



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA

ANEJO 3: CÁLCULOS MECÁNICOS

PROYECTO BÁSICO DE RED DE ABASTECIMIENTO EN LA URBANIZACIÓN RESIDENCIAL ELS TARONGERS EN ALBALAT DELS
TARONGERS (VALENCIA)

PABLO PÉREZ FURIÓ
UPV
ETSICCP

Índice

Introducción2

Cálculos previos.....2

 Cálculo golpe de ariete.....2

Material de los tubos2

Cálculos mecánicos3

 Precedentes.....3

 Cálculos3

 Presión de diseño3

 Presión máxima de diseño3

 Presión de funcionamiento admisible.....3

 Presión máxima admisible3

 Resultados3

 Comprobaciones3

 Cálculo estático de acuerdo a la A 127: TRAMO14

 Cálculo estático de acuerdo a la A 127: TRAMO2/35

Conclusiones6

 Tubería DN-1606

 Tubería DN-1257

Resultados completos7

Introducción

El anejo que se redacta a continuación contiene los aspectos más relevantes acerca de los cálculos mecánicos que se han de cumplir en las tuberías que forman la red de abastecimiento.

Para dichos cálculos se ha recurrido en la web, a un programa de cálculo informático llamado AseTUB, los cuales determinan la validez de la instalación previamente diseñada, en base a las solicitudes del tubo y sus respectivos coeficientes.

En la ya mencionada web se ha de elegir el programa que se va a utilizar dependiendo del material de las conducciones.

Cálculos previos

Se procede a calcular los cálculos mecánicos, pero será necesario partir de unos cálculos y datos previos. Será necesario determinar el ancho y profundidad de la zanja por donde discurrirá la red de abastecimiento, las características del terreno, ya determinadas en el anejo “Estudio Geotécnico”, las cargas a soportar por el terreno, además de la máxima presión de diseño que se obtiene del anejo “cálculos hidráulicos”.

El diámetro mínimo de los tubos de abastecimiento es de 100 mm, y el material a excavar de la zanja es de zahorra artificial y arcillas mezcladas con piedra y tierra vegetal y tal como se afirma en el anejo “Estudio Geotécnico”, los taludes a emplear serán de 72º de manera que no suponga un riesgo de desprendimiento.

Para el relleno de la zanja se evitará compactar la capa justo superior al tubo con una distancia aproximada de 30 cm para evitar daños al tubo y aplastamientos.

Es importante mencionar el efecto del golpe de ariete, por ello se procede a calcular dicho efecto, ya que la presión máxima de diseño es la presión máxima que puede alcanzarse incluyendo el efecto golpe de ariete.

Cálculo golpe de ariete

Debida a la problemática que suele asociarse al efecto del golpe de ariete es necesario y obligatorio su cálculo y se debe a una onda que recorre la conducción tras el cierre repentino de una válvula.

Sobrepresión generada por el golpe de ariete:

$$\Delta H = V \cdot C / g$$

Donde:

- ΔH (m) = Sobrepresión
- V (m/s) = Velocidad del agua
- C (m/s) = Celeridad
- g (m/s²) = Fuerza de la gravedad (9,81)

Con la suma de la presión más la sobrepresión se obtendrá la presión máxima y con la diferencia se obtendrá la mínima.

$$P_{\min} = P - \Delta H$$

$$P_{\max} = P + \Delta H$$

Pero previo al cálculo de la sobrepresión se ha de obtener la celeridad de onda que se propaga por la conducción:

$$C = \frac{9900}{\sqrt{(48,3 + K_c \cdot \frac{D}{e})}}$$

Donde:

- C (m/s) = Celeridad
- K_c = Coeficiente
- D (m) = diámetro interior de la conducción
- e (m) = espesor de la conducción

La sobrepresión calculada es de 16,24 m.c.a. que se le añade a la presión de cálculo. Por lo tanto, se deberá comprobar que la presión de funcionamiento admisible esté por debajo de dicho valor.

A lo largo de toda la red solo se encuentran dos distintos diámetros de tuberías como se observa en el anejo de “Cálculos hidráulicos”.

- 110,2 mm
- 141,0 mm

El catálogo y lista de precios que proporciona la empresa MASA, incluye tuberías PE100 de las características que deseamos:

- Las conducciones de 125 mm de diámetro exterior tienen un espesor de 7,4 mm por lo que el diámetro interior queda en 110,2 mm.
- Las conducciones de 140 mm de diámetro exterior tienen un espesor de 8,3 mm por lo que el diámetro interior queda en 123,4 mm incumpliendo así el diámetro interior mínimo necesario de 125mm. La solución es escoger la conducción de diámetro inmediatamente superior a la anterior, 160mm y 9.5 mm de espesor. Así se tiene un diámetro interior de 141 mm que supera el tamaño de diámetro interior mínimo requerido.

Hay que mencionar que la presión resistente de las conducciones escogidas es de 16 bares.

Material de los tubos

AseTub-Grupo Sectorial de Tuberías Plásticas de ANAIP, propone 3 materiales distintos para las conducciones.

- Tuberías de PVC
- Tuberías de PE
- Tuberías de PRFV

Como el material de las tuberías se había seleccionado de polietileno expandido (PE), y AseTub nos permite calcular con dicha tubería, el material de las conducciones queda perfectamente definido.

| Propiedad | Uds | PE 40 | PE 80 | PE 100 |
|--|--------------------|------------------------|---------------------|--------------------|
| Tensión Mínima Requerida, MRS | MPa | 4 | 8 | 10 |
| Densidad (aproximada) | gr/cm ³ | 0,91 a 0,93 | 0,93 a 0,95 | > 0,95 |
| Índice de Fluidéz en Masa (190°C) | g/10 min | 0,2 a 1,4 (2,16 kg) | 0,2 a 1,4 (5 kg) | 0,2 a 1,4 (5kg) |
| Resistencia a la tracción longitudinal | MPa | > 10 | > 19 | > 19 |
| Alargamiento en la rotura | % | > 350 | > 350 | > 350 |
| Resistencia a flexión transv a corto plazo | MPa | 30 | 30 | 30 |
| Resistencia a flexión transv a largo plazo | MPa | 14,4 | 14,4 | 14,4 |
| Módulo de elasticidad a corto plazo | MPa | 400 | 900 | 1.000 |
| Módulo de elasticidad a largo plazo | MPa | 130 | 150 | 160 |
| Coefficiente de dilatación térmica lineal | mm/m °C | 0,17 | 0,22 | 0,22 |
| Contenido en negro de carbono | % | 2,0 a 2,5 | 2,0 a 2,5 | 2,0 a 2,5 |
| Conductividad térmica | kcal/m °C | 0,35 | 0,37 | 0,37 |

| Propiedad | Uds | PE 40 | PE 80 | PE 100 |
|---|-------------|-------|-------|--------|
| Dureza | Shore D | 55 | 60 | 65 |
| Tiempo de inducción a la oxidación | minutos | > 20 | > 20 | > 20 |
| T° reblandecimiento VICAT (fuerza 50 N) | °C | 116 | 120 | 124 |
| Dispersión del negro de carbono | | < 3 | < 3 | < 3 |
| Contenido en sustancias volátiles | mg/kg | < 350 | < 350 | < 350 |
| Contenido en agua | mg/kg | < 300 | < 300 | < 300 |
| Coefficiente de Poisson, ν | | 0,4 | 0,4 | 0,4 |
| Constante dieléctrica | | 2,3 | 2,4 | 2,5 |
| Rugosidad hidráulica | K(mm) | 0,003 | 0,003 | 0,003 |
| | n (Manning) | 0,008 | 0,008 | 0,008 |
| | C (H Will.) | 150 | 150 | 150 |

Tabla 1: Características de las conducciones

Cálculos mecánicos

Precedentes

Una vez obtenido los datos previos, se procede a efectuar los cálculos mecánicos.

Las tuberías quedarán soterradas bajo las calles del complejo residencial, efectuando acciones sobre las tuberías, que deben ser calculadas para evitar riesgo de roturas, pinzamientos, fugas...

Por otro lado, las conducciones, se enterrarán con las siguientes características:

- Cama de material granular en el fondo
- Relleno seleccionado compactado 95% PN
- Relleno natural compactado 100% PN

Existen dos anchos de zanja mínimos según el diámetro nominal de la tubería.

- Zanja (DN 125) → B = 0,621 m
- Zanja (DN 160) → B = 0,676 m

EL material de relleno procederá de cantera, debida a la necesidad de material seleccionado. Solamente se podrá usar el material previamente excavado como capa superior de la zanja bajo una compacidad de 100% PN. Esto es posible ya que el material no se compone de arcillas expansivas, las cuales habría que eliminar.

Cálculos

Según la norma UNE53331 IN: “Tuberías de poli (cloruro de vinilo) no plastificado y polietileno (PE) de alta y media densidad. Criterio para la comprobación de los tubos a utilizar en conducciones con y sin presión sometidos a cargas externas”.

Criterios que solicita la conducción:

- DP: Presión de diseño. (Máxima presión excluyendo el golpe de ariete)
- PMD: Presión máxima de diseño. (Máxima presión incluyendo el golpe de ariete)
- PFA: Presión de funcionamiento admisible.
- PMA: Presión máxima admisible

Presión de diseño

Se ha obtenido de los cálculos hidráulicos una presión de diseño de 59 m.c.a. en el punto más desfavorable, justo por debajo del límite. Por lo tanto, se utilizarán conducciones con presión nominal de 7 bares como mínimo.

Habrà que tener presente esta alta presión y efectuar revisiones periódicas para evitar fallos de la red.

Presión máxima de diseño

La presión máxima de diseño se obtiene al sumarle el efecto debido al golpe de ariete previamente calculado (16,24) por lo tanto, la presión máxima de diseño es 7,56 bares de presión.

Presión de funcionamiento admisible

La presión de funcionamiento admisible es la presión que puede soportar la instalación que, en este caso, se ha comentado que puede soportar hasta 16 bares.

Presión máxima admisible

La presión máxima admisible se calcula mayorando la presión de funcionamiento admisible en un 30%,

Resultados

| Presiones relativas a la red | | Presiones relativas a los componentes | |
|------------------------------|------------|---------------------------------------|------|
| DP | 5,93 bares | PFA | 16 |
| PMD | 7,56 bares | PMA | 20,8 |

Tabla 2: Comparación de presiones

Como se ha comentado anteriormente, las conducciones elegidas (PN16) cuya presión nominal es de 16 bares, muy superior a la presión de diseño, por lo tanto, cumple con los requisitos.

Comprobaciones

Mediante el uso de la aplicación de AseTUB, se comprueba que la instalación cumple las hipótesis que la UNE 53331 IN propone:

Cálculo estático de acuerdo a la A 127: TRAMO1

| | |
|--|---|
| Descripción del tramo: | TRAMO1 |
| Tipo de cálculo: | Según tabla |
| Añadir dibujo para imprimir: | Si |
| Clase de seguridad: | A (caso normal) |
| Deflexión admisible: | 6% (habitual) |
| Tratamiento de la presión interna: | De acuerdo con la nota 39 de la ATV 127 |
| Menores factores de seguridad para compresión por flexión: | no (ATV A 127) |
| La aplicación de la ATV A 127 no ha sido verificada para ver si la rigidez circunferencial mínima ha sido alcanzada: | No |

Suelo

| | |
|--------------------------------------|------------------|
| Tipo de relleno: | G2 |
| Cálculo E1: | tabla 8 (A127) |
| Tipo de relleno en la zona del tubo: | G2 |
| Cálculo E20: | tabla 8 (A127) |
| Tipo de suelo natural: | G4 |
| Cálculo E3: | Densidad Proctor |
| Densidad Proctor E3: | DPr,E395,0% |
| E4 = 10 · E1: | Si |

Carga

| | | | |
|--|--------|------|-------|
| Altura de recubrimiento: | h | 0,50 | m |
| Densidad del suelo: | γ | 20,0 | kN/m³ |
| Carga superficial adicional: | p0 | 0,0 | kN/m² |
| Nivel freático máximo sobre el lecho del tubo: | hW,max | 0,00 | m |
| Nivel freático mínimo sobre el lecho del tubo: | hW,min | 0,00 | m |
| Presión interna, corto plazo: | PI,K | 6,0 | bar |
| Presión interna, largo plazo: | PI,L | 6,0 | bar |
| Sección llena: | Si | | |
| Densidad del fluido: | γF | 10,0 | kN/m³ |

Carga de tráfico: sin tráfico

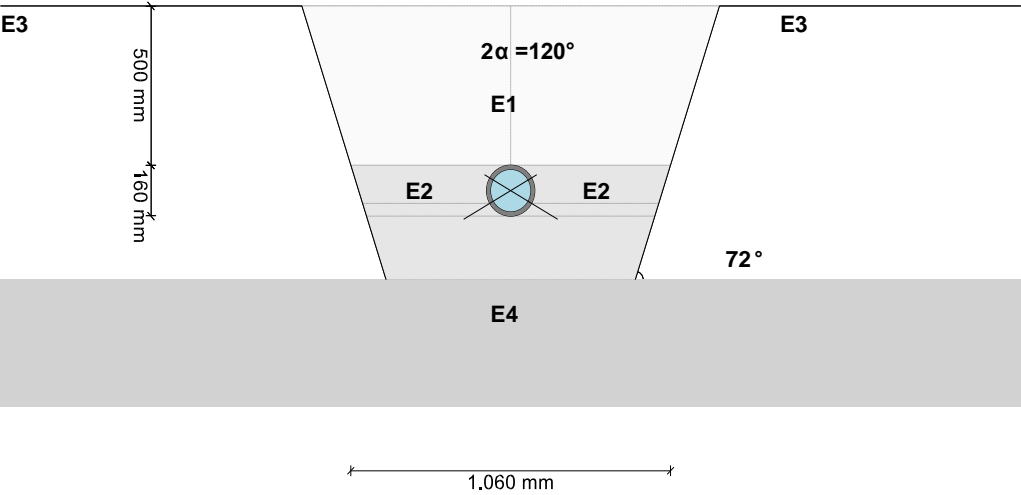
Instalación

| | |
|--------------------------------|----------|
| Instalación: | Zanja |
| Ancho de zanja: | b1,06m |
| Ángulo del talud: | β72° |
| Condiciones de relleno: | A1 |
| Condiciones de la instalación: | B1 |
| Tipo de apoyo: | suelto |
| Ángulo de apoyo: | 120º |
| Proyección relativa: | a1,00[-] |

Tubo de la base de datos

| | |
|-------------------|----------------------------|
| Material: | PE 100 |
| Presión nominal: | PN = 16,0 bar (SDR = 11,0) |
| Diámetro nominal: | DN 160 (14,6 mm) |
| Fabricante: | MASA |

Carga de tráfico: sin tráfico



Resultados:

Caso de carga a largo plazo
prueba de tensión

| | | clave | generatriz sobre el diámetro horizontal del tubo | base | |
|---|---|-------|---|-------|-----|
| Coefficiente de seguridad exterior | γ | 6,511 | 6,511 | 6,511 | [-] |
| Coefficiente de seguridad interior | γ | 6,511 | 6,511 | 6,511 | [-] |
| (Los coeficientes de seguridad para la tensión de compresión por flexión están marcados con un signo menos) | | | | | |
| Coefficiente global de seguridad requerido, fallo por inestabilidad, tensión a tracción: erf γ _{RBZ} | | | | 2,50 | [-] |
| Coefficiente global de seguridad requerido, fallo por inestabilidad, tensión a compresión: erf γ _{RBD} | | | | 2,50 | [-] |

Todos los coeficientes de seguridad calculados en la prueba de tensión son suficientes.

1.2.1.2. Prueba de deformación Deformación

| | | | |
|----------------------|--------|------|---|
| vertical relativa: | δv | 0,13 | % |
| Deflexión admisible: | zul δv | 6,00 | % |

La deflexión determinada es menor que la deflexión permitida.

1.2.1.3. Prueba de estabilidad (lineal):

| | | | |
|--|-----------------------|--------|-----|
| Coefficiente de seguridad de estabilidad: | γ | 180,16 | [-] |
| Coefficiente global de seguridad requerido, fallo por inestabilidad: | erf γ _{stab} | 2,00 | [-] |

Los coeficientes de seguridad al pandeo determinados son suficientes.

Todas las pruebas necesarias son correctas.

Cálculo estático de acuerdo a la A 127: TRAMO2/3

| | |
|---|---|
| Descripción del tramo: | TRAMO2/3 |
| Tipo de cálculo: | Según tabla |
| Añadir dibujo para imprimir: | Si |
| Entrada de datos: | |
| Opciones de seguridad | |
| Clase de seguridad: | A (caso normal) |
| Deflexión admisible: | 6% (habitual) |
| Tratamiento de la presión interna: | De acuerdo con la nota 39 de la ATV 127 |
| Menores factores de seguridad para compresión por flexión: | no (ATV A 127) |
| La aplicación de la ATV A 127 no ha sido verificada para ver si la rigidez circunferencial mínima ha sido alcanzada: | No |

Suelo

| | |
|--------------------------------------|-------------------------|
| Tipo de relleno: | G2 |
| Cálculo E1: | tabla 8 (A127) |
| Tipo de relleno en la zona del tubo: | G2 |
| Cálculo E20: | tabla 8 (A127) |
| Tipo de suelo natural: | G4 |
| Cálculo E3: | Densidad Proctor |
| Densidad Proctor E3: | DPr,E3 95,0 % |
| E4 = 10 · E1: | Si |

Carga

| | | | |
|--|--------|------|-------|
| Altura de recubrimiento: | h | 0,50 | m |
| Densidad del suelo: | γ | 20,0 | kN/m³ |
| Carga superficial adicional: | p0 | 0,0 | kN/m² |
| Nivel freático máximo sobre el lecho del tubo: | hW,max | 0,00 | m |
| Nivel freático mínimo sobre el lecho del tubo: | hW,min | 0,00 | m |
| Presión interna, corto plazo: | PI,K | 6,0 | bar |
| Presión interna, largo plazo: | PI,L | 6,0 | bar |
| Sección llena: | Si | | |
| Densidad del fluido: | γF | 10,0 | kN/m³ |
| Carga de tráfico: | SLW 30 | | |

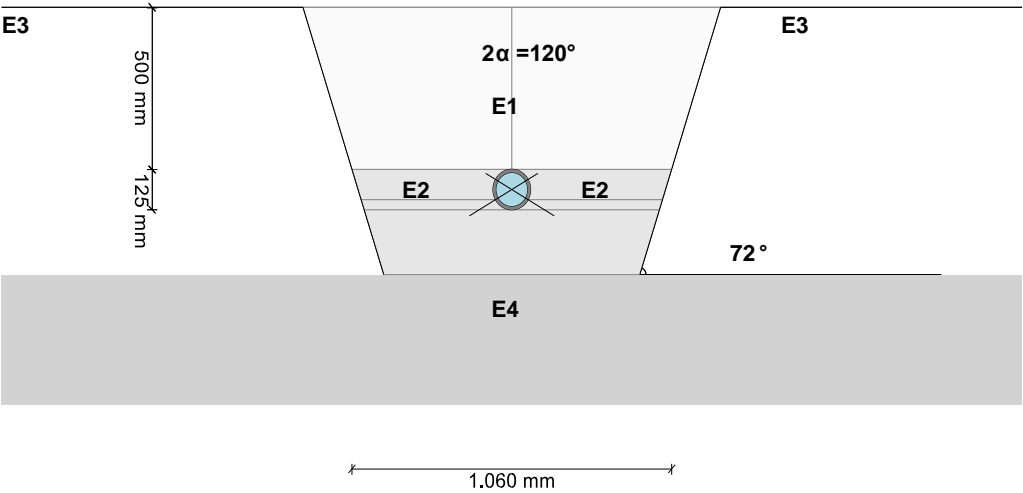
Instalación

| | | | |
|--------------------------------|---------|------|-----|
| Instalación: | Zanja | | |
| Ancho de zanja: | b | 1,06 | m |
| Ángulo del talud: | β | 72 | ° |
| Condiciones de relleno: | A1 | | |
| Condiciones de la instalación: | B1 | | |
| Tipo de apoyo: | suelto | | |
| Ángulo de apoyo: | 120º | | |
| Proyección relativa: | a | 1,00 | [-] |

Tubo de la base de datos

| | |
|-------------------|----------------------------|
| Material: | PE 100 |
| Presión nominal: | PN = 16,0 bar (SDR = 11,0) |
| Diámetro nominal: | DN 125 (11,4 mm) |
| Fabricante: | MASA |

Carga de tráfico: SLW 30



Resultados:

Caso de carga a largo plazo

prueba de tensión

| | clave | generatriz sobre el diámetro horizontal del tubo | base | |
|------------------------------------|----------|--|--------|-----|
| Coefficiente de seguridad exterior | γ | 6,507 | 6,507 | [-] |
| Coefficiente de seguridad interior | γ | 6,507 | -6,474 | [-] |

(Los coeficientes de seguridad para la tensión de compresión por flexión están marcados con un signo menos)
Coeficiente global de seguridad requerido, fallo por inestabilidad, tensión a tracción: erf γ_{RBZ} 2,50 [-]
Coeficiente global de seguridad requerido, fallo por inestabilidad, tensión a compresión: erf γ_{RBD} 2,50 [-]

Todos los coeficientes de seguridad calculados en la prueba de tensión son suficientes.

| | | | | |
|--------------------------------|----------------|------|---|--|
| 1.2.1.2. Prueba de deformación | Deformación | | | |
| vertical relativa: | δv | 0,94 | % | |
| Deflexión admisible: | zul δv | 6,00 | % | |

La deflexión determinada es menor que la deflexión permitida.

| | | | | |
|--|---------------------|-------|-----|--|
| 1.2.1.3. Prueba de estabilidad (lineal): | | | | |
| Coefficiente de seguridad de estabilidad: | γ | 31,26 | [-] | |
| Coefficiente global de seguridad requerido, fallo por inestabilidad: | erf γ_{stab} | 2,00 | [-] | |

Los coeficientes de seguridad al pandeo determinados son suficientes.

Todas las pruebas necesarias son correctas.

Conclusiones

Tras comprobar los cálculos con el programa se obtiene la siguiente información:

Tubería DN-160

- Las tuberías se encuentran apoyadas sobre terreno denominado G2 (Terrenos ligeramente cohesivos. Se incluyen en este grupo las gravas y arenas poco arcillosas o limosas. Porcentaje de fino ($\phi \leq 0,06\text{mm}$) entre el 5% y el 15%).
- Por el tramo 1 no discurre tráfico por encima de la conducción.
- El coeficiente de seguridad calculado en la clave de la conducción es de 6,511 superando el mínimo de 2,50.
- La deflexión calculada es de 0,13% no superando el máximo de 6,00%
- El coeficiente de seguridad de estabilidad es de 180,16 superando claramente el coeficiente de seguridad requerido de 2,00

Por lo tanto, se concluye que para el tramo 1 los cálculos mecánicos son correctos.

Tubería DN-125

- Las tuberías se encuentran apoyadas sobre terreno denominado G2 (Terrenos ligeramente cohesivos. Se incluyen en este grupo las gravas y arenas poco arcillosas o limosas. Porcentaje de fino ($\phi \leq 0,06\text{mm}$) entre el 5% y el 15%).
- Por el tramo 2 y tramo 3 discurre tráfico por encima de la conducción. Se ha supuesto una carga de tráfico SLW30.
- El coeficiente de seguridad calculado en la clave de la conducción es de 6,507 superando el mínimo de 2,50.
- La deflexión calculada es de 0,94% superando el máximo de 6,00%
- El coeficiente de seguridad de estabilidad es de 31,26 superando claramente el coeficiente de seguridad requerido de 2,00

Por lo tanto, se concluye que para el tramo 2 y tramo 3 los cálculos mecánicos son correctos.

Resultados completos

Se adjunta al documento los cálculos completos que se han obtenido de la aplicación AseTub.



INFORME COMPLETO

Estudio estático para Tuberías A 127

Proyecto: PROYECTO BÁSICO DE RED DE ABASTECIMIENTO EN LA URBANIZACIÓN RESIDENCIAL ELS TARONGERS EN ALBALAT DELS TARONGERS (VALENCIA)

Empresa / Entidad: UPV/JETSICCP

Autor: PABLO PÉREZ FURIÓ

Informe n°: 1

Fecha: 25/11/2018

Este programa es una herramienta gratuita, que puede ser utilizada por personas con conocimientos técnicos en el cálculo estático de tuberías. El programa no puede reemplazar al ingeniero responsable.



Contenido

| | |
|---|----|
| 1. Cálculo estático de acuerdo a la A 127: TRAMO1 | 3 |
| 1.1. Entrada de datos: | 3 |
| 1.1.1. Opciones de seguridad | 3 |
| 1.1.2. Suelo | 3 |
| 1.1.3. Carga | 3 |
| 1.1.4. Instalación | 3 |
| 1.1.5. Tubo de la base de datos | 3 |
| 1.2. Resultados: | 4 |
| 1.2.1. resultados intermedios del tubo | 4 |
| 1.2.1.1. propiedades del material | 4 |
| 1.2.1.2. Factores de seguridad | 5 |
| 1.2.2. Resultados intermedios para caso de carga | 5 |
| 1.2.2.1. geometría del tubo | 5 |
| 1.2.2.2. Teoría del silo | 5 |
| 1.2.2.3. Carga | 5 |
| 1.2.2.4. Módulo de deformación del suelo EB | 5 |
| 1.2.2.5. Valores de rigidez del suelo | 5 |
| 1.2.2.6. Ángulo de apoyo, proyección relativa efectiva y ángulo de fricción | 6 |
| 1.2.2.7. Valores característicos del material del tubo y rigidez anular | 6 |
| 1.2.2.8. relación de rigidez | 6 |
| 1.2.2.9. Coeficientes | 7 |
| 1.2.2.10. Factores de concentración λ_R y λ_B | 7 |
| 1.2.2.11. Distribución de presiones en la circunferencia del tubo | 7 |
| 1.2.3. Sección fuerzas clave | 8 |
| 1.2.4. Sección fuerzas generatriz sobre el diámetro horizontal del tubo | 9 |
| 1.2.5. Sección fuerzas base | 9 |
| 1.2.6. Caso de carga a corto plazo | 10 |
| 1.2.6.1. prueba de tensión | 10 |
| 1.2.6.2. Prueba de deformación | 11 |
| 1.2.6.3. Prueba de estabilidad (lineal): | 11 |
| 1.2.7. Caso de carga a largo plazo | 11 |
| 1.2.7.1. prueba de tensión | 11 |
| 1.2.7.2. Prueba de deformación | 12 |
| 1.2.7.3. Prueba de estabilidad (lineal): | 13 |



1. Cálculo estático de acuerdo a la A 127: TRAMO1

Descripción del tramo:
Tipo de cálculo:
Añadir dibujo para imprimir:

TRAMO1
Según tabla
SI

1.1. Entrada de datos:

1.1.1. Opciones de seguridad

Clase de seguridad:
Deflexión admisible:
Tratamiento de la presión interna:
Menores factores de seguridad para compresión por flexión:
La aplicación de la ATV A 127 no ha sido verificada para ver si la rigidez circunferencial mínima ha sido alcanzada:

A (caso normal)
6% (habitual)
De acuerdo con la nota 39 de la ATV 127
no (ATV A 127)
No

1.1.2. Suelo

Tipo de relleno:
Cálculo E1:
Tipo de relleno en la zona del tubo:
Cálculo E20:
Tipo de suelo natural:
Cálculo E3:
Densidad Proctor E3:
E4 = 10 · E1:

G2
tabla 8 (A127)
G2
tabla 8 (A127)
G4
Densidad Proctor
D_{Pr,E3} 95,0 %
SI

1.1.3. Carga

Altura de recubrimiento:
Densidad del suelo:
Carga superficial adicional:
Nivel freático máximo sobre el lecho del tubo:
Nivel freático mínimo sobre el lecho del tubo:
Presión interna, corto plazo:
Presión interna, largo plazo:
Sección llena:
Densidad del fluido:
Carga de tráfico:

h 0,50 m
y 20,0 kN/m³
p₀ 0,0 kN/m²
h_{W,max} 0,00 m
h_{W,min} 0,00 m
P_{I,K} 6,0 bar
P_{I,L} 6,0 bar
SI
Y_F 10,0 kN/m³
sin tráfico

1.1.4. Instalación

Instalación:
Ancho de zanja:
Ángulo del talud:
Condiciones de relleno:
Condiciones de la instalación:
Tipo de apoyo:
Ángulo de apoyo:
Proyección relativa:

Zanja
b 1,06 m
β 72 °
A1
B1
suelto
120°
a 1,00 [-]

1.1.5. Tubo de la base de datos

Material:
Presión nominal:
Diámetro nominal:
Fabricante:

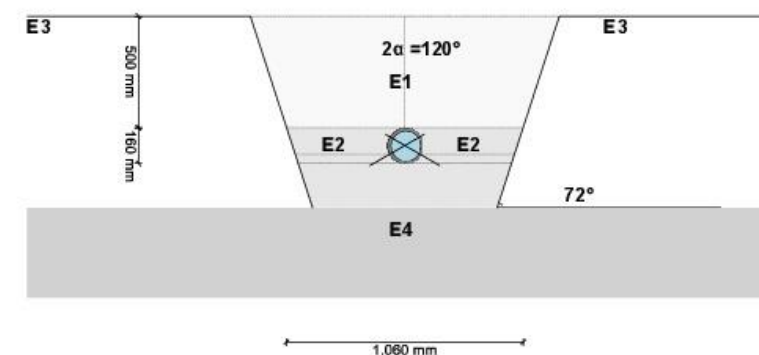
PE 100
PN = 16,0 bar (SDR = 11,0)
DN 160 (14,6 mm)
MASA

AseTUB V. 1.1.0.0 - 25/11/2018 22:21:35
PROYECTO BÁSICO DE RED DE ABASTECIMIENTO EN LA URBANIZACIÓN RESIDENCIAL ELS TARONGERS EN ALBALAT DELS
TARONGERS (VALENCIA)

3



Carga de tráfico: sin tráfico



1.2. Resultados:

1.2.1. resultados intermedios del tubo

Diámetro interior:
Diámetro exterior:
Radio del eje centroide de la pared del tubo:
Wall thickness:
Ratio radius to wall thickness:
Factor de corrección de la curvatura interior:
Factor de corrección de la curvatura exterior:

di 130,8 mm
da 160,0 mm
rm 72,7 mm
s 14,6 mm
rm/s 4,979 [-]
α_{ki} 1,067 [-]
α_{ka} 0,933 [-]

Predeformación local:
Predeformación (ovalización antes de aplicación de la carga):

δ_{vi} 0,00 %
δ_{vg} 1,00 %

Perfil de superficie axialmente afectado:
Superficie del perfil radial:
Distancia de inercia:
Momento de inercia:
Momento resistente exterior:
Momento resistente interior:

A_{ax} 14,6 mm²/mm
A_{rad} 14,6 mm²/mm
e 7,3 mm
I 259,3 mm⁴/mm
W_a 35,5 mm³/mm
W_i 35,5 mm³/mm

1.2.1.1. propiedades del material

| | | corto plazo | largo plazo | |
|---|----|-------------|-------------|-------|
| Gravedad específica | YR | 9,4 | 9,4 | kN/m³ |
| Coefficiente de poisson | ν | 0,38 | 0,38 | [-] |
| Valor característico del módulo de elasticidad en sentido circunferencial | ER | 1.200,0 | 200,0 | N/mm² |

AseTUB V. 1.1.0.0 - 25/11/2018 22:21:35
PROYECTO BÁSICO DE RED DE ABASTECIMIENTO EN LA URBANIZACIÓN RESIDENCIAL ELS TARONGERS EN ALBALAT DELS
TARONGERS (VALENCIA)

4



1.2.1.2. Factores de seguridad

| | | | | |
|---|-----------------------|------|------|-----|
| Coefficiente global de seguridad requerido, fallo por inestabilidad, tensión a tracción | erf Y _{RBZ} | 2,50 | 2,50 | [-] |
| Coefficiente global de seguridad requerido, fallo por inestabilidad, tensión a compresión | erf Y _{RBD} | 2,50 | 2,50 | [-] |
| Coefficiente global de seguridad requerido, fallo por inestabilidad | erf Y _{stab} | 2,00 | 2,00 | [-] |

1.2.2. Resultados intermedios para caso de carga

1.2.2.1. geometría del tubo

| | | | |
|--|-----------------|-------|-----|
| Radio del eje centroide de la pared del tubo: | r _m | 72,7 | mm |
| Factor de corrección de la curvatura interior: | α _{ki} | 1,067 | [-] |
| Factor de corrección de la curvatura exterior: | α _{ka} | 0,933 | [-] |

1.2.2.2. Teoría del silo

| | | | |
|--|---|-------|-----|
| Coefficiente de carga del suelo κ para carga en zanja (Teoría del Silo): | κ | 1,000 | [-] |
|--|---|-------|-----|

$$\kappa = \frac{1 - e^{-2 \cdot K_1 \cdot \tan \delta \cdot \frac{h}{b}}}{2 \cdot K_1 \cdot \tan \delta \cdot \frac{h}{b}} \quad (5.04)$$

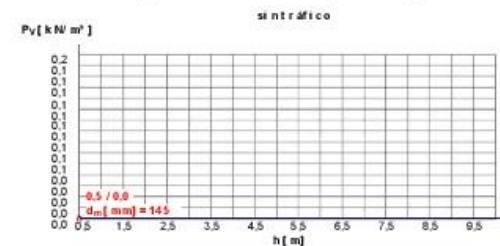
| | | | |
|---|----------------|-------|-----|
| Coefficiente de carga del suelo κ ₀ para cargas superficiales (Teoría del Silo): | κ ₀ | 1,000 | [-] |
|---|----------------|-------|-----|

$$\kappa_0 = e^{-2 \cdot K_1 \cdot \tan \delta \cdot \frac{h}{b}} \quad (5.05)$$

κ₀ y κ están indicadas como 1, porque E₁ es mayor que E₃.

1.2.2.3. Carga

| | | | |
|---|--------------------------|-------|-------------------|
| Nivel freático máximo sobre la cama del tubo: | h _{W, Scheitel} | 0,00 | m |
| Carga vertical debida al peso del relleno: | P _{End} | 10,00 | kN/m ² |
| Carga vertical debida al peso del relleno y a la carga superficial: | P _E | 10,00 | kN/m ² |
| Tensión debida a carga de tráfico: | P _V | 0,00 | kN/m ² |
| Included impact factor: | φ | 0,00 | [-] |



1.2.2.4. Módulo de deformación del suelo EB

| | | | |
|---|-------------------|-------|-------------------|
| Módulo elástico del relleno bajo carga: | E _{1,σ} | 8,00 | N/mm ² |
| Módulo elástico de los riñones bajo carga: | E _{20,σ} | 8,00 | N/mm ² |
| Factor de reducción por fluencia: | f ₁ | 1,000 | [-] |
| Factor de reducción E ₂₀ (nivel freático): | f ₂ | 1,000 | [-] |
| Factor de reducción E ₂₀ (zanja estrecha): | α _B | 1,000 | [-] |
| Módulo elástico del apoyo (reducido): | E _{2,σ} | 8,00 | N/mm ² |
| Módulo elástico del suelo natural: | E _{3,σ} | 3,91 | N/mm ² |
| Módulo elástico del suelo bajo el tubo: | E _{4,σ} | 80,00 | N/mm ² |

1.2.2.5. Valores de rigidez del suelo

| | | | |
|--|---|-------|-----|
| Factor de corrección por rigidez del apoyo horizontal: | ζ | 1,000 | [-] |
|--|---|-------|-----|



$$\zeta = \frac{1,667}{\Delta f + (1,667 - \Delta f) \frac{E_2}{E_3}} \quad (6.17)$$

$$\Delta f = \frac{\frac{b}{d_a} - 1}{0,982 + 0,283 \cdot \left(\frac{b}{d_a} - 1 \right)} \leq 1,667 \quad \text{Corrección (6.18)}$$

Si el ángulo de talud de la zanja es < 90° se debe considerar la anchura de la zanja a la altura del centro de la tubería en lugar de la anchura de la zanja a la altura de la corona

| | | | |
|-------------------------------|-----------------|-------|-------------------|
| Rigidez del apoyo horizontal: | S _{Bh} | 4,800 | N/mm ² |
|-------------------------------|-----------------|-------|-------------------|

$$S_{Bh} = 0,6 \cdot \zeta \cdot E_2 \quad (6.16)$$

| | | | |
|----------------------------|-----------------|-------|-------------------|
| Rigidez de apoyo vertical: | S _{Bv} | 8,000 | N/mm ² |
|----------------------------|-----------------|-------|-------------------|

$$S_{Bv} = \frac{E_2}{a} \quad (6.12)$$

1.2.2.6. Ángulo de apoyo, proyección relativa efectiva y ángulo de fricción

| | | | |
|---|----------------|-------|-----|
| Ángulo de apoyo, proyección relativa efectiva y ángulo de fricción: | 2α | 120 | ° |
| Proyección incrementada debido a la pérdida de soporte del suelo: | a _s | 1,00 | [-] |
| Proyección relativa efectiva: | a' | 1,000 | [-] |

$$a' = a \cdot \frac{E_1}{E_2} \geq 0,26 \quad (6.05)$$

| | | | |
|---------------------------------|----|--------|---|
| Ángulo de fricción interna: | φ' | 20,000 | ° |
| Ángulo de fricción de la pared: | δ | 13,333 | ° |

| | corto plazo Todas las cargas | largo plazo Cargas del suelo cargas de tráfico | largo plazo otro Cargas |
|--|------------------------------------|--|-------------------------------|
|--|------------------------------------|--|-------------------------------|

1.2.2.7. Valores característicos del material del tubo y rigidez anular

| | | | | | |
|---|------------------|---------|-------|-------|-------------------|
| Valor característico del módulo de elasticidad en sentido circunferencial | E _R | 1.200,0 | 200,0 | 200,0 | N/mm ² |
| Valor característico de tracción por deflexión | σ _{RBZ} | 23,0 | 17,5 | 17,5 | N/mm ² |
| Valor característico de la deflexión radial por esfuerzo de compresión | σ _{RBD} | 23,0 | 17,5 | 17,5 | N/mm ² |

| | | | | | |
|------------------|----------------|---------|---------|---------|-------------------|
| Rigidez del tubo | S _R | 809,945 | 134,991 | 134,991 | kN/m ² |
|------------------|----------------|---------|---------|---------|-------------------|

$$S_R = \frac{E_R \cdot I}{r_m^3} \quad (6.10a)$$

1.2.2.8. relación de rigidez

| | | | | | |
|---------------------|-----------------|--------|--------|--------|-----|
| Rigidez del sistema | V _{RB} | 0,1687 | 0,0281 | 0,0281 | [-] |
|---------------------|-----------------|--------|--------|--------|-----|

$$V_{RB} = \frac{S_R}{S_{Bh}} = \frac{8 \cdot S_0}{S_{Bh}} \quad (6.15)$$

| | | | | | |
|---------------------|----------------|--------|--------|-----|-----|
| Relación de rigidez | V _S | 1,4481 | 0,4963 | --- | [-] |
|---------------------|----------------|--------|--------|-----|-----|

$$V_S = \frac{S_R}{[c_v] \cdot S_{Bv}} \quad (6.08a)$$



1.2.2.9. Coeficientes

| | | | | | |
|---|----------------|-------|-------|-----|-----|
| Relación por presión de enterramiento (apoyo) | K ₂ | 0,300 | 0,300 | --- | [-] |
| Coeficiente por presión de reacción del apoyo | K* | 0,382 | 0,931 | --- | [-] |

$$K^* = \frac{c_{h,qv}}{V_{RB} - c_{h,qh}} \quad (6.14)$$

| | | | | | |
|---|------------------|--------|--------|-----|-----|
| Coeficiente por presión de reacción del apoyo | c _v * | -0,070 | -0,034 | --- | [-] |
|---|------------------|--------|--------|-----|-----|

$$c_v^* = c_{v,qv} + c_{v,qh} \cdot K^* \quad (6.13)$$

1.2.2.10. Factores de concentración λ_R y λ_B

| | | | | | |
|--------------------------------|-------|-------|-------|-----|-----|
| Factor de concentración máximo | max λ | 1,488 | 1,488 | --- | [-] |
|--------------------------------|-------|-------|-------|-----|-----|

$$\max \lambda = 1 + \frac{\frac{3,5}{a'} + \frac{2,2}{E_1(a' - 0,25)} + \frac{0,62}{a'} + \frac{1,6}{E_1(a' - 0,25)}}{\frac{h}{d_a}} \quad (6.04)$$

| | | | | | |
|--|----|-------|-------|-----|-----|
| Coeficiente por factor de concentración máximo | K' | 0,855 | 0,731 | --- | [-] |
|--|----|-------|-------|-----|-----|

$$K' = \frac{c_{v,qh} + \frac{c_{h,qh}}{c_{h,qv}} \cdot c_{v,qh} \cdot K^*}{c_{v,qv} + c_{v,qh} \cdot K^*} \quad (6.06b)$$

| | | | | | |
|--|----------------|-------|-------|-----|-----|
| Factor de concentración sobre el tubo, valor inicial | λ _R | 1,104 | 0,777 | --- | [-] |
|--|----------------|-------|-------|-----|-----|

$$\lambda_R = \frac{\max \lambda \cdot V_s + a' \cdot \frac{4 \cdot K_2 \cdot K' \cdot \max \lambda - 1}{3 \cdot a' - 0,25}}{V_s + a' \cdot \frac{3 + K_2 \cdot K' \cdot \max \lambda - 1}{3 \cdot a' - 0,25}} \quad (6.06a)$$

| | | | | | |
|---|-----------------|-------|-------|-----|-----|
| Factor de concentración sobre el tubo, bajo el efecto de la zanja | λ _{RG} | 1,104 | 0,777 | --- | [-] |
|---|-----------------|-------|-------|-----|-----|

$$\lambda_{RG} = \lambda_R = \text{const.} \quad (6.21b)$$

| | | | | | |
|--|-----------------|-------|-------|-----|-----|
| Factor de concentración sobre el tubo, límite superior | λ _{to} | 3,925 | 3,925 | --- | [-] |
|--|-----------------|-------|-------|-----|-----|

| | | | | | |
|--|-----------------|-------|-------|-----|-----|
| Factor de concentración sobre el tubo, límite inferior | λ _{tu} | 0,597 | 0,597 | --- | [-] |
|--|-----------------|-------|-------|-----|-----|

| | | | | | |
|--|-----------------|-------|-------|-----|-----|
| Factor de concentración sobre el tubo, valor final | λ _{RG} | 1,104 | 0,777 | --- | [-] |
|--|-----------------|-------|-------|-----|-----|

| | | | | | |
|-----------------------------------|----------------|-------|-------|-----|-----|
| Factor de concentración del suelo | λ _B | 0,965 | 1,074 | --- | [-] |
|-----------------------------------|----------------|-------|-------|-----|-----|

$$\lambda_B = \frac{4 - \lambda_R}{3} \quad (6.07)$$

1.2.2.11. Distribución de presiones en la circunferencia del tubo

| | | | |
|-------------------------------------|-------------------------|---------|-----|
| Relación: | I/(A·m²) | 0,00336 | [-] |
| Relación 'I/(A·m²)·κ _Q : | I/(A·m²)·κ _Q | 0,00336 | [-] |

| | | | | | |
|---|----------------|---------|--------|--------|-----|
| Coeficiente de deflexión para momentos de deflexión | c _v | -0,0893 | 0,0833 | 0,0640 | [-] |
|---|----------------|---------|--------|--------|-----|

| | | | | | |
|---|----------------------------|---------|---------|---------|-----|
| Coeficiente de deflexión por fuerzas normales | c _{N_v} | -0,6830 | -0,6810 | -0,2470 | [-] |
|---|----------------------------|---------|---------|---------|-----|

| | | | | | |
|--|----------------------------|---------|--------|--------|-----|
| Coeficiente de deflexión por fuerzas laterales | c _{Q_v} | -0,3590 | 0,3350 | 0,2430 | [-] |
|--|----------------------------|---------|--------|--------|-----|

$$c' = c + \frac{I}{A \cdot r_m^2} \cdot [c_N + 2(1 + \nu) \cdot \kappa_Q \cdot c_Q] \quad (6.20)$$

| | | | | | |
|---------------------------------------|-----------------|---------|--------|--------|-----|
| Coeficiente resultante de deformación | c' _v | -0,0949 | 0,0841 | 0,0654 | [-] |
|---------------------------------------|-----------------|---------|--------|--------|-----|



| | | | | | |
|---------------------------------------|-----------------|--------|---------|---------|-----|
| Coeficiente resultante de deformación | c' _h | 0,0912 | -0,0887 | -0,0698 | [-] |
|---------------------------------------|-----------------|--------|---------|---------|-----|

| | | corto plazo Todas las cargas | largo plazo Cargas del suelo cargas de tráfico | largo plazo otro Cargas | |
|--|--|------------------------------------|--|-------------------------------|--|
|--|--|------------------------------------|--|-------------------------------|--|

| | | | | | |
|----------------------|----------------|-------|------|-----|-------|
| Carga vertical total | q _v | 11,04 | 7,77 | --- | kN/m² |
|----------------------|----------------|-------|------|-----|-------|

$$q_v = \lambda_{RG} \cdot p_E + p_v \quad (6.24)$$

| | | | | | |
|-----------------|----------------|------|------|-----|-------|
| Presión lateral | q _h | 3,38 | 3,70 | --- | kN/m² |
|-----------------|----------------|------|------|-----|-------|

$$q_h = K \cdot \lambda \cdot \left(\frac{p}{B} + \frac{\gamma}{E} \cdot \frac{d_a}{B} \right) \quad (7.01)$$

| | | | | | |
|---|-----------------------------|------|------|-----|-------|
| Presión de reacción del apoyo (carga del suelo) | q [*] _h | 2,96 | 3,89 | --- | kN/m² |
|---|-----------------------------|------|------|-----|-------|

$$q_h^* = \frac{c_{h,qv} \cdot q_v + c_{h,qh} \cdot q_h}{V_{RB} - c_{h,qh}} \quad (7.02a)$$

| | | | | | |
|---|------------------------------|------|------|-----|-------|
| Presión de reacción del apoyo (sección llena) | q [*] _{hw} | 0,18 | 0,45 | --- | kN/m² |
|---|------------------------------|------|------|-----|-------|

$$q_{hw}^* = \frac{c_{hw} \cdot q_w}{V_{RB} - c_{h,qh}} \quad (7.02b)$$

1.2.3. Sección fuerzas clave

| | | corto plazo | largo plazo | |
|--|------------------------------|-------------|-------------|-------|
| Momento debido a cargas verticales totales | M _{qv} | 0,015 | 0,011 | kNm/m |
| Momento debido a la presión lateral | M _{qh} | -0,004 | -0,005 | kNm/m |
| Momento debido a la reacción de la presión del apoyo horizontal | M [*] _{qh} | -0,003 | -0,004 | kNm/m |
| Momento debido a la reacción de la presión del apoyo (sección llena) | M [*] _{qw} | 0,000 | 0,000 | kNm/m |
| Momento debido a las cargas muertas | M _g | 0,000 | 0,000 | kNm/m |
| Momento debido a la sección llena | M _w | 0,001 | 0,001 | kNm/m |
| Momento debido a la presión del agua | M _{pw} | 0,011 | 0,011 | kNm/m |
| Momento debido al nivel freático a la altura de la clave | M _{pa1} | 0,000 | 0,000 | kNm/m |

$$\Sigma M = M_{qv} + M_{qh} + M_{qh}^* + M_{qw}^* + M_g + M_w + M_{pw}$$

| | | | | |
|------------------|----|-------|-------|-------|
| Momentos totales | ΣM | 0,019 | 0,013 | kNm/m |
|------------------|----|-------|-------|-------|

$$\Sigma M_{sonst} = M_{qv} + M_{qh} + M_{qh}^* + M_{qw}^* + M_g + M_w + M_{pa1}$$

| | | | | |
|--|---------------------|-------|-------|-------|
| Momentos totales sin presión interna/externa | ΣM _{sonst} | 0,009 | 0,003 | kNm/m |
|--|---------------------|-------|-------|-------|

$$\Sigma M' = M_{qv} + M_{qh} + M_{qh}^* + M_g$$

| | | | | |
|--|-----|-------|-------|-------|
| Momentos totales debidos a la sección llena y a la presión | ΣM' | 0,008 | 0,002 | kNm/m |
|--|-----|-------|-------|-------|

| | | | | |
|--|-----------------|-------|-------|------|
| Fuerza normal debida a las cargas verticales totales | N _{qv} | 0,022 | 0,015 | kN/m |
|--|-----------------|-------|-------|------|

| | | | | |
|---|-----------------|--------|--------|------|
| Fuerza normal debida a la presión lateral | N _{qh} | -0,245 | -0,269 | kN/m |
|---|-----------------|--------|--------|------|

| | | | | |
|--|------------------------------|--------|--------|------|
| Fuerza normal debida a la reacción de la presión del lecho | N [*] _{qh} | -0,124 | -0,163 | kN/m |
|--|------------------------------|--------|--------|------|

| | | | | |
|---|------------------------------|--------|--------|------|
| Fuerza normal debida a la reacción de la presión del lecho (relleno del agua) | N [*] _{qw} | -0,008 | -0,019 | kN/m |
|---|------------------------------|--------|--------|------|

| | | | | |
|-------------------------------------|----------------|-------|-------|------|
| Fuerza normal debida al peso muerto | N _g | 0,002 | 0,002 | kN/m |
|-------------------------------------|----------------|-------|-------|------|

| | | | | |
|---|----------------|-------|-------|------|
| Fuerza normal debida al relleno de agua | N _w | 0,033 | 0,033 | kN/m |
|---|----------------|-------|-------|------|

| | | | | |
|---|------------------|-------|-------|------|
| Fuerza normal debida al nivel freático hasta la clave | N _{pa1} | 0,000 | 0,000 | kN/m |
|---|------------------|-------|-------|------|

| | | | | |
|--------------------------|----|--------|--------|------|
| Fuerzas totales normales | ΣN | 38,920 | 38,840 | kN/m |
|--------------------------|----|--------|--------|------|

| | | | | |
|-----------------------------------|---------------------|--------|--------|------|
| Total sin presión interna/externa | ΣN _{sonst} | -0,320 | -0,400 | kN/m |
|-----------------------------------|---------------------|--------|--------|------|

| | | | | |
|---------------------------------------|-----|--------|--------|------|
| Total sin sección llena y sin presión | ΣN' | -0,346 | -0,414 | kN/m |
|---------------------------------------|-----|--------|--------|------|



1.2.4. Sección fuerzas generatriz sobre el diámetro horizontal del tubo

| | | corto plazo | largo plazo | |
|--|--------------------|-------------|-------------|-------|
| Momento debido a cargas verticales totales | M_{qv} | -0,015 | -0,011 | kNm/m |
| Momento debido a la presión lateral | M_{qh} | 0,004 | 0,005 | kNm/m |
| Momento debido a la reacción de la presión del apoyo horizontal | M^{*}_{qh} | 0,003 | 0,004 | kNm/m |
| Momento debido a la reacción de la presión del apoyo (sección llena) | M^{*}_{qw} | 0,000 | 0,000 | kNm/m |
| Momento debido a las cargas muertas | M_g | 0,000 | 0,000 | kNm/m |
| Momento debido a la sección llena | M_w | -0,001 | -0,001 | kNm/m |
| Momento debido a la presión del agua | M_{pw} | 0,011 | 0,011 | kNm/m |
| Momento debido al nivel freático a la altura de la clave | M_{pal} | 0,000 | 0,000 | kNm/m |
| $\Sigma M = M_{qv} + M_{qh} + M^{*}_{qh} + M^{*}_{qw} + M_g + M_w + M_{pw}$ | | | | |
| Momentos totales | ΣM | 0,002 | 0,008 | kNm/m |
| $\Sigma M_{sonst} = M_{qv} + M_{qh} + M^{*}_{qh} + M^{*}_{qw} + M_g + M_w + M_{pal}$ | | | | |
| Momentos totales sin presión interna/externa | ΣM_{sonst} | -0,009 | -0,002 | kNm/m |
| $\Sigma M' = M_{qv} + M_{qh} + M^{*}_{qh} + M_g$ | | | | |
| Momentos totales debidos a la sección llena y a la presión | $\Sigma M'$ | -0,008 | -0,002 | kNm/m |
| Fuerza normal debida a las cargas verticales totales | N_{qv} | -0,802 | -0,565 | kN/m |
| Fuerza normal debida a la presión lateral | N_{qh} | 0,000 | 0,000 | kN/m |
| Fuerza normal debida a la reacción de la presión del lecho | N^{*}_{qh} | 0,000 | 0,000 | kN/m |
| Fuerza normal debida a la reacción de la presión del lecho (relleno del agua) | N^{*}_{qw} | 0,000 | 0,000 | kN/m |
| Fuerza normal debida al peso muerto | N_g | -0,016 | -0,016 | kN/m |
| Fuerza normal debida al relleno de agua | N_w | 0,011 | 0,011 | kN/m |
| Fuerza normal debida al nivel freático hasta la clave | N_{pal} | 0,000 | 0,000 | kN/m |
| Fuerzas totales normales | ΣN | 38,433 | 38,670 | kN/m |
| Total sin presión interna/externa | ΣN_{sonst} | -0,807 | -0,570 | kN/m |
| Total sin sección llena y sin presión | $\Sigma N'$ | -0,818 | -0,581 | kN/m |

1.2.5. Sección fuerzas base

| | | corto plazo | largo plazo | |
|--|--------------------|-------------|-------------|-------|
| Momento debido a cargas verticales totales | M_{qv} | 0,016 | 0,011 | kNm/m |
| Momento debido a la presión lateral | M_{qh} | -0,004 | -0,005 | kNm/m |
| Momento debido a la reacción de la presión del apoyo horizontal | M^{*}_{qh} | -0,003 | -0,004 | kNm/m |
| Momento debido a la reacción de la presión del apoyo (sección llena) | M^{*}_{qw} | 0,000 | 0,000 | kNm/m |
| Momento debido a las cargas muertas | M_g | 0,000 | 0,000 | kNm/m |
| Momento debido a la sección llena | M_w | 0,001 | 0,001 | kNm/m |
| Momento debido a la presión del agua | M_{pw} | 0,011 | 0,011 | kNm/m |
| Momento debido al nivel freático a la altura de la clave | M_{pal} | 0,000 | 0,000 | kNm/m |
| $\Sigma M = M_{qv} + M_{qh} + M^{*}_{qh} + M^{*}_{qw} + M_g + M_w + M_{pw}$ | | | | |
| Momentos totales | ΣM | 0,021 | 0,014 | kNm/m |
| $\Sigma M_{sonst} = M_{qv} + M_{qh} + M^{*}_{qh} + M^{*}_{qw} + M_g + M_w + M_{pal}$ | | | | |
| Momentos totales sin presión interna/externa | ΣM_{sonst} | 0,010 | 0,004 | kNm/m |
| $\Sigma M' = M_{qv} + M_{qh} + M^{*}_{qh} + M_g$ | | | | |
| Momentos totales debidos a la sección llena y a la presión | $\Sigma M'$ | 0,009 | 0,003 | kNm/m |
| Fuerza normal debida a las cargas verticales totales | N_{qv} | -0,022 | -0,015 | kN/m |
| Fuerza normal debida a la presión lateral | N_{qh} | -0,245 | -0,269 | kN/m |
| Fuerza normal debida a la reacción de la presión del lecho | N^{*}_{qh} | -0,124 | -0,163 | kN/m |

AseTUB V. 1.1.0.0 - 25/11/2018 22:21:35
PROYECTO BÁSICO DE RED DE ABASTECIMIENTO EN LA URBANIZACIÓN RESIDENCIAL ELS TARONGERS EN ALBAT DELS TARONGERS (VALENCIA)

9



| | | | | |
|---|--------------|--------|--------|------|
| Fuerza normal debida a la reacción de la presión del lecho (relleno del agua) | N^{*}_{qw} | -0,008 | -0,019 | kN/m |
| Fuerza normal debida al peso muerto | N_g | -0,002 | -0,002 | kN/m |
| Fuerza normal debida al relleno de agua | N_w | 0,073 | 0,073 | kN/m |
| Fuerza normal debida al nivel freático hasta la clave | N_{pal} | 0,000 | 0,000 | kN/m |

| | | | | |
|---------------------------------------|--------------------|--------|--------|------|
| Fuerzas totales normales | ΣN | 38,911 | 38,844 | kN/m |
| Total sin presión interna/externa | ΣN_{sonst} | -0,329 | -0,396 | kN/m |
| Total sin sección llena y sin presión | $\Sigma N'$ | -0,394 | -0,450 | kN/m |

1.2.6. Caso de carga a corto plazo

1.2.6.1. prueba de tensión

| | | | |
|---|-------------|------|-----|
| Coefficiente de superposición de tensiones: | Z | 0,48 | [-] |
| Relación de deflexión: | η | 0,48 | [-] |
| Presión interior resultante (pI - pW): | $p_{I,res}$ | 6,00 | bar |

$$\sigma_{R,res} = \frac{\sigma_{qv,qh,qh'} \cdot \sigma_R + \sigma_{sonst} \cdot \sigma_{R,L}}{\sigma_{qv,qh,qh'} + \sigma_{sonst}} \quad (9.01c)$$

| Interior: | | clave | generatriz sobre el diámetro horizontal del tubo | base | |
|---|--------------------|--------|--|--------|-------------------|
| Tensiones debidas a carga externa | σ_a | 0,241 | -0,316 | 0,276 | N/mm ² |
| Coefficiente de seguridad para carga externa, tensión por flexión: | $\gamma_{BZ,a}$ | 95,418 | --- | 83,310 | [-] |
| Coefficiente de seguridad por carga externa, compresión por flexión: | $\gamma_{BD,a}$ | --- | 72,671 | --- | [-] |
| Tensiones debidas a presión interna | σ_i | 2,688 | 2,688 | 2,688 | N/mm ² |
| Coefficiente de seguridad por presión interna | γ_i | 8,558 | 8,558 | 8,558 | [-] |
| Factor de reducción de acuerdo a Netzer/Pattis | n | 0,955 | 0,949 | 0,954 | [-] |
| Tensión por cálculo de superposición | σ_{res} | 2,796 | 2,249 | 2,827 | N/mm ² |
| Coefficiente de seguridad para cálculo de superposición, tensión por flexión: | $\gamma_{BZ,res}$ | 8,225 | 10,225 | 8,137 | [-] |
| Coefficiente de seguridad para cálculos de superposición, compresión por flexión: | $\gamma_{BD,res}$ | --- | --- | --- | [-] |
| Tensión de tracción por flexión a ser considerada | $\sigma_{RBZ,res}$ | 23,00 | 23,00 | 23,00 | N/mm ² |
| Tensión de compresión por flexión a ser considerada | $\sigma_{RBD,res}$ | 23,00 | 23,00 | 23,00 | N/mm ² |
| Exterior: | | clave | generatriz sobre el diámetro horizontal del tubo | base | |
| Tensiones debidas a carga externa | σ_a | -0,252 | 0,173 | -0,284 | N/mm ² |
| Coefficiente de seguridad para carga externa, tensión por flexión: | $\gamma_{BZ,a}$ | --- | 132,780 | --- | [-] |
| Coefficiente de seguridad por carga externa, compresión por flexión: | $\gamma_{BD,a}$ | 91,297 | --- | 81,078 | [-] |
| Tensiones debidas a presión interna | σ_i | 2,688 | 2,688 | 2,688 | N/mm ² |
| Coefficiente de seguridad por presión interna | γ_i | 8,558 | 8,558 | 8,558 | [-] |
| Factor de reducción de acuerdo a Netzer/Pattis | n | 0,955 | 0,955 | 0,953 | [-] |

AseTUB V. 1.1.0.0 - 25/11/2018 22:21:35
PROYECTO BÁSICO DE RED DE ABASTECIMIENTO EN LA URBANIZACIÓN RESIDENCIAL ELS TARONGERS EN ALBAT DELS TARONGERS (VALENCIA)

10



| | | | | | |
|---|--------------------|-------|-------|--------|-------------------|
| Tensión por cálculo de superposición | σ_{res} | 2,326 | 2,732 | 2,290 | N/mm ² |
| Coefficiente de seguridad para cálculo de superposición, tensión por flexión: | $\gamma_{BZ,res}$ | 9,889 | 8,420 | 10,043 | [-] |
| Coefficiente de seguridad para cálculos de superposición, compresión por flexión: | $\gamma_{BD,res}$ | --- | --- | --- | [-] |
| Tensión de tracción por flexión a ser considerada | $\sigma_{RBZ,res}$ | 23,00 | 23,00 | 23,00 | N/mm ² |
| Tensión de compresión por flexión a ser considerada | $\sigma_{RBD,res}$ | 23,00 | 23,00 | 23,00 | N/mm ² |

Todos los coeficientes de seguridad calculados en la prueba de tensión son suficientes.

1.2.6.2. Prueba de deformación

Modo de cálculo:

Relación:

Relación $l/(A \cdot r_m^2) \cdot \kappa q$:

| | |
|------------------------------------|-------------|
| lineal | |
| $l/(A \cdot r_m^2)$ | 0,00336 [-] |
| $l/(A \cdot r_m^2) \cdot \kappa q$ | 0,00336 [-] |

| | | | | | | | | |
|--|---------|-------|---------|-------|---------|---------|---------|-----|
| Coefficiente de deflexión para momentos de deflexión | c_v | q_v | -0,0893 | q_h | 0,0833 | q_h^* | 0,0640 | [-] |
| Coefficiente de deflexión por fuerzas normales | c_v^N | | -0,6830 | | -0,6810 | | -0,2470 | [-] |
| Coefficiente de deflexión por fuerzas laterales | c_v^Q | | -0,3590 | | 0,3350 | | 0,2430 | [-] |

$$c' = c + \frac{l}{A \cdot r_m^2} \cdot [c^N + 2(1 + \nu) \cdot \kappa_Q \cdot c^Q] \quad (6.20)$$

| | | | | | |
|--|--------|---------|---------|---------|-----|
| Coefficiente resultante de deformación | c_v' | -0,0949 | 0,0841 | 0,0654 | [-] |
| Coefficiente resultante de deformación | c_h' | 0,0912 | -0,0887 | -0,0698 | [-] |

$$\Delta d = \frac{2 \cdot r_m}{8 S_0} \cdot (c_v \cdot q_v + c_v^N \cdot q_v + c_v^Q \cdot q_v + c_h \cdot q_h + c_h^N \cdot q_h + c_h^Q \cdot q_h) \quad (8.16a)$$

$$\Delta d_h = \frac{6 \cdot r_m}{8 S_0} \cdot (c_h \cdot q_v + c_v \cdot q_h + c_h^N \cdot q_h + c_h^Q \cdot q_h) \quad (8.16b)$$

| | | | |
|---------------------------------|--------------|------|----|
| Cambio del diámetro vertical: | Δd_v | 0,10 | mm |
| Cambio del diámetro horizontal: | Δd_h | 0,09 | mm |

$$\delta_v = \frac{\Delta d_v}{2 \cdot r_m} \cdot 100 \text{ in } \% \quad (8.17)$$

| | | | |
|--------------------------------|----------------|------|---|
| Deformación vertical relativa: | δ_v | 0,07 | % |
| Deflexión admisible: | zul δ_v | 6,00 | % |

La deflexión determinada es menor que la deflexión permitida.

1.2.6.3. Prueba de estabilidad (lineal):

Carga vertical total:

Factor de reducción de carga de colapso por cargas de suelo/tráfico:

Carga vertical total crítica:

| | | |
|---------------|---------|-------------------|
| q_v | 11,04 | kN/m ² |
| κ_{v2} | 0,86 | [-] |
| krit q_v | 3.456,5 | kN/m ² |

$$k_{rit} q_v = \kappa_{v2} \cdot \left(3 + \frac{1}{3 \sqrt{V_{RB}}} \right) \cdot 8 S_0 \quad (9.06b)$$

La prueba de colapso por presión de agua no aplica, dado que no hay presencia de nivel freático ni vacío.

| | | | |
|--|---------------------|--------|-----|
| Coefficiente de seguridad de estabilidad: | γ_{stab} | 313,22 | [-] |
| Coefficiente global de seguridad requerido, fallo por inestabilidad: | erf γ_{stab} | 2,00 | [-] |

Los coeficientes de seguridad al pandeo determinados son suficientes.

1.2.7. Caso de carga a largo plazo

1.2.7.1. prueba de tensión

| | | | |
|---|---|------|-----|
| Coefficiente de superposición de tensiones: | Z | 2,17 | [-] |
|---|---|------|-----|

AseTUB V. 1.1.0.0 - 25/11/2018 22:21:35
PROYECTO BÁSICO DE RED DE ABASTECIMIENTO EN LA URBANIZACIÓN RESIDENCIAL ELS TARONGERS EN ALBALAT DELS TARONGERS (VALENCIA)

11



| | | | |
|--|-------------|------|-----|
| Relación de deflexión: | η | 1,41 | [-] |
| Presión interior resultante (pI - pW): | $p_{I,res}$ | 6,00 | bar |

$$\sigma_{R,res} = \frac{\sigma_{qv,qh,qh^*} \cdot \sigma_R + \sigma_{sonst} \cdot \sigma_{R,L}}{\sigma_{qv,qh,qh^*} + \sigma_{sonst}} \quad (9.01c)$$

| | | | | |
|--|-----------------|--|---------|-------------------------|
| Interior: | clave | generatriz sobre el diámetro horizontal del tubo | base | |
| Tensiones debidas a carga externa | σ_a | 0,053 | -0,111 | 0,082 N/mm ² |
| Coefficiente de seguridad para carga externa, tensión por flexión: | $\gamma_{BZ,a}$ | 327,662 | --- | 213,224 [-] |
| Coefficiente de seguridad por carga externa, compresión por flexión: | $\gamma_{BD,a}$ | --- | 157,752 | --- |

| | | | | |
|---|------------|-------|-------|-------------------------|
| Tensiones debidas a presión interna | σ_i | 2,688 | 2,688 | 2,688 N/mm ² |
| Coefficiente de seguridad por presión interna | γ_i | 6,511 | 6,511 | 6,511 [-] |

| | | | | |
|---|--------------------|-------|-------|-------------------------|
| Factor de reducción de acuerdo a Netzer/Pattis | n | 0,943 | 0,943 | 0,943 [-] |
| Tensión por cálculo de superposición | σ_{res} | 2,584 | 2,429 | 2,611 N/mm ² |
| Coefficiente de seguridad para cálculo de superposición, tensión por flexión: | $\gamma_{BZ,res}$ | 6,773 | 7,205 | 6,703 [-] |
| Coefficiente de seguridad para cálculos de superposición, compresión por flexión: | $\gamma_{BD,res}$ | --- | --- | --- |
| Tensión de tracción por flexión a ser considerada | $\sigma_{RBZ,res}$ | 17,50 | 17,50 | 17,50 N/mm ² |
| Tensión de compresión por flexión a ser considerada | $\sigma_{RBD,res}$ | 17,50 | 17,50 | 17,50 N/mm ² |

| | | | | |
|--|-----------------|--|---------|--------------------------|
| Exterior: | clave | generatriz sobre el diámetro horizontal del tubo | base | |
| Tensiones debidas a carga externa | σ_a | -0,098 | 0,024 | -0,123 N/mm ² |
| Coefficiente de seguridad para carga externa, tensión por flexión: | $\gamma_{BZ,a}$ | --- | 732,427 | --- |
| Coefficiente de seguridad por carga externa, compresión por flexión: | $\gamma_{BD,a}$ | 178,398 | --- | 142,702 [-] |

| | | | | |
|---|------------|-------|-------|-------------------------|
| Tensiones debidas a presión interna | σ_i | 2,688 | 2,688 | 2,688 N/mm ² |
| Coefficiente de seguridad por presión interna | γ_i | 6,511 | 6,511 | 6,511 [-] |

| | | | | |
|---|--------------------|-------|-------|-------------------------|
| Factor de reducción de acuerdo a Netzer/Pattis | n | 0,943 | 0,943 | 0,943 [-] |
| Tensión por cálculo de superposición | σ_{res} | 2,441 | 2,556 | 2,418 N/mm ² |
| Coefficiente de seguridad para cálculo de superposición, tensión por flexión: | $\gamma_{BZ,res}$ | 7,169 | 6,847 | 7,238 [-] |
| Coefficiente de seguridad para cálculos de superposición, compresión por flexión: | $\gamma_{BD,res}$ | --- | --- | --- |
| Tensión de tracción por flexión a ser considerada | $\sigma_{RBZ,res}$ | 17,50 | 17,50 | 17,50 N/mm ² |
| Tensión de compresión por flexión a ser considerada | $\sigma_{RBD,res}$ | 17,50 | 17,50 | 17,50 N/mm ² |

Todos los coeficientes de seguridad calculados en la prueba de tensión son suficientes.

1.2.7.2. Prueba de deformación

Modo de cálculo:

Relación:

Relación $l/(A \cdot r_m^2) \cdot \kappa q$:

| | |
|------------------------------------|-------------|
| lineal | |
| $l/(A \cdot r_m^2)$ | 0,00336 [-] |
| $l/(A \cdot r_m^2) \cdot \kappa q$ | 0,00336 [-] |

AseTUB V. 1.1.0.0 - 25/11/2018 22:21:35
PROYECTO BÁSICO DE RED DE ABASTECIMIENTO EN LA URBANIZACIÓN RESIDENCIAL ELS TARONGERS EN ALBALAT DELS TARONGERS (VALENCIA)

12



| | | | | | | | | |
|--|-----------|---------------------|---------|-------|---------|-----------|---------|-----|
| Coefficiente de deflexión para momentos de deflexión | c_v | q_v | -0,0893 | q_h | 0,0833 | q_{h^*} | 0,0640 | [-] |
| Coefficiente de deflexión por fuerzas normales | c_{N_v} | | -0,6830 | | -0,6810 | | -0,2470 | [-] |
| Coefficiente de deflexión por fuerzas laterales | c_{Q_v} | | -0,3590 | | 0,3350 | | 0,2430 | [-] |
| $c' = c + \frac{I}{A \cdot r_m^2} \cdot [c^N + 2(1 + \nu) \cdot K_Q \cdot c^Q]$ | | | | | | | | |
| (6.20) | | | | | | | | |
| Coefficiente resultante de deformación | c'_v | | -0,0949 | | 0,0841 | | 0,0654 | [-] |
| Coefficiente resultante de deformación | c'_h | | 0,0912 | | -0,0887 | | -0,0698 | [-] |
| $\Delta d_v = \frac{2 \cdot r_m}{8 S_0} \cdot (c'_{v,qv} \cdot q_v + c'_{v,qh} \cdot q_h + c'_{v,qh^*} \cdot q_{h^*})$ | | | | | | | | |
| (8.16a) | | | | | | | | |
| $\Delta d_h = \frac{2 \cdot r_m}{8 S_0} \cdot (c'_{h,qv} \cdot q_v + c'_{h,qh} \cdot q_h + c'_{h,qh^*} \cdot q_{h^*})$ | | | | | | | | |
| (8.16b) | | | | | | | | |
| Cambio del diámetro vertical: | | Δd_v | | | | 0,19 | mm | |
| Cambio del diámetro horizontal: | | Δd_h | | | | 0,12 | mm | |
| $\delta_v = \frac{\Delta d_v}{2 \cdot r_m} \cdot 100 \text{ in } \%$ | | | | | | | | |
| (8.17) | | | | | | | | |
| Deformación vertical relativa: | | δ_v | | | | 0,13 | % | |
| Deflexión admisible: | | zul δ_v | | | | 6,00 | % | |
| La deflexión determinada es menor que la deflexión permitida. | | | | | | | | |
| 1.2.7.3. Prueba de estabilidad (lineal): | | | | | | | | |
| Carga vertical total: | | q_v | | | 7,77 | kN/m² | | |
| Factor de reducción de carga de colapso por cargas de suelo/tráfico: | | K_{v2} | | | 0,87 | [-] | | |
| Carga vertical total crítica: | | krit q_v | | | 1.400,6 | kN/m² | | |
| $k_{rit} q_v = 2 \cdot K_{v2} \cdot (8 S_0 \cdot S_{BH})^{0,5}$ | | | | | | | | |
| (9.06a) | | | | | | | | |
| La prueba de colapso por presión de agua no aplica, dado que no hay presencia de nivel freático ni vacío. | | | | | | | | |
| Coefficiente de seguridad de estabilidad: | | γ | | | 180,16 | [-] | | |
| Coefficiente global de seguridad requerido, fallo por inestabilidad: | | erf γ_{stab} | | | 2,00 | [-] | | |
| Los coeficientes de seguridad al pandeo determinados son suficientes. | | | | | | | | |
| Todas las pruebas necesarias son correctas. | | | | | | | | |



INFORME COMPLETO

Estudio estático para Tuberías A 127

Proyecto: PROYECTO BÁSICO DE RED DE ABASTECIMIENTO EN LA URBANIZACIÓN RESIDENCIAL ELS TARONGERS EN ALBALAT DELS TARONGERS (VALENCIA)

Empresa / Entidad: UPV/JETSICCP

Autor: PABLO PÉREZ FURIÓ

Informe n°: 2

Fecha: 25/11/2018

Este programa es una herramienta gratuita, que puede ser utilizada por personas con conocimientos técnicos en el cálculo estático de tuberías. El programa no puede reemplazar al ingeniero responsable.



Contenido

| | |
|---|----|
| 1. Cálculo estático de acuerdo a la A 127: TRAMO2/3 | 3 |
| 1.1. Entrada de datos: | 3 |
| 1.1.1. Opciones de seguridad | 3 |
| 1.1.2. Suelo | 3 |
| 1.1.3. Carga | 3 |
| 1.1.4. Instalación | 3 |
| 1.1.5. Tubo de la base de datos | 3 |
| 1.2. Resultados: | 4 |
| 1.2.1. resultados intermedios del tubo | 4 |
| 1.2.1.1. propiedades del material | 4 |
| 1.2.1.2. Factores de seguridad | 5 |
| 1.2.2. Resultados intermedios para caso de carga | 5 |
| 1.2.2.1. geometría del tubo | 5 |
| 1.2.2.2. Teoría del silo | 5 |
| 1.2.2.3. Carga | 5 |
| 1.2.2.4. Módulo de deformación del suelo EB | 5 |
| 1.2.2.5. Valores de rigidez del suelo | 5 |
| 1.2.2.6. Ángulo de apoyo, proyección relativa efectiva y ángulo de fricción | 6 |
| 1.2.2.7. Valores característicos del material del tubo y rigidez anular | 6 |
| 1.2.2.8. relación de rigidez | 6 |
| 1.2.2.9. Coeficientes | 7 |
| 1.2.2.10. Factores de concentración λ_R y λ_B | 7 |
| 1.2.2.11. Distribución de presiones en la circunferencia del tubo | 7 |
| 1.2.3. Sección fuerzas clave | 8 |
| 1.2.4. Sección fuerzas generatriz sobre el diámetro horizontal del tubo | 9 |
| 1.2.5. Sección fuerzas base | 9 |
| 1.2.6. Caso de carga a corto plazo | 10 |
| 1.2.6.1. prueba de tensión | 10 |
| 1.2.6.2. Prueba de deformación | 11 |
| 1.2.6.3. Prueba de estabilidad (lineal): | 11 |
| 1.2.7. Caso de carga a largo plazo | 11 |
| 1.2.7.1. prueba de tensión | 11 |
| 1.2.7.2. Prueba de deformación | 12 |
| 1.2.7.3. Prueba de estabilidad (lineal): | 13 |



1. Cálculo estático de acuerdo a la A 127: TRAMO2/3

Descripción del tramo:
Tipo de cálculo:
Añadir dibujo para imprimir:

TRAMO2/3
Según tabla
Si

1.1. Entrada de datos:

1.1.1. Opciones de seguridad

Clase de seguridad:
Deflexión admisible:
Tratamiento de la presión interna:
Menores factores de seguridad para compresión por flexión:
La aplicación de la ATV A 127 no ha sido verificada para ver si la rigidez circunferencial mínima ha sido alcanzada:

A (caso normal)
6% (habitual)
De acuerdo con la nota 39 de la ATV 127
no (ATV A 127)
No

1.1.2. Suelo

Tipo de relleno:
Cálculo E1:
Tipo de relleno en la zona del tubo:
Cálculo E20:
Tipo de suelo natural:
Cálculo E3:
Densidad Proctor E3:
E4 = 10 · E1:

G2
tabla 8 (A127)
G2
tabla 8 (A127)
G4
Densidad Proctor
D_{Pr,E3} 95,0 %
Si

1.1.3. Carga

Altura de recubrimiento:
Densidad del suelo:
Carga superficial adicional:
Nivel freático máximo sobre el lecho del tubo:
Nivel freático mínimo sobre el lecho del tubo:
Presión interna, corto plazo:
Presión interna, largo plazo:
Sección llena:
Densidad del fluido:
Carga de tráfico:

h 0,50 m
γ 20,0 kN/m³
p₀ 0,0 kN/m²
h_{W,max} 0,00 m
h_{W,min} 0,00 m
P_{I,K} 6,0 bar
P_{I,L} 6,0 bar
Si
γ_F 10,0 kN/m³
SLW 30

1.1.4. Instalación

Instalación:
Ancho de zanja:
Ángulo del talud:
Condiciones de relleno:
Condiciones de la instalación:
Tipo de apoyo:
Ángulo de apoyo:
Proyección relativa:

Zanja
b 1,06 m
β 72 °
A1
B1
suelto
120°
a 1,00 [-]

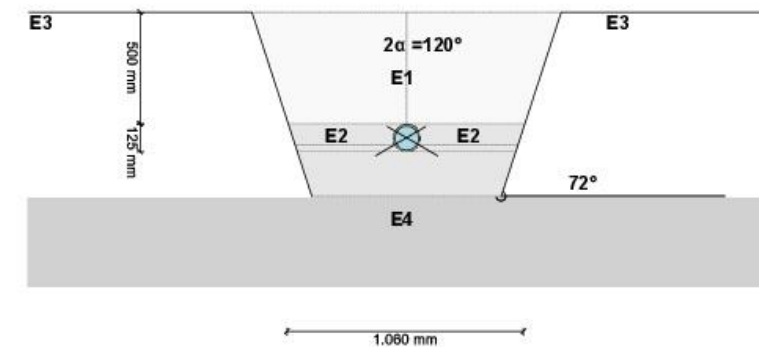
1.1.5. Tubo de la base de datos

Material:
Presión nominal:
Diámetro nominal:
Fabricante:

PE 100
PN = 16,0 bar (SDR = 11,0)
DN 125 (11,4 mm)
MASA



Carga de tráfico: SLW 30



1.2. Resultados:

1.2.1. resultados intermedios del tubo

Diámetro interior:
Diámetro exterior:
Radio del eje centroide de la pared del tubo:
Wall thickness:
Ratio radius to wall thickness:
Factor de corrección de la curvatura interior:
Factor de corrección de la curvatura exterior:

d_i 102,2 mm
d_a 125,0 mm
r_m 56,8 mm
s 11,4 mm
r_m/s 4,982 [-]
α_{ki} 1,067 [-]
α_{ka} 0,933 [-]

Predeformación local:
Predeformación (ovalización antes de aplicación de la carga):

δ_{vl} 0,00 %
δ_{vg} 1,00 %

Perfil de superficie axialmente afectado:
Superficie del perfil radial:
Distancia de inercia:
Momento de inercia:
Momento resistente exterior:
Momento resistente interior:

A_{ax} 11,4 mm²/mm
A_{rad} 11,4 mm²/mm
e 5,7 mm
I 123,5 mm⁴/mm
W_a 21,7 mm³/mm
W_i 21,7 mm³/mm

1.2.1.1. propiedades del material

Gravedad específica
Coeficiente de poisson
Valor característico del módulo de elasticidad en sentido circunferencial

YR 9,4
ν 0,38
ER 1.200,0

corto plazo 9,4
largo plazo 9,4
0,38
200,0
kN/m³
[-]
N/mm²



1.2.1.2. Factores de seguridad

| | | | | |
|---|-----------------------|------|------|-----|
| Coefficiente global de seguridad requerido, fallo por inestabilidad, tensión a tracción | erf Y _{RBZ} | 2,50 | 2,50 | [-] |
| Coefficiente global de seguridad requerido, fallo por inestabilidad, tensión a compresión | erf Y _{RBD} | 2,50 | 2,50 | [-] |
| Coefficiente global de seguridad requerido, fallo por inestabilidad | erf Y _{stab} | 2,00 | 2,00 | [-] |

1.2.2. Resultados intermedios para caso de carga

1.2.2.1. geometría del tubo

| | | | |
|--|-----------------|-------|-----|
| Radio del eje centroide de la pared del tubo: | r _m | 56,8 | mm |
| Factor de corrección de la curvatura interior: | α _{ki} | 1,067 | [-] |
| Factor de corrección de la curvatura exterior: | α _{ka} | 0,933 | [-] |

1.2.2.2. Teoría del silo

| | | | |
|--|---|-------|-----|
| Coefficiente de carga del suelo κ para carga en zanja (Teoría del Silo): | κ | 1,000 | [-] |
|--|---|-------|-----|

$$\kappa = \frac{1 - e^{-2 \cdot K_1 \cdot \tan \delta \cdot \frac{h}{b}}}{2 \cdot K_1 \cdot \tan \delta \cdot \frac{h}{b}} \quad (5.04)$$

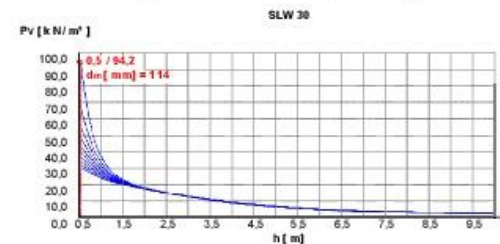
| | | | |
|---|----------------|-------|-----|
| Coefficiente de carga del suelo κ ₀ para cargas superficiales (Teoría del Silo): | κ ₀ | 1,000 | [-] |
|---|----------------|-------|-----|

$$\kappa_0 = e^{-2 \cdot K_1 \cdot \tan \delta \cdot \frac{h}{b}} \quad (5.05)$$

κ₀ y κ están indicadas como 1, porque E₁ es mayor que E₃.

1.2.2.3. Carga

| | | | |
|---|--------------------------|-------|-------------------|
| Nivel freático máximo sobre la cama del tubo: | h _{W, Scheitel} | 0,00 | m |
| Carga vertical debida al peso del relleno: | P _{Erd} | 10,00 | kN/m ² |
| Carga vertical debida al peso del relleno y a la carga superficial: | P _E | 10,00 | kN/m ² |
| Tensión debida a carga de tráfico: | P _V | 94,22 | kN/m ² |
| Included impact factor: | φ | 1,40 | [-] |



1.2.2.4. Módulo de deformación del suelo EB

| | | | |
|--|-------------------|-------|-------------------|
| Módulo elástico del relleno bajo carga: | E _{1,σ} | 8,00 | N/mm ² |
| Módulo elástico de los riñones bajo carga: | E _{20,σ} | 8,00 | N/mm ² |
| Factor de reducción por fluencia: | f ₁ | 1,000 | [-] |
| Factor de reducción E20 (nivel freático): | f ₂ | 1,000 | [-] |
| Factor de reducción E20 (zanja estrecha): | α _B | 1,000 | [-] |
| Módulo elástico del apoyo (reducido): | E _{2,σ} | 8,00 | N/mm ² |
| Módulo elástico del suelo natural: | E _{3,σ} | 3,91 | N/mm ² |
| Módulo elástico del suelo bajo el tubo: | E _{4,σ} | 80,00 | N/mm ² |

1.2.2.5. Valores de rigidez del suelo

| | | | |
|--|---|-------|-----|
| Factor de corrección por rigidez del apoyo horizontal: | ζ | 1,000 | [-] |
|--|---|-------|-----|

AseTUB V. 1.1.0.0 - 25/11/2018 22:28:30
PROYECTO BÁSICO DE RED DE ABASTECIMIENTO EN LA URBANIZACIÓN RESIDENCIAL ELS TARONGERS EN ALBALAT DELS TARONGERS (VALENCIA)

5



$$\zeta = \frac{1,667}{\Delta f + (1,667 - \Delta f) \frac{E_2}{E_3}} \quad (6.17)$$

$$\Delta f = \frac{\frac{b}{d_a} - 1}{0,982 + 0,283 \cdot \left(\frac{b}{d_a} - 1 \right)} \leq 1,667 \quad \text{Corrección (6.18)}$$

Si el ángulo de talud de la zanja es < 90° se debe considerar la anchura de la zanja a la altura del centro de la tubería en lugar de la anchura de la zanja a la altura de la corona

| | | | |
|--|-----------------|-------|-------------------|
| Rigidez del apoyo horizontal: | S _{Bh} | 4,800 | N/mm ² |
| S _{Bh} = 0,6 · ζ · E ₂ | | | (6.16) |

| | | | |
|-----------------------------------|-----------------|-------|-------------------|
| Rigidez de apoyo vertical: | S _{Bv} | 8,000 | N/mm ² |
| S _{Bv} = $\frac{E_2}{a}$ | | | (6.12) |

1.2.2.6. Ángulo de apoyo, proyección relativa efectiva y ángulo de fricción

| | | | |
|---|----------------|-------|-----|
| Ángulo de apoyo, proyección relativa efectiva y ángulo de fricción: | 2α | 120 | ° |
| Proyección incrementada debido a la pérdida de soporte del suelo: | a _s | 1,00 | [-] |
| Proyección relativa efectiva: | a' | 1,000 | [-] |

$$a' = a \cdot \frac{E_1}{E_2} \geq 0,26 \quad (6.05)$$

| | | | |
|---------------------------------|----|--------|---|
| Ángulo de fricción interna: | φ' | 20,000 | ° |
| Ángulo de fricción de la pared: | δ | 13,333 | ° |

| | corto plazo Todas las cargas | largo plazo Cargas del suelo cargas de tráfico | largo plazo otro Cargas |
|--|------------------------------------|--|-------------------------------|
|--|------------------------------------|--|-------------------------------|

1.2.2.7. Valores característicos del material del tubo y rigidez anular

| | | | | | |
|---|------------------|---------|---------|-------|-------------------|
| Valor característico del módulo de elasticidad en sentido circunferencial | E _R | 1.200,0 | 1.104,0 | 200,0 | N/mm ² |
| Valor característico de tracción por deflexión | σ _{RBZ} | 23,0 | 22,5 | 17,5 | N/mm ² |
| Valor característico de la deflexión radial por esfuerzo de compresión | σ _{RBD} | 23,0 | 22,5 | 17,5 | N/mm ² |

| | | | | | |
|--|----------------|---------|---------|---------|-------------------|
| Rigidez del tubo | S _R | 808,480 | 743,835 | 134,747 | kN/m ² |
| S _R = $\frac{E_R \cdot I}{r_m^3}$ | | | | | (6.10a) |

1.2.2.8. relación de rigidez

| | | | | | |
|--|-----------------|--------|--------|--------|--------|
| Rigidez del sistema | V _{RB} | 0,1684 | 0,1550 | 0,0281 | [-] |
| V _{RB} = $\frac{S_R}{S_{Bh}}$ | | | | | (6.15) |

| | | | | | |
|---|----------------|--------|--------|-----|---------|
| Relación de rigidez | V _S | 1,4463 | 1,3599 | --- | [-] |
| V _S = $\frac{S_R}{[c_v] \cdot S_{Bv}}$ | | | | | (6.08a) |

AseTUB V. 1.1.0.0 - 25/11/2018 22:28:30
PROYECTO BÁSICO DE RED DE ABASTECIMIENTO EN LA URBANIZACIÓN RESIDENCIAL ELS TARONGERS EN ALBALAT DELS TARONGERS (VALENCIA)

6



1.2.2.9. Coeficientes

| | | | | | |
|---|----------------|-------|-------|-----|-----|
| Relación por presión de enterramiento (apoyo) | K ₂ | 0,300 | 0,300 | --- | [-] |
| Coeficiente por presión de reacción del apoyo | K* | 0,383 | 0,406 | --- | [-] |

$$K^* = \frac{c_{h,qv}}{V_{RB} - c_{h,qh}} \quad (6.14)$$

| | | | | | |
|---|------------------|--------|--------|-----|-----|
| Coeficiente por presión de reacción del apoyo | c _v * | -0,070 | -0,068 | --- | [-] |
|---|------------------|--------|--------|-----|-----|

$$c_v^* = c_{v,qv} + c_{v,qh} \cdot K^* \quad (6.13)$$

1.2.2.10. Factores de concentración λ_R y λ_B

| | | | | | |
|--------------------------------|-------|-------|-------|-----|-----|
| Factor de concentración máximo | max λ | 1,561 | 1,561 | --- | [-] |
|--------------------------------|-------|-------|-------|-----|-----|

$$\max \lambda = 1 + \frac{\frac{3,5}{a'} + \frac{2,2}{E_1} + \frac{0,62}{a'} + \frac{1,6}{E_1}}{\frac{h}{d_a}} \quad (6.04)$$

| | | | | | |
|--|----|-------|-------|-----|-----|
| Coeficiente por factor de concentración máximo | K' | 0,855 | 0,853 | --- | [-] |
|--|----|-------|-------|-----|-----|

$$K' = \frac{c_{v,qh} + \frac{c_{h,qh}}{c_{h,qv}} \cdot c_{v,qh} \cdot K^*}{c_{v,qv} + c_{v,qh} \cdot K^*} \quad (6.06b)$$

| | | | | | |
|--|----------------|-------|-------|-----|-----|
| Factor de concentración sobre el tubo, valor inicial | λ _R | 1,113 | 1,095 | --- | [-] |
|--|----------------|-------|-------|-----|-----|

$$\lambda_R = \frac{\max \lambda \cdot V_s + a' \cdot \frac{4 \cdot K_2 \cdot K' \cdot \max \lambda - 1}{3 \cdot a' - 0,25}}{V_s + a' \cdot \frac{3 + K_2 \cdot K' \cdot \max \lambda - 1}{3 \cdot a' - 0,25}} \quad (6.06a)$$

| | | | | | |
|---|-----------------|-------|-------|-----|-----|
| Factor de concentración sobre el tubo, bajo el efecto de la zanja | λ _{RG} | 1,113 | 1,095 | --- | [-] |
|---|-----------------|-------|-------|-----|-----|

$$\lambda_{RG} = \lambda_R = \text{const.} \quad (6.21b)$$

| | | | | | |
|--|-----------------|-------|-------|-----|-----|
| Factor de concentración sobre el tubo, límite superior | λ _{to} | 3,925 | 3,925 | --- | [-] |
|--|-----------------|-------|-------|-----|-----|

| | | | | | |
|--|-----------------|-------|-------|-----|-----|
| Factor de concentración sobre el tubo, límite inferior | λ _{ti} | 0,527 | 0,527 | --- | [-] |
|--|-----------------|-------|-------|-----|-----|

| | | | | | |
|--|-----------------|-------|-------|-----|-----|
| Factor de concentración sobre el tubo, valor final | λ _{RG} | 1,113 | 1,095 | --- | [-] |
|--|-----------------|-------|-------|-----|-----|

| | | | | | |
|-----------------------------------|----------------|-------|-------|-----|-----|
| Factor de concentración del suelo | λ _B | 0,962 | 0,968 | --- | [-] |
|-----------------------------------|----------------|-------|-------|-----|-----|

$$\lambda_B = \frac{4 - \lambda_R}{3} \quad (6.07)$$

1.2.2.11. Distribución de presiones en la circunferencia del tubo

| | | | |
|--|--------------------------------------|---------|-----|
| Relación: | I(A·mm ²) | 0,00336 | [-] |
| Relación 'I/(A·mm ²)·κ _Q ': | I(A·mm ²)·κ _Q | 0,00336 | [-] |

| | | | | | |
|---|----------------------------|---------|---------|---------|-----|
| Coeficiente de deflexión para momentos de deflexión | c _v | -0,0893 | 0,0833 | 0,0640 | [-] |
| Coeficiente de deflexión por fuerzas normales | c _{N_v} | -0,6830 | -0,6810 | -0,2470 | [-] |
| Coeficiente de deflexión por fuerzas laterales | c _{Q_v} | -0,3590 | 0,3350 | 0,2430 | [-] |

$$c' = c + \frac{I}{A \cdot r_{m^2}} \cdot [c_N + 2(1 + v) \cdot K_Q \cdot c_Q] \quad (6.20)$$

| | | | | | |
|---------------------------------------|-----------------|---------|--------|--------|-----|
| Coeficiente resultante de deformación | c' _v | -0,0949 | 0,0841 | 0,0654 | [-] |
|---------------------------------------|-----------------|---------|--------|--------|-----|



| | | | | | |
|---------------------------------------|-----------------|--------|---------|---------|-----|
| Coeficiente resultante de deformación | c' _h | 0,0912 | -0,0887 | -0,0698 | [-] |
|---------------------------------------|-----------------|--------|---------|---------|-----|

| | | corto plazo Todas las cargas | largo plazo Cargas del suelo cargas de tráfico | largo plazo otro Cargas | |
|--|--|------------------------------------|--|-------------------------------|--|
|--|--|------------------------------------|--|-------------------------------|--|

| | | | | | |
|----------------------|----------------|--------|--------|-----|-------------------|
| Carga vertical total | q _v | 105,35 | 105,17 | --- | kN/m ² |
|----------------------|----------------|--------|--------|-----|-------------------|

$$q_v = \lambda_{RG} \cdot p_E + p_v \quad (6.24)$$

| | | | | | |
|-----------------|----------------|------|------|-----|-------------------|
| Presión lateral | q _h | 3,26 | 3,28 | --- | kN/m ² |
|-----------------|----------------|------|------|-----|-------------------|

$$q_h = K \cdot \lambda \cdot \left(\frac{p}{B} + \frac{\gamma}{E} \cdot \frac{d_a}{B} \right) \quad (7.01)$$

| | | | | | |
|---|-----------------------------|-------|-------|-----|-------------------|
| Presión de reacción del apoyo (carga del suelo) | q [*] _h | 39,11 | 41,38 | --- | kN/m ² |
|---|-----------------------------|-------|-------|-----|-------------------|

$$q_h^* = \frac{c_{h,qv} \cdot q_v + c_{h,qh} \cdot q_h}{V_{RB} - c_{h,qh}^*} \quad (7.02a)$$

| | | | | | |
|---|------------------------------|------|------|-----|-------------------|
| Presión de reacción del apoyo (sección llena) | q [*] _{hw} | 0,14 | 0,35 | --- | kN/m ² |
|---|------------------------------|------|------|-----|-------------------|

$$q_{hw}^* = \frac{c_{hw} \cdot q_w}{V_{RB} - c_{h,qh}^*} \quad (7.02b)$$

1.2.3. Sección fuerzas clave

| | | corto plazo | largo plazo | |
|--|------------------------------|-------------|-------------|-------|
| Momento debido a cargas verticales totales | M _{qv} | 0,089 | 0,089 | kNm/m |
| Momento debido a la presión lateral | M _{qh} | -0,003 | -0,003 | kNm/m |
| Momento debido a la reacción de la presión del apoyo horizontal | M [*] _{qh} | -0,023 | -0,024 | kNm/m |
| Momento debido a la reacción de la presión del apoyo (sección llena) | M [*] _{qw} | 0,000 | 0,000 | kNm/m |
| Momento debido a las cargas muertas | M _g | 0,000 | 0,000 | kNm/m |
| Momento debido a la sección llena | M _w | 0,000 | 0,000 | kNm/m |
| Momento debido a la presión del agua | M _{pw} | 0,006 | 0,006 | kNm/m |
| Momento debido al nivel freático a la altura de la clave | M _{pa1} | 0,000 | 0,000 | kNm/m |

$$\Sigma M = M_{qv} + M_{qh} + M^*_{qh} + M^*_{qw} + M_g + M_w + M_{pw} \quad (6.25)$$

| | | | | |
|------------------|----|-------|-------|-------|
| Momentos totales | ΣM | 0,070 | 0,068 | kNm/m |
|------------------|----|-------|-------|-------|

$$\Sigma M_{sonst} = M_{qv} + M_{qh} + M^*_{qh} + M^*_{qw} + M_g + M_w + M_{pa1} \quad (6.26)$$

| | | | | |
|--|---------------------|-------|-------|-------|
| Momentos totales sin presión interna/externa | ΣM _{sonst} | 0,064 | 0,062 | kNm/m |
|--|---------------------|-------|-------|-------|

$$\Sigma M' = M_{qv} + M_{qh} + M^*_{qh} + M_g \quad (6.27)$$

| | | | | |
|--|-----|-------|-------|-------|
| Momentos totales debidos a la sección llena y a la presión | ΣM' | 0,063 | 0,062 | kNm/m |
|--|-----|-------|-------|-------|

| | | | | |
|---|------------------------------|--------|--------|------|
| Fuerza normal debida a las cargas verticales totales | N _{qv} | 0,162 | 0,161 | kN/m |
| Fuerza normal debida a la presión lateral | N _{qh} | -0,185 | -0,186 | kN/m |
| Fuerza normal debida a la reacción de la presión del lecho | N [*] _{qh} | -1,282 | -1,356 | kN/m |
| Fuerza normal debida a la reacción de la presión del lecho (relleno del agua) | N [*] _{qw} | -0,005 | -0,012 | kN/m |

| | | | | |
|---|------------------|-------|-------|------|
| Fuerza normal debida al peso muerto | N _g | 0,002 | 0,002 | kN/m |
| Fuerza normal debida al relleno de agua | N _w | 0,020 | 0,020 | kN/m |
| Fuerza normal debida al nivel freático hasta la clave | N _{pa1} | 0,000 | 0,000 | kN/m |

| | | | | |
|---------------------------------------|---------------------|--------|--------|------|
| Fuerzas totales normales | ΣN | 29,371 | 29,289 | kN/m |
| Total sin presión interna/externa | ΣN _{sonst} | -1,289 | -1,371 | kN/m |
| Total sin sección llena y sin presión | ΣN' | -1,304 | -1,380 | kN/m |



1.2.4. Sección fuerzas generatriz sobre el diámetro horizontal del tubo

| | | corto plazo | largo plazo | |
|--|--------------------|-------------|-------------|-------|
| Momento debido a cargas verticales totales | M_{qv} | -0,090 | -0,090 | kNm/m |
| Momento debido a la presión lateral | M_{qh} | 0,003 | 0,003 | kNm/m |
| Momento debido a la reacción de la presión del apoyo horizontal | M^{*}_{qh} | 0,026 | 0,028 | kNm/m |
| Momento debido a la reacción de la presión del apoyo (sección llena) | M^{*}_{qw} | 0,000 | 0,000 | kNm/m |
| Momento debido a las cargas muertas | M_g | 0,000 | 0,000 | kNm/m |
| Momento debido a la sección llena | M_w | 0,000 | 0,000 | kNm/m |
| Momento debido a la presión del agua | M_{pw} | 0,006 | 0,006 | kNm/m |
| Momento debido al nivel freático a la altura de la clave | M_{pa1} | 0,000 | 0,000 | kNm/m |
| $\Sigma M = M_{qv} + M_{qh} + M^{*}_{qh} + M^{*}_{qw} + M_g + M_w + M_{pw}$ | | | | |
| Momentos totales | ΣM | -0,055 | -0,053 | kNm/m |
| $\Sigma M_{sonst} = M_{qv} + M_{qh} + M^{*}_{qh} + M^{*}_{qw} + M_g + M_w + M_{pa1}$ | | | | |
| Momentos totales sin presión interna/externa | ΣM_{sonst} | -0,062 | -0,060 | kNm/m |
| $\Sigma M' = M_{qv} + M_{qh} + M^{*}_{qh} + M_g$ | | | | |
| Momentos totales debidos a la sección llena y a la presión | $\Sigma M'$ | -0,061 | -0,060 | kNm/m |
| Fuerza normal debida a las cargas verticales totales | N_{qv} | -5,984 | -5,974 | kN/m |
| Fuerza normal debida a la presión lateral | N_{qh} | 0,000 | 0,000 | kN/m |
| Fuerza normal debida a la reacción de la presión del lecho | N^{*}_{qh} | 0,000 | 0,000 | kN/m |
| Fuerza normal debida a la reacción de la presión del lecho (relleno del agua) | N^{*}_{qw} | 0,000 | 0,000 | kN/m |
| Fuerza normal debida al peso muerto | N_g | -0,010 | -0,010 | kN/m |
| Fuerza normal debida al relleno de agua | N_w | 0,007 | 0,007 | kN/m |
| Fuerza normal debida al nivel freático hasta la clave | N_{pa1} | 0,000 | 0,000 | kN/m |
| Fuerzas totales normales | ΣN | 24,674 | 24,684 | kN/m |
| Total sin presión interna/externa | ΣN_{sonst} | -5,986 | -5,976 | kN/m |
| Total sin sección llena y sin presión | $\Sigma N'$ | -5,993 | -5,983 | kN/m |

1.2.5. Sección fuerzas base

| | | corto plazo | largo plazo | |
|--|--------------------|-------------|-------------|-------|
| Momento debido a cargas verticales totales | M_{qv} | 0,093 | 0,093 | kNm/m |
| Momento debido a la presión lateral | M_{qh} | -0,003 | -0,003 | kNm/m |
| Momento debido a la reacción de la presión del apoyo horizontal | M^{*}_{qh} | -0,023 | -0,024 | kNm/m |
| Momento debido a la reacción de la presión del apoyo (sección llena) | M^{*}_{qw} | 0,000 | 0,000 | kNm/m |
| Momento debido a las cargas muertas | M_g | 0,000 | 0,000 | kNm/m |
| Momento debido a la sección llena | M_w | 0,000 | 0,000 | kNm/m |
| Momento debido a la presión del agua | M_{pw} | 0,006 | 0,006 | kNm/m |
| Momento debido al nivel freático a la altura de la clave | M_{pa1} | 0,000 | 0,000 | kNm/m |
| $\Sigma M = M_{qv} + M_{qh} + M^{*}_{qh} + M^{*}_{qw} + M_g + M_w + M_{pw}$ | | | | |
| Momentos totales | ΣM | 0,075 | 0,073 | kNm/m |
| $\Sigma M_{sonst} = M_{qv} + M_{qh} + M^{*}_{qh} + M^{*}_{qw} + M_g + M_w + M_{pa1}$ | | | | |
| Momentos totales sin presión interna/externa | ΣM_{sonst} | 0,069 | 0,067 | kNm/m |
| $\Sigma M' = M_{qv} + M_{qh} + M^{*}_{qh} + M_g$ | | | | |
| Momentos totales debidos a la sección llena y a la presión | $\Sigma M'$ | 0,068 | 0,067 | kNm/m |
| Fuerza normal debida a las cargas verticales totales | N_{qv} | -0,162 | -0,161 | kN/m |
| Fuerza normal debida a la presión lateral | N_{qh} | -0,185 | -0,186 | kN/m |
| Fuerza normal debida a la reacción de la presión del lecho | N^{*}_{qh} | -1,282 | -1,356 | kN/m |

AseTUB V. 1.1.0.0 - 25/11/2018 22:28:30
PROYECTO BÁSICO DE RED DE ABASTECIMIENTO EN LA URBANIZACIÓN RESIDENCIAL ELS TARONGERS EN ALBAT DELS TARONGERS (VALENCIA)

9



| | | | | |
|---|--------------|--------|--------|------|
| Fuerza normal debida a la reacción de la presión del lecho (relleno del agua) | N^{*}_{qw} | -0,005 | -0,012 | kN/m |
| Fuerza normal debida al peso muerto | N_g | -0,002 | -0,002 | kN/m |
| Fuerza normal debida al relleno de agua | N_w | 0,044 | 0,044 | kN/m |
| Fuerza normal debida al nivel freático hasta la clave | N_{pa1} | 0,000 | 0,000 | kN/m |

| | | | | |
|---------------------------------------|--------------------|--------|--------|------|
| Fuerzas totales normales | ΣN | 29,069 | 28,988 | kN/m |
| Total sin presión interna/externa | ΣN_{sonst} | -1,591 | -1,672 | kN/m |
| Total sin sección llena y sin presión | $\Sigma N'$ | -1,630 | -1,705 | kN/m |

1.2.6. Caso de carga a corto plazo

1.2.6.1. prueba de tensión

| | | | |
|---|-------------|------|-----|
| Coefficiente de superposición de tensiones: | Z | 0,48 | [-] |
| Relación de deflexión: | η | 0,48 | [-] |
| Presión interior resultante (pI - pW): | $p_{I,res}$ | 6,00 | bar |

$$\sigma_{R,res} = \frac{\sigma_{qv,qh,qh'} \cdot \sigma_R + \sigma_{sonst} \cdot \sigma_{R,L}}{\sigma_{qv,qh,qh'} + \sigma_{sonst}} \quad (9.01c)$$

| | | clave | generatriz sobre el diámetro horizontal del tubo | base | |
|---|--------------------|--------|--|--------|-------------------|
| Interior: | | | | | |
| Tensiones debidas a carga externa | σ_a | 3,021 | -3,562 | 3,238 | N/mm ² |
| Coefficiente de seguridad para carga externa, tensión por flexión: | $\gamma_{BZ,a}$ | 7,612 | --- | 7,103 | [-] |
| Coefficiente de seguridad por carga externa, compresión por flexión: | $\gamma_{BD,a}$ | --- | 6,457 | --- | [-] |
| Tensiones debidas a presión interna | σ_i | 2,689 | 2,689 | 2,689 | N/mm ² |
| Coefficiente de seguridad por presión interna | γ_i | 8,552 | 8,552 | 8,552 | [-] |
| Factor de reducción de acuerdo a Netzer/Pattis | n | 0,719 | 0,723 | 0,721 | [-] |
| Tensión por cálculo de superposición | σ_{res} | 4,107 | -0,631 | 4,272 | N/mm ² |
| Coefficiente de seguridad para cálculo de superposición, tensión por flexión: | $\gamma_{BZ,res}$ | 5,601 | --- | 5,384 | [-] |
| Coefficiente de seguridad para cálculos de superposición, compresión por flexión: | $\gamma_{BD,res}$ | --- | 36,453 | --- | [-] |
| Tensión de tracción por flexión a ser considerada | $\sigma_{RBZ,res}$ | 23,00 | 23,00 | 23,00 | N/mm ² |
| Tensión de compresión por flexión a ser considerada | $\sigma_{RBD,res}$ | 23,00 | 23,00 | 23,00 | N/mm ² |
| Exterior: | | | | | |
| Tensiones debidas a carga externa | σ_a | -2,854 | 2,131 | -3,093 | N/mm ² |
| Coefficiente de seguridad para carga externa, tensión por flexión: | $\gamma_{BZ,a}$ | --- | 10,795 | --- | [-] |
| Coefficiente de seguridad por carga externa, compresión por flexión: | $\gamma_{BD,a}$ | 8,058 | --- | 7,435 | [-] |
| Tensiones debidas a presión interna | σ_i | 2,689 | 2,689 | 2,689 | N/mm ² |
| Coefficiente de seguridad por presión interna | γ_i | 8,552 | 8,552 | 8,552 | [-] |
| Factor de reducción de acuerdo a Netzer/Pattis | n | 0,718 | 0,743 | 0,720 | [-] |

AseTUB V. 1.1.0.0 - 25/11/2018 22:28:30
PROYECTO BÁSICO DE RED DE ABASTECIMIENTO EN LA URBANIZACIÓN RESIDENCIAL ELS TARONGERS EN ALBAT DELS TARONGERS (VALENCIA)

10



Todos los coeficientes de seguridad calculados en la prueba de tensión son suficientes.

Modo de cálculo:

Relación:

lineal

0.00336 [-]

0,00336 [-]

$$c' = c + \frac{1}{A \cdot r_{m^2}} \cdot [c^N + 2(1 + v) \cdot K_Q \cdot c^Q] \quad (6.20)$$

(6.20)

$$\Delta d = \frac{2 \cdot r_m}{c} \cdot (q + c) \cdot (q + c) \cdot (q + c) \cdot (q + c) \quad (8.16a)$$

(8.16a)

(8.16b)

$$\varepsilon = \frac{\Delta d_y}{d_y} = 100 \cdot \alpha \quad (2.17)$$

1917

La deflexión determinada es menor que la deflexión permitida.

22. The following table shows the number of people who attended the 2008 Summer Olympics in Beijing, China, by country. The data is presented in a table with 2 columns: Country and Number of People. The countries listed are Australia, Brazil, Canada, China, France, Germany, Italy, Japan, Korea, Russia, Spain, Sweden, Switzerland, Taiwan, Thailand, United States, and others. The number of people for each country is given in millions.

Carga vertical total:

$$\text{krit } q_v = K_v 2^2 \left(3 + \frac{1}{3 \sqrt{R_R}} \right) \cdot 8 S_0 \quad (9.06b)$$

Los coeficientes de seguridad al pandeo determinados son suficientes.

Los coeficientes de seguridad de puentes determinados son suficientes.

Coeficiente de superposición


$$\sigma_{R,res} = \frac{\sigma_{av,qh,qh^*} \cdot \sigma_R + \sigma_{sonst} \cdot \sigma_{R,L}}{\sigma_{av,qh,qh^*} + \sigma_{sonst}} \quad (9.01c)$$

(9.01c)

clave

base

| | | | | | |
|---|---------------------|-------|-------|-------|-------------------|
| Tensión de tracción por flexión a ser considerada | $\sigma_{RBZ, res}$ | 20,09 | 39,59 | 20,18 | N/mm ² |
| Tensión de compresión por flexión a ser considerada | $\sigma_{RBD, res}$ | 20,09 | 39,59 | 20,18 | N/mm ² |

clave

base

| | | | | | |
|---|---------------------|--------|-------|-------|-------------------|
| Tensión de tracción por flexión a ser considerada | $\sigma_{RBZ, res}$ | 152,60 | 19,65 | 61,64 | N/mm ² |
| Tensión de compresión por flexión a ser considerada | $\sigma_{RBD, res}$ | 152,60 | 19,65 | 61,64 | N/mm ² |

Modo de cálculo:

linear

 $\text{K(A}\cdot\text{cm}^2)$

0.00336 [-]

 $1/(A \cdot m^2)$

0,00550 [-]



| | | | | | | | | |
|--|-----------|----------------|---------|-------|---------|-----------|---------|-----|
| Coefficiente de deflexión para momentos de deflexión | c_v | q_v | -0,0893 | q_h | 0,0833 | q_{h^*} | 0,0640 | [-] |
| Coefficiente de deflexión por fuerzas normales | c_{N_v} | | -0,6830 | | -0,6810 | | -0,2470 | [-] |
| Coefficiente de deflexión por fuerzas laterales | c_{Q_v} | | -0,3590 | | 0,3350 | | 0,2430 | [-] |
| $c' = c + \frac{I}{A \cdot r_m^2} \cdot [c^N + 2(1 + \nu) \cdot K_Q \cdot c^Q]$ | | | | | | | | |
| (6.20) | | | | | | | | |
| Coefficiente resultante de deformación | c'_v | | -0,0949 | | 0,0841 | | 0,0654 | [-] |
| Coefficiente resultante de deformación | c'_h | | 0,0912 | | -0,0887 | | -0,0698 | [-] |
| $\Delta d_v = \frac{2 \cdot r_m}{8 S_0} \cdot (c'_{v,qv} \cdot q_v + c'_{v,qh} \cdot q_h + c'_{v,qh^*} \cdot q_{h^*})$ | | | | | | | | |
| (8.16a) | | | | | | | | |
| $\Delta d_h = \frac{2 \cdot r_m}{8 S_0} \cdot (c'_{h,qv} \cdot q_v + c'_{h,qh} \cdot q_h + c'_{h,qh^*} \cdot q_{h^*})$ | | | | | | | | |
| (8.16b) | | | | | | | | |
| Cambio del diámetro vertical: | | Δd_v | | | | | 1,07 | mm |
| Cambio del diámetro horizontal: | | Δd_h | | | | | 0,98 | mm |
| $\delta_v = \frac{\Delta d_v}{2 \cdot r_m} \cdot 100 \text{ in } \%$ | | | | | | | | |
| (8.17) | | | | | | | | |
| Deformación vertical relativa: | | δ_v | | | | | 0,94 | % |
| Deflexión admisible: | | zul δ_v | | | | | 6,00 | % |
| La deflexión determinada es menor que la deflexión permitida. | | | | | | | | |

1.2.7.3. Prueba de estabilidad (lineal):

| | | | |
|---|------------|---------|-------|
| Carga vertical total: | q_v | 105,17 | kN/m² |
| Factor de reducción de carga de colapso por cargas de suelo/tráfico: | K_{v2} | 0,86 | [-] |
| Carga vertical total crítica: | $krit q_v$ | 3.287,8 | kN/m² |
| $krit q_v = K_{v2} \cdot \left(3 + \frac{1}{3 V_{RB}} \right) \cdot 8 S_0$ | | | |
| (9.06b) | | | |

La prueba de colapso por presión de agua no aplica, dado que no hay presencia de nivel freático ni vacío.

| | | | |
|---|---------------------|-------|-----|
| Coefficiente de seguridad de estabilidad: | γ | 31,26 | [-] |
| Coefficiente global de seguridad requerido, fallo por inestabilidad: | $erf \gamma_{stab}$ | 2,00 | [-] |
| Los coeficientes de seguridad al pandeo determinados son suficientes. | | | |
| Todas las pruebas necesarias son correctas. | | | |