

MEMORIA DE CÁLCULO ESTRUCTURAL

TANQUE ELEVADO METÁLICO
INTENDENCIA DEPARTAMENTAL DE PAYSANDÚ

Ing. Civil Guillermo Daneri García
Orientación: Estructural
CJPPU 77745

Memoria de cálculo Tanque elevado metálico

1.0 Solicitaciones

1.1 Cargas por el viento

Según la norma del Instituto uruguayo de Normas Técnicas, "Norma para acción del viento sobre construcciones", UNIT 50:84.

Fuerza ejercida por el viento sobre una superficie

$$q_c = \frac{v_c^2}{16.3}$$

q_c presión dinámica de cálculo, en daN/m²

v_c velocidad de cálculo definida en m/s

$$v_c = K_t * K_z * K_d * K_k * v_k$$

v_k , velocidad característica del viento del lugar, m/s

K_t , coeficiente que tiene en cuenta las características topográficas del lugar, adimensional.

K_z , coeficiente que expresa la ley de variación de la velocidad en función de la altura y de la rugosidad del terreno, adimensional

K_d , coeficiente que tiene en cuenta las dimensiones de la superficie de influencia del elemento estudiado, adimensional

K_k , coeficiente que tiene en cuenta el grado de seguridad requerido para cada tipo de construcción y vida útil, adimensional.

$v_k=43.9$ m/s (158 km/hora), puesto a que el tanque se colocará a una distancia menor a 25 kilómetros del Rio Uruguay.

$$K_t=1.1$$

$$K_z=1.1$$

$$K_d=0.88$$

$$K_k=1.08$$

$$v_c = K_t * K_z * K_d * K_k * v_k = 1.1 * 1.1 * 0.88 * 1.08 * \frac{43.9m}{s} = 50.3 \frac{m}{s} \quad \left(181 \frac{km}{hora}\right)$$

$$q_c = \frac{vc^2}{16.3} = 155.4 \text{ daN/m}^2$$

Según las construcciones cerradas, la fuerza ejercida E sobre una cierta superficie A

$$E = C_t * q_{zm} * A = 0.405 * 155.4 \frac{\text{daN}}{\text{m}^2} * 32.52 \text{ m}^2 = 2046 \text{ daN} = \mathbf{2046 \text{ kg}}$$

E, Fuerza de empuje en daN

C_t, coeficiente global de empuje=0.405

q_{zm}, valor medio de la presión dinámica = 155.4 daN/m²

A, área de referencia en m² =32.52 m²

Coeficiente global de empuje C_t viene dado por la expresión

$$C_t = \gamma * C_{to}$$

C_t= Coeficiente global de empuje

γ= coeficiente que permite tomar en cuenta la separación de la construcción respecto del suelo, adimensional. =0.9

C_{to}=Coeficiente global de empuje básico =0.45

h (altura tanque)=5.75 m

e (distancia entre cara inferior y suelo)=10 m

1.1 Peso propio y sobre carga móvil

Volumen agua= 58.5 m³

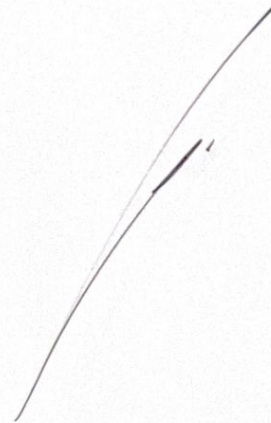
Peso agua= 58525 kg

Peso propio tanque= 3823.8 kg

Peso propio estructura metálica=6224 kg

GUILLERMO DANERI

INGENIERO CIVIL ESTRUCTURAL - CJPPU 77745



2. Dimensionado

2.1 Equilibrio externo

Datos

D1=Profundidad fundación = 0.5m

D2= Altura de aplicación del viento=13.48 m

D3= Distancia máxima diagonal entre bases= 9.08m

D4= Distancia máxima entre bases= 6.42 m

Fv=Fuerza viento=2045 kg

Q1= Peso propio de estructura= 10048 kg

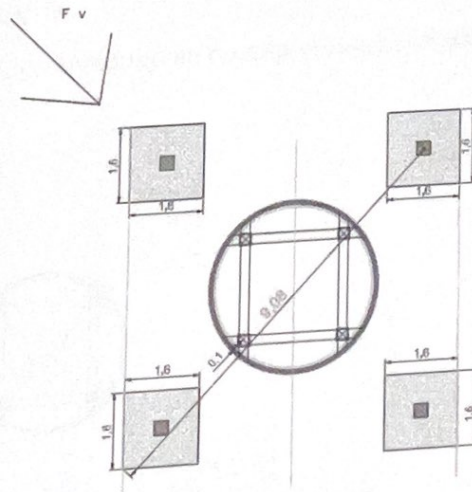
Q2=Carga móvil agua=58525 kg

Q3=Peso de la zapata

Tensión admisible 1.5 kg/cm².

Verificación al vuelco

Tomamos la peor situación, que es el tanque vacío y con el viento soplando en dirección diagonal en las zapatas como se muestra en la imagen a continuación.



Al estar soplando en la dirección diagonal, el momento de equilibrio es el de 2 zapatas.

GUILLERMO DANERI
INGENIERO CIVIL ESTRUCTURAL - CJPPU 77745

Equilibrio externo

Momento de desequilibrio (solo el viento)

$$F_v \cdot D_2 = 27\,567 \text{ kg m}$$

Momento de equilibrio (Supongo base de 0.40 m altura)

$$Q_1 \cdot D_3/2 + Q_3 \cdot D_3 = 48\,075 \text{ kg}$$

Coef seguridad al vuelco es Momento equilibrio/Momento desequilibrio = 1.74

2.2 Tensión de resistencia del suelo

Se supone tensión admisible 1.5 kg/cm², es decir, tensión de rotura 4.5 kg/cm².

Es necesario realizar ensayos previos para comprobar dicha tensión.

Se entierra a los 50 cm.

Consideramos el tanque con agua para la peor situación, y el viento soplando en diagonal.

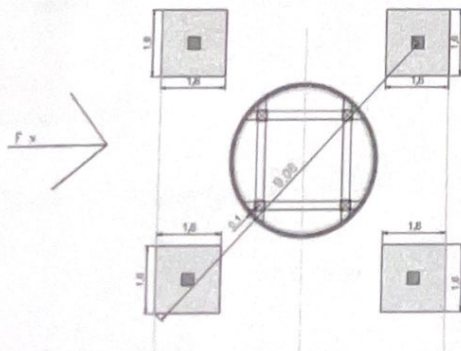
$$F_v \cdot D_2 + (Q_1 + Q_2) \cdot D_3/2 = R \cdot D_3$$

$$R = 37\,322 \text{ KG}$$

Por lo tanto, la zapata tiene dimensiones de 1.6m x 1.6m.

2.3 Equilibrio externo

Se realiza una verificación teniendo en cuenta el siguiente diagrama y posición del viento.



Verificación con viento

Equilibrio externo

Momento de desequilibrio (solo el viento)

$$F_v * D_2 = 27\,567 \text{ kg m}$$

Momento de equilibrio (Supongo base de 0.40 m altura)

$$Q_1 * D_4 / 2 + 2 * Q_3 * D_4 = 63\,809 \text{ kg}$$

Coef seguridad al vuelco es Momento equilibrio/Momento desequilibrio = 2.3

2.4 Tensión de resistencia del suelo

Cálculo de la tensión admisible con el viento según imagen anterior.

Se entierra a los 50 cm.

Consideramos el tanque con agua para la peor situación, y el viento soplando en diagonal.

$$F_v * D_2 + (Q_1 + Q_2) * D_4 / 2 = 2 * R * D_4$$

$$R = 19\,290 \text{ KG}$$

Por lo tanto, la tensión de trabajo en este caso es de 0.75 kg/cm², menor a la admisible (1.5 kg/cm²).

2.5 Equilibrio interno

Se resuelve el equilibrio interno de las barras

$$F_1 = -37\,898 \text{ kg}$$

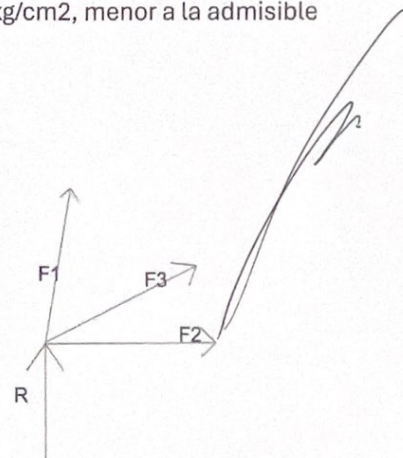
$$F_2 = 4\,653 \text{ kg}$$

$$F_3 = 6\,480 \text{ kg}$$

Barra 1 (F1)

$$\text{Tensión admisible } \sigma_{adm} = \frac{1400 \frac{KG}{CM^2}}{w}$$

$$\sigma_c = w * \frac{F_1}{A_{neta}} \leq \sigma_{adm} = 1400 \text{ kg/cm}^2$$



$$W=1.17+0.00014 \lambda^2$$

$$\lambda = \frac{L}{r}$$

$$r = \sqrt{\frac{I}{A}}$$

λ = Esbeltez mecánica

w= Coeficiente de Pandeo

A=Área neta

L=Luz

r=Radio de giro

Se corrobora ambos estados

Barra principal

IPN 300

F=37 898 kg

Lk =2.5m

A=69.10 cm²

r=25.6mm

w=2.55

Barra Horizontal

IPN 200

F=4440 kg

Lk =4.33 m

A=33.5 cm²

r=18.7 mm

w=9.07

GUILLERMO DANERI
INGENIERO CIVIL ESTRUCTURAL - CJPPU 77745



Barras Diagonales

IPN 180

F=6480 kg

Lk =2.950 m

A=27.90 cm²

r=17.07 mm

w=5.35

Se verifica en la otra dirección, con Lk =5.900m, w=9.07, por lo que esta verificado.

Altura seguridad, y escalera de edificios

2.6 Rigidez de la zapata

Método del K_n

$$M = \frac{Pl^2}{2} = \frac{24000 * 0.8 * 0.8}{2} = 7680 \text{ kg m}$$

Aplicando el método del kh

$$M_s = 76.8 \text{ kN m}$$

$$b(m) = 1.60 \text{ m}$$

$$h(cm) = 35 \text{ cm}$$

$$kh = 5.1$$

$$ks = 4.4$$

$$A_s = 9.5 \text{ cm}^2 \text{ distribuidos en } 1.60 \text{ mts}$$

Armadura a colocar: Fi 10 cada 12 cm en ambas direcciones, y espesor de zapata 40 cm.

GUILLERMO DANERI
INGENIERO CIVIL ESTRUCTURAL - CJPPU 77745

Tensión admisible del terreno de 1.5 kg/cm². (Profundidad mínima 50 cm)

2.7 Dimensionamiento de Pilar

R=37 322 kg

Tensión admisible de rotura 50 kg/cm² (C15)

Sección 746 cm² > 400 cm² (Norma)

Por lo tanto, la sección del pilar es de 48 cm x 30 cm.

Estribos fi 6 cada 15 cm, Armadura principal 12 fi 12.

Cuantía Mínima (hierro principal) = A acero / Ac hormigón > 0.008

Ac hormigón=1440 cm²----> A acero>11.5 cm².

Cuantía Máxima = A acero / Ac hormigón > 0.09

Ac hormigón=1440 cm²--- A acero< 129.6 cm².

2.8 Dimensionamiento de viga riostra

Tensión F 4653 kg.

Acero 1400 kg/cm²—3.32 cm²

Armadura, 4 fi 12, estribos fi 8 cada 15.

2.9 Unión entre barras diagonales

Union entre barras diagonales soldada a chapa.

F3=6480 kg

Longitud de soldadura= 7.5 cm en ambos lados.

Distancia libre entre soldadura y borde de chapa 2 cm.

E60, AISC.

Chapa dimensión variable según detalle de plano.

Espesor de chapa 10 mm.

2.10 Tanque

Altura de tanque 5.75 m

Carga $q = 5750 \text{ kg/m}$ (en cota inferior del tanque)

Radio $r = 1.8 \text{ m}$

$F = q \cdot r = 10350 \text{ kg}$

$$\sigma_{adm} = 1400 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} = \frac{F}{A} = \frac{10350 \text{ kg}}{A}$$

$$A = 7.39 \text{ cm}^2$$

Tomando 1 metro lineal, tenemos que el espesor es de 0.75 mm.

Se coloca el espesor mínimo de 6 mm, en las caras laterales y superior.

En la cara inferior el espesor es de 8 mm.


Ing. Civil Estructural Guillermo Daneri

CJPPU 77745