

*CONFERENCIA SOBRE PROYECTO DE
ESTRUCTURAS
NUEVA PLANTA DE CEMENTOS
PACASMAYO EN PIURA.
(MAYO 2015)*

*ANTONIO BLANCO BLASCO
Ingenieros E.I.R.L.*

NUEVA PLANTA DE CEMENTOS PACASMAYO EN PIURA

Localización: Km.3, Carretera Norte a Paíta

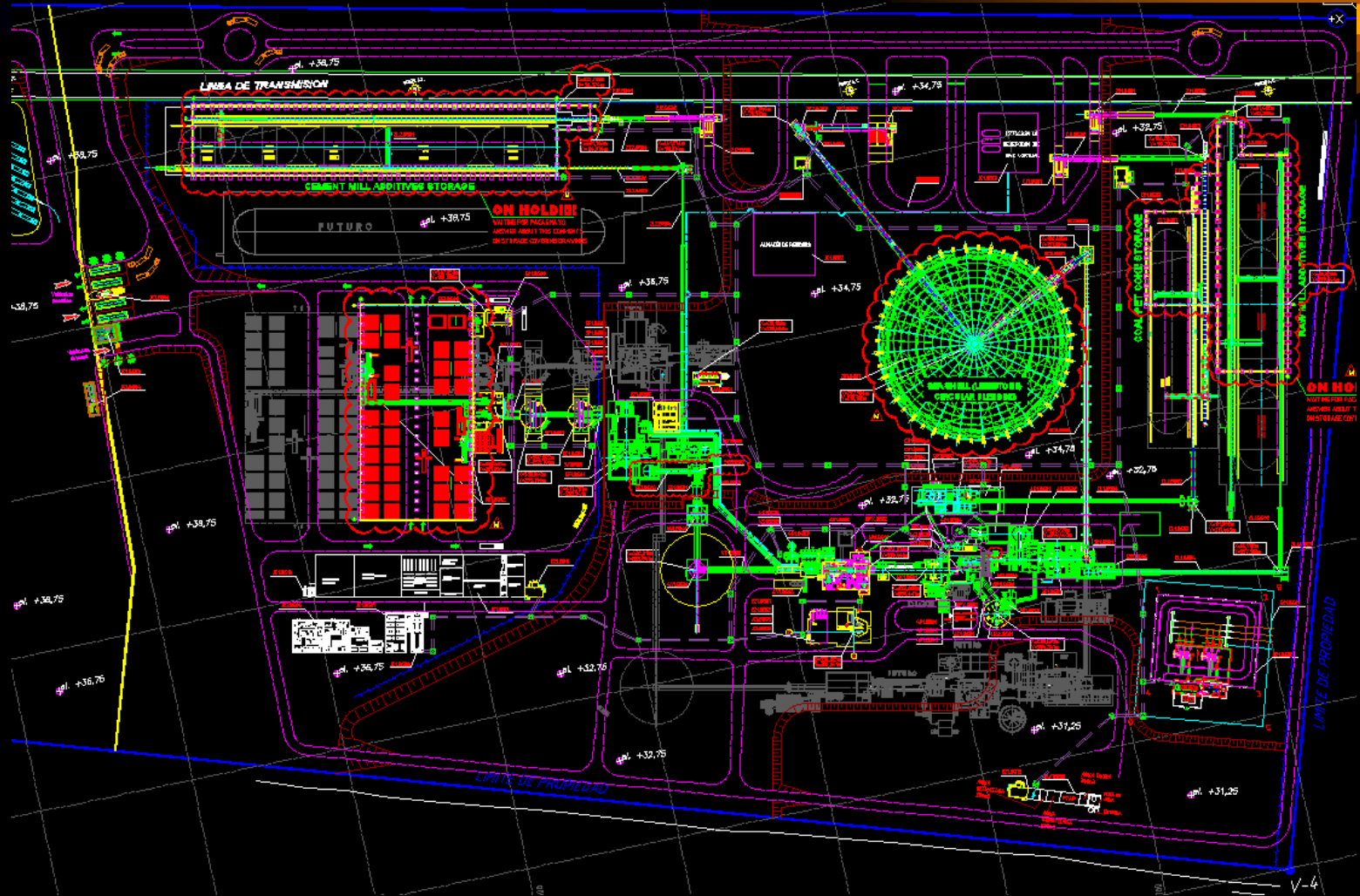


Altura sobre el nivel del mar: 33 msnm.

Temperaturas: máxima 40° y mínima 15°

NUEVA PLANTA DE CEMENTOS PACASMAYO EN PIURA

Layout General



LA INGENIERÍA INTEGRAL DEL PROYECTO FUE DESARROLLADA POR LA EMPRESA THYSSENKRUPP INDUSTRIAL SOLUTIONS.

LAS COORDINACIONES SE HACÍAN CON LA EMPRESA POLYSIUS (BRASIL), SUBSIDIARIA DE THYSSENKRUPP DE ALEMANIA. (ING. STANLEY ALENCAR)

NUESTRA EMPRESA FUE CONTRATADA PARA HACER EL PROYECTO DE ESTRUCTURAS (OBRAS CIVILES) DE GRAN PARTE DE LAS EDIFICACIONES QUE CONFORMAN LA PLANTA.

OTROS EDIFICIOS Y ESTRUCTURAS FUERON DESARROLLADAS POR LA EMPRESA GALLEGOS-CASABONNE-ARANGO-QUESADA.

EL PROYECTO DE ESTRUCTURAS
DESARROLLADO POR NUESTRA OFICINA
FUE HECHO DURANTE LOS AÑOS 2013 Y
2014.

PARTICIPARON NUESTROS INGENIEROS:
LUIS CASTRO (COORDINADOR GENERAL),
JESÚS SOLANO, JOSÉ ANTONIO TERRY,
RICARDO ARAUJO, FERNANDO MOROCHO,
DANIEL CHANG, VÍCTOR FARFÁN, PAULO
MEJÍA, LAURA GUZMÁN, KARLA ABAD,
PABLO QUIÑOÑES, MIGUEL SANCHEZ y
FERNANDO ENCIZO.

- LAS ESTRUCTURAS DESARROLLADAS FUERON:
- EDIFICIOS DE DESCARGAS Y TOLVAS DE: CRUDOS, ADITIVOS DE MATERIA PRIMA, ADITIVOS DE CEMENTO, Y DE CARBÓN.
- TÚNELES Y ESTRUCTURAS PARA BANDA TRANSPORTADORA PARA : CRUDOS(02), ADITIVOS DE MATERIA PRIMA, ADITIVOS DE CEMENTO Y DE CARBÓN.
- TORRES DE TRANSFERENCIA(09).
- ESTRUCTURAS PARA FAJAS TRANSPORTADORAS: DE CRUDOS(02), DE ADITIVOS DE MATERIA PRIMA(03), DE ADITIVOS DE CEMENTO(03), Y CARBÓN(03)

- ALMACÉN CUBIERTO CIRCULAR DE PREMIX.
- ALMACÉN CUBIERTO ADITIVOS MAT.PRIMA.
- ALMACÉN CUBIERTO ADITIVOS DE CEMENTO.
- ALMACÉN CUBIERTO DE CARBÓN.
- EDIFICIO DEL INTERCAMBIADOR DE CALOR.
- EDIFICIO DE BYPASS CON 02 ESTRUCTURAS DE SOPORTES DE TUBERÍAS.
- BASES DEL HORNO ROTATORIO.
- EDIFICIO DEL ENFRIADOR DE CLINKER.
- ESTRUCTURAS DE SOPORTE DE TUBERÍA DE AIRE CALIENTE, SOPORTE DEL PRECIPITADOR, SOPORTE DE FILTROS, SOPORTE DE BANDA DE CADENAS, CIMIENTOS DE CHIMENEA Y DE VENTILADOR.

- ESTRUCTURA PARA SOPORTE DE TRANSPORTADOR DE CLINKER.
- SILO DE CLINKER Y PENTHOUSE, DESCARGA Y TOLVA DE CLINKER.
- SILO DE INCOCIDOS.
- BASES Y ESTRUCTURA DE SOPORTE DE TRANSPORTADORA DE CLINKER(02).
- EDIFICIO DE EMBOLSADOS, PALETIZADOS Y BIG BAG CON ALMACENAMIENTOS.
- EDIFICIO DE CONTROL CENTRAL, OFICINAS, LABORATORIO.
- ESTACIÓN DE COMPRESORES PARA MOLINOS.
- SUBESTACIONES ELÉCTRICAS (07).

- 
- EN LAS SIGUIENTES VISTAS SE APRECIAN MODELOS Y FOTOS DE DISTINTAS ESTRUCTURAS DEL PROYECTO.

DESCARGAS / TOLVAS DE MATERIALES EN DIFERENTES ZONAS DEL PROYECTO



DESCARGAS / TOLVAS DE MATERIALES EN DIFERENTES ZONAS DEL PROYECTO



- Descarga/Tolva de Materia Prima, Crudo
- Descarga/Tolva de Aditivos de Materia Prima
- Descarga/Tolva de Aditivos de Cemento
- Descarga/Tolva de Carbón

DESCARGA / TOLVA DE CARBÓN



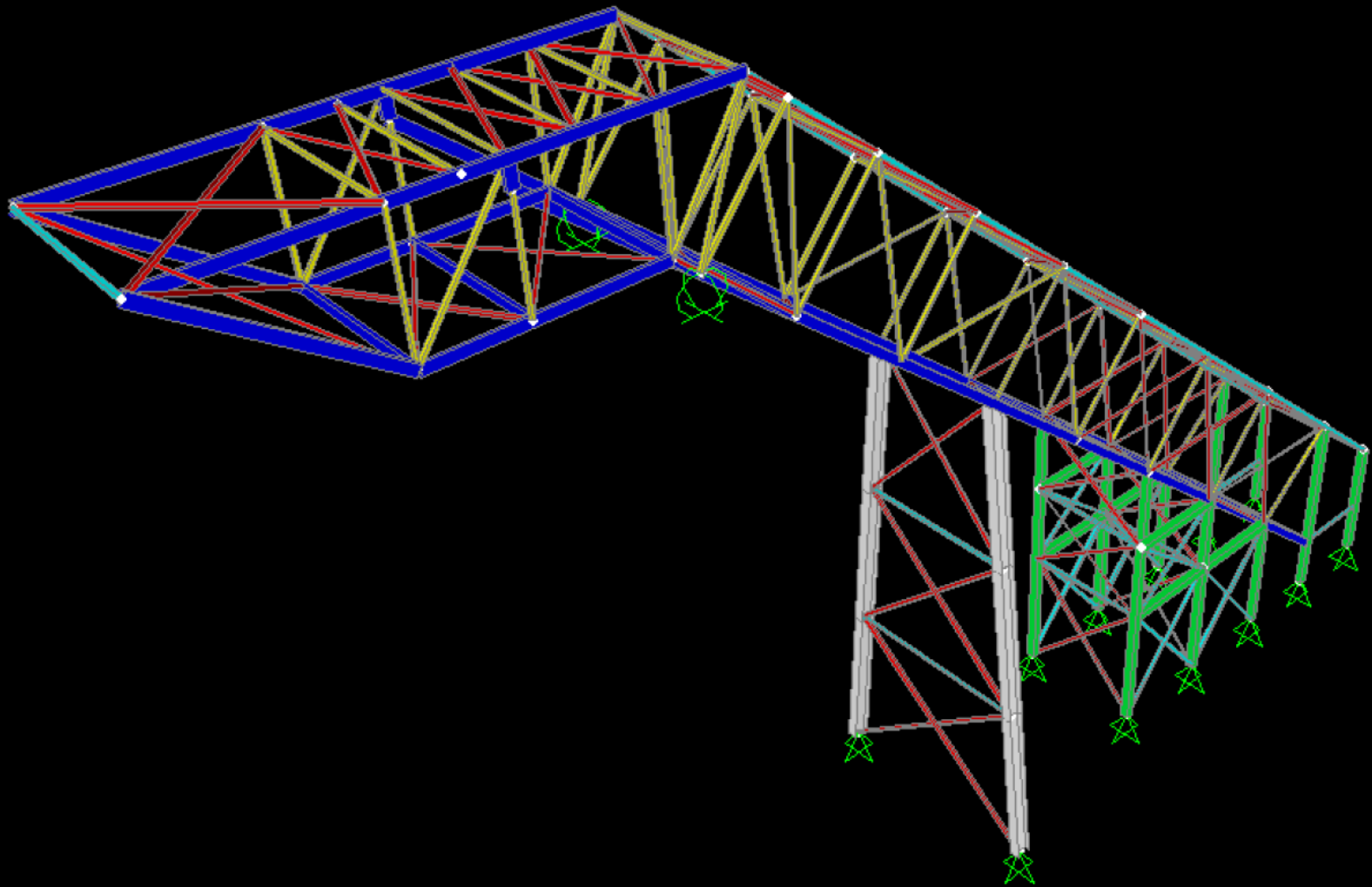
En ejecución obras civiles del túnel y sótano

TOLVA RECEPCIÓN MATERIA PRIMA



En ejecución de Obras Civiles de Tolva

MODELO DE ESTRUCTURA DE BANDA TRANSPORTADORA



ESTRUCTURA DE BANDA TRANSPORTADORA



BANDA TRANSPORTADORA hacia Edificio de Molienda



Se aprecia el Edificio Intercambiador

BANDA TRANSPORTADORA hacia Silos de Crudo



BANDA TRANSPORTADORA hacia Molienda de Cemento



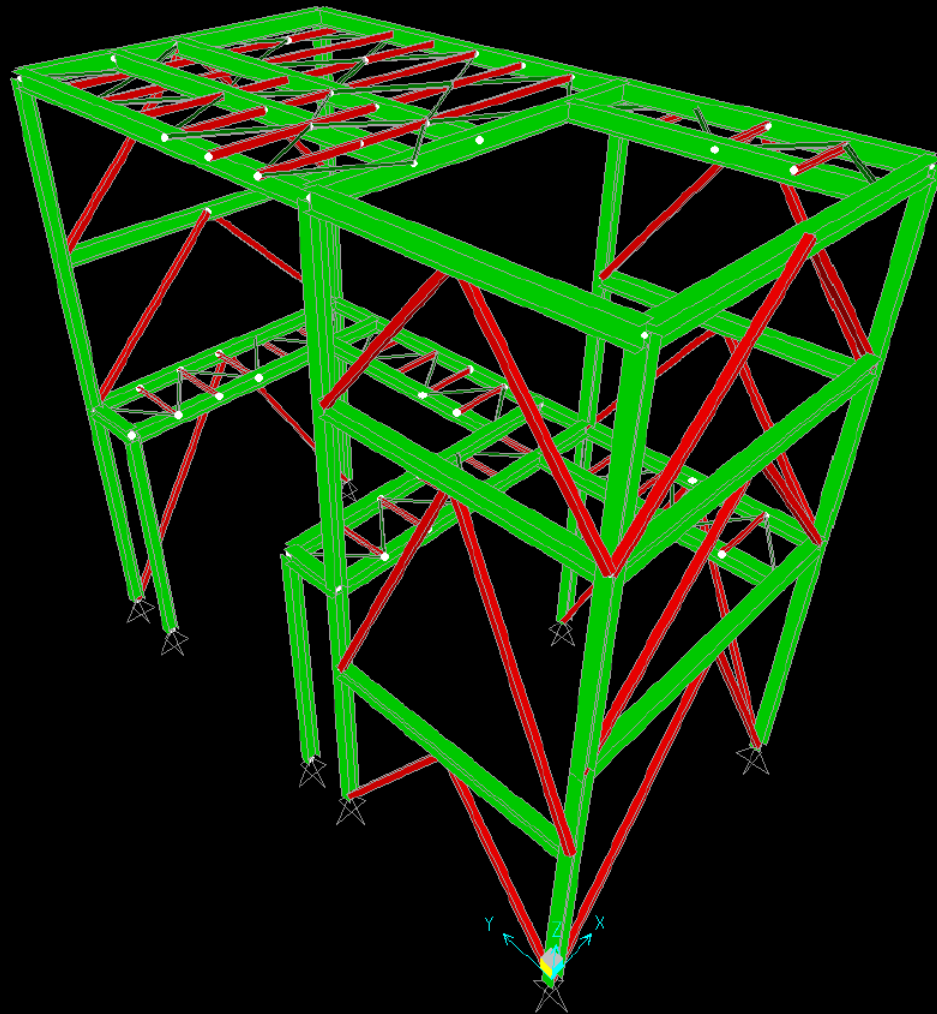
ESTRUCTURA DE BANDA TRANSPORTADORA (Ver más detalles luego)



VISTA DE UNA BANDA TRANSPORTADORA Y UNA TORRE DE TRANSFERENCIA



MODELO DE ESTRUCTURAS METÁLICAS PARA TORRES DE TRANSFERENCIA



VISTA DE UNA TORRE DE TRANSFERENCIA



EDIFICIO DE CONTROL CENTRAL, LABORATORIOS Y OFICINAS



EDIFICIO DE BYPASS (Ver más detalles luego)

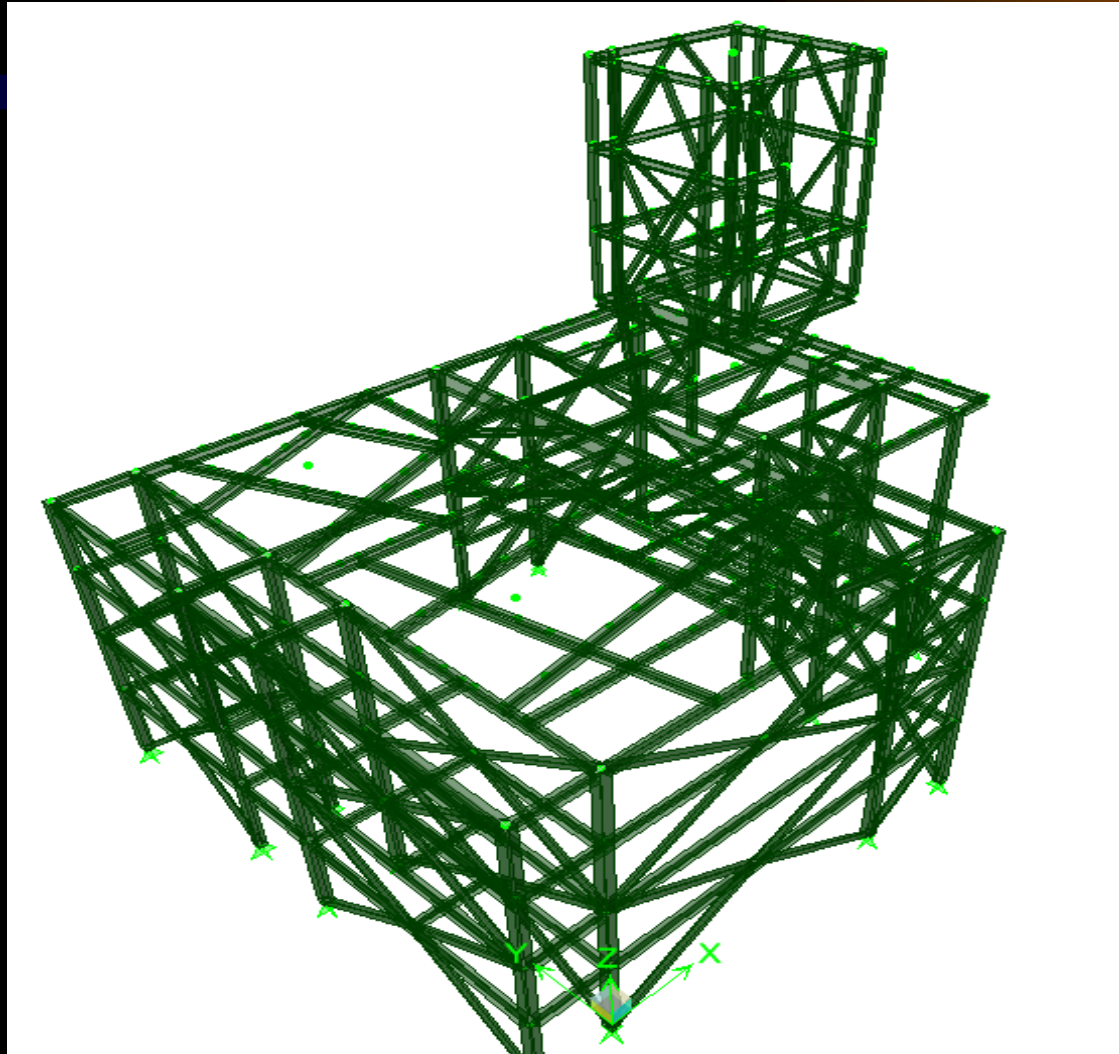


EDIFICIO INTERCAMBIADOR

(ver más detalles luego)



EJEMPLO DE PLATAFORMA METÁLICA EN INTERCAMBIADOR



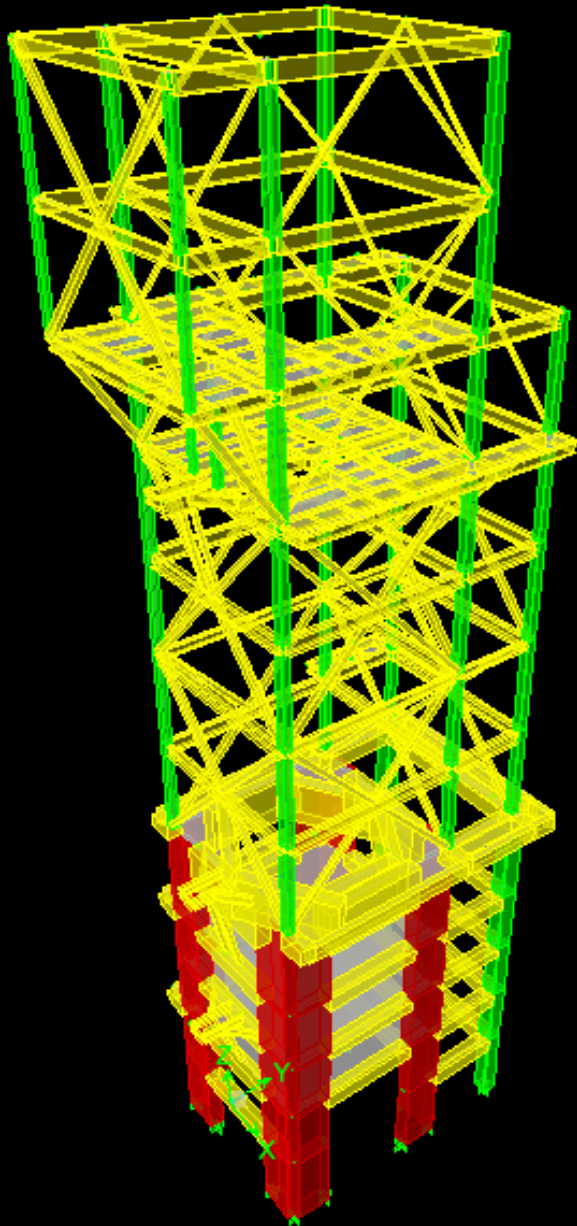
EDIFICIO PARA BIG BAG Y FAJA TRANSPORTADORA HACIA EMBOLSADOS



EDIFICIO DE BIG BAG

en ejecución de Obras Civiles





*MODELO DE
EDIFICIO DE
SOPORTE DE SILO
DE BYPASS
(ver más detalle luego)*

CANCHA DE ALMACÉN DE ADITIVOS PARA MOLIENDA DE CRUDO



*VISTA DE UNO DE LOS ALMACENES
PARA MATERIA PRIMA («CANCHAS») CON
EQUIPOS DE STACKER Y RECLAIMER*



EQUIPOS STACKER Y RECLAIMER DENTRO DE UNO DE LOS ALMACENES



EQUIPOS STAKER Y RECLAIMER, SOBRE RIELES



SALA DE COMPRESORAS Y SUBESTACIÓN ELÉCTRICA



En ejecución de Obras Civiles

EDIFICIO CONTROL CENTRAL: OFICINAS, SALA DE CONTROL, LABORATORIO



En ejecución de Obras Civiles

TÚNEL BAJO ALMACÉN CIRCULAR DE PREMIX



BANDAS TRANSPORTADORAS Y ESTRUCTURA DE UNO DE LOS AMBIENTES DE DESCARGAS



CANCHA DE ADITIVOS PARA MOLIENDA DE CARBÓN



APOYOS DE FAJAS Y UNA DE LAS SEIS SUBESTACIONES ELÉCTRICAS



SUBESTACIÓN ELÉCTRICA N°8



BASE ENTERRADA DE SILO DE CLINKER, (Ver detalles mas luego)



TÚNEL DE DESCARGA SILO DE CLINKER



SILO DE CLINKER



BASES DEL HORNO ROTATORIO

Ver detalles mas luego



EDIFICIO ENFRIADOR Y TÚNEL



VISTA DEL INTERCAMBIADOR, BASES DE HORNO Y ENFRIADOR



EDIFICIO SOPORTE DE PRECIPITADOR



Etapa de Obras Civiles

SILO DE INCOCIDOS

Ejecución de Obras Civiles



EDIFICIO PRECIPITADOR DE FILTROS






*SEGUNDA PARTE DE LA
CONFERENCIA:*

- EDIFICIO PARA EL
INTERCAMBIADOR DE CALOR

EDIFICIO INTERCAMBIADOR DE CALOR



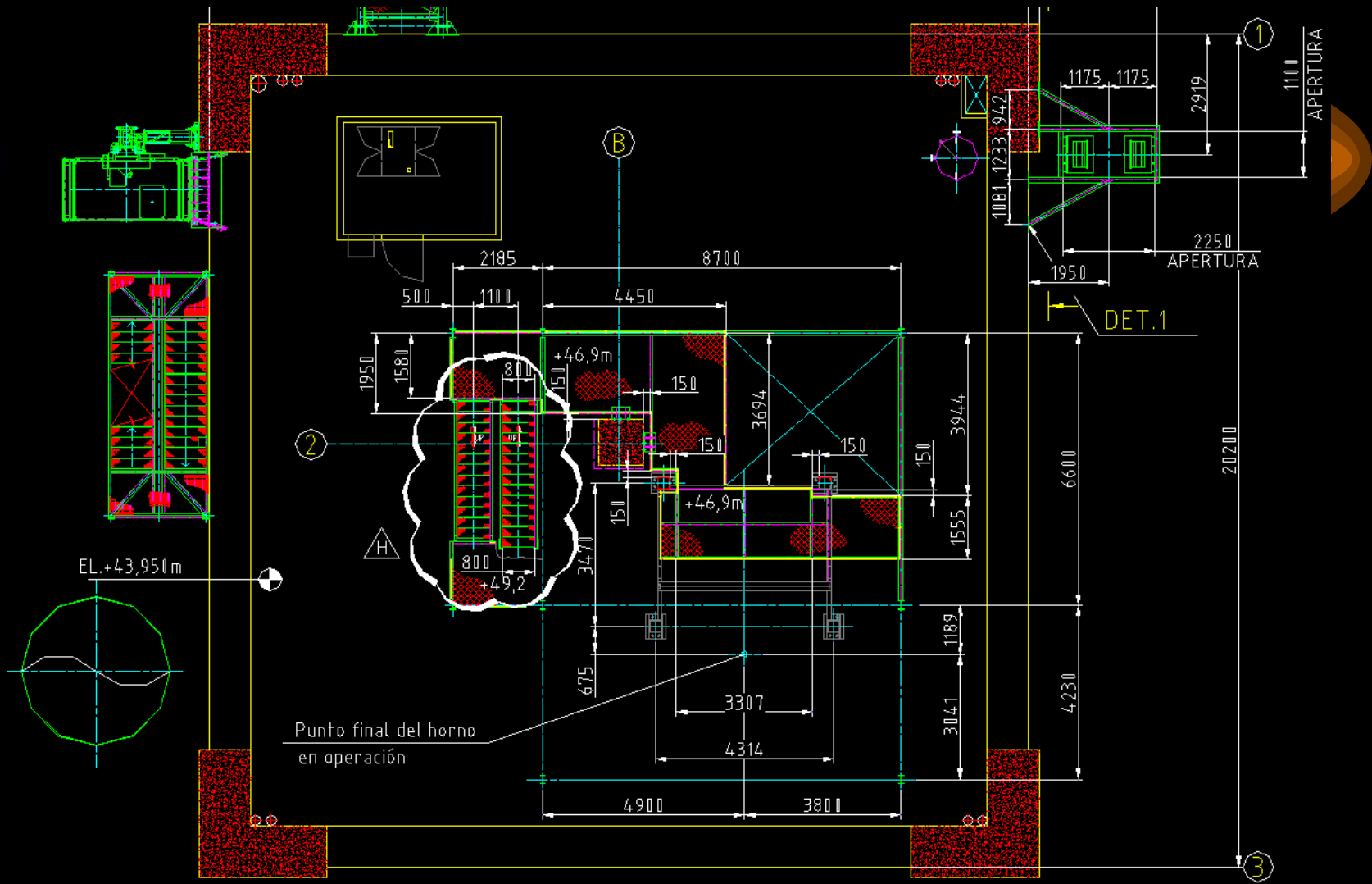
- Ubicación: Paita - Piura.
- $f'c = 350$ a 420 kg/cm²
- $f_y = 4,200$ kg/cm²
- $W_t = 2,7$ kg/cm²
- Cantidades ejecutadas:
 - Concreto: 6,721 m³.
 - Encofrado: 12,094 m².
 - Acero Refuerzo: 904 ton.
 - Acero para estructuras metálicas : 340 ton, que incluyen plataformas, escaleras y soportes de chimenea

- 
- TODAS LAS FÁBRICAS DE CEMENTO TIENEN COMO EDIFICIO DE MAYOR ALTURA, LAS DENOMINADAS TORRES DE INTERCAMBIADOR DE CALOR.
 - EN CEMENTOS PACASMAYO ESTE EDIFICIO DE 07 NIVELES SE CONCLUYÓ EN LA PARTE CIVIL EN OCTUBRE DE 2014, LLEGANDO A UNA ALTURA DE 94,80M.
 - ENCIMA SE TIENE ESTRUCTURA METÁLICA Y EQUIPOS QUE SOBRESALEN 15m. ADICIONALES.

Vista del Intercambiador, con todos los niveles de concreto ya concluidos y los montajes de plataformas en ejecución.

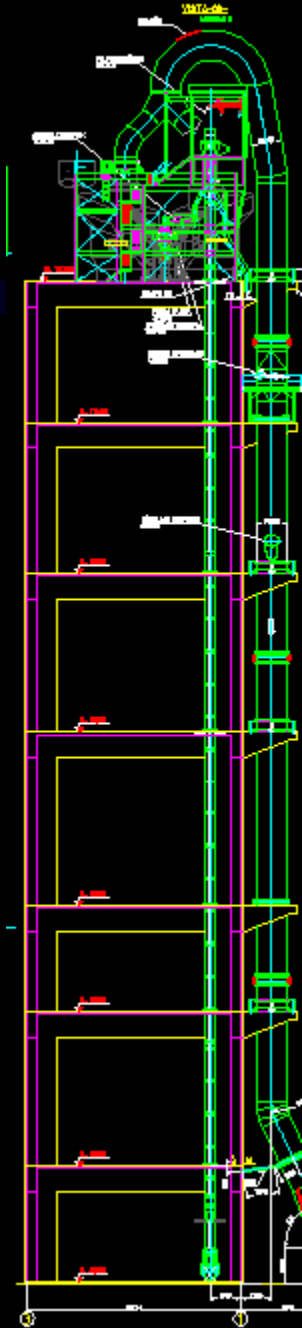


EDIFICIO INTERCAMBIADOR DE CALOR



Geometría de la Planta del 1º Piso, N.+43.95

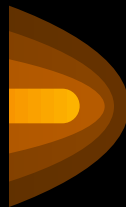
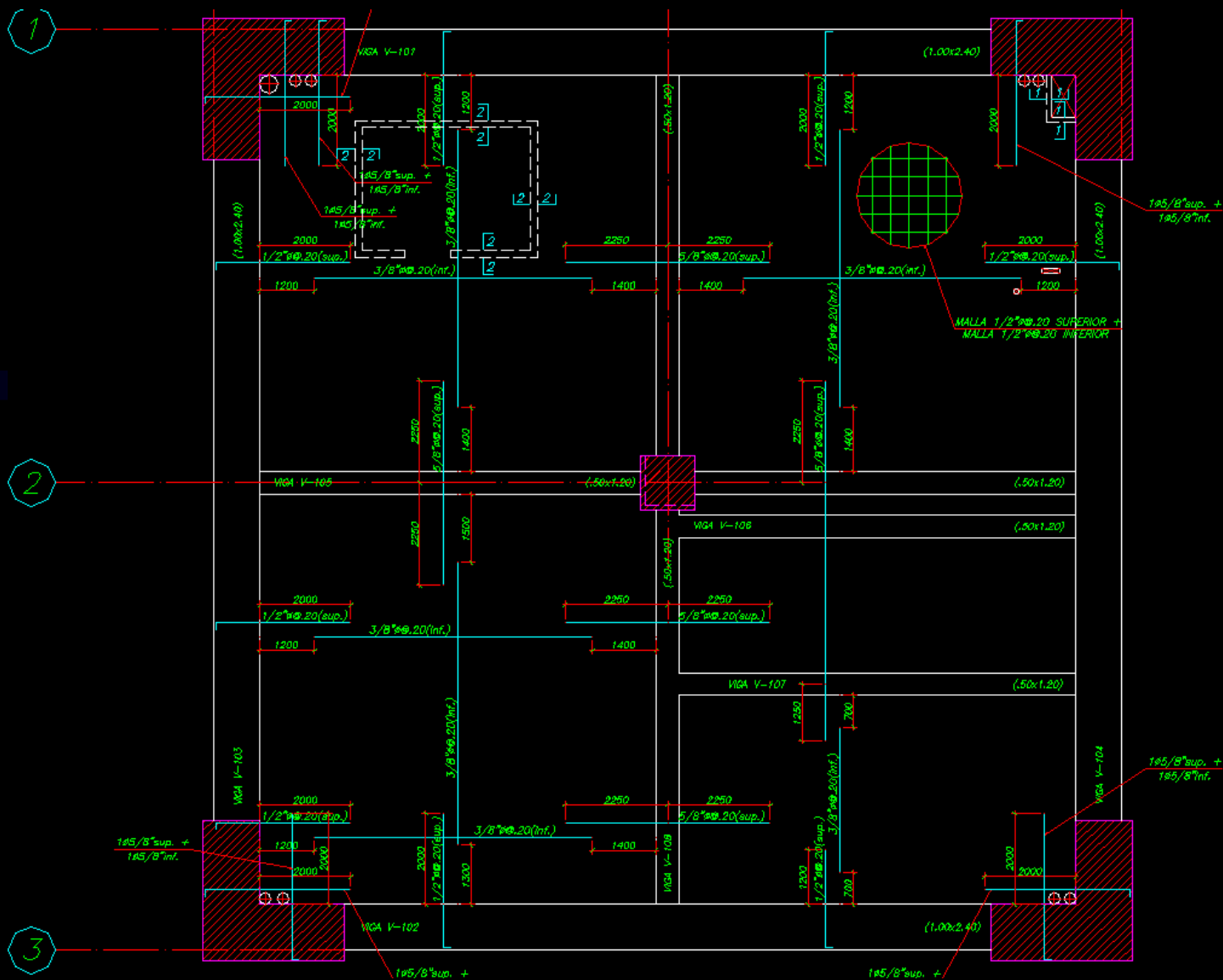
EDIFICIO INTERCAMBIADOR




Edificio de concreto armado de siete pisos, y cuyas alturas de entrepiso varían entre 10.0 y 16.40 metros de altura, con una altura total de 94.80 metros y estructuras metálicas en los entrepisos y sobre el 7° Piso.

- EL EDIFICIO TIENE FORMA CASI CUADRADA, CON COLUMNAS (PLACAS) GRANDES EN FORMA DE “L” Y UNA COLUMNA CENTRAL EN EL INTERIOR.
- LA PLANTA ES DE 19.90 x 20.20 MTS..
- EN LA SIGUIENTE VISTA SE MUESTRA LA ESTRUCTURACIÓN EN PLANTA DE ESTA TORRE EN LA CUAL SE TIENEN VIGAS DE 0.50 x 1.20 M. y 0.60 x 1.80 M. DISTRIBUIDAS Y APOYADAS A PARTIR DE LA COLUMNA CENTRAL HACIA LAS VIGAS EXTERIORES PERIMETRALES DE 1.00 x 2.40 M.

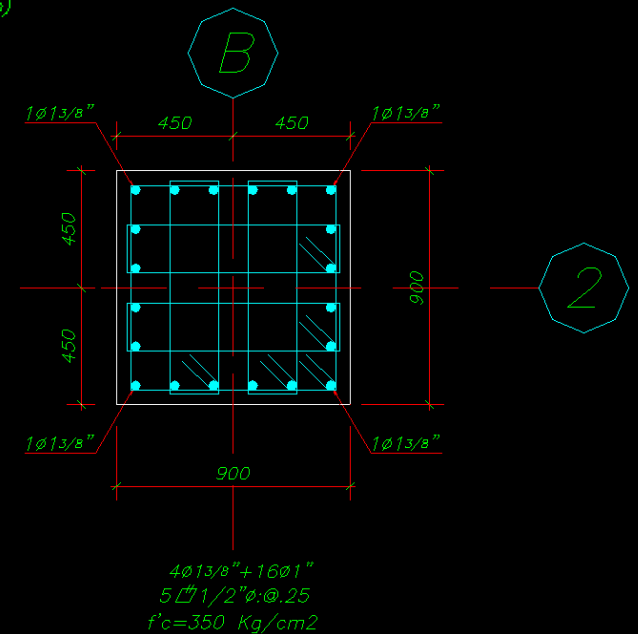
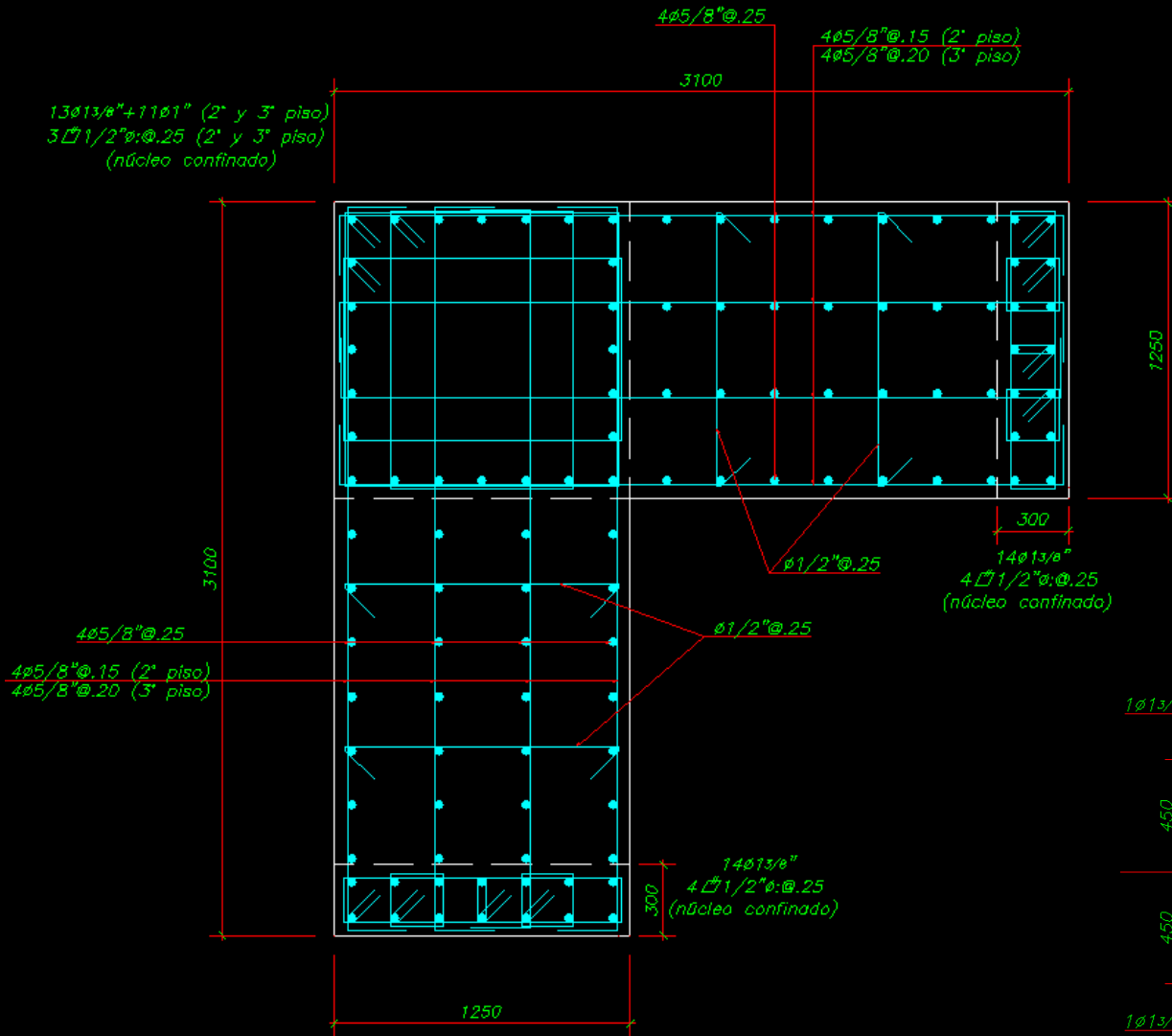
PLANTA NIVEL N.+43.95



- ESTOS EDIFICIOS SE CARACTERIZAN POR TENER EQUIPOS DE PESO CONSIDERABLE Y GRANDES ALTURAS DE ENTRE PISO.
- UNA DENSIDAD DE FIERRO DEL ORDEN DE 135KG/M³
- Y POR TANTO, PARA INICIAR EL PREDIMENSIONAMIENTO, SE HICIERON VARIOS TANTEOS CON DISTINTAS DIMENSIONES DE LAS COLUMNAS ESQUINERAS Y CENTRAL.

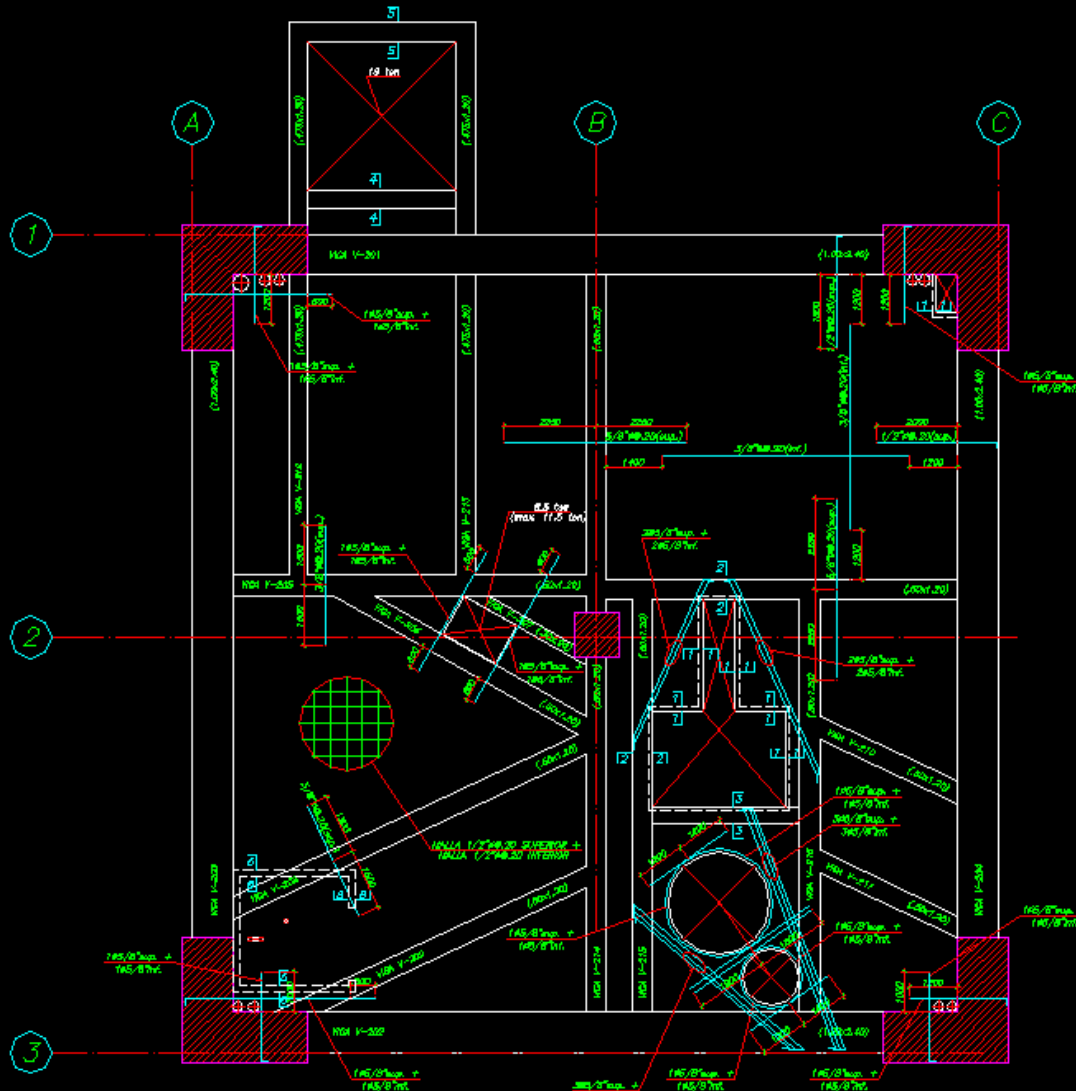
- 
- LAS COLUMNAS ESQUINERAS, EN FORMA DE “L” TIENEN BRAZOS 3.10M. POR LADO Y 1.25M DE ANCHO, QUE FUERON CONSIDERADAS COMO PLACAS.
 - LA COLUMNA CENTRAL VARÍA SU SECCIÓN, DE 1.20M EN EL 1°PISO HASTA 0.90M EN EL 7°PISO.

PLACAS Y COLUMNAS



- EN LAS PLANTAS DEL EDIFICIO SE UBICAN UNA SERIE DE HUECOS, PARA PASES CIRCULARES, QUE EN SU MAYORÍA REQUIEREN DE UNA SERIE DE VIGAS EN SU PERÍMETRO PARA SOPORTAR LOS EQUIPOS.
 - COMO LAS LUCES ENTRE VIGAS PRINCIPALES SON DE 19M, EN SU MAYORÍA LAS VIGAS TIENEN 2.5M DE ALTURA.
- ES COMÚN ENCONTRAR CICLONES DE PESO DE 150 A 500 TON.
 - EN LAS ABERTURAS EN LOSAS SE COLOCARON VIGAS DE BORDE PARA APOYO DE LOS EQUIPOS

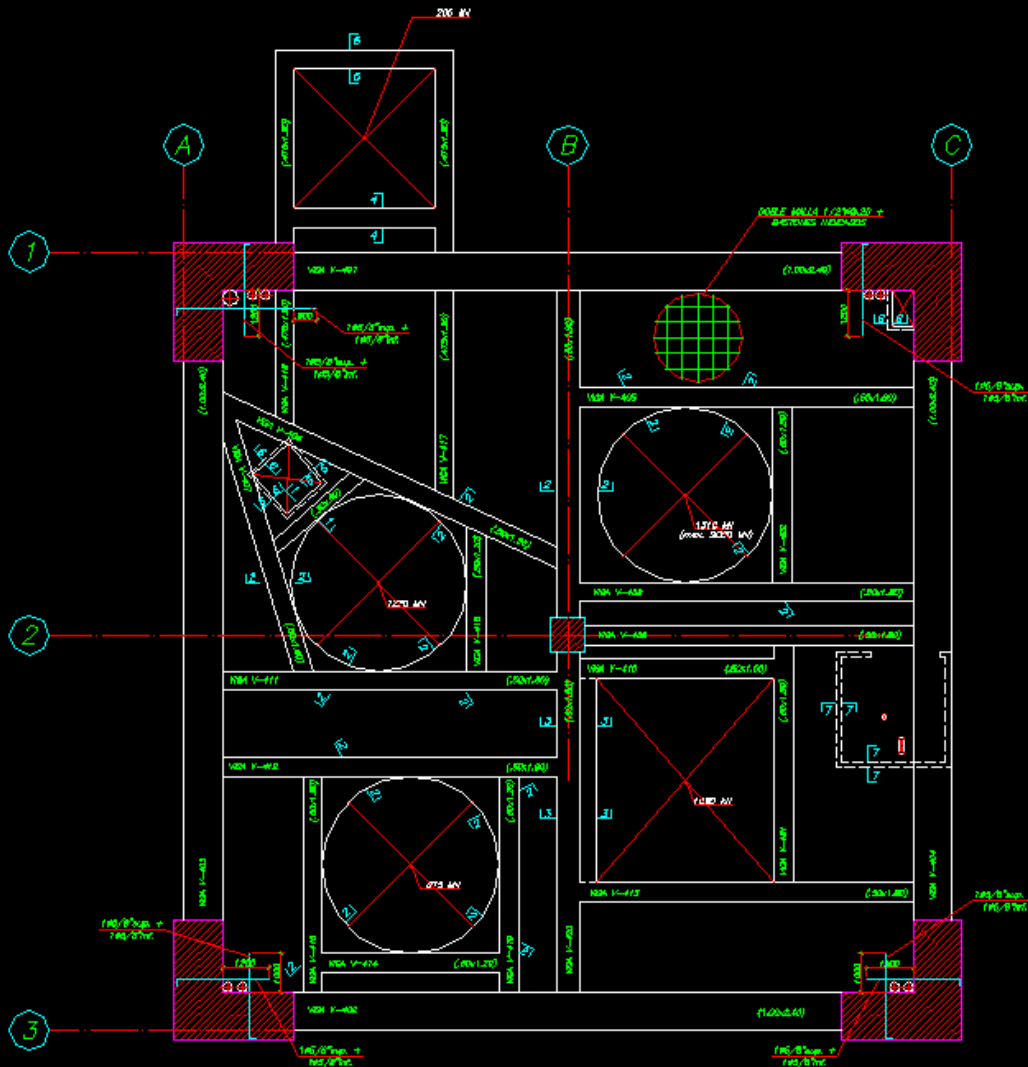
PLANTA NIVEL N.+58.55



ENCOFRADO 2° PISO (NIV+58.55)

s/c=500Kg/m² + cargas de equipos

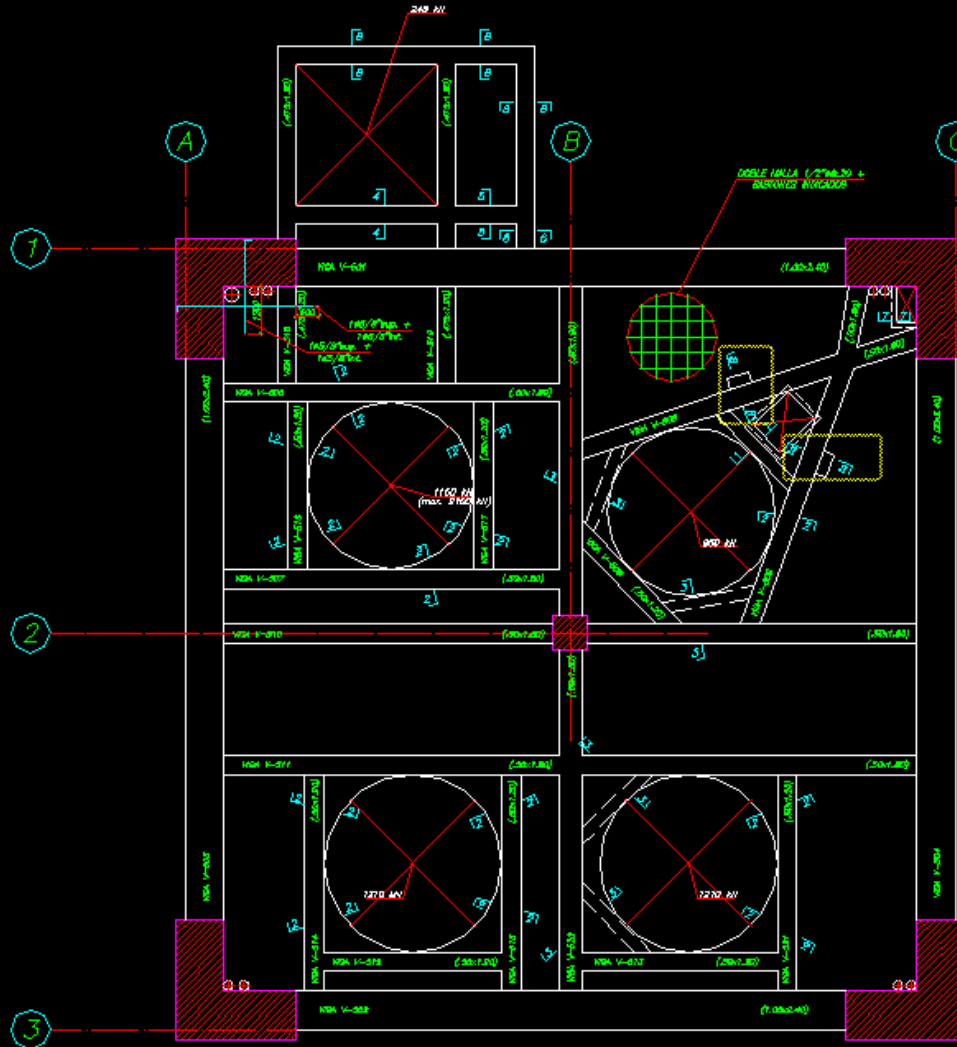
PLANTA NIVEL N.+84.95



ENCOFRADO 4° PISO (NIV+84.95)

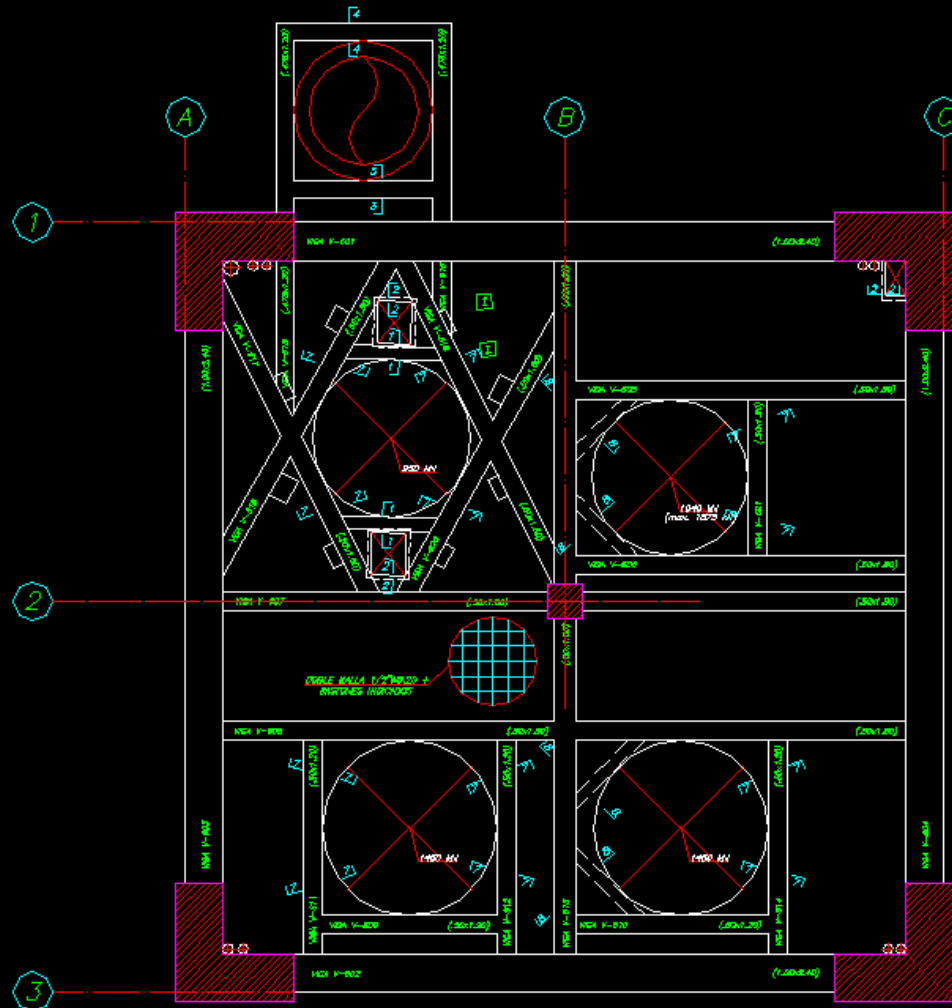
s/c=500Kg/m² + cargas de equipos

PLANTA NIVEL N.+99.95



ENCOFRADO 5° PISO (NIV+99.95)
s/c=500Kg/m² + cargas de equipos

PLANTA NIVEL N.+114.15



REV-27.62

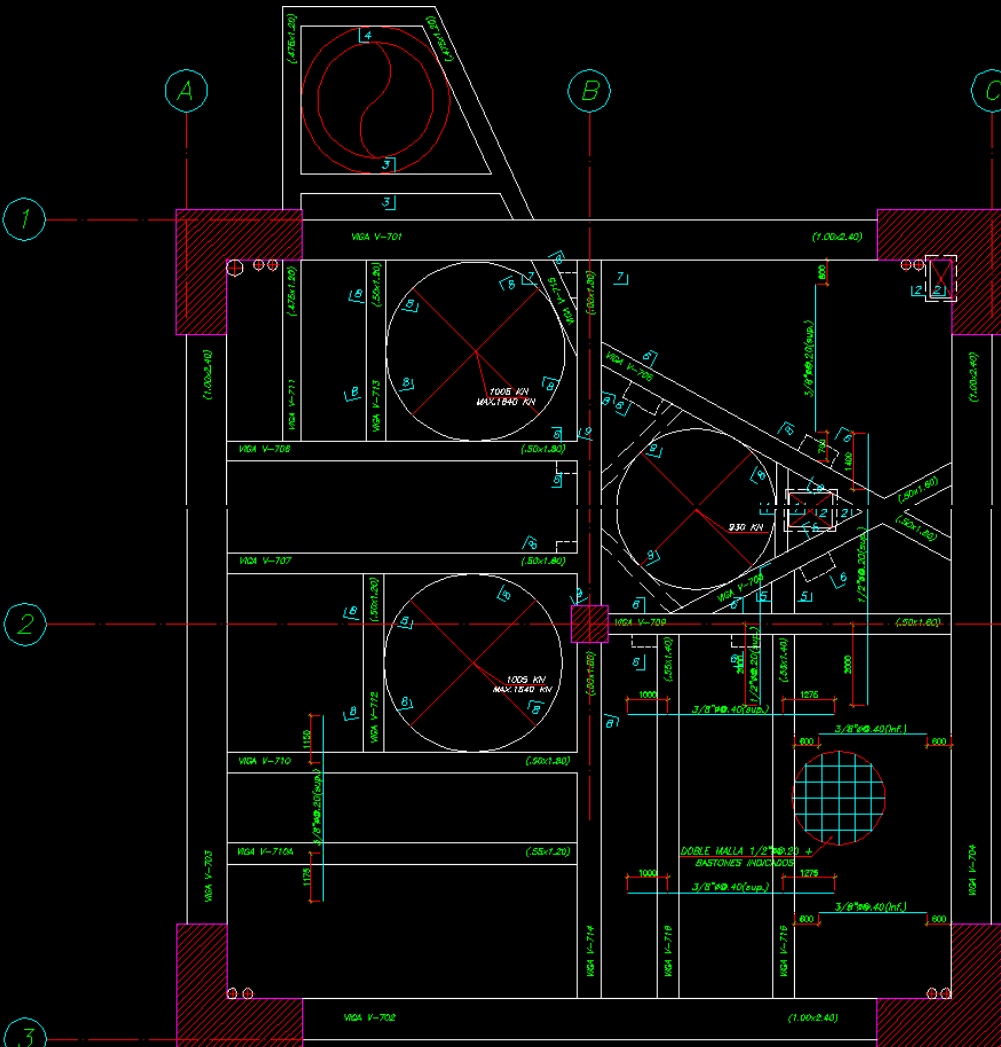
ENCOFRADO 6° PISO (NIV+114.15)

s/c=500Kg/m2 + cargas de equipos

PLANTA NIVEL N.+127.55

Lo difícil es hacer que las columnas sean más fuertes que las vigas.

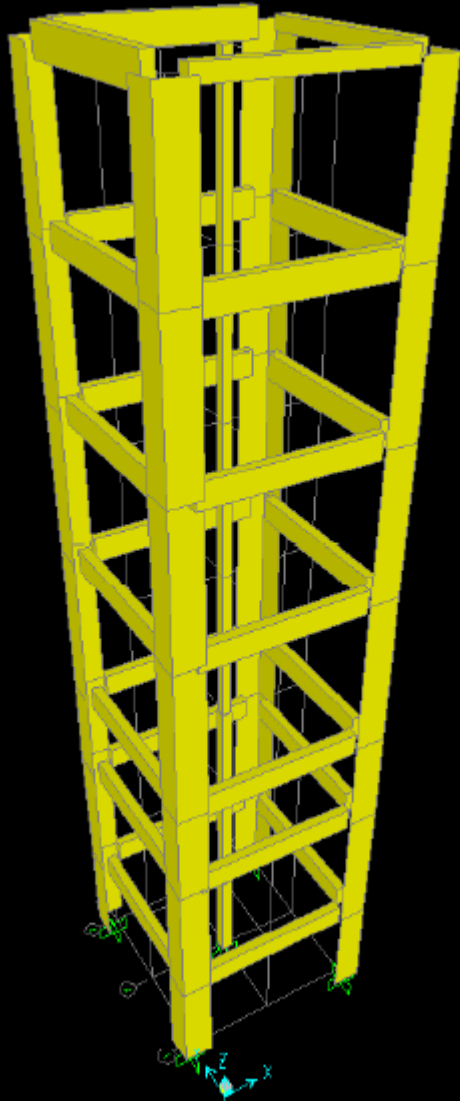
Lo ideal es tener algunas columnas alargadas tipo placas, en las dos direcciones.



ENCOFRADO 7° PISO (NIV+127.55)

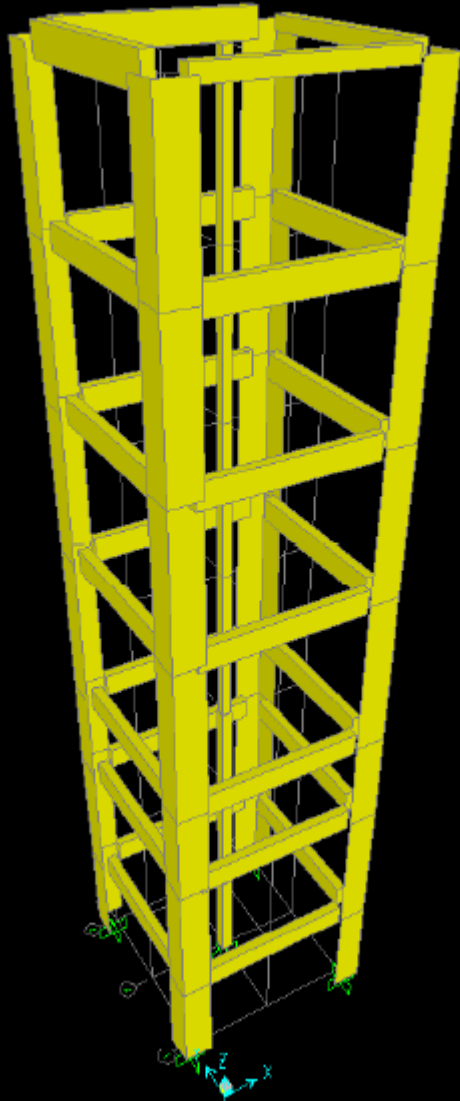
s/c=500Kg/m² + cargas de equipos

MODELO SÍSMICO DE EDIFICIO



- Factor de Zona, $Z= 0.4$
- Factor de Categoría, $U= 1.3$
- Factor de Suelo, $S= 1.2$
- Período de Vibración, $T_p= 0.6s$
- Factor de Reducción, $R= 6$

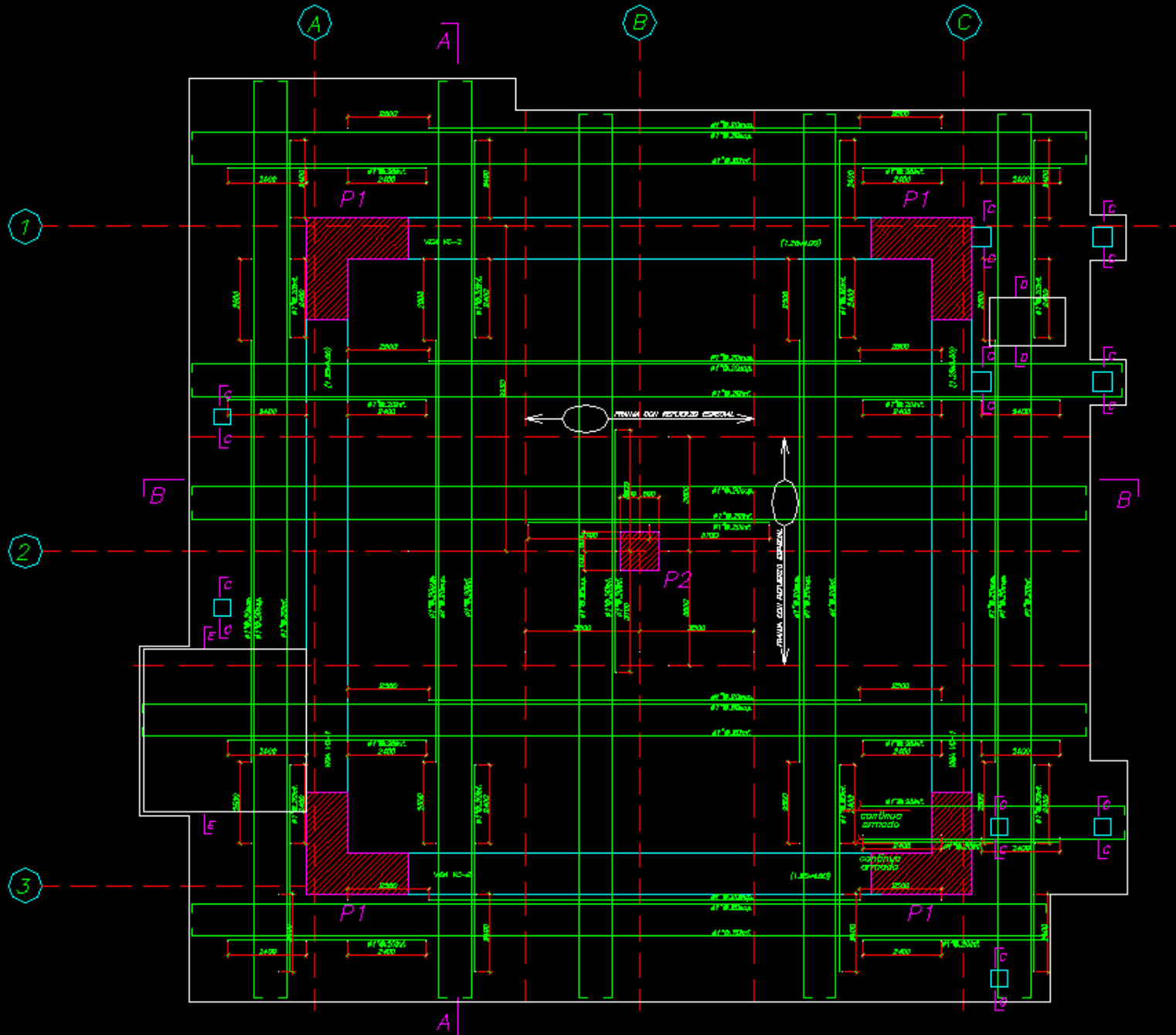
MODELO SÍSMICO DE EDIFICIO



- LAS DEFORMACIONES LATERALES POR SISMO FUERON MENORES A LAS PERMITIDAS EN LA NORMA.
- LAS DERIVAS LLEGARON A MÁXIMO 0.0045, VERSUS LO PERMITIDO DE 0.007.
- LA MÁXIMA DEFORMACIÓN LATERAL ESTIMADA PARA EL ÚLTIMO TECHO ES DE 36cm. (PRACTICAMENTE IGUAL EN LAS DOS DIRECCIONES)

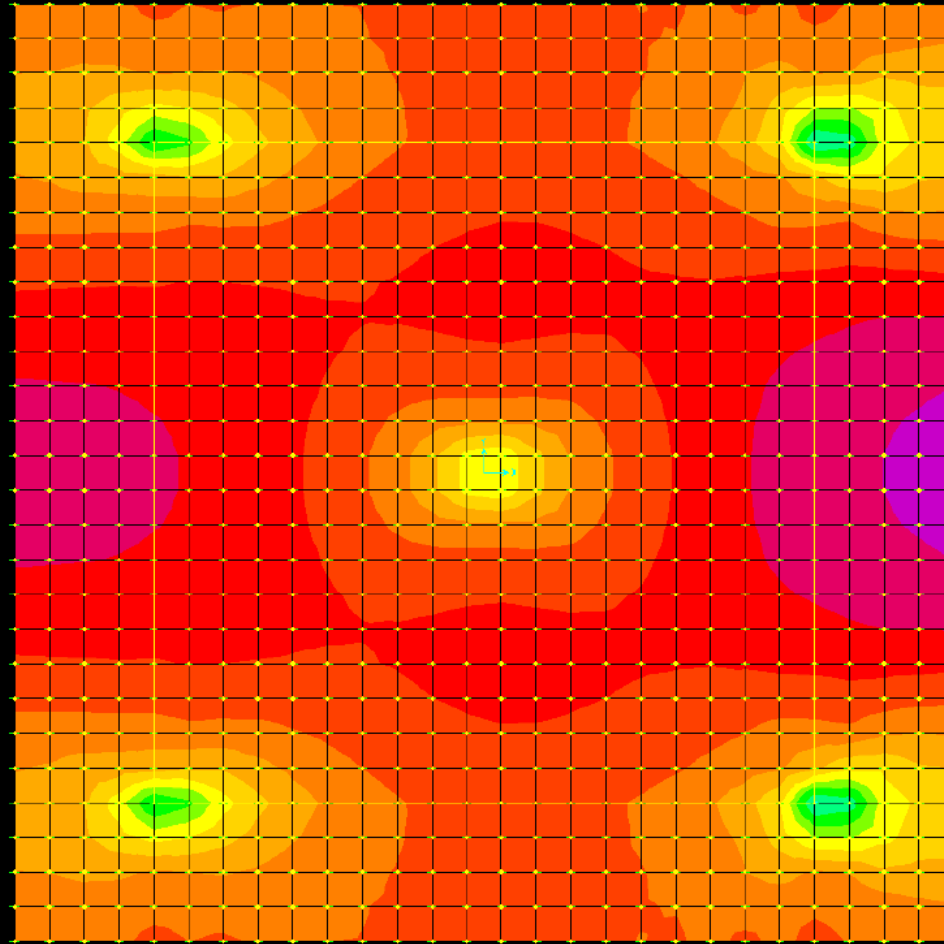
Cimentación del Edificio

- LA CIMENTACIÓN ES UNA PLATEA DE 27mX27.3m, CON ALGUNAS SALIENTES.
 - TIENE 2.50m DE ALTURA.
 - TIENE VIGAS EN LOS EJES DE LAS COLUMNAS ESQUINERAS, DE 1.25m DE ANCHO POR 4.0m DE ALTURA.
 - FUNCIONA COMO UNA LOSA SIN VIGAS HACIA LA ZONA INTERIOR Y APOYADA EN VIGAS (CON VOLADOS HACIA AFUERA) EN EL PERÍMETRO.



PLANTA DE CIMENTACION

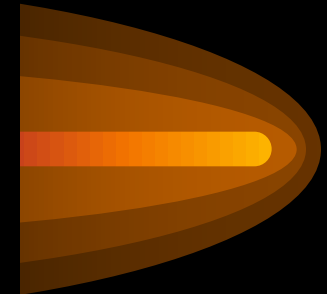
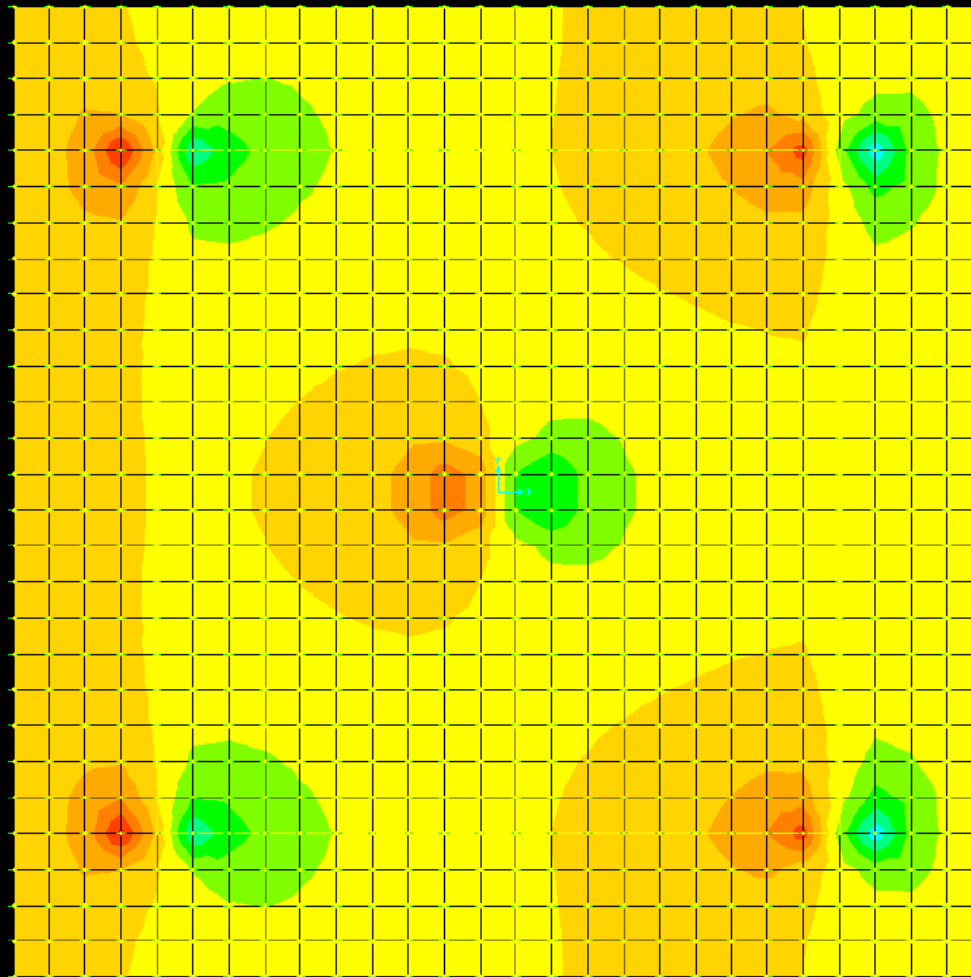
Análisis Cimentación – Momentos Sismo Eje X-X



-240. -160. -80. 0. 80. 160. 240. 320. 400. 480. 560. 640. 720. 800.

*Figura 17: Momentos máximos en la dirección X (con sismo).
En la dirección Y se obtienen valores similares.*

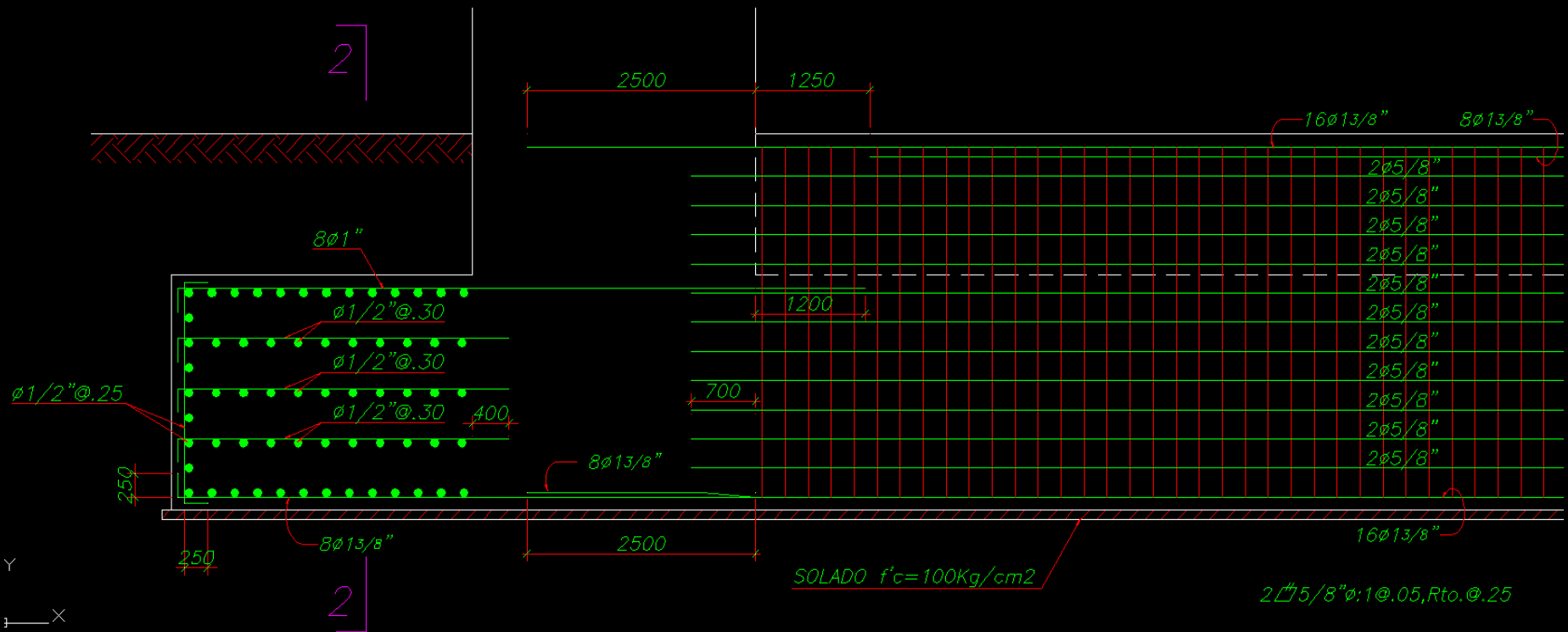
Análisis Cimentación – Cortantes Sismo Eje X-X



-480. -400. -320. -240. -160. -80. 0. 80. 160. 240. 320. 400. 480. 560

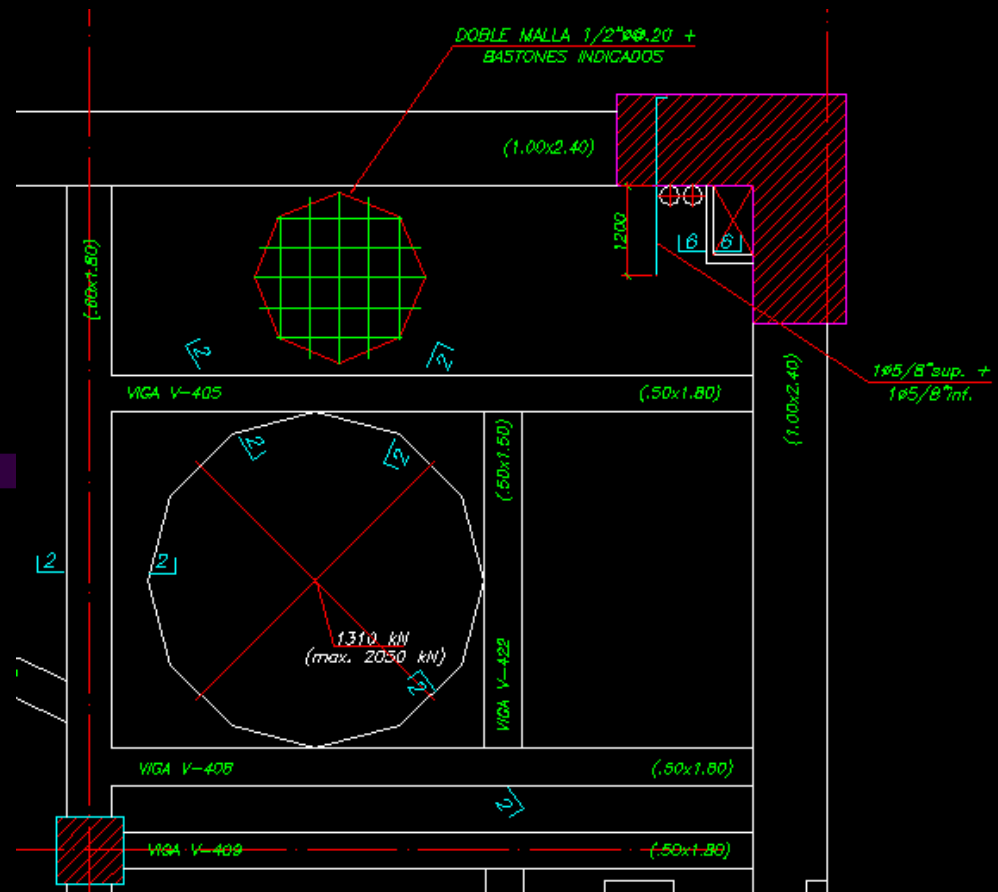
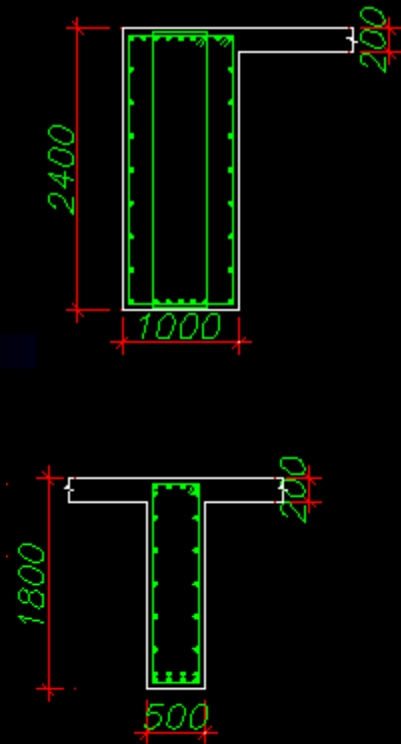
*Figura 18: Cortantes máximos en la dirección X (con sismo).
En la dirección Y se obtienen valores similares.*

Vigas de Cimentación



SE MUESTRA LA ELEVACIÓN EN CORTE DE LA MITAD DE UNA VIGA DE CIMENTACIÓN CON FIERRO SUPERIOR E INFERIOR DE 1.3/8" Y FIERRO INTERMEDIO DE 5/8" EN 11 CAPAS

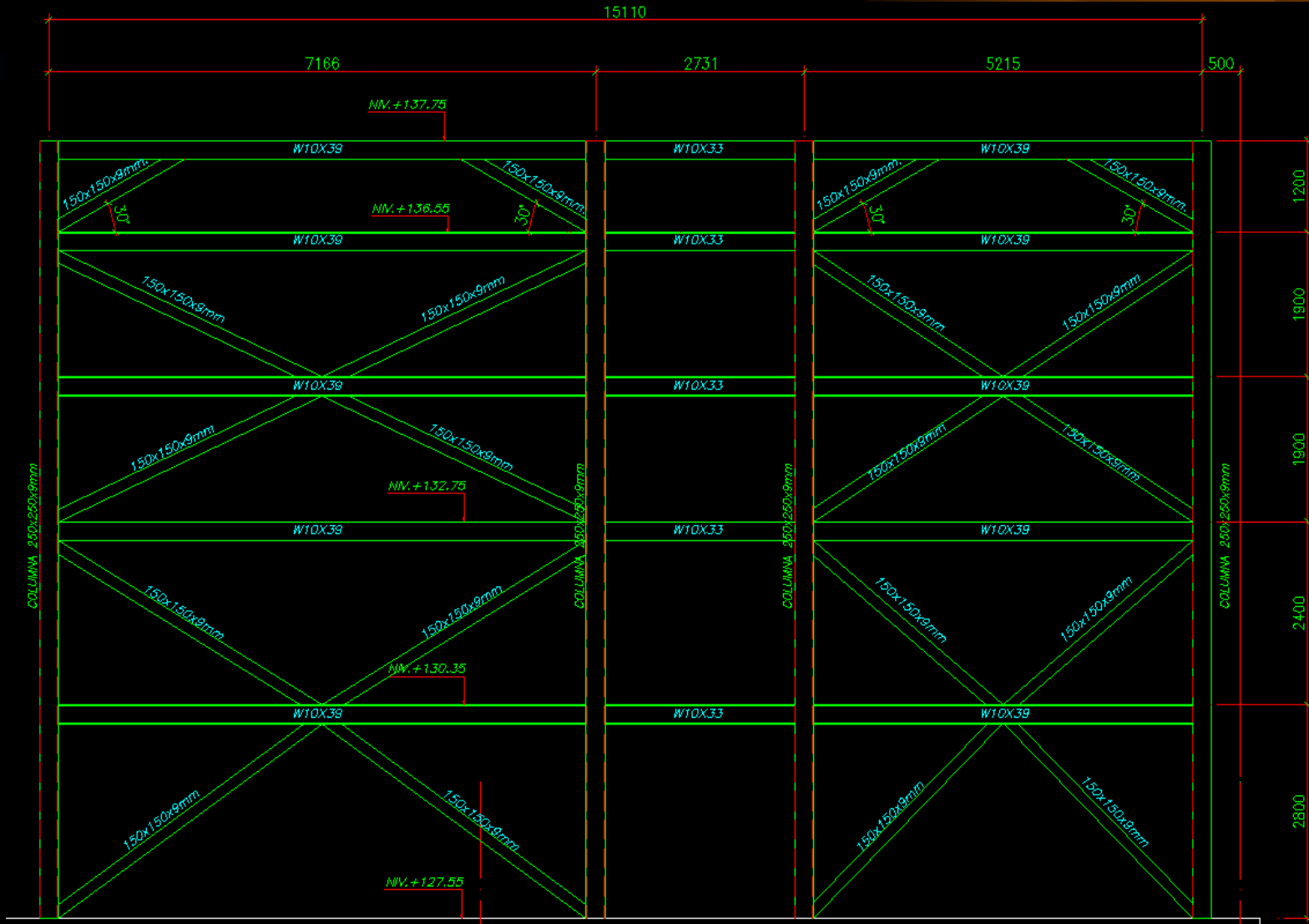
Las losas son macizas, y por lo general tienen un espesor de 0.20M.



Dado que hay una serie de vigas intermedias, las luces o paños de las losas no son muy grandes.

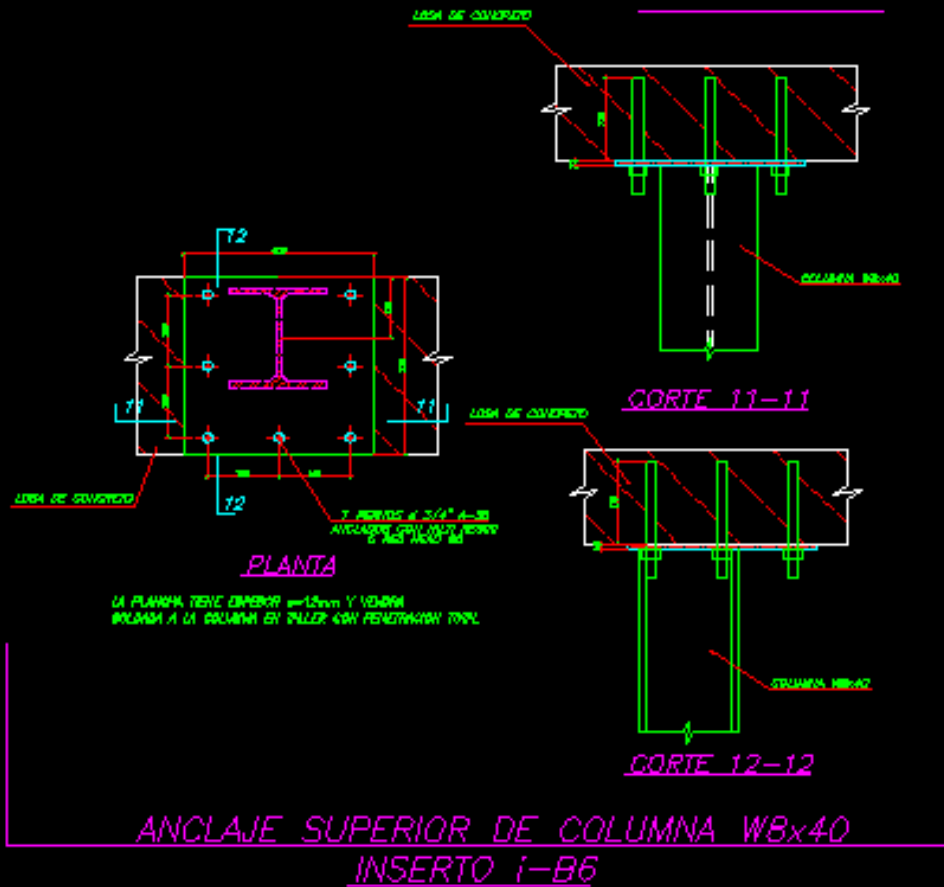
PLATAFORMAS METALICAS

Elevación Corte Plataforma sobre 7° Piso



PLATAFORMAS METALICAS

Detalles de anclajes de tirantes en losas



Tenemos el caso de columnas metálicas sobre las losas de piso, como así tirantes anclados en las losas de techo mediante insertos metálicos.

Otro factor importante para el diseño de las losas, es considerar el peso del siguiente techo.



Dada la altura de los entrepisos, el peso de los encofrados es alto, además del peso de las losas y vigas del nivel superior.

Por eso, las losas se calculan para las cargas propias y una sobrecarga del orden de 500kg/m².



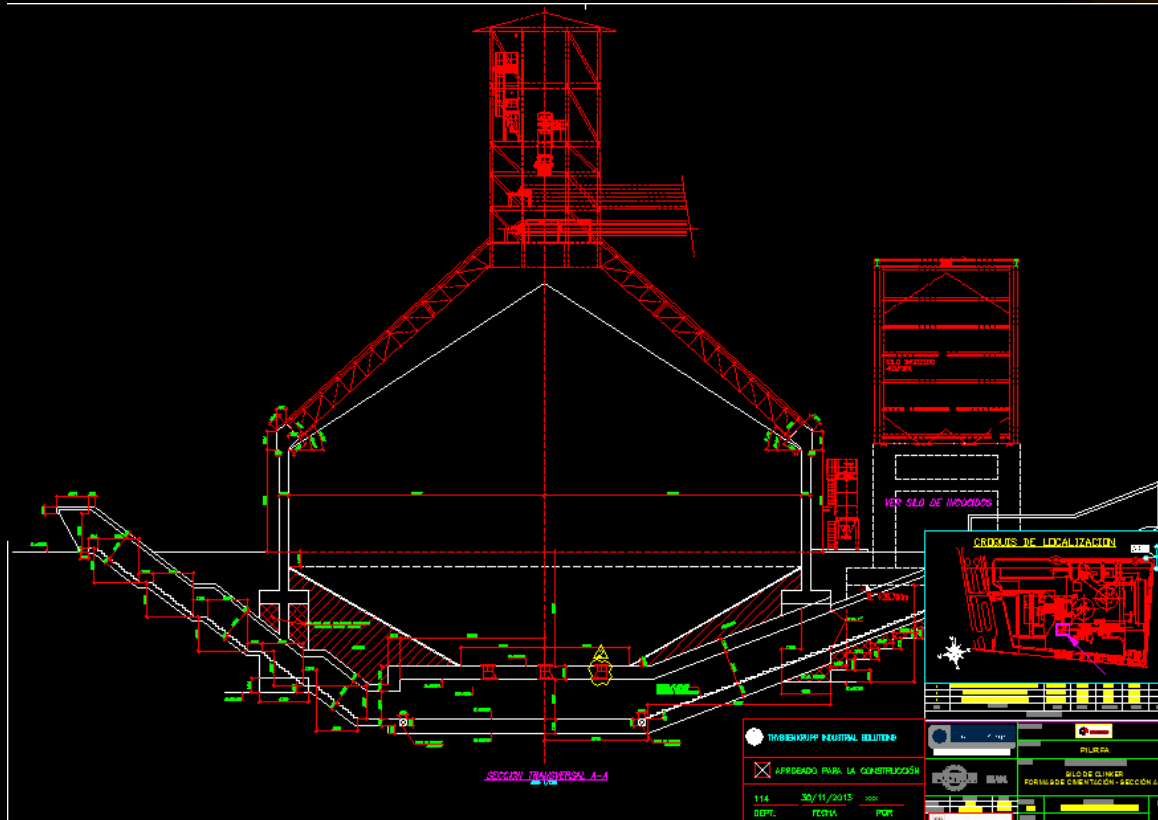
*TERCERA PARTE DE LA
CONFERENCIA:*

- SILO DE CLINKER

SILO DE CLINKER

Elevación de Sección Transversal del Silo y Penthouse

El Silo de
Clinker
tiene un
fuste de
concreto
armado
postensado
de
11.26m.de
altura





Especificaciones Técnicas Generales

NOTA ACERCA DEL MURO POSTENSADO

EL MURO DEL FUSTE DEL SILO SERÁ POSTENSADO CON UNA FUERZA ESTABLE VARIABLE DE MANERA LINEAL DESDE 475 Ton/m EN LA BASE A 275 Ton/m EN LA ZONA SUPERIOR, COMO SE INDICA EN LOS CORTES DE CIMENTACIÓN 1,2,3,4,5. EL PROVEEDOR DEL POSTENSADO DEBERÁ ELABORAR LOS PLANOS DE TALLER INDICANDO LOS DETALLES DEL SISTEMA A UTILIZAR QUE DEBERÁN SER APROBADOS POR EL PROYECTISTA. VER DETALLES DE POSTENSADO EN EL PLANO 40043439

PARÁMETROS SISMORRESISTENTES

PARÁMETROS PARA DEFINIR FUERZA SISMICA O ESPECTRO DE DISEÑO:

- FACTOR DE ZONA (ZONA 3) : $Z=0.40$
- FACTOR DE SUELO (TIPO S2) : $S=1.2$
- FACTOR DE CATEGORIA (CAT. C) : $U=1.0$
- FACTOR DE REDUCCION : $R=3.0$

RESUMEN: CONDICIONES DE LA CIMENTACIÓN

SEGÚN EL ESTUDIO DE SUELOS REALIZADO POR M&M INGENIEROS, SE TIENE:

- 1) TIPO DE CIMENTACION: CIMIENTOS CONTINUOS Y CIMENTACIÓN CIRCULAR
- 2) ESTRATO DE APOYO DE LA CIMENTACION: SUELOS COHESIVOS.
- 3) PROFUNDIDAD DE CIMENTACION Y CAPACIDAD PORTANTE:
CIMENTACIÓN CONTINUA $Df=4.50m$ $Wt=3.25$ Kg/cm²
CIMENTACIÓN CIRCULAR $Df=15.95m$ $Wt=6.00$ Kg/cm²
- 4) TIPO DE SUELO SEGUN NORMA SISMORRESISTENTE: TIPO S2,
FACTOR DE SUELO $S = 1.2$; PERÍODO $Tp = 0.6$ seg.
- 5) AGRESIVIDAD DEL SUELO A LA CIMENTACION: POSITIVA.
- 6) NAPA FREÁTICA: NO DETECTADA.

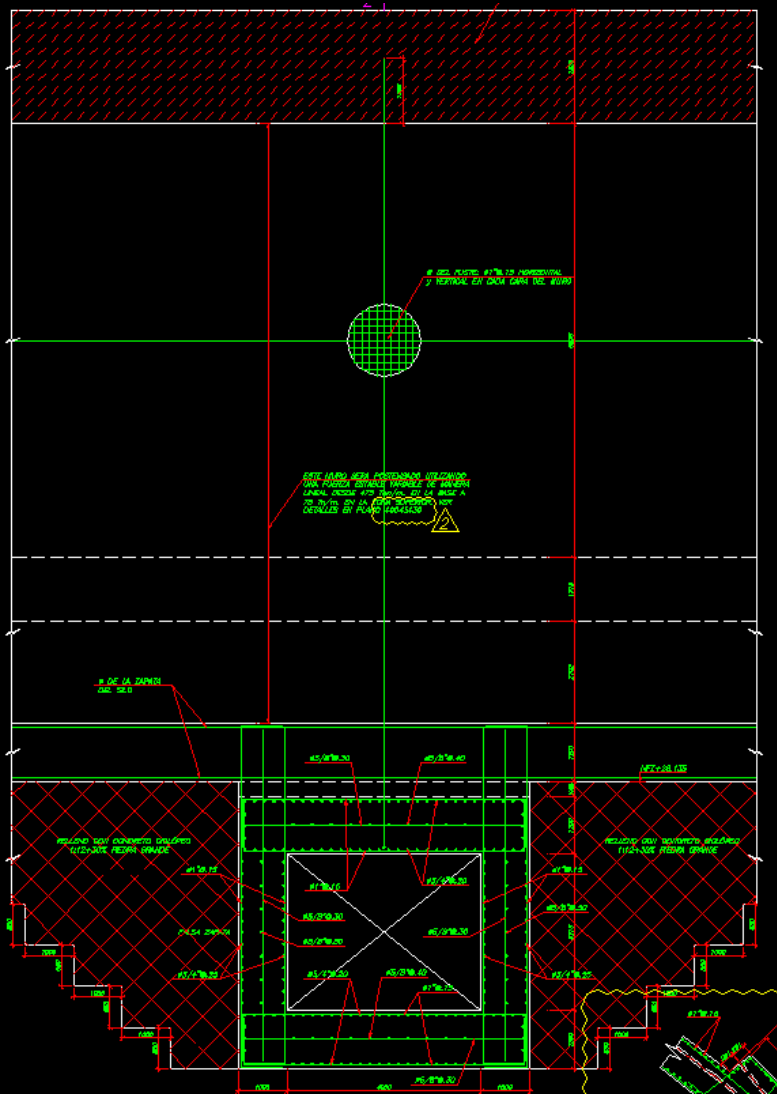
ESPECIFICACIONES CONCRETO ARMADO

CONCRETO (*): $F_c = 350$ Kg/cm²
ACERO CORRUGADO: $f_y = 4200$ Kg/cm²

(*): USAR CEMENTO TIPO V EN TODOS LOS ELEMENTOS EN CONTACTO CON EL TERRENO

RECUBRIMIENTOS:

CONCRETO VACIADO CONTRA EL TERRENO: 7.5 cm
RESTO DE CASOS: 5 cm



Se aprecia la cimentación escalonada, sección del pasadizo túnel, fuste de concreto armado y la viga de tracción superior

Consideraciones para determinación esfuerzo del Postensado

De acuerdo a la teoría de Janssen , PARA EMPUJES EN SILOS:

- Peso Específico de material: 1.41 Ton/m³.
- Angulo Fricción Interna de material: 31°
- Coeficiente de Fricción: 0.1

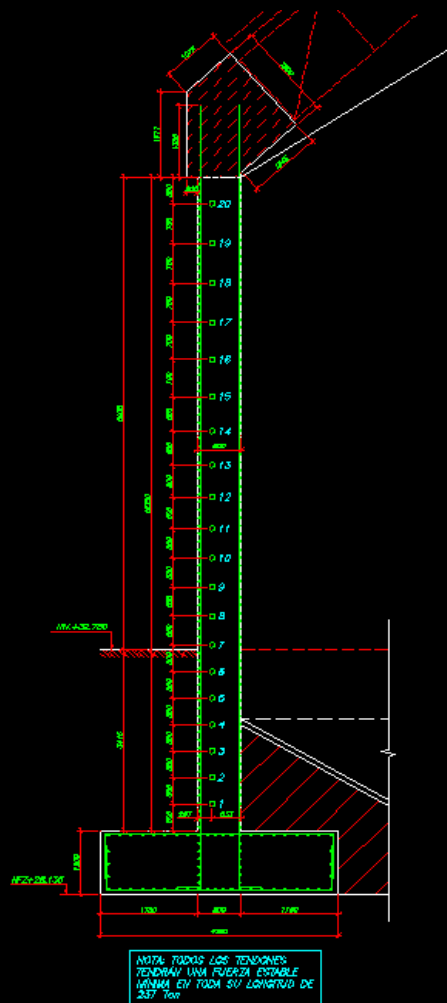
Se obtiene una presión $p=19.65$ Ton/m².

Para diámetro del silo: 45 Mt. obtenemos

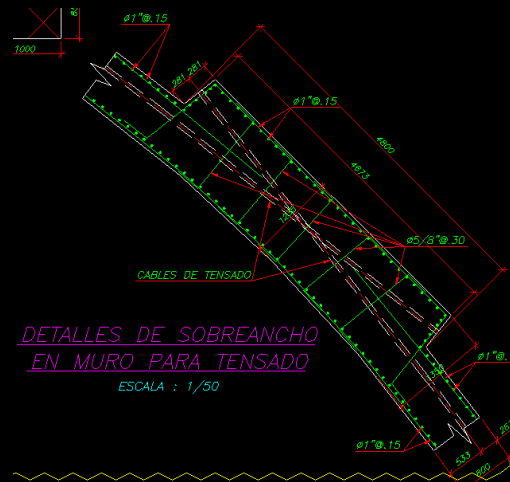
una Tracción de 442 Ton., adicionando esfuerzo de compresión residual de 28, tendremos 470 Ton/m.

Hacia la parte superior disminuye a 275 ton.

Distribución y Ensanche para Postensado



SECCIÓN DEL MURO INDICANDO
LAS FILAS DE TENDONES POSTENSADOS
ESCALA : 1/50



Se consideran 4
ensanches en el
muro para el
postensado con
acero ASTM A-
416 grado 270k
de baja
relajación.

Vista Panorámica del Silo y Penthouse



Cantidades ejecutadas:

Concreto: 8,842m³.

Acero: 465,117kg.

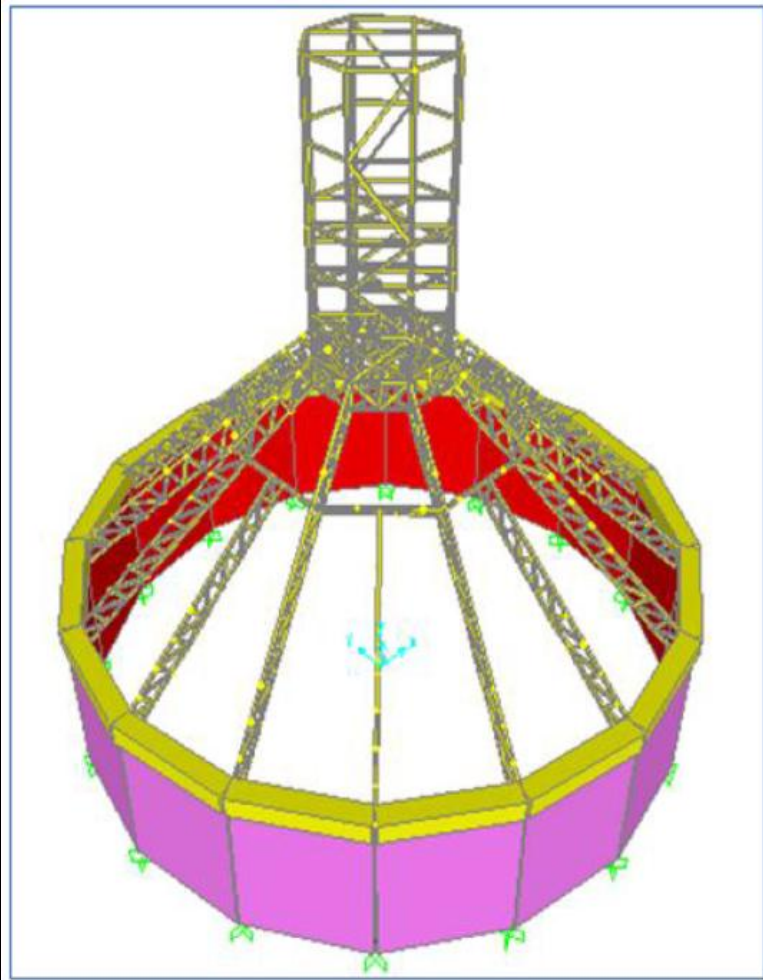
Encofrado: 7,255m².

Acero para estructura
metálica superior:

214,492kg.

MODELO SÍSMICO

Silo de Clinker



**Factor de Zona,
 $Z = 0.40$**

Factor de Categoría, $U = 1$

**Factor de Suelo,
 $S = 1.2$**

**Período de Vibración T_p
 $= 0.60s$**

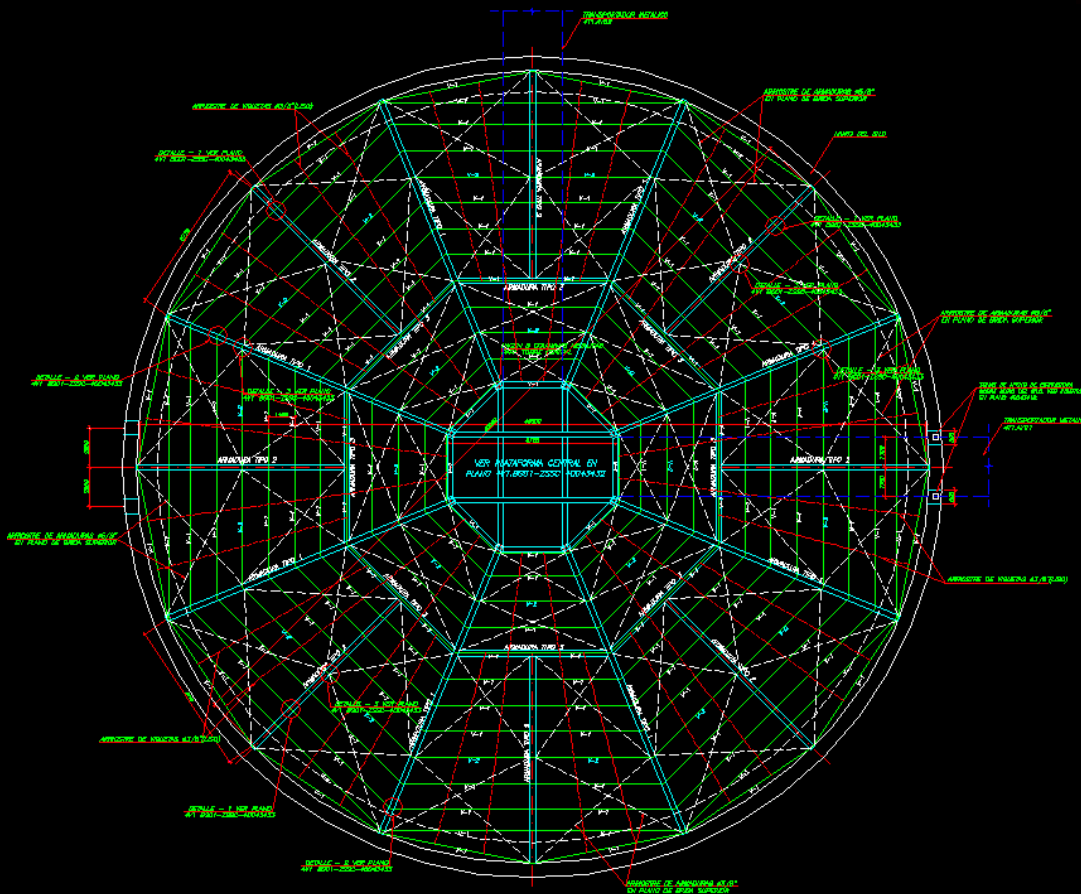
**Factor de Reducción,
 $R = 3$**

SILO DE CLINKER

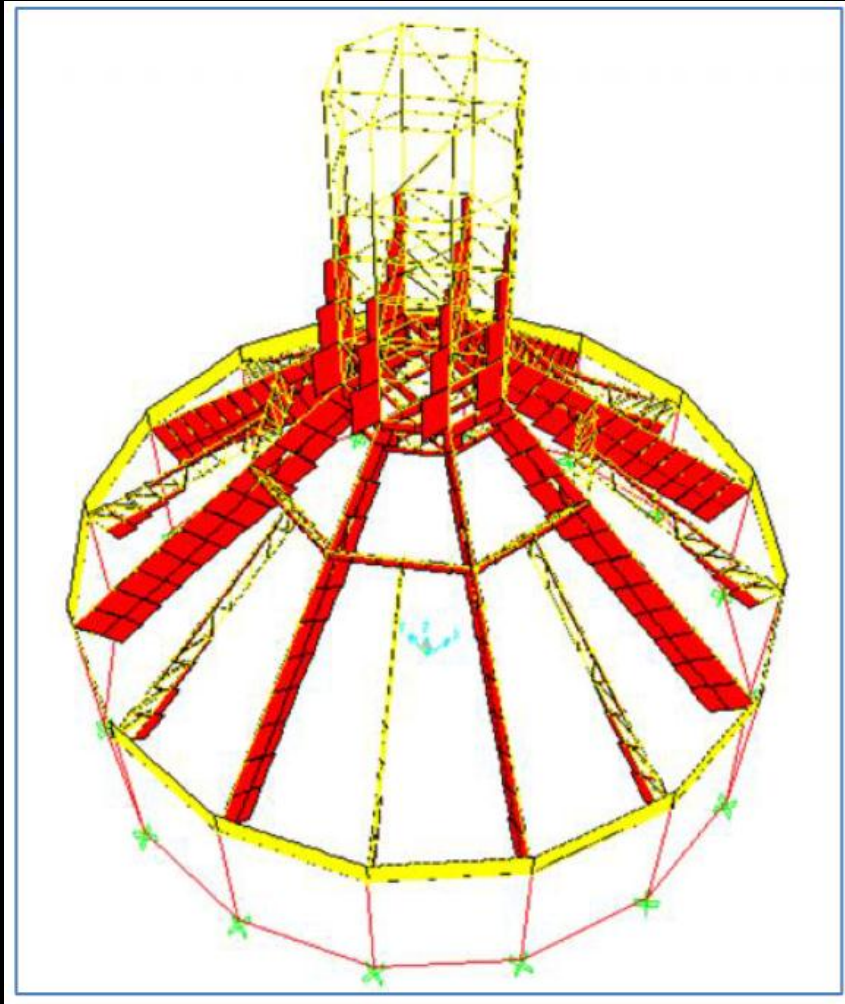
Estructura de Cobertura Metálica

Planta de Cobertura de la Estructura metálica de 45mt.de diámetro.

Encima nace una torre que recibe equipos importantes.



Diagramas de Fuerzas Axiales en Cobertura

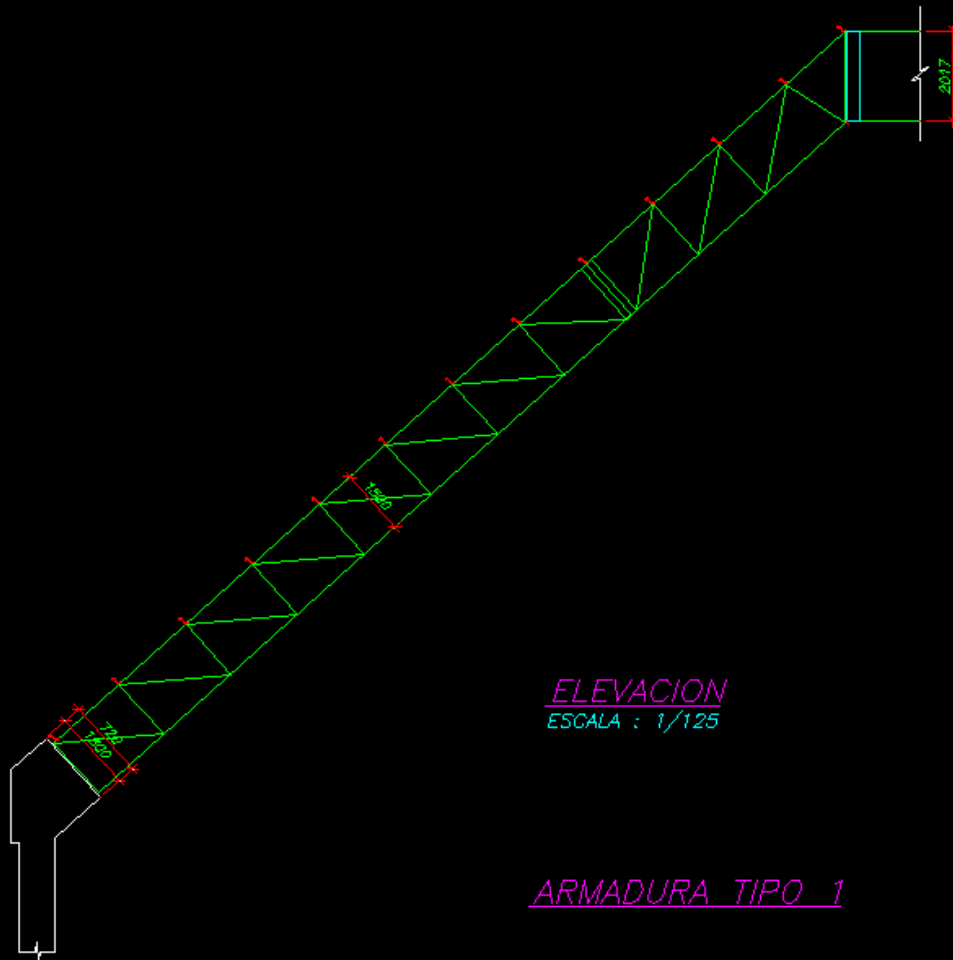


En el modelo se muestran las fuerzas axiales en las diferentes estructuras del soporte cobertura.

Las correspondientes al tipo 1 son mayores que las restantes.

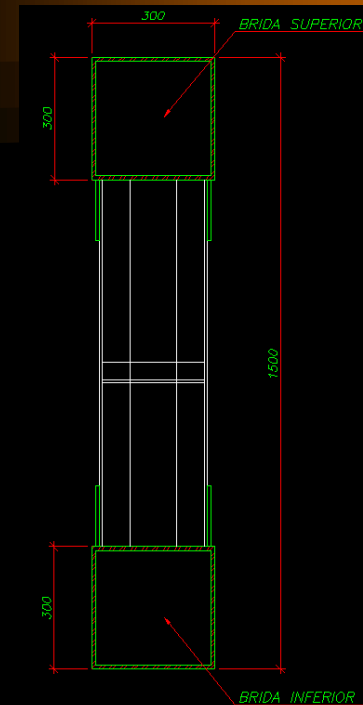
Alternativa de cargas vivas + cargas muertas

Estructura principal de soporte de cobertura son 8 Piezas



ELEVACION
ESCALA : 1/125

ARMADURA TIPO 1

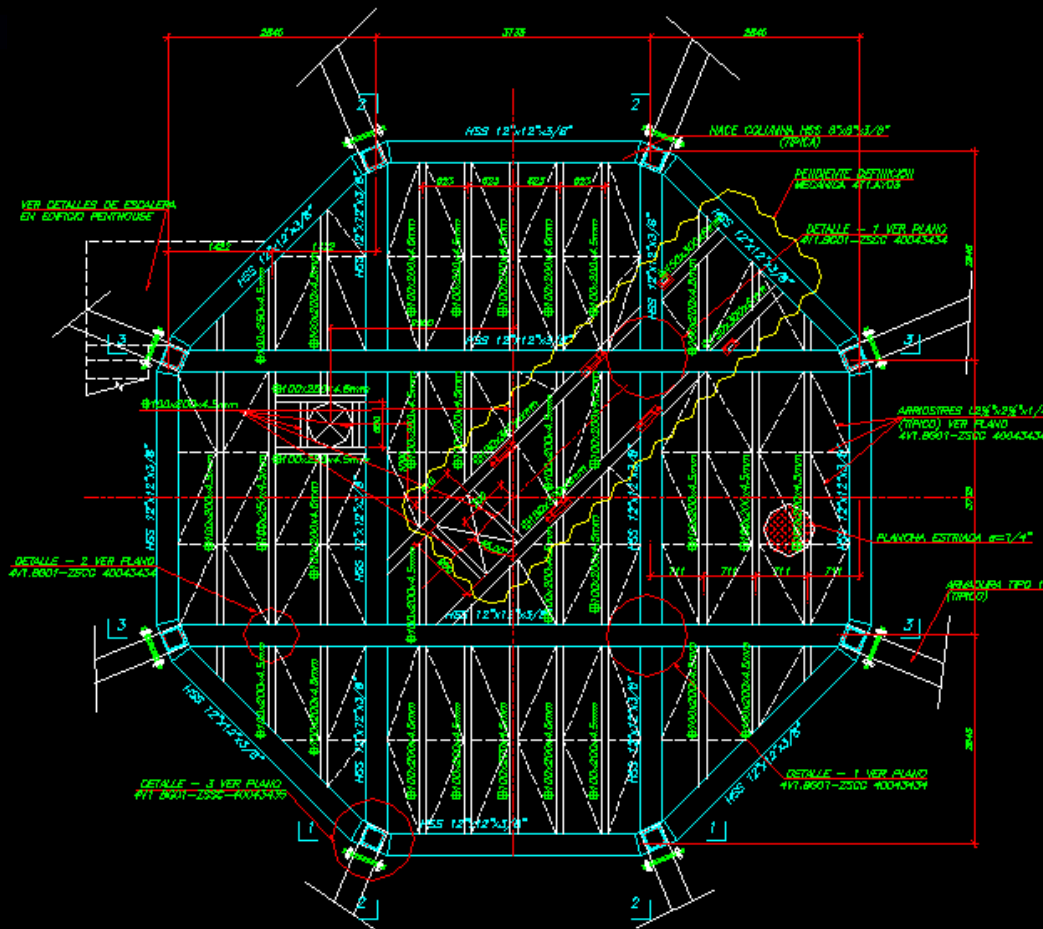


CUADRO DE COMPOSICION
ARMADURA TIPO 1

BRIDA SUPERIOR	□	HSS 12"x12"x3/8"
BRIDA INFERIOR	□	HSS 12"x12"x3/8"
MONTANTE EXTREMA	□	HSS 12"x12"x3/8"
MONTANTES (RESTO)	□	3" x 3" x 1/4"
DIAGONALES	□	3" x 3" x 1/4"

Edificio del Penthouse

Plataforma apoyo en Nivel N.+59.845



PLATAFORMA CENTRAL
S/C=350 kg/m²
PIEZA NIVEL +59.845

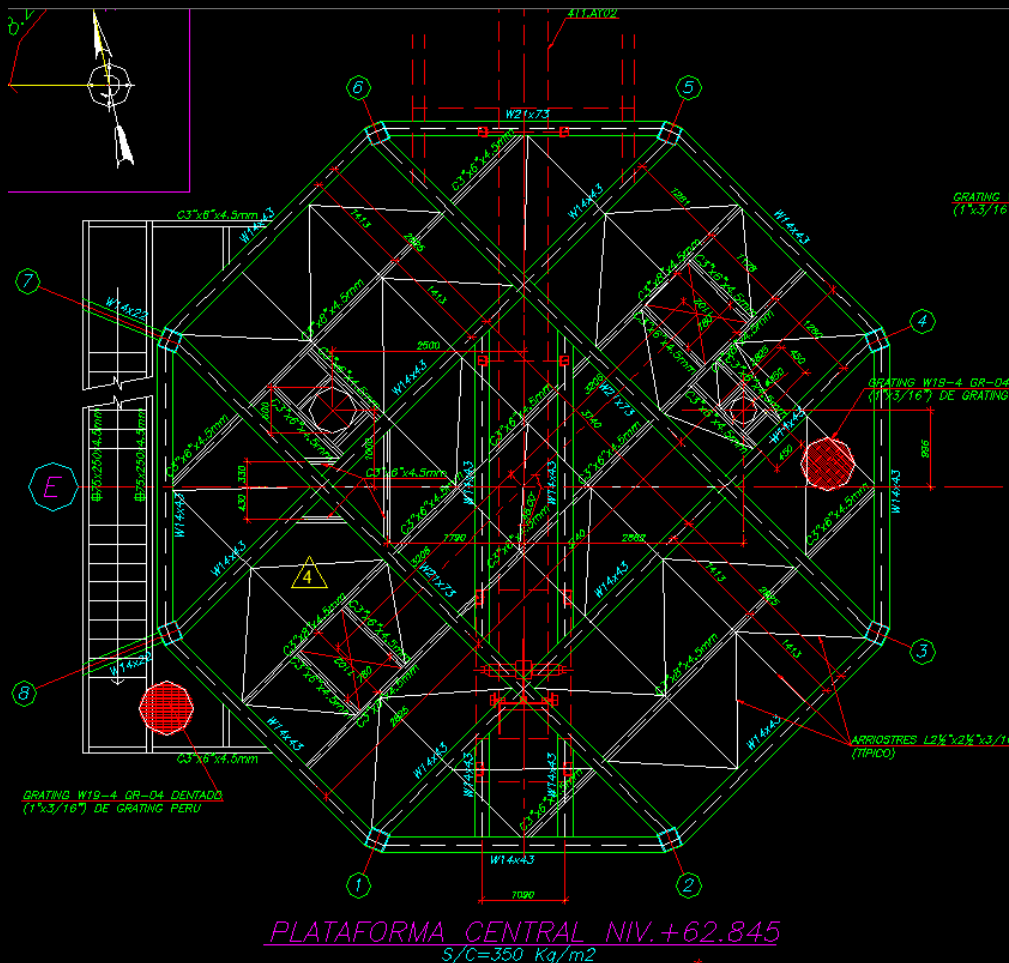
Edificio del Penthouse

Plataforma Metálica N.+62.845

S/C = 350 kg/m².

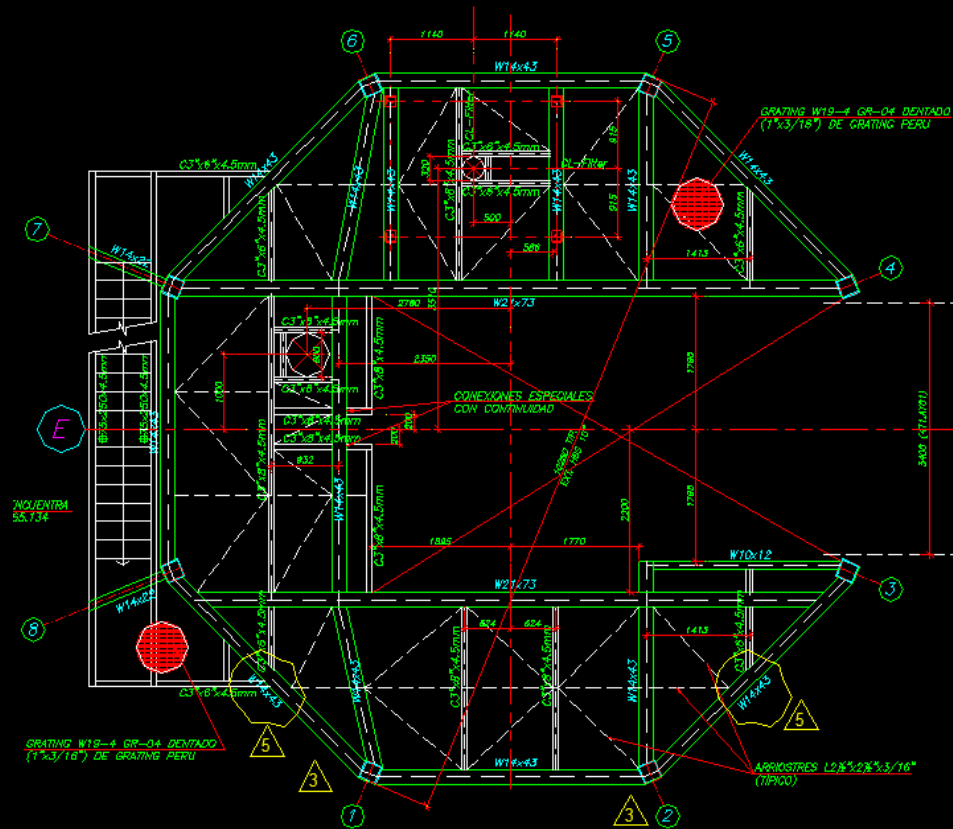
Plataforma conformada por elementos principales en W21x73 y secundarias W14x43 y Canales laminados.

Piso tipo Grating W19-4 GR-04 dentado 1"x3/16"



Edificio del Penthouse

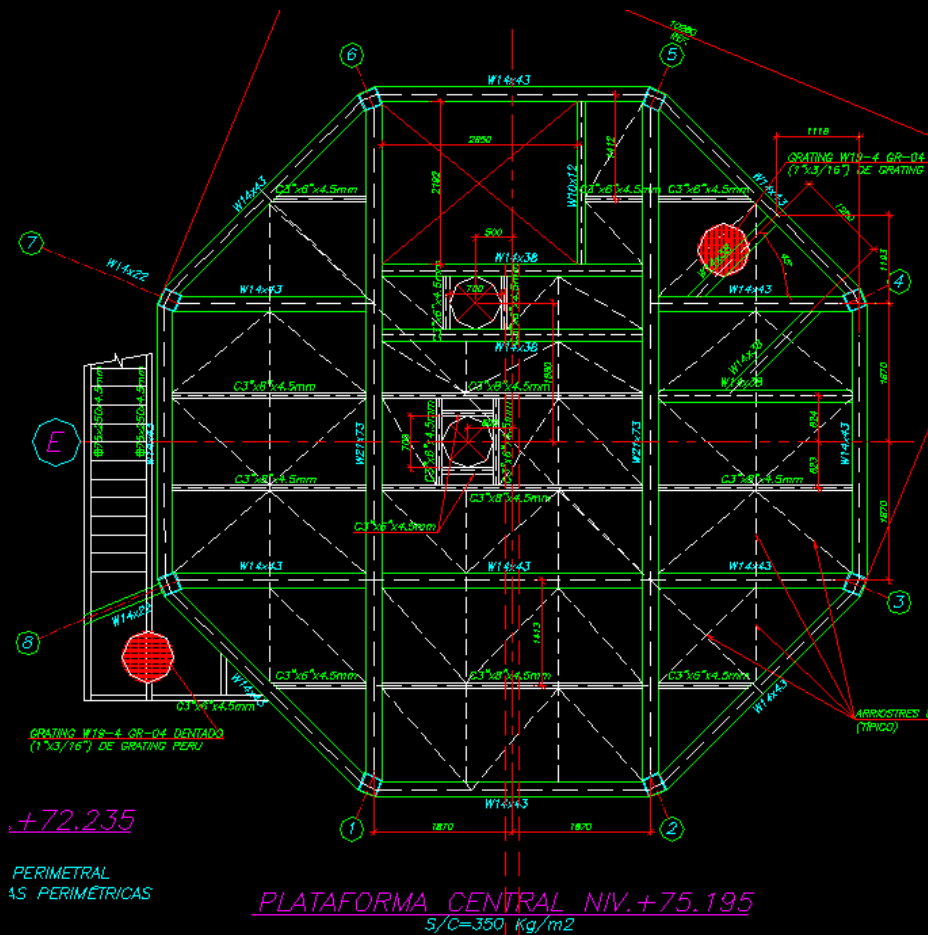
Plataforma Metálica N.+69.295



PLATAFORMA CENTRAL NIV.+69.295
S/C=350 Kg/m²

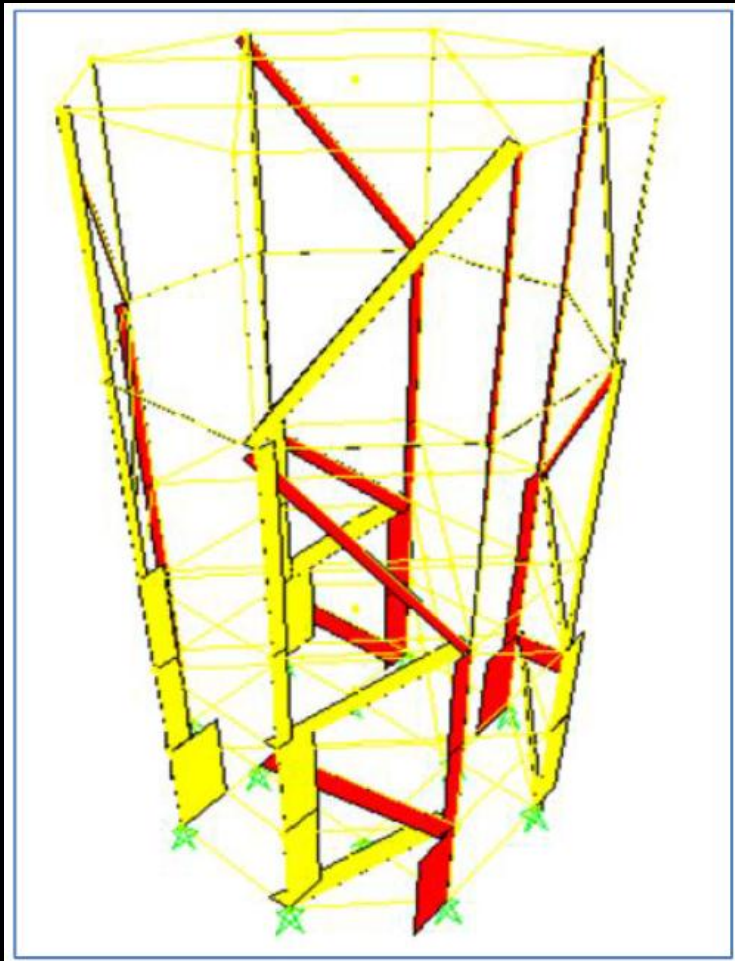
Edificio del Penthouse

Plataforma Metálica N.+75.195



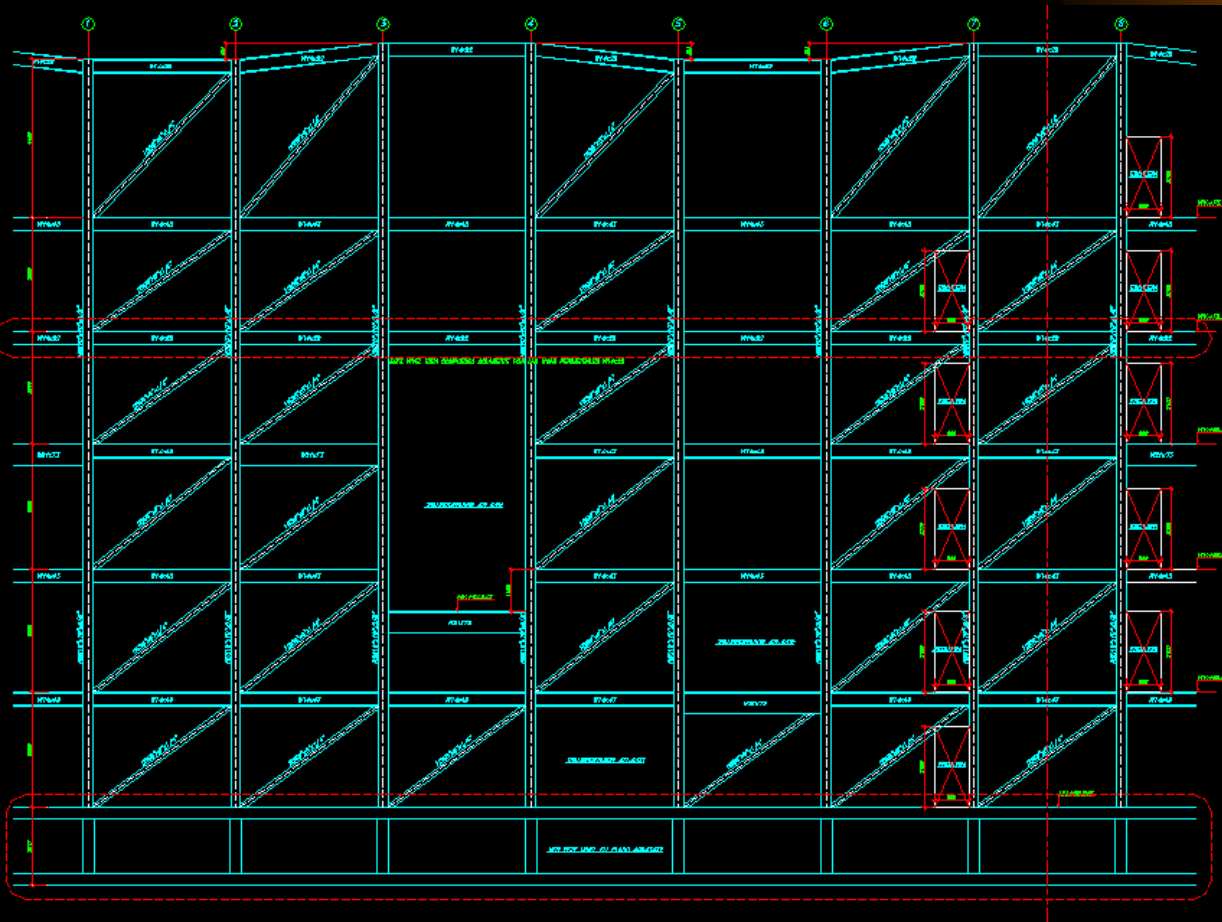
Edificio del Penthouse

Diagrama Esfuerzos Axiales de las Columnas



Edificio del Penthouse

Elevación desarrollada del Edificio



ELEVACIÓN COLUMNAS PERIMÉTRICAS EDIFICIO PENTHOUSE



*CUARTA PARTE DE LA
CONFERENCIA:*

- FAJAS TRANSPORTADORAS:

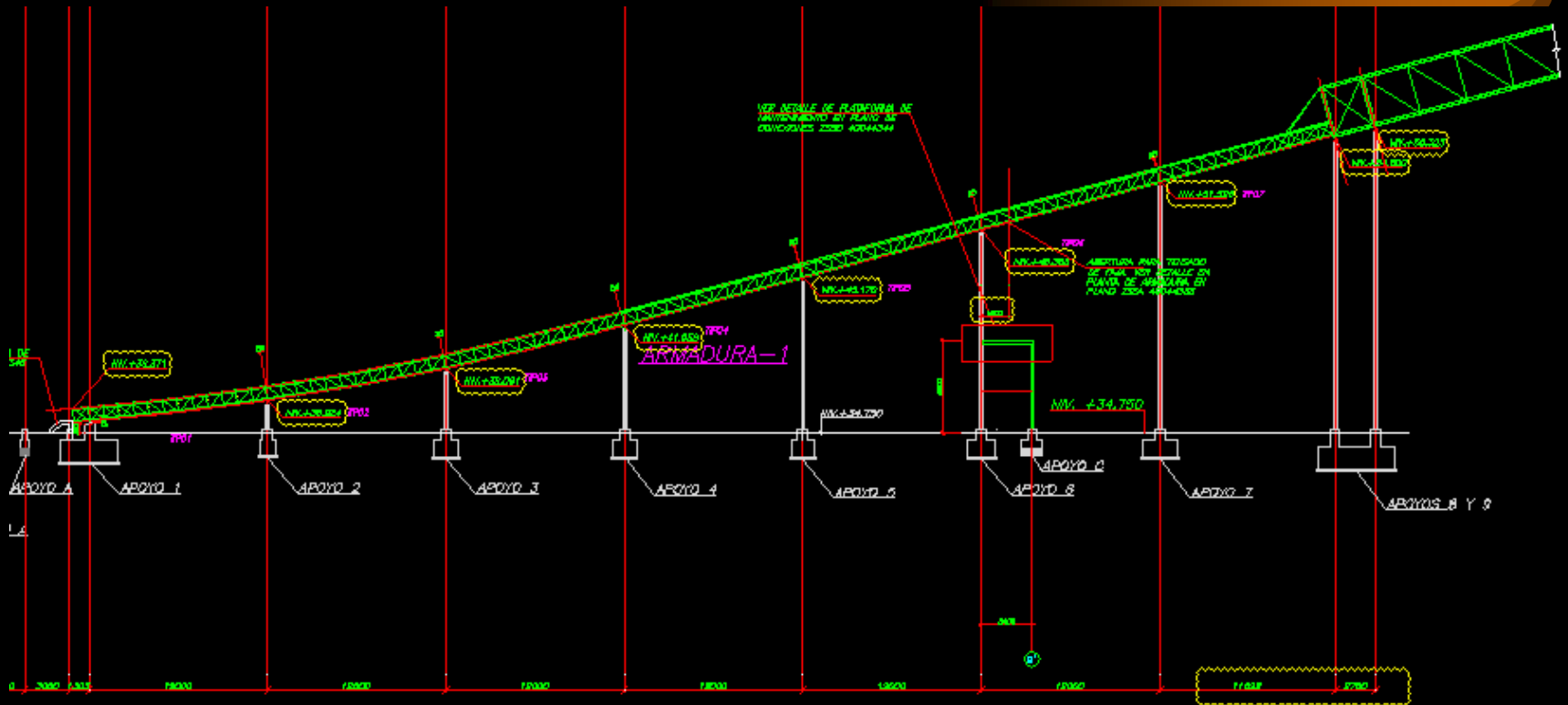
EJEMPLO DE FAJA DE MATERIA PRIMA
HACIA ALMACÉN CIRCULAR PREMIX

ESTRUCTURA BANDA TRANSPORTADORA DE MATERIA PRIMA A ALMACÉN PREMIX



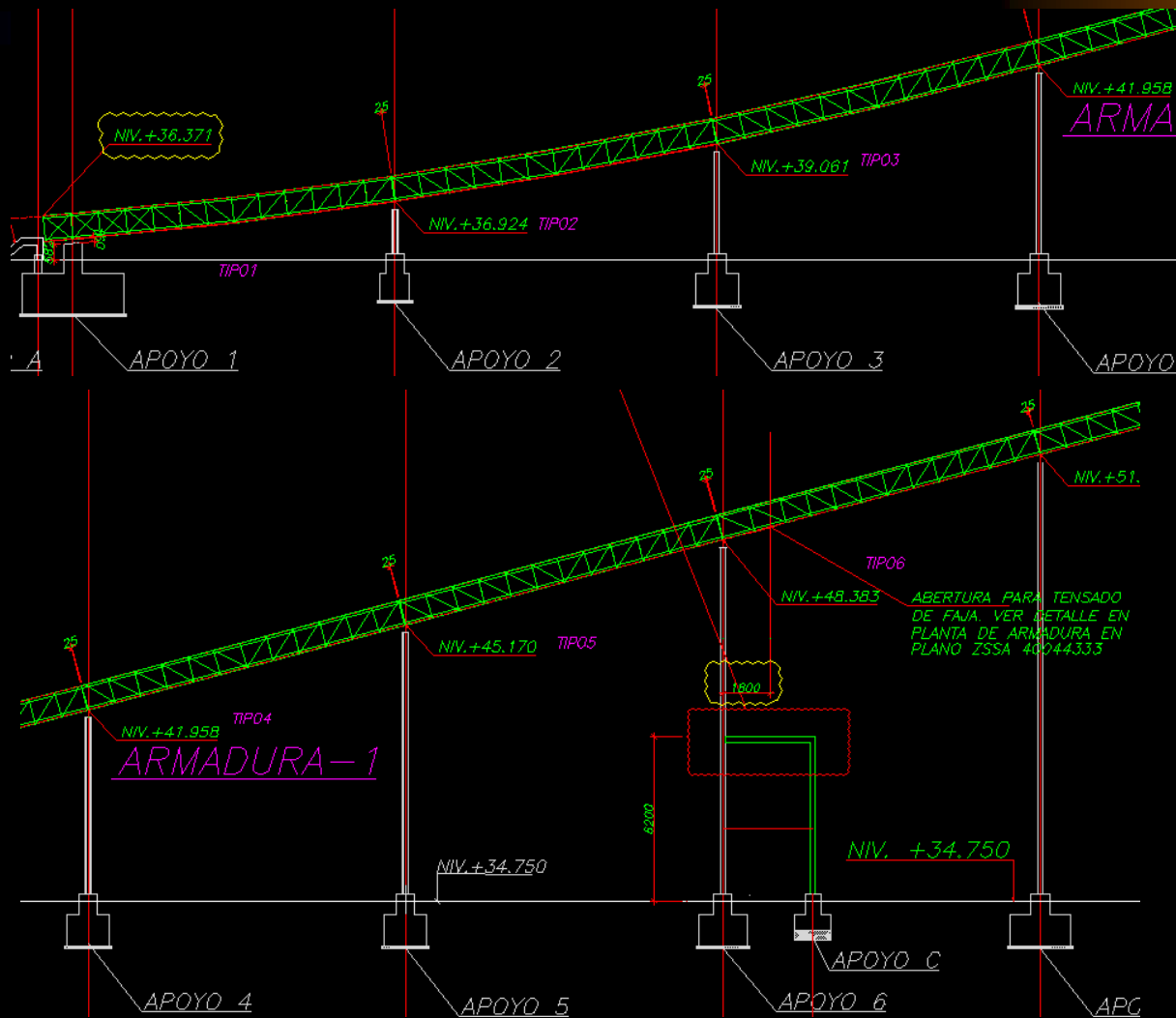
Vista panorámica del tramo inicial de la Estructura de Banda Transportadora de Materia Prima, desde el exterior hacia el Almacén Premix

Elevación de Armadura-1

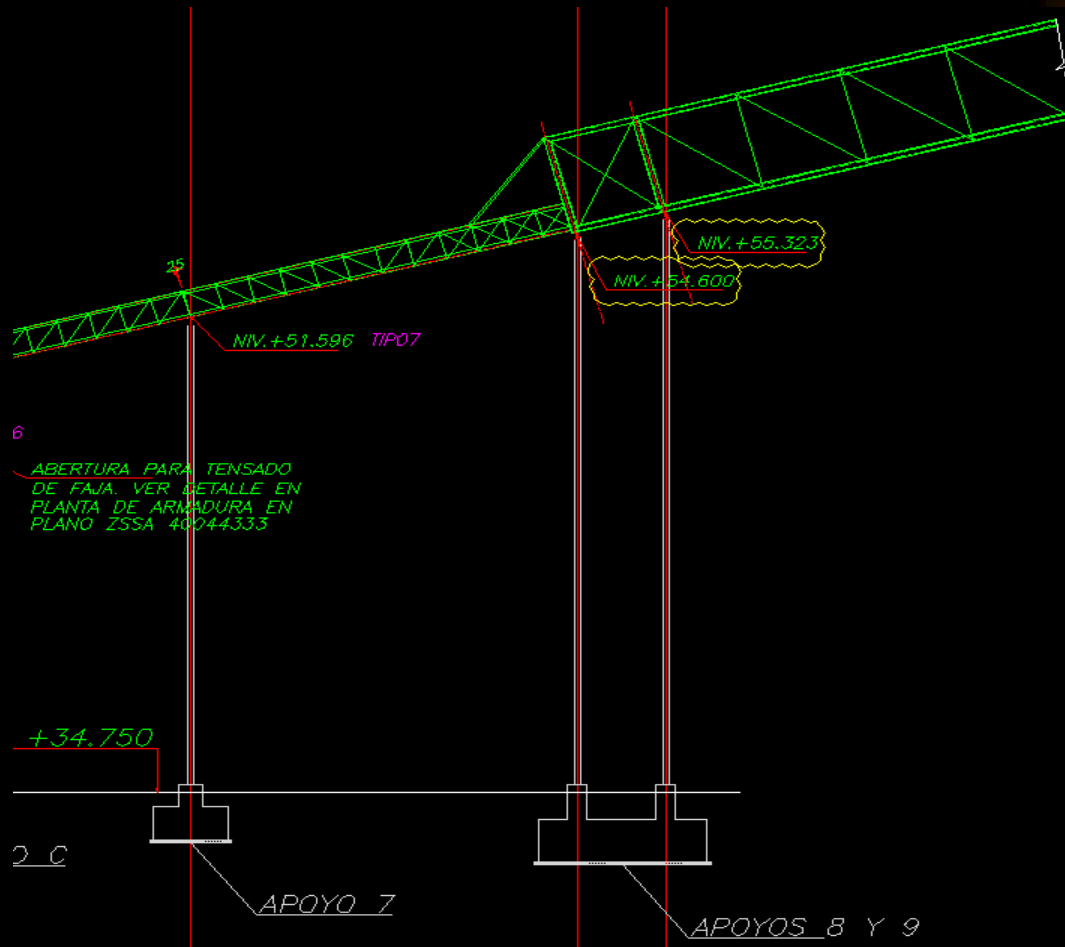


ELEVACION BANDA TRANSPORTADORA DE MATERIAS PRIMAS DE 2E2.BG03 HASTA 2G1.BG01

ESTRUCTURA BANDA TRANSPORTADORA DE MATERIA PRIMA A ALMACEN PREMIX



ESTRUCTURA BANDA TRANSPORTADORA DE MATERIA PRIMA A ALMACEN PREMIX

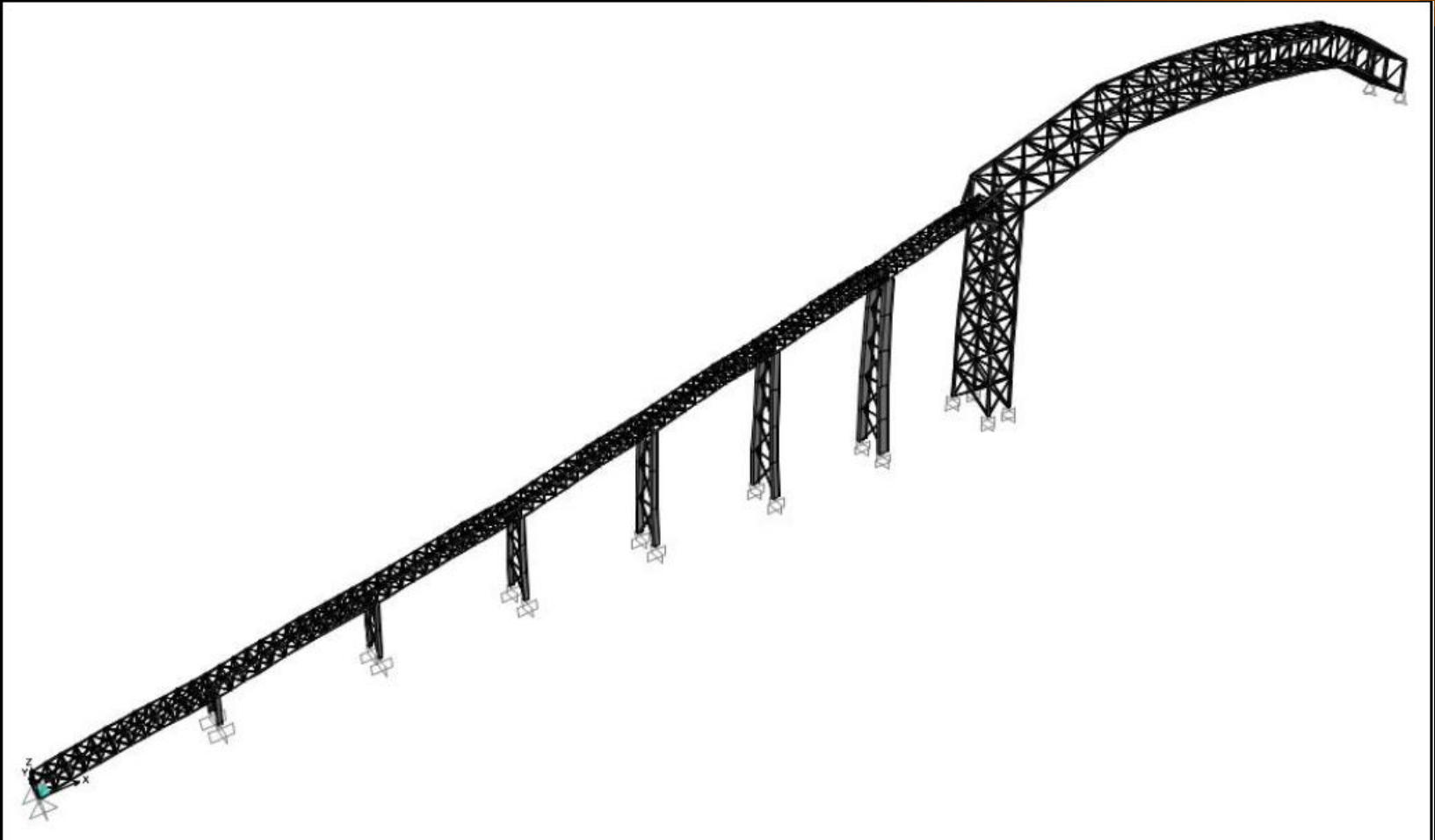


ESTRUCTURA BANDA TRANSPORTADORA DE MATERIA PRIMA A ALMACÉN PREMIX



Vista panorámica de la estructura desde el interior del Almacén Premix

Análisis Sísmico



- Parámetros empleados en el Análisis Sísmico:

Factor de Zona (Zona 3), $Z = 0.40$

Factor de categoría (Cat.B), $U = 1.3$

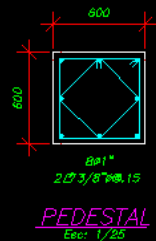
Factor de Suelo (Suelo S2), $S = 1.2$

Periodo Vibración Predominante, $T_p = 0.60s$

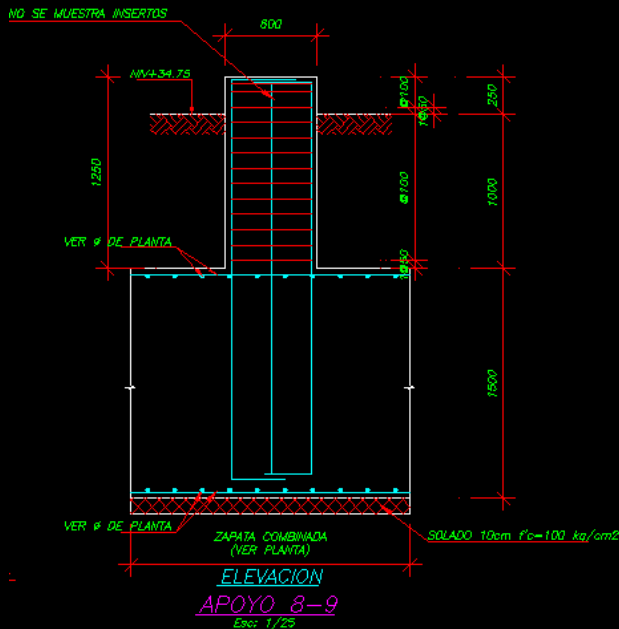
Factor de Reducción paralela a Banda, $R_x = 6$

Factor de Reducción perpend.a Banda, $R_y = 3$

ESTRUCTURA BANDA TRANSPORTADORA DE MATERIA PRIMA A ALMACÉN PREMIX



SENTIDO DE MARCHA DE LA FAJA



Bases de apoyo de concreto armado con especificaciones siguientes:

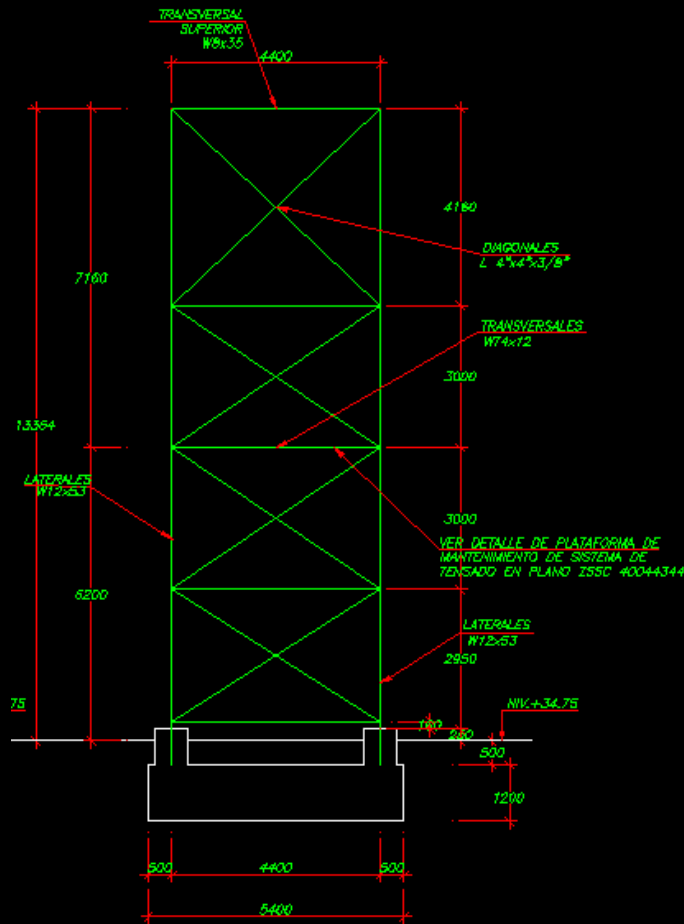
- Concreto: $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$.
- Acero corrugado: $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$.
- Terreno: $W_t = 2.3 \text{ kg/cm}^2$.

ESTRUCTURA BANDA TRANSPORTADORA DE MATERIA PRIMA A ALMACÉN PREMIX

Cantidades ejecutadas en Obras Civiles:

- Concreto de solados, falsas zapatas, cimentaciones, y losas de piso = 179 m³.
- Acero corrugado reforzamiento en cimentaciones, pedestales y losas de piso = 15,786 kg.
- Encofrados para cimentaciones, pedestales y losas de piso = 318 m².
- Ratio = 15,786 kg./179 m³. = 88.19 kg/m³.

ESTRUCTURA BANDA TRANSPORTADORA DE MATERIA PRIMA A ALMACÉN PREMIX

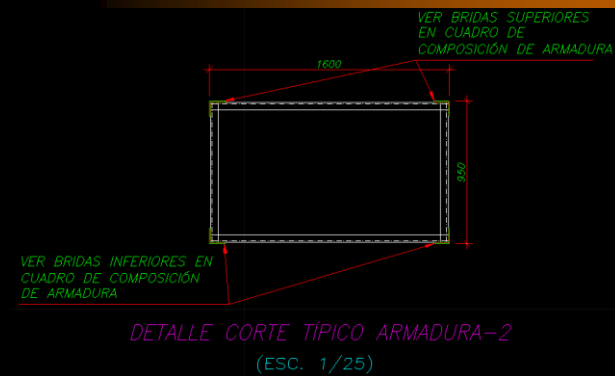
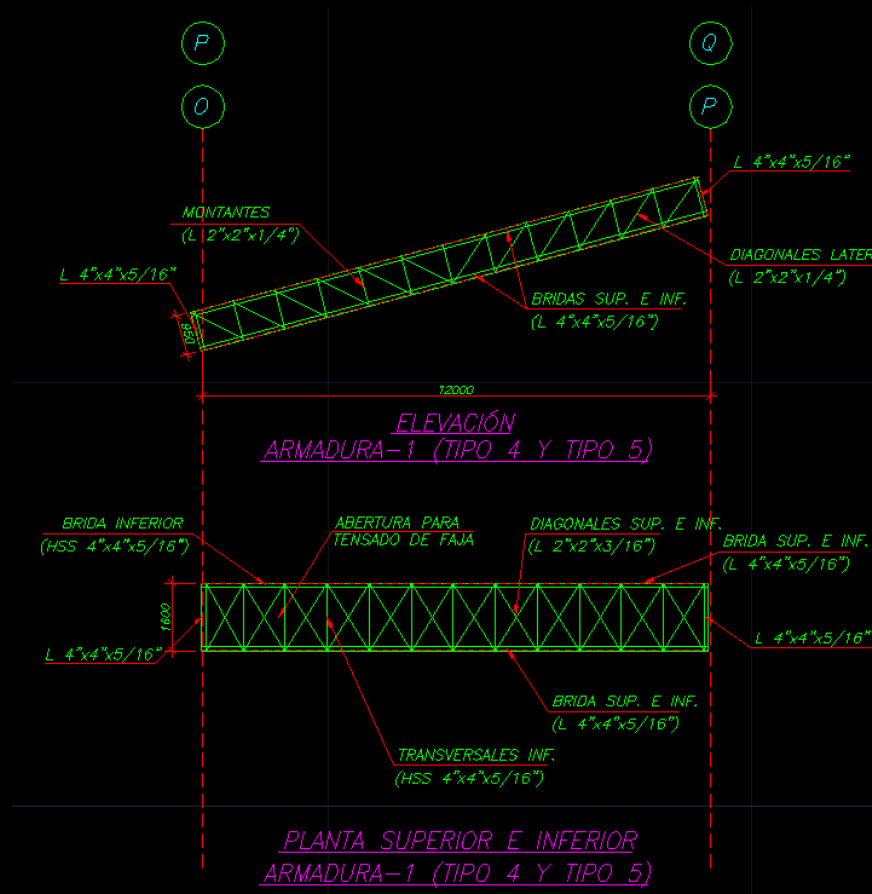


APOYO 6

- Columnas metálicas sobre bases de apoyo de concreto armado.

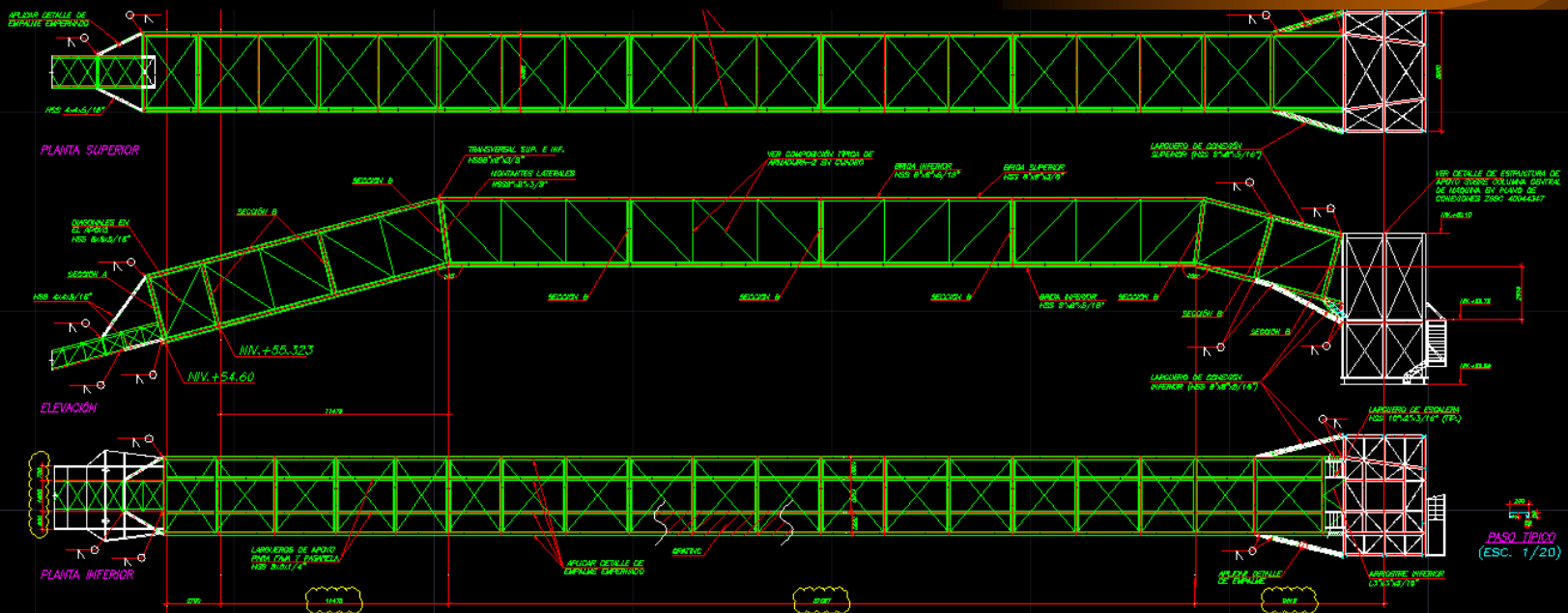
ESTRUCTURA BANDA TRANSPORTADORA DE MATERIA PRIMA A ALMACÉN PREMIX

Diseño de Entramado Metálico



BRIDA SUPERIOR	┌┐ 4" x 4" x 5/16"
BRIDA INFERIOR	└└ 4" x 4" x 5/16"
MONTANTES LATERALES	┌┐ 2" x 2" x 1/4"
DIAGONALES LATERALES	┌┐ 2" x 2" x 1/4"
TRANSVERSALES SUP. E INF.	┌┐ 2" x 2" x 1/4"
DIAGONALES SUP. E INF.	┌┐ 2" x 2" x 3/16"

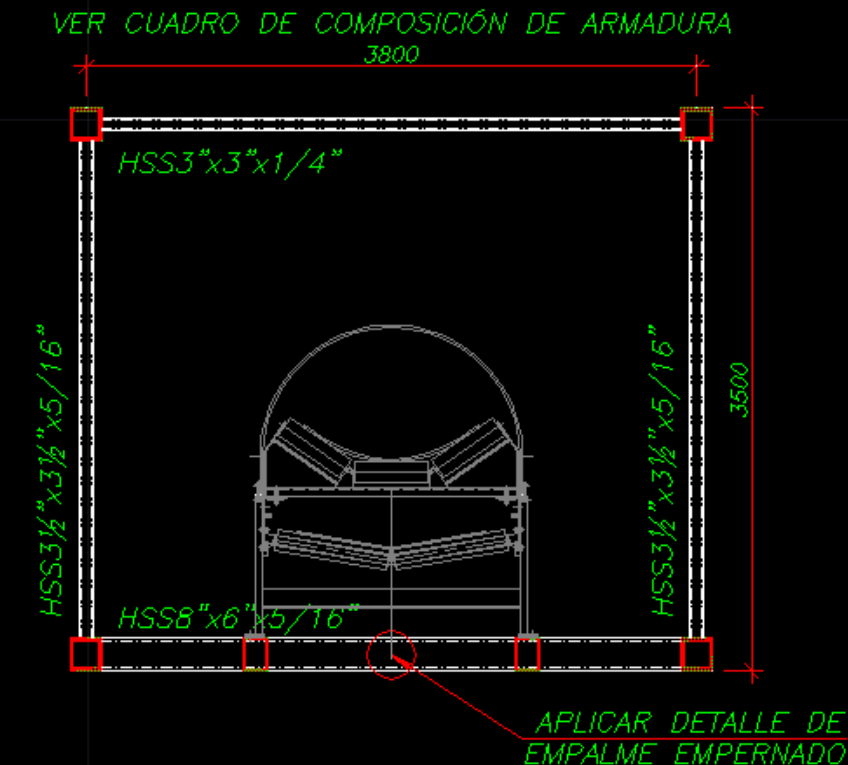
ESTRUCTURA BANDA TRANSPORTADORA DE MATERIA PRIMA A ALMACÉN PREMIX



Diseño de Armadura-2

- Longitud 60.90 mt.,
- Ancho 3.800 mt., Altura 3.500 mt.

ESTRUCTURA BANDA TRANSPORTADORA DE MATERIA PRIMA A ALMACÉN PREMIX



DETALLE CORTE TÍPICO ARMADURA-2
(ESC. 1/50)

COMPOSICIÓN TÍPICA ARMADURA-2	
BRIDA SUPERIOR	# 8" x 8" x 3/8"
BRIDA INFERIOR	# 8" x 8" x 5/16"
MONTANTES LATERALES	# 3 1/2" x 3 1/2" x 5/16"
DIAGONALES LATERALES	∟ 3 1/2" x 3 1/2" x 3/8"
TRANSVERSALES SUP.	# 3" x 3" x 1/4"
TRANSVERSALES INF.	# 8" x 6" x 5/16"
DIAGONALES SUP. E INF.	∟ 3" x 3" x 5/16"

- Sección Transversal y Composición de la Armadura -2

ESTRUCTURA BANDA TRANSPORTADORA DE MATERIA PRIMA A ALMACÉN PREMIX



Vista de la estructura de Banda y columna metálica, ingresando al Almacén de conchuelas Premix. Vista captada desde el interior

ESTRUCTURA BANDA TRANSPORTADORA DE MATERIA PRIMA A ALMACÉN PREMIX



ESTRUCTURA BANDA TRANSPORTADORA DE MATERIA PRIMA A ALMACÉN PREMIX

Cantidades ejecutadas de Acero Estructural:

- Armaduras en Celosía = 68,538 kg.
- Columnas reticuladas = 28,687 kg.
- Pisos y otros = 17,070 kg.

Total en Acero Estructural: 114,295 kg.

Longitud de Armadura-1: 85.60 ml.

Longitud de Armadura-2: 60.90 ml.



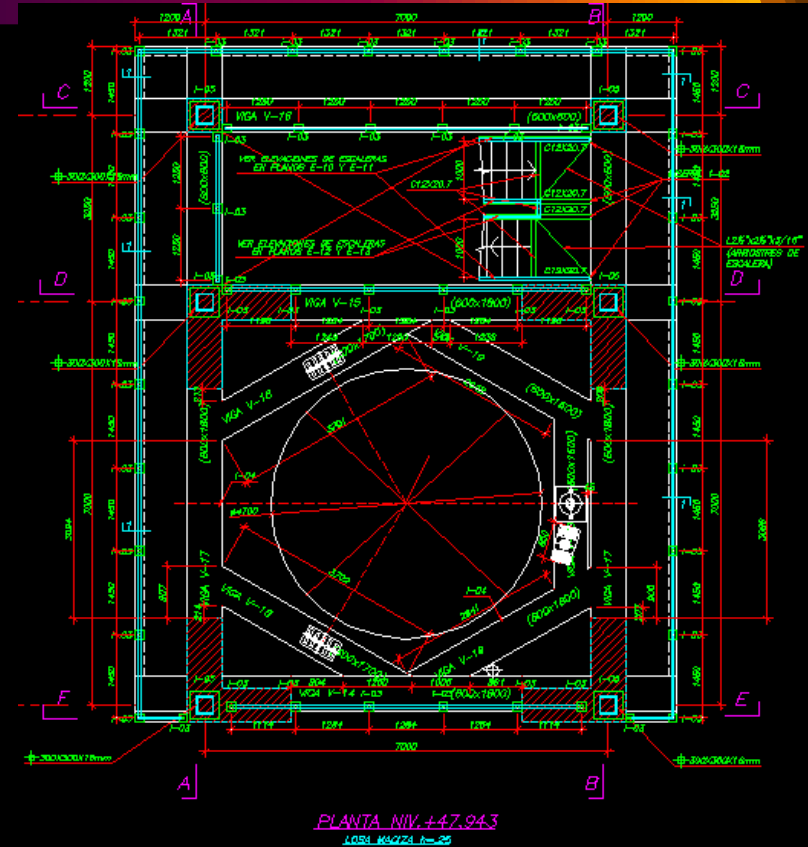
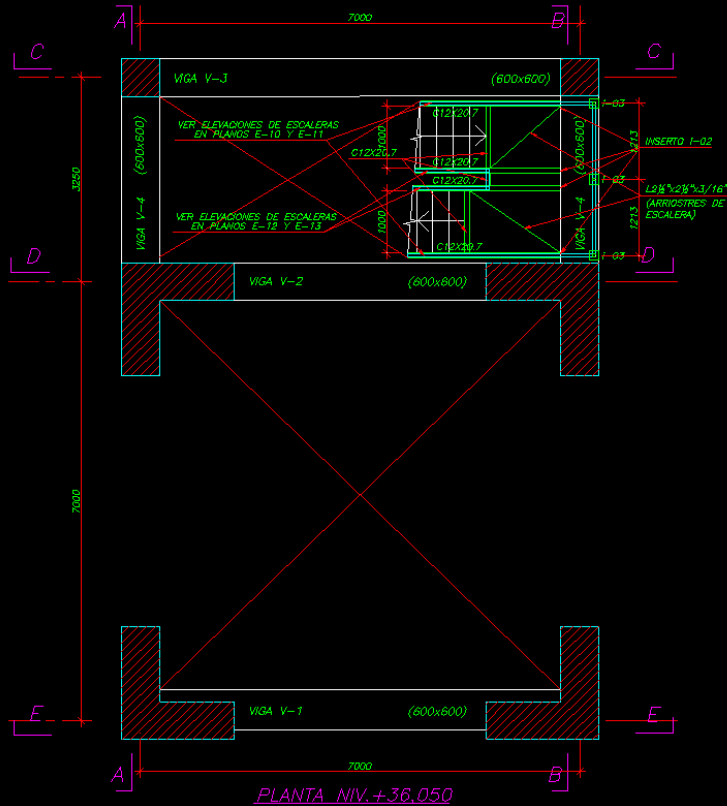
*QUINTA PARTE DE LA
CONFERENCIA:*

- SILO DE BYPASS

- El Silo de ByPass está constituido por un edificio rectangular de concreto armado y sobre él, una estructura metálica ocupando un área en planta de 7.60x10.85 mt.
- El edificio de concreto de 15.193mt.de altura está estructurado con placas esquineras “L” de 1.80mt.por lado x 0.60mt.de espesor y columnas cuadradas de 0.60mt.por lado. Las vigas son de 0.60x0.60mt.,con losa maciza de 0.25mt.para una $s/c=500\text{kg}/\text{m}^2$.+cargas de equipos.
- Las vigas de apoyo del silo son de concreto armado de 0.60 x 1.70mt.
- Encima del edificio de concreto viene un edificio de acero de 26m de altura.

- El problema de este edificio es que los camiones pasan por debajo (descarga del silo) y al costado se tiene una escalera.
- El silo es metálico y se apoya en tres puntos, sobre la última losa de concreto armado, la cual tiene tres vigas principales que a su vez se apoyan en las vigas de los ejes del edificio.
- El silo con carga tiene una carga del orden de 285 toneladas, pero los efectos de sismo producen axiales concentradas en las vigas, con valores máximos de 300 ton, lo cual gobierna el diseño de éstas.

Geometría de la Planta



Planta Nivel +36.050

Planta Nivel +47.943



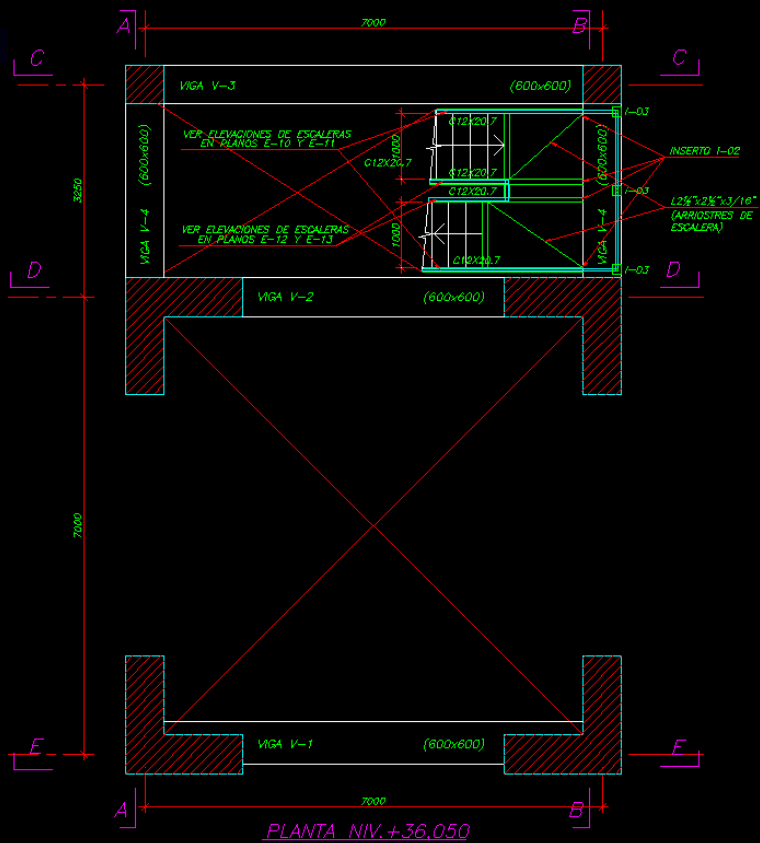
2015 02 25

Planta N.+ 47.943

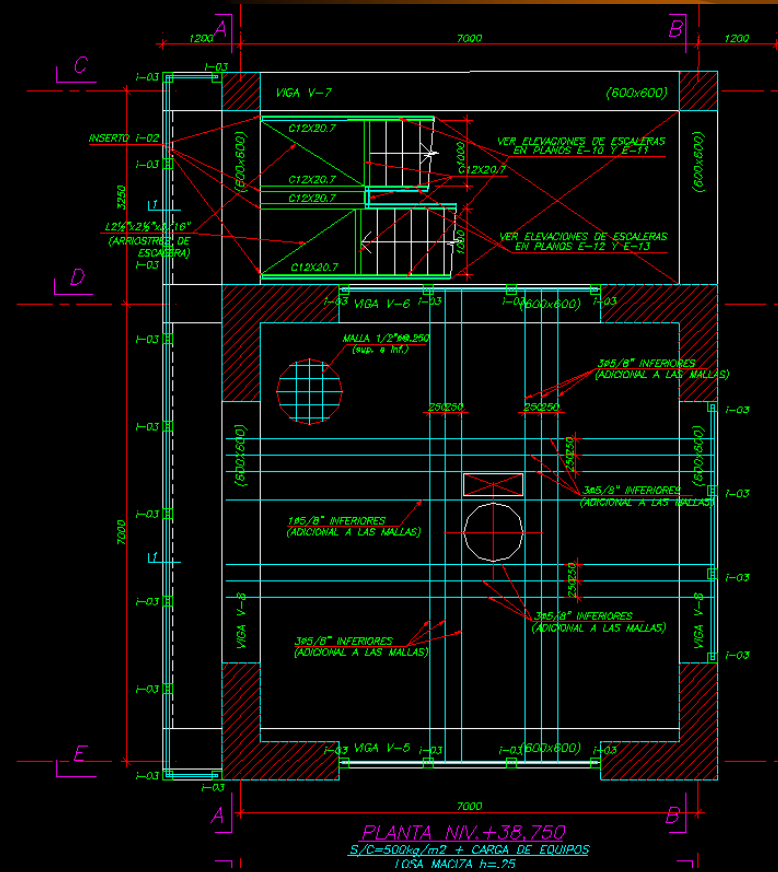


Vista de la parte superior del edificio de concreto
y nivel de apoyo del Silo Metálico de Bypass

Reforzamientos en Plantas, Edificio Concreto



Planta N.+36.050

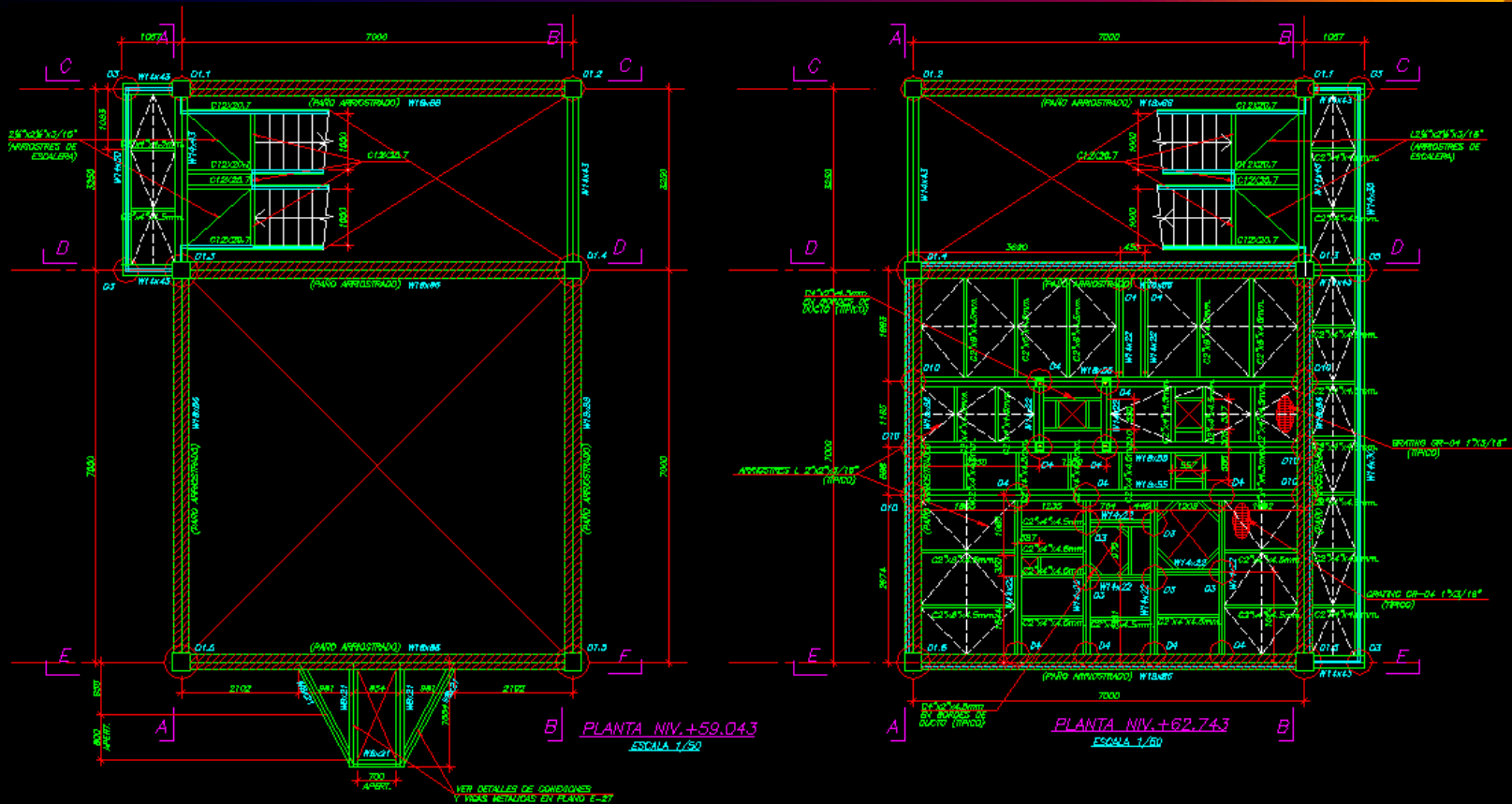


Planta N.+38.750

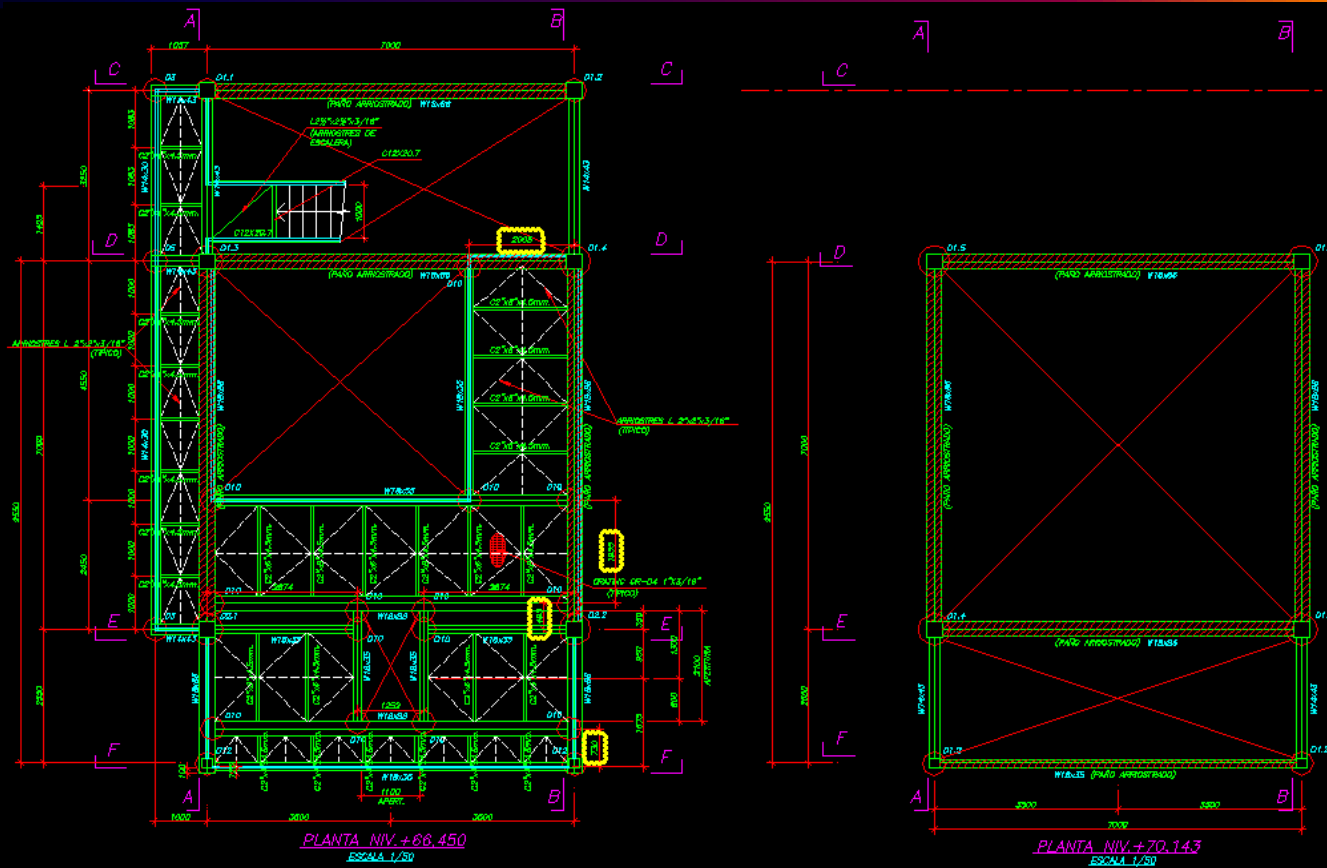
Estructuración de Edificio Metálico

- El Edificio Metálico se apoya en el N.+47.943 y culmina en el N.+73.843, formado por pórticos de acero.
- Material en acero A-36 y pernos ASTM -A -325
- Las columnas principales en perfil tubular de 300x300x16mm.debidamente arriostradas.
- Las vigas principales de W18x86 y W14x43 para cada uno de los 7 niveles, vigas secundarias W18x55, W18x35, W14x22, y elementos de arriostramientos del tipo “C”

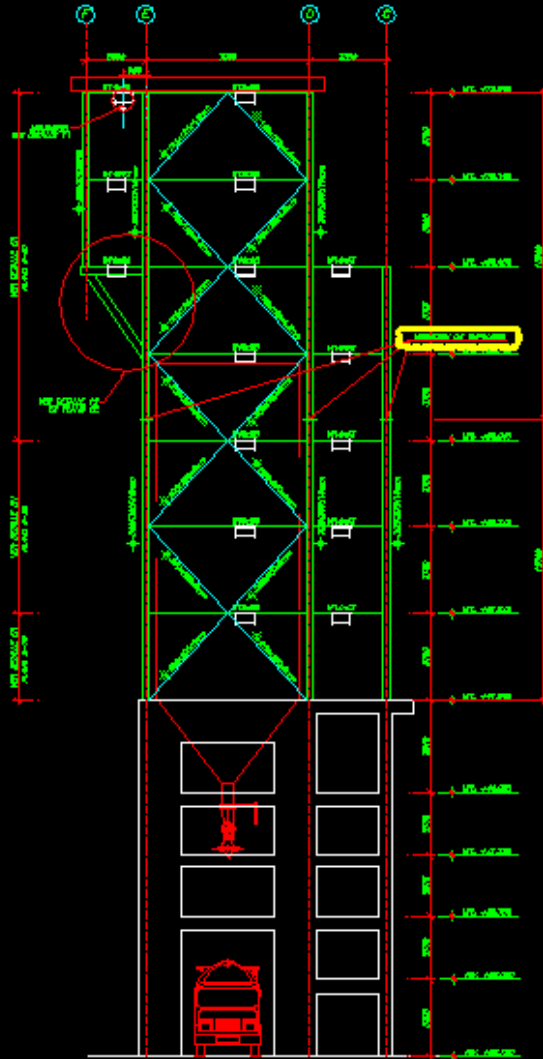
Reforzamiento en Planta, Edificio Metálico



Reforzamiento en Planta, Edificio Metálico

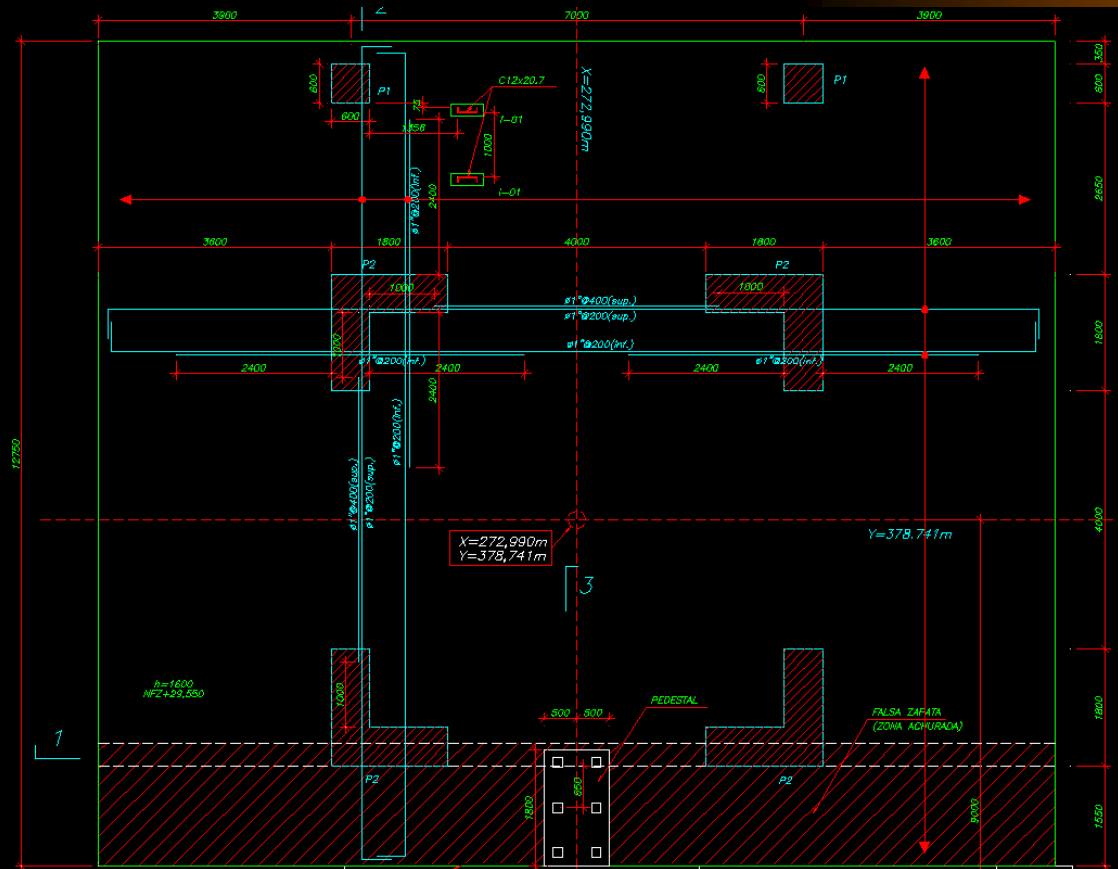


Silo de ByPass, Elevación de Edificio



Altura Total Edificio: 41.09mt.

Cimentación, Planta



Para el edificio tenemos una gran zapata como cimentación, de 12.75 x 14.80 mt.en planta, altura 1.60m y con reforzamiento superior e inferior en malla de acero de 1", en ambos sentidos.

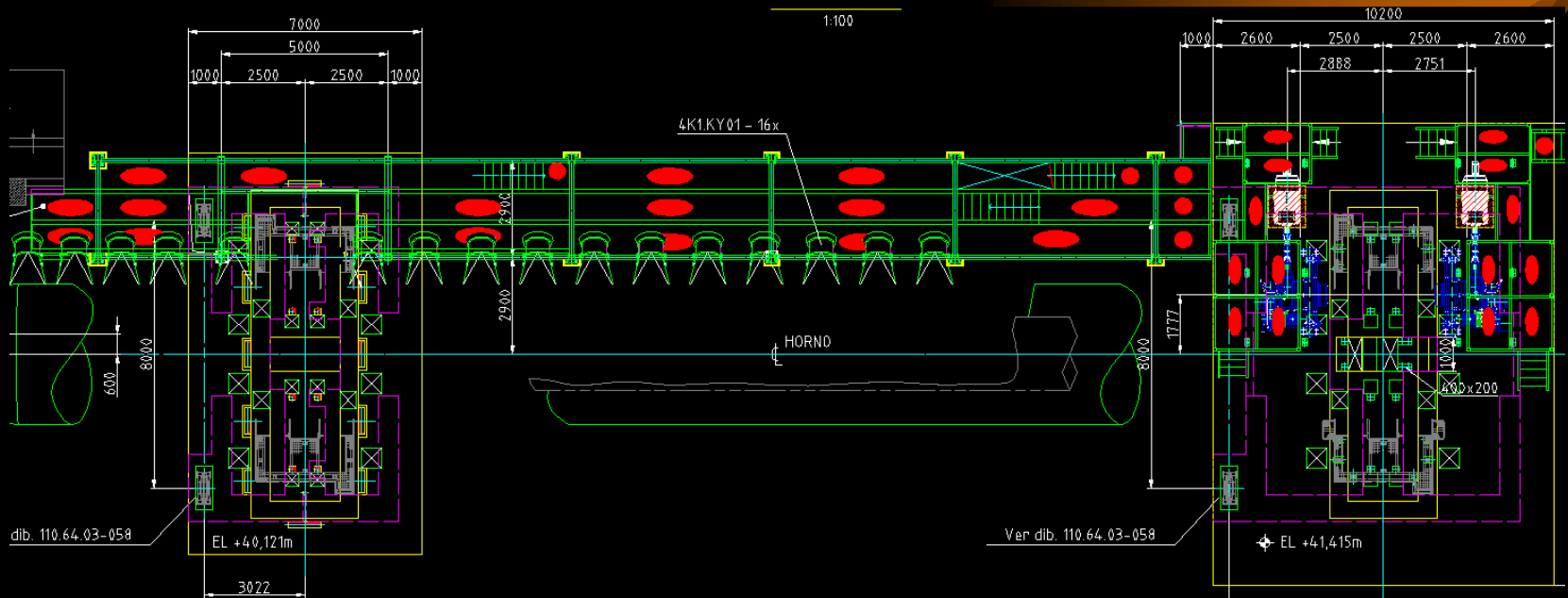


*SEXTA PARTE DE LA
CONFERENCIA:*

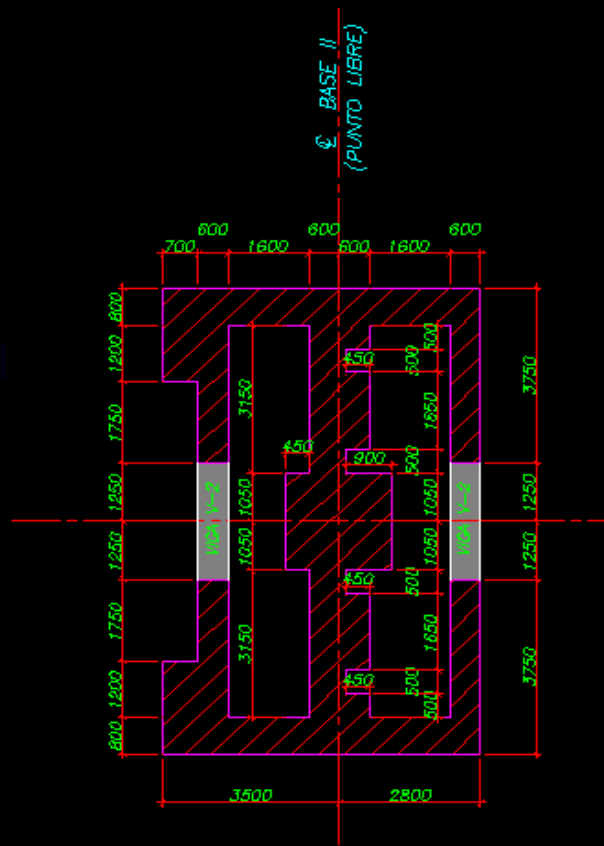
- ESTRUCTURAS DE BASE DEL HORNO



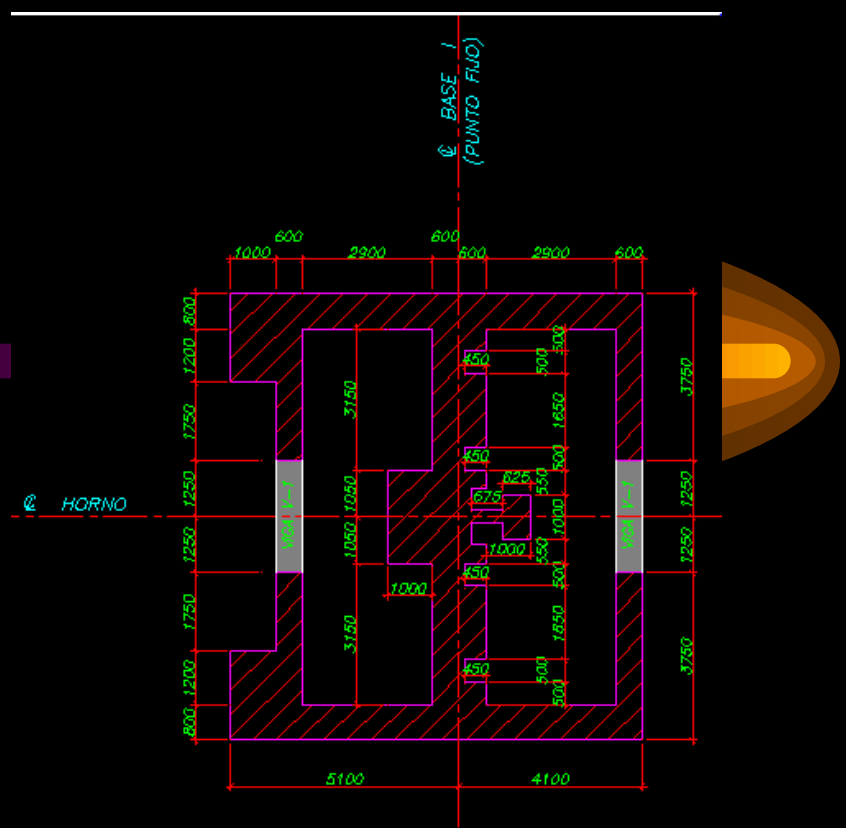
BASES DEL HORNO ROTATORIO



- Tenemos Base I y Base II para el Horno Rotatorio y longitudinal

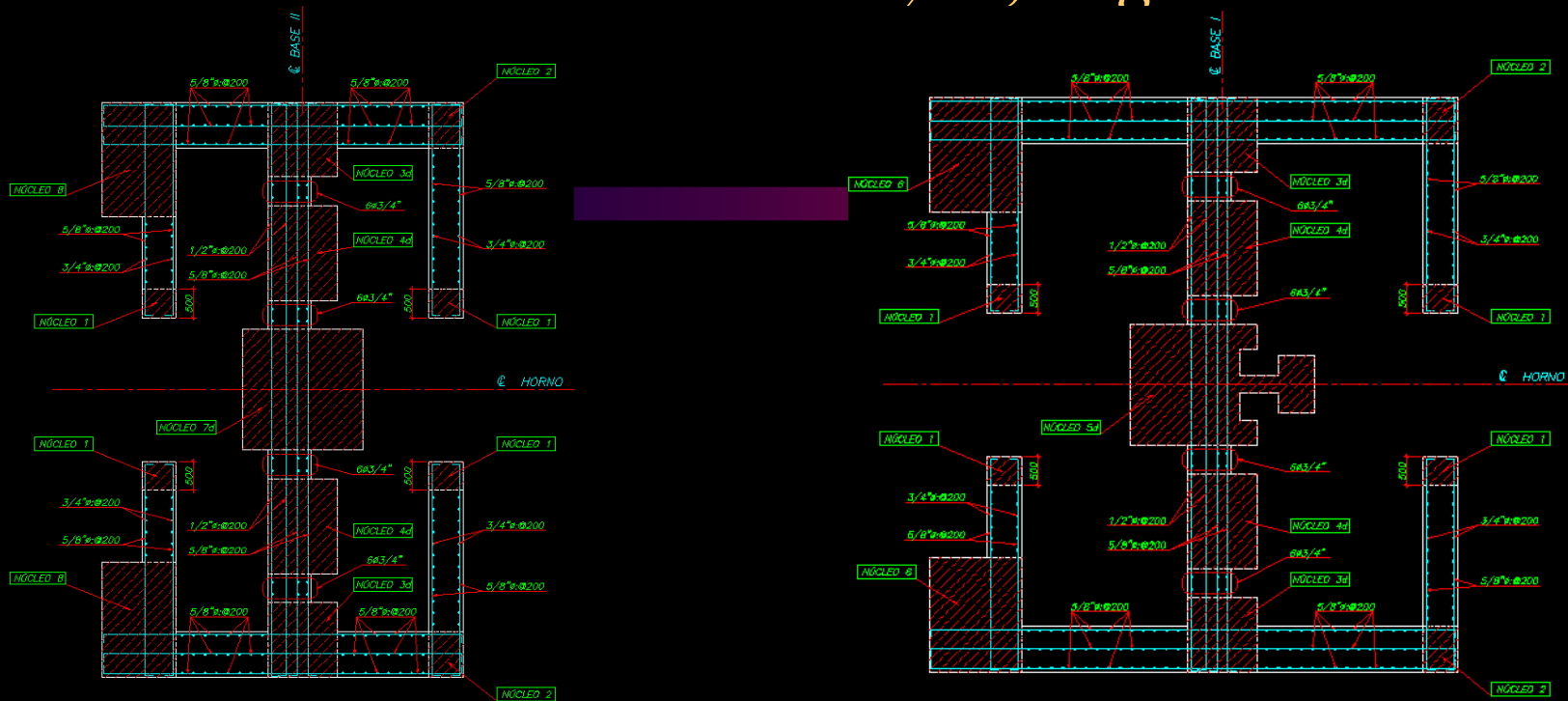


Los apoyos del Horno transmiten a la Base II
 640 Ton. en carga vertical
 56 Ton. de carga sísmica



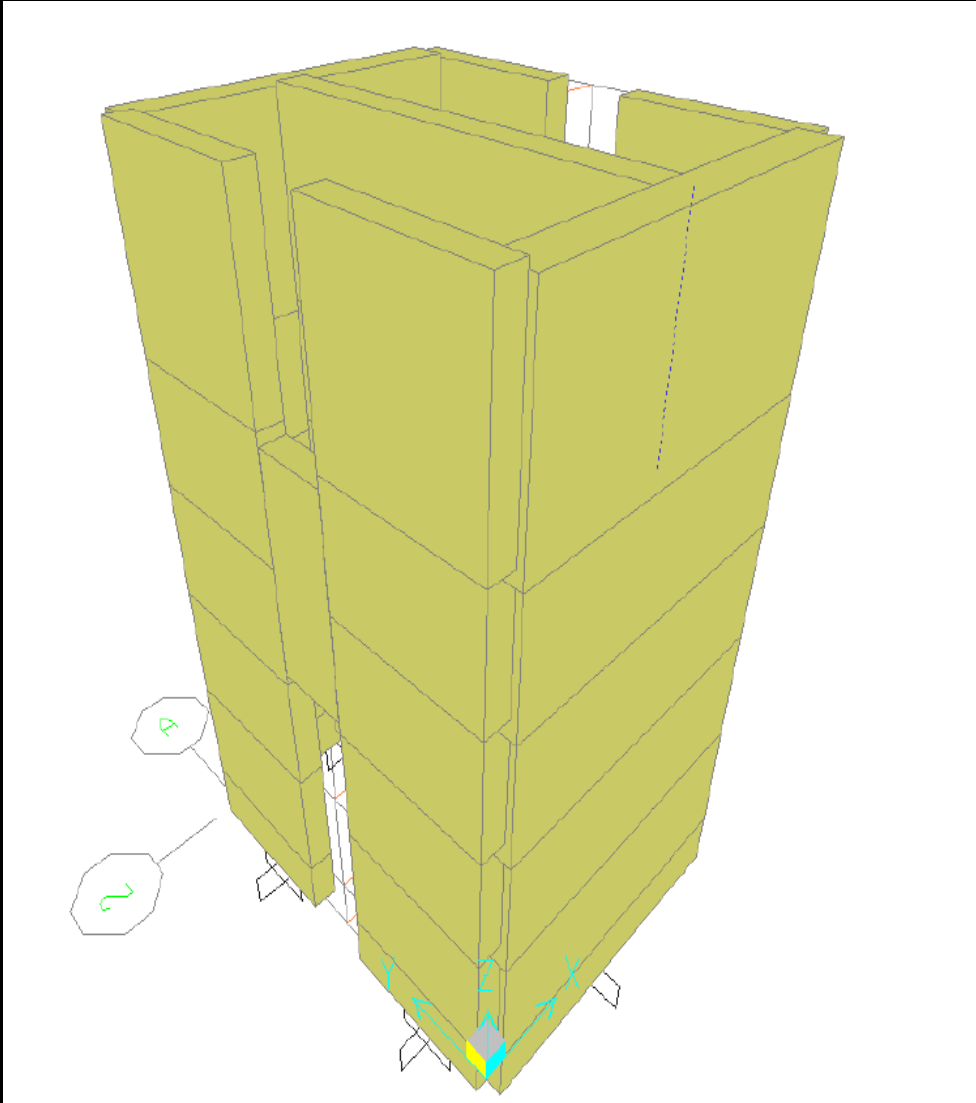
Los apoyos del Horno transmiten a la Base I
 560 Ton. en carga vertical
 90 Ton. de carga sísmica

Reforzamientos en Bases I y II, según Plantas



- Ambas Bases están estructuradas con Placas de 0.80m.de espesor a lo largo del eje de Horno, y con Placas de 0.60m.en los ejes de Bases.
- Se tienen Núcleos con concentración de refuerzos en los extremos y esquinas de la sección.

Análisis Sísmico de Base I y Base II



Los modelos a emplear son similares para Bases I y II, pero diferentes solo en las dimensiones perimétricas, exteriores.

Parámetros:

Z=0.4, Factor de Zona

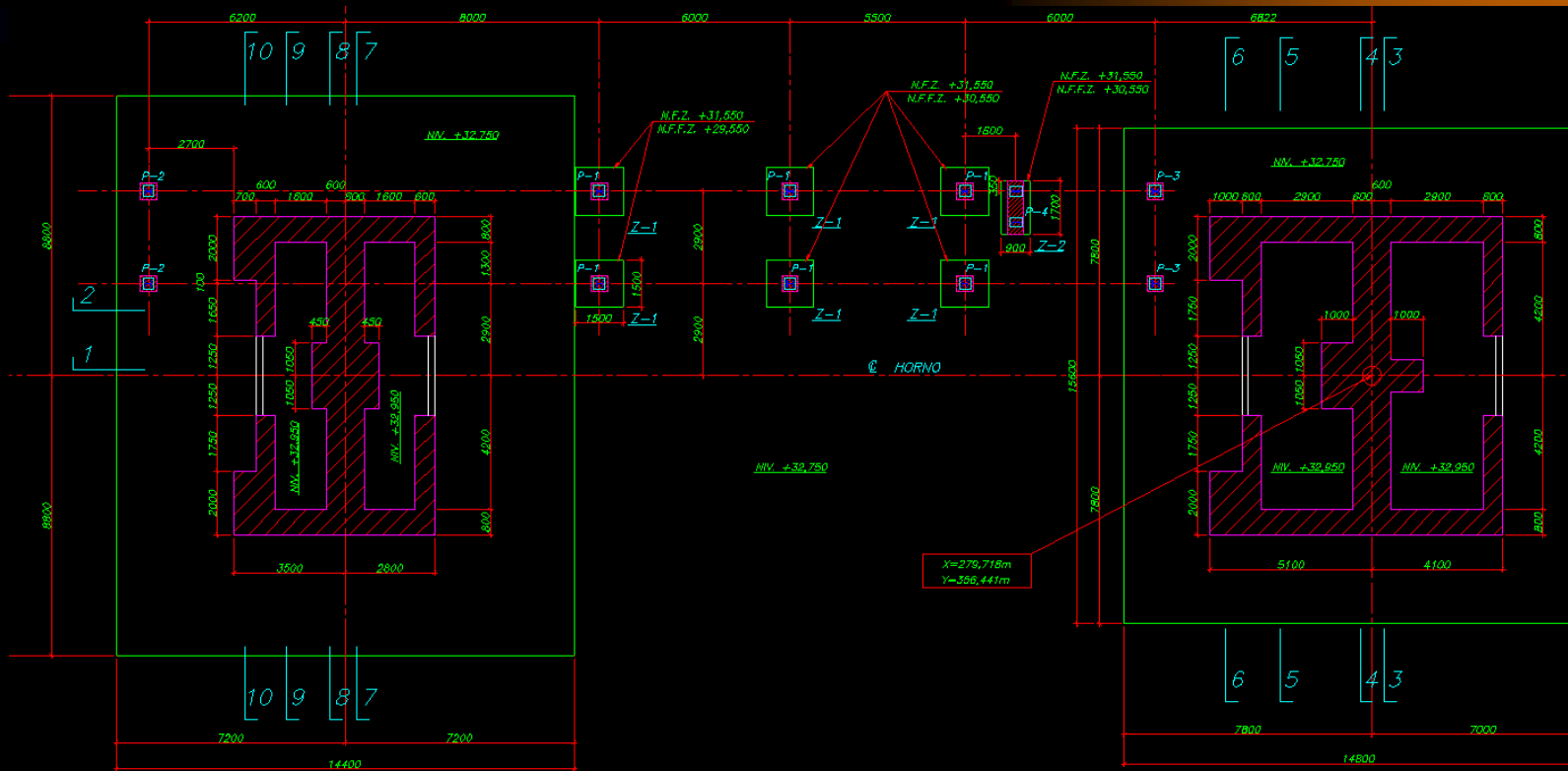
U=1.3, Factor de Uso

S=1.2, Factor de Suelo

C=2.5, Factor amplificación sísmica

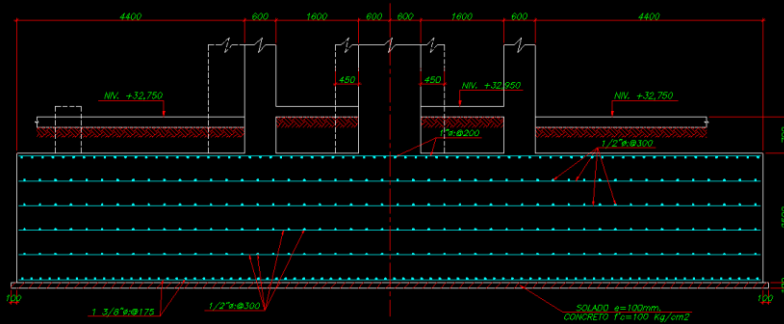
R=3, Coefic.reduc.sísmica

Tp= 0.6s Periodo

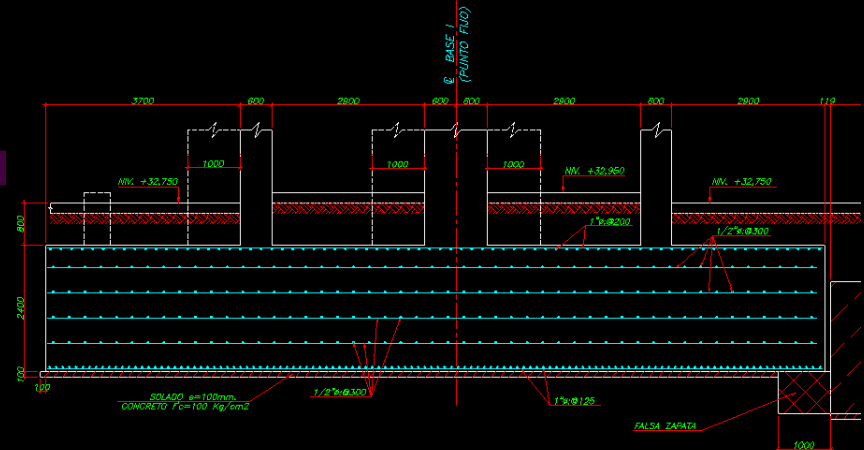


CIMENTACIÓN

Cimentación de Base I, Elevación



CIMENTACIÓN DE BASE II - CORTE



CIMENTACIÓN DE BASE I - CORTE

Wt= 2.70 kg/cm². para zapatas cuadradas

Wt= 2.30 kg/cm². para cimentación corrida.

Cemento tipo V.

La cimentación está constituida por zapatas de gran peralte; para la Base I tenemos 2.40m. y para la Base II tenemos 2.50m, con malla superior e inferior de 1" y 1.3/8" y 4 capas de mallas intermedias de 1/2"

Plataforma Metálica entre Bases I y II

- La plataforma metálica para tránsito que une las Bases I y II está formada por columnas en perfil laminado de W8x31 y arriostres en canal “C”, vigas W8x24 en la dirección del eje de Horno y vigas W10x22 en dirección perpendicular en varios niveles. Sobre éstas se apoya el piso en parrilla Grating GR-04 en platinas de 1”x3/16”

Cantidades ejecutadas para Horno Rotatorio

Cantidades ejecutadas:

- Concreto: 2,407 m³.
- Acero refuerzo: 263,012 kg.
- Encofrado: 2,157 m².
- Ratio: 110 kg/m³.

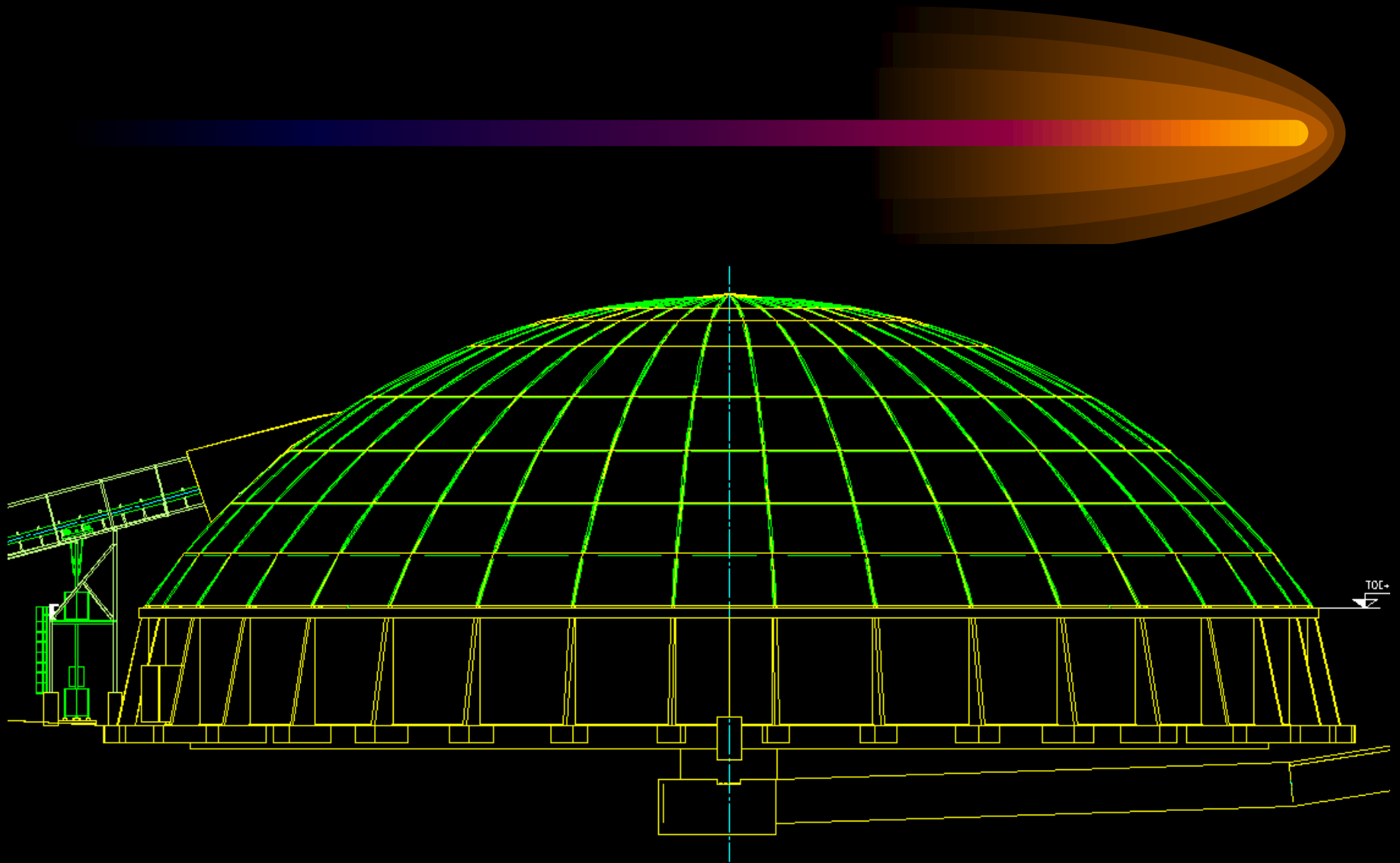
- Acero Estructural: 37,308 kg.



*SEPTIMA PARTE DE LA
CONFERENCIA:*

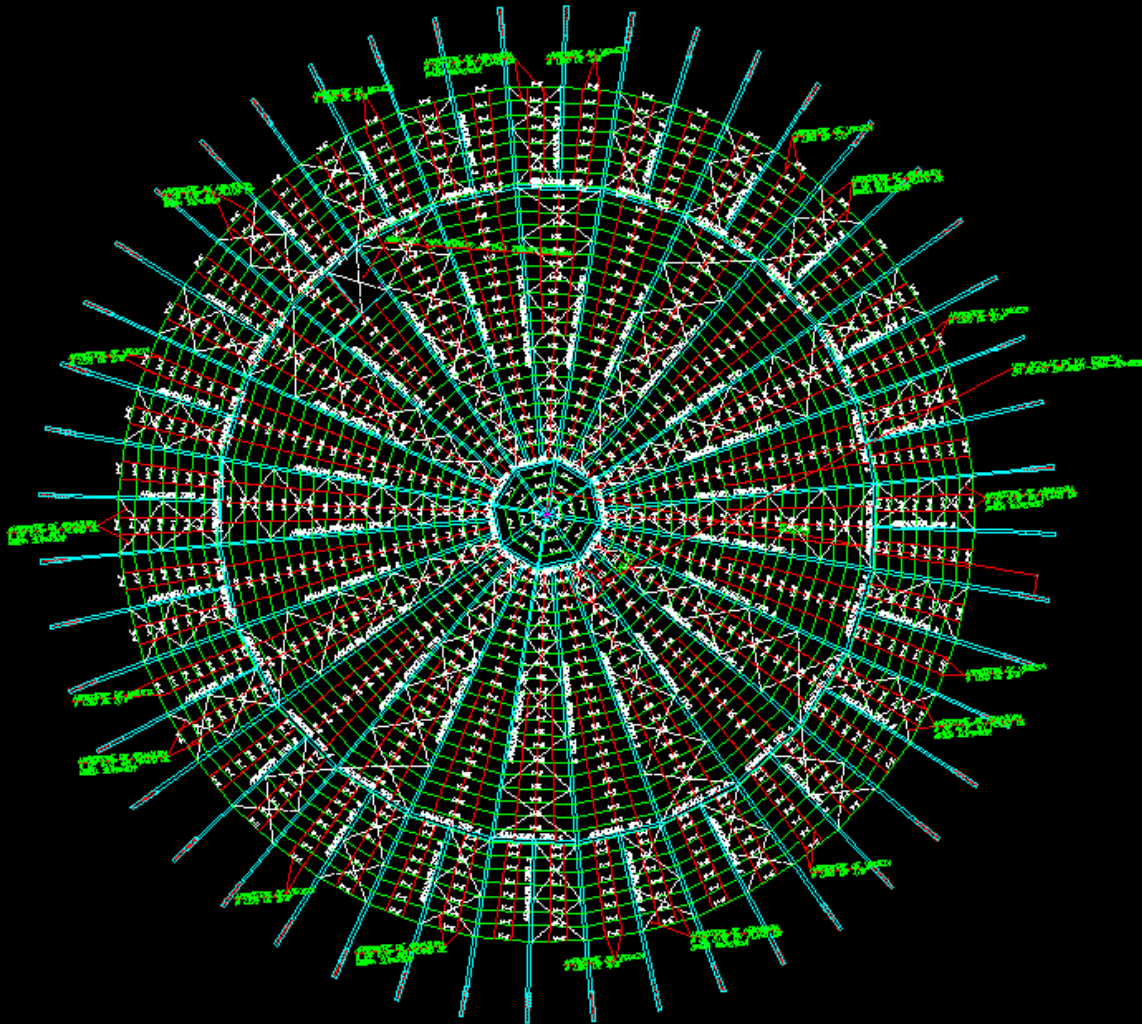
- ESTRUCTURAS DE ALMACÉN
PREMIX

ALMACÉN CIRCULAR PREMIX



ALMACÉN CIRCULAR PREMIX

Planta de Cobertura Metálica




PLANTA DE COBERTURA
ESCALA 1/400

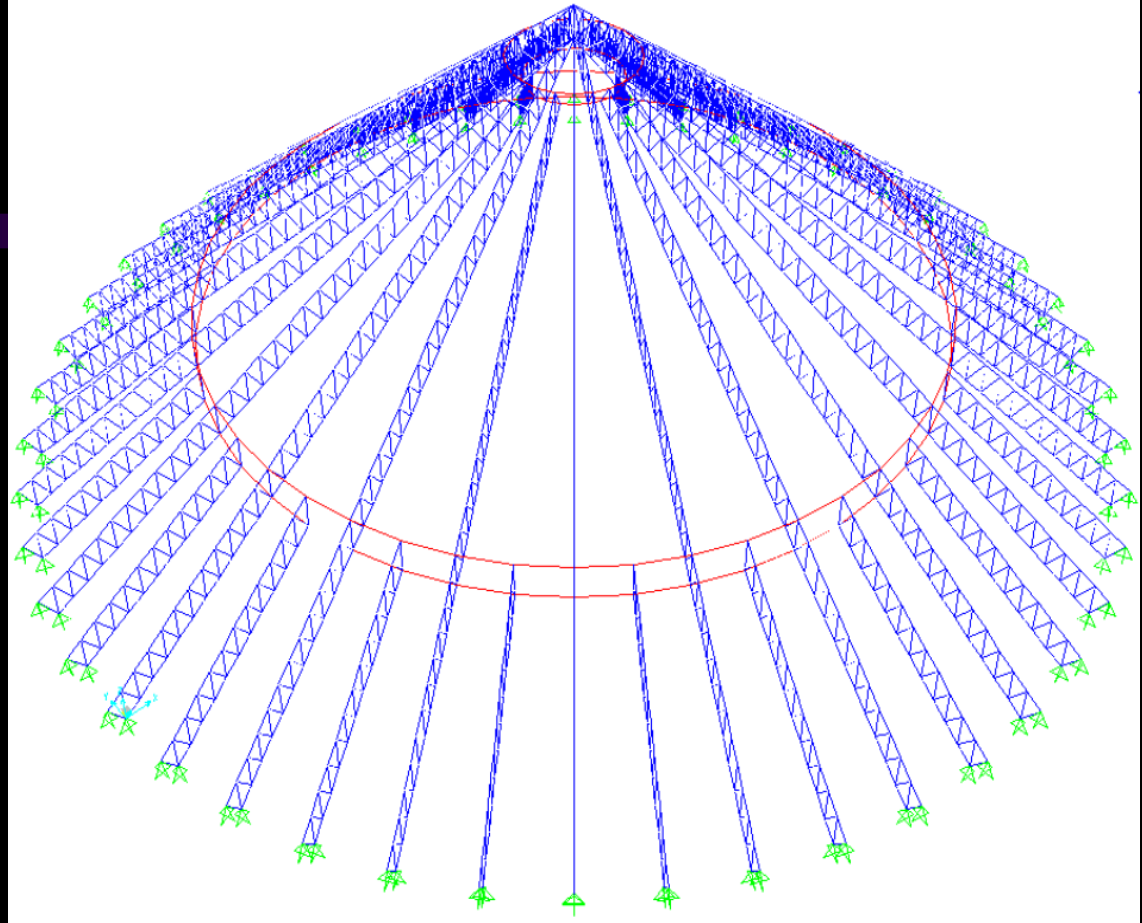
Acero ASTM A-36 se empleará para toda la estructura metálica.

La estructura se apoyará en bases de concreto de calidad $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$.

- La estructura del Almacén Premix está conformada por estructuras reticuladas de 3.00mt.de peralte, unidas en la parte superior o cumbre, las Armaduras principales tipo 1 y 2, apoyándose en la base sobre columnas, las que transmiten la carga a la cimentación.
- Tenemos 8 armaduras tipo 1, 16 del tipo 2 y 24 del tipo 3.entre otras, y todas arriostradas entre si, mediante elementos metálicos, como así las viguetas en celosía para recibir la cobertura metálica.
- Las bridas son perfiles W, montantes y bridas perfiles tubulares cuadrados de 0.10 y 0.15mt.

- 
- Se asumió sobrecarga de 30kg/m^2 . según Norma y carga de polvo de 50kg/m^2 . por indicación de Polysius
 - Fue importante también la fuerza del viento asumida sobre los nudos de la estructura que para una altura de 25 mt. obtuvimos cerca de $1,500\text{kg}$. de carga

ANALISIS SISMICO



Factor de Uso, $U= 1$

Factor de Suelo, $S= 1.2$

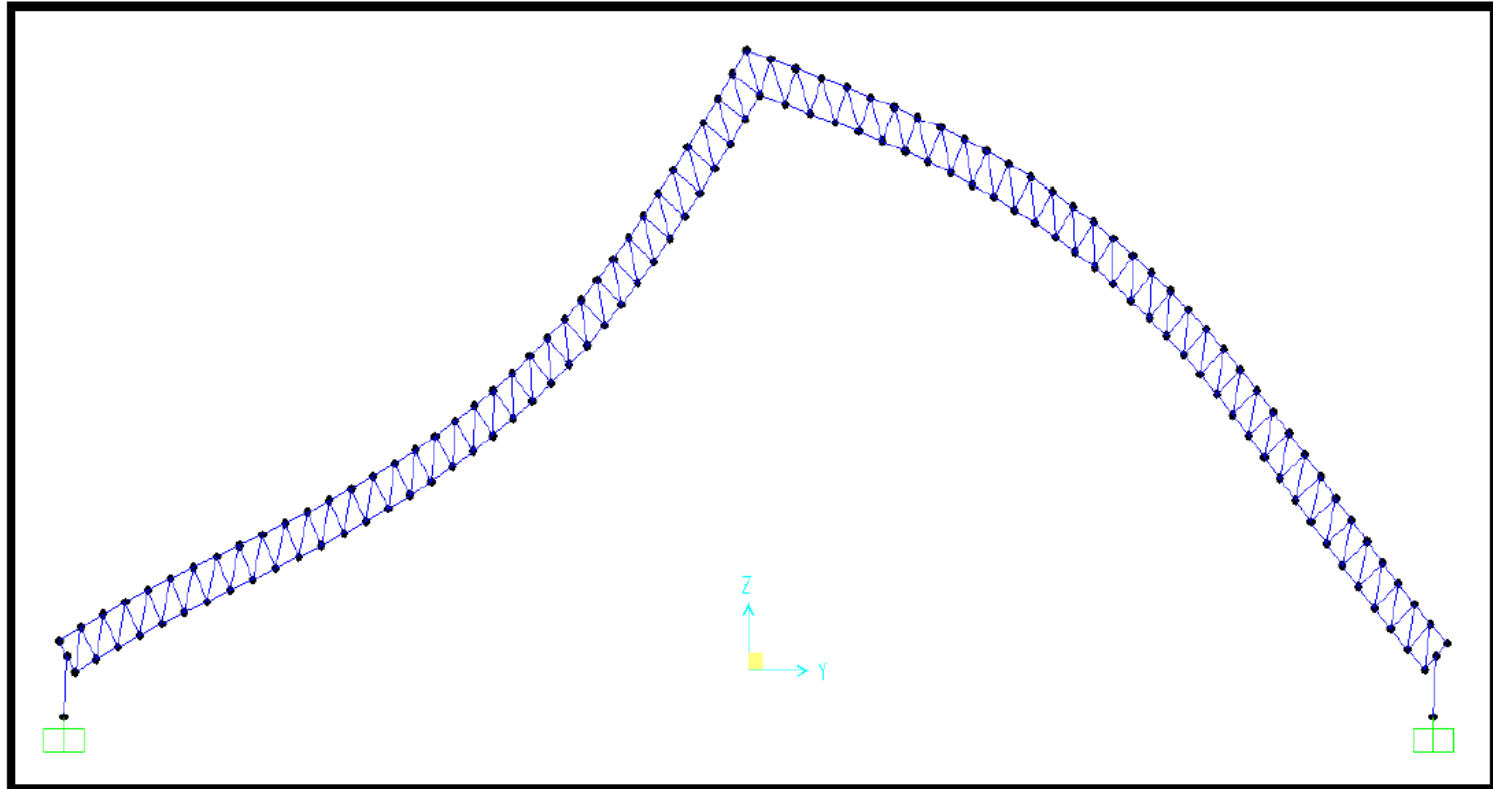
Factor de Zona, $Z= 0.4$

Factor de amplificación, $C= 2.5$

Coefficiente de Reducción, $R= 3$

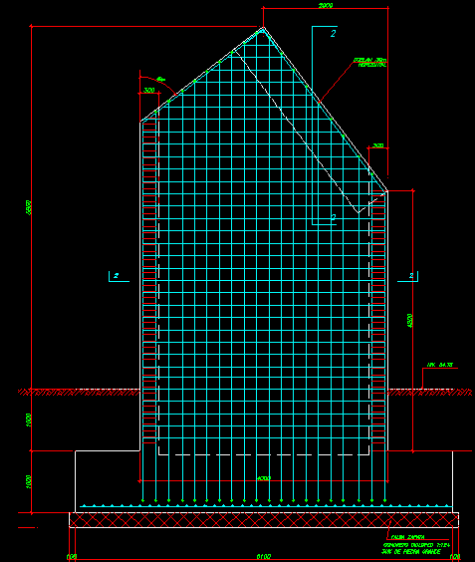
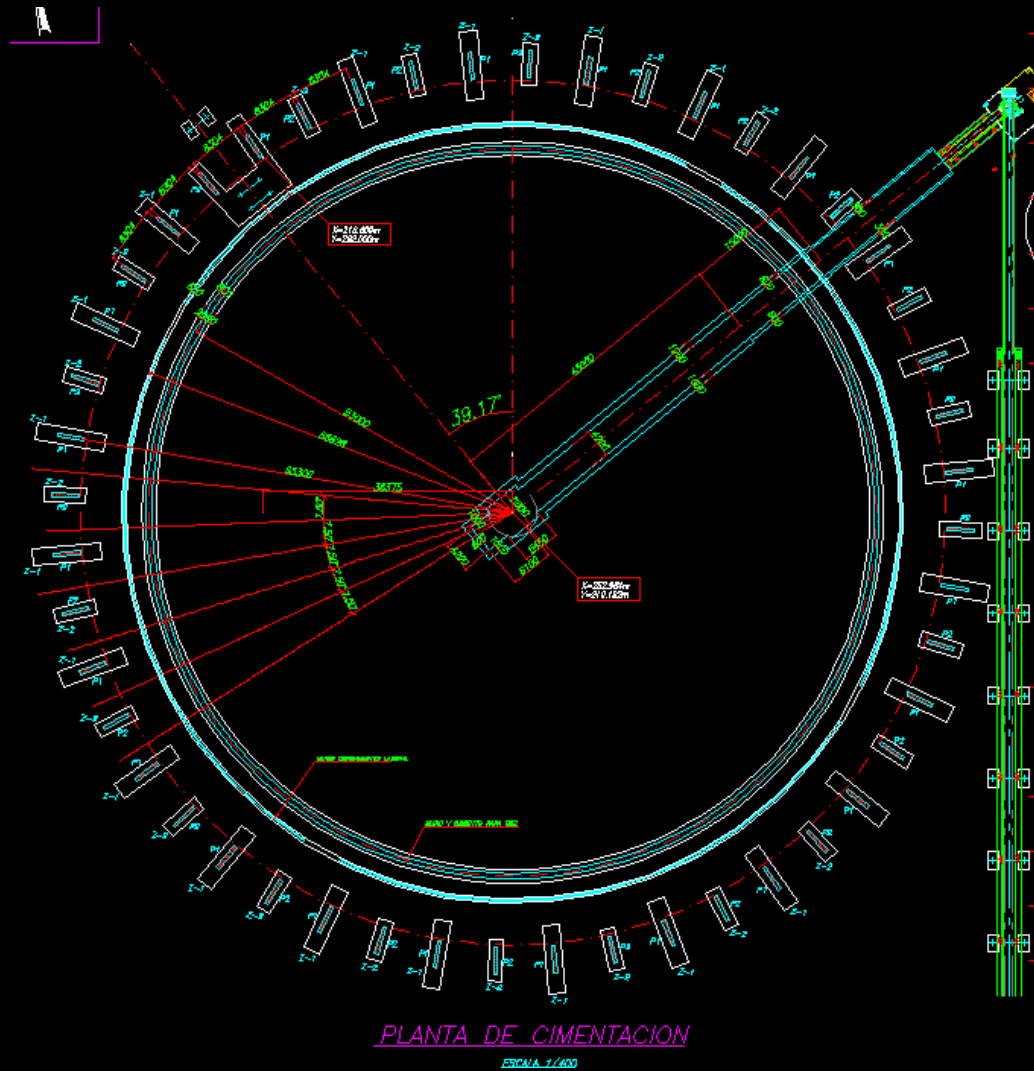
ALMACÉN CIRCULAR PREMIX

Esquema de la deformada



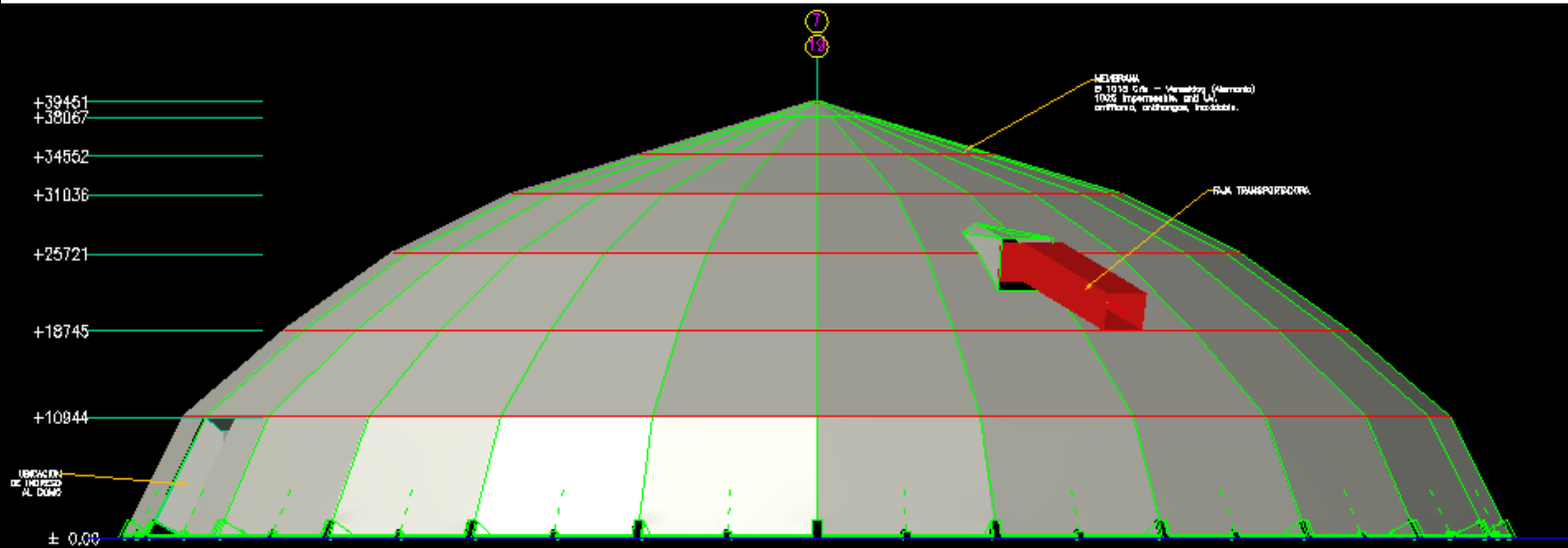
Vista de deformada para el primer modo de vibración. ($T=2.2s.$)

CIMENTACIÓN DE ALMACÉN

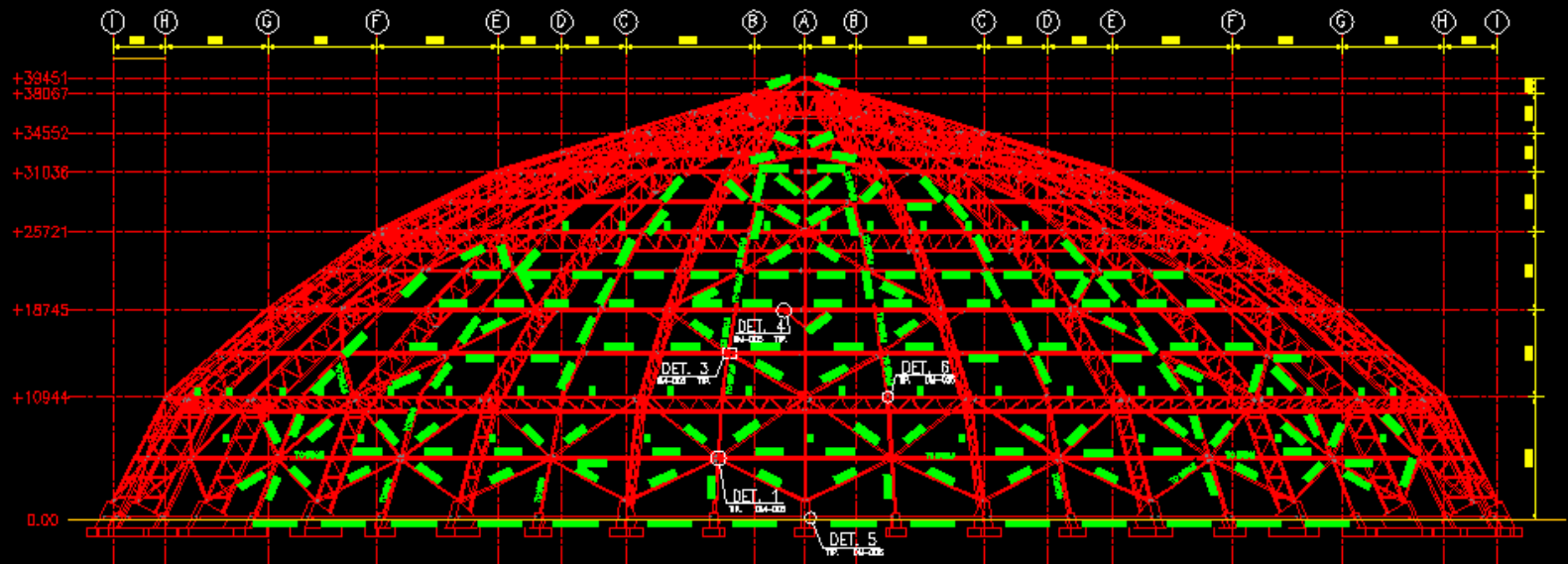


Tenemos 2 tipos de zapatas, de 2.50x10.00x1.50(altura)mt. y 2.20x6.10x1.00(altura)mt. distribuidas alternadamente.

- El ratio obtenido para este tipo de estructura metálica es de 70 kg/m² por área proyectada
- Se analizó otra alternativa para el Domo, igualmente con estructura metálica pero como cobertura se consideró Membrana Tensionada, la que es suministrada en nuestro medio por la empresa CIDELSA a la cual Cementos Pacasmayo encargó su diseño y suministro.
- A continuación mostraremos algunos detalles del diseño.



Elevación del Domo con Membrana



Elevación de la Estructura del Domo



Vista desde el interior del Almacén en donde se aprecia la estructuración metálica y la cobertura con membrana



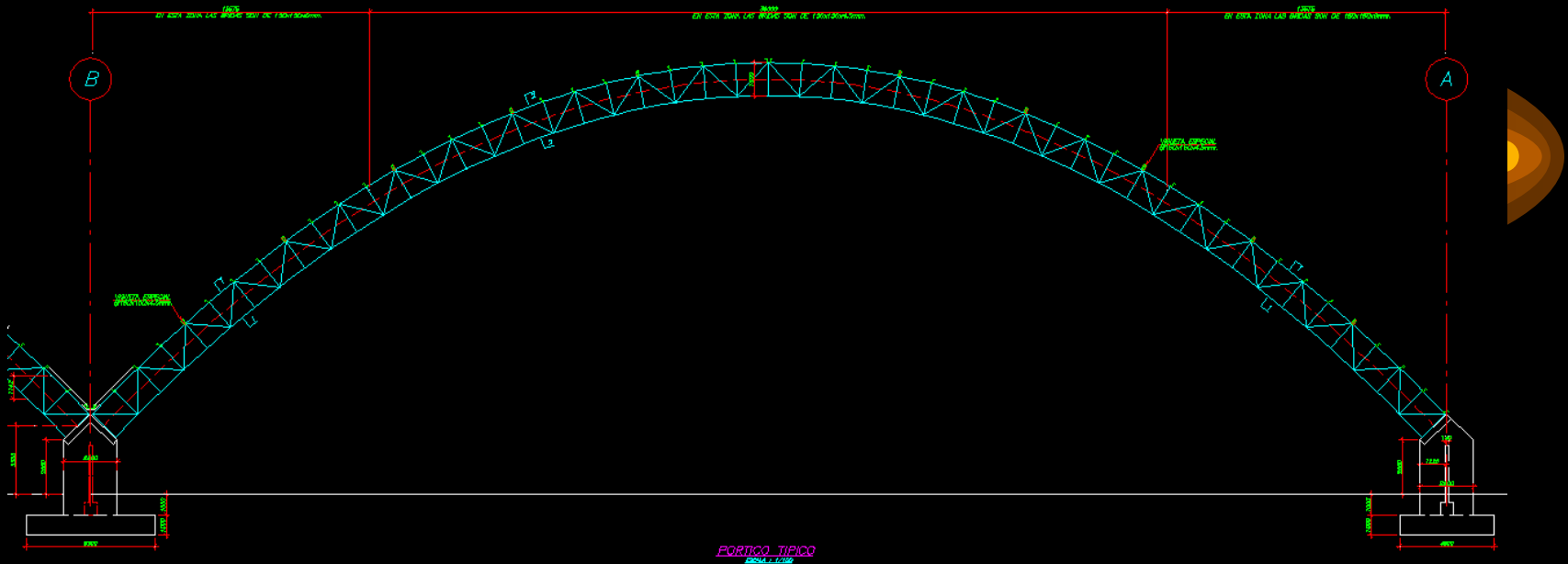
*OCTAVA PARTE DE LA
CONFERENCIA:*

ESTRUCTURAS DE ALMACÉN DE:

- ADITIVOS DE MATERIA PRIMA
- ADITIVOS DE CEMENTO
- CARBÓN / COKE

- Se emplea acero ASTM A-36
- Las cargas consideradas para el análisis son:
carga muerta: 40 kg/m².,
carga viva o sobrecarga: 30 kg/m².,
carga de polvo según Polysius: 50 kg/m². y
carga por viento: 45 kg/m².
- Los parámetros para el análisis sísmico son:
Factor de Uso: $U = 1$,
Factor de Suelo: $S = 1.2$,
Factor de Zona: $Z = 0.4$,
Factor de Amplificación: $C = 2.5$,
Coeficiente de Reducción: $R = 3$ y 6 , en dos direcciones.

Almacén de Aditivos de Materia Prima



El almacén se diseña para un área de 66.30 x 216.00 mt. e igual a 14,320 m²., asumiendo una estructura reticulada y parabólica con altura de 21.60mt.en la cumbre, conformada por 28 arcos y distanciados entre si, a cada 8.00mt. La sección de la estructura es de 0.50 x 1.60mt. y conformada por bridas tubulares de 150x150mm., diagonales de 60x60mm. y montantes de 40x40mm, además de conectores. La cobertura metálica se apoya sobre viguetas tipo “Z”. La estructura está debidamente arriostrada.

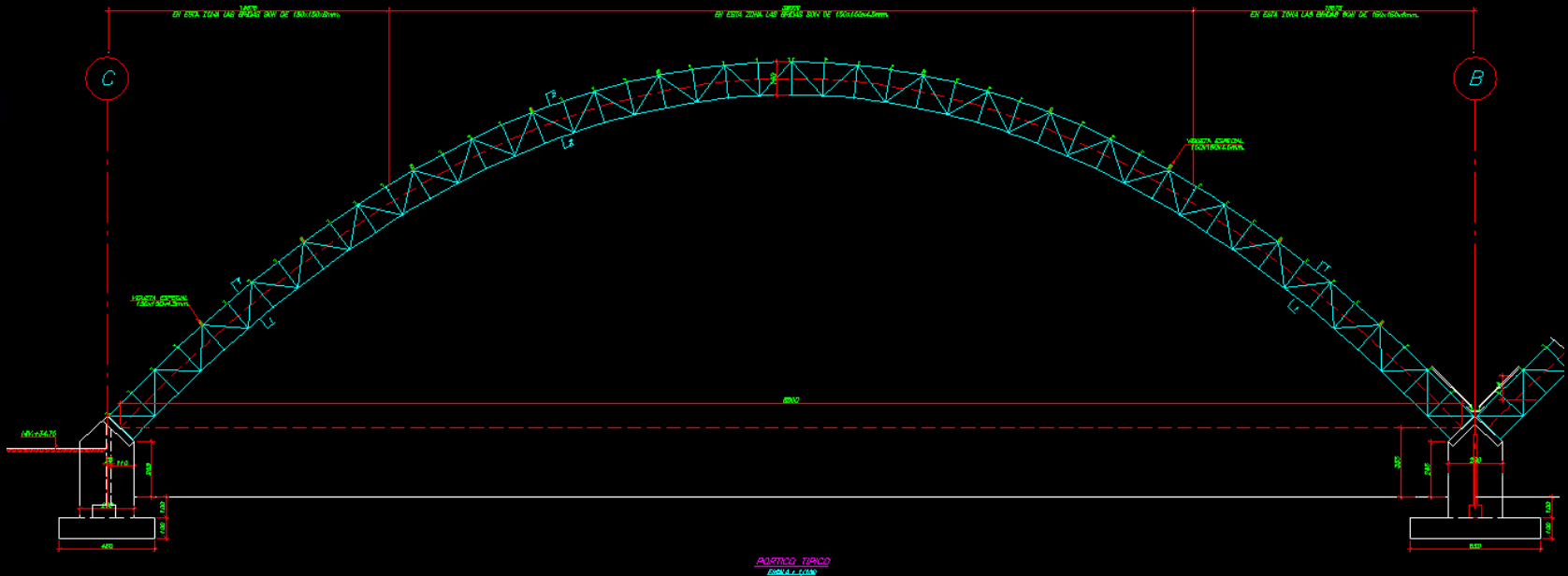
Considerando los apoyos de concreto como así las estructuras de la “Cancha” como cimentaciones, losas, muros, se obtienen las siguientes cantidades:

- Concreto: 7,113 m³.
- Acero refuerzo: 289,503 kg.
- Encofrado: 8,019 m².

- Acero estructural: 488,675 kg.

Para la estructura metálica tendríamos una densidad de acero estructural de 34.13 kg/m².

Almacén de Carbón



Para este caso la planta del almacén es de 66.30x152mt.e igual a 10,078m². siendo las características del diseño de la estructura similares al anterior, además de ser colindantes, y compartiendo el apoyo central, totalizando 20 arcos.

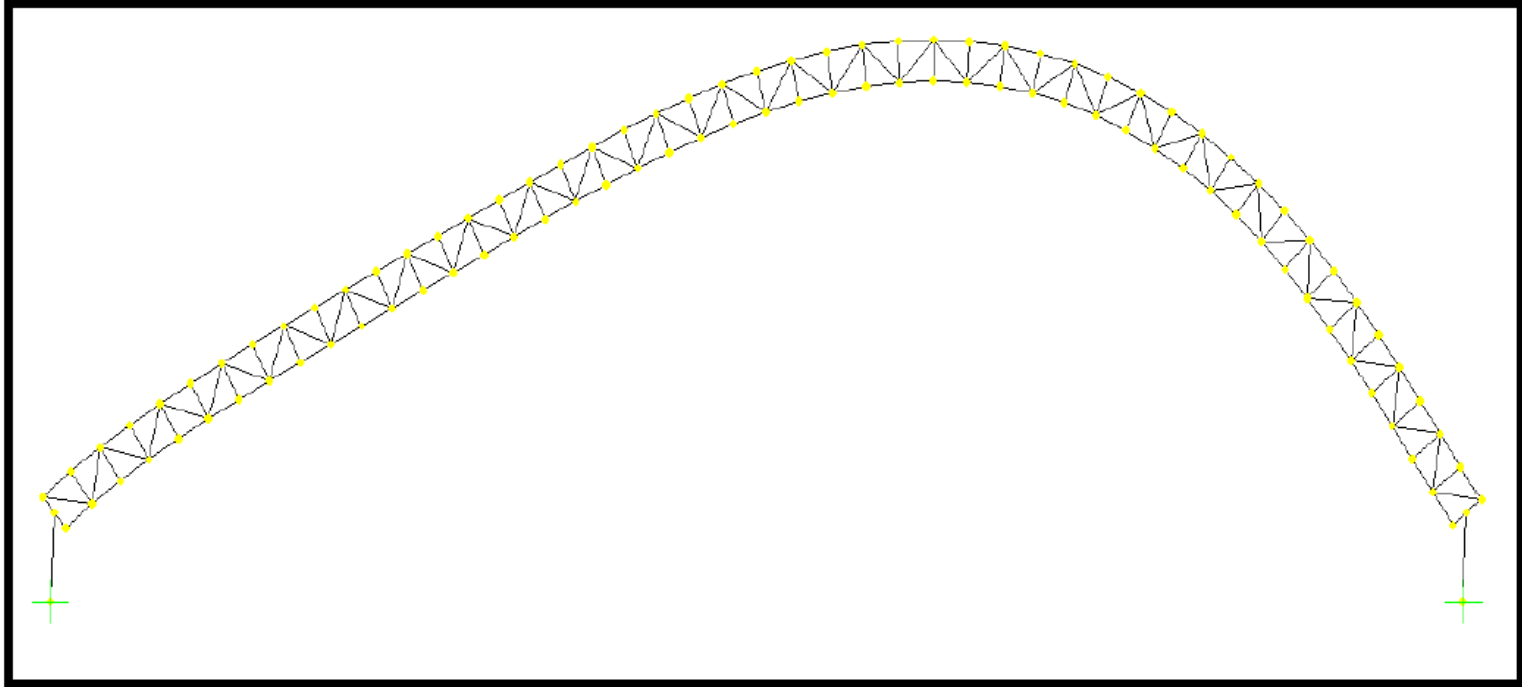
Considerando los apoyos de concreto como así las estructuras de la “Cancha” como cimentaciones, losas y muros, se obtienen las siguientes cantidades:

- Concreto: 5,365 m³.
- Acero refuerzo: 202,638 kg.
- Encofrado: 5,915 m².

- Acero estructural: 351,739 kg.

Para la estructura metálica tendríamos una densidad de acero estructural de 34.13 kg/m².

Vista de la deformada

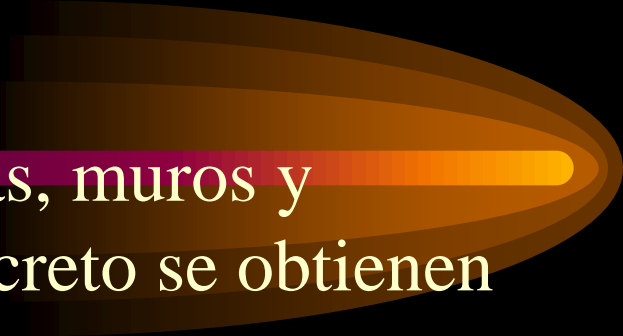


Vista de deformada para el primer modo de vibración. ($T=0.63s.$)

- El gráfico es válido para los dos almacenes anteriores.

Este almacén está dispuesto en un área de 45.0 x 256.0 mt. (11,520m².) con 33 pórticos distanciados a 8.0mt. y cada uno de 2 columnas de concreto (0.80x0.90x11.0mt.) y vigas metálicas (W30x173 y W30x99) dispuestas a dos aguas y una altura de cumbrera de 23.0mt. La cobertura considerada metálica liviana es apoyada sobre viguetas del tipo “Z”. Toda la estructura está convenientemente arriostrada.

Las cargas consideradas para el cálculo, han sido las mismas que para el análisis de los almacenes anteriores como así los parámetros de análisis sísmico, siendo en este caso $R=8$ por tratarse de pórticos de concreto armado en ambas direcciones.



Considerando la cimentación, losas, muros y columnas, vigas de amarre de concreto se obtienen las siguientes cantidades:

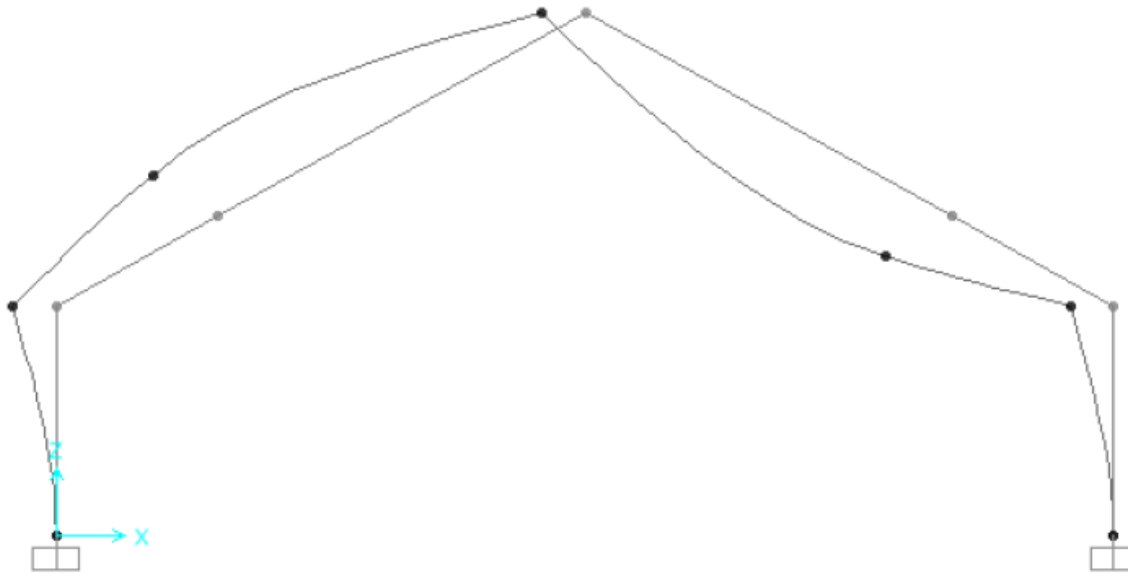
- Concreto: 10,119 m³.
- Acero refuerzo: 477,668 kg.
- Encofrado: 13,793 m².

- Acero estructural: 482,850 kg.

Para la estructura metálica tendríamos una densidad de acero estructural de 41.90 kg/m².

Vista de la deformada

Deformed Shape (MODAL) - Mode 1 - T = 0.50587; f = 1.97679



Vista de deformada para el primer modo de vibración. (T=0.51s.)

- 
- Contratista: Izquierdo & Casafranca



Almacenes de Aditivos de Materia Prima y de Carbón
cuya fabricación y montaje estuvo a cargo de la
empresa Izquierdo & Casafranca

CONFERENCIAS:

Proyecto de Estructuras de la Nueva Planta de Cementos Pacasmayo en Piura

Las estructuras de edificios de más de 100 metros de altura en el Perú y algunos casos de otros países

22 MAYO



EXPOSITOR

ING. ANTONIO BLANCO BLASCO

Magister en Estructuras por la Pontificia Universidad Católica del Perú (PUCP). Past-Decano Nacional del Colegio de Ingenieros del Perú (CIP). Past-Presidente del Consejo Nacional de Decanos de los Colegios Profesionales del Perú. Miembro Académico Titular de la Academia Peruana de la Ingeniería. Ex Presidente del Capítulo Perú del American Concrete Institute Perú (ACI-PERÚ). Miembro del Comité Consultivo de Concreto Armado del Perú. Profesor Principal de los Cursos de Concreto Armado I y II de la PUCP. Ingeniero Civil (PUCP). Autor de libros sobre estructuración y diseño de edificaciones de concreto armado, expositor invitado por diversas universidades. Dirige una de las empresas especializadas en el área de diseño de estructuras más importantes del país, Antonio Blanco Blasco Ingenieros. Ha dirigido más de 2,500 proyectos de estructuras de edificaciones, hoteles, industrias, centros comerciales, colegios, universidades, iglesias, entre otros.

HORARIO:

Conferencia 1 : 6 a 7.30 p.m.

Conferencia 2: 7.30 a 9 p.m.

LUGAR:

Auditorio del CIP CD Piura.



www.fb.com/www.cippiura.org/events

INGRESO LIBRE



MAYORES INFORMES

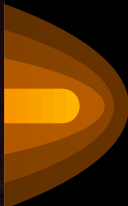
Oficina IEPI - CIP CD Piura

Teléfono: 265030 anexo 220

Email: iepi@cippiura.org

RPM #947873095

www.cippiura.org



LA INGENIERIA INTEGRAL DEL PROYECTO
DESARROLLADA POR LA EMPRESA THYSSEN
INDUSTRIAL SOLUTIONS.

LAS COORDINACIONES SE HACIAN CON
EMPRESA POLISIUS (BRASIL), SUBSIDIARIA
THYSSENKRUPP DE ALEMANIA. (ING. STA
ALENCAR)

NUESTRA EMPRESA FUE CONTRATADA
HACER EL PROYECTO DE ESTRUCTURAS
CIVILES)DE GRAN PARTE DE LAS EDIFICIOS
QUE CONFORMAN LA PLANTA.

OTROS EDIFICIOS Y ESTRUCTURAS FU
DESARROLLADAS POR LA EMPRESA GAI
CASABONNE-ARANGO-QUESADA



- 
- GRACIAS
 - ANTONIO BLANCO BLASCO
 - WWW.ABBINGS.COM.