

ACI PERU
CURSO I - 2010:

**ADECUACIÓN DE LAS EDIFICACIONES
EXISTENTES A LAS NORMAS
SISMORESISTENTES**



PROYECTO DE AMPLIACIÓN Y REFORZAMIENTO DEL ESTADIO NACIONAL DE LIMA- PERÚ

*ANTONIO BLANCO BLASCO
RICARDO ARAUJO-ALVAREZ
JOSÉ ANTONIO TERRY*

ANTONIO BLANCO BLASCO INGS. EIRL



ESTA CONFERENCIA TIENE COMO OBJETIVO
EXPLICAR LAS CARACTERÍSTICAS DEL PROYECTO
DE ESTRUCTURAS DE LA REMODELACIÓN Y
AMPLIACIÓN DEL ESTADIO NACIONAL DE LIMA-
PERÚ, DE ACUERDO AL PROYECTO DE
ARQUITECTURA ELABORADO POR EL EQUIPO DE
ARQUITECTOS DIRIGIDO POR JOSÉ BENTÍN, QUE
RESULTARA GANADOR DEL CONCURSO
ORGANIZADO POR EL INSTITUTO PERUANO DEL
DEPORTE A INICIOS DEL 2009.







EL ESTADIO NACIONAL, LLAMADO EL COLOSO DE JOSÉ DÍAZ, POR SER EL NOMBRE DE LA CALLE CON FRENTE A LA TRIBUNA DE OCCIDENTE, FUE PROYECTADO Y CONSTRUIDO EN LA DÉCADA DE LOS 40 E INICIOS DE LOS 50, HABIENDO SIDO INAUGURADO EL 27 DE OCTUBRE DEL AÑO 1952.



LOS PLANOS DE ESTRUCTURAS ENCONTRADOS EN EL ARCHIVO DEL INSTITUTO PERUANO DEL DEPORTE SON DE LA TRIBUNA NORTE, TENIÉNDOSE ALGUNOS DE LAS TRIBUNAS DE OCCIDENTE Y ORIENTE.



ESTOS PLANOS TIENEN LAS FIRMAS DE LOS SIGUIENTES INGENIEROS: MIGUEL BOZZO CH., JUAN SARMIENTO, VICTOR ESTREMADOYRO Y JOSÉ LUIS SAN MARTÍN, TENIENDO FECHA DE 1950 y ALGUNOS DE 1988 (ESCALERA DE TORRE NORTE).



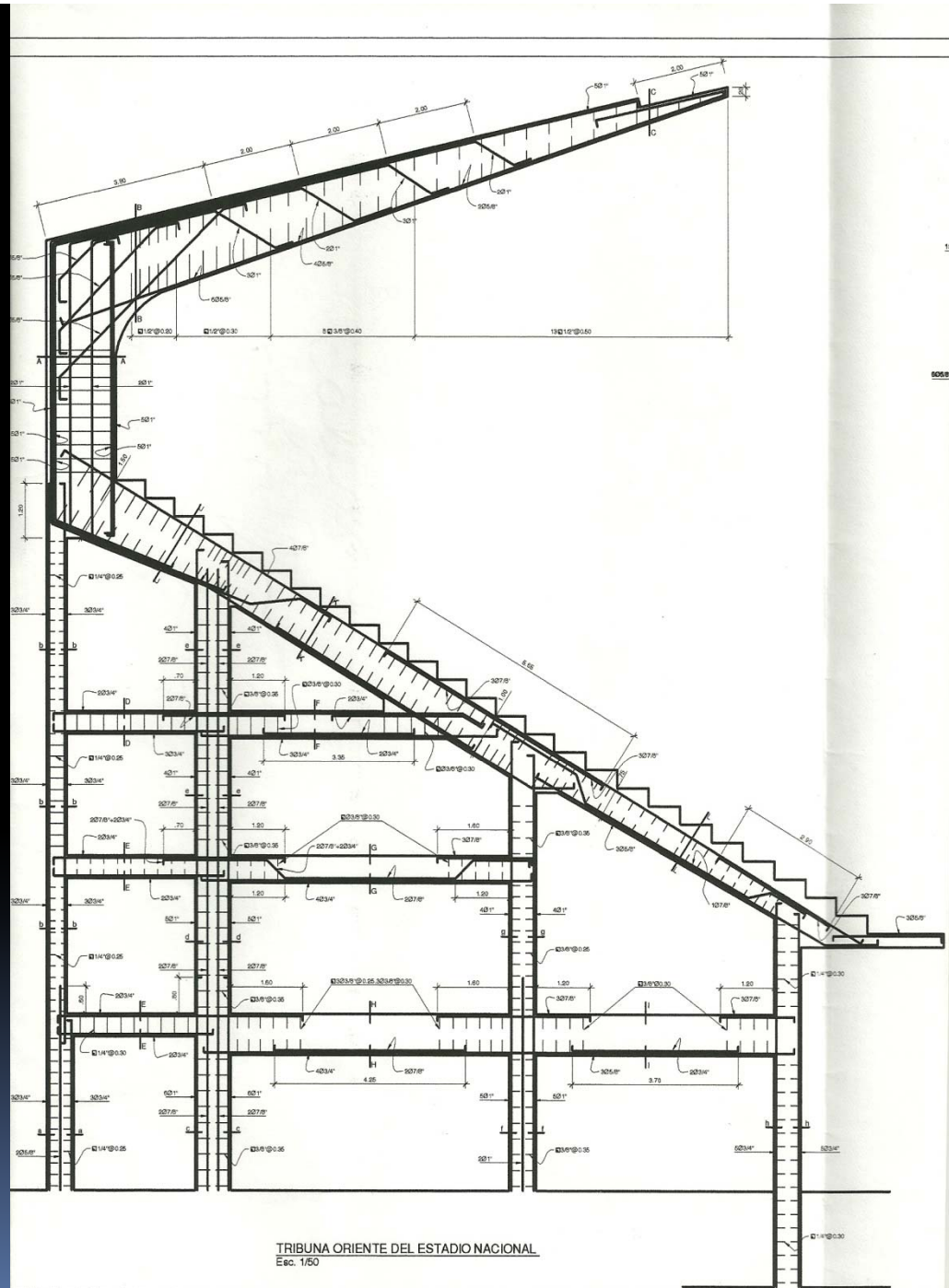
LAS ESTRUCTURAS EXISTENTES SON PÓRTICOS DE CONCRETO ARMADO, CON COLUMNAS Y VIGAS PERALTADAS, CON LOSAS ALIGERADAS Y EN ALGUNOS CASOS MACIZAS.

LAS TRIBUNAS SON LOSAS MACIZAS CON UNA SERIE DE VIGUETAS, FORMANDO LAS GRADERÍAS, QUE SE APOYAN EN LOS PÓRTICOS PRINCIPALES .

ESTOS PÓRTICOS PRINCIPALES SE UBICAN EN FORMA RADIAL A LA ELIPSE DE LA PLANTA , TENIÉNDOSE 16 BLOQUES O EDIFICIOS INDEPENDIENTES.



- PÓRTICO DE ORIENTE EXISTENTE DONDE SE APRECIA LOS PISOS INTERMEDIOS, LAS GRADERÍAS Y EL VOLADO SUPERIOR







LOS PÓRTICOS PRINCIPALES COMIENZAN
EN EL BORDE DE LA PISTA ATLÉTICA
QUE CIRCUNDA LA CANCHA DE
FUTBOL Y VAN SUBIENDO HASTA
APROXIMADAMENTE 25 METROS DE
ALTURA EN EL BORDE EXTERIOR.
EN LAS TRIBUNAS DE OCCIDENTE Y
ORIENTE SE TIENEN COLUMNAS Y
VIGAS EN VOLADIZO, PARA FORMAR
UNA COBERTURA PARCIAL EN DICHAS
TRIBUNAS.

.



ADICIONALMENTE A LAS GRADERÍAS DE LAS TRIBUNAS, EXISTEN UNA SERIE DE LOSAS EN NIVELES INTERMEDIOS O INFERIORES A ELLAS, DONDE SE UBICAN OFICINAS, BAÑOS, CAFETERÍAS, DEPÓSITOS ETC. CON ESTAS LOSAS Y LAS GRADERÍAS SE TIENEN VIGAS PERALTADAS EN LAS DOS DIRECCIONES DE LA PLANTA DE CADA BLOQUE, TENIÉNDOSE LAS COLUMNAS ARRIOSTRADAS EN ESOS NIVELES.



LA COBERTURA ES EN CONCRETO ARMADO, CON VIGAS INVERTIDAS QUE VUELAN DESDE LAS COLUMNAS EXTERIORES O PERIMETRALES. ENTRE PÓRTICO Y PÓRTICO HAY UNA LOSA ARMADA EN LA DIRECCIÓN PERPENDICULAR A LAS VIGAS EN VOLADIZO. ACTUALMENTE TIENE ALGUNOS PROBLEMAS DE FISURAS POR CORROSIÓN.



EN ALGUNOS BLOQUES NO EXISTEN LOSAS INTERMEDIAS, ELIMINÁNDOSE COLUMNAS DE EJES INTERIORES, PARA FORMARSE GRANDES ESPACIOS LIBRES, DONDE SE OBSERVA COMO ÚNICO TECHO, EL DE LAS GRADERÍAS DE TRIBUNAS.



ESTO SUCEDE EN EL CASO DE LOS AMBIENTES DE LAS FEDERACIONES DE NATACIÓN, BOX, TENIS DE MESA Y LEVANTAMIENTO DE PESAS





LOS 16 BLOQUES O EDIFICIOS QUE CONFORMAN
LA ESTRUCTURA DEL ESTADIO TIENEN JUNTAS
DE SEPARACIÓN DEL ORDEN DE 2 A 3cm.
EN LOS AÑOS EN QUE FUERON PROYECTADAS
ESTAS ESTRUCTURAS NO SE TENÍA
CONOCIMIENTOS SOBRE LA NECESIDAD DE
SEPARAR LAS EDIFICACIONES PARA EVITAR EL
CHOQUE ENTRE ELLAS, EN CASO DE SISMOS.



POR EL CONTRARIO, SE CONSIDERABA QUE ERA MEJOR TENER LAS ESTRUCTURAS CASI PEGADAS Y LA IDEA DE LA JUNTA ENTRE EDIFICACIONES ERA SOLO PARA EFECTO DE DILATACIONES POR CAMBIOS DE TEMPERATURA.



EN LAS INSPECCIONES QUE HEMOS REALIZADO, SE OBSERVA QUE LAS ESTRUCTURAS HAN CHOCADO EN LOS DIFERENTES SISMOS OCURRIDOS, SIN OBSERVARSE DAÑOS.





SIN EMBARGO, COMO TODOS LOS BLOQUES TIENEN ALTURAS IGUALES Y CARACTERÍSTICAS SIMILARES NO SE HAN PRODUCIDO DAÑOS GRAVES, SINO DESPRENDIMIENTOS DEL TARRAJEO Y DEL RECUBRIMIENTO DE COLUMNAS Y VIGAS ADYACENTES.

SÍ SE TIENE ANTECEDENTES DE PROBLEMAS DE CORROSIÓN EN LAS GRADERÍAS DE LAS TRIBUNAS, QUE HAN SIDO REPARADAS EN GRAN PARTE.



EL CISMID, DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA, FUE CONTRATADA POR EL IPD PARA HACER ESTUDIOS DE LA SITUACIÓN DE LAS ESTRUCTURAS EXISTENTES Y UN ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS, ADICIONAL AL ELABORADO POR EL ING. RUBÉN MENDOZA, QUE ES PARTE DEL EQUIPO DE PROFESIONALES LIDERADOS POR EL ARQ. JOSÉ BENTÍN.



EN EL ESTUDIO ELABORADO POR EL CISMID
SE INDICA QUE HAY VIGAS CON FISURAS
DE CONSIDERACIÓN, ELEMENTOS CON
FISURAS POR CORROSIÓN Y ALGUNAS
DEFICIENCIAS POR CALIDAD DEL
CONCRETO EN ELEMENTOS DE LOS
PÓRTICOS EXISTENTES, CUYA
REPARACIÓN NO FORMA PARTE DE ESTE
PROYECTO.



CARACTERÍSTICAS DEL PROYECTO DE REMODELACIÓN Y AMPLIACIÓN

EL PROYECTO DE REMODELACIÓN Y AMPLIACIÓN DEL ESTADIO, COMPRENDE :

- 1) PROFUNDIZACIÓN DEL NIVEL DE LA CANCHA DEPORTIVA Y DE LA PISTA ATLÉTICA, DE MODO DE PODER TENER FILAS NUEVAS PARA TRIBUNAS Y CAMBIAR LA ACTUAL CANCHA DE GRASS SINTÉTICO POR OTRO NATURAL.





2) CONSTRUCCIÓN DE UN ANILLO
CIRCUNDANTE A LA ACTUAL
EDIFICACIÓN, DONDE SE TENDRÁN
ESCALERAS, ASCENSORES,
CORREDORES NUEVOS Y
AMPLIACIONES DE AMBIENTES
EXISTENTES, CON EL FIN DE LOGRAR
TRES NIVELES DE PALCOS NUEVOS,
UNA NUEVA FACHADA EXTERIOR Y
UNA NUEVA COBERTURA DE TODAS
LAS TRIBUNAS DEL ESTADIO,
ELIMINÁNDOSE LAS EXISTENTES.



3) REMODELACIÓN DE AMBIENTES
EXISTENTES, CONSIDERANDO
NUEVOS ESPACIOS PARA BAÑOS,
NUEVAS ESCALERAS , NUEVAS
RUTAS DE ESCAPE, NUEVOS
AMBIENTES DE RESTAURANTES Y
CAFETERÍAS.



4) CONSTRUCCIÓN DE DOS SÓTANOS
EN EL EXTERIOR DEL ESTADIO, EN
LA ACTUAL EXPLANADA DE LA
TRIBUNA SUR, PARA GENERAR
ESTACIONAMIENTOS DE
VEHÍCULOS , LA REMODELACIÓN
DE LA EXPLANADA Y LA
CONSTRUCCIÓN DE UN MIRADOR
HACIA EL PARQUE DE LAS AGUAS
DE LIMA.

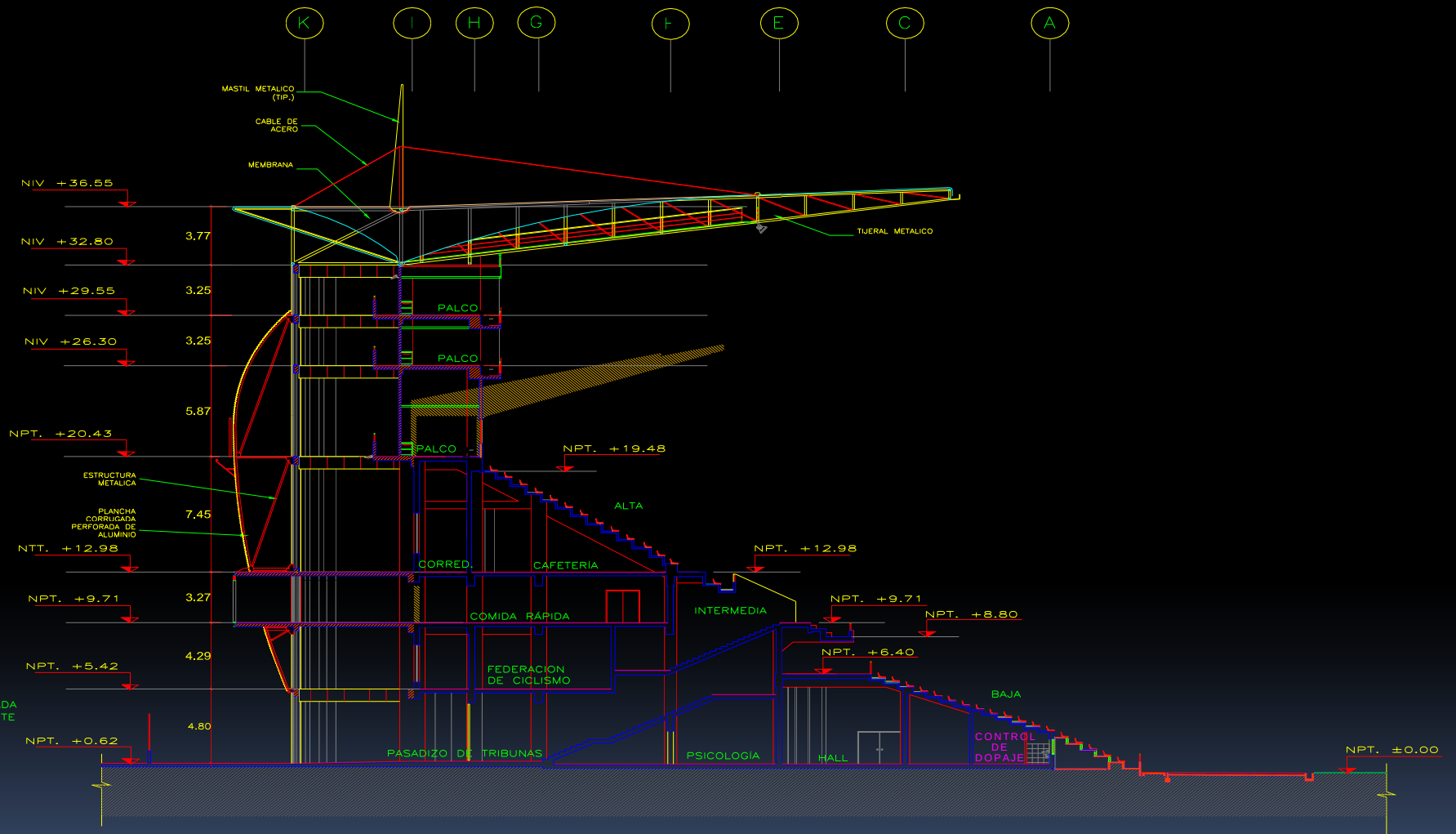


CONCEPCIÓN DE LAS ESTRUCTURAS DE LA AMPLIACIÓN DEL ESTADIO



EL NUEVO ANILLO EXTERIOR DEL ACTUAL ESTADIO ESTÁ CONSTITUIDO POR DOS EJES DE COLUMNAS DISTANTES APROXIMADAMENTE 4m (EN LA MAYORÍA DE LAS TRIBUNAS).

ESTOS NUEVOS PÓRTICOS DEBEN RESISTIR LAS NUEVAS ESCALERAS, ASCENSORES Y OFICINAS Y ADEMÁS SERVIR DE APOYO A LOS TRES NUEVOS NIVELES DE PALCOS (EN VOLADO HACIA EL INTERIOR) Y LA NUEVA COBERTURA SUPERIOR (EN VOLADO CON APROXIMADAMENTE 32m).



CORTE 3-3
OCCIDENTE SECTOR A
ESC. 1/250



DADO QUE LOS VOLADOS DE LOS TRES NIVELES DE PALCOS Y EL VOLADO DE LA NUEVA COBERTURA SE UBICAN HACIA EL INTERIOR DEL ESTADIO ACTUAL, LOS PÓRTICOS NUEVOS FORMADOS POR DOS COLUMNAS, TIENEN UN COMPORTAMIENTO ASIMÉTRICO, CON GIROS Y DEFORMACIONES HACIA EL INTERIOR, FORMÁNDOSE UN GRAN MOMENTO DE VOLTEO, GRAN COMPRESIÓN EN LA COLUMNA INTERIOR Y GRAN TRACCIÓN EN LA COLUMNA EXTERIOR.



LAS ESTRUCTURAS EXISTENTES, AL SER SOLAMENTE PÓRTICOS DE COLUMNAS Y VIGAS, SON RELATIVAMENTE FLEXIBLES. EN LA DIRECCIÓN LONGITUDINAL (PARALELA A LA FACHADA) LA FLEXIBILIDAD ES MAYOR AÚN, POR TENERSE LAS COLUMNAS CON MENORES DIMENSIONES Y POR TENERSE LAS DENOMINADAS VIGAS SECUNDARIAS. POR OTRO LADO, LOS PÓRTICOS MÁS FLEXIBLES SON LOS EXTERIORES YA QUE TIENEN MAYOR NÚMERO DE PISOS.



CON EL FIN DE MEJORAR EL
COMPORTAMIENTO INDICADO Y
CON EL FIN DE RIGIDIZAR LA
ESTRUCTURA EXISTENTE,
HEMOS DECIDIDO INTEGRAR LA
NUEVA ESTRUCTURA CON LA
EXISTENTE.

DE ESTA FORMA SE LOGRAN DOS
OBJETIVOS IMPORTANTES:

- 
- 1) MEJORAR EL COMPORTAMIENTO DE LAS ESTRUCTURAS EXISTENTES, INCORPORÁNDOLES MUROS DE CONCRETO ARMADO Y
 - 2) CONTROLAR LA ESBELTEZ Y ASIMETRÍA DEL NUEVO ANILLO EXTERIOR, ELIMINANDO LAS DEFORMACIONES LATERALES DE ESTOS PÓRTICOS FORMADOS POR DOS COLUMNAS, DADO QUE LA DISTANCIA ENTRE ELLAS ES DEL ORDEN DE 4m MIENTRAS SU ALTURA LLEGA HASTA 32m.



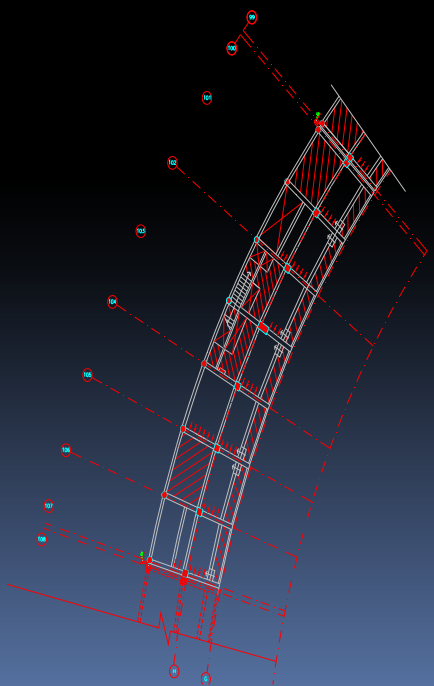
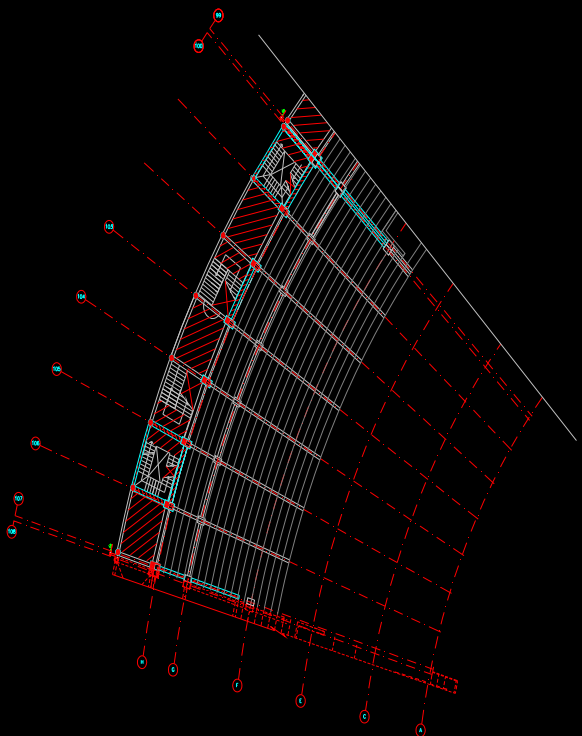
ESTE HECHO OBLIGA A CONSIDERAR UN REFORZAMIENTO DE LAS ESTRUCTURAS EXISTENTES, SIENDO EL MEJOR CAMINO, LA INCORPORACIÓN DE MUROS DE CONCRETO ARMADO EN LAS DOS DIRECCIONES.

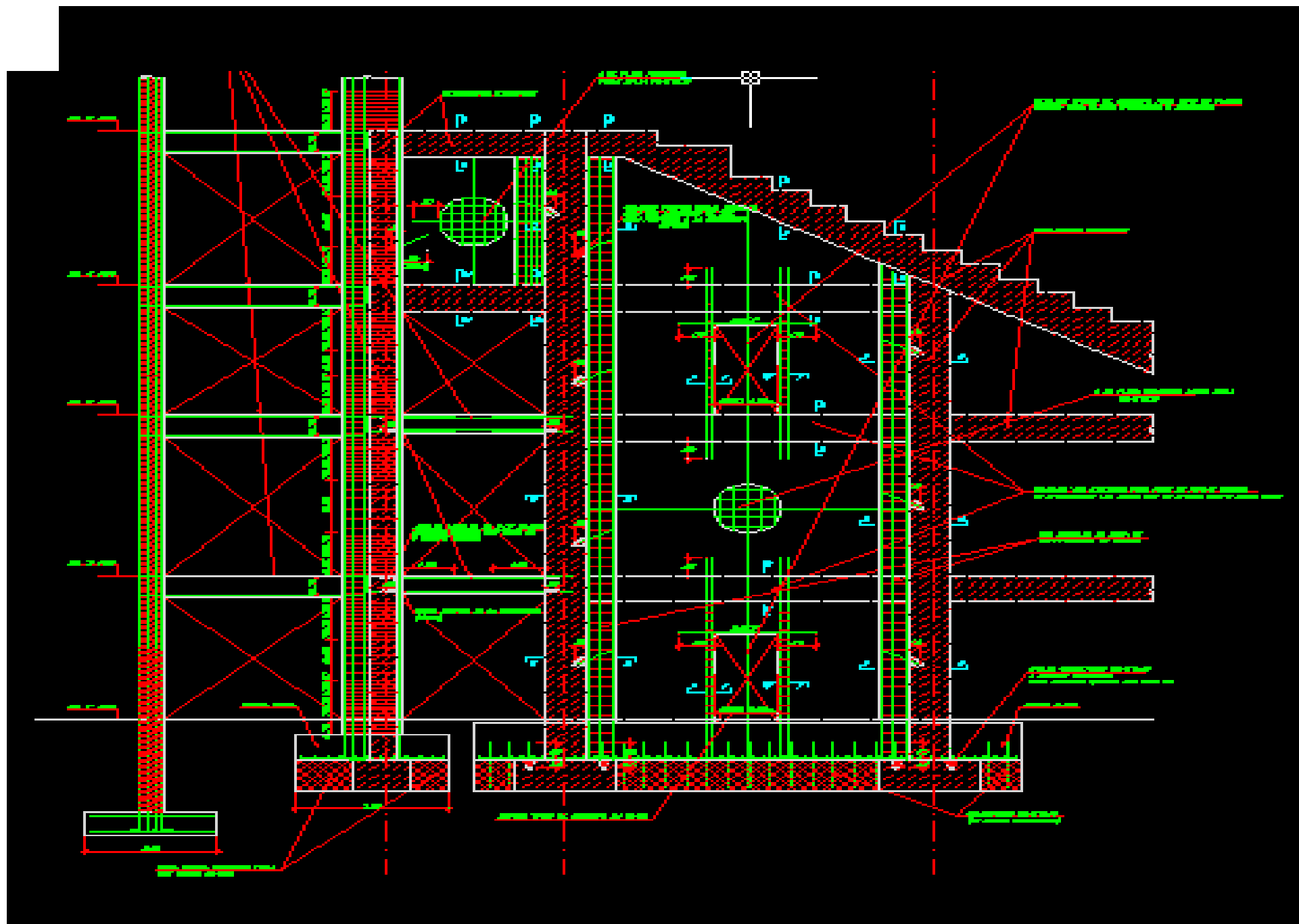


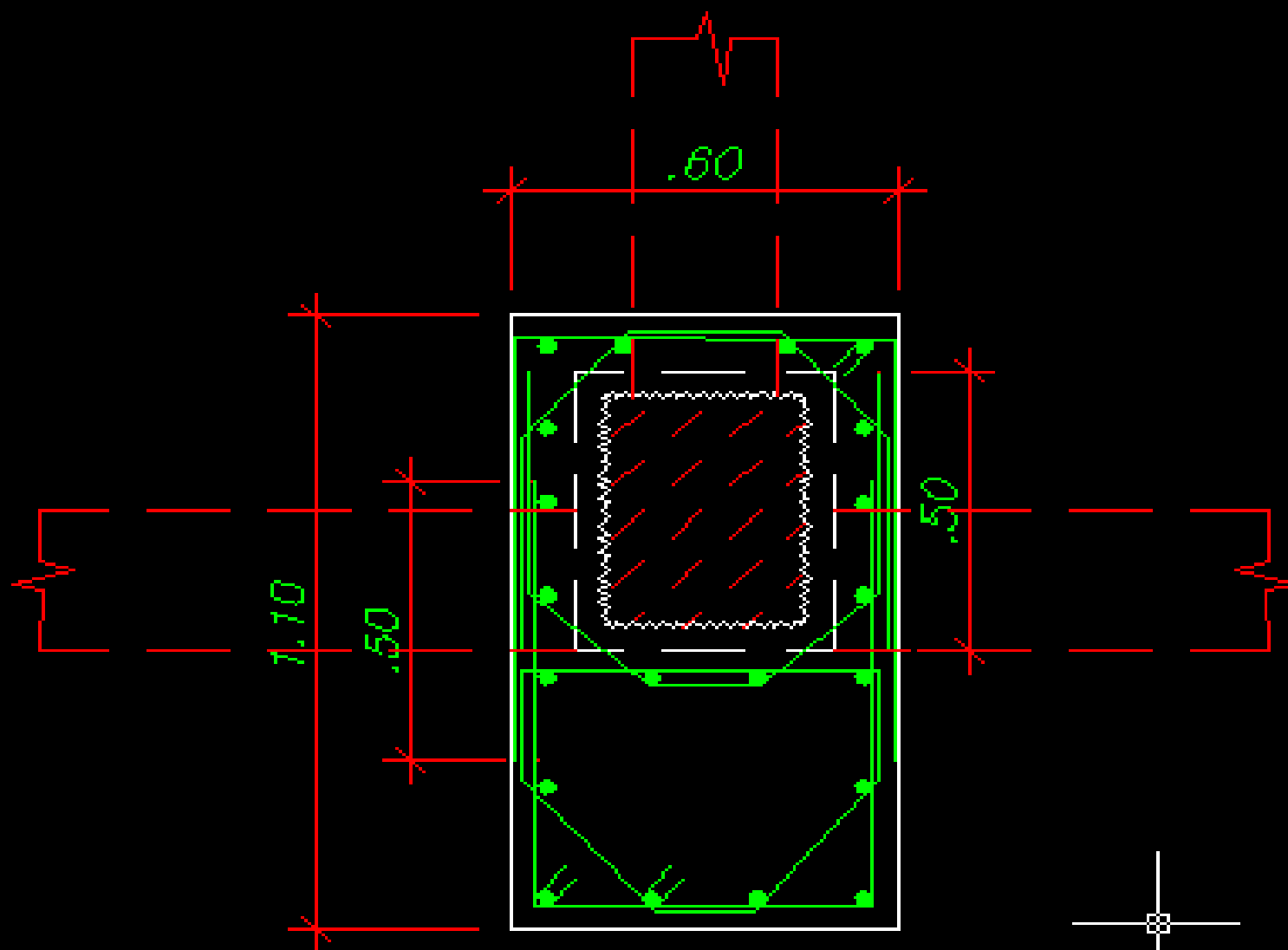
EN LA DIRECCIÓN RADIAL EXISTE EL APORTE DE RIGIDEZ DE UNA SERIE DE MUROS DE LADRILLO DE 25cm DE ESPESOR, LO QUE HACE NECESARIO UN MAYOR NÚMERO DE NUEVOS MUROS DE CONCRETO ARMADO EN LA DIRECCIÓN LONGITUDINAL.



CON ESTAS CONSIDERACIONES SE HA
DECIDIDO INTEGRAR LAS COLUMNAS
EXTERIORES DEL ACTUAL ESTADIO CON
LAS NUEVAS COLUMNAS DEL ANILLO
PERIMETRAL, INCORPORANDO MUROS
DE CONCRETO ARMADO EN LOS DOS EJES
NUEVOS DEL ANILLO EXTERIOR.
PARA LOGRAR LA INTEGRACIÓN PARA
EFECTOS DE SISMO, SE HA CONSIDERADO
UNA SERIE DE LOSAS EN NIVELES
INTERMEDIOS Y EL ENFUNDADO DE
COLUMNAS Y VIGAS EXISTENTES CON LAS
NUEVAS .







(II)









LOS NUEVOS MUROS DE CONCRETO ARMADO,
EN LA DIRECCIÓN LONGITUDINAL, PARA EL
CASO DEL EJE DE UNIÓN ENTRE LAS
ESTRUCTURAS EXISTENTES Y LAS NUEVAS,
NO LLEGAN HASTA EL NIVEL SUPERIOR,
PUES IMPEDIRÍAN EL FUNCIONAMIENTO DE
LOS PALCOS.



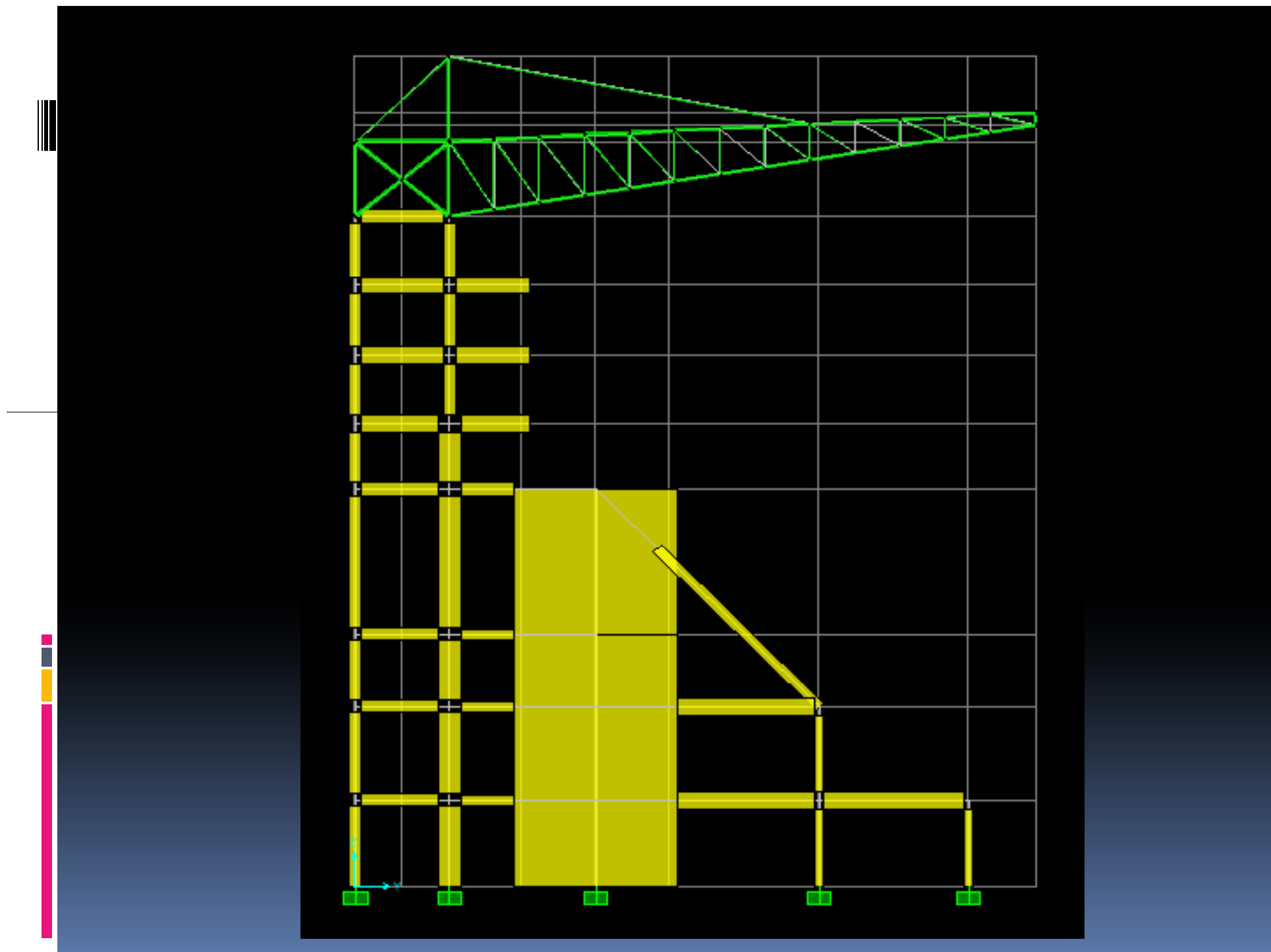
EN VARIOS SECTORES O BLOQUES, SE TIENEN
ADEMÁS MUROS EN LAS NUEVAS
ESCALERAS Y ASCENSORES, LOS QUE SÍ
LLEGAN AL ÚLTIMO NIVEL.

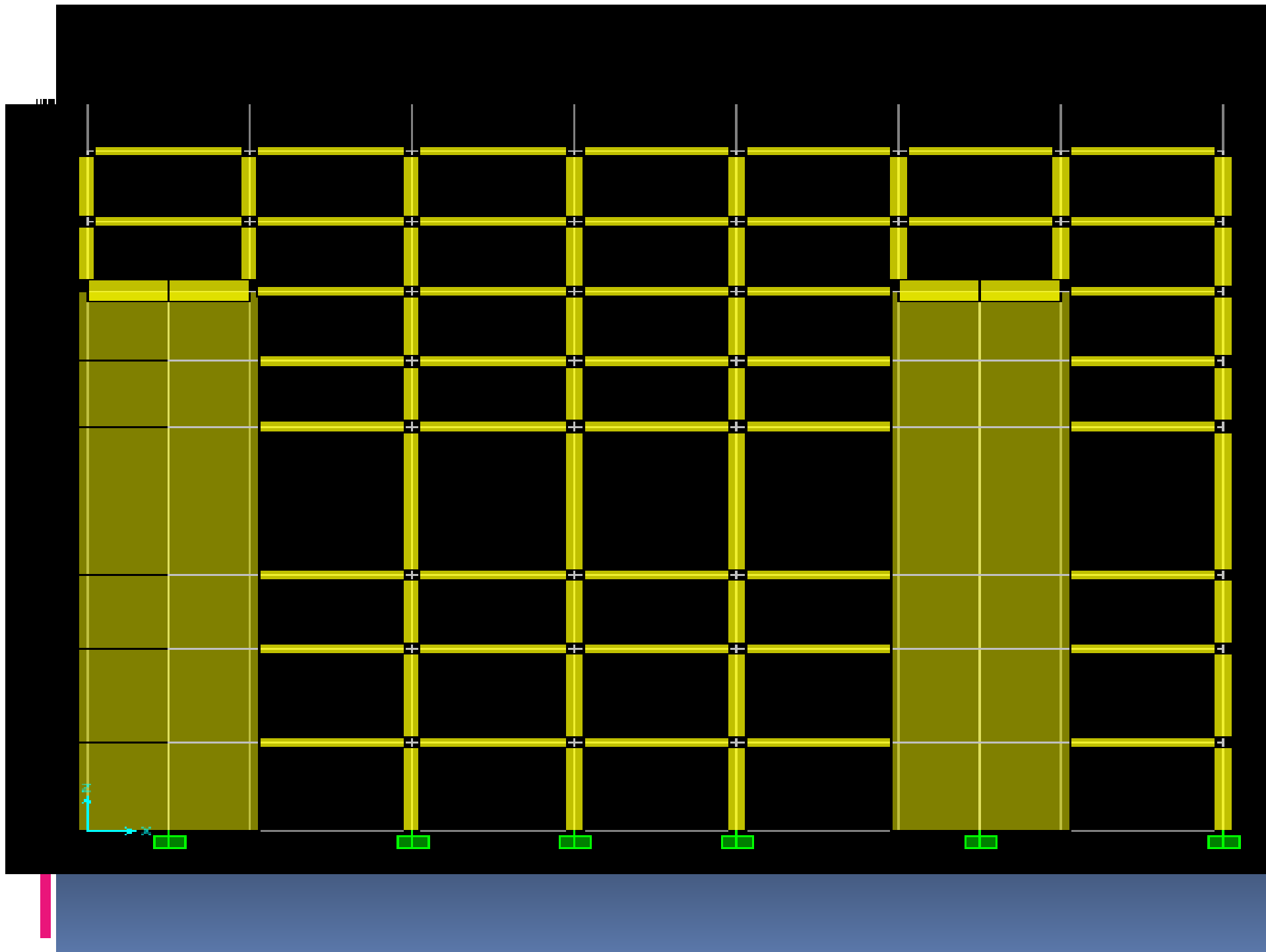




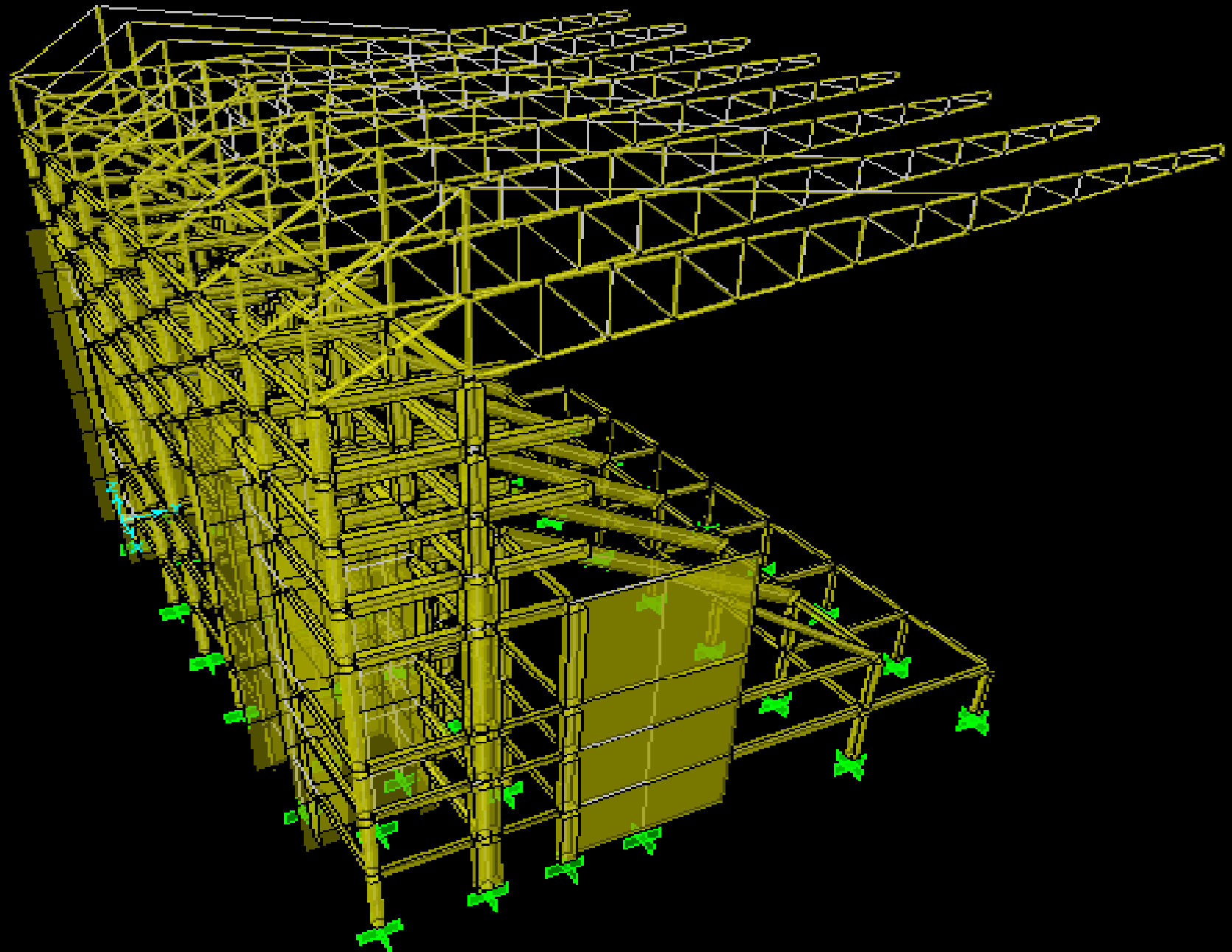


SE REALIZARON ANÁLISIS SÍSMICOS
DE LOS BLOQUES MODELÁNDOSE
EL COMPORTAMIENTO DE ESTOS
CON LA INCLUSIÓN DE PLACAS EN
LAS DIRECCIONES RADIALES Y
LONGITUDINALES DEL ESTADIO.
PARA ESTE ANÁLISIS SE
CONSIDERARON LOS SIGUIENTES
VALORES, EN BASE A LOS
LINEAMIENTOS DE LA NORMA
PERUANA SISMORESISTENTE E-030









$V = (ZUCS/R) P$ (CORTANTE EN LA BASE)

$Z = 0.4$ (ZONA SÍSMICA 3)

$S = 1.0$

(COEFICIENTE RELATIVO A LA CALIDAD DEL
SUELO)

$U = 1.3$

SE CONSIDERÓ UN FACTOR DE USO PARA UNA
EDIFICACIÓN IMPORTANTE. NO SE HA
CONSIDERADO 1.5 PUES ES UNA
ESTRUCTURA EXISTENTE CON CASI 60
AÑOS DE ANTIGÜEDAD)



SI FUESE UN ESTADIO NUEVO SE PODRÍA
CONSIDERAR UN FACTOR PARA
ESTRUCTURAS ESPECIALES TIPO A.



AL TENERSE ESTRUCTURAS EXISTENTES CON
CONSIDERACIONES MUY DIFERENTES A LAS
QUE HOY SE ADOPTAN PARA EL DISEÑO
SISMORRESISTENTE, NUESTRO CRITERIO HA
SIDO REFORZAR LA ESTRUCTURA
MEDIANTE MUROS E INTEGRAR LAS
ESTRUCTURAS EXISTENTES A LAS NUEVAS,
PROPORCIONANDO MAYOR RIGIDEZ Y
MAYOR RESISTENCIA, CON $U=1.3$

C (COEFICIENTE DE AMPLIFICACIÓN
SÍSMICO)

ESTE FACTOR ES CARÁCTERÍSTICO DE
CADA ESTRUCTURA Y DEPENDE DE
SU PERÍODO VIBRACIÓN.

$R = 6.0$

(COEFICIENTE DE REDUCCIÓN SÍSMICA
PARA EL CASO DE EDIFICACIONES
CUYOS PRINCIPALES ELEMENTOS
DE RESISTENCIA SÍSMICA SON LOS
MUROS DE CONCRETO ARMADO)



TODAS LAS ESTRUCTURAS SE HAN
PROYECTADO EN CONCRETO
ARMADO, CON EXCEPCIÓN DE LA
COBERTURA SUPERIOR DE LAS
TRIBUNAS.

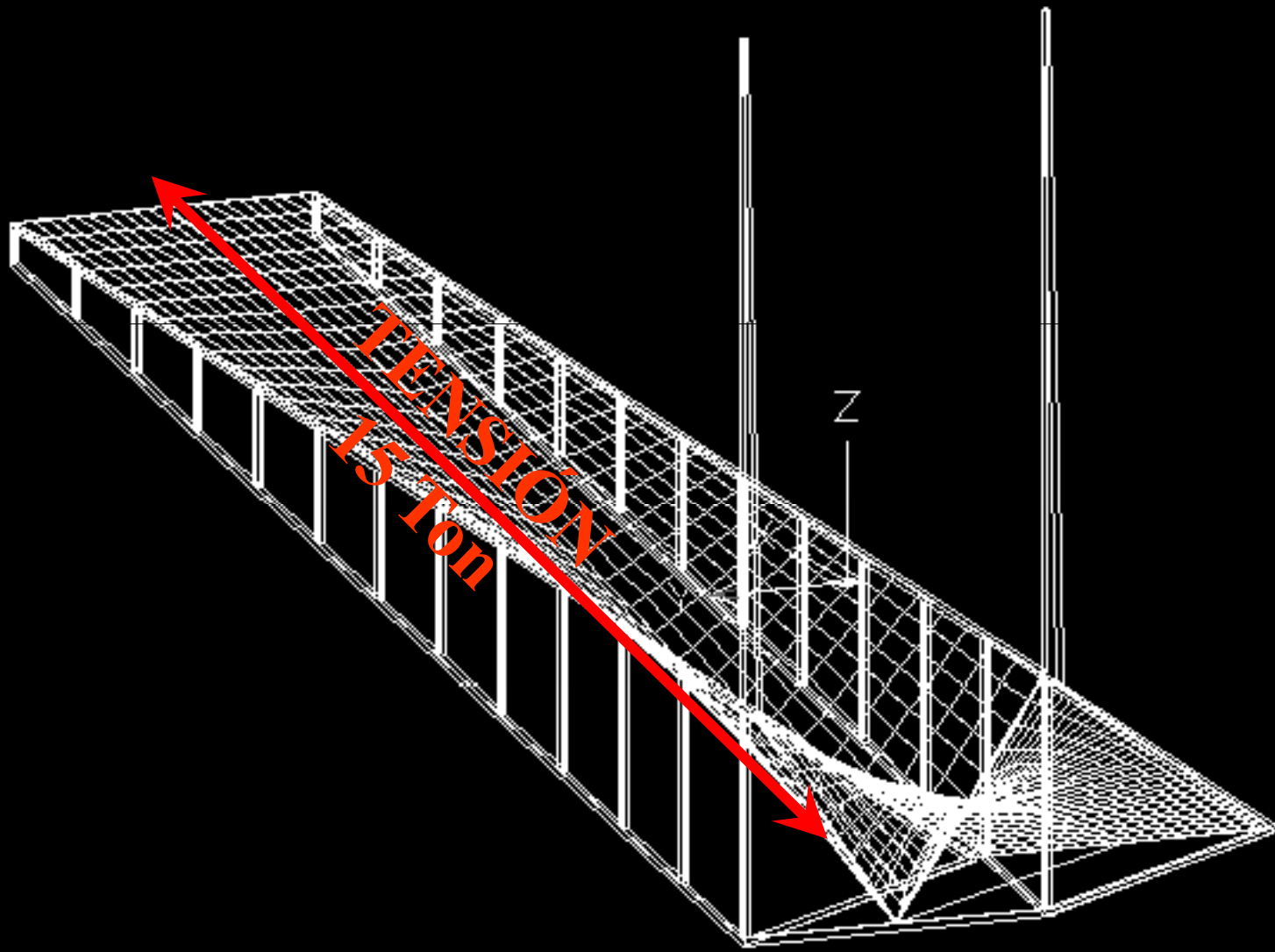


ÉSTAS SON ARMADURAS RETICULADAS
TIPO TIJERAL, QUE VUIELAN
APROXIMADAMENTE 32m. Y QUE SON
PERFILES TUBULARES DE ACERO.
LA COBERTURA PROPIAMENTE DICHA ES
UNA LOSA TENSIONADA .

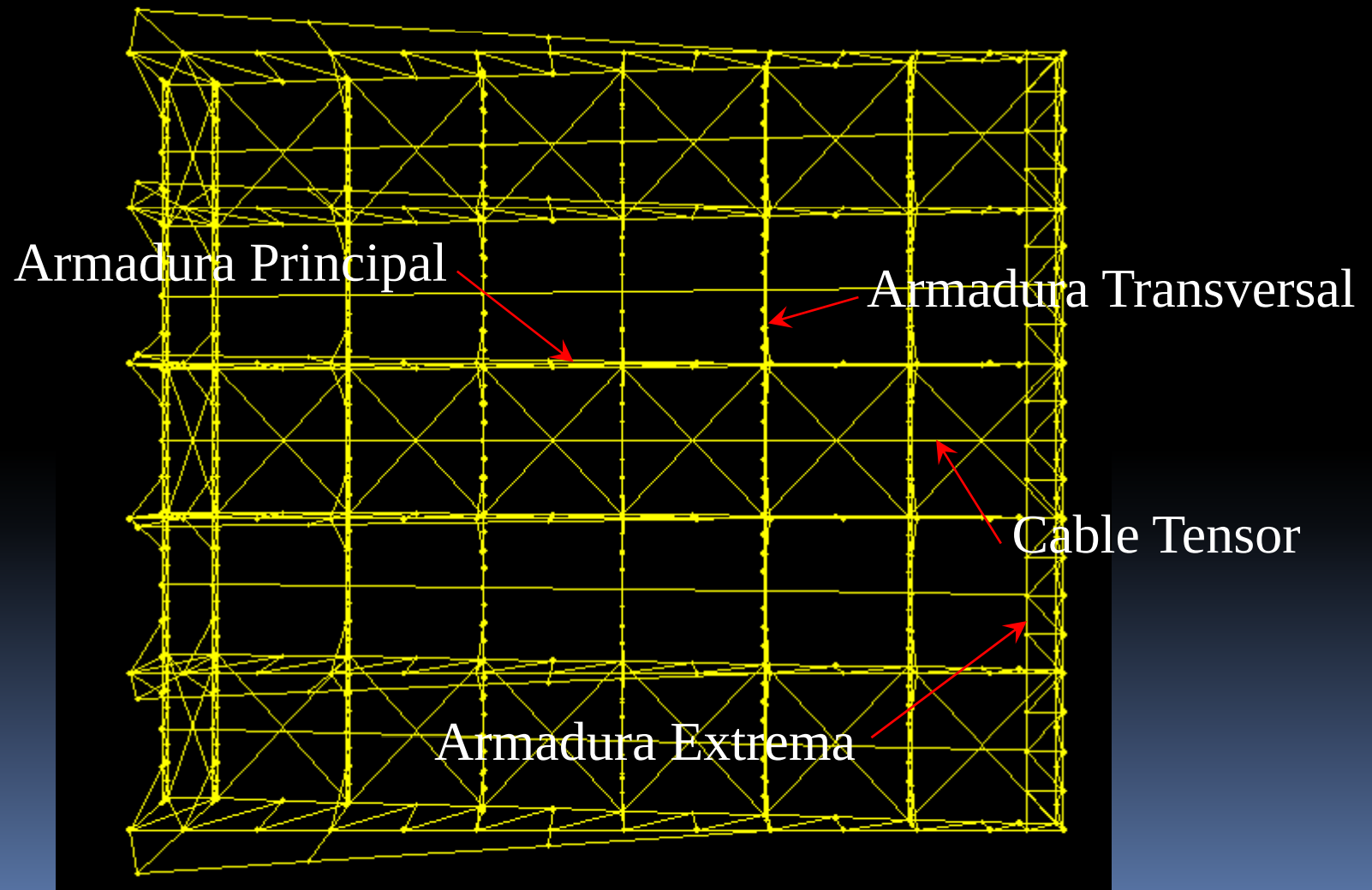
COBERTURA NUEVA DEL ESTADIO



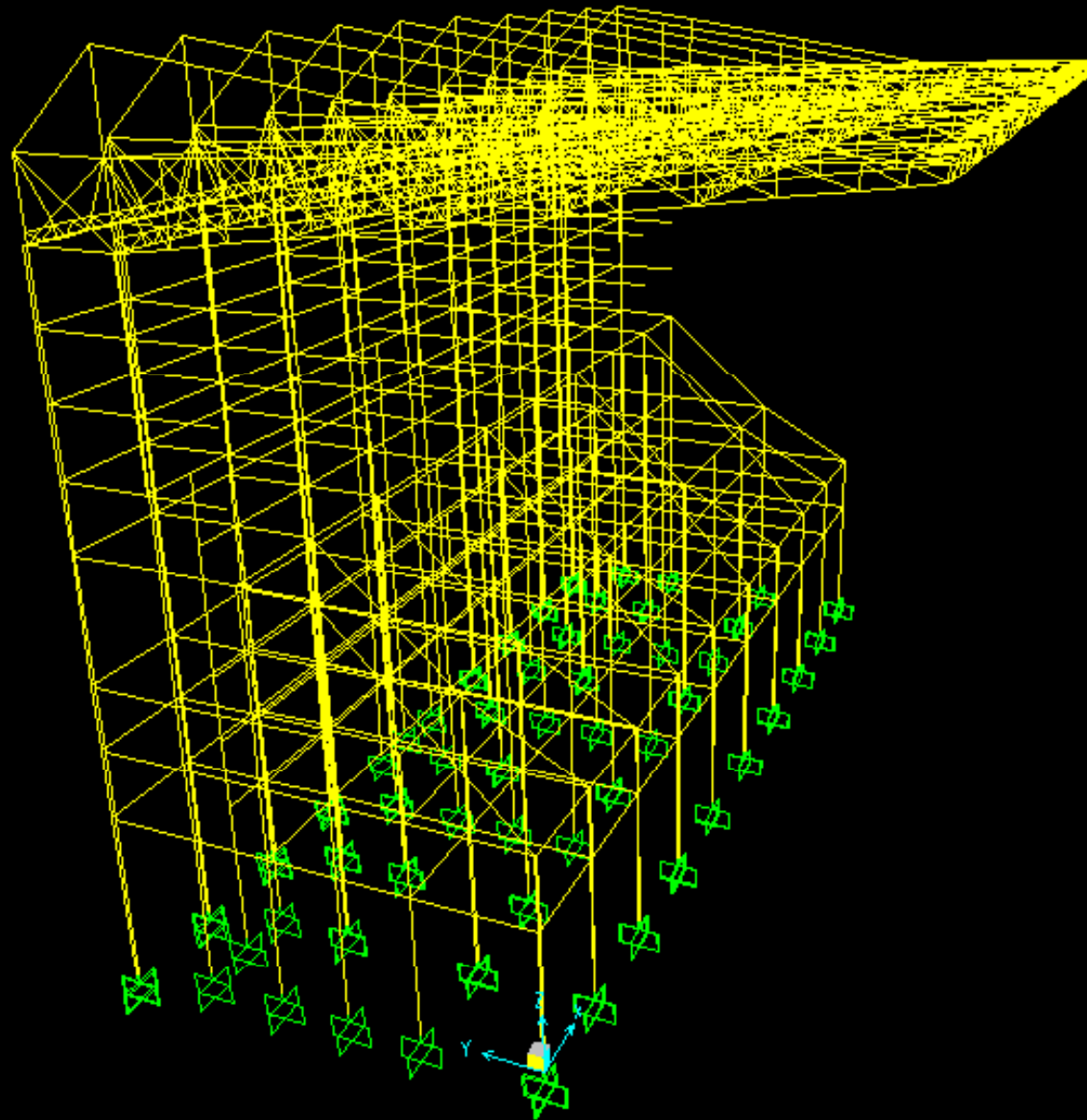
LONA TENSIONADA



MODELO DE LA ESTRUCTURA PARA EL ANÁLISIS ESTRUCTURAL



MODELO DE LA ESTRUCTURA



CARGAS CONSIDERADAS

Cargas del tensado de la lona

- Tensión de 15 Ton en cable principal

Cargas de gravedad

- Peso propio de la estructura = 40 kg/m²
- Sobrecarga = 30 kg/m²
- Cargas de pasarelas
- Equipos colgados en casos puntuales

Cargas de Viento

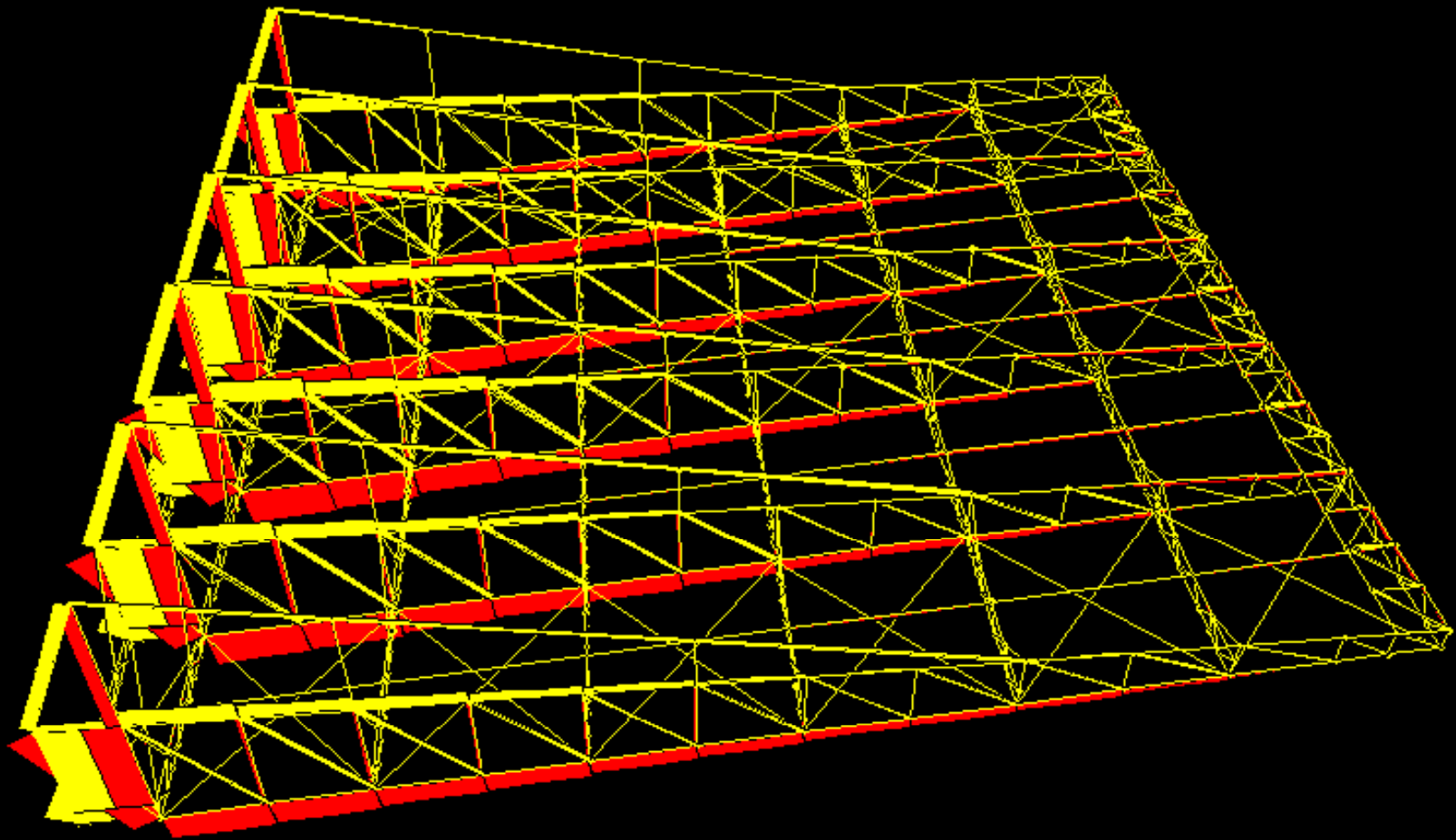
- Condiciones de succión y presión sobre la lona

Cargas de Sismo

- Sismo en las dos direcciones principales
- Sismo en la dirección vertical (2/3 del espectro para dir. horiz.)

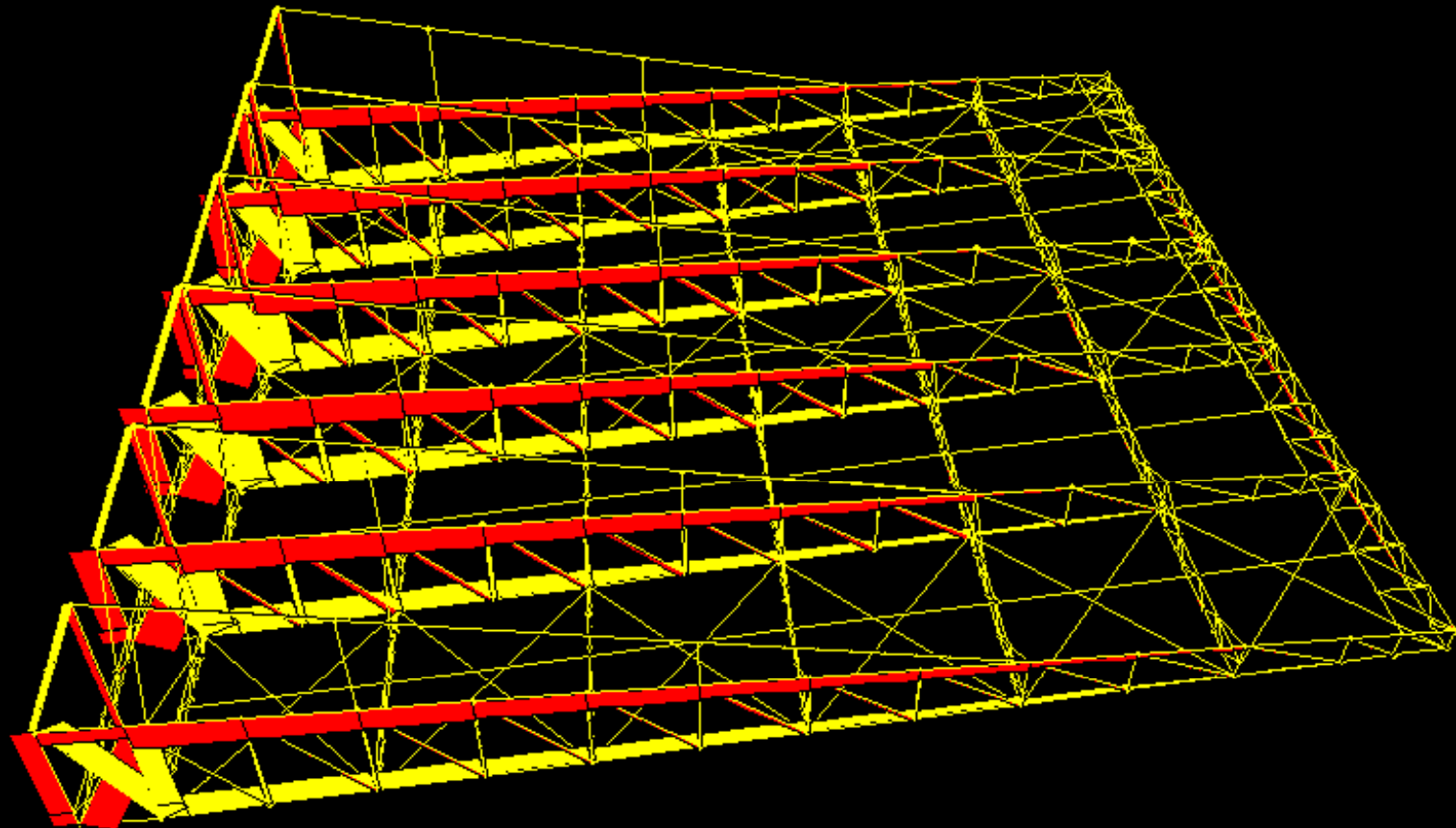
Resultados del Análisis Estructural

CARGAS MUERTAS + VIVAS + VIENTO HACIA ABAJO



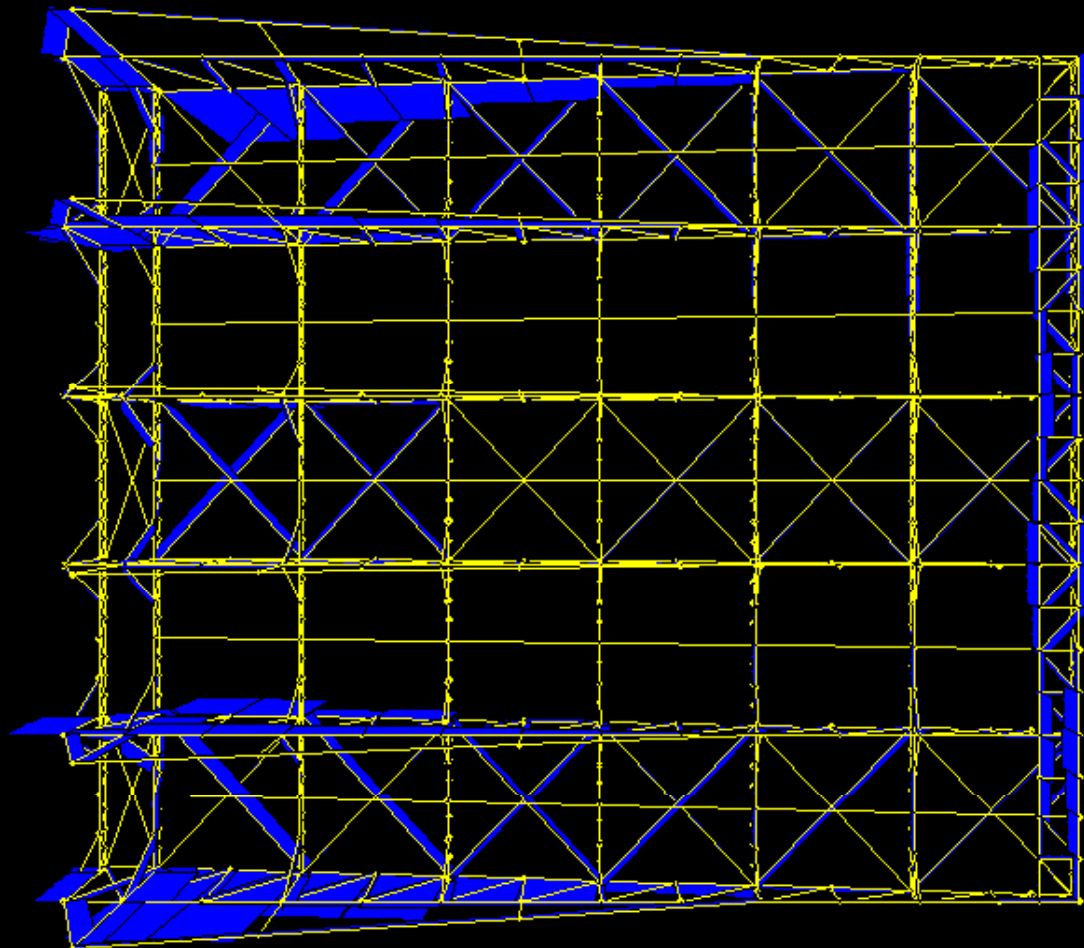
Resultados del Análisis Estructural

CARGAS MUERTAS +VIENTO HACIA ARRIBA



Resultados del Análisis Estructural

CARGAS DE SISMO TRANSVERSALES A LAS ARMADURAS



COMBINACIONES DE CARGAS

- TENSADO + CARGAS MUERTAS + CARGAS VIVAS
- TENSADO + CARGAS MUERTAS + VIVAS + VIENTO
- TENSADO + CARGAS MUERTAS + VIVAS + SISMO

CON ESTAS COMBINACIONES SE HALLARON LAS FUERZAS PARA EL DISEÑO DE LOS ELEMENTOS

DISEÑO DE LOS ELEMENTOS

- SE UTILIZÓ LA NORMA TÉCNICA E.090 DE ESTRUCTURAS METÁLICAS
- SE DISEÑARON LOS ELEMENTOS POR EL MÉTODO DE ESFUERZOS ADMISIBLES
- LAS COMBINACIONES CRÍTICAS FUERON LAS DE VIENTO PARA LAS ARMADURAS PRINCIPALES Y DE SISMO PARA LAS ARMADURAS TRANSVERSALES Y EL ARRIOSTRAMIENTO LATERAL.

Efectos Máximos sobre los Elementos

EN ARMADURAS PRINCIPALES

- BRIDAS DE ARMADURAS: 60 Ton (C ó T)
- DIAGONALES: 11 Ton (T) ó 6 Ton (C)
- MONTANTES: 9 Ton (C)

EN ARMADURAS TRANSVERSALES

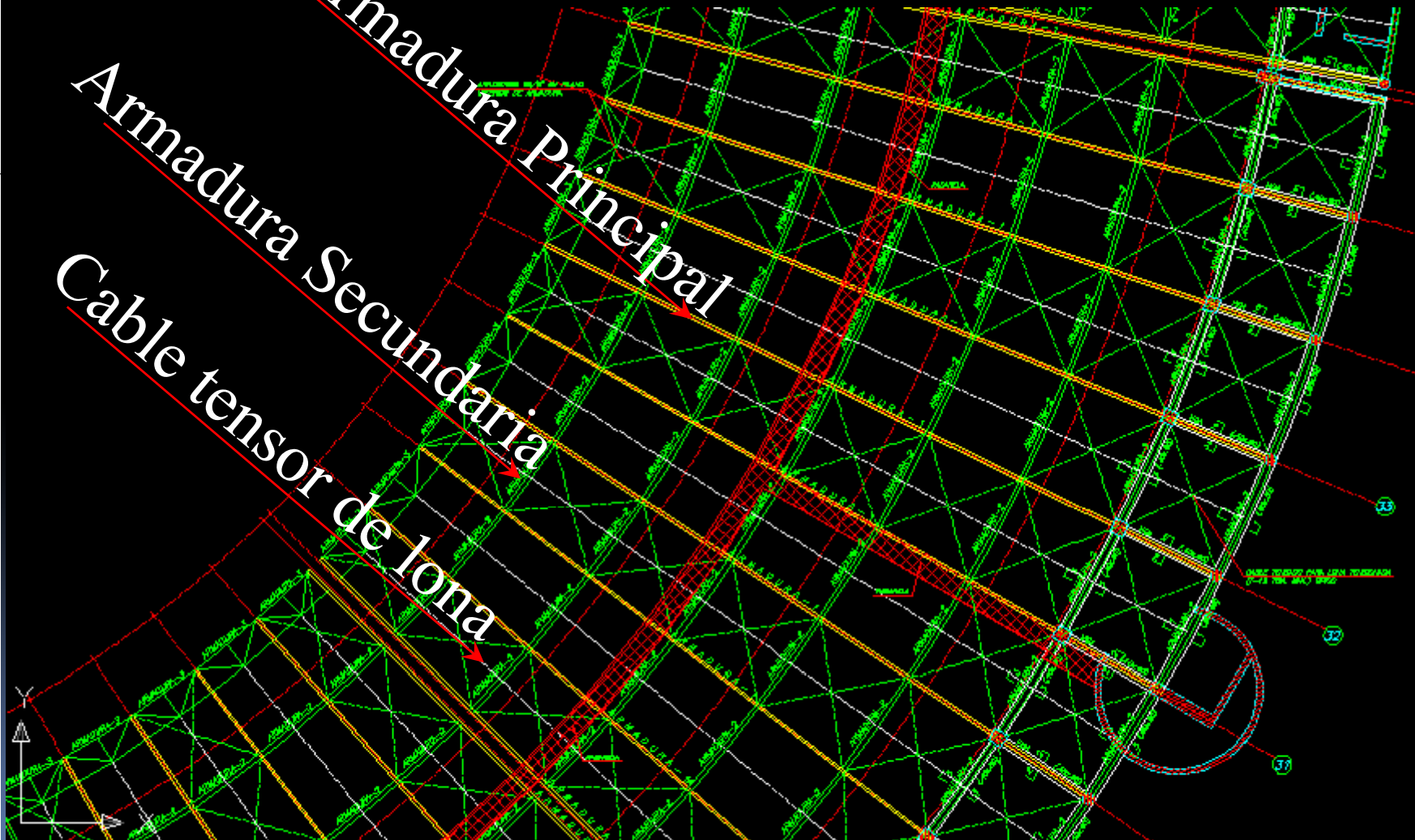
- BRIDAS DE ARMADURAS: 6 Ton (C)
- DIAGONALES Y MONTANTES: 1 Ton (C)
- DIAGONALES EXTREMAS: 3 Ton (C)

PLANOS ESTRUCTURALES

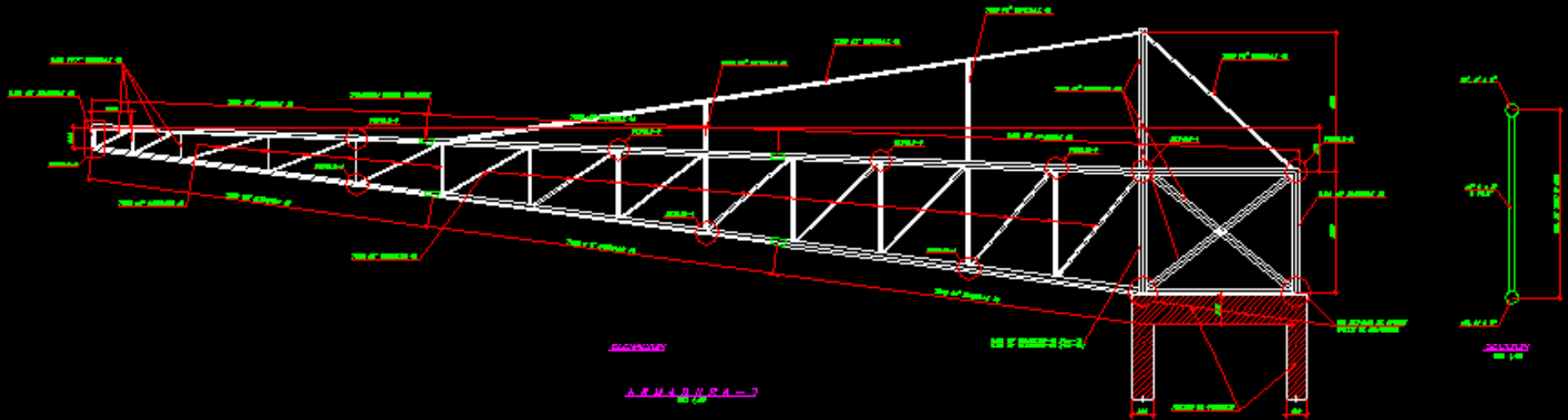
Armadura Principal

Armadura Secundaria

Cable tensor de lona



ARMADURAS PRINCIPALES



BRIDAS:

Tubos de 8" a 3" Cédula-40

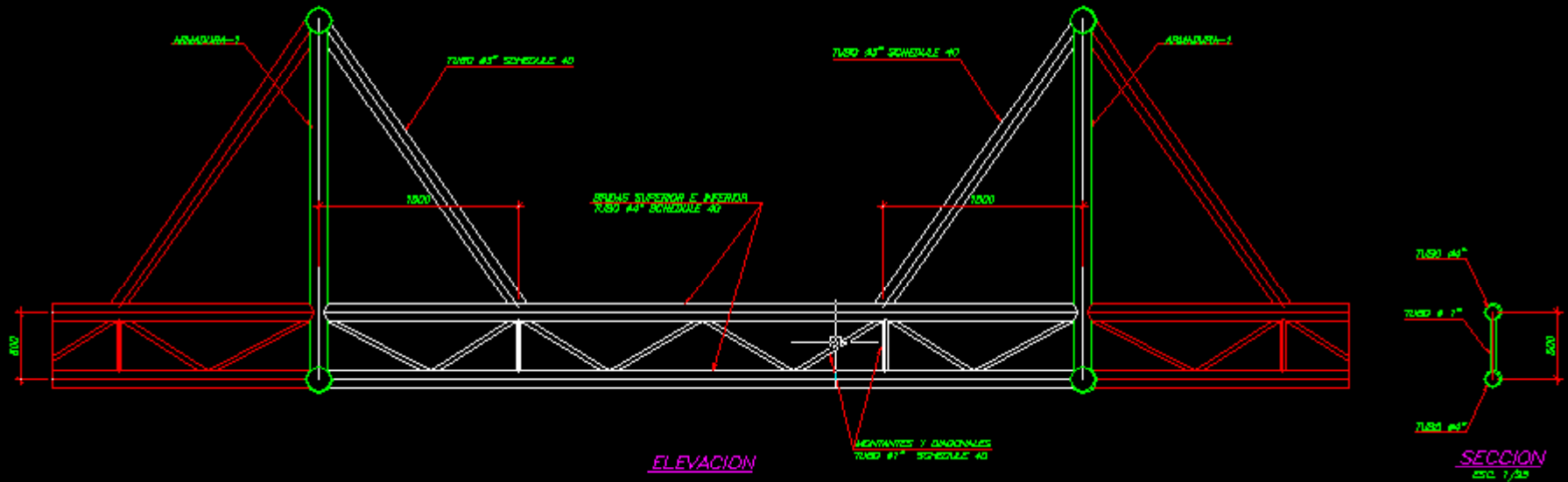
MONTANTES Y DIAGONALES:

Tubos de 3" a 1.5" Cédula-40

MONTANTES Y DIAGONALES EN APOYO:

Tubos de 8" Cédula-40

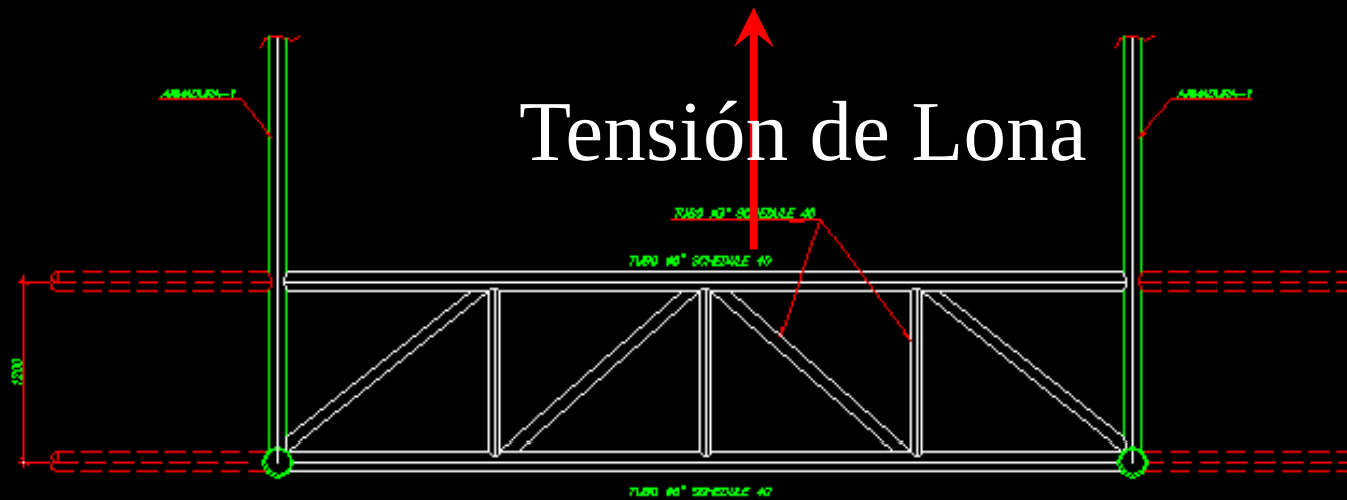
Armaduras Secundarias



- **BRIDAS:**
 - Tubos de 4" Cédula-40
- **MONTANTES Y DIAGONALES:**
 - Tubos de 1" Cédula-40
- **DIAGONALES EN APOYO:**
 - Tubos de 3" Cédula-40

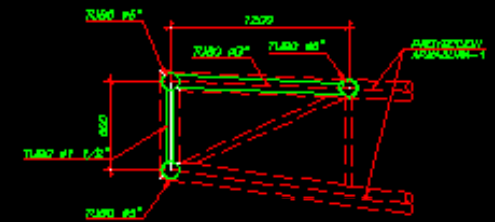
Armaduras en el Extremo del Voladizo

Tensión de Lona

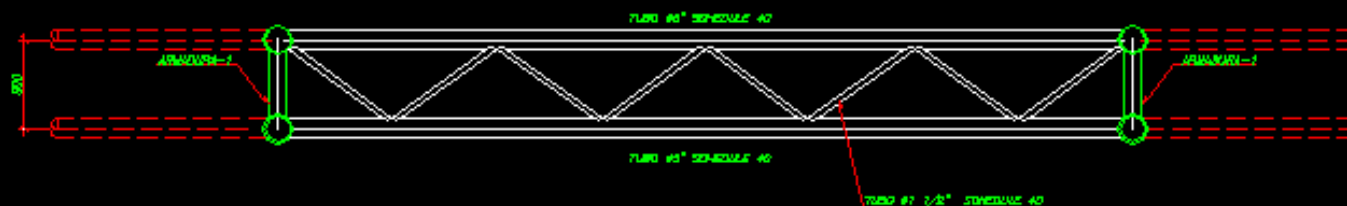


PLANTA
ESCALA 1/20

NOTA: VER DISPOSICION DE ELEMENTOS EN PLANTA DE OTRA VISTA



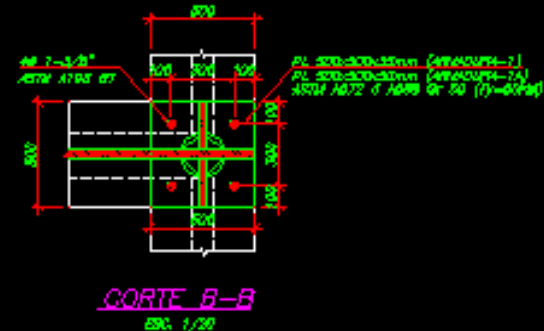
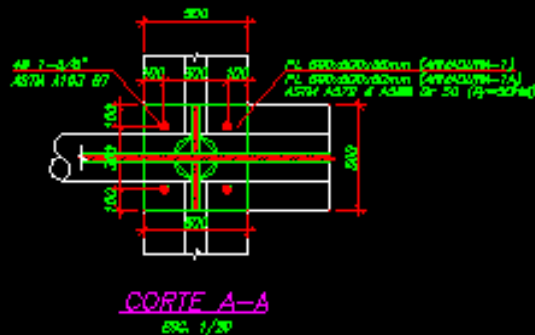
SECCION
ESCALA 1/20



ELEVACION
ESCALA 1/20

ARMADURA-2
ESCALA 1/20

1111



GRACIAS