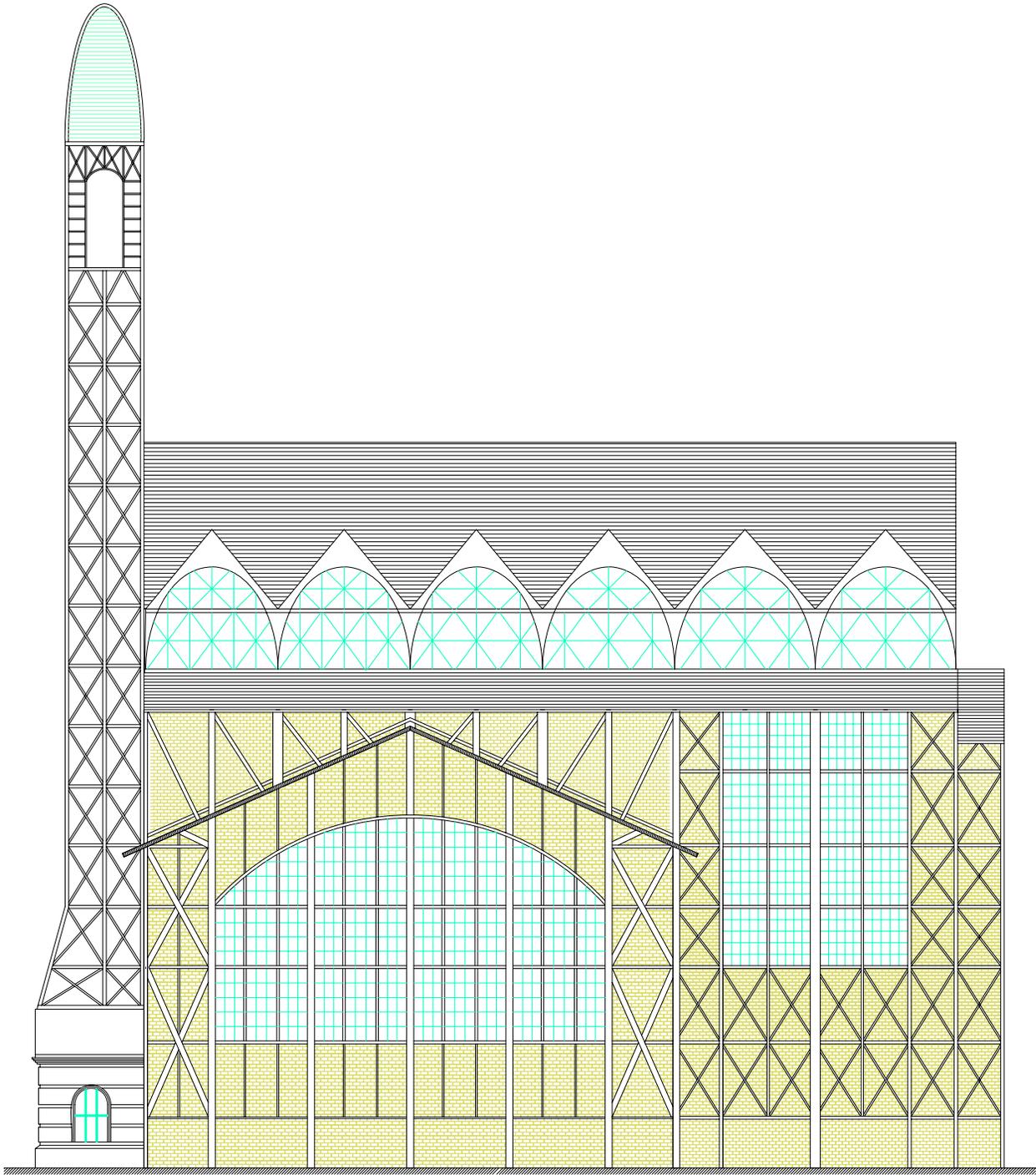


FIG. 2.7 FACHADA NORTE

título profesional: ESTUDIOS SOBRE ESTABILIDAD Y SEGURIDAD ESTRUCTURAL, EN LAS CONDICIONES ACTUALES, DEL EDIFICIO DEL MUSEO UNIVERSITARIO DEL CHOPO			
presentador: JOSUÉ GARDUÑO CHÁVEZ			
director de tesis: M. en I. JOSÉ LUIS TRIGOS SUÁREZ			
concepto: DIAGNÓSTICO ESTRUCTURAL	aprobado: JLT/JGCh	archivo: FachNte	escala: SIN
dibujo: FACHADA NORTE	fecha: 180708	figura: 2.7	

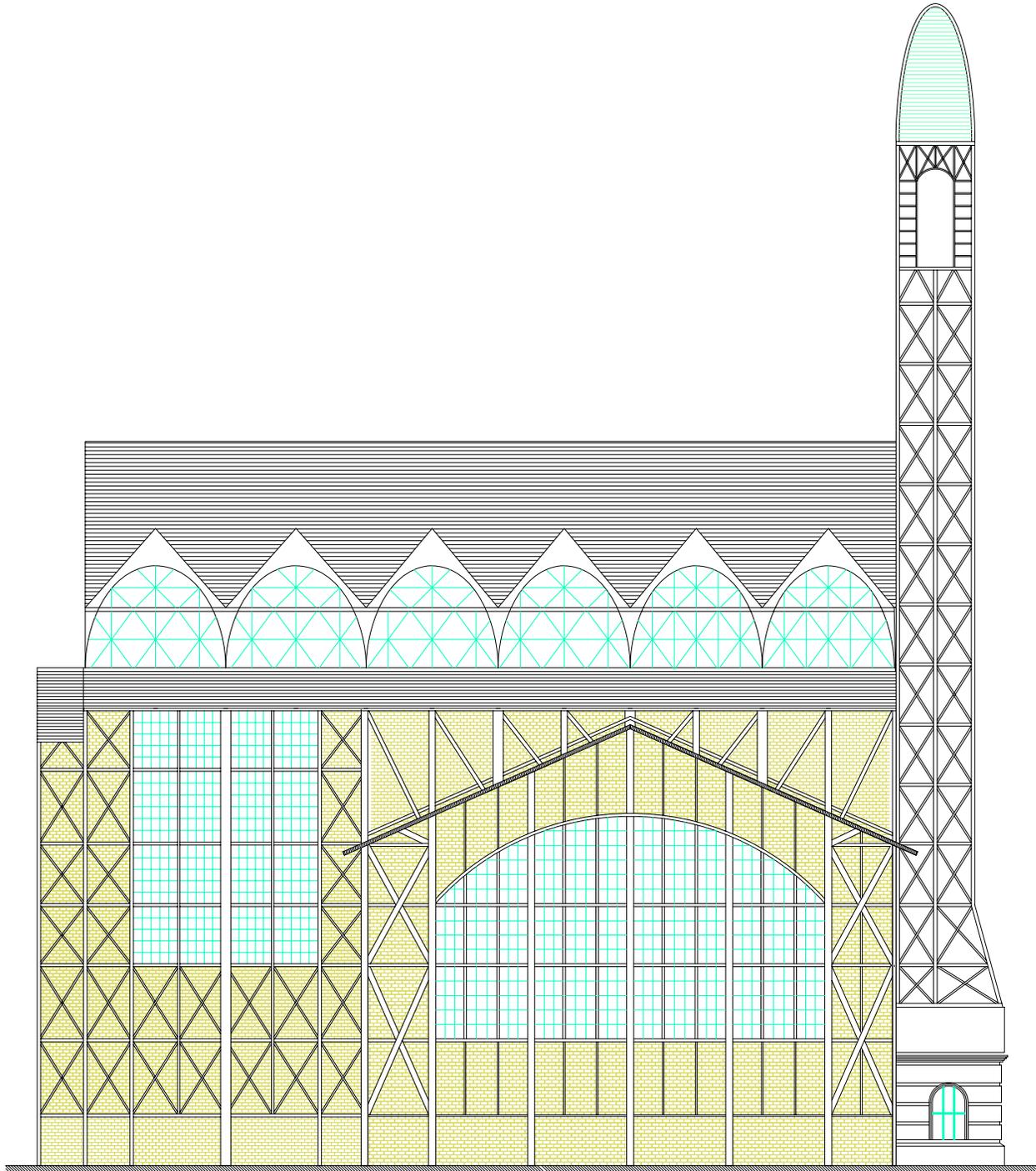


FIG. 2.8 FACHADA SUR

	tesis profesional:						
	ESTUDIOS SOBRE ESTABILIDAD Y SEGURIDAD ESTRUCTURAL, EN LAS CONDICIONES ACTUALES, DEL EDIFICIO DEL MUSEO UNIVERSITARIO DEL CHOPO						
presenta:		JOSUÉ GARDUÑO CHÁVEZ					
director de tesis:		M. en I. JOSÉ LUIS TRIGOS SUÁREZ					
concepto:	DIAGNÓSTICO ESTRUCTURAL	aprobó:	JLT/JGCh	archivo:	FachSur	escala:	SIN
dibujo:	FACHADA SUR	fecha:	180708	figura:	2.8		

III. ESTUDIOS ANALÍTICOS.

Una de las problemáticas a las que se enfrentan los ingenieros en el ejercicio profesional, es la creación de modelos estructurales de las edificaciones que reflejen adecuadamente el estado actual ó a futuro, que el modelo, sea lo mas simple y aproximado a la estructura y construcción real, que tomen en cuenta las características geométricas, el lugar donde se va ubicar, el uso que se la va dar y los materiales con las que va ser compuesta, entre otras cosas y además, considere los procesos de deterioro y las acciones a las que estará expuesta durante su vida útil.

Para el análisis de la estructura del Museo Universitario del Chopo se emplearon diferentes modelos que trataron de representar lo más aproximado a su condición actual; no se tomaron en cuenta los procesos de deterioro que puedan resultar importantes, aun cuando no se detectaron a simple vista en las múltiples ocasiones que se realizaron inspecciones y mediciones, ya que se encuentran en condiciones razonablemente satisfactorias.

Parte del proceso de análisis fue la determinación de las acciones que intervienen sobre la estructura, así como la determinación de los efectos de las acciones sobre el modelo, en donde se comparan estos resultados con los límites permitidos por los reglamentos, para asegurar de un correcto funcionamiento.

Parte interesante de estos estudios, fue tratar de recopilar la información necesaria para la pronta elaboración del modelo, actividad poco exitosa ya que, no se pudo contar con planos originales de la estructura, motivo por lo que se realizó un levantamiento con una estación total (equipo topográfico electrónico moderno), para poder obtener las coordenadas de puntos en las armaduras interiores y mediciones de elementos de la estructura, así como de las secciones que las componen.



Imagen 5. Levantamiento con estación total en el interior del Museo Universitario del Chopo.

Tampoco se contó con la memoria de cálculos originales, por tanto se desconoce qué tipo de análisis se realizó para su diseño y construcción, sin olvidar que este no iba estar ubicado, como finalmente lo fue, en la Ciudad de México.

III.1. Modelación analítica.

Las hipótesis que se consideraron para el análisis de la estructura fue establecer un comportamiento elástico-lineal, el comportamiento de la estructura se estudió en dos pasos, el primero consistió en un modelo tridimensional, en el cual se realizó un análisis modal para calcular el periodo fundamental de la estructura y así poder descartar o tomar en cuenta, los efectos dinámicos del viento, pero la estructura mostró un periodo inferior a 1 segundo, por lo que únicamente se consideraron los efectos estáticos del viento que se aplicarían sobre la estructura. En la evaluación de los efectos sísmicos se aplicó el método de análisis sísmico dinámico modal espectral.

En la modelación de la estructura, se consideraron todos y cada uno de los elementos principales: columnas y trabes armadas, armaduras y muros. Obteniéndose una conformación de elementos barra y placa, interconectados entre sí, resultando una geometría básica de la estructura con un sistema de referencia tridimensional global de coordenadas ortogonales: dos ejes horizontales (X y Y) y uno vertical (Z). El programa utilizado para la modelación de la estructura, fue SAP2000 Advanced, en la versión 9.0.3.

III.2. Modelación de la estructura.

La estructuración del Museo se presenta en las figuras 3.1 a 3.19; del estudio de la estructuración se modeló la estructura, analítica y matemáticamente, mediante un conjunto tridimensional de 6,270 nudos y 14,433 elementos: 11,246 elementos barra y 3,187 elementos placa, como se muestra en las figuras 3.21 a 3.40 donde se observan diferentes vistas del modelo analítico en isométrico, plantas y elevaciones de marcos.

III.3. Propiedades geométricas de elementos.

Las propiedades geométricas de los principales elementos que componen el sistema de la estructura; se tomaron de los levantamientos realizados en el sitio y apoyados con información proporcionada por la Dirección General de Obras y Conservación de la UNAM, ya que no se pudo contar con los planos estructurales o arquitectónicos originales, posteriores o recientes.

Las geometrías básicas de los diferentes elementos están formadas por: soleras, ángulos, canales, vigas I, resultando diversas secciones compuestas y unidas por medio de remaches. Para la definición de estas secciones, se utilizó la herramienta que viene integrada en el programa SAP2000, el Section Designer, algunas de estas secciones se ilustran en la figura 3.20.

III.4. Propiedades mecánicas de los materiales.

No se pudo contar con especificaciones del proyecto estructural, por lo que se realizó una investigación para determinar las propiedades de los materiales de principios del siglo XX. Se encontró en el acervo del Palacio de Minería un Manual de Acero de 1903 (Pocket Companion), donde se dan recomendaciones para diseño de elementos estructurales, se proporcionan valores límite que se consideran para el diseño por esfuerzos permisibles de tensión y cortante en el acero, así como valores del módulo de elasticidad, módulo de cortante y la composición química del acero.

Para los muros de mampostería, se utilizaron valores recomendados en el RCDF04. Se observa que estos han tenido un buen comportamiento durante la vida de la estructura, ya que no presentan degradación del material durante varias décadas de uso a la intemperie.

Los valores representativos de las propiedades mecánicas de los materiales empleados para el análisis son:

a. Acero estructural

$$F_y = 2,024 \text{ kgf/cm}^2$$

b. Mampostería de tabiques.

$$f_m^* = 15 \text{ kg/cm}^2$$

$$E_m = 600 f_m^* = 600 \times 15 = 9,000 \text{ kgf/cm}^2 = 90,000 \text{ tonf/m}^2$$

$$T_m = 1.50 \text{ tonf/m}^3$$

$$\mu_m = 0.40$$

III.5. Cargas actuantes en la estructura.

Las fuerzas y/o cargas que pueden presentarse en la estructura del Museo se identifican en nueve condiciones básicas de carga; combinándolas se pueden representar algunas condiciones de carga a las que puede estar sometida la construcción en condiciones normales de servicio o bajo acciones accidentales, como pueden ser con sismo o viento.

a. Condiciones básicas de carga.

CO1 = Carga muerta	(CM)
CO2 = Carga viva máxima	(CVmáx)
CO3 = Carga viva instantánea	(CVa)
CO4 = Viento en dirección este-oeste	(Viento E-O)
CO5 = Viento en dirección oeste-este	(Viento O-E)
CO6 = Viento en dirección sur-norte	(Viento S-N)
CO7 = Viento en dirección norte-sur	(Viento N-S)
CO8 = Sismo dinámico en dirección en X	(SX)
CO9 = Sismo dinámico en dirección en Y	(SY)

b. Combinaciones de carga para revisión de desplazamientos.

$$\begin{aligned}
C10 &= 1.00 (CM + CV_{\text{máx}}) \\
C11 &= 1.00 [CM + CVa + \text{Viento E-O}] \\
C12 &= 1.00 [CM + CVa + \text{Viento O-E}] \\
C13 &= 1.00 [CM + CVa + \text{Viento S-N}] \\
C14 &= 1.00 [CM + CVa + \text{Viento N-S}] \\
C15 &= 1.00 [CM + CVa + Q (SX + 0.30 SY)] \\
C16 &= 1.00 [CM + CVa + Q (SX - 0.30 SY)] \\
C17 &= 1.00 [CM + CVa + Q (-SX + 0.30 SY)] \\
C18 &= 1.00 [CM + CVa + Q (-SX - 0.30 SY)] \\
C19 &= 1.00 [CM + CVa + Q (0.30 SX + SY)] \\
C20 &= 1.00 [CM + CVa + Q (0.30 SX - SY)] \\
C21 &= 1.00 [CM + CVa + Q (-0.30 SX + SY)] \\
C22 &= 1.00 [CM + CVa + Q (-0.30 SX - SY)]
\end{aligned}$$

c. Combinaciones de carga para revisión de elementos de acero.

$$\begin{aligned}
C23 &= 1.00 (CM + CV_{\text{máx}}) \\
C24 &= 0.75 [CM + CVa + \text{Viento E-O}] \\
C25 &= 0.75 [CM + CVa + \text{Viento O-E}] \\
C26 &= 0.75 [CM + CVa + \text{Viento S-N}] \\
C27 &= 0.75 [CM + CVa + \text{Viento N-S}] \\
C28 &= 0.75 [CM + CVa + SX + 0.30 SY] \\
C29 &= 0.75 [CM + CVa + SX - 0.30 SY] \\
C30 &= 0.75 [CM + CVa + SX + 0.30 SY] \\
C31 &= 0.75 [CM + CVa + SX - 0.30 SY] \\
C32 &= 0.75 [CM + CVa + 0.30 SX + SY] \\
C33 &= 0.75 [CM + CVa + 0.30 SX - SY] \\
C34 &= 0.75 [CM + CVa + 0.30 SX + SY] \\
C35 &= 0.75 [CM + CVa + 0.30 SX - SY]
\end{aligned}$$

III.6. Efectos de cargas permanentes

En el proceso de la revisión de estructuras en edificaciones, el ingeniero civil debe evaluar las cargas o solicitaciones a las que estará sometida la construcción durante su vida útil. Haciendo un esfuerzo por tenerlas todas en cuenta sin olvidar aquellas que aunque pequeñas puedan poner en peligro la resistencia o estabilidad de la estructura, como ejemplo: el efecto de succión producido por vientos fuertes en una bodega o hangar, que puede levantarlo y separarlo de sus apoyos, o cambios de temperatura que puedan inducir efectos de acortamiento o alargamiento para los cuales no esté adecuadamente provista la estructura. Se deberán tener en cuenta no sólo las que constituyan empujes, fuerzas exteriores o pesos permanentes, sino aquellos estados temporales durante la construcción y efectos imprevistos, acciones que se mencionan en el art.138 del RCDF04. En algunos

casos se podrán despreciar, porque su incidencia es pequeña, pero siempre después de haber meditado en su efecto.

Las cargas que se consideraron en el análisis son:

Cargas muertas: peso propio de la estructura, muros de mampostería, sistemas de techumbre.

Carga viva: se consideró la indicada de en el RCDF04, para azoteas con pendientes mayores a cinco por ciento.

III.7. Efectos de Cargas Accidentales: sismo y viento

El RCDF04, exige especial atención a los efectos sísmicos en las estructuras a diseñar y revisar, dejando en segundo término las demás acciones accidentales; se realizaron análisis de los efectos del viento, en cuatro direcciones que se producirían sobre la estructura del Museo.

a. Análisis sísmico dinámico modal espectral.

Las estructuras, cuando están sujetas a cargas o desplazamientos en la base, en realidad actúan dinámicamente, es decir, desarrollan acciones opuestas al movimiento impuesto por tales cargas o desplazamientos, las estructuras son un medio continuo y tienen un infinito número de grados de libertad, su masa es concentrada en los nudos o al nivel de los centros de masa de cada piso, según el modelo utilizado, los análisis se realizan considerando que el material estructural tendrá un comportamiento elástico-lineal, las propiedades de rigidez de la estructura pueden aproximarse con un alto grado de confiabilidad,

La ecuación fundamental de movimiento de un sistema de múltiples grados de libertad, de masas concentradas, puede ser expresada como una función del tiempo de la forma:

$$F(t)_I + F(t)_D + F(t)_S = F(t)_1 \quad (3.1)$$

donde los vectores de fuerza, variables en el tiempo t, son:

$F(t)_I$:vector de acciones de inercia en las masas concentradas,

$F(t)_D$:vector de fuerzas por amortiguamiento, supuesto como de tipo viscoso,

$F(t)_S$:vector de fuerzas por deformación de la estructura,

$F(t)_1$:vector de cargas aplicadas externamente.

La ecuación 3.1 es válida tanto para sistemas lineales como no lineales, si el equilibrio dinámico se plantea con respecto a la geometría deformada de la estructura.

En caso de un análisis lineal la ecuación se puede escribir, en términos de los desplazamientos (nodales o de piso), de la siguiente forma:

$$M\ddot{u}(t)_a + C\dot{u}(t)_a + Ku(t)_a = F(t) \quad (3.2)$$

Donde K es la matriz de rigidez, C es la matriz de amortiguamiento y M es la matriz de masas (concentradas). Los vectores dependientes del tiempo $u(t)_a$, $\dot{u}(t)_a$ y $\ddot{u}(t)_a$ son los desplazamientos, velocidades y aceleraciones absolutas (nodales o de piso), respectivamente.

En el caso de una acción sísmica, las cargas externas $F(t)$ se consideran iguales a cero. Los movimientos sísmicos básicos son las tres componentes de desplazamiento de la base $u(t)_{ig}$, que son conocidos en los puntos que se encuentran al nivel de la cimentación.

Podemos plantear la ecuación 3.1 en términos relativos a los desplazamientos de la base, es decir, los desplazamientos relativos $u(t)$, las velocidades relativas $\dot{u}(t)$ y las aceleraciones relativas $\ddot{u}(t)$.

En consecuencia, los desplazamientos, velocidades y aceleraciones absolutas pueden eliminarse de la ecuación 3.2 mediante el siguiente sistema lineal de ecuaciones:

$$u(t)_a = u(t) + 1_x u(t)_{xg} + 1_y u(t)_{yg} + 1_z u(t)_{zg} \quad (3.3a)$$

$$\dot{u}(t)_a = \dot{u}(t) + 1_x \dot{u}(t)_{xg} + 1_y \dot{u}(t)_{yg} + 1_z \dot{u}(t)_{zg} \quad (3.3b)$$

$$\ddot{u}(t)_a = \ddot{u}(t) + 1_x \ddot{u}(t)_{xg} + 1_y \ddot{u}(t)_{yg} + 1_z \ddot{u}(t)_{zg} \quad (3.3c)$$

donde 1_i es un vector con unos en las posiciones correspondientes a los grados de libertad en la dirección i y ceros en las otras posiciones. Sustituyendo las ecuaciones 3.3a, 3.3b y 3.3c en la ecuación 3.2, quedando las ecuaciones dinámicas de equilibrio que se asocian a la respuesta de la estructura al movimiento del suelo:

$$M\ddot{u}(t) + C\dot{u}(t) + Ku(t) = m_x \ddot{u}_{gx}(t) + m_y \ddot{u}_{gy}(t) + m_z \ddot{u}_{gz}(t) \quad (3.4)$$

El análisis sísmico espectro-respuesta, busca estimar la respuesta máxima posible a estas ecuaciones ó más bien, que en todo el intervalo ó transcurso de historia de respuesta. La aceleración sísmica del suelo en cada dirección es dada como un espectro de respuesta digital, que es una función de la respuesta de aceleración espectral contra el periodo de la estructura.

Los espectros de los sismos, tienen una forma irregular y presentan variaciones rebuscadas en la respuesta máxima en función del periodo natural. La influencia del amortiguamiento disminuye las variaciones de los espectros.

Algunas de las consideraciones para un análisis dinámico espectral, es que se considere que la estructura en estudio se comporte elásticamente y eso con lleva a que sus periodos y modos de vibrar puedan obtener de una manera muy simplificada. Además despreciar el efecto dinámico torsional de excentricidades estáticas.

Por lo que, al realizar el modelo tridimensional, consideramos como grados de libertad a dos desplazamientos y un giro alrededor de un eje vertical por cada nivel; por lo que esto triplica del tamaño de las matrices de masas y rígideces y estos a su vez contienen términos adicionales, como los momentos de inercia, que están relacionados con los desplazamientos de torsión.

Así una vez que se determina la participación de cada modo natural en las fuerzas laterales que actúan sobre la estructura, usando las aceleraciones espectrales, los desplazamientos calculados deberán de multiplicarse por Q para el cálculo de los efectos de segundo orden y además verificando que no se alcanza algún estado límite de servicio.

De acuerdo al RCDF04, el espectro de respuesta sísmica que le corresponde a la estructura en estudio, según su ubicación, es el que se muestra en la gráfica 3.41.

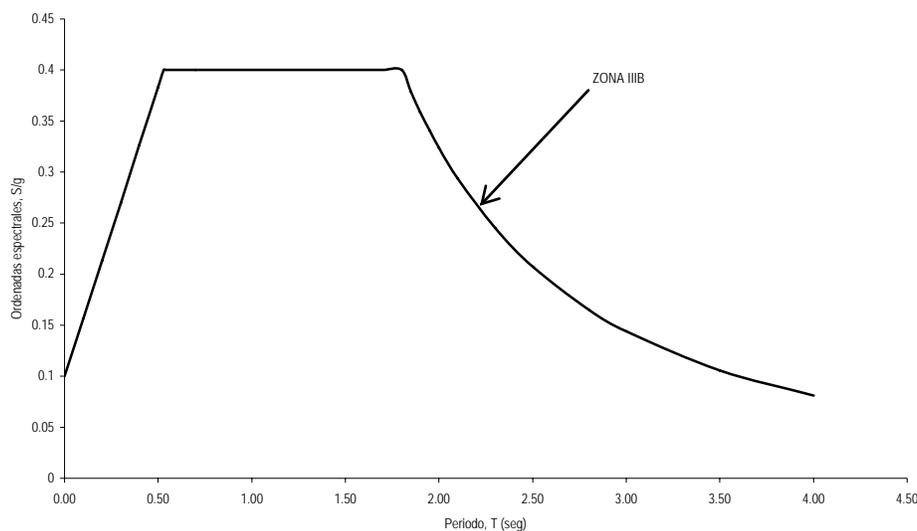


Figura 3.41 Espectro de diseño.

b. Efectos de viento.

Debiendo revisarse la seguridad de la estructura ante el efecto de fuerzas que se generan por presiones (empujes o succiones) producidas por el viento sobre las superficies de la construcción expuestas, y que son transmitidas al sistema estructural. Consideramos la acción estática del viento.

Para la revisión por viento y de acuerdo con la importancia del inmueble, el Museo está clasificado en el grupo A. De acuerdo con su respuesta ante la acción del viento ésta se encuentra dentro de la clasificación tipo 1, donde se incluyen las estructuras poco sensibles a las ráfagas y a los efectos dinámicos del viento, donde se incluyen las construcciones cerradas, techadas con sistemas de cubierta rígidos; es decir que sean capaces de resistir las cargas debidas a viento sin que varíe esencialmente su geometría.

Para la revisión estructural, se deben tomar en cuenta los siguientes efectos por la acción del viento:

- Empujes y succiones estáticos;
- Fuerzas dinámicas paralelas y transversales al flujo principal, causadas por turbulencias;
- Vibraciones transversales al flujo causadas por vórtices alternantes; e
- Inestabilidad aeroelástica.

Debido a que la estructura se encuentra dentro de la clasificación de estructuras Tipo 1, bastará tener en cuenta los efectos estáticos del viento. Por lo que se emplea el método simplificado y estático para diseño por viento.

En las normas se ha planteado el empleo de factores correctivos que afectan a la velocidad regional, en función de la topografía y se establecen valores de la velocidad regional de acuerdo a la ubicación de la construcción, que van de acuerdo al periodo de retorno y su importancia; para el Distrito Federal.

	Periodo de retorno, años	Importancia de la construcción		
		A	B	Temporal
		200	50	10
Zona I:	Delegaciones de Álvaro Obregón, Azcapotzalco, Benito Juárez, Coyoacán, Cuauhtémoc, G. A. Madero, Iztacalco, Iztapalapa, Miguel Hidalgo y Venustiano Carranza	39	36	31
Zona II:	Delegaciones de Magdalena Contreras, Cuajimalpa, Milpa Alta, Tlalpan y Xochimilco.	35	32	28

Tabla. 3.1 Velocidades regionales, V_R , según la importancia de la construcción y la zonificación eólica, m/s.

Los efectos estáticos del viento se determinan con la velocidad de diseño:

$$V_D = F_{TR} F_\alpha V_R \quad (3.5)$$

de donde:

F_{TR} factor correctivo que toma en cuenta las condiciones locales relativas a la topografía y a la rugosidad del terreno en los alrededores del sitio;

F_α factor que toma en cuenta la variación de la velocidad con la altura; y

V_R velocidad regional según la zona que le corresponde al sitio en donde se construirá la estructura.

Para la determinación del factor F_{TR} , se muestran cuatro tipos de topografía y rugosidades del terreno (figura 3.42 y figura 3.43).

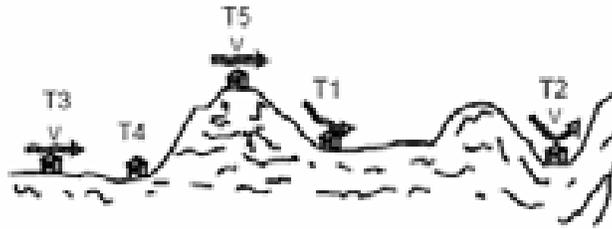


Figura. 3.42 Formas topográficas locales.

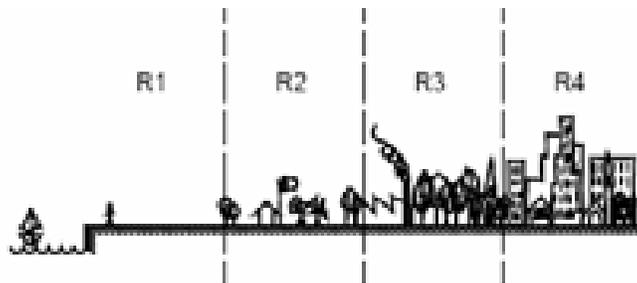


Figura. 3.43 Rugosidad del terreno.

Tipos de terreno		α	δ , m
R1	Escasas o nulas obstrucciones al flujo de viento, como en campo abierto	0.099	245
R2	Terreno plano u ondulado con pocas obstrucciones	0.128	315
R3	Zona típica urbana y suburbana. El sitio está rodeado predominantemente por Construcciones de mediana y baja altura o por áreas arboladas y no se cumplen las condiciones del tipo R4	0.156	390
R4	Zona de gran densidad de edificios altos. Por lo menos la mitad de las edificaciones que se encuentran en un radio de 500 m alrededor de la estructura en estudio tiene altura superior a 20 m.	0.170	455

Tabla. 3.2 Rugosidad del terreno, α y δ .

En la tabla 3.3, se exponen los valores F_{TR} que están en función de la rugosidad del terreno y su topografía.

Tipos de topografía	Rugosidad de terrenos en alrededores		
	Terreno tipo R2	Terreno tipo R3	Terreno tipo R4
T1 Base protegida de promontorios y faldas de serranías del lado de sotavento	0.80	0.70	0.66
T2 Valles cerrados	0.90	0.79	0.74
T3 Terreno prácticamente plano, campo abierto, ausencia de cambios topográficos importantes, con pendientes menores de 5% (normal)	1.00	0.88	0.82
T4 Terrenos inclinados con pendientes entre 5 y 10%	1.10	0.97	0.90

Tabla. 3.3 Factores de topografía y rugosidad del terreno.

El valor de F_α , varía de acuerdo a la altura:

$$F_\alpha = 1.0; \quad z \leq 10m \quad (3.6a)$$

$$F_\alpha = (z/10)^\alpha; \quad 10m < z \leq \delta \quad (3.6b)$$

$$F_\alpha = (\delta/10)^\alpha; \quad z \geq \delta \quad (3.6c)$$

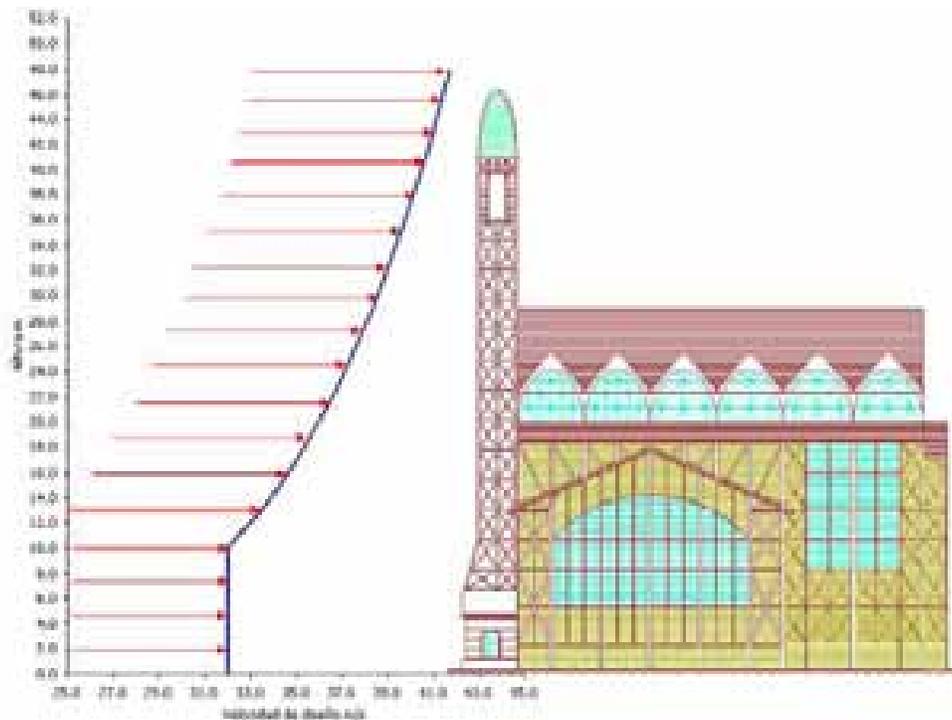


Figura. 3.44 Distribución de la velocidad de diseño del viento con respecto a la altura.

Se obtiene la distribución de velocidades de diseño (figura 3.44), que varía conforme la altura. Después se obtiene la distribución de presiones con la expresión:

$$F = 0.048 C_p V_D^2 \quad (3.7)$$

C_p coeficiente local de presión, que depende de la forma de la estructura;

V_D velocidad de diseño a la altura z .

Los valores de los empujes variaron para cada cara expuesta, dependiendo la dirección en la que se analizó la fuerza del viento.

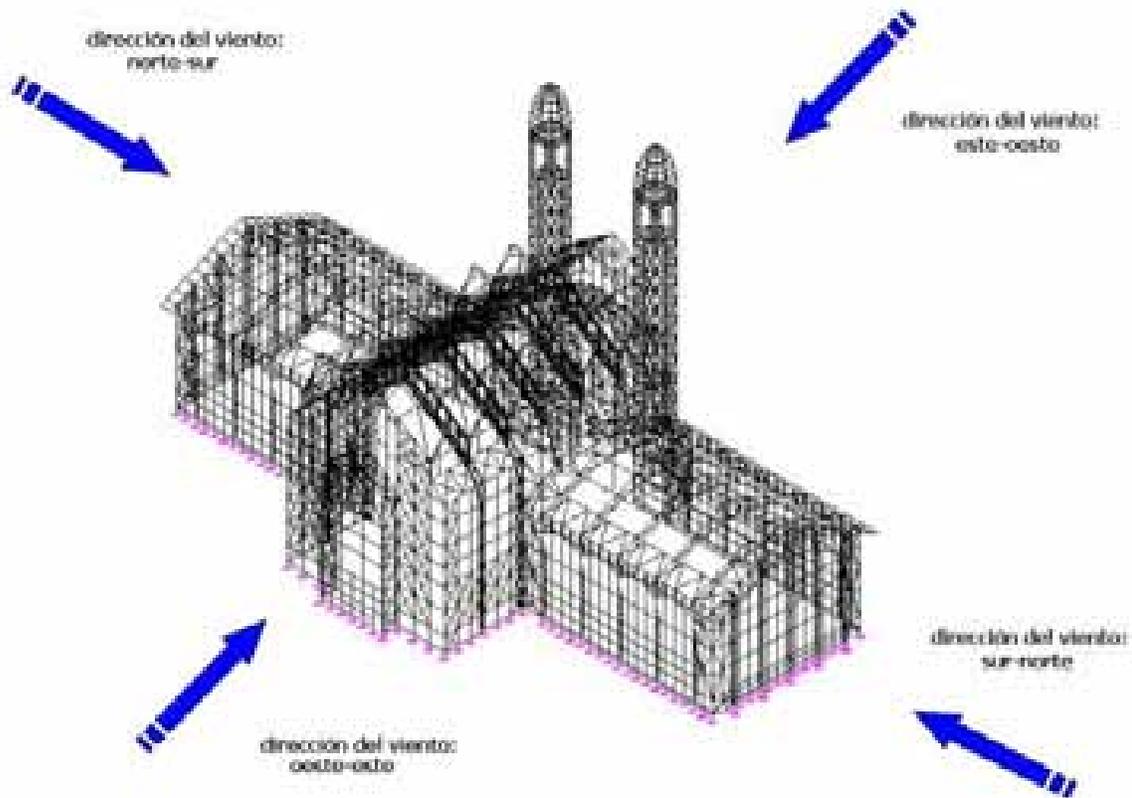
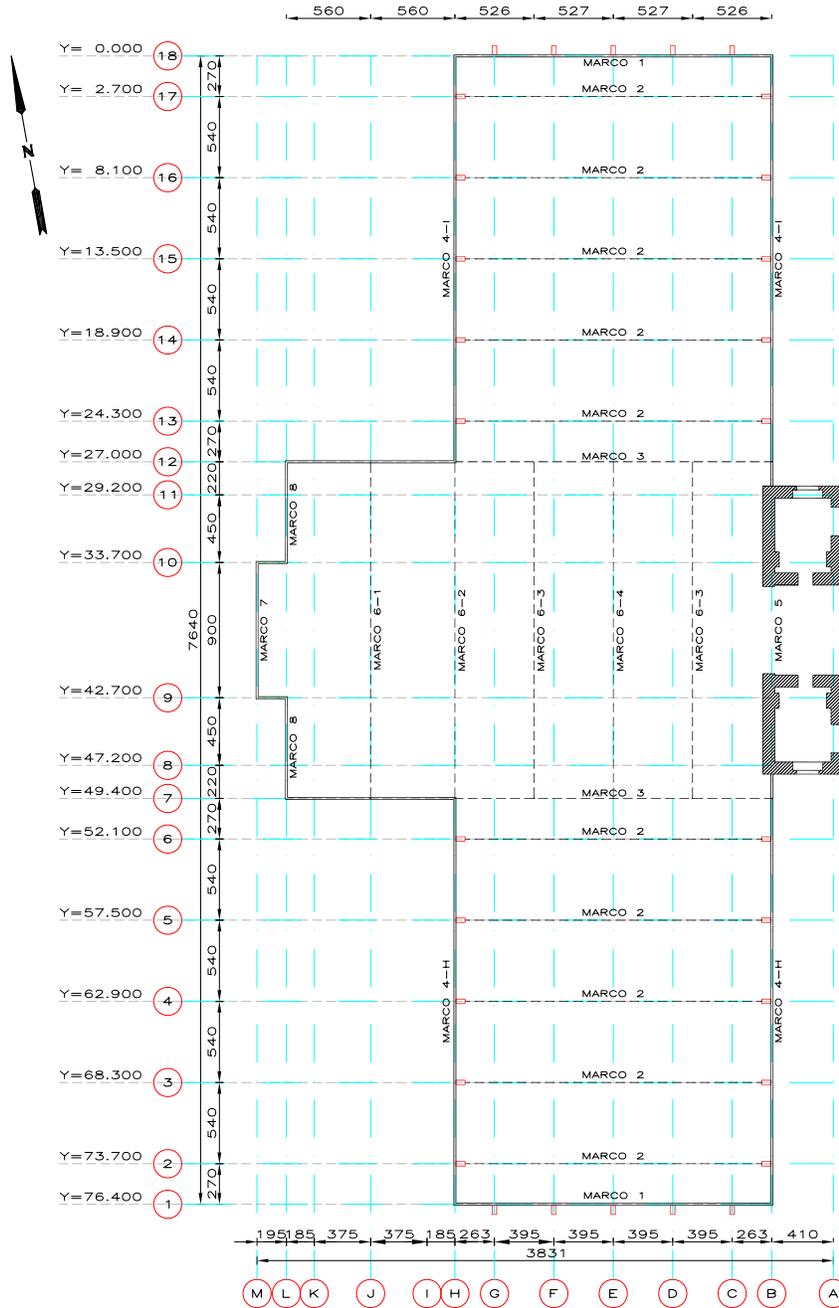


Figura. 3.45 Direcciones de las velocidades del viento.

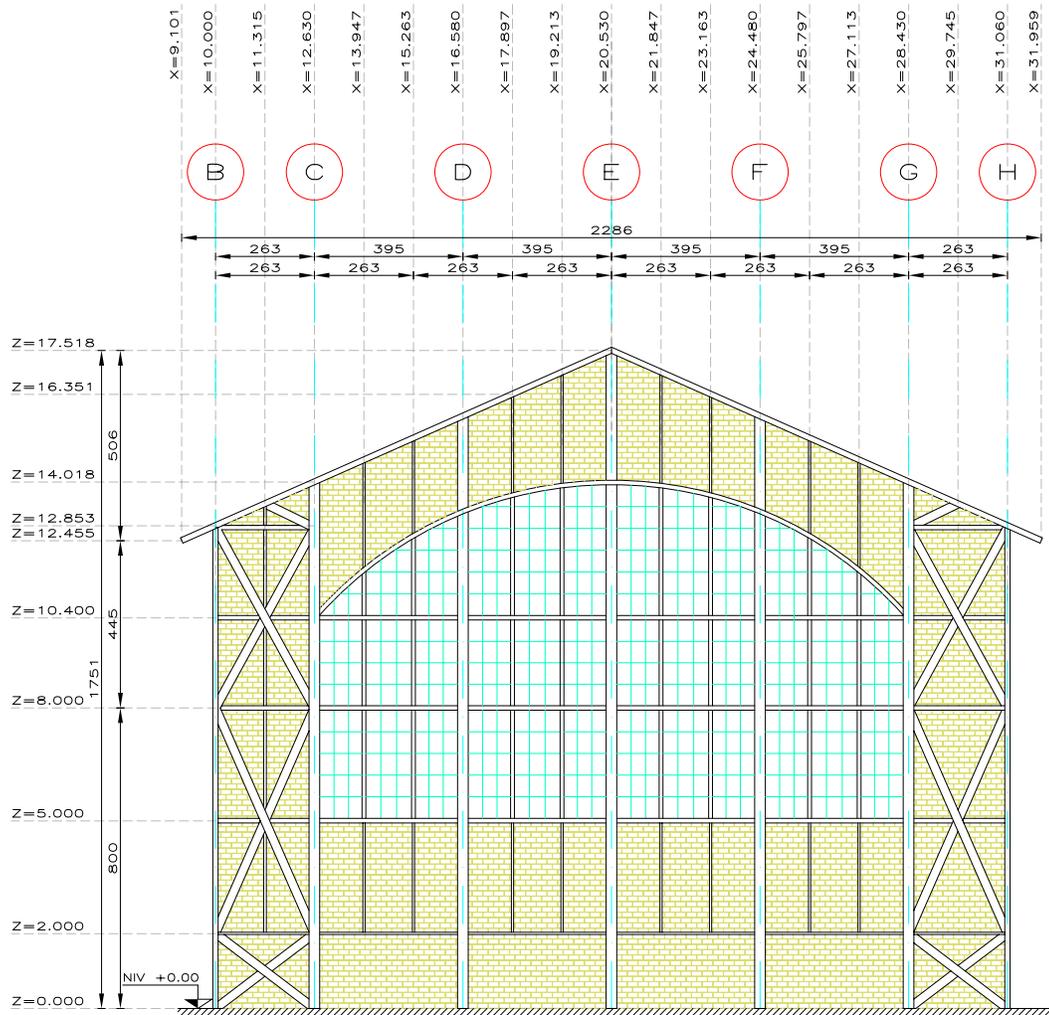


NOTAS

1. DIMENSIONES EN CENTIMETROS.
2. NIVELES EN METROS.

FIG. 3.1 UBICACIÓN DE MARCOS

título profesional:			
ESTUDIOS SOBRE ESTABILIDAD Y SEGURIDAD ESTRUCTURAL, EN LAS CONDICIONES ACTUALES, DEL EDIFICIO DEL MUSEO UNIVERSITARIO DEL CHOCHO			
presenta:			
JOSUÉ GARDUÑO CHÁVEZ			
director de tesis:			
M. en I. JOSÉ LUIS TRIGOS SUÁREZ			
concepto:	aprobó:	archivo:	escala:
DIAGNÓSTICO ESTRUCTURAL	JL7/JGCH	PBAJA	1:200
#Bajo:	fecha:	figura:	
UBICACIÓN DE MARCOS EN PLANTA BAJA	180708	3.1	



NOTAS

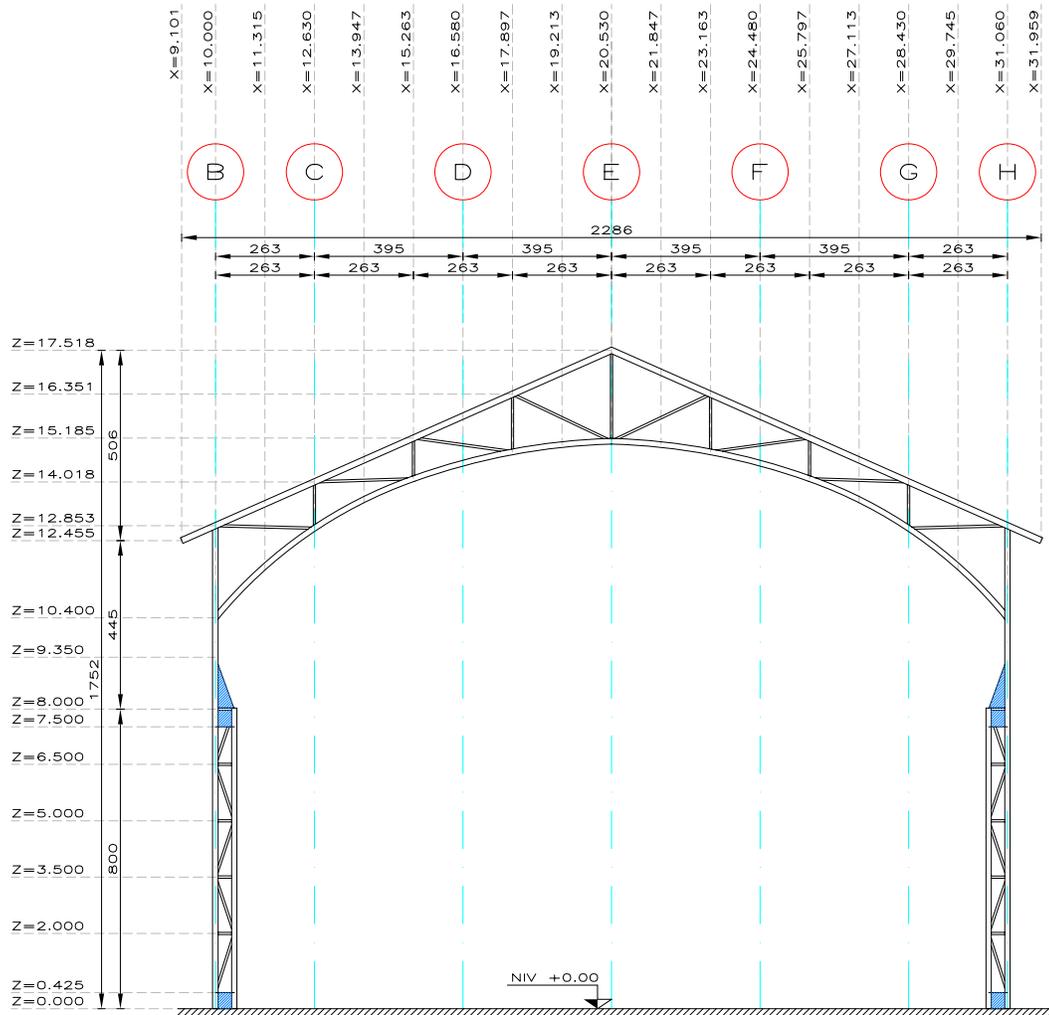
1. DIMENSIONES EN CENTIMETROS.
2. NIVELES EN METROS.

SIMBOLOGÍA

- MURO DE MAMPOSTERIA
- PLACA DE ACERO

FIG. 3.2 MARCO TIPO 1

tesis profesional:			
ESTUDIOS SOBRE ESTABILIDAD Y SEGURIDAD ESTRUCTURAL, EN LAS CONDICIONES ACTUALES, DEL EDIFICIO DEL MUSEO UNIVERSITARIO DEL CHOPO			
presenta:		JOSUÉ GARDUÑO CHÁVEZ	
director de tesis:		M. en I. JOSÉ LUIS TRIGOS SUÁREZ	
concepto:	DIAGNÓSTICO ESTRUCTURAL	aprobó:	UL7/JGCh
archivo:	MARCO 1	fecha:	180708
escala:	1:200	figura:	3.2
dibujo:		GEOMETRÍA: MARCO TIPO 1	



NOTAS

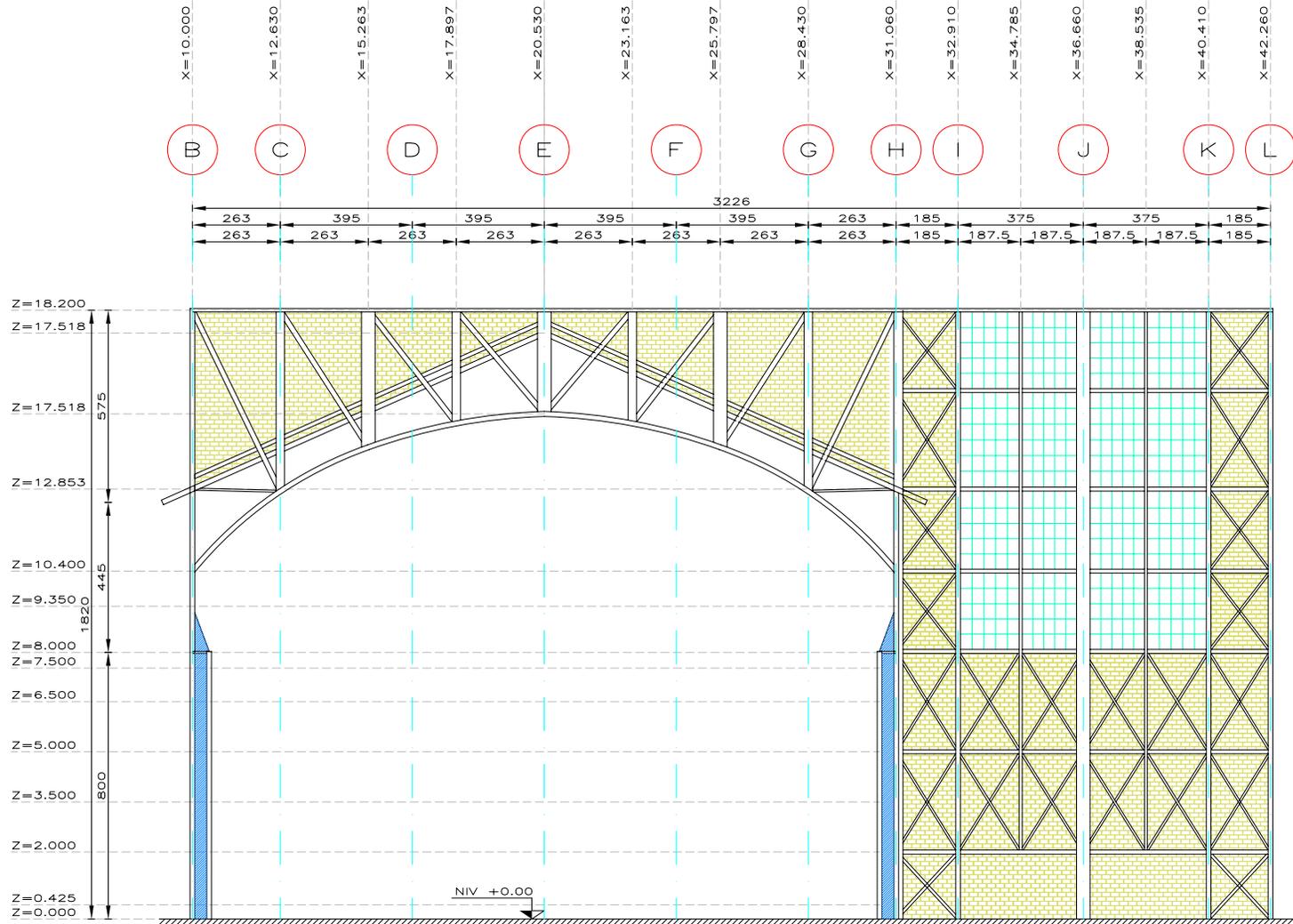
1. DIMENSIONES EN CENTIMETROS.
2. NIVELES EN METROS.

SIMBOLOGÍA

- MURO DE MAMPOSTERIA
- PLACA DE ACERO

FIG. 3.3 MARCO TIPO 2

tesis profesional:			
ESTUDIOS SOBRE ESTABILIDAD Y SEGURIDAD ESTRUCTURAL, EN LAS CONDICIONES ACTUALES, DEL EDIFICIO DEL MUSEO UNIVERSITARIO DEL CHOCHO			
presenta: JOSUÉ GARDUÑO CHÁVEZ			
director de tesis: M. en I. JOSÉ LUIS TRIGOS SUÁREZ			
concepto: DIAGNÓSTICO ESTRUCTURAL	aprobó: JLT/JGCh	archivo: MARCO 2	escala: 1:200
dibujó: GEOMETRÍA: MARCO TIPO 2	fecha: 180708	figura: 3.3	



NOTAS

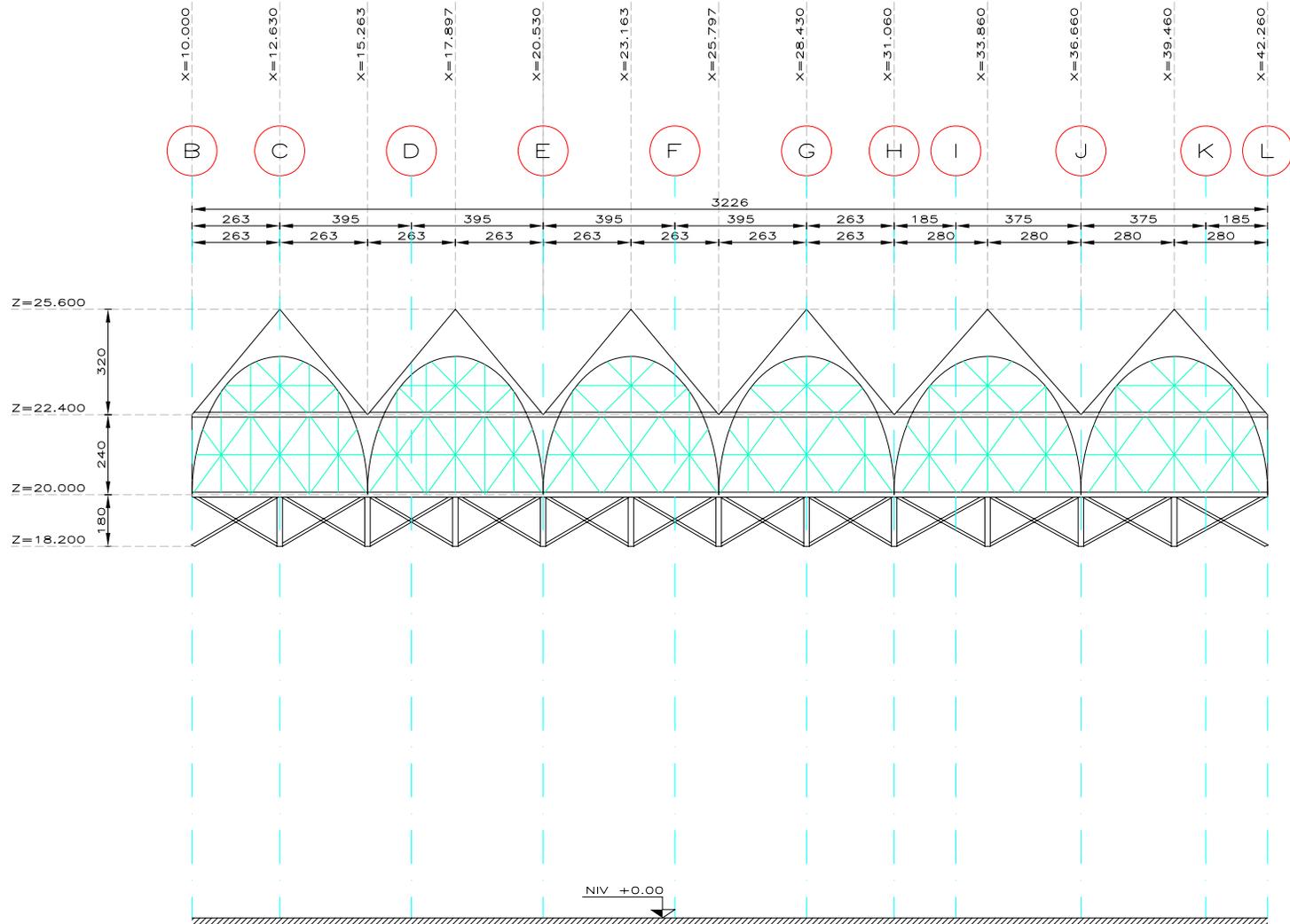
1. DIMENSIONES EN CENTIMETROS.
2. NIVELES EN METROS.

SIMBOLOGÍA

- MURO DE MAMPOSTERIA
- PLACA DE ACERO

FIG. 3.4 MARCO TIPO 3a

	tesis profesional:			
	ESTUDIOS SOBRE ESTABILIDAD Y SEGURIDAD ESTRUCTURAL, EN LAS CONDICIONES ACTUALES, DEL EDIFICIO DEL MUSEO UNIVERSITARIO DEL CHOPO			
presento:		JOSUÉ GARDUÑO CHÁVEZ		
director de tesis:		M. en I. JOSÉ LUIS TRIGOS SUÁREZ		
concepto:	aprobó:	archivo:	especie:	
DIAGNÓSTICO ESTRUCTURAL	JLT/JGC	MARCO 3a	1:200	
dibujo:	fecha:	figura:		
GEOMETRÍA: MARCO TIPO 3a	180708	3.4		



NOTAS

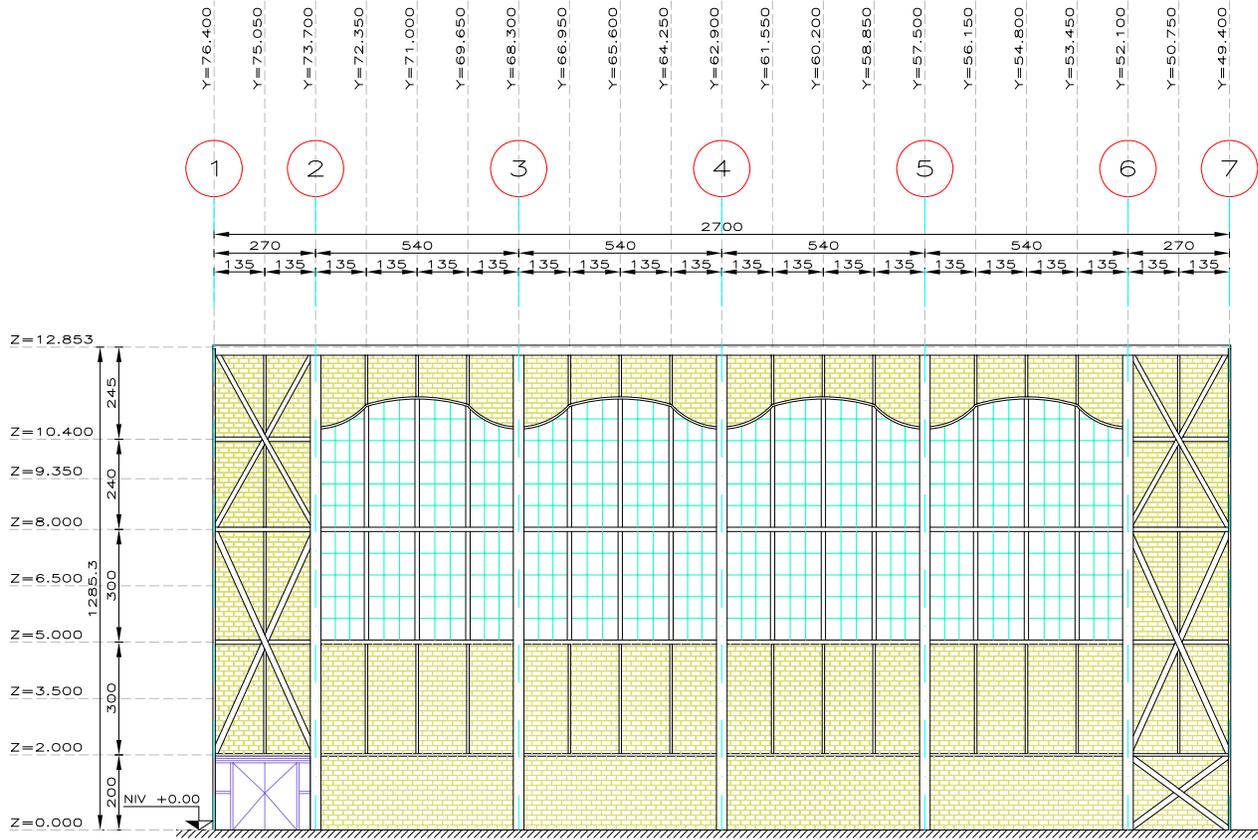
1. DIMENSIONES EN CENTIMETROS.
2. NIVELES EN METROS.

SIMBOLOGÍA

- MURO DE MAMPOSTERIA
- PLACA DE ACERO

FIG. 3.5 MARCO TIPO 3b

tesis profesional: ESTUDIOS SOBRE ESTABILIDAD Y SEGURIDAD ESTRUCTURAL, EN LAS CONDICIONES ACTUALES, DEL EDIFICIO DEL MUSEO UNIVERSITARIO DEL CHOPO			
presenta: JOSUÉ GARDUÑO CHÁVEZ			
director de tesis: M. en I. JOSÉ LUIS TRIGOS SUÁREZ			
concepto:	aprobó:	graficó:	escribió:
DIAGNÓSTICO ESTRUCTURAL	ULT/JGCH	MARCO 3b	11-200
dibujo:	fecha:	figura:	
GEOMETRÍA: MARCO TIPO 3b	180708	3.5	



NOTAS

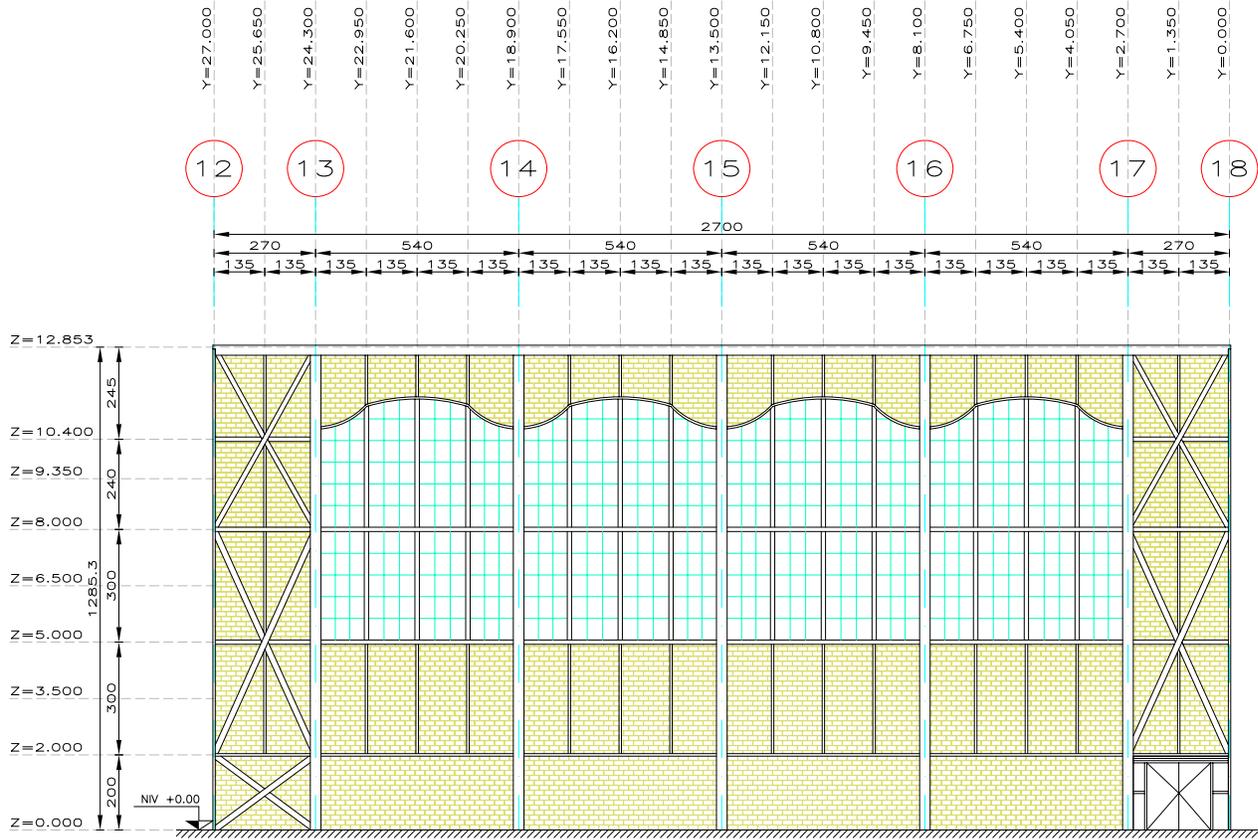
1. DIMENSIONES EN CENTIMETROS.
2. NIVELES EN METROS.

SIMBOLOGÍA

- MURO DE MAMPOSTERIA
- PLACA DE ACERO

FIG. 3.6 MARCO TIPO 4-H

tesis profesional: ESTUDIOS SOBRE ESTABILIDAD Y SEGURIDAD ESTRUCTURAL, EN LAS CONDICIONES ACTUALES, DEL EDIFICIO DEL MUSEO UNIVERSITARIO DEL CHOPO			
presenta: JOSUÉ GARDUÑO CHÁVEZ			
director de tesis: M. en I. JOSÉ LUIS TRIGOS SUÁREZ			
concepto: DIAGNÓSTICO ESTRUCTURAL	aprobó: JLT/JGCH	archivo: MARCO 4-H	escala: 1:200
dibuja: GEOMETRÍA: MARCO TIPO 4-H		fecha: 180708	figura: 3.6



NOTAS

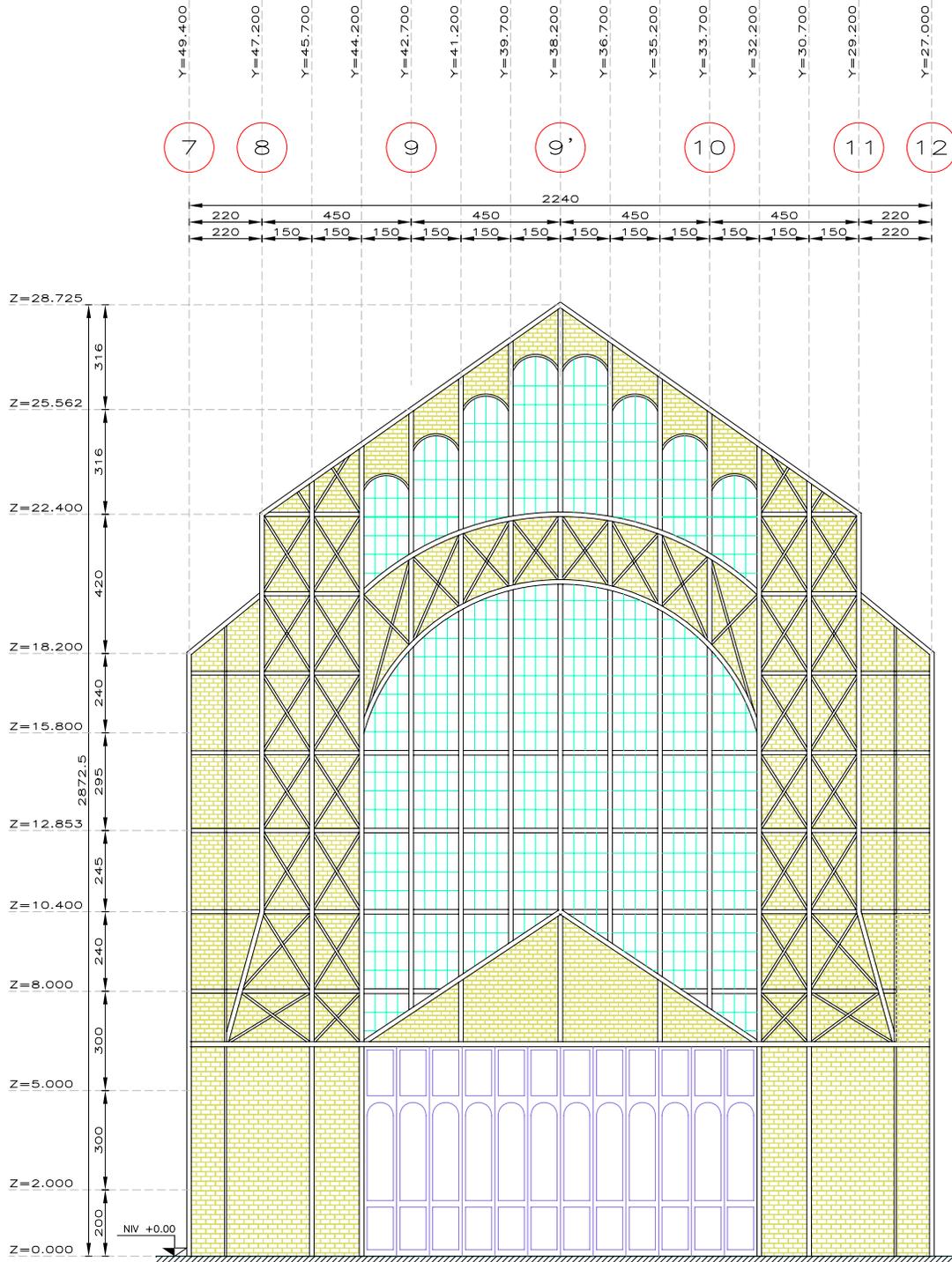
1. DIMENSIONES EN CENTIMETROS.
2. NIVELES EN METROS.

SIMBOLOGÍA

- MURO DE MAMPOSTERIA
- PLACA DE ACERO

FIG. 3.7 MARCO TIPO 4-I

tesis profesional: ESTUDIOS SOBRE ESTABILIDAD Y SEGURIDAD ESTRUCTURAL, EN LAS CONDICIONES ACTUALES, DEL EDIFICIO DEL MUSEO UNIVERSITARIO DEL CHOPO			
presenta:		JOSUÉ GARDUÑO CHÁVEZ	
director de tesis:		M. en I. JOSÉ LUIS TRIGOS SUÁREZ	
concepto:	aprobó:	archivo:	escala:
DIAGNÓSTICO ESTRUCTURAL	JLT/JGCh	MARCO 4-I	1:200
elaboró:	fecha:	figura:	
GEOMETRÍA: MARCO TIPO 4-I	180708	3.7	



NOTAS

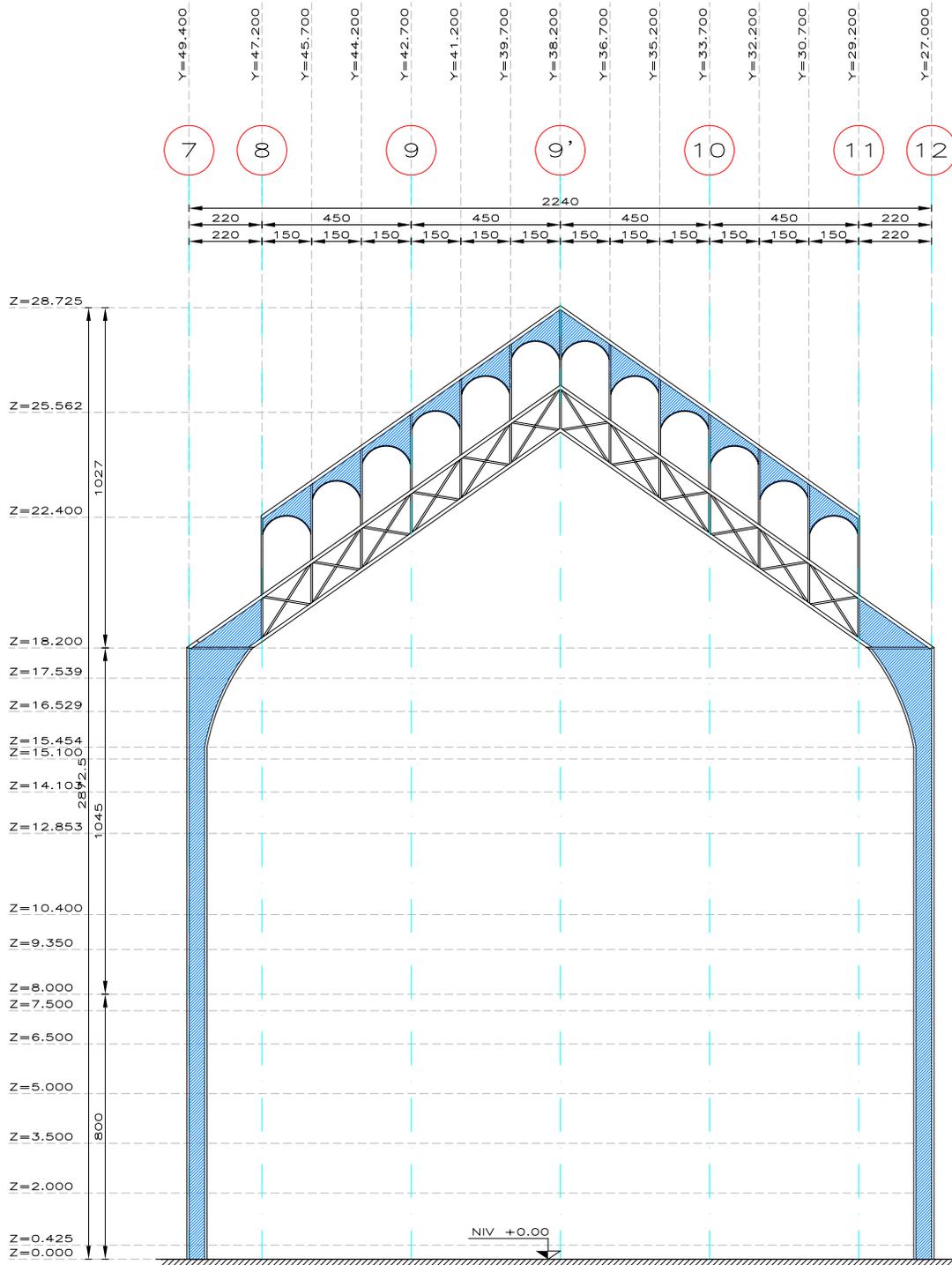
1. DIMENSIONES EN CENTIMETROS.
2. NIVELES EN METROS.

SIMBOLOGÍA

- MURO DE MAMPOSTERIA
- PLACA DE ACERO

FIG. 3.8 MARCO 5

tesis profesional: ESTUDIOS SOBRE ESTABILIDAD Y SEGURIDAD ESTRUCTURAL, EN LAS CONDICIONES ACTUALES, DEL EDIFICIO DEL MUSEO UNIVERSITARIO DEL CHOPO			
Presentado por: JOSUÉ GARDUÑO CHÁVEZ			
Director de tesis: M. en I. JOSÉ LUIS TRIGOS SUÁREZ			
concepto: DIAGNÓSTICO ESTRUCTURAL	aprobó: JLT/JGCh	archivo: MARCO 5	escala: 1:200
dibujo: MODELACIÓN: MARCO 5	fecha: 180708	figura: 3.8	



NOTAS

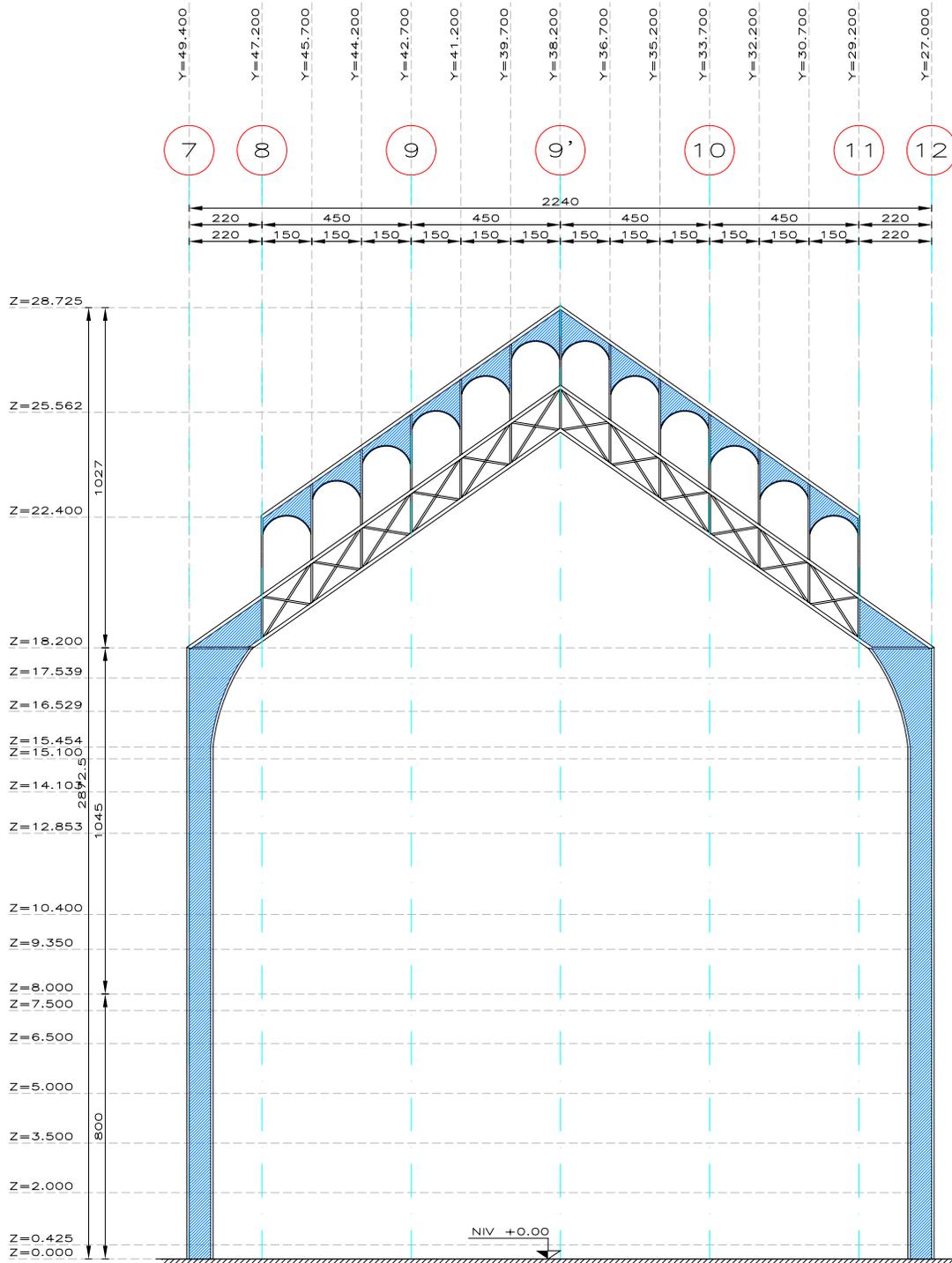
1. DIMENSIONES EN CENTIMETROS.
2. NIVELES EN METROS.

SIMBOLOGÍA

- MURO DE MAMPOSTERÍA
- PLACA DE ACERO

FIG. 3.9 MARCO 6-1

	tesis profesional:		
	ESTUDIOS SOBRE ESTABILIDAD Y SEGURIDAD ESTRUCTURAL, EN LAS CONDICIONES ACTUALES, DEL EDIFICIO DEL MUSEO UNIVERSITARIO DEL CHOPO		
presentado por:	JOSUÉ GARDUÑO CHÁVEZ		
director de tesis:	M. en I. JOSÉ LUIS TRIGOS SUÁREZ		
concepto:	DIAGNÓSTICO ESTRUCTURAL	aprobado:	fecha:
elaborado por:	JLT/JGCh	archivo:	MARCO 6-1
escala:	1:200	figura:	3.9
GEOMETRÍA:	MARCO 6-1	fecha:	180708



NOTAS

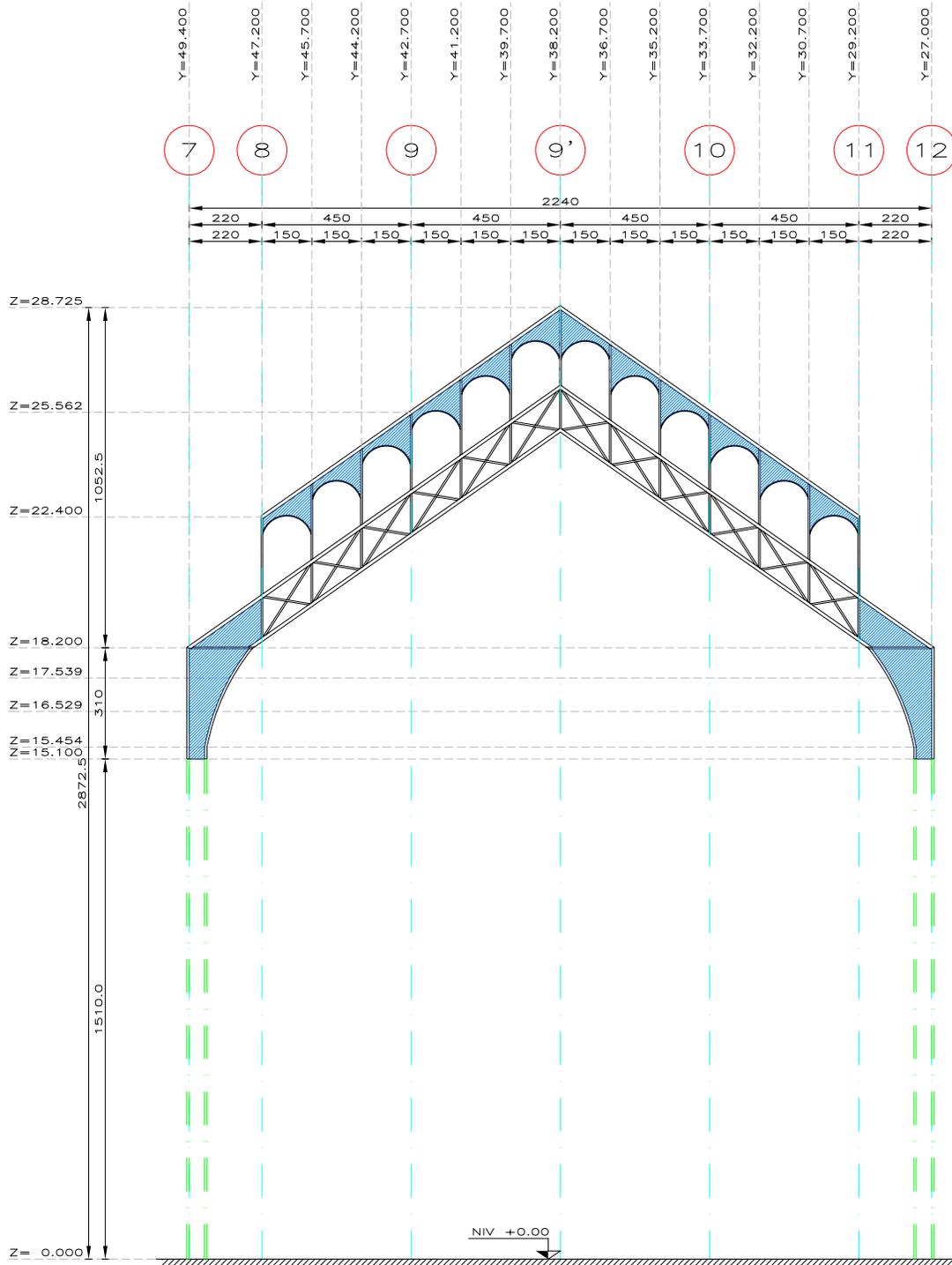
1. DIMENSIONES EN CENTIMETROS.
2. NIVELES EN METROS.

SIMBOLOGÍA

- MURO DE MAMPOSTERÍA
- PLACA DE ACERO

FIG. 3.10 MARCO 6-2

título profesional:			
ESTUDIOS SOBRE ESTABILIDAD Y SEGURIDAD ESTRUCTURAL, EN LAS CONDICIONES ACTUALES, DEL EDIFICIO DEL MUSEO UNIVERSITARIO DEL CHOCHO			
presenta:			
JOSUÉ GARDUÑO CHÁVEZ			
director de tesis:			
M. en I. JOSÉ LUIS TRIGOS SUÁREZ			
concepto:		archivo:	
DIAGNÓSTICO ESTRUCTURAL		MARCO 6-2	
autor:		fecha:	
JLT/JGCH		180708	
dibujo:			figura:
GEOMETRÍA: MARCO 6-2			3.10



NOTAS

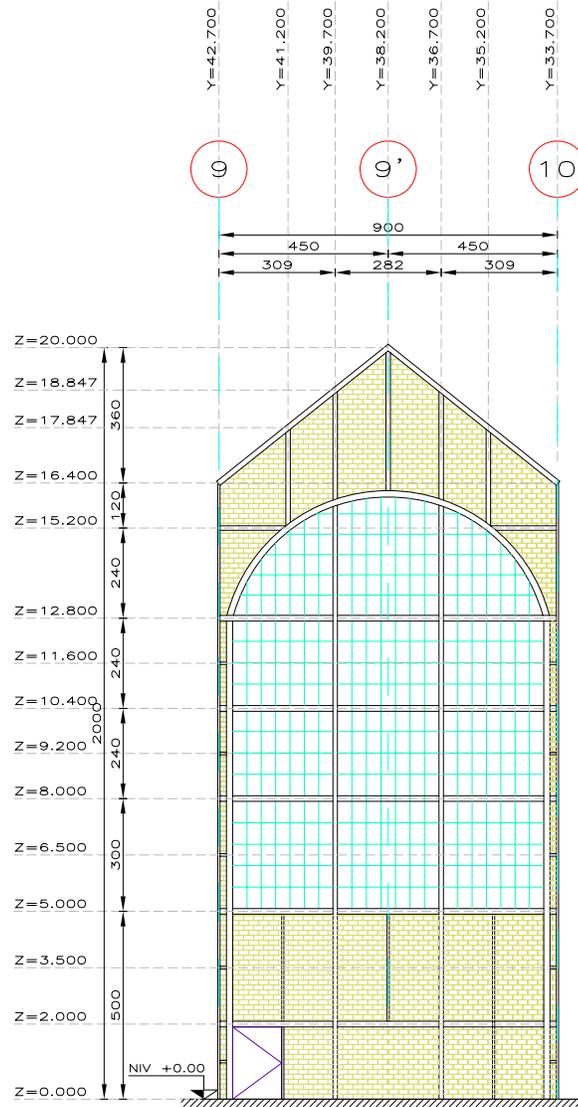
1. DIMENSIONES EN CENTIMETROS.
2. NIVELES EN METROS.

SIMBOLOGÍA

- MURO DE MAMPOSTERIA
- PLACA DE ACERO

FIG. 3.12 MARCO 6-4

	tesis profesional:			
	ESTUDIOS SOBRE ESTABILIDAD Y SEGURIDAD ESTRUCTURAL, EN LAS CONDICIONES ACTUALES, DEL EDIFICIO DEL MUSEO UNIVERSITARIO DEL CHOPO			
presenta:		JOSUÉ GARDUÑO CHÁVEZ		
director de tesis:		M. en I. JOSÉ LUIS TRIGOS SUÁREZ		
concepto:	DIAGNÓSTICO ESTRUCTURAL	aprobó:	JLT/JGCh	
archivo:	MARCO 6-4	fecha:	180708	
figura:	3.12			



NOTAS

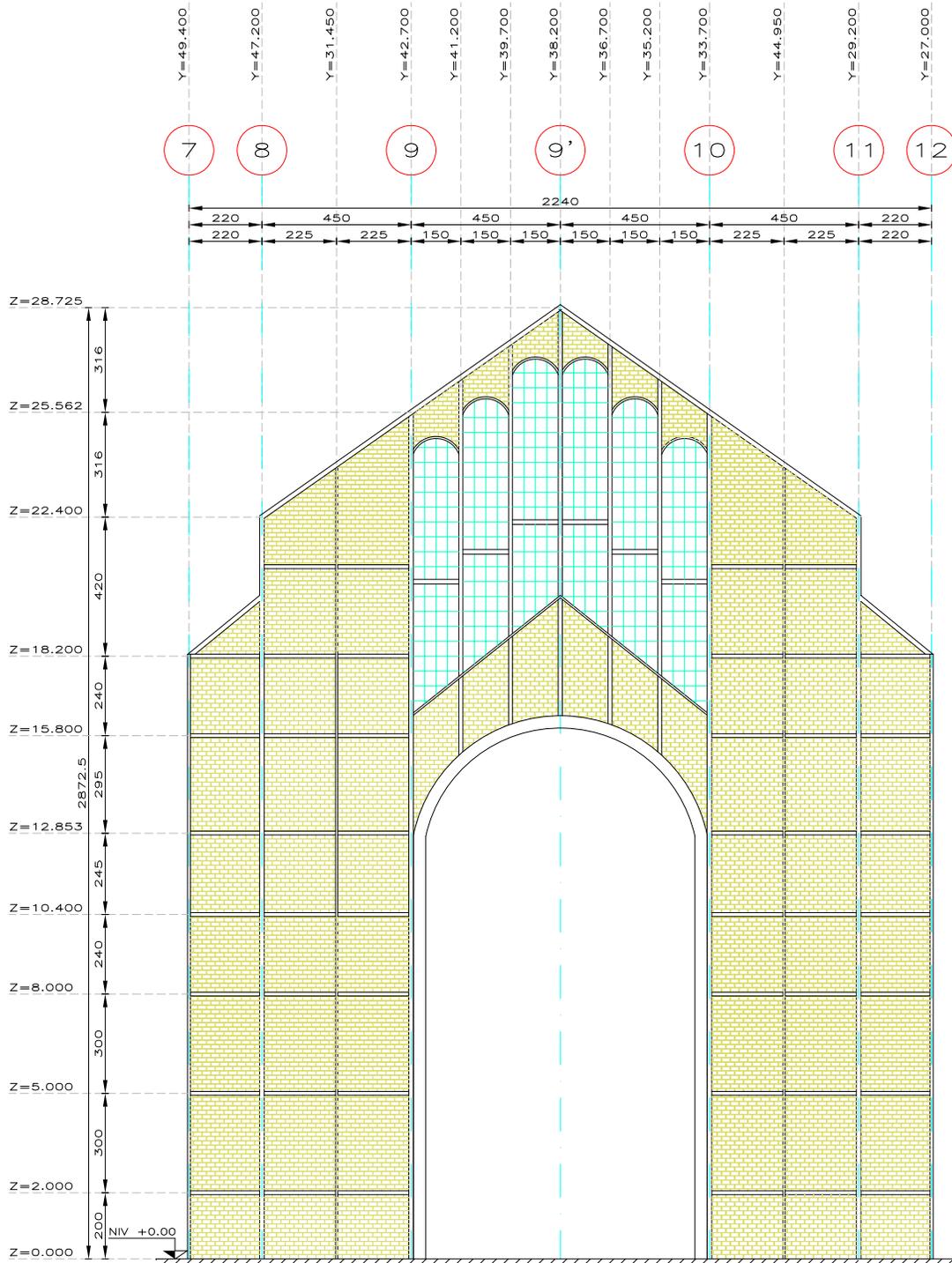
1. DIMENSIONES EN CENTIMETROS.
2. NIVELES EN METROS.

SIMBOLOGÍA

- MURO DE MAMPOSTERIA
- PLACA DE ACERO

FIG. 3.13 MARCO 7

tesis profesional:			
ESTUDIOS SOBRE ESTABILIDAD Y SEGURIDAD ESTRUCTURAL, EN LAS CONDICIONES ACTUALES, DEL EDIFICIO DEL MUSEO UNIVERSITARIO DEL CHOPO			
presenta:			
JOSUÉ GARDUÑO CHÁVEZ			
director de tesis:			
M. en I. JOSÉ LUIS TRIGOS SUÁREZ			
concepto:	aprobó:	archivo:	escala:
DIAGNÓSTICO ESTRUCTURAL	JLT/JGCH	MARCO 7	1:200
dibujó:	fecha:	figura:	
GEOMETRÍA: MARCO 7	180708	3.13	



NOTAS

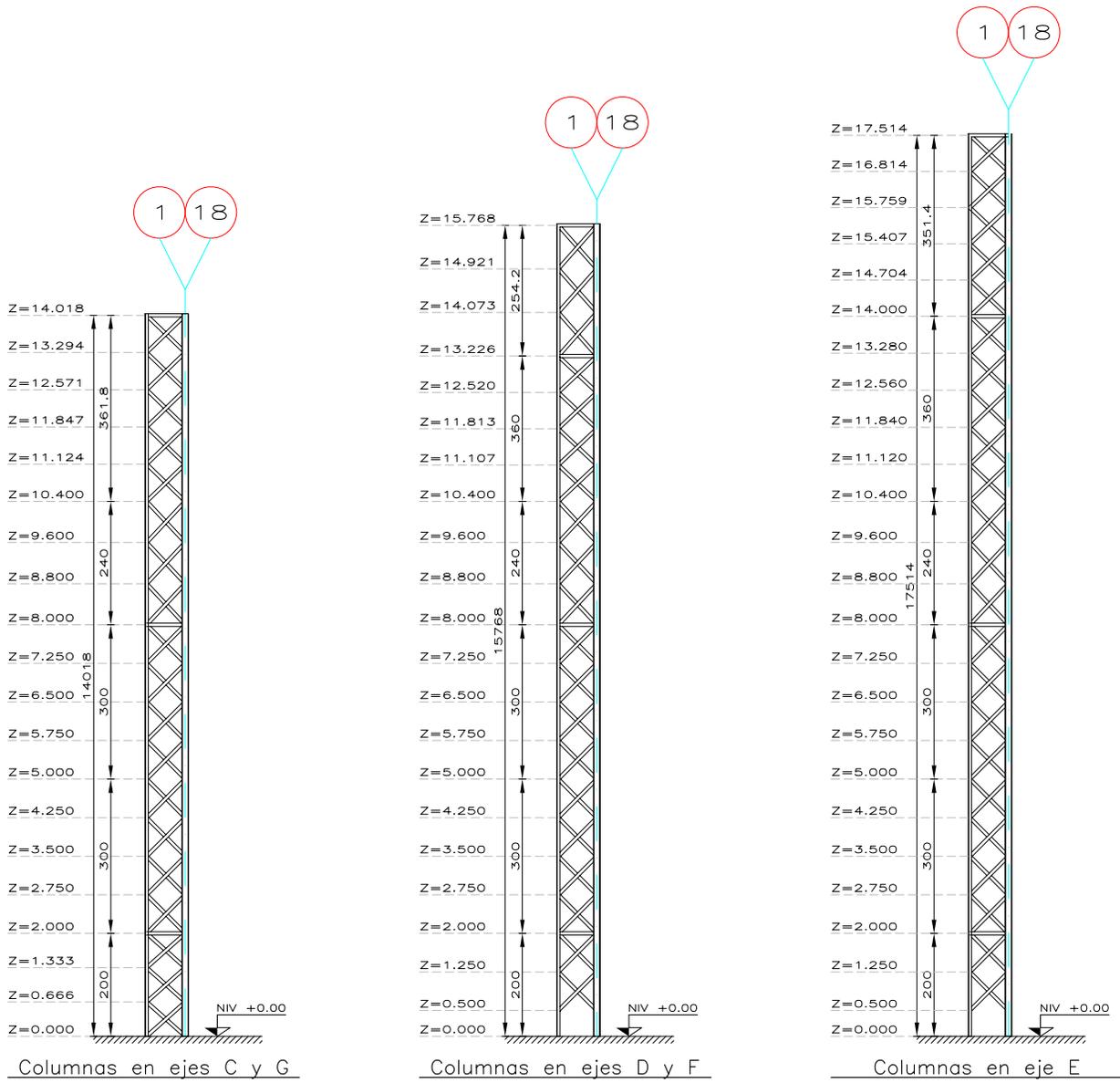
1. DIMENSIONES EN CENTIMETROS.
2. NIVELES EN METROS.

SIMBOLOGÍA

- MURO DE MAMPOSTERIA
- PLACA DE ACERO

FIG. 3.14 MARCO 8

tesis profesional: ESTUDIOS SOBRE ESTABILIDAD Y SEGURIDAD ESTRUCTURAL, EN LAS CONDICIONES ACTUALES, DEL EDIFICIO DEL MUSEO UNIVERSITARIO DEL CHOPO			
presentador:		JOSUÉ GARDUÑO CHÁVEZ	
director de tesis:		M. en I. JOSÉ LUIS TRIGOS SUÁREZ	
concepto:	DIAGNÓSTICO ESTRUCTURAL	aprobó:	JLT/JGCh
archivo:	MARCO 8	escala:	1:200
elaboró:	GEOMETRÍA: MARCO 8	fecha:	180708
		figura:	3.14



NOTAS

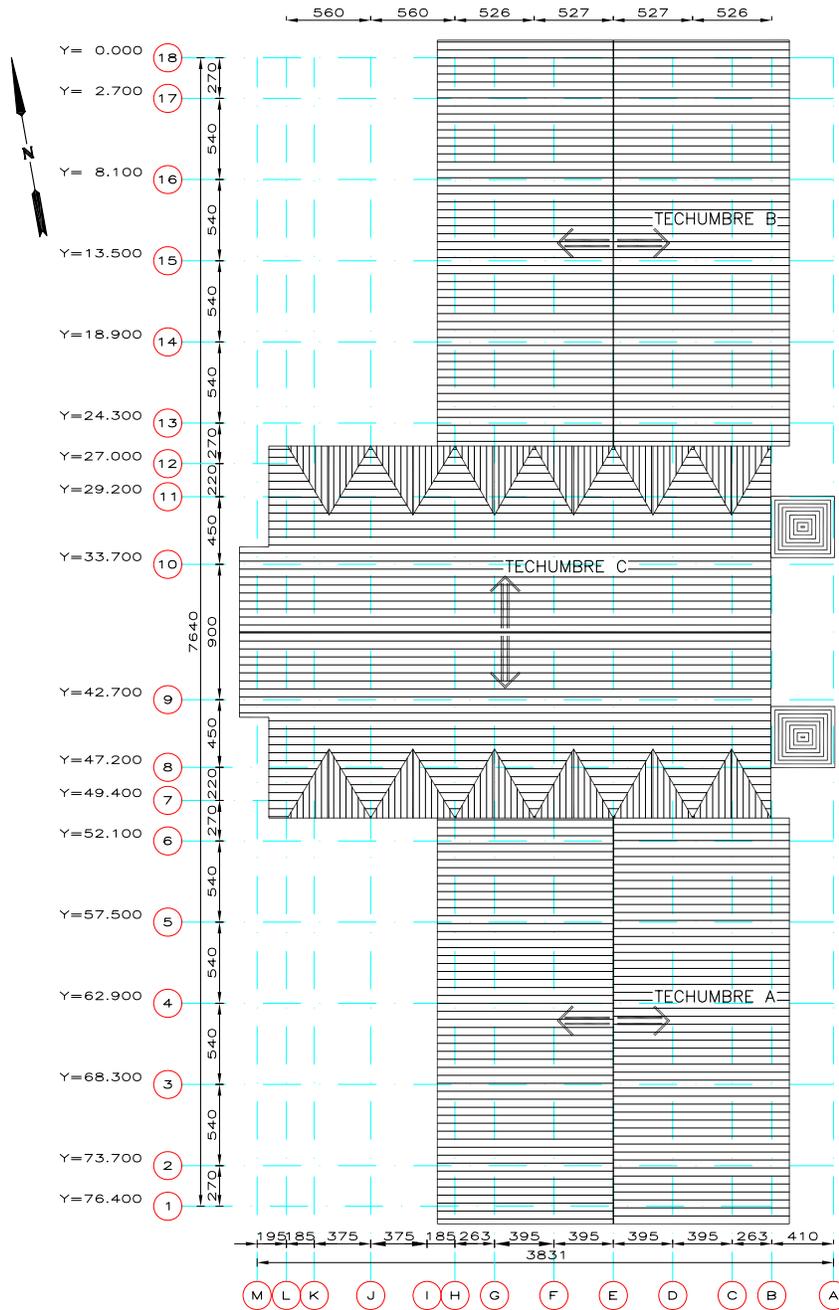
1. DIMENSIONES EN CENTIMETROS.
2. NIVELES EN METROS.

SIMBOLOGÍA

- MURO DE MAMPOSTERIA
- PLACA DE ACERO

FIG. 3.15 COLUMNAS DE CELOSIA

	tesis profesional:			
	ESTUDIOS SOBRE ESTABILIDAD Y SEGURIDAD ESTRUCTURAL, EN LAS CONDICIONES ACTUALES, DEL EDIFICIO DEL MUSEO UNIVERSITARIO DEL CHOCHO			
presentado por: JOSUÉ GARDUÑO CHÁVEZ				
director de tesis: M. en I. JOSÉ LUIS TRIGOS SUÁREZ				
concepto: DIAGNÓSTICO ESTRUCTURAL	aprobó: JLT/JGCH	archivo: COL_CELOSIA	escala: 1:150	
elaboró: GEOMETRIA: COLUMNAS DE CELOSIA	fecha: 180708	figura: 3.15		

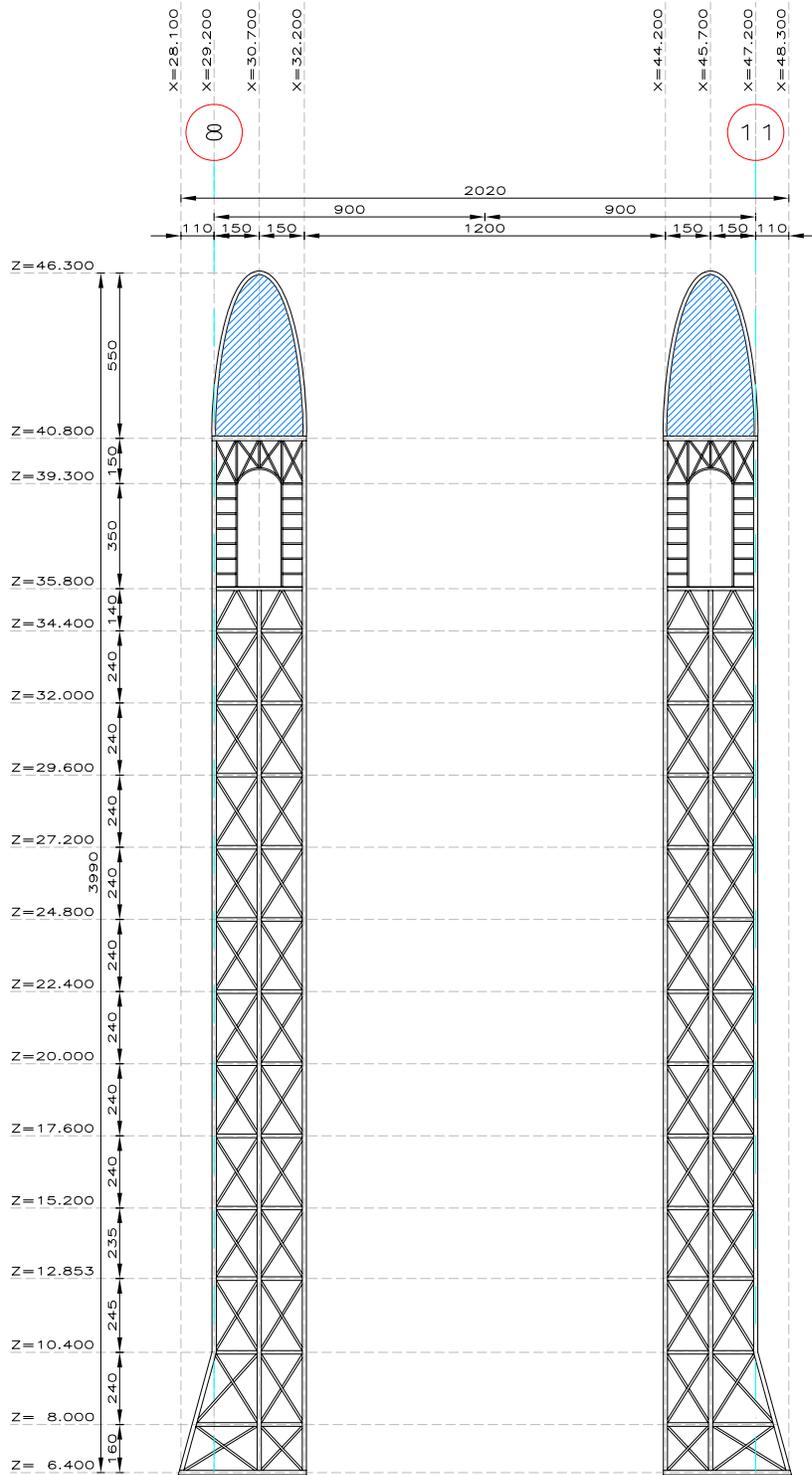


NOTAS

1. DIMENSIONES EN CENTIMETROS.
2. NIVELES EN METROS.

FIG. 3.16 PLANTA DE TECHUMBRES

			
tesis profesional: ESTUDIOS SOBRE ESTABILIDAD Y SEGURIDAD ESTRUCTURAL, EN LAS CONDICIONES ACTUALES, DEL EDIFICIO DEL MUSEO UNIVERSITARIO DEL CHOCHO			
presenta: JOSUÉ GARDUÑO CHÁVEZ			
director de tesis: M. en I. JOSÉ LUIS TRIGOS SUÁREZ			
concepto:	DIAGNÓSTICO ESTRUCTURAL	aprobó:	JL7/JGCH
archivo:	PTCHUMBRES	escala:	1:200
dibujo:	PLANTA DE TECHUMBRES	fecha:	180708
		figura:	3.16



NOTAS

1. DIMENSIONES EN CENTIMETROS.
2. NIVELES EN METROS.

SIMBOLOGÍA

- MURO DE MAMPOSTERIA
- PLACA DE ACERO

FIG. 3.19 TORRES

tesis profesional: ESTUDIOS SOBRE ESTABILIDAD Y SEGURIDAD ESTRUCTURAL, EN LAS CONDICIONES ACTUALES, DEL EDIFICIO DEL MUSEO UNIVERSITARIO DEL CHOPO			
presenta: JOSUÉ GARDUÑO CHÁVEZ			
director de tesis: M. en I. JOSÉ LUIS TRIGOS SUÁREZ			
concepto:	aprobó:	archivo:	escala:
DIAGNÓSTICO ESTRUCTURAL	JLT/JGCh	TORRES	1:250
elaboró:	fecha:	figura:	
GEOMETRÍA: TORRES	180708	3.19	

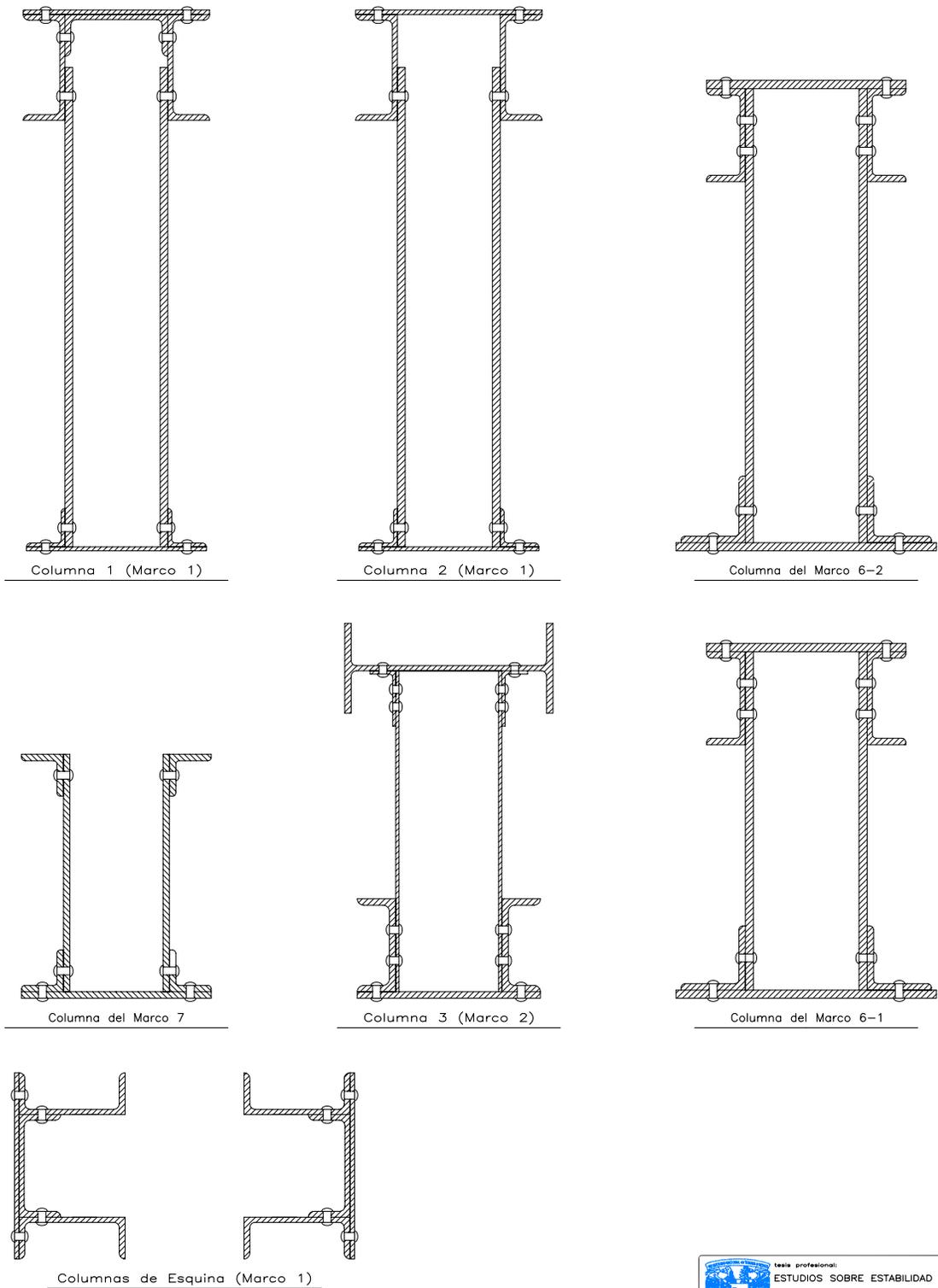
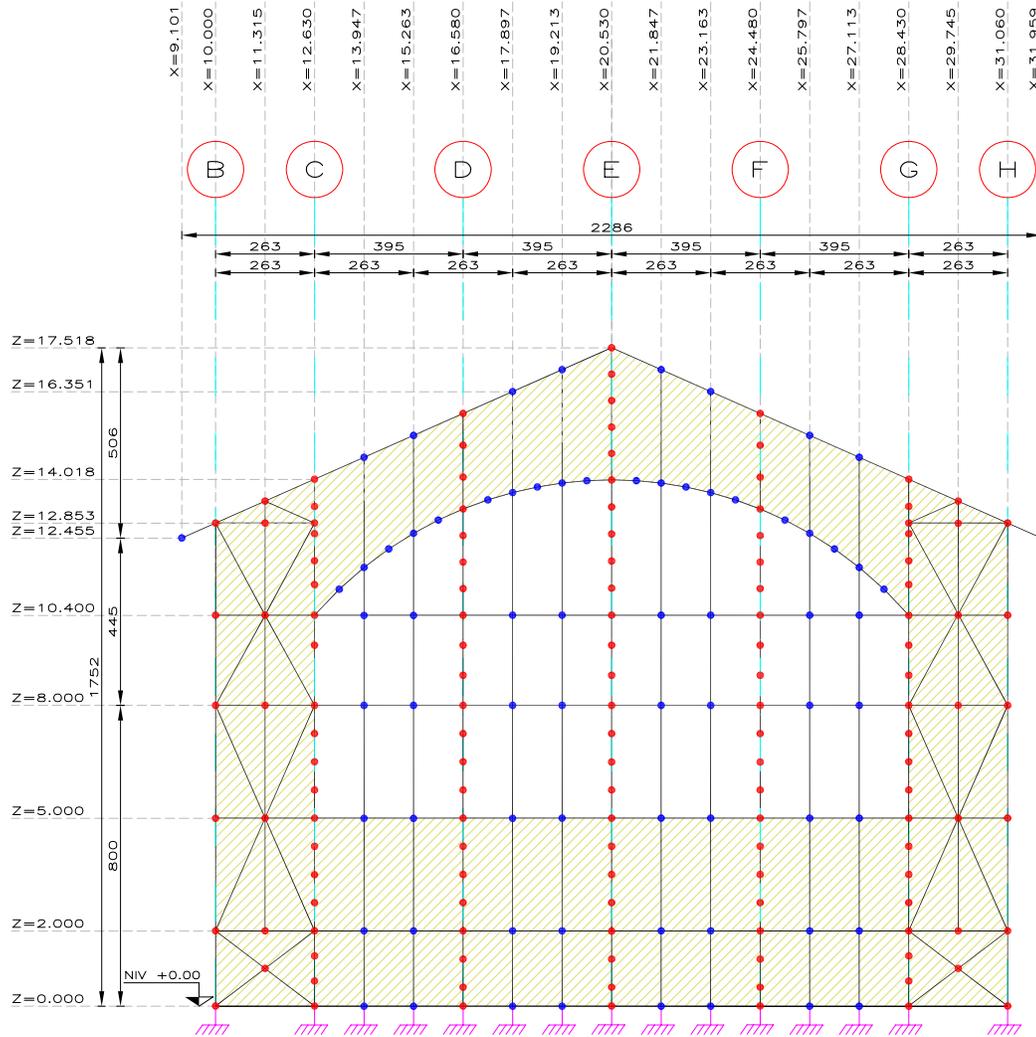


FIG. 3.20 SECCIONES DE COLUMNAS COMPUESTAS

	tesis profesional:		
	ESTUDIOS SOBRE ESTABILIDAD Y SEGURIDAD ESTRUCTURAL, EN LAS CONDICIONES ACTUALES, DEL EDIFICIO DEL MUSEO UNIVERSITARIO DEL CHOPO		
presentado por:	JOSUÉ GARDUÑO CHÁVEZ		
director de tesis:	M. en I. JOSÉ LUIS TRIGOS SUÁREZ		
concepto:	DIAGNÓSTICO ESTRUCTURAL	aprobado:	JLT/JGCH
archivo:	SECCIONES 01	escala:	SIN
fecha:	180708	figura:	3.20
@Bajo: GEOMETRÍA: SECCIONES DE COLUMNAS COMPUESTAS			



NOTAS

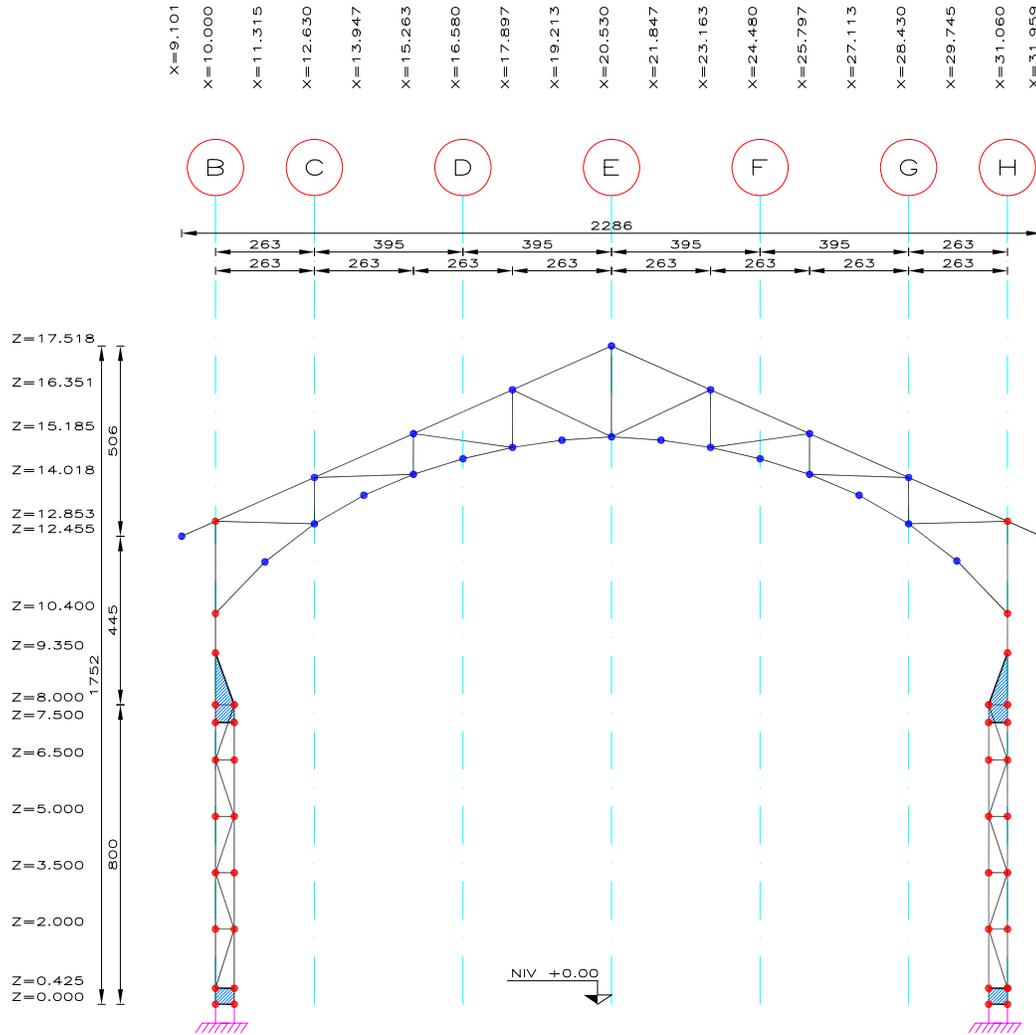
1. DIMENSIONES EN CENTIMETROS.
2. NIVELES EN METROS.

SIMBOLOGÍA

- NUDO COLUMNA
- NUDO TRABES
- MODELO
- ▨ MURO DE MAMPOSTERIA
- ▨ PLACA DE ACERO

FIG. 3.21 MARCO TIPO 1

			
tesis profesional: ESTUDIOS SOBRE ESTABILIDAD Y SEGURIDAD ESTRUCTURAL, EN LAS CONDICIONES ACTUALES, DEL EDIFICIO DEL MUSEO UNIVERSITARIO DEL CHOCHO			
Presento: JOSUÉ GARDUÑO CHÁVEZ			
Director de tesis: M. en I. JOSÉ LUIS TRIGOS SUÁREZ			
Concepto:	DIAGNÓSTICO ESTRUCTURAL	Aprobó:	UL7/JGCH
Fecha:	MARCO 1	Escala:	1:200
Modelación:	MARCO TIPO 1	Fecha:	180708
		Figura:	3.21



NOTAS

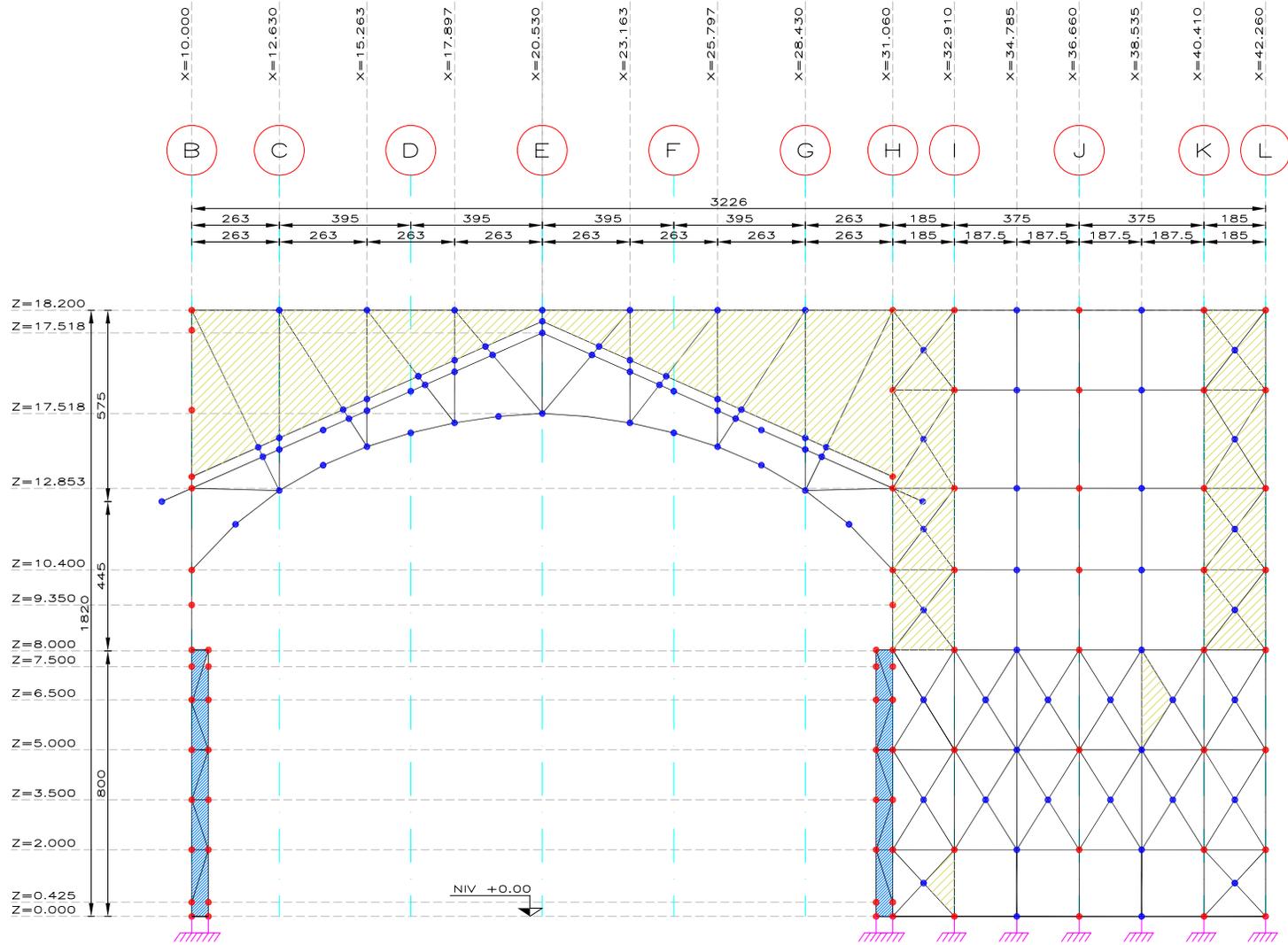
1. DIMENSIONES EN CENTIMETROS.
2. NIVELES EN METROS.

SIMBOLOGÍA

- NUDO COLUMNA
- NUDO TRABES
- MODELO
- MURO DE MAMPOSTERIA
- PLACA DE ACERO

FIG. 3.22 MARCO TIPO 2

	tesis profesional:		
	ESTUDIOS SOBRE ESTABILIDAD Y SEGURIDAD ESTRUCTURAL, EN LAS CONDICIONES ACTUALES, DEL EDIFICIO DEL MUSEO UNIVERSITARIO DEL CHOCHO		
presento:	JOSUÉ GARDUÑO CHÁVEZ		
director de tesis:	M. en I. JOSÉ LUIS TRIGOS SUÁREZ		
concepto:	DIAGNÓSTICO ESTRUCTURAL	aprobó:	JLT/JGCh
fecha:	MARCO 2	escala:	1:200
modelo:	MODELACIÓN: MARCO TIPO 2	fecha:	180708
figura:	3.22		



NOTAS

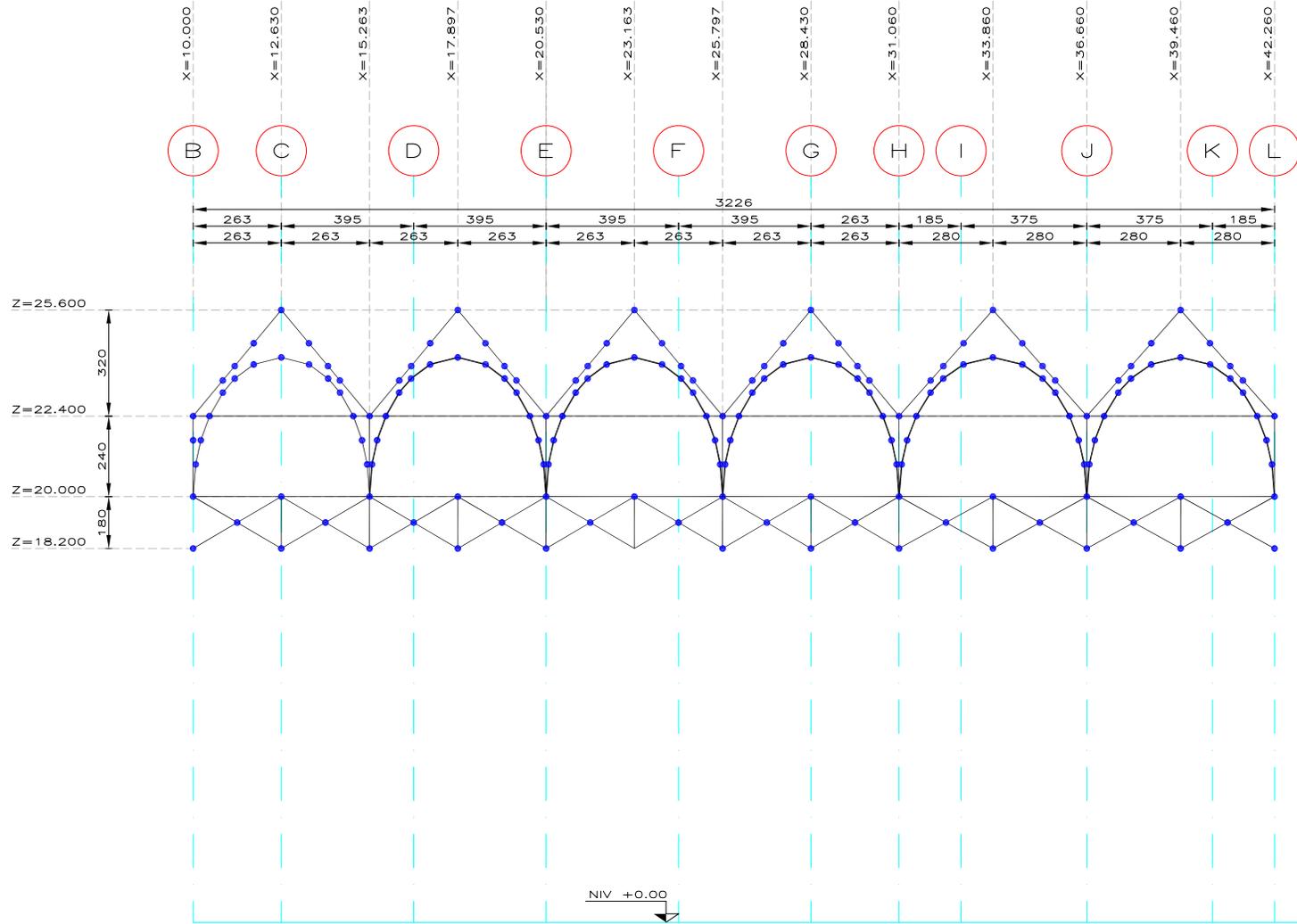
1. DIMENSIONES EN CENTIMETROS.
2. NIVELES EN METROS.

SIMBOLOGÍA

- NUDO COLUMNA
- NUDO TRABES
- MODELO
- MURO DE MAMPOSTERIA
- PLACA DE ACERO

FIG. 3.23 MARCO TIPO 3a

 tesis profesional: ESTUDIOS SOBRE ESTABILIDAD Y SEGURIDAD ESTRUCTURAL, EN LAS CONDICIONES ACTUALES, DEL EDIFICIO DEL MUSEO UNIVERSITARIO DEL CHOPO			
presento: JOSUÉ GARDUÑO CHÁVEZ			
director de tesis: M. en I. JOSÉ LUIS TRIGOS SUÁREZ			
concepto: DIAGNÓSTICO ESTRUCTURAL	aprobó: ULT/JGCH	archivo: MARCO 3a	escala: 1:200
dibujo: MODELACIÓN: MARCO TIPO 3a	fecha: 180708	figura: 3.23	



NOTAS

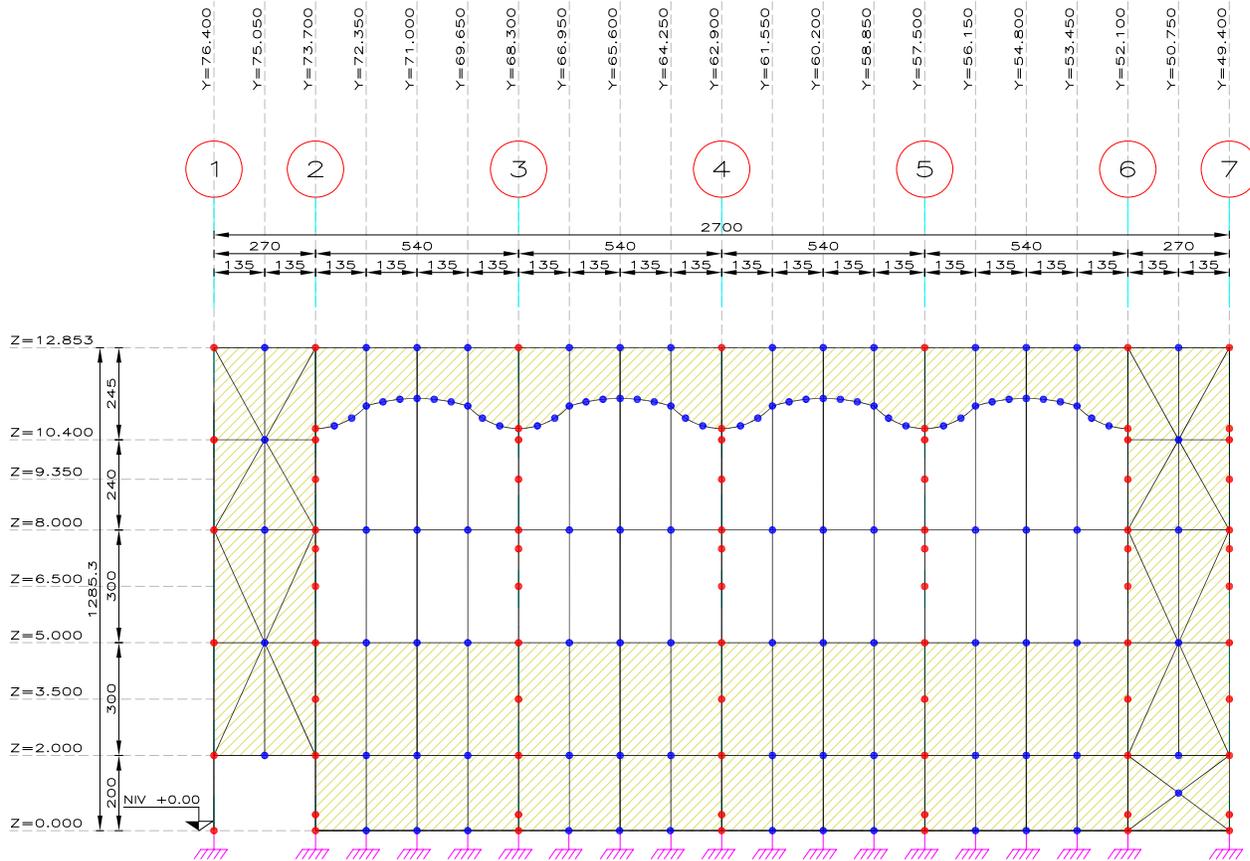
1. DIMENSIONES EN CENTIMETROS.
2. NIVELES EN METROS.

SIMBOLOGÍA

- NUDO COLUMNA
- NUDO TRABES
- MODELO
- MURO DE MAMPOSTERIA
- PLACA DE ACERO

FIG. 3.24 MARCO TIPO 3b

			
tesis profesional: ESTUDIOS SOBRE ESTABILIDAD Y SEGURIDAD ESTRUCTURAL, EN LAS CONDICIONES ACTUALES, DEL EDIFICIO DEL MUSEO UNIVERSITARIO DEL CHOPO			
presenta: JOSUÉ GARDUÑO CHÁVEZ			
director de tesis: M. en I. JOSÉ LUIS TRIGOS SUÁREZ			
concepto:	aprobó:	archivó:	sesión:
DIAGNÓSTICO ESTRUCTURAL	ULT/JGC	MARCO 3b	1:200
dibujo:	fecha:	figura:	
MODELACIÓN: MARCO TIPO 3b	180708	3.24	



NOTAS

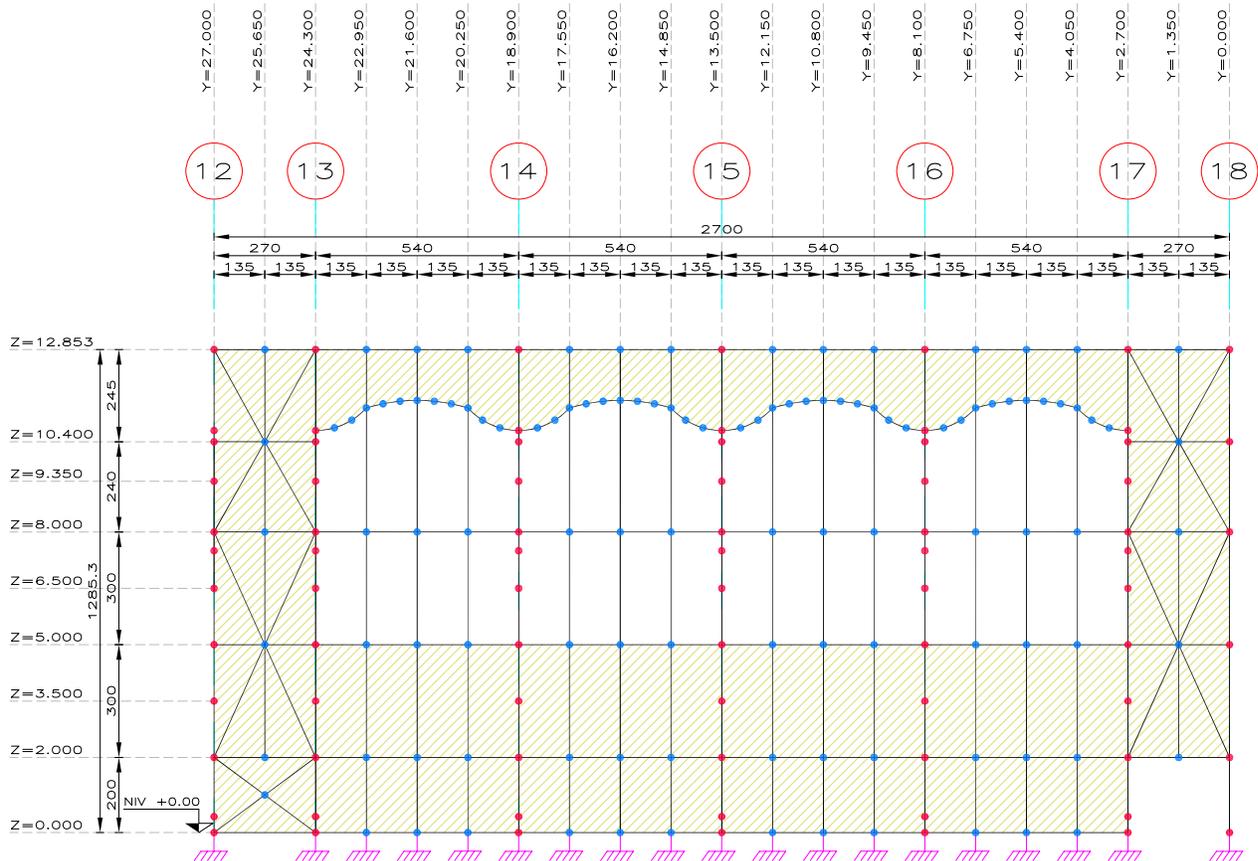
1. DIMENSIONES EN CENTIMETROS.
2. NIVELES EN METROS.

SIMBOLOGÍA

- NUDO COLUMNA
- NUDO TRABES
- MODELO
- MURO DE MAMPOSTERIA
- PLACA DE ACERO

FIG. 3.25 MARCO TIPO 4-H

 tesis profesional: ESTUDIOS SOBRE ESTABILIDAD Y SEGURIDAD ESTRUCTURAL, EN LAS CONDICIONES ACTUALES, DEL EDIFICIO DEL MUSEO UNIVERSITARIO DEL CHOPO			
Presentado por: JOSUÉ GARDUÑO CHÁVEZ			
Director de tesis: M. en I. JOSÉ LUIS TRIGOS SUÁREZ			
Concepto:	DIAGNÓSTICO ESTRUCTURAL	Aprobado:	JLT/JGCH
Fecha:	MARCO 4-H	Escala:	1:200
Modelación:	MARCO TIPO 4-H	Fecha:	180708
		Figura:	3.25



NOTAS

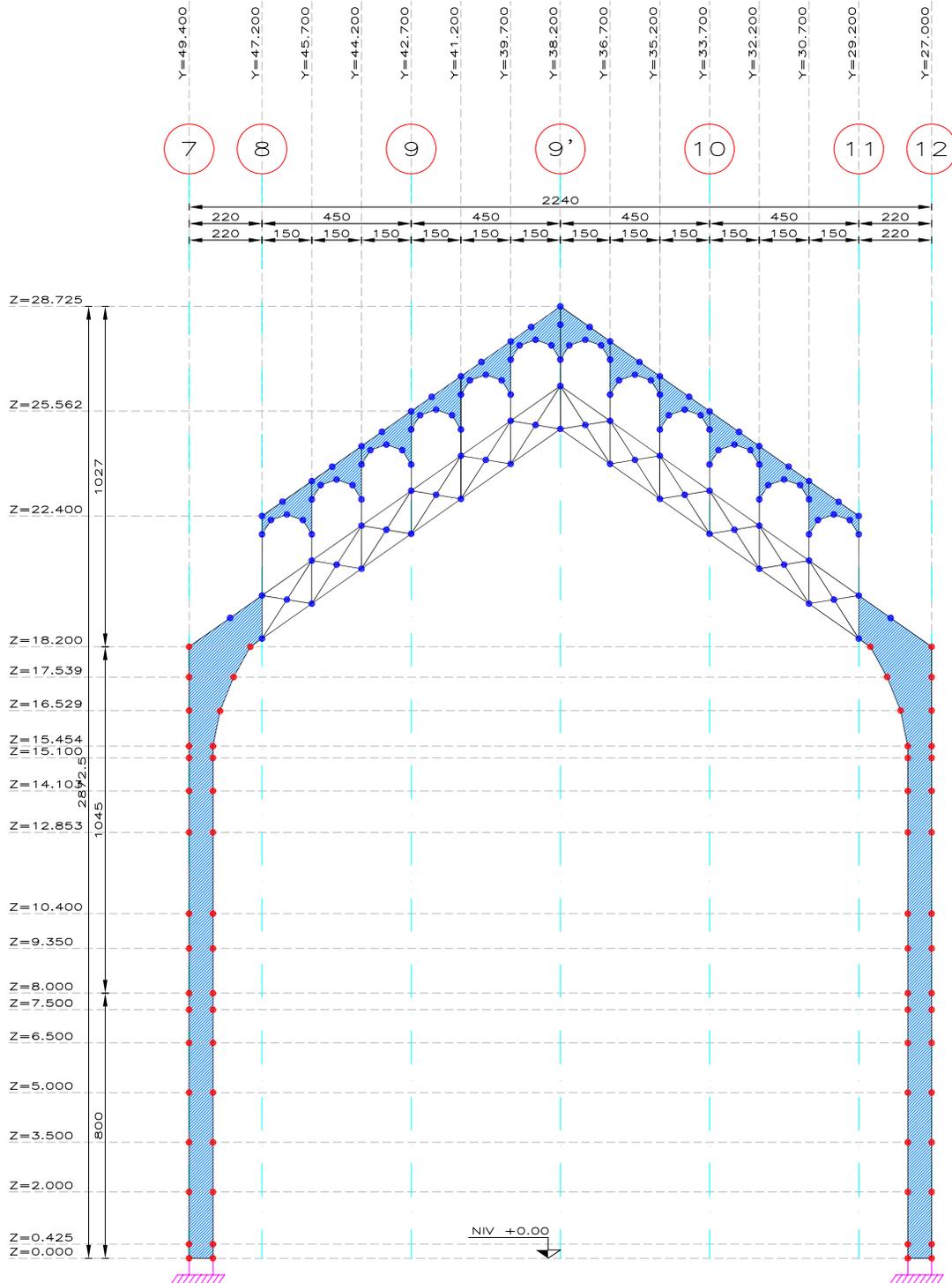
1. DIMENSIONES EN CENTIMETROS.
2. NIVELES EN METROS.

SIMBOLOGÍA

- NUDO COLUMNA
- NUDO TRABES
- MODELO
- ▨ MURO DE MAMPOSTERIA
- ▨ PLACA DE ACERO

FIG. 3.26 MARCO TIPO 4-I

			
tesis profesional: ESTUDIOS SOBRE ESTABILIDAD Y SEGURIDAD ESTRUCTURAL, EN LAS CONDICIONES ACTUALES, DEL EDIFICIO DEL MUSEO UNIVERSITARIO DEL CHOPO			
presenta: JOSUÉ GARDUÑO CHÁVEZ			
director de tesis: M. en I. JOSÉ LUIS TRIGOS SUÁREZ			
concepto: DIAGNÓSTICO ESTRUCTURAL	aprobó: JL7/JGCH	archivo: MARCO 4-I	escala: 1:200
dibujó: MODELACIÓN: MARCO TIPO 4-I		fecha: 180708	figura: 3.26



NOTAS

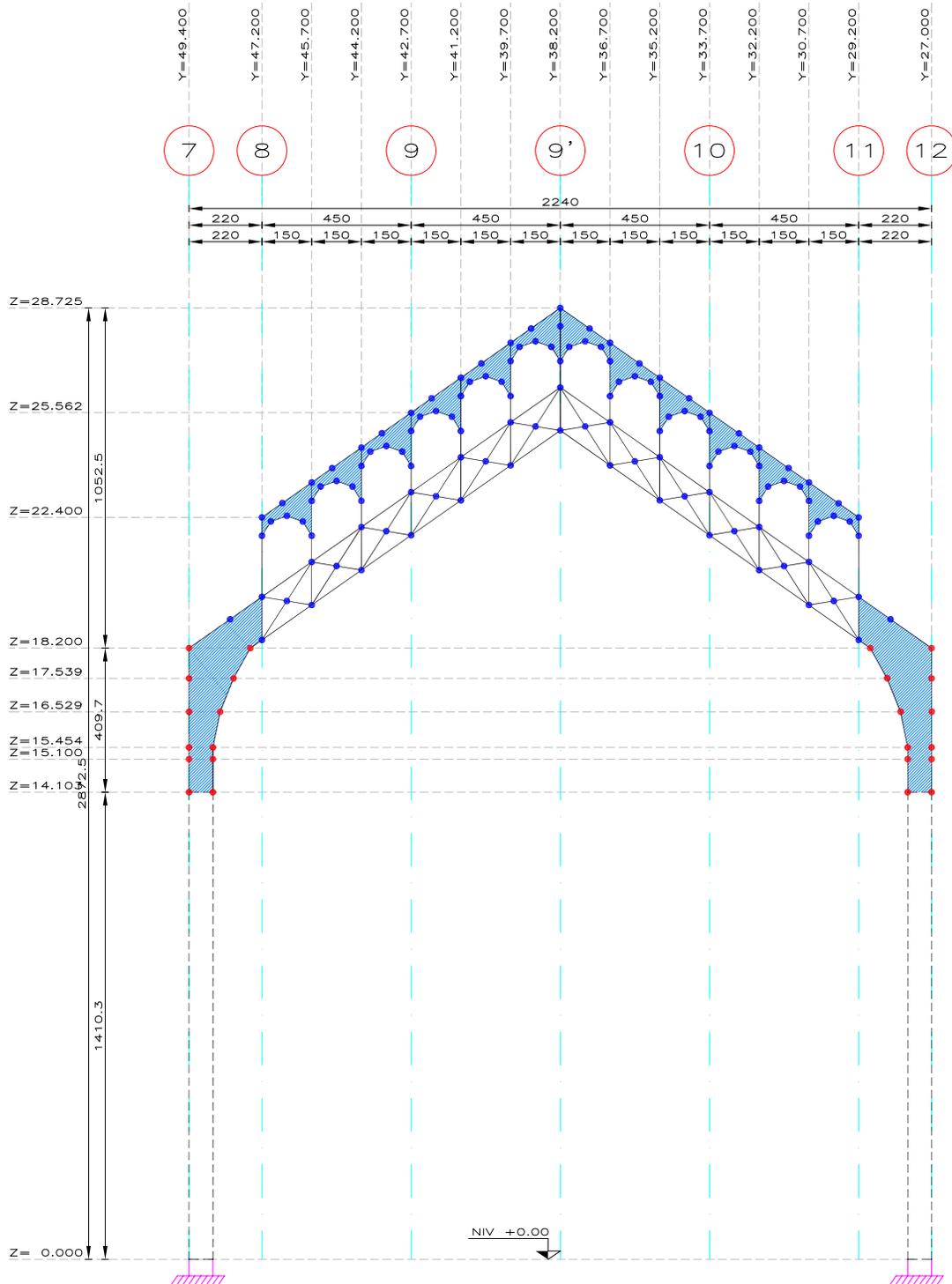
1. DIMENSIONES EN CENTIMETROS.
2. NIVELES EN METROS.

SIMBOLOGÍA

- NUDO COLUMNA
- NUDO TRABES
- MODELO
- MURO DE MAMPOSTERIA
- PLACA DE ACERO

FIG. 3.29 MARCO 6-2

 Ilegal profesional: ESTUDIOS SOBRE ESTABILIDAD Y SEGURIDAD ESTRUCTURAL, EN LAS CONDICIONES ACTUALES, DEL EDIFICIO DEL MUSEO UNIVERSITARIO DEL CHOPO			
Presente: JOSUÉ GARDUÑO CHÁVEZ			
Director de tesis: M. en I. JOSÉ LUIS TRIGOS SUÁREZ			
Concepto:	DIAGNÓSTICO ESTRUCTURAL	Aprobó:	JLT/JGCh
Fecha:	MARCO 6-2	Escala:	1:200
Modelación:	MARCO 6-2	Fecha:	180708
		Figura:	3.29



NOTAS

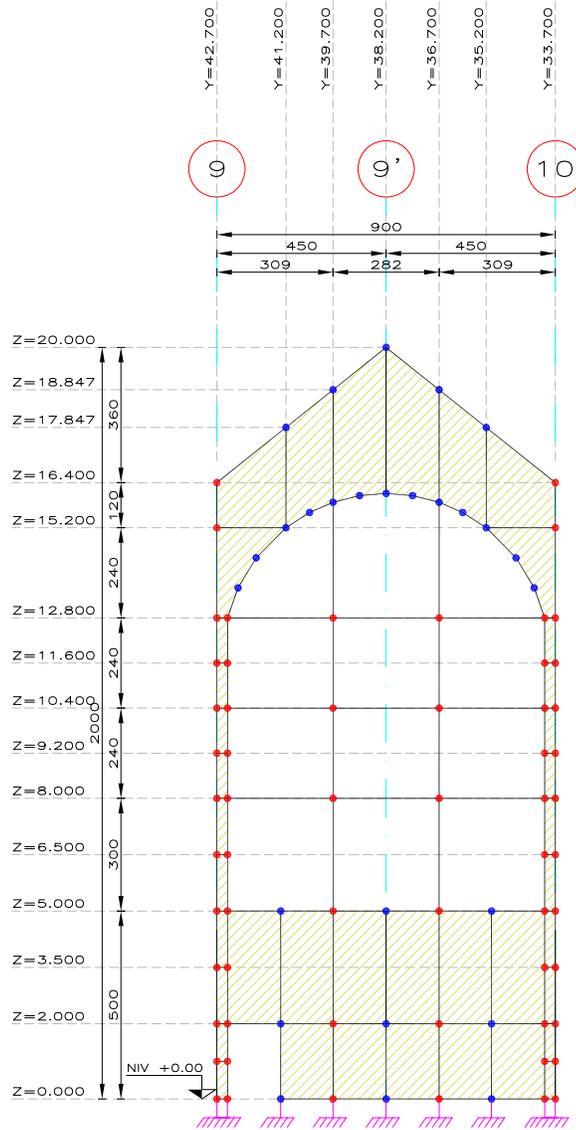
1. DIMENSIONES EN CENTIMETROS.
2. NIVELES EN METROS.

SIMBOLOGÍA

- NUDO COLUMNA
- NUDO TRABES
- MODELO
- ▨ MURO DE MAMPOSTERIA
- ▨ PLACA DE ACERO

FIG. 3.30 MARCO TIPO 6-3

 tesis profesional: ESTUDIOS SOBRE ESTABILIDAD Y SEGURIDAD ESTRUCTURAL, EN LAS CONDICIONES ACTUALES, DEL EDIFICIO DEL MUSEO UNIVERSITARIO DEL CHOPO			
Presentador: JOSUÉ GARDUÑO CHÁVEZ			
Director de tesis: M. en I. JOSÉ LUIS TRIGOS SUÁREZ			
Concepto: DIAGNÓSTICO ESTRUCTURAL	aprobó: JLT/JGCH	archivo: MARCO 6-3	escala: 1:200
#Bajo: MODELACIÓN: MARCO TIPO 6-3	fecha: 180708	figura: 3.30	



NOTAS

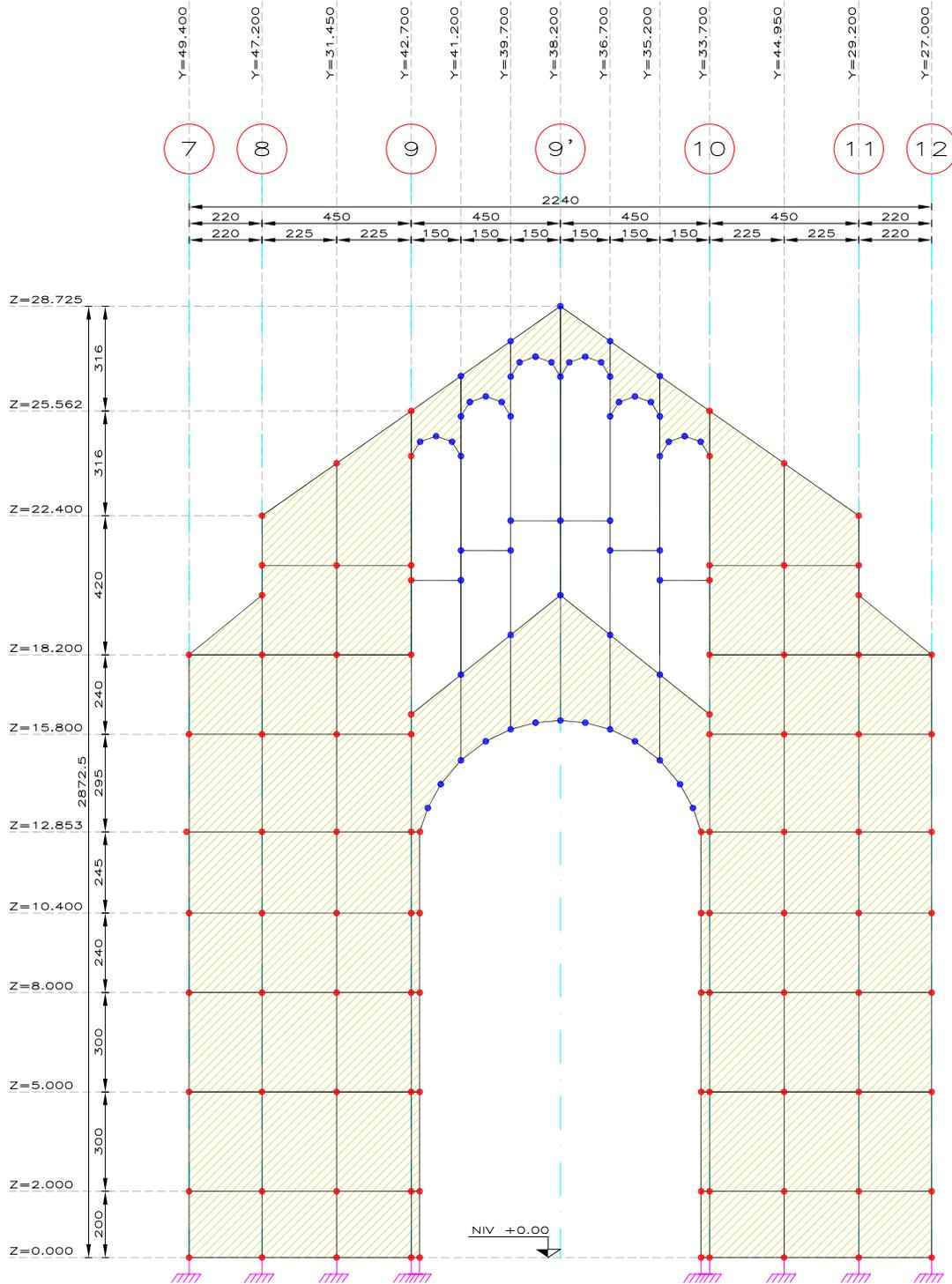
1. DIMENSIONES EN CENTIMETROS.
2. NIVELES EN METROS.

SIMBOLOGÍA

- NUDO COLUMNA
- NUDO TRABES
- MODELO
- ▨ MURO DE MAMPOSTERIA
- ▨ PLACA DE ACERO

FIG. 3.32 MARCO 7

	título profesional:			
	ESTUDIOS SOBRE ESTABILIDAD Y SEGURIDAD ESTRUCTURAL, EN LAS CONDICIONES ACTUALES, DEL EDIFICIO DEL MUSEO UNIVERSITARIO DEL CHOPO			
presentado:	JOSUÉ GARDUÑO CHÁVEZ			
director de tesis:	M. en I. JOSÉ LUIS TRIGOS SUÁREZ			
concepto:	DIAGNÓSTICO ESTRUCTURAL	aprobó:	JLT/JGCH	archivo:
#Bajo:	MODELACIÓN: MARCO 7	fecha:	180708	figura:
				3.32



NOTAS

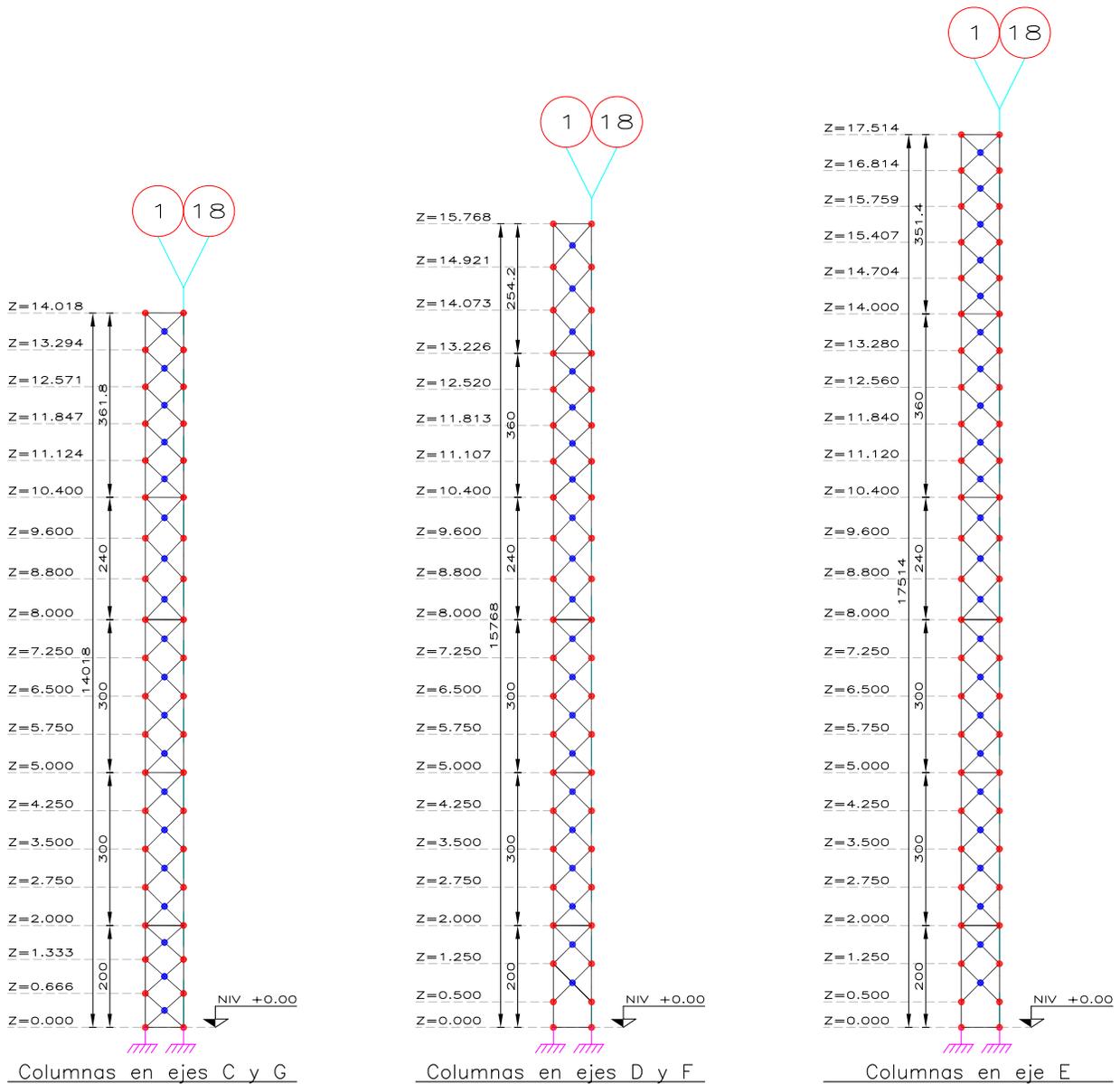
1. DIMENSIONES EN CENTIMETROS.
2. NIVELES EN METROS.

SIMBOLOGÍA

- NUDO COLUMNA
- NUDO TRABES
- MODELO
- ▨ MURO DE MAMPOSTERIA
- ▨ PLACA DE ACERO

FIG. 3.33 MARCO 8

			
Tesis profesional: ESTUDIOS SOBRE ESTABILIDAD Y SEGURIDAD ESTRUCTURAL, EN LAS CONDICIONES ACTUALES, DEL EDIFICIO DEL MUSEO UNIVERSITARIO DEL CHOCHO			
Presentado por: JOSUÉ GARDUÑO CHÁVEZ			
Director de tesis: M. en I. JOSÉ LUIS TRIGOS SUÁREZ			
Concepto:	DIAGNÓSTICO ESTRUCTURAL	Aprobó:	JLT/JGCh
Archivo:	MARCO 8	Fecha:	180708
Figura:	3.33		



NOTAS

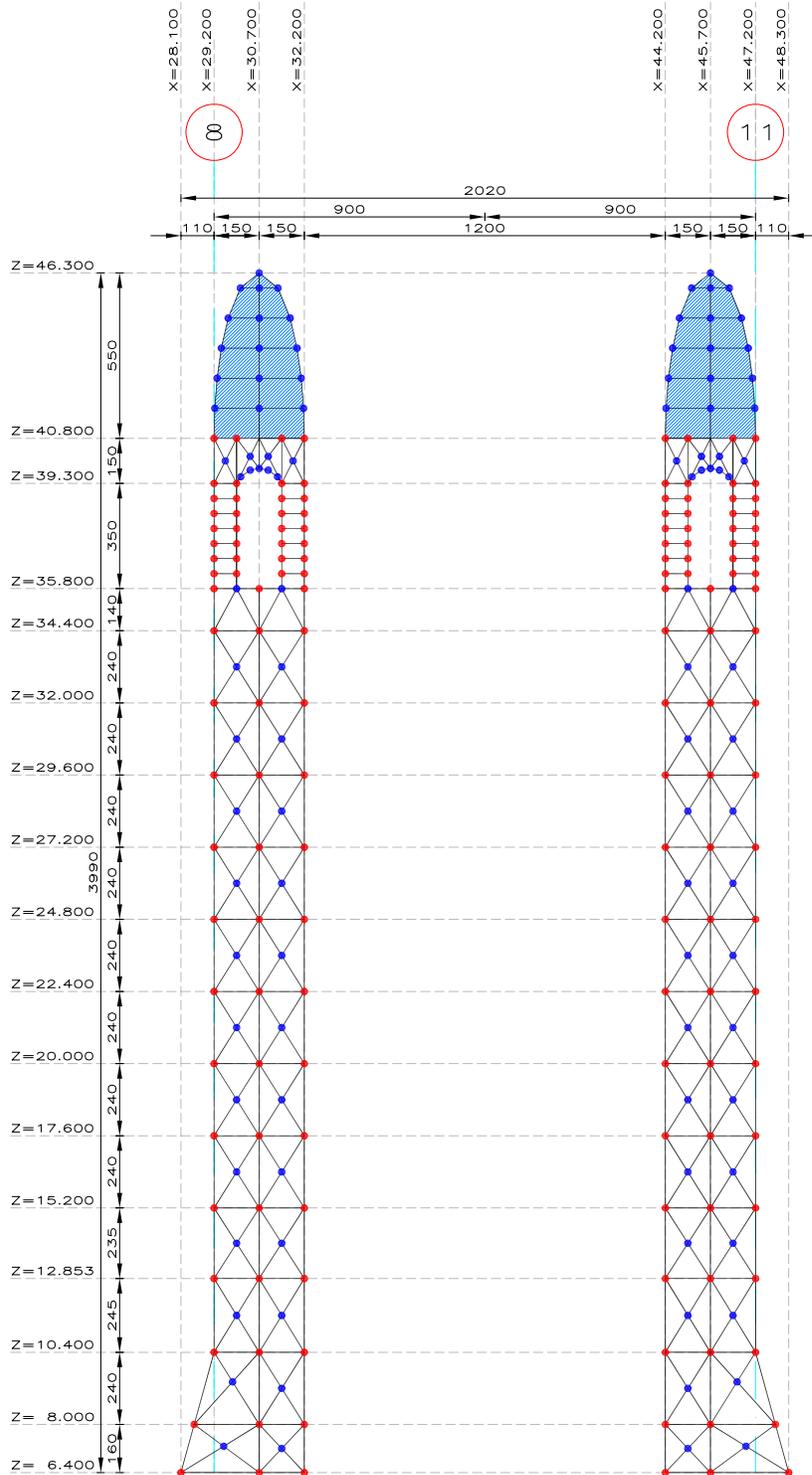
1. DIMENSIONES EN CENTIMETROS.
2. NIVELES EN METROS.

SIMBOLOGÍA

- NUDO COLUMNA
- NUDO TRABES
- MODELO
- MURO DE MAMPOSTERIA
- PLACA DE ACERO

FIG. 3.34 COLUMNAS TIPO DE CELOSIA

	tesis profesional:			
	ESTUDIOS SOBRE ESTABILIDAD Y SEGURIDAD ESTRUCTURAL, EN LAS CONDICIONES ACTUALES, DEL EDIFICIO DEL MUSEO UNIVERSITARIO DEL CHOPO			
presento:	JOSUÉ GARDUÑO CHÁVEZ			
director de tesis:	M. en I. JOSÉ LUIS TRIGOS SUÁREZ			
concepto:	DIAGNÓSTICO ESTRUCTURAL	aprobó:	JLT/JGCH	archivo:
escala:	1:150	fecha:	180708	figura:
#Bajo:		MODELACIÓN: COLUMNAS TIPO DE CELOSIA		3.34



NOTAS

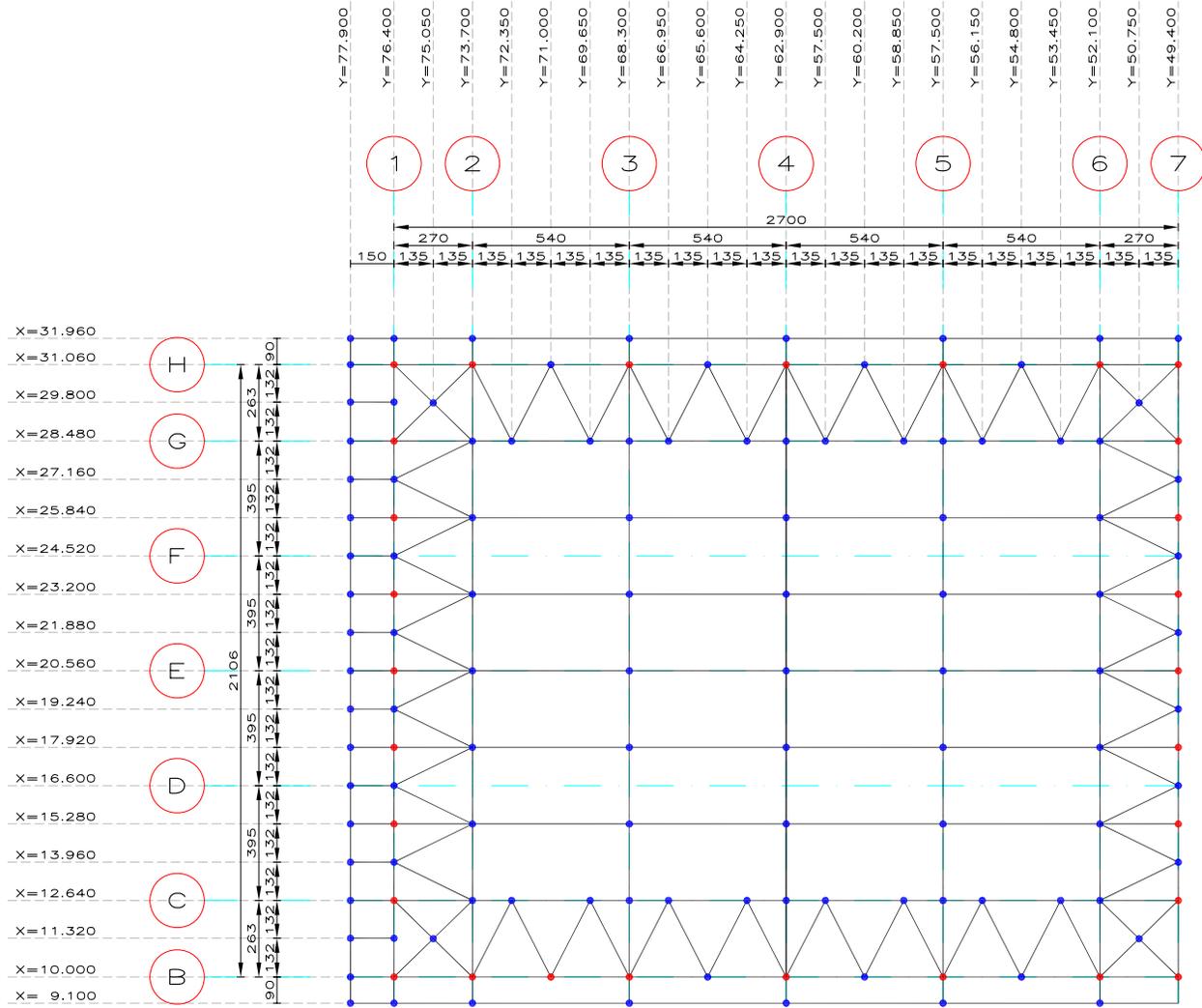
1. DIMENSIONES EN CENTIMETROS.
2. NIVELES EN METROS.

SIMBOLOGÍA

- NUDO COLUMNA
- NUDO TRABES
- MODELO
- MURO DE MAMPOSTERIA
- PLACA DE ACERO

FIG. 3.35 TORRES

	tesis profesional:			
	ESTUDIOS SOBRE ESTABILIDAD Y SEGURIDAD ESTRUCTURAL, EN LAS CONDICIONES ACTUALES, DEL EDIFICIO DEL MUSEO UNIVERSITARIO DEL CHOPO			
presenta:		JOSUÉ GARDUÑO CHÁVEZ		
director de tesis:		M. en I. JOSÉ LUIS TRIGOS SUÁREZ		
concepto:	DIAGNÓSTICO ESTRUCTURAL	aprobó:	JLT/JGCh	
archivo:	TORRES	fecha:	180708	
escala:	1:250	figura:	3.35	



NOTAS

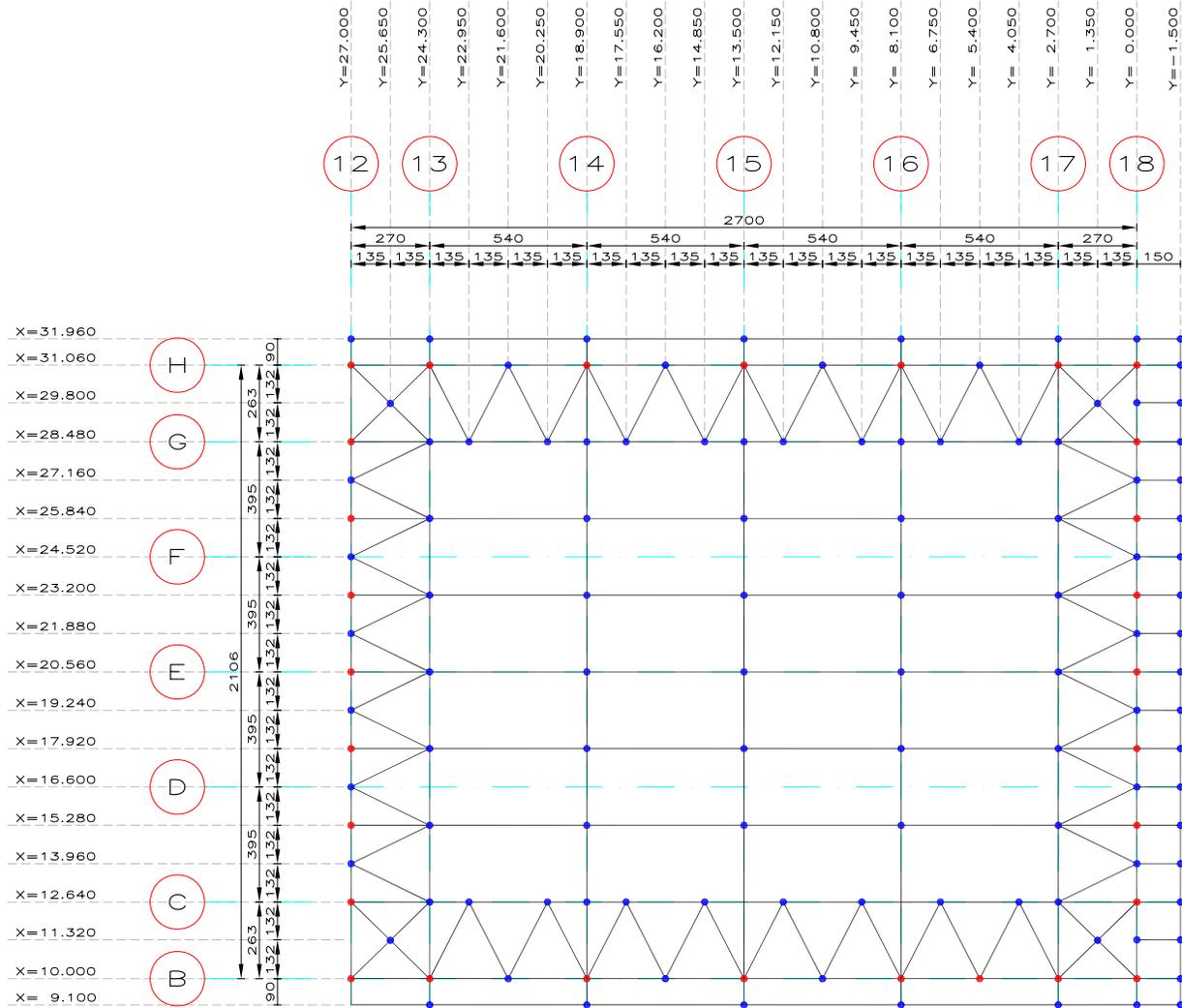
1. DIMENSIONES EN CENTIMETROS.
2. NIVELES EN METROS.

SIMBOLOGÍA

- NUDO COLUMNA
- NUDO TRABES
- MODELO
- MURO DE MAMPOSTERIA
- PLACA DE ACERO

FIG. 3.36 TECHUMBRE A

			
tesis profesional: ESTUDIOS SOBRE ESTABILIDAD Y SEGURIDAD ESTRUCTURAL, EN LAS CONDICIONES ACTUALES, DEL EDIFICIO DEL MUSEO UNIVERSITARIO DEL CHOPO			
presenta: JOSUÉ GARDUÑO CHÁVEZ			
director de tesis: M. en I. JOSÉ LUIS TRIGOS SUÁREZ			
concepto:	aprobó:	archivo:	sesión:
DIAGNÓSTICO ESTRUCTURAL	ULT/JGCH	TECHUMBRE A	1:250
dibujo:	fecha:	figura:	
MODELACION: TECHUMBRE A	180708	3.36	



NOTAS

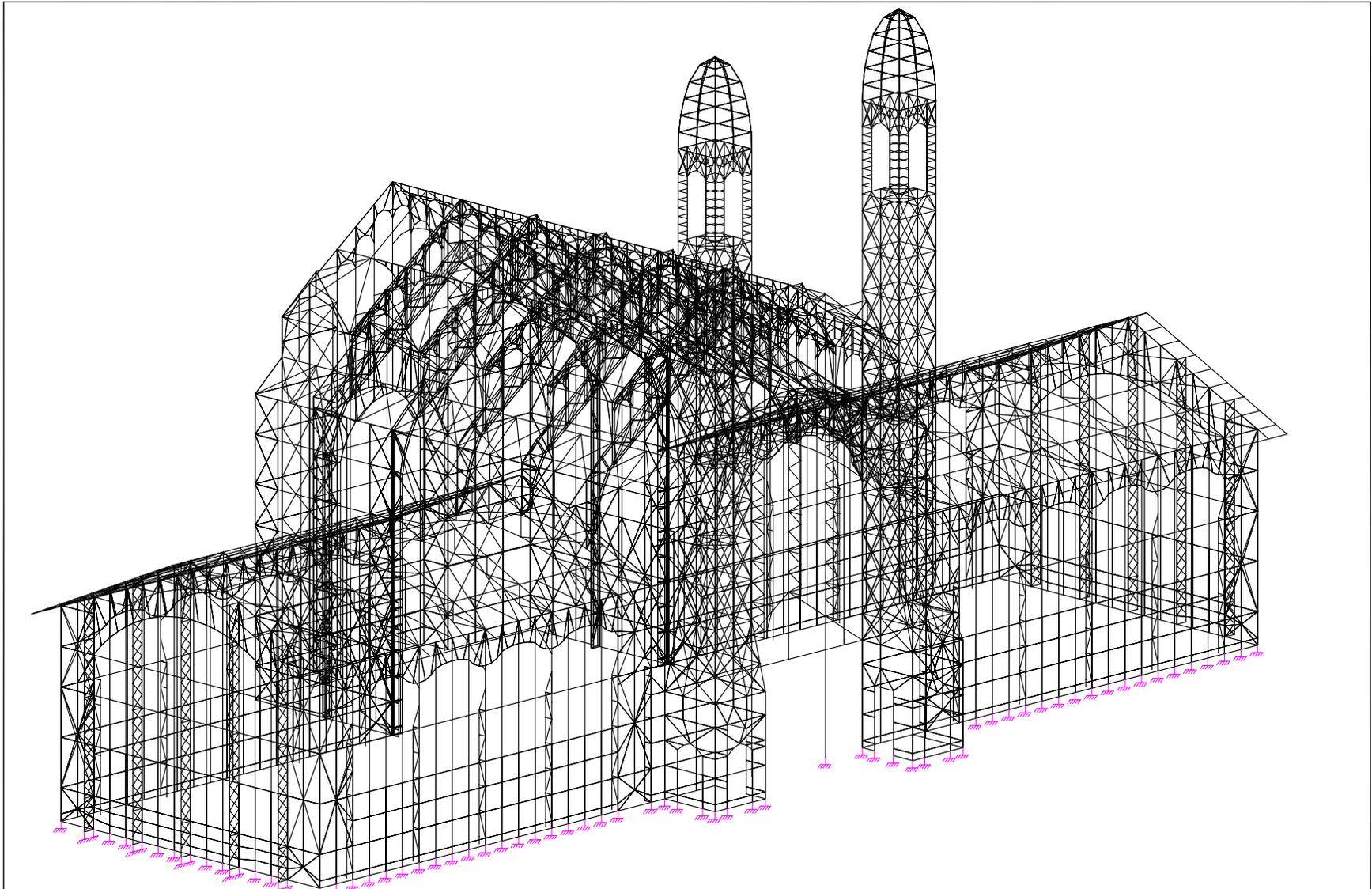
1. DIMENSIONES EN CENTIMETROS.
2. NIVELES EN METROS.

SIMBOLOGÍA

- NUDO COLUMNA
- NUDO TRABES
- MODELO
- MURO DE MAMPOSTERIA
- PLACA DE ACERO

FIG. 3.37 TECHUMBRE B

			
tesis profesional: ESTUDIOS SOBRE ESTABILIDAD Y SEGURIDAD ESTRUCTURAL, EN LAS CONDICIONES ACTUALES, DEL EDIFICIO DEL MUSEO UNIVERSITARIO DEL CHOPO			
presenta: JOSUÉ GARDUÑO CHÁVEZ			
director de tesis: M. en I. JOSÉ LUIS TRIGOS SUÁREZ			
concepto:	aprobó:	profesor:	sesión:
DIAGNÓSTICO ESTRUCTURAL	ULT/JGCH	TECHUMBRE B	1:250
dibujo:	fecha:	figura:	
MODELACIÓN: TECHUMBRE B	180708	3.37	

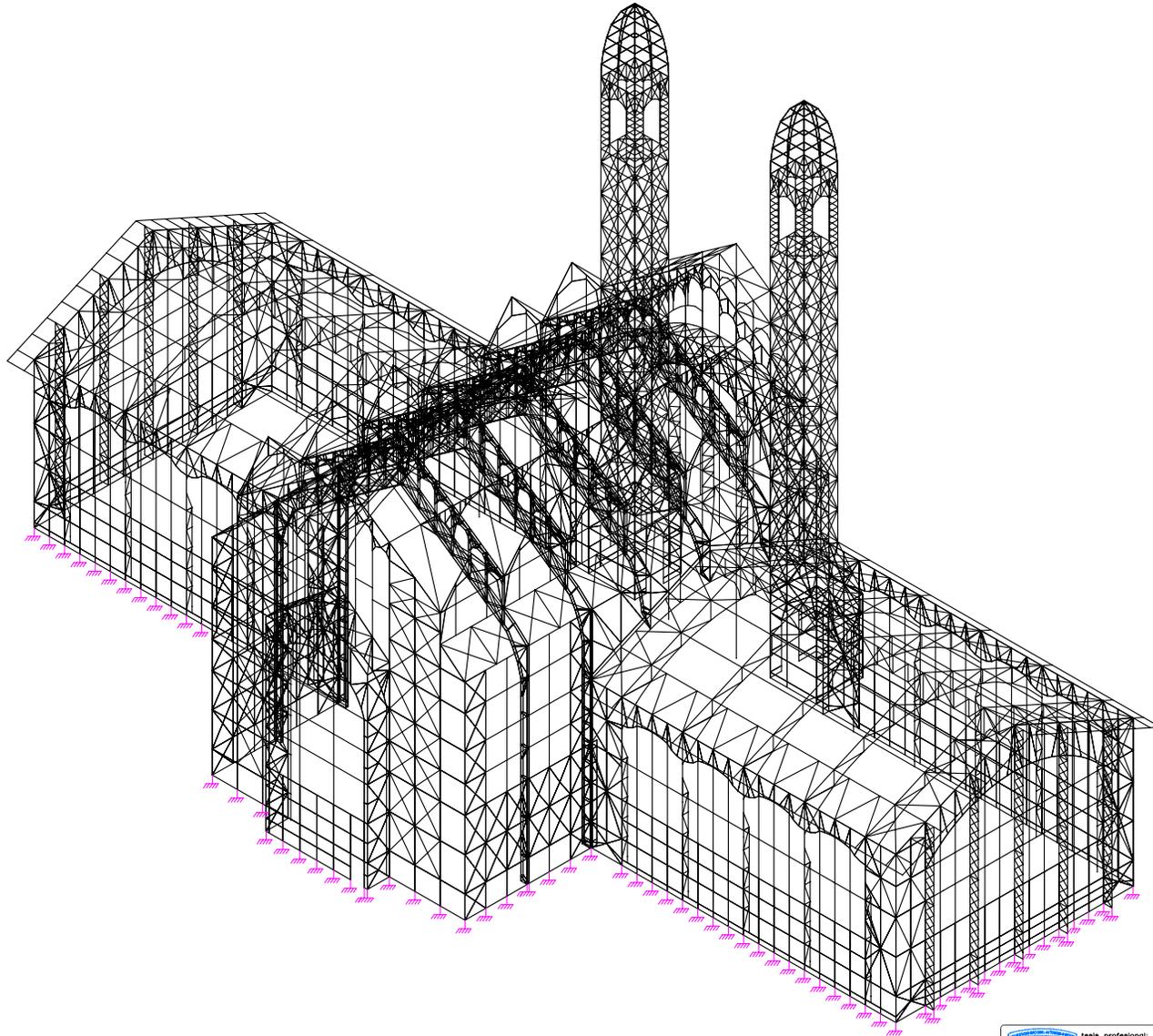


DATOS ESTRUCTURA

MODELO: TchopoM1
 NN = 6270
 NM = 11246
 NP = 3190

FIG. 3.38 I S O M É T R I C O 1

 tesis profesional: ESTUDIOS SOBRE ESTABILIDAD Y SEGURIDAD ESTRUCTURAL, EN LAS CONDICIONES ACTUALES, DEL EDIFICIO DEL MUSEO UNIVERSITARIO DEL CHOPO			
presenta: JOSUÉ GARDUÑO CHÁVEZ			
director de tesis: M. en I. JOSÉ LUIS TRIGOS SUÁREZ			
concepto: DIAGNÓSTICO ESTRUCTURAL	aprobó: JLT/JGCH	archivó: IsoMod I	sección: SIN
dibujo: MODELACIÓN: ISOMETRICO I		fecha: 260208	figura: 3.38

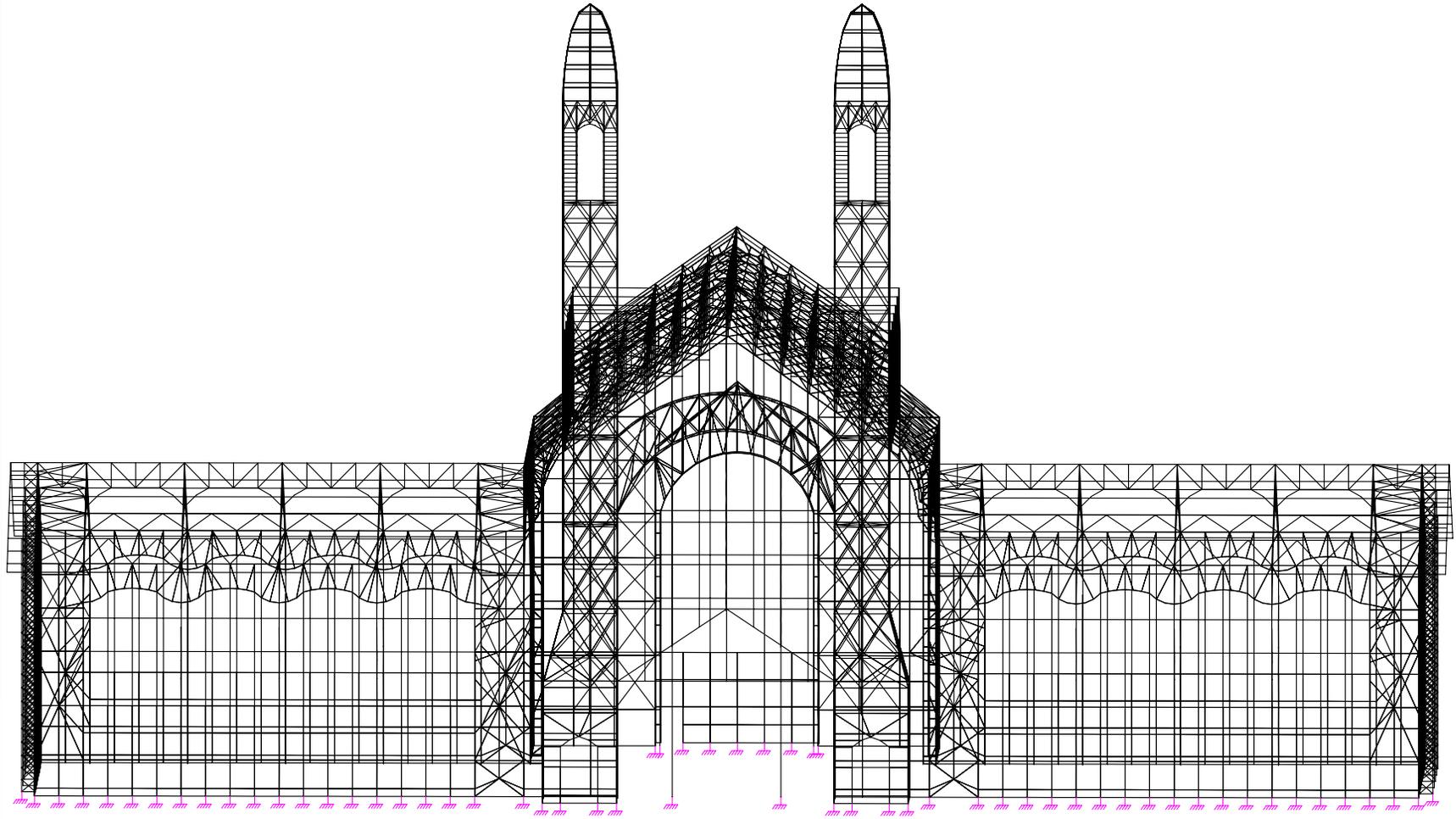


DATOS ESTRUCTURA

MODELO: TChopoM1
 NN = 6270
 NM = 11246
 NP = 3190

FIG. 3.39 I S O M É T R I C O 2

tesis profesional:			
ESTUDIOS SOBRE ESTABILIDAD Y SEGURIDAD ESTRUCTURAL, EN LAS CONDICIONES ACTUALES, DEL EDIFICIO DEL MUSEO UNIVERSITARIO DEL CHOPO			
presenta:			
JOSUÉ GARDUÑO CHÁVEZ			
director de tesis:			
M. en I. JOSÉ LUIS TRIGOS SUÁREZ			
concepto:	aprobó:	archivo:	escala:
DIAGNÓSTICO ESTRUCTURAL	JLT/JGCH	IsoMod II	SIN
dibujo:	fecha:	figura:	
MODELACION: ISOMETRICO II	260208	3.39	



DATOS ESTRUCTURA

MODELO: TChopoM1
 NN = 6270
 NM = 11246
 NP = 3190

FIG. 3.40 I S O M É T R I C O 3

			
tesis profesional:			
ESTUDIOS SOBRE ESTABILIDAD Y SEGURIDAD ESTRUCTURAL, EN LAS CONDICIONES ACTUALES, DEL EDIFICIO DEL MUSEO UNIVERSITARIO DEL CHOPO			
presenta:			
JOSUÉ GARDUÑO CHÁVEZ			
director de tesis:			
M. en I. JOSÉ LUIS TRIGOS SUÁREZ			
concepto:	aprobó:	archivo:	escala:
DIAGNÓSTICO ESTRUCTURAL	JLT/JGCH	isoMod III	SIN
dibujo:	fecha:	figura:	
MODELACIÓN: ISOMETRICO III	260208	3.40	

IV. RESULTADOS CONFORME DISPOSICIONES REGLAMENTARIAS.

El Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal 2004, en el artículo 146 indica que toda edificación debe contar con un sistema estructural que permita el flujo adecuado de fuerzas que generan las distintas acciones de diseño, para que dichas fuerzas puedan ser transmitidas de manera continua y eficiente hasta la cimentación y el suelo de soporte.

Además, el artículo 147, señala que toda estructura y cada una de sus partes deben diseñarse para cumplir con los requisitos básicos siguientes:

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

IV.1. Revisión de estados límite de servicio.

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

Conforme lo descrito en III.5, se calcularon las distorsiones a partir de los desplazamientos que se presentan en los diferentes niveles de la estructura, ocasionados por las combinaciones de carga 10 hasta la combinación de carga 22.

Las distorsiones de entrepiso calculadas están multiplicadas por el factor de comportamiento sísmico $Q = 2$, ya que la reducción en el coeficiente sísmico por comportamiento inelástico es válida para determinar las fuerzas para las que hay que diseñar o revisar la estructura, pero que las deformaciones que se presentarán en la estructura serán aproximadamente Q veces las que se han determinado con un análisis elástico bajo esas fuerzas reducidas. Por tanto, antes de compararlas con deformaciones admisibles, las deformaciones calculadas Δ_c , se deben multiplicar por el factor "Q".

$$\Delta = Q \Delta_c \quad (4.1)$$

$$\Psi = \frac{\Delta}{H} Q \quad (4.2)$$

Donde:

Ψ : Distorsión

Δ : Desplazamiento relativo entre dos pisos ó niveles sucesivos, cm.

H: Altura de entrepiso ó entre niveles sucesivos, cm.

Se limitó la distorsión admisible a 0.012 conforme al RCDF. En las figuras 4.1 a 4.6 se presentan los isométricos correspondientes para las configuraciones deformadas para la combinación de carga 18, donde se resaltan los desplazamientos máximos en la dirección X; y en las figuras 4.7 a 4.12 se presentan los isométricos correspondientes para las configuraciones deformadas en la combinación de carga 19 y en estas se presentan los desplazamientos máximos en la dirección Y; en ambos casos los desplazamientos se amplificaron 20 veces con respecto a la configuración inicial.

Las tablas 4.1.1, 4.1.2 y 4.1.3 presentan los desplazamientos de los marcos tipo1 y los marcos tipo 6 respectivamente, se observa que no se superan los valores permitidos como límites de servicio, esto es, se tiene condiciones satisfactorias de servicio.

Tabla 4.1.1 Revisión de desplazamientos en los marcos tipo 1.

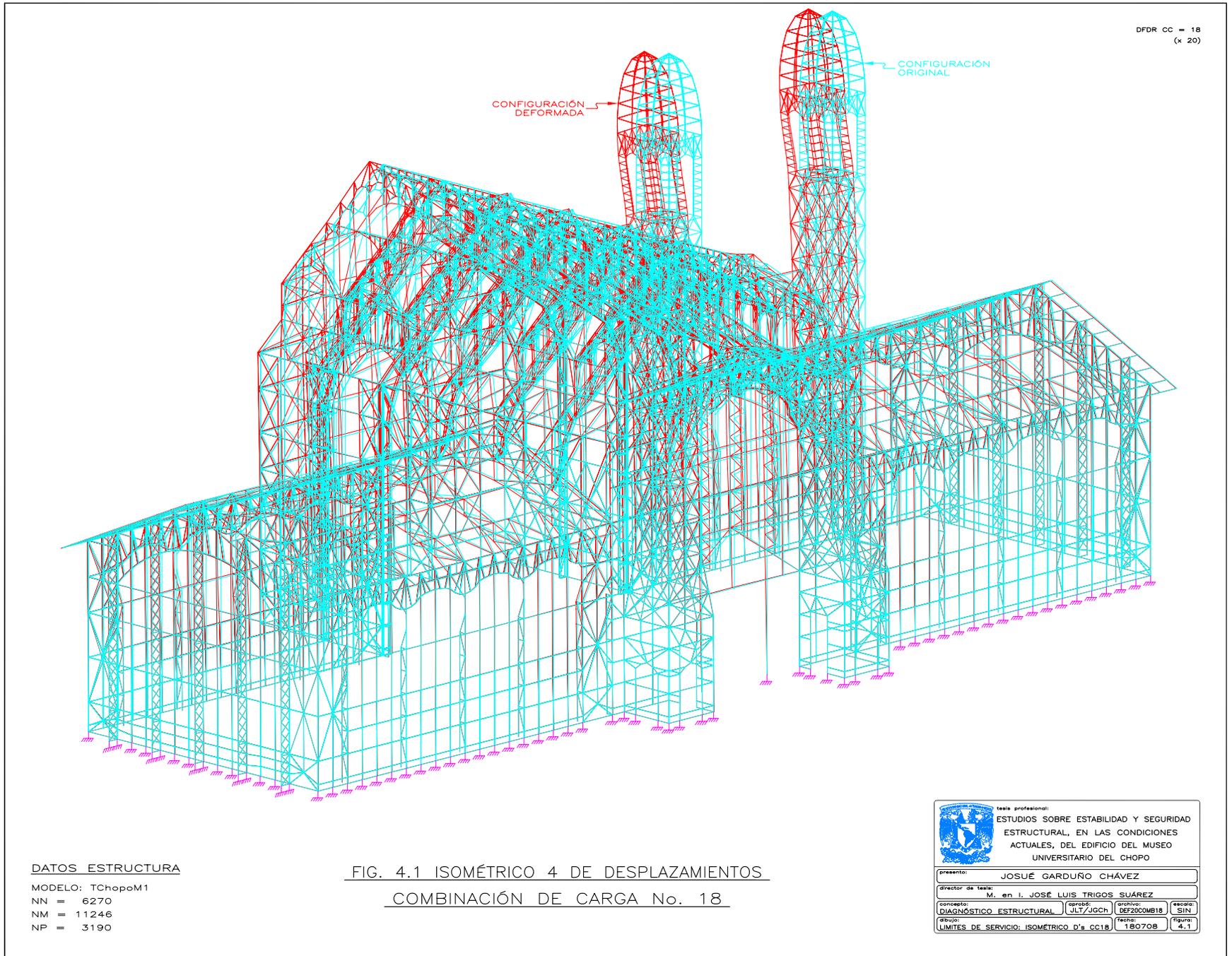
Eje	Nudos	h (m)	Sismo en dirección X			Sismo en dirección Y		
			Combinación de carga 18		$\Delta X / h$	Combinación de carga 19		$\Delta Y / h$
			δ_x (cm)	ΔX (cm)		δ_y (cm)	ΔY (cm)	
2	277	17.51	0.2629	0.0957	0.00005	0.1863	0.0136	0.00001
	275	15.18	0.3586	0.1157	0.00008	0.1999	0.1505	0.00010
	271	12.85	0.4743	0.1529	0.00012	0.3504	0.2831	0.00022
	253	10.40	0.6272	0.1269	0.00012	0.6335	0.1243	0.00012
	249	8.00	0.5003	0.2412	0.00030	0.5092	0.2600	0.00033
	235	5.00	0.2591	0.2591	0.00052	0.2492	0.2492	0.00050
3	341	17.51	0.7643	0.0121	0.00001	0.3359	0.0141	0.00001
	339	15.18	0.7522	0.4021	0.00026	0.3218	0.4211	0.00028
	335	12.85	1.1543	0.5143	0.00040	0.7429	0.5475	0.00043
	317	10.40	1.6686	0.3545	0.00034	1.2904	0.2628	0.00025
	313	8.00	1.3141	0.6477	0.00081	1.0276	0.5192	0.00065
	299	5.00	0.6664	0.6664	0.00133	0.5084	0.5084	0.00102
4	405	17.51	1.1244	0.0070	0.00000	0.5300	0.0095	0.00001
	403	15.18	1.1174	0.5075	0.00033	0.5205	0.4840	0.00032
	399	12.85	1.6249	0.6166	0.00048	1.0045	0.5931	0.00046
	381	10.40	2.2415	0.4942	0.00048	1.5976	0.3461	0.00033
	377	8.00	1.7473	1.2403	0.00155	1.2515	0.9046	0.00113
	359	5.00	0.5070	0.5070	0.00101	0.3469	0.3469	0.00069
5	469	17.51	1.3349	0.0029	0.00000	0.6731	0.0073	0.00000
	467	15.18	1.3320	0.5241	0.00035	0.6658	0.4986	0.00033
	463	12.85	1.8561	0.6338	0.00049	1.1644	0.6340	0.00049
	445	10.40	2.4899	0.5473	0.00053	1.7984	0.3778	0.00036
	441	8.00	1.9426	0.9560	0.00120	1.4206	0.7102	0.00089
	427	5.00	0.9866	0.9866	0.00197	0.7104	0.7104	0.00142
6	533	17.51	1.4402	0.0041	0.00000	0.7703	0.0112	0.00001
	531	15.18	1.4361	0.4634	0.00031	0.7591	0.3870	0.00025
	527	12.85	1.8995	0.4835	0.00038	1.1461	0.4872	0.00038
	509	10.40	2.3830	0.5830	0.00056	1.6333	0.3893	0.00037
	505	8.00	1.8000	0.9443	0.00118	1.2440	0.6629	0.00083
	491	5.00	0.8557	0.8557	0.00171	0.5811	0.5811	0.00116

Tabla 4.1.1 Revisión de desplazamientos en los marcos tipo 1. (Continuación)

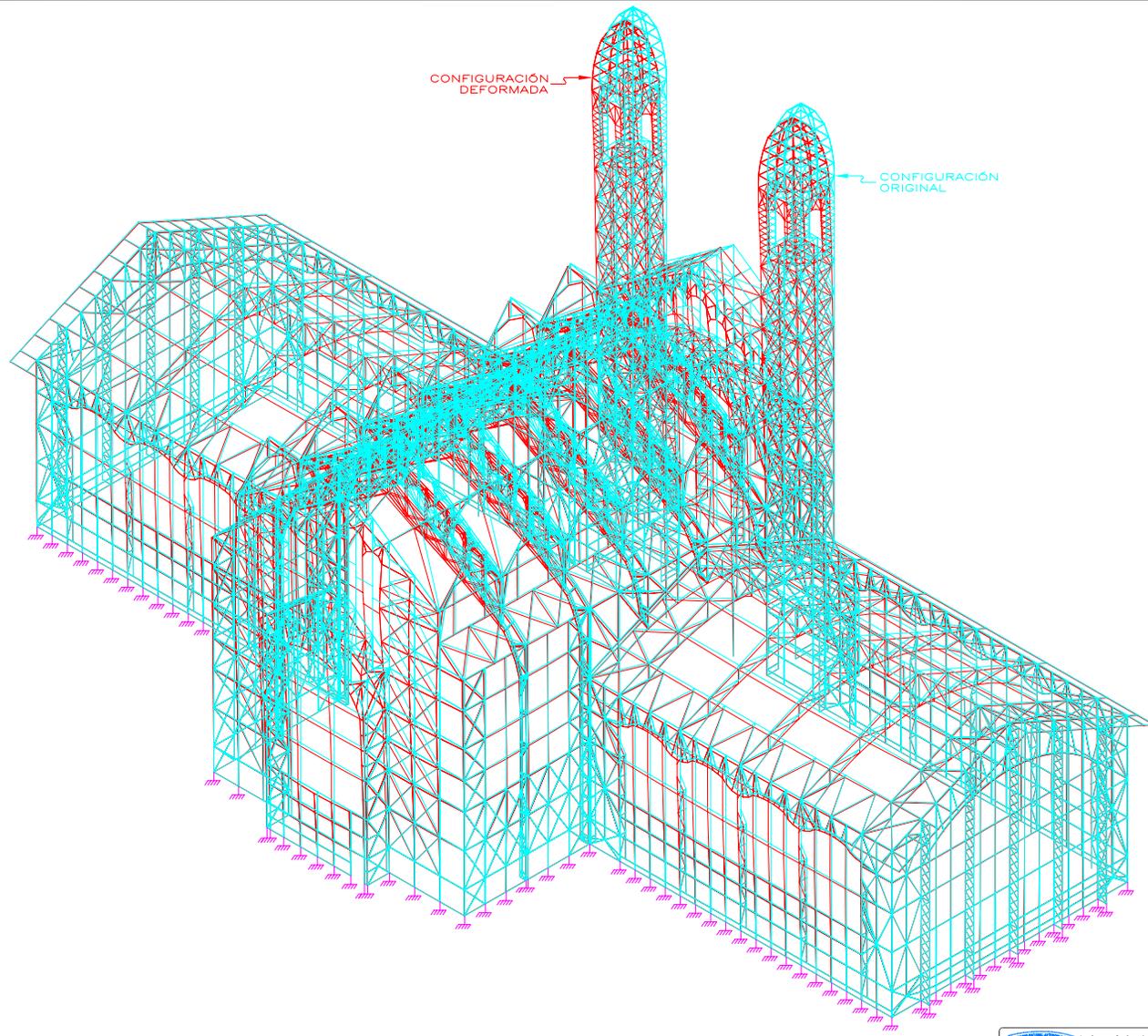
Eje	Nudos	h (m)	Sismo en dirección X			Sismo en dirección Y		
			Combinación de carga 18		$\Delta X / h$	Combinación de carga 19		$\Delta Y / h$
			δ_x (cm)	ΔX (cm)		δ_y (cm)	ΔY (cm)	
13	1007	17.51	1.4364	0.0033	0.00000	0.7677	0.0172	0.00001
	1005	15.18	1.4331	0.4625	0.00030	0.7505	0.3935	0.00026
	1001	12.85	1.8956	0.4833	0.00038	1.1440	0.4885	0.00038
	983	10.40	2.3789	0.5830	0.00056	1.6325	0.3896	0.00037
	979	8.00	1.7959	0.9396	0.00117	1.2429	0.6609	0.00083
	965	5.00	0.8563	0.8563	0.00171	0.5820	0.5820	0.00116
14	1071	17.51	1.3317	0.0029	0.00000	0.6720	0.0074	0.00000
	1069	15.18	1.3288	0.5239	0.00035	0.6646	0.4989	0.00033
	1065	12.85	1.8527	0.6342	0.00049	1.1635	0.6348	0.00049
	1047	10.40	2.4869	0.5451	0.00052	1.7983	0.3765	0.00036
	1043	8.00	1.9418	0.9552	0.00119	1.4218	0.7103	0.00089
	1029	5.00	0.9866	0.9866	0.00197	0.7115	0.7115	0.00142
15	1135	17.51	1.1211	0.0068	0.00000	0.5298	0.0095	0.00001
	1133	15.18	1.1143	0.5075	0.00033	0.5203	0.4841	0.00032
	1129	12.85	1.6218	0.6167	0.00048	1.0044	0.5934	0.00046
	1111	10.40	2.2385	0.4922	0.00047	1.5978	0.3450	0.00033
	1107	8.00	1.7463	0.8658	0.00108	1.2528	0.6387	0.00080
	1093	5.00	0.8805	0.8805	0.00176	0.6141	0.6141	0.00123
16	1199	17.51	0.7617	0.0121	0.00001	0.3355	0.0141	0.00001
	1197	15.18	0.7496	0.4024	0.00027	0.3214	0.4197	0.00028
	1193	12.85	1.1520	0.5154	0.00040	0.7411	0.5471	0.00043
	1175	10.40	1.6674	0.3527	0.00034	1.2882	0.2615	0.00025
	1171	8.00	1.3147	0.6468	0.00081	1.0267	0.5183	0.00065
	1157	5.00	0.6679	0.6679	0.00134	0.5084	0.5084	0.00102
17	1263	17.51	0.3000	0.0558	0.00003	0.1824	0.0142	0.00001
	1261	15.18	0.3558	0.1178	0.00008	0.1966	0.1517	0.00010
	1257	12.85	0.4736	0.1537	0.00012	0.3483	0.2823	0.00022
	1239	10.40	0.6273	0.1261	0.00012	0.6306	0.1237	0.00012
	1235	8.00	0.5012	0.2411	0.00030	0.5069	0.2583	0.00032
	1221	5.00	0.2601	0.2601	0.00052	0.2486	0.2486	0.00050

Tabla 4.1.2 Revisión de desplazamientos en los marcos tipo 6.

Eje	Nudos	h (m)	Sismo en dirección X			Sismo en dirección Y		
			Combinación de carga 18		$\Delta X / h$	Combinación de carga		$\Delta Y / h$
			δ_x (cm)	ΔX (cm)		δ_y (cm)	ΔY (cm)	
C'	2252	28.73	6.2299	2.8239	0.00098	0.7808	0.0417	0.00001
	2255	25.56	3.4060	1.7322	0.00068	0.8225	0.0713	0.00003
	2258	22.40	1.6738	0.2704	0.00012	0.8938	0.0470	0.00002
	2182	20.00	1.4034	0.0037	0.00000	0.8468	0.0122	0.00001
	923	18.20	1.4071	0.2511	0.00014	0.8346	0.0785	0.00004
	906	15.53	1.6582	1.6582	0.00107	0.7561	0.7561	0.00049
E	2692	28.73	6.2763	2.8775	0.00100	1.0948	0.0388	0.00001
	2695	25.56	3.3988	1.6179	0.00063	1.1336	0.0897	0.00004
	2698	22.40	1.7809	0.3165	0.00014	1.2233	0.0577	0.00003
	2622	20.00	1.4644	0.0033	0.00000	1.1656	0.0829	0.00004
	925	18.20	1.4611	0.0150	0.00001	1.2485	0.1228	0.00007
	861	15.10	1.4761	1.4761	0.00098	1.3713	1.3713	0.00091
F'	2968	28.73	6.3154	2.9165	0.00102	1.1008	0.1891	0.00007
	2971	25.56	3.3989	1.5815	0.00062	1.2899	0.1633	0.00006
	2974	22.40	1.8174	0.2362	0.00011	1.4532	0.0186	0.00001
	2898	20.00	1.5812	0.0323	0.00002	1.4718	0.0833	0.00004
	927	18.20	1.5489	0.2842	0.00016	1.3885	0.2154	0.00012
	914	15.53	1.2647	1.2647	0.00081	1.1731	1.1731	0.00076
H	3549	28.73	6.3318	2.9332	0.00102	1.0380	0.2729	0.00010
	3552	25.56	3.3986	1.5536	0.00061	1.3109	0.2022	0.00008
	5642	22.40	1.8450	0.1929	0.00009	1.5131	0.0906	0.00004
	5640	20.00	1.6521	0.0603	0.00003	1.6037	0.1542	0.00008
	5533	18.20	1.5918	0.3283	0.00018	1.4495	0.3213	0.00018
	5854	15.80	1.2635	1.2635	0.00080	1.1282	1.1282	0.00071
J	3972	28.73	6.3405	2.9420	0.00102	0.9564	0.0999	0.00003
	3975	25.56	3.3985	1.5553	0.00061	1.0563	0.1637	0.00006
	5668	22.40	1.8432	0.1274	0.00006	1.2200	0.0246	0.00001
	5685	20.00	1.7158	0.1147	0.00006	1.1954	0.0308	0.00002
	5535	18.20	1.6011	0.3573	0.00020	1.2262	1.1035	0.00061
	5937	15.80	1.2438	1.2438	0.00079	0.1227	0.1227	0.00008



DFDR CC = 18
(x 20)



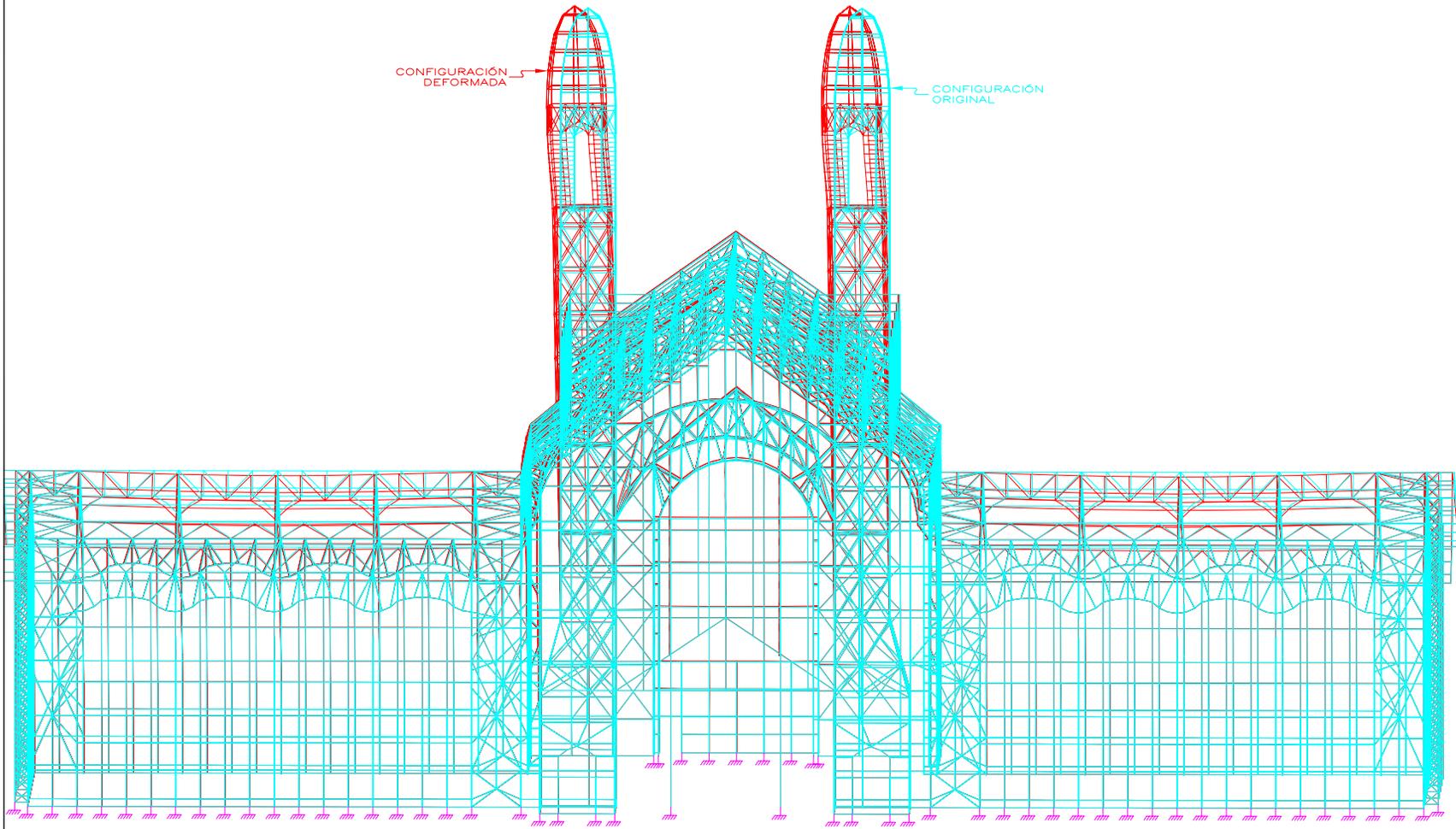
DATOS ESTRUCTURA

MODELO: TChopoM1
 NN = 6270
 NM = 11246
 NP = 3190

FIG. 4.2 ISOMÉTRICO 5 DE DESPLAZAMIENTOS
 COMBINACIÓN DE CARGA No. 18

tesis profesional:			
ESTUDIOS SOBRE ESTABILIDAD Y SEGURIDAD ESTRUCTURAL, EN LAS CONDICIONES ACTUALES, DEL EDIFICIO DEL MUSEO UNIVERSITARIO DEL CHOPO			
presenta:			
JOSUÉ GARDUÑO CHÁVEZ			
director de tesis:			
M. en I. JOSÉ LUIS TRIGOS SUÁREZ			
concepto:	aprobó:	archivo:	escala:
DIAGNÓSTICO ESTRUCTURAL	ULT/JGCH	DF2008B18	SIN
dibujo:	fecha:	figura:	
LIMITES DE SERVICIO: ISOMÉTRICO D's CC18	180708	4.2	

DFDR CC = 18
(x 20)

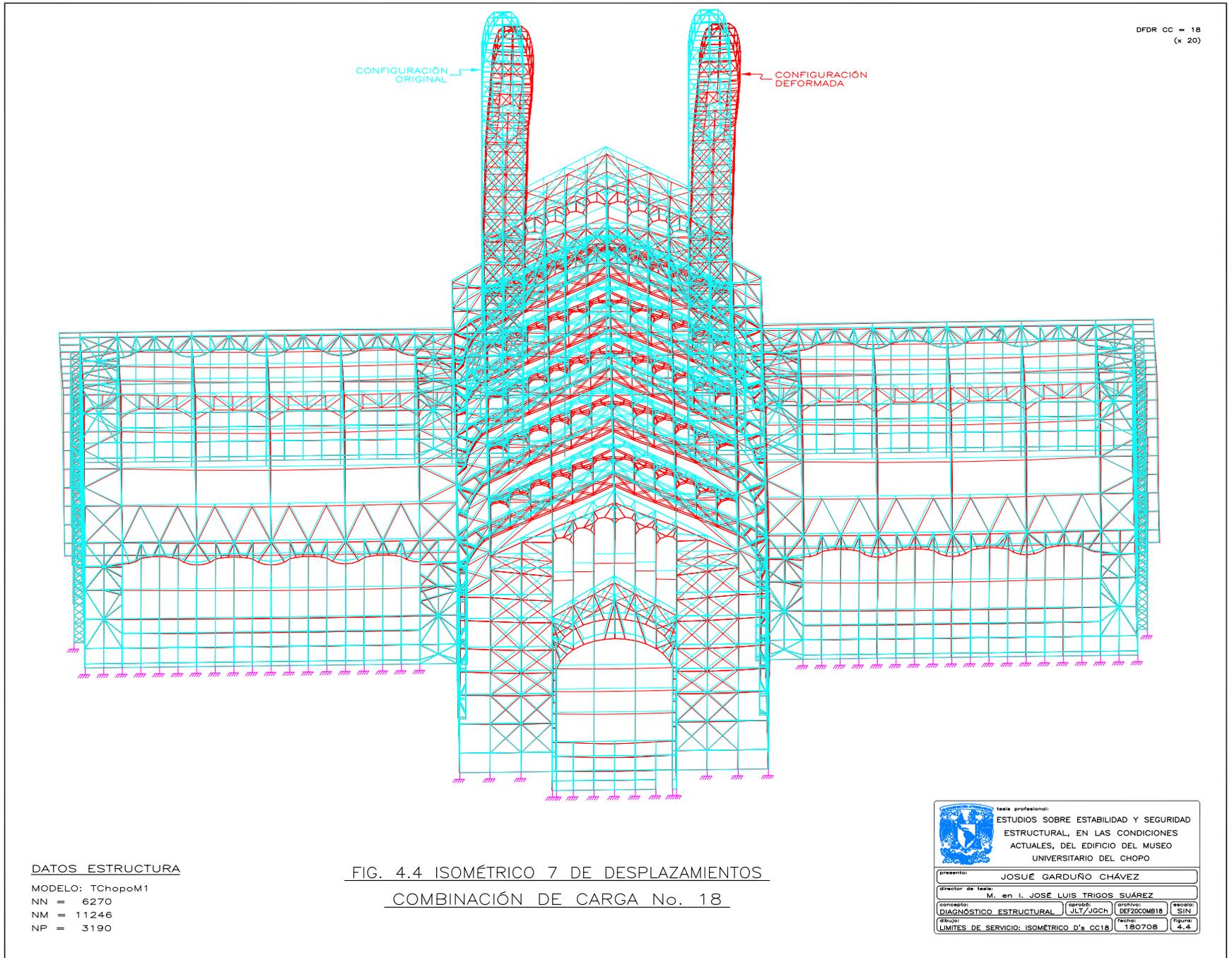


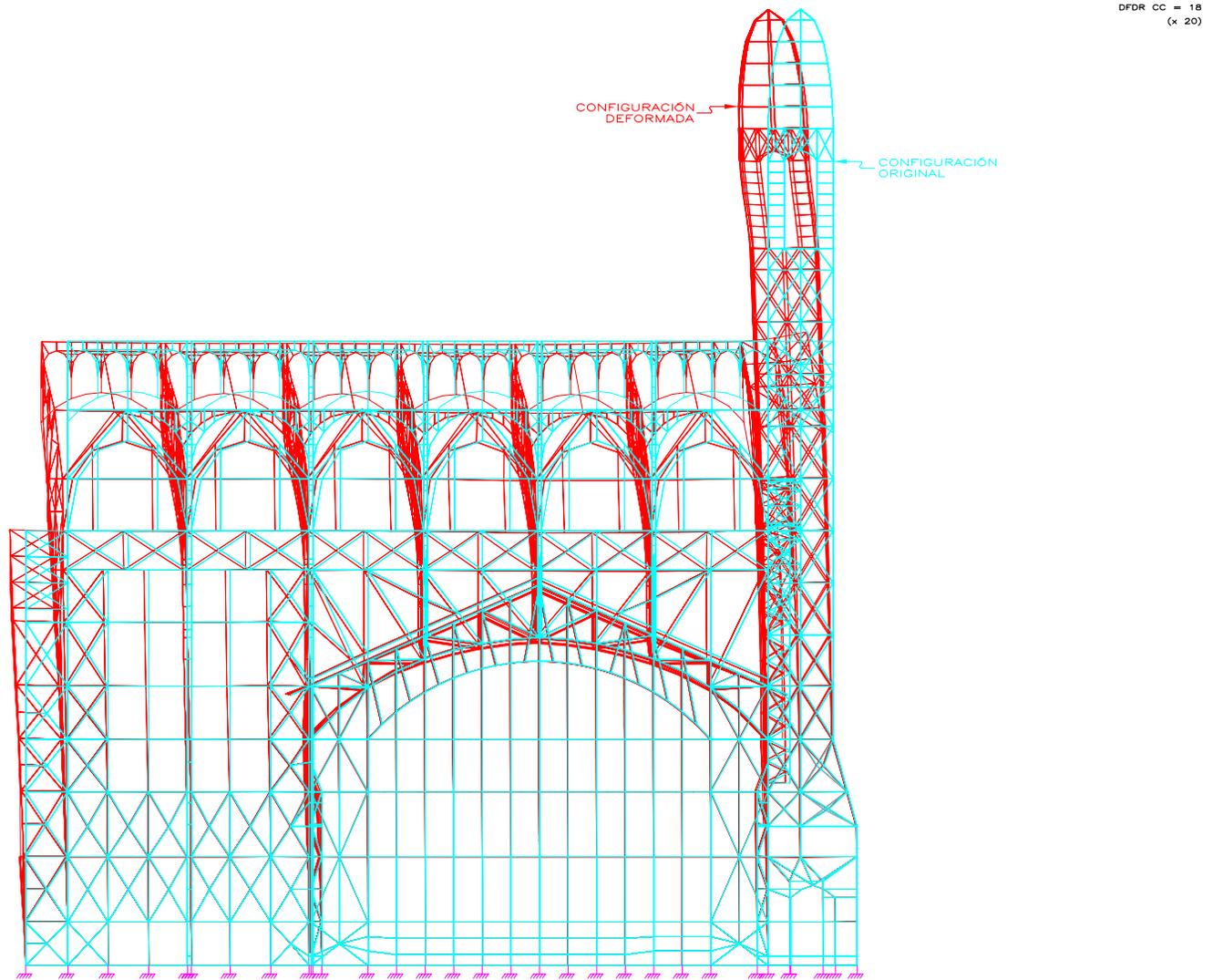
DATOS ESTRUCTURA

MODELO: TChopoM1
 NN = 6270
 NM = 11246
 NP = 3190

FIG. 4.3 ISOMÉTRICO 6 DE DESPLAZAMIENTOS
 COMBINACIÓN DE CARGA No. 18

			
tesis profesional: ESTUDIOS SOBRE ESTABILIDAD Y SEGURIDAD ESTRUCTURAL, EN LAS CONDICIONES ACTUALES, DEL EDIFICIO DEL MUSEO UNIVERSITARIO DEL CHOPO			
presenta: JOSUÉ GARDUÑO CHÁVEZ			
director de tesis: M. en I. JOSÉ LUIS TRIGOS SUÁREZ			
concepto:	aprobó:	archivo:	sección:
DIAGNÓSTICO ESTRUCTURAL	JLT/JGCH	DEF2008B18	SIN
dibujo:	fecha:	figura:	
LIMITES DE SERVICIO: ISOMÉTRICO D's CC18	180708	4.3	





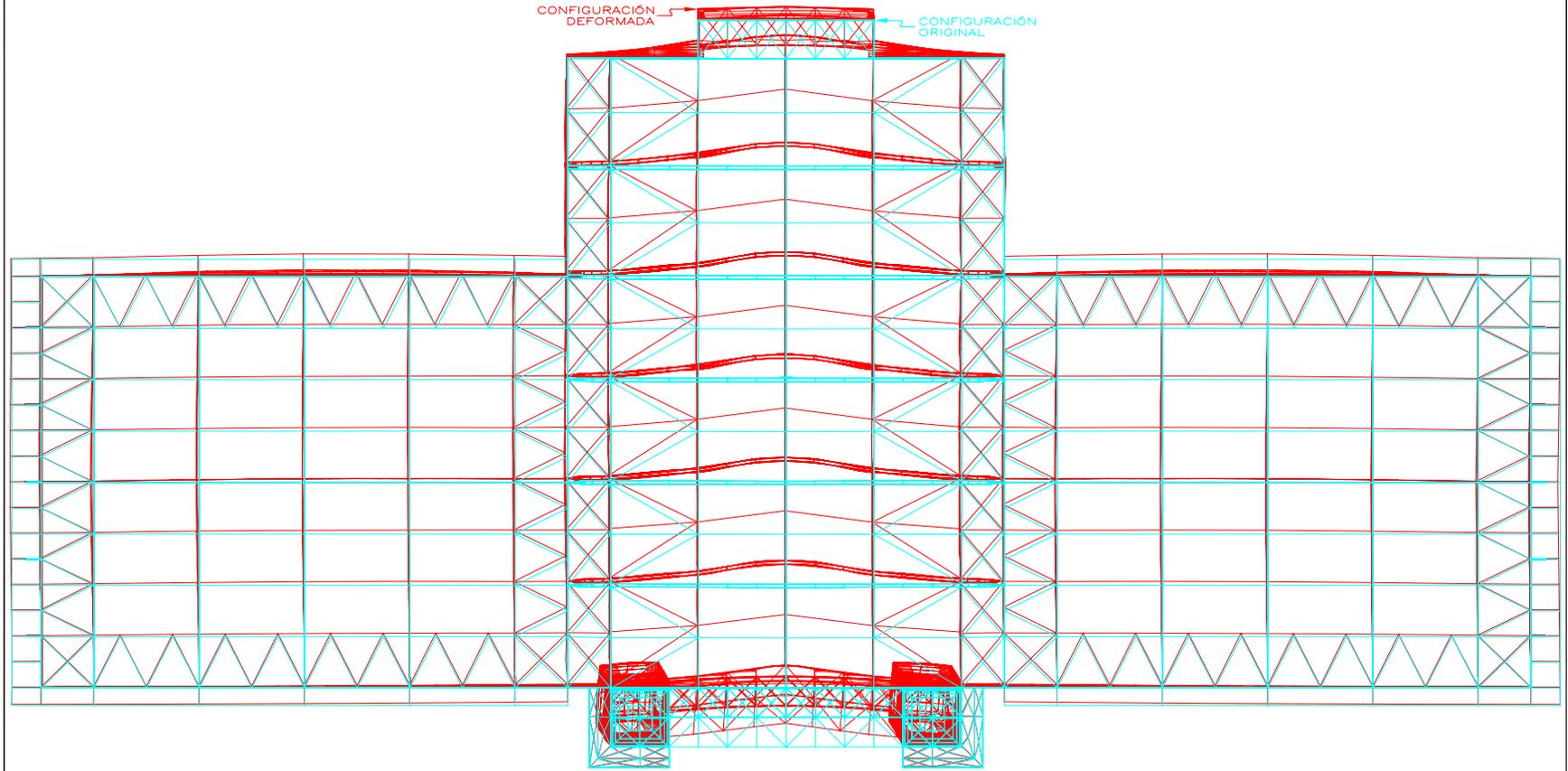
DATOS ESTRUCTURA

MODELO: TchopoM1
 NN = 6270
 NM = 11246
 NP = 3190

FIG. 4.5 ISOMÉTRICO 8 DE DESPLAZAMIENTOS
 COMBINACIÓN DE CARGA No. 18

tesis profesional:			
ESTUDIOS SOBRE ESTABILIDAD Y SEGURIDAD ESTRUCTURAL, EN LAS CONDICIONES ACTUALES, DEL EDIFICIO DEL MUSEO UNIVERSITARIO DEL CHOPO			
presenta: JOSUÉ GARDUÑO CHÁVEZ			
director de tesis: M. en I. JOSÉ LUIS TRIGOS SUÁREZ			
concepto:	aprobó:	archivo:	escala:
DIAGNÓSTICO ESTRUCTURAL	JLT/JGCH	DF20COMB18	SIN
dibujo:	fecha:	figura:	
LIMITES DE SERVICIO: ISOMÉTRICO D's CC18	180708	4.5	

DFDR CC = 18
(x 20)

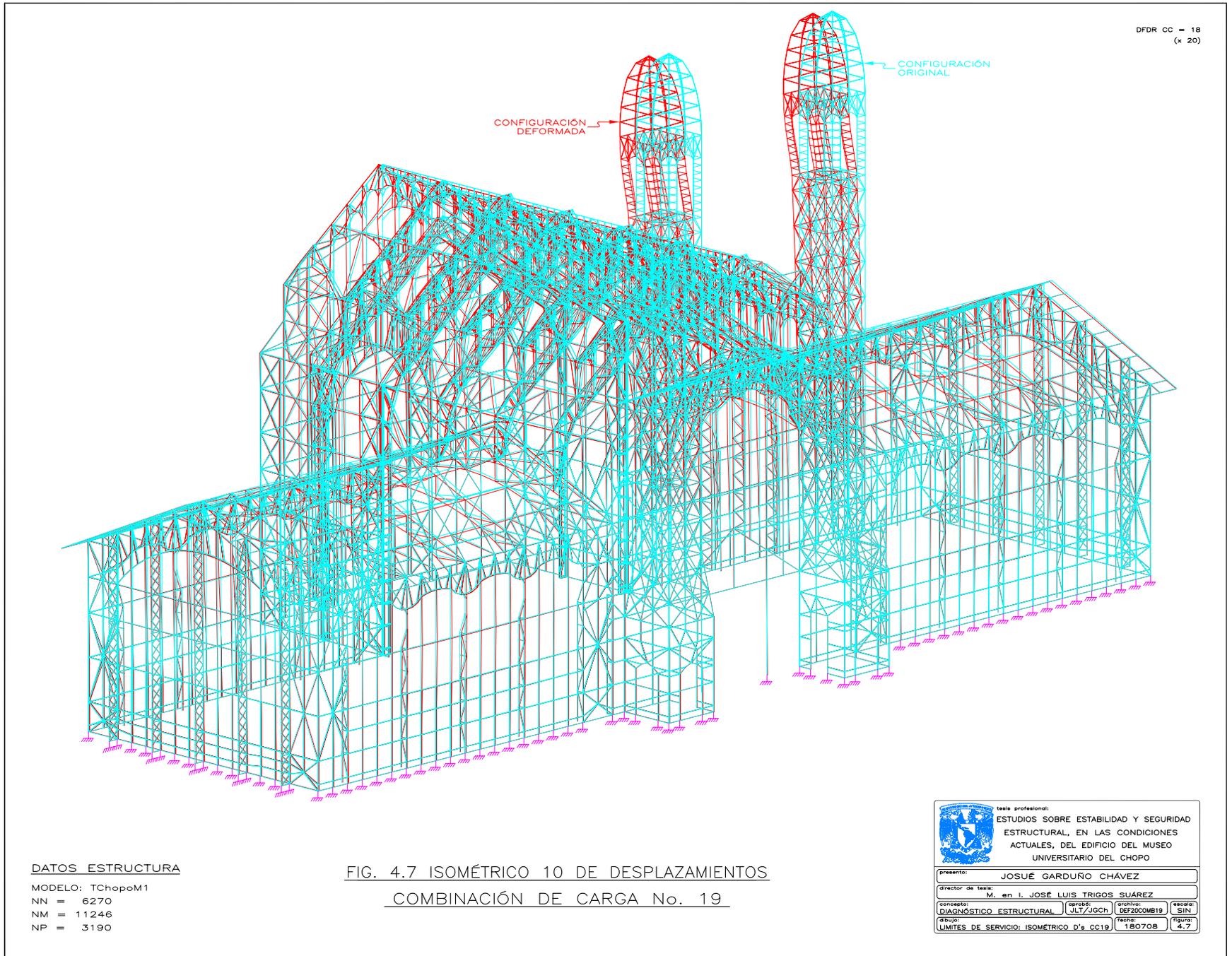


DATOS ESTRUCTURA

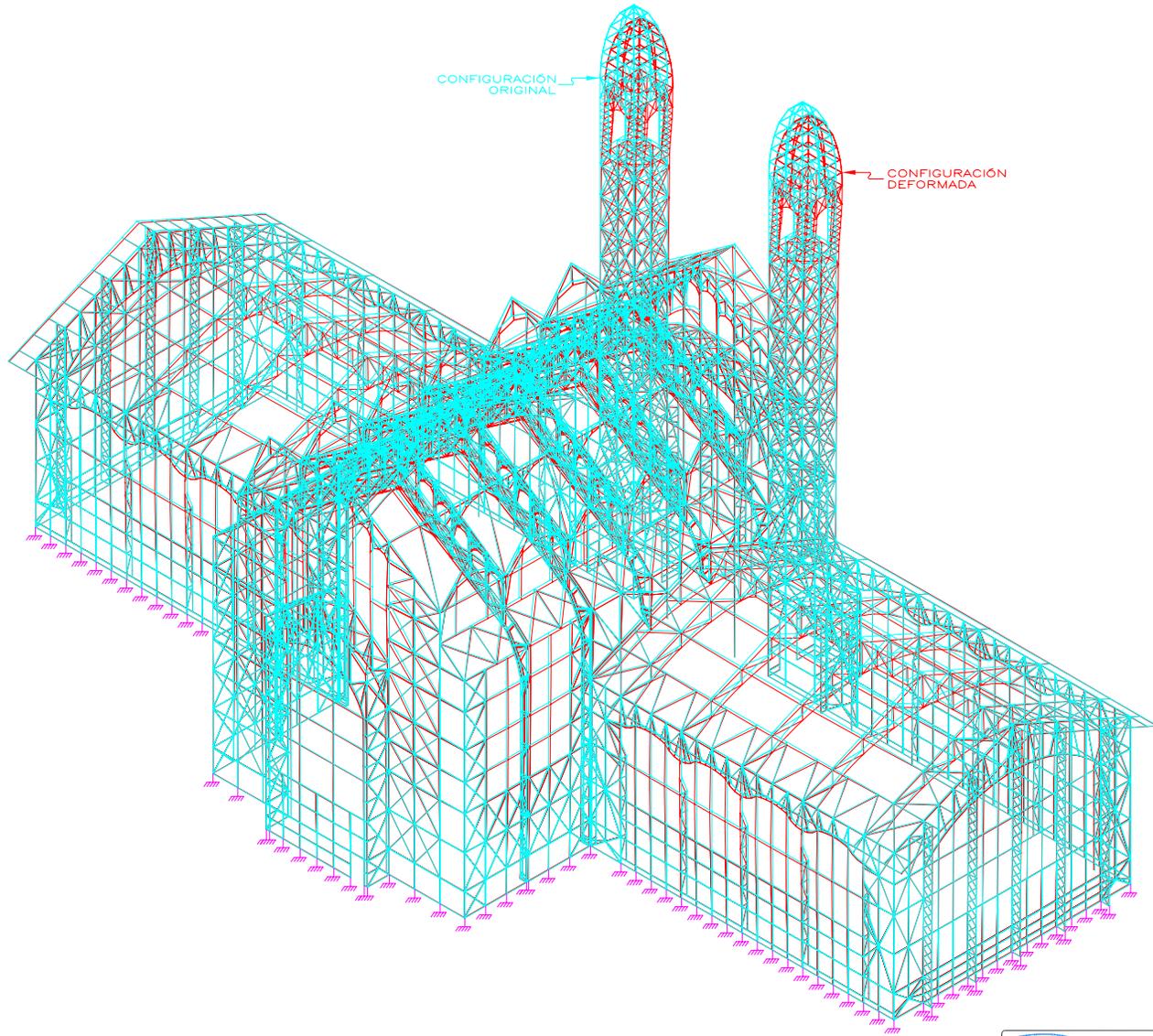
MODELO: TChopoM1
 NN = 6270
 NM = 11246
 NP = 3190

FIG. 4.6 ISOMÉTRICO 9 DE DESPLAZAMIENTOS
 COMBINACIÓN DE CARGA No. 18

tesis profesional:			
ESTUDIOS SOBRE ESTABILIDAD Y SEGURIDAD ESTRUCTURAL, EN LAS CONDICIONES ACTUALES, DEL EDIFICIO DEL MUSEO UNIVERSITARIO DEL CHOPO			
presenta:			
JOSUÉ GARDUÑO CHÁVEZ			
director de tesis:			
M. en I. JOSÉ LUIS TRIGOS SUÁREZ			
concepto:	aprobó:	archivo:	escala:
DIAGNÓSTICO ESTRUCTURAL	JLT/JGCH	DF20COMB18	SIN
dibujo:	fecha:	figura:	
LIMITES DE SERVICIO: ISOMÉTRICO D's CC18	180708	4.6	



DFDR CC = 18
(x 20)



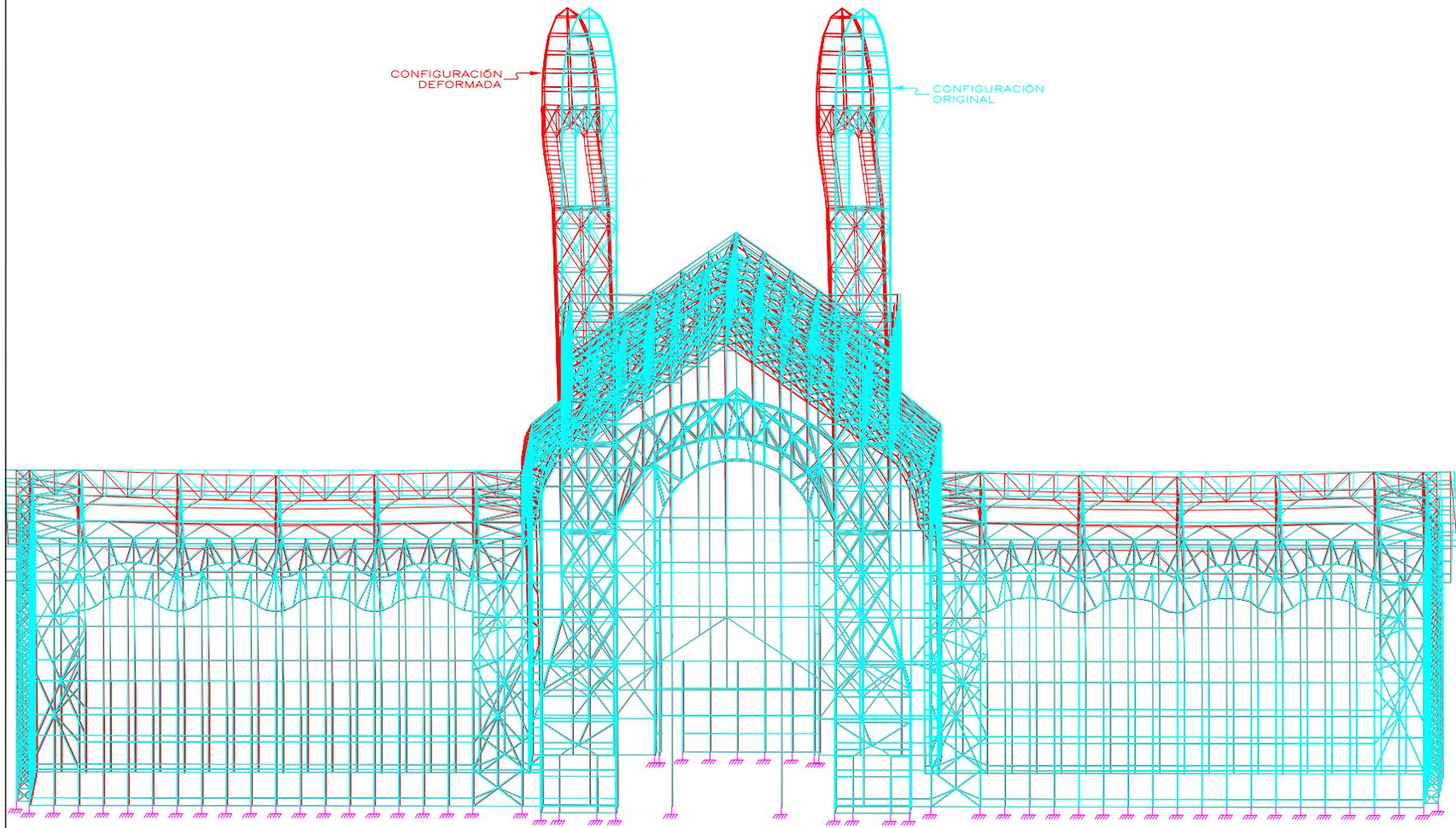
DATOS ESTRUCTURA

MODELO: TchopoM1
 NN = 6270
 NM = 11246
 NP = 3190

FIG. 4.8 ISOMÉTRICO 11 DE DESPLAZAMIENTOS
 COMBINACIÓN DE CARGA No. 19

				tesis profesional:			
ESTUDIOS SOBRE ESTABILIDAD Y SEGURIDAD ESTRUCTURAL, EN LAS CONDICIONES ACTUALES, DEL EDIFICIO DEL MUSEO UNIVERSITARIO DEL CHOPO							
presenta:				JOSUÉ GARDUÑO CHÁVEZ			
director de tesis:				M. en I. JOSÉ LUIS TRIGOS SUÁREZ			
concepto:		aprobó:		archivo:		escala:	
DIAGNÓSTICO ESTRUCTURAL		JLT/JGCH		DF2008B19		SIN	
dibujo:		fecha:		límites de servicio:		figura:	
		180708		ISOMÉTRICO D's CC19		4,8	

DFDR CC = 18
(x 20)



CONFIGURACIÓN DEFORMADA

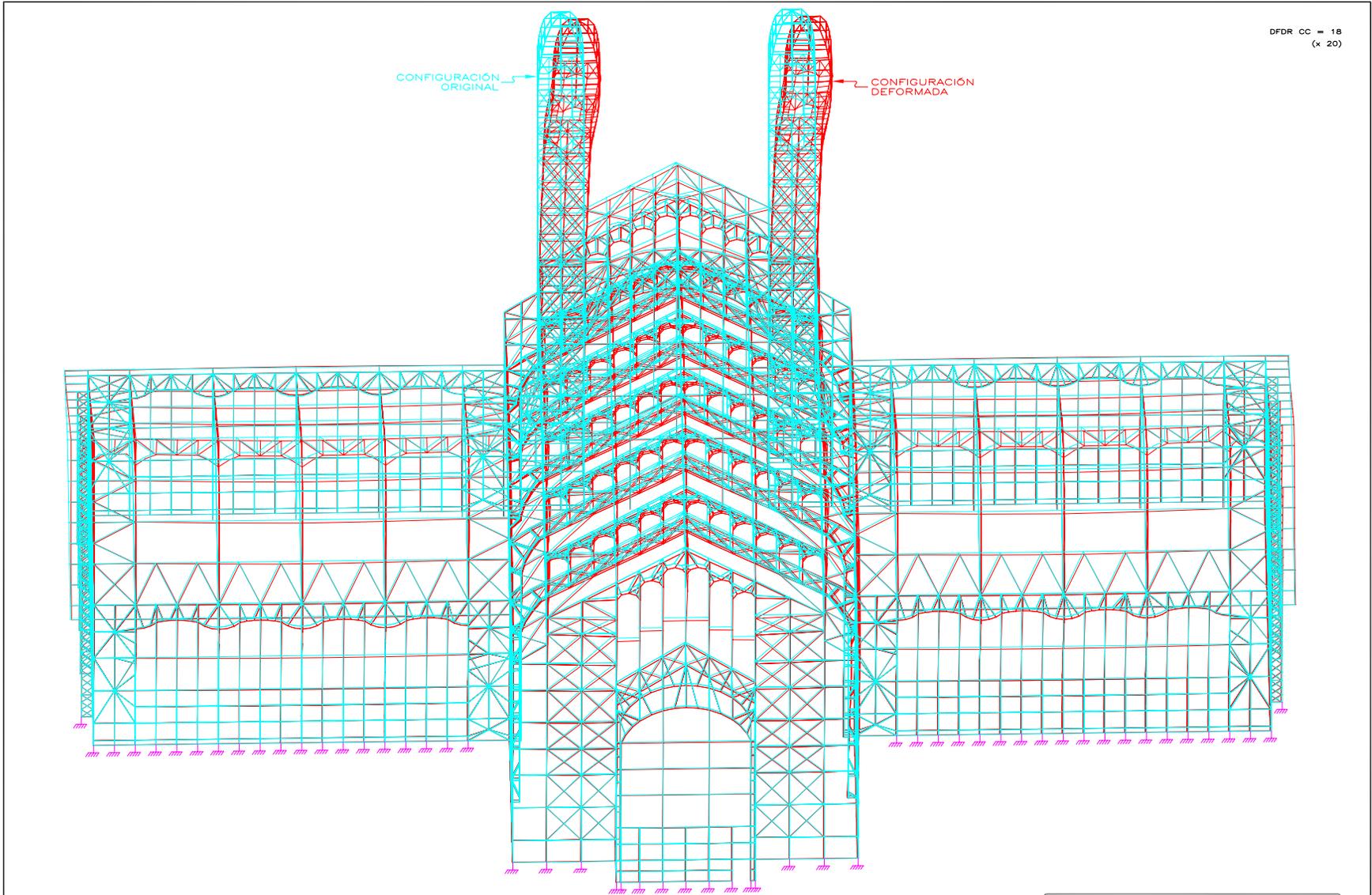
CONFIGURACIÓN ORIGINAL

DATOS ESTRUCTURA

MODELO: TChopoM1
 NN = 6270
 NM = 11246
 NP = 3190

FIG. 4.9 ISOMÉTRICO 12 DE DESPLAZAMIENTOS
 COMBINACIÓN DE CARGA No. 19

			
tesis profesional: ESTUDIOS SOBRE ESTABILIDAD Y SEGURIDAD ESTRUCTURAL, EN LAS CONDICIONES ACTUALES, DEL EDIFICIO DEL MUSEO UNIVERSITARIO DEL CHOPO			
presenta: JOSUÉ GARDUÑO CHÁVEZ			
director de tesis: M. en I. JOSÉ LUIS TRIGOS SUÁREZ			
concepto:	aprobó:	archivo:	escola:
DIAGNÓSTICO ESTRUCTURAL	JLT/JGCH	DEF2008B19	SIN
dibujo:	fecha:	límites de servicio:	figura:
	180708	ISOMÉTRICO D's CC19	4.9

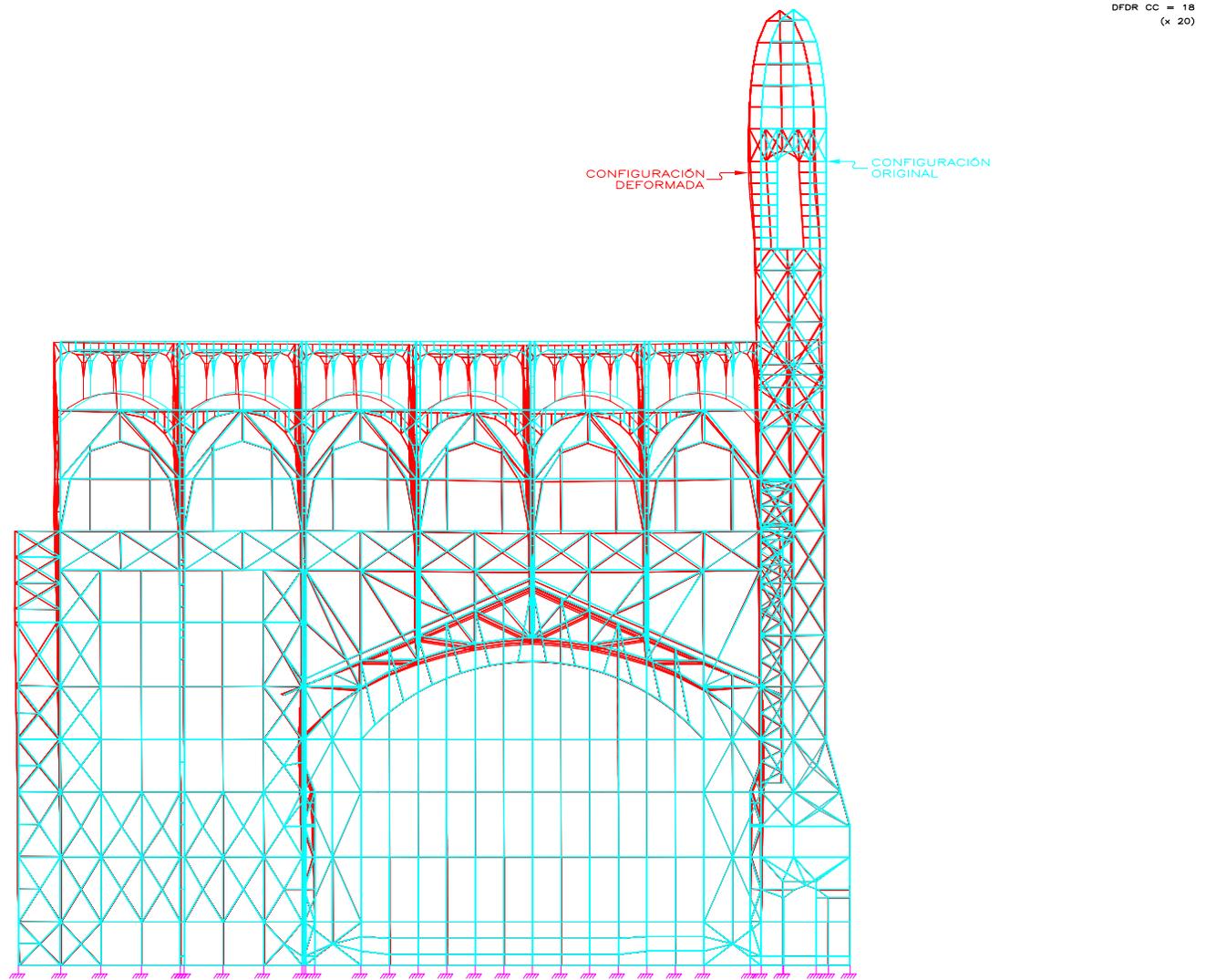


DATOS ESTRUCTURA

MODELO: TChopoM1
 NN = 6270
 NM = 11246
 NP = 3190

FIG. 4.10 ISOMÉTRICO 13 DE DESPLAZAMIENTOS
 COMBINACIÓN DE CARGA No. 19

 tesis profesional: ESTUDIOS SOBRE ESTABILIDAD Y SEGURIDAD ESTRUCTURAL, EN LAS CONDICIONES ACTUALES, DEL EDIFICIO DEL MUSEO UNIVERSITARIO DEL CHOPO			
presenta:		JOSUÉ GARDUÑO CHÁVEZ	
director de tesis:		M. en I. JOSÉ LUIS TRIGOS SUÁREZ	
concepto:	aprobó:	archivo:	escala:
DIAGNÓSTICO ESTRUCTURAL	JLT/JGCH	DFZ000819	SIN
dibujo:	fecha:	figura:	
LIMITES DE SERVICIO: ISOMÉTRICO D's CC19	180708	4.10	



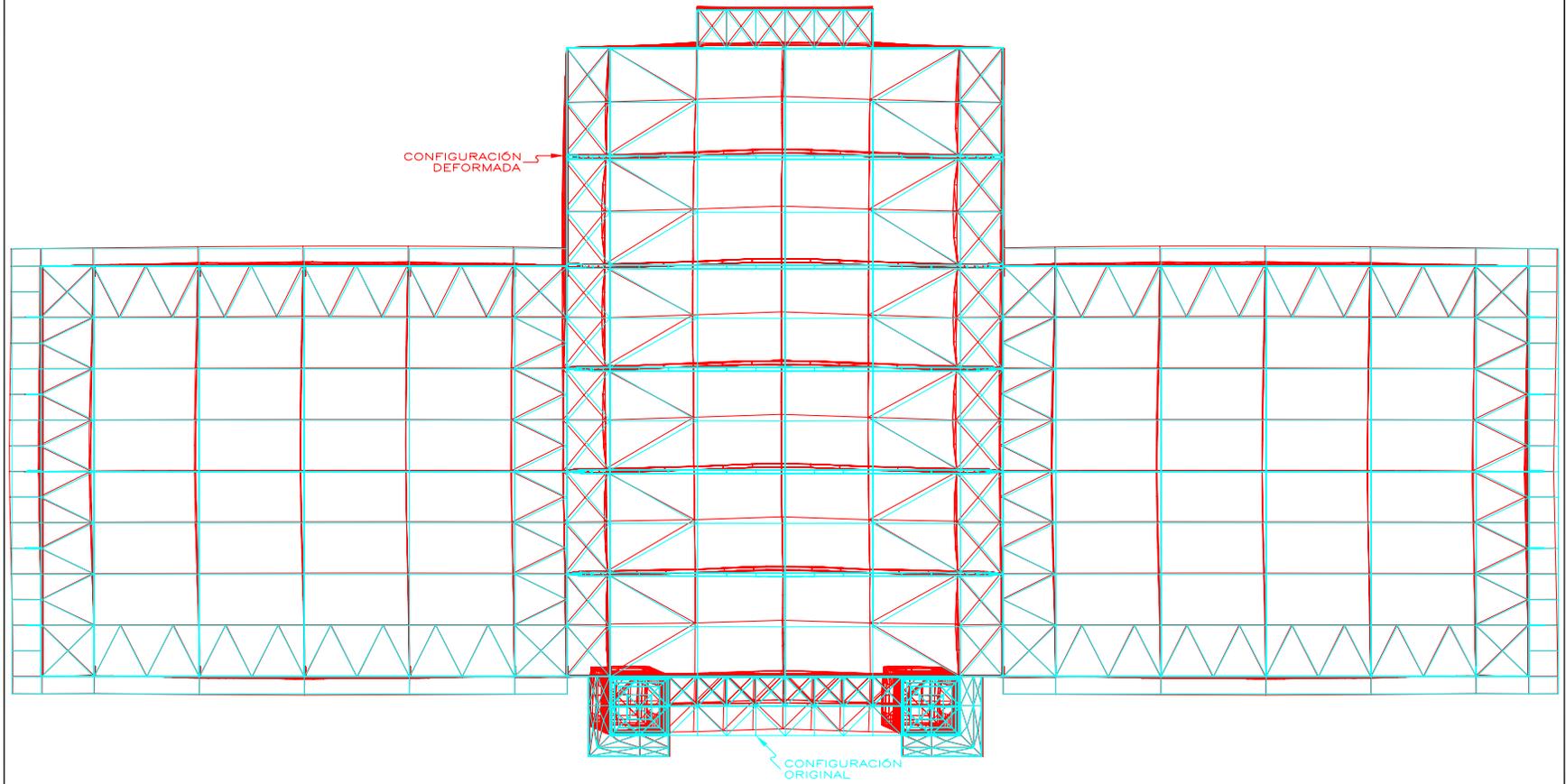
DATOS ESTRUCTURA

MODELO: TchopoM1
 NN = 6270
 NM = 11246
 NP = 3190

FIG. 4.11 ISOMÉTRICO 14 DE DESPLAZAMIENTOS
 COMBINACIÓN DE CARGA No. 19

tesis profesional: ESTUDIOS SOBRE ESTABILIDAD Y SEGURIDAD ESTRUCTURAL, EN LAS CONDICIONES ACTUALES, DEL EDIFICIO DEL MUSEO UNIVERSITARIO DEL CHOPO			
presenta: JOSUÉ GARDUÑO CHÁVEZ			
director de tesis: M. en I. JOSÉ LUIS TRIGOS SUÁREZ			
concepto: DIAGNÓSTICO ESTRUCTURAL	aprobó: JLT/JGCH	archivo: DEF20COMB19	escala: SIN
dibujo: LÍMITES DE SERVICIO: ISOMÉTRICO D's CC19	fecha: 18O708	figura: 4.11	

DFDR CC = 18
(x 20)



DATOS ESTRUCTURA

MODELO: TChopoM1
NN = 6270
NM = 11246
NP = 3190

FIG. 4.12 ISOMÉTRICO 15 DE DESPLAZAMIENTOS
COMBINACIÓN DE CARGA No. 19

			
tesis profesional:			
ESTUDIOS SOBRE ESTABILIDAD Y SEGURIDAD ESTRUCTURAL, EN LAS CONDICIONES ACTUALES, DEL EDIFICIO DEL MUSEO UNIVERSITARIO DEL CHOPO			
presenta: JOSUÉ GARDUÑO CHÁVEZ			
director de tesis: M. en I. JOSÉ LUIS TRIGOS SUÁREZ			
concepto:	aprobó:	archivo:	escala:
DIAGNÓSTICO ESTRUCTURAL	JLT/JGCH	DF20COMB19	SIN
dibujo:	fecha:	figura:	
LIMITES DE SERVICIO: ISOMÉTRICO D's CC19	180708	4.12	

IV.2. Revisión de estados límite de falla.

Para realizar la revisión de índices de seguridad de todos los elementos de acero se utilizó el reglamento del Instituto Americano de la Construcción en Acero, Diseño por esfuerzos Admisibles, en el cual está basado el RCDF, AISC-ASD-1989. La revisión consiste en calcular mediante un análisis elástico, las acciones internas que producen las solicitaciones de servicio (o de trabajo) en los diversos elementos estructurales, y en comparar los esfuerzos máximos ocasionados por esas acciones, determinados también por métodos elásticos, con los permisibles o de trabajo que se obtienen dividiendo ciertos esfuerzos característicos (de fluencia, de falla por inestabilidad) entre un coeficiente de seguridad.

Las combinaciones de carga que se utilizaron no fueron afectadas por ningún factor de carga, son simplemente las combinaciones de carga recomendadas por la sección 8.7 de las NTC04

IV.2.1 Elementos en Flexión.

IV.2.1.1. Esfuerzos admisibles para elementos con secciones compactas.

$$F_b = 0.60 F_y \quad (4.3)$$

F_b : Esfuerzo de flexión permisible en elementos prismáticos, en ausencia de fuerzas axiales.

F_y : Esfuerzo de fluencia mínimo especificado del acero utilizado.

IV.2.1.2. Esfuerzos admisibles para elementos con longitud soportada mayor que L_c

Se establecen en función de la relación de esbeltez de cada elemento, l/r_T .

Cuando:

$$\sqrt{\frac{717 \times 10^4 C_b}{F_y}} \leq \frac{l}{r_T} \leq \sqrt{\frac{3590 \times 10^4 C_b}{F_y}} \quad (4.4)$$

Entonces:

$$F_b = \left[\frac{2}{3} - \frac{F_y \left(\frac{l}{r_T} \right)^2}{1080 \times 10^5 C_b} \right] F_y \quad \dots \text{Rango Elástico} \quad (4.5)$$

Cuando:

$$\frac{l}{r_T} \geq \sqrt{\frac{3590 \times 10^4 C_b}{F_y}} \quad (4.6)$$

Entonces:

$$F_b = \frac{120 \times 10^5 C_b}{\left(\frac{l}{r_T}\right)^2} \quad \dots \text{Rango Inelástico} \quad (4.7)$$

Cuando el patín en compresión sea sólido y aproximadamente rectangular en la sección transversal y su área no sea menor que la del patín en tensión:

$$F_b = \frac{844 \times 10^3 C_b}{\left(\frac{ld}{A_f}\right)} \quad (4.8)$$

En ningún caso $F_b > 0.6 F_y$

Donde:

l: Distancia entre secciones transversales arriostradas, para evitar el giro o desplazamiento lateral el patín en compresión.

r_T : Radio de giro de una sección que comprende el patín en compresión más un tercio del área del alma en compresión.

A_f : Área del patín en compresión.

C_b : Coeficiente de flexión que depende de la variación del momento de flexión.

$$C_b = 1.75 + 1.05 \left(\frac{M_1}{M_2}\right) + 0.3 \left(\frac{M_1}{M_2}\right)^2 < 2.3 \quad (4.9)$$

donde M_1 es el menor y M_2 el mayor de los momentos de flexión en los extremos de la longitud no arriostrada, tomados respecto al eje de mayor del elemento, y esta relación $\frac{M_1}{M_2}$, es positiva cuando

M_1 y M_2 tienen el mismo signo (flexión con curvatura doble), y negativa cuando estos tienen signos opuestos (flexión con curvatura simple).

IV.2.2 Elementos en Compresión.

Estos esfuerzos admisibles están referidos al área bruta de la sección transversal del elemento. Además los elementos planos satisfacen las relaciones ancho/espesor.

$$F_a = \frac{12\pi E^2}{23 \left(\frac{kl}{r}\right)^2} \quad \text{si} \quad \left(\frac{kl}{r}\right) \geq C_c \quad (4.9)$$

$$F_a = \frac{F_y - \frac{F_y \left(\frac{kl}{r}\right)^2}{2C_c}}{\frac{5}{3} + \frac{3 \left(\frac{kl}{r}\right)}{8C_c} - \frac{\left(\frac{kl}{r}\right)^3}{8C_c^3}} \quad \text{si} \quad \left(\frac{kl}{r}\right) < C_c \quad (4.10)$$

Interpolando linealmente para cada valor de $\frac{kl}{r}$

Donde:

$\frac{kl}{r}$: Relación de esbeltez efectiva máxima del miembro.

k: Factor de longitud efectiva de un miembro prismático.

l: Longitud libre del miembro.

r: Radio de giro de la sección.

C_c: Relación de esbeltez de columnas que separa al pandeo elástico del inelástico.

$$C_c = \sqrt{\frac{2\pi^2 E}{F_y}} \quad (4.12)$$

IV.2.3 Elementos sujetos a compresión axial y flexión simultánea (Flexocompresión).

Los elementos sujetos a flexocompresión se dimensionarán o revisarán de modo que satisfagan las dos condiciones siguientes:

IV.2.3.1 Revisión en secciones extremas:

$$\frac{f_a}{0.6F_y} + \frac{f_{bx}}{F_{bx}} + \frac{f_{by}}{F_{by}} \leq 1.0 \quad (4.13)$$

donde:

$$f_a = \frac{P}{A} \quad (4.14)$$

$$f_{bx} = \frac{M_x}{S_x} \quad (4.15)$$

$$f_{by} = \frac{M_y}{S_y} \quad (4.16)$$

IV.2.3.2 Revisión de la columna completa:

$$\frac{f_a}{F_a} + \frac{C_{mx}f_{bx}}{\left(1 - \frac{f_a}{F'_{ex}}\right)F_{bx}} + \frac{C_{my}f_{by}}{\left(1 - \frac{f_a}{F'_{ey}}\right)F_{by}} \leq 1.0 \quad (4.17)$$

Si $\frac{f_a}{F_a} \leq 0.15$ puede usarse la expresión siguiente, ya que no existe factor de amplificación:

$$\frac{f_a}{F_a} + \frac{f_{bx}}{F_{bx}} + \frac{f_{by}}{F_{by}} \leq 1.0 \quad (4.18)$$

Donde:

P: Fuerza axial en condiciones de servicio.

M_x , M_y : Momento flexionante en condiciones de servicio alrededor del eje "X" y "Y" respectivamente.

A: Área de la sección transversal.

S_x , S_y : Módulo de sección elástico con respecto a los ejes "X" y "Y" respectivamente.

F_a : Esfuerzo de compresión axial permisible en un miembro prismático, cuando no hay momento de flexión.

F_{bx} , F_{by} : Esfuerzo de flexión permisible en miembros prismáticos, en ausencia de fuerzas axiales, alrededor del eje "X" ó solo a flexión alrededor del eje "Y".

$$F'_{ex} = \frac{12\pi^2 E}{23 \left(\frac{kl_x}{r_x} \right)^2} \quad (4.19)$$

$$F'_{ey} = \frac{12\pi^2 E}{23 \left(\frac{kl_y}{r_y} \right)^2} \quad (4.20)$$

F'_{ex} , F'_{ey} : Esfuerzo de Euler dividido entre un factor de seguridad, en miembros prismáticos.

kl_x , kl_y : Longitudes efectivas de pandeo en el plano del momento M_x y M_y respectivamente.

r_x , r_y : Radio de giro de la sección con respecto al eje "X" y al "Y" respectivamente.

C_{m_x} , C_{m_y} : Transformador de elementos mecánicos a un diagrama uniforme equivalente. Considera el efecto "P- Δ ". Coeficientes que dependen de la curvatura de la columna causada por los momentos aplicados en ella. Cuyo valor será:

1.- Para miembros en compresión en marcos sujetos a desplazamiento lateral, $C_m = 0.85$

2.- Para miembros en compresión con extremos restringidos, en marcos arriostrados contra desplazamiento lateral y no sujetos a carga transversal entre sus apoyos en el plano de flexión:

$$C_m = 0.6 - 0.4 \left(\frac{M_1}{M_2} \right) > 0.4 \quad (4.21)$$

donde M_1 es el menor y M_2 el mayor de los momentos de flexión en los extremos de la longitud no arriostrada, tomados respecto al eje de mayor del miembro, y esta relación $\frac{M_1}{M_2}$, es positiva

cuando M_1 y M_2 cuando el miembro está flexionado en curvatura doble y negativa cuando está flexionado en curvatura simple.

En las figuras 4.13 a 4.22, se presentan los resultados de la revisión, de los marcos tipo 1, para las diferentes combinaciones de carga correspondientes: la relación entre σ_{act} , esfuerzos actuantes y σ_{adm} , esfuerzos admisibles, es un índice del estado de esfuerzos inducidos en cada elemento como porcentaje de su capacidad, $\frac{\sigma_{act}}{\sigma_{adm}}$, está definida como:

$$\frac{\sigma_{act}}{\sigma_{adm}} = \frac{f_a}{F_a} + \frac{f_{bx}}{F_{bx}} + \frac{f_{by}}{F_{by}} \leq 1.0 \quad (4.22)$$

Donde para cada elemento de la estructura, y para cada combinación de carga, se tiene la siguiente convención de colores y valores.

$$\text{■} \quad 0.00 < \frac{\sigma_{act}}{\sigma_{adm}} \leq 0.60 \quad (4.23)$$

$$\text{■} \quad 0.60 < \frac{\sigma_{act}}{\sigma_{adm}} \leq 0.85 \quad (4.24)$$

$$\text{■} \quad 0.85 < \frac{\sigma_{act}}{\sigma_{adm}} \leq 1.05 \quad (4.25)$$

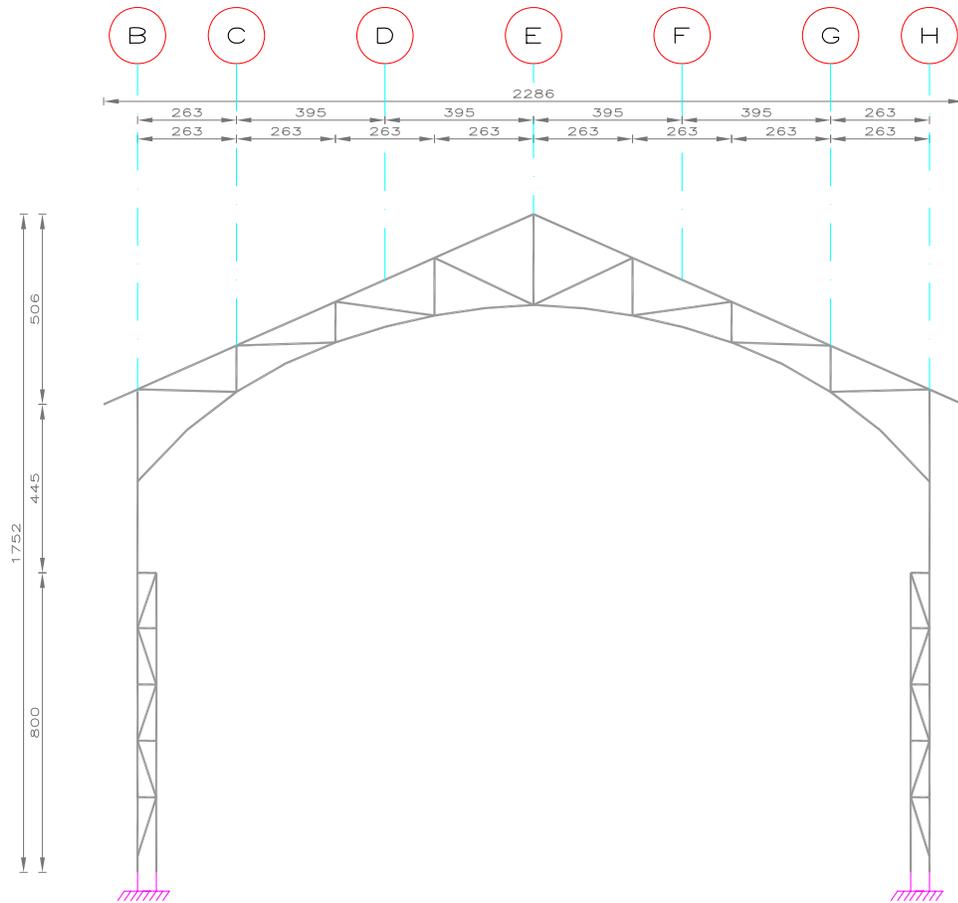
$$\text{■} \quad 1.05 < \frac{\sigma_{act}}{\sigma_{adm}} \leq 1.20 \quad (4.26)$$

$$\text{■} \quad 1.20 < \frac{\sigma_{act}}{\sigma_{adm}} \quad (4.27)$$

De ahí, se muestra, que en las figuras 4.14, 4.15, 4.16, 4.19, 4.20 y 4.21, los elementos más esforzados son los que tienen una relación de $\frac{\sigma_{act}}{\sigma_{adm}} > 1.20$, que son las cuerdas inferiores de las armaduras, cercanas a los muros de los ejes I y B.

La combinación de carga CC23, es en la que producen relaciones de esfuerzos mayores.

Las figuras 4.23 a la 4.27, muestran los valores de los esfuerzos máximos en las placas de acero de los marcos tipo 6 y las figuras 4.28 a 4.30, muestran los valores de los esfuerzos máximos en los muros de mampostería, representados por un cogido de colores con sus respectivos valores absolutos, para diferentes rangos de valores obtenidos, debidos a la combinación de carga CC23.



SIMBOLOGÍA

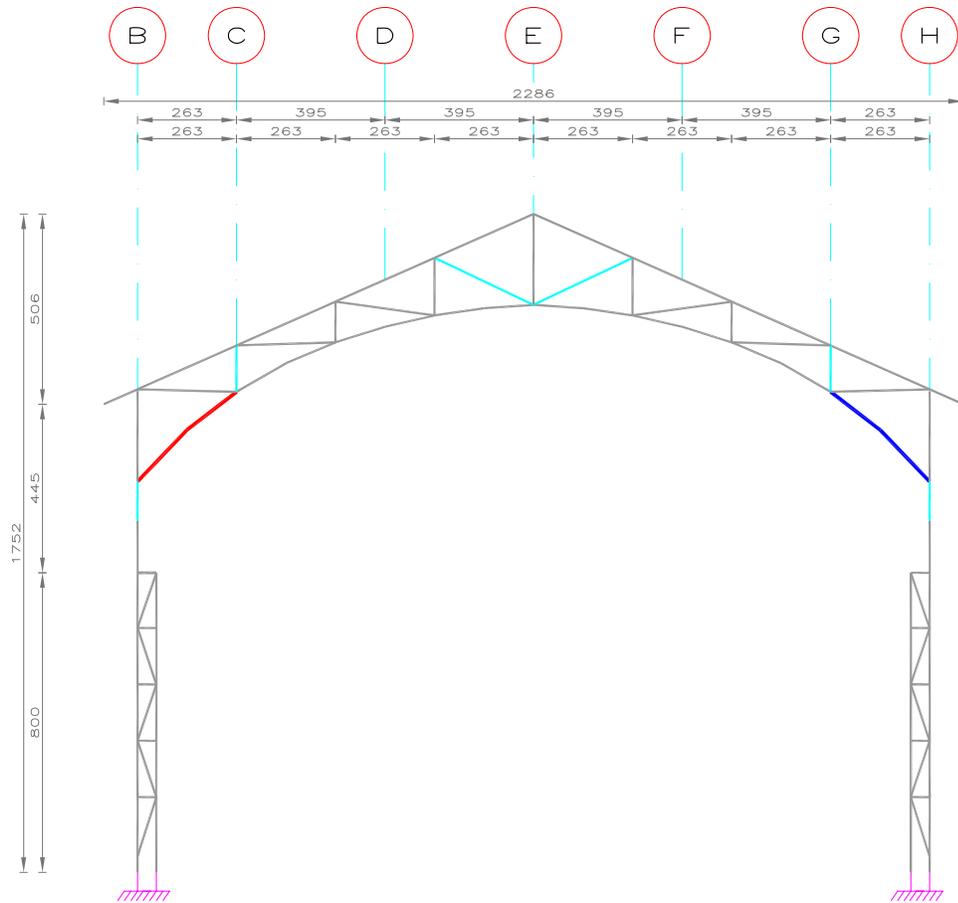
—	$0.00 < \frac{\sigma_{act}}{\sigma_{adm}} \leq 0.60$
—	$0.60 < \frac{\sigma_{act}}{\sigma_{adm}} \leq 0.85$
—	$0.85 < \frac{\sigma_{act}}{\sigma_{adm}} \leq 1.05$
—	$1.05 < \frac{\sigma_{act}}{\sigma_{adm}} \leq 1.20$
—	$1.20 < \frac{\sigma_{act}}{\sigma_{adm}}$

FIG. 4.13 ESFUERZOS MÁXIMOS

M A R C O eje 02

Y= 73.700

	tesis profesional:			
	ESTUDIOS SOBRE ESTABILIDAD Y SEGURIDAD ESTRUCTURAL, EN LAS CONDICIONES ACTUALES, DEL EDIFICIO DEL MUSEO UNIVERSITARIO DEL CHOPO			
presentador:		JOSUÉ GARDUÑO CHÁVEZ		
director de tesis:		M. en I. JOSÉ LUIS TRIGOS SUÁREZ		
concepto:	aprobado:	archivo:	escala:	
DIAGNÓSTICO ESTRUCTURAL	JLT/JGCH	MARCO EJE 02	1:200	
elaborado:	fecha:	figura:		
ESFUERZOS: MARCO EJE 02	180708	4.13		



SIMBOLOGÍA

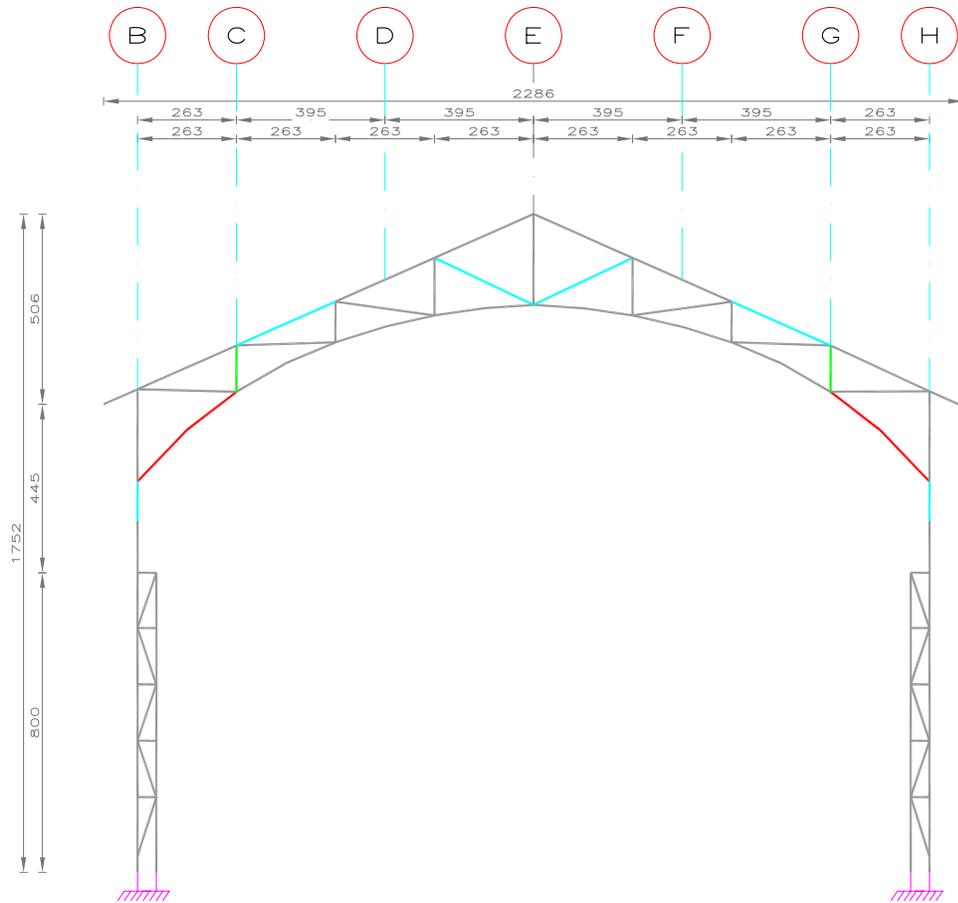
- $0.00 < \frac{\sigma_{act}}{\sigma_{adm}} \leq 0.60$
- $0.60 < \frac{\sigma_{act}}{\sigma_{adm}} \leq 0.85$
- $0.85 < \frac{\sigma_{act}}{\sigma_{adm}} \leq 1.05$
- $1.05 < \frac{\sigma_{act}}{\sigma_{adm}} \leq 1.20$
- $1.20 < \frac{\sigma_{act}}{\sigma_{adm}}$

FIG. 4.14 ESFUERZOS MÁXIMOS

M A R C O eje 03

Y= 68.300

	título profesional:			
	ESTUDIOS SOBRE ESTABILIDAD Y SEGURIDAD ESTRUCTURAL, EN LAS CONDICIONES ACTUALES, DEL EDIFICIO DEL MUSEO UNIVERSITARIO DEL CHOPO			
presenta:		JOSUÉ GARDUÑO CHÁVEZ		
director de tesis:		M. en I. JOSÉ LUIS TRIGOS SUÁREZ		
concepto:	aprobó:	fecha:	escala:	
DIAGNÓSTICO ESTRUCTURAL	JL7/JGCH	MARCO EJE 03	1:200	
dibujo:	fecha:	figura:		
ESFUERZOS: MARCO EJE 03	180708	4.14		



SIMBOLOGÍA

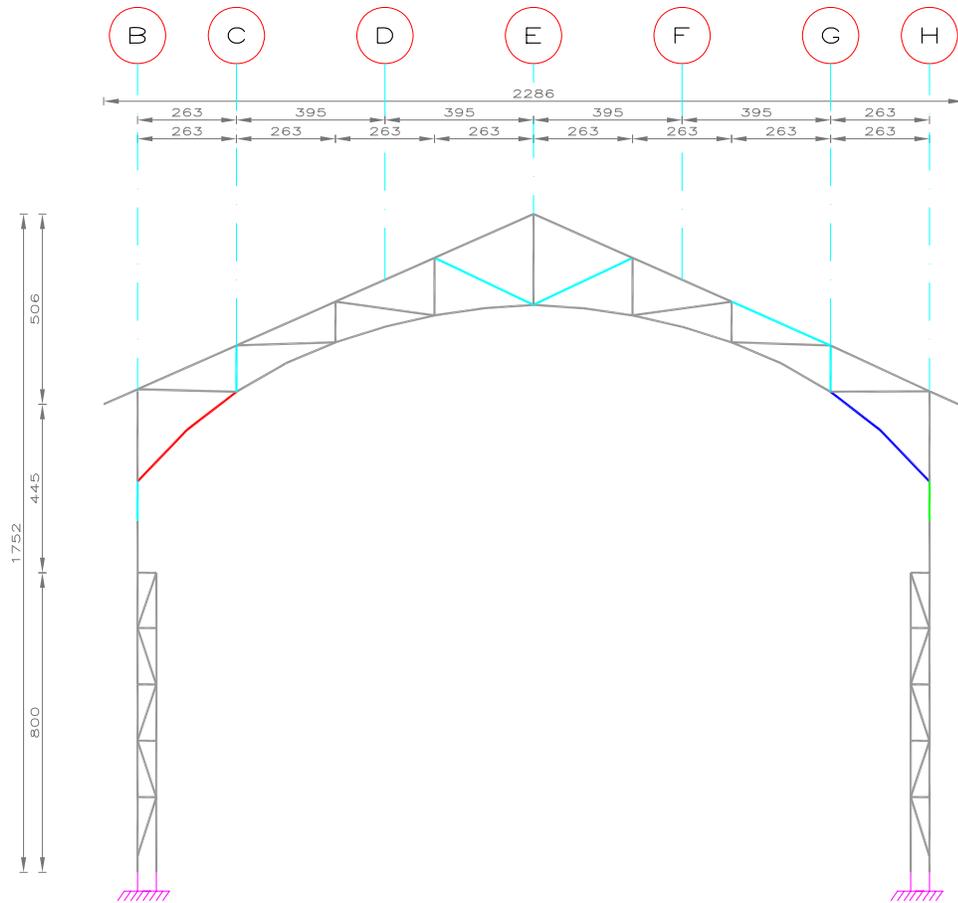
—	$0.00 < \frac{\sigma_{act}}{\sigma_{adm}} \leq 0.60$
—	$0.60 < \frac{\sigma_{act}}{\sigma_{adm}} \leq 0.85$
—	$0.85 < \frac{\sigma_{act}}{\sigma_{adm}} \leq 1.05$
—	$1.05 < \frac{\sigma_{act}}{\sigma_{adm}} \leq 1.20$
—	$1.20 < \frac{\sigma_{act}}{\sigma_{adm}}$

FIG. 4.15 ESFUERZOS MÁXIMOS

M A R C O eje 04

Y= 62.900

 tesis profesional: ESTUDIOS SOBRE ESTABILIDAD Y SEGURIDAD ESTRUCTURAL, EN LAS CONDICIONES ACTUALES, DEL EDIFICIO DEL MUSEO UNIVERSITARIO DEL CHOCHO			
presentador: JOSUÉ GARDUÑO CHÁVEZ			
director de tesis: M. en I. JOSÉ LUIS TRIGOS SUÁREZ			
concepto: DIAGNÓSTICO ESTRUCTURAL	aprobó: J.L.T./J.G.C.H.	archivo: MARCO EJE 04	escala: 1:200
dibujo: ESFUERZOS: MARCO EJE 04	fecha: 180708	figura: 4.15	



SIMBOLOGÍA

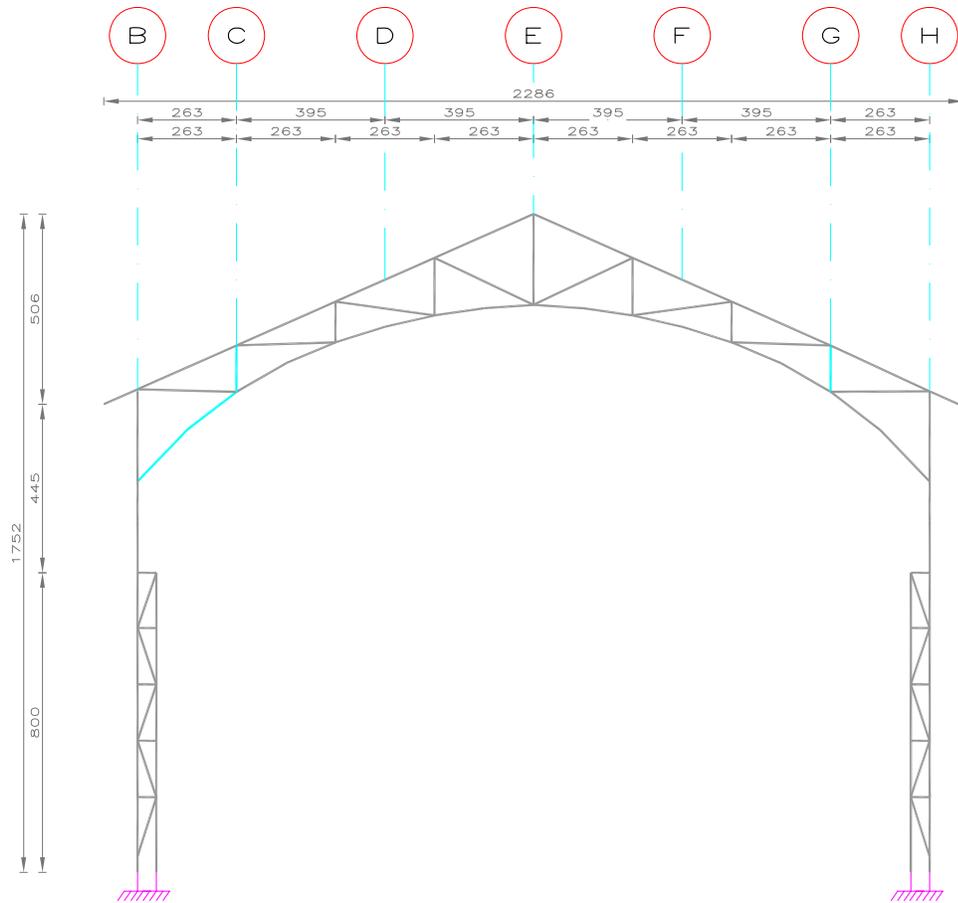
—	$0.00 < \frac{\sigma_{act}}{\sigma_{adm}} \leq 0.60$
—	$0.60 < \frac{\sigma_{act}}{\sigma_{adm}} \leq 0.85$
—	$0.85 < \frac{\sigma_{act}}{\sigma_{adm}} \leq 1.05$
—	$1.05 < \frac{\sigma_{act}}{\sigma_{adm}} \leq 1.20$
—	$1.20 < \frac{\sigma_{act}}{\sigma_{adm}}$

FIG. 4.16 ESFUERZOS MÁXIMOS

M A R C O eje 05

Y= 57,500

	título profesional:		
	ESTUDIOS SOBRE ESTABILIDAD Y SEGURIDAD ESTRUCTURAL, EN LAS CONDICIONES ACTUALES, DEL EDIFICIO DEL MUSEO UNIVERSITARIO DEL CHOCHO		
presentado por:	JOSUÉ GARDUÑO CHÁVEZ		
director de tesis:	M. en I. JOSÉ LUIS TRIGOS SUÁREZ		
concepto:	DIAGNÓSTICO ESTRUCTURAL	aprobado:	JL/T/JGCH
fecha:	MARCO EJE 05	escala:	1:200
proyecto:	ESFUERZOS: MARCO EJE 05	fecha:	180708
figura:	4.16		



SIMBOLOGÍA

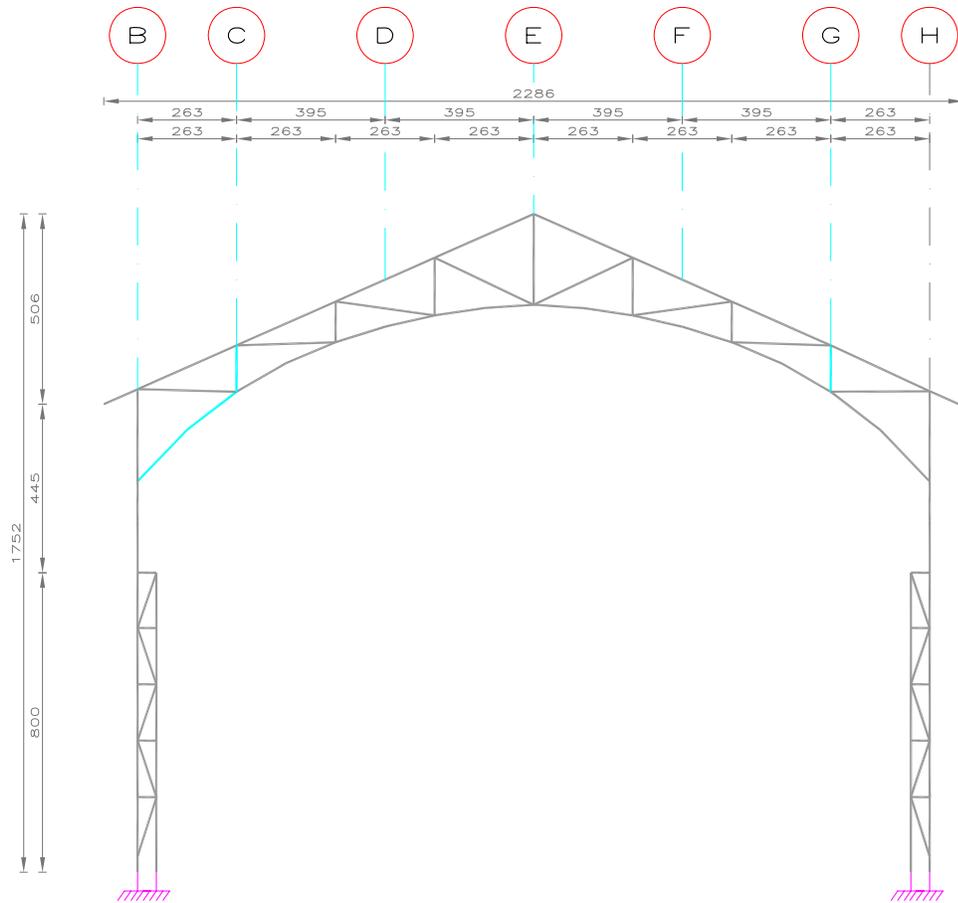
- 0.00 < $\frac{\sigma_{act}}{\sigma_{adm}}$ ≤ 0.60
- 0.60 < $\frac{\sigma_{act}}{\sigma_{adm}}$ ≤ 0.85
- 0.85 < $\frac{\sigma_{act}}{\sigma_{adm}}$ ≤ 1.05
- 1.05 < $\frac{\sigma_{act}}{\sigma_{adm}}$ ≤ 1.20
- 1.20 < $\frac{\sigma_{act}}{\sigma_{adm}}$

FIG. 4.17 ESFUERZOS MÁXIMOS

M A R C O eje 06

Y= 52.100

 teste profesional: ESTUDIOS SOBRE ESTABILIDAD Y SEGURIDAD ESTRUCTURAL, EN LAS CONDICIONES ACTUALES, DEL EDIFICIO DEL MUSEO UNIVERSITARIO DEL CHOPO			
presente: JOSUÉ GARDUÑO CHÁVEZ			
director de tesis: M. en I. JOSÉ LUIS TRIGOS SUÁREZ			
concepto: DIAGNÓSTICO ESTRUCTURAL	aprobó: JL7/JGCH	fecha: MARCO EJE 06	escala: 1:200
dibujo: ESFUERZOS: MARCO EJE 06		fecha: 180708	figura: 4.17



SIMBOLOGÍA

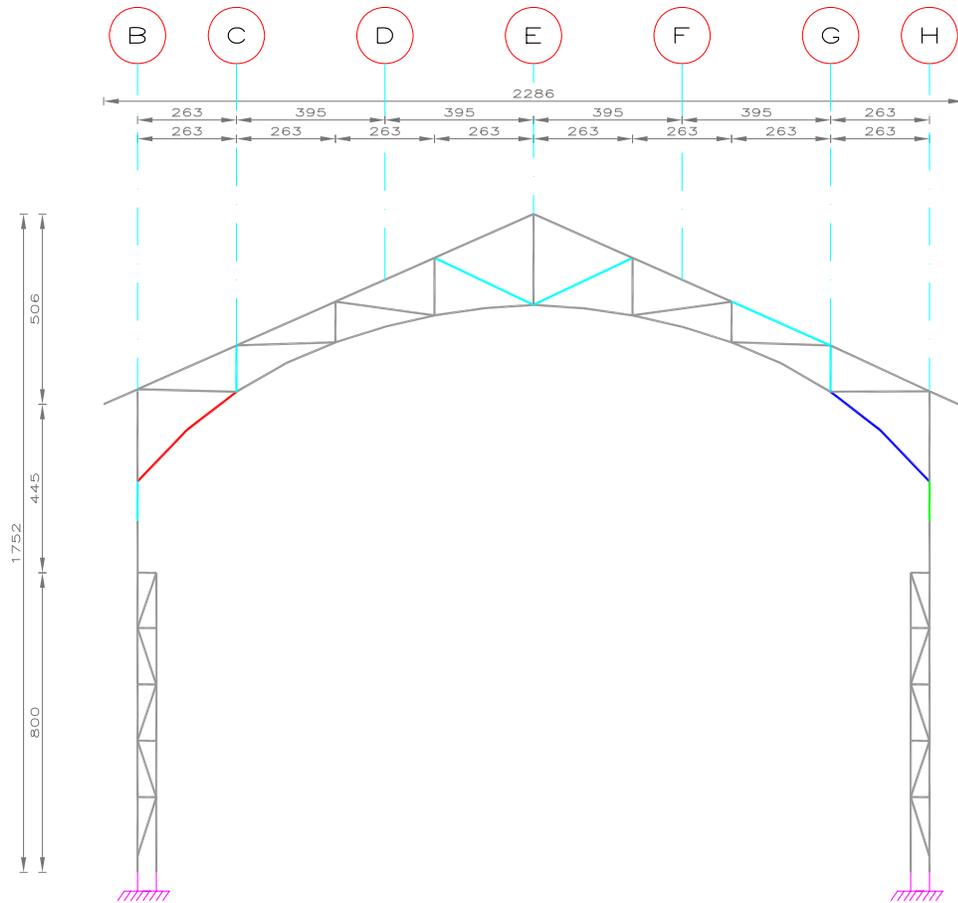
—	$0.00 < \frac{\sigma_{act}}{\sigma_{adm}} \leq 0.60$
—	$0.60 < \frac{\sigma_{act}}{\sigma_{adm}} \leq 0.85$
—	$0.85 < \frac{\sigma_{act}}{\sigma_{adm}} \leq 1.05$
—	$1.05 < \frac{\sigma_{act}}{\sigma_{adm}} \leq 1.20$
—	$1.20 < \frac{\sigma_{act}}{\sigma_{adm}}$

FIG. 4.18 ESFUERZOS MÁXIMOS

M A R C O eje 13

Y= 24.300

 tesis profesional: ESTUDIOS SOBRE ESTABILIDAD Y SEGURIDAD ESTRUCTURAL, EN LAS CONDICIONES ACTUALES, DEL EDIFICIO DEL MUSEO UNIVERSITARIO DEL CHOCHO			
presente: JOSUÉ GARDUÑO CHÁVEZ			
director de tesis: M. en I. JOSÉ LUIS TRIGOS SUÁREZ			
concepto: DIAGNÓSTICO ESTRUCTURAL	aprobó: JL7/JGCH	fecha: MARCO 13	escala: 1:200
dibujo: ESFUERZOS: MARCO EJE 13		fecha: 180708	figura: 4.18



SIMBOLOGÍA

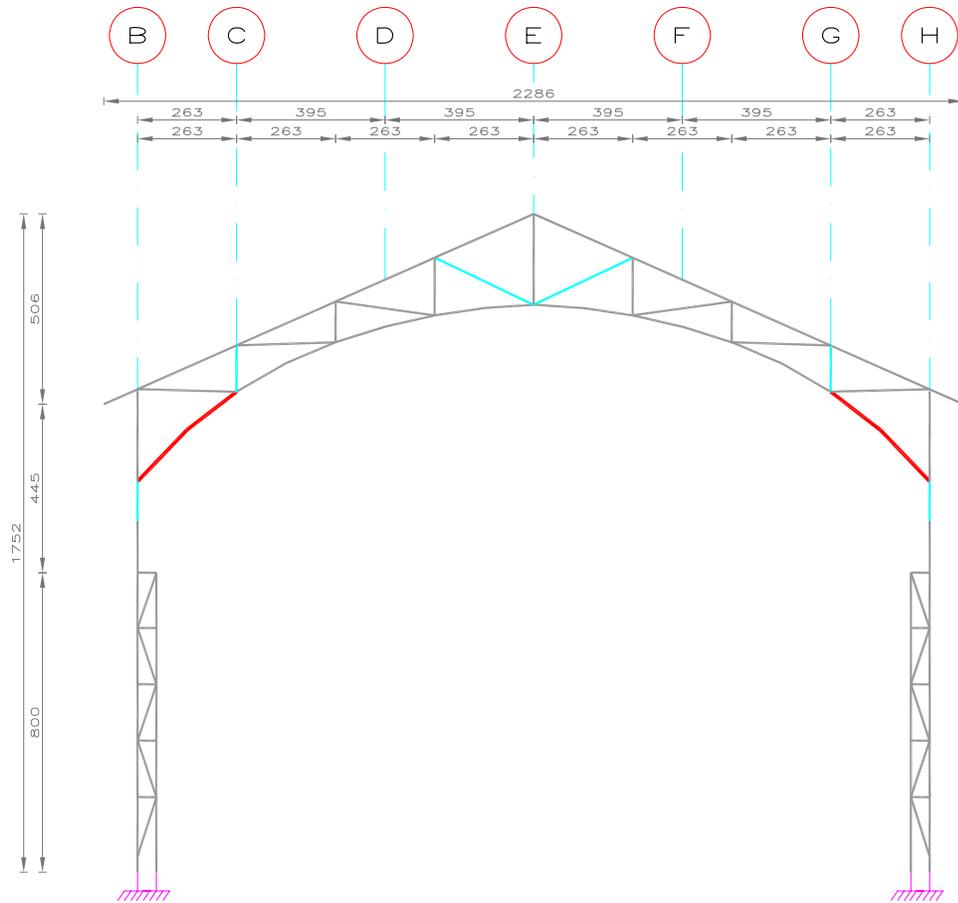
—	$0.00 < \frac{\sigma_{act}}{\sigma_{adm}} \leq 0.60$
—	$0.60 < \frac{\sigma_{act}}{\sigma_{adm}} \leq 0.85$
—	$0.85 < \frac{\sigma_{act}}{\sigma_{adm}} \leq 1.05$
—	$1.05 < \frac{\sigma_{act}}{\sigma_{adm}} \leq 1.20$
—	$1.20 < \frac{\sigma_{act}}{\sigma_{adm}}$

FIG. 4.19 ESFUERZOS MÁXIMOS

M A R C O eje 14

Y= 18,900

	título profesional:		
	ESTUDIOS SOBRE ESTABILIDAD Y SEGURIDAD ESTRUCTURAL, EN LAS CONDICIONES ACTUALES, DEL EDIFICIO DEL MUSEO UNIVERSITARIO DEL CHOCHO		
presenta:			
JOSUÉ GARDUÑO CHÁVEZ			
director de tesis:			
M. en I. JOSÉ LUIS TRIGOS SUÁREZ			
concepto:	aprobó:	archivo:	escala:
DIAGNÓSTICO ESTRUCTURAL	JL7/JGCh	MARCO EJE 14	1:200
dibujo:	fecha:	figura:	
ESFUERZOS: MARCO EJE 14	180708	4.19	



SIMBOLOGÍA

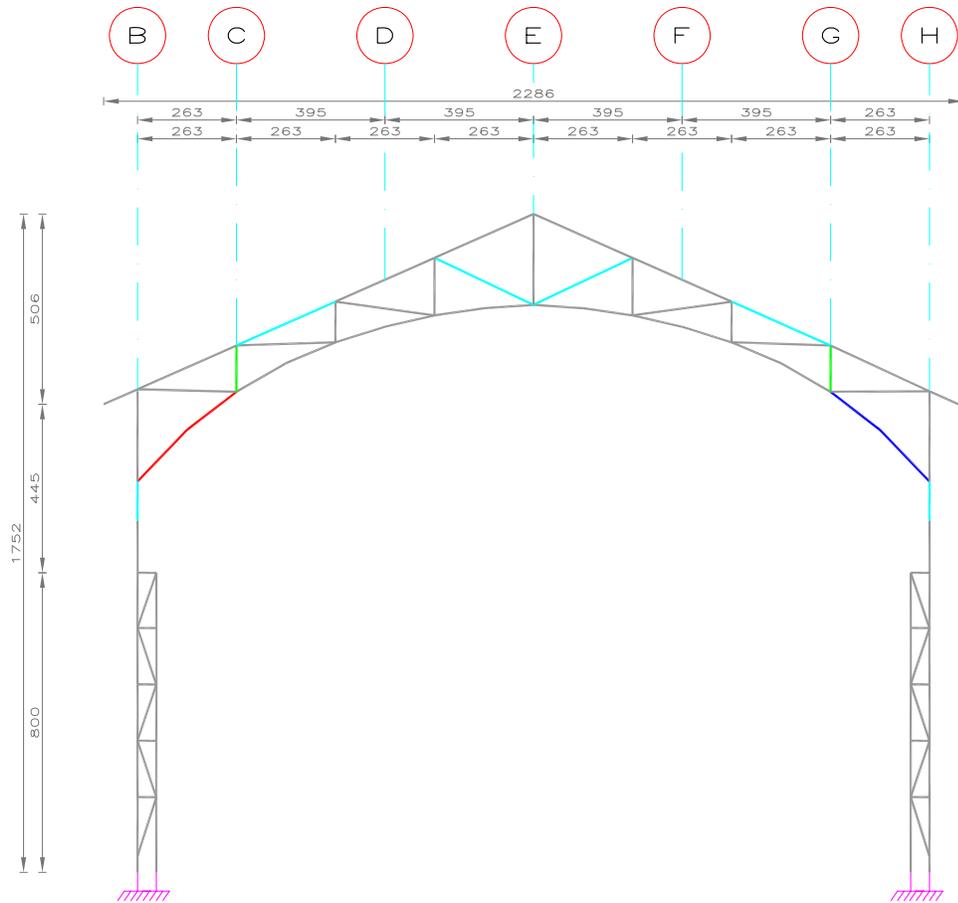
—	$0.00 < \frac{\sigma_{act}}{\sigma_{adm}} \leq 0.60$
—	$0.60 < \frac{\sigma_{act}}{\sigma_{adm}} \leq 0.85$
—	$0.85 < \frac{\sigma_{act}}{\sigma_{adm}} \leq 1.05$
—	$1.05 < \frac{\sigma_{act}}{\sigma_{adm}} \leq 1.20$
—	$1.20 < \frac{\sigma_{act}}{\sigma_{adm}}$

FIG. 4.20 ESFUERZOS MÁXIMOS

M A R C O eje 15

Y= 13.500

tesis profesional: ESTUDIOS SOBRE ESTABILIDAD Y SEGURIDAD ESTRUCTURAL, EN LAS CONDICIONES ACTUALES, DEL EDIFICIO DEL MUSEO UNIVERSITARIO DEL CHOCHO			
presenta:		JOSUÉ GARDUÑO CHÁVEZ	
director de tesis:		M. en I. JOSÉ LUIS TRIGOS SUÁREZ	
concepto:	aprobó:	archivo:	escala:
DIAGNÓSTICO ESTRUCTURAL	JL7/JGCH	MARCO EJE 15	1:200
elaboró:	fecha:	figura:	
ESFUERZOS: MARCO EJE 15	180708	4.20	



SIMBOLOGÍA

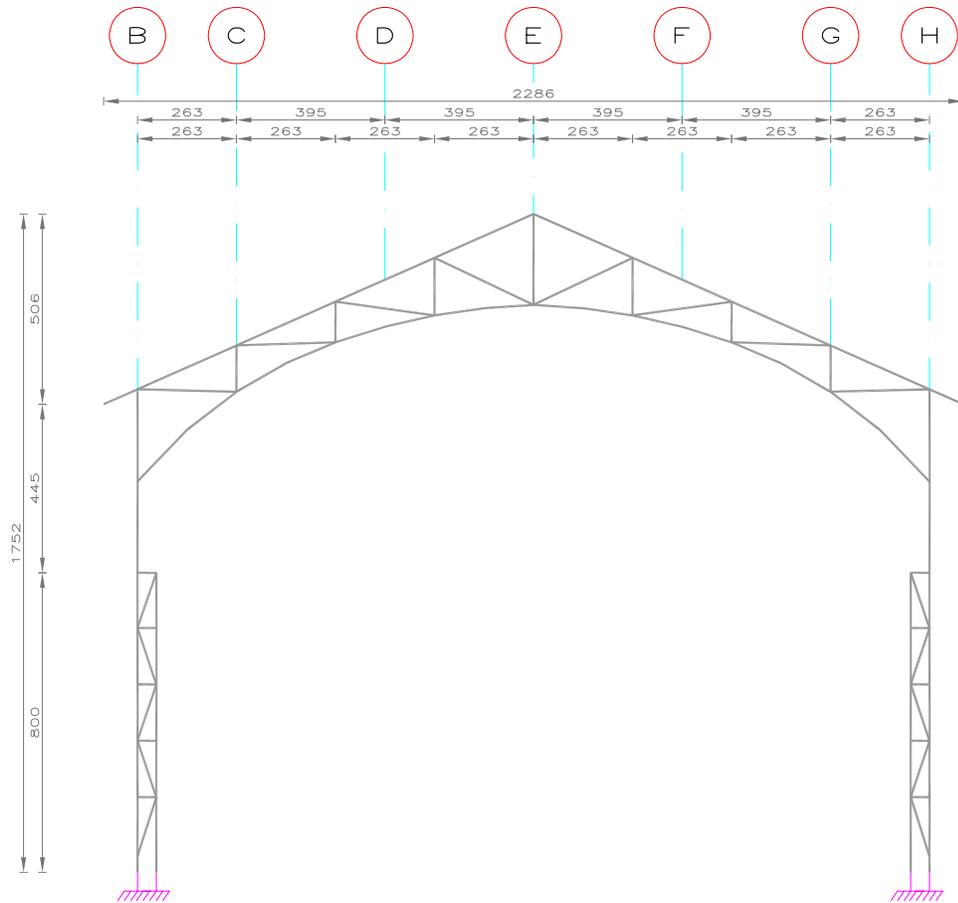
—	$0.00 < \frac{\sigma_{act}}{\sigma_{adm}} \leq 0.60$
—	$0.60 < \frac{\sigma_{act}}{\sigma_{adm}} \leq 0.85$
—	$0.85 < \frac{\sigma_{act}}{\sigma_{adm}} \leq 1.05$
—	$1.05 < \frac{\sigma_{act}}{\sigma_{adm}} \leq 1.20$
—	$1.20 < \frac{\sigma_{act}}{\sigma_{adm}}$

FIG. 4.21 ESFUERZOS MÁXIMOS

M A R C O eje 16

Y= 8.100

	título profesional:		
	ESTUDIOS SOBRE ESTABILIDAD Y SEGURIDAD ESTRUCTURAL, EN LAS CONDICIONES ACTUALES, DEL EDIFICIO DEL MUSEO UNIVERSITARIO DEL CHOCHO		
presentado:	JOSUÉ GARDUÑO CHÁVEZ		
director de tesis:	M. en I. JOSÉ LUIS TRIGOS SUÁREZ		
concepto:	DIAGNÓSTICO ESTRUCTURAL	aprobó:	archivo:
elaboró:	ESFUERZOS: MARCO EJE 16	fecha:	180708
		figura:	4.21



SIMBOLOGÍA

—	$0.00 < \frac{\sigma_{act}}{\sigma_{adm}} \leq 0.60$
—	$0.60 < \frac{\sigma_{act}}{\sigma_{adm}} \leq 0.85$
—	$0.85 < \frac{\sigma_{act}}{\sigma_{adm}} \leq 1.05$
—	$1.05 < \frac{\sigma_{act}}{\sigma_{adm}} \leq 1.20$
—	$1.20 < \frac{\sigma_{act}}{\sigma_{adm}}$

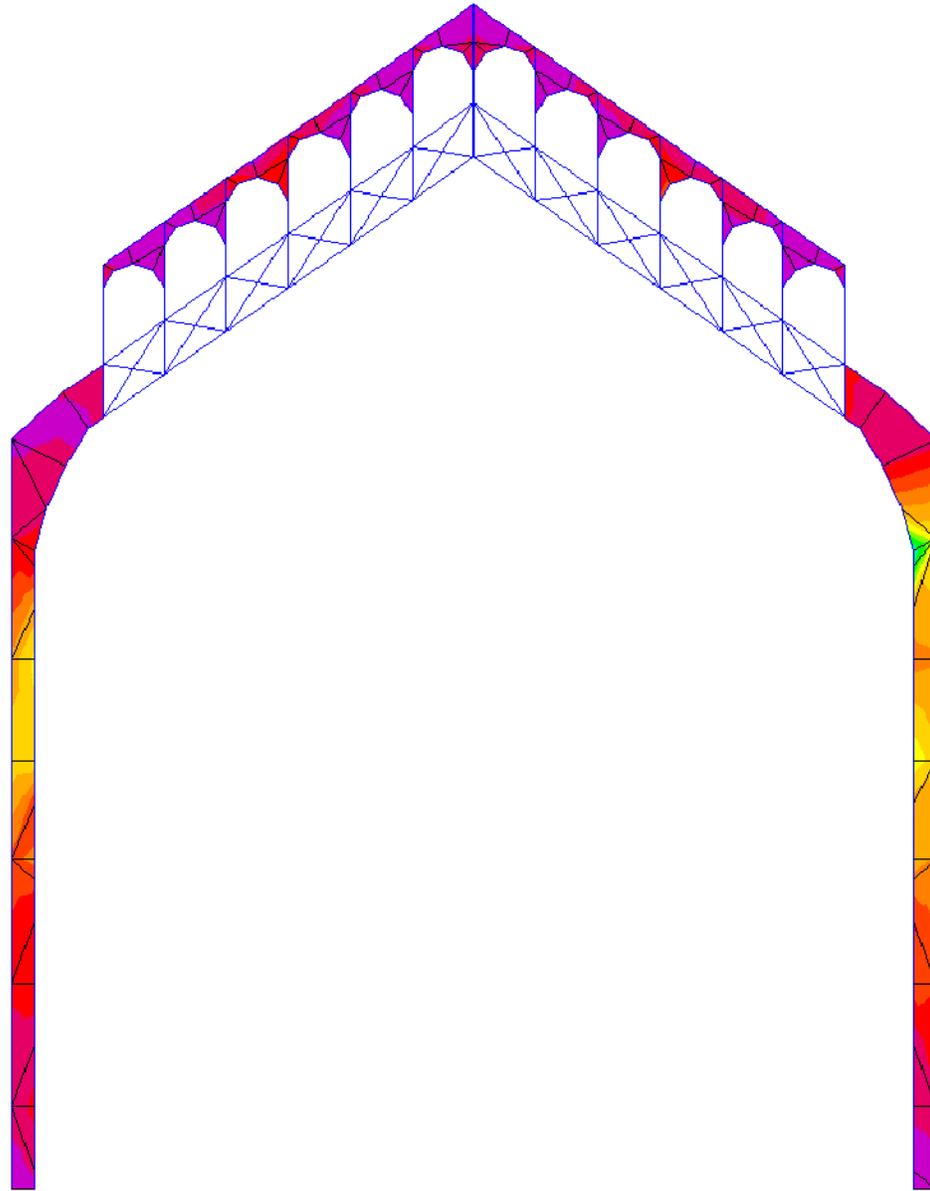
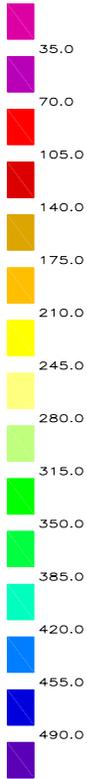
FIG. 4.22 ESFUERZOS MÁXIMOS

M A R C O eje 17

Y= 2.700

 tesis profesional: ESTUDIOS SOBRE ESTABILIDAD Y SEGURIDAD ESTRUCTURAL, EN LAS CONDICIONES ACTUALES, DEL EDIFICIO DEL MUSEO UNIVERSITARIO DEL CHOCHO			
presentador: JOSUÉ GARDUÑO CHÁVEZ			
director de tesis: M. en I. JOSÉ LUIS TRIGOS SUÁREZ			
concepto: DIAGNÓSTICO ESTRUCTURAL	aprobó: J.L.T./J.G.C.H.	archivo: MARCO EJE 17	escala: 1:200
dibujo: ESFUERZOS: MARCO EJE 17	fecha: 180708	figura: 4.22	

Máx Absoluto (x 10³)

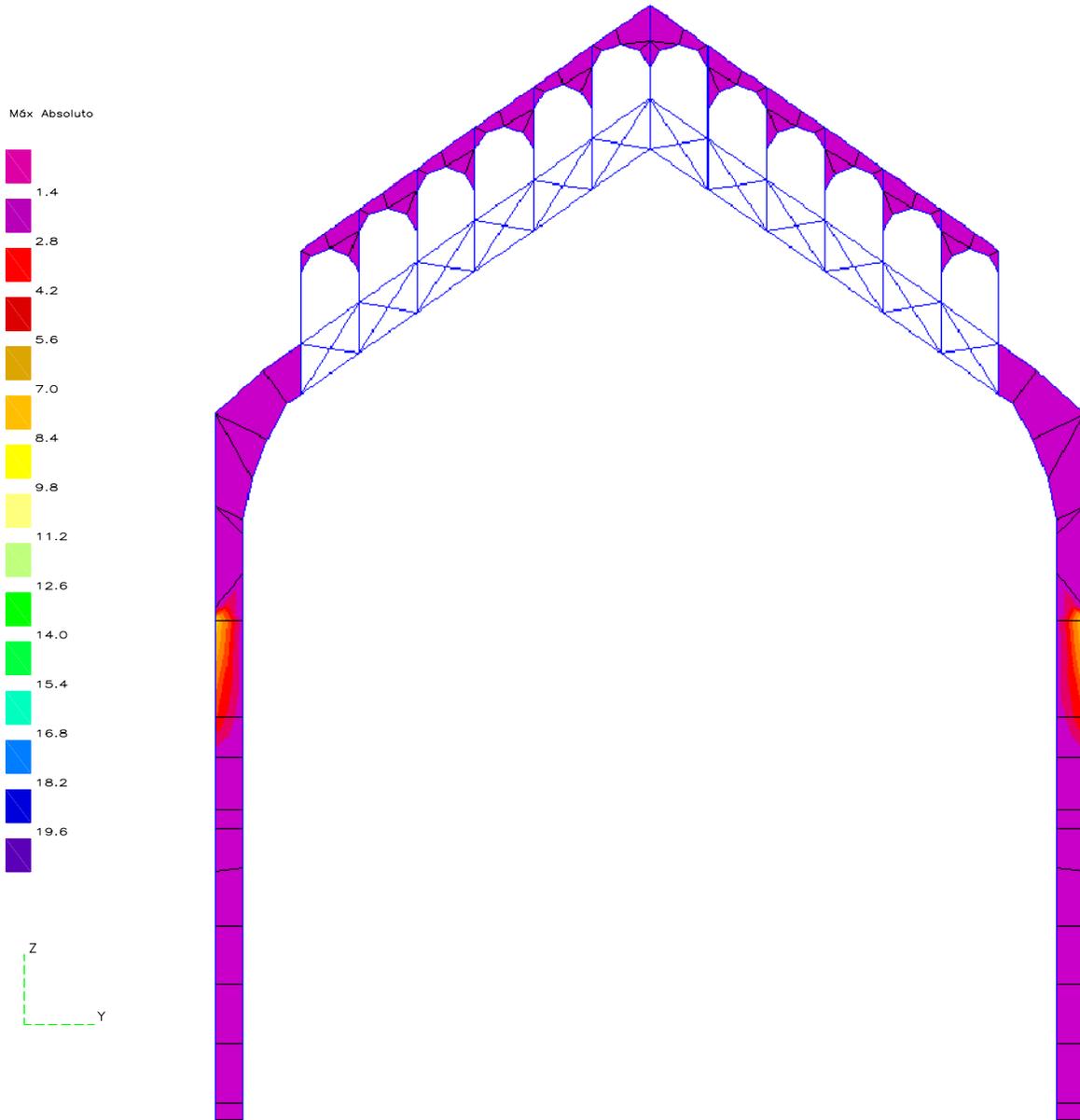


DATOS ESTRUCTURA

MODELO: TChopoM1
 NN = 6270
 NM = 11246
 NP = 3190
 ESFUERZOS EN KGF/CM2.

FIG. 4.23 ESFUERZOS EN PLACAS DE ACERO
 MARCO 6-1 COMBINACIÓN DE CARGA CC23

	tesis profesional:			
	ESTUDIOS SOBRE ESTABILIDAD Y SEGURIDAD ESTRUCTURAL, EN LAS CONDICIONES ACTUALES, DEL EDIFICIO DEL MUSEO UNIVERSITARIO DEL CHOPO			
presenta:	JOSUÉ GARDUÑO CHÁVEZ			
director de tesis:	M. en I. JOSÉ LUIS TRIGOS SUÁREZ			
concepto:	DIAGNÓSTICO ESTRUCTURAL	aprobó:	JLT/JGCh	estado: SIN
dibujo:	ESFUERZOS: MARCO 6-1	fecha:	180708	figura: 4.23



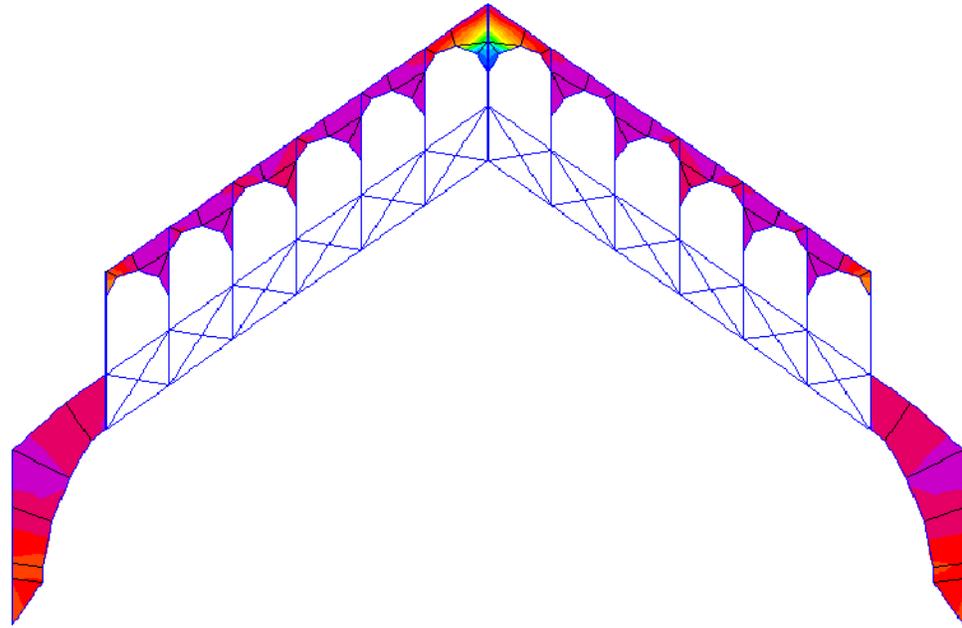
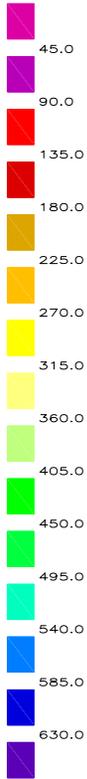
DATOS ESTRUCTURA

MODELO: TChopoM1
 NN = 6270
 NM = 11246
 NP = 3190
 ESFUERZOS EN KGF/CM2.

FIG. 4.24 ESFUERZOS EN PLACAS DE ACERO
 MARCO 6-2 COMBINACIÓN DE CARGA CC23

 tesis profesional: ESTUDIOS SOBRE ESTABILIDAD Y SEGURIDAD ESTRUCTURAL, EN LAS CONDICIONES ACTUALES, DEL EDIFICIO DEL MUSEO UNIVERSITARIO DEL CHOPO			
presenta: JOSUÉ GARDUÑO CHÁVEZ			
director de tesis: M. en I. JOSÉ LUIS TRIGOS SUÁREZ			
concepto: DIAGNÓSTICO ESTRUCTURAL	aprobó: JLT/JGCH	archivo: MARCO 6-2	escala: SIN
dibujo: ESFUERZOS: MARCO 6-2	fecha: 180708	figura: 4.24	

Máx Absoluto (x 10³)



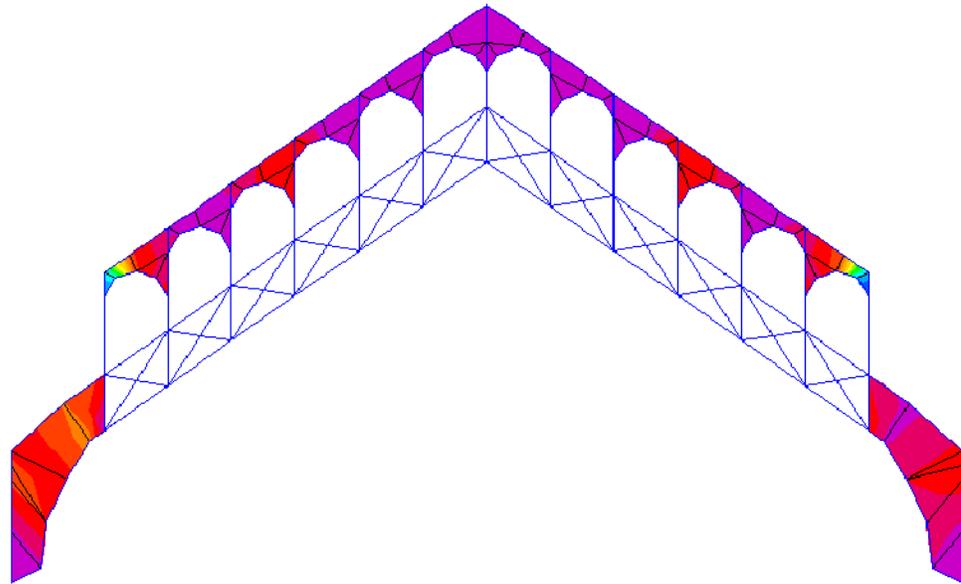
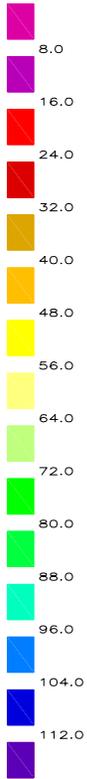
DATOS ESTRUCTURA

MODELO: TChopoM1
 NN = 6270
 NM = 11246
 NP = 3190
 ESFUERZOS EN KGF/CM2.

FIG. 4.25 ESFUERZOS EN PLACAS DE ACERO
MARCO 6-31 COMBINACIÓN DE CARGA CC23

 tesis profesional: ESTUDIOS SOBRE ESTABILIDAD Y SEGURIDAD ESTRUCTURAL, EN LAS CONDICIONES ACTUALES, DEL EDIFICIO DEL MUSEO UNIVERSITARIO DEL CHOCHO			
presenta: JOSUÉ GARDUÑO CHÁVEZ			
director de tesis: M. en I. JOSÉ LUIS TRIGOS SUÁREZ			
concepto:	aprobó:	archivo:	estado:
DIAGNÓSTICO ESTRUCTURAL	JLT/JGCH	MARCO 6-31	SIN
elaboró:	fecha:	figura:	
ESFUERZOS: MARCO 6-31	180708	4.25	

Máx Absoluto (x 10³)



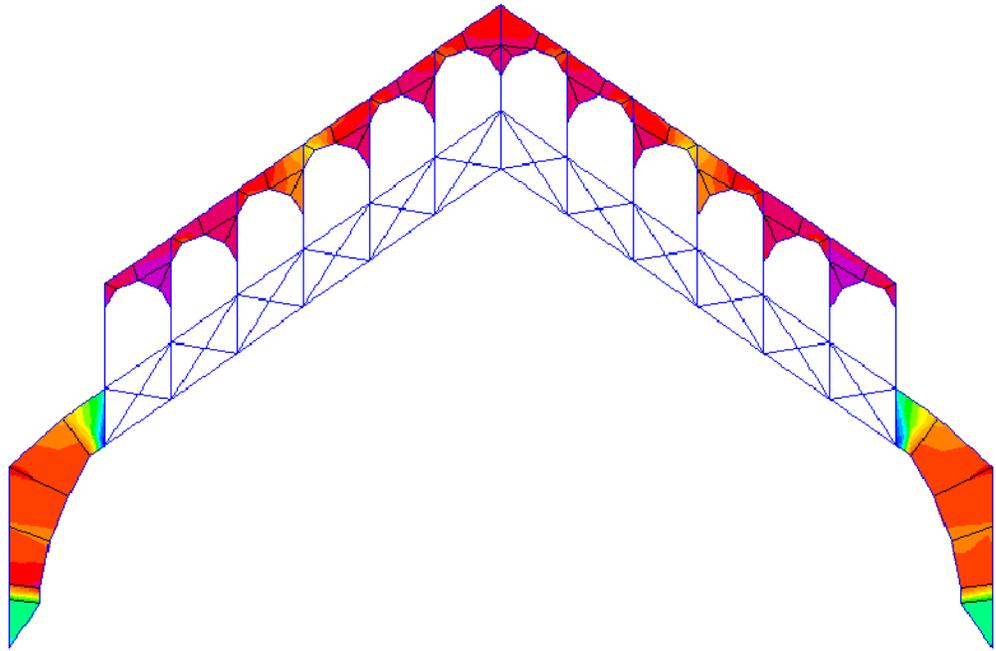
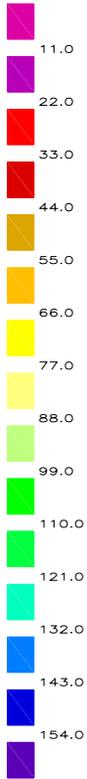
DATOS ESTRUCTURA

MODELO: DCM1FT8B1
 NN = 366
 NM = 478
 NP = 293
 ESFUERZOS EN KGF/CM2.

FIG. 4.26 ESFUERZOS EN PLACAS DE ACERO
MARCO 6-4 COMBINACIÓN DE CARGA CC23

 teste profesional: ESTUDIOS SOBRE ESTABILIDAD Y SEGURIDAD ESTRUCTURAL, EN LAS CONDICIONES ACTUALES, DEL EDIFICIO DEL MUSEO UNIVERSITARIO DEL CHOCHO			
presenta: JOSUÉ GARDUÑO CHÁVEZ			
director de tesis: M. en I. JOSÉ LUIS TRIGOS SUÁREZ			
concepto: DIAGNÓSTICO ESTRUCTURAL	aprobó: JLT/JGCH	archivo: MARCO 6-4	estado: SIN
dibujo: ESFUERZOS: MARCO 6-4	fecha: 180708	figura: 4.26	

Máx Absoluto (x 10³)



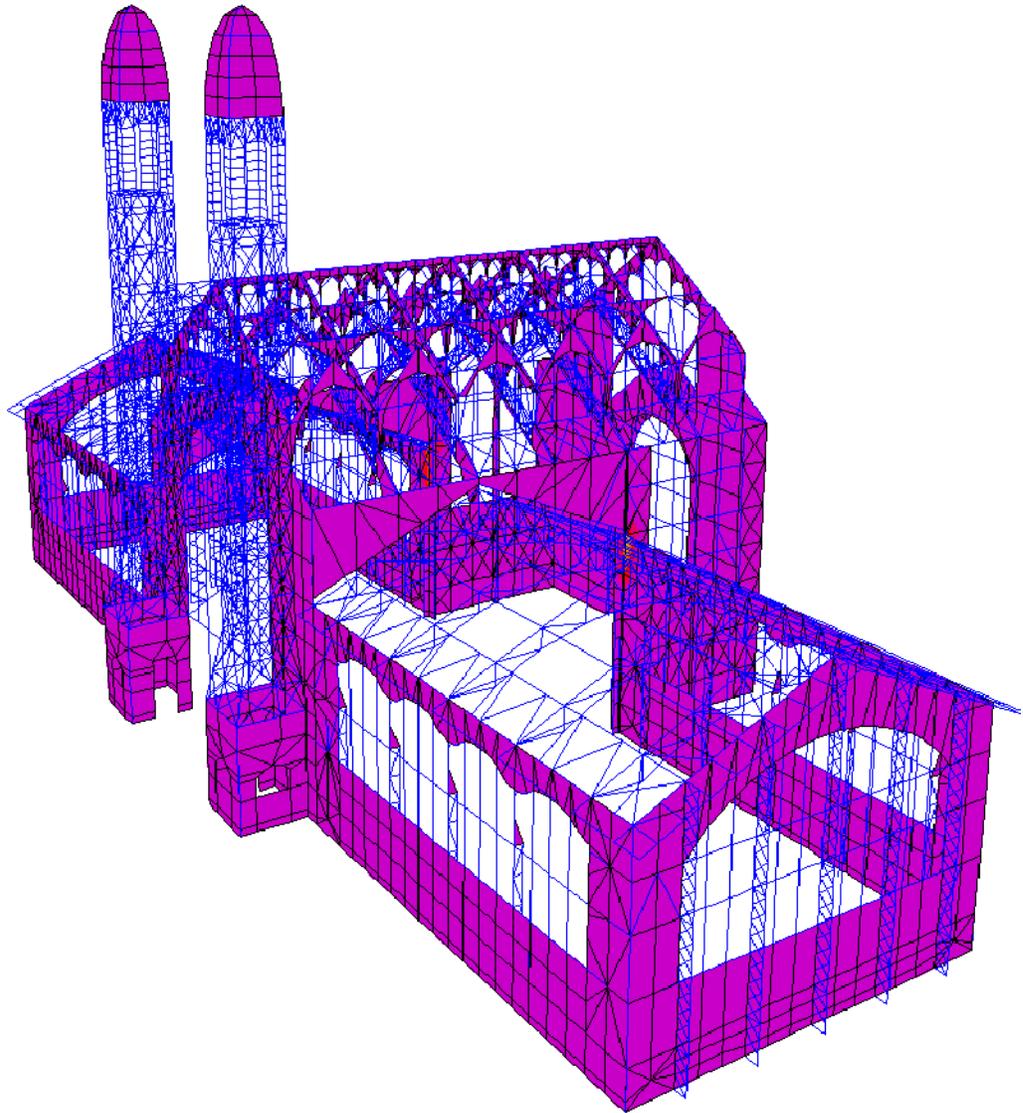
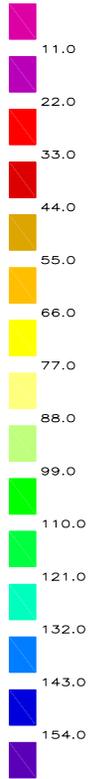
DATOS ESTRUCTURA

MODELO: TChopoM1
 NN = 6270
 NM = 11246
 NP = 3190
 ESFUERZOS EN KGF/CM2.

FIG. 4.27 ESFUERZOS EN PLACAS DE ACERO
MARCO 6-3II COMBINACIÓN DE CARGA CC23

	título profesional:			
	ESTUDIOS SOBRE ESTABILIDAD Y SEGURIDAD ESTRUCTURAL, EN LAS CONDICIONES ACTUALES, DEL EDIFICIO DEL MUSEO UNIVERSITARIO DEL CHOPO			
presentado:	JOSUÉ GARDUÑO CHÁVEZ			
director de tesis:	M. en I. JOSÉ LUIS TRIGOS SUÁREZ			
concepto:	DIAGNÓSTICO ESTRUCTURAL	aprobó:	JLT/JGCH	archivo:
				MARCO 6-3II
				SIN
#Bajo:	ESFUERZOS: MARCO 6-3II	fecha:	180708	figura:
				4.27

Máx Absoluto ($\times 10^3$)



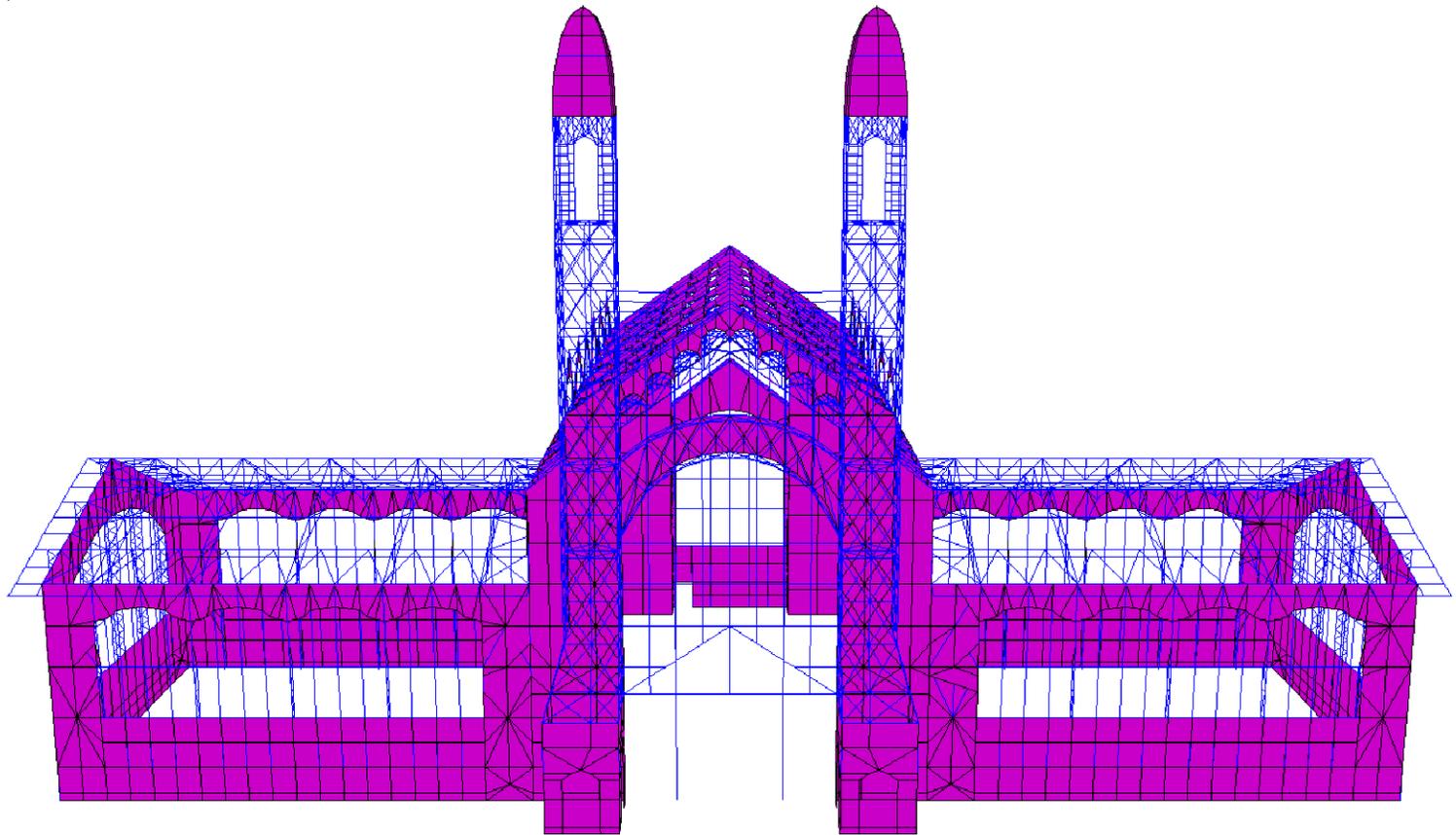
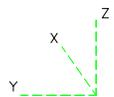
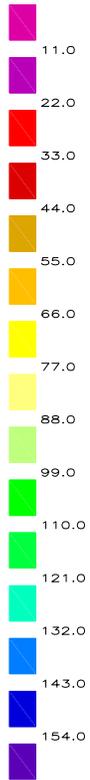
DATOS ESTRUCTURA

MODELO: TChopoM1
 NN = 6270
 NM = 11246
 NP = 3190
 ESFUERZOS EN KGF/CM2.

FIG. 4.28 ESFUERZOS EN MUROS Y PLACAS DE ACERO
ISOMÉTRICO 16 COMBINACIÓN DE CARGA CC23

	título profesional:			
	ESTUDIOS SOBRE ESTABILIDAD Y SEGURIDAD ESTRUCTURAL, EN LAS CONDICIONES ACTUALES, DEL EDIFICIO DEL MUSEO UNIVERSITARIO DEL CHOPO			
presentado:	JOSUÉ GARDUÑO CHÁVEZ			
director de tesis:	M. en I. JOSÉ LUIS TRIGOS SUÁREZ			
concepto:	DIAGNÓSTICO ESTRUCTURAL	aprobó:	JLT/JGCh	archivo:
estado:	SIN	fecha:	180708	figura:
nombre:	ESFUERZOS: ISOMÉTRICO 16			4.28

Máx Absoluto ($\times 10^3$)



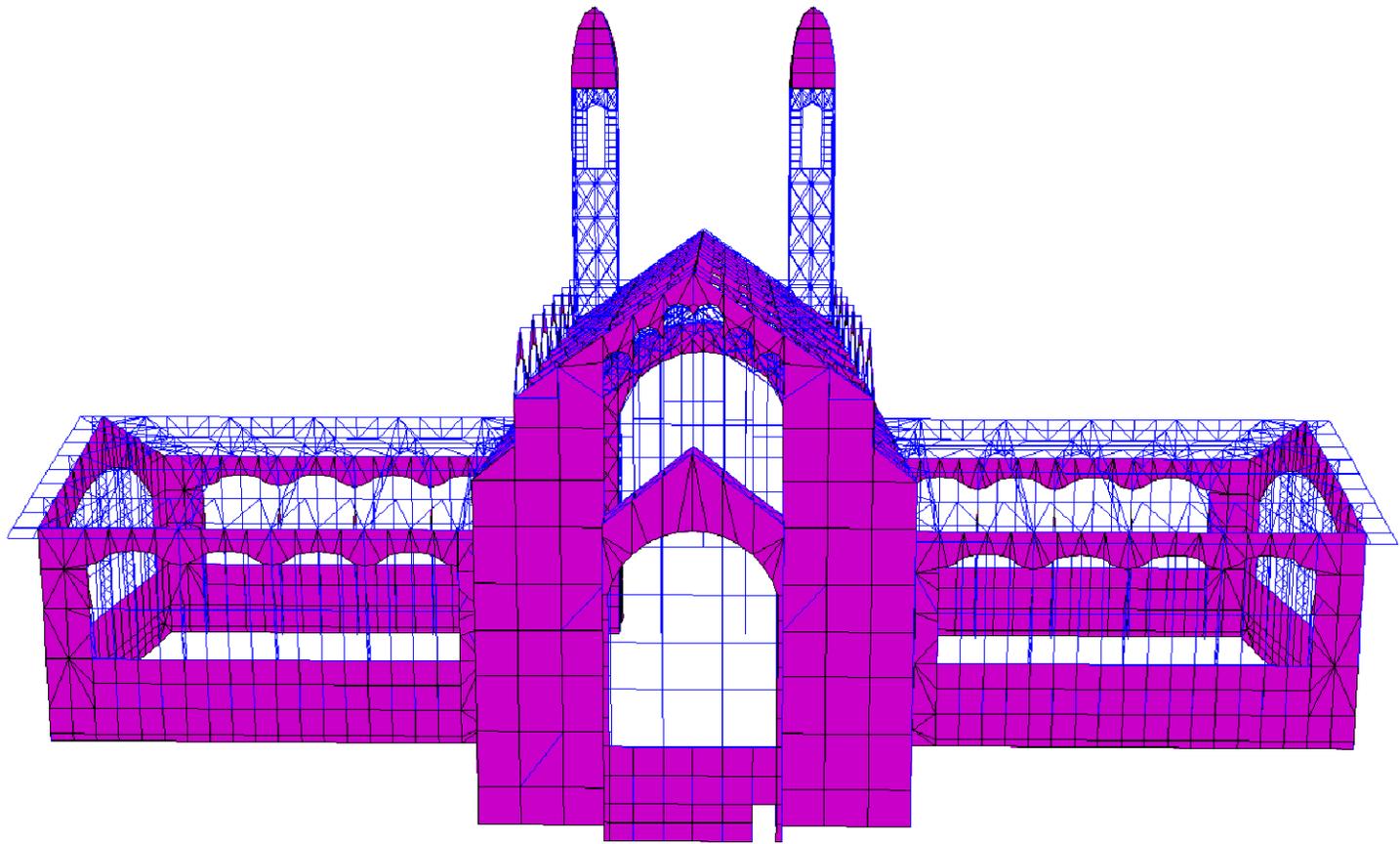
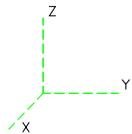
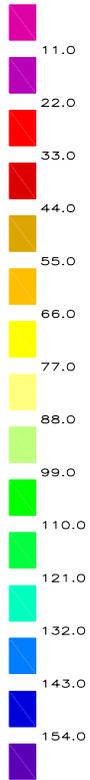
DATOS ESTRUCTURA

MODELO: TchopoM1
 NN = 6270
 NM = 11246
 NP = 3190
 ESFUERZOS EN KGF/CM2.

FIG. 4.29 ESFUERZOS EN MUROS Y PLACAS DE ACERO
ISOMÉTRICO 17 COMBINACIÓN DE CARGA CC23

tesis profesional:			
ESTUDIOS SOBRE ESTABILIDAD Y SEGURIDAD ESTRUCTURAL, EN LAS CONDICIONES ACTUALES, DEL EDIFICIO DEL MUSEO UNIVERSITARIO DEL CHOPO			
presenta: JOSUÉ GARDUÑO CHÁVEZ			
director de tesis: M. en I. JOSÉ LUIS TRIGOS SUÁREZ			
concepto:	aprobó:	archivó:	sesión:
DIAGNÓSTICO ESTRUCTURAL	JLT/JGCH	Esf_Isall	SIN
dibujo:	fecha:	figura:	
ESFUERZOS: ISOMÉTRICO 17	180708	4.29	

Máx Absoluto ($\times 10^3$)



DATOS ESTRUCTURA

MODELO: TchopoM1
 NN = 6270
 NM = 11246
 NP = 3190
 ESFUERZOS EN KGF/CM2.

FIG. 4.30 ESFUERZOS EN PLACAS DE ACERO
ISOMÉTRICO 18 COMBINACIÓN DE CARGA CC23

	tesis profesional:			
	ESTUDIOS SOBRE ESTABILIDAD Y SEGURIDAD ESTRUCTURAL, EN LAS CONDICIONES ACTUALES, DEL EDIFICIO DEL MUSEO UNIVERSITARIO DEL CHOPO			
presenta:		JOSUÉ GARDUÑO CHÁVEZ		
director de tesis:		M. en I. JOSÉ LUIS TRIGOS SUÁREZ		
concepto:	aprobó:	archivo:	sesión:	
DIAGNÓSTICO ESTRUCTURAL	JLT/JGCH	Esf-IsocIII	SIN	
dibujo:	fecha:	figura:		
ESFUERZOS: ISOMÉTRICO 18	180708	4.30		

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

El Museo Universitario del Chopo, estructura del siglo pasado, que muestra en cada uno de sus espacios la emoción del encuentro con la historia, la arquitectura y la ingeniería, es una construcción conformada por su estructura portante de acero, integrada por columnas compuestas de celosía y placas, armaduras en forma de arco; rellena parcialmente con muros de mampostería y grandes espacios de luz, permitidos por sus fachadas de cristal, todo cubierto por una techumbre de madera. Fabricado y desmontado desde Europa, nacido de una feria organizada en Düsseldorf, Alemania, donde se realizó una Exposición de Arte e Industria Textil.

Y, después, transportados sus elementos y reconstruidos en la Ciudad de México, en la colonia Santa María la Ribera, donde durante su vida de servicio y ocio, cubrió diferentes usos, como Museo de Historia Natural y en la actualidad llevando el nombre que su placa de la fachada lo nombra. Lugar donde se desarrollan múltiples actividades artísticas y culturales, bajo la jurisdicción de la Universidad Nacional Autónoma de México, para difusión de la cultura.

Durante todo este tiempo transcurrido, no se tiene conocimiento de que se haya realizado una revisión similar, como la desarrollada en este trabajo, donde se emplean herramientas modernas disponibles y se recurre a la historia, como un elemento fundamental para comprender las condiciones de seguridad actual.

En el análisis general de la estructura se plantea considerar la hipótesis de un comportamiento elástico-lineal, en las consideraciones de las acciones accidentales, se tomaron en cuenta los efectos de sismo y viento; para la evaluación de los efectos sísmicos, se realizó un análisis dinámico espectral y en el caso de viento, se realizó un análisis estático aplicando sus efectos en las cuatro direcciones cardinales.

El proceso de modelación analítica y matemática de la estructura, resultó laborioso, dada la poca información disponible, aunando a esto la corroboración de la misma, ya que hubo incongruencias al momento de cotejar la información con los levantamientos realizados, parte la información se corroboró mediante una estación total, dada la altura de la construcción, estas actividades fueron fundamentales para definir la estructura interior y el inicio de su modelación; el desconocimiento de las propiedades de los materiales, condujo a realizar una investigación más profunda en la historia de la construcción en acero por los años de 1903. Como resultado se obtuvo un modelo tridimensional, que consta de 6,270 nudos, 11,246 elementos barra y 3,190 elementos placa.

Se formularon nueve condiciones básicas de cargas permanentes y accidentales (CC01 a CC09); trece combinaciones para revisión de los desplazamientos en los nudos de la estructura (CC10 a CC22); y trece combinaciones para revisión de índices de seguridad de los elementos de acero (CC23 a CC35). Se efectuaron diversos análisis de los efectos de los sistemas de carga actuando sobre la estructura, planteando el equilibrio en la condición deformada, con objeto de considerar explícitamente los efectos de segundo orden. Se revisaron todos los elementos de la estructura para todas las combinaciones de carga; a continuación se consigna un resumen de los principales resultados.

1. Desplazamientos.

Se revisaron los conceptos aplicables del RCDF04, Título VI, Seguridad estructural de las Edificaciones: Capítulo III, Criterios de Diseño Estructural; y Capítulo VI, Diseño por Sismo. Se calcularon los desplazamientos de todos los nudos de la estructura.

Al revisar los estados límite de desplazamientos horizontales en las dos direcciones de análisis, incluidos como ejemplo las combinaciones 18 y 19, se obtiene que los **desplazamientos máximos de la estructura deformada**, a distintos niveles del Museo, para las combinaciones de cargas más críticas son de **7.7 cm** y **6.3 cm**, en las direcciones transversal y longitudinal, respectivamente, que al compararlos con los desplazamientos aceptables en el RCDF04, de **16.0 cm**, resultan **condiciones satisfactorias**.

Las tablas 4.1.1, 4.1.2 y 4.1.3 corresponden a los resultados de desplazamientos de la estructura para las combinaciones de cargas 18 y 19.

2. Columnas y Elementos de acero.

Se efectuaron análisis estructurales de segundo orden con objeto de considerar el equilibrio en la condición deformada, revisando los conceptos aplicables de las Normas Técnicas Complementarias para diseño y Construcción de Estructuras Metálicas del RCDF04, y del AISC-ASD 1989.

De los resultados de la revisión de columnas, cuerdas inferiores, superiores, montantes, diagonales y placas de acero, se deduce que para todos los elementos y sus secciones tienen resistencias adecuadas, presentándose relaciones de esfuerzos actuantes entre los esfuerzos admisibles menores que 1.00.

Excepto las que se muestran en las figuras 4.14, 4.15, 4.16, 4.19, 4.20 y 4.21 donde se presentan para 8 (ocho) elementos relaciones de esfuerzos actuantes entre esfuerzo admisible mayores de 1.20, en las cuerdas inferiores de las armaduras, cercanas a los muros de mampostería de las fachadas de oriente y poniente; sin embargo durante toda su historia de funcionamiento del Museo, han presentado un comportamiento adecuado, sin mostrar índices tangibles de inestabilidad.

Las figuras 4.23 a la 4.27, muestran los valores de los esfuerzos máximos en las placas de acero de los marcos tipo 6 y las figuras 4.28 a 4.30, se muestran los valores de los esfuerzos máximos en los muros de mampostería, representados por un código de colores con sus respectivos valores absolutos, para diferentes rangos de valores obtenidos, debidos a la combinación de carga CC23.

Las torres exteriores no se reportan dentro de los resultados conforme disposiciones reglamentarias, motivado por la escasa información recabada y disponible. El hecho de realizar una inspección más minuciosa en el sitio, representaba una condición de inseguridad, por lo inaccesible y el deficiente mantenimiento que presentan alguno de sus elementos, muy deteriorados. Por lo que se recomienda dar mantenimiento a ambas torres, creando un mejor acceso, para futuras labores de mantenimiento e inspección.

En general toda la estructura ha mostrado un buen comportamiento durante todo un siglo, pero se debe prolongar este adecuado funcionamiento, con labores de mantenimiento e inclusive la restitución de algunas secciones metálicas y remaches. Sin olvidar una inspección periódica y sistemática, y un estudio más minucioso de todo el Museo.

BIBLIOGRAFÍA

1. Edgardo Benítez, Museo Universitario del Chopo 1973~1988, Ediciones Toledo, 1988.
2. Anónimo, SAP2000, Integrated Software for Structural Analysis and Design, Analysis Reference Manual, Julio 2002.
3. Bazan, E. y Meli, R., Diseño Sísmico de Edificios, Editorial Limusa, 2001.
4. Anónimo, Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal, Diario Oficial, Enero 29, 2004.
5. Anónimo, Normas Técnicas Complementarias para Diseño por Sismo, Diario Oficial, Octubre 6, 2004.
6. Anónimo, Normas Técnicas Complementarias para Diseño y Construcción de Estructuras de Concreto, Diario Oficial, Octubre 6, 2004.
7. Anónimo, Normas Técnicas Complementarias para Diseño y Construcción de Estructuras de Mampostería, Diario Oficial, Octubre 6, 2004.
8. Anónimo, Normas Técnicas Complementarias para Diseño y Construcción de Estructuras de Metálicas, Diario Oficial, Octubre 6, 2004.
9. Anónimo, American Institute for Steel Construction: Manual for Steel Construction: Allowable Stress Design 9th Edition, 1989.
10. Anónimo, Pocket Companion, Carnegie Steel Company, 1903.
11. Dirección General de Obras y Conservación de la UNAM, Planos, 1987.
12. Trigos, J. L., et al Museo Universitario del Chopo, México, D. F., Dictamen Técnico de Seguridad Estructural en las Condiciones Actuales, TIC, S.A. de C.V., Julio 2003.
13. Dirección General de Obras y Conservación de la UNAM, Levantamientos, 1987.

LISTA DE IMÁGENES, TABLAS Y FIGURAS.

		Pág.
I. ANTECEDENTES.		
Museo Universitario del Chopo en Alemania.	Imagen 1.	4
Antiguo Museo Nacional de Historia Natural.	Imagen 2.	5
Museo Universitario del Chopo en sus inicios.	Imagen 3.	5
Museo Universitario del Chopo en la actualidad.	Imagen 4.	6
II. DESCRIPCIÓN DE LA CONSTRUCCIÓN Y SU ESTRUCTURA.		
2.2 Descripción de su estructura y cimentación.		
Perfil estratigráfico.	Fig. 2.1	9
2.3 Tipificación de la construcción.		
Localización del Museo Universitario del Chopo.	Fig. 2.2	10
Fotografías de fachadas.	Fig. 2.3	11
Planta baja.	Fig. 2.4	12
Fachada poniente.	Fig. 2.5	13
Fachada oriente.	Fig. 2.6	14
Fachada norte.	Fig. 2.7	15
Fachada sur.	Fig. 2.8	16
III. ESTUDIOS ANALÍTICOS.		
Levantamiento con estación total en el interior del Museo Universitario del Chopo.	Imagen 5.	17
3.1 Modelación Analítica.		
Ubicación de marcos.	Fig. 3.1	28
Marco tipo 1.	Fig. 3.2	29
Marco tipo 2.	Fig. 3.3	30
Marco tipo 3a.	Fig. 3.4	31
Marco tipo 3b.	Fig. 3.5	32
Marco tipo 4-H.	Fig. 3.6	33
Marco tipo 4-I.	Fig. 3.7	34
Marco 5.	Fig. 3.8	35
Marco 6-1.	Fig. 3.9	36
Marco 6-2.	Fig. 3.10	37
Marco 6-3.	Fig. 3.11	38
Marco 6-4.	Fig. 3.12	39
Marco 7.	Fig. 3.13	40
Marco 8.	Fig. 3.14	41
Columnas de celosía.	Fig. 3.15	42
Planta de techumbres.	Fig. 3.16	43
Techumbre A.	Fig. 3.17	44
Techumbre B.	Fig. 3.18	45
Torres.	Fig. 3.19	46
Secciones de columnas compuestas.	Fig. 3.20	47

3.2 Modelación de la Estructura.

Marco tipo 1.	Fig. 3.21	48
Marco tipo 2.	Fig. 3.22	49
Marco tipo 3a.	Fig. 3.23	50
Marco tipo 3b.	Fig. 3.24	51
Marco tipo 4-H.	Fig. 3.25	52
Marco tipo 4-I.	Fig. 3.26	53
Marco 5.	Fig. 3.27	54
Marco 6-1.	Fig. 3.28	55
Marco 6-2.	Fig. 3.29	56
Marco 6-3.	Fig. 3.30	57
Marco 6-4.	Fig. 3.31	58
Marco 7.	Fig. 3.32	59
Marco 8.	Fig. 3.33	60
Columnas tipo de celosía.	Fig. 3.34	61
Torres.	Fig. 3.35	62
Techumbre A.	Fig. 3.36	63
Techumbre B.	Fig. 3.37	64
Isométrico 1.	Fig. 3.38	65
Isométrico 2.	Fig. 3.39	66
Isométrico 3.	Fig. 3.40	67

3.7 Efectos de cargas accidentales: sismo y viento.

Espectro de diseño.	Fig. 3.41	23
Velocidades regionales V_r .	Tabla 3.1	24
Formas topográficas locales.	Fig. 3.42	24
Rugosidad del terreno.	Fig. 3.43	25
Rugosidad del terreno, α y δ .	Tabla 3.2	25
Factores de topografía y rugosidad del terreno.	Tabla 3.3	25
Distribución de la velocidad de diseño del viento con respecto a la altura.	Fig. 3.44	26
Direcciones de la velocidad del viento.	Fig. 3.44	27

IV. RESULTADOS CONFORME A DISPOSICIONES REGLAMENTARIAS.

4.1 Revisión de los estados límite de servicio.

Revisión de desplazamientos en marcos tipo 1.	Tabla 4.1	69
Revisión de desplazamientos en marcos tipo 1 (continuación).	Tabla 4.2	70
Revisión de desplazamientos en marcos tipo 6.	Tabla 4.3	71

Isométrico 4 de desplazamientos combinación de carga 18.	Fig. 4.1	72
Isométrico 5 de desplazamientos combinación de carga 18.	Fig. 4.2	73
Isométrico 6 de desplazamientos combinación de carga 18.	Fig. 4.3	74
Isométrico 7 de desplazamientos combinación de carga 18.	Fig. 4.4	75
Isométrico 8 de desplazamientos combinación de carga 18.	Fig. 4.5	76
Isométrico 9 de desplazamientos combinación de carga 18.	Fig. 4.6	77
Isométrico 10 de desplazamientos combinación de carga 19.	Fig. 4.7	78
Isométrico 11 de desplazamientos combinación de carga 19.	Fig. 4.8	79
Isométrico 12 de desplazamientos combinación de carga 19.	Fig. 4.9	80
Isométrico 13 de desplazamientos combinación de carga 19.	Fig. 4.10	81
Isométrico 14 de desplazamientos combinación de carga 19.	Fig. 4.11	82
Isométrico 15 de desplazamientos combinación de carga 19.	Fig. 4.12	83

4.1 Revisión de los estados límite de falla.

Esfuerzos máximos, marco eje 02.	Fig. 4.13	90
Esfuerzos máximos, marco eje 03.	Fig. 4.14	91
Esfuerzos máximos, marco eje 04.	Fig. 4.15	92
Esfuerzos máximos, marco eje 05.	Fig. 4.16	93
Esfuerzos máximos, marco eje 06.	Fig. 4.17	94
Esfuerzos máximos, marco eje 13.	Fig. 4.18	95
Esfuerzos máximos, marco eje 14.	Fig. 4.19	96
Esfuerzos máximos, marco eje 15.	Fig. 4.20	97
Esfuerzos máximos, marco eje 16.	Fig. 4.21	98
Esfuerzos máximos, marco eje 17.	Fig. 4.22	99
Esfuerzos en placas de acero, marco 6-1 combinación de carga CC23.	Fig. 4.23	100
Esfuerzos en placas de acero, marco 6-2 combinación de carga CC23.	Fig. 4.24	101
Esfuerzos en placas de acero, marco 6-3I combinación de carga CC23.	Fig. 4.25	102
Esfuerzos en placas de acero, marco 6-4 combinación de carga CC23.	Fig. 4.26	103
Esfuerzos en placas de acero, marco 6-3II combinación de carga CC23.	Fig. 4.27	104
Esfuerzos en muros y placas de acero, Isométrico 16 combinación de carga CC23.	Fig. 4.28	105
Esfuerzos en muros y placas de acero, Isométrico 17 combinación de carga CC23.	Fig. 4.29	106
Esfuerzos en muros y placas de acero, Isométrico 18 combinación de carga CC23.	Fig. 4.30	107