


TRENES ARGENTINOS OPERACIONES	CALCULO ESTRUCTURAL – TORRE T.R.A.	
	OBRA	TORRE PARA TANQUE DE RESERVA DE AGUA DE 5000 Lts.
	UBICACION	PREDIO DE RETIRO - CABA
	FECHA	16-07-2015

TORRE METALICA PARA TANQUE DE AGUA

ESTRUCTURA RESISTENTE

MEMORIA DE CÁLCULO

	CALCULO ESTRUCTURAL – TORRE T.R.A.	
	OBRA	TORRE PARA TANQUE DE RESERVA DE AGUA DE 5000 Lts.
	UBICACION	PREDIO DE RETIRO - CABA
	FECHA	16-07-2015

ÍNDICE

1.- REFERENCIAS

2.- REGLAMENTACIÓN CONSULTADA


3.- CONSIDERACIONES GENERALES

4.- MATERIALES

5.- ESTADOS DE CARGAS

6.- ESTRUCTURA METÁLICA

7.- FUNDACIONES

	CALCULO ESTRUCTURAL – TORRE T.R.A.	
	OBRA	TORRE PARA TANQUE DE RESERVA DE AGUA DE 5000 Lts.
	UBICACION	PREDIO DE RETIRO - CABA
	FECHA	16-07-2015

1.- REFERENCIAS

Este documento ha sido elaborado teniendo en cuenta lo que a continuación se enumera:

1.1.- *Esquema estructural acordado con el interesado.*

1.3.- *Pliego de especificaciones técnicas del tanque provisto por el interesado.*

2.- REGLAMENTACIÓN CONSULTADA

El proyecto de la estructura y el dimensionado de las secciones resistentes se han llevado a cabo en base a la normativa que se lista a continuación.

2.1.- CIRSOC 201: "Proyecto y Ejecución de Estructuras de Hormigón Armado y Pretensado".

2.2.- CIRSOC 101: "Cargas y Sobrecargas Gravitatorias para el Cálculo de las Estructuras de Edificios".

2.3.- CIRSOC 301: "Proyecto Calculo y Ejecución de estructuras de acero para edificios".


2.4.- CIRSOC 302: "Fundamentos de cálculo para los problemas de estabilidad del equilibrio en las estructuras de acero".

3.- CONSIDERACIONES GENERALES

Este informe tiene por objeto la presentación de los resultados del cálculo y el dimensionado de la estructura resistente de la torre metálica del tanque de agua de 5000Lts incluyendo sus fundaciones.

Se analizaron las cargas actuantes sobre el edificio, siguiendo los lineamientos del reglamento CIRSOC 101 y las secciones resistentes se dimensionaron siguiendo las normativas reglamentarias del CIRSOC 201.

Para la determinación de las cargas permanentes se utilizaron los pesos unitarios recomendados por el reglamento CIRSOC 101

	CALCULO ESTRUCTURAL – TORRE T.R.A.	
	OBRA	TORRE PARA TANQUE DE RESERVA DE AGUA DE 5000 Lts.
	UBICACION	PREDIO DE RETIRO - CABA
	FECHA	16-07-2015

Las sobrecargas de servicio verticales se determinaron de acuerdo al Reglamento CIRSOC 101, y se detallan a continuación:

Sobrecarga en pasarela de mantenimiento.	100 Kg/m²
--	-----------------------------

Tabla 1: Sobrecargas de servicio verticales según CIRSOC 201

Modelada la estructura, y aplicadas las cargas obtenidas de acuerdo a lo expresado en los párrafos anteriores, se efectuó el cálculo estructural de la misma, considerando las transferencias de cargas del tanque y de la pasarela a las vigas de apoyo, y finalmente de éstas a las columnas y elementos de fundación.

4.- MATERIALES

La verificación de los elementos de hormigón armado se ha realizado teniendo en cuenta materiales de las calidades que se indican a continuación:

Hormigón tipo: H17 $\sigma'_{bk} \geq 170 \text{ Kg/cm}^2$

Acero en barras para H°A°: ADN-420 $\beta_s \geq 4200 \text{ Kg/cm}^2$

Acero en mallas para H°A°: AM-500 $\beta_s \geq 5000 \text{ Kg/cm}^2$

Acero de perfiles estructurales y chapas nodales: F-24; $\beta_s \geq 2400 \text{ Kg/cm}^2$

Acero de barras para arriostres: F-24; $\beta_s \geq 2400 \text{ Kg/cm}^2$

5.- ESTADOS DE CARGAS.

5.1.- Estados de cargas: Teniendo en cuenta las características geométricas de la estructura y las condiciones geográficas del sitio de implantación, el análisis de cargas se realizó considerando los estados de carga:

- pp: "peso propio de los elementos estructurales".

Los pesos propios de vigas y columnas son calculados por el Software. El peso de plataforma metálica de pasarela se carga sobre las vigas correspondientes.

- pl: "sobrecargas de uso sobre planos horizontales.

Se cargan en el software de acuerdo de acuerdo a los valores indicados en el apartado 3. Se considera en este grupo la carga de agua a tanque lleno.

- cv: "cargas originadas por la acción del vientos".

Acción del viento

Localidad – Provincia de Buenos Aires


	CALCULO ESTRUCTURAL – TORRE T.R.A.	
	OBRA	TORRE PARA TANQUE DE RESERVA DE AGUA DE 5000 Lts.
	UBICACION	PREDIO DE RETIRO - CABA
	FECHA	16-07-2015

TABLA 1 - Descripción por tipo de RUGOSIDAD	
I	Llanuras planas con pocas o ninguna obstrucción, con un promedio de alturas de las posibles obstrucciones alrededor de la construcción menor que 1,5 m. Por ejemplo: fajas costeras hasta aproximadamente 6 km, llanuras sin árboles, mesetas desérticas, pantanos.
II	Zonas llanas, poco onduladas con obstrucciones dispersas, tales como cercas, árboles o construcciones muy aisladas, con alturas entre 1,5 y 10 m.
III	Zonas onduladas o forestadas, zonas urbanas con numerosas obstrucciones de espacios cerrados que tienen la altura de las casas domésticas con promedio no superior a 10 m. Por ejemplo: áreas industriales, suburbios de grandes ciudades.
IV	Superficies cubiertas por numerosas obstrucciones, centros de grandes ciudades con edificación general de más de 25 m de altura.-

TABLA 2 - Descripción por Tipo de GRUPO	
1	Construcciones cuyo colapso o deterioro puede afectar la seguridad o la sanidad pública y aquellas vinculadas con la seguridad nacional: hospitales, centrales eléctricas y de comunicaciones, reactores nucleares, industrias riesgosas, cuarteles de bomberos y fuerzas de seguridad, aeropuertos principales, centrales de potabilización y distribución de aguas corrientes, etc.
2	Edificios para vivienda, hoteles y oficinas, edificios educacionales, edificios gubernamentales que no se consideren en el grupo 1, edificios para comercios e industrias con alto factor de ocupación, etc
3	Edificios e instalaciones industriales con bajo factor de ocupación: depósitos, silos, construcciones rurales, etc.
4	Construcciones temporarias o precarias: locales para exposiciones, estructuras de otros grupos durante el proceso de construcción, etc.

	CALCULO ESTRUCTURAL – TORRE T.R.A.	
	OBRA	TORRE PARA TANQUE DE RESERVA DE AGUA DE 5000 Lts.
	UBICACION	PREDIO DE RETIRO - CABA
	FECHA	16-07-2015

Aspectos Geográficos			
CIUDAD	Buenos Aires		
β	27.2	[m/s]	
GRUPO	3	-	
Cp	1.45	-	el coeficiente de velocidad probable
Vo	39.4	[m/s]	la velocidad básica de diseño
qo	0.95	[KN/m ²]	
Cz	0.673	-	Coeficiente adimensional
qz	0.64	[KN/m ²]	presion dinamica de calculo
RUGOSIDAD	II		

Aspectos Edilicios			
h	7	[m]	altura del tanque expresado en metros
Z	10	[m]	altura del punto considerado, en metros
Ancho	2.1	[m]	Consignado con la letra "a"
Largo	1.9	[m]	Consignado con la letra "b"
Relación a/h	0.30	-	
Relación b/h	0.27	-	
Relación h/Vo	0.18	-	
a/h - rugosidad	0,5 - II		
Cd	1.00	-	

Velocidad de referencia----- $\beta = 27,2$ m/seg
 Coeficiente de velocidad probable para grupo 2 -----Cp = 1,45
 Velocidad básica de diseño -----Vo = 39.4 m/seg
 Presión dinámica de cálculo-----qo = 95 Kg/m²
 Rugosidad tipo III
 Coeficiente de presión de variación de altura (para h = 10 m)-----Cz = 0.63
 Se adopta Cd = 1

Presión dinámica de cálculo -----qz = 64 Kg/m²

Se considera la acción más desfavorable que resulta de los siguientes modelos

- Construcción cilíndrica despegada del suelo. Siendo **d** y **h** las alturas y diámetro del reservorio y **e** la separación desde el suelo y siendo la clasificación de la construcción Tipo VI;

$$\lambda = h/d = 2m/2m = 1$$

de la figura 22 de Reglamento CIRSOC 102 se tiene $\gamma = 0.9$

La acción resultante exterior, considerando cilindro estanco es $E = C_E * q_z * A$

$$C_E = \gamma * C_{E0}$$

C_{E0} (coeficiente global de empuje según la construcción, tabla 16 CIRSOC 201)

$$C_{E0} = 0.45 \text{ (d > 0.28)}$$

$$E = 0.9 * 0.45 * 64 \text{ Kg/m}^2 * 4\text{m}^2 = 103.7 \text{ Kg}$$


- Considerando el área maestra como un panel. Siendo **l=d** y **h** el diámetro y la altura del reservorio respectivamente y **e** la separación desde el suelo se tiene;

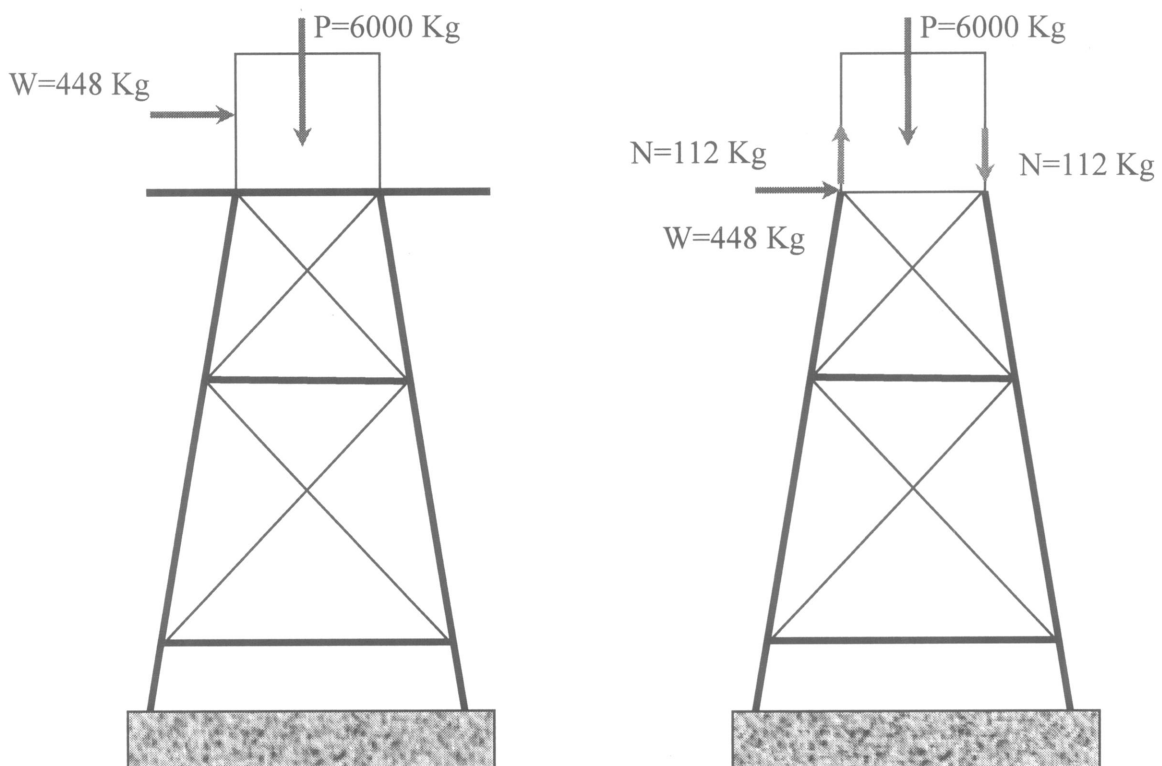
$$W = C_E * q_z * A$$

Considerando la escala funcional de la figura 25 del reglamento CIRSOC 201 para relación;

$$\lambda = h/d = 2m/2m = 1 \text{ se obtiene } C_E = 1.75$$

$$W = C_E * q_z * A = 1.75 * 64 \text{ Kg/m}^2 * 4\text{m}^2 = 448 \text{ Kg}$$

	CALCULO ESTRUCTURAL – TORRE T.R.A.	
	OBRA	TORRE PARA TANQUE DE RESERVA DE AGUA DE 5000 Lts.
	UBICACION	PREDIO DE RETIRO - CABA
	FECHA	16-07-2015




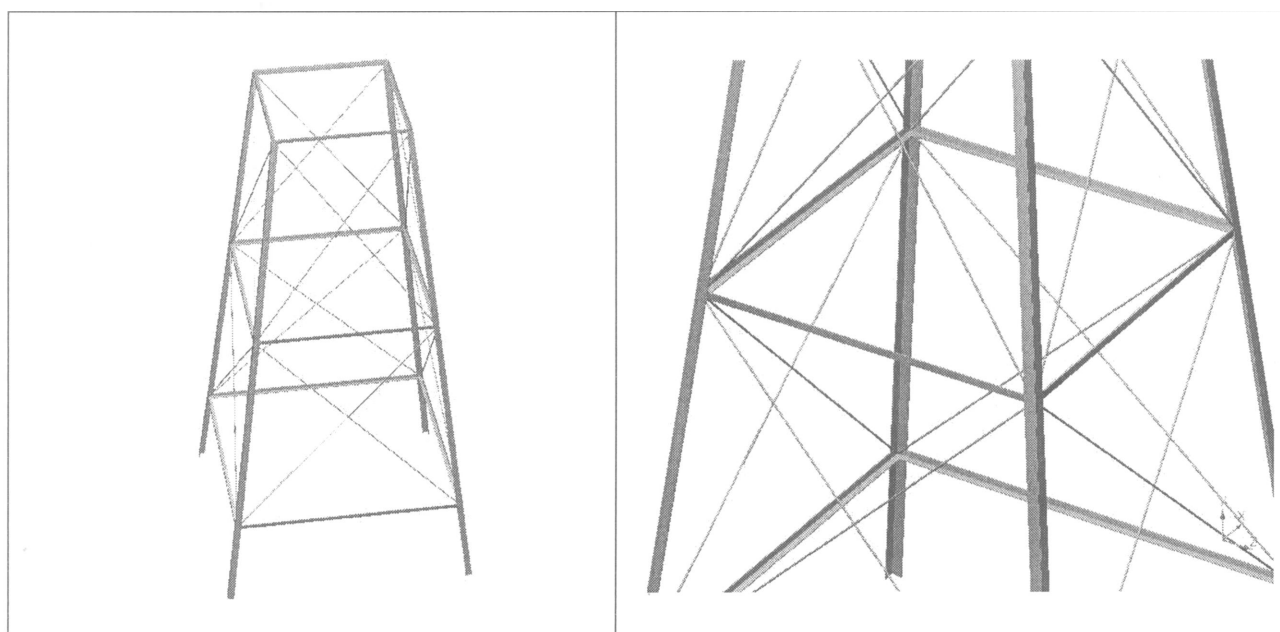
La acción del viento sobre el tanque se traslada al extremo superior de la torre con el correspondiente par de fuerzas de 112 kg asociado a la traslación. Se considera la carga de agua en 5000 Kg y un adicional de 1000Kg para la materialización de la pasarela y la sobrecarga de uso sobre ella.

5.2.- Combinaciones de estados de cargas:

Para el cálculo de las estructuras metálicas y de las fundaciones se consideró la condición probable más desfavorable que resulta de las combinaciones de los estados de cargas antes mencionados. Particularmente la situación de tanque vacío y acción del viento es la más desfavorable ante la posibilidad de vuelco.

6.- ESTRUCTURA METÁLICA.

	CALCULO ESTRUCTURAL – TORRE T.R.A.	
	OBRA	TORRE PARA TANQUE DE RESERVA DE AGUA DE 5000 Lts.
	UBICACION	PREDIO DE RETIRO - CABA
	FECHA	16-07-2015



6.1.- Descripción

Se trata de una estructura en torre formada por;

- cuatro columnas materializadas por PNL que se desarrollan desde la fundación hasta el remate de la torre.
- tres marcos cerrados de vinculación ubicados a cotas +1.0m, +3.5m y +6m y materializados por PNL.
- Arriostramientos en cruz de San Andres.

En el remate superior se genera una pasarela para apoyo del tanque y para mantenimiento del mismo.

En el análisis estructural se ha considerado que todos los elementos de arriostramiento se vinculan mediante articulaciones a las columnas y vigas principales de la estructura.

En el dimensionado de la estructura se tuvieron en cuenta tanto las tensiones máximas admisibles en el acero de los perfiles como también las deformaciones máximas admitidas por el reglamento para cada tipo de elemento estructural.

6.2.- Materiales. Tensiones admisibles.

Coefficiente de seguridad, recaudo constructivo tipo II, clase de destino B

Carga P $\gamma_p = 1,60$

Carga P-S $\gamma_{p-s} = 1,40$

Para perfiles de chapa doblada tensión de fluencia $\sigma_f = 2400 \text{ Kg/cm}^2$

Tensión admisible

$\sigma_p \text{ adm} = 2400 \text{ Kg/cm}^2 / 1,6 = 1500 \text{ Kg/cm}^2$

$\sigma_{p-s} \text{ adm} = 2400 \text{ Kg/cm}^2 / 1,4 = 1714 \text{ Kg/cm}^2$

	CALCULO ESTRUCTURAL – TORRE T.R.A.	
	OBRA	TORRE PARA TANQUE DE RESERVA DE AGUA DE 5000 Lts.
	UBICACION	PREDIO DE RETIRO - CABA
	FECHA	16-07-2015

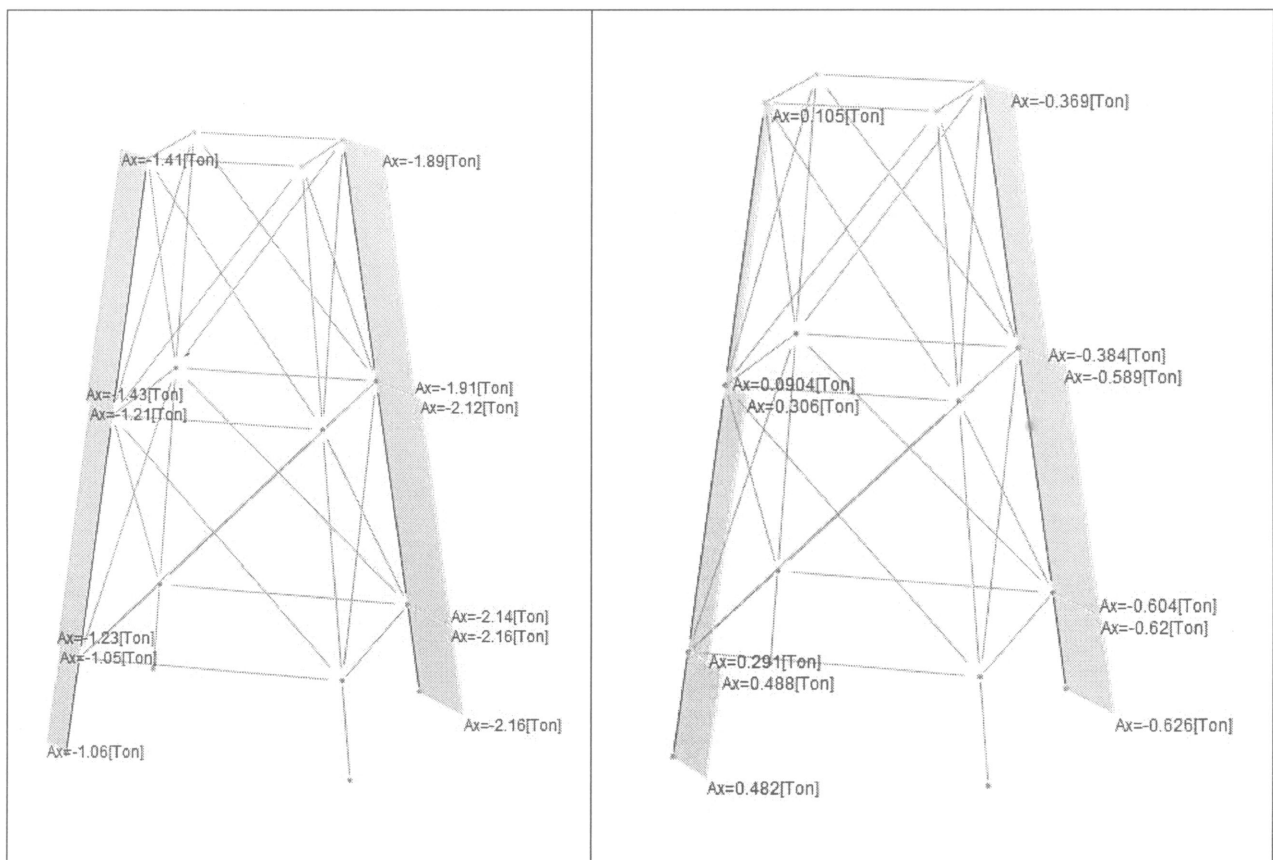
6.3.- Cálculo de solicitaciones.


Se modeló la estructura y se colocaron las cargas según lo expresado con anterioridad. A partir de la envolvente de esfuerzos se obtubieron los maximos esfuerzos de dimensionamiento.

6.3.1.- Columnas.

El estado más desfavorable corresponde a la condición de tanque lleno y acción del viento sobre el tanque.

Teniendo en cuenta que las columnas son un elemento continuo se la dimensiona con la condición más desfavorable que corresponde al segundo tramo con esfuerzo axil de compresión de 2.14 Tn y longitud de miembro de 2.5m.

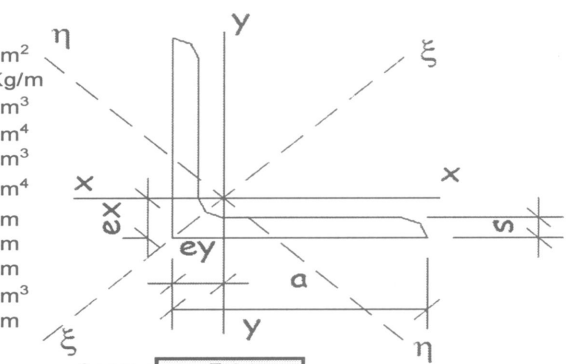


	CALCULO ESTRUCTURAL – TORRE T.R.A.	
	OBRA	TORRE PARA TANQUE DE RESERVA DE AGUA DE 5000 Lts.
	UBICACION	PREDIO DE RETIRO - CABA
	FECHA	16-07-2015

Perfil 3" x 1/4"	N [t] -2.15	My [tm] 0.00	Mz [tm] 0.00	Mx [tm] 0.00
	Ly [m] 2.60	Lz [m] 2.60	Qy [t] 0.00	Qz [t] 0.00

Características mecánicas

F =	9.27	cm ²
G =	7.30	Kg/m
wy =	9.46	cm ³
Jy =	51.60	cm ⁴
wz =	9.46	cm ³
Jz =	51.60	cm ⁴
iy =	2.36	cm
iz =	2.36	cm
i mín =	1.44	cm
Sy =		cm ³
t =		cm



Coefficiente de seguridad: 1.6

Acero: F-24

σ_{adm} =	1.50	t/cm ²
τ_{adm} =	0.87	t/cm ²

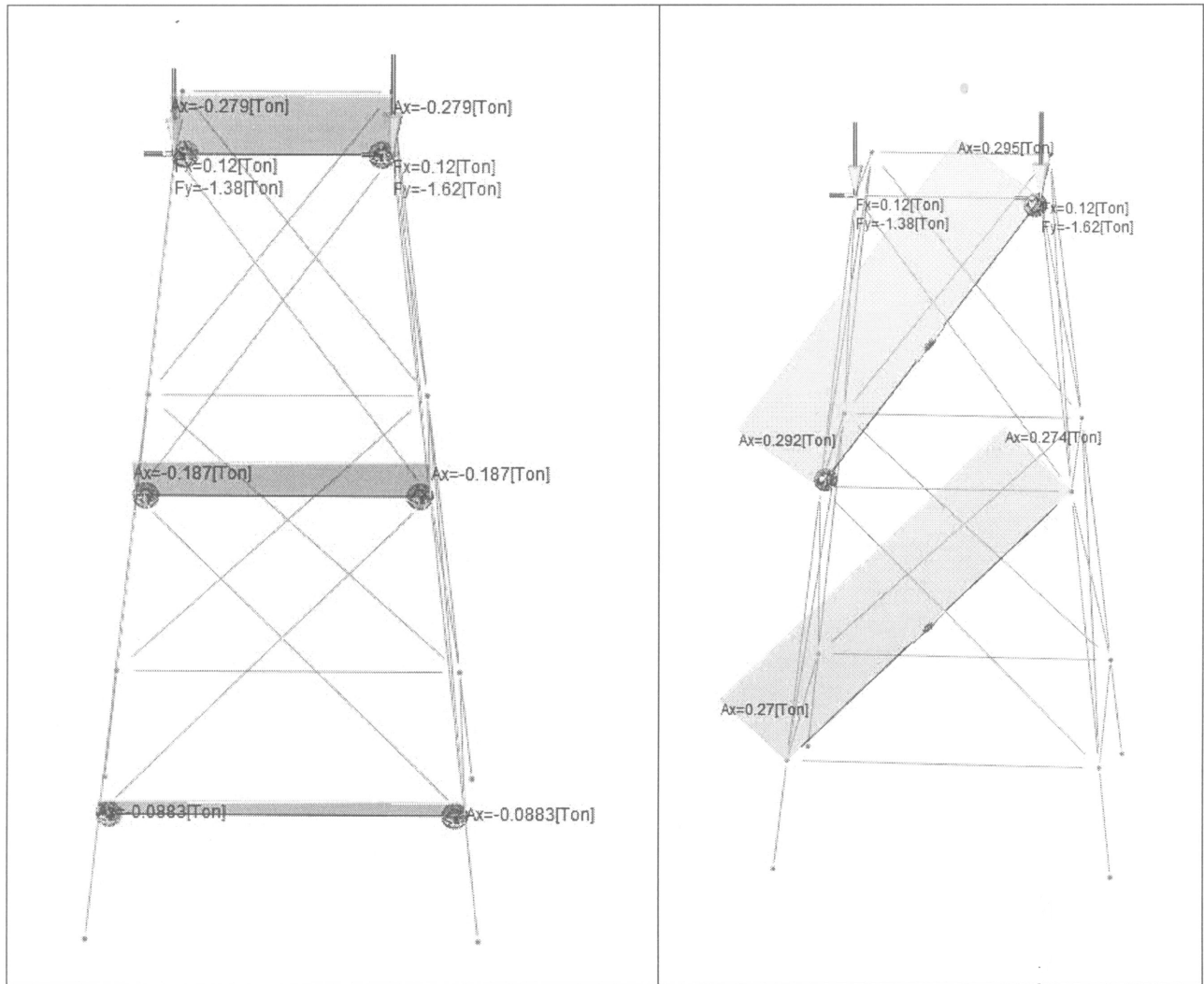
Flexión compuesta oblicua:


β_y =	1.0	
β_z =	1.0	
$\beta_{mín}$ =	1.0	
λ_y =	110.2	
λ_z =	110.2	
$\lambda_{máx}$ =	180.6	
ω_y =	2.43	
ω_z =	2.43	
$\omega_{máx}$ =	6.25	
$\sigma_{máx}$ =	1.45	t/cm ²

verifica

6.3.2.- Marcos.

El estado más desfavorable corresponde a la condición de tanque lleno y acción del viento sobre el tanque. El esfuerzo de compresión es de -0.28t sobre un elemento de longitud 1.6m.



CALCULO ESTRUCTURAL – TORRE T.R.A.		
	OBRA	TORRE PARA TANQUE DE RESERVA DE AGUA DE 5000 Lts.
	UBICACION	PREDIO DE RETIRO - CABA
	FECHA	16-07-2015

Perfil	N [t]	My [tm]	Mz [tm]	Mx [tm]
2" x 1/8"	-0.28	0.00	0.00	
	Ly [m]	Lz [m]	Qy [t]	Qz [t]
	1.60	1.60		0.00

Características mecánicas

F =	3.13	cm ²
G =	2.40	Kg/m
wy =	2.14	cm ³
Jy =	7.91	cm ⁴
wz =	2.14	cm ³
Jz =	7.91	cm ⁴
iy =	1.59	cm
iz =	1.59	cm
i mín =	0.96	cm
Sy =		cm ³
t =		cm

Coefficiente de seguridad: **1.6**

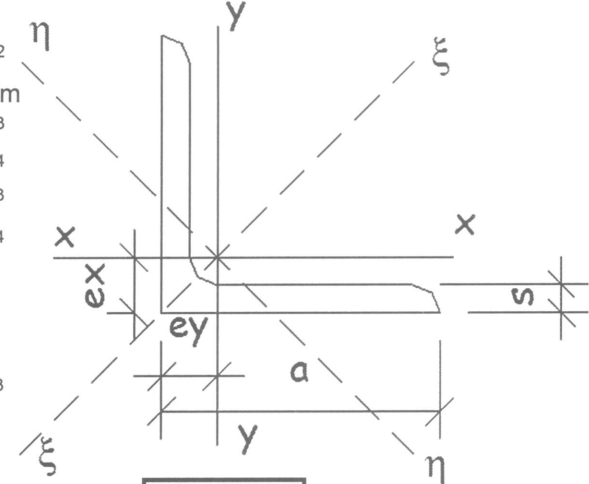
Acero: **F-24**

$\sigma_{adm} = 1.50$ t/cm²
 $\tau_{adm} = 0.87$ t/cm²

Flexión compuesta oblicua:

$\beta_y =$	1.0
$\beta_z =$	1.0
$\beta_{mín} =$	1.0
$\lambda_y =$	100.6
$\lambda_z =$	100.6
$\lambda_{máx} =$	166.7
$\omega_y =$	2.18
$\omega_z =$	2.18
$\omega_{máx} =$	5.32
$\sigma_{máx} =$	0.48 t/cm ²

verifica



6.3.3.- Arriostramientos.


El estado más desfavorable corresponde a la condición de tanque lleno y acción del viento sobre el tanque. El esfuerzo de tracción es de -0.3t.

Podrán materializarse todos los arriostramientos mediante varillas lisas $\Phi=10\text{mm}$

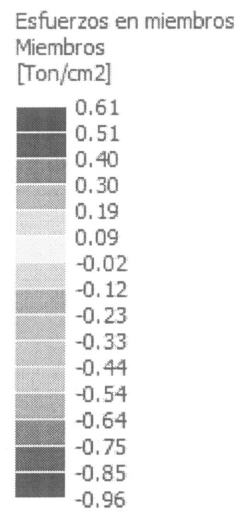
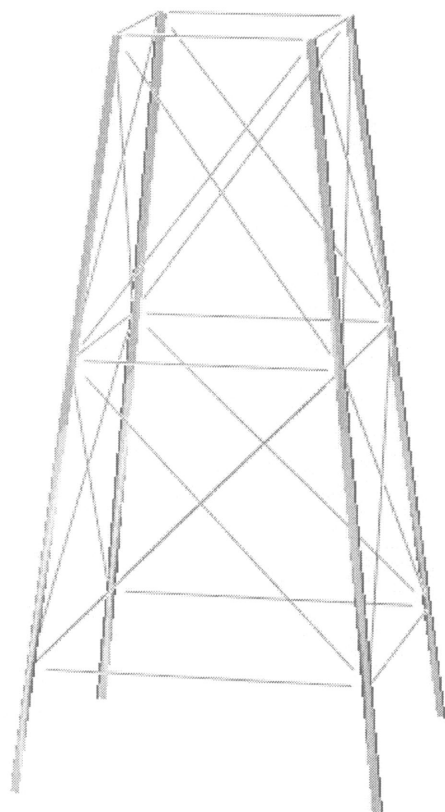
6.3.4.- Uniones.

Teniendo en cuenta las características y uso de la estructura, la totalidad de las uniones podrá realizarse mediante soldadura normal en las aristas de contacto determinada por el solape de los perfiles que concurren a cada nudo. Seguidamente se muestran los esquemas de unión.

6.4.- Analisis tensional global.


	CALCULO ESTRUCTURAL – TORRE T.R.A.	
	OBRA	TORRE PARA TANQUE DE RESERVA DE AGUA DE 5000 Lts.
	UBICACION	PREDIO DE RETIRO - CABA
	FECHA	16-07-2015

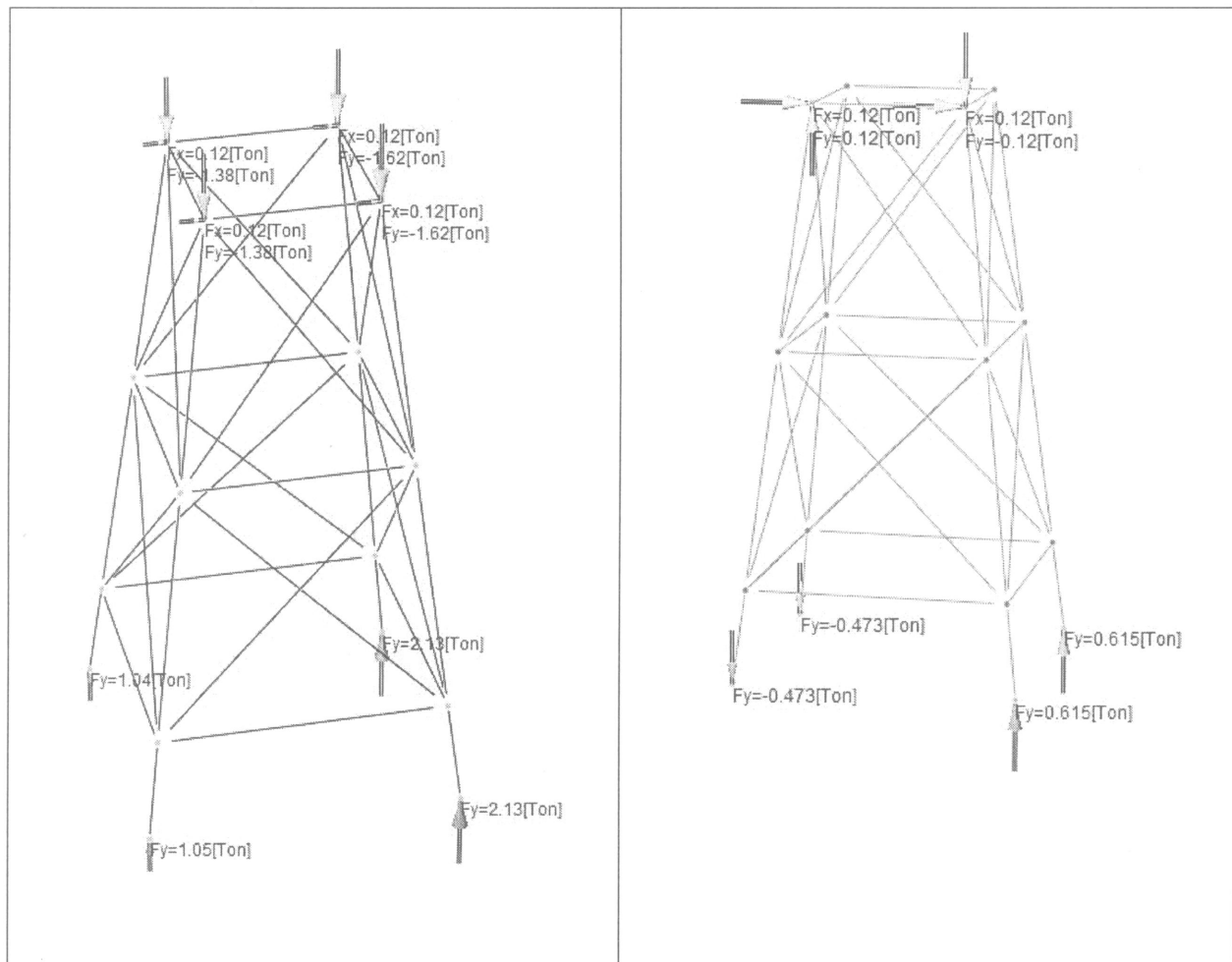
Se presenta el estado tensional asociado a la envolvente.



7. FUNDACIONES

C1: CARGAS PERMANENTE +SOBRECARGA + ACCION DEL VIENTO	C2: 0.8 DE CARGAS PERMANENTE + ACCION DEL VIENTO

	CALCULO ESTRUCTURAL – TORRE T.R.A.	
	OBRA	TORRE PARA TANQUE DE RESERVA DE AGUA DE 5000 Lts.
	UBICACION	PREDIO DE RETIRO - CABA
	FECHA	16-07-2015



Se efectuó el dimensionado de las fundaciones en función de las solicitaciones transmitidas por las columnas metálicas. El estudio de suelos fue provisto, y arrojó un valor de tensión admisible del suelo de 1.6 kg/cm^2 a profundidad de 0.5 a 1m para fundaciones mediante bases.

7.1.- Bases. Se dimensionaron a partir de las cargas dadas en columnas para el estado C1 ($R1=2.13 \text{ tn} + \text{PP}$), con más un incremento del 5% para considerar la tapada. Luego se verifica el volcamiento para el estado C2.


Para verificar volcamiento con margen de seguridad 2.5, para la situación de tanque vacío, se requiere un peso del dado que materializa la base según la siguiente expresión;

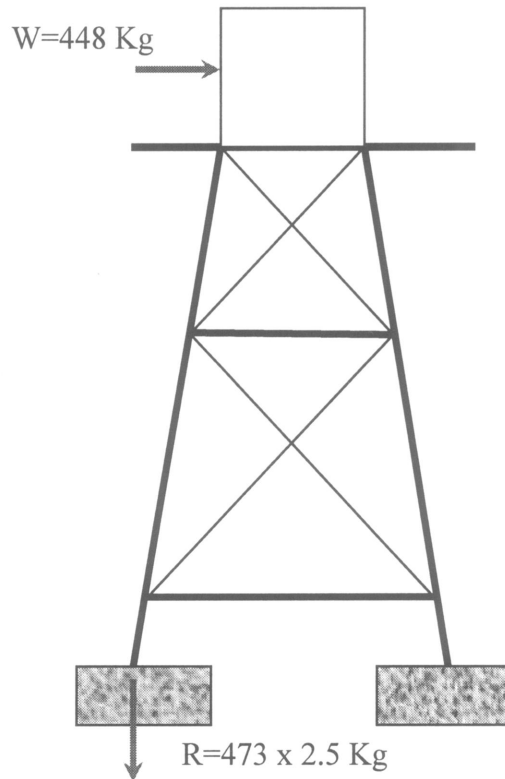
$R=473 \times 2.5 \text{ Kg} = 1182 \text{ Kg}$. Siendo R la reacción vertical de la columna traccionada en estado C2.

Volumen de hormigón por base o dado de apoyo; $V=1182 \text{ Kg} / 2200 \text{ Kg/m}^3 = 0.53 \text{ m}^3$

Adoptado una altura de 40 cm y dimensión cuadrada de lado a;

$$0.5 \times a^2 = 0.53 \text{ m}^3 \text{ -----} \rightarrow a \sim 1\text{m}$$

	CALCULO ESTRUCTURAL – TORRE T.R.A.	
	OBRA	TORRE PARA TANQUE DE RESERVA DE AGUA DE 5000 Lts.
	UBICACION	PREDIO DE RETIRO - CABA
	FECHA	16-07-2015



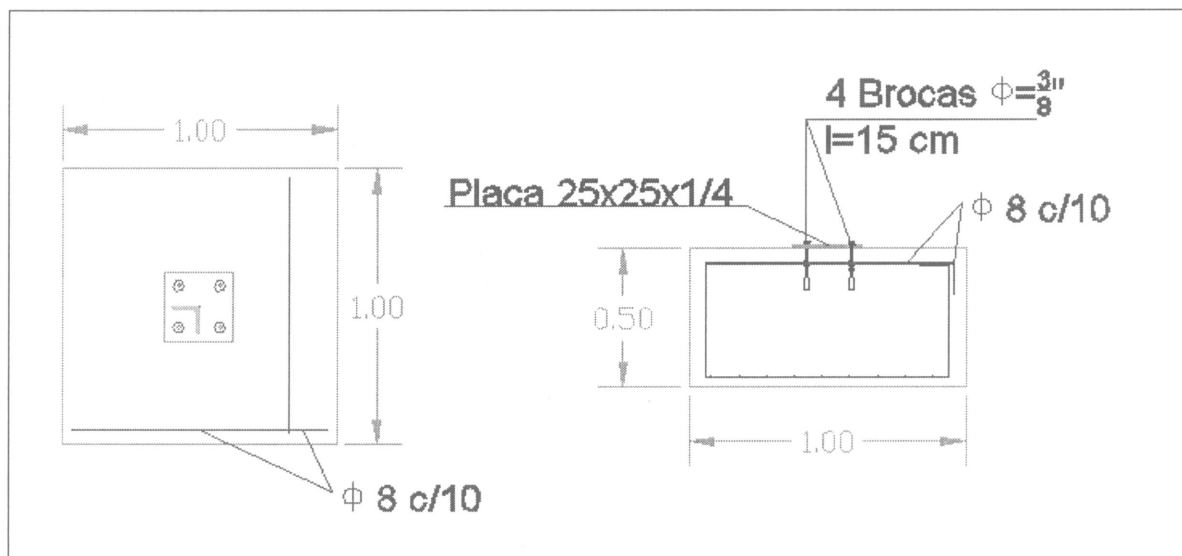
La tensión el suelo en el estado C1 para una dimensión de base de 1mx1m es

$$R1 = 2.13 \text{ tn} + 0.5\text{m}^3 \times 2.2 \text{ tn/m}^3 = 3.3\text{tn}$$

$$\sigma = 3300 \text{ Kg} / (100\text{cm})^2 = 0.33 \text{ kg/cm}^2 < 1.6 \text{ kg/cm}^2 \text{ -----verifica.}$$

7.2.- Fijaciones.

La fijación de columnas a los dados de fundación se realizara mediante soldadura a placas previamente ancladas en los dados. Deberán tomarse recaudos respecto de los aspectos durables. Se recomienda la aplicación de pinturas epoxídica.



Esquema de fijación de columnas a bases.