

Proyecto para implantación de 2 transportadores a cadena (redler) aéreos, para el llenado de los silos existentes N°19 y N°20



Escuela de Posgrado y Educación Continua

Facultad de Ciencias Exactas,

Ingeniería y Agrimensura

Universidad Nacional de Rosario

Carrera de Especialización en Ingeniería Estructural

TESIS

”Proyecto para implantación de 2 transportadores a cadena (redler) aéreos, para el llenado de los silos existentes N°19 y N°20”

Alumno: Ingeniero Civil Fabricio Charía

email: ingcharia@gmail.com

Localidad: Venado Tuerto

Fecha: Mayo 2022

INDICE

1- Descripción del Poyecto.....	3
2- Fotos actuales de la obra	4
3- Dibujos 3D del Poyecto.....	7
4- Planos de replanteo de las torres	11
5- Cálculos de las cargas de viento.....	15
6- Cargas de Peso propio, pasarela y redler.....	20
7- Solicitaciones sobre la estructura.....	24
8- Reacciones.....	29
9- Dimensionamiento de la estructura.....	34

Anexo 1: 8 Planos 3D de imágenes , (incluidos en esta Memoria de Cálculo), página 7.

Anexo 2: 12 Planos Generales, (6 se incluyen en esta Memoria de Cálculo), página 11.

Anexo 3: 13 Planos de ingeniería básica (incluidos en esta Memoria de Cálculo), página 47.

Título de la Tesis: Anteproyecto de Estructuras Metálicas para mecanizaciones de llenado de silos.

Ubicación: Planta de silos de Cargill ubicada en Arias (Córdoba)

1-Descripción del Proyecto: Ante la necesidad de agilizar la descarga de camiones, utilizando la tolva de recepción ubicada del lado Oeste de la planta de silos, se proyectan 2 transportadores a cadena de 200 tn/hora de capacidad, que recibirán la mercadería de la noria 313, ubicada dentro de una torre reticulada metálica (ambos existentes) para alimentar los Silos Cilíndricos metálicos construidos en chapa negra.

Los transportadores a cadena aéreos de 200 tn/hora serán horizontales y estarán soportados cada uno de ellos sobre una viga reticulada metálica con pasarela del servicio, que tendrá un apoyo fijo sobre el vértice del techo del silo correspondiente, y apoyará sobre 2 torres reticuladas metálicas de 18m de altura sobre el nivel de piso de la planta, entre las torres y la viga se colocarán tornapuntas, por último apoyará sobre patines móviles en la torre de noria existente.

Los silos N°19 y N°20, ya poseen transportadores a cadena de alimentación, que son abastecidos por 2 descargas de camiones ubicadas en el lado Este de la planta, pero las norias de recepción son de menor capacidad y a menudo realizan otros procesos como limpiado, secado, transilado, etc, es por eso que se hace necesario agilizar el llenado de los silos de esta forma que planteo.

2-FOTOS ACTUALES DE LA PLANTA
SILO N° 21



SILO N° 19



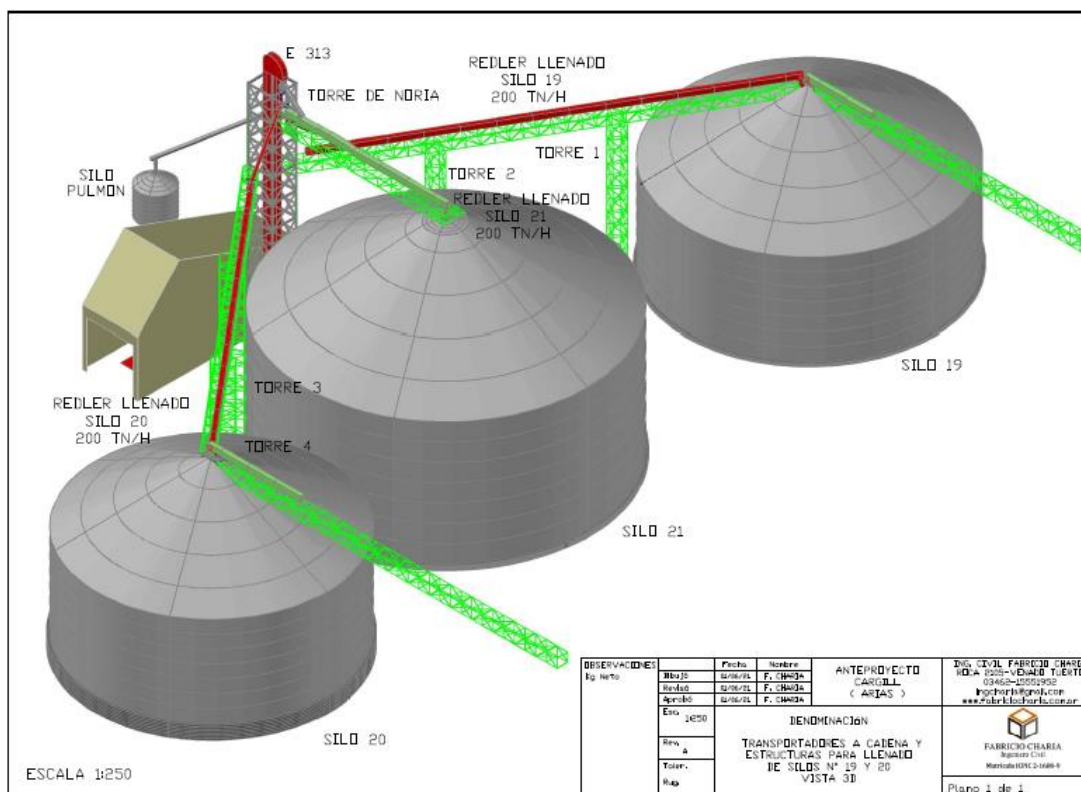
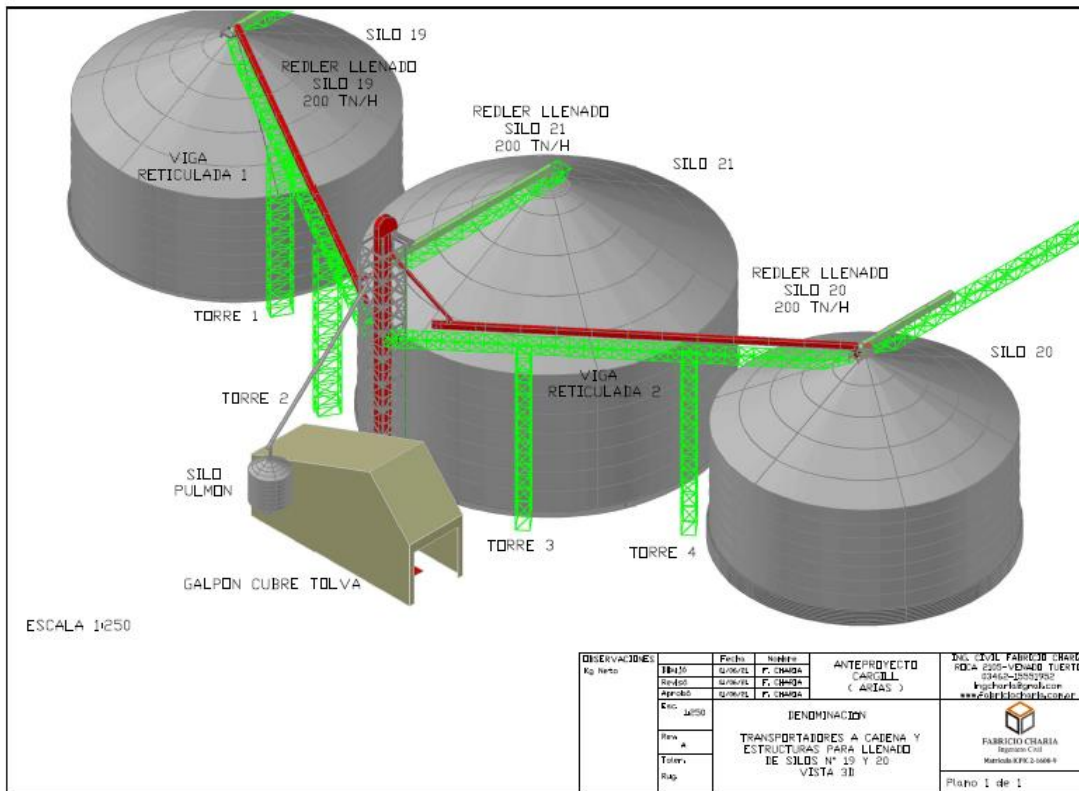
SILO N° 20



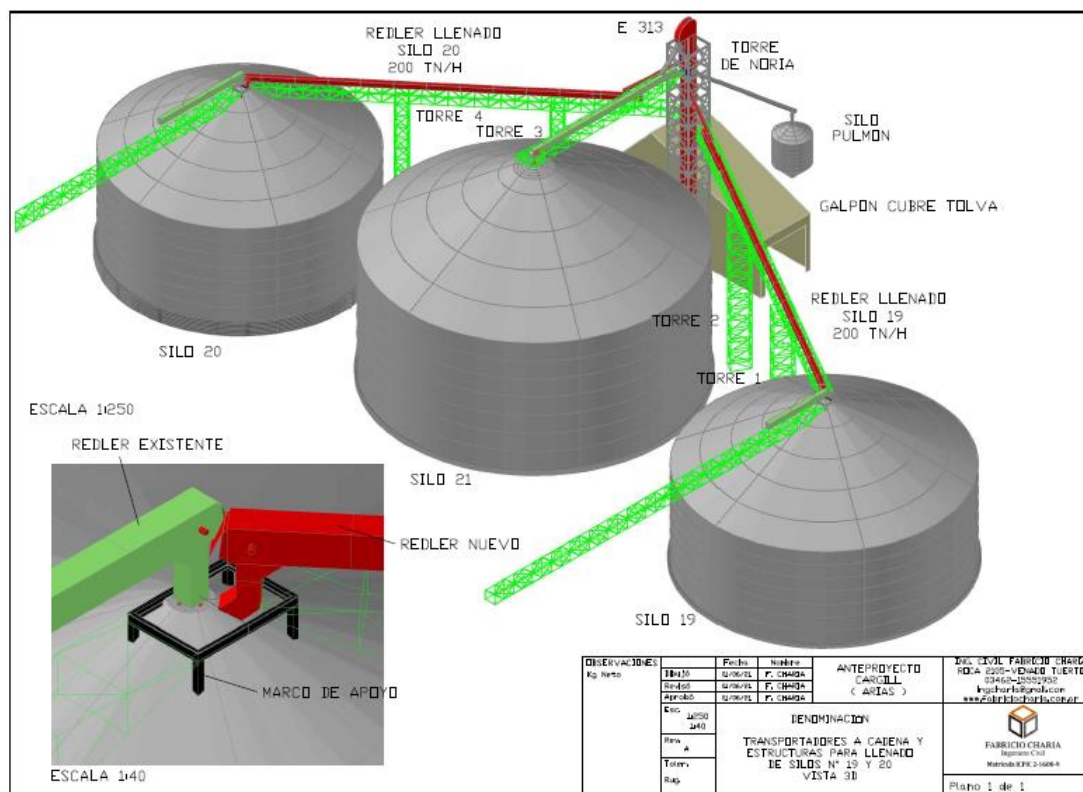
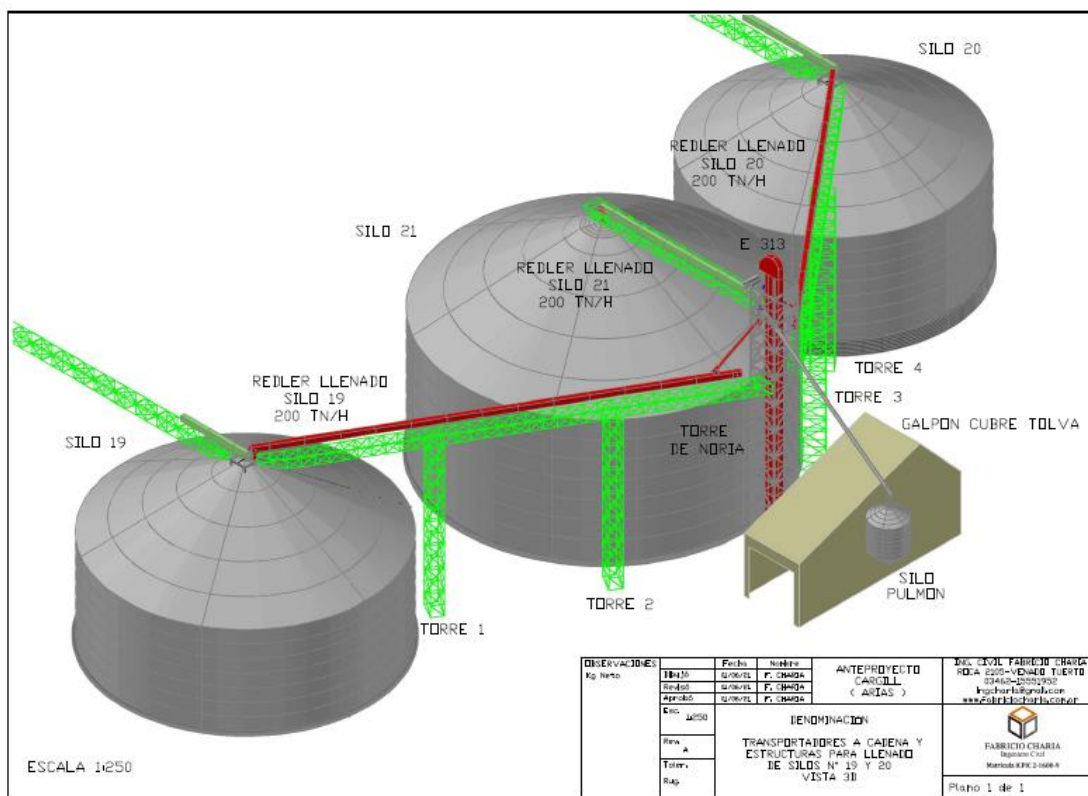
Proyecto para implantación de 2 transportadores a cadena (redler) aéreos, para el llenado de los silos existentes N°19 y N°20



3-DIBUJOS 3D

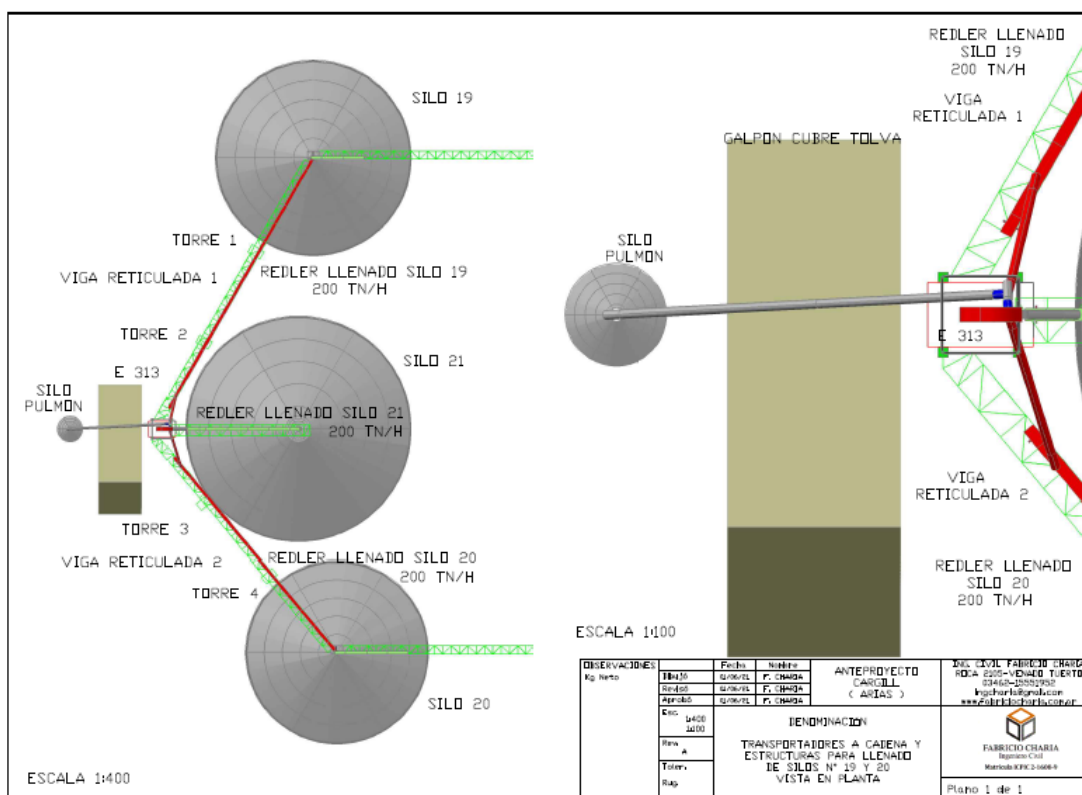


Proyecto para implantación de 2 transportadores a cadena (redler) aéreos, para el llenado de los silos existentes N°19 y N°20

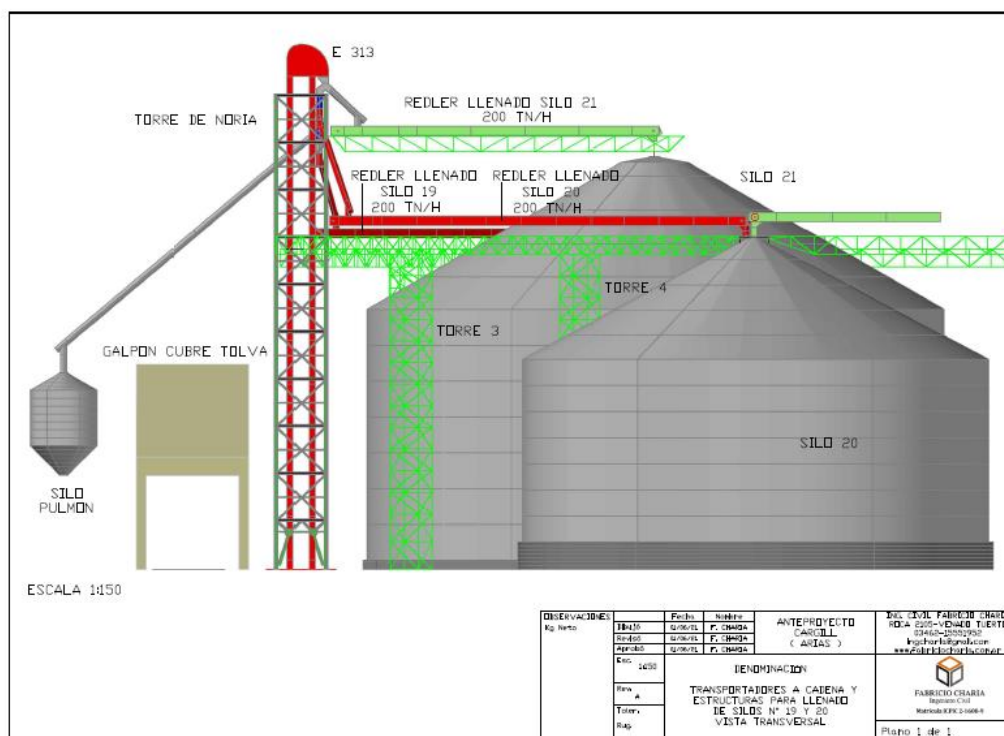


Proyecto para implantación de 2 transportadores a cadena (redler) aéreos, para el llenado de los silos existentes N°19 y N°20

VISTA EN PLANTA



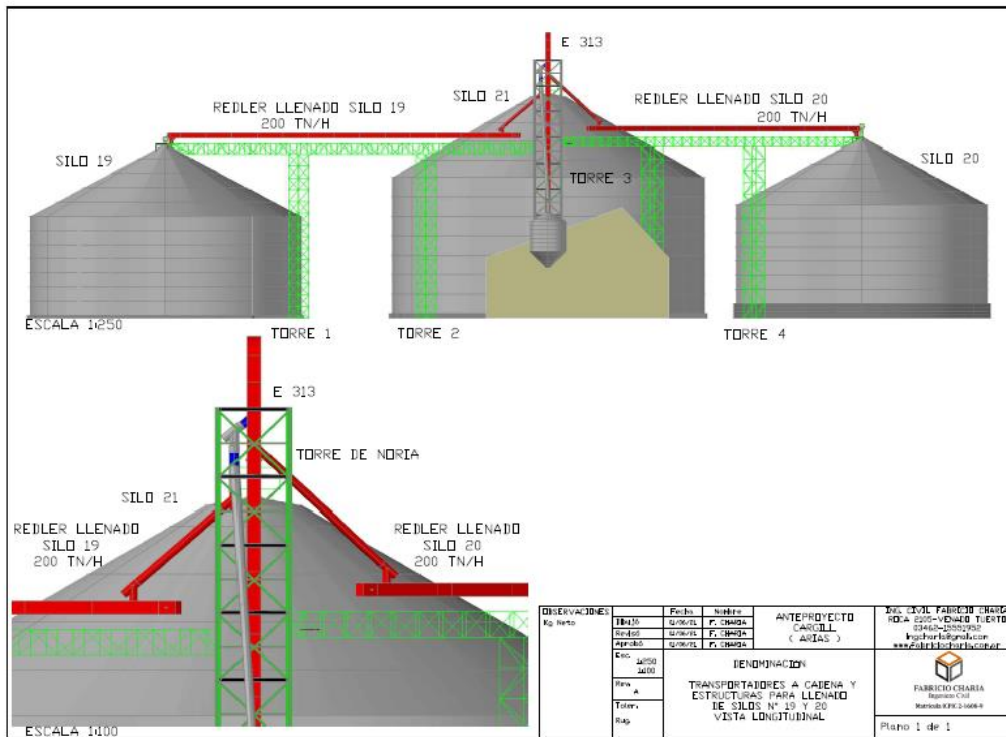
VISTA TRANSVERSAL



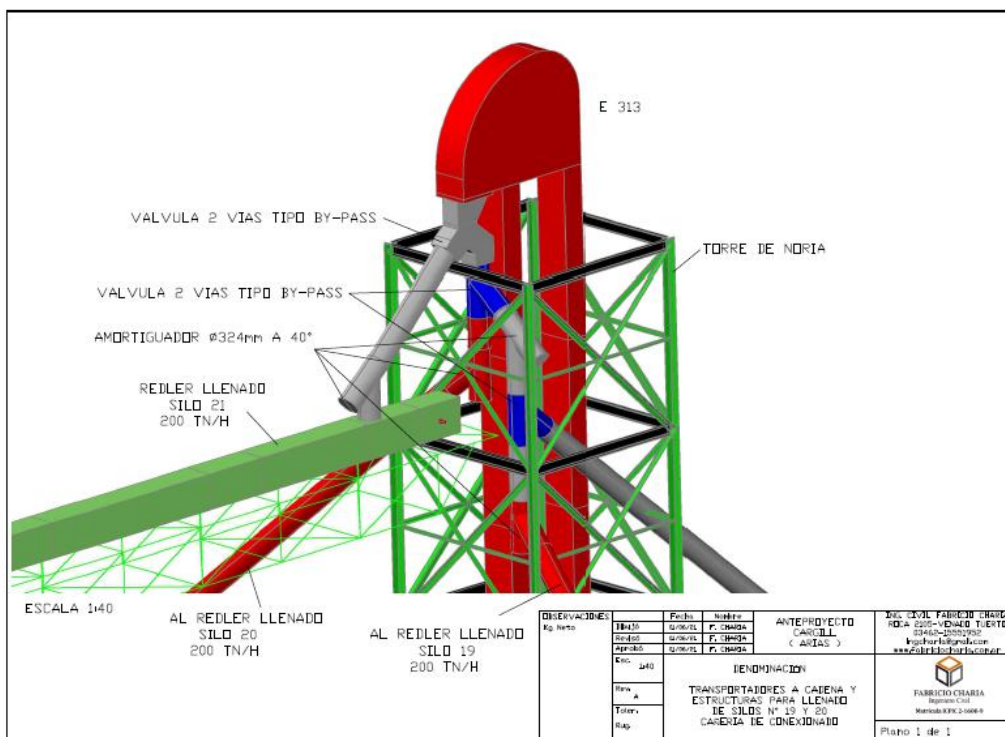
Proyecto para implantación de 2 transportadores a cadena (redler) aéreos, para el llenado de los silos existentes N°19 y N°20



VISTA LONGITUDINAL



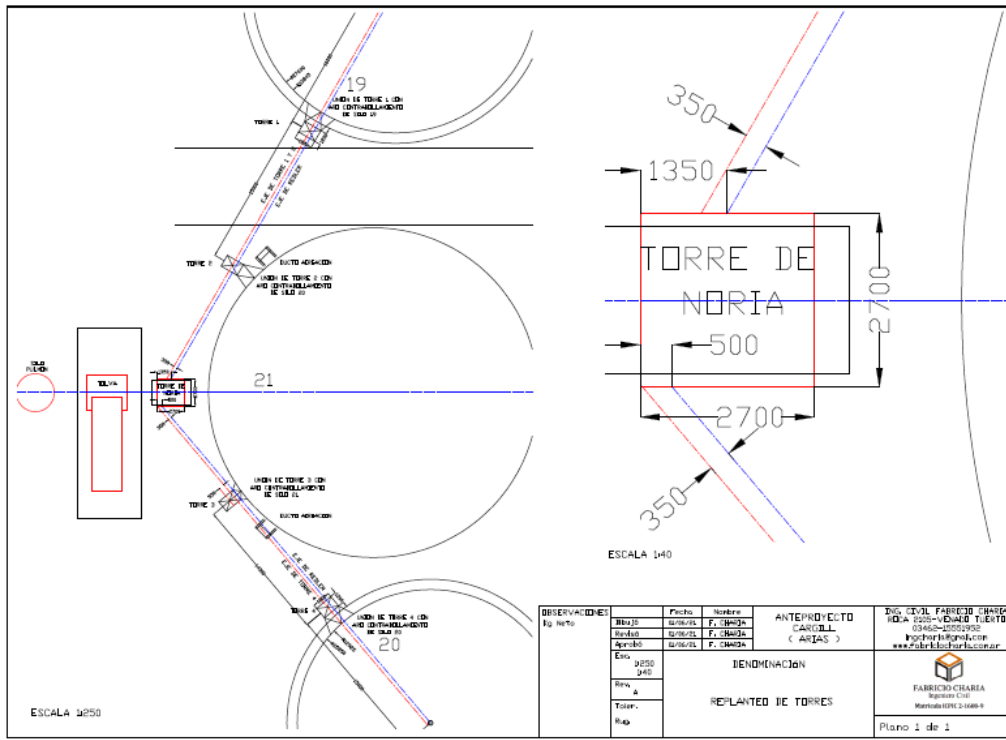
CAÑERIAS DE CONEXIONADO



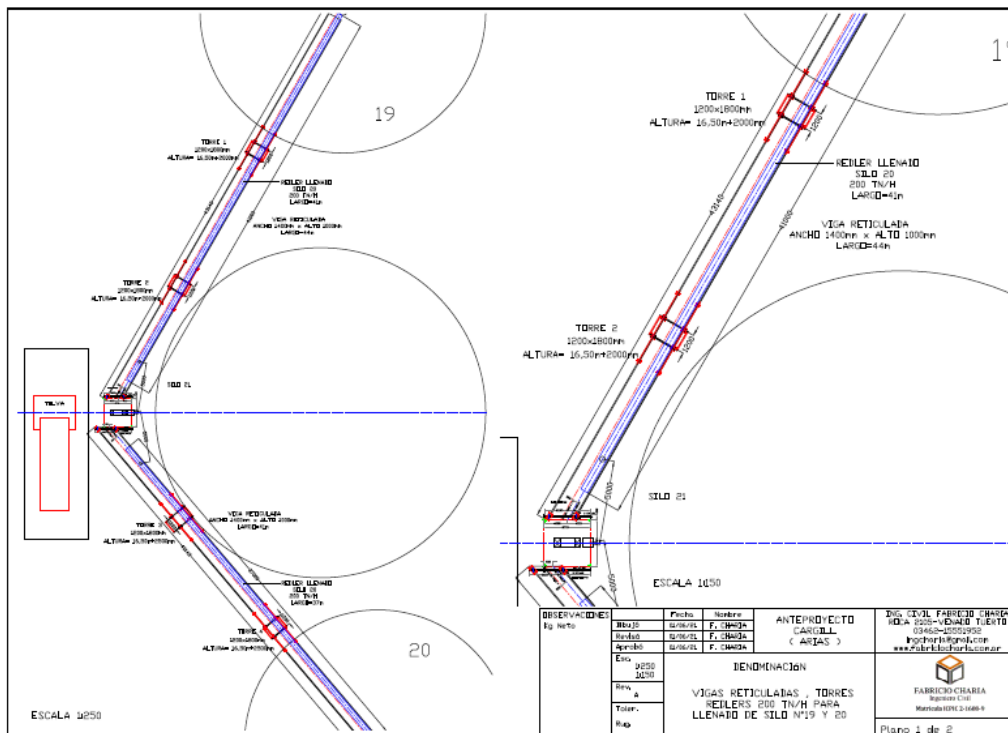
Proyecto para implantación de 2 transportadores a cadena (redler) aéreos, para el llenado de los silos existentes N°19 y N°20



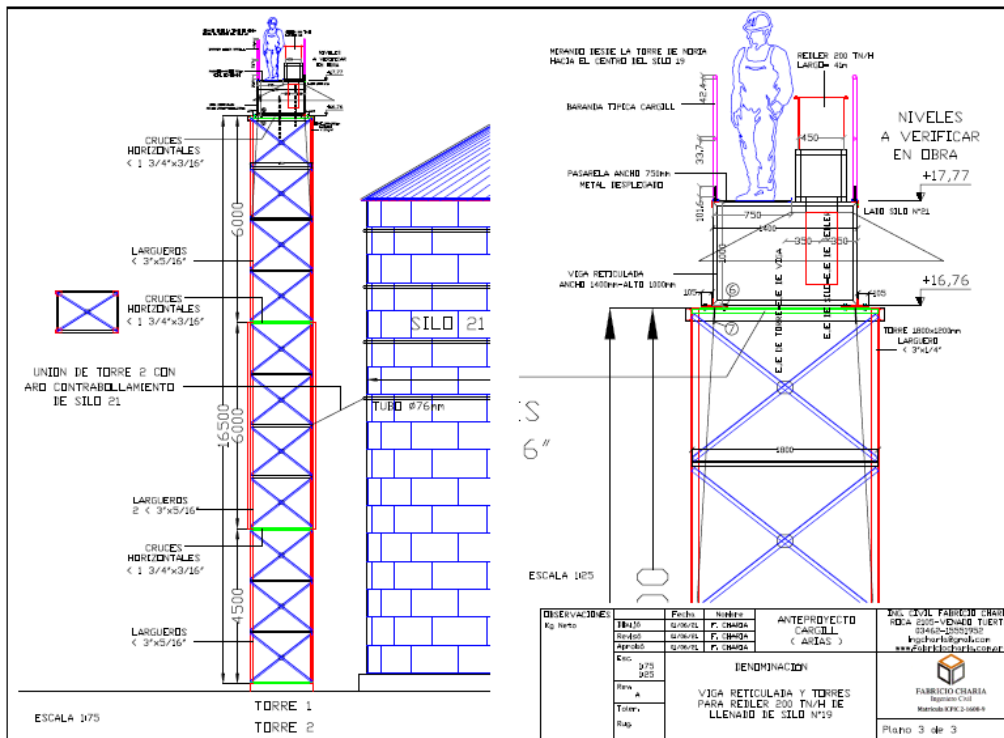
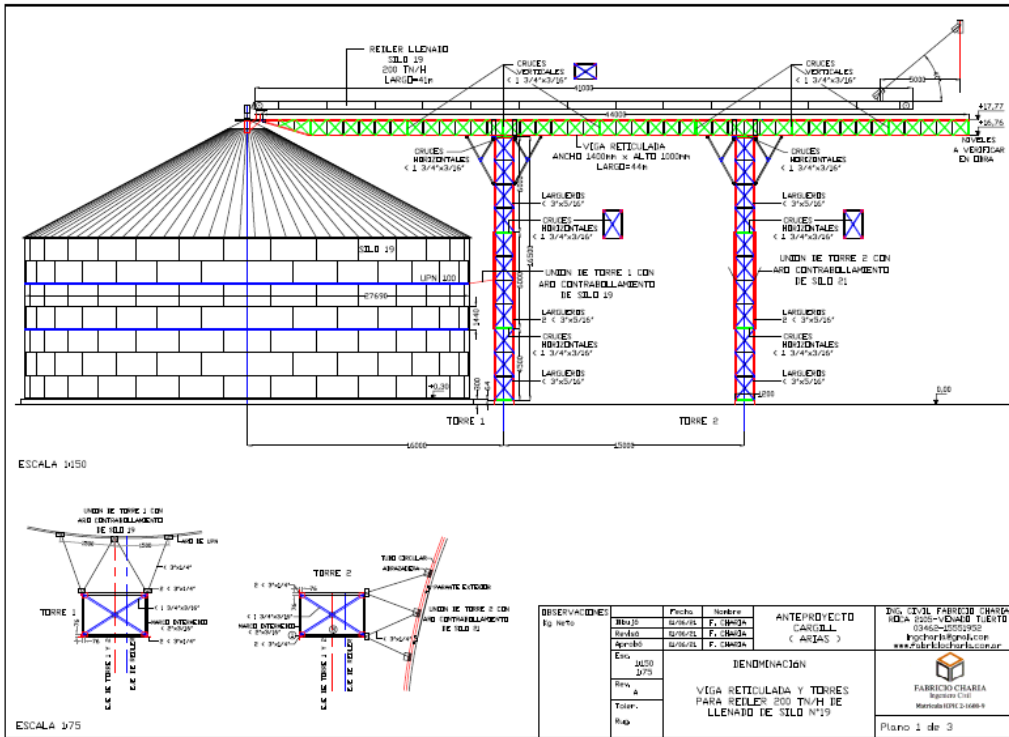
PLANO DE REPLANTEO DE TORRES



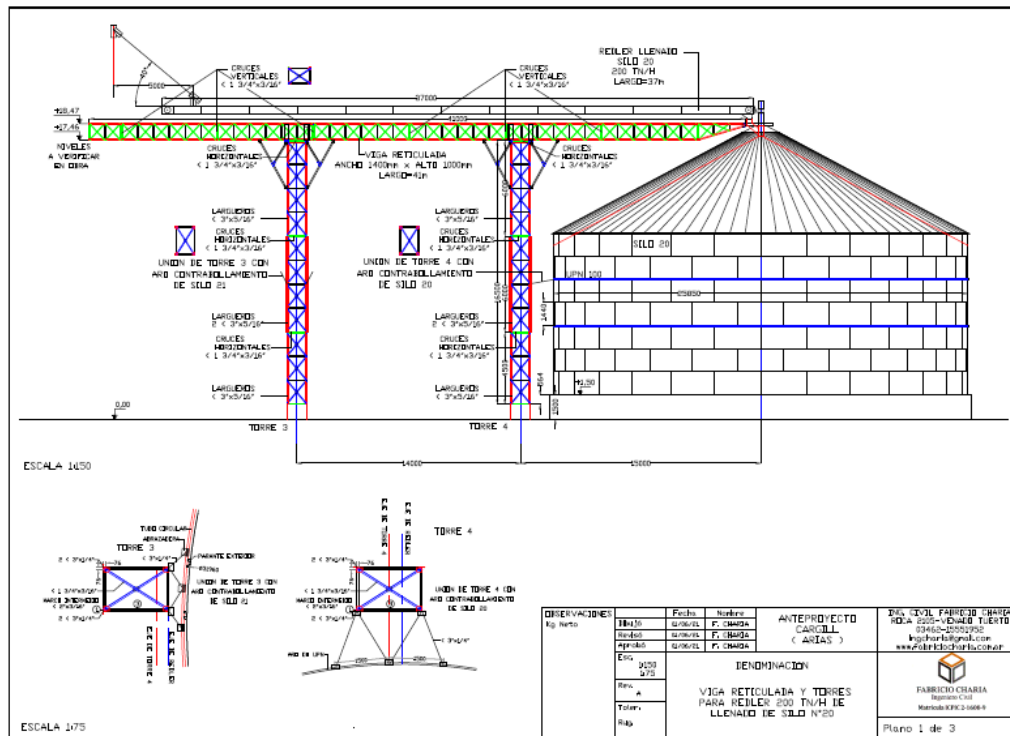
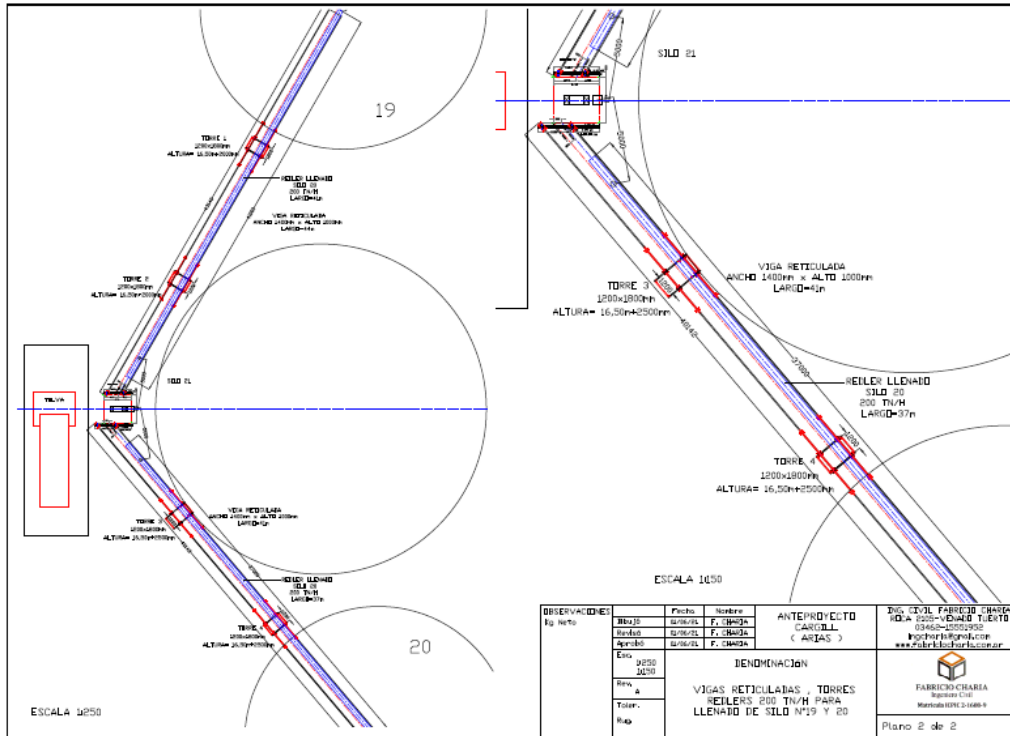
TORRES 1 Y 2 CON VIGA RETICULADA SOBRE SILO N°19



Proyecto para implantación de 2 transportadores a cadena (redler) aéreos, para el llenado de los silos existentes N°19 y N°20



Proyecto para implantación de 2 transportadores a cadena (redler) aéreos, para el llenado de los silos existentes N°19 y N°20



REGLAMENTOS UTILIZADOS

CIRSOC 101 -2005-REGLAMENTO ARGENTINO DE CARGAS PERMANENTES Y SOBRECARGAS MINIMAS PARA EDIFICIOS Y OTRAS ESTRUCTURAS

CIRSOC 102-2005 - REGLAMENTO ARGENTINO DE ACCION DEL VIENTO SOBRE LAS CONTRUCCIONES

CIRSOC 301 –2005 –REGLAMENTO ARGENTINO DE ESTRUCTURAS PARA EDIFICIOS



CIRSOC 305-2007- RECOMENDACIÓN PARA UNIONES ESTRUCTURALES CON BULONES DE ALTA RESISTENCIA

5-CÁLCULO DE CARGA DE VIENTO

REGLAMENTO CIRSOC 102 (JULIO 2005) , CAPÍTULO 5 PÁG 13

PROCEDIMIENTO DE DISEÑO

1. Se determina la velocidad básica del viento V y el factor de direccionalidad K_d de acuerdo con el artículo 5.4.
2. Se determina un factor de importancia I de acuerdo con el artículo 5.5.
3. Se determinan para cada dirección de viento una categoría o categorías de exposición y los coeficientes de exposición para presión dinámica K_z o K_h , según corresponda, de acuerdo con el artículo 5.6.
4. Se determina un factor topográfico K_{zt} de acuerdo con el artículo 5.7.
5. Se determina un factor de efecto de ráfaga G o G_f , según corresponda, de acuerdo con el artículo 5.8.
6. Se determina una clasificación de cerramiento de acuerdo con el artículo 5.9.
7. Se determina el coeficiente de presión interna G_{Cpi} , de acuerdo con el artículo 5.11.1
8. Se determinan los coeficientes de presión externa C_p o G_{Cpf} , o los coeficientes de fuerza C_f , según corresponda, de acuerdo con los artículos 5.11.2 o 5.11.3 respectivamente.
9. Se determina la presión dinámica q_z o q_h , según corresponda, con el artículo 5.10.
10. Se determina la carga de viento de diseño p o F de acuerdo con los artículos 5.12 y 5.13, según corresponda.

1.-Velocidad básica de viento (V) Figura 1A

$V=$	50 m/seg	Pág. 27-28	Arias-Córdoba
Factor de direccionalidad del viento K_d			
$K_d=$	0.85	Pág. 53	

2.- Factor de importancia (I) (Cargas de viento)

Categoría=	II	APENDICE A-1	Todos los edificios y otras estructuras excepto aquellos listados en Categ. I, III y IV.
$I=$	1	Tabla 1	Pág. 45

3.- Categorías de exposición y coeficiente K_z

Exposición=

C Pág. 15

Terrenos abiertos con obstrucciones dispersas, con alturas generalmente menores que 10 m. Esta categoría incluye campo abierto plano y agrícolas.

$K_{z5m}=$	0.87	Pág. 52	Tabla 5
$K_{z10m}=$	1		
$K_{z15m}=$	1.09		
$K_{z17,5m}=$	1.13		
$K_{z20m}=$	1.16		

4.- Efectos Topográficos (K_{zt}) solamente en zona de colina, escarpa o acantilado

$K_{zt}=$	1	No aplicable ya que es una zona llana	Pág. 29/30
-----------	---	---------------------------------------	------------

5.- Efecto de ráfaga (G) (Estructura rígida)

G=

0.85


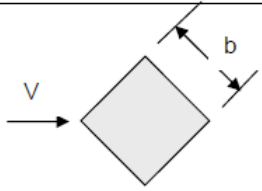
Pág. 17

Presión dinámica (qz)

$$qz=0,613.Kz.Kzt.Kd.V^2.I$$

qz 5m=	1133.3 N/m ²
qz 5m=	113.33 kg/m ²
qz 10m=	1302.6 N/m ²
qz 10m=	130.26 kg/m ²
qz 15m=	1419.9 N/m ²
qz 15m=	141.99 kg/m ²
qz 17,5m=	1472.0 N/m ²
qz 17,5m=	147.20 kg/m ²
qz 20m=	1511.0 N/m ²
qz 20m=	151.10 kg/m ²

ACCIONES DEL VIENTO SOBRE EL REDLER

Forma de la sección	Coeficiente de fuerza C_f
 <p>Cuadrado con cara frente al viento</p>	2,2
 <p>Cuadrado con arista frente al viento</p>	1,5

$$F=qz \cdot G \cdot C_f \cdot A_f$$

A_f Área proyectada=

DIRECCION DESDE EL OESTE

0.5 m²/m

Coeficiente de fuerza C_f =

2.2 **Tabla II.2**

Anexo II-Pág.
12

F_x sobre el redler=

141.28 kg/m

ACCION DEL VIENTO SOBRE LA VIGA Y TORRE RETICULADA

Otras estructuras		Todo h						
Tabla 13	Coefficientes de fuerza, C_f	Torres reticuladas						
Estructuras abiertas								
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Sección Transversal de la Torre</th> <th>C_f</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Cuadrada</td> <td>$4,0 \epsilon^2 - 5,9 \epsilon + 4,0$</td> </tr> <tr> <td>Triangular</td> <td>$3,4 \epsilon^2 - 4,7 \epsilon + 3,4$</td> </tr> </tbody> </table>			Sección Transversal de la Torre	C_f	Cuadrada	$4,0 \epsilon^2 - 5,9 \epsilon + 4,0$	Triangular	$3,4 \epsilon^2 - 4,7 \epsilon + 3,4$
Sección Transversal de la Torre	C_f							
Cuadrada	$4,0 \epsilon^2 - 5,9 \epsilon + 4,0$							
Triangular	$3,4 \epsilon^2 - 4,7 \epsilon + 3,4$							
<p>Notas:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Para todas las direcciones del viento consideradas, el área A_f consecuente con los coeficientes de fuerza especificados es el área sólida (descontando los huecos), de una cara de la torre proyectada sobre el plano de aquella cara para el segmento de torre en consideración. 2. Los coeficientes de fuerza especificados valen para torres con perfiles angulares estructurales o elementos de caras planas similares. 3. Para torres que contienen elementos circulares es aceptable multiplicar los coeficientes de fuerza especificados por el siguiente factor al determinar las fuerzas de viento sobre tales elementos: $0,51\epsilon^2 + 0,57, \text{ pero no mayor que } 1,0$ 								

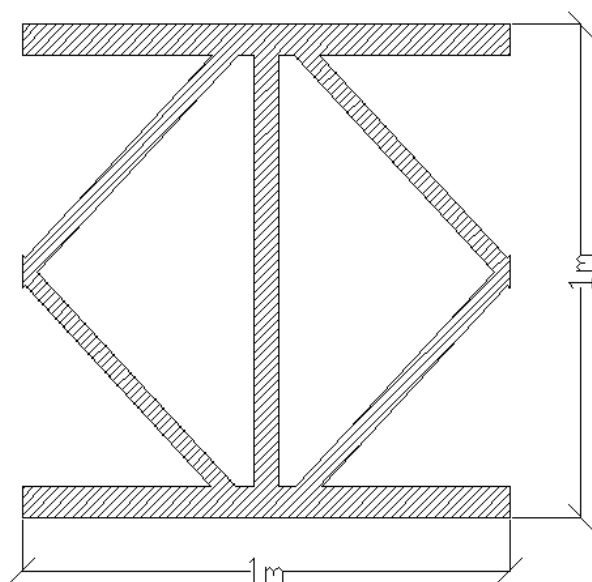
ACCION DEL VIENTO SOBRE LA VIGA RETICULADA

VIGA 1400mm (Ancho)x1000mm(Alto)

Acción del viento sobre la cara ancho 1000mm

Área sólida =	0.23 m ²
ancho módulo=	1 m
alto módulo=	1 m
Área total= ancho * alto=	1.00 m ²

ε = relación Área sólida / Área total = 0.230



Según Tabla 13 $C_f = 4\varepsilon^2 - 5,9\varepsilon + 4$

$$C_f = 2.855$$

Tabla 13

Pág. 60

El área A_f usada para calcular la fuerza de viento por metro de altura de la torre es:

$A_f = \text{Área sólida} / \text{alto módulo} = 0.230$ para toda dirección de viento

$F = qz * G * C_f * A_f$ DIRECCION DESDE OESTE

$F_x 20m = 84.33$ kg/m

ACCION DEL VIENTO SOBRE LA TORRE RETICULADA

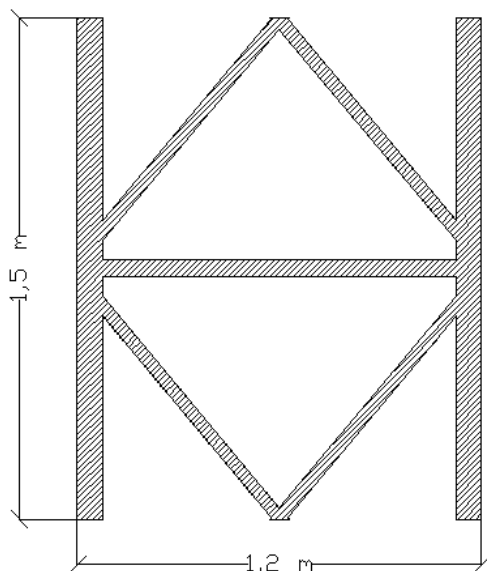
Torre 1800x1200mm

Acción del viento sobre la cara ancho 1200mm

Área sólida =	0.39 m ²
ancho módulo=	1.2 m
alto módulo=	1.5 m

Área total= ancho * alto= 1.80 m²

ε =relación Área sólida / Área total= 0.217



Según Tabla 13 $C_f = 4\varepsilon^2 - 5,9\varepsilon + 4$

$C_f = 2.909$

Tabla 13

Pág. 60

El área A_f usada para calcular la fuerza de viento por metro de altura de la torre es:

$A_f = \text{Área sólida} / \text{alto módulo} = 0.260$ para toda dirección de viento

$F = qz * G * C_f * A_f$ DIRECCION DESDE OESTE

$F_x \text{ 5m} = 72.87 \text{ kg/m}$

$F_x \text{ 10m} = 83.76 \text{ kg/m}$

$F_x \text{ 15m} = 91.30 \text{ kg/m}$

$F_x \text{ 17,5m} = 94.65 \text{ kg/m}$

$F_x \text{ 20m} = 97.16 \text{ kg/m}$

Proyecto para implantación de 2 transportadores a cadena (redler) aéreos, para el llenado de los silos existentes N°19 y N°20

6-CARGAS DE PESO PROPIO (t/m)

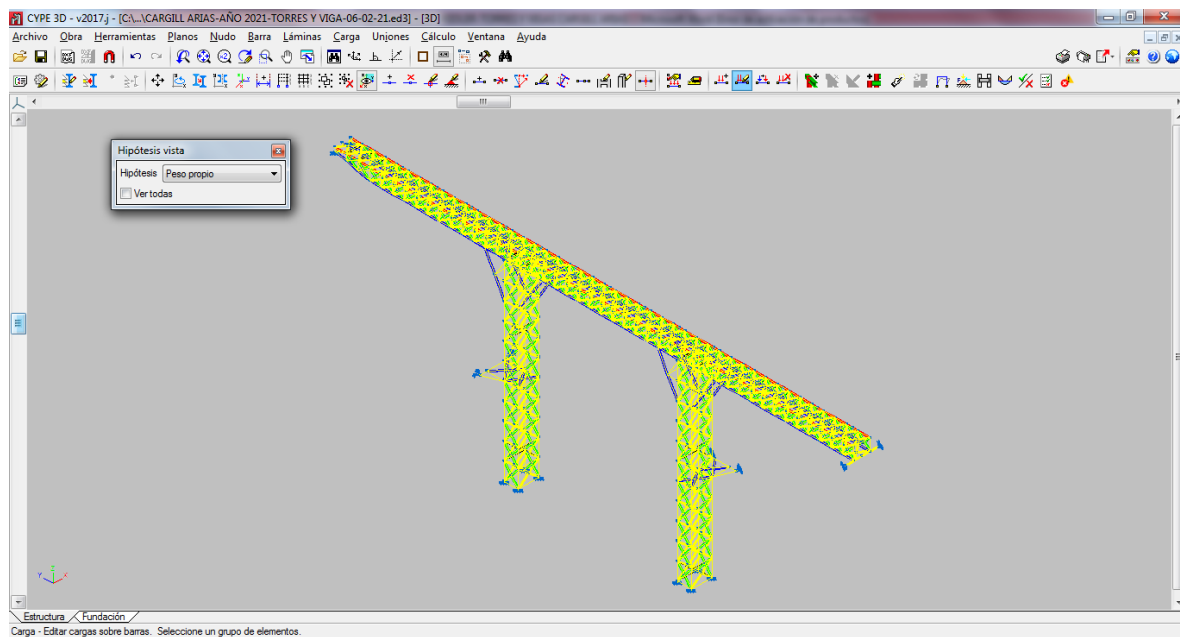
VIGA RETICULADA 0,077 t/m

BARANDA DE AMBOS LADOS 0,025 t/m

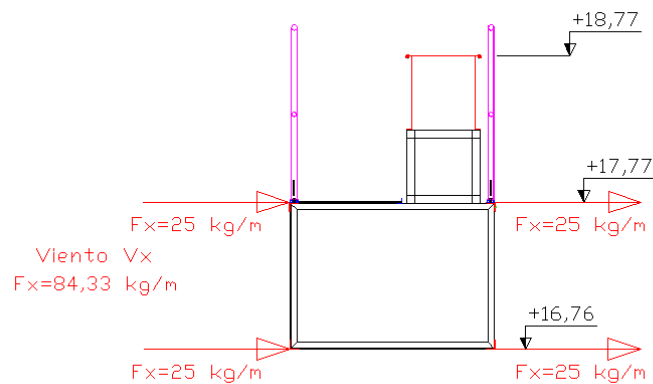
TORRE RETICULADA 0,10 t/m

REDLER VACIO 0,07 t/m

REDLER CARGADO 0,25 t/m



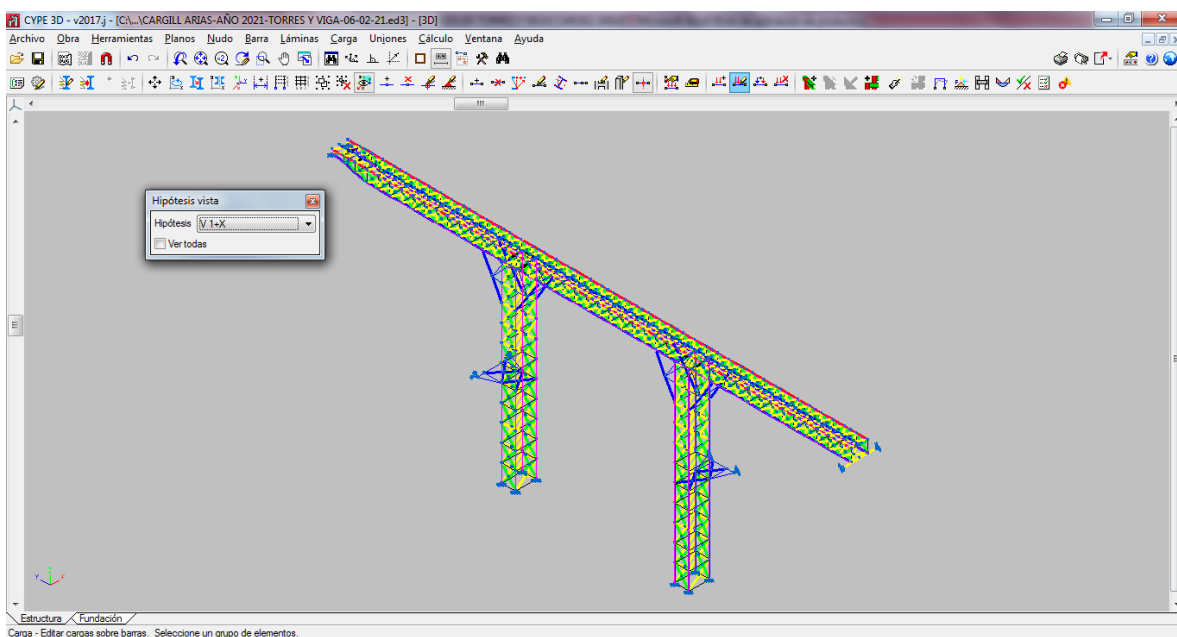
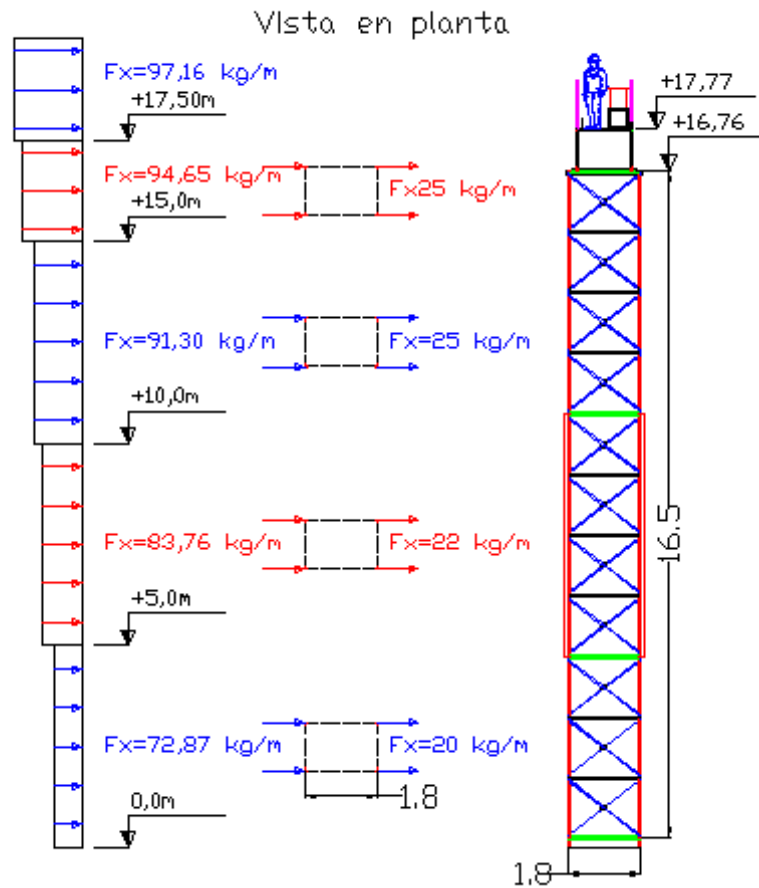
CARGAS DE VIENTO SOBRE LA VIGA RETICULADA (t/m)



Proyecto para implantación de 2 transportadores a cadena (redler) aéreos, para el llenado de los silos existentes N°19 y N°20



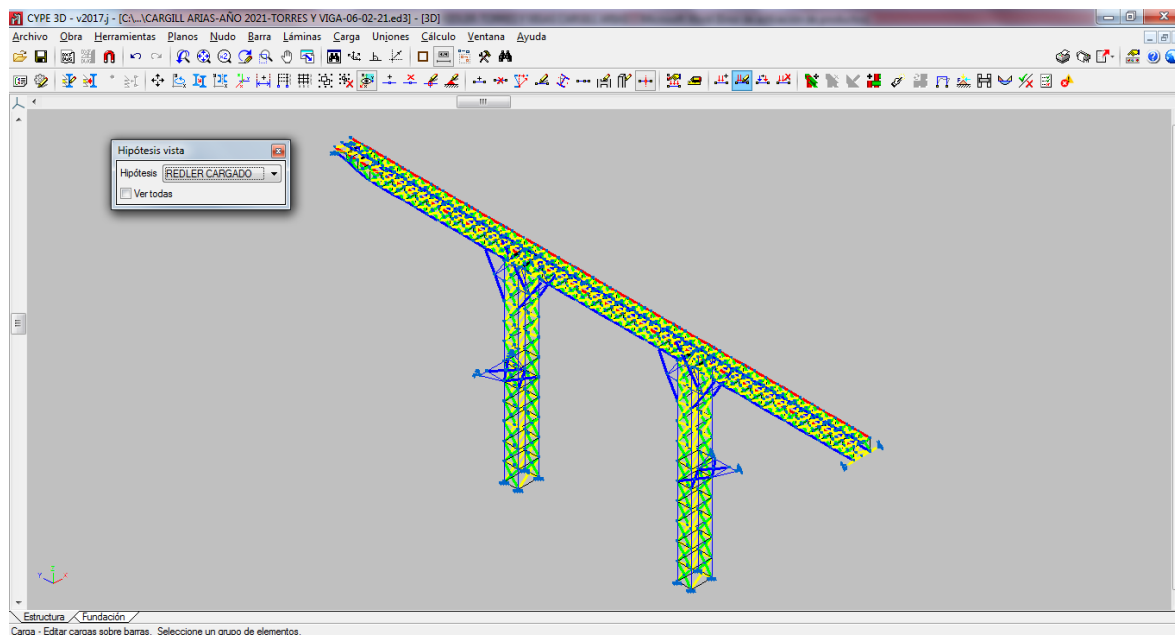
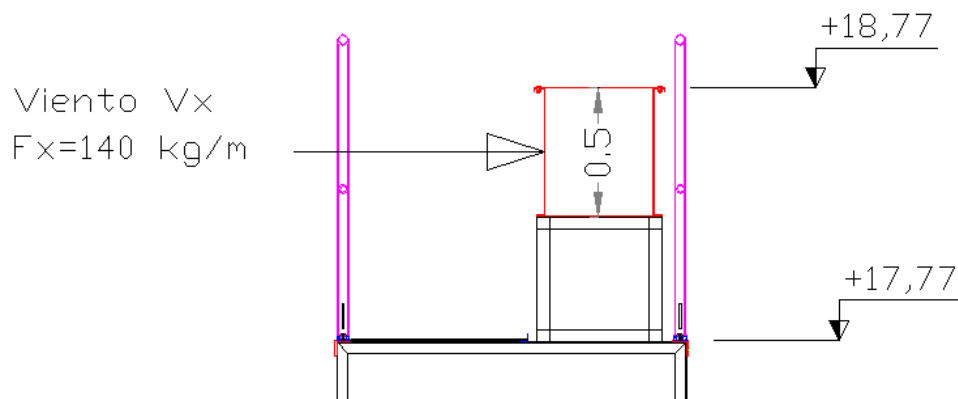
CARGAS DE VIENTO SOBRE LA TORRE (t/m)



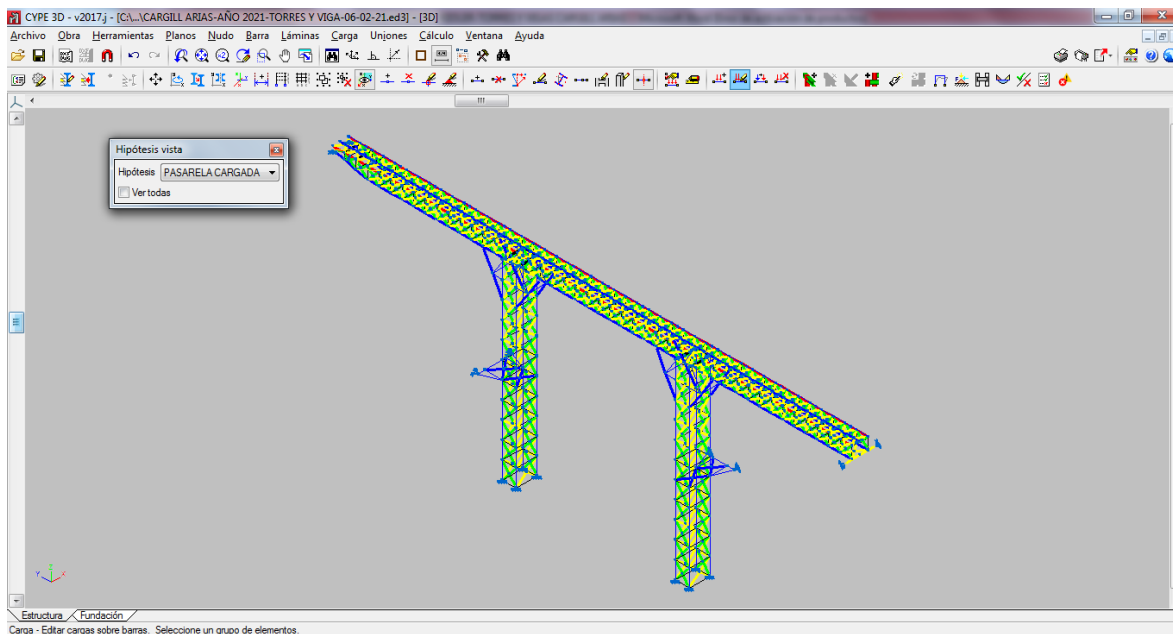
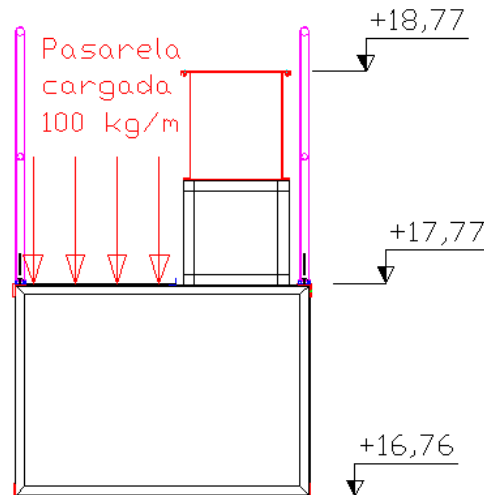
Proyecto para implantación de 2 transportadores a cadena (redler) aéreos, para el llenado de los silos existentes N°19 y N°20

CARGAS DEL REDLER (t/m)

REDLER 200 TN/H
Peso Propio 70 kg/m
Redler cargado 180 kg/m



CARGAS SOBRE PASARELA (t/m)



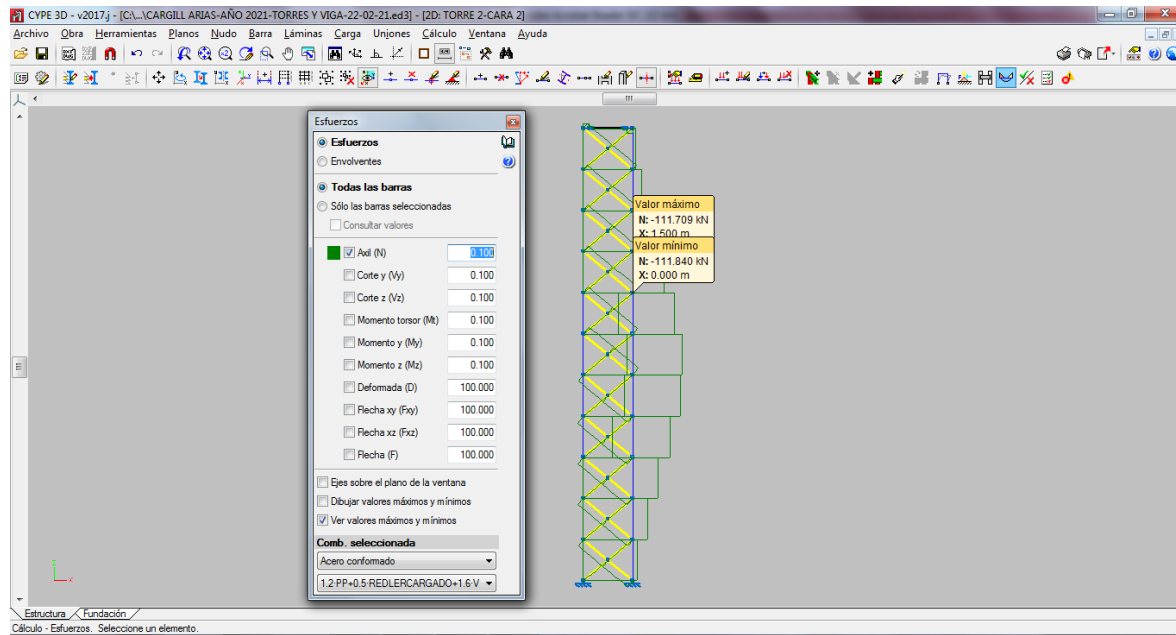
Proyecto para implantación de 2 transportadores a cadena (redler) aéreos, para el llenado de los silos existentes N°19 y N°20



7-SOLICITACIONES EN TORRE -1,6 VIENTO $V_x+1,2$ Peso propio+ 0,5 Redler cargado

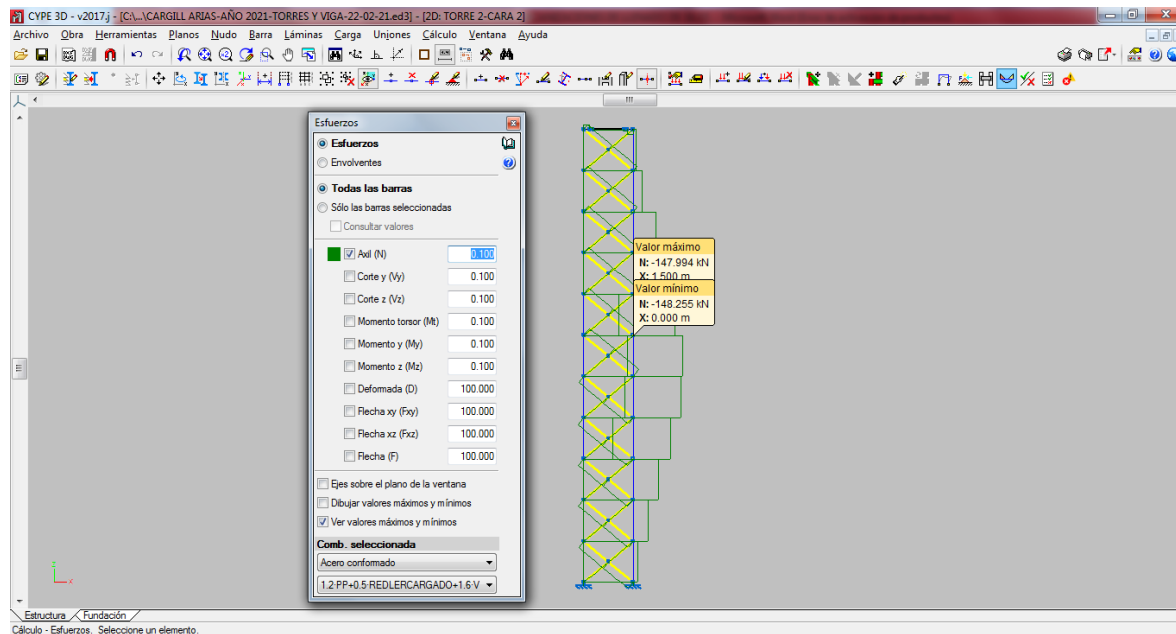
LARGUEROS

ESFUERZO NORMAL (KN) $N= -111,8$ KN



LARGUEROS UNIDOS A LOS ANILLOS CONTABOLLAMIENTO

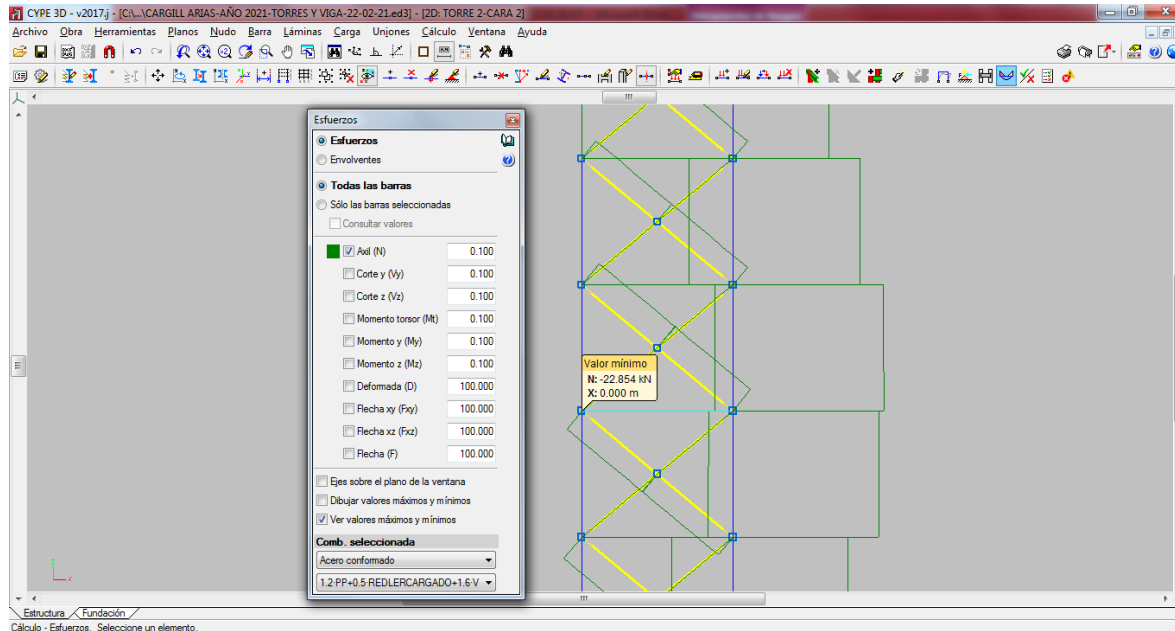
ESFUERZO NORMAL (KN) $N= -148,3$ KN



Proyecto para implantación de 2 transportadores a cadena (redler) aéreos, para el llenado de los silos existentes N°19 y N°20

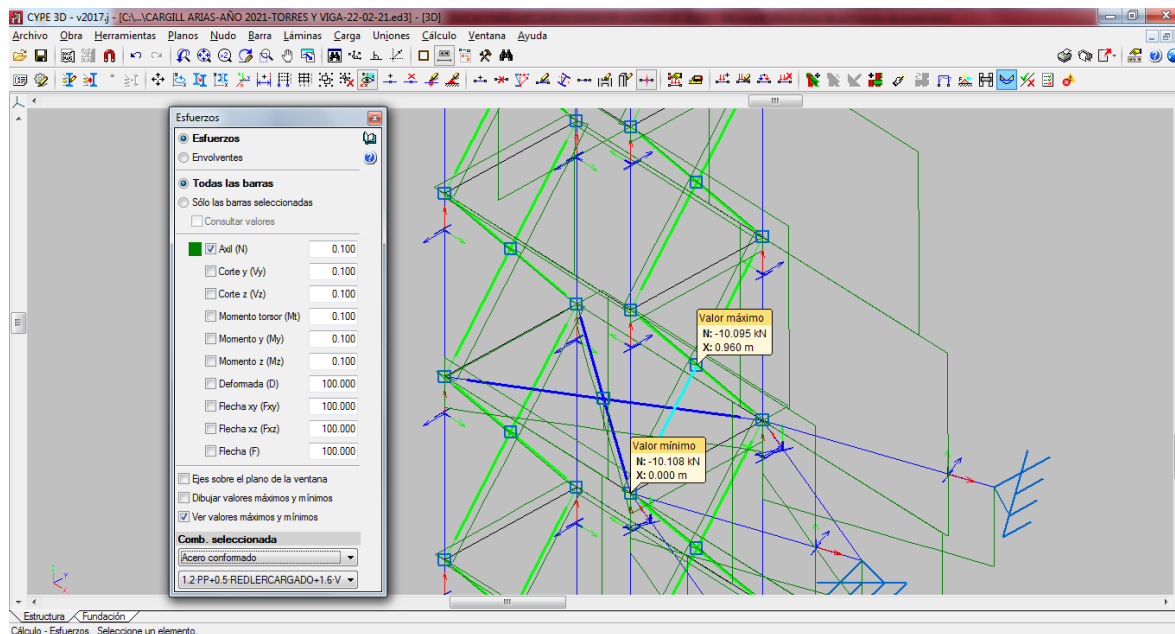
MONTANTES EN CARA ANCHO 1800mm

ESFUERZO NORMAL (KN) $N = -22,9 t$



DIAGONALES SIMPLES EN "X" EN CARA ANCHO 1200mm

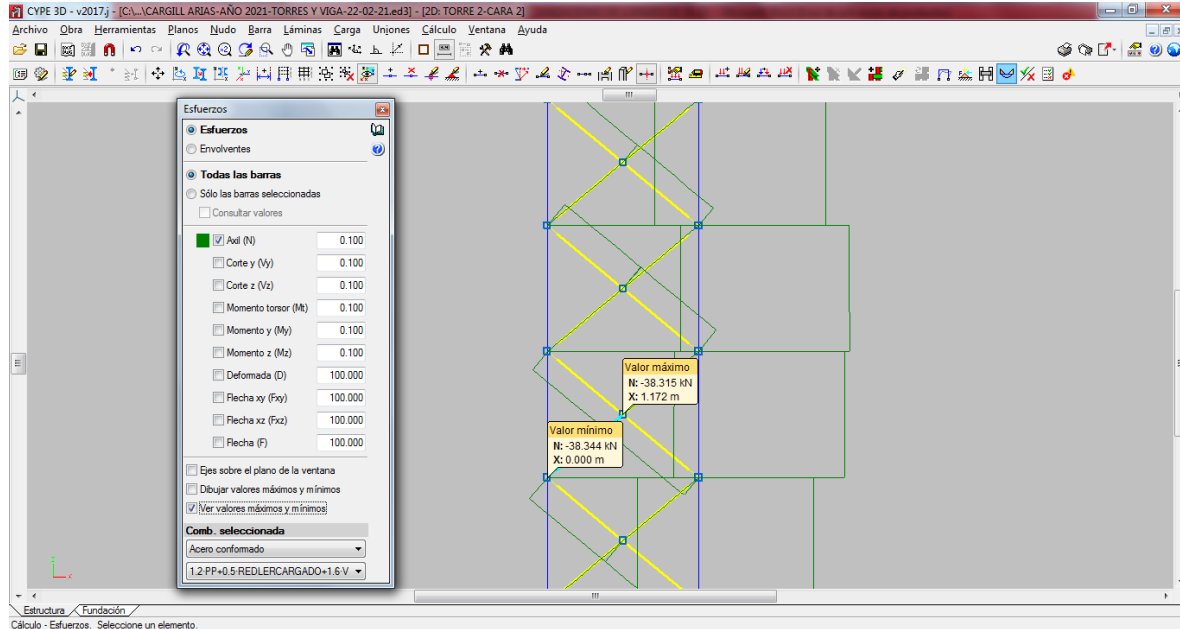
ESFUERZO NORMAL (KN) $N = -10,1 KN$



Proyecto para implantación de 2 transportadores a cadena (redler) aéreos, para el llenado de los silos existentes N°19 y N°20

DIAGONALES SIMPLES EN "X" EN CARA ANCHO 1800m

ESFUERZO NORMAL (KN) $N = -38,4$ KN

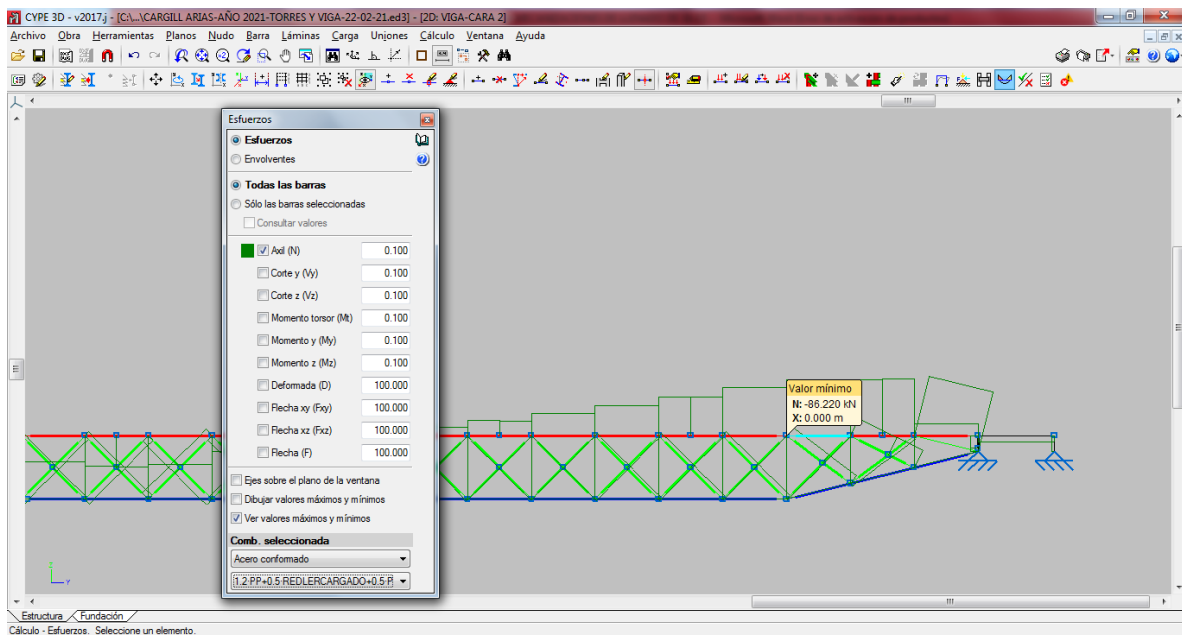


SOLICITACIONES EN VIGA RETICULADA-

1,6 VIENTO V_x + 1,2 Peso propio+ 0,5 Redler cargado+ 0,5 Pasarela cargada

LARGUEROS-CORDÓN SUPERIOR

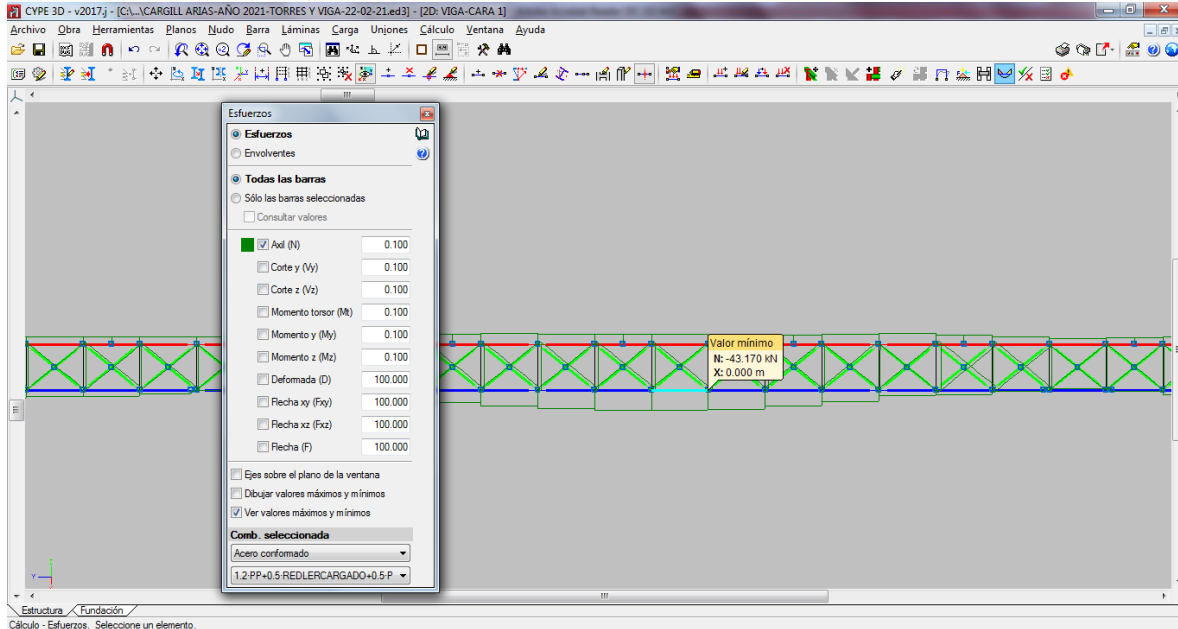
ESFUERZO NORMAL (KN) $N = -86,22$ KN



Proyecto para implantación de 2 transportadores a cadena (redler) aéreos, para el llenado de los silos existentes N°19 y N°20

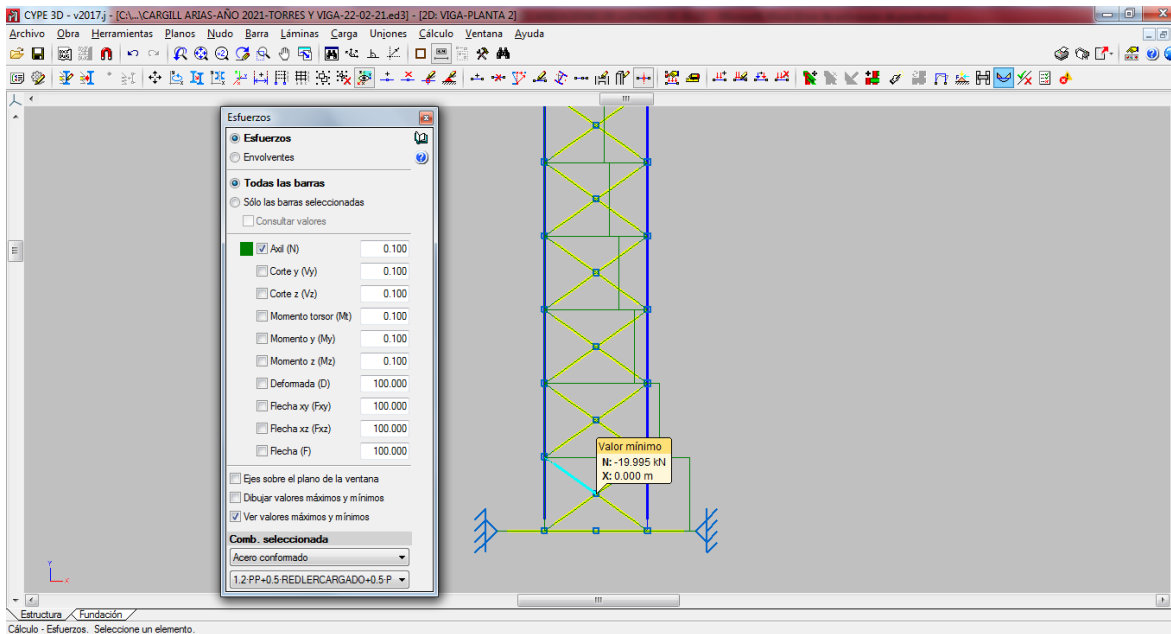
LARGUEROS-CORDÓN INFERIOR

ESFUERZO NORMAL (KN) $N = -43,2$ KN



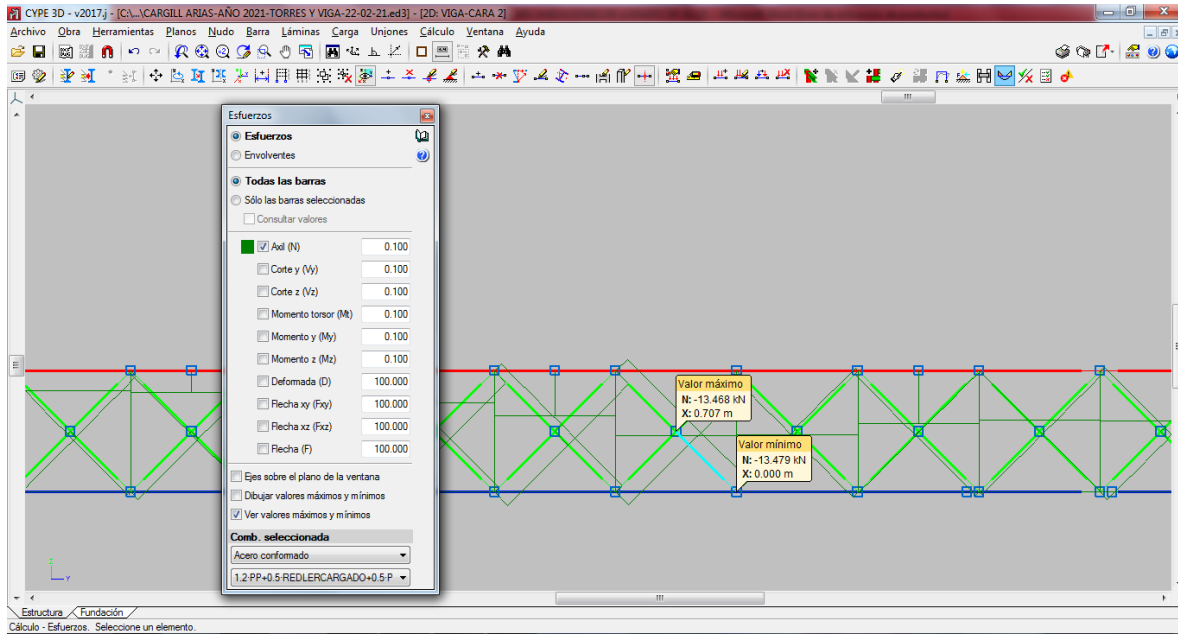
DIAGONALES HORIZONTALES SIMPLES EN "X"

ESFUERZO NORMAL (KN) $N = -20$ KN



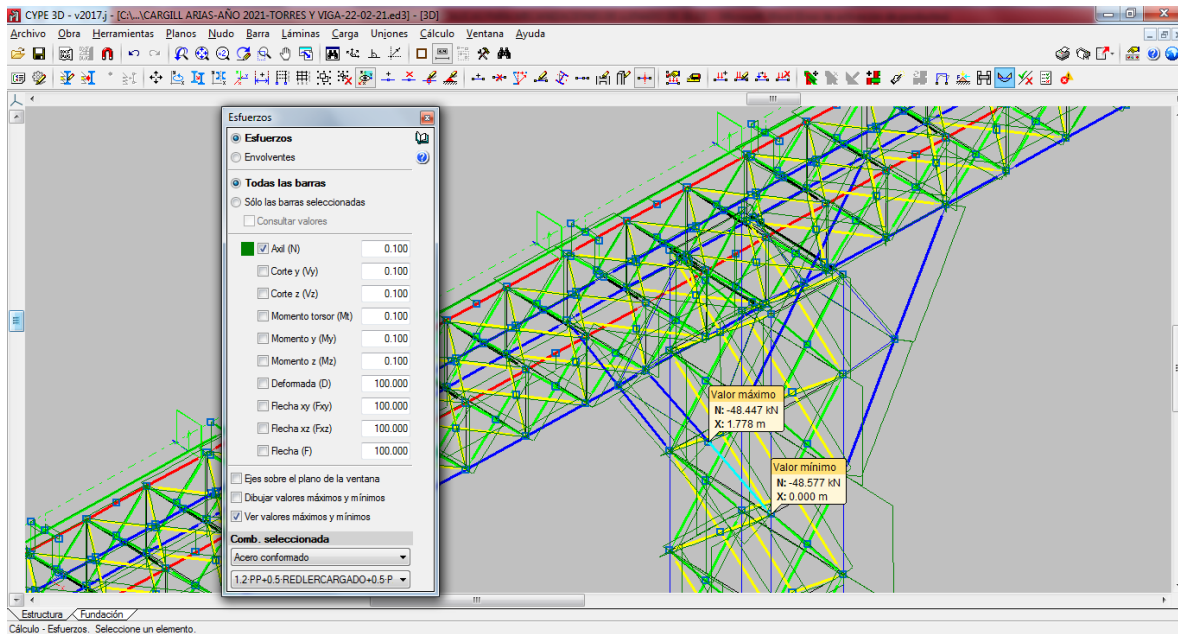
DIAGONALES VERTICALES SIMPLES EN "X"

ESFUERZO NORMAL (KN) $N = -13,5$ KN



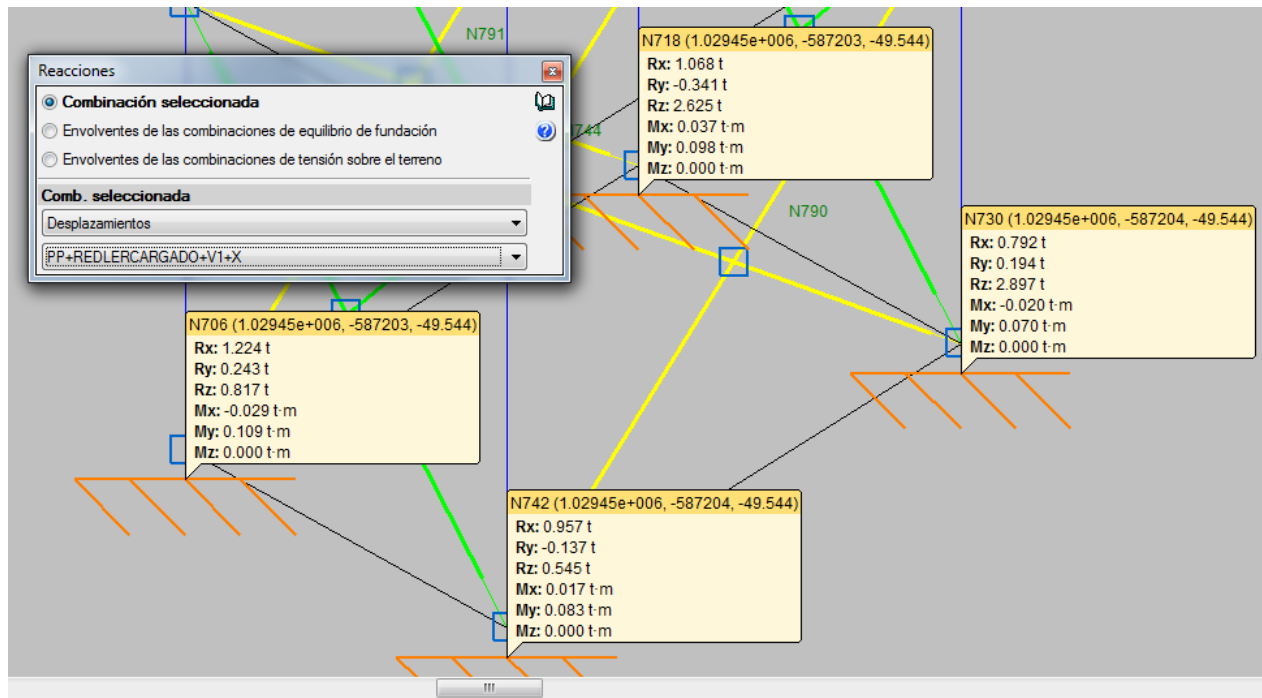
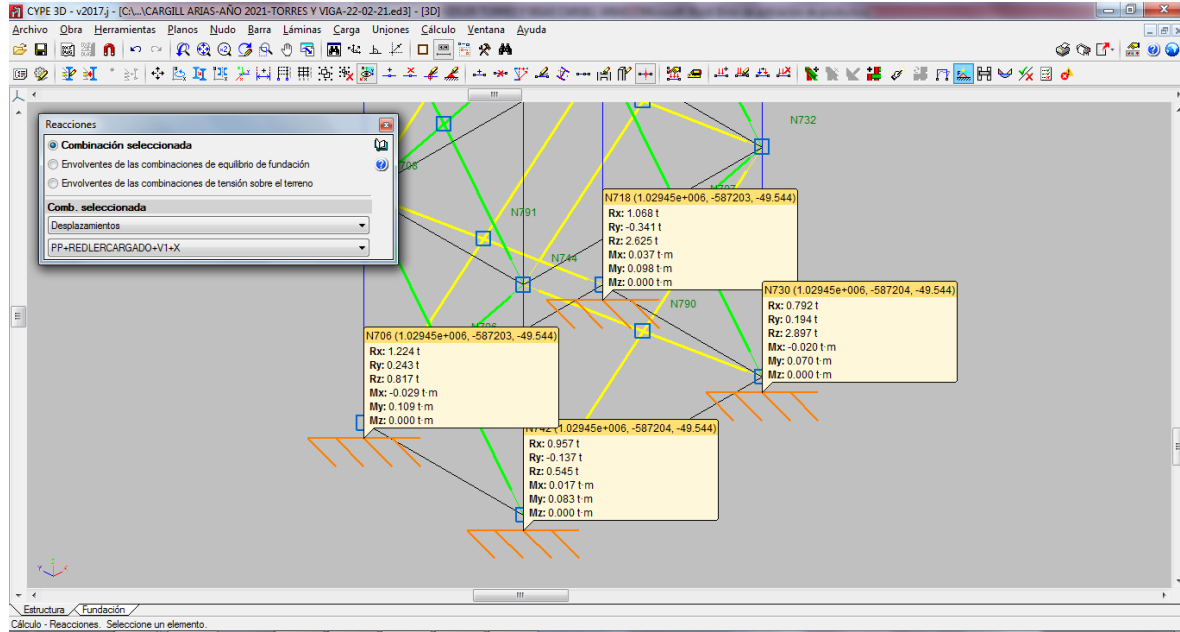
PUNTALES ENTRE TORRE Y VIGA RETICULADA

ESFUERZO NORMAL (KN) $N = -48,6$ t



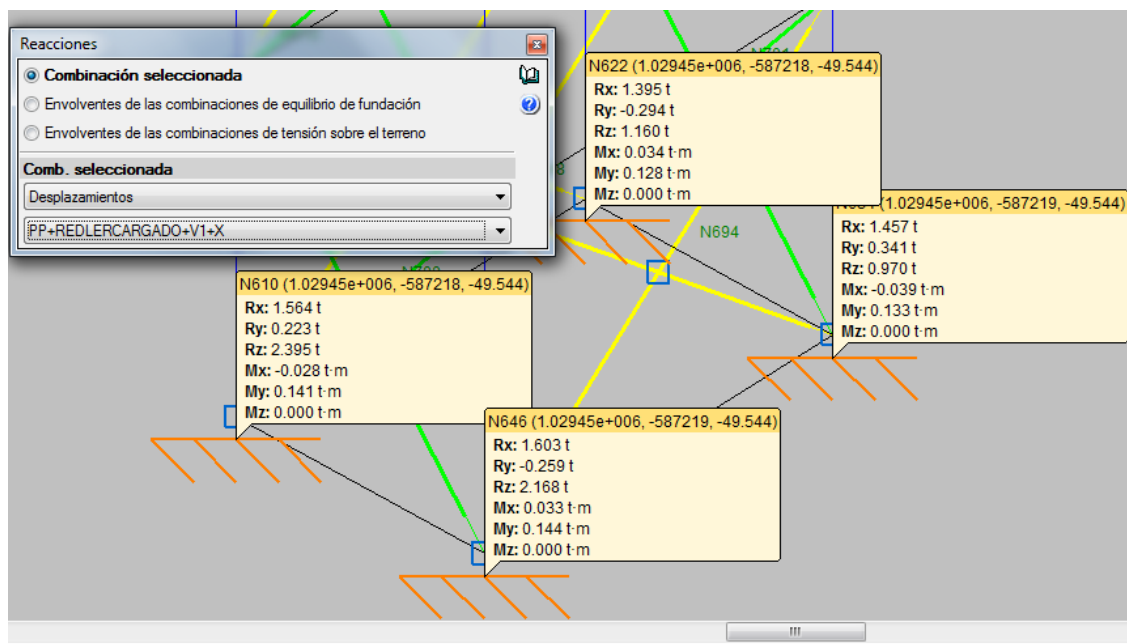
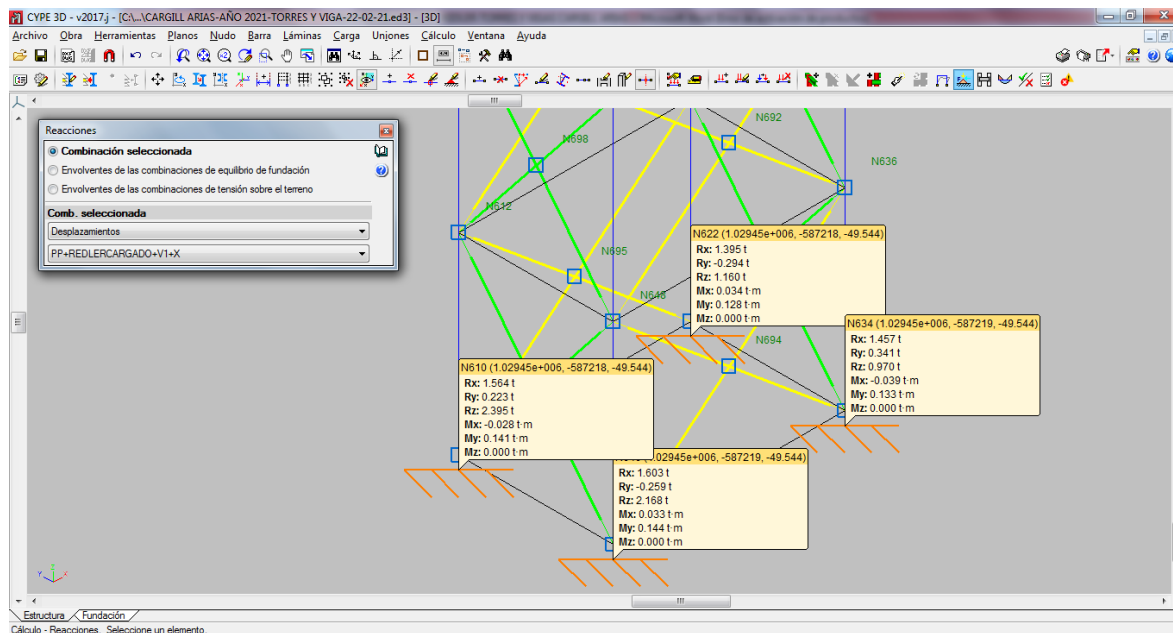
8-REACCIONES-VIENTO Vx+Peso propio+Redler cargado (t - t.m)

REACCIONES EN TORRE 1



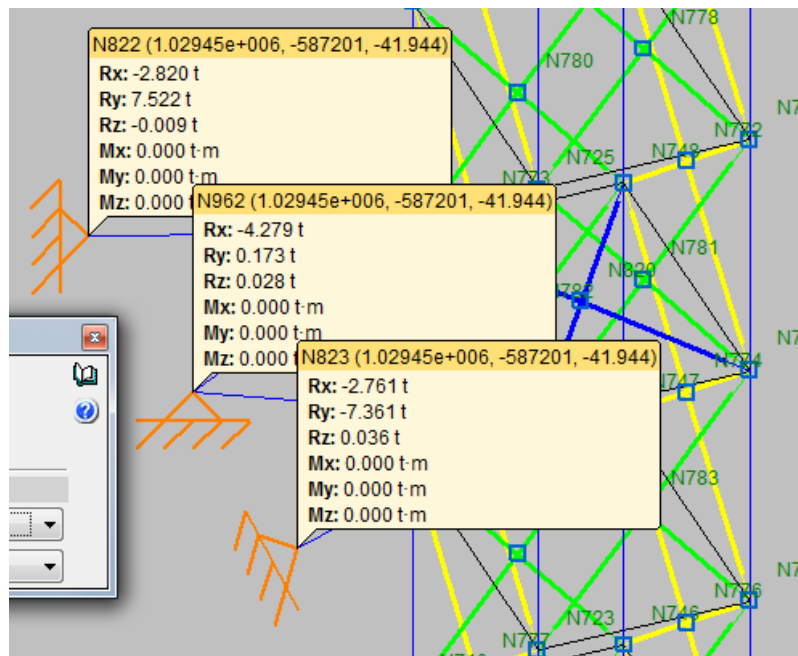
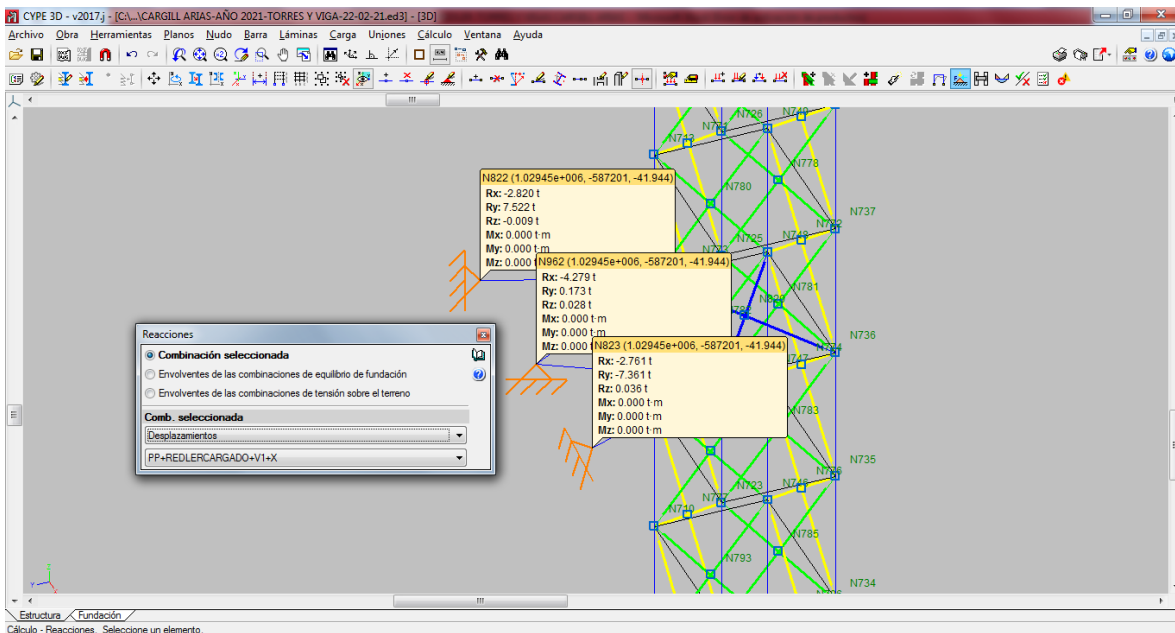
Proyecto para implantación de 2 transportadores a cadena (redler) aéreos, para el llenado de los silos existentes N°19 y N°20

REACCIONES EN TORRE 2



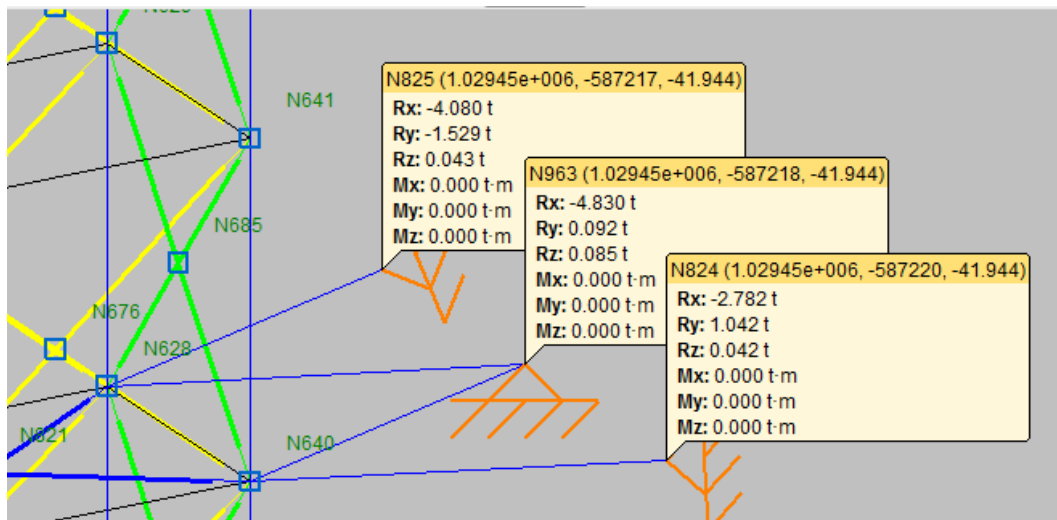
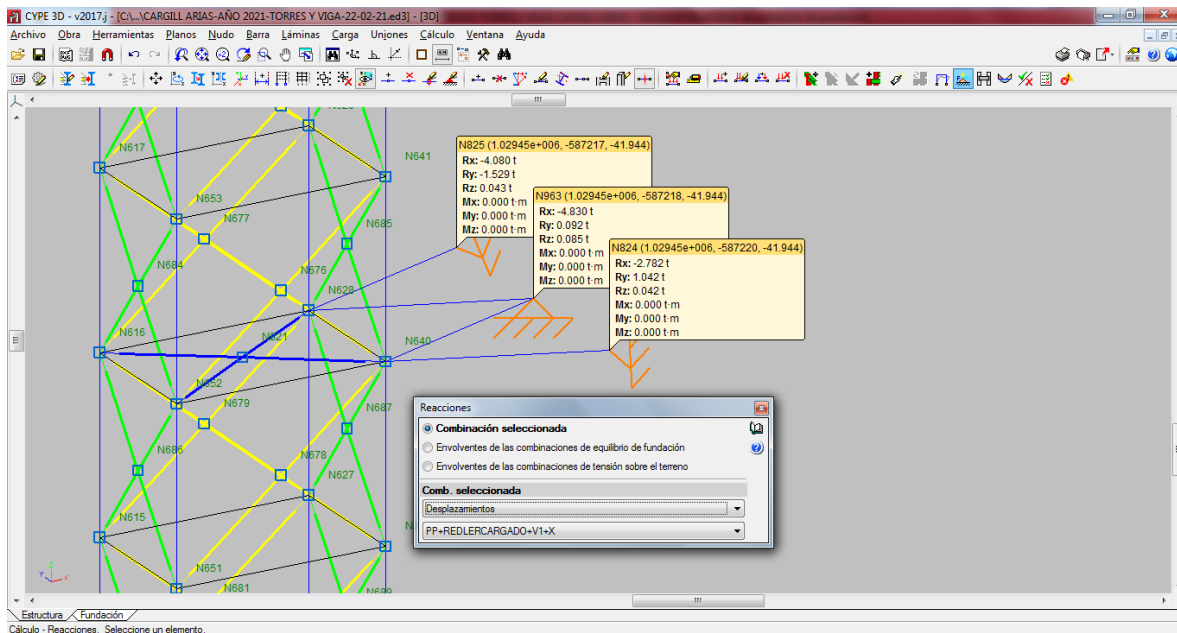
Proyecto para implantación de 2 transportadores a cadena (redler) aéreos, para el llenado de los silos existentes N°19 y N°20

REACCIONES DE TORRE 1 SOBRE EL ANILLO DEL SILO N°19



Proyecto para implantación de 2 transportadores a cadena (redler) aéreos, para el llenado de los silos existentes N°19 y N°20

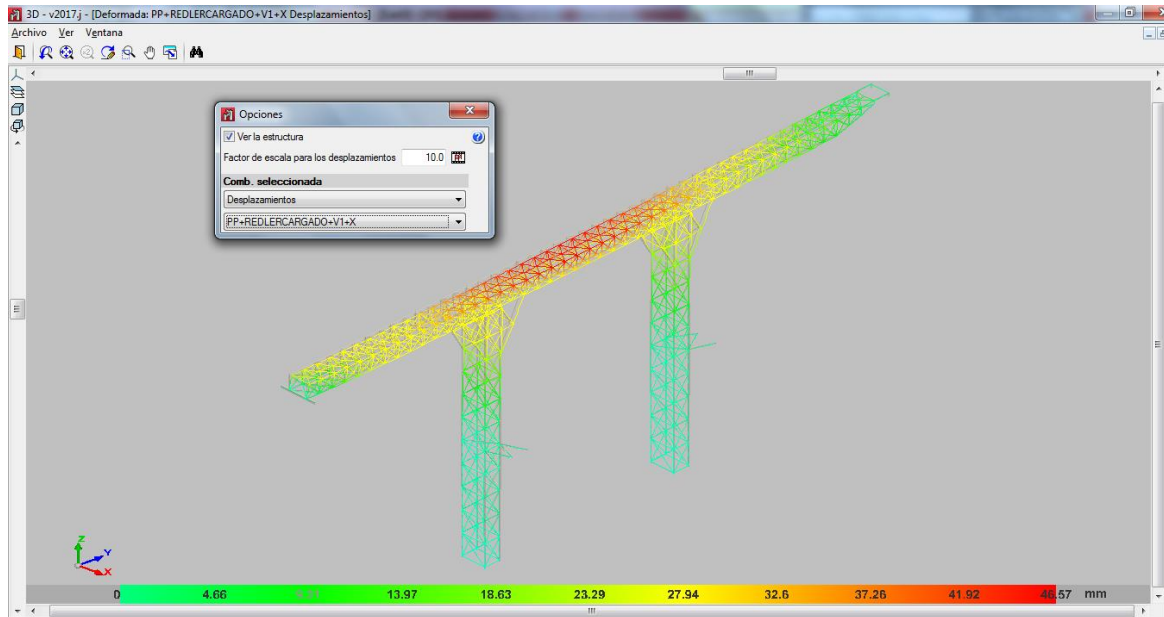
REACCIONES DE TORRE 2 SOBRE EL ANILLO DEL SILO N°21



Proyecto para implantación de 2 transportadores a cadena (redler) aéreos, para el llenado de los silos existentes N°19 y N°20

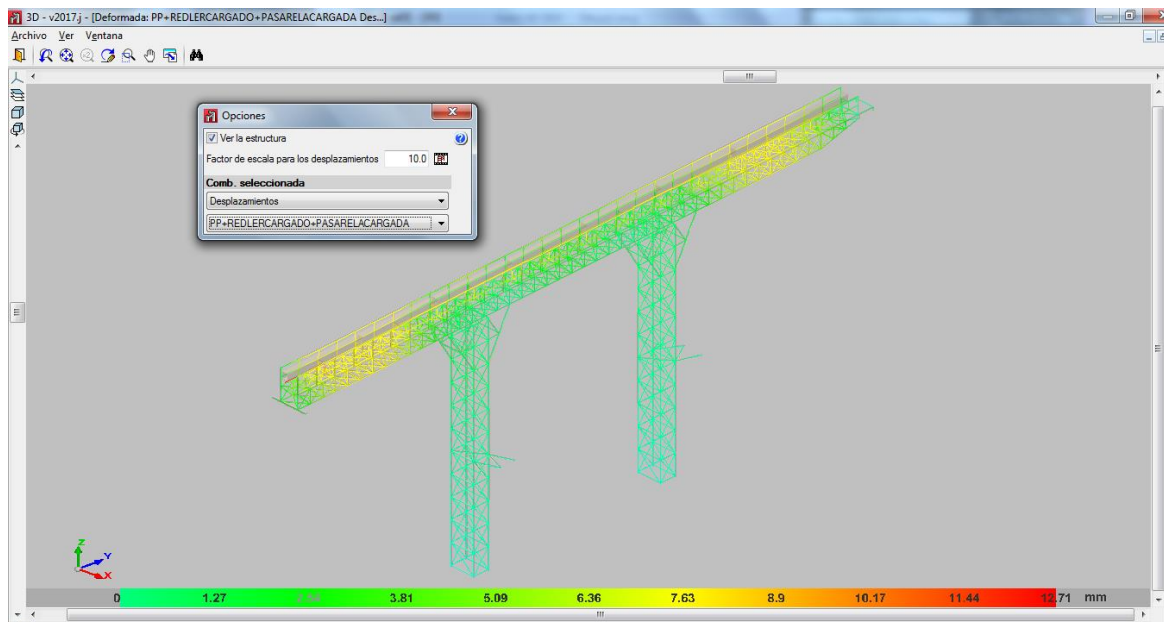
DEFORMACIONES-VIENTO Vx+Peso propio+Redler cargado

DEFORMACION MÁXIMA 46(mm) (en color rojo) =Distancia entre torres /300



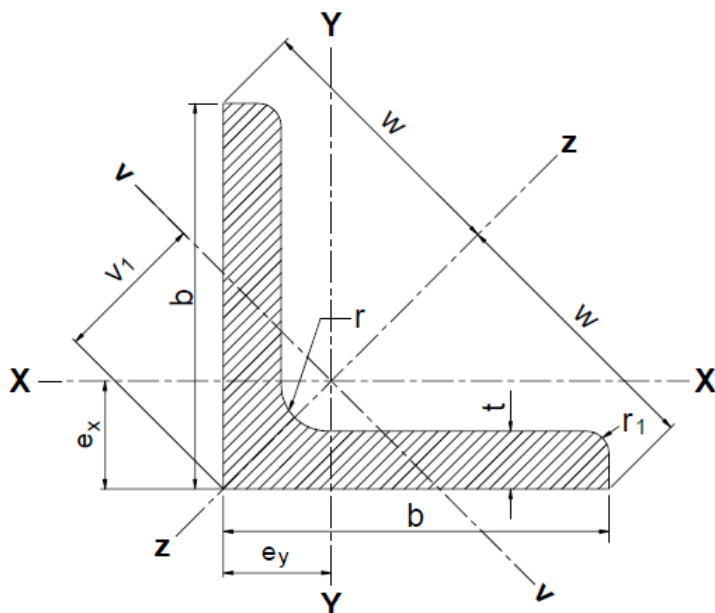
DEFORMACIONES-Peso propio+Redler cargado+Pasarela cargada (mm)

DEFORMACION MÁXIMA 13(mm) (en color rojo) = Distancia entre torres /1000



9-DIMENSIONAMIENTO

LAS TORRES Y LAS VIGAS RETICULADAS SE CONSTRUIRAN CON PERFIL LAMINADO ANGULAR DE ALAS IGUALES



LARGUERO DE TORRE

HIPÓTESIS 1,2 Peso propio + 1,6 Viento V_x + 0,5 Redler cargado

DIMENSIONAMIENTO

Nu=	111.8	KN	COMPRESION
Fu=	370	MN/m ²	
Fy=	235	MN/m ²	
Ly=	150	cm	
E=	200000	MN/m ²	
k=	1		

Se prefija $\lambda =$ 120 cm

$$r_{\min} = (K \cdot L) / \lambda$$

$r_{\min} =$ 1.25 cm

Factor de esbeltez adimensional

$$\lambda_c = ((1 + k \cdot L) / (\pi \cdot r)) \cdot \sqrt{(F_y / E)}$$

Según (E.2.4)

$$\lambda_c = 1.309 \leq 1,5$$

Se supone Q=1 (sección no esbelta)

Proyecto para implantación de 2 transportadores a cadena (redler) aéreos, para el llenado de los silos existentes N°19 y N°20



Para $\lambda_c \leq 1,5$ la tensión crítica se determina de la siguiente manera:

$$F_{cr} = (0,658^{\lambda_c^2}) \cdot F_y \quad \text{Según (E.2.2)}$$

$$F_{cr} = 114,67 \quad \text{MN/m}^2$$

De acuerdo a Sección E.2., la resistencia de diseño a compresión para pandeo flexional resulta

$$\Phi = 0,85 \quad \text{Compresión}$$

Resistencia de diseño

$$N_u = \Phi \cdot P_n =$$

$$N_u = \Phi \cdot F_{cr} \cdot A_g \cdot 0,1$$

$$A_g = (N_u / \Phi \cdot F_{cr} \cdot 0,1) = 11,47 \quad \text{cm}^2$$

Se adopta perfil normal angular PNA < 3"x5/16"

$$A = 11,49 \quad \text{cm}^2$$

$$i_y = 1,44 \quad \text{cm}$$

$$b = 7,62 \quad \text{cm} \quad \text{ancho ala}$$

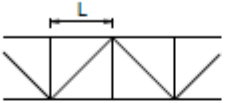
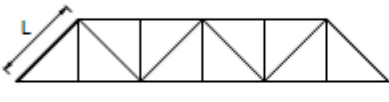
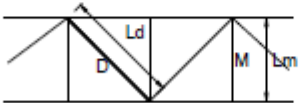
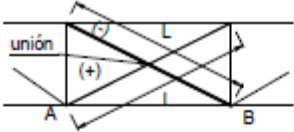
$$t = 0,790 \quad \text{cm} \quad \text{espesor}$$

Factor de reducción por pandeo local de elementos esbeltos comprimidos

$$\lambda_r = 0,45 \cdot \sqrt{E/F_y}$$

$$\lambda_r = 13,128$$

$$b/t = 9,65 \quad < 13,128 \text{ entonces es sección no esbelta y } Q=1$$

CASO	ELEMENTO CONSIDERADO	k
1		Cordón 1,00
2		Diagonal extrema en vigas trapeciales 1,00
3		Montante o diagonal en general excepto de solo angular 0,90 (1) (2) Barra de un solo angular ≥ 1,00 (3)
4		Diagonal comprimida unida en su centro a una diagonal traccionada. 0,50

Observaciones:

- Para uniones abulonadas se deben colocar como mínimo dos bulones. Si la unión tiene sólo un bulón se adoptará $k = 1,00$.
- En casos particulares, y en función de la restricción de las uniones (por ejemplo ciertos casos de barras de tubos de sección circular o rectangular con uniones rígidas), se podrá adoptar un valor menor para k , pero nunca menor que 0,75, y siempre que se justifique por análisis estructural el valor adoptado.
- Para barras de angular único unido a la chapa de nudo con dos bulones como mínimo o dos cordones de soldadura longitudinales, se podrá despreciar el efecto de la excentricidad y considerar sólo la fuerza axial adoptando:
 $k = 1$ si $\lambda_e \geq 1,0$;
 $k = 1,40$ si $\lambda_e < 1,0$
 siendo λ_e calculado con relación al radio de giro mínimo del angular.

 Si la unión se realiza con un solo bulón se deberá considerar el momento debido a la excentricidad junto con la fuerza axial para el dimensionado de la barra, y se adoptará $k = 1,00$.

LARGUERO DE TORRE UNIDO A ANILLO CONTRABOLLAMIENTO
HIPÓTESIS 1,2 Peso propio + 1,6 Viento Vx+ 0,5 Redler cargado
DIMENSIONAMIENTO

Nu=	148.3	KN	COMPRESION
Fu=	370	MN/m2	
Fy=	235	MN/m2	
Ly=	150	cm	
E=	200000	MN/m2	
k=	1		
Se prefija λ =	120	cm	

Proyecto para implantación de 2 transportadores a cadena (redler) aéreos, para el llenado de los silos existentes N°19 y N°20



$$r_{\min} = (K \cdot L) / \lambda$$

$$r_{\min} = 1.25 \text{ cm}$$

Factor de esbeltez adimensional

$$\lambda_c = ((1 \cdot k \cdot L) / (\pi \cdot r)) \cdot \sqrt{(F_y / E)}$$

Según (E.2.4)

$$\lambda_c = 1.309$$

$$\leq 1,5$$

Se supone Q=1 (sección no esbelta)

Para $\lambda_c \leq 1,5$

la tensión crítica se determina de la siguiente manera:

$$F_{cr} = (0,658 (\lambda_c^2)) \cdot F_y$$

Según (E.2.2)

$$F_{cr} = 114.67 \text{ MN/m}^2$$

De acuerdo a Sección E.2., la resistencia de diseño a compresión para pandeo flexional resulta

$$\Phi = 0.85 \text{ Compresión}$$

Resistencia de diseño

$$N_u = \Phi \cdot P_n =$$

$$N_u = \Phi \cdot F_{cr} \cdot A_g \cdot 0,1$$

$$A_g = (N_u / \Phi \cdot F_{cr} \cdot 0,1) = 15.22 \text{ cm}^2$$

Se adopta perfil normal angular PNA

2 < 3" x 5/16"

$$A = 22.98 \text{ cm}^2$$

$$i_y = 2.3 \text{ cm}$$

$$b = 7.62 \text{ cm} \text{ ancho ala}$$

$$t = 0.790 \text{ cm} \text{ espesor}$$

Factor de reducción por pandeo local de elementos esbeltos comprimidos

$$\lambda_r = 0.45 \cdot \sqrt{(E / F_y)}$$

$$\lambda_r = 13.128$$

$$b/t = 9.65 < 13,128 \text{ entonces es sección no esbelta y } Q=1$$

MONTANTE DE TORRE

HIPÓTESIS 1,2 Peso propio + 1,6 Viento Vx+ 0,5 Redler cargado

DIMENSIONAMIENTO

$$N_u = 22.1 \text{ KN} \quad \text{COMPRESION}$$

$$F_u = 370 \text{ MN/m}^2$$

$$F_y = 235 \text{ MN/m}^2$$

$$L_y = 180 \text{ cm}$$

Proyecto para implantación de 2 transportadores a cadena (redler) aéreos, para el llenado de los silos existentes N°19 y N°20



E= 200000 MN/m²
 k= 1.4 montante de un solo angular k=1,4

Se prefija $\lambda =$ 150 cm

$$r_{\min} = (K \cdot L) / \lambda$$

$r_{\min} =$ 1.20 cm

Factor de esbeltez adimensional

$$\lambda_c = ((1 \cdot k \cdot L) / (\pi \cdot r)) \cdot \sqrt{(F_y / E)} \quad \text{Según (E.2.4)}$$

$\lambda_c =$ 2.291 > 1,5

Se supone Q=1 (sección no esbelta)

Para $\lambda_c > 1,5$ la tensión crítica se determina de la siguiente manera:

$$F_{cr} = (0,877 / (\lambda_c)^2) \cdot F_y$$

$F_{cr} =$ 39.3 MN/m²

De acuerdo a Sección E.2., la resistencia de diseño a compresión para pandeo flexional resulta

$\Phi =$ 0.85 Compresión

Resistencia de diseño

$$N_u = \Phi \cdot P_n =$$

$$N_u = \Phi \cdot F_{cr} \cdot A_g \cdot 0,1$$

$$A_g = (N_u / \Phi \cdot F_{cr} \cdot 0,1) = 6.62 \text{ cm}^2$$

Se adopta perfil normal angular PNA < 2 1/2"x1/4"

A= 7.87 cm²

iv= 1.21 cm

b= 6.35 cm ancho

t= 0.635 cm ala

espesor

Factor de reducción por pandeo local de elementos esbeltos comprimidos

$$\lambda_r = 0.45 \cdot \sqrt{(E / F_y)}$$

$\lambda_r =$ 13.128

< 13,128 entonces es sección no esbelta y

b/t= 10.00 Q=1

DIAGONAL DE TORRE (CARA ANCHO 1200mm)

HIPÓTESIS 1,2 Peso propio + 1,6 Viento Vx+ 0,5 Redler cargado

DIMENSIONAMIENTO

Proyecto para implantación de 2 transportadores a cadena (redler) aéreos, para el llenado de los silos existentes N°19 y N°20



Nu=	10.1	KN	COMPRESION
Fu=	370	MN/m2	
Fy=	235	MN/m2	
Ly=	182	cm	
E=	200000	MN/m2	
k=	0.5	diagonal comprimida unida en su centro a diagonal traccionada	

Se prefija $\lambda =$ 195 cm

$$r_{\min} = (K \cdot L) / \lambda$$

$r_{\min} =$ 0.93 cm

Factor de esbeltez adimensional

$$\lambda_c = ((1 + k \cdot L) / (\pi \cdot r)) \cdot \sqrt{F_y / E}$$

Según (E.2.4)

$\lambda_c =$ 1.064 $\leq 1,5$

Se supone Q=1 (sección no esbelta)

Para $\lambda_c \leq 1,5$ la tensión crítica se determina de la siguiente manera:

$F_{cr} = (0,658 \lambda_c^2) \cdot F_y$ Según (E.2.2)

$F_{cr} =$ 146.33 MN/m2

De acuerdo a Sección E.2., la resistencia de diseño a compresión para pandeo flexional resulta

$\Phi =$ 0.85 Compresión

Resistencia de diseño

$N_u = \Phi \cdot P_n =$

$N_u = \Phi \cdot F_{cr} \cdot A_g \cdot 0,1$

$A_g = (N_u / \Phi \cdot F_{cr} \cdot 0,1) =$ 0.81 cm2

Se adopta perfil normal angular PNA <2"x3/16"

A= 4.72 cm²

iv= 0.97 cm

b= 5.08 cm ancho
ala
t= 0.480 cm espesor

Factor de reducción por pandeo local de elementos esbeltos comprimidos

$$\lambda_r = 0.45 \cdot \sqrt{E / F_y}$$

$\lambda_r =$ 13.128

$b/t =$ 10.58 < 13,128 entonces es sección no esbelta y Q=1

DIAGONAL DE TORRE (CARA ANCHO 1800mm)

HIPÓTESIS 1,2 Peso propio + 1,6 Viento Vx+ 0,5 Redler cargado

DIMENSIONAMIENTO

Nu=	38.4	KN	COMPRESION
Fu=	370	MN/m2	
Fy=	235	MN/m2	
Ly=	225	cm	
E=	200000	MN/m2	
k=	0.5	diagonal comprimida unida en su centro a diagonal traccionada	

Se prefija $\lambda =$ 195 cm

$$r_{\min} = (K \cdot L) / \lambda$$

$r_{\min} =$ 1.15 cm

Factor de esbeltez adimensional

$$\lambda_c = ((1 + k \cdot L) / (\pi \cdot r)) \cdot \sqrt{F_y / E}$$

Según (E.2.4)

$\lambda_c =$ 1.064 $\leq 1,5$

Se supone Q=1 (sección no esbelta)

Para $\lambda_c \leq 1,5$ la tensión crítica se determina de la siguiente manera:

$F_{cr} = (0,658 (\lambda_c)^2) \cdot F_y$ Según (E.2.2)

$F_{cr} =$ 146.33 MN/m2

De acuerdo a Sección E.2., la resistencia de diseño a compresión para pandeo flexional resulta

$\Phi =$ 0.85 Compresión

Resistencia de diseño

$N_u = \Phi \cdot P_n =$

$N_u = \Phi \cdot F_{cr} \cdot A_g \cdot 0,1$

$A_g = (N_u / \Phi \cdot F_{cr} \cdot 0,1) =$ 3.09 cm2

Se adopta perfil normal angular PNA < 2 1/2"x3/16"

A= 6 cm²

iv= 1.2 cm

b= 6.35 cm ancho ala

t= 0.480 cm espesor

Factor de reducción por pandeo local de elementos esbeltos comprimidos

$$\lambda_r = 0.45 \cdot \sqrt{E / F_y}$$

$\lambda_{r=}$	13.128	
$b/t=$	13.23	< 13,128 entonces es sección no esbelta y Q=1

LARGUERO DE VIGA-CORDON SUPERIOR
HIPÓTESIS 1,2 Peso propio + 1,6 Viento Vx+ 0,5 Redler cargado+0,5 Pasarela cargada
DIMENSIONAMIENTO

Nu=	86.22	KN	COMPRESION
Fu=	370	MN/m2	
Fy=	235	MN/m2	
Ly=	100	cm	
E=	200000	MN/m2	
k=	1		

Se prefija $\lambda =$ 100 cm

$$r_{\min} = (K \cdot L) / \lambda$$

$r_{\min} =$ 1.00 cm
Factor de esbeltez adimensional

$$\lambda_c = ((1 + k \cdot L) / (\pi \cdot r)) \cdot \sqrt{(F_y / E)}$$

Según (E.2.4)

$\lambda_c =$ 1.091 $\leq 1,5$

Se supone Q=1 (sección no esbelta)

Para $\lambda_c \leq 1,5$ la tensión crítica se determina de la siguiente manera:

$$F_{cr} = (0,658^{(\lambda_c)^2}) \cdot F_y$$

Según (E.2.2)

$F_{cr} =$ 142.78 MN/m2

De acuerdo a Sección E.2., la resistencia de diseño a compresión para pandeo flexional resulta

$\Phi =$ 0.85 Compresión

Resistencia de diseño

$$Nu = \Phi \cdot P_n =$$

$$Nu = \Phi \cdot F_{cr} \cdot A_g \cdot 0,1$$

$A_g = (Nu / \Phi \cdot F_{cr} \cdot 0,1) =$ 7.10 cm2

Se adopta perfil normal angular PNA
< 2 1/2"x1/4"

A=	7.87	cm ²	
iv=	1.21	cm	
b=	6.35	cm	ancho

ala
 t= 0.635 cm espesor
 Factor de reducción por pandeo local de elementos esbeltos comprimidos

$$\lambda_r = 0.45 \cdot \sqrt{E/F_y}$$

$$\lambda_r =$$

13.128

< 13,128 entonces es sección no esbelta y

$$b/t =$$

10.00

Q=1

LARGUERO DE VIGA-CORDON INFERIOR

HIPÓTESIS 1,2 Peso propio + 1,6 Viento Vx+ 0,5 Redler cargado+0,5 Pasarela cargada

DIMENSIONAMIENTO

Nu= 43.2 KN COMPRESION

Fu= 370 MN/m²

Fy= 235 MN/m²

Ly= 100 cm

E= 200000 MN/m²

k= 1

Se prefija $\lambda =$ 100 cm

$$r_{\min} = (K \cdot L) / \lambda$$

$r_{\min} =$ 1.00 cm

Factor de esbeltez adimensional

$\lambda_c = ((1 \cdot k \cdot L) / (\pi \cdot r)) \cdot \sqrt{F_y / E}$ Según (E.2.4)

$\lambda_c =$ 1.091 $\leq 1,5$

Se supone Q=1 (sección no esbelta)

Para $\lambda_c \leq 1,5$ la tensión crítica se determina de la siguiente manera:

$F_{cr} = (0,658)^{(\lambda_c)^2} \cdot F_y$ Según (E.2.2)

$F_{cr} =$ 142.78 MN/m²

De acuerdo a Sección E.2., la resistencia de diseño a compresión para pandeo flexional resulta

$\Phi =$ 0.85 Compresión

Resistencia de diseño

$$Nu = \Phi \cdot P_n =$$

$$Nu = \Phi \cdot F_{cr} \cdot A_g \cdot 0,1$$

$A_g = (Nu / \Phi \cdot F_{cr} \cdot 0,1) =$ 3.56 cm²

Proyecto para implantación de 2 transportadores a cadena (redler) aéreos, para el llenado de los silos existentes N°19 y N°20



Se adopta perfil normal angular PNA
< 2 1/2"x3/16"

A=	6	cm ²	
iv=	1.2	cm	
b=	6.35	cm	ancho ala
t=	0.480	cm	espesor

Factor de reducción por pandeo local de elementos esbeltos comprimidos

$$\lambda_r = 0.45 \cdot \sqrt{E/F_y}$$

$$\lambda_r = 13.128$$

b/t= 13.23 < 13,128 entonces es sección no esbelta y Q=1

DIAGONAL DE HORIZONTALES DE VIGA-COLOCADA EN "X"

HIPÓTESIS 1,2 Peso propio + 1,6 Viento Vx+ 0,5 Redler cargado+0,5 Pasarela cargada

DIMENSIONAMIENTO

Nu=	20	KN	COMPRESION
Fu=	370	MN/m ²	
Fy=	235	MN/m ²	
Ly=	163	cm	
E=	200000	MN/m ²	
k=	0.5	diagonal comprimida unida en su centro a diagonal traccionada	

Se prefija $\lambda = 195$ cm

$$r_{min} = (K \cdot L) / \lambda$$

$$r_{min} = 0.84$$
 cm

Factor de esbeltez adimensional

$$\lambda_c = ((1 \cdot k \cdot L) / (\pi \cdot r)) \cdot \sqrt{F_y / E}$$

Según (E.2.4)

$$\lambda_c = 1.064 \leq 1,5$$

Se supone Q=1 (sección no esbelta)

Para $\lambda_c \leq 1,5$

la tensión crítica se determina de la siguiente manera:

$$F_{cr} = (0,658 \cdot \lambda_c^2) \cdot F_y$$

Según (E.2.2)

$$F_{cr} = 146.33$$
 MN/m²

De acuerdo a Sección E.2., la resistencia de diseño a compresión para pandeo flexional resulta

$$\Phi = 0.85$$
 Compresión

Resistencia de diseño

$$Nu = \Phi \cdot P_n =$$

$$Nu = \Phi \cdot F_{cr} \cdot A_g \cdot 0,1$$

$$A_g = (Nu / \Phi \cdot F_{cr} \cdot 0,1) = 1.61 \quad \text{cm}^2$$

Se adopta perfil normal angular PNA
< 1 3/4"x3/16"

A=	4.14	cm ²	
iv=	0.85	cm	
b=	4.45	cm	ancho ala
t=	0.480	cm	espesor

Factor de reducción por pandeo local de elementos esbeltos comprimidos

$$\lambda_r = 0.45 \cdot \sqrt{(E/F_y)}$$

$$\lambda_r = 13.128$$

< 13,128 entonces es sección no esbelta y

$$b/t = 9.27 \quad Q=1$$

DIAGONAL VERTICAL DE VIGA-COLOCADA EN "X"

HIPÓTESIS 1,2 Peso propio + 1,6 Viento Vx+ 0,5 Redler cargado+0,5 Pasarela cargada

DIMENSIONAMIENTO

Nu=	13.5	KN	COMPRESION
Fu=	370	MN/m ²	
Fy=	235	MN/m ²	
Ly=	132	cm	
E=	200000	MN/m ²	
k=	0.5	diagonal comprimida unida en su centro a diagonal traccionada	

Se prefija $\lambda = 185 \quad \text{cm}$

$$r_{\min} = (K \cdot L) / \lambda$$

$$r_{\min} = 0.71 \quad \text{cm}$$

Factor de esbeltez adimensional

$$\lambda_c = ((1 \cdot k \cdot L) / (\pi \cdot r)) \cdot \sqrt{(F_y/E)} \quad \text{Según (E.2.4)}$$

$$\lambda_c = 1.009 \quad \leq 1,5$$

Se supone Q=1 (sección no esbelta)

Para $\lambda_c \leq 1,5$ la tensión crítica se determina de la siguiente manera:

$$F_{cr} = (0,658 \cdot \lambda_c^2) \cdot F_y \quad \text{Según (E.2.2)}$$

$$F_{cr} = 153.43 \quad \text{MN/m}^2$$

Proyecto para implantación de 2 transportadores a cadena (redler) aéreos, para el llenado de los silos existentes N°19 y N°20



De acuerdo a Sección E.2., la resistencia de diseño a compresión para pandeo flexional resulta

$$\Phi = 0.85 \quad \text{Compresión}$$

Resistencia de diseño

$$N_u = \Phi \cdot P_n =$$

$$N_u = \Phi \cdot F_{cr} \cdot A_g \cdot 0,1$$

$$A_g = (N_u / \Phi \cdot F_{cr} \cdot 0,1) = 1.04 \quad \text{cm}^2$$

Se adopta perfil normal angular PNA
< 1 1/2"x1/8"

$$A = 2.37 \quad \text{cm}^2$$

$$i_y = 0.72 \quad \text{cm}$$

$$b = 3.81 \quad \text{cm} \quad \text{ancho ala}$$

$$t = 0.320 \quad \text{cm} \quad \text{espesor}$$

Factor de reducción por pandeo local de elementos esbeltos comprimidos

$$\lambda_r = 0.45 \cdot \sqrt{(E/F_y)}$$

$$\lambda_r = 13.128$$

< 13,128 entonces es sección no esbelta y
Q=1

$$b/t = 11.91$$

PUNTALES ENTRE TORRE Y VIGA RETICULADA

HIPÓTESIS 1,2 Peso propio + 1,6 Viento Vx+ 0,5 Redler cargado+0,5 Pasarela cargada

DIMENSIONAMIENTO

$$N_u = 48.6 \quad \text{KN} \quad \text{COMPRESION}$$

$$F_u = 370 \quad \text{MN/m}^2$$

$$F_y = 235 \quad \text{MN/m}^2$$

$$L_y = 336 \quad \text{cm}$$

$$E = 200000 \quad \text{MN/m}^2$$

$$k = 0.5 \quad \text{diagonal comprimida unida en su centro a diagonal traccionada}$$

$$\text{Se prefija } \lambda = 195 \quad \text{cm}$$

$$r_{\min} = (K \cdot L) / \lambda$$

$$r_{\min} = 1.72 \quad \text{cm}$$

Factor de esbeltez adimensional

$$\lambda_c = ((1 \cdot k \cdot L) / (\pi \cdot r)) \cdot \sqrt{(F_y/E)} \quad \text{Según (E.2.4)}$$

$$\lambda_c = 1.064 \quad \leq 1,5$$

Se supone Q=1 (sección no esbelta)

Para $\lambda_c \leq 1,5$ la tensión crítica se determina de la siguiente manera:

$$F_{cr} = (0,658(\lambda_c)^2) \cdot F_y \quad \text{Según (E.2.2)}$$

$$F_{cr} = 146.33 \quad \text{MN/m}^2$$

De acuerdo a Sección E.2., la resistencia de diseño a compresión para pandeo flexional resulta

$$\Phi = 0.85 \quad \text{Compresión}$$

Resistencia de diseño

$$N_u = \Phi \cdot P_n =$$

$$N_u = \Phi \cdot F_{cr} \cdot A_g \cdot 0,1$$

$$A_g = (N_u / \Phi \cdot F_{cr} \cdot 0,1) = 3.91 \quad \text{cm}^2$$

Se adopta perfil normal angular PNA < 3"x1/4"

$$A = 9.43 \quad \text{cm}^2$$

$$i_y = 2.94 \quad \text{cm}$$

$$b = 7.62 \quad \text{cm} \quad \text{ancho ala}$$

$$t = 0.640 \quad \text{cm} \quad \text{espesor}$$

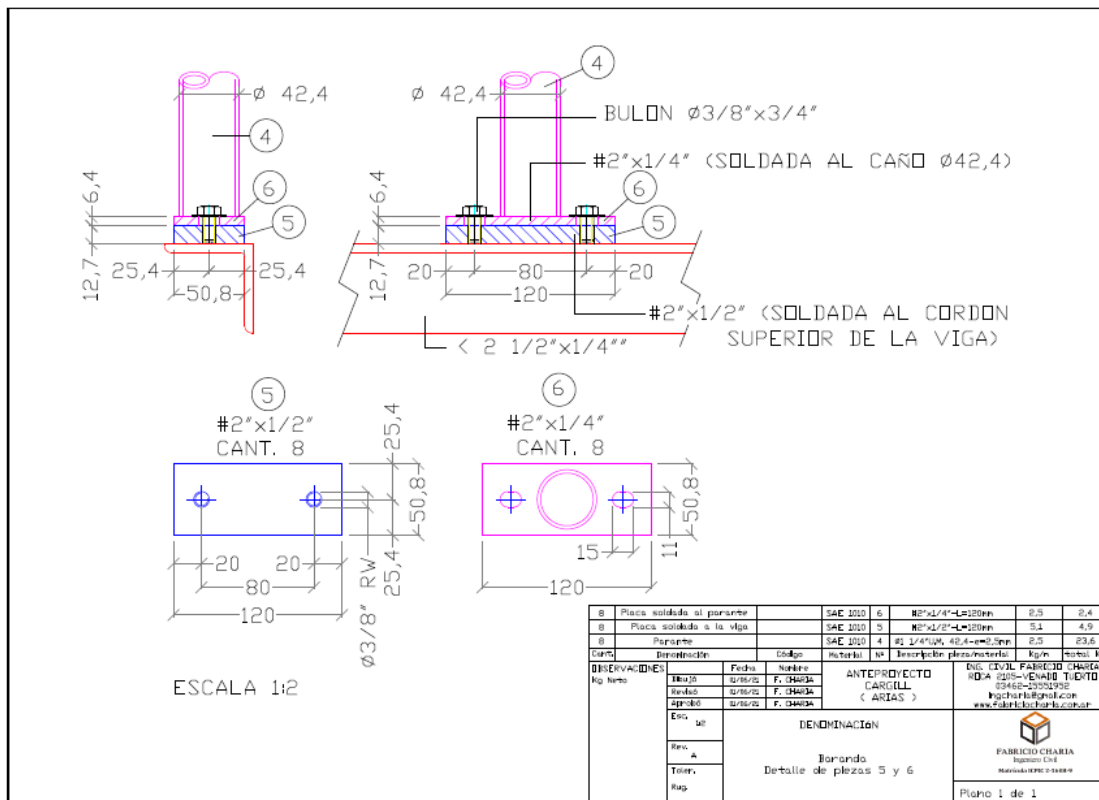
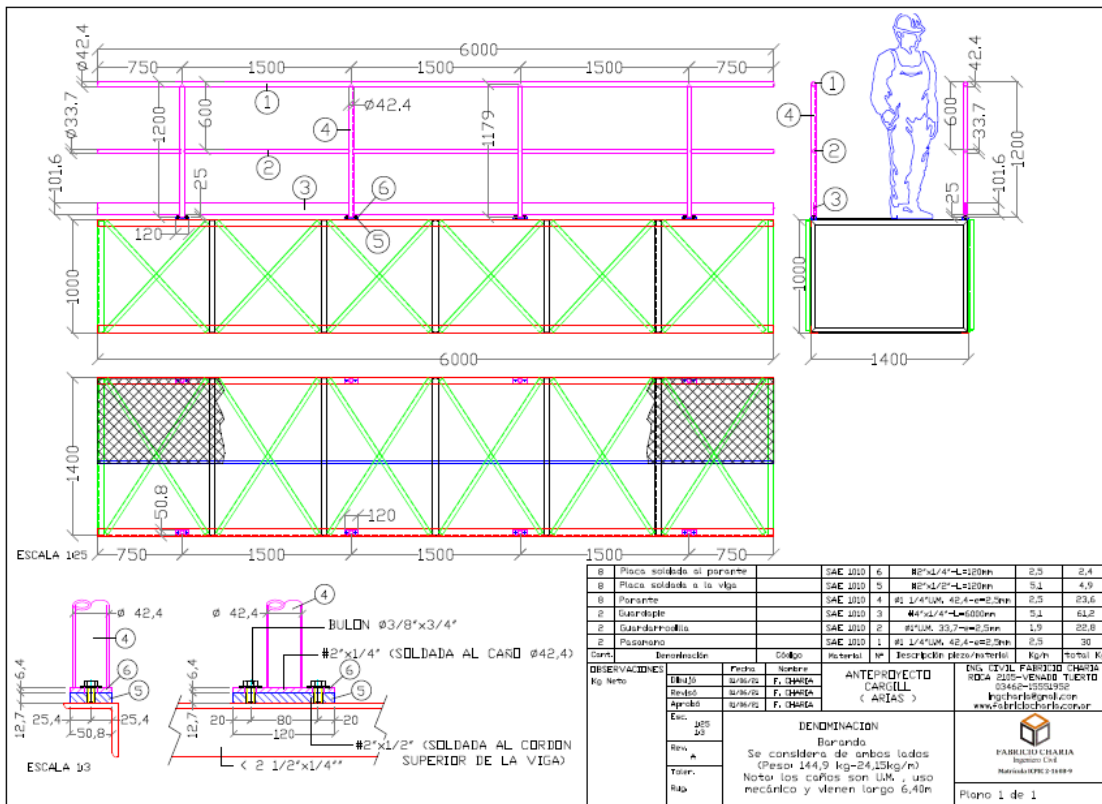
Factor de reducción por pandeo local de elementos esbeltos comprimidos

$$\lambda_r = 0.45 \cdot \sqrt{(E/F_y)}$$

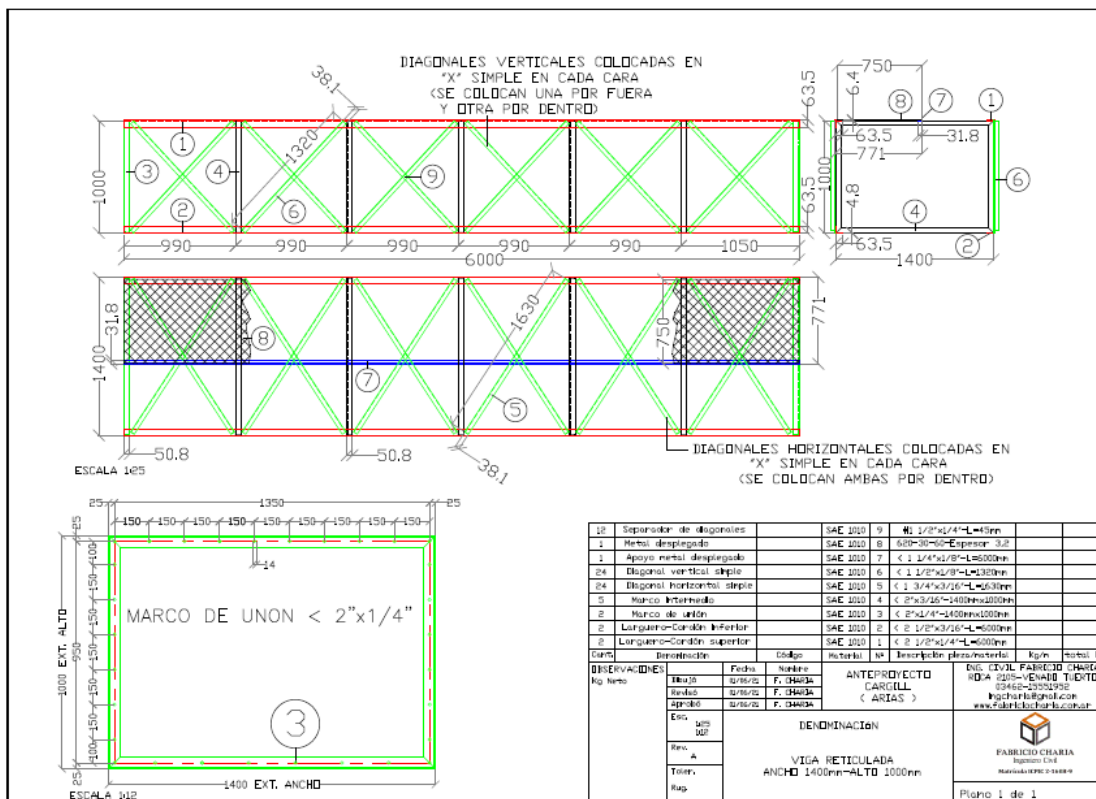
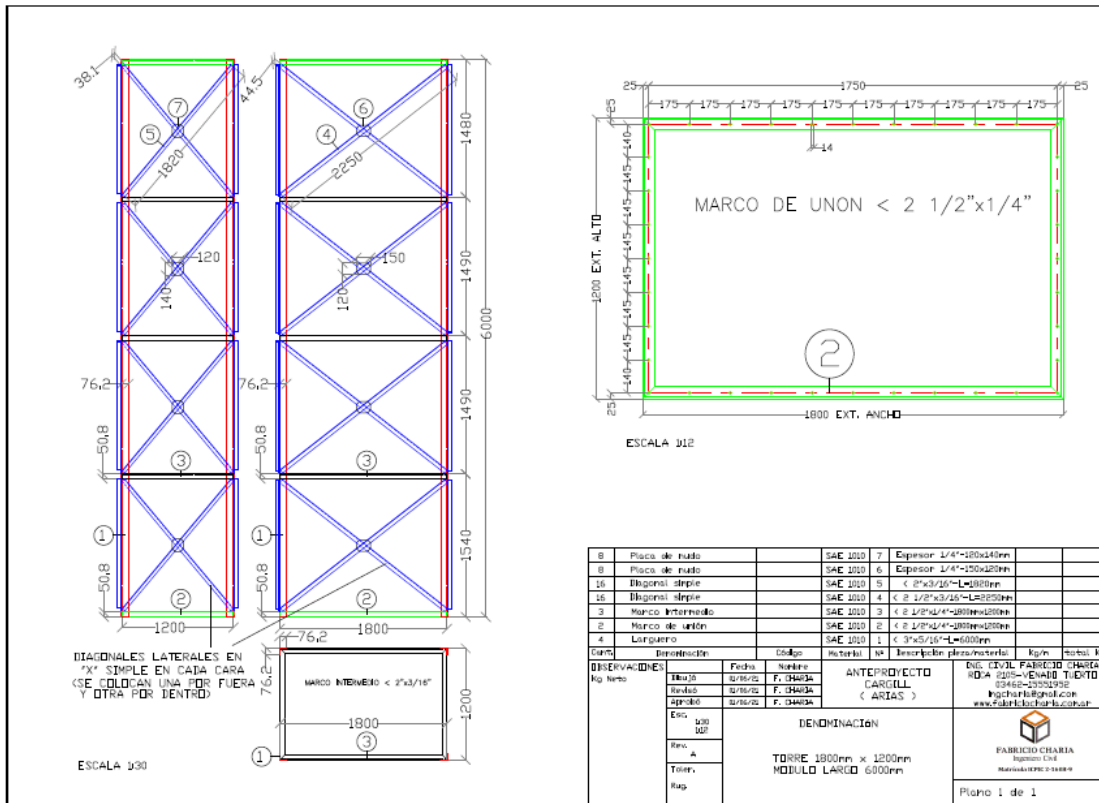
$$\lambda_r = 13.128$$

$$b/t = 11.91 \quad < 13,128 \text{ entonces es sección no esbelta y } Q=1$$

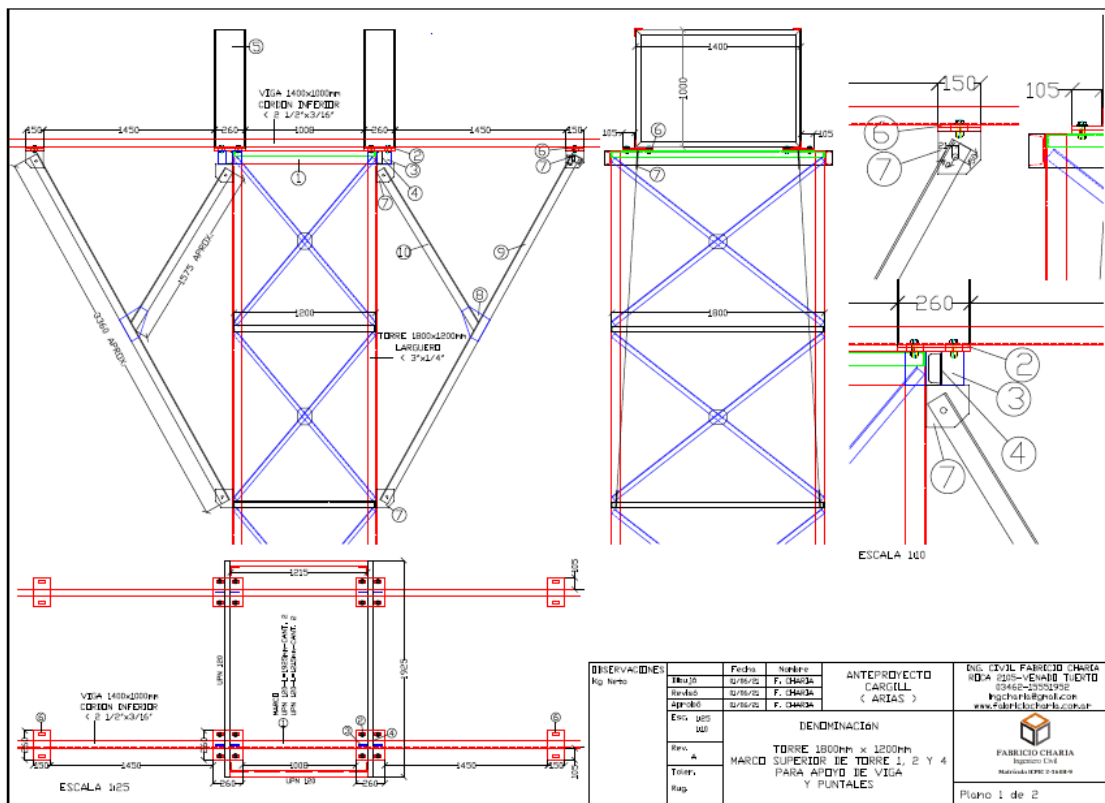
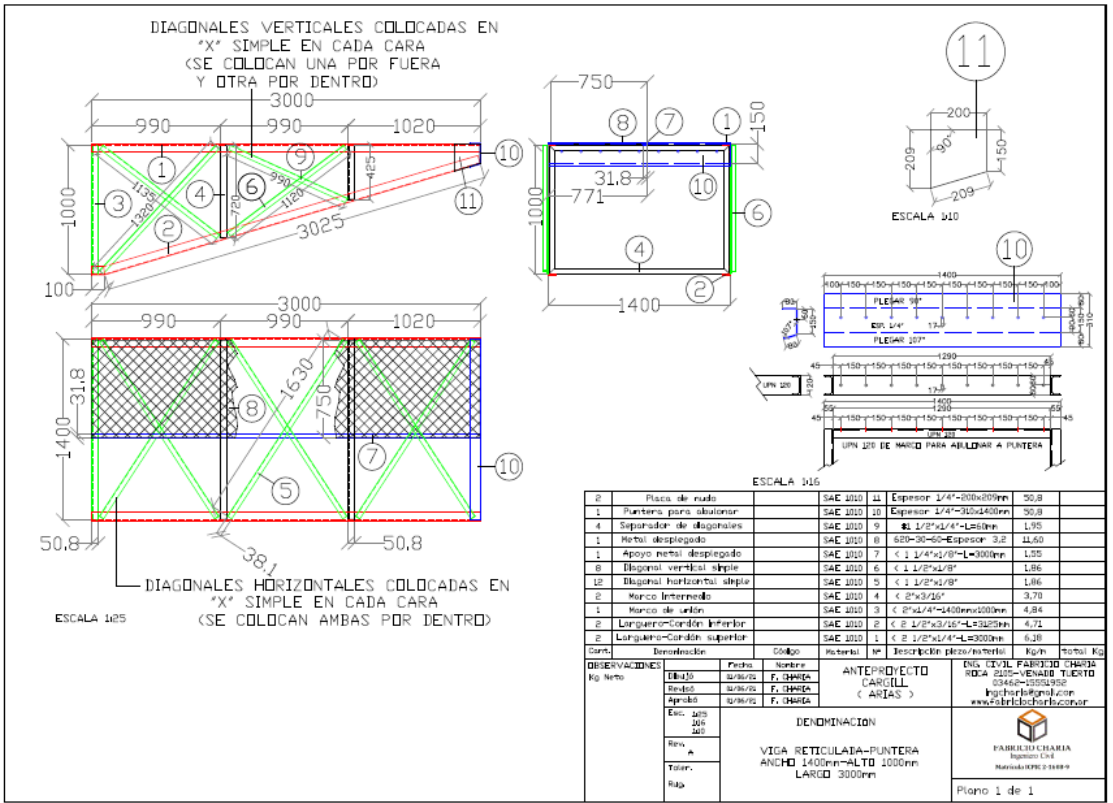
Anexo 3: 13 Planos de ingeniería básica



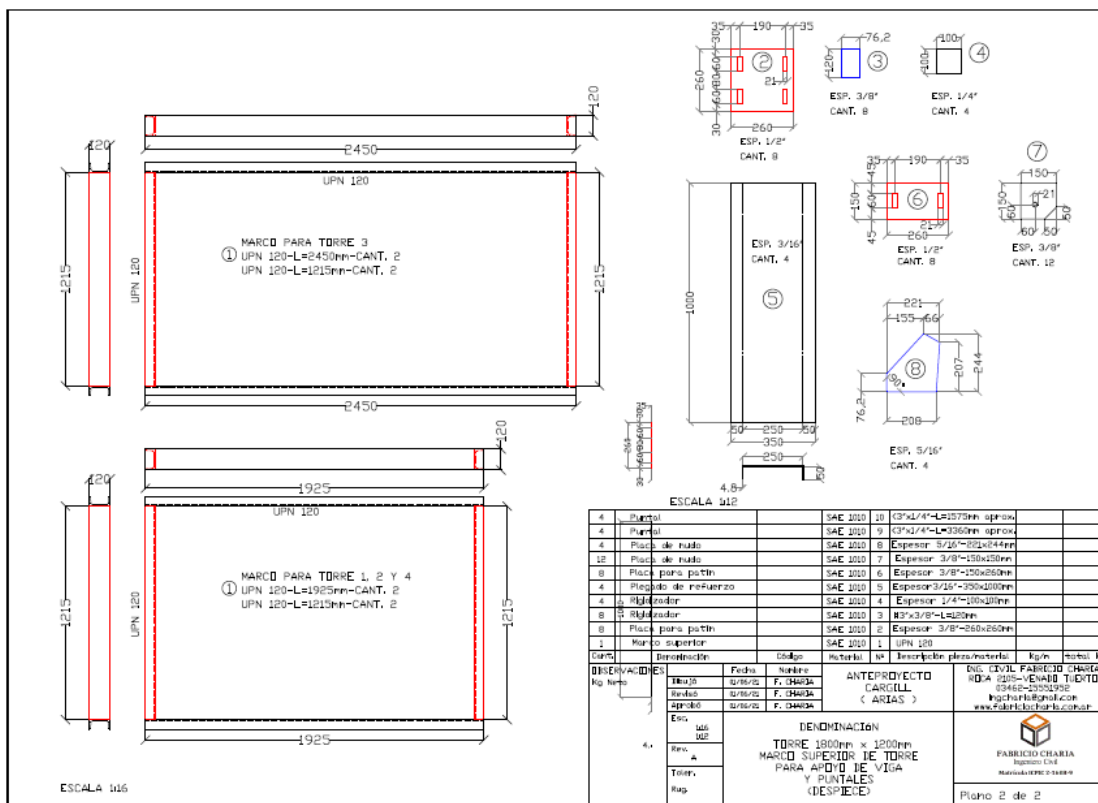
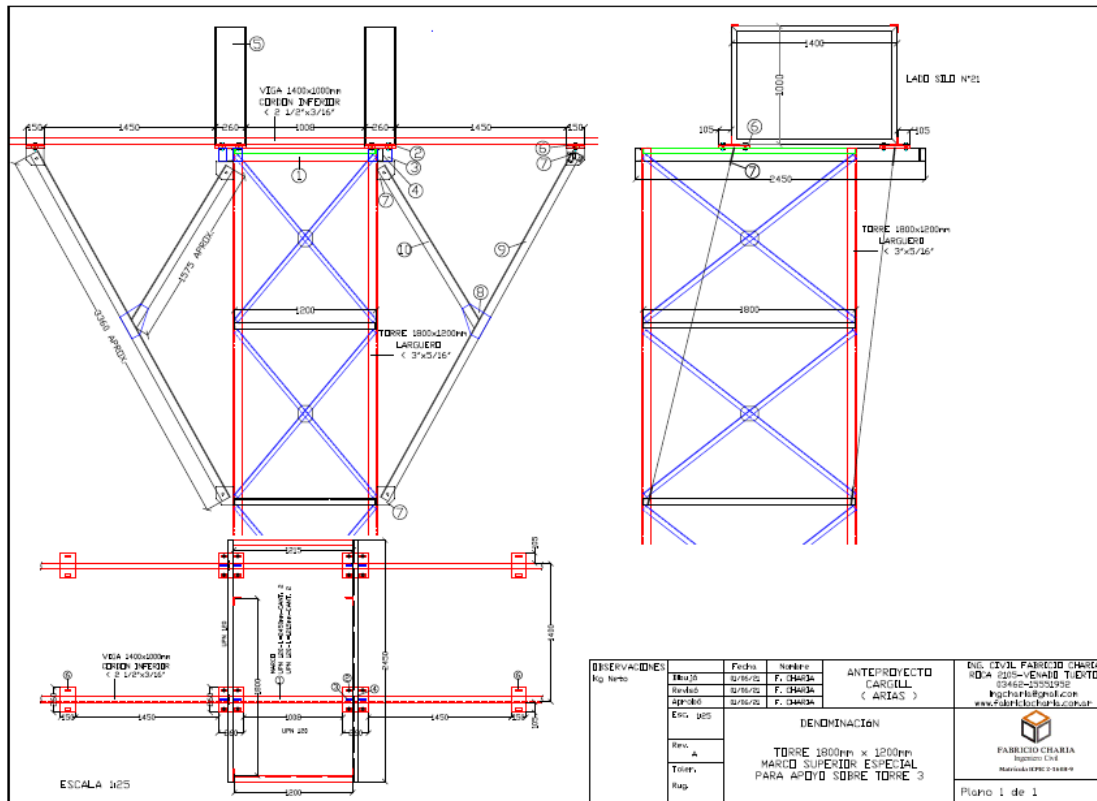
Proyecto para implantación de 2 transportadores a cadena (redler) aéreos, para el llenado de los silos existentes N°19 y N°20



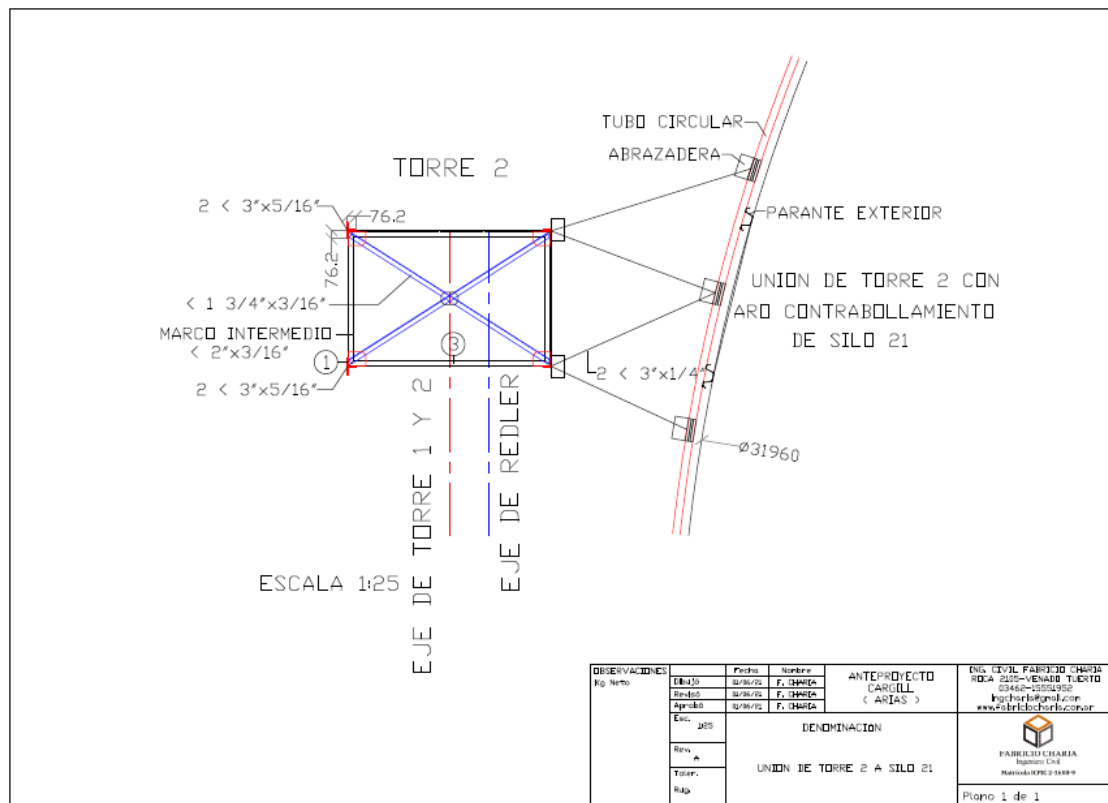
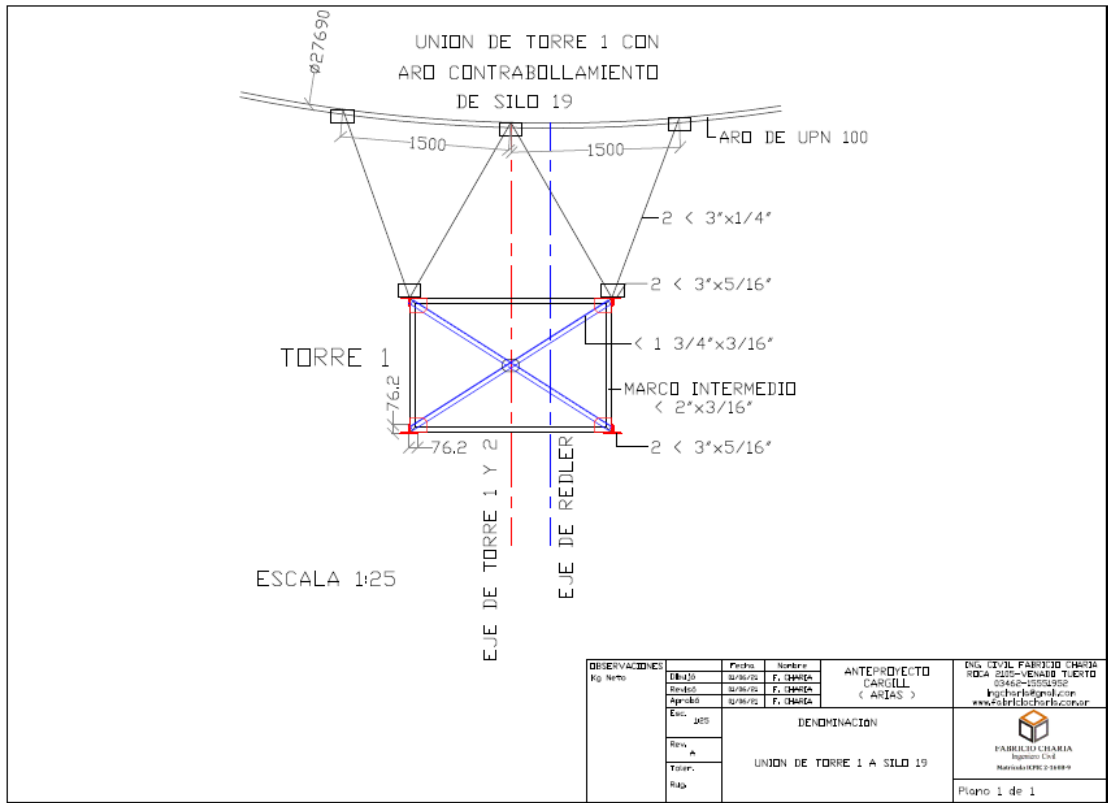
Proyecto para implantación de 2 transportadores a cadena (redler) aéreos, para el llenado de los silos existentes N°19 y N°20



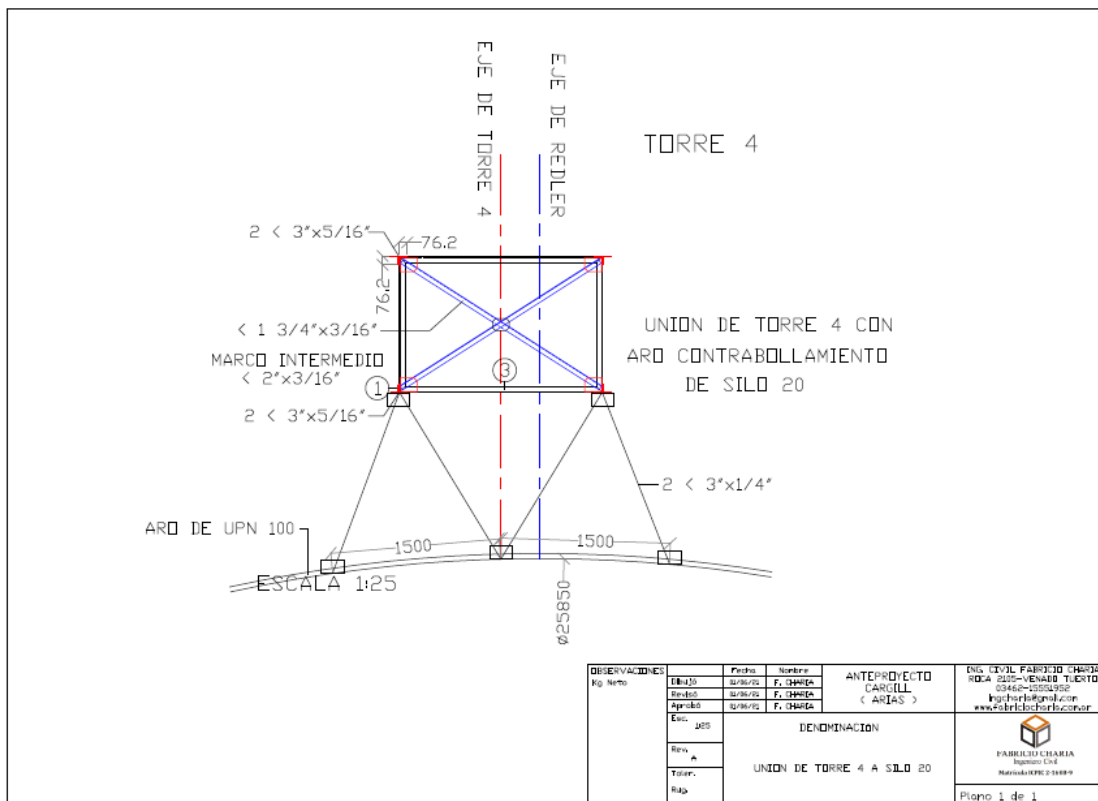
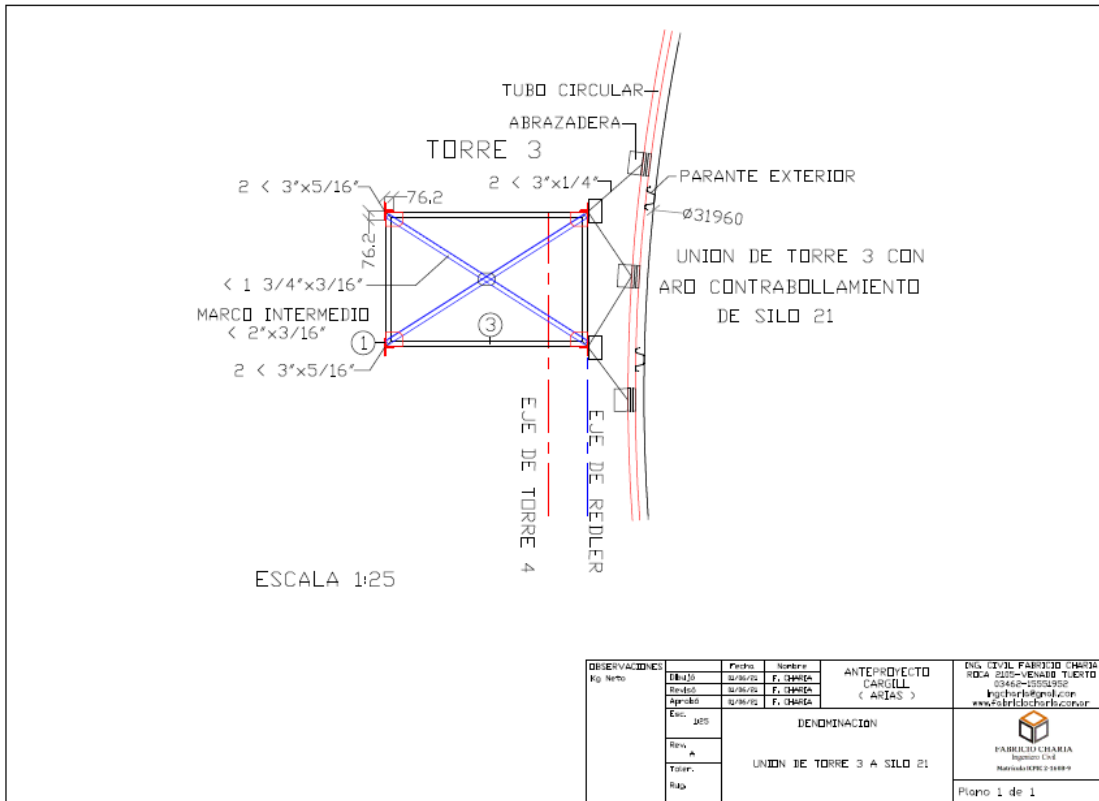
Proyecto para implantación de 2 transportadores a cadena (redler) aéreos, para el llenado de los silos existentes N°19 y N°20



Proyecto para implantación de 2 transportadores a cadena (redler) aéreos, para el llenado de los silos existentes N°19 y N°20



Proyecto para implantación de 2 transportadores a cadena (redler) aéreos, para el llenado de los silos existentes N°19 y N°20



Proyecto para implantación de 2 transportadores a cadena (redler) aéreos, para el llenado de los silos existentes N°19 y N°20

