

*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.



ESTADIO NACIONAL
27 DE OCTUBRE DE 1948





EL ESTADIO NACIONAL, LLAMADO EL
COLOSO DE JOSÉ DIAZ, 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.

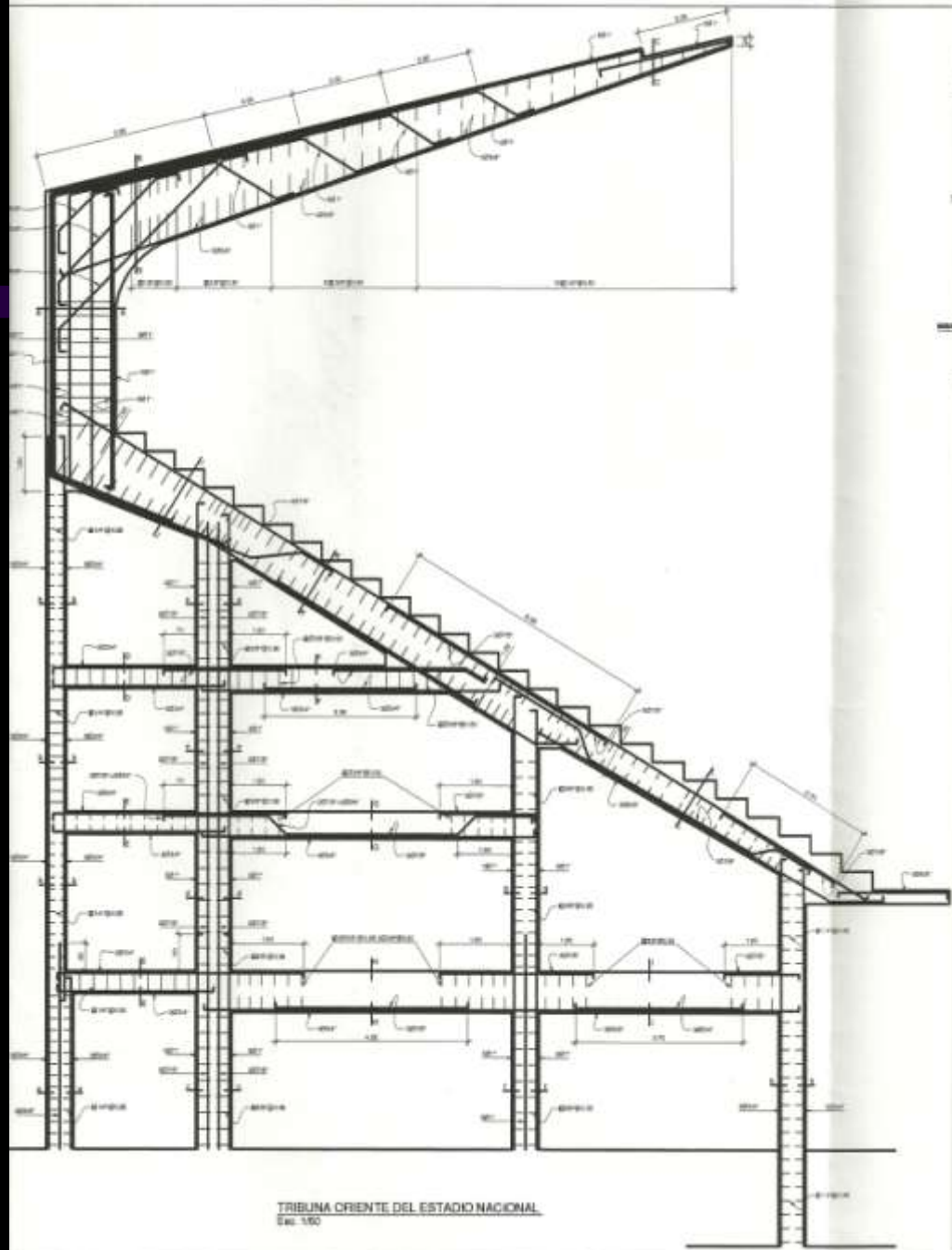
LOS PLANOS DE ESTRUCTURAS
ENCONTRADOS EN EL ARCHIVO DEL
INSTITUTO PERUANO DEL DEPORTE SON DE
LA TRIBUNA NORTE, TENIÉNDOSE ALGUNOS
DE LAS TRIBUNAS DE OCCIDENTE Y ORIENTE.
ESTOS PLANOS TIENEN LAS FIRMAS DE LOS
SIGUIENTES INGENIEROS: MIGUEL BOZZO
CH., JUAN SARMIENTO, VICTOR
ESTREMADOYRO Y JOSÉ LUIS SAN 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.

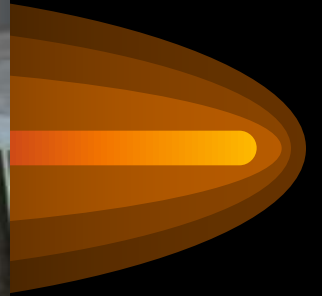
LA COBERTURA ES EN CONCRETO ARMADO,
CON VIGAS INVERTIDAS QUE VUELAN
DESDE LAS COLUMNAS EXTERIORES O
PERIMETRALES.

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

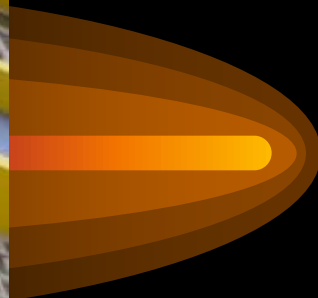


LOS 16 BLOQUES O EDIFICIOS QUE
CONFORMAN LA ESTRUCTURA DEL
ESTADIO TIENEN JUNTAS DE SEPARACIÓN
DEL ORDEN DE 2 A 3cm.

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.

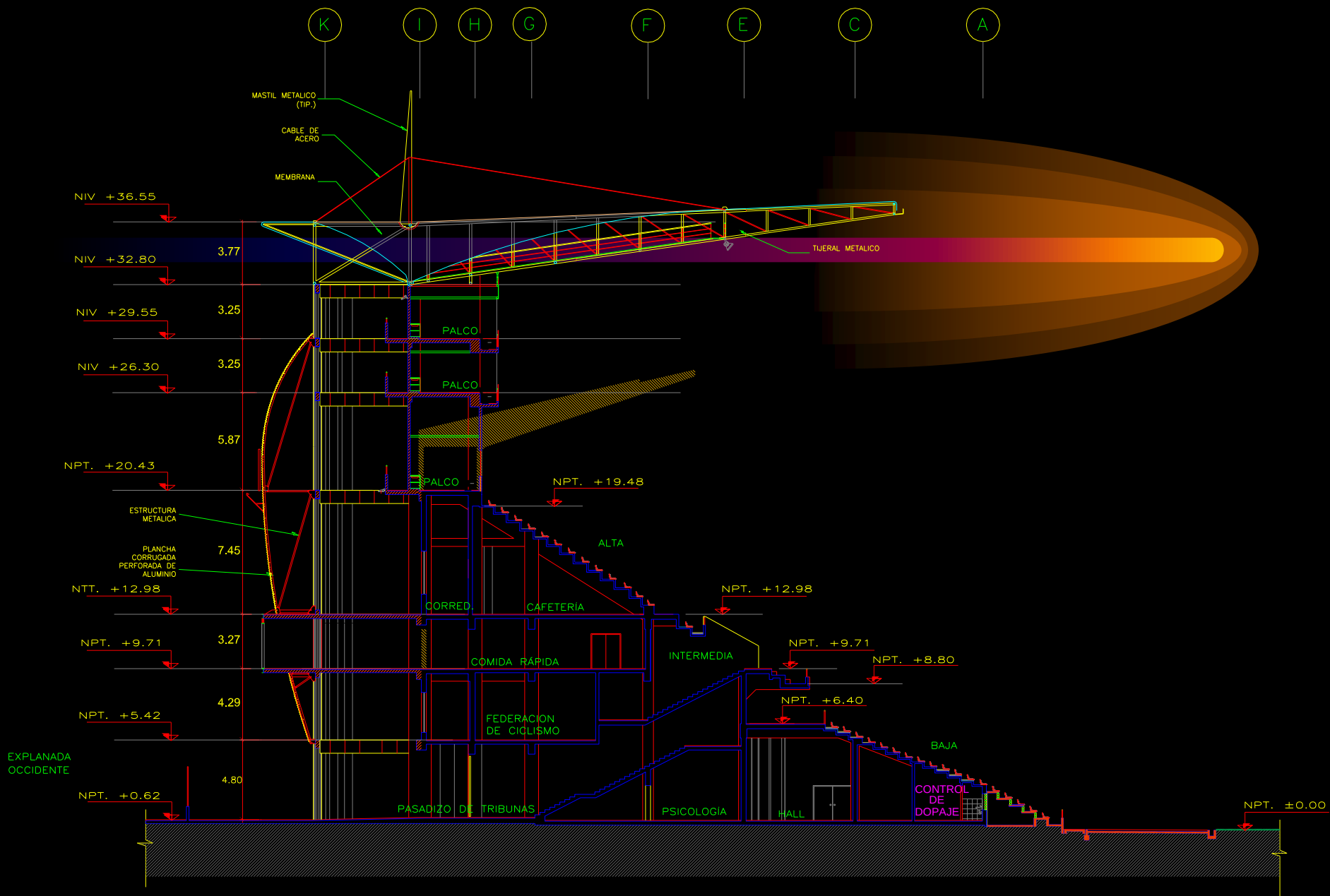
4) CONSTRUCCIÓN DE DOS SÓTANOS EN EL EXTERIOR DEL ESTADIO, EN LA ACTUAL EXPLANADA DE LA TRIBUNA SUR, PARA GENERAR ESTACIONAMIENTOS DE VEHÍCULOS , LA REMODELACIÓN DE LA EXPLANADA Y LA CONSTRUCCIÓN DE UN MIRADOR HACIA EL PARQUE DE LAS AGUAS DE LIMA.

*CONCEPCIÓN DE LAS
ESTRUCTURAS DE LA AMPLIACIÓN
DEL ESTADIO.*

A decorative graphic element consisting of a horizontal oval shape with a gradient from dark blue on the left to bright yellow on the right, positioned behind the text.

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:

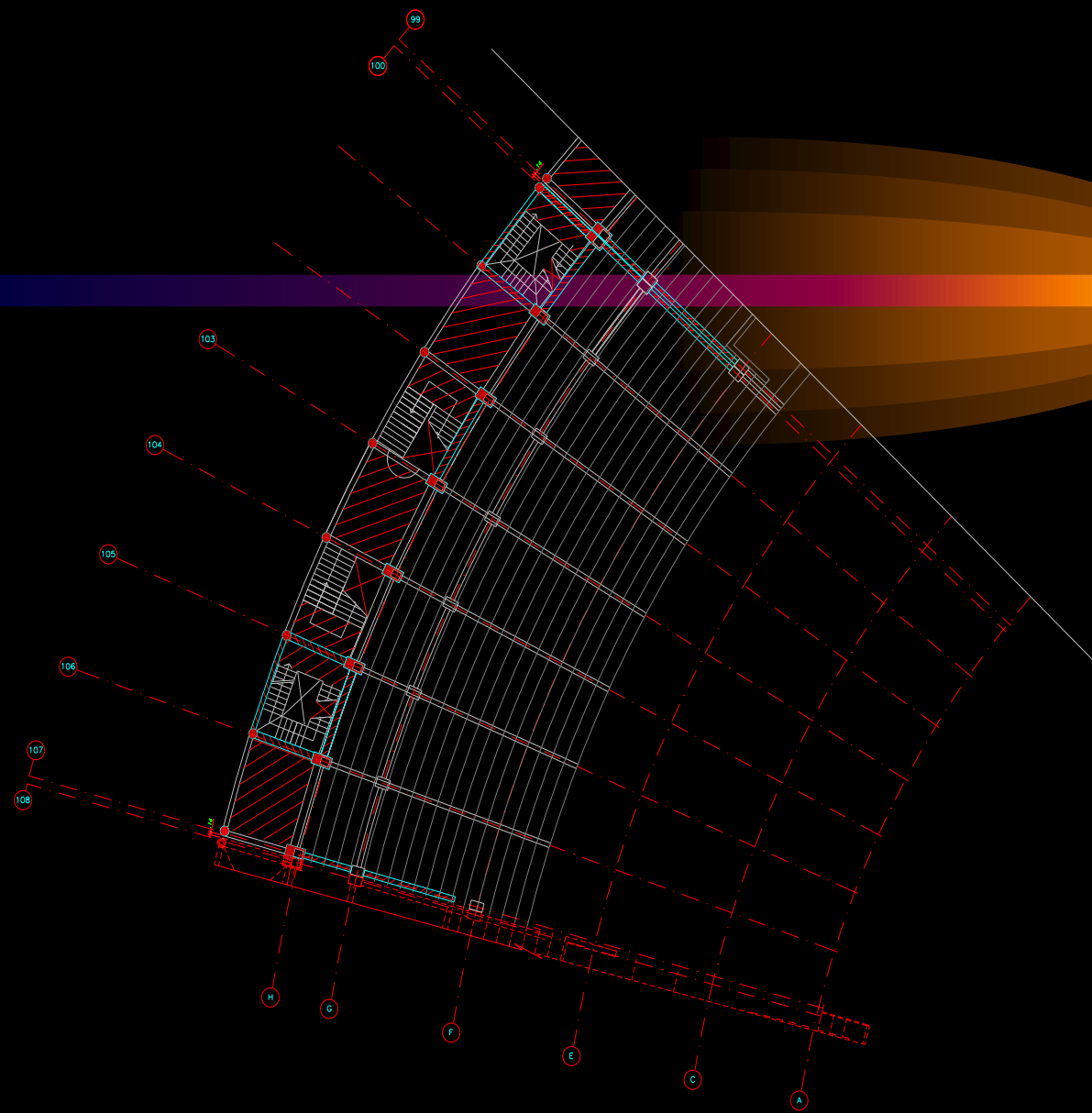
- 1) MEJORAR EL COMPORTAMIENTO DE LAS ESTRUCTURAS EXISTENTES, INCORPORÁNDOLES MUROS DE CONCRETO ARMADO Y
- 2) CONTROLAR LA ESBELTEZ Y ASIMETRÍA DEL NUEVO ANILLO EXTERIOR, ELIMINANDO LAS DEFORMACIONES LATERALES DE ESTOS PÓRTICOS FORMADOS POR DOS COLUMNAS, DADO QUE LA DISTANCIA ENTRE ELLAS ES DEL ORDEN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

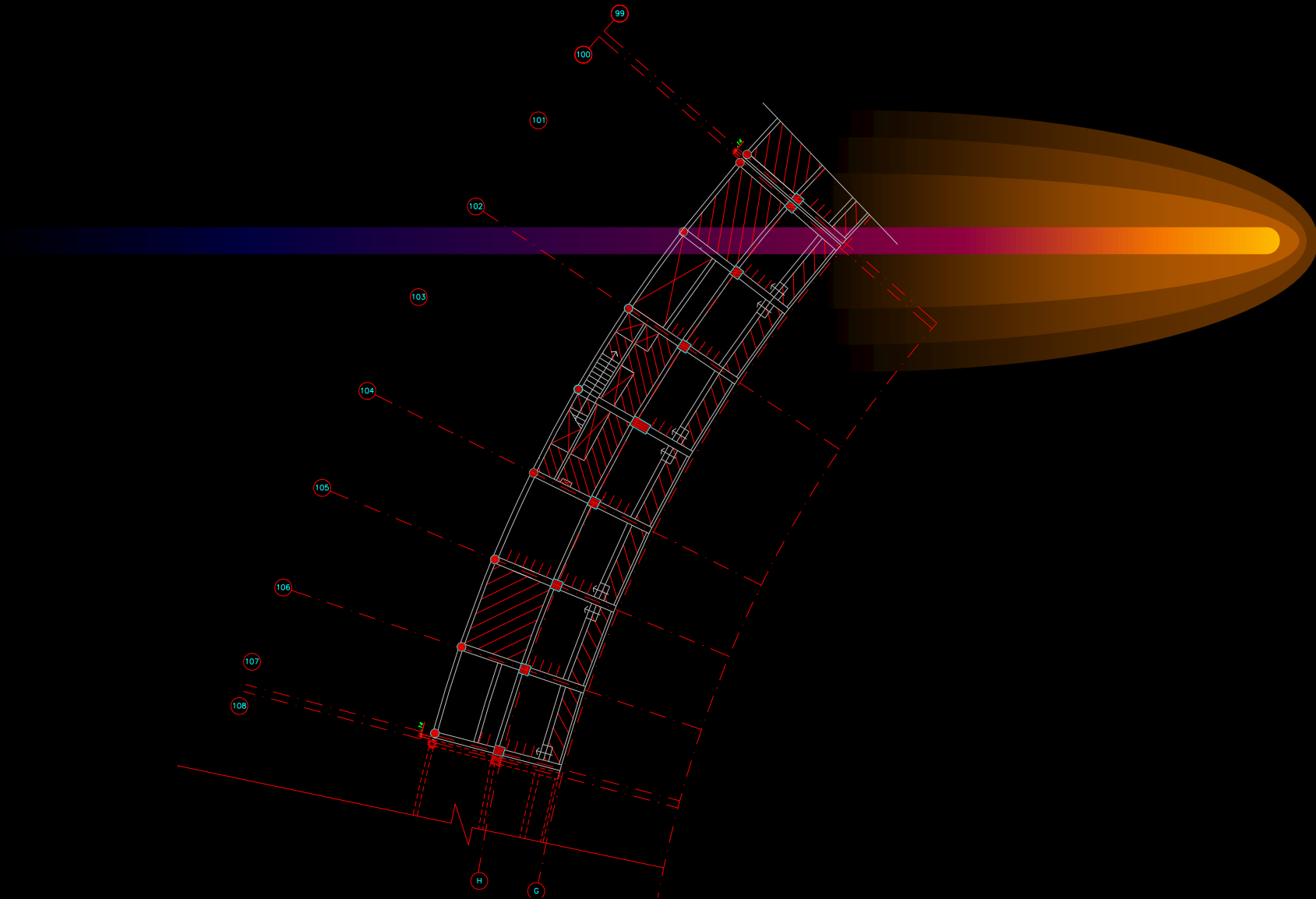
ESTE HECHO OBLIGA A CONSIDERAR UN
REFORZAMIENTO DE LAS ESTRUCTURAS
EXISTENTES, SIENDO EL MEJOR CAMINO,
LA INCORPORACIÓN DE MUROS DE
CONCRETO ARMADO EN LAS DOS
DIRECCIONES.

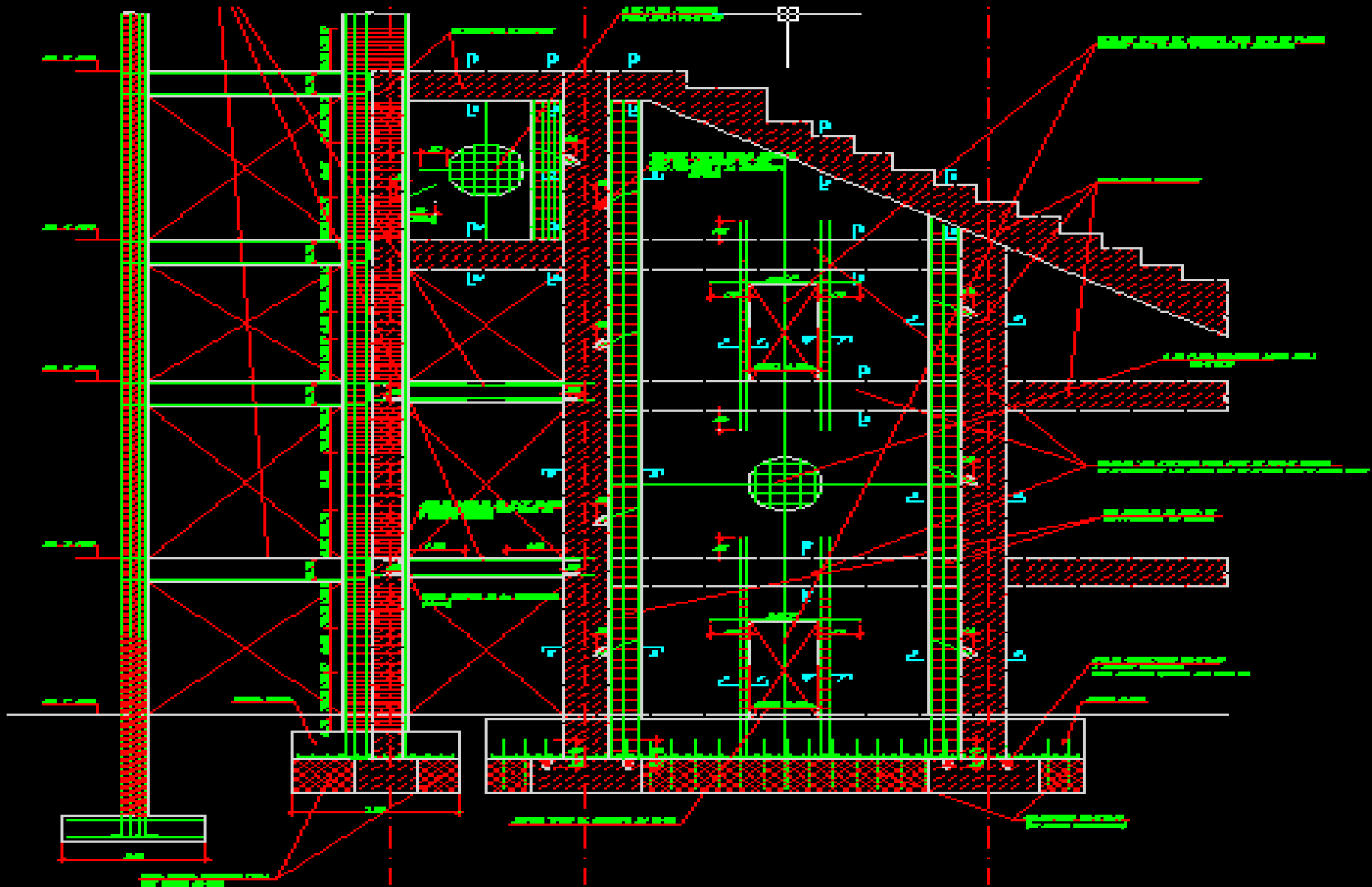
EN LA DIRECCIÓN RADIAL EXISTE EL APORTE
DE RIGIDEZ DE UNA SERIE DE MUROS DE
LADRILLO DE 25cm DE ESPESOR, LO QUE
HACE NECESARIO UN MAYOR NÚMERO DE
NUEVOS MUROS DE CONCRETO ARMADO
EN LA DIRECCIÓN LONGITUDINAL.

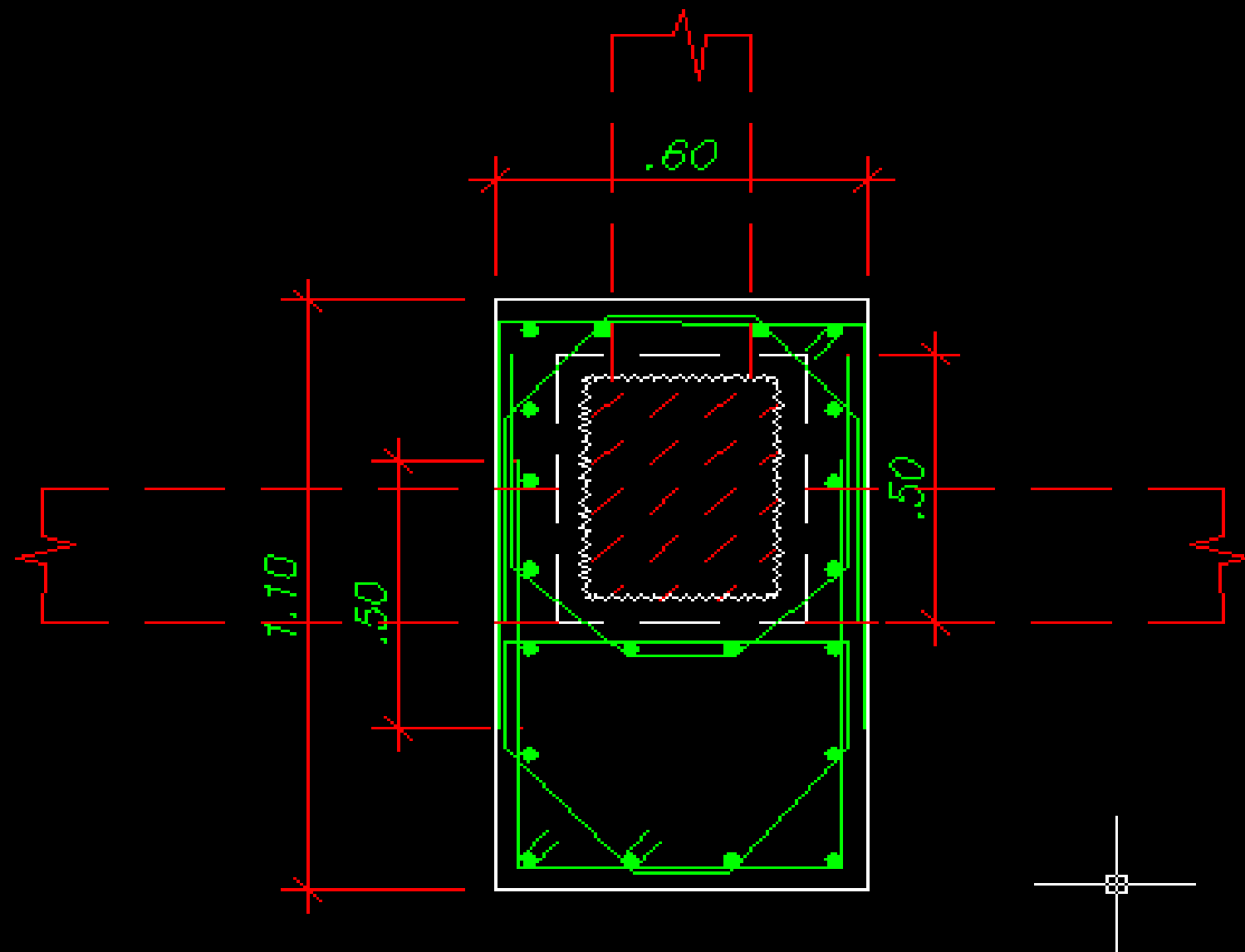
CON ESTAS CONSIDERACIONES SE HA
DECIDIDO INTEGRAR LAS COLUMNAS
EXTERIORES DEL ACTUAL ESTADIO CON
LAS NUEVAS COLUMNAS DEL ANILLO
PERIMETRAL, INCORPORANDO MUROS
DE CONCRETO ARMADO EN LOS DOS EJES
NUEVOS DEL ANILLO EXTERIOR.

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 .







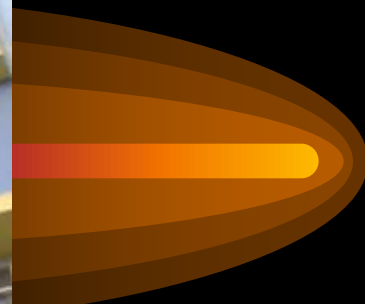


(II)









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.

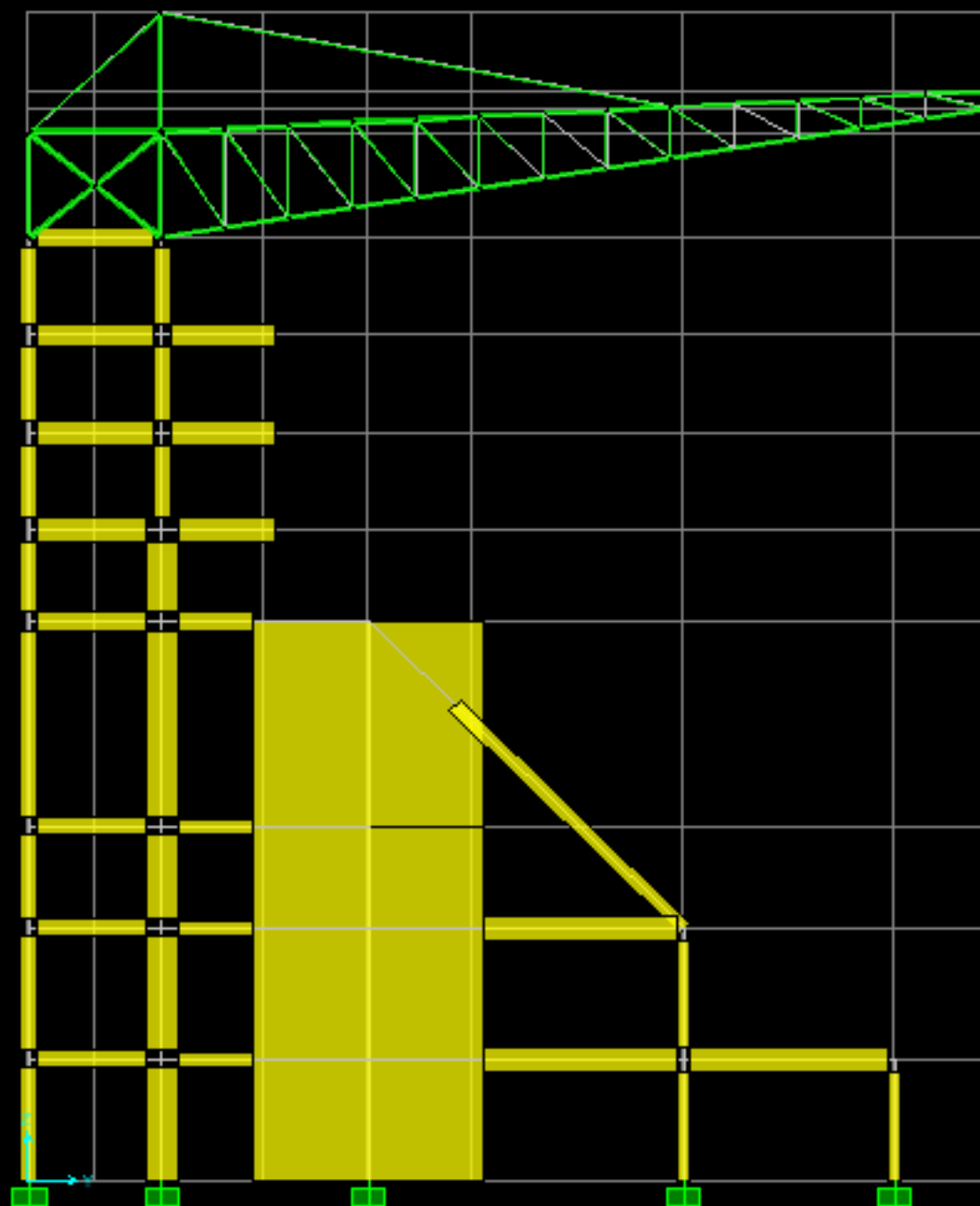
EN VARIOS SECTORES O BLOQUES, SE TIENEN
ADEMÁS MUROS EN LAS NUEVAS
ESCALERAS Y ASCENSORES, LOS QUE SÍ
LLEGAN AL ÚLTIMO NIVEL.

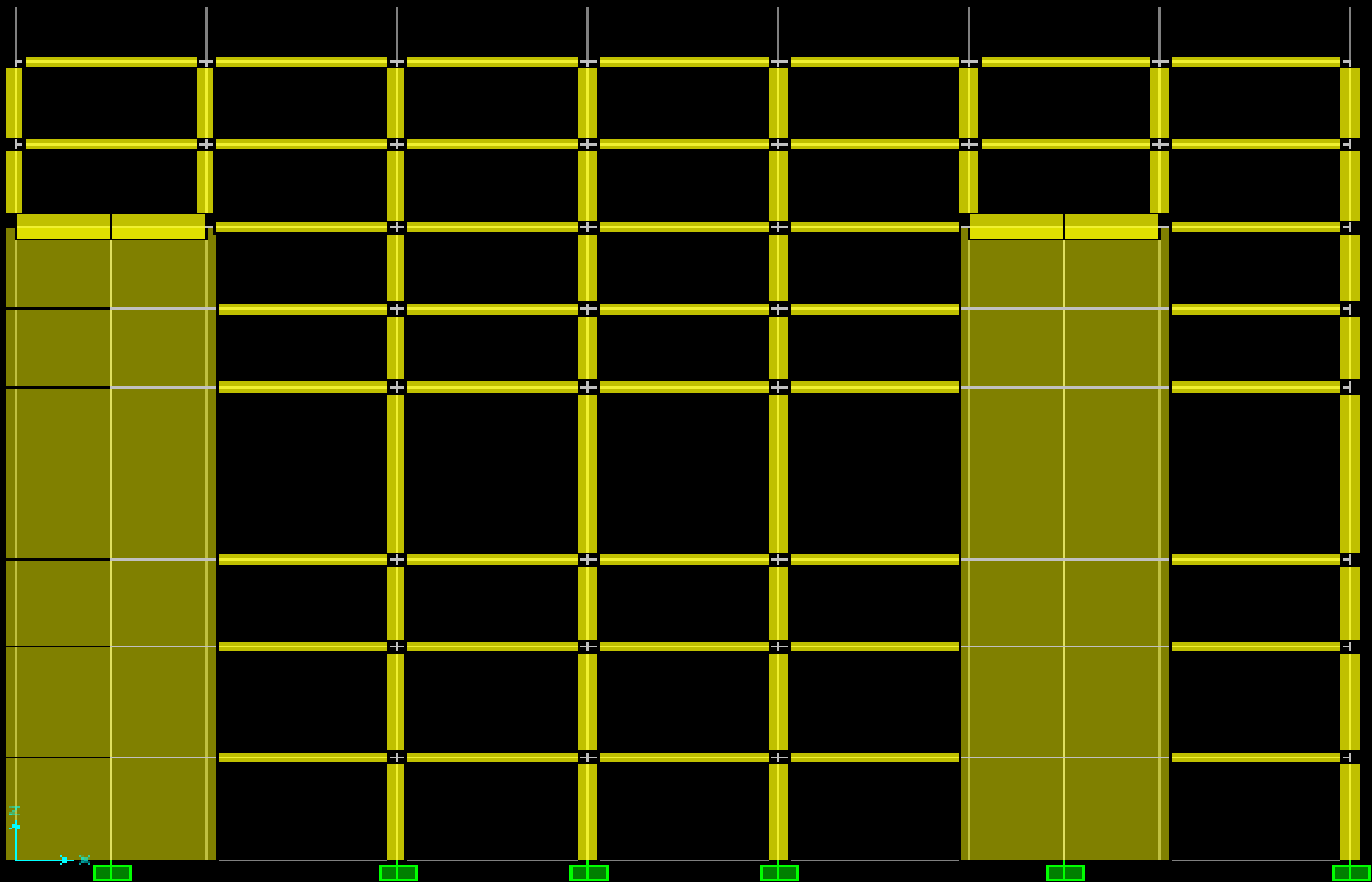




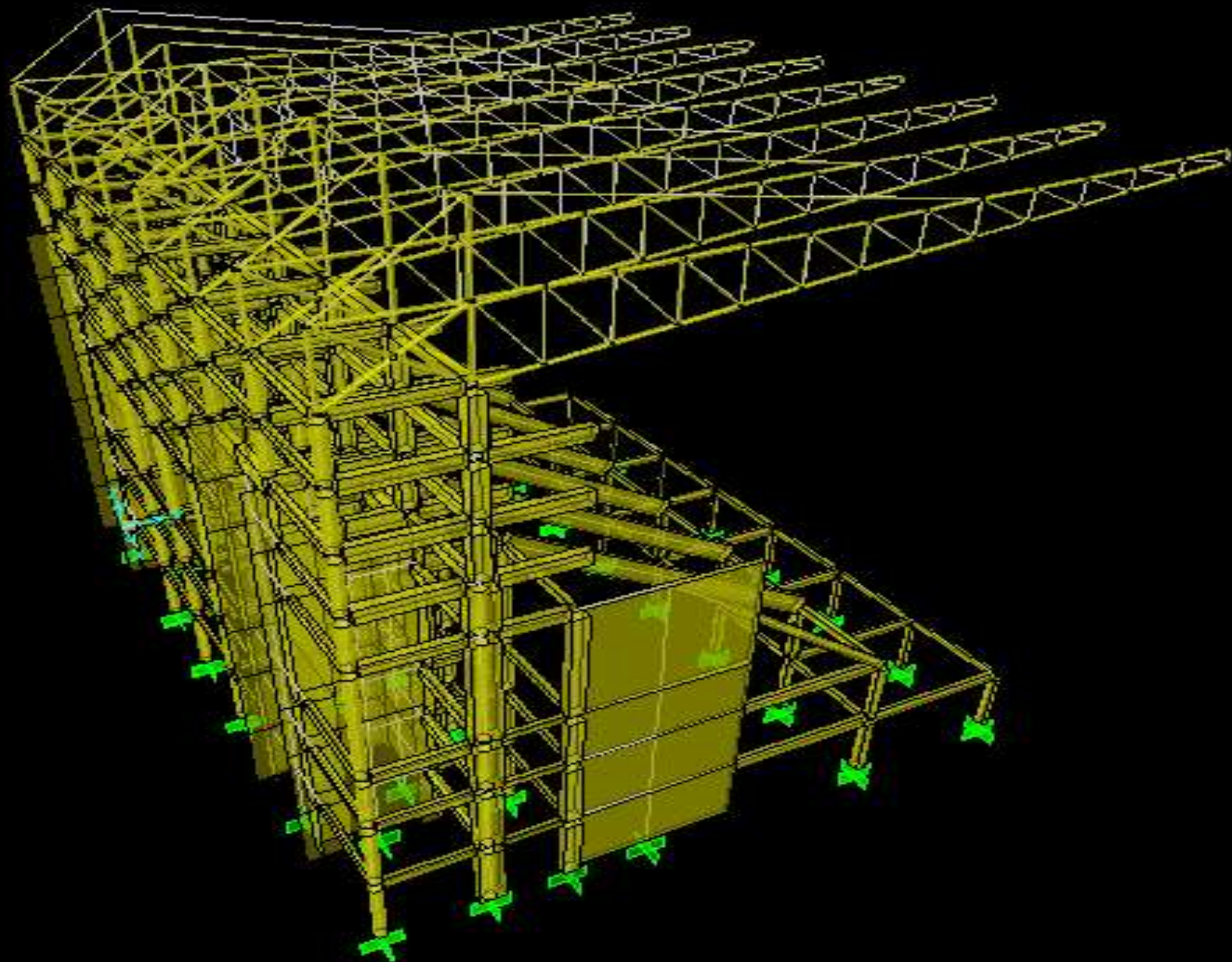
SE REALIZARON ANÁLISIS SÍSMICOS DE LOS
BLOQUES MODELÁNDOSE EL
COMPORTAMIENTO DE ESTOS CON LA
INCLUSIÓN DE PLACAS EN LAS
DIRECCIONES RADIALES Y
LONGITUDINALES DEL ESTADIO.

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)

$U = 1.3$

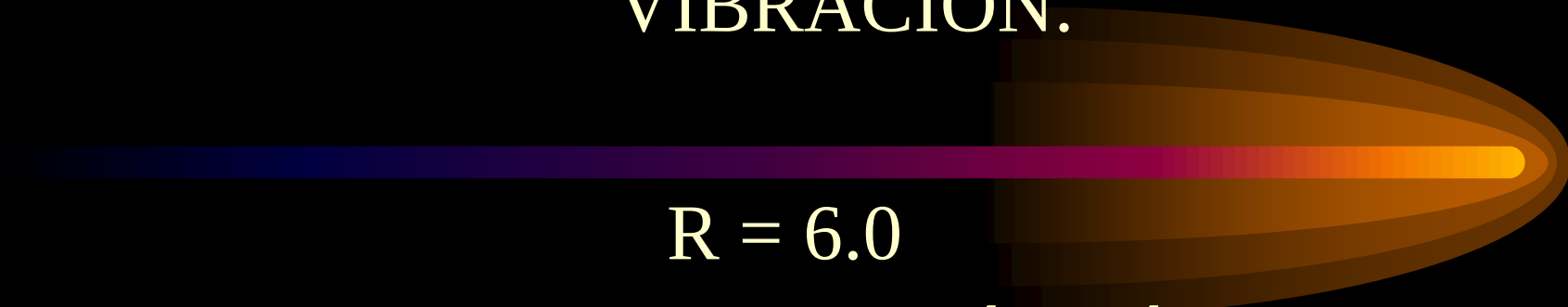
SE CONSIDERÓ UN FACTOR DE USO PARA
UNA EDIFICACIÓN IMPORTANTE. NO SE HA
CONSIDERADO 1.5 PUES ES UNA
ESTRUCTURA EXISTENTE CON CASI 60
AÑOS DE ANTIGÜEDAD)

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)

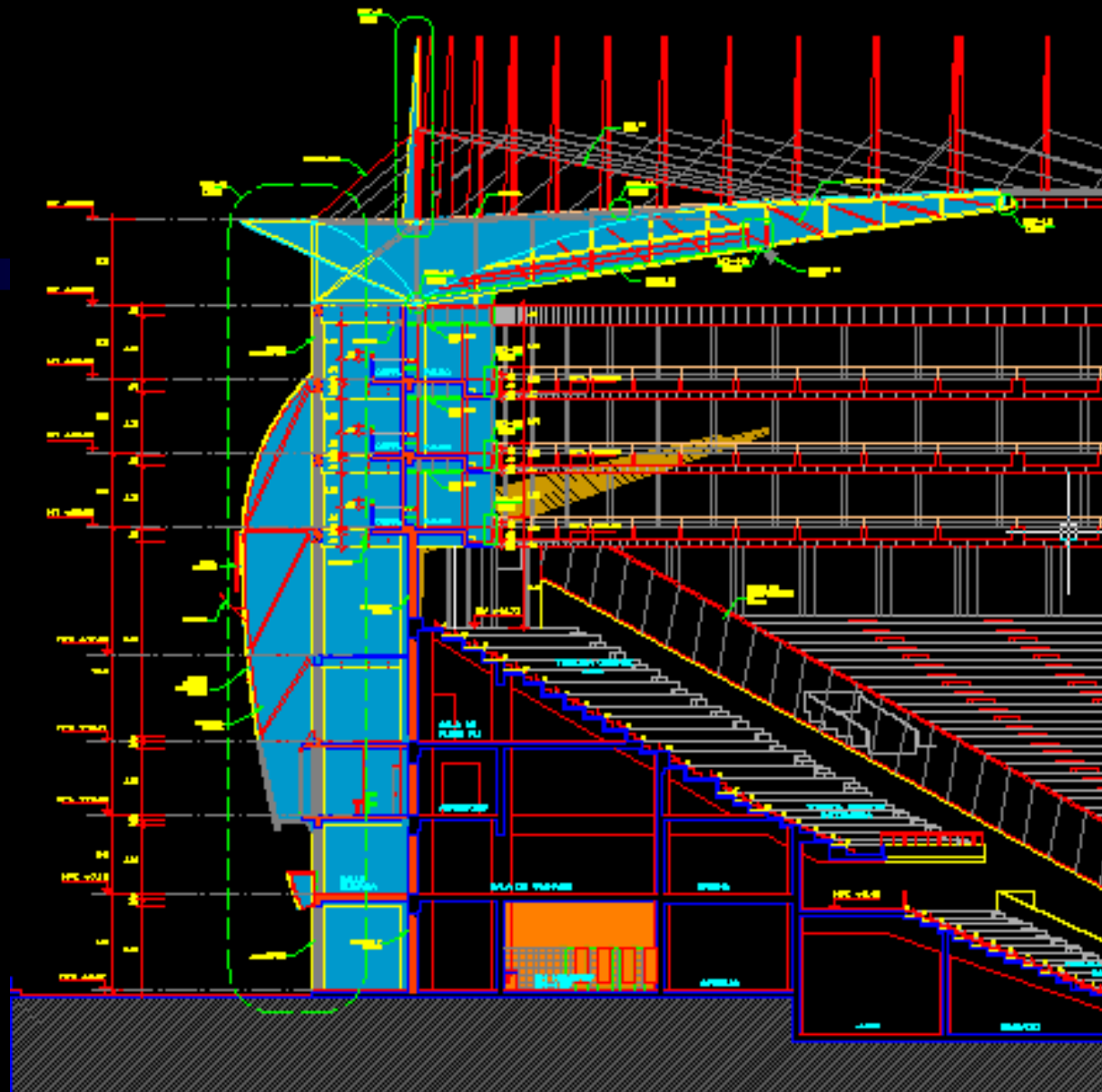
TODAS LAS ESTRUCTURAS SE HAN
PROYECTADO EN CONCRETO ARMADO,
CON EXCEPCIÓN DE LA COBERTURA
SUPERIOR DE LAS TRIBUNAS.

ÉSTAS SON ARMADURAS RETICULADAS TIPO
TIJERAL, QUE VUIELAN
APROXIMADAMENTE 32m. Y QUE SON
PERFILES TUBULARES DE ACERO.

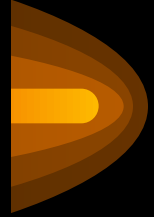
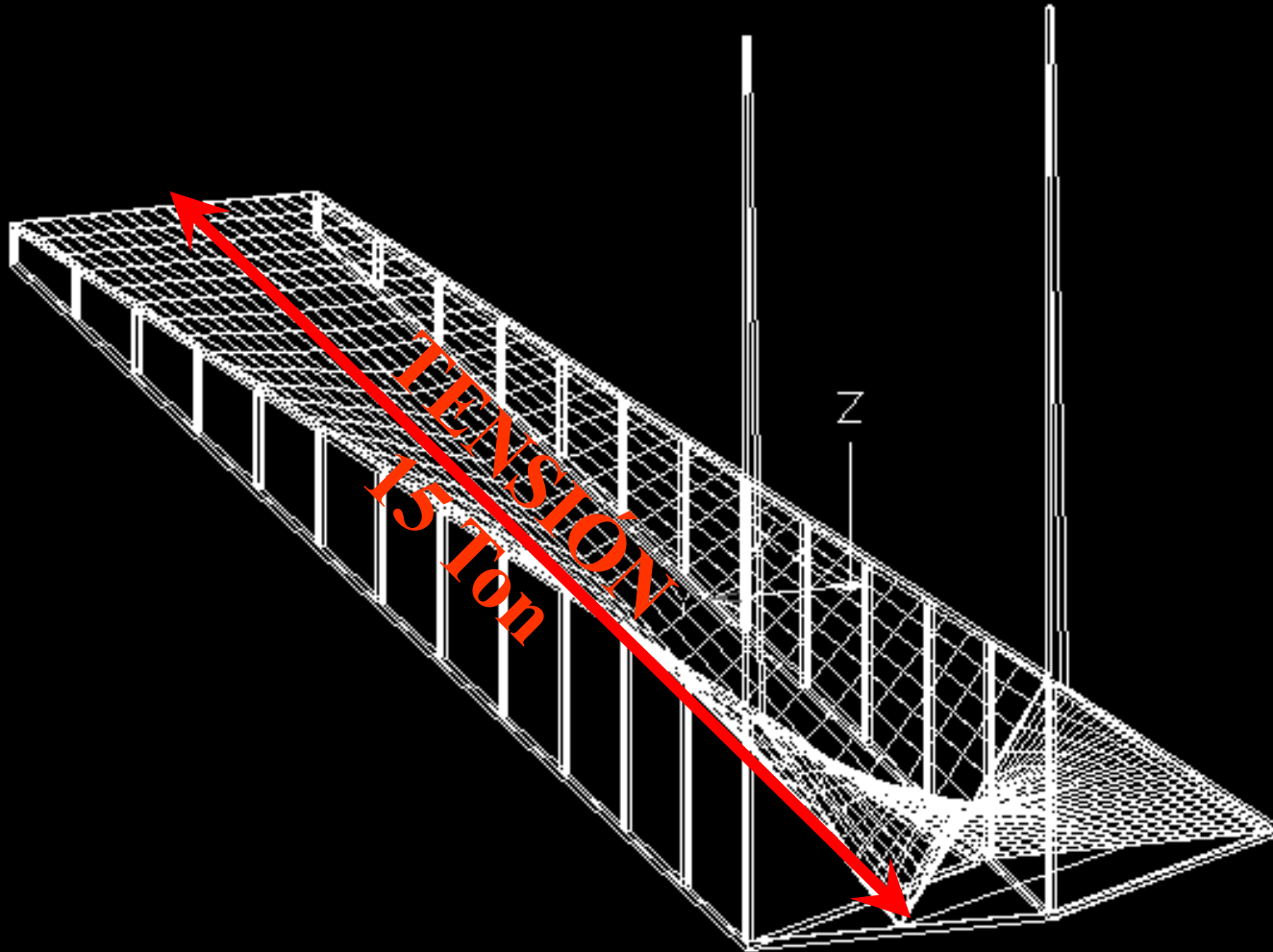
LA COBERTURA PROPIAMENTE DICHA ES
UNA LOSA TENSIONADA .

COBERTURA NUEVA DEL ESTADIO

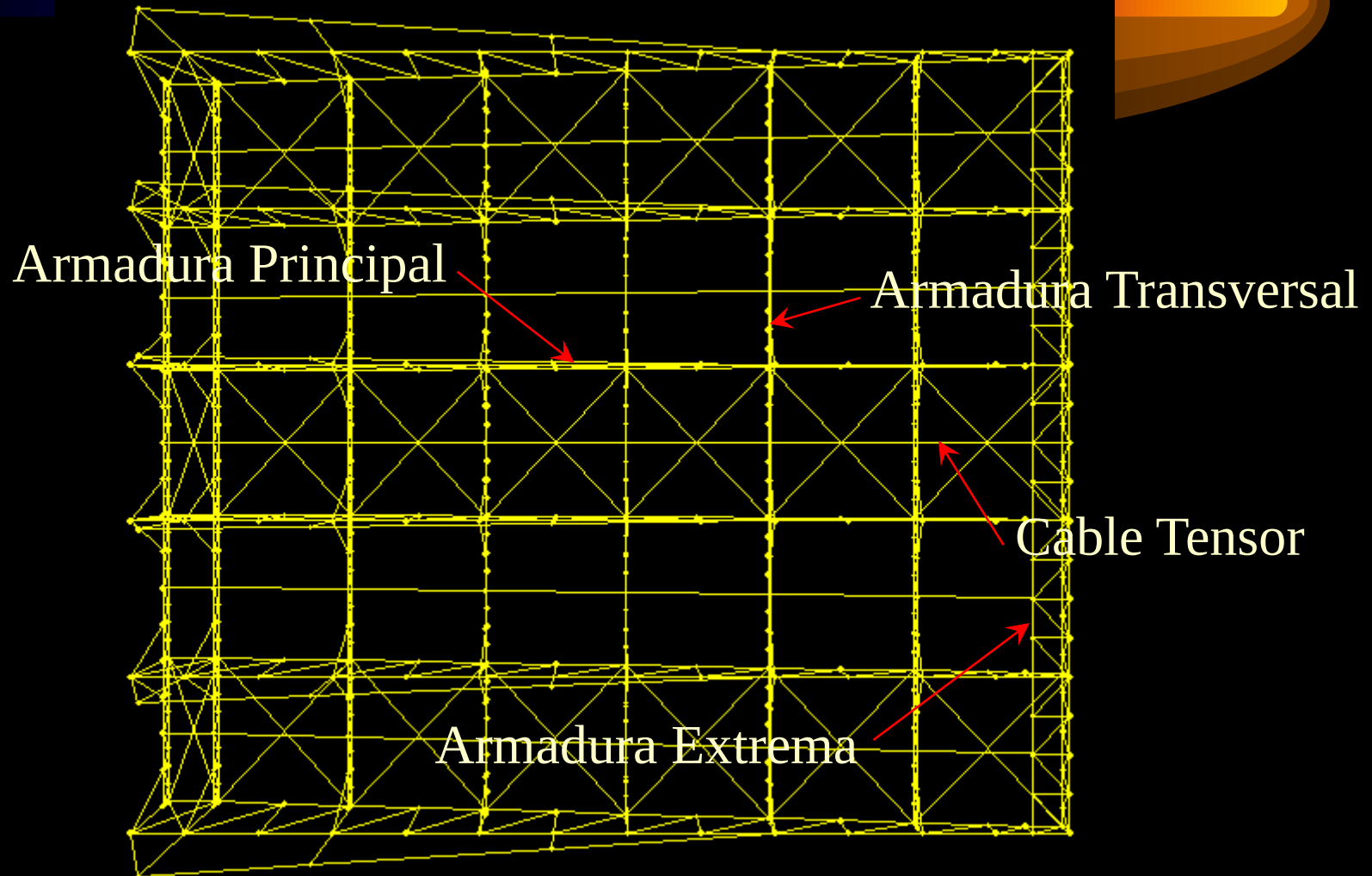




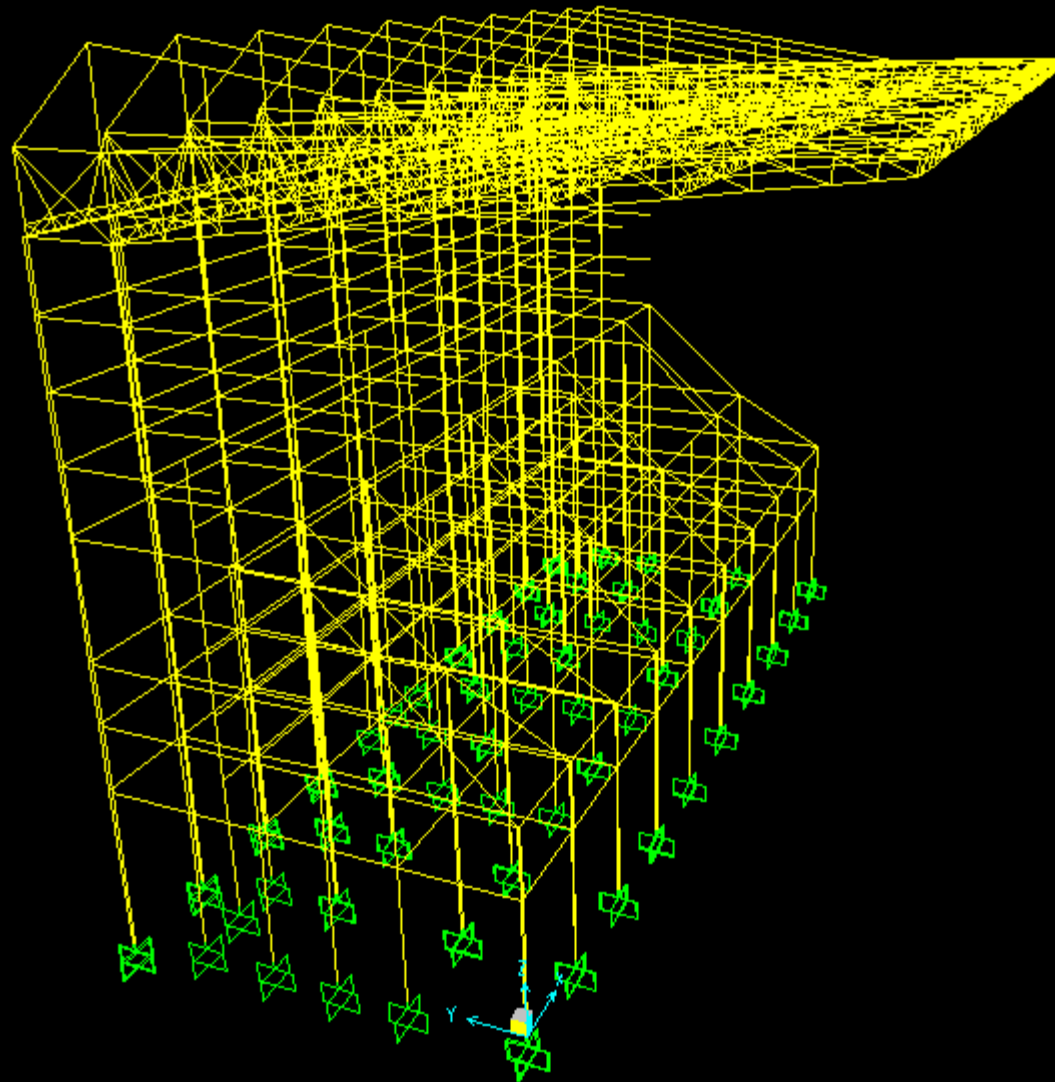
LONA TENSIONADA



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

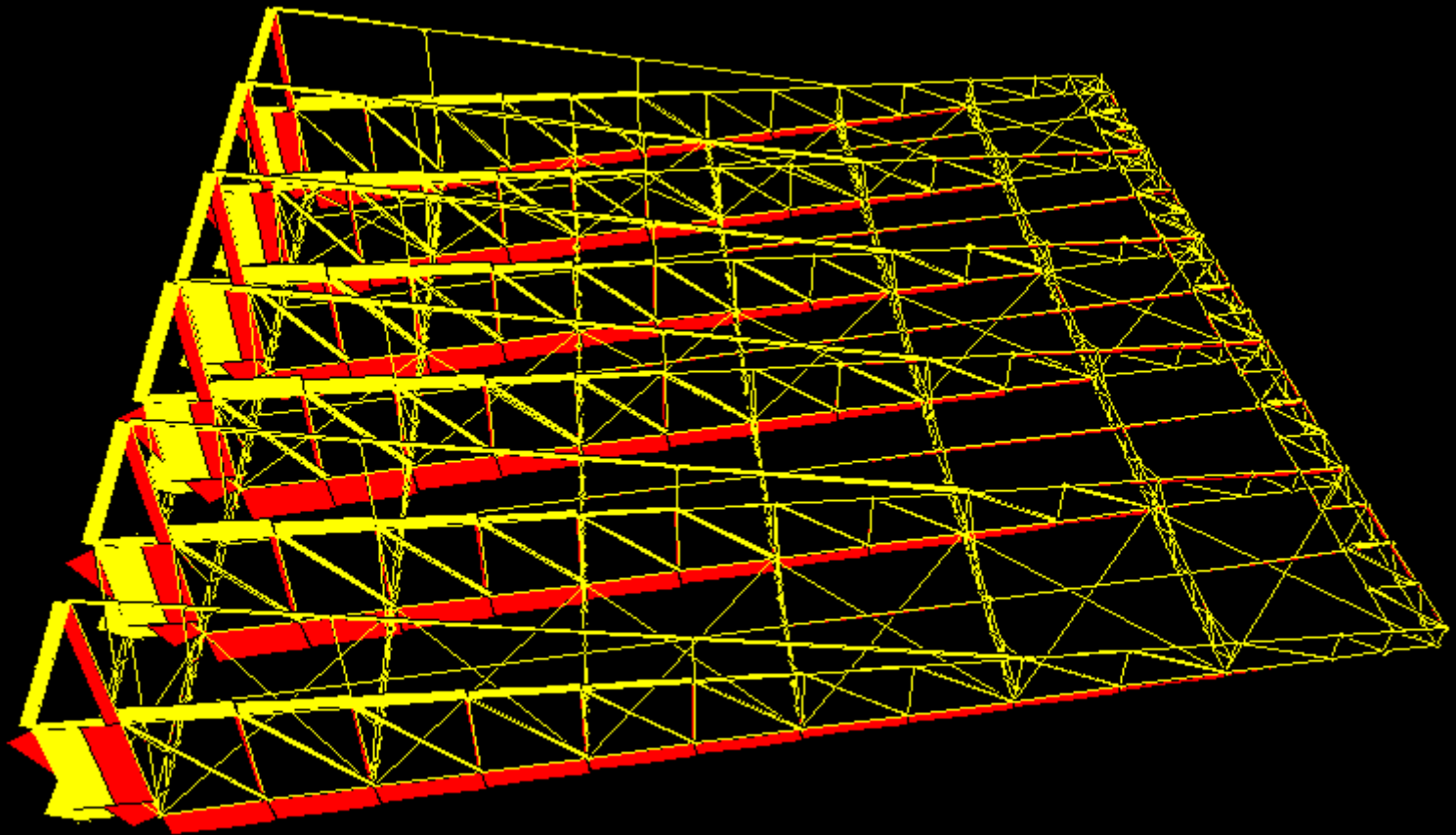
- Condiciones de succión y presión sobre la lona

Cargas de Sismo

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

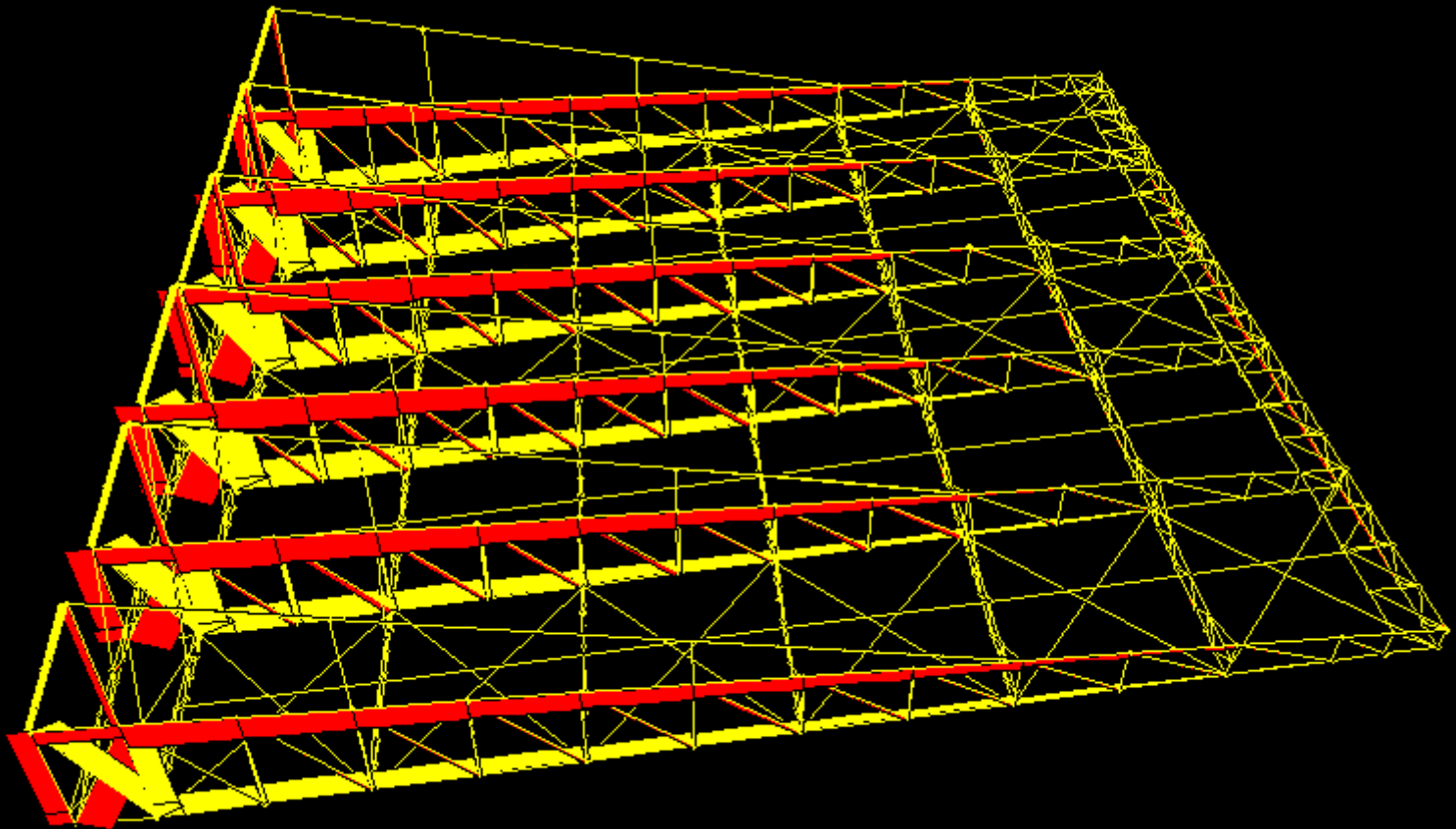
Resultados del Análisis Estructural

CARGAS MUERTAS + VIVAS + VIENTO HACIA ABAJO



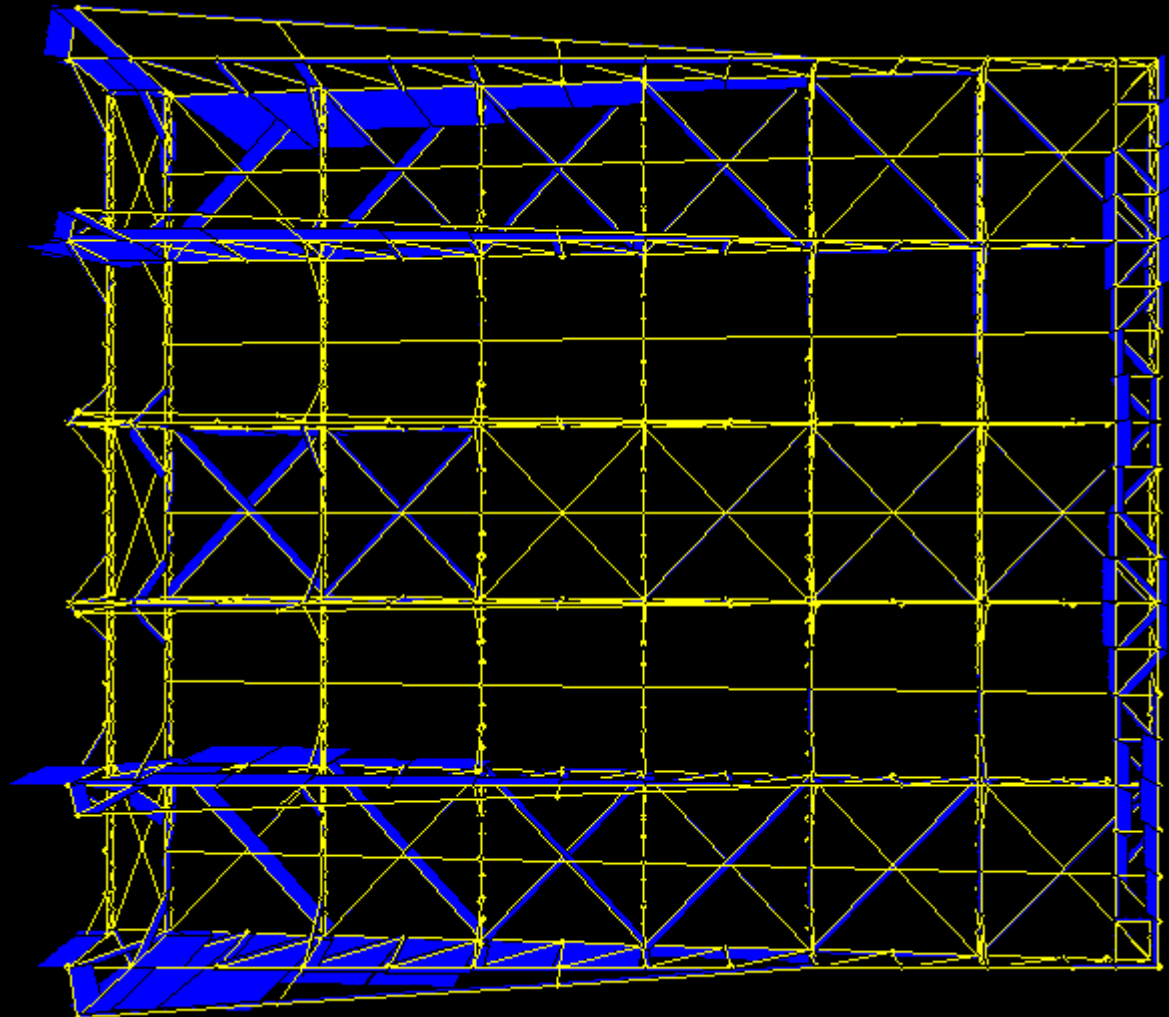
Resultados del Análisis Estructural

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

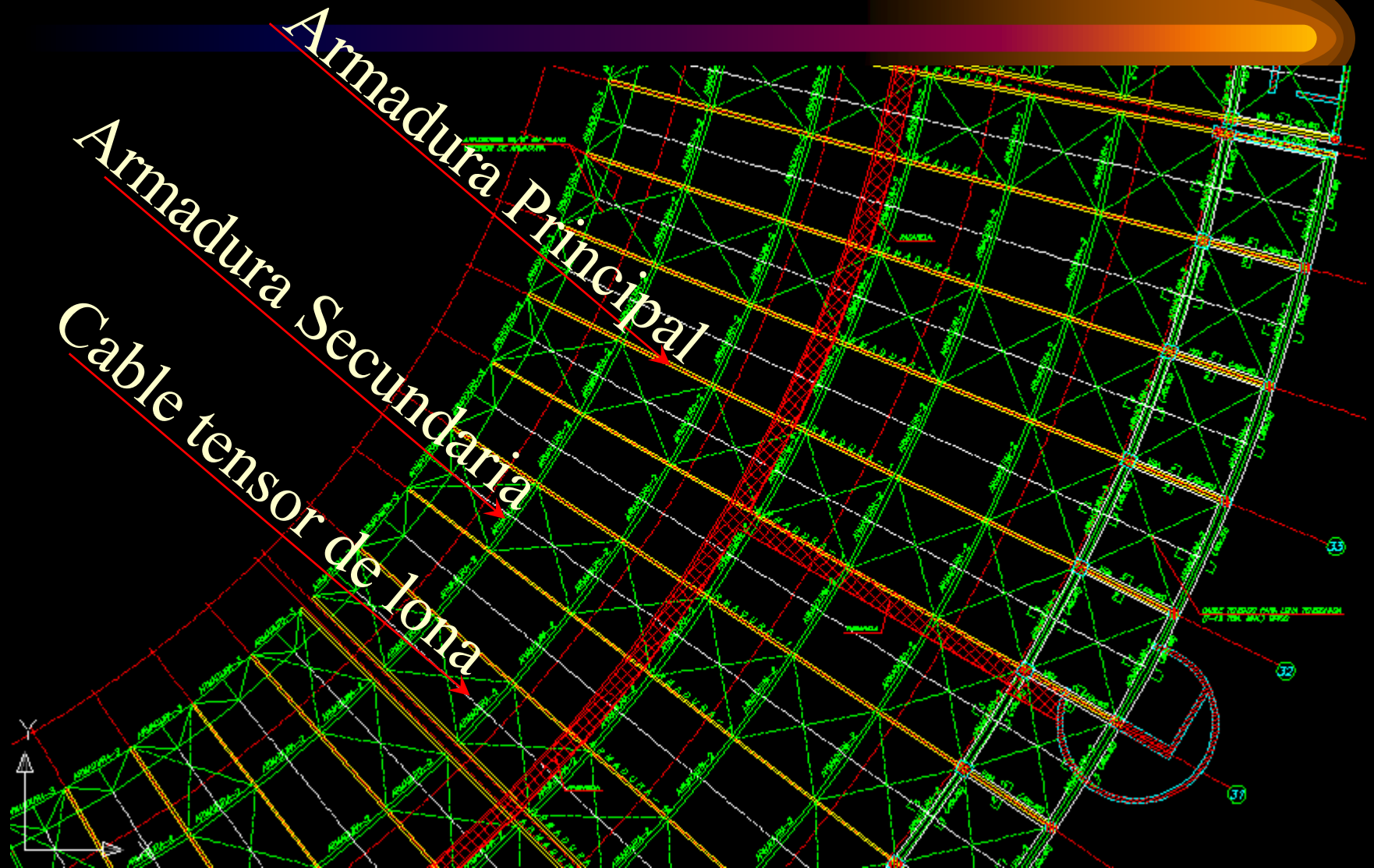
EN ARMADURAS PRINCIPALES

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

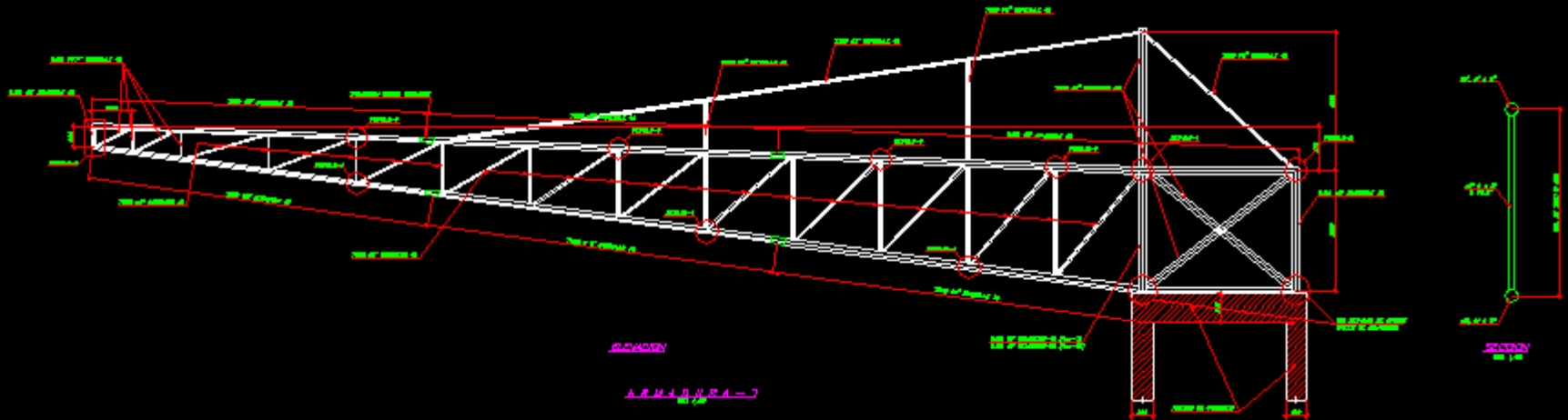
EN ARMADURAS TRANSVERSALES

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

PLANOS ESTRUCTURALES



ARMADURAS PRINCIPALES



BRIDAS:

Tubos de 8" a 3" Cédula-40

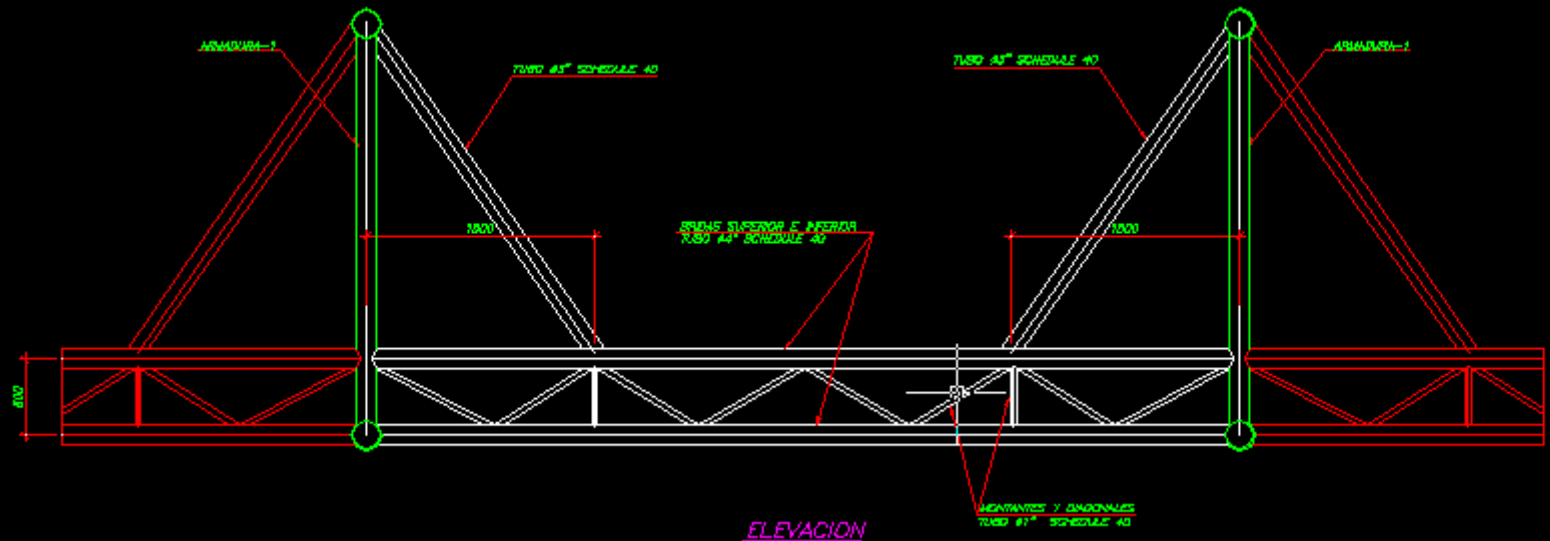
MONTANTES Y DIAGONALES:

Tubos de 3" a 1.5" Cédula-40

MONTANTES Y DIAGONALES EN APOYO:

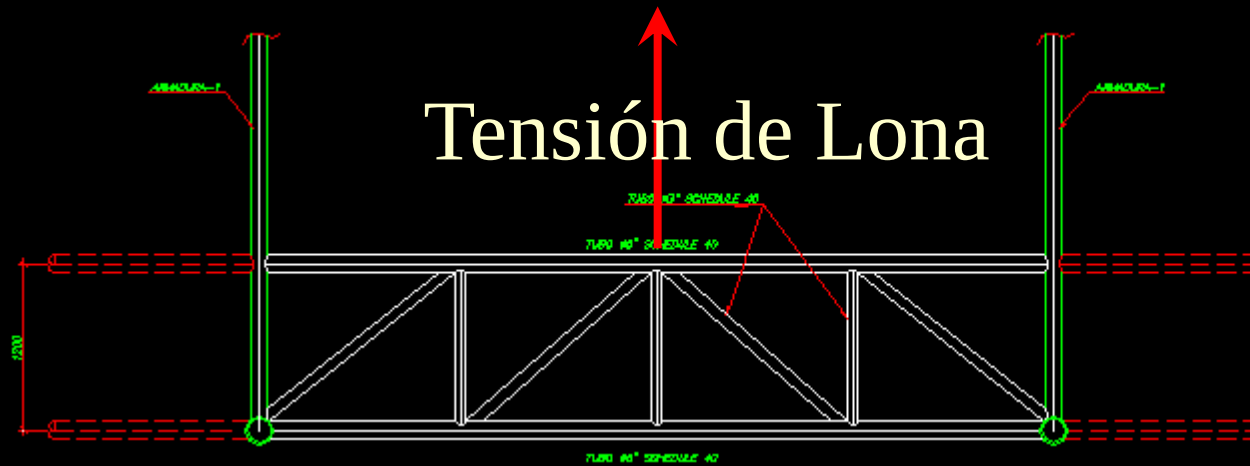
Tubos de 8" Cédula-40

Armaduras Secundarias



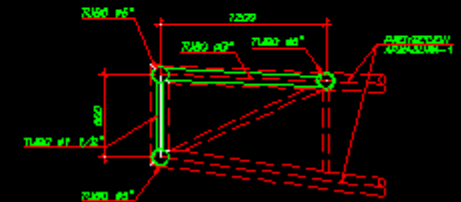
- **BRIDAS:**
- Tubos de 4" Cédula-40
- **MONTANTES Y DIAGONALES:**
- Tubos de 1" Cédula-40
- **DIAGONALES EN APOYO:**
- Tubos de 3" Cédula-40

Armaduras en el Extremo del Voladizo

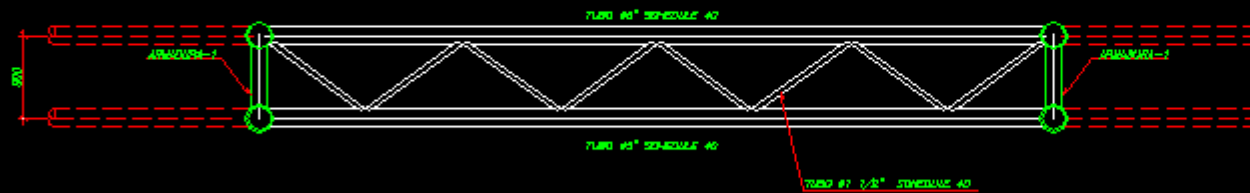


PLANTA
ESC. 1/250

NOTA: VER DISPOSICIÓN DE ELEMENTOS EN PUNTO DE CADA SECCIÓN



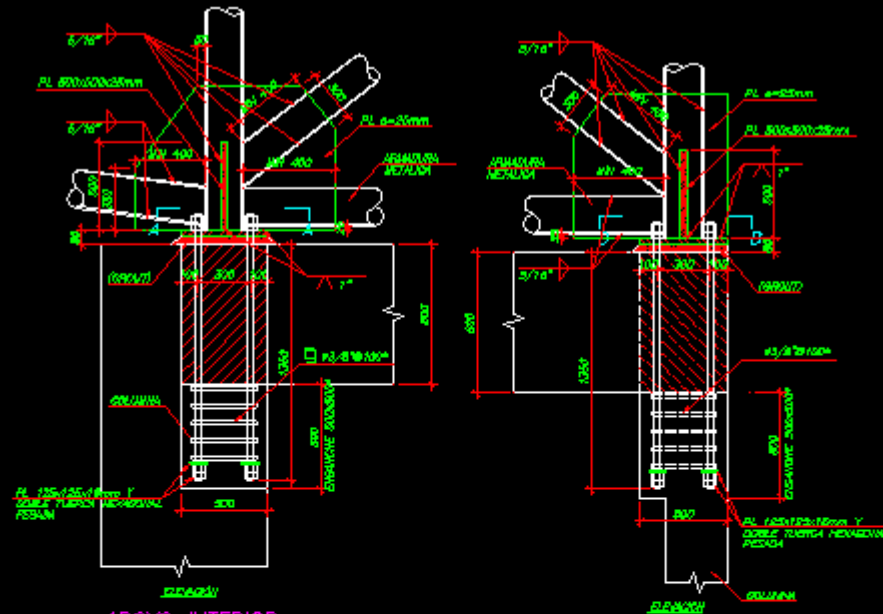
SECCION
ESC. 1/250



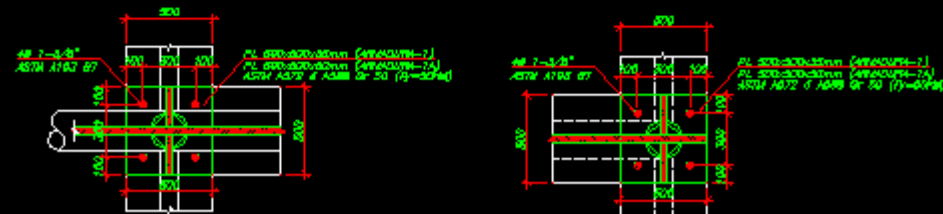
ELEVACION
ESC. 1/250

ARMADURA-2
ESC. 1/250

Diagram illustrating a rectangular plate with a semi-elliptical surface crack. The crack depth is labeled $a = 25\text{mm}$ and the total crack length is labeled $2c = 80 \text{ to } 100\text{mm}$. The plate has a thickness B and a width W . A coordinate system (x, y) is shown at the bottom left corner.



APOND EXTERIOR



CORTE B-B

ENC. 1/20







GRACIAS

A decorative graphic consisting of a horizontal bar with a color gradient from dark blue on the left to bright yellow on the right. To the right of this bar is a large, stylized arrow shape pointing to the right, filled with a gradient of brown and orange colors.