ANEJO Nº 8

CÁLCULOS MECÁNICOS

ÍNDICE

1 OBJETIVO....1
2 CÁLCULO MECÁNICO DE LAS CONDUCCIONES ENTERRADAS....2
3 CÁLCULO DE ANCLAJES....7
4 APÉNDICE 1. INFORMES DEL CÁLCULO MECÁNICO DE LAS TUBERÍAS. 13
4.1 TUBERÍA SIMPLE. RURAL....15
4.2 TUBERÍA SIMPLE. URBANO 17
4.3 TUBERÍA DOBLE. RURAL....19
4.4 TUBERÍA DOBLE. URBANO 21
4.5 CÁLCULO DE TUBERÍA DE HORMIGÓN....22
5 APÉNDICE 2. CÁLCULO MECÁNICO DE LOS ANCLAJES. 23
5.1 CODOS HORIZONTALES DOBLES....24
5.2 CODOS VERTICALES ASCENDENTES....26

1 OBJETIVO

El presente anejo tiene como objeto realizar el cálculo mecánico de las tuberías y anclajes a colocar en el "PROYECTO DE SUMINISTRO DE AGUA DE RIEGO CON AGUA REUTILIZABLE EN ALGETE T.M. ALGETE."

2 CÁLCULO MECÁNICO DE LAS CONDUCCIONES ENTERRADAS

Siguiendo las Normas para Redes de Utilización del Canal de Isabel II, el cálculo mecánico de conducciones enterradas para el caso de tubos de materiales termoplásticos independientemente de su tipología (PVC-O o PE), se realizará conforme a lo especificado en la norma UNE 53.331:1997 IN (la cual sigue el conocido como método ATV), debiendo utilizar para su aplicación la ayuda de algún programa de ordenador desarrollado al respecto.

Para el presente proyecto, se ha utilizado el **Programa de Cálculo Mecánico TOM®** desarrollado por Molecor Tecnología, S.L.

El Programa es una aplicación o software de cálculo mecánico para tuberías plásticas enterradas de PVC Orientado (PVC-O) **TOM®** y está basado en las normas de referencia:

- **ATV-DVWK-A 127E:2000**: "Cálculo estático de Drenajes y Saneamientos"
- **UNE 53331:1997**: "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".

Éste método de cálculo es uno de los más extendidos a nivel mundial, junto con el método AWWA. La experiencia a lo largo de los años ha demostrado que los resultados obtenidos con el mismo son fiables, siempre y cuando los parámetros de entrada se correspondan con la realidad del proyecto.

El Programa proporciona como resultados los distintos esfuerzos y solicitaciones que soportará la tubería así como sus coeficientes de seguridad a rotura y aplastamiento

Es importante realizar el cálculo mecánico de las conducciones enterradas para valorar los esfuerzos mecánicos que se transmiten a la tubería por la acción de las distintas cargas externas actuantes.

Los datos para el cálculo están clasificados en páginas dispuestas de la siguiente manera:

- Tipo de instalación **(Crear nuevo cálculo)**
- Diámetro y presión nominal necesarios para el cálculo **(Dimensiones del tubo)**
- Geometría de la zanja **(Datos de zanja y presiones)**
- Tipos de apoyo **(Apoyo)**
- Tipos de relleno y módulos de compresión **(Relleno y terreno)**

- Parámetros generales de las sobrecargas **(Tráfico)**
- Generación de informes **(Resultados)**

Por tanto, una vez que se hayan introducido en el programa cada uno de los parámetros pedidos, se generará un informe con los resultados calculados siempre y cuando la instalación sea válida. En caso contrario no se generará ningún informe pues la solución no es válida.

A continuación se muestran un cuadro resumen de las hipótesis planteadas para el cálculo indicando en verde si es instalación es válida y en rojo en caso contrario. El cálculo se ha realizado tanto para tubería simple enterrada en zanja como para tubería doble.

Las variables que aparecen en el cuadro son las sobrecargas por tráfico en toneladas, el coeficiente de seguridad (>2,5 o >2), el recubrimiento por encima de la generatriz del tubo y los diferentes diámetros considerados. Finalmente se anexan como apéndice una serie de informes proporcionados por el programa para las diferentes hipótesis.

TUBERÍA SIMPLE											
RURAL	60 Tn				60 Tn				39 Tn	26 Tn	12 Tn
	CS>2,5				CS>2				CS>2	CS>2	CS>2
	Recubrimiento				Recubrimiento				Recubrimiento	Recubrimiento	Recubrimiento
Diámetro	1	2	3	Min	1	2	3	Min	Min	Min	Min
250				1,5				1,2	0,80	0,90	0,65
200				1,5				1,2	0,80	0,90	0,65
160				1,5				1,2	0,80	0,90	0,65

TUBERÍA SIMPLE				
URBANO	60 Tn			
	CS>2,5			
	Recubrimiento			
Diámetro	1	2	3	Min
250				0,1
200				0,1
160				0,1

TUBERÍA DOBLE											
RURAL	60 Tn				60 Tn				39 Tn	26 Tn	12 Tn
	CS>2,5				CS>2				CS>2	CS>2	CS>2
	Recubrimiento				Recubrimiento				Recubrimiento	Recubrimiento	Recubrimiento
Diámetro	1	2	3	Min	1	2	3	Min	Min	Min	Min
250				1,5				1,2	0,80	0,90	0,70

TUBERÍA DOBLE				
URBANO	60 Tn			
	CS>2,5			
	Recubrimiento			
Diámetro	1	2	3	Min
250				0,1

3 CÁLCULO DE ANCLAJES

Todos los componentes de la conducción que puedan estar sometidos a empujes por efecto de la presión hidráulica, tales como codos, derivaciones, conos de reducción y válvulas de de seccionamiento o de regulación, deberán anclarse a un macizo de hormigón armado que contrarreste el empuje y asegure la inmovilidad de los mismos. En este anejo solo se consideran codos, dado que el resto de elementos se encuentran situados dentro de arquetas.

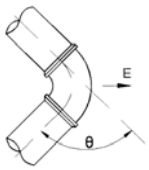
Para el dimensionamiento y armado de los macizos de anclaje de codos horizontales dobles y verticales descendentes se han utilizando las tablas disponibles al efecto en las citadas normas. Para los casos no tabulados -codos horizontales y verticales en tubería doble, y verticales ascendentes en tubería simple- se ha realizado el dimensionamiento siguiendo los criterios de la Norma para presiones de 1,6 y 2,5 Mpa, los cuáles se exponen a continuación.

3.1. Criterios de dimensionamiento.

Siendo MPD el valor de la máxima presión de diseño, el empuje hidráulico para los distintos componentes se obtiene aplicando las siguientes fórmulas:

a) Codos

$$E = MPD * 0.25\pi * IDD^2$$



Siendo IDD el diámetro interior de la conducción.

Hipótesis de cálculo

-El predimensionamiento del macizo re realiza imponiendo un coeficiente mínimo de seguridad frente al vuelco de 1,8 y frente a deslizamiento de 1,5, de acuerdo a las prescripciones del Código Técnico de la Edificación (CTE-SE-C)

$$\text{Cs deslizamiento} = \frac{Festabilizadoras}{Fdesestabilizadoras} \geq 1{,}50$$

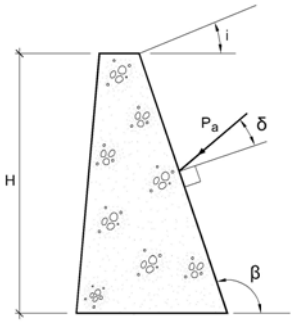
$$\text{Cs vuelco} = \frac{Mestabilizadores}{Mdesestabilizadores} \geq 1{,}80$$

-Los parámetros relativos a los materiales y al terreno que se han utilizado en el cálculo han sido los siguientes:

- Peso específico del hormigón = 2.300 kg/m3
- Peso específico del acero = 7.850 kg/m3
- Tensión admisible del terreno = 10Tn/m2
- Ángulo de rozamiento interno del terreno = 30º
- Límite elástico del acero = 400 N/mm2
- Resistencia del hormigón = 25 N/mm2
- Coeficiente minoración del acero = 1,15
- Coeficiente de mayoración de las cargas = 1,5

- Se considera que la conducción se encuentra enterrada de tal forma que sobre la generatriz superior de la tubería se dispone de un espesor mínimo de 1 metro de tierras debidamente compactadas. La asunción de esta hipótesis obliga al cumplimiento de lo siguiente:
  - Antes de proceder a excavar un dado de anclaje será preciso vaciar la tubería en ese tramo.
  - Antes de proceder a la realización de las pruebas de presión en la tubería será preciso ejecutar el relleno de las tierras debidamente compactado en un mínimo de 1 metro sobre los macizos de anclaje.
- Se considera una cierta colaboración del terreno de la pared delantera del terreno en la dirección del empuje. Se adopta, como criterio conservador, la consideración del coeficiente de empuje activo, Ka, para evaluar dicha colaboración. El valor del coeficiente Ka, definido en el CTE, es el siguiente:

$$Ka = \left[\frac{\cos ec\beta sen(\beta - \phi)}{\sqrt{sen(\beta + \delta) + \sqrt{\frac{sen(\delta + \phi)sen(\phi - i)}{sen(\beta - i)}}}} \right]^2$$



Siendo:

i y β los ángulos definidos en la figura anterior.

δ ángulo de rozamiento entre la cara lateral del macizo y el terreno.

Φ ángulo de rozamiento interno del terreno o relleno del trasdós.

En los cálculos realizados se ha considerado i=0º, β=0º y δ= 0º (no se considera rozamiento entre el terreno y la cara lateral del macizo)

- La fuerza de rozamiento generada como oposición al movimiento en la base del macizo se define como:

$$F\ roz. = \mu\ (G+T)$$

Siendo

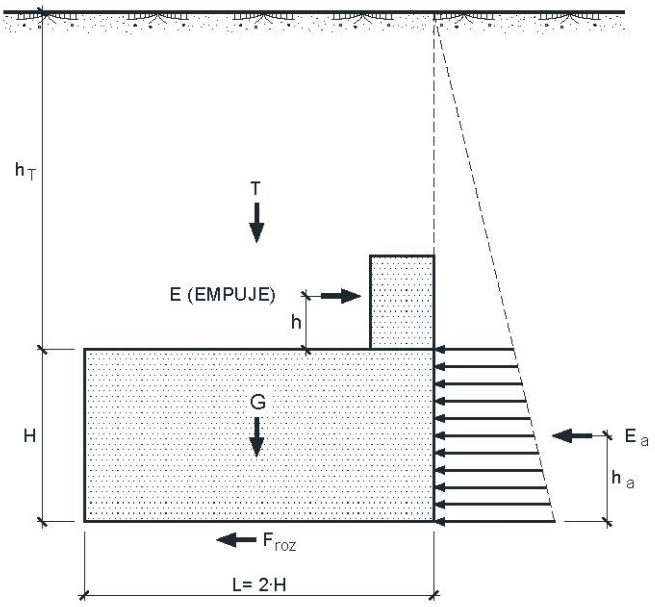
μ = tg Φ = coeficiente de rozamiento

G = peso del macizo.

T = γ *ht*L*L = peso del relleno que gravita sobre el macizo

Siendo ht = altura de tierras sobre el macizo.

- El esquema general de las fuerzas actuantes sobre el que se basa el cálculo es el siguiente:



Posteriormente se comprueban las presiones transmitidas al terreno siguiendo el criterio del CTE-SE-C. De entre varios ensayos realizados, el estudio geotécnico realizado arroja un resultado mínimo para la tensión admisible del terreno de 1,22 kp/cm2, por lo que adoptamos 10 tn/m2 para la comprobación de las tensiones transmitidas por el macizo.

Para realizar esta comprobación se calculará el área equivalente de la superficie del macizo como L1* x L2*, siendo:

L1*= L

L2*=L-2e

Con

L = lado del macizo de anclaje.

E = excentricidad en la dirección del empuje.

Para la obtención de la tensión final se descontará el peso de las tierras desalojadas durante la excavación, quedando:

$$\sigma = \frac{(G+T)}{L_1^* x L_2^*} - \gamma(ht + H) \leq 12{,}2T/m2$$

3.2 Codos verticales

a) Codos verticales descendentes.

El volumen mínimo de hormigón requerido será tal que, sumado al peso del relleno sobre el macizo, equilibre la componente vertical del empuje con un coeficiente de seguridad no menor que 1,5. El resto de comprobaciones serán idénticas a las comentadas anteriormente.

b) b) Codos verticales ascendentes

Se diseñan como una zapata de cimentación.

3.2. Armado de anclajes.

La armadura del macizo de anclaje se proyecta de acuerdo a las prescripciones de la EHE-08 Instrucción de Hormigón Estructural y del "318-11: Building Code Requirements for Structural Concrete and Commentary" (ACI 318-11), del American Concrete Institute (ACI).

El procedimiento de cálculo para determinar la armadura S1 consiste en garantizar que la sección que conecta el dado (que recibe directamente el empuje) con el macizo, resiste tanto el cortante (resistido por corte-fricción) como el momento flector producidos por el empuje, cumpliendo en cualquier caso las cuantías mínimas prescritas por la EHE.

Para la determinación de la armadura necesaria para absorber el cortante se ha realizado utilizando la expresión:

$$Vu = \tau d * p * d \leq Vn = Ast * fyd * \left[\mu sen(\alpha) + \cos(\alpha)\right]$$

Siendo:

Vu= solicitación cortante de cálculo.

Vn = Resistencia a cortante de cálculo.

Ast = Armadura de cosido.

α = Ángulo de armadura de cosido.

s=separación entre redondos.

p=largo del dado de hormigón.

d=ancho del dado de hormigón.

μ=coeficiente de rozamiento entre ambos hormigones (dado y macizo), y que tiene en cuenta el efecto de engranaje de las crestas de la superficie de fractura y el efecto de pasador de la armadura. Puede tomar, según la norma 318-11 del American Concrete Institue (ACI 318-11) los valores que se indican a continuación:

μ=1,4λ Hormigón colocado monolíticamente.

μ=1,0λ Hormigón colocado contra otro endurecido y de superficie intencionadamente rugosa.

μ=0,6λ Hormigón colocado contra otro endurecido y de superficie no intencionadamente rugosa.

μ=0,7λ Hormigón anclado mediante conectadores.

El procedimiento empleado para la comprobación del momento flector es el recogido en el anejo 7 de la EHE-08 “Calculo simplificado de secciones en Estado Límite Último de Agotamiento frente a solicitaciones normales” para sección rectangular.

Se ha dispuesto un armado mínimo formado por un mallazo de redondos del 12 a 10 cm (#12/10) en todas las caras, a efectos de minimizar la retracción, en caso de no ser necesaria armadura a efectos estructurales o ser de cuantía inferior a ésta.

3.3. Resultados del cálculo.

Para el dimensionado de los codos horizontales y verticales descendentes en tubería simple y conos de reducción se han utilizado directamente las tablas de la Norma. Para los codos dobles horizontales y simples verticales ascendentes, dado que no se encuentran tabulados se ha realizado un cálculo acorde a la metodología expuesta en este anejo, cuyos resultados se recogen en el apartado 5.

4 APÉNDICE 1. INFORMES DEL CÁLCULO MECÁNICO DE LAS TUBERÍAS.

4.1 TUBERÍA SIMPLE. RURAL

PROGRAMA DE CÁLCULO MECÁNICO

Molecor TOM ® v.1.0. 2015 Julio

Informe de resultados de cálculo mecánico

Información general sobre el informe abreviado	
Número de informe	2016_04_21_170
Fecha de última modificación	21 de Abril de 2016 a las 12:44
Nombre del proyecto	Algete
A la atención de D./Dña.	Iván Paniagua Díaz
Dirección	C/Luis Álvarez Lencero, 3, Planta 7, Of. 13
Ciudad / localidad / municipio	Badajoz
Provincia / región / estado	Badajoz
País	España
Promotora	
Ingeniería	TXT Ingeniería S.L
Constructora	
Dirección de obra	

PROGRAMA DE CÁLCULO MECÁNICO

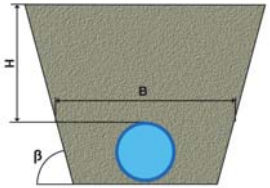
Este programa de cálculo mecánico para tuberías plásticas enterradas de PVC Orientado (PVC-O) TOM®, está basado en las normas de referencia:

ATV-DVWK-A 127E:2000 "Cálculo estático de Drenajes y Saneamientos"

UNE 53331:1997 "Tubos y uniones de poli(cloruro de vinilo) orientado (PVC-O) para conducción de agua a presión. Especificaciones"

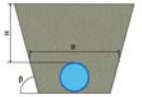
Resultados del cálculo	
Coeficiente de seguridad	>2

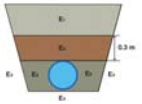
INSTALACIÓN VÁLIDA

Características del tubo y de la instalación		
Tipo de conducción	Agua a presión Especificaciones de tubería según: norma española UNE-ISO 16422 - norma internacional ISO 16422 - norma francesa NF T54-948 - norma sudafricana SANS 16422 - norma británica BS ISO 16422	
Aplicación	Reutilización	
Nombre de la instalación	Cálculo mecánico tubería simple	
Tipo de instalación	Instalación de un tubo TOM® en zanja	

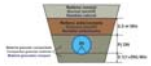
Tubería				
	Nome.	**Unidades**	**Tubo 1**	
Código del producto			TOM16016M	
Material del tubo			PVC-O Clase 500 C 1.4	
Presión nominal	PN	bar	16	
Diámetro nominal	DN	mm	160	
Módulo de elasticidad largo plazo	$E_{t(lp)}$	N/mm^2	2500,0	
Módulo de elasticidad corto plazo	$E_{t(cp)}$	N/mm^2	4000,0	
Peso específico	γ_t	kN/m^3	14,0	
Esfuerzo tangencial de diseño largo plazo	$\sigma_{t(lp)}$	N/mm^2	70,0	
Esfuerzo tangencial de diseño corto plazo	$\sigma_{t(cp)}$	N/mm^2	125,0	

Presiones				
	Nome.	**Unidades**	**Tubo 1**	
Presión interna de trabajo	P_i	bar	0,0	
Presión externa debido al agua	P_e	bar	0,0	
Nivel freático	H_a	m	0,0	

Geometría de la zanja				
	Nome.	**Unidades**	**Tubo 1**	
Altura de zanja	H	m	0,8	
Anchura de la zanja	B	m	1,06	
Ángulo de inclinación de las paredes de la zanja	β	°	45,0	

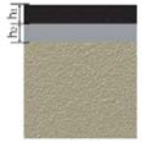
Apoyo y material de relleno				
	Nome.	**Unidades**	**Tubo 1**	
Tipo de apoyo			A	
Ángulo de apoyo	2α	°	120	
Módulo de compresión de E_1	E_1	N/mm^2	14,0	
Porcentaje proctor E_1		%	100,0	
Grupo de suelo E_1			G3	
Módulo de compresión de E_2	E_2	N/mm^2	8,0	
Porcentaje proctor E_2		%	95,0	
Grupo de suelo E_2			G2	
Módulo de compresión de E_3	E_3	N/mm^2	8,0	
Porcentaje proctor E_3		%	95,0	
Grupo de suelo E_3			G2	
Módulo de compresión de E_4	E_4	N/mm^2	8,0	
Porcentaje proctor E_4		%	95,0	
Grupo de suelo E_4			G2	
Peso específico del relleno en zanja		kN/m^3	20,0	
Peso específico del relleno en terraplén		kN/m^3		

Apoyo Tipo A



Tipo de relleno	
	Tubo 1
Tipo de relleno	Relleno de la zanja compactando por capas en toda la altura de la zanja

Sobrecargas debido al trafico				
	Nome.	**Unidades**	**Tubo 1**	
Símbolo del vehículo	HT 39	t	39,0	
Número de ejes			3	
Distancia entre ruedas a	a	m	2,0	
Distancia entre ejes b	b	m	1,5	
Sobrecargas concentradas	P_c	kN	65,0	
Sobrecargas distribuidas	P_d	kN		
Coeficiente C_d	C_d			

Pavimento				
	Nome.	**Unidades**	**Tubo 1**	
Altura de la primera capa del firme	h1	m		
Altura de la segunda capa del firme	h2	m		
Módulo de compresión de la primera capa	E_{f1}	N/mm^2		
Módulo de compresión de la segunda capa	E_{f2}	N/mm^2		

Determinación de las acciones sobre el tubo. Corto plazo.			
	Nome.	**Unidades**	**Tubo 1**
Presión vertical debida al suelo			
Presión vertical debida al suelo	q_v	kN/m^2	12,53
Presión vertical debida a las sobrecargas concentradas	P_{vc}		59,74
Presión vertical debida a las cargas distribuidas	P_{vr}		0,00
Presión vertical total sobre el tubo	q_{vt}		72,27
Presión lateral debida a la tierra			
Reacción máxima lateral del suelo a la altura del centro del tubo	q_{ht}	kN/m^2	10,85
Deformación relativa (La deformación no puede ser superior al 5%)			
Deformación relativa	δ_v	%	1,936
Momentos flectores circunferenciales			
Momento circunferencial total			
En la clave	M	kN·m/m	0,098765
En los riñones			-0,098905
En la base			0,105278
Fuerzas axiles			
Fuerza axil total			
En la clave	N	kN/m	-0,5375
En los riñones			-5,6209
En la base			-0,7982
Esfuerzos tangenciales			

σ en clave	σ	N/mm^2	32,51
σ en riñones			-32,81
σ en base			34,61
Coeficientes de seguridad a rotura			
Verificación de esfuerzos tangenciales en la clave	ν	-	3,84
Verificación de esfuerzos tangenciales en riñones			3,81
Verificación de esfuerzos tangenciales en la base			3,61
Coeficientes de seguridad al aplastamiento			
η debido a la acción de la tierra y el agua	η_3	-	14,08

Determinación de las acciones sobre el tubo. Largo plazo.			
	Nome.	**Unidades**	**Tubo 1**
Presión vertical debida al suelo			
Presión vertical debida al suelo	q_v	kN/m^2	12,10
Presión vertical debida a las sobrecargas concentradas	P_{vc}		59,74
Presión vertical debida a las cargas distribuidas	P_{vr}		0,00
Presión vertical total sobre el tubo	q_{vt}		71,84
Presión lateral debida a la tierra			
Reacción máxima lateral del suelo a la altura del centro del tubo	q_{ht}	kN/m^2	10,94
Deformación relativa (La deformación no puede ser superior al 5%)			
Deformación relativa	δ_v	%	2,213
Momentos flectores circunferenciales			
Momento circunferencial total			
En la clave	M	kN·m/m	0,097939
En los riñones			-0,098054
En la base			0,104415
Fuerzas axiles			
Fuerza axil total			

En la clave	N	kN/m	-0,5445
En los riñones			-5,5869
En la base			-0,8034
Esfuerzos tangenciales			
σ en clave	σ	N/mm^2	32,24
σ en riñones			-32,53
σ en base			34,32
Coeficientes de seguridad a rotura			
Verificación de esfuerzos tangenciales en la clave	ν	-	2,17
Verificación de esfuerzos tangenciales en riñones			2,15
Verificación de esfuerzos tangenciales en la base			2,04
Coeficientes de seguridad al aplastamiento			
η debido a la acción de la tierra y el agua	η_3	-	11,17

PROGRAMA DE CÁLCULO MECÁNICO

Molecor TOM ® v.1.0. 2015 Julio

Informe de resultados de cálculo mecánico

Información general sobre el informe abreviado	
Número de informe	2016_04_21_170
Fecha de última modificación	21 de Abril de 2016 a las 12:44
Nombre del proyecto	Algete
A la atención de D./Dña.	Iván Paniagua Díaz
Dirección	C/Luis Álvarez Lencero, 3, Planta 7, Of. 13
Ciudad / localidad / municipio	Badajoz
Provincia / región / estado	Badajoz
País	España
Promotora	
Ingeniería	TXT Ingeniería S.L
Constructora	
Dirección de obra	

PROGRAMA DE CÁLCULO MECÁNICO

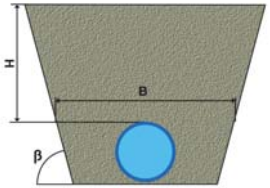
Este programa de cálculo mecánico para tuberías plásticas enterradas de PVC Orientado (PVC-O) TOM®, está basado en las normas de referencia:

ATV-DVWK-A 127E:2000 "Cálculo estático de Drenajes y Saneamientos"

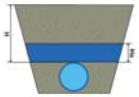
UNE 53331:1997 "Tubos y uniones de poli(cloruro de vinilo) orientado (PVC-O) para conducción de agua a presión. Especificaciones"

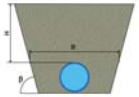
Resultados del cálculo	
Coeficiente de seguridad	>2

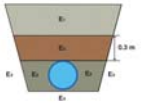
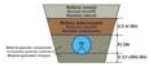
INSTALACIÓN VÁLIDA

Características del tubo y de la instalación		
Tipo de conducción	Agua a presión Especificaciones de tubería según: norma española UNE-ISO 16422 - norma internacional ISO 16422 - norma francesa NF T54-948 - norma sudafricana SANS 16422 - norma británica BS ISO 16422	
Aplicación	Reutilización	
Nombre de la instalación	Cálculo mecánico tubería simple	
Tipo de instalación	Instalación de un tubo TOM® en zanja	

Tubería				
	Nome.	**Unidades**	**Tubo 1**	
Código del producto			**TOM16016M**	
Material del tubo			PVC-O Clase 500 C 1.4	
Presión nominal	PN	bar	16	
Diámetro nominal	DN	mm	160	
Módulo de elasticidad largo plazo	$E_{t(lp)}$	N/mm^2	2500,0	
Módulo de elasticidad corto plazo	$E_{t(cp)}$	N/mm^2	4000,0	
Peso específico	γ_t	kN/m^3	14,0	
Esfuerzo tangencial de diseño largo plazo	$\sigma_{t(lp)}$	N/mm^2	70,0	
Esfuerzo tangencial de diseño corto plazo	$\sigma_{t(cp)}$	N/mm^2	125,0	

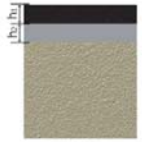
Presiones				
	Nome.	**Unidades**	**Tubo 1**	
Presión interna de trabajo	P_i	bar	0,0	
Presión externa debido al agua	P_e	bar	0,0	
Nivel freático	H_a	m	0,0	

Geometría de la zanja				
	Nome.	**Unidades**	**Tubo 1**	
Altura de zanja	H	m	0,9	
Anchura de la zanja	B	m	1,06	
Ángulo de inclinación de las paredes de la zanja	β	°	45,0	

Apoyo y material de relleno				
	Nome.	**Unidades**	**Tubo 1**	
Tipo de apoyo			A	
Ángulo de apoyo	2α	°	120	
Módulo de compresión de E_1	E_1	N/mm²	14,0	Apoyo Tipo A
Porcentaje proctor E_1		%	100,0	
Grupo de suelo E_1			G3	
Módulo de compresión de E_2	E_2	N/mm²	8,0	
Porcentaje proctor E_2		%	95,0	
Grupo de suelo E_2			G2	
Módulo de compresión de E_3	E_3	N/mm²	8,0	
Porcentaje proctor E_3		%	95,0	
Grupo de suelo E_3			G2	
Módulo de compresión de E_4	E_4	N/mm²	8,0	
Porcentaje proctor E_4		%	95,0	
Grupo de suelo E_4			G2	
Peso específico del relleno en zanja		kN/m³	20,0	
Peso específico del relleno en terraplén		kN/m³		

Tipo de relleno	
	Tubo 1
Tipo de relleno	Relleno de la zanja compactando por capas en toda la altura de la zanja

Sobrecargas debido al trafico				
	Nome.	**Unidades**	**Tubo 1**	
Símbolo del vehículo	HT 26	t	26,0	
Número de ejes			2	
Distancia entre ruedas a	a	m	2,0	
Distancia entre ejes b	b	m	3,0	
Sobrecargas concentradas	P_c	kN	65,0	
Sobrecargas distribuidas	P_d	kN		
Coeficiente C_d	C_d			

Pavimento				
	Nome.	**Unidades**	**Tubo 1**	
Altura de la primera capa del firme	h1	m		
Altura de la segunda capa del firme	h2	m		
Módulo de compresión de la primera capa	E_{f1}	N/mm²		
Módulo de compresión de la segunda capa	E_{f2}	N/mm²		

Determinación de las acciones sobre el tubo. Corto plazo.			
	Nome.	**Unidades**	**Tubo 1**
Presión vertical debida al suelo			
Presión vertical debida al suelo	q_v	kN/m²	13,92
Presión vertical debida a las sobrecargas concentradas	P_{vc}		54,65
Presión vertical debida a las cargas distribuidas	P_{vr}		0,00
Presión vertical total sobre el tubo	q_{vt}		68,56
Presión lateral debida a la tierra			
Reacción máxima lateral del suelo a la altura del centro del tubo	q_{ht}	kN/m²	12,03
Deformación relativa (La deformación no puede ser superior al 5%)			
Deformación relativa	δ_v	%	1,822
Momentos flectores circunferenciales			
Momento circunferencial total			
En la clave	M	kN·m/m	0,091061
En los riñones			-0,090918
En la base			0,097260
Fuerzas axiles			
Fuerza axil total			
En la clave	N	kN/m	-0,6261
En los riñones			-5,3320
En la base			-0,8712
Esfuerzos tangenciales			

σ en clave	σ	N/mm^2	29,95
σ en riñones			-30,20
σ en base			31,94
Coeficientes de seguridad a rotura			
Verificación de esfuerzos tangenciales en la clave	ν	-	4,17
Verificación de esfuerzos tangenciales en riñones			4,14
Verificación de esfuerzos tangenciales en la base			3,91
Coeficientes de seguridad al aplastamiento			
η debido a la acción de la tierra y el agua	η_3	-	14,83

Determinación de las acciones sobre el tubo. Largo plazo.			
	Nome.	**Unidades**	**Tubo 1**
Presión vertical debida al suelo			
Presión vertical debida al suelo	q_v	kN/m^2	13,42
Presión vertical debida a las sobrecargas concentradas	P_{vc}		54,65
Presión vertical debida a las cargas distribuidas	P_{vr}		0,00
Presión vertical total sobre el tubo	q_{vt}		68,07
Presión lateral debida a la tierra			
Reacción máxima lateral del suelo a la altura del centro del tubo	q_{ht}	kN/m^2	12,11
Deformación relativa (La deformación no puede ser superior al 5%)			
Deformación relativa	δ_v	%	2,080
Momentos flectores circunferenciales			
Momento circunferencial total			
En la clave	M	kN·m/m	0,090143
En los riñones			-0,089974
En la base			0,096300
Fuerzas axiles			
Fuerza axil total			

En la clave	N	kN/m	-0,6334
En los riñones			-5,2937
En la base			-0,8764
Esfuerzos tangenciales			
σ en clave	σ	N/mm^2	29,64
σ en riñones			-29,89
σ en base			31,62
Coeficientes de seguridad a rotura			
Verificación de esfuerzos tangenciales en la clave	ν	-	2,36
Verificación de esfuerzos tangenciales en riñones			2,34
Verificación de esfuerzos tangenciales en la base			2,21
Coeficientes de seguridad al aplastamiento			
η debido a la acción de la tierra y el agua	η_3	-	11,78

PROGRAMA DE CÁLCULO MECÁNICO

Molecor TOM ® v.1.0. 2015 Julio

Informe de resultados de cálculo mecánico

Información general sobre el informe abreviado	
Número de informe	2016_04_21_170
Fecha de última modificación	21 de Abril de 2016 a las 12:44
Nombre del proyecto	Algete
A la atención de D./Dña.	Iván Paniagua Díaz
Dirección	C/Luis Álvarez Lencero, 3, Planta 7, Of. 13
Ciudad / localidad / municipio	Badajoz
Provincia / región / estado	Badajoz
País	España
Promotora	
Ingeniería	TXT Ingeniería S.L
Constructora	
Dirección de obra	

PROGRAMA DE CÁLCULO MECÁNICO

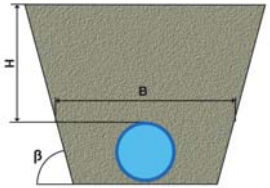
Este programa de cálculo mecánico para tuberías plásticas enterradas de PVC Orientado (PVC-O) TOM®, está basado en las normas de referencia:

ATV-DVWK-A 127E:2000 "Cálculo estático de Drenajes y Saneamientos"

UNE 53331:1997 "Tubos y uniones de poli(cloruro de vinilo) orientado (PVC-O) para conducción de agua a presión. Especificaciones"

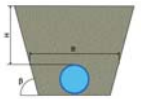
Resultados del cálculo	
Coeficiente de seguridad	>2

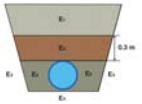
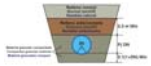
INSTALACIÓN VÁLIDA

Características del tubo y de la instalación		
Tipo de conducción	Agua a presión Especificaciones de tubería según: norma española UNE-ISO 16422 - norma internacional ISO 16422 - norma francesa NF T54-948 - norma sudafricana SANS 16422 - norma británica BS ISO 16422	
Aplicación	Reutilización	
Nombre de la instalación	Cálculo mecánico tubería simple	
Tipo de instalación	Instalación de un tubo TOM® en zanja	

Tubería				
	Nome.	**Unidades**	**Tubo 1**	
Código del producto			**TOM16016M**	
Material del tubo			PVC-O Clase 500 C 1.4	
Presión nominal	PN	bar	16	
Diámetro nominal	DN	mm	160	
Módulo de elasticidad largo plazo	$E_{t(lp)}$	N/mm^2	2500,0	
Módulo de elasticidad corto plazo	$E_{t(cp)}$	N/mm^2	4000,0	
Peso específico	γ_t	kN/m^3	14,0	
Esfuerzo tangencial de diseño largo plazo	$\sigma_{t(lp)}$	N/mm^2	70,0	
Esfuerzo tangencial de diseño corto plazo	$\sigma_{t(cp)}$	N/mm^2	125,0	

Presiones				
	Nome.	**Unidades**	**Tubo 1**	
Presión interna de trabajo	P_i	bar	0,0	
Presión externa debido al agua	P_e	bar	0,0	
Nivel freático	H_a	m	0,0	

Geometría de la zanja				
	Nome.	**Unidades**	**Tubo 1**	
Altura de zanja	H	m	0,65	
Anchura de la zanja	B	m	1,06	
Ángulo de inclinación de las paredes de la zanja	β	°	45,0	

Apoyo y material de relleno				
	Nome.	**Unidades**	**Tubo 1**	
Tipo de apoyo			A	
Ángulo de apoyo	2α	°	120	
Módulo de compresión de E_1	E_1	N/mm^2	14,0	Apoyo Tipo A
Porcentaje proctor E_1		%	100,0	
Grupo de suelo E_1			G3	
Módulo de compresión de E_2	E_2	N/mm^2	8,0	
Porcentaje proctor E_2		%	95,0	
Grupo de suelo E_2			G2	
Módulo de compresión de E_3	E_3	N/mm^2	8,0	
Porcentaje proctor E_3		%	95,0	
Grupo de suelo E_3			G2	
Módulo de compresión de E_4	E_4	N/mm^2	8,0	
Porcentaje proctor E_4		%	95,0	
Grupo de suelo E_4			G2	
Peso específico del relleno en zanja		kN/m^3	20,0	
Peso específico del relleno en terraplén		kN/m^3		

Tipo de relleno		
	Tubo 1	
Tipo de relleno	Relleno de la zanja compactando por capas en toda la altura de la zanja	

Sobrecargas debido al trafico				
	Nome.	**Unidades**	**Tubo 1**	
Símbolo del vehículo	LT 12	t	12,0	
Número de ejes			2	
Distancia entre ruedas a	a	m	2,0	
Distancia entre ejes b	b	m	3,0	
Sobrecargas concentradas	P_c	kN	40,0	
Sobrecargas distribuidas	P_d	kN		
Coeficiente C_d	C_d			

Pavimento				
	Nome.	**Unidades**	**Tubo 1**	
Altura de la primera capa del firme	h1	m		
Altura de la segunda capa del firme	h2	m		
Módulo de compresión de la primera capa	E_{f1}	N/mm^2		
Módulo de compresión de la segunda capa	E_{f2}	N/mm^2		

Determinación de las acciones sobre el tubo. Corto plazo.			
	Nome.	**Unidades**	**Tubo 1**
Presión vertical debida al suelo			
Presión vertical debida al suelo	q_v	kN/m^2	10,41
Presión vertical debida a las sobrecargas concentradas	P_{vc}		57,71
Presión vertical debida a las cargas distribuidas	P_{vr}		0,00
Presión vertical total sobre el tubo	q_{vt}		68,12
Presión lateral debida a la tierra			
Reacción máxima lateral del suelo a la altura del centro del tubo	q_{ht}	kN/m^2	9,04
Deformación relativa (La deformación no puede ser superior al 5%)			
Deformación relativa	δ_v	%	1,835
Momentos flectores circunferenciales			
Momento circunferencial total			
En la clave	M	kN·m/m	0,095019
En los riñones			-0,095355
En la base			0,101180
Fuerzas axiles			
Fuerza axil total			
En la clave	N	kN/m	-0,4220
En los riñones			-5,2976
En la base			-0,6653
Esfuerzos tangenciales			

σ en clave	σ	N/mm^2	31,30
σ en riñones			-31,60
σ en base			33,28
Coeficientes de seguridad a rotura			
Verificación de esfuerzos tangenciales en la clave	ν	-	3,99
Verificación de esfuerzos tangenciales en riñones			3,96
Verificación de esfuerzos tangenciales en la base			3,76
Coeficientes de seguridad al aplastamiento			
η debido a la acción de la tierra y el agua	η_3	-	14,92

Determinación de las acciones sobre el tubo. Largo plazo.			
	Nome.	**Unidades**	**Tubo 1**
Presión vertical debida al suelo			
Presión vertical debida al suelo	q_v	kN/m^2	10,06
Presión vertical debida a las sobrecargas concentradas	P_{vc}		57,71
Presión vertical debida a las cargas distribuidas	P_{vr}		0,00
Presión vertical total sobre el tubo	q_{vt}		67,77
Presión lateral debida a la tierra			
Reacción máxima lateral del suelo a la altura del centro del tubo	q_{ht}	kN/m^2	9,13
Deformación relativa (La deformación no puede ser superior al 5%)			
Deformación relativa	δ_v	%	2,100
Momentos flectores circunferenciales			
Momento circunferencial total			
En la clave	M	kN·m/m	0,094335
En los riñones			-0,094647
En la base			0,100466
Fuerzas axiles			
Fuerza axil total			

En la clave	N	kN/m	-0,4286
En los riñones			-5,2705
En la base			-0,6704
Esfuerzos tangenciales			
σ en clave	σ	N/mm^2	31,08
σ en riñones			-31,37
σ en base			33,05
Coeficientes de seguridad a rotura			
Verificación de esfuerzos tangenciales en la clave	ν	-	2,25
Verificación de esfuerzos tangenciales en riñones			2,23
Verificación de esfuerzos tangenciales en la base			2,12
Coeficientes de seguridad al aplastamiento			
η debido a la acción de la tierra y el agua	η_3	-	11,83

PROGRAMA DE CÁLCULO MECÁNICO

Molecor TOM ® v.1.0. 2015 Julio

Informe de resultados de cálculo mecánico

Información general sobre el informe abreviado	
Número de informe	2016_04_21_170
Fecha de última modificación	21 de Abril de 2016 a las 12:44
Nombre del proyecto	Algete
A la atención de D./Dña.	Iván Paniagua Díaz
Dirección	C/Luis Álvarez Lencero, 3, Planta 7, Of. 13
Ciudad / localidad / municipio	Badajoz
Provincia / región / estado	Badajoz
País	España
Promotora	
Ingeniería	TXT Ingeniería S.L
Constructora	
Dirección de obra	

PROGRAMA DE CÁLCULO MECÁNICO

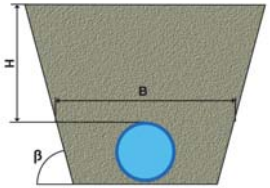
Este programa de cálculo mecánico para tuberías plásticas enterradas de PVC Orientado (PVC-O) TOM®, está basado en las normas de referencia:

ATV-DVWK-A 127E:2000 "Cálculo estático de Drenajes y Saneamientos"

UNE 53331:1997 "Tubos y uniones de poli(cloruro de vinilo) orientado (PVC-O) para conducción de agua a presión. Especificaciones"

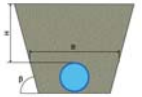
Resultados del cálculo	
Coeficiente de seguridad	>2

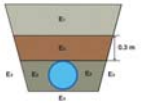
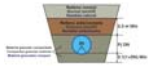
INSTALACIÓN VÁLIDA

Características del tubo y de la instalación		
Tipo de conducción	Agua a presión Especificaciones de tubería según: norma española UNE-ISO 16422 - norma internacional ISO 16422 - norma francesa NF T54-948 - norma sudafricana SANS 16422 - norma británica BS ISO 16422	
Aplicación	Reutilización	
Nombre de la instalación	Cálculo mecánico tubería simple	
Tipo de instalación	Instalación de un tubo TOM® en zanja	

Tubería				
	Nome.	**Unidades**	**Tubo 1**	
Código del producto			**TOM16016M**	
Material del tubo			PVC-O Clase 500 C 1.4	
Presión nominal	PN	bar	16	
Diámetro nominal	DN	mm	160	
Módulo de elasticidad largo plazo	$E_{t(lp)}$	N/mm^2	2500,0	
Módulo de elasticidad corto plazo	$E_{t(cp)}$	N/mm^2	4000,0	
Peso específico	γ_t	kN/m^3	14,0	
Esfuerzo tangencial de diseño largo plazo	$\sigma_{t(lp)}$	N/mm^2	70,0	
Esfuerzo tangencial de diseño corto plazo	$\sigma_{t(cp)}$	N/mm^2	125,0	

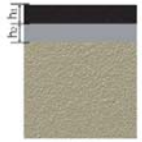
Presiones				
	Nome.	**Unidades**	**Tubo 1**	
Presión interna de trabajo	P_i	bar	0,0	
Presión externa debido al agua	P_e	bar	0,0	
Nivel freático	H_a	m	0,0	

Geometría de la zanja				
	Nome.	**Unidades**	**Tubo 1**	
Altura de zanja	H	m	1,2	
Anchura de la zanja	B	m	1,06	
Ángulo de inclinación de las paredes de la zanja	β	°	45,0	

Apoyo y material de relleno				
	Nome.	**Unidades**	**Tubo 1**	
Tipo de apoyo			A	
Ángulo de apoyo	2α	°	120	
Módulo de compresión de E_1	E_1	N/mm^2	14,0	Apoyo Tipo A
Porcentaje proctor E_1		%	100,0	
Grupo de suelo E_1			G3	
Módulo de compresión de E_2	E_2	N/mm^2	8,0	
Porcentaje proctor E_2		%	95,0	
Grupo de suelo E_2			G2	
Módulo de compresión de E_3	E_3	N/mm^2	8,0	
Porcentaje proctor E_3		%	95,0	
Grupo de suelo E_3			G2	
Módulo de compresión de E_4	E_4	N/mm^2	8,0	
Porcentaje proctor E_4		%	95,0	
Grupo de suelo E_4			G2	
Peso específico del relleno en zanja		kN/m^3	20,0	
Peso específico del relleno en terraplén		kN/m^3		

Tipo de relleno	
	Tubo 1
Tipo de relleno	Relleno de la zanja compactando por capas en toda la altura de la zanja

Sobrecargas debido al trafico				
	Nome.	**Unidades**	**Tubo 1**	
Símbolo del vehículo	HT 60	t	60,0	
Número de ejes			3	
Distancia entre ruedas a	a	m	2,0	
Distancia entre ejes b	b	m	1,5	
Sobrecargas concentradas	P_c	kN	100,0	
Sobrecargas distribuidas	P_d	kN		
Coeficiente C_d	C_d			

Pavimento				
	Nome.	**Unidades**	**Tubo 1**	
Altura de la primera capa del firme	h1	m		
Altura de la segunda capa del firme	h2	m		
Módulo de compresión de la primera capa	E_{f1}	N/mm^2		
Módulo de compresión de la segunda capa	E_{f2}	N/mm^2		

Determinación de las acciones sobre el tubo. Corto plazo.			
	Nome.	**Unidades**	**Tubo 1**
Presión vertical debida al suelo			
Presión vertical debida al suelo	q_v	kN/m^2	17,92
Presión vertical debida a las sobrecargas concentradas	P_{vc}		56,26
Presión vertical debida a las cargas distribuidas	P_{vr}		0,00
Presión vertical total sobre el tubo	q_{vt}		74,17
Presión lateral debida a la tierra			
Reacción máxima lateral del suelo a la altura del centro del tubo	q_{ht}	kN/m^2	15,43
Deformación relativa (La deformación no puede ser superior al 5%)			
Deformación relativa	δ_v	%	1,950
Momentos flectores circunferenciales			
Momento circunferencial total			
En la clave	M	kN·m/m	0,094631
En los riñones			-0,094067
En la base			0,101306
Fuerzas axiles			
Fuerza axil total			
En la clave	N	kN/m	-0,8480
En los riñones			-5,7689
En la base			-1,1167
Esfuerzos tangenciales			

σ en clave	σ	N/mm^2	31,08
σ en riñones			-31,30
σ en base			33,22
Coeficientes de seguridad a rotura			
Verificación de esfuerzos tangenciales en la clave	ν	-	4,02
Verificación de esfuerzos tangenciales en riñones			3,99
Verificación de esfuerzos tangenciales en la base			3,76
Coeficientes de seguridad al aplastamiento			
η debido a la acción de la tierra y el agua	η_3	-	13,73

Determinación de las acciones sobre el tubo. Largo plazo.			
	Nome.	**Unidades**	**Tubo 1**
Presión vertical debida al suelo			
Presión vertical debida al suelo	q_v	kN/m^2	17,26
Presión vertical debida a las sobrecargas concentradas	P_{vc}		56,26
Presión vertical debida a las cargas distribuidas	P_{vr}		0,00
Presión vertical total sobre el tubo	q_{vt}		73,52
Presión lateral debida a la tierra			
Reacción máxima lateral del suelo a la altura del centro del tubo	q_{ht}	kN/m^2	15,50
Deformación relativa (La deformación no puede ser superior al 5%)			
Deformación relativa	δ_v	%	2,222
Momentos flectores circunferenciales			
Momento circunferencial total			
En la clave	M	kN·m/m	0,093446
En los riñones			-0,092854
En la base			0,100064
Fuerzas axiles			
Fuerza axil total			

En la clave	N	kN/m	-0,8560
En los riñones			-5,7176
En la base			-1,1219
Esfuerzos tangenciales			
σ en clave	σ	N/mm^2	30,68
σ en riñones			-30,91
σ en base			32,81
Coeficientes de seguridad a rotura			
Verificación de esfuerzos tangenciales en la clave	ν	-	2,28
Verificación de esfuerzos tangenciales en riñones			2,26
Verificación de esfuerzos tangenciales en la base			2,13
Coeficientes de seguridad al aplastamiento			
η debido a la acción de la tierra y el agua	η_3	-	10,92

PROGRAMA DE CÁLCULO MECÁNICO

Molecor TOM ® v.1.0. 2015 Julio

Informe de resultados de cálculo mecánico

Información general sobre el informe abreviado	
Número de informe	2016_04_21_170
Fecha de última modificación	21 de Abril de 2016 a las 12:44
Nombre del proyecto	Algete
A la atención de D./Dña.	Iván Paniagua Díaz
Dirección	C/Luis Álvarez Lencero, 3, Planta 7, Of. 13
Ciudad / localidad / municipio	Badajoz
Provincia / región / estado	Badajoz
País	España
Promotora	
Ingeniería	TXT Ingeniería S.L
Constructora	
Dirección de obra	

PROGRAMA DE CÁLCULO MECÁNICO

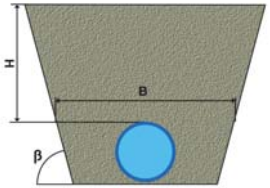
Este programa de cálculo mecánico para tuberías plásticas enterradas de PVC Orientado (PVC-O) TOM®, está basado en las normas de referencia:

ATV-DVWK-A 127E:2000 "Cálculo estático de Drenajes y Saneamientos"

UNE 53331:1997 "Tubos y uniones de poli(cloruro de vinilo) orientado (PVC-O) para conducción de agua a presión. Especificaciones"

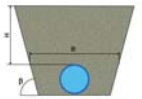
Resultados del cálculo	
Coeficiente de seguridad	>2,5

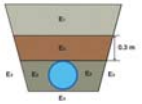
INSTALACIÓN VÁLIDA

Características del tubo y de la instalación		
Tipo de conducción	Agua a presión Especificaciones de tubería según: norma española UNE-ISO 16422 - norma internacional ISO 16422 - norma francesa NF T54-948 - norma sudafricana SANS 16422 - norma británica BS ISO 16422	
Aplicación	Reutilización	
Nombre de la instalación	Cálculo mecánico tubería simple	
Tipo de instalación	Instalación de un tubo TOM® en zanja	

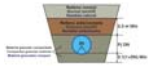
Tubería				
	Nome.	**Unidades**	**Tubo 1**	
Código del producto			**TOM16016M**	
Material del tubo			PVC-O Clase 500 C 1.4	
Presión nominal	PN	bar	16	
Diámetro nominal	DN	mm	160	
Módulo de elasticidad largo plazo	$E_{t(lp)}$	N/mm^2	2500,0	
Módulo de elasticidad corto plazo	$E_{t(cp)}$	N/mm^2	4000,0	
Peso específico	γ_t	kN/m^3	14,0	
Esfuerzo tangencial de diseño largo plazo	$\sigma_{t(lp)}$	N/mm^2	70,0	
Esfuerzo tangencial de diseño corto plazo	$\sigma_{t(cp)}$	N/mm^2	125,0	

Presiones				
	Nome.	**Unidades**	**Tubo 1**	
Presión interna de trabajo	P_i	bar	0,0	
Presión externa debido al agua	P_e	bar	0,0	
Nivel freático	H_a	m	0,0	

Geometría de la zanja				
	Nome.	**Unidades**	**Tubo 1**	
Altura de zanja	H	m	1,5	
Anchura de la zanja	B	m	1,06	
Ángulo de inclinación de las paredes de la zanja	β	°	45,0	

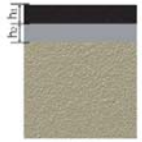
Apoyo y material de relleno				
	Nome.	**Unidades**	**Tubo 1**	
Tipo de apoyo			A	
Ángulo de apoyo	2α	°	120	
Módulo de compresión de E_1	E_1	N/mm^2	14,0	
Porcentaje proctor E_1		%	100,0	
Grupo de suelo E_1			G3	
Módulo de compresión de E_2	E_2	N/mm^2	8,0	
Porcentaje proctor E_2		%	95,0	
Grupo de suelo E_2			G2	
Módulo de compresión de E_3	E_3	N/mm^2	8,0	
Porcentaje proctor E_3		%	95,0	
Grupo de suelo E_3			G2	
Módulo de compresión de E_4	E_4	N/mm^2	8,0	
Porcentaje proctor E_4		%	95,0	
Grupo de suelo E_4			G2	
Peso específico del relleno en zanja		kN/m^3	20,0	
Peso específico del relleno en terraplén		kN/m^3		

Apoyo Tipo A



Tipo de relleno	
	Tubo 1
Tipo de relleno	Relleno de la zanja compactando por capas en toda la altura de la zanja

Sobrecargas debido al trafico				
	Nome.	**Unidades**	**Tubo 1**	
Símbolo del vehículo	HT 60	t	60,0	
Número de ejes			3	
Distancia entre ruedas a	a	m	2,0	
Distancia entre ejes b	b	m	1,5	
Sobrecargas concentradas	P_c	kN	100,0	
Sobrecargas distribuidas	P_d	kN		
Coeficiente C_d	C_d			

Pavimento				
	Nome.	**Unidades**	**Tubo 1**	
Altura de la primera capa del firme	h1	m		
Altura de la segunda capa del firme	h2	m		
Módulo de compresión de la primera capa	E_{f1}	N/mm^2		
Módulo de compresión de la segunda capa	E_{f2}	N/mm^2		

Determinación de las acciones sobre el tubo. Corto plazo.			
	Nome.	**Unidades**	**Tubo 1**
Presión vertical debida al suelo			
Presión vertical debida al suelo	q_v	kN/m^2	21,72
Presión vertical debida a las sobrecargas concentradas	P_{vc}		45,15
Presión vertical debida a las cargas distribuidas	P_{vr}		0,00
Presión vertical total sobre el tubo	q_{vt}		66,86
Presión lateral debida a la tierra			
Reacción máxima lateral del suelo a la altura del centro del tubo	q_{ht}	kN/m^2	18,67
Deformación relativa (La deformación no puede ser superior al 5%)			
Deformación relativa	δ_v	%	1,718
Momentos flectores circunferenciales			
Momento circunferencial total			
En la clave	M	kN·m/m	0,078024
En los riñones			-0,076754
En la base			0,084079
Fuerzas axiles			
Fuerza axil total			
En la clave	N	kN/m	-1,0856
En los riñones			-5,1998
En la base			-1,3236
Esfuerzos tangenciales			

σ en clave	σ	N/mm^2	25,53
σ en riñones			-25,66
σ en base			27,48
Coeficientes de seguridad a rotura			
Verificación de esfuerzos tangenciales en la clave	ν	-	4,90
Verificación de esfuerzos tangenciales en riñones			4,87
Verificación de esfuerzos tangenciales en la base			4,55
Coeficientes de seguridad al aplastamiento			
η debido a la acción de la tierra y el agua	η_3	-	15,20

Determinación de las acciones sobre el tubo. Largo plazo.			
	Nome.	**Unidades**	**Tubo 1**
Presión vertical debida al suelo			
Presión vertical debida al suelo	q_v	kN/m^2	20,90
Presión vertical debida a las sobrecargas concentradas	P_{vc}		45,15
Presión vertical debida a las cargas distribuidas	P_{vr}		0,00
Presión vertical total sobre el tubo	q_{vt}		66,05
Presión lateral debida a la tierra			
Reacción máxima lateral del suelo a la altura del centro del tubo	q_{ht}	kN/m^2	18,72
Deformación relativa (La deformación no puede ser superior al 5%)			
Deformación relativa	δ_v	%	1,949
Momentos flectores circunferenciales			
Momento circunferencial total			
En la clave	M	kN·m/m	0,076585
En los riñones			-0,075286
En la base			0,082571
Fuerzas axiles			
Fuerza axil total			

En la clave	N	kN/m	-1,0942
En los riñones			-5,1362
En la base			-1,3287
Esfuerzos tangenciales			
σ en clave	σ	N/mm^2	25,06
σ en riñones			-25,17
σ en base			26,98
Coeficientes de seguridad a rotura			
Verificación de esfuerzos tangenciales en la clave	ν	-	2,79
Verificación de esfuerzos tangenciales en riñones			2,78
Verificación de esfuerzos tangenciales en la base			2,59
Coeficientes de seguridad al aplastamiento			
η debido a la acción de la tierra y el agua	η_3	-	12,13

PROGRAMA DE CÁLCULO MECÁNICO

Molecor TOM ® v.1.0. 2015 Julio

Informe de resultados de cálculo mecánico

Información general sobre el informe abreviado	
Número de informe	2016_04_21_170
Fecha de última modificación	21 de Abril de 2016 a las 12:44
Nombre del proyecto	Algete
A la atención de D./Dña.	Iván Paniagua Díaz
Dirección	C/Luis Álvarez Lencero, 3, Planta 7, Of. 13
Ciudad / localidad / municipio	Badajoz
Provincia / región / estado	Badajoz
País	España
Promotora	
Ingeniería	TXT Ingeniería S.L
Constructora	
Dirección de obra	

PROGRAMA DE CÁLCULO MECÁNICO

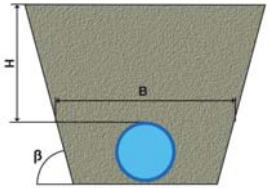
Este programa de cálculo mecánico para tuberías plásticas enterradas de PVC Orientado (PVC-O) TOM®, está basado en las normas de referencia:

ATV-DVWK-A 127E:2000 "Cálculo estático de Drenajes y Saneamientos"

UNE 53331:1997 "Tubos y uniones de poli(cloruro de vinilo) orientado (PVC-O) para conducción de agua a presión. Especificaciones"

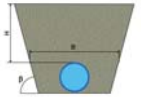
Resultados del cálculo	
Coeficiente de seguridad	>2,5

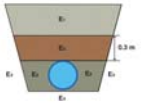
INSTALACIÓN VÁLIDA

Características del tubo y de la instalación		
Tipo de conducción	Agua a presión Especificaciones de tubería según: norma española UNE-ISO 16422 - norma internacional ISO 16422 - norma francesa NF T54-948 - norma sudafricana SANS 16422 - norma británica BS ISO 16422	
Aplicación	Reutilización	
Nombre de la instalación	Cálculo mecánico tubería simple	
Tipo de instalación	Instalación de un tubo TOM® en zanja	

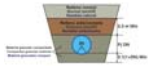
Tubería				
	Nome.	**Unidades**	**Tubo 1**	
Código del producto			**TOM16016M**	
Material del tubo			PVC-O Clase 500 C 1.4	
Presión nominal	PN	bar	16	
Diámetro nominal	DN	mm	160	
Módulo de elasticidad largo plazo	$E_{t(lp)}$	N/mm^2	2500,0	
Módulo de elasticidad corto plazo	$E_{t(cp)}$	N/mm^2	4000,0	
Peso específico	γ_t	kN/m^3	14,0	
Esfuerzo tangencial de diseño largo plazo	$\sigma_{t(lp)}$	N/mm^2	70,0	
Esfuerzo tangencial de diseño corto plazo	$\sigma_{t(cp)}$	N/mm^2	125,0	

Presiones				
	Nome.	**Unidades**	**Tubo 1**	
Presión interna de trabajo	P_i	bar	0,0	
Presión externa debido al agua	P_e	bar	0,0	
Nivel freático	H_a	m	0,0	

Geometría de la zanja				
	Nome.	**Unidades**	**Tubo 1**	
Altura de zanja	H	m	2,0	
Anchura de la zanja	B	m	1,06	
Ángulo de inclinación de las paredes de la zanja	β	°	45,0	

Apoyo y material de relleno				
	Nome.	**Unidades**	**Tubo 1**	
Tipo de apoyo			A	
Ángulo de apoyo	2α	°	120	
Módulo de compresión de E_1	E_1	N/mm²	14,0	
Porcentaje proctor E_1		%	100,0	
Grupo de suelo E_1			G3	
Módulo de compresión de E_2	E_2	N/mm²	8,0	
Porcentaje proctor E_2		%	95,0	
Grupo de suelo E_2			G2	
Módulo de compresión de E_3	E_3	N/mm²	8,0	
Porcentaje proctor E_3		%	95,0	
Grupo de suelo E_3			G2	
Módulo de compresión de E_4	E_4	N/mm²	8,0	
Porcentaje proctor E_4		%	95,0	
Grupo de suelo E_4			G2	
Peso específico del relleno en zanja		kN/m³	20,0	
Peso específico del relleno en terraplén		kN/m³		

Apoyo Tipo A



Tipo de relleno	
	Tubo 1
Tipo de relleno	Relleno de la zanja compactando por capas en toda la altura de la zanja

Sobrecargas debido al trafico				
	Nome.	**Unidades**	**Tubo 1**	
Símbolo del vehículo	HT 60	t	60,0	
Número de ejes			3	
Distancia entre ruedas a	a	m	2,0	
Distancia entre ejes b	b	m	1,5	
Sobrecargas concentradas	P_c	kN	100,0	
Sobrecargas distribuidas	P_d	kN		
Coeficiente C_d	C_d			

Pavimento				
	Nome.	**Unidades**	**Tubo 1**	
Altura de la primera capa del firme	h1	m		
Altura de la segunda capa del firme	h2	m		
Módulo de compresión de la primera capa	E_{f1}	N/mm²		
Módulo de compresión de la segunda capa	E_{f2}	N/mm²		

Determinación de las acciones sobre el tubo. Corto plazo.			
	Nome.	**Unidades**	**Tubo 1**
Presión vertical debida al suelo			
Presión vertical debida al suelo	q_v	kN/m²	27,68
Presión vertical debida a las sobrecargas concentradas	P_{vc}		35,31
Presión vertical debida a las cargas distribuidas	P_{vr}		0,00
Presión vertical total sobre el tubo	q_{vt}		63,00
Presión lateral debida a la tierra			
Reacción máxima lateral del suelo a la altura del centro del tubo	q_{ht}	kN/m²	23,74
Deformación relativa (La deformación no puede ser superior al 5%)			
Deformación relativa	δ_v	%	1,566
Momentos flectores circunferenciales			
Momento circunferencial total			
En la clave	M	kN·m/m	0,063986
En los riñones			-0,061792
En la base			0,069712
Fuerzas axiles			
Fuerza axil total			
En la clave	N	kN/m	-1,4425
En los riñones			-4,8986
En la base			-1,6642
Esfuerzos tangenciales			

σ en clave	σ	N/mm^2	20,81
σ en riñones			-20,82
σ en base			22,65
Coeficientes de seguridad a rotura			
Verificación de esfuerzos tangenciales en la clave	ν	-	6,01
Verificación de esfuerzos tangenciales en riñones			6,00
Verificación de esfuerzos tangenciales en la base			5,52
Coeficientes de seguridad al aplastamiento			
η debido a la acción de la tierra y el agua	η_3	-	16,11

Determinación de las acciones sobre el tubo. Largo plazo.			
	Nome.	**Unidades**	**Tubo 1**
Presión vertical debida al suelo			
Presión vertical debida al suelo	q_v	kN/m^2	26,62
Presión vertical debida a las sobrecargas concentradas	P_{vc}		35,31
Presión vertical debida a las cargas distribuidas	P_{vr}		0,00
Presión vertical total sobre el tubo	q_{vt}		61,93
Presión lateral debida a la tierra			
Reacción máxima lateral del suelo a la altura del centro del tubo	q_{ht}	kN/m^2	23,78
Deformación relativa (La deformación no puede ser superior al 5%)			
Deformación relativa	δ_v	%	1,766
Momentos flectores circunferenciales			
Momento circunferencial total			
En la clave	M	kN·m/m	0,062149
En los riñones			-0,059923
En la base			0,067785
Fuerzas axiles			
Fuerza axil total			

En la clave	N	kN/m	-1,4520
En los riñones			-4,8156
En la base			-1,6693
Esfuerzos tangenciales			
σ en clave	σ	N/mm^2	20,20
σ en riñones			-20,21
σ en base			22,01
Coeficientes de seguridad a rotura			
Verificación de esfuerzos tangenciales en la clave	ν	-	3,47
Verificación de esfuerzos tangenciales en riñones			3,46
Verificación de esfuerzos tangenciales en la base			3,18
Coeficientes de seguridad al aplastamiento			
η debido a la acción de la tierra y el agua	η_3	-	12,92

PROGRAMA DE CÁLCULO MECÁNICO

Molecor TOM ® v.1.0. 2015 Julio

Informe de resultados de cálculo mecánico

Información general sobre el informe abreviado	
Número de informe	2016_04_21_170
Fecha de última modificación	21 de Abril de 2016 a las 12:44
Nombre del proyecto	Algete
A la atención de D./Dña.	Iván Paniagua Díaz
Dirección	C/Luis Álvarez Lencero, 3, Planta 7, Of. 13
Ciudad / localidad / municipio	Badajoz
Provincia / región / estado	Badajoz
País	España
Promotora	
Ingeniería	TXT Ingeniería S.L
Constructora	
Dirección de obra	

PROGRAMA DE CÁLCULO MECÁNICO

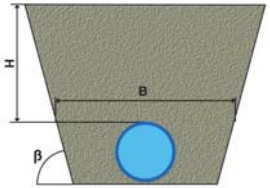
Este programa de cálculo mecánico para tuberías plásticas enterradas de PVC Orientado (PVC-O) TOM®, está basado en las normas de referencia:

ATV-DVWK-A 127E:2000 "Cálculo estático de Drenajes y Saneamientos"

UNE 53331:1997 "Tubos y uniones de poli(cloruro de vinilo) orientado (PVC-O) para conducción de agua a presión. Especificaciones"

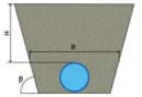
Resultados del cálculo	
Coeficiente de seguridad	>2,5

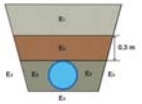
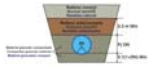
INSTALACIÓN VÁLIDA

Características del tubo y de la instalación		
Tipo de conducción	Agua a presión Especificaciones de tubería según: norma española UNE-ISO 16422 - norma internacional ISO 16422 - norma francesa NF T54-948 - norma sudafricana SANS 16422 - norma británica BS ISO 16422	
Aplicación	Reutilización	
Nombre de la instalación	Cálculo mecánico tubería simple	
Tipo de instalación	Instalación de un tubo TOM® en zanja	

Tubería				
	Nome.	**Unidades**	**Tubo 1**	
Código del producto			**TOM16016M**	
Material del tubo			PVC-O Clase 500 C 1.4	
Presión nominal	PN	bar	16	
Diámetro nominal	DN	mm	160	
Módulo de elasticidad largo plazo	$E_{t(lp)}$	N/mm^2	2500,0	
Módulo de elasticidad corto plazo	$E_{t(cp)}$	N/mm^2	4000,0	
Peso específico	γ_t	kN/m^3	14,0	
Esfuerzo tangencial de diseño largo plazo	$\sigma_{t(lp)}$	N/mm^2	70,0	
Esfuerzo tangencial de diseño corto plazo	$\sigma_{t(cp)}$	N/mm^2	125,0	

Presiones				
	Nome.	**Unidades**	**Tubo 1**	
Presión interna de trabajo	P_i	bar	0,0	
Presión externa debido al agua	P_e	bar	0,0	
Nivel freático	H_a	m	0,0	

Geometría de la zanja				
	Nome.	**Unidades**	**Tubo 1**	
Altura de zanja	H	m	3,0	
Anchura de la zanja	B	m	1,06	
Ángulo de inclinación de las paredes de la zanja	β	°	45,0	

Apoyo y material de relleno				
	Nome.	**Unidades**	**Tubo 1**	
Tipo de apoyo			A	
Ángulo de apoyo	2α	°	120	
Módulo de compresión de E_1	E_1	N/mm²	14,0	Apoyo Tipo A
Porcentaje proctor E_1		%	100,0	
Grupo de suelo E_1			G3	
Módulo de compresión de E_2	E_2	N/mm²	8,0	
Porcentaje proctor E_2		%	95,0	
Grupo de suelo E_2			G2	
Módulo de compresión de E_3	E_3	N/mm²	8,0	
Porcentaje proctor E_3		%	95,0	
Grupo de suelo E_3			G2	
Módulo de compresión de E_4	E_4	N/mm²	8,0	
Porcentaje proctor E_4		%	95,0	
Grupo de suelo E_4			G2	
Peso específico del relleno en zanja		kN/m³	20,0	
Peso específico del relleno en terraplén		kN/m³		

Tipo de relleno	
	Tubo 1
Tipo de relleno	Relleno de la zanja compactando por capas en toda la altura de la zanja

Sobrecargas debido al trafico				
	Nome.	**Unidades**	**Tubo 1**	
Símbolo del vehículo	HT 60	t	60,0	
Número de ejes			3	
Distancia entre ruedas a	a	m	2,0	
Distancia entre ejes b	b	m	1,5	
Sobrecargas concentradas	P_c	kN	100,0	
Sobrecargas distribuidas	P_d	kN		
Coeficiente C_d	C_d			

Pavimento				
	Nome.	**Unidades**	**Tubo 1**	
Altura de la primera capa del firme	h1	m		
Altura de la segunda capa del firme	h2	m		
Módulo de compresión de la primera capa	E_{f1}	N/mm²		
Módulo de compresión de la segunda capa	E_{f2}	N/mm²		

Determinación de las acciones sobre el tubo. Corto plazo.			
	Nome.	**Unidades**	**Tubo 1**
Presión vertical debida al suelo			
Presión vertical debida al suelo	q_v	kN/m²	38,56
Presión vertical debida a las sobrecargas concentradas	P_{vc}		24,32
Presión vertical debida a las cargas distribuidas	P_{vr}		0,00
Presión vertical total sobre el tubo	q_{vt}		62,87
Presión lateral debida a la tierra			
Reacción máxima lateral del suelo a la altura del centro del tubo	q_{ht}	kN/m²	32,98
Deformación relativa (La deformación no puede ser superior al 5%)			
Deformación relativa	δ_v	%	1,484
Momentos flectores circunferenciales			
Momento circunferencial total			
En la clave	M	kN·m/m	0,049358
En los riñones			-0,045648
En la base			0,055074
Fuerzas axiles			
Fuerza axil total			
En la clave	N	kN/m	-2,0788
En los riñones			-4,8892
En la base			-2,3000
Esfuerzos tangenciales			

σ en clave	σ	N/mm^2	15,83
σ en riñones			-15,68
σ en base			17,67
Coeficientes de seguridad a rotura			
Verificación de esfuerzos tangenciales en la clave	ν	-	7,90
Verificación de esfuerzos tangenciales en riñones			7,97
Verificación de esfuerzos tangenciales en la base			7,08
Coeficientes de seguridad al aplastamiento			
η debido a la acción de la tierra y el agua	η_3	-	16,14

Determinación de las acciones sobre el tubo. Largo plazo.			
	Nome.	**Unidades**	**Tubo 1**
Presión vertical debida al suelo			
Presión vertical debida al suelo	q_v	kN/m^2	37,04
Presión vertical debida a las sobrecargas concentradas	P_{vc}		24,32
Presión vertical debida a las cargas distribuidas	P_{vr}		0,00
Presión vertical total sobre el tubo	q_{vt}		61,35
Presión lateral debida a la tierra			
Reacción máxima lateral del suelo a la altura del centro del tubo	q_{ht}	kN/m^2	32,98
Deformación relativa (La deformación no puede ser superior al 5%)			
Deformación relativa	δ_v	%	1,655
Momentos flectores circunferenciales			
Momento circunferencial total			
En la clave	M	kN·m/m	0,046796
En los riñones			-0,043049
En la base			0,052382
Fuerzas axiles			
Fuerza axil total			

En la clave	N	kN/m	-2,0899
En los riñones			-4,7707
En la base			-2,3047
Esfuerzos tangenciales			
σ en clave	σ	N/mm^2	14,98
σ en riñones			-14,82
σ en base			16,78
Coeficientes de seguridad a rotura			
Verificación de esfuerzos tangenciales en la clave	ν	-	4,67
Verificación de esfuerzos tangenciales en riñones			4,72
Verificación de esfuerzos tangenciales en la base			4,17
Coeficientes de seguridad al aplastamiento			
η debido a la acción de la tierra y el agua	η_3	-	13,03

PROGRAMA DE CÁLCULO MECÁNICO

Molecor TOM ® v.1.0. 2015 Julio

Informe de resultados de cálculo mecánico

Información general sobre el informe abreviado	
Número de informe	2016_04_21_170
Fecha de última modificación	21 de Abril de 2016 a las 12:44
Nombre del proyecto	Algete
A la atención de D./Dña.	Iván Paniagua Díaz
Dirección	C/Luis Álvarez Lencero, 3, Planta 7, Of. 13
Ciudad / localidad / municipio	Badajoz
Provincia / región / estado	Badajoz
País	España
Promotora	
Ingeniería	TXT Ingeniería S.L
Constructora	
Dirección de obra	

PROGRAMA DE CÁLCULO MECÁNICO

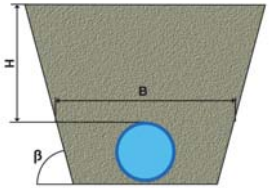
Este programa de cálculo mecánico para tuberías plásticas enterradas de PVC Orientado (PVC-O) TOM®, está basado en las normas de referencia:

ATV-DVWK-A 127E:2000 "Cálculo estático de Drenajes y Saneamientos"

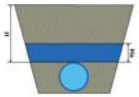
UNE 53331:1997 "Tubos y uniones de poli(cloruro de vinilo) orientado (PVC-O) para conducción de agua a presión. Especificaciones"

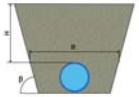
Resultados del cálculo	
Coeficiente de seguridad	>2

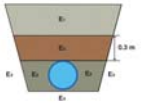
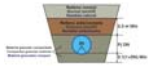
INSTALACIÓN VÁLIDA

Características del tubo y de la instalación		
Tipo de conducción	Agua a presión Especificaciones de tubería según: norma española UNE-ISO 16422 - norma internacional ISO 16422 - norma francesa NF T54-948 - norma sudafricana SANS 16422 - norma británica BS ISO 16422	
Aplicación	Reutilización	
Nombre de la instalación	Cálculo mecánico tubería simple	
Tipo de instalación	Instalación de un tubo TOM® en zanja	

Tubería				
	Nome.	**Unidades**	**Tubo 1**	
Código del producto			**TOM20016M**	
Material del tubo			PVC-O Clase 500 C 1.4	
Presión nominal	PN	bar	16	
Diámetro nominal	DN	mm	200	
Módulo de elasticidad largo plazo	$E_{t(lp)}$	N/mm^2	2500,0	
Módulo de elasticidad corto plazo	$E_{t(cp)}$	N/mm^2	4000,0	
Peso específico	γ_t	kN/m^3	14,0	
Esfuerzo tangencial de diseño largo plazo	$\sigma_{t(lp)}$	N/mm^2	70,0	
Esfuerzo tangencial de diseño corto plazo	$\sigma_{t(cp)}$	N/mm^2	125,0	

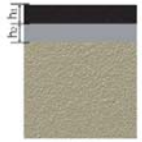
Presiones				
	Nome.	**Unidades**	**Tubo 1**	
Presión interna de trabajo	P_i	bar	0,0	
Presión externa debido al agua	P_e	bar	0,0	
Nivel freático	H_a	m	0,0	

Geometría de la zanja				
	Nome.	**Unidades**	**Tubo 1**	
Altura de zanja	H	m	0,8	
Anchura de la zanja	B	m	1,1	
Ángulo de inclinación de las paredes de la zanja	β	°	45,0	

Apoyo y material de relleno				
	Nome.	**Unidades**	**Tubo 1**	
Tipo de apoyo			A	
Ángulo de apoyo	2α	°	120	
Módulo de compresión de E_1	E_1	N/mm^2	14,0	Apoyo Tipo A
Porcentaje proctor E_1		%	100,0	
Grupo de suelo E_1			G3	
Módulo de compresión de E_2	E_2	N/mm^2	8,0	
Porcentaje proctor E_2		%	95,0	
Grupo de suelo E_2			G2	
Módulo de compresión de E_3	E_3	N/mm^2	8,0	
Porcentaje proctor E_3		%	95,0	
Grupo de suelo E_3			G2	
Módulo de compresión de E_4	E_4	N/mm^2	8,0	
Porcentaje proctor E_4		%	95,0	
Grupo de suelo E_4			G2	
Peso específico del relleno en zanja		kN/m^3	20,0	
Peso específico del relleno en terraplén		kN/m^3		

Tipo de relleno		
	Tubo 1	
Tipo de relleno	Relleno de la zanja compactando por capas en toda la altura de la zanja	

Sobrecargas debido al trafico				
	Nome.	**Unidades**	**Tubo 1**	
Símbolo del vehículo	HT 39	t	39,0	
Número de ejes			3	
Distancia entre ruedas a	a	m	2,0	
Distancia entre ejes b	b	m	1,5	
Sobrecargas concentradas	P_c	kN	65,0	
Sobrecargas distribuidas	P_d	kN		
Coeficiente C_d	C_d			

Pavimento				
	Nome.	**Unidades**	**Tubo 1**	
Altura de la primera capa del firme	h1	m		
Altura de la segunda capa del firme	h2	m		
Módulo de compresión de la primera capa	E_{f1}	N/mm^2		
Módulo de compresión de la segunda capa	E_{f2}	N/mm^2		

Determinación de las acciones sobre el tubo. Corto plazo.			
	Nome.	**Unidades**	**Tubo 1**
Presión vertical debida al suelo			
Presión vertical debida al suelo	q_v	kN/m^2	12,68
Presión vertical debida a las sobrecargas concentradas	P_{vc}		59,51
Presión vertical debida a las cargas distribuidas	P_{vr}		0,00
Presión vertical total sobre el tubo	q_{vt}		72,19
Presión lateral debida a la tierra			
Reacción máxima lateral del suelo a la altura del centro del tubo	q_{ht}	kN/m^2	10,99
Deformación relativa (La deformación no puede ser superior al 5%)			
Deformación relativa	δ_v	%	1,926
Momentos flectores circunferenciales			
Momento circunferencial total			
En la clave	M	kN·m/m	0,154222
En los riñones			-0,154464
En la base			0,164534
Fuerzas axiles			
Fuerza axil total			
En la clave	N	kN/m	-0,6680
En los riñones			-7,0149
En la base			-0,9799
Esfuerzos tangenciales			

σ en clave	σ	N/mm^2	32,20
σ en riñones			-32,49
σ en base			34,30
Coeficientes de seguridad a rotura			
Verificación de esfuerzos tangenciales en la clave	ν	-	3,88
Verificación de esfuerzos tangenciales en riñones			3,85
Verificación de esfuerzos tangenciales en la base			3,64
Coeficientes de seguridad al aplastamiento			
η debido a la acción de la tierra y el agua	η_3	-	14,13

Determinación de las acciones sobre el tubo. Largo plazo.			
	Nome.	**Unidades**	**Tubo 1**
Presión vertical debida al suelo			
Presión vertical debida al suelo	q_v	kN/m^2	12,26
Presión vertical debida a las sobrecargas concentradas	P_{vc}		59,51
Presión vertical debida a las cargas distribuidas	P_{vr}		0,00
Presión vertical total sobre el tubo	q_{vt}		71,76
Presión lateral debida a la tierra			
Reacción máxima lateral del suelo a la altura del centro del tubo	q_{ht}	kN/m^2	11,11
Deformación relativa (La deformación no puede ser superior al 5%)			
Deformación relativa	δ_v	%	2,201
Momentos flectores circunferenciales			
Momento circunferencial total			
En la clave	M	kN·m/m	0,152906
En los riñones			-0,153102
En la base			0,163162
Fuerzas axiles			
Fuerza axil total			

En la clave	N	kN/m	-0,6786
En los riñones			-6,9739
En la base			-0,9883
Esfuerzos tangenciales			
σ en clave	σ	N/mm^2	31,92
σ en riñones			-32,21
σ en base			34,01
Coeficientes de seguridad a rotura			
Verificación de esfuerzos tangenciales en la clave	ν	-	2,19
Verificación de esfuerzos tangenciales en riñones			2,17
Verificación de esfuerzos tangenciales en la base			2,06
Coeficientes de seguridad al aplastamiento			
η debido a la acción de la tierra y el agua	η_3	-	11,20

PROGRAMA DE CÁLCULO MECÁNICO

Molecor TOM ® v.1.0. 2015 Julio

Informe de resultados de cálculo mecánico

Información general sobre el informe abreviado	
Número de informe	2016_04_21_170
Fecha de última modificación	21 de Abril de 2016 a las 12:44
Nombre del proyecto	Algete
A la atención de D./Dña.	Iván Paniagua Díaz
Dirección	C/Luis Álvarez Lencero, 3, Planta 7, Of. 13
Ciudad / localidad / municipio	Badajoz
Provincia / región / estado	Badajoz
País	España
Promotora	
Ingeniería	TXT Ingeniería S.L
Constructora	
Dirección de obra	

PROGRAMA DE CÁLCULO MECÁNICO

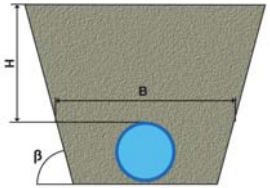
Este programa de cálculo mecánico para tuberías plásticas enterradas de PVC Orientado (PVC-O) TOM®, está basado en las normas de referencia:

ATV-DVWK-A 127E:2000 "Cálculo estático de Drenajes y Saneamientos"

UNE 53331:1997 "Tubos y uniones de poli(cloruro de vinilo) orientado (PVC-O) para conducción de agua a presión. Especificaciones"

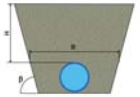
Resultados del cálculo	
Coeficiente de seguridad	>2

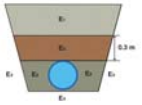
INSTALACIÓN VÁLIDA

Características del tubo y de la instalación		
Tipo de conducción	Agua a presión Especificaciones de tubería según: norma española UNE-ISO 16422 - norma internacional ISO 16422 - norma francesa NF T54-948 - norma sudafricana SANS 16422 - norma británica BS ISO 16422	
Aplicación	Reutilización	
Nombre de la instalación	Cálculo mecánico tubería simple	
Tipo de instalación	Instalación de un tubo TOM® en zanja	

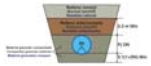
Tubería				
	Nome.	**Unidades**	**Tubo 1**	
Código del producto			TOM20016M	
Material del tubo			PVC-O Clase 500 C 1.4	
Presión nominal	PN	bar	16	
Diámetro nominal	DN	mm	200	
Módulo de elasticidad largo plazo	$E_{t(lp)}$	N/mm^2	2500,0	
Módulo de elasticidad corto plazo	$E_{t(cp)}$	N/mm^2	4000,0	
Peso específico	γ_t	kN/m^3	14,0	
Esfuerzo tangencial de diseño largo plazo	$\sigma_{t(lp)}$	N/mm^2	70,0	
Esfuerzo tangencial de diseño corto plazo	$\sigma_{t(cp)}$	N/mm^2	125,0	

Presiones				
	Nome.	**Unidades**	**Tubo 1**	
Presión interna de trabajo	P_i	bar	0,0	
Presión externa debido al agua	P_e	bar	0,0	
Nivel freático	H_a	m	0,0	

Geometría de la zanja				
	Nome.	**Unidades**	**Tubo 1**	
Altura de zanja	H	m	0,9	
Anchura de la zanja	B	m	1,1	
Ángulo de inclinación de las paredes de la zanja	β	°	45,0	

Apoyo y material de relleno				
	Nome.	**Unidades**	**Tubo 1**	
Tipo de apoyo			A	
Ángulo de apoyo	2α	°	120	
Módulo de compresión de E_1	E_1	N/mm^2	14,0	
Porcentaje proctor E_1		%	100,0	
Grupo de suelo E_1			G3	
Módulo de compresión de E_2	E_2	N/mm^2	8,0	
Porcentaje proctor E_2		%	95,0	
Grupo de suelo E_2			G2	
Módulo de compresión de E_3	E_3	N/mm^2	8,0	
Porcentaje proctor E_3		%	95,0	
Grupo de suelo E_3			G2	
Módulo de compresión de E_4	E_4	N/mm^2	8,0	
Porcentaje proctor E_4		%	95,0	
Grupo de suelo E_4			G2	
Peso específico del relleno en zanja		kN/m^3	20,0	
Peso específico del relleno en terraplén		kN/m^3		

Apoyo Tipo A



Tipo de relleno	
	Tubo 1
Tipo de relleno	Relleno de la zanja compactando por capas en toda la altura de la zanja

Sobrecargas debido al trafico				
	Nome.	**Unidades**	**Tubo 1**	
Símbolo del vehículo	HT 26	t	26,0	
Número de ejes			2	
Distancia entre ruedas a	a	m	2,0	
Distancia entre ejes b	b	m	3,0	
Sobrecargas concentradas	P_c	kN	65,0	
Sobrecargas distribuidas	P_d	kN		
Coeficiente C_d	C_d			

Pavimento				
	Nome.	**Unidades**	**Tubo 1**	
Altura de la primera capa del firme	h1	m		
Altura de la segunda capa del firme	h2	m		
Módulo de compresión de la primera capa	E_{f1}	N/mm^2		
Módulo de compresión de la segunda capa	E_{f2}	N/mm^2		

Determinación de las acciones sobre el tubo. Corto plazo.			
	Nome.	**Unidades**	**Tubo 1**
Presión vertical debida al suelo			
Presión vertical debida al suelo	q_v	kN/m^2	14,08
Presión vertical debida a las sobrecargas concentradas	P_{vc}		54,46
Presión vertical debida a las cargas distribuidas	P_{vr}		0,00
Presión vertical total sobre el tubo	q_{vt}		68,54
Presión lateral debida a la tierra			
Reacción máxima lateral del suelo a la altura del centro del tubo	q_{ht}	kN/m^2	12,18
Deformación relativa (La deformación no puede ser superior al 5%)			
Deformación relativa	δ_v	%	1,814
Momentos flectores circunferenciales			
Momento circunferencial total			
En la clave	M	kN·m/m	0,142327
En los riñones			-0,142127
En la base			0,152156
Fuerzas axiles			
Fuerza axil total			
En la clave	N	kN/m	-0,7793
En los riñones			-6,6603
En la base			-1,0721
Esfuerzos tangenciales			

σ en clave	σ	N/mm^2	29,68
σ en riñones			-29,94
σ en base			31,69
Coeficientes de seguridad a rotura			
Verificación de esfuerzos tangenciales en la clave	ν	-	4,21
Verificación de esfuerzos tangenciales en riñones			4,18
Verificación de esfuerzos tangenciales en la base			3,94
Coeficientes de seguridad al aplastamiento			
η debido a la acción de la tierra y el agua	η_3	-	14,86

Determinación de las acciones sobre el tubo. Largo plazo.			
	Nome.	**Unidades**	**Tubo 1**
Presión vertical debida al suelo			
Presión vertical debida al suelo	q_v	kN/m^2	13,60
Presión vertical debida a las sobrecargas concentradas	P_{vc}		54,46
Presión vertical debida a las cargas distribuidas	P_{vr}		0,00
Presión vertical total sobre el tubo	q_{vt}		68,06
Presión lateral debida a la tierra			
Reacción máxima lateral del suelo a la altura del centro del tubo	q_{ht}	kN/m^2	12,30
Deformación relativa (La deformación no puede ser superior al 5%)			
Deformación relativa	δ_v	%	2,070
Momentos flectores circunferenciales			
Momento circunferencial total			
En la clave	M	kN·m/m	0,140864
En los riñones			-0,140616
En la base			0,150630
Fuerzas axiles			
Fuerza axil total			

En la clave	N	kN/m	-0,7904
En los riñones			-6,6137
En la base			-1,0806
Esfuerzos tangenciales			
σ en clave	σ	N/mm^2	29,37
σ en riñones			-29,62
σ en base			31,37
Coeficientes de seguridad a rotura			
Verificación de esfuerzos tangenciales en la clave	ν	-	2,38
Verificación de esfuerzos tangenciales en riñones			2,36
Verificación de esfuerzos tangenciales en la base			2,23
Coeficientes de seguridad al aplastamiento			
η debido a la acción de la tierra y el agua	η_3	-	11,80

PROGRAMA DE CÁLCULO MECÁNICO

Molecor TOM ® v.1.0. 2015 Julio

Informe de resultados de cálculo mecánico

Información general sobre el informe abreviado	
Número de informe	2016_04_21_170
Fecha de última modificación	21 de Abril de 2016 a las 12:44
Nombre del proyecto	Algete
A la atención de D./Dña.	Iván Paniagua Díaz
Dirección	C/Luis Álvarez Lencero, 3, Planta 7, Of. 13
Ciudad / localidad / municipio	Badajoz
Provincia / región / estado	Badajoz
País	España
Promotora	
Ingeniería	TXT Ingeniería S.L
Constructora	
Dirección de obra	

PROGRAMA DE CÁLCULO MECÁNICO

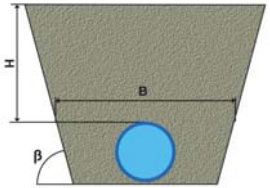
Este programa de cálculo mecánico para tuberías plásticas enterradas de PVC Orientado (PVC-O) TOM®, está basado en las normas de referencia:

ATV-DVWK-A 127E:2000 "Cálculo estático de Drenajes y Saneamientos"

UNE 53331:1997 "Tubos y uniones de poli(cloruro de vinilo) orientado (PVC-O) para conducción de agua a presión. Especificaciones"

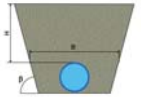
Resultados del cálculo	
Coeficiente de seguridad	>2

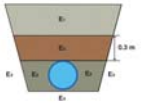
INSTALACIÓN VÁLIDA

Características del tubo y de la instalación		
Tipo de conducción	Agua a presión Especificaciones de tubería según: norma española UNE-ISO 16422 - norma internacional ISO 16422 - norma francesa NF T54-948 - norma sudafricana SANS 16422 - norma británica BS ISO 16422	
Aplicación	Reutilización	
Nombre de la instalación	Cálculo mecánico tubería simple	
Tipo de instalación	Instalación de un tubo TOM® en zanja	

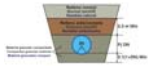
Tubería				
	Nome.	**Unidades**	**Tubo 1**	
Código del producto			TOM20016M	
Material del tubo			PVC-O Clase 500 C 1.4	
Presión nominal	PN	bar	16	
Diámetro nominal	DN	mm	200	
Módulo de elasticidad largo plazo	$E_{t(lp)}$	N/mm^2	2500,0	
Módulo de elasticidad corto plazo	$E_{t(cp)}$	N/mm^2	4000,0	
Peso específico	γ_t	kN/m^3	14,0	
Esfuerzo tangencial de diseño largo plazo	$\sigma_{t(lp)}$	N/mm^2	70,0	
Esfuerzo tangencial de diseño corto plazo	$\sigma_{t(cp)}$	N/mm^2	125,0	

Presiones				
	Nome.	**Unidades**	**Tubo 1**	
Presión interna de trabajo	P_i	bar	0,0	
Presión externa debido al agua	P_e	bar	0,0	
Nivel freático	H_a	m	0,0	

Geometría de la zanja				
	Nome.	**Unidades**	**Tubo 1**	
Altura de zanja	H	m	0,65	
Anchura de la zanja	B	m	1,1	
Ángulo de inclinación de las paredes de la zanja	β	°	45,0	

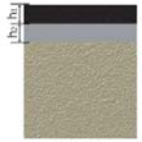
Apoyo y material de relleno				
	Nome.	**Unidades**	**Tubo 1**	
Tipo de apoyo			A	
Ángulo de apoyo	2α	°	120	
Módulo de compresión de E_1	E_1	N/mm^2	14,0	
Porcentaje proctor E_1		%	100,0	
Grupo de suelo E_1			G3	
Módulo de compresión de E_2	E_2	N/mm^2	8,0	
Porcentaje proctor E_2		%	95,0	
Grupo de suelo E_2			G2	
Módulo de compresión de E_3	E_3	N/mm^2	8,0	
Porcentaje proctor E_3		%	95,0	
Grupo de suelo E_3			G2	
Módulo de compresión de E_4	E_4	N/mm^2	8,0	
Porcentaje proctor E_4		%	95,0	
Grupo de suelo E_4			G2	
Peso específico del relleno en zanja		kN/m^3	20,0	
Peso específico del relleno en terraplén		kN/m^3		

Apoyo Tipo A



Tipo de relleno	
	Tubo 1
Tipo de relleno	Relleno de la zanja compactando por capas en toda la altura de la zanja

Sobrecargas debido al trafico				
	Nome.	**Unidades**	**Tubo 1**	
Símbolo del vehículo	LT 12	t	12,0	
Número de ejes			2	
Distancia entre ruedas a	a	m	2,0	
Distancia entre ejes b	b	m	3,0	
Sobrecargas concentradas	P_c	kN	40,0	
Sobrecargas distribuidas	P_d	kN		
Coeficiente C_d	C_d			

Pavimento				
	Nome.	**Unidades**	**Tubo 1**	
Altura de la primera capa del firme	h1	m		
Altura de la segunda capa del firme	h2	m		
Módulo de compresión de la primera capa	E_{f1}	N/mm^2		
Módulo de compresión de la segunda capa	E_{f2}	N/mm^2		

Determinación de las acciones sobre el tubo. Corto plazo.			
	Nome.	**Unidades**	**Tubo 1**
Presión vertical debida al suelo			
Presión vertical debida al suelo	q_v	kN/m^2	10,53
Presión vertical debida a las sobrecargas concentradas	P_{vc}		57,36
Presión vertical debida a las cargas distribuidas	P_{vr}		0,00
Presión vertical total sobre el tubo	q_{vt}		67,89
Presión lateral debida a la tierra			
Reacción máxima lateral del suelo a la altura del centro del tubo	q_{ht}	kN/m^2	9,16
Deformación relativa (La deformación no puede ser superior al 5%)			
Deformación relativa	δ_v	%	1,821
Momentos flectores circunferenciales			
Momento circunferencial total			
En la clave	M	kN·m/m	0,148057
En los riñones			-0,148605
En la base			0,157800
Fuerzas axiles			
Fuerza axil total			
En la clave	N	kN/m	-0,5228
En los riñones			-6,5972
En la base			-0,8122
Esfuerzos tangenciales			

σ en clave	σ	N/mm^2	30,93
σ en riñones			-31,23
σ en base			32,92
Coeficientes de seguridad a rotura			
Verificación de esfuerzos tangenciales en la clave	ν	-	4,04
Verificación de esfuerzos tangenciales en riñones			4,00
Verificación de esfuerzos tangenciales en la base			3,80
Coeficientes de seguridad al aplastamiento			
η debido a la acción de la tierra y el agua	η_3	-	15,00

Determinación de las acciones sobre el tubo. Largo plazo.			
	Nome.	**Unidades**	**Tubo 1**
Presión vertical debida al suelo			
Presión vertical debida al suelo	q_v	kN/m^2	10,20
Presión vertical debida a las sobrecargas concentradas	P_{vc}		57,36
Presión vertical debida a las cargas distribuidas	P_{vr}		0,00
Presión vertical total sobre el tubo	q_{vt}		67,56
Presión lateral debida a la tierra			
Reacción máxima lateral del suelo a la altura del centro del tubo	q_{ht}	kN/m^2	9,28
Deformación relativa (La deformación no puede ser superior al 5%)			
Deformación relativa	δ_v	%	2,084
Momentos flectores circunferenciales			
Momento circunferencial total			
En la clave	M	kN·m/m	0,146967
En los riñones			-0,147471
En la base			0,156666
Fuerzas axiles			
Fuerza axil total			

En la clave	N	kN/m	-0,5327
En los riñones			-6,5646
En la base			-0,8203
Esfuerzos tangenciales			
σ en clave	σ	N/mm^2	30,70
σ en riñones			-31,00
σ en base			32,68
Coeficientes de seguridad a rotura			
Verificación de esfuerzos tangenciales en la clave	ν	-	2,28
Verificación de esfuerzos tangenciales en riñones			2,26
Verificación de esfuerzos tangenciales en la base			2,14
Coeficientes de seguridad al aplastamiento			
η debido a la acción de la tierra y el agua	η_3	-	11,88

PROGRAMA DE CÁLCULO MECÁNICO

Molecor TOM ® v.1.0. 2015 Julio

Informe de resultados de cálculo mecánico

Información general sobre el informe abreviado	
Número de informe	2016_04_21_170
Fecha de última modificación	21 de Abril de 2016 a las 12:44
Nombre del proyecto	Algete
A la atención de D./Dña.	Iván Paniagua Díaz
Dirección	C/Luis Álvarez Lencero, 3, Planta 7, Of. 13
Ciudad / localidad / municipio	Badajoz
Provincia / región / estado	Badajoz
País	España
Promotora	
Ingeniería	TXT Ingeniería S.L
Constructora	
Dirección de obra	

PROGRAMA DE CÁLCULO MECÁNICO

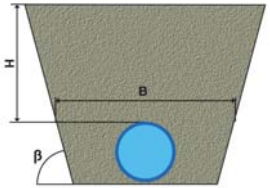
Este programa de cálculo mecánico para tuberías plásticas enterradas de PVC Orientado (PVC-O) TOM®, está basado en las normas de referencia:

ATV-DVWK-A 127E:2000 "Cálculo estático de Drenajes y Saneamientos"

UNE 53331:1997 "Tubos y uniones de poli(cloruro de vinilo) orientado (PVC-O) para conducción de agua a presión. Especificaciones"

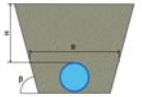
Resultados del cálculo	
Coeficiente de seguridad	>2

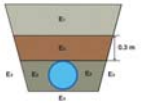
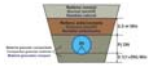
INSTALACIÓN VÁLIDA

Características del tubo y de la instalación		
Tipo de conducción	Agua a presión Especificaciones de tubería según: norma española UNE-ISO 16422 - norma internacional ISO 16422 - norma francesa NF T54-948 - norma sudafricana SANS 16422 - norma británica BS ISO 16422	
Aplicación	Reutilización	
Nombre de la instalación	Cálculo mecánico tubería simple	
Tipo de instalación	Instalación de un tubo TOM® en zanja	

Tubería				
	Nome.	**Unidades**	**Tubo 1**	
Código del producto			TOM20016M	
Material del tubo			PVC-O Clase 500 C 1.4	
Presión nominal	PN	bar	16	
Diámetro nominal	DN	mm	200	
Módulo de elasticidad largo plazo	$E_{t(lp)}$	N/mm^2	2500,0	
Módulo de elasticidad corto plazo	$E_{t(cp)}$	N/mm^2	4000,0	
Peso específico	γ_t	kN/m^3	14,0	
Esfuerzo tangencial de diseño largo plazo	$\sigma_{t(lp)}$	N/mm^2	70,0	
Esfuerzo tangencial de diseño corto plazo	$\sigma_{t(cp)}$	N/mm^2	125,0	

Presiones				
	Nome.	**Unidades**	**Tubo 1**	
Presión interna de trabajo	P_i	bar	0,0	
Presión externa debido al agua	P_e	bar	0,0	
Nivel freático	H_a	m	0,0	

Geometría de la zanja				
	Nome.	**Unidades**	**Tubo 1**	
Altura de zanja	H	m	1,2	
Anchura de la zanja	B	m	1,1	
Ángulo de inclinación de las paredes de la zanja	β	°	45,0	

Apoyo y material de relleno				
	Nome.	**Unidades**	**Tubo 1**	
Tipo de apoyo			A	
Ángulo de apoyo	2α	°	120	
Módulo de compresión de E_1	E_1	N/mm^2	14,0	Apoyo Tipo A
Porcentaje proctor E_1		%	100,0	
Grupo de suelo E_1			G3	
Módulo de compresión de E_2	E_2	N/mm^2	8,0	
Porcentaje proctor E_2		%	95,0	
Grupo de suelo E_2			G2	
Módulo de compresión de E_3	E_3	N/mm^2	8,0	
Porcentaje proctor E_3		%	95,0	
Grupo de suelo E_3			G2	
Módulo de compresión de E_4	E_4	N/mm^2	8,0	
Porcentaje proctor E_4		%	95,0	
Grupo de suelo E_4			G2	
Peso específico del relleno en zanja		kN/m^3	20,0	
Peso específico del relleno en terraplén		kN/m^3		

Tipo de relleno	
	Tubo 1
Tipo de relleno	Relleno de la zanja compactando por capas en toda la altura de la zanja

Sobrecargas debido al trafico				
	Nome.	**Unidades**	**Tubo 1**	
Símbolo del vehículo	HT 60	t	60,0	
Número de ejes			3	
Distancia entre ruedas a	a	m	2,0	
Distancia entre ejes b	b	m	1,5	
Sobrecargas concentradas	P_c	kN	100,0	
Sobrecargas distribuidas	P_d	kN		
Coeficiente C_d	C_d			

Pavimento				
	Nome.	**Unidades**	**Tubo 1**	
Altura de la primera capa del firme	h1	m		
Altura de la segunda capa del firme	h2	m		
Módulo de compresión de la primera capa	E_{f1}	N/mm^2		
Módulo de compresión de la segunda capa	E_{f2}	N/mm^2		

Determinación de las acciones sobre el tubo. Corto plazo.			
	Nome.	**Unidades**	**Tubo 1**
Presión vertical debida al suelo			
Presión vertical debida al suelo	q_v	kN/m^2	18,11
Presión vertical debida a las sobrecargas concentradas	P_{vc}		56,17
Presión vertical debida a las cargas distribuidas	P_{vr}		0,00
Presión vertical total sobre el tubo	q_{vt}		74,29
Presión lateral debida a la tierra			
Reacción máxima lateral del suelo a la altura del centro del tubo	q_{ht}	kN/m^2	15,62
Deformación relativa (La deformación no puede ser superior al 5%)			
Deformación relativa	δ_v	%	1,945
Momentos flectores circunferenciales			
Momento circunferencial total			
En la clave	M	kN·m/m	0,148170
En los riñones			-0,147310
En la base			0,158761
Fuerzas axiles			
Fuerza axil total			
En la clave	N	kN/m	-1,0586
En los riñones			-7,2194
En la base			-1,3816
Esfuerzos tangenciales			

σ en clave	σ	N/mm^2	30,86
σ en riñones			-31,09
σ en base			33,02
Coeficientes de seguridad a rotura			
Verificación de esfuerzos tangenciales en la clave	ν	-	4,05
Verificación de esfuerzos tangenciales en riñones			4,02
Verificación de esfuerzos tangenciales en la base			3,79
Coeficientes de seguridad al aplastamiento			
η debido a la acción de la tierra y el agua	η_3	-	13,74

Determinación de las acciones sobre el tubo. Largo plazo.			
	Nome.	**Unidades**	**Tubo 1**
Presión vertical debida al suelo			
Presión vertical debida al suelo	q_v	kN/m^2	17,47
Presión vertical debida a las sobrecargas concentradas	P_{vc}		56,17
Presión vertical debida a las cargas distribuidas	P_{vr}		0,00
Presión vertical total sobre el tubo	q_{vt}		73,64
Presión lateral debida a la tierra			
Reacción máxima lateral del suelo a la altura del centro del tubo	q_{ht}	kN/m^2	15,73
Deformación relativa (La deformación no puede ser superior al 5%)			
Deformación relativa	δ_v	%	2,216
Momentos flectores circunferenciales			
Momento circunferencial total			
En la clave	M	kN·m/m	0,146283
En los riñones			-0,145370
En la base			0,156788
Fuerzas axiles			
Fuerza axil total			

En la clave	N	kN/m	-1,0708
En los riñones			-7,1567
En la base			-1,3904
Esfuerzos tangenciales			
σ en clave	σ	N/mm^2	30,46
σ en riñones			-30,68
σ en base			32,60
Coeficientes de seguridad a rotura			
Verificación de esfuerzos tangenciales en la clave	ν	-	2,30
Verificación de esfuerzos tangenciales en riñones			2,28
Verificación de esfuerzos tangenciales en la base			2,15
Coeficientes de seguridad al aplastamiento			
η debido a la acción de la tierra y el agua	η_3	-	10,93

PROGRAMA DE CÁLCULO MECÁNICO

Molecor TOM ® v.1.0. 2015 Julio

Informe de resultados de cálculo mecánico

Información general sobre el informe abreviado	
Número de informe	2016_04_21_170
Fecha de última modificación	21 de Abril de 2016 a las 12:44
Nombre del proyecto	Algete
A la atención de D./Dña.	Iván Paniagua Díaz
Dirección	C/Luis Álvarez Lencero, 3, Planta 7, Of. 13
Ciudad / localidad / municipio	Badajoz
Provincia / región / estado	Badajoz
País	España
Promotora	
Ingeniería	TXT Ingeniería S.L
Constructora	
Dirección de obra	

PROGRAMA DE CÁLCULO MECÁNICO

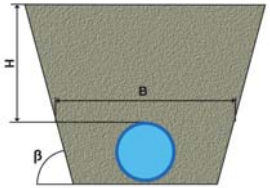
Este programa de cálculo mecánico para tuberías plásticas enterradas de PVC Orientado (PVC-O) TOM®, está basado en las normas de referencia:

ATV-DVWK-A 127E:2000 "Cálculo estático de Drenajes y Saneamientos"

UNE 53331:1997 "Tubos y uniones de poli(cloruro de vinilo) orientado (PVC-O) para conducción de agua a presión. Especificaciones"

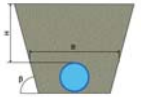
Resultados del cálculo	
Coeficiente de seguridad	>2,5

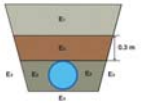
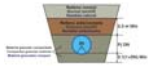
INSTALACIÓN VÁLIDA

Características del tubo y de la instalación		
Tipo de conducción	Agua a presión Especificaciones de tubería según: norma española UNE-ISO 16422 - norma internacional ISO 16422 - norma francesa NF T54-948 - norma sudafricana SANS 16422 - norma británica BS ISO 16422	
Aplicación	Reutilización	
Nombre de la instalación	Cálculo mecánico tubería simple	
Tipo de instalación	Instalación de un tubo TOM® en zanja	

Tubería				
	Nome.	**Unidades**	**Tubo 1**	
Código del producto			TOM20016M	
Material del tubo			PVC-O Clase 500 C 1.4	
Presión nominal	PN	bar	16	
Diámetro nominal	DN	mm	200	
Módulo de elasticidad largo plazo	$E_{t(lp)}$	N/mm^2	2500,0	
Módulo de elasticidad corto plazo	$E_{t(cp)}$	N/mm^2	4000,0	
Peso específico	γ_t	kN/m^3	14,0	
Esfuerzo tangencial de diseño largo plazo	$\sigma_{t(lp)}$	N/mm^2	70,0	
Esfuerzo tangencial de diseño corto plazo	$\sigma_{t(cp)}$	N/mm^2	125,0	

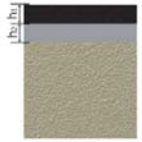
Presiones				
	Nome.	**Unidades**	**Tubo 1**	
Presión interna de trabajo	P_i	bar	0,0	
Presión externa debido al agua	P_e	bar	0,0	
Nivel freático	H_a	m	0,0	

Geometría de la zanja				
	Nome.	**Unidades**	**Tubo 1**	
Altura de zanja	H	m	1,5	
Anchura de la zanja	B	m	1,1	
Ángulo de inclinación de las paredes de la zanja	β	°	45,0	

Apoyo y material de relleno				
	Nome.	**Unidades**	**Tubo 1**	
Tipo de apoyo			A	
Ángulo de apoyo	2α	°	120	
Módulo de compresión de E_1	E_1	N/mm^2	14,0	Apoyo Tipo A
Porcentaje proctor E_1		%	100,0	
Grupo de suelo E_1			G3	
Módulo de compresión de E_2	E_2	N/mm^2	8,0	
Porcentaje proctor E_2		%	95,0	
Grupo de suelo E_2			G2	
Módulo de compresión de E_3	E_3	N/mm^2	8,0	
Porcentaje proctor E_3		%	95,0	
Grupo de suelo E_3			G2	
Módulo de compresión de E_4	E_4	N/mm^2	8,0	
Porcentaje proctor E_4		%	95,0	
Grupo de suelo E_4			G2	
Peso específico del relleno en zanja		kN/m^3	20,0	
Peso específico del relleno en terraplén		kN/m^3		

Tipo de relleno		
	Tubo 1	
Tipo de relleno	Relleno de la zanja compactando por capas en toda la altura de la zanja	

Sobrecargas debido al trafico				
	Nome.	**Unidades**	**Tubo 1**	
Símbolo del vehículo	HT 60	t	60,0	
Número de ejes			3	
Distancia entre ruedas a	a	m	2,0	
Distancia entre ejes b	b	m	1,5	
Sobrecargas concentradas	P_c	kN	100,0	
Sobrecargas distribuidas	P_d	kN		
Coeficiente C_d	C_d			

Pavimento				
	Nome.	**Unidades**	**Tubo 1**	
Altura de la primera capa del firme	h1	m		
Altura de la segunda capa del firme	h2	m		
Módulo de compresión de la primera capa	E_{f1}	N/mm^2		
Módulo de compresión de la segunda capa	E_{f2}	N/mm^2		

Determinación de las acciones sobre el tubo. Corto plazo.			
	Nome.	**Unidades**	**Tubo 1**
Presión vertical debida al suelo			
Presión vertical debida al suelo	q_v	kN/m^2	21,95
Presión vertical debida a las sobrecargas concentradas	P_{vc}		45,11
Presión vertical debida a las cargas distribuidas	P_{vr}		0,00
Presión vertical total sobre el tubo	q_{vt}		67,06
Presión lateral debida a la tierra			
Reacción máxima lateral del suelo a la altura del centro del tubo	q_{ht}	kN/m^2	18,88
Deformación relativa (La deformación no puede ser superior al 5%)			
Deformación relativa	δ_v	%	1,716
Momentos flectores circunferenciales			
Momento circunferencial total			
En la clave	M	kN·m/m	0,122377
En los riñones			-0,120410
En la base			0,132010
Fuerzas axiles			
Fuerza axil total			
En la clave	N	kN/m	-1,3575
En los riñones			-6,5166
En la base			-1,6426
Esfuerzos tangenciales			

σ en clave	σ	N/mm^2	25,39
σ en riñones			-25,52
σ en base			27,36
Coeficientes de seguridad a rotura			
Verificación de esfuerzos tangenciales en la clave	ν	-	4,92
Verificación de esfuerzos tangenciales en riñones			4,90
Verificación de esfuerzos tangenciales en la base			4,57
Coeficientes de seguridad al aplastamiento			
η debido a la acción de la tierra y el agua	η_3	-	15,18

Determinación de las acciones sobre el tubo. Largo plazo.			
	Nome.	**Unidades**	**Tubo 1**
Presión vertical debida al suelo			
Presión vertical debida al suelo	q_v	kN/m^2	21,15
Presión vertical debida a las sobrecargas concentradas	P_{vc}		45,11
Presión vertical debida a las cargas distribuidas	P_{vr}		0,00
Presión vertical total sobre el tubo	q_{vt}		66,26
Presión lateral debida a la tierra			
Reacción máxima lateral del suelo a la altura del centro del tubo	q_{ht}	kN/m^2	18,98
Deformación relativa (La deformación no puede ser superior al 5%)			
Deformación relativa	δ_v	%	1,947
Momentos flectores circunferenciales			
Momento circunferencial total			
En la clave	M	kN·m/m	0,120085
En los riñones			-0,118061
En la base			0,129612
Fuerzas axiles			
Fuerza axil total			

En la clave	N	kN/m	-1,3707
En los riñones			-6,4384
En la base			-1,6515
Esfuerzos tangenciales			
σ en clave	σ	N/mm^2	24,91
σ en riñones			-25,04
σ en base			26,86
Coeficientes de seguridad a rotura			
Verificación de esfuerzos tangenciales en la clave	ν	-	2,81
Verificación de esfuerzos tangenciales en riñones			2,80
Verificación de esfuerzos tangenciales en la base			2,61
Coeficientes de seguridad al aplastamiento			
η debido a la acción de la tierra y el agua	η_3	-	12,11

PROGRAMA DE CÁLCULO MECÁNICO

Molecor TOM ® v.1.0. 2015 Julio

Informe de resultados de cálculo mecánico

Información general sobre el informe abreviado	
Número de informe	2016_04_21_170
Fecha de última modificación	21 de Abril de 2016 a las 12:44
Nombre del proyecto	Algete
A la atención de D./Dña.	Iván Paniagua Díaz
Dirección	C/Luis Álvarez Lencero, 3, Planta 7, Of. 13
Ciudad / localidad / municipio	Badajoz
Provincia / región / estado	Badajoz
País	España
Promotora	
Ingeniería	TXT Ingeniería S.L
Constructora	
Dirección de obra	

PROGRAMA DE CÁLCULO MECÁNICO

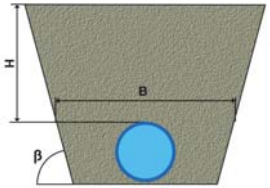
Este programa de cálculo mecánico para tuberías plásticas enterradas de PVC Orientado (PVC-O) TOM®, está basado en las normas de referencia:

ATV-DVWK-A 127E:2000 "Cálculo estático de Drenajes y Saneamientos"

UNE 53331:1997 "Tubos y uniones de poli(cloruro de vinilo) orientado (PVC-O) para conducción de agua a presión. Especificaciones"

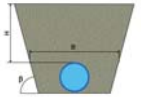
Resultados del cálculo	
Coeficiente de seguridad	>2,5

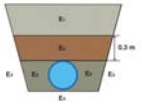
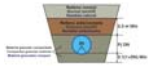
INSTALACIÓN VÁLIDA

Características del tubo y de la instalación		
Tipo de conducción	Agua a presión Especificaciones de tubería según: norma española UNE-ISO 16422 - norma internacional ISO 16422 - norma francesa NF T54-948 - norma sudafricana SANS 16422 - norma británica BS ISO 16422	
Aplicación	Reutilización	
Nombre de la instalación	Cálculo mecánico tubería simple	
Tipo de instalación	Instalación de un tubo TOM® en zanja	

Tubería				
	Nome.	**Unidades**	**Tubo 1**	
Código del producto			**TOM20016M**	
Material del tubo			PVC-O Clase 500 C 1.4	
Presión nominal	PN	bar	16	
Diámetro nominal	DN	mm	200	
Módulo de elasticidad largo plazo	$E_{t(lp)}$	N/mm^2	2500,0	
Módulo de elasticidad corto plazo	$E_{t(cp)}$	N/mm^2	4000,0	
Peso específico	γ_t	kN/m^3	14,0	
Esfuerzo tangencial de diseño largo plazo	$\sigma_{t(lp)}$	N/mm^2	70,0	
Esfuerzo tangencial de diseño corto plazo	$\sigma_{t(cp)}$	N/mm^2	125,0	

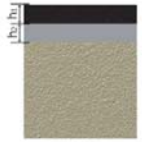
Presiones				
	Nome.	**Unidades**	**Tubo 1**	
Presión interna de trabajo	P_i	bar	0,0	
Presión externa debido al agua	P_e	bar	0,0	
Nivel freático	H_a	m	0,0	

Geometría de la zanja				
	Nome.	**Unidades**	**Tubo 1**	
Altura de zanja	H	m	2,0	
Anchura de la zanja	B	m	1,1	
Ángulo de inclinación de las paredes de la zanja	β	°	45,0	

Apoyo y material de relleno				
	Nome.	**Unidades**	**Tubo 1**	
Tipo de apoyo			A	
Ángulo de apoyo	2α	°	120	
Módulo de compresión de E_1	E_1	N/mm^2	14,0	Apoyo Tipo A
Porcentaje proctor E_1		%	100,0	
Grupo de suelo E_1			G3	
Módulo de compresión de E_2	E_2	N/mm^2	8,0	
Porcentaje proctor E_2		%	95,0	
Grupo de suelo E_2			G2	
Módulo de compresión de E_3	E_3	N/mm^2	8,0	
Porcentaje proctor E_3		%	95,0	
Grupo de suelo E_3			G2	
Módulo de compresión de E_4	E_4	N/mm^2	8,0	
Porcentaje proctor E_4		%	95,0	
Grupo de suelo E_4			G2	
Peso específico del relleno en zanja		kN/m^3	20,0	
Peso específico del relleno en terraplén		kN/m^3		

Tipo de relleno	
	Tubo 1
Tipo de relleno	Relleno de la zanja compactando por capas en toda la altura de la zanja

Sobrecargas debido al trafico				
	Nome.	**Unidades**	**Tubo 1**	
Símbolo del vehículo	HT 60	t	60,0	
Número de ejes			3	
Distancia entre ruedas a	a	m	2,0	
Distancia entre ejes b	b	m	1,5	
Sobrecargas concentradas	P_c	kN	100,0	
Sobrecargas distribuidas	P_d	kN		
Coeficiente C_d	C_d			

Pavimento				
	Nome.	**Unidades**	**Tubo 1**	
Altura de la primera capa del firme	h1	m		
Altura de la segunda capa del firme	h2	m		
Módulo de compresión de la primera capa	E_{f1}	N/mm^2		
Módulo de compresión de la segunda capa	E_{f2}	N/mm^2		

Determinación de las acciones sobre el tubo. Corto plazo.			
	Nome.	**Unidades**	**Tubo 1**
Presión vertical debida al suelo			
Presión vertical debida al suelo	q_v	kN/m^2	27,98
Presión vertical debida a las sobrecargas concentradas	P_{vc}		35,30
Presión vertical debida a las cargas distribuidas	P_{vr}		0,00
Presión vertical total sobre el tubo	q_{vt}		63,28
Presión lateral debida a la tierra			
Reacción máxima lateral del suelo a la altura del centro del tubo	q_{ht}	kN/m^2	24,00
Deformación relativa (La deformación no puede ser superior al 5%)			
Deformación relativa	δ_v	%	1,567
Momentos flectores circunferenciales			
Momento circunferencial total			
En la clave	M	kN·m/m	0,100555
En los riñones			-0,097136
En la base			0,109687
Fuerzas axiles			
Fuerza axil total			
En la clave	N	kN/m	-1,8073
En los riñones			-6,1487
En la base			-2,0725
Esfuerzos tangenciales			

σ en clave	σ	N/mm^2	20,74
σ en riñones			-20,76
σ en base			22,60
Coeficientes de seguridad a rotura			
Verificación de esfuerzos tangenciales en la clave	ν	-	6,03
Verificación de esfuerzos tangenciales en riñones			6,02
Verificación de esfuerzos tangenciales en la base			5,53
Coeficientes de seguridad al aplastamiento			
η debido a la acción de la tierra y el agua	η_3	-	16,06

Determinación de las acciones sobre el tubo. Largo plazo.			
	Nome.	**Unidades**	**Tubo 1**
Presión vertical debida al suelo			
Presión vertical debida al suelo	q_v	kN/m^2	26,93
Presión vertical debida a las sobrecargas concentradas	P_{vc}		35,30
Presión vertical debida a las cargas distribuidas	P_{vr}		0,00
Presión vertical total sobre el tubo	q_{vt}		62,23
Presión lateral debida a la tierra			
Reacción máxima lateral del suelo a la altura del centro del tubo	q_{ht}	kN/m^2	24,09
Deformación relativa (La deformación no puede ser superior al 5%)			
Deformación relativa	δ_v	%	1,767
Momentos flectores circunferenciales			
Momento circunferencial total			
En la clave	M	kN·m/m	0,097628
En los riñones			-0,094147
En la base			0,106620
Fuerzas axiles			
Fuerza axil total			

En la clave	N	kN/m	-1,8220
En los riñones			-6,0461
En la base			-2,0816
Esfuerzos tangenciales			
σ en clave	σ	N/mm^2	20,12
σ en riñones			-20,13
σ en base			21,96
Coeficientes de seguridad a rotura			
Verificación de esfuerzos tangenciales en la clave	ν	-	3,48
Verificación de esfuerzos tangenciales en riñones			3,48
Verificación de esfuerzos tangenciales en la base			3,19
Coeficientes de seguridad al aplastamiento			
η debido a la acción de la tierra y el agua	η_3	-	12,87

PROGRAMA DE CÁLCULO MECÁNICO

Molecor TOM ® v.1.0. 2015 Julio

Informe de resultados de cálculo mecánico

Información general sobre el informe abreviado	
Número de informe	2016_04_21_170
Fecha de última modificación	21 de Abril de 2016 a las 12:44
Nombre del proyecto	Algete
A la atención de D./Dña.	Iván Paniagua Díaz
Dirección	C/Luis Álvarez Lencero, 3, Planta 7, Of. 13
Ciudad / localidad / municipio	Badajoz
Provincia / región / estado	Badajoz
País	España
Promotora	
Ingeniería	TXT Ingeniería S.L
Constructora	
Dirección de obra	

PROGRAMA DE CÁLCULO MECÁNICO

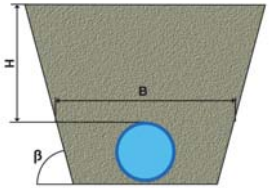
Este programa de cálculo mecánico para tuberías plásticas enterradas de PVC Orientado (PVC-O) TOM®, está basado en las normas de referencia:

ATV-DVWK-A 127E:2000 "Cálculo estático de Drenajes y Saneamientos"

UNE 53331:1997 "Tubos y uniones de poli(cloruro de vinilo) orientado (PVC-O) para conducción de agua a presión. Especificaciones"

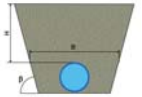
Resultados del cálculo	
Coeficiente de seguridad	>2,5

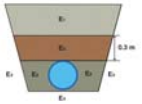
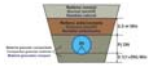
INSTALACIÓN VÁLIDA

Características del tubo y de la instalación		
Tipo de conducción	Agua a presión Especificaciones de tubería según: norma española UNE-ISO 16422 - norma internacional ISO 16422 - norma francesa NF T54-948 - norma sudafricana SANS 16422 - norma británica BS ISO 16422	
Aplicación	Reutilización	
Nombre de la instalación	Cálculo mecánico tubería simple	
Tipo de instalación	Instalación de un tubo TOM® en zanja	

Tubería				
	Nome.	**Unidades**	**Tubo 1**	
Código del producto			**TOM20016M**	
Material del tubo			PVC-O Clase 500 C 1.4	
Presión nominal	PN	bar	16	
Diámetro nominal	DN	mm	200	
Módulo de elasticidad largo plazo	$E_{t(lp)}$	N/mm^2	2500,0	
Módulo de elasticidad corto plazo	$E_{t(cp)}$	N/mm^2	4000,0	
Peso específico	γ_t	kN/m^3	14,0	
Esfuerzo tangencial de diseño largo plazo	$\sigma_{t(lp)}$	N/mm^2	70,0	
Esfuerzo tangencial de diseño corto plazo	$\sigma_{t(cp)}$	N/mm^2	125,0	

Presiones				
	Nome.	**Unidades**	**Tubo 1**	
Presión interna de trabajo	P_i	bar	0,0	
Presión externa debido al agua	P_e	bar	0,0	
Nivel freático	H_a	m	0,0	

Geometría de la zanja				
	Nome.	**Unidades**	**Tubo 1**	
Altura de zanja	H	m	3,0	
Anchura de la zanja	B	m	1,1	
Ángulo de inclinación de las paredes de la zanja	β	°	45,0	

Apoyo y material de relleno				
	Nome.	**Unidades**	**Tubo 1**	
Tipo de apoyo			A	
Ángulo de apoyo	2α	°	120	
Módulo de compresión de E_1	E_1	N/mm²	14,0	Apoyo Tipo A
Porcentaje proctor E_1		%	100,0	
Grupo de suelo E_1			G3	
Módulo de compresión de E_2	E_2	N/mm²	8,0	
Porcentaje proctor E_2		%	95,0	
Grupo de suelo E_2			G2	
Módulo de compresión de E_3	E_3	N/mm²	8,0	
Porcentaje proctor E_3		%	95,0	
Grupo de suelo E_3			G2	
Módulo de compresión de E_4	E_4	N/mm²	8,0	
Porcentaje proctor E_4		%	95,0	
Grupo de suelo E_4			G2	
Peso específico del relleno en zanja		kN/m³	20,0	
Peso específico del relleno en terraplén		kN/m³		

Tipo de relleno	
	Tubo 1
Tipo de relleno	Relleno de la zanja compactando por capas en toda la altura de la zanja

Sobrecargas debido al trafico				
	Nome.	**Unidades**	**Tubo 1**	
Símbolo del vehículo	HT 60	t	60,0	
Número de ejes			3	
Distancia entre ruedas a	a	m	2,0	
Distancia entre ejes b	b	m	1,5	
Sobrecargas concentradas	P_c	kN	100,0	
Sobrecargas distribuidas	P_d	kN		
Coeficiente C_d	C_d			

Pavimento				
	Nome.	**Unidades**	**Tubo 1**	
Altura de la primera capa del firme	h1	m		
Altura de la segunda capa del firme	h2	m		
Módulo de compresión de la primera capa	E_{f1}	N/mm²		
Módulo de compresión de la segunda capa	E_{f2}	N/mm²		

Determinación de las acciones sobre el tubo. Corto plazo.			
	Nome.	**Unidades**	**Tubo 1**
Presión vertical debida al suelo			
Presión vertical debida al suelo	q_v	kN/m²	38,98
Presión vertical debida a las sobrecargas concentradas	P_{vc}		24,31
Presión vertical debida a las cargas distribuidas	P_{vr}		0,00
Presión vertical total sobre el tubo	q_{vt}		63,30
Presión lateral debida a la tierra			
Reacción máxima lateral del suelo a la altura del centro del tubo	q_{ht}	kN/m²	33,33
Deformación relativa (La deformación no puede ser superior al 5%)			
Deformación relativa	δ_v	%	1,488
Momentos flectores circunferenciales			
Momento circunferencial total			
En la clave	M	kN·m/m	0,077815
En los riñones			-0,072011
En la base			0,086949
Fuerzas axiles			
Fuerza axil total			
En la clave	N	kN/m	-2,6100
En los riñones			-6,1500
En la base			-2,8752
Esfuerzos tangenciales			

σ en clave	σ	N/mm^2	15,82
σ en riñones			-15,68
σ en base			17,69
Coeficientes de seguridad a rotura			
Verificación de esfuerzos tangenciales en la clave	ν	-	7,90
Verificación de esfuerzos tangenciales en riñones			7,97
Verificación de esfuerzos tangenciales en la base			7,07
Coeficientes de seguridad al aplastamiento			
η debido a la acción de la tierra y el agua	η_3	-	16,06

Determinación de las acciones sobre el tubo. Largo plazo.			
	Nome.	**Unidades**	**Tubo 1**
Presión vertical debida al suelo			
Presión vertical debida al suelo	q_v	kN/m^2	37,47
Presión vertical debida a las sobrecargas concentradas	P_{vc}		24,31
Presión vertical debida a las cargas distribuidas	P_{vr}		0,00
Presión vertical total sobre el tubo	q_{vt}		61,78
Presión lateral debida a la tierra			
Reacción máxima lateral del suelo a la altura del centro del tubo	q_{ht}	kN/m^2	33,39
Deformación relativa (La deformación no puede ser superior al 5%)			
Deformación relativa	δ_v	%	1,659
Momentos flectores circunferenciales			
Momento circunferencial total			
En la clave	M	kN·m/m	0,073730
En los riñones			-0,067853
En la base			0,082663
Fuerzas axiles			
Fuerza axil total			

En la clave	N	kN/m	-2,6272
En los riñones			-6,0027
En la base			-2,8845
Esfuerzos tangenciales			
σ en clave	σ	N/mm^2	14,96
σ en riñones			-14,81
σ en base			16,79
Coeficientes de seguridad a rotura			
Verificación de esfuerzos tangenciales en la clave	ν	-	4,68
Verificación de esfuerzos tangenciales en riñones			4,72
Verificación de esfuerzos tangenciales en la base			4,17
Coeficientes de seguridad al aplastamiento			
η debido a la acción de la tierra y el agua	η_3	-	12,96

PROGRAMA DE CÁLCULO MECÁNICO

Molecor TOM ® v.1.0. 2015 Julio

Informe de resultados de cálculo mecánico

Información general sobre el informe abreviado	
Número de informe	2016_04_21_170
Fecha de última modificación	21 de Abril de 2016 a las 12:44
Nombre del proyecto	Algete
A la atención de D./Dña.	Iván Paniagua Díaz
Dirección	C/Luis Álvarez Lencero, 3, Planta 7, Of. 13
Ciudad / localidad / municipio	Badajoz
Provincia / región / estado	Badajoz
País	España
Promotora	
Ingeniería	TXT Ingeniería S.L
Constructora	
Dirección de obra	

PROGRAMA DE CÁLCULO MECÁNICO

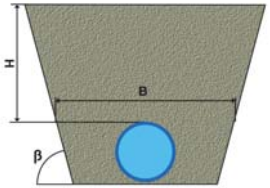
Este programa de cálculo mecánico para tuberías plásticas enterradas de PVC Orientado (PVC-O) TOM®, está basado en las normas de referencia:

ATV-DVWK-A 127E:2000 "Cálculo estático de Drenajes y Saneamientos"

UNE 53331:1997 "Tubos y uniones de poli(cloruro de vinilo) orientado (PVC-O) para conducción de agua a presión. Especificaciones"

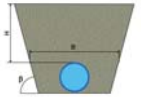
Resultados del cálculo	
Coeficiente de seguridad	>2

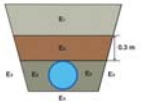
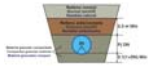
INSTALACIÓN VÁLIDA

Características del tubo y de la instalación		
Tipo de conducción	Agua a presión Especificaciones de tubería según: norma española UNE-ISO 16422 - norma internacional ISO 16422 - norma francesa NF T54-948 - norma sudafricana SANS 16422 - norma británica BS ISO 16422	
Aplicación	Reutilización	
Nombre de la instalación	Cálculo mecánico tubería simple	
Tipo de instalación	Instalación de un tubo TOM® en zanja	

Tubería				
	Nome.	**Unidades**	**Tubo 1**	
Código del producto			TOM25016M	
Material del tubo			PVC-O Clase 500 C 1.4	
Presión nominal	PN	bar	16	
Diámetro nominal	DN	mm	250	
Módulo de elasticidad largo plazo	$E_{t(lp)}$	N/mm^2	2500,0	
Módulo de elasticidad corto plazo	$E_{t(cp)}$	N/mm^2	4000,0	
Peso específico	γ_t	kN/m^3	14,0	
Esfuerzo tangencial de diseño largo plazo	$\sigma_{t(lp)}$	N/mm^2	70,0	
Esfuerzo tangencial de diseño corto plazo	$\sigma_{t(cp)}$	N/mm^2	125,0	

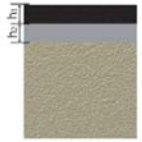
Presiones				
	Nome.	**Unidades**	**Tubo 1**	
Presión interna de trabajo	P_i	bar	0,0	
Presión externa debido al agua	P_e	bar	0,0	
Nivel freático	H_a	m	0,0	

Geometría de la zanja				
	Nome.	**Unidades**	**Tubo 1**	
Altura de zanja	H	m	0,8	
Anchura de la zanja	B	m	1,15	
Ángulo de inclinación de las paredes de la zanja	β	°	45,0	

Apoyo y material de relleno				
	Nome.	**Unidades**	**Tubo 1**	
Tipo de apoyo			A	
Ángulo de apoyo	2α	°	120	
Módulo de compresión de E_1	E_1	N/mm^2	14,0	Apoyo Tipo A
Porcentaje proctor E_1		%	100,0	
Grupo de suelo E_1			G3	
Módulo de compresión de E_2	E_2	N/mm^2	8,0	
Porcentaje proctor E_2		%	95,0	
Grupo de suelo E_2			G2	
Módulo de compresión de E_3	E_3	N/mm^2	8,0	
Porcentaje proctor E_3		%	95,0	
Grupo de suelo E_3			G2	
Módulo de compresión de E_4	E_4	N/mm^2	8,0	
Porcentaje proctor E_4		%	95,0	
Grupo de suelo E_4			G2	
Peso específico del relleno en zanja		kN/m^3	20,0	
Peso específico del relleno en terraplén		kN/m^3		

Tipo de relleno		
	Tubo 1	
Tipo de relleno	Relleno de la zanja compactando por capas en toda la altura de la zanja	

Sobrecargas debido al trafico				
	Nome.	**Unidades**	**Tubo 1**	
Símbolo del vehículo	HT 39	t	39,0	
Número de ejes			3	
Distancia entre ruedas a	a	m	2,0	
Distancia entre ejes b	b	m	1,5	
Sobrecargas concentradas	P_c	kN	65,0	
Sobrecargas distribuidas	P_d	kN		
Coeficiente C_d	C_d			

Pavimento				
	Nome.	**Unidades**	**Tubo 1**	
Altura de la primera capa del firme	h1	m		
Altura de la segunda capa del firme	h2	m		
Módulo de compresión de la primera capa	E_{f1}	N/mm^2		
Módulo de compresión de la segunda capa	E_{f2}	N/mm^2		

Determinación de las acciones sobre el tubo. Corto plazo.			
	Nome.	**Unidades**	**Tubo 1**
Presión vertical debida al suelo			
Presión vertical debida al suelo	q_v	kN/m^2	12,81
Presión vertical debida a las sobrecargas concentradas	P_{vc}		59,15
Presión vertical debida a las cargas distribuidas	P_{vr}		0,00
Presión vertical total sobre el tubo	q_{vt}		71,96
Presión lateral debida a la tierra			
Reacción máxima lateral del suelo a la altura del centro del tubo	q_{ht}	kN/m^2	11,18
Deformación relativa (La deformación no puede ser superior al 5%)			
Deformación relativa	δ_v	%	1,932
Momentos flectores circunferenciales			
Momento circunferencial total			
En la clave	M	kN·m/m	0,240466
En los riñones			-0,240880
En la base			0,256827
Fuerzas axiles			
Fuerza axil total			
En la clave	N	kN/m	-0,8304
En los riñones			-8,7399
En la base			-1,1978
Esfuerzos tangenciales			

σ en clave	σ	N/mm^2	32,61
σ en riñones			-32,91
σ en base			34,78
Coeficientes de seguridad a rotura			
Verificación de esfuerzos tangenciales en la clave	ν	-	3,83
Verificación de esfuerzos tangenciales en riñones			3,80
Verificación de esfuerzos tangenciales en la base			3,59
Coeficientes de seguridad al aplastamiento			
η debido a la acción de la tierra y el agua	η_3	-	13,92

Determinación de las acciones sobre el tubo. Largo plazo.			
	Nome.	**Unidades**	**Tubo 1**
Presión vertical debida al suelo			
Presión vertical debida al suelo	q_v	kN/m^2	12,40
Presión vertical debida a las sobrecargas concentradas	P_{vc}		59,15
Presión vertical debida a las cargas distribuidas	P_{vr}		0,00
Presión vertical total sobre el tubo	q_{vt}		71,55
Presión lateral debida a la tierra			
Reacción máxima lateral del suelo a la altura del centro del tubo	q_{ht}	kN/m^2	11,31
Deformación relativa (La deformación no puede ser superior al 5%)			
Deformación relativa	δ_v	%	2,209
Momentos flectores circunferenciales			
Momento circunferencial total			
En la clave	M	kN·m/m	0,238427
En los riñones			-0,238764
En la base			0,254704
Fuerzas axiles			
Fuerza axil total			

En la clave	N	kN/m	-0,8445
En los riñones			-8,6902
En la base			-1,2092
Esfuerzos tangenciales			
σ en clave	σ	N/mm^2	32,33
σ en riñones			-32,62
σ en base			34,49
Coeficientes de seguridad a rotura			
Verificación de esfuerzos tangenciales en la clave	ν	-	2,17
Verificación de esfuerzos tangenciales en riñones			2,15
Verificación de esfuerzos tangenciales en la base			2,03
Coeficientes de seguridad al aplastamiento			
η debido a la acción de la tierra y el agua	η_3	-	11,03

PROGRAMA DE CÁLCULO MECÁNICO

Molecor TOM ® v.1.0. 2015 Julio

Informe de resultados de cálculo mecánico

Información general sobre el informe abreviado	
Número de informe	2016_04_21_170
Fecha de última modificación	21 de Abril de 2016 a las 12:44
Nombre del proyecto	Algete
A la atención de D./Dña.	Iván Paniagua Díaz
Dirección	C/Luis Álvarez Lencero, 3, Planta 7, Of. 13
Ciudad / localidad / municipio	Badajoz
Provincia / región / estado	Badajoz
País	España
Promotora	
Ingeniería	TXT Ingeniería S.L
Constructora	
Dirección de obra	

PROGRAMA DE CÁLCULO MECÁNICO

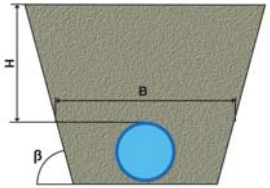
Este programa de cálculo mecánico para tuberías plásticas enterradas de PVC Orientado (PVC-O) TOM®, está basado en las normas de referencia:

ATV-DVWK-A 127E:2000 "Cálculo estático de Drenajes y Saneamientos"

UNE 53331:1997 "Tubos y uniones de poli(cloruro de vinilo) orientado (PVC-O) para conducción de agua a presión. Especificaciones"

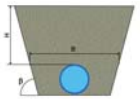
Resultados del cálculo	
Coeficiente de seguridad	>2

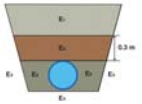
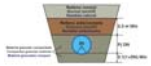
INSTALACIÓN VÁLIDA

Características del tubo y de la instalación		
Tipo de conducción	Agua a presión Especificaciones de tubería según: norma española UNE-ISO 16422 - norma internacional ISO 16422 - norma francesa NF T54-948 - norma sudafricana SANS 16422 - norma británica BS ISO 16422	
Aplicación	Reutilización	
Nombre de la instalación	Cálculo mecánico tubería simple	
Tipo de instalación	Instalación de un tubo TOM® en zanja	

Tubería				
	Nome.	**Unidades**	**Tubo 1**	
Código del producto			**TOM25016M**	
Material del tubo			PVC-O Clase 500 C 1.4	
Presión nominal	PN	bar	16	
Diámetro nominal	DN	mm	250	
Módulo de elasticidad largo plazo	$E_{t(lp)}$	N/mm^2	2500,0	
Módulo de elasticidad corto plazo	$E_{t(cp)}$	N/mm^2	4000,0	
Peso específico	γ_t	kN/m^3	14,0	
Esfuerzo tangencial de diseño largo plazo	$\sigma_{t(lp)}$	N/mm^2	70,0	
Esfuerzo tangencial de diseño corto plazo	$\sigma_{t(cp)}$	N/mm^2	125,0	

Presiones				
	Nome.	**Unidades**	**Tubo 1**	
Presión interna de trabajo	P_i	bar	0,0	
Presión externa debido al agua	P_e	bar	0,0	
Nivel freático	H_a	m	0,0	

Geometría de la zanja				
	Nome.	**Unidades**	**Tubo 1**	
Altura de zanja	H	m	0,9	
Anchura de la zanja	B	m	1,15	
Ángulo de inclinación de las paredes de la zanja	β	°	45,0	

Apoyo y material de relleno				
	Nome.	**Unidades**	**Tubo 1**	
Tipo de apoyo			A	
Ángulo de apoyo	2α	°	120	
Módulo de compresión de E_1	E_1	N/mm^2	14,0	Apoyo Tipo A
Porcentaje proctor E_1		%	100,0	
Grupo de suelo E_1			G3	
Módulo de compresión de E_2	E_2	N/mm^2	8,0	
Porcentaje proctor E_2		%	95,0	
Grupo de suelo E_2			G2	
Módulo de compresión de E_3	E_3	N/mm^2	8,0	
Porcentaje proctor E_3		%	95,0	
Grupo de suelo E_3			G2	
Módulo de compresión de E_4	E_4	N/mm^2	8,0	
Porcentaje proctor E_4		%	95,0	
Grupo de suelo E_4			G2	
Peso específico del relleno en zanja		kN/m^3	20,0	
Peso específico del relleno en terraplén		kN/m^3		

Tipo de relleno		
	Tubo 1	
Tipo de relleno	Relleno de la zanja compactando por capas en toda la altura de la zanja	

Sobrecargas debido al trafico				
	Nome.	**Unidades**	**Tubo 1**	
Símbolo del vehículo	HT 26	t	26,0	
Número de ejes			2	
Distancia entre ruedas a	a	m	2,0	
Distancia entre ejes b	b	m	3,0	
Sobrecargas concentradas	P_c	kN	65,0	
Sobrecargas distribuidas	P_d	kN		
Coeficiente C_d	C_d			

Pavimento				
	Nome.	**Unidades**	**Tubo 1**	
Altura de la primera capa del firme	h1	m		
Altura de la segunda capa del firme	h2	m		
Módulo de compresión de la primera capa	E_{f1}	N/mm^2		
Módulo de compresión de la segunda capa	E_{f2}	N/mm^2		

Determinación de las acciones sobre el tubo. Corto plazo.			
	Nome.	**Unidades**	**Tubo 1**
Presión vertical debida al suelo			
Presión vertical debida al suelo	q_v	kN/m^2	14,22
Presión vertical debida a las sobrecargas concentradas	P_{vc}		54,18
Presión vertical debida a las cargas distribuidas	P_{vr}		0,00
Presión vertical total sobre el tubo	q_{vt}		68,40
Presión lateral debida a la tierra			
Reacción máxima lateral del suelo a la altura del centro del tubo	q_{ht}	kN/m^2	12,38
Deformación relativa (La deformación no puede ser superior al 5%)			
Deformación relativa	δ_v	%	1,822
Momentos flectores circunferenciales			
Momento circunferencial total			
En la clave	M	kN·m/m	0,222176
En los riñones			-0,221899
En la base			0,237801
Fuerzas axiles			
Fuerza axil total			
En la clave	N	kN/m	-0,9706
En los riñones			-8,3076
En la base			-1,3147
Esfuerzos tangenciales			

σ en clave	σ	N/mm^2	30,10
σ en riñones			-30,35
σ en base			32,17
Coeficientes de seguridad a rotura			
Verificación de esfuerzos tangenciales en la clave	ν	-	4,15
Verificación de esfuerzos tangenciales en riñones			4,12
Verificación de esfuerzos tangenciales en la base			3,89
Coeficientes de seguridad al aplastamiento			
η debido a la acción de la tierra y el agua	η_3	-	14,62

Determinación de las acciones sobre el tubo. Largo plazo.			
	Nome.	**Unidades**	**Tubo 1**
Presión vertical debida al suelo			
Presión vertical debida al suelo	q_v	kN/m^2	13,76
Presión vertical debida a las sobrecargas concentradas	P_{vc}		54,18
Presión vertical debida a las cargas distribuidas	P_{vr}		0,00
Presión vertical total sobre el tubo	q_{vt}		67,94
Presión lateral debida a la tierra			
Reacción máxima lateral del suelo a la altura del centro del tubo	q_{ht}	kN/m^2	12,52
Deformación relativa (La deformación no puede ser superior al 5%)			
Deformación relativa	δ_v	%	2,081
Momentos flectores circunferenciales			
Momento circunferencial total			
En la clave	M	kN·m/m	0,219909
En los riñones			-0,219552
En la base			0,235438
Fuerzas axiles			
Fuerza axil total			

En la clave	N	kN/m	-0,9852
En los riñones			-8,2510
En la base			-1,3262
Esfuerzos tangenciales			
σ en clave	σ	N/mm^2	29,79
σ en riñones			-30,04
σ en base			31,85
Coeficientes de seguridad a rotura			
Verificación de esfuerzos tangenciales en la clave	ν	-	2,35
Verificación de esfuerzos tangenciales en riñones			2,33
Verificación de esfuerzos tangenciales en la base			2,20
Coeficientes de seguridad al aplastamiento			
η debido a la acción de la tierra y el agua	η_3	-	11,60

PROGRAMA DE CÁLCULO MECÁNICO

Molecor TOM ® v.1.0. 2015 Julio

Informe de resultados de cálculo mecánico

Información general sobre el informe abreviado	
Número de informe	2016_04_21_170
Fecha de última modificación	21 de Abril de 2016 a las 12:44
Nombre del proyecto	Algete
A la atención de D./Dña.	Iván Paniagua Díaz
Dirección	C/Luis Álvarez Lencero, 3, Planta 7, Of. 13
Ciudad / localidad / municipio	Badajoz
Provincia / región / estado	Badajoz
País	España
Promotora	
Ingeniería	TXT Ingeniería S.L
Constructora	
Dirección de obra	

PROGRAMA DE CÁLCULO MECÁNICO

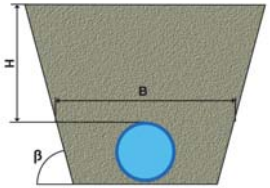
Este programa de cálculo mecánico para tuberías plásticas enterradas de PVC Orientado (PVC-O) TOM®, está basado en las normas de referencia:

ATV-DVWK-A 127E:2000 "Cálculo estático de Drenajes y Saneamientos"

UNE 53331:1997 "Tubos y uniones de poli(cloruro de vinilo) orientado (PVC-O) para conducción de agua a presión. Especificaciones"

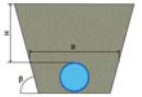
Resultados del cálculo	
Coeficiente de seguridad	>2

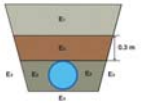
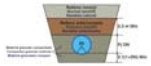
INSTALACIÓN VÁLIDA

Características del tubo y de la instalación		
Tipo de conducción	Agua a presión Especificaciones de tubería según: norma española UNE-ISO 16422 - norma internacional ISO 16422 - norma francesa NF T54-948 - norma sudafricana SANS 16422 - norma británica BS ISO 16422	
Aplicación	Reutilización	
Nombre de la instalación	Cálculo mecánico tubería simple	
Tipo de instalación	Instalación de un tubo TOM® en zanja	

Tubería				
	Nome.	**Unidades**	**Tubo 1**	
Código del producto			TOM25016M	
Material del tubo			PVC-O Clase 500 C 1.4	
Presión nominal	PN	bar	16	
Diámetro nominal	DN	mm	250	
Módulo de elasticidad largo plazo	$E_{t(lp)}$	N/mm^2	2500,0	
Módulo de elasticidad corto plazo	$E_{t(cp)}$	N/mm^2	4000,0	
Peso específico	γ_t	kN/m^3	14,0	
Esfuerzo tangencial de diseño largo plazo	$\sigma_{t(lp)}$	N/mm^2	70,0	
Esfuerzo tangencial de diseño corto plazo	$\sigma_{t(cp)}$	N/mm^2	125,0	

Presiones				
	Nome.	**Unidades**	**Tubo 1**	
Presión interna de trabajo	P_i	bar	0,0	
Presión externa debido al agua	P_e	bar	0,0	
Nivel freático	H_a	m	0,0	

Geometría de la zanja				
	Nome.	**Unidades**	**Tubo 1**	
Altura de zanja	H	m	0,65	
Anchura de la zanja	B	m	1,15	
Ángulo de inclinación de las paredes de la zanja	β	°	45,0	

Apoyo y material de relleno				
	Nome.	**Unidades**	**Tubo 1**	
Tipo de apoyo			A	
Ángulo de apoyo	2α	°	120	
Módulo de compresión de E_1	E_1	N/mm^2	14,0	Apoyo Tipo A
Porcentaje proctor E_1		%	100,0	
Grupo de suelo E_1			G3	
Módulo de compresión de E_2	E_2	N/mm^2	8,0	
Porcentaje proctor E_2		%	95,0	
Grupo de suelo E_2			G2	
Módulo de compresión de E_3	E_3	N/mm^2	8,0	
Porcentaje proctor E_3		%	95,0	
Grupo de suelo E_3			G2	
Módulo de compresión de E_4	E_4	N/mm^2	8,0	
Porcentaje proctor E_4		%	95,0	
Grupo de suelo E_4			G2	
Peso específico del relleno en zanja		kN/m^3	20,0	
Peso específico del relleno en terraplén		kN/m^3		

Tipo de relleno		
	Tubo 1	
Tipo de relleno	Relleno de la zanja compactando por capas en toda la altura de la zanja	

Sobrecargas debido al trafico				
	Nome.	**Unidades**	**Tubo 1**	
Símbolo del vehículo	LT 12	t	12,0	
Número de ejes			2	
Distancia entre ruedas a	a	m	2,0	
Distancia entre ejes b	b	m	3,0	
Sobrecargas concentradas	P_c	kN	40,0	
Sobrecargas distribuidas	P_d	kN		
Coeficiente C_d	C_d			

Pavimento				
	Nome.	**Unidades**	**Tubo 1**	
Altura de la primera capa del firme	h1	m		
Altura de la segunda capa del firme	h2	m		
Módulo de compresión de la primera capa	E_{f1}	N/mm^2		
Módulo de compresión de la segunda capa	E_{f2}	N/mm^2		

Determinación de las acciones sobre el tubo. Corto plazo.			
	Nome.	**Unidades**	**Tubo 1**
Presión vertical debida al suelo			
Presión vertical debida al suelo	q_v	kN/m^2	10,65
Presión vertical debida a las sobrecargas concentradas	P_{vc}		56,82
Presión vertical debida a las cargas distribuidas	P_{vr}		0,00
Presión vertical total sobre el tubo	q_{vt}		67,46
Presión lateral debida a la tierra			
Reacción máxima lateral del suelo a la altura del centro del tubo	q_{ht}	kN/m^2	9,32
Deformación relativa (La deformación no puede ser superior al 5%)			
Deformación relativa	δ_v	%	1,822
Momentos flectores circunferenciales			
Momento circunferencial total			
En la clave	M	kN·m/m	0,230132
En los riñones			-0,231022
En la base			0,245563
Fuerzas axiles			
Fuerza axil total			
En la clave	N	kN/m	-0,6475
En los riñones			-8,1933
En la base			-0,9854
Esfuerzos tangenciales			

σ en clave	σ	N/mm^2	31,23
σ en riñones			-31,53
σ en base			33,28
Coeficientes de seguridad a rotura			
Verificación de esfuerzos tangenciales en la clave	ν	-	4,00
Verificación de esfuerzos tangenciales en riñones			3,96
Verificación de esfuerzos tangenciales en la base			3,76
Coeficientes de seguridad al aplastamiento			
η debido a la acción de la tierra y el agua	η_3	-	14,82

Determinación de las acciones sobre el tubo. Largo plazo.			
	Nome.	**Unidades**	**Tubo 1**
Presión vertical debida al suelo			
Presión vertical debida al suelo	q_v	kN/m^2	10,32
Presión vertical debida a las sobrecargas concentradas	P_{vc}		56,82
Presión vertical debida a las cargas distribuidas	P_{vr}		0,00
Presión vertical total sobre el tubo	q_{vt}		67,14
Presión lateral debida a la tierra			
Reacción máxima lateral del suelo a la altura del centro del tubo	q_{ht}	kN/m^2	9,46
Deformación relativa (La deformación no puede ser superior al 5%)			
Deformación relativa	δ_v	%	2,085
Momentos flectores circunferenciales			
Momento circunferencial total			
En la clave	M	kN·m/m	0,228444
En los riñones			-0,229260
En la base			0,243807
Fuerzas axiles			
Fuerza axil total			

En la clave	N	kN/m	-0,6607
En los riñones			-8,1541
En la base			-0,9965
Esfuerzos tangenciales			
σ en clave	σ	N/mm^2	31,00
σ en riñones			-31,30
σ en base			33,04
Coeficientes de seguridad a rotura			
Verificación de esfuerzos tangenciales en la clave	ν	-	2,26
Verificación de esfuerzos tangenciales en riñones			2,24
Verificación de esfuerzos tangenciales en la base			2,12
Coeficientes de seguridad al aplastamiento			
η debido a la acción de la tierra y el agua	η_3	-	11,73

PROGRAMA DE CÁLCULO MECÁNICO

Molecor TOM ® v.1.0. 2015 Julio

Informe de resultados de cálculo mecánico

Información general sobre el informe abreviado	
Número de informe	2016_04_21_170
Fecha de última modificación	21 de Abril de 2016 a las 12:44
Nombre del proyecto	Algete
A la atención de D./Dña.	Iván Paniagua Díaz
Dirección	C/Luis Álvarez Lencero, 3, Planta 7, Of. 13
Ciudad / localidad / municipio	Badajoz
Provincia / región / estado	Badajoz
País	España
Promotora	
Ingeniería	TXT Ingeniería S.L
Constructora	
Dirección de obra	

PROGRAMA DE CÁLCULO MECÁNICO

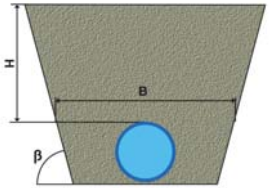
Este programa de cálculo mecánico para tuberías plásticas enterradas de PVC Orientado (PVC-O) TOM®, está basado en las normas de referencia:

ATV-DVWK-A 127E:2000 "Cálculo estático de Drenajes y Saneamientos"

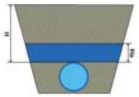
UNE 53331:1997 "Tubos y uniones de poli(cloruro de vinilo) orientado (PVC-O) para conducción de agua a presión. Especificaciones"

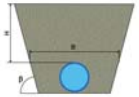
Resultados del cálculo	
Coeficiente de seguridad	>2

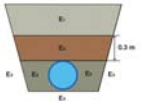
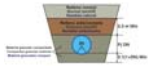
INSTALACIÓN VÁLIDA

Características del tubo y de la instalación		
Tipo de conducción	Agua a presión Especificaciones de tubería según: norma española UNE-ISO 16422 - norma internacional ISO 16422 - norma francesa NF T54-948 - norma sudafricana SANS 16422 - norma británica BS ISO 16422	
Aplicación	Reutilización	
Nombre de la instalación	Cálculo mecánico tubería simple	
Tipo de instalación	Instalación de un tubo TOM® en zanja	

Tubería				
	Nome.	**Unidades**	**Tubo 1**	
Código del producto			**TOM25016M**	
Material del tubo			PVC-O Clase 500 C 1.4	
Presión nominal	PN	bar	16	
Diámetro nominal	DN	mm	250	
Módulo de elasticidad largo plazo	$E_{t(lp)}$	N/mm^2	2500,0	
Módulo de elasticidad corto plazo	$E_{t(cp)}$	N/mm^2	4000,0	
Peso específico	γ_t	kN/m^3	14,0	
Esfuerzo tangencial de diseño largo plazo	$\sigma_{t(lp)}$	N/mm^2	70,0	
Esfuerzo tangencial de diseño corto plazo	$\sigma_{t(cp)}$	N/mm^2	125,0	

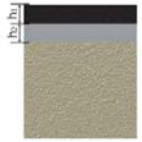
Presiones				
	Nome.	**Unidades**	**Tubo 1**	
Presión interna de trabajo	P_i	bar	0,0	
Presión externa debido al agua	P_e	bar	0,0	
Nivel freático	H_a	m	0,0	

Geometría de la zanja				
	Nome.	**Unidades**	**Tubo 1**	
Altura de zanja	H	m	1,2	
Anchura de la zanja	B	m	1,15	
Ángulo de inclinación de las paredes de la zanja	β	°	45,0	

Apoyo y material de relleno				
	Nome.	**Unidades**	**Tubo 1**	
Tipo de apoyo			A	
Ángulo de apoyo	2α	°	120	
Módulo de compresión de E_1	E_1	N/mm²	14,0	Apoyo Tipo A
Porcentaje proctor E_1		%	100,0	
Grupo de suelo E_1			G3	
Módulo de compresión de E_2	E_2	N/mm²	8,0	
Porcentaje proctor E_2		%	95,0	
Grupo de suelo E_2			G2	
Módulo de compresión de E_3	E_3	N/mm²	8,0	
Porcentaje proctor E_3		%	95,0	
Grupo de suelo E_3			G2	
Módulo de compresión de E_4	E_4	N/mm²	8,0	
Porcentaje proctor E_4		%	95,0	
Grupo de suelo E_4			G2	
Peso específico del relleno en zanja		kN/m³	20,0	
Peso específico del relleno en terraplén		kN/m³		

Tipo de relleno	
	Tubo 1
Tipo de relleno	Relleno de la zanja compactando por capas en toda la altura de la zanja

Sobrecargas debido al trafico				
	Nome.	**Unidades**	**Tubo 1**	
Símbolo del vehículo	HT 60	t	60,0	
Número de ejes			3	
Distancia entre ruedas a	a	m	2,0	
Distancia entre ejes b	b	m	1,5	
Sobrecargas concentradas	P_c	kN	100,0	
Sobrecargas distribuidas	P_d	kN		
Coeficiente C_d	C_d			

Pavimento				
	Nome.	**Unidades**	**Tubo 1**	
Altura de la primera capa del firme	h1	m		
Altura de la segunda capa del firme	h2	m		
Módulo de compresión de la primera capa	E_{f1}	N/mm²		
Módulo de compresión de la segunda capa	E_{f2}	N/mm²		

Determinación de las acciones sobre el tubo. Corto plazo.			
	Nome.	**Unidades**	**Tubo 1**
Presión vertical debida al suelo			
Presión vertical debida al suelo	q_v	kN/m²	18,29
Presión vertical debida a las sobrecargas concentradas	P_{vc}		56,04
Presión vertical debida a las cargas distribuidas	P_{vr}		0,00
Presión vertical total sobre el tubo	q_{vt}		74,33
Presión lateral debida a la tierra			
Reacción máxima lateral del suelo a la altura del centro del tubo	q_{ht}	kN/m²	15,86
Deformación relativa (La deformación no puede ser superior al 5%)			
Deformación relativa	δ_v	%	1,959
Momentos flectores circunferenciales			
Momento circunferencial total			
En la clave	M	kN·m/m	0,231871
En los riñones			-0,230556
En la base			0,248724
Fuerzas axiles			
Fuerza axil total			
En la clave	N	kN/m	-1,3231
En los riñones			-9,0288
En la base			-1,7061
Esfuerzos tangenciales			

σ en clave	σ	N/mm^2	31,36
σ en riñones			-31,60
σ en base			33,60
Coeficientes de seguridad a rotura			
Verificación de esfuerzos tangenciales en la clave	ν	-	3,99
Verificación de esfuerzos tangenciales en riñones			3,96
Verificación de esfuerzos tangenciales en la base			3,72
Coeficientes de seguridad al aplastamiento			
η debido a la acción de la tierra y el agua	η_3	-	13,49

Determinación de las acciones sobre el tubo. Largo plazo.			
	Nome.	**Unidades**	**Tubo 1**
Presión vertical debida al suelo			
Presión vertical debida al suelo	q_v	kN/m^2	17,66
Presión vertical debida a las sobrecargas concentradas	P_{vc}		56,04
Presión vertical debida a las cargas distribuidas	P_{vr}		0,00
Presión vertical total sobre el tubo	q_{vt}		73,70
Presión lateral debida a la tierra			
Reacción máxima lateral del suelo a la altura del centro del tubo	q_{ht}	kN/m^2	15,98
Deformación relativa (La deformación no puede ser superior al 5%)			
Deformación relativa	δ_v	%	2,233
Momentos flectores circunferenciales			
Momento circunferencial total			
En la clave	M	kN·m/m	0,228946
En los riñones			-0,227544
En la base			0,245668
Fuerzas axiles			
Fuerza axil total			

En la clave	N	kN/m	-1,3389
En los riñones			-8,9518
En la base			-1,7177
Esfuerzos tangenciales			
σ en clave	σ	N/mm^2	30,96
σ en riñones			-31,19
σ en base			33,18
Coeficientes de seguridad a rotura			
Verificación de esfuerzos tangenciales en la clave	ν	-	2,26
Verificación de esfuerzos tangenciales en riñones			2,24
Verificación de esfuerzos tangenciales en la base			2,11
Coeficientes de seguridad al aplastamiento			
η debido a la acción de la tierra y el agua	η_3	-	10,72

PROGRAMA DE CÁLCULO MECÁNICO

Molecor TOM ® v.1.0. 2015 Julio

Informe de resultados de cálculo mecánico

Información general sobre el informe abreviado	
Número de informe	2016_04_21_170
Fecha de última modificación	21 de Abril de 2016 a las 12:44
Nombre del proyecto	Algete
A la atención de D./Dña.	Iván Paniagua Díaz
Dirección	C/Luis Álvarez Lencero, 3, Planta 7, Of. 13
Ciudad / localidad / municipio	Badajoz
Provincia / región / estado	Badajoz
País	España
Promotora	
Ingeniería	TXT Ingeniería S.L
Constructora	
Dirección de obra	

PROGRAMA DE CÁLCULO MECÁNICO

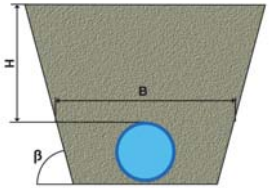
Este programa de cálculo mecánico para tuberías plásticas enterradas de PVC Orientado (PVC-O) TOM®, está basado en las normas de referencia:

ATV-DVWK-A 127E:2000 "Cálculo estático de Drenajes y Saneamientos"

UNE 53331:1997 "Tubos y uniones de poli(cloruro de vinilo) orientado (PVC-O) para conducción de agua a presión. Especificaciones"

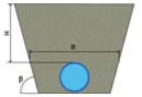
Resultados del cálculo	
Coeficiente de seguridad	>2,5

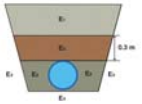
INSTALACIÓN VÁLIDA

Características del tubo y de la instalación		
Tipo de conducción	Agua a presión Especificaciones de tubería según: norma española UNE-ISO 16422 - norma internacional ISO 16422 - norma francesa NF T54-948 - norma sudafricana SANS 16422 - norma británica BS ISO 16422	
Aplicación	Reutilización	
Nombre de la instalación	Cálculo mecánico tubería simple	
Tipo de instalación	Instalación de un tubo TOM® en zanja	

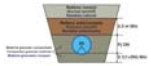
Tubería				
	Nome.	**Unidades**	**Tubo 1**	
Código del producto			**TOM25016M**	
Material del tubo			PVC-O Clase 500 C 1.4	
Presión nominal	PN	bar	16	
Diámetro nominal	DN	mm	250	
Módulo de elasticidad largo plazo	$E_{t(lp)}$	N/mm^2	2500,0	
Módulo de elasticidad corto plazo	$E_{t(cp)}$	N/mm^2	4000,0	
Peso específico	γ_t	kN/m^3	14,0	
Esfuerzo tangencial de diseño largo plazo	$\sigma_{t(lp)}$	N/mm^2	70,0	
Esfuerzo tangencial de diseño corto plazo	$\sigma_{t(cp)}$	N/mm^2	125,0	

Presiones				
	Nome.	**Unidades**	**Tubo 1**	
Presión interna de trabajo	P_i	bar	0,0	
Presión externa debido al agua	P_e	bar	0,0	
Nivel freático	H_a	m	0,0	

Geometría de la zanja				
	Nome.	**Unidades**	**Tubo 1**	
Altura de zanja	H	m	1,5	
Anchura de la zanja	B	m	1,15	
Ángulo de inclinación de las paredes de la zanja	β	°	45,0	

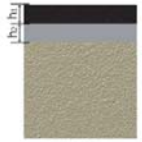
Apoyo y material de relleno				
	Nome.	**Unidades**	**Tubo 1**	
Tipo de apoyo			A	
Ángulo de apoyo	2α	°	120	
Módulo de compresión de E_1	E_1	N/mm^2	14,0	
Porcentaje proctor E_1		%	100,0	
Grupo de suelo E_1			G3	
Módulo de compresión de E_2	E_2	N/mm^2	8,0	
Porcentaje proctor E_2		%	95,0	
Grupo de suelo E_2			G2	
Módulo de compresión de E_3	E_3	N/mm^2	8,0	
Porcentaje proctor E_3		%	95,0	
Grupo de suelo E_3			G2	
Módulo de compresión de E_4	E_4	N/mm^2	8,0	
Porcentaje proctor E_4		%	95,0	
Grupo de suelo E_4			G2	
Peso específico del relleno en zanja		kN/m^3	20,0	
Peso específico del relleno en terraplén		kN/m^3		

Apoyo Tipo A



Tipo de relleno	
	Tubo 1
Tipo de relleno	Relleno de la zanja compactando por capas en toda la altura de la zanja

Sobrecargas debido al trafico				
	Nome.	**Unidades**	**Tubo 1**	
Símbolo del vehículo	HT 60	t	60,0	
Número de ejes			3	
Distancia entre ruedas a	a	m	2,0	
Distancia entre ejes b	b	m	1,5	
Sobrecargas concentradas	P_c	kN	100,0	
Sobrecargas distribuidas	P_d	kN		
Coeficiente C_d	C_d			

Pavimento				
	Nome.	**Unidades**	**Tubo 1**	
Altura de la primera capa del firme	h1	m		
Altura de la segunda capa del firme	h2	m		
Módulo de compresión de la primera capa	E_{f1}	N/mm^2		
Módulo de compresión de la segunda capa	E_{f2}	N/mm^2		

Determinación de las acciones sobre el tubo. Corto plazo.			
	Nome.	**Unidades**	**Tubo 1**
Presión vertical debida al suelo			
Presión vertical debida al suelo	q_v	kN/m^2	22,17
Presión vertical debida a las sobrecargas concentradas	P_{vc}		45,05
Presión vertical debida a las cargas distribuidas	P_{vr}		0,00
Presión vertical total sobre el tubo	q_{vt}		67,22
Presión lateral debida a la tierra			
Reacción máxima lateral del suelo a la altura del centro del tubo	q_{ht}	kN/m^2	19,16
Deformación relativa (La deformación no puede ser superior al 5%)			
Deformación relativa	δ_v	%	1,731
Momentos flectores circunferenciales			
Momento circunferencial total			
En la clave	M	kN·m/m	0,191831
En los riñones			-0,188776
En la base			0,207211
Fuerzas axiles			
Fuerza axil total			
En la clave	N	kN/m	-1,7005
En los riñones			-8,1634
En la base			-2,0367
Esfuerzos tangenciales			

σ en clave	σ	N/mm^2	25,86
σ en riñones			-25,99
σ en base			27,90
Coeficientes de seguridad a rotura			
Verificación de esfuerzos tangenciales en la clave	ν	-	4,83
Verificación de esfuerzos tangenciales en riñones			4,81
Verificación de esfuerzos tangenciales en la base			4,48
Coeficientes de seguridad al aplastamiento			
η debido a la acción de la tierra y el agua	η_3	-	14,87

Determinación de las acciones sobre el tubo. Largo plazo.			
	Nome.	**Unidades**	**Tubo 1**
Presión vertical debida al suelo			
Presión vertical debida al suelo	q_v	kN/m^2	21,37
Presión vertical debida a las sobrecargas concentradas	P_{vc}		45,05
Presión vertical debida a las cargas distribuidas	P_{vr}		0,00
Presión vertical total sobre el tubo	q_{vt}		66,42
Presión lateral debida a la tierra			
Reacción máxima lateral del suelo a la altura del centro del tubo	q_{ht}	kN/m^2	19,27
Deformación relativa (La deformación no puede ser superior al 5%)			
Deformación relativa	δ_v	%	1,965
Momentos flectores circunferenciales			
Momento circunferencial total			
En la clave	M	kN·m/m	0,188279
En los riñones			-0,185133
En la base			0,203494
Fuerzas axiles			
Fuerza axil total			

En la clave	N	kN/m	-1,7171
En los riñones			-8,0668
En la base			-2,0482
Esfuerzos tangenciales			
σ en clave	σ	N/mm^2	25,37
σ en riñones			-25,49
σ en base			27,39
Coeficientes de seguridad a rotura			
Verificación de esfuerzos tangenciales en la clave	ν	-	2,76
Verificación de esfuerzos tangenciales en riñones			2,75
Verificación de esfuerzos tangenciales en la base			2,56
Coeficientes de seguridad al aplastamiento			
η debido a la acción de la tierra y el agua	η_3	-	11,85

PROGRAMA DE CÁLCULO MECÁNICO

Molecor TOM ® v.1.0. 2015 Julio

Informe de resultados de cálculo mecánico

Información general sobre el informe abreviado	
Número de informe	2016_04_21_170
Fecha de última modificación	21 de Abril de 2016 a las 12:44
Nombre del proyecto	Algete
A la atención de D./Dña.	Iván Paniagua Díaz
Dirección	C/Luis Álvarez Lencero, 3, Planta 7, Of. 13
Ciudad / localidad / municipio	Badajoz
Provincia / región / estado	Badajoz
País	España
Promotora	
Ingeniería	TXT Ingeniería S.L
Constructora	
Dirección de obra	

PROGRAMA DE CÁLCULO MECÁNICO

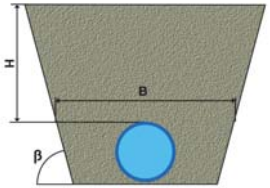
Este programa de cálculo mecánico para tuberías plásticas enterradas de PVC Orientado (PVC-O) TOM®, está basado en las normas de referencia:

ATV-DVWK-A 127E:2000 "Cálculo estático de Drenajes y Saneamientos"

UNE 53331:1997 "Tubos y uniones de poli(cloruro de vinilo) orientado (PVC-O) para conducción de agua a presión. Especificaciones"

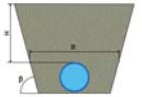
Resultados del cálculo	
Coeficiente de seguridad	>2,5

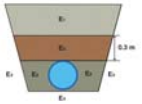
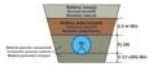
INSTALACIÓN VÁLIDA

Características del tubo y de la instalación		
Tipo de conducción	Agua a presión Especificaciones de tubería según: norma española UNE-ISO 16422 - norma internacional ISO 16422 - norma francesa NF T54-948 - norma sudafricana SANS 16422 - norma británica BS ISO 16422	
Aplicación	Reutilización	
Nombre de la instalación	Cálculo mecánico tubería simple	
Tipo de instalación	Instalación de un tubo TOM® en zanja	

Tubería				
	Nome.	**Unidades**	**Tubo 1**	
Código del producto			**TOM25016M**	
Material del tubo			PVC-O Clase 500 C 1.4	
Presión nominal	PN	bar	16	
Diámetro nominal	DN	mm	250	
Módulo de elasticidad largo plazo	$E_{t(lp)}$	N/mm^2	2500,0	
Módulo de elasticidad corto plazo	$E_{t(cp)}$	N/mm^2	4000,0	
Peso específico	γ_t	kN/m^3	14,0	
Esfuerzo tangencial de diseño largo plazo	$\sigma_{t(lp)}$	N/mm^2	70,0	
Esfuerzo tangencial de diseño corto plazo	$\sigma_{t(cp)}$	N/mm^2	125,0	

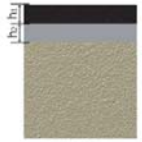
Presiones				
	Nome.	**Unidades**	**Tubo 1**	
Presión interna de trabajo	P_i	bar	0,0	
Presión externa debido al agua	P_e	bar	0,0	
Nivel freático	H_a	m	0,0	

Geometría de la zanja				
	Nome.	**Unidades**	**Tubo 1**	
Altura de zanja	H	m	2,0	
Anchura de la zanja	B	m	1,15	
Ángulo de inclinación de las paredes de la zanja	β	°	45,0	

Apoyo y material de relleno				
	Nome.	**Unidades**	**Tubo 1**	
Tipo de apoyo			A	
Ángulo de apoyo	2α	°	120	
Módulo de compresión de E_1	E_1	N/mm²	14,0	Apoyo Tipo A
Porcentaje proctor E_1		%	100,0	
Grupo de suelo E_1			G3	
Módulo de compresión de E_2	E_2	N/mm²	8,0	
Porcentaje proctor E_2		%	95,0	
Grupo de suelo E_2			G2	
Módulo de compresión de E_3	E_3	N/mm²	8,0	
Porcentaje proctor E_3		%	95,0	
Grupo de suelo E_3			G2	
Módulo de compresión de E_4	E_4	N/mm²	8,0	
Porcentaje proctor E_4		%	95,0	
Grupo de suelo E_4			G2	
Peso específico del relleno en zanja		kN/m³	20,0	
Peso específico del relleno en terraplén		kN/m³		

Tipo de relleno	
	Tubo 1
Tipo de relleno	Relleno de la zanja compactando por capas en toda la altura de la zanja

Sobrecargas debido al trafico				
	Nome.	**Unidades**	**Tubo 1**	
Símbolo del vehículo	HT 60	t	60,0	
Número de ejes			3	
Distancia entre ruedas a	a	m	2,0	
Distancia entre ejes b	b	m	1,5	
Sobrecargas concentradas	P_c	kN	100,0	
Sobrecargas distribuidas	P_d	kN		
Coeficiente C_d	C_d			

Pavimento				
	Nome.	**Unidades**	**Tubo 1**	
Altura de la primera capa del firme	h1	m		
Altura de la segunda capa del firme	h2	m		
Módulo de compresión de la primera capa	E_{f1}	N/mm²		
Módulo de compresión de la segunda capa	E_{f2}	N/mm²		

Determinación de las acciones sobre el tubo. Corto plazo.			
	Nome.	**Unidades**	**Tubo 1**
Presión vertical debida al suelo			
Presión vertical debida al suelo	q_v	kN/m²	28,25
Presión vertical debida a las sobrecargas concentradas	P_{vc}		35,28
Presión vertical debida a las cargas distribuidas	P_{vr}		0,00
Presión vertical total sobre el tubo	q_{vt}		63,53
Presión lateral debida a la tierra			
Reacción máxima lateral del suelo a la altura del centro del tubo	q_{ht}	kN/m²	24,35
Deformación relativa (La deformación no puede ser superior al 5%)			
Deformación relativa	δ_v	%	1,584
Momentos flectores circunferenciales			
Momento circunferencial total			
En la clave	M	kN·m/m	0,157857
En los riñones			-0,152512
En la base			0,172473
Fuerzas axiles			
Fuerza axil total			
En la clave	N	kN/m	-2,2691
En los riñones			-7,7152
En la base			-2,5812
Esfuerzos tangenciales			

σ en clave	σ	N/mm^2	21,15
σ en riñones			-21,16
σ en base			23,09
Coeficientes de seguridad a rotura			
Verificación de esfuerzos tangenciales en la clave	ν	-	5,91
Verificación de esfuerzos tangenciales en riñones			5,91
Verificación de esfuerzos tangenciales en la base			5,41
Coeficientes de seguridad al aplastamiento			
η debido a la acción de la tierra y el agua	η_3	-	15,71

Determinación de las acciones sobre el tubo. Largo plazo.			
	Nome.	**Unidades**	**Tubo 1**
Presión vertical debida al suelo			
Presión vertical debida al suelo	q_v	kN/m^2	27,20
Presión vertical debida a las sobrecargas concentradas	P_{vc}		35,28
Presión vertical debida a las cargas distribuidas	P_{vr}		0,00
Presión vertical total sobre el tubo	q_{vt}		62,49
Presión lateral debida a la tierra			
Reacción máxima lateral del suelo a la altura del centro del tubo	q_{ht}	kN/m^2	24,43
Deformación relativa (La deformación no puede ser superior al 5%)			
Deformación relativa	δ_v	%	1,786
Momentos flectores circunferenciales			
Momento circunferencial total			
En la clave	M	kN·m/m	0,153319
En los riñones			-0,147877
En la base			0,167718
Fuerzas axiles			
Fuerza axil total			

En la clave	N	kN/m	-2,2871
En los riñones			-7,5877
En la base			-2,5923
Esfuerzos tangenciales			
σ en clave	σ	N/mm^2	20,53
σ en riñones			-20,53
σ en base			22,44
Coeficientes de seguridad a rotura			
Verificación de esfuerzos tangenciales en la clave	ν	-	3,41
Verificación de esfuerzos tangenciales en riñones			3,41
Verificación de esfuerzos tangenciales en la base			3,12
Coeficientes de seguridad al aplastamiento			
η debido a la acción de la tierra y el agua	η_3	-	12,57

PROGRAMA DE CÁLCULO MECÁNICO

Molecor TOM ® v.1.0. 2015 Julio

Informe de resultados de cálculo mecánico

Información general sobre el informe abreviado	
Número de informe	2016_04_21_170
Fecha de última modificación	21 de Abril de 2016 a las 12:44
Nombre del proyecto	Algete
A la atención de D./Dña.	Iván Paniagua Díaz
Dirección	C/Luis Álvarez Lencero, 3, Planta 7, Of. 13
Ciudad / localidad / municipio	Badajoz
Provincia / región / estado	Badajoz
País	España
Promotora	
Ingeniería	TXT Ingeniería S.L
Constructora	
Dirección de obra	

PROGRAMA DE CÁLCULO MECÁNICO

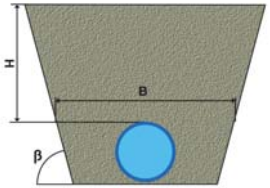
Este programa de cálculo mecánico para tuberías plásticas enterradas de PVC Orientado (PVC-O) TOM®, está basado en las normas de referencia:

ATV-DVWK-A 127E:2000 "Cálculo estático de Drenajes y Saneamientos"

UNE 53331:1997 "Tubos y uniones de poli(cloruro de vinilo) orientado (PVC-O) para conducción de agua a presión. Especificaciones"

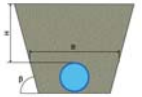
Resultados del cálculo	
Coeficiente de seguridad	>2,5

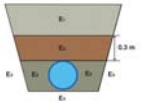
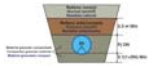
INSTALACIÓN VÁLIDA

Características del tubo y de la instalación		
Tipo de conducción	Agua a presión Especificaciones de tubería según: norma española UNE-ISO 16422 - norma internacional ISO 16422 - norma francesa NF T54-948 - norma sudafricana SANS 16422 - norma británica BS ISO 16422	
Aplicación	Reutilización	
Nombre de la instalación	Cálculo mecánico tubería simple	
Tipo de instalación	Instalación de un tubo TOM® en zanja	

Tubería				
	Nome.	**Unidades**	**Tubo 1**	
Código del producto			**TOM25016M**	
Material del tubo			PVC-O Clase 500 C 1.4	
Presión nominal	PN	bar	16	
Diámetro nominal	DN	mm	250	
Módulo de elasticidad largo plazo	$E_{t(lp)}$	N/mm^2	2500,0	
Módulo de elasticidad corto plazo	$E_{t(cp)}$	N/mm^2	4000,0	
Peso específico	γ_t	kN/m^3	14,0	
Esfuerzo tangencial de diseño largo plazo	$\sigma_{t(lp)}$	N/mm^2	70,0	
Esfuerzo tangencial de diseño corto plazo	$\sigma_{t(cp)}$	N/mm^2	125,0	

Presiones				
	Nome.	**Unidades**	**Tubo 1**	
Presión interna de trabajo	P_i	bar	0,0	
Presión externa debido al agua	P_e	bar	0,0	
Nivel freático	H_a	m	0,0	

Geometría de la zanja				
	Nome.	**Unidades**	**Tubo 1**	
Altura de zanja	H	m	3,0	
Anchura de la zanja	B	m	1,15	
Ángulo de inclinación de las paredes de la zanja	β	°	45,0	

Apoyo y material de relleno				
	Nome.	**Unidades**	**Tubo 1**	
Tipo de apoyo			A	
Ángulo de apoyo	2α	°	120	
Módulo de compresión de E_1	E_1	N/mm²	14,0	Apoyo Tipo A
Porcentaje proctor E_1		%	100,0	
Grupo de suelo E_1			G3	
Módulo de compresión de E_2	E_2	N/mm²	8,0	
Porcentaje proctor E_2		%	95,0	
Grupo de suelo E_2			G2	
Módulo de compresión de E_3	E_3	N/mm²	8,0	
Porcentaje proctor E_3		%	95,0	
Grupo de suelo E_3			G2	
Módulo de compresión de E_4	E_4	N/mm²	8,0	
Porcentaje proctor E_4		%	95,0	
Grupo de suelo E_4			G2	
Peso específico del relleno en zanja		kN/m³	20,0	
Peso específico del relleno en terraplén		kN/m³		

Tipo de relleno	
	Tubo 1
Tipo de relleno	Relleno de la zanja compactando por capas en toda la altura de la zanja

Sobrecargas debido al trafico				
	Nome.	**Unidades**	**Tubo 1**	
Símbolo del vehículo	HT 60	t	60,0	
Número de ejes			3	
Distancia entre ruedas a	a	m	2,0	
Distancia entre ejes b	b	m	1,5	
Sobrecargas concentradas	P_c	kN	100,0	
Sobrecargas distribuidas	P_d	kN		
Coeficiente C_d	C_d			

Pavimento				
	Nome.	**Unidades**	**Tubo 1**	
Altura de la primera capa del firme	h1	m		
Altura de la segunda capa del firme	h2	m		
Módulo de compresión de la primera capa	E_{f1}	N/mm²		
Módulo de compresión de la segunda capa	E_{f2}	N/mm²		

Determinación de las acciones sobre el tubo. Corto plazo.			
	Nome.	**Unidades**	**Tubo 1**
Presión vertical debida al suelo			
Presión vertical debida al suelo	q_v	kN/m²	39,37
Presión vertical debida a las sobrecargas concentradas	P_{vc}		24,31
Presión vertical debida a las cargas distribuidas	P_{vr}		0,00
Presión vertical total sobre el tubo	q_{vt}		63,68
Presión lateral debida a la tierra			
Reacción máxima lateral del suelo a la altura del centro del tubo	q_{ht}	kN/m²	33,80
Deformación relativa (La deformación no puede ser superior al 5%)			
Deformación relativa	δ_v	%	1,506
Momentos flectores circunferenciales			
Momento circunferencial total			
En la clave	M	kN·m/m	0,122349
En los riñones			-0,113236
En la base			0,136995
Fuerzas axiles			
Fuerza axil total			
En la clave	N	kN/m	-3,2850
En los riñones			-7,7324
En la base			-3,5980
Esfuerzos tangenciales			

σ en clave	σ	N/mm^2	16,16
σ en riñones			-16,01
σ en base			18,11
Coeficientes de seguridad a rotura			
Verificación de esfuerzos tangenciales en la clave	ν	-	7,73
Verificación de esfuerzos tangenciales en riñones			7,81
Verificación de esfuerzos tangenciales en la base			6,90
Coeficientes de seguridad al aplastamiento			
η debido a la acción de la tierra y el agua	η_3	-	15,67

Determinación de las acciones sobre el tubo. Largo plazo.			
	Nome.	**Unidades**	**Tubo 1**
Presión vertical debida al suelo			
Presión vertical debida al suelo	q_v	kN/m^2	37,85
Presión vertical debida a las sobrecargas concentradas	P_{vc}		24,31
Presión vertical debida a las cargas distribuidas	P_{vr}		0,00
Presión vertical total sobre el tubo	q_{vt}		62,16
Presión lateral debida a la tierra			
Reacción máxima lateral del suelo a la altura del centro del tubo	q_{ht}	kN/m^2	33,84
Deformación relativa (La deformación no puede ser superior al 5%)			
Deformación relativa	δ_v	%	1,681
Momentos flectores circunferenciales			
Momento circunferencial total			
En la clave	M	kN·m/m	0,116012
En los riñones			-0,106792
En la base			0,130344
Fuerzas axiles			
Fuerza axil total			

En la clave	N	kN/m	-3,3052
En los riñones			-7,5481
En la base			-3,6083
Esfuerzos tangenciales			
σ en clave	σ	N/mm^2	15,30
σ en riñones			-15,14
σ en base			17,20
Coeficientes de seguridad a rotura			
Verificación de esfuerzos tangenciales en la clave	ν	-	4,58
Verificación de esfuerzos tangenciales en riñones			4,62
Verificación de esfuerzos tangenciales en la base			4,07
Coeficientes de seguridad al aplastamiento			
η debido a la acción de la tierra y el agua	η_3	-	12,63

4.2 TUBERÍA SIMPLE. URBANO

PROGRAMA DE CÁLCULO MECÁNICO

Molecor TOM ® v.1.0. 2015 Julio

Informe de resultados de cálculo mecánico

Información general sobre el informe abreviado	
Número de informe	2016_04_21_170
Fecha de última modificación	21 de Abril de 2016 a las 12:44
Nombre del proyecto	Algete
A la atención de D./Dña.	Iván Paniagua Díaz
Dirección	C/Luis Álvarez Lencero, 3, Planta 7, Of. 13
Ciudad / localidad / municipio	Badajoz
Provincia / región / estado	Badajoz
País	España
Promotora	
Ingeniería	TXT Ingeniería S.L
Constructora	
Dirección de obra	

PROGRAMA DE CÁLCULO MECÁNICO

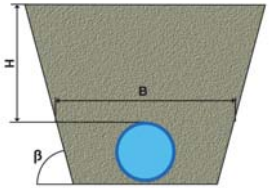
Este programa de cálculo mecánico para tuberías plásticas enterradas de PVC Orientado (PVC-O) TOM®, está basado en las normas de referencia:

ATV-DVWK-A 127E:2000 "Cálculo estático de Drenajes y Saneamientos"

UNE 53331:1997 "Tubos y uniones de poli(cloruro de vinilo) orientado (PVC-O) para conducción de agua a presión. Especificaciones"

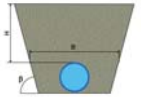
Resultados del cálculo	
Coeficiente de seguridad	>2,5

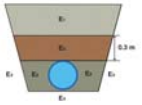
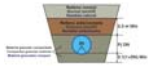
INSTALACIÓN VÁLIDA

Características del tubo y de la instalación		
Tipo de conducción	Agua a presión Especificaciones de tubería según: norma española UNE-ISO 16422 - norma internacional ISO 16422 - norma francesa NF T54-948 - norma sudafricana SANS 16422 - norma británica BS ISO 16422	
Aplicación	Reutilización	
Nombre de la instalación	Cálculo mecánico tubería simple	
Tipo de instalación	Instalación de un tubo TOM® en zanja	

Tubería				
	Nome.	**Unidades**	**Tubo 1**	
Código del producto			**TOM16016M**	
Material del tubo			PVC-O Clase 500 C 1.4	
Presión nominal	PN	bar	16	
Diámetro nominal	DN	mm	160	
Módulo de elasticidad largo plazo	$E_{t(lp)}$	N/mm^2	2500,0	
Módulo de elasticidad corto plazo	$E_{t(cp)}$	N/mm^2	4000,0	
Peso específico	γ_t	kN/m^3	14,0	
Esfuerzo tangencial de diseño largo plazo	$\sigma_{t(lp)}$	N/mm^2	70,0	
Esfuerzo tangencial de diseño corto plazo	$\sigma_{t(cp)}$	N/mm^2	125,0	

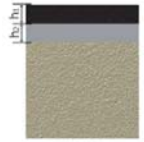
Presiones				
	Nome.	**Unidades**	**Tubo 1**	
Presión interna de trabajo	P_i	bar	0,0	
Presión externa debido al agua	P_e	bar	0,0	
Nivel freático	H_a	m	0,0	

Geometría de la zanja				
	Nome.	**Unidades**	**Tubo 1**	
Altura de zanja	H	m	0,1	
Anchura de la zanja	B	m	1,06	
Ángulo de inclinación de las paredes de la zanja	β	°	71,56	

Apoyo y material de relleno				
	Nome.	**Unidades**	**Tubo 1**	
Tipo de apoyo			A	
Ángulo de apoyo	2α	°	120	
Módulo de compresión de E_1	E_1	N/mm^2	14,0	Apoyo Tipo A
Porcentaje proctor E_1		%	100,0	
Grupo de suelo E_1			G3	
Módulo de compresión de E_2	E_2	N/mm^2	8,0	
Porcentaje proctor E_2		%	95,0	
Grupo de suelo E_2			G2	
Módulo de compresión de E_3	E_3	N/mm^2	8,0	
Porcentaje proctor E_3		%	95,0	
Grupo de suelo E_3			G2	
Módulo de compresión de E_4	E_4	N/mm^2	8,0	
Porcentaje proctor E_4		%	95,0	
Grupo de suelo E_4			G2	
Peso específico del relleno en zanja		kN/m^3	20,0	
Peso específico del relleno en terraplén		kN/m^3		

Tipo de relleno		
	Tubo 1	
Tipo de relleno	Relleno de la zanja compactando por capas en toda la altura de la zanja	

Sobrecargas debido al trafico				
	Nome.	**Unidades**	**Tubo 1**	
Símbolo del vehículo	HT 60	t	60,0	
Número de ejes			3	
Distancia entre ruedas a	a	m	2,0	
Distancia entre ejes b	b	m	1,5	
Sobrecargas concentradas	P_c	kN	100,0	
Sobrecargas distribuidas	P_d	kN		
Coeficiente C_d	C_d			

Pavimento				
	Nome.	**Unidades**	**Tubo 1**	
Altura de la primera capa del firme	h1	m	0,05	
Altura de la segunda capa del firme	h2	m	0,2	
Módulo de compresión de la primera capa	E_{f1}	N/mm^2	18000,0	
Módulo de compresión de la segunda capa	E_{f2}	N/mm^2	15000,0	

Determinación de las acciones sobre el tubo. Corto plazo.			
	Nome.	**Unidades**	**Tubo 1**
Presión vertical debida al suelo			
Presión vertical debida al suelo	q_v	kN/m^2	1,84
Presión vertical debida a las sobrecargas concentradas	P_{vc}		23,87
Presión vertical debida a las cargas distribuidas	P_{vr}		0,00
Presión vertical total sobre el tubo	q_{vt}		25,71
Presión lateral debida a la tierra			
Reacción máxima lateral del suelo a la altura del centro del tubo	q_{ht}	kN/m^2	1,65
Deformación relativa (La deformación no puede ser superior al 5%)			
Deformación relativa	δ_v	%	0,708
Momentos flectores circunferenciales			
Momento circunferencial total			
En la clave	M	kN·m/m	0,039280
En los riñones			-0,039796
En la base			0,041842
Fuerzas axiles			
Fuerza axil total			
En la clave	N	kN/m	-0,0124
En los riñones			-1,9957
En la base			-0,0774
Esfuerzos tangenciales			

σ en clave	σ	N/mm^2	12,98
σ en riñones			-13,14
σ en base			13,81
Coeficientes de seguridad a rotura			
Verificación de esfuerzos tangenciales en la clave	ν	-	9,63
Verificación de esfuerzos tangenciales en riñones			9,51
Verificación de esfuerzos tangenciales en la base			9,05
Coeficientes de seguridad al aplastamiento			
η debido a la acción de la tierra y el agua	η_3	-	38,21

Determinación de las acciones sobre el tubo. Largo plazo.			
	Nome.	**Unidades**	**Tubo 1**
Presión vertical debida al suelo			
Presión vertical debida al suelo	q_v	kN/m^2	1,81
Presión vertical debida a las sobrecargas concentradas	P_{vc}		23,87
Presión vertical debida a las cargas distribuidas	P_{vr}		0,00
Presión vertical total sobre el tubo	q_{vt}		25,68
Presión lateral debida a la tierra			
Reacción máxima lateral del suelo a la altura del centro del tubo	q_{ht}	kN/m^2	1,71
Deformación relativa (La deformación no puede ser superior al 5%)			
Deformación relativa	δ_v	%	0,814
Momentos flectores circunferenciales			
Momento circunferencial total			
En la clave	M	kN·m/m	0,039164
En los riñones			-0,039669
En la base			0,041723
Fuerzas axiles			
Fuerza axil total			

En la clave	N	kN/m	-0,0153
En los riñones			-1,9934
En la base			-0,0802
Esfuerzos tangenciales			
σ en clave	σ	N/mm^2	12,94
σ en riñones			-13,10
σ en base			13,77
Coeficientes de seguridad a rotura			
Verificación de esfuerzos tangenciales en la clave	ν	-	5,41
Verificación de esfuerzos tangenciales en riñones			5,34
Verificación de esfuerzos tangenciales en la base			5,08
Coeficientes de seguridad al aplastamiento			
η debido a la acción de la tierra y el agua	η_3	-	30,06

PROGRAMA DE CÁLCULO MECÁNICO

Molecor TOM ® v.1.0. 2015 Julio

Informe de resultados de cálculo mecánico

Información general sobre el informe abreviado	
Número de informe	2016_04_21_170
Fecha de última modificación	21 de Abril de 2016 a las 12:44
Nombre del proyecto	Algete
A la atención de D./Dña.	Iván Paniagua Díaz
Dirección	C/Luis Álvarez Lencero, 3, Planta 7, Of. 13
Ciudad / localidad / municipio	Badajoz
Provincia / región / estado	Badajoz
País	España
Promotora	
Ingeniería	TXT Ingeniería S.L
Constructora	
Dirección de obra	

PROGRAMA DE CÁLCULO MECÁNICO

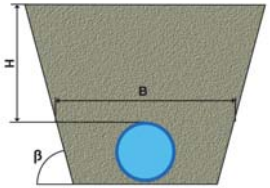
Este programa de cálculo mecánico para tuberías plásticas enterradas de PVC Orientado (PVC-O) TOM®, está basado en las normas de referencia:

ATV-DVWK-A 127E:2000 "Cálculo estático de Drenajes y Saneamientos"

UNE 53331:1997 "Tubos y uniones de poli(cloruro de vinilo) orientado (PVC-O) para conducción de agua a presión. Especificaciones"

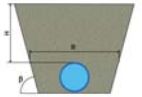
Resultados del cálculo	
Coeficiente de seguridad	>2,5

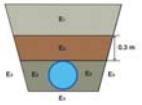
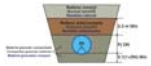
INSTALACIÓN VÁLIDA

Características del tubo y de la instalación		
Tipo de conducción	Agua a presión Especificaciones de tubería según: norma española UNE-ISO 16422 - norma internacional ISO 16422 - norma francesa NF T54-948 - norma sudafricana SANS 16422 - norma británica BS ISO 16422	
Aplicación	Reutilización	
Nombre de la instalación	Cálculo mecánico tubería simple	
Tipo de instalación	Instalación de un tubo TOM® en zanja	

Tubería				
	Nome.	**Unidades**	**Tubo 1**	
Código del producto			**TOM16016M**	
Material del tubo			PVC-O Clase 500 C 1.4	
Presión nominal	PN	bar	16	
Diámetro nominal	DN	mm	160	
Módulo de elasticidad largo plazo	$E_{t(lp)}$	N/mm^2	2500,0	
Módulo de elasticidad corto plazo	$E_{t(cp)}$	N/mm^2	4000,0	
Peso específico	γ_t	kN/m^3	14,0	
Esfuerzo tangencial de diseño largo plazo	$\sigma_{t(lp)}$	N/mm^2	70,0	
Esfuerzo tangencial de diseño corto plazo	$\sigma_{t(cp)}$	N/mm^2	125,0	

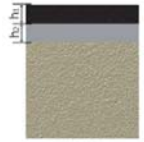
Presiones				
	Nome.	**Unidades**	**Tubo 1**	
Presión interna de trabajo	P_i	bar	0,0	
Presión externa debido al agua	P_e	bar	0,0	
Nivel freático	H_a	m	0,0	

Geometría de la zanja				
	Nome.	**Unidades**	**Tubo 1**	
Altura de zanja	H	m	0,75	
Anchura de la zanja	B	m	1,06	
Ángulo de inclinación de las paredes de la zanja	β	°	71,56	

Apoyo y material de relleno				
	Nome.	**Unidades**	**Tubo 1**	
Tipo de apoyo			A	
Ángulo de apoyo	2α	°	120	
Módulo de compresión de E_1	E_1	N/mm^2	14,0	Apoyo Tipo A
Porcentaje proctor E_1		%	100,0	
Grupo de suelo E_1			G3	
Módulo de compresión de E_2	E_2	N/mm^2	8,0	
Porcentaje proctor E_2		%	95,0	
Grupo de suelo E_2			G2	
Módulo de compresión de E_3	E_3	N/mm^2	8,0	
Porcentaje proctor E_3		%	95,0	
Grupo de suelo E_3			G2	
Módulo de compresión de E_4	E_4	N/mm^2	8,0	
Porcentaje proctor E_4		%	95,0	
Grupo de suelo E_4			G2	
Peso específico del relleno en zanja		kN/m^3	20,0	
Peso específico del relleno en terraplén		kN/m^3		

Tipo de relleno		
	Tubo 1	
Tipo de relleno	Relleno de la zanja compactando por capas en toda la altura de la zanja	

Sobrecargas debido al trafico				
	Nome.	**Unidades**	**Tubo 1**	
Símbolo del vehículo	HT 60	t	60,0	
Número de ejes			3	
Distancia entre ruedas a	a	m	2,0	
Distancia entre ejes b	b	m	1,5	
Sobrecargas concentradas	P_c	kN	100,0	
Sobrecargas distribuidas	P_d	kN		
Coeficiente C_d	C_d			

Pavimento				
	Nome.	**Unidades**	**Tubo 1**	
Altura de la primera capa del firme	h1	m	0,05	
Altura de la segunda capa del firme	h2	m	0,2	
Módulo de compresión de la primera capa	E_{f1}	N/mm^2	18000,0	
Módulo de compresión de la segunda capa	E_{f2}	N/mm^2	15000,0	

Determinación de las acciones sobre el tubo. Corto plazo.			
	Nome.	**Unidades**	**Tubo 1**
Presión vertical debida al suelo			
Presión vertical debida al suelo	q_v	kN/m^2	11,27
Presión vertical debida a las sobrecargas concentradas	P_{vc}		18,91
Presión vertical debida a las cargas distribuidas	P_{vr}		0,00
Presión vertical total sobre el tubo	q_{vt}		30,18
Presión lateral debida a la tierra			
Reacción máxima lateral del suelo a la altura del centro del tubo	q_{ht}	kN/m^2	9,77
Deformación relativa (La deformación no puede ser superior al 5%)			
Deformación relativa	δ_v	%	0,767
Momentos flectores circunferenciales			
Momento circunferencial total			
En la clave	M	kN·m/m	0,033857
En los riñones			-0,033153
En la base			0,036799
Fuerzas axiles			
Fuerza axil total			
En la clave	N	kN/m	-0,5525
En los riñones			-2,3441
En la base			-0,6363
Esfuerzos tangenciales			

σ en clave	σ	N/mm^2	11,06
σ en riñones			-11,11
σ en base			12,01
Coeficientes de seguridad a rotura			
Verificación de esfuerzos tangenciales en la clave	ν	-	11,30
Verificación de esfuerzos tangenciales en riñones			11,26
Verificación de esfuerzos tangenciales en la base			10,41
Coeficientes de seguridad al aplastamiento			
η debido a la acción de la tierra y el agua	η_3	-	32,81

Determinación de las acciones sobre el tubo. Largo plazo.			
	Nome.	**Unidades**	**Tubo 1**
Presión vertical debida al suelo			
Presión vertical debida al suelo	q_v	kN/m^2	10,89
Presión vertical debida a las sobrecargas concentradas	P_{vc}		18,91
Presión vertical debida a las cargas distribuidas	P_{vr}		0,00
Presión vertical total sobre el tubo	q_{vt}		29,80
Presión lateral debida a la tierra			
Reacción máxima lateral del suelo a la altura del centro del tubo	q_{ht}	kN/m^2	9,85
Deformación relativa (La deformación no puede ser superior al 5%)			
Deformación relativa	δ_v	%	0,869
Momentos flectores circunferenciales			
Momento circunferencial total			
En la clave	M	kN·m/m	0,033114
En los riñones			-0,032388
En la base			0,036023
Fuerzas axiles			
Fuerza axil total			

En la clave	N	kN/m	-0,5591
En los riñones			-2,3140
En la base			-0,6412
Esfuerzos tangenciales			
σ en clave	σ	N/mm^2	10,81
σ en riñones			-10,85
σ en base			11,76
Coeficientes de seguridad a rotura			
Verificación de esfuerzos tangenciales en la clave	ν	-	6,47
Verificación de esfuerzos tangenciales en riñones			6,45
Verificación de esfuerzos tangenciales en la base			5,95
Coeficientes de seguridad al aplastamiento			
η debido a la acción de la tierra y el agua	η_3	-	26,12

PROGRAMA DE CÁLCULO MECÁNICO

Molecor TOM ® v.1.0. 2015 Julio

Informe de resultados de cálculo mecánico

Información general sobre el informe abreviado	
Número de informe	2016_04_21_170
Fecha de última modificación	21 de Abril de 2016 a las 12:44
Nombre del proyecto	Algete
A la atención de D./Dña.	Iván Paniagua Díaz
Dirección	C/Luis Álvarez Lencero, 3, Planta 7, Of. 13
Ciudad / localidad / municipio	Badajoz
Provincia / región / estado	Badajoz
País	España
Promotora	
Ingeniería	TXT Ingeniería S.L
Constructora	
Dirección de obra	

PROGRAMA DE CÁLCULO MECÁNICO

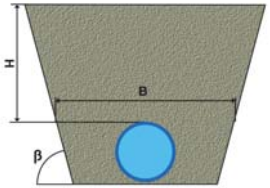
Este programa de cálculo mecánico para tuberías plásticas enterradas de PVC Orientado (PVC-O) TOM®, está basado en las normas de referencia:

ATV-DVWK-A 127E:2000 "Cálculo estático de Drenajes y Saneamientos"

UNE 53331:1997 "Tubos y uniones de poli(cloruro de vinilo) orientado (PVC-O) para conducción de agua a presión. Especificaciones"

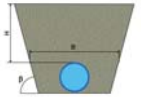
Resultados del cálculo	
Coeficiente de seguridad	>2,5

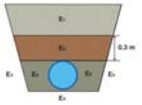
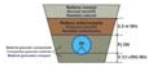
INSTALACIÓN VÁLIDA

Características del tubo y de la instalación		
Tipo de conducción	Agua a presión Especificaciones de tubería según: norma española UNE-ISO 16422 - norma internacional ISO 16422 - norma francesa NF T54-948 - norma sudafricana SANS 16422 - norma británica BS ISO 16422	
Aplicación	Reutilización	
Nombre de la instalación	Cálculo mecánico tubería simple	
Tipo de instalación	Instalación de un tubo TOM® en zanja	

Tubería				
	Nome.	**Unidades**	**Tubo 1**	
Código del producto			**TOM16016M**	
Material del tubo			PVC-O Clase 500 C 1.4	
Presión nominal	PN	bar	16	
Diámetro nominal	DN	mm	160	
Módulo de elasticidad largo plazo	$E_{t(lp)}$	N/mm^2	2500,0	
Módulo de elasticidad corto plazo	$E_{t(cp)}$	N/mm^2	4000,0	
Peso específico	γ_t	kN/m^3	14,0	
Esfuerzo tangencial de diseño largo plazo	$\sigma_{t(lp)}$	N/mm^2	70,0	
Esfuerzo tangencial de diseño corto plazo	$\sigma_{t(cp)}$	N/mm^2	125,0	

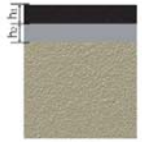
Presiones				
	Nome.	**Unidades**	**Tubo 1**	
Presión interna de trabajo	P_i	bar	0,0	
Presión externa debido al agua	P_e	bar	0,0	
Nivel freático	H_a	m	0,0	

Geometría de la zanja				
	Nome.	**Unidades**	**Tubo 1**	
Altura de zanja	H	m	1,75	
Anchura de la zanja	B	m	1,06	
Ángulo de inclinación de las paredes de la zanja	β	°	71,56	

Apoyo y material de relleno				
	Nome.	**Unidades**	**Tubo 1**	
Tipo de apoyo			A	
Ángulo de apoyo	2α	°	120	
Módulo de compresión de E_1	E_1	N/mm²	14,0	Apoyo Tipo A
Porcentaje proctor E_1		%	100,0	
Grupo de suelo E_1			G3	
Módulo de compresión de E_2	E_2	N/mm²	8,0	
Porcentaje proctor E_2		%	95,0	
Grupo de suelo E_2			G2	
Módulo de compresión de E_3	E_3	N/mm²	8,0	
Porcentaje proctor E_3		%	95,0	
Grupo de suelo E_3			G2	
Módulo de compresión de E_4	E_4	N/mm²	8,0	
Porcentaje proctor E_4		%	95,0	
Grupo de suelo E_4			G2	
Peso específico del relleno en zanja		kN/m³	20,0	
Peso específico del relleno en terraplén		kN/m³		

Tipo de relleno	
	Tubo 1
Tipo de relleno	Relleno de la zanja compactando por capas en toda la altura de la zanja

Sobrecargas debido al trafico				
	Nome.	**Unidades**	**Tubo 1**	
Símbolo del vehículo	HT 60	t	60,0	
Número de ejes			3	
Distancia entre ruedas a	a	m	2,0	
Distancia entre ejes b	b	m	1,5	
Sobrecargas concentradas	P_c	kN	100,0	
Sobrecargas distribuidas	P_d	kN		
Coeficiente C_d	C_d			

Pavimento				
	Nome.	**Unidades**	**Tubo 1**	
Altura de la primera capa del firme	h1	m	0,05	
Altura de la segunda capa del firme	h2	m	0,2	
Módulo de compresión de la primera capa	E_{f1}	N/mm²	18000,0	
Módulo de compresión de la segunda capa	E_{f2}	N/mm²	15000,0	

Determinación de las acciones sobre el tubo. Corto plazo.			
	Nome.	**Unidades**	**Tubo 1**
Presión vertical debida al suelo			
Presión vertical debida al suelo	q_v	kN/m²	22,15
Presión vertical debida a las sobrecargas concentradas	P_{vc}		13,52
Presión vertical debida a las cargas distribuidas	P_{vr}		0,00
Presión vertical total sobre el tubo	q_{vt}		35,67
Presión lateral debida a la tierra			
Reacción máxima lateral del suelo a la altura del centro del tubo	q_{ht}	kN/m²	19,01
Deformación relativa (La deformación no puede ser superior al 5%)			
Deformación relativa	δ_v	%	0,841
Momentos flectores circunferenciales			
Momento circunferencial total			
En la clave	M	kN·m/m	0,028097
En los riñones			-0,026014
En la base			0,031504
Fuerzas axiles			
Fuerza axil total			
En la clave	N	kN/m	-1,1769
En los riñones			-2,7710
En la base			-1,2837
Esfuerzos tangenciales			

σ en clave	σ	N/mm^2	9,01
σ en riñones			-8,93
σ en base			10,11
Coeficientes de seguridad a rotura			
Verificación de esfuerzos tangenciales en la clave	ν	-	13,87
Verificación de esfuerzos tangenciales en riñones			14,00
Verificación de esfuerzos tangenciales en la base			12,36
Coeficientes de seguridad al aplastamiento			
η debido a la acción de la tierra y el agua	η_3	-	27,96

Determinación de las acciones sobre el tubo. Largo plazo.			
	Nome.	**Unidades**	**Tubo 1**
Presión vertical debida al suelo			
Presión vertical debida al suelo	q_v	kN/m^2	21,30
Presión vertical debida a las sobrecargas concentradas	P_{vc}		13,52
Presión vertical debida a las cargas distribuidas	P_{vr}		0,00
Presión vertical total sobre el tubo	q_{vt}		34,82
Presión lateral debida a la tierra			
Reacción máxima lateral del suelo a la altura del centro del tubo	q_{ht}	kN/m^2	19,05
Deformación relativa (La deformación no puede ser superior al 5%)			
Deformación relativa	δ_v	%	0,939
Momentos flectores circunferenciales			
Momento circunferencial total			
En la clave	M	kN·m/m	0,026628
En los riñones			-0,024518
En la base			0,029964
Fuerzas axiles			
Fuerza axil total			

En la clave	N	kN/m	-1,1850
En los riñones			-2,7053
En la base			-1,2882
Esfuerzos tangenciales			
σ en clave	σ	N/mm^2	8,52
σ en riñones			-8,44
σ en base			9,60
Coeficientes de seguridad a rotura			
Verificación de esfuerzos tangenciales en la clave	ν	-	8,21
Verificación de esfuerzos tangenciales en riñones			8,30
Verificación de esfuerzos tangenciales en la base			7,29
Coeficientes de seguridad al aplastamiento			
η debido a la acción de la tierra y el agua	η_3	-	22,52

PROGRAMA DE CÁLCULO MECÁNICO

Molecor TOM ® v.1.0. 2015 Julio

Informe de resultados de cálculo mecánico

Información general sobre el informe abreviado	
Número de informe	2016_04_21_170
Fecha de última modificación	21 de Abril de 2016 a las 12:44
Nombre del proyecto	Algete
A la atención de D./Dña.	Iván Paniagua Díaz
Dirección	C/Luis Álvarez Lencero, 3, Planta 7, Of. 13
Ciudad / localidad / municipio	Badajoz
Provincia / región / estado	Badajoz
País	España
Promotora	
Ingeniería	TXT Ingeniería S.L
Constructora	
Dirección de obra	

PROGRAMA DE CÁLCULO MECÁNICO

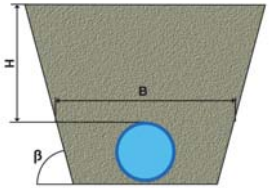
Este programa de cálculo mecánico para tuberías plásticas enterradas de PVC Orientado (PVC-O) TOM®, está basado en las normas de referencia:

ATV-DVWK-A 127E:2000 "Cálculo estático de Drenajes y Saneamientos"

UNE 53331:1997 "Tubos y uniones de poli(cloruro de vinilo) orientado (PVC-O) para conducción de agua a presión. Especificaciones"

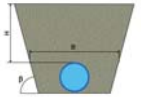
Resultados del cálculo	
Coeficiente de seguridad	>2,5

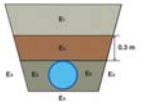
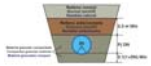
INSTALACIÓN VÁLIDA

Características del tubo y de la instalación		
Tipo de conducción	Agua a presión Especificaciones de tubería según: norma española UNE-ISO 16422 - norma internacional ISO 16422 - norma francesa NF T54-948 - norma sudafricana SANS 16422 - norma británica BS ISO 16422	
Aplicación	Reutilización	
Nombre de la instalación	Cálculo mecánico tubería simple	
Tipo de instalación	Instalación de un tubo TOM® en zanja	

Tubería				
	Nome.	**Unidades**	**Tubo 1**	
Código del producto			**TOM16016M**	
Material del tubo			PVC-O Clase 500 C 1.4	
Presión nominal	PN	bar	16	
Diámetro nominal	DN	mm	160	
Módulo de elasticidad largo plazo	$E_{t(lp)}$	N/mm^2	2500,0	
Módulo de elasticidad corto plazo	$E_{t(cp)}$	N/mm^2	4000,0	
Peso específico	γ_t	kN/m^3	14,0	
Esfuerzo tangencial de diseño largo plazo	$\sigma_{t(lp)}$	N/mm^2	70,0	
Esfuerzo tangencial de diseño corto plazo	$\sigma_{t(cp)}$	N/mm^2	125,0	

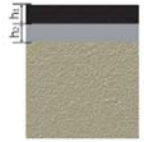
Presiones				
	Nome.	**Unidades**	**Tubo 1**	
Presión interna de trabajo	P_i	bar	0,0	
Presión externa debido al agua	P_e	bar	0,0	
Nivel freático	H_a	m	0,0	

Geometría de la zanja				
	Nome.	**Unidades**	**Tubo 1**	
Altura de zanja	H	m	2,75	
Anchura de la zanja	B	m	1,06	
Ángulo de inclinación de las paredes de la zanja	β	°	71,56	

Apoyo y material de relleno				
	Nome.	**Unidades**	**Tubo 1**	
Tipo de apoyo			A	
Ángulo de apoyo	2α	°	120	
Módulo de compresión de E_1	E_1	N/mm^2	14,0	Apoyo Tipo A
Porcentaje proctor E_1		%	100,0	
Grupo de suelo E_1			G3	
Módulo de compresión de E_2	E_2	N/mm^2	8,0	
Porcentaje proctor E_2		%	95,0	
Grupo de suelo E_2			G2	
Módulo de compresión de E_3	E_3	N/mm^2	8,0	
Porcentaje proctor E_3		%	95,0	
Grupo de suelo E_3			G2	
Módulo de compresión de E_4	E_4	N/mm^2	8,0	
Porcentaje proctor E_4		%	95,0	
Grupo de suelo E_4			G2	
Peso específico del relleno en zanja		kN/m^3	20,0	
Peso específico del relleno en terraplén		kN/m^3		

Tipo de relleno		
	Tubo 1	
Tipo de relleno	Relleno de la zanja compactando por capas en toda la altura de la zanja	

Sobrecargas debido al trafico				
	Nome.	**Unidades**	**Tubo 1**	
Símbolo del vehículo	HT 60	t	60,0	
Número de ejes			3	
Distancia entre ruedas a	a	m	2,0	
Distancia entre ejes b	b	m	1,5	
Sobrecargas concentradas	P_c	kN	100,0	
Sobrecargas distribuidas	P_d	kN		
Coeficiente C_d	C_d			

Pavimento				
	Nome.	**Unidades**	**Tubo 1**	
Altura de la primera capa del firme	h1	m	0,05	
Altura de la segunda capa del firme	h2	m	0,2	
Módulo de compresión de la primera capa	E_{f1}	N/mm^2	18000,0	
Módulo de compresión de la segunda capa	E_{f2}	N/mm^2	15000,0	

Determinación de las acciones sobre el tubo. Corto plazo.			
	Nome.	**Unidades**	**Tubo 1**
Presión vertical debida al suelo			
Presión vertical debida al suelo	q_v	kN/m^2	30,31
Presión vertical debida a las sobrecargas concentradas	P_{vc}		9,93
Presión vertical debida a las cargas distribuidas	P_{vr}		0,00
Presión vertical total sobre el tubo	q_{vt}		40,24
Presión lateral debida a la tierra			
Reacción máxima lateral del suelo a la altura del centro del tubo	q_{ht}	kN/m^2	25,94
Deformación relativa (La deformación no puede ser superior al 5%)			
Deformación relativa	δ_v	%	0,909
Momentos flectores circunferenciales			
Momento circunferencial total			
En la clave	M	kN·m/m	0,024498
En los riñones			-0,021392
En la base			0,028293
Fuerzas axiles			
Fuerza axil total			
En la clave	N	kN/m	-1,6447
En los riñones			-3,1271
En la base			-1,7708
Esfuerzos tangenciales			

σ en clave	σ	N/mm^2	7,71
σ en riñones			-7,54
σ en base			8,94
Coeficientes de seguridad a rotura			
Verificación de esfuerzos tangenciales en la clave	ν	-	16,21
Verificación de esfuerzos tangenciales en riñones			16,58
Verificación de esfuerzos tangenciales en la base			13,98
Coeficientes de seguridad al aplastamiento			
η debido a la acción de la tierra y el agua	η_3	-	24,90

Determinación de las acciones sobre el tubo. Largo plazo.			
	Nome.	**Unidades**	**Tubo 1**
Presión vertical debida al suelo			
Presión vertical debida al suelo	q_v	kN/m^2	29,12
Presión vertical debida a las sobrecargas concentradas	P_{vc}		9,93
Presión vertical debida a las cargas distribuidas	P_{vr}		0,00
Presión vertical total sobre el tubo	q_{vt}		39,05
Presión lateral debida a la tierra			
Reacción máxima lateral del suelo a la altura del centro del tubo	q_{ht}	kN/m^2	25,94
Deformación relativa (La deformación no puede ser superior al 5%)			
Deformación relativa	δ_v	%	1,006
Momentos flectores circunferenciales			
Momento circunferencial total			
En la clave	M	kN·m/m	0,022484
En los riñones			-0,019348
En la base			0,026179
Fuerzas axiles			
Fuerza axil total			

En la clave	N	kN/m	-1,6538
En los riñones			-3,0344
En la base			-1,7748
Esfuerzos tangenciales			
σ en clave	σ	N/mm^2	7,05
σ en riñones			-6,87
σ en base			8,24
Coeficientes de seguridad a rotura			
Verificación de esfuerzos tangenciales en la clave	ν	-	9,93
Verificación de esfuerzos tangenciales en riñones			10,19
Verificación de esfuerzos tangenciales en la base			8,50
Coeficientes de seguridad al aplastamiento			
η debido a la acción de la tierra y el agua	η_3	-	20,18

PROGRAMA DE CÁLCULO MECÁNICO

Molecor TOM ® v.1.0. 2015 Julio

Informe de resultados de cálculo mecánico

Información general sobre el informe abreviado	
Número de informe	2016_04_21_170
Fecha de última modificación	21 de Abril de 2016 a las 12:44
Nombre del proyecto	Algete
A la atención de D./Dña.	Iván Paniagua Díaz
Dirección	C/Luis Álvarez Lencero, 3, Planta 7, Of. 13
Ciudad / localidad / municipio	Badajoz
Provincia / región / estado	Badajoz
País	España
Promotora	
Ingeniería	TXT Ingeniería S.L
Constructora	
Dirección de obra	

PROGRAMA DE CÁLCULO MECÁNICO

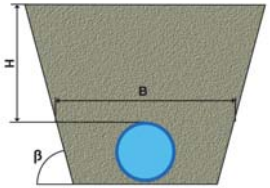
Este programa de cálculo mecánico para tuberías plásticas enterradas de PVC Orientado (PVC-O) TOM®, está basado en las normas de referencia:

ATV-DVWK-A 127E:2000 "Cálculo estático de Drenajes y Saneamientos"

UNE 53331:1997 "Tubos y uniones de poli(cloruro de vinilo) orientado (PVC-O) para conducción de agua a presión. Especificaciones"

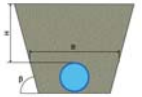
Resultados del cálculo	
Coeficiente de seguridad	>2,5

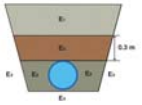
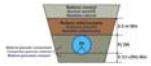
INSTALACIÓN VÁLIDA

Características del tubo y de la instalación		
Tipo de conducción	Agua a presión Especificaciones de tubería según: norma española UNE-ISO 16422 - norma internacional ISO 16422 - norma francesa NF T54-948 - norma sudafricana SANS 16422 - norma británica BS ISO 16422	
Aplicación	Reutilización	
Nombre de la instalación	Cálculo mecánico tubería simple	
Tipo de instalación	Instalación de un tubo TOM® en zanja	

Tubería				
	Nome.	**Unidades**	**Tubo 1**	
Código del producto			TOM20016M	
Material del tubo			PVC-O Clase 500 C 1.4	
Presión nominal	PN	bar	16	
Diámetro nominal	DN	mm	200	
Módulo de elasticidad largo plazo	$E_{t(lp)}$	N/mm^2	2500,0	
Módulo de elasticidad corto plazo	$E_{t(cp)}$	N/mm^2	4000,0	
Peso específico	γ_t	kN/m^3	14,0	
Esfuerzo tangencial de diseño largo plazo	$\sigma_{t(lp)}$	N/mm^2	70,0	
Esfuerzo tangencial de diseño corto plazo	$\sigma_{t(cp)}$	N/mm^2	125,0	

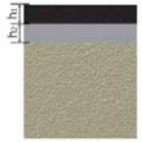
Presiones				
	Nome.	**Unidades**	**Tubo 1**	
Presión interna de trabajo	P_i	bar	0,0	
Presión externa debido al agua	P_e	bar	0,0	
Nivel freático	H_a	m	0,0	

Geometría de la zanja				
	Nome.	**Unidades**	**Tubo 1**	
Altura de zanja	H	m	0,1	
Anchura de la zanja	B	m	1,1	
Ángulo de inclinación de las paredes de la zanja	β	°	71,56	

Apoyo y material de relleno				
	Nome.	**Unidades**	**Tubo 1**	
Tipo de apoyo			A	
Ángulo de apoyo	2α	°	120	
Módulo de compresión de E_1	E_1	N/mm^2	14,0	Apoyo Tipo A
Porcentaje proctor E_1		%	100,0	
Grupo de suelo E_1			G3	
Módulo de compresión de E_2	E_2	N/mm^2	8,0	
Porcentaje proctor E_2		%	95,0	
Grupo de suelo E_2			G2	
Módulo de compresión de E_3	E_3	N/mm^2	8,0	
Porcentaje proctor E_3		%	95,0	
Grupo de suelo E_3			G2	
Módulo de compresión de E_4	E_4	N/mm^2	8,0	
Porcentaje proctor E_4		%	95,0	
Grupo de suelo E_4			G2	
Peso específico del relleno en zanja		kN/m^3	20,0	
Peso específico del relleno en terraplén		kN/m^3		

Tipo de relleno		
	Tubo 1	
Tipo de relleno	Relleno de la zanja compactando por capas en toda la altura de la zanja	

Sobrecargas debido al trafico				
	Nome.	**Unidades**	**Tubo 1**	
Símbolo del vehículo	HT 60	t	60,0	
Número de ejes			3	
Distancia entre ruedas a	a	m	2,0	
Distancia entre ejes b	b	m	1,5	
Sobrecargas concentradas	P_c	kN	100,0	
Sobrecargas distribuidas	P_d	kN		
Coeficiente C_d	C_d			

Pavimento				
	Nome.	**Unidades**	**Tubo 1**	
Altura de la primera capa del firme	h1	m	0,05	
Altura de la segunda capa del firme	h2	m	0,2	
Módulo de compresión de la primera capa	E_{f1}	N/mm^2	18000,0	
Módulo de compresión de la segunda capa	E_{f2}	N/mm^2	15000,0	

Determinación de las acciones sobre el tubo. Corto plazo.			
	Nome.	**Unidades**	**Tubo 1**
Presión vertical debida al suelo			
Presión vertical debida al suelo	q_v	kN/m^2	1,86
Presión vertical debida a las sobrecargas concentradas	P_{vc}		23,86
Presión vertical debida a las cargas distribuidas	P_{vr}		0,00
Presión vertical total sobre el tubo	q_{vt}		25,72
Presión lateral debida a la tierra			
Reacción máxima lateral del suelo a la altura del centro del tubo	q_{ht}	kN/m^2	1,67
Deformación relativa (La deformación no puede ser superior al 5%)			
Deformación relativa	δ_v	%	0,706
Momentos flectores circunferenciales			
Momento circunferencial total			
En la clave	M	kN·m/m	0,061769
En los riñones			-0,062635
En la base			0,065923
Fuerzas axiles			
Fuerza axil total			
En la clave	N	kN/m	-0,0043
En los riñones			-2,4941
En la base			-0,0721
Esfuerzos tangenciales			

σ en clave	σ	N/mm^2	12,94
σ en riñones			-13,11
σ en base			13,80
Coeficientes de seguridad a rotura			
Verificación de esfuerzos tangenciales en la clave	ν	-	9,66
Verificación de esfuerzos tangenciales en riñones			9,53
Verificación de esfuerzos tangenciales en la base			9,06
Coeficientes de seguridad al aplastamiento			
η debido a la acción de la tierra y el agua	η_3	-	37,96

Determinación de las acciones sobre el tubo. Largo plazo.			
	Nome.	**Unidades**	**Tubo 1**
Presión vertical debida al suelo			
Presión vertical debida al suelo	q_v	kN/m^2	1,83
Presión vertical debida a las sobrecargas concentradas	P_{vc}		23,86
Presión vertical debida a las cargas distribuidas	P_{vr}		0,00
Presión vertical total sobre el tubo	q_{vt}		25,70
Presión lateral debida a la tierra			
Reacción máxima lateral del suelo a la altura del centro del tubo	q_{ht}	kN/m^2	1,74
Deformación relativa (La deformación no puede ser superior al 5%)			
Deformación relativa	δ_v	%	0,811
Momentos flectores circunferenciales			
Momento circunferencial total			
En la clave	M	kN·m/m	0,061585
En los riñones			-0,062432
En la base			0,065735
Fuerzas axiles			
Fuerza axil total			

En la clave	N	kN/m	-0,0084
En los riñones			-2,4916
En la base			-0,0761
Esfuerzos tangenciales			
σ en clave	σ	N/mm^2	12,90
σ en riñones			-13,07
σ en base			13,76
Coeficientes de seguridad a rotura			
Verificación de esfuerzos tangenciales en la clave	ν	-	5,42
Verificación de esfuerzos tangenciales en riñones			5,36
Verificación de esfuerzos tangenciales en la base			5,09
Coeficientes de seguridad al aplastamiento			
η debido a la acción de la tierra y el agua	η_3	-	29,82

PROGRAMA DE CÁLCULO MECÁNICO

Molecor TOM ® v.1.0. 2015 Julio

Informe de resultados de cálculo mecánico

Información general sobre el informe abreviado	
Número de informe	2016_04_21_170
Fecha de última modificación	21 de Abril de 2016 a las 12:44
Nombre del proyecto	Algete
A la atención de D./Dña.	Iván Paniagua Díaz
Dirección	C/Luis Álvarez Lencero, 3, Planta 7, Of. 13
Ciudad / localidad / municipio	Badajoz
Provincia / región / estado	Badajoz
País	España
Promotora	
Ingeniería	TXT Ingeniería S.L
Constructora	
Dirección de obra	

PROGRAMA DE CÁLCULO MECÁNICO

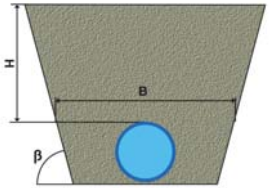
Este programa de cálculo mecánico para tuberías plásticas enterradas de PVC Orientado (PVC-O) TOM®, está basado en las normas de referencia:

ATV-DVWK-A 127E:2000 "Cálculo estático de Drenajes y Saneamientos"

UNE 53331:1997 "Tubos y uniones de poli(cloruro de vinilo) orientado (PVC-O) para conducción de agua a presión. Especificaciones"

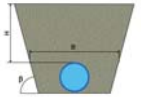
Resultados del cálculo	
Coeficiente de seguridad	>2,5

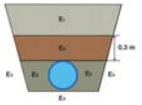
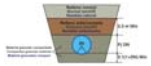
INSTALACIÓN VÁLIDA

Características del tubo y de la instalación		
Tipo de conducción	Agua a presión Especificaciones de tubería según: norma española UNE-ISO 16422 - norma internacional ISO 16422 - norma francesa NF T54-948 - norma sudafricana SANS 16422 - norma británica BS ISO 16422	
Aplicación	Reutilización	
Nombre de la instalación	Cálculo mecánico tubería simple	
Tipo de instalación	Instalación de un tubo TOM® en zanja	

Tubería				
	Nome.	**Unidades**	**Tubo 1**	
Código del producto			TOM20016M	
Material del tubo			PVC-O Clase 500 C 1.4	
Presión nominal	PN	bar	16	
Diámetro nominal	DN	mm	200	
Módulo de elasticidad largo plazo	$E_{t(lp)}$	N/mm^2	2500,0	
Módulo de elasticidad corto plazo	$E_{t(cp)}$	N/mm^2	4000,0	
Peso específico	γ_t	kN/m^3	14,0	
Esfuerzo tangencial de diseño largo plazo	$\sigma_{t(lp)}$	N/mm^2	70,0	
Esfuerzo tangencial de diseño corto plazo	$\sigma_{t(cp)}$	N/mm^2	125,0	

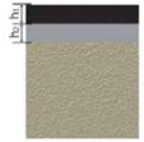
Presiones				
	Nome.	**Unidades**	**Tubo 1**	
Presión interna de trabajo	P_i	bar	0,0	
Presión externa debido al agua	P_e	bar	0,0	
Nivel freático	H_a	m	0,0	

Geometría de la zanja				
	Nome.	**Unidades**	**Tubo 1**	
Altura de zanja	H	m	0,75	
Anchura de la zanja	B	m	1,1	
Ángulo de inclinación de las paredes de la zanja	β	°	71,56	

Apoyo y material de relleno				
	Nome.	**Unidades**	**Tubo 1**	
Tipo de apoyo			A	
Ángulo de apoyo	2α	°	120	
Módulo de compresión de E_1	E_1	N/mm^2	14,0	Apoyo Tipo A
Porcentaje proctor E_1		%	100,0	
Grupo de suelo E_1			G3	
Módulo de compresión de E_2	E_2	N/mm^2	8,0	
Porcentaje proctor E_2		%	95,0	
Grupo de suelo E_2			G2	
Módulo de compresión de E_3	E_3	N/mm^2	8,0	
Porcentaje proctor E_3		%	95,0	
Grupo de suelo E_3			G2	
Módulo de compresión de E_4	E_4	N/mm^2	8,0	
Porcentaje proctor E_4		%	95,0	
Grupo de suelo E_4			G2	
Peso específico del relleno en zanja		kN/m^3	20,0	
Peso específico del relleno en terraplén		kN/m^3		

Tipo de relleno	
	Tubo 1
Tipo de relleno	Relleno de la zanja compactando por capas en toda la altura de la zanja

Sobrecargas debido al trafico				
	Nome.	**Unidades**	**Tubo 1**	
Símbolo del vehículo	HT 60	t	60,0	
Número de ejes			3	
Distancia entre ruedas a	a	m	2,0	
Distancia entre ejes b	b	m	1,5	
Sobrecargas concentradas	P_c	kN	100,0	
Sobrecargas distribuidas	P_d	kN		
Coeficiente C_d	C_d			

Pavimento				
	Nome.	**Unidades**	**Tubo 1**	
Altura de la primera capa del firme	h1	m	0,05	
Altura de la segunda capa del firme	h2	m	0,2	
Módulo de compresión de la primera capa	E_{f1}	N/mm^2	18000,0	
Módulo de compresión de la segunda capa	E_{f2}	N/mm^2	15000,0	

Determinación de las acciones sobre el tubo. Corto plazo.			
	Nome.	**Unidades**	**Tubo 1**
Presión vertical debida al suelo			
Presión vertical debida al suelo	q_v	kN/m^2	11,43
Presión vertical debida a las sobrecargas concentradas	P_{vc}		18,91
Presión vertical debida a las cargas distribuidas	P_{vr}		0,00
Presión vertical total sobre el tubo	q_{vt}		30,33
Presión lateral debida a la tierra			
Reacción máxima lateral del suelo a la altura del centro del tubo	q_{ht}	kN/m^2	9,92
Deformación relativa (La deformación no puede ser superior al 5%)			
Deformación relativa	δ_v	%	0,768
Momentos flectores circunferenciales			
Momento circunferencial total			
En la clave	M	kN·m/m	0,053399
En los riñones			-0,052332
En la base			0,058164
Fuerzas axiles			
Fuerza axil total			
En la clave	N	kN/m	-0,6868
En los riñones			-2,9427
En la base			-0,7788
Esfuerzos tangenciales			

σ en clave	σ	N/mm^2	11,06
σ en riñones			-11,11
σ en base			12,05
Coeficientes de seguridad a rotura			
Verificación de esfuerzos tangenciales en la clave	ν	-	11,30
Verificación de esfuerzos tangenciales en riñones			11,25
Verificación de esfuerzos tangenciales en la base			10,38
Coeficientes de seguridad al aplastamiento			
η debido a la acción de la tierra y el agua	η_3	-	32,51

Determinación de las acciones sobre el tubo. Largo plazo.			
	Nome.	**Unidades**	**Tubo 1**
Presión vertical debida al suelo			
Presión vertical debida al suelo	q_v	kN/m^2	11,05
Presión vertical debida a las sobrecargas concentradas	P_{vc}		18,91
Presión vertical debida a las cargas distribuidas	P_{vr}		0,00
Presión vertical total sobre el tubo	q_{vt}		29,96
Presión lateral debida a la tierra			
Reacción máxima lateral del suelo a la altura del centro del tubo	q_{ht}	kN/m^2	10,03
Deformación relativa (La deformación no puede ser superior al 5%)			
Deformación relativa	δ_v	%	0,871
Momentos flectores circunferenciales			
Momento circunferencial total			
En la clave	M	kN·m/m	0,052215
En los riñones			-0,051104
En la base			0,056930
Fuerzas axiles			
Fuerza axil total			

En la clave	N	kN/m	-0,6967
En los riñones			-2,9062
En la base			-0,7868
Esfuerzos tangenciales			
σ en clave	σ	N/mm^2	10,81
σ en riñones			-10,86
σ en base			11,78
Coeficientes de seguridad a rotura			
Verificación de esfuerzos tangenciales en la clave	ν	-	6,47
Verificación de esfuerzos tangenciales en riñones			6,45
Verificación de esfuerzos tangenciales en la base			5,94
Coeficientes de seguridad al aplastamiento			
η debido a la acción de la tierra y el agua	η_3	-	25,84

PROGRAMA DE CÁLCULO MECÁNICO

Molecor TOM ® v.1.0. 2015 Julio

Informe de resultados de cálculo mecánico

Información general sobre el informe abreviado	
Número de informe	2016_04_21_170
Fecha de última modificación	21 de Abril de 2016 a las 12:44
Nombre del proyecto	Algete
A la atención de D./Dña.	Iván Paniagua Díaz
Dirección	C/Luis Álvarez Lencero, 3, Planta 7, Of. 13
Ciudad / localidad / municipio	Badajoz
Provincia / región / estado	Badajoz
País	España
Promotora	
Ingeniería	TXT Ingeniería S.L
Constructora	
Dirección de obra	

PROGRAMA DE CÁLCULO MECÁNICO

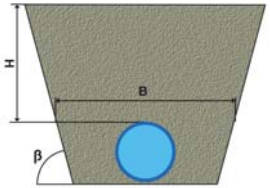
Este programa de cálculo mecánico para tuberías plásticas enterradas de PVC Orientado (PVC-O) TOM®, está basado en las normas de referencia:

ATV-DVWK-A 127E:2000 "Cálculo estático de Drenajes y Saneamientos"

UNE 53331:1997 "Tubos y uniones de poli(cloruro de vinilo) orientado (PVC-O) para conducción de agua a presión. Especificaciones"

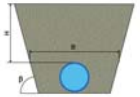
Resultados del cálculo	
Coeficiente de seguridad	>2,5

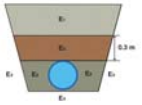
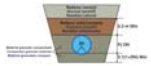
INSTALACIÓN VÁLIDA

Características del tubo y de la instalación		
Tipo de conducción	Agua a presión Especificaciones de tubería según: norma española UNE-ISO 16422 - norma internacional ISO 16422 - norma francesa NF T54-948 - norma sudafricana SANS 16422 - norma británica BS ISO 16422	
Aplicación	Reutilización	
Nombre de la instalación	Cálculo mecánico tubería simple	
Tipo de instalación	Instalación de un tubo TOM® en zanja	

Tubería				
	Nome.	**Unidades**	**Tubo 1**	
Código del producto			TOM20016M	
Material del tubo			PVC-O Clase 500 C 1.4	
Presión nominal	PN	bar	16	
Diámetro nominal	DN	mm	200	
Módulo de elasticidad largo plazo	$E_{t(lp)}$	N/mm^2	2500,0	
Módulo de elasticidad corto plazo	$E_{t(cp)}$	N/mm^2	4000,0	
Peso específico	γ_t	kN/m^3	14,0	
Esfuerzo tangencial de diseño largo plazo	$\sigma_{t(lp)}$	N/mm^2	70,0	
Esfuerzo tangencial de diseño corto plazo	$\sigma_{t(cp)}$	N/mm^2	125,0	

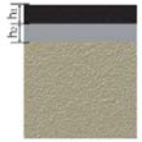
Presiones				
	Nome.	**Unidades**	**Tubo 1**	
Presión interna de trabajo	P_i	bar	0,0	
Presión externa debido al agua	P_e	bar	0,0	
Nivel freático	H_a	m	0,0	

Geometría de la zanja				
	Nome.	**Unidades**	**Tubo 1**	
Altura de zanja	H	m	1,75	
Anchura de la zanja	B	m	1,1	
Ángulo de inclinación de las paredes de la zanja	β	°	71,56	

Apoyo y material de relleno				
	Nome.	**Unidades**	**Tubo 1**	
Tipo de apoyo			A	
Ángulo de apoyo	2α	°	120	
Módulo de compresión de E_1	E_1	N/mm²	14,0	Apoyo Tipo A
Porcentaje proctor E_1		%	100,0	
Grupo de suelo E_1			G3	
Módulo de compresión de E_2	E_2	N/mm²	8,0	
Porcentaje proctor E_2		%	95,0	
Grupo de suelo E_2			G2	
Módulo de compresión de E_3	E_3	N/mm²	8,0	
Porcentaje proctor E_3		%	95,0	
Grupo de suelo E_3			G2	
Módulo de compresión de E_4	E_4	N/mm²	8,0	
Porcentaje proctor E_4		%	95,0	
Grupo de suelo E_4			G2	
Peso específico del relleno en zanja		kN/m³	20,0	
Peso específico del relleno en terraplén		kN/m³		

Tipo de relleno	
	Tubo 1
Tipo de relleno	Relleno de la zanja compactando por capas en toda la altura de la zanja

Sobrecargas debido al trafico				
	Nome.	**Unidades**	**Tubo 1**	
Símbolo del vehículo	HT 60	t	60,0	
Número de ejes			3	
Distancia entre ruedas a	a	m	2,0	
Distancia entre ejes b	b	m	1,5	
Sobrecargas concentradas	P_c	kN	100,0	
Sobrecargas distribuidas	P_d	kN		
Coeficiente C_d	C_d			

Pavimento				
	Nome.	**Unidades**	**Tubo 1**	
Altura de la primera capa del firme	h1	m	0,05	
Altura de la segunda capa del firme	h2	m	0,2	
Módulo de compresión de la primera capa	E_{f1}	N/mm²	18000,0	
Módulo de compresión de la segunda capa	E_{f2}	N/mm²	15000,0	

Determinación de las acciones sobre el tubo. Corto plazo.			
	Nome.	**Unidades**	**Tubo 1**
Presión vertical debida al suelo			
Presión vertical debida al suelo	q_v	kN/m²	22,48
Presión vertical debida a las sobrecargas concentradas	P_{vc}		13,52
Presión vertical debida a las cargas distribuidas	P_{vr}		0,00
Presión vertical total sobre el tubo	q_{vt}		35,99
Presión lateral debida a la tierra			
Reacción máxima lateral del suelo a la altura del centro del tubo	q_{ht}	kN/m²	19,30
Deformación relativa (La deformación no puede ser superior al 5%)			
Deformación relativa	δ_v	%	0,846
Momentos flectores circunferenciales			
Momento circunferencial total			
En la clave	M	kN·m/m	0,044514
En los riñones			-0,041263
En la base			0,050029
Fuerzas axiles			
Fuerza axil total			
En la clave	N	kN/m	-1,4780
En los riñones			-3,4935
En la base			-1,5998
Esfuerzos tangenciales			

σ en clave	σ	N/mm^2	9,05
σ en riñones			-8,98
σ en base			10,19
Coeficientes de seguridad a rotura			
Verificación de esfuerzos tangenciales en la clave	ν	-	13,80
Verificación de esfuerzos tangenciales en riñones			13,92
Verificación de esfuerzos tangenciales en la base			12,27
Coeficientes de seguridad al aplastamiento			
η debido a la acción de la tierra y el agua	η_3	-	27,65

Determinación de las acciones sobre el tubo. Largo plazo.			
	Nome.	**Unidades**	**Tubo 1**
Presión vertical debida al suelo			
Presión vertical debida al suelo	q_v	kN/m^2	21,64
Presión vertical debida a las sobrecargas concentradas	P_{vc}		13,52
Presión vertical debida a las cargas distribuidas	P_{vr}		0,00
Presión vertical total sobre el tubo	q_{vt}		35,16
Presión lateral debida a la tierra			
Reacción máxima lateral del suelo a la altura del centro del tubo	q_{ht}	kN/m^2	19,38
Deformación relativa (La deformación no puede ser superior al 5%)			
Deformación relativa	δ_v	%	0,944
Momentos flectores circunferenciales			
Momento circunferencial total			
En la clave	M	kN·m/m	0,042165
En los riñones			-0,038860
En la base			0,047569
Fuerzas axiles			
Fuerza axil total			

En la clave	N	kN/m	-1,4905
En los riñones			-3,4121
En la base			-1,6079
Esfuerzos tangenciales			
σ en clave	σ	N/mm^2	8,56
σ en riñones			-8,48
σ en base			9,67
Coeficientes de seguridad a rotura			
Verificación de esfuerzos tangenciales en la clave	ν	-	8,18
Verificación de esfuerzos tangenciales en riñones			8,25
Verificación de esfuerzos tangenciales en la base			7,24
Coeficientes de seguridad al aplastamiento			
η debido a la acción de la tierra y el agua	η_3	-	22,23

PROGRAMA DE CÁLCULO MECÁNICO

Molecor TOM ® v.1.0. 2015 Julio

Informe de resultados de cálculo mecánico

Información general sobre el informe abreviado	
Número de informe	2016_04_21_170
Fecha de última modificación	21 de Abril de 2016 a las 12:44
Nombre del proyecto	Algete
A la atención de D./Dña.	Iván Paniagua Díaz
Dirección	C/Luis Álvarez Lencero, 3, Planta 7, Of. 13
Ciudad / localidad / municipio	Badajoz
Provincia / región / estado	Badajoz
País	España
Promotora	
Ingeniería	TXT Ingeniería S.L
Constructora	
Dirección de obra	

PROGRAMA DE CÁLCULO MECÁNICO

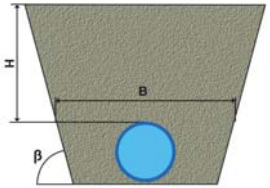
Este programa de cálculo mecánico para tuberías plásticas enterradas de PVC Orientado (PVC-O) TOM®, está basado en las normas de referencia:

ATV-DVWK-A 127E:2000 "Cálculo estático de Drenajes y Saneamientos"

UNE 53331:1997 "Tubos y uniones de poli(cloruro de vinilo) orientado (PVC-O) para conducción de agua a presión. Especificaciones"

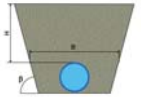
Resultados del cálculo	
Coeficiente de seguridad	>2,5

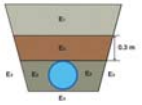
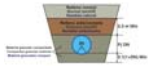
INSTALACIÓN VÁLIDA

Características del tubo y de la instalación		
Tipo de conducción	Agua a presión Especificaciones de tubería según: norma española UNE-ISO 16422 - norma internacional ISO 16422 - norma francesa NF T54-948 - norma sudafricana SANS 16422 - norma británica BS ISO 16422	
Aplicación	Reutilización	
Nombre de la instalación	Cálculo mecánico tubería simple	
Tipo de instalación	Instalación de un tubo TOM® en zanja	

Tubería				
	Nome.	**Unidades**	**Tubo 1**	
Código del producto			TOM20016M	
Material del tubo			PVC-O Clase 500 C 1.4	
Presión nominal	PN	bar	16	
Diámetro nominal	DN	mm	200	
Módulo de elasticidad largo plazo	$E_{t(lp)}$	N/mm^2	2500,0	
Módulo de elasticidad corto plazo	$E_{t(cp)}$	N/mm^2	4000,0	
Peso específico	γ_t	kN/m^3	14,0	
Esfuerzo tangencial de diseño largo plazo	$\sigma_{t(lp)}$	N/mm^2	70,0	
Esfuerzo tangencial de diseño corto plazo	$\sigma_{t(cp)}$	N/mm^2	125,0	

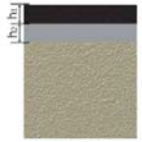
Presiones				
	Nome.	**Unidades**	**Tubo 1**	
Presión interna de trabajo	P_i	bar	0,0	
Presión externa debido al agua	P_e	bar	0,0	
Nivel freático	H_a	m	0,0	

Geometría de la zanja				
	Nome.	**Unidades**	**Tubo 1**	
Altura de zanja	H	m	2,75	
Anchura de la zanja	B	m	1,1	
Ángulo de inclinación de las paredes de la zanja	β	°	71,56	

Apoyo y material de relleno				
	Nome.	**Unidades**	**Tubo 1**	
Tipo de apoyo			A	
Ángulo de apoyo	2α	°	120	
Módulo de compresión de E_1	E_1	N/mm²	14,0	Apoyo Tipo A
Porcentaje proctor E_1		%	100,0	
Grupo de suelo E_1			G3	
Módulo de compresión de E_2	E_2	N/mm²	8,0	
Porcentaje proctor E_2		%	95,0	
Grupo de suelo E_2			G2	
Módulo de compresión de E_3	E_3	N/mm²	8,0	
Porcentaje proctor E_3		%	95,0	
Grupo de suelo E_3			G2	
Módulo de compresión de E_4	E_4	N/mm²	8,0	
Porcentaje proctor E_4		%	95,0	
Grupo de suelo E_4			G2	
Peso específico del relleno en zanja		kN/m³	20,0	
Peso específico del relleno en terraplén		kN/m³		

Tipo de relleno	
	Tubo 1
Tipo de relleno	Relleno de la zanja compactando por capas en toda la altura de la zanja

Sobrecargas debido al trafico				
	Nome.	**Unidades**	**Tubo 1**	
Símbolo del vehículo	HT 60	t	60,0	
Número de ejes			3	
Distancia entre ruedas a	a	m	2,0	
Distancia entre ejes b	b	m	1,5	
Sobrecargas concentradas	P_c	kN	100,0	
Sobrecargas distribuidas	P_d	kN		
Coeficiente C_d	C_d			

Pavimento				
	Nome.	**Unidades**	**Tubo 1**	
Altura de la primera capa del firme	h1	m	0,05	
Altura de la segunda capa del firme	h2	m	0,2	
Módulo de compresión de la primera capa	E_{f1}	N/mm²	18000,0	
Módulo de compresión de la segunda capa	E_{f2}	N/mm²	15000,0	

Determinación de las acciones sobre el tubo. Corto plazo.			
	Nome.	**Unidades**	**Tubo 1**
Presión vertical debida al suelo			
Presión vertical debida al suelo	q_v	kN/m²	30,82
Presión vertical debida a las sobrecargas concentradas	P_{vc}		9,93
Presión vertical debida a las cargas distribuidas	P_{vr}		0,00
Presión vertical total sobre el tubo	q_{vt}		40,75
Presión lateral debida a la tierra			
Reacción máxima lateral del suelo a la altura del centro del tubo	q_{ht}	kN/m²	26,36
Deformación relativa (La deformación no puede ser superior al 5%)			
Deformación relativa	δ_v	%	0,917
Momentos flectores circunferenciales			
Momento circunferencial total			
En la clave	M	kN·m/m	0,038991
En los riñones			-0,034114
En la base			0,045137
Fuerzas axiles			
Fuerza axil total			
En la clave	N	kN/m	-2,0746
En los riñones			-3,9563
En la base			-2,2214
Esfuerzos tangenciales			

σ en clave	σ	N/mm^2	7,79
σ en riñones			-7,62
σ en base			9,05
Coeficientes de seguridad a rotura			
Verificación de esfuerzos tangenciales en la clave	ν	-	16,05
Verificación de esfuerzos tangenciales en riñones			16,40
Verificación de esfuerzos tangenciales en la base			13,82
Coeficientes de seguridad al aplastamiento			
η debido a la acción de la tierra y el agua	η_3	-	24,56

Determinación de las acciones sobre el tubo. Largo plazo.			
	Nome.	**Unidades**	**Tubo 1**
Presión vertical debida al suelo			
Presión vertical debida al suelo	q_v	kN/m^2	29,63
Presión vertical debida a las sobrecargas concentradas	P_{vc}		9,93
Presión vertical debida a las cargas distribuidas	P_{vr}		0,00
Presión vertical total sobre el tubo	q_{vt}		39,56
Presión lateral debida a la tierra			
Reacción máxima lateral del suelo a la altura del centro del tubo	q_{ht}	kN/m^2	26,42
Deformación relativa (La deformación no puede ser superior al 5%)			
Deformación relativa	δ_v	%	1,015
Momentos flectores circunferenciales			
Momento circunferencial total			
En la clave	M	kN·m/m	0,035763
En los riñones			-0,030826
En la base			0,041751
Fuerzas axiles			
Fuerza axil total			

En la clave	N	kN/m	-2,0887
En los riñones			-3,8404
En la base			-2,2292
Esfuerzos tangenciales			
σ en clave	σ	N/mm^2	7,11
σ en riñones			-6,94
σ en base			8,34
Coeficientes de seguridad a rotura			
Verificación de esfuerzos tangenciales en la clave	ν	-	9,85
Verificación de esfuerzos tangenciales en riñones			10,09
Verificación de esfuerzos tangenciales en la base			8,40
Coeficientes de seguridad al aplastamiento			
η debido a la acción de la tierra y el agua	η_3	-	19,88

PROGRAMA DE CÁLCULO MECÁNICO

Molecor TOM ® v.1.0. 2015 Julio

Informe de resultados de cálculo mecánico

Información general sobre el informe abreviado	
Número de informe	2016_04_21_170
Fecha de última modificación	21 de Abril de 2016 a las 12:44
Nombre del proyecto	Algete
A la atención de D./Dña.	Iván Paniagua Díaz
Dirección	C/Luis Álvarez Lencero, 3, Planta 7, Of. 13
Ciudad / localidad / municipio	Badajoz
Provincia / región / estado	Badajoz
País	España
Promotora	
Ingeniería	TXT Ingeniería S.L
Constructora	
Dirección de obra	

PROGRAMA DE CÁLCULO MECÁNICO

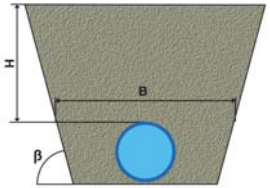
Este programa de cálculo mecánico para tuberías plásticas enterradas de PVC Orientado (PVC-O) TOM®, está basado en las normas de referencia:

ATV-DVWK-A 127E:2000 "Cálculo estático de Drenajes y Saneamientos"

UNE 53331:1997 "Tubos y uniones de poli(cloruro de vinilo) orientado (PVC-O) para conducción de agua a presión. Especificaciones"

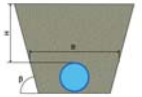
Resultados del cálculo	
Coeficiente de seguridad	>2,5

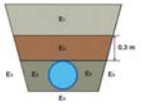
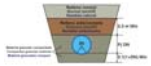
INSTALACIÓN VÁLIDA

Características del tubo y de la instalación		
Tipo de conducción	Agua a presión Especificaciones de tubería según: norma española UNE-ISO 16422 - norma internacional ISO 16422 - norma francesa NF T54-948 - norma sudafricana SANS 16422 - norma británica BS ISO 16422	
Aplicación	Reutilización	
Nombre de la instalación	Cálculo mecánico tubería simple	
Tipo de instalación	Instalación de un tubo TOM® en zanja	

Tubería				
	Nome.	**Unidades**	**Tubo 1**	
Código del producto			**TOM25016M**	
Material del tubo			PVC-O Clase 500 C 1.4	
Presión nominal	PN	bar	16	
Diámetro nominal	DN	mm	250	
Módulo de elasticidad largo plazo	$E_{t(lp)}$	N/mm^2	2500,0	
Módulo de elasticidad corto plazo	$E_{t(cp)}$	N/mm^2	4000,0	
Peso específico	γ_t	kN/m^3	14,0	
Esfuerzo tangencial de diseño largo plazo	$\sigma_{t(lp)}$	N/mm^2	70,0	
Esfuerzo tangencial de diseño corto plazo	$\sigma_{t(cp)}$	N/mm^2	125,0	

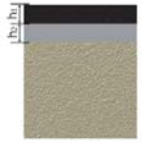
Presiones				
	Nome.	**Unidades**	**Tubo 1**	
Presión interna de trabajo	P_i	bar	0,0	
Presión externa debido al agua	P_e	bar	0,0	
Nivel freático	H_a	m	0,0	

Geometría de la zanja				
	Nome.	**Unidades**	**Tubo 1**	
Altura de zanja	H	m	0,1	
Anchura de la zanja	B	m	1,15	
Ángulo de inclinación de las paredes de la zanja	β	°	71,56	

Apoyo y material de relleno				
	Nome.	**Unidades**	**Tubo 1**	
Tipo de apoyo			A	
Ángulo de apoyo	2α	°	120	
Módulo de compresión de E_1	E_1	N/mm^2	14,0	Apoyo Tipo A
Porcentaje proctor E_1		%	100,0	
Grupo de suelo E_1			G3	
Módulo de compresión de E_2	E_2	N/mm^2	8,0	
Porcentaje proctor E_2		%	95,0	
Grupo de suelo E_2			G2	
Módulo de compresión de E_3	E_3	N/mm^2	8,0	
Porcentaje proctor E_3		%	95,0	
Grupo de suelo E_3			G2	
Módulo de compresión de E_4	E_4	N/mm^2	8,0	
Porcentaje proctor E_4		%	95,0	
Grupo de suelo E_4			G2	
Peso específico del relleno en zanja		kN/m^3	20,0	
Peso específico del relleno en terraplén		kN/m^3		

Tipo de relleno		
	Tubo 1	
Tipo de relleno	Relleno de la zanja compactando por capas en toda la altura de la zanja	

Sobrecargas debido al trafico				
	Nome.	**Unidades**	**Tubo 1**	
Símbolo del vehículo	HT 60	t	60,0	
Número de ejes			3	
Distancia entre ruedas a	a	m	2,0	
Distancia entre ejes b	b	m	1,5	
Sobrecargas concentradas	P_c	kN	100,0	
Sobrecargas distribuidas	P_d	kN		
Coeficiente C_d	C_d			

Pavimento				
	Nome.	**Unidades**	**Tubo 1**	
Altura de la primera capa del firme	h1	m	0,05	
Altura de la segunda capa del firme	h2	m	0,2	
Módulo de compresión de la primera capa	E_{f1}	N/mm^2	18000,0	
Módulo de compresión de la segunda capa	E_{f2}	N/mm^2	15000,0	

Determinación de las acciones sobre el tubo. Corto plazo.			
	Nome.	**Unidades**	**Tubo 1**
Presión vertical debida al suelo			
Presión vertical debida al suelo	q_v	kN/m^2	1,87
Presión vertical debida a las sobrecargas concentradas	P_{vc}		23,86
Presión vertical debida a las cargas distribuidas	P_{vr}		0,00
Presión vertical total sobre el tubo	q_{vt}		25,73
Presión lateral debida a la tierra			
Reacción máxima lateral del suelo a la altura del centro del tubo	q_{ht}	kN/m^2	1,70
Deformación relativa (La deformación no puede ser superior al 5%)			
Deformación relativa	δ_v	%	0,711
Momentos flectores circunferenciales			
Momento circunferencial total			
En la clave	M	kN·m/m	0,097311
En los riñones			-0,098778
En la base			0,104095
Fuerzas axiles			
Fuerza axil total			
En la clave	N	kN/m	0,0120
En los riñones			-3,1165
En la base			-0,0518
Esfuerzos tangenciales			

σ en clave	σ	N/mm^2	13,25
σ en riñones			-13,43
σ en base			14,16
Coeficientes de seguridad a rotura			
Verificación de esfuerzos tangenciales en la clave	ν	-	9,44
Verificación de esfuerzos tangenciales en riñones			9,31
Verificación de esfuerzos tangenciales en la base			8,83
Coeficientes de seguridad al aplastamiento			
η debido a la acción de la tierra y el agua	η_3	-	36,88

Determinación de las acciones sobre el tubo. Largo plazo.			
	Nome.	**Unidades**	**Tubo 1**
Presión vertical debida al suelo			
Presión vertical debida al suelo	q_v	kN/m^2	1,85
Presión vertical debida a las sobrecargas concentradas	P_{vc}		23,86
Presión vertical debida a las cargas distribuidas	P_{vr}		0,00
Presión vertical total sobre el tubo	q_{vt}		25,71
Presión lateral debida a la tierra			
Reacción máxima lateral del suelo a la altura del centro del tubo	q_{ht}	kN/m^2	1,77
Deformación relativa (La deformación no puede ser superior al 5%)			
Deformación relativa	δ_v	%	0,817
Momentos flectores circunferenciales			
Momento circunferencial total			
En la clave	M	kN·m/m	0,097027
En los riñones			-0,098464
En la base			0,103806
Fuerzas axiles			
Fuerza axil total			

En la clave	N	kN/m	0,0067
En los riñones			-3,1138
En la base			-0,0569
Esfuerzos tangenciales			
σ en clave	σ	N/mm^2	13,21
σ en riñones			-13,38
σ en base			14,12
Coeficientes de seguridad a rotura			
Verificación de esfuerzos tangenciales en la clave	ν	-	5,30
Verificación de esfuerzos tangenciales en riñones			5,23
Verificación de esfuerzos tangenciales en la base			4,96
Coeficientes de seguridad al aplastamiento			
η debido a la acción de la tierra y el agua	η_3	-	28,92

PROGRAMA DE CÁLCULO MECÁNICO

Molecor TOM ® v.1.0. 2015 Julio

Informe de resultados de cálculo mecánico

Información general sobre el informe abreviado	
Número de informe	2016_04_21_170
Fecha de última modificación	21 de Abril de 2016 a las 12:44
Nombre del proyecto	Algete
A la atención de D./Dña.	Iván Paniagua Díaz
Dirección	C/Luis Álvarez Lencero, 3, Planta 7, Of. 13
Ciudad / localidad / municipio	Badajoz
Provincia / región / estado	Badajoz
País	España
Promotora	
Ingeniería	TXT Ingeniería S.L
Constructora	
Dirección de obra	

PROGRAMA DE CÁLCULO MECÁNICO

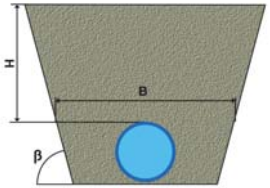
Este programa de cálculo mecánico para tuberías plásticas enterradas de PVC Orientado (PVC-O) TOM®, está basado en las normas de referencia:

ATV-DVWK-A 127E:2000 "Cálculo estático de Drenajes y Saneamientos"

UNE 53331:1997 "Tubos y uniones de poli(cloruro de vinilo) orientado (PVC-O) para conducción de agua a presión. Especificaciones"

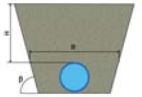
Resultados del cálculo	
Coeficiente de seguridad	>2,5

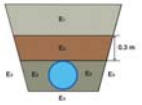
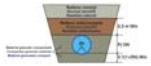
INSTALACIÓN VÁLIDA

Características del tubo y de la instalación		
Tipo de conducción	Agua a presión Especificaciones de tubería según: norma española UNE-ISO 16422 - norma internacional ISO 16422 - norma francesa NF T54-948 - norma sudafricana SANS 16422 - norma británica BS ISO 16422	
Aplicación	Reutilización	
Nombre de la instalación	Cálculo mecánico tubería simple	
Tipo de instalación	Instalación de un tubo TOM® en zanja	

Tubería				
	Nome.	**Unidades**	**Tubo 1**	
Código del producto			**TOM25016M**	
Material del tubo			PVC-O Clase 500 C 1.4	
Presión nominal	PN	bar	16	
Diámetro nominal	DN	mm	250	
Módulo de elasticidad largo plazo	$E_{t(lp)}$	N/mm^2	2500,0	
Módulo de elasticidad corto plazo	$E_{t(cp)}$	N/mm^2	4000,0	
Peso específico	γ_t	kN/m^3	14,0	
Esfuerzo tangencial de diseño largo plazo	$\sigma_{t(lp)}$	N/mm^2	70,0	
Esfuerzo tangencial de diseño corto plazo	$\sigma_{t(cp)}$	N/mm^2	125,0	

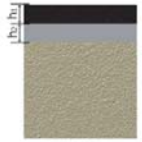
Presiones				
	Nome.	**Unidades**	**Tubo 1**	
Presión interna de trabajo	P_i	bar	0,0	
Presión externa debido al agua	P_e	bar	0,0	
Nivel freático	H_a	m	0,0	

Geometría de la zanja				
	Nome.	**Unidades**	**Tubo 1**	
Altura de zanja	H	m	0,75	
Anchura de la zanja	B	m	1,15	
Ángulo de inclinación de las paredes de la zanja	β	°	71,56	

Apoyo y material de relleno				
	Nome.	**Unidades**	**Tubo 1**	
Tipo de apoyo			A	
Ángulo de apoyo	2α	°	120	
Módulo de compresión de E_1	E_1	N/mm²	14,0	Apoyo Tipo A
Porcentaje proctor E_1		%	100,0	
Grupo de suelo E_1			G3	
Módulo de compresión de E_2	E_2	N/mm²	8,0	
Porcentaje proctor E_2		%	95,0	
Grupo de suelo E_2			G2	
Módulo de compresión de E_3	E_3	N/mm²	8,0	
Porcentaje proctor E_3		%	95,0	
Grupo de suelo E_3			G2	
Módulo de compresión de E_4	E_4	N/mm²	8,0	
Porcentaje proctor E_4		%	95,0	
Grupo de suelo E_4			G2	
Peso específico del relleno en zanja		kN/m³	20,0	
Peso específico del relleno en terraplén		kN/m³		

Tipo de relleno	
	Tubo 1
Tipo de relleno	Relleno de la zanja compactando por capas en toda la altura de la zanja

Sobrecargas debido al trafico				
	Nome.	**Unidades**	**Tubo 1**	
Símbolo del vehículo	HT 60	t	60,0	
Número de ejes			3	
Distancia entre ruedas a	a	m	2,0	
Distancia entre ejes b	b	m	1,5	
Sobrecargas concentradas	P_c	kN	100,0	
Sobrecargas distribuidas	P_d	kN		
Coeficiente C_d	C_d			

Pavimento				
	Nome.	**Unidades**	**Tubo 1**	
Altura de la primera capa del firme	h1	m	0,05	
Altura de la segunda capa del firme	h2	m	0,2	
Módulo de compresión de la primera capa	E_{f1}	N/mm²	18000,0	
Módulo de compresión de la segunda capa	E_{f2}	N/mm²	15000,0	

Determinación de las acciones sobre el tubo. Corto plazo.			
	Nome.	**Unidades**	**Tubo 1**
Presión vertical debida al suelo			
Presión vertical debida al suelo	q_v	kN/m²	11,57
Presión vertical debida a las sobrecargas concentradas	P_{vc}		18,90
Presión vertical debida a las cargas distribuidas	P_{vr}		0,00
Presión vertical total sobre el tubo	q_{vt}		30,47
Presión lateral debida a la tierra			
Reacción máxima lateral del suelo a la altura del centro del tubo	q_{ht}	kN/m²	10,11
Deformación relativa (La deformación no puede ser superior al 5%)			
Deformación relativa	δ_v	%	0,777
Momentos flectores circunferenciales			
Momento circunferencial total			
En la clave	M	kN·m/m	0,084262
En los riñones			-0,082650
En la base			0,092029
Fuerzas axiles			
Fuerza axil total			
En la clave	N	kN/m	-0,8536
En los riñones			-3,6935
En la base			-0,9485
Esfuerzos tangenciales			

σ en clave	σ	N/mm^2	11,34
σ en riñones			-11,40
σ en base			12,38
Coeficientes de seguridad a rotura			
Verificación de esfuerzos tangenciales en la clave	ν	-	11,02
Verificación de esfuerzos tangenciales en riñones			10,97
Verificación de esfuerzos tangenciales en la base			10,09
Coeficientes de seguridad al aplastamiento			
η debido a la acción de la tierra y el agua	η_3	-	31,54

Determinación de las acciones sobre el tubo. Largo plazo.			
	Nome.	**Unidades**	**Tubo 1**
Presión vertical debida al suelo			
Presión vertical debida al suelo	q_v	kN/m^2	11,21
Presión vertical debida a las sobrecargas concentradas	P_{vc}		18,90
Presión vertical debida a las cargas distribuidas	P_{vr}		0,00
Presión vertical total sobre el tubo	q_{vt}		30,11
Presión lateral debida a la tierra			
Reacción máxima lateral del suelo a la altura del centro del tubo	q_{ht}	kN/m^2	10,24
Deformación relativa (La deformación no puede ser superior al 5%)			
Deformación relativa	δ_v	%	0,881
Momentos flectores circunferenciales			
Momento circunferencial total			
En la clave	M	kN·m/m	0,082423
En los riñones			-0,080738
En la base			0,090115
Fuerzas axiles			
Fuerza axil total			

En la clave	N	kN/m	-0,8668
En los riñones			-3,6493
En la base			-0,9593
Esfuerzos tangenciales			
σ en clave	σ	N/mm^2	11,09
σ en riñones			-11,14
σ en base			12,12
Coeficientes de seguridad a rotura			
Verificación de esfuerzos tangenciales en la clave	ν	-	6,31
Verificación de esfuerzos tangenciales en riñones			6,28
Verificación de esfuerzos tangenciales en la base			5,77
Coeficientes de seguridad al aplastamiento			
η debido a la acción de la tierra y el agua	η_3	-	25,02

PROGRAMA DE CÁLCULO MECÁNICO

Molecor TOM ® v.1.0. 2015 Julio

Informe de resultados de cálculo mecánico

Información general sobre el informe abreviado	
Número de informe	2016_04_21_170
Fecha de última modificación	21 de Abril de 2016 a las 12:44
Nombre del proyecto	Algete
A la atención de D./Dña.	Iván Paniagua Díaz
Dirección	C/Luis Álvarez Lencero, 3, Planta 7, Of. 13
Ciudad / localidad / municipio	Badajoz
Provincia / región / estado	Badajoz
País	España
Promotora	
Ingeniería	TXT Ingeniería S.L
Constructora	
Dirección de obra	

PROGRAMA DE CÁLCULO MECÁNICO

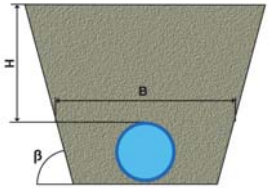
Este programa de cálculo mecánico para tuberías plásticas enterradas de PVC Orientado (PVC-O) TOM®, está basado en las normas de referencia:

ATV-DVWK-A 127E:2000 "Cálculo estático de Drenajes y Saneamientos"

UNE 53331:1997 "Tubos y uniones de poli(cloruro de vinilo) orientado (PVC-O) para conducción de agua a presión. Especificaciones"

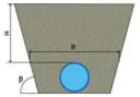
Resultados del cálculo	
Coeficiente de seguridad	>2,5

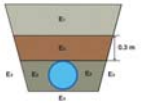
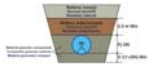
INSTALACIÓN VÁLIDA

Características del tubo y de la instalación		
Tipo de conducción	Agua a presión Especificaciones de tubería según: norma española UNE-ISO 16422 - norma internacional ISO 16422 - norma francesa NF T54-948 - norma sudafricana SANS 16422 - norma británica BS ISO 16422	
Aplicación	Reutilización	
Nombre de la instalación	Cálculo mecánico tubería simple	
Tipo de instalación	Instalación de un tubo TOM® en zanja	

Tubería				
	Nome.	**Unidades**	**Tubo 1**	
Código del producto			**TOM25016M**	
Material del tubo			PVC-O Clase 500 C 1.4	
Presión nominal	PN	bar	16	
Diámetro nominal	DN	mm	250	
Módulo de elasticidad largo plazo	$E_{t(lp)}$	N/mm^2	2500,0	
Módulo de elasticidad corto plazo	$E_{t(cp)}$	N/mm^2	4000,0	
Peso específico	γ_t	kN/m^3	14,0	
Esfuerzo tangencial de diseño largo plazo	$\sigma_{t(lp)}$	N/mm^2	70,0	
Esfuerzo tangencial de diseño corto plazo	$\sigma_{t(cp)}$	N/mm^2	125,0	

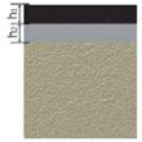
Presiones				
	Nome.	**Unidades**	**Tubo 1**	
Presión interna de trabajo	P_i	bar	0,0	
Presión externa debido al agua	P_e	bar	0,0	
Nivel freático	H_a	m	0,0	

Geometría de la zanja				
	Nome.	**Unidades**	**Tubo 1**	
Altura de zanja	H	m	1,75	
Anchura de la zanja	B	m	2,15	
Ángulo de inclinación de las paredes de la zanja	β	°	71,56	

Apoyo y material de relleno				
	Nome.	**Unidades**	**Tubo 1**	
Tipo de apoyo			A	
Ángulo de apoyo	2α	°	120	
Módulo de compresión de E_1	E_1	N/mm²	14,0	Apoyo Tipo A
Porcentaje proctor E_1		%	100,0	
Grupo de suelo E_1			G3	
Módulo de compresión de E_2	E_2	N/mm²	8,0	
Porcentaje proctor E_2		%	95,0	
Grupo de suelo E_2			G2	
Módulo de compresión de E_3	E_3	N/mm²	8,0	
Porcentaje proctor E_3		%	95,0	
Grupo de suelo E_3			G2	
Módulo de compresión de E_4	E_4	N/mm²	8,0	
Porcentaje proctor E_4		%	95,0	
Grupo de suelo E_4			G2	
Peso específico del relleno en zanja		kN/m³	20,0	
Peso específico del relleno en terraplén		kN/m³		

Tipo de relleno	
	Tubo 1
Tipo de relleno	Relleno de la zanja compactando por capas en toda la altura de la zanja

Sobrecargas debido al trafico				
	Nome.	**Unidades**	**Tubo 1**	
Símbolo del vehículo	HT 60	t	60,0	
Número de ejes			3	
Distancia entre ruedas a	a	m	2,0	
Distancia entre ejes b	b	m	1,5	
Sobrecargas concentradas	P_c	kN	100,0	
Sobrecargas distribuidas	P_d	kN		
Coeficiente C_d	C_d			

Pavimento				
	Nome.	**Unidades**	**Tubo 1**	
Altura de la primera capa del firme	h1	m	0,05	
Altura de la segunda capa del firme	h2	m	0,2	
Módulo de compresión de la primera capa	E_{f1}	N/mm²	18000,0	
Módulo de compresión de la segunda capa	E_{f2}	N/mm²	15000,0	

Determinación de las acciones sobre el tubo. Corto plazo.			
	Nome.	**Unidades**	**Tubo 1**
Presión vertical debida al suelo			
Presión vertical debida al suelo	q_v	kN/m²	25,51
Presión vertical debida a las sobrecargas concentradas	P_{vc}		13,52
Presión vertical debida a las cargas distribuidas	P_{vr}		0,00
Presión vertical total sobre el tubo	q_{vt}		39,03
Presión lateral debida a la tierra			
Reacción máxima lateral del suelo a la altura del centro del tubo	q_{ht}	kN/m²	22,01
Deformación relativa (La deformación no puede ser superior al 5%)			
Deformación relativa	δ_v	%	0,916
Momentos flectores circunferenciales			
Momento circunferencial total			
En la clave	M	kN·m/m	0,072098
En los riñones			-0,066234
En la base			0,081637
Fuerzas axiles			
Fuerza axil total			
En la clave	N	kN/m	-2,0988
En los riñones			-4,7340
En la base			-2,2499
Esfuerzos tangenciales			

σ en clave	σ	N/mm^2	9,50
σ en riñones			-9,40
σ en base			10,78
Coeficientes de seguridad a rotura			
Verificación de esfuerzos tangenciales en la clave	ν	-	13,16
Verificación de esfuerzos tangenciales en riñones			13,30
Verificación de esfuerzos tangenciales en la base			11,60
Coeficientes de seguridad al aplastamiento			
η debido a la acción de la tierra y el agua	η_3	-	25,02

Determinación de las acciones sobre el tubo. Largo plazo.			
	Nome.	**Unidades**	**Tubo 1**
Presión vertical debida al suelo			
Presión vertical debida al suelo	q_v	kN/m^2	24,58
Presión vertical debida a las sobrecargas concentradas	P_{vc}		13,52
Presión vertical debida a las cargas distribuidas	P_{vr}		0,00
Presión vertical total sobre el tubo	q_{vt}		38,10
Presión lateral debida a la tierra			
Reacción máxima lateral del suelo a la altura del centro del tubo	q_{ht}	kN/m^2	22,11
Deformación relativa (La deformación no puede ser superior al 5%)			
Deformación relativa	δ_v	%	1,022
Momentos flectores circunferenciales			
Momento circunferencial total			
En la clave	M	kN·m/m	0,068004
En los riñones			-0,062046
En la base			0,077350
Fuerzas axiles			
Fuerza axil total			

En la clave	N	kN/m	-2,1163
En los riñones			-4,6206
En la base			-2,2613
Esfuerzos tangenciales			
σ en clave	σ	N/mm^2	8,94
σ en riñones			-8,83
σ en base			10,19
Coeficientes de seguridad a rotura			
Verificación de esfuerzos tangenciales en la clave	ν	-	7,83
Verificación de esfuerzos tangenciales en riñones			7,93
Verificación de esfuerzos tangenciales en la base			6,87
Coeficientes de seguridad al aplastamiento			
η debido a la acción de la tierra y el agua	η_3	-	20,11

PROGRAMA DE CÁLCULO MECÁNICO

Molecor TOM ® v.1.0. 2015 Julio

Informe de resultados de cálculo mecánico

Información general sobre el informe abreviado	
Número de informe	2016_04_21_170
Fecha de última modificación	21 de Abril de 2016 a las 12:44
Nombre del proyecto	Algete
A la atención de D./Dña.	Iván Paniagua Díaz
Dirección	C/Luis Álvarez Lencero, 3, Planta 7, Of. 13
Ciudad / localidad / municipio	Badajoz
Provincia / región / estado	Badajoz
País	España
Promotora	
Ingeniería	TXT Ingeniería S.L
Constructora	
Dirección de obra	

PROGRAMA DE CÁLCULO MECÁNICO

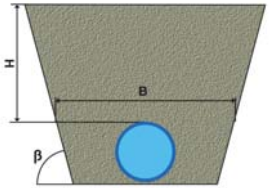
Este programa de cálculo mecánico para tuberías plásticas enterradas de PVC Orientado (PVC-O) TOM®, está basado en las normas de referencia:

ATV-DVWK-A 127E:2000 "Cálculo estático de Drenajes y Saneamientos"

UNE 53331:1997 "Tubos y uniones de poli(cloruro de vinilo) orientado (PVC-O) para conducción de agua a presión. Especificaciones"

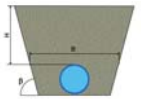
Resultados del cálculo	
Coeficiente de seguridad	>2,5

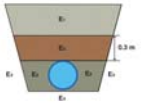
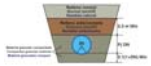
INSTALACIÓN VÁLIDA

Características del tubo y de la instalación		
Tipo de conducción	Agua a presión Especificaciones de tubería según: norma española UNE-ISO 16422 - norma internacional ISO 16422 - norma francesa NF T54-948 - norma sudafricana SANS 16422 - norma británica BS ISO 16422	
Aplicación	Reutilización	
Nombre de la instalación	Cálculo mecánico tubería simple	
Tipo de instalación	Instalación de un tubo TOM® en zanja	

Tubería				
	Nome.	**Unidades**	**Tubo 1**	
Código del producto			TOM25016M	
Material del tubo			PVC-O Clase 500 C 1.4	
Presión nominal	PN	bar	16	
Diámetro nominal	DN	mm	250	
Módulo de elasticidad largo plazo	$E_{t(lp)}$	N/mm^2	2500,0	
Módulo de elasticidad corto plazo	$E_{t(cp)}$	N/mm^2	4000,0	
Peso específico	γ_t	kN/m^3	14,0	
Esfuerzo tangencial de diseño largo plazo	$\sigma_{t(lp)}$	N/mm^2	70,0	
Esfuerzo tangencial de diseño corto plazo	$\sigma_{t(cp)}$	N/mm^2	125,0	

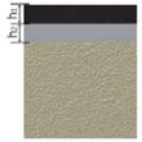
Presiones				
	Nome.	**Unidades**	**Tubo 1**	
Presión interna de trabajo	P_i	bar	0,0	
Presión externa debido al agua	P_e	bar	0,0	
Nivel freático	H_a	m	0,0	

Geometría de la zanja				
	Nome.	**Unidades**	**Tubo 1**	
Altura de zanja	H	m	2,75	
Anchura de la zanja	B	m	1,15	
Ángulo de inclinación de las paredes de la zanja	β	°	71,56	

Apoyo y material de relleno				
	Nome.	**Unidades**	**Tubo 1**	
Tipo de apoyo			A	
Ángulo de apoyo	2α	°	120	
Módulo de compresión de E_1	E_1	N/mm²	14,0	Apoyo Tipo A
Porcentaje proctor E_1		%	100,0	
Grupo de suelo E_1			G3	
Módulo de compresión de E_2	E_2	N/mm²	8,0	
Porcentaje proctor E_2		%	95,0	
Grupo de suelo E_2			G2	
Módulo de compresión de E_3	E_3	N/mm²	8,0	
Porcentaje proctor E_3		%	95,0	
Grupo de suelo E_3			G2	
Módulo de compresión de E_4	E_4	N/mm²	8,0	
Porcentaje proctor E_4		%	95,0	
Grupo de suelo E_4			G2	
Peso específico del relleno en zanja		kN/m³	20,0	
Peso específico del relleno en terraplén		kN/m³		

Tipo de relleno	
	Tubo 1
Tipo de relleno	Relleno de la zanja compactando por capas en toda la altura de la zanja

Sobrecargas debido al trafico				
	Nome.	**Unidades**	**Tubo 1**	
Símbolo del vehículo	HT 60	t	60,0	
Número de ejes			3	
Distancia entre ruedas a	a	m	2,0	
Distancia entre ejes b	b	m	1,5	
Sobrecargas concentradas	P_c	kN	100,0	
Sobrecargas distribuidas	P_d	kN		
Coeficiente C_d	C_d			

Pavimento				
	Nome.	**Unidades**	**Tubo 1**	
Altura de la primera capa del firme	h1	m	0,05	
Altura de la segunda capa del firme	h2	m	0,2	
Módulo de compresión de la primera capa	E_{f1}	N/mm²	18000,0	
Módulo de compresión de la segunda capa	E_{f2}	N/mm²	15000,0	

Determinación de las acciones sobre el tubo. Corto plazo.			
	Nome.	**Unidades**	**Tubo 1**
Presión vertical debida al suelo			
Presión vertical debida al suelo	q_v	kN/m²	31,33
Presión vertical debida a las sobrecargas concentradas	P_{vc}		9,93
Presión vertical debida a las cargas distribuidas	P_{vr}		0,00
Presión vertical total sobre el tubo	q_{vt}		41,26
Presión lateral debida a la tierra			
Reacción máxima lateral del suelo a la altura del centro del tubo	q_{ht}	kN/m²	26,92
Deformación relativa (La deformación no puede ser superior al 5%)			
Deformación relativa	δ_v	%	0,935
Momentos flectores circunferenciales			
Momento circunferencial total			
En la clave	M	kN·m/m	0,061820
En los riñones			-0,054129
En la base			0,071822
Fuerzas axiles			
Fuerza axil total			
En la clave	N	kN/m	-2,6252
En los riñones			-5,0056
En la base			-2,7910
Esfuerzos tangenciales			

σ en clave	σ	N/mm^2	8,02
σ en riñones			-7,85
σ en base			9,36
Coeficientes de seguridad a rotura			
Verificación de esfuerzos tangenciales en la clave	ν	-	15,58
Verificación de esfuerzos tangenciales en riñones			15,93
Verificación de esfuerzos tangenciales en la base			13,36
Coeficientes de seguridad al aplastamiento			
η debido a la acción de la tierra y el agua	η_3	-	23,73

Determinación de las acciones sobre el tubo. Largo plazo.			
	Nome.	**Unidades**	**Tubo 1**
Presión vertical debida al suelo			
Presión vertical debida al suelo	q_v	kN/m^2	30,13
Presión vertical debida a las sobrecargas concentradas	P_{vc}		9,93
Presión vertical debida a las cargas distribuidas	P_{vr}		0,00
Presión vertical total sobre el tubo	q_{vt}		40,06
Presión lateral debida a la tierra			
Reacción máxima lateral del suelo a la altura del centro del tubo	q_{ht}	kN/m^2	26,96
Deformación relativa (La deformación no puede ser superior al 5%)			
Deformación relativa	δ_v	%	1,035
Momentos flectores circunferenciales			
Momento circunferencial total			
En la clave	M	kN·m/m	0,056778
En los riñones			-0,048999
En la base			0,066532
Fuerzas axiles			
Fuerza axil total			

En la clave	N	kN/m	-2,6421
En los riñones			-4,8599
En la base			-2,7999
Esfuerzos tangenciales			
σ en clave	σ	N/mm^2	7,33
σ en riñones			-7,15
σ en base			8,64
Coeficientes de seguridad a rotura			
Verificación de esfuerzos tangenciales en la clave	ν	-	9,54
Verificación de esfuerzos tangenciales en riñones			9,78
Verificación de esfuerzos tangenciales en la base			8,10
Coeficientes de seguridad al aplastamiento			
η debido a la acción de la tierra y el agua	η_3	-	19,18

4.3 TUBERÍA DOBLE. RURAL.

PROGRAMA DE CÁLCULO MECÁNICO

Molecor TOM ® v.1.0. 2015 Julio

Informe de resultados de cálculo mecánico

Información general sobre el informe abreviado	
Número de informe	2016_04_21_168
Fecha de última modificación	21 de Abril de 2016 a las 11:54
Nombre del proyecto	Algete
A la atención de D./Dña.	Iván Paniagua Díaz
Dirección	C/Luis Álvarez Lencero, 3, Planta 7, Of. 13
Ciudad / localidad / municipio	Badajoz
Provincia / región / estado	Badajoz
País	España
Promotora	
Ingeniería	TXT Ingeniería S.L.
Constructora	
Dirección de obra	

PROGRAMA DE CÁLCULO MECÁNICO

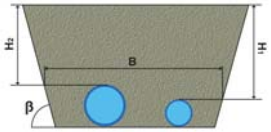
Este programa de cálculo mecánico para tuberías plásticas enterradas de PVC Orientado (PVC-O) TOM®, está basado en las normas de referencia:

ATV-DVWK-A 127E:2000 "Cálculo estático de Drenajes y Saneamientos"

UNE 53331:1997 "Tubos y uniones de poli(cloruro de vinilo) orientado (PVC-O) para conducción de agua a presión. Especificaciones"

Resultados del cálculo	
Coeficiente de seguridad	>2

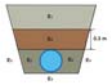
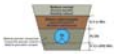
INSTALACIÓN VÁLIDA

Características del tubo y de la instalación		
Tipo de conducción	Agua a presión Especificaciones de tubería según: norma española UNE-ISO 16422 - norma internacional ISO 16422 - norma francesa NF T54-948 - norma sudafricana SANS 16422 - norma británica BS ISO 16422	
Aplicación	Reutilización	
Nombre de la instalación	Cálculo mecánico tubería doble	
Tipo de instalación	Instalación de dos tubos TOM® al mismo nivel	

Tubería					
	Nome.	**Unidades**	**Tubo 1**	**Tubo 2**	
Código del producto			TOM25016M	TOM25016M	
Material del tubo			PVC-O Clase 500 C 1.4	PVC-O Clase 500 C 1.4	
Presión nominal	PN	bar	16	16	
Diámetro nominal	DN	mm	250	250	
Módulo de elasticidad largo plazo	$E_{t(lp)}$	N/mm^2	2500,0	2500,0	
Módulo de elasticidad corto plazo	$E_{t(cp)}$	N/mm^2	4000,0	4000,0	
Peso específico	γ_t	kN/m^3	14,0	14,0	
Esfuerzo tangencial de diseño largo plazo	$\sigma_{t(lp)}$	N/mm^2	70,0	70,0	
Esfuerzo tangencial de diseño corto plazo	$\sigma_{t(cp)}$	N/mm^2	125,0	125,0	

Presiones					
	Nome.	**Unidades**	**Tubo 1**	**Tubo 2**	
Presión interna de trabajo	P_i	bar	0,0	0,0	
Presión externa debido al agua	P_e	bar	0,0	0,0	
Nivel freático	H_a	m	0,0	0,0	

Geometría de la zanja					
	Nome.	**Unidades**	**Tubo 1**	**Tubo 2**	
Altura de zanja	H	m	0,7	0,7	
Anchura de la zanja	B	m	1,66	1,66	
Ángulo de inclinación de las paredes de la zanja	β	°	45,0	45,0	

Apoyo y material de relleno					
	Nome.	Unidades	Tubo 1	Tubo 2	
Tipo de apoyo			A	A	 Apoyo Tipo A
Ángulo de apoyo	2α	°	120	120	
Módulo de compresión de E_1	E_1	N/mm²	14,0	14,0	
Porcentaje proctor E_1		%	100,0	100,0	
Grupo de suelo E_1			G3	G3	
Módulo de compresión de E_2	E_2	N/mm²	8,0	8,0	
Porcentaje proctor E_2		%	95,0	95,0	
Grupo de suelo E_2			G2	G2	
Módulo de compresión de E_3	E_3	N/mm²	8,0	8,0	
Porcentaje proctor E_3		%	95,0	95,0	
Grupo de suelo E_3			G2	G2	
Módulo de compresión de E_4	E_4	N/mm²	8,0	8,0	
Porcentaje proctor E_4		%	95,0	95,0	
Grupo de suelo E_4			G2	G2	
Peso específico del relleno en zanja		kN/m³	20,0	20,0	
Peso específico del relleno en terraplén		kN/m³			

Tipo de relleno		
	Tubo 1	Tubo 2
Tipo de relleno	Relleno de la zanja compactando por capas en toda la altura de la zanja	Relleno de la zanja compactando por capas en toda la altura de la zanja

Sobrecargas debido al trafico					
	Nome.	Unidades	Tubo 1	Tubo 2	
Símbolo del vehículo	LT 12	t	12,0	12,0	
Número de ejes			2	2	
Distancia entre ruedas a	a	m	2,0	2,0	
Distancia entre ejes b	b	m	3,0	3,0	
Sobrecargas concentradas	P_c	kN	40,0	40,0	
Sobrecargas distribuidas	P_d	kN			
Coeficiente C_d	C_d				

Pavimento					
	Nome.	Unidades	Tubo 1	Tubo 2	
Altura de la primera capa del firme	h1	m			
Altura de la segunda capa del firme	h2	m			
Módulo de compresión de la primera capa	E_{f1}	N/mm²			
Módulo de compresión de la segunda capa	E_{f2}	N/mm²			

Determinación de las acciones sobre el tubo. Corto plazo.				
	Nome.	Unidades	Tubo 1	Tubo 2
Presión vertical debida al suelo				
Presión vertical debida al suelo	q_v	kN/m²	11,60	11,60
Presión vertical debida a las sobrecargas concentradas	P_{vc}		51,21	51,21
Presión vertical debida a las cargas distribuidas	P_{vr}		0,00	0,00
Presión vertical total sobre el tubo	q_{vt}		62,81	62,81
Presión lateral debida a la tierra				
Reacción máxima lateral del suelo a la altura del centro del tubo	q_{ht}	kN/m²	10,15	10,15
Deformación relativa (La deformación no puede ser superior al 5%)				
Deformación relativa	δ_v	%	1,684	1,684
Momentos flectores circunferenciales				
Momento circunferencial total				
En la clave	M	kN·m/m	0,209055	0,209055
En los riñones			-0,209341	-0,209341
En la base			0,223521	0,223521
Fuerzas axiles				
Fuerza axil total				
En la clave	N	kN/m	-0,7499	-0,7499
En los riñones			-7,6270	-7,6270
En la base			-1,0572	-1,0572
Esfuerzos tangenciales				

σ en clave	σ	N/mm^2	28,34	28,34
σ en riñones			-28,61	-28,61
σ en base			30,27	30,27
Coeficientes de seguridad a rotura				
Verificación de esfuerzos tangenciales en la clave	ν	-	4,41	4,41
Verificación de esfuerzos tangenciales en riñones			4,37	4,37
Verificación de esfuerzos tangenciales en la base			4,13	4,13
Coeficientes de seguridad al aplastamiento				
η debido a la acción de la tierra y el agua	η_3	-	15,88	15,88

Determinación de las acciones sobre el tubo. Largo plazo.				
	Nome.	**Unidades**	**Tubo 1**	**Tubo 2**
Presión vertical debida al suelo				
Presión vertical debida al suelo	q_v	kN/m^2	11,24	11,24
Presión vertical debida a las sobrecargas concentradas	P_{vc}		51,21	51,21
Presión vertical debida a las cargas distribuidas	P_{vr}		0,00	0,00
Presión vertical total sobre el tubo	q_{vt}		62,45	62,45
Presión lateral debida a la tierra				
Reacción máxima lateral del suelo a la altura del centro del tubo	q_{ht}	kN/m^2	10,29	10,29
Deformación relativa (La deformación no puede ser superior al 5%)				
Deformación relativa	δ_v	%	1,926	1,926
Momentos flectores circunferenciales				
Momento circunferencial total				
En la clave	M	kN·m/m	0,207213	0,207213
En los riñones			-0,207422	-0,207422
En la base			0,221605	0,221605
Fuerzas axiles				
Fuerza axil total				

En la clave	N	kN/m	-0,7637	-0,7637
En los riñones			-7,5835	-7,5835
En la base			-1,0687	-1,0687
Esfuerzos tangenciales				
σ en clave	σ	N/mm^2	28,09	28,09
σ en riñones			-28,35	-28,35
σ en base			30,00	30,00
Coeficientes de seguridad a rotura				
Verificación de esfuerzos tangenciales en la clave	ν	-	2,49	2,49
Verificación de esfuerzos tangenciales en riñones			2,47	2,47
Verificación de esfuerzos tangenciales en la base			2,33	2,33
Coeficientes de seguridad al aplastamiento				
η debido a la acción de la tierra y el agua	η_3	-	12,57	12,57

PROGRAMA DE CÁLCULO MECÁNICO

Molecor TOM ® v.1.0. 2015 Julio

Informe de resultados de cálculo mecánico

Información general sobre el informe abreviado	
Número de informe	2016_04_21_168
Fecha de última modificación	21 de Abril de 2016 a las 11:54
Nombre del proyecto	Algete
A la atención de D./Dña.	Iván Paniagua Díaz
Dirección	C/Luis Álvarez Lencero, 3, Planta 7, Of. 13
Ciudad / localidad / municipio	Badajoz
Provincia / región / estado	Badajoz
País	España
Promotora	
Ingeniería	TXT Ingeniería S.L.
Constructora	
Dirección de obra	

PROGRAMA DE CÁLCULO MECÁNICO

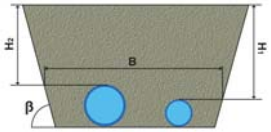
Este programa de cálculo mecánico para tuberías plásticas enterradas de PVC Orientado (PVC-O) TOM®, está basado en las normas de referencia:

ATV-DVWK-A 127E:2000 "Cálculo estático de Drenajes y Saneamientos"

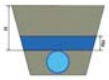
UNE 53331:1997 "Tubos y uniones de poli(cloruro de vinilo) orientado (PVC-O) para conducción de agua a presión. Especificaciones"

Resultados del cálculo	
Coeficiente de seguridad	>2

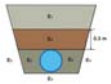
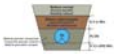
INSTALACIÓN VÁLIDA

Características del tubo y de la instalación		
Tipo de conducción	Agua a presión Especificaciones de tubería según: norma española UNE-ISO 16422 - norma internacional ISO 16422 - norma francesa NF T54-948 - norma sudafricana SANS 16422 - norma británica BS ISO 16422	
Aplicación	Reutilización	
Nombre de la instalación	Cálculo mecánico tubería doble	
Tipo de instalación	Instalación de dos tubos TOM® al mismo nivel	

Tubería					
	Nome.	**Unidades**	**Tubo 1**	**Tubo 2**	
Código del producto			TOM25016M	TOM25016M	
Material del tubo			PVC-O Clase 500 C 1.4	PVC-O Clase 500 C 1.4	
Presión nominal	PN	bar	16	16	
Diámetro nominal	DN	mm	250	250	
Módulo de elasticidad largo plazo	$E_{t(lp)}$	N/mm^2	2500,0	2500,0	
Módulo de elasticidad corto plazo	$E_{t(cp)}$	N/mm^2	4000,0	4000,0	
Peso específico	γ_t	kN/m^3	14,0	14,0	
Esfuerzo tangencial de diseño largo plazo	$\sigma_{t(lp)}$	N/mm^2	70,0	70,0	
Esfuerzo tangencial de diseño corto plazo	$\sigma_{t(cp)}$	N/mm^2	125,0	125,0	

Presiones					
	Nome.	**Unidades**	**Tubo 1**	**Tubo 2**	
Presión interna de trabajo	P_i	bar	0,0	0,0	
Presión externa debido al agua	P_e	bar	0,0	0,0	
Nivel freático	H_a	m	0,0	0,0	

Geometría de la zanja					
	Nome.	**Unidades**	**Tubo 1**	**Tubo 2**	
Altura de zanja	H	m	0,8	0,8	
Anchura de la zanja	B	m	1,66	1,66	
Ángulo de inclinación de las paredes de la zanja	β	°	45,0	45,0	

Apoyo y material de relleno					
	Nome.	Unidades	Tubo 1	Tubo 2	
Tipo de apoyo			A	A	 Apoyo Tipo A
Ángulo de apoyo	2α	°	120	120	
Módulo de compresión de E_1	E_1	N/mm²	14,0	14,0	
Porcentaje proctor E_1		%	100,0	100,0	
Grupo de suelo E_1			G3	G3	
Módulo de compresión de E_2	E_2	N/mm²	8,0	8,0	
Porcentaje proctor E_2		%	95,0	95,0	
Grupo de suelo E_2			G2	G2	
Módulo de compresión de E_3	E_3	N/mm²	8,0	8,0	
Porcentaje proctor E_3		%	95,0	95,0	
Grupo de suelo E_3			G2	G2	
Módulo de compresión de E_4	E_4	N/mm²	8,0	8,0	
Porcentaje proctor E_4		%	95,0	95,0	
Grupo de suelo E_4			G2	G2	
Peso específico del relleno en zanja		kN/m³	20,0	20,0	
Peso específico del relleno en terraplén		kN/m³			

Tipo de relleno		
	Tubo 1	Tubo 2
Tipo de relleno	Relleno de la zanja compactando por capas en toda la altura de la zanja	Relleno de la zanja compactando por capas en toda la altura de la zanja

Sobrecargas debido al trafico					
	Nome.	Unidades	Tubo 1	Tubo 2	
Símbolo del vehículo	HT 39	t	39,0	39,0	
Número de ejes			3	3	
Distancia entre ruedas a	a	m	2,0	2,0	
Distancia entre ejes b	b	m	1,5	1,5	
Sobrecargas concentradas	P_c	kN	65,0	65,0	
Sobrecargas distribuidas	P_d	kN			
Coeficiente C_d	C_d				

Pavimento					
	Nome.	Unidades	Tubo 1	Tubo 2	
Altura de la primera capa del firme	h1	m			
Altura de la segunda capa del firme	h2	m			
Módulo de compresión de la primera capa	E_{f1}	N/mm²			
Módulo de compresión de la segunda capa	E_{f2}	N/mm²			

Determinación de las acciones sobre el tubo. Corto plazo.				
	Nome.	Unidades	Tubo 1	Tubo 2
Presión vertical debida al suelo				
Presión vertical debida al suelo	q_v	kN/m²	13,10	13,10
Presión vertical debida a las sobrecargas concentradas	P_{vc}		59,15	59,15
Presión vertical debida a las cargas distribuidas	P_{vr}		0,00	0,00
Presión vertical total sobre el tubo	q_{vt}		72,25	72,25
Presión lateral debida a la tierra				
Reacción máxima lateral del suelo a la altura del centro del tubo	q_{ht}	kN/m²	11,43	11,43
Deformación relativa (La deformación no puede ser superior al 5%)				
Deformación relativa	δ_v	%	1,938	1,938
Momentos flectores circunferenciales				
Momento circunferencial total				
En la clave	M	kN·m/m	0,240647	0,240647
En los riñones			-0,240978	-0,240978
En la base			0,257068	0,257068
Fuerzas axiles				
Fuerza axil total				
En la clave	N	kN/m	-0,8555	-0,8555
En los riñones			-8,7749	-8,7749
En la base			-1,2248	-1,2248
Esfuerzos tangenciales				

σ **en clave**	σ	N/mm^2	32,63	32,63
σ **en riñones**			-32,93	-32,93
σ **en base**			34,81	34,81
Coeficientes de seguridad a rotura				
Verificación de esfuerzos tangenciales en la clave	ν	-	3,83	3,83
Verificación de esfuerzos tangenciales en riñones			3,80	3,80
Verificación de esfuerzos tangenciales en la base			3,59	3,59
Coeficientes de seguridad al aplastamiento				
η **debido a la acción de la tierra y el agua**	η_3	-	13,87	13,87

Determinación de las acciones sobre el tubo. Largo plazo.				
	Nome.	**Unidades**	**Tubo 1**	**Tubo 2**
Presión vertical debida al suelo				
Presión vertical debida al suelo	q_v	kN/m^2	12,68	12,68
Presión vertical debida a las sobrecargas concentradas	P_{vc}		59,15	59,15
Presión vertical debida a las cargas distribuidas	P_{vr}		0,00	0,00
Presión vertical total sobre el tubo	q_{vt}		71,83	71,83
Presión lateral debida a la tierra				
Reacción máxima lateral del suelo a la altura del centro del tubo	q_{ht}	kN/m^2	11,57	11,57
Deformación relativa (La deformación no puede ser superior al 5%)				
Deformación relativa	δ_v	%	2,216	2,216
Momentos flectores circunferenciales				
Momento circunferencial total				
En la clave	M	kN·m/m	0,238563	0,238563
En los riñones			-0,238815	-0,238815
En la base			0,254897	0,254897
Fuerzas axiles				
Fuerza axil total				

En la clave	N	kN/m	-0,8699	-0,8699
En los riñones			-8,7241	-8,7241
En la base			-1,2365	-1,2365
Esfuerzos tangenciales				
σ **en clave**	σ	N/mm^2	32,34	32,34
σ **en riñones**			-32,64	-32,64
σ **en base**			34,51	34,51
Coeficientes de seguridad a rotura				
Verificación de esfuerzos tangenciales en la clave	ν	-	2,16	2,16
Verificación de esfuerzos tangenciales en riñones			2,14	2,14
Verificación de esfuerzos tangenciales en la base			2,03	2,03
Coeficientes de seguridad al aplastamiento				
η **debido a la acción de la tierra y el agua**	η_3	-	10,99	10,99

PROGRAMA DE CÁLCULO MECÁNICO

Molecor TOM ® v.1.0. 2015 Julio

Informe de resultados de cálculo mecánico

Información general sobre el informe abreviado	
Número de informe	2016_04_21_168
Fecha de última modificación	21 de Abril de 2016 a las 11:54
Nombre del proyecto	Algete
A la atención de D./Dña.	Iván Paniagua Díaz
Dirección	C/Luis Álvarez Lencero, 3, Planta 7, Of. 13
Ciudad / localidad / municipio	Badajoz
Provincia / región / estado	Badajoz
País	España
Promotora	
Ingeniería	TXT Ingeniería S.L.
Constructora	
Dirección de obra	

PROGRAMA DE CÁLCULO MECÁNICO

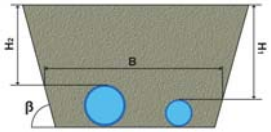
Este programa de cálculo mecánico para tuberías plásticas enterradas de PVC Orientado (PVC-O) TOM®, está basado en las normas de referencia:

ATV-DVWK-A 127E:2000 "Cálculo estático de Drenajes y Saneamientos"

UNE 53331:1997 "Tubos y uniones de poli(cloruro de vinilo) orientado (PVC-O) para conducción de agua a presión. Especificaciones"

Resultados del cálculo	
Coeficiente de seguridad	>2

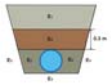
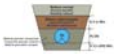
INSTALACIÓN VÁLIDA

Características del tubo y de la instalación		
Tipo de conducción	Agua a presión Especificaciones de tubería según: norma española UNE-ISO 16422 - norma internacional ISO 16422 - norma francesa NF T54-948 - norma sudafricana SANS 16422 - norma británica BS ISO 16422	
Aplicación	Reutilización	
Nombre de la instalación	Cálculo mecánico tubería doble	
Tipo de instalación	Instalación de dos tubos TOM® al mismo nivel	

Tubería					
	Nome.	**Unidades**	**Tubo 1**	**Tubo 2**	
Código del producto			TOM25016M	TOM25016M	
Material del tubo			PVC-O Clase 500 C 1.4	PVC-O Clase 500 C 1.4	
Presión nominal	PN	bar	16	16	
Diámetro nominal	DN	mm	250	250	
Módulo de elasticidad largo plazo	$E_{t(lp)}$	N/mm^2	2500,0	2500,0	
Módulo de elasticidad corto plazo	$E_{t(cp)}$	N/mm^2	4000,0	4000,0	
Peso específico	γ_t	kN/m^3	14,0	14,0	
Esfuerzo tangencial de diseño largo plazo	$\sigma_{t(lp)}$	N/mm^2	70,0	70,0	
Esfuerzo tangencial de diseño corto plazo	$\sigma_{t(cp)}$	N/mm^2	125,0	125,0	

Presiones					
	Nome.	**Unidades**	**Tubo 1**	**Tubo 2**	
Presión interna de trabajo	P_i	bar	0,0	0,0	
Presión externa debido al agua	P_e	bar	0,0	0,0	
Nivel freático	H_a	m	0,0	0,0	

Geometría de la zanja					
	Nome.	**Unidades**	**Tubo 1**	**Tubo 2**	
Altura de zanja	H	m	0,9	0,9	
Anchura de la zanja	B	m	1,66	1,66	
Ángulo de inclinación de las paredes de la zanja	β	°	45,0	45,0	

Apoyo y material de relleno					
	Nome.	Unidades	Tubo 1	Tubo 2	
Tipo de apoyo			A	A	 Apoyo Tipo A
Ángulo de apoyo	2α	°	120	120	
Módulo de compresión de E_1	E_1	N/mm²	14,0	14,0	
Porcentaje proctor E_1		%	100,0	100,0	
Grupo de suelo E_1			G3	G3	
Módulo de compresión de E_2	E_2	N/mm²	8,0	8,0	
Porcentaje proctor E_2		%	95,0	95,0	
Grupo de suelo E_2			G2	G2	
Módulo de compresión de E_3	E_3	N/mm²	8,0	8,0	
Porcentaje proctor E_3		%	95,0	95,0	
Grupo de suelo E_3			G2	G2	
Módulo de compresión de E_4	E_4	N/mm²	8,0	8,0	
Porcentaje proctor E_4		%	95,0	95,0	
Grupo de suelo E_4			G2	G2	
Peso específico del relleno en zanja		kN/m³	20,0	20,0	
Peso específico del relleno en terraplén		kN/m³			

Tipo de relleno		
	Tubo 1	Tubo 2
Tipo de relleno	Relleno de la zanja compactando por capas en toda la altura de la zanja	Relleno de la zanja compactando por capas en toda la altura de la zanja

Sobrecargas debido al trafico					
	Nome.	Unidades	Tubo 1	Tubo 2	
Símbolo del vehículo	HT 26	t	26,0	26,0	
Número de ejes			2	2	
Distancia entre ruedas a	a	m	2,0	2,0	
Distancia entre ejes b	b	m	3,0	3,0	
Sobrecargas concentradas	P_c	kN	65,0	65,0	
Sobrecargas distribuidas	P_d	kN			
Coeficiente C_d	C_d				

Pavimento					
	Nome.	Unidades	Tubo 1	Tubo 2	
Altura de la primera capa del firme	h1	m			
Altura de la segunda capa del firme	h2	m			
Módulo de compresión de la primera capa	E_{f1}	N/mm²			
Módulo de compresión de la segunda capa	E_{f2}	N/mm²			

Determinación de las acciones sobre el tubo. Corto plazo.				
	Nome.	Unidades	Tubo 1	Tubo 2
Presión vertical debida al suelo				
Presión vertical debida al suelo	q_v	kN/m²	14,57	14,57
Presión vertical debida a las sobrecargas concentradas	P_{vc}		54,18	54,18
Presión vertical debida a las cargas distribuidas	P_{vr}		0,00	0,00
Presión vertical total sobre el tubo	q_{vt}		68,76	68,76
Presión lateral debida a la tierra				
Reacción máxima lateral del suelo a la altura del centro del tubo	q_{ht}	kN/m²	12,69	12,69
Deformación relativa (La deformación no puede ser superior al 5%)				
Deformación relativa	δ_v	%	1,830	1,830
Momentos flectores circunferenciales				
Momento circunferencial total				
En la clave	M	kN·m/m	0,222398	0,222398
En los riñones			-0,222019	-0,222019
En la base			0,238097	0,238097
Fuerzas axiles				
Fuerza axil total				
En la clave	N	kN/m	-1,0016	-1,0016
En los riñones			-8,3507	-8,3507
En la base			-1,3480	-1,3480
Esfuerzos tangenciales				

σ **en clave**	σ	N/mm^2	30,12	30,12
σ **en riñones**			-30,38	-30,38
σ **en base**			32,21	32,21
Coeficientes de seguridad a rotura				
Verificación de esfuerzos tangenciales en la clave	ν	-	4,15	4,15
Verificación de esfuerzos tangenciales en riñones			4,12	4,12
Verificación de esfuerzos tangenciales en la base			3,88	3,88
Coeficientes de seguridad al aplastamiento				
η **debido a la acción de la tierra y el agua**	η_3	-	14,55	14,55

Determinación de las acciones sobre el tubo. Largo plazo.				
	Nome.	**Unidades**	**Tubo 1**	**Tubo 2**
Presión vertical debida al suelo				
Presión vertical debida al suelo	q_v	kN/m^2	14,10	14,10
Presión vertical debida a las sobrecargas concentradas	P_{vc}		54,18	54,18
Presión vertical debida a las cargas distribuidas	P_{vr}		0,00	0,00
Presión vertical total sobre el tubo	q_{vt}		68,28	68,28
Presión lateral debida a la tierra				
Reacción máxima lateral del suelo a la altura del centro del tubo	q_{ht}	kN/m^2	12,83	12,83
Deformación relativa (La deformación no puede ser superior al 5%)				
Deformación relativa	δ_v	%	2,089	2,089
Momentos flectores circunferenciales				
Momento circunferencial total				
En la clave	M	kN·m/m	0,220076	0,220076
En los riñones			-0,219614	-0,219614
En la base			0,235675	0,235675
Fuerzas axiles				
Fuerza axil total				

En la clave	N	kN/m	-1,0165	-1,0165
En los riñones			-8,2927	-8,2927
En la base			-1,3598	-1,3598
Esfuerzos tangenciales				
σ **en clave**	σ	N/mm^2	29,80	29,80
σ **en riñones**			-30,05	-30,05
σ **en base**			31,88	31,88
Coeficientes de seguridad a rotura				
Verificación de esfuerzos tangenciales en la clave	ν	-	2,35	2,35
Verificación de esfuerzos tangenciales en riñones			2,33	2,33
Verificación de esfuerzos tangenciales en la base			2,20	2,20
Coeficientes de seguridad al aplastamiento				
η **debido a la acción de la tierra y el agua**	η_3	-	11,54	11,54

PROGRAMA DE CÁLCULO MECÁNICO

Molecor TOM ® v.1.0. 2015 Julio

Informe de resultados de cálculo mecánico

Información general sobre el informe abreviado	
Número de informe	2016_04_21_168
Fecha de última modificación	21 de Abril de 2016 a las 11:54
Nombre del proyecto	Algete
A la atención de D./Dña.	Iván Paniagua Díaz
Dirección	C/Luis Álvarez Lencero, 3, Planta 7, Of. 13
Ciudad / localidad / municipio	Badajoz
Provincia / región / estado	Badajoz
País	España
Promotora	
Ingeniería	TXT Ingeniería S.L.
Constructora	
Dirección de obra	

PROGRAMA DE CÁLCULO MECÁNICO

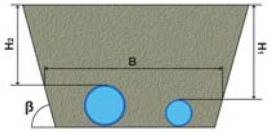
Este programa de cálculo mecánico para tuberías plásticas enterradas de PVC Orientado (PVC-O) TOM®, está basado en las normas de referencia:

ATV-DVWK-A 127E:2000 "Cálculo estático de Drenajes y Saneamientos"

UNE 53331:1997 "Tubos y uniones de poli(cloruro de vinilo) orientado (PVC-O) para conducción de agua a presión. Especificaciones"

Resultados del cálculo	
Coeficiente de seguridad	>2

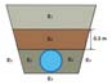
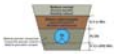
INSTALACIÓN VÁLIDA

Características del tubo y de la instalación		
Tipo de conducción	Agua a presión Especificaciones de tubería según: norma española UNE-ISO 16422 - norma internacional ISO 16422 - norma francesa NF T54-948 - norma sudafricana SANS 16422 - norma británica BS ISO 16422	
Aplicación	Reutilización	
Nombre de la instalación	Cálculo mecánico tubería doble	
Tipo de instalación	Instalación de dos tubos TOM® al mismo nivel	

Tubería					
	Nome.	**Unidades**	**Tubo 1**	**Tubo 2**	
Código del producto			TOM25016M	TOM25016M	
Material del tubo			PVC-O Clase 500 C 1.4	PVC-O Clase 500 C 1.4	
Presión nominal	PN	bar	16	16	
Diámetro nominal	DN	mm	250	250	
Módulo de elasticidad largo plazo	$E_{t(lp)}$	N/mm^2	2500,0	2500,0	
Módulo de elasticidad corto plazo	$E_{t(cp)}$	N/mm^2	4000,0	4000,0	
Peso específico	γ_t	kN/m^3	14,0	14,0	
Esfuerzo tangencial de diseño largo plazo	$\sigma_{t(lp)}$	N/mm^2	70,0	70,0	
Esfuerzo tangencial de diseño corto plazo	$\sigma_{t(cp)}$	N/mm^2	125,0	125,0	

Presiones					
	Nome.	**Unidades**	**Tubo 1**	**Tubo 2**	
Presión interna de trabajo	P_i	bar	0,0	0,0	
Presión externa debido al agua	P_e	bar	0,0	0,0	
Nivel freático	H_a	m	0,0	0,0	

Geometría de la zanja					
	Nome.	**Unidades**	**Tubo 1**	**Tubo 2**	
Altura de zanja	H	m	1,2	1,2	
Anchura de la zanja	B	m	1,66	1,66	
Ángulo de inclinación de las paredes de la zanja	β	°	45,0	45,0	

Apoyo y material de relleno					
	Nome.	Unidades	Tubo 1	Tubo 2	
Tipo de apoyo			A	A	 Apoyo Tipo A
Ángulo de apoyo	2α	°	120	120	
Módulo de compresión de E_1	E_1	N/mm²	14,0	14,0	
Porcentaje proctor E_1		%	100,0	100,0	
Grupo de suelo E_1			G3	G3	
Módulo de compresión de E_2	E_2	N/mm²	8,0	8,0	
Porcentaje proctor E_2		%	95,0	95,0	
Grupo de suelo E_2			G2	G2	
Módulo de compresión de E_3	E_3	N/mm²	8,0	8,0	
Porcentaje proctor E_3		%	95,0	95,0	
Grupo de suelo E_3			G2	G2	
Módulo de compresión de E_4	E_4	N/mm²	8,0	8,0	
Porcentaje proctor E_4		%	95,0	95,0	
Grupo de suelo E_4			G2	G2	
Peso específico del relleno en zanja		kN/m³	20,0	20,0	
Peso específico del relleno en terraplén		kN/m³			

Tipo de relleno		
	Tubo 1	Tubo 2
Tipo de relleno	Relleno de la zanja compactando por capas en toda la altura de la zanja	Relleno de la zanja compactando por capas en toda la altura de la zanja

Sobrecargas debido al trafico					
	Nome.	Unidades	Tubo 1	Tubo 2	
Símbolo del vehículo	HT 60	t	60,0	60,0	
Número de ejes			3	3	
Distancia entre ruedas a	a	m	2,0	2,0	
Distancia entre ejes b	b	m	1,5	1,5	
Sobrecargas concentradas	P_c	kN	100,0	100,0	
Sobrecargas distribuidas	P_d	kN			
Coeficiente C_d	C_d				

Pavimento					
	Nome.	Unidades	Tubo 1	Tubo 2	
Altura de la primera capa del firme	h1	m			
Altura de la segunda capa del firme	h2	m			
Módulo de compresión de la primera capa	E_{f1}	N/mm²			
Módulo de compresión de la segunda capa	E_{f2}	N/mm²			

Determinación de las acciones sobre el tubo. Corto plazo.				
	Nome.	Unidades	Tubo 1	Tubo 2
Presión vertical debida al suelo				
Presión vertical debida al suelo	q_v	kN/m²	18,88	18,88
Presión vertical debida a las sobrecargas concentradas	P_{vc}		56,04	56,04
Presión vertical debida a las cargas distribuidas	P_{vr}		0,00	0,00
Presión vertical total sobre el tubo	q_{vt}		74,92	74,92
Presión lateral debida a la tierra				
Reacción máxima lateral del suelo a la altura del centro del tubo	q_{ht}	kN/m²	16,37	16,37
Deformación relativa (La deformación no puede ser superior al 5%)				
Deformación relativa	δ_v	%	1,972	1,972
Momentos flectores circunferenciales				
Momento circunferencial total				
En la clave	M	kN·m/m	0,232236	0,232236
En los riñones			-0,230754	-0,230754
En la base			0,249211	0,249211
Fuerzas axiles				
Fuerza axil total				
En la clave	N	kN/m	-1,3742	-1,3742
En los riñones			-9,0997	-9,0997
En la base			-1,7610	-1,7610
Esfuerzos tangenciales				

σ **en clave**	σ	N/mm^2	31,41	31,41
σ **en riñones**			-31,63	-31,63
σ **en base**			33,66	33,66
Coeficientes de seguridad a rotura				
Verificación de esfuerzos tangenciales en la clave	ν	-	3,98	3,98
Verificación de esfuerzos tangenciales en riñones			3,95	3,95
Verificación de esfuerzos tangenciales en la base			3,71	3,71
Coeficientes de seguridad al aplastamiento				
η **debido a la acción de la tierra y el agua**	η_3	-	13,39	13,39

Determinación de las acciones sobre el tubo. Largo plazo.				
	Nome.	**Unidades**	**Tubo 1**	**Tubo 2**
Presión vertical debida al suelo				
Presión vertical debida al suelo	q_v	kN/m^2	18,22	18,22
Presión vertical debida a las sobrecargas concentradas	P_{vc}		56,04	56,04
Presión vertical debida a las cargas distribuidas	P_{vr}		0,00	0,00
Presión vertical total sobre el tubo	q_{vt}		74,26	74,26
Presión lateral debida a la tierra				
Reacción máxima lateral del suelo a la altura del centro del tubo	q_{ht}	kN/m^2	16,49	16,49
Deformación relativa (La deformación no puede ser superior al 5%)				
Deformación relativa	δ_v	%	2,246	2,246
Momentos flectores circunferenciales				
Momento circunferencial total				
En la clave	M	kN·m/m	0,229218	0,229218
En los riñones			-0,227646	-0,227646
En la base			0,246057	0,246057
Fuerzas axiles				
Fuerza axil total				

En la clave	N	kN/m	-1,3904	-1,3904
En los riñones			-9,0203	-9,0203
En la base			-1,7730	-1,7730
Esfuerzos tangenciales				
σ **en clave**	σ	N/mm^2	30,99	30,99
σ **en riñones**			-31,21	-31,21
σ **en base**			33,23	33,23
Coeficientes de seguridad a rotura				
Verificación de esfuerzos tangenciales en la clave	ν	-	2,26	2,26
Verificación de esfuerzos tangenciales en riñones			2,24	2,24
Verificación de esfuerzos tangenciales en la base			2,11	2,11
Coeficientes de seguridad al aplastamiento				
η **debido a la acción de la tierra y el agua**	η_3	-	10,64	10,64

PROGRAMA DE CÁLCULO MECÁNICO

Molecor TOM ® v.1.0. 2015 Julio

Informe de resultados de cálculo mecánico

Información general sobre el informe abreviado	
Número de informe	2016_04_21_168
Fecha de última modificación	21 de Abril de 2016 a las 11:54
Nombre del proyecto	Algete
A la atención de D./Dña.	Iván Paniagua Díaz
Dirección	C/Luis Álvarez Lencero, 3, Planta 7, Of. 13
Ciudad / localidad / municipio	Badajoz
Provincia / región / estado	Badajoz
País	España
Promotora	
Ingeniería	TXT Ingeniería S.L.
Constructora	
Dirección de obra	

PROGRAMA DE CÁLCULO MECÁNICO

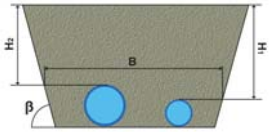
Este programa de cálculo mecánico para tuberías plásticas enterradas de PVC Orientado (PVC-O) TOM®, está basado en las normas de referencia:

ATV-DVWK-A 127E:2000 "Cálculo estático de Drenajes y Saneamientos"

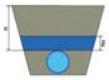
UNE 53331:1997 "Tubos y uniones de poli(cloruro de vinilo) orientado (PVC-O) para conducción de agua a presión. Especificaciones"

Resultados del cálculo	
Coeficiente de seguridad	>2,5

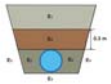
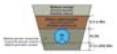
INSTALACIÓN VÁLIDA

Características del tubo y de la instalación		
Tipo de conducción	Agua a presión Especificaciones de tubería según: norma española UNE-ISO 16422 - norma internacional ISO 16422 - norma francesa NF T54-948 - norma sudafricana SANS 16422 - norma británica BS ISO 16422	
Aplicación	Reutilización	
Nombre de la instalación	Cálculo mecánico tubería doble	
Tipo de instalación	Instalación de dos tubos TOM® al mismo nivel	

Tubería					
	Nome.	**Unidades**	**Tubo 1**	**Tubo 2**	
Código del producto			TOM25016M	TOM25016M	
Material del tubo			PVC-O Clase 500 C 1.4	PVC-O Clase 500 C 1.4	
Presión nominal	PN	bar	16	16	
Diámetro nominal	DN	mm	250	250	
Módulo de elasticidad largo plazo	$E_{t(lp)}$	N/mm^2	2500,0	2500,0	
Módulo de elasticidad corto plazo	$E_{t(cp)}$	N/mm^2	4000,0	4000,0	
Peso específico	γ_t	kN/m^3	14,0	14,0	
Esfuerzo tangencial de diseño largo plazo	$\sigma_{t(lp)}$	N/mm^2	70,0	70,0	
Esfuerzo tangencial de diseño corto plazo	$\sigma_{t(cp)}$	N/mm^2	125,0	125,0	

Presiones					
	Nome.	**Unidades**	**Tubo 1**	**Tubo 2**	
Presión interna de trabajo	P_i	bar	0,0	0,0	
Presión externa debido al agua	P_e	bar	0,0	0,0	
Nivel freático	H_a	m	0,0	0,0	

Geometría de la zanja					
	Nome.	**Unidades**	**Tubo 1**	**Tubo 2**	
Altura de zanja	H	m	1,5	1,5	
Anchura de la zanja	B	m	1,66	1,66	
Ángulo de inclinación de las paredes de la zanja	β	°	45,0	45,0	

Apoyo y material de relleno					
	Nome.	Unidades	Tubo 1	Tubo 2	
Tipo de apoyo			A	A	 Apoyo Tipo A
Ángulo de apoyo	2α	°	120	120	
Módulo de compresión de E_1	E_1	N/mm²	14,0	14,0	
Porcentaje proctor E_1		%	100,0	100,0	
Grupo de suelo E_1			G3	G3	
Módulo de compresión de E_2	E_2	N/mm²	8,0	8,0	
Porcentaje proctor E_2		%	95,0	95,0	
Grupo de suelo E_2			G2	G2	
Módulo de compresión de E_3	E_3	N/mm²	8,0	8,0	
Porcentaje proctor E_3		%	95,0	95,0	
Grupo de suelo E_3			G2	G2	
Módulo de compresión de E_4	E_4	N/mm²	8,0	8,0	
Porcentaje proctor E_4		%	95,0	95,0	
Grupo de suelo E_4			G2	G2	
Peso específico del relleno en zanja		kN/m³	20,0	20,0	
Peso específico del relleno en terraplén		kN/m³			

Tipo de relleno		
	Tubo 1	Tubo 2
Tipo de relleno	Relleno de la zanja compactando por capas en toda la altura de la zanja	Relleno de la zanja compactando por capas en toda la altura de la zanja

Sobrecargas debido al trafico					
	Nome.	Unidades	Tubo 1	Tubo 2	
Símbolo del vehículo	HT 60	t	60,0	60,0	
Número de ejes			3	3	
Distancia entre ruedas a	a	m	2,0	2,0	
Distancia entre ejes b	b	m	1,5	1,5	
Sobrecargas concentradas	P_c	kN	100,0	100,0	
Sobrecargas distribuidas	P_d	kN			
Coeficiente C_d	C_d				

Pavimento					
	Nome.	Unidades	Tubo 1	Tubo 2	
Altura de la primera capa del firme	h1	m			
Altura de la segunda capa del firme	h2	m			
Módulo de compresión de la primera capa	E_{f1}	N/mm²			
Módulo de compresión de la segunda capa	E_{f2}	N/mm²			

Determinación de las acciones sobre el tubo. Corto plazo.				
	Nome.	Unidades	Tubo 1	Tubo 2
Presión vertical debida al suelo				
Presión vertical debida al suelo	q_v	kN/m²	23,01	23,01
Presión vertical debida a las sobrecargas concentradas	P_{vc}		45,05	45,05
Presión vertical debida a las cargas distribuidas	P_{vr}		0,00	0,00
Presión vertical total sobre el tubo	q_{vt}		68,07	68,07
Presión lateral debida a la tierra				
Reacción máxima lateral del suelo a la altura del centro del tubo	q_{ht}	kN/m²	19,89	19,89
Deformación relativa (La deformación no puede ser superior al 5%)				
Deformación relativa	δ_v	%	1,749	1,749
Momentos flectores circunferenciales				
Momento circunferencial total				
En la clave	M	kN·m/m	0,192361	0,192361
En los riñones			-0,189063	-0,189063
En la base			0,207916	0,207916
Fuerzas axiles				
Fuerza axil total				
En la clave	N	kN/m	-1,7747	-1,7747
En los riñones			-8,2664	-8,2664
En la base			-2,1166	-2,1166
Esfuerzos tangenciales				

σ **en clave**	σ	N/mm^2	25,92	25,92
σ **en riñones**			-26,04	-26,04
σ **en base**			27,98	27,98
Coeficientes de seguridad a rotura				
Verificación de esfuerzos tangenciales en la clave	ν	-	4,82	4,82
Verificación de esfuerzos tangenciales en riñones			4,80	4,80
Verificación de esfuerzos tangenciales en la base			4,47	4,47
Coeficientes de seguridad al aplastamiento				
η **debido a la acción de la tierra y el agua**	η_3	-	14,69	14,69

Determinación de las acciones sobre el tubo. Largo plazo.				
	Nome.	**Unidades**	**Tubo 1**	**Tubo 2**
Presión vertical debida al suelo				
Presión vertical debida al suelo	q_v	kN/m^2	22,19	22,19
Presión vertical debida a las sobrecargas concentradas	P_{vc}		45,05	45,05
Presión vertical debida a las cargas distribuidas	P_{vr}		0,00	0,00
Presión vertical total sobre el tubo	q_{vt}		67,24	67,24
Presión lateral debida a la tierra				
Reacción máxima lateral del suelo a la altura del centro del tubo	q_{ht}	kN/m^2	20,01	20,01
Deformación relativa (La deformación no puede ser superior al 5%)				
Deformación relativa	δ_v	%	1,985	1,985
Momentos flectores circunferenciales				
Momento circunferencial total				
En la clave	M	kN·m/m	0,188673	0,188673
En los riñones			-0,185281	-0,185281
En la base			0,204058	0,204058
Fuerzas axiles				
Fuerza axil total				

En la clave	N	kN/m	-1,7920	-1,7920
En los riñones			-8,1662	-8,1662
En la base			-2,1285	-2,1285
Esfuerzos tangenciales				
σ **en clave**	σ	N/mm^2	25,41	25,41
σ **en riñones**			-25,53	-25,53
σ **en base**			27,46	27,46
Coeficientes de seguridad a rotura				
Verificación de esfuerzos tangenciales en la clave	ν	-	2,75	2,75
Verificación de esfuerzos tangenciales en riñones			2,74	2,74
Verificación de esfuerzos tangenciales en la base			2,55	2,55
Coeficientes de seguridad al aplastamiento				
η **debido a la acción de la tierra y el agua**	η_3	-	11,71	11,71

PROGRAMA DE CÁLCULO MECÁNICO

Molecor TOM ® v.1.0. 2015 Julio

Informe de resultados de cálculo mecánico

Información general sobre el informe abreviado	
Número de informe	2016_04_21_168
Fecha de última modificación	21 de Abril de 2016 a las 11:54
Nombre del proyecto	Algete
A la atención de D./Dña.	Iván Paniagua Díaz
Dirección	C/Luis Álvarez Lencero, 3, Planta 7, Of. 13
Ciudad / localidad / municipio	Badajoz
Provincia / región / estado	Badajoz
País	España
Promotora	
Ingeniería	TXT Ingeniería S.L.
Constructora	
Dirección de obra	

PROGRAMA DE CÁLCULO MECÁNICO

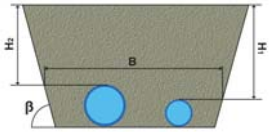
Este programa de cálculo mecánico para tuberías plásticas enterradas de PVC Orientado (PVC-O) TOM®, está basado en las normas de referencia:

ATV-DVWK-A 127E:2000 "Cálculo estático de Drenajes y Saneamientos"

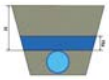
UNE 53331:1997 "Tubos y uniones de poli(cloruro de vinilo) orientado (PVC-O) para conducción de agua a presión. Especificaciones"

Resultados del cálculo	
Coeficiente de seguridad	>2,5

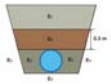
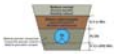
INSTALACIÓN VÁLIDA

Características del tubo y de la instalación		
Tipo de conducción	Agua a presión Especificaciones de tubería según: norma española UNE-ISO 16422 - norma internacional ISO 16422 - norma francesa NF T54-948 - norma sudafricana SANS 16422 - norma británica BS ISO 16422	
Aplicación	Reutilización	
Nombre de la instalación	Cálculo mecánico tubería doble	
Tipo de instalación	Instalación de dos tubos TOM® al mismo nivel	

Tubería					
	Nome.	**Unidades**	**Tubo 1**	**Tubo 2**	
Código del producto			TOM25016M	TOM25016M	
Material del tubo			PVC-O Clase 500 C 1.4	PVC-O Clase 500 C 1.4	
Presión nominal	PN	bar	16	16	
Diámetro nominal	DN	mm	250	250	
Módulo de elasticidad largo plazo	$E_{t(lp)}$	N/mm^2	2500,0	2500,0	
Módulo de elasticidad corto plazo	$E_{t(cp)}$	N/mm^2	4000,0	4000,0	
Peso específico	γ_t	kN/m^3	14,0	14,0	
Esfuerzo tangencial de diseño largo plazo	$\sigma_{t(lp)}$	N/mm^2	70,0	70,0	
Esfuerzo tangencial de diseño corto plazo	$\sigma_{t(cp)}$	N/mm^2	125,0	125,0	

Presiones					
	Nome.	**Unidades**	**Tubo 1**	**Tubo 2**	
Presión interna de trabajo	P_i	bar	0,0	0,0	
Presión externa debido al agua	P_e	bar	0,0	0,0	
Nivel freático	H_a	m	0,0	0,0	

Geometría de la zanja					
	Nome.	**Unidades**	**Tubo 1**	**Tubo 2**	
Altura de zanja	H	m	2,0	2,0	
Anchura de la zanja	B	m	1,66	1,66	
Ángulo de inclinación de las paredes de la zanja	β	°	45,0	45,0	

Apoyo y material de relleno					
	Nome.	Unidades	Tubo 1	Tubo 2	
Tipo de apoyo			A	A	 Apoyo Tipo A
Ángulo de apoyo	2α	°	120	120	
Módulo de compresión de E_1	E_1	N/mm^2	14,0	14,0	
Porcentaje proctor E_1		%	100,0	100,0	
Grupo de suelo E_1			G3	G3	
Módulo de compresión de E_2	E_2	N/mm^2	8,0	8,0	
Porcentaje proctor E_2		%	95,0	95,0	
Grupo de suelo E_2			G2	G2	
Módulo de compresión de E_3	E_3	N/mm^2	8,0	8,0	
Porcentaje proctor E_3		%	95,0	95,0	
Grupo de suelo E_3			G2	G2	
Módulo de compresión de E_4	E_4	N/mm^2	8,0	8,0	
Porcentaje proctor E_4		%	95,0	95,0	
Grupo de suelo E_4			G2	G2	
Peso específico del relleno en zanja		kN/m^3	20,0	20,0	
Peso específico del relleno en terraplén		kN/m^3			

Tipo de relleno		
	Tubo 1	Tubo 2
Tipo de relleno	Relleno de la zanja compactando por capas en toda la altura de la zanja	Relleno de la zanja compactando por capas en toda la altura de la zanja

Sobrecargas debido al trafico					
	Nome.	Unidades	Tubo 1	Tubo 2	
Símbolo del vehículo	HT 60	t	60,0	60,0	
Número de ejes			3	3	
Distancia entre ruedas a	a	m	2,0	2,0	
Distancia entre ejes b	b	m	1,5	1,5	
Sobrecargas concentradas	P_c	kN	100,0	100,0	
Sobrecargas distribuidas	P_d	kN			
Coeficiente C_d	C_d				

Pavimento					
	Nome.	Unidades	Tubo 1	Tubo 2	
Altura de la primera capa del firme	h1	m			
Altura de la segunda capa del firme	h2	m			
Módulo de compresión de la primera capa	E_{f1}	N/mm^2			
Módulo de compresión de la segunda capa	E_{f2}	N/mm^2			

Determinación de las acciones sobre el tubo. Corto plazo.				
	Nome.	Unidades	Tubo 1	Tubo 2
Presión vertical debida al suelo				
Presión vertical debida al suelo	q_v	kN/m^2	29,59	29,59
Presión vertical debida a las sobrecargas concentradas	P_{vc}		28,23	28,23
Presión vertical debida a las cargas distribuidas	P_{vr}		0,00	0,00
Presión vertical total sobre el tubo	q_{vt}		57,82	57,82
Presión lateral debida a la tierra				
Reacción máxima lateral del suelo a la altura del centro del tubo	q_{ht}	kN/m^2	25,50	25,50
Deformación relativa (La deformación no puede ser superior al 5%)				
Deformación relativa	δ_v	%	1,414	1,414
Momentos flectores circunferenciales				
Momento circunferencial total				
En la clave	M	kN·m/m	0,131439	0,131439
En los riñones			-0,125294	-0,125294
En la base			0,144871	0,144871
Fuerzas axiles				
Fuerza axil total				
En la clave	N	kN/m	-2,4100	-2,4100
En los riñones			-7,0199	-7,0199
En la base			-2,6846	-2,6846
Esfuerzos tangenciales				

σ en clave	σ	N/mm^2	17,53	17,53
σ en riñones			-17,49	-17,49
σ en base			19,32	19,32
Coeficientes de seguridad a rotura				
Verificación de esfuerzos tangenciales en la clave	ν	-	7,13	7,13
Verificación de esfuerzos tangenciales en riñones			7,15	7,15
Verificación de esfuerzos tangenciales en la base			6,47	6,47
Coeficientes de seguridad al aplastamiento				
η debido a la acción de la tierra y el agua	η_3	-	17,20	17,20

Determinación de las acciones sobre el tubo. Largo plazo.				
	Nome.	**Unidades**	**Tubo 1**	**Tubo 2**
Presión vertical debida al suelo				
Presión vertical debida al suelo	q_v	kN/m^2	28,50	28,50
Presión vertical debida a las sobrecargas concentradas	P_{vc}		28,23	28,23
Presión vertical debida a las cargas distribuidas	P_{vr}		0,00	0,00
Presión vertical total sobre el tubo	q_{vt}		56,72	56,72
Presión lateral debida a la tierra				
Reacción máxima lateral del suelo a la altura del centro del tubo	q_{ht}	kN/m^2	25,59	25,59
Deformación relativa (La deformación no puede ser superior al 5%)				
Deformación relativa	δ_v	%	1,589	1,589
Momentos flectores circunferenciales				
Momento circunferencial total				
En la clave	M	kN·m/m	0,126685	0,126685
En los riñones			-0,120440	-0,120440
En la base			0,139890	0,139890
Fuerzas axiles				
Fuerza axil total				

En la clave	N	kN/m	-2,4289	-2,4289
En los riñones			-6,8864	-6,8864
En la base			-2,6962	-2,6962
Esfuerzos tangenciales				
σ en clave	σ	N/mm^2	16,88	16,88
σ en riñones			-16,83	-16,83
σ en base			18,64	18,64
Coeficientes de seguridad a rotura				
Verificación de esfuerzos tangenciales en la clave	ν	-	4,15	4,15
Verificación de esfuerzos tangenciales en riñones			4,16	4,16
Verificación de esfuerzos tangenciales en la base			3,76	3,76
Coeficientes de seguridad al aplastamiento				
η debido a la acción de la tierra y el agua	η_3	-	13,79	13,79

PROGRAMA DE CÁLCULO MECÁNICO

Molecor TOM ® v.1.0. 2015 Julio

Informe de resultados de cálculo mecánico

Información general sobre el informe abreviado	
Número de informe	2016_04_21_168
Fecha de última modificación	21 de Abril de 2016 a las 11:54
Nombre del proyecto	Algete
A la atención de D./Dña.	Iván Paniagua Díaz
Dirección	C/Luis Álvarez Lencero, 3, Planta 7, Of. 13
Ciudad / localidad / municipio	Badajoz
Provincia / región / estado	Badajoz
País	España
Promotora	
Ingeniería	TXT Ingeniería S.L.
Constructora	
Dirección de obra	

PROGRAMA DE CÁLCULO MECÁNICO

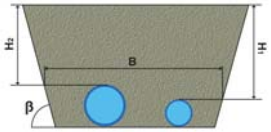
Este programa de cálculo mecánico para tuberías plásticas enterradas de PVC Orientado (PVC-O) TOM®, está basado en las normas de referencia:

ATV-DVWK-A 127E:2000 "Cálculo estático de Drenajes y Saneamientos"

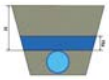
UNE 53331:1997 "Tubos y uniones de poli(cloruro de vinilo) orientado (PVC-O) para conducción de agua a presión. Especificaciones"

Resultados del cálculo	
Coeficiente de seguridad	>2,5

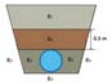
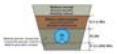
INSTALACIÓN VÁLIDA

Características del tubo y de la instalación		
Tipo de conducción	Agua a presión Especificaciones de tubería según: norma española UNE-ISO 16422 - norma internacional ISO 16422 - norma francesa NF T54-948 - norma sudafricana SANS 16422 - norma británica BS ISO 16422	
Aplicación	Reutilización	
Nombre de la instalación	Cálculo mecánico tubería doble	
Tipo de instalación	Instalación de dos tubos TOM® al mismo nivel	

Tubería					
	Nome.	**Unidades**	**Tubo 1**	**Tubo 2**	
Código del producto			TOM25016M	TOM25016M	
Material del tubo			PVC-O Clase 500 C 1.4	PVC-O Clase 500 C 1.4	
Presión nominal	PN	bar	16	16	
Diámetro nominal	DN	mm	250	250	
Módulo de elasticidad largo plazo	$E_{t(lp)}$	N/mm^2	2500,0	2500,0	
Módulo de elasticidad corto plazo	$E_{t(cp)}$	N/mm^2	4000,0	4000,0	
Peso específico	γ_t	kN/m^3	14,0	14,0	
Esfuerzo tangencial de diseño largo plazo	$\sigma_{t(lp)}$	N/mm^2	70,0	70,0	
Esfuerzo tangencial de diseño corto plazo	$\sigma_{t(cp)}$	N/mm^2	125,0	125,0	

Presiones					
	Nome.	**Unidades**	**Tubo 1**	**Tubo 2**	
Presión interna de trabajo	P_i	bar	0,0	0,0	
Presión externa debido al agua	P_e	bar	0,0	0,0	
Nivel freático	H_a	m	0,0	0,0	

Geometría de la zanja					
	Nome.	**Unidades**	**Tubo 1**	**Tubo 2**	
Altura de zanja	H	m	3,0	3,0	
Anchura de la zanja	B	m	1,66	1,66	
Ángulo de inclinación de las paredes de la zanja	β	°	45,0	45,0	

Apoyo y material de relleno					
	Nome.	Unidades	Tubo 1	Tubo 2	
Tipo de apoyo			A	A	 Apoyo Tipo A
Ángulo de apoyo	2α	°	120	120	
Módulo de compresión de E_1	E_1	N/mm²	14,0	14,0	
Porcentaje proctor E_1		%	100,0	100,0	
Grupo de suelo E_1			G3	G3	
Módulo de compresión de E_2	E_2	N/mm²	8,0	8,0	
Porcentaje proctor E_2		%	95,0	95,0	
Grupo de suelo E_2			G2	G2	
Módulo de compresión de E_3	E_3	N/mm²	8,0	8,0	
Porcentaje proctor E_3		%	95,0	95,0	
Grupo de suelo E_3			G2	G2	
Módulo de compresión de E_4	E_4	N/mm²	8,0	8,0	
Porcentaje proctor E_4		%	95,0	95,0	
Grupo de suelo E_4			G2	G2	
Peso específico del relleno en zanja		kN/m³	20,0	20,0	
Peso específico del relleno en terraplén		kN/m³			

Tipo de relleno		
	Tubo 1	Tubo 2
Tipo de relleno	Relleno de la zanja compactando por capas en toda la altura de la zanja	Relleno de la zanja compactando por capas en toda la altura de la zanja

Sobrecargas debido al trafico					
	Nome.	Unidades	Tubo 1	Tubo 2	
Símbolo del vehículo	HT 60	t	60,0	60,0	
Número de ejes			3	3	
Distancia entre ruedas a	a	m	2,0	2,0	
Distancia entre ejes b	b	m	1,5	1,5	
Sobrecargas concentradas	P_c	kN	100,0	100,0	
Sobrecargas distribuidas	P_d	kN			
Coeficiente C_d	C_d				

Pavimento					
	Nome.	Unidades	Tubo 1	Tubo 2	
Altura de la primera capa del firme	h1	m			
Altura de la segunda capa del firme	h2	m			
Módulo de compresión de la primera capa	E_{f1}	N/mm²			
Módulo de compresión de la segunda capa	E_{f2}	N/mm²			

Determinación de las acciones sobre el tubo. Corto plazo.				
	Nome.	Unidades	Tubo 1	Tubo 2
Presión vertical debida al suelo				
Presión vertical debida al suelo	q_v	kN/m²	41,79	41,79
Presión vertical debida a las sobrecargas concentradas	P_{vc}		24,31	24,31
Presión vertical debida a las cargas distribuidas	P_{vr}		0,00	0,00
Presión vertical total sobre el tubo	q_{vt}		66,10	66,10
Presión lateral debida a la tierra				
Reacción máxima lateral del suelo a la altura del centro del tubo	q_{ht}	kN/m²	35,88	35,88
Deformación relativa (La deformación no puede ser superior al 5%)				
Deformación relativa	δ_v	%	1,557	1,557
Momentos flectores circunferenciales				
Momento circunferencial total				
En la clave	M	kN·m/m	0,123859	0,123859
En los riñones			-0,114057	-0,114057
En la base			0,139007	0,139007
Fuerzas axiles				
Fuerza axil total				
En la clave	N	kN/m	-3,4982	-3,4982
En los riñones			-8,0274	-8,0274
En la base			-3,8271	-3,8271
Esfuerzos tangenciales				

σ **en clave**	σ	N/mm^2	16,34	16,34
σ **en riñones**			-16,16	-16,16
σ **en base**			18,35	18,35
Coeficientes de seguridad a rotura				
Verificación de esfuerzos tangenciales en la clave	ν	-	7,65	7,65
Verificación de esfuerzos tangenciales en riñones			7,73	7,73
Verificación de esfuerzos tangenciales en la base			6,81	6,81
Coeficientes de seguridad al aplastamiento				
η **debido a la acción de la tierra y el agua**	η_3	-	15,12	15,12

Determinación de las acciones sobre el tubo. Largo plazo.				
	Nome.	**Unidades**	**Tubo 1**	**Tubo 2**
Presión vertical debida al suelo				
Presión vertical debida al suelo	q_v	kN/m^2	40,18	40,18
Presión vertical debida a las sobrecargas concentradas	P_{vc}		24,31	24,31
Presión vertical debida a las cargas distribuidas	P_{vr}		0,00	0,00
Presión vertical total sobre el tubo	q_{vt}		64,49	64,49
Presión lateral debida a la tierra				
Reacción máxima lateral del suelo a la altura del centro del tubo	q_{ht}	kN/m^2	35,93	35,93
Deformación relativa (La deformación no puede ser superior al 5%)				
Deformación relativa	δ_v	%	1,736	1,736
Momentos flectores circunferenciales				
Momento circunferencial total				
En la clave	M	kN·m/m	0,117131	0,117131
En los riñones			-0,107216	-0,107216
En la base			0,131946	0,131946
Fuerzas axiles				
Fuerza axil total				

En la clave	N	kN/m	-3,5196	-3,5196
En los riñones			-7,8317	-7,8317
En la base			-3,8380	-3,8380
Esfuerzos tangenciales				
σ **en clave**	σ	N/mm^2	15,42	15,42
σ **en riñones**			-15,24	-15,24
σ **en base**			17,39	17,39
Coeficientes de seguridad a rotura				
Verificación de esfuerzos tangenciales en la clave	ν	-	4,54	4,54
Verificación de esfuerzos tangenciales en riñones			4,59	4,59
Verificación de esfuerzos tangenciales en la base			4,03	4,03
Coeficientes de seguridad al aplastamiento				
η **debido a la acción de la tierra y el agua**	η_3	-	12,19	12,19

4.4 TUBERÍA DOBLE. URBANO

PROGRAMA DE CÁLCULO MECÁNICO

Molecor TOM ® v.1.0. 2015 Julio

Informe de resultados de cálculo mecánico

Información general sobre el informe abreviado	
Número de informe	2016_04_21_168
Fecha de última modificación	21 de Abril de 2016 a las 11:54
Nombre del proyecto	Algete
A la atención de D./Dña.	Iván Paniagua Díaz
Dirección	C/Luis Álvarez Lencero, 3, Planta 7, Of. 13
Ciudad / localidad / municipio	Badajoz
Provincia / región / estado	Badajoz
País	España
Promotora	
Ingeniería	TXT Ingeniería S.L.
Constructora	
Dirección de obra	

PROGRAMA DE CÁLCULO MECÁNICO

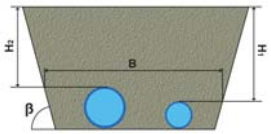
Este programa de cálculo mecánico para tuberías plásticas enterradas de PVC Orientado (PVC-O) TOM®, está basado en las normas de referencia:

ATV-DVWK-A 127E:2000 "Cálculo estático de Drenajes y Saneamientos"

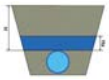
UNE 53331:1997 "Tubos y uniones de poli(cloruro de vinilo) orientado (PVC-O) para conducción de agua a presión. Especificaciones"

Resultados del cálculo	
Coeficiente de seguridad	>2,5

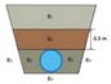
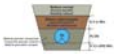
INSTALACIÓN VÁLIDA

Características del tubo y de la instalación		
Tipo de conducción	Agua a presión Especificaciones de tubería según: norma española UNE-ISO 16422 - norma internacional ISO 16422 - norma francesa NF T54-948 - norma sudafricana SANS 16422 - norma británica BS ISO 16422	
Aplicación	Reutilización	
Nombre de la instalación	Cálculo mecánico tubería doble	
Tipo de instalación	Instalación de dos tubos TOM® al mismo nivel	

Tubería					
	Nome.	**Unidades**	**Tubo 1**	**Tubo 2**	
Código del producto			TOM25016M	TOM25016M	
Material del tubo			PVC-O Clase 500 C 1.4	PVC-O Clase 500 C 1.4	
Presión nominal	PN	bar	16	16	
Diámetro nominal	DN	mm	250	250	
Módulo de elasticidad largo plazo	$E_{t(lp)}$	N/mm^2	2500,0	2500,0	
Módulo de elasticidad corto plazo	$E_{t(cp)}$	N/mm^2	4000,0	4000,0	
Peso específico	γ_t	kN/m^3	14,0	14,0	
Esfuerzo tangencial de diseño largo plazo	$\sigma_{t(lp)}$	N/mm^2	70,0	70,0	
Esfuerzo tangencial de diseño corto plazo	$\sigma_{t(cp)}$	N/mm^2	125,0	125,0	

Presiones					
	Nome.	**Unidades**	**Tubo 1**	**Tubo 2**	
Presión interna de trabajo	P_i	bar	0,0	0,0	
Presión externa debido al agua	P_e	bar	0,0	0,0	
Nivel freático	H_a	m	0,0	0,0	

Geometría de la zanja					
	Nome.	**Unidades**	**Tubo 1**	**Tubo 2**	
Altura de zanja	H	m	0,1	0,1	
Anchura de la zanja	B	m	1,66	1,66	
Ángulo de inclinación de las paredes de la zanja	β	°	71,56	71,56	

Apoyo y material de relleno					
	Nome.	Unidades	Tubo 1	Tubo 2	
Tipo de apoyo			A	A	 Apoyo Tipo A
Ángulo de apoyo	2α	°	120	120	
Módulo de compresión de E_1	E_1	N/mm²	14,0	14,0	
Porcentaje proctor E_1		%	100,0	100,0	
Grupo de suelo E_1			G3	G3	
Módulo de compresión de E_2	E_2	N/mm²	8,0	8,0	
Porcentaje proctor E_2		%	95,0	95,0	
Grupo de suelo E_2			G2	G2	
Módulo de compresión de E_3	E_3	N/mm²	8,0	8,0	
Porcentaje proctor E_3		%	95,0	95,0	
Grupo de suelo E_3			G2	G2	
Módulo de compresión de E_4	E_4	N/mm²	8,0	8,0	
Porcentaje proctor E_4		%	95,0	95,0	
Grupo de suelo E_4			G2	G2	
Peso específico del relleno en zanja		kN/m³	20,0	20,0	
Peso específico del relleno en terraplén		kN/m³			

Tipo de relleno		
	Tubo 1	Tubo 2
Tipo de relleno	Relleno de la zanja compactando por capas en toda la altura de la zanja	Relleno de la zanja compactando por capas en toda la altura de la zanja

Sobrecargas debido al trafico					
	Nome.	Unidades	Tubo 1	Tubo 2	
Símbolo del vehículo	HT 60	t	60,0	60,0	
Número de ejes			3	3	
Distancia entre ruedas a	a	m	2,0	2,0	
Distancia entre ejes b	b	m	1,5	1,5	
Sobrecargas concentradas	P_c	kN	100,0	100,0	
Sobrecargas distribuidas	P_d	kN			
Coeficiente C_d	C_d				

Pavimento					
	Nome.	Unidades	Tubo 1	Tubo 2	
Altura de la primera capa del firme	h1	m	0,05	0,05	
Altura de la segunda capa del firme	h2	m	0,2	0,2	
Módulo de compresión de la primera capa	E_{f1}	N/mm²	18000,0	18000,0	
Módulo de compresión de la segunda capa	E_{f2}	N/mm²	15000,0	15000,0	

Determinación de las acciones sobre el tubo. Corto plazo.				
	Nome.	Unidades	Tubo 1	Tubo 2
Presión vertical debida al suelo				
Presión vertical debida al suelo	q_v	kN/m²	1,88	1,88
Presión vertical debida a las sobrecargas concentradas	P_{vc}		23,86	23,86
Presión vertical debida a las cargas distribuidas	P_{vr}		0,00	0,00
Presión vertical total sobre el tubo	q_{vt}		25,74	25,74
Presión lateral debida a la tierra				
Reacción máxima lateral del suelo a la altura del centro del tubo	q_{ht}	kN/m²	1,71	1,71
Deformación relativa (La deformación no puede ser superior al 5%)				
Deformación relativa	δ_v	%	0,711	0,711
Momentos flectores circunferenciales				
Momento circunferencial total				
En la clave	M	kN·m/m	0,097317	0,097317
En los riñones			-0,098782	-0,098782
En la base			0,104103	0,104103
Fuerzas axiles				
Fuerza axil total				
En la clave	N	kN/m	0,0112	0,0112
En los riñones			-3,1176	-3,1176
En la base			-0,0527	-0,0527
Esfuerzos tangenciales				

σ **en clave**	σ	N/mm^2	13,25	13,25
σ **en riñones**			-13,43	-13,43
σ **en base**			14,16	14,16
Coeficientes de seguridad a rotura				
Verificación de esfuerzos tangenciales en la clave	ν	-	9,44	9,44
Verificación de esfuerzos tangenciales en riñones			9,31	9,31
Verificación de esfuerzos tangenciales en la base			8,83	8,83
Coeficientes de seguridad al aplastamiento				
η **debido a la acción de la tierra y el agua**	η_3	-	36,87	36,87

Determinación de las acciones sobre el tubo. Largo plazo.				
	Nome.	**Unidades**	**Tubo 1**	**Tubo 2**
Presión vertical debida al suelo				
Presión vertical debida al suelo	q_v	kN/m^2	1,86	1,86
Presión vertical debida a las sobrecargas concentradas	P_{vc}		23,86	23,86
Presión vertical debida a las cargas distribuidas	P_{vr}		0,00	0,00
Presión vertical total sobre el tubo	q_{vt}		25,72	25,72
Presión lateral debida a la tierra				
Reacción máxima lateral del suelo a la altura del centro del tubo	q_{ht}	kN/m^2	1,78	1,78
Deformación relativa (La deformación no puede ser superior al 5%)				
Deformación relativa	δ_v	%	0,817	0,817
Momentos flectores circunferenciales				
Momento circunferencial total				
En la clave	M	kN·m/m	0,097031	0,097031
En los riñones			-0,098465	-0,098465
En la base			0,103813	0,103813
Fuerzas axiles				
Fuerza axil total				

En la clave	N	kN/m	0,0058	0,0058
En los riñones			-3,1149	-3,1149
En la base			-0,0578	-0,0578
Esfuerzos tangenciales				
σ **en clave**	σ	N/mm^2	13,21	13,21
σ **en riñones**			-13,38	-13,38
σ **en base**			14,12	14,12
Coeficientes de seguridad a rotura				
Verificación de esfuerzos tangenciales en la clave	ν	-	5,30	5,30
Verificación de esfuerzos tangenciales en riñones			5,23	5,23
Verificación de esfuerzos tangenciales en la base			4,96	4,96
Coeficientes de seguridad al aplastamiento				
η **debido a la acción de la tierra y el agua**	η_3	-	28,91	28,91

PROGRAMA DE CÁLCULO MECÁNICO

Molecor TOM ® v.1.0. 2015 Julio

Informe de resultados de cálculo mecánico

Información general sobre el informe abreviado	
Número de informe	2016_04_21_168
Fecha de última modificación	21 de Abril de 2016 a las 11:54
Nombre del proyecto	Algete
A la atención de D./Dña.	Iván Paniagua Díaz
Dirección	C/Luis Álvarez Lencero, 3, Planta 7, Of. 13
Ciudad / localidad / municipio	Badajoz
Provincia / región / estado	Badajoz
País	España
Promotora	
Ingeniería	TXT Ingeniería S.L.
Constructora	
Dirección de obra	

PROGRAMA DE CÁLCULO MECÁNICO

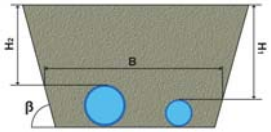
Este programa de cálculo mecánico para tuberías plásticas enterradas de PVC Orientado (PVC-O) TOM®, está basado en las normas de referencia:

ATV-DVWK-A 127E:2000 "Cálculo estático de Drenajes y Saneamientos"

UNE 53331:1997 "Tubos y uniones de poli(cloruro de vinilo) orientado (PVC-O) para conducción de agua a presión. Especificaciones"

Resultados del cálculo	
Coeficiente de seguridad	>2,5

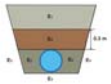
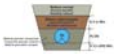
INSTALACIÓN VÁLIDA

Características del tubo y de la instalación		
Tipo de conducción	Agua a presión Especificaciones de tubería según: norma española UNE-ISO 16422 - norma internacional ISO 16422 - norma francesa NF T54-948 - norma sudafricana SANS 16422 - norma británica BS ISO 16422	
Aplicación	Reutilización	
Nombre de la instalación	Cálculo mecánico tubería doble	
Tipo de instalación	Instalación de dos tubos TOM® al mismo nivel	

Tubería					
	Nome.	**Unidades**	**Tubo 1**	**Tubo 2**	
Código del producto			TOM25016M	TOM25016M	
Material del tubo			PVC-O Clase 500 C 1.4	PVC-O Clase 500 C 1.4	
Presión nominal	PN	bar	16	16	
Diámetro nominal	DN	mm	250	250	
Módulo de elasticidad largo plazo	$E_{t(lp)}$	N/mm^2	2500,0	2500,0	
Módulo de elasticidad corto plazo	$E_{t(cp)}$	N/mm^2	4000,0	4000,0	
Peso específico	γ_t	kN/m^3	14,0	14,0	
Esfuerzo tangencial de diseño largo plazo	$\sigma_{t(lp)}$	N/mm^2	70,0	70,0	
Esfuerzo tangencial de diseño corto plazo	$\sigma_{t(cp)}$	N/mm^2	125,0	125,0	

Presiones					
	Nome.	**Unidades**	**Tubo 1**	**Tubo 2**	
Presión interna de trabajo	P_i	bar	0,0	0,0	
Presión externa debido al agua	P_e	bar	0,0	0,0	
Nivel freático	H_a	m	0,0	0,0	

Geometría de la zanja					
	Nome.	**Unidades**	**Tubo 1**	**Tubo 2**	
Altura de zanja	H	m	0,75	0,75	
Anchura de la zanja	B	m	1,66	1,66	
Ángulo de inclinación de las paredes de la zanja	β	°	71,56	71,56	

Apoyo y material de relleno					
	Nome.	Unidades	Tubo 1	Tubo 2	
Tipo de apoyo			A	A	 Apoyo Tipo A
Ángulo de apoyo	2α	°	120	120	
Módulo de compresión de E_1	E_1	N/mm^2	14,0	14,0	
Porcentaje proctor E_1		%	100,0	100,0	
Grupo de suelo E_1			G3	G3	
Módulo de compresión de E_2	E_2	N/mm^2	8,0	8,0	
Porcentaje proctor E_2		%	95,0	95,0	
Grupo de suelo E_2			G2	G2	
Módulo de compresión de E_3	E_3	N/mm^2	8,0	8,0	
Porcentaje proctor E_3		%	95,0	95,0	
Grupo de suelo E_3			G2	G2	
Módulo de compresión de E_4	E_4	N/mm^2	8,0	8,0	
Porcentaje proctor E_4		%	95,0	95,0	
Grupo de suelo E_4			G2	G2	
Peso específico del relleno en zanja		kN/m^3	20,0	20,0	
Peso específico del relleno en terraplén		kN/m^3			

Tipo de relleno		
	Tubo 1	Tubo 2
Tipo de relleno	Relleno de la zanja compactando por capas en toda la altura de la zanja	Relleno de la zanja compactando por capas en toda la altura de la zanja

Sobrecargas debido al trafico					
	Nome.	Unidades	Tubo 1	Tubo 2	
Símbolo del vehículo	HT 60	t	60,0	60,0	
Número de ejes			3	3	
Distancia entre ruedas a	a	m	2,0	2,0	
Distancia entre ejes b	b	m	1,5	1,5	
Sobrecargas concentradas	P_c	kN	100,0	100,0	
Sobrecargas distribuidas	P_d	kN			
Coeficiente C_d	C_d				

Pavimento					
	Nome.	Unidades	Tubo 1	Tubo 2	
Altura de la primera capa del firme	h1	m	0,05	0,05	
Altura de la segunda capa del firme	h2	m	0,2	0,2	
Módulo de compresión de la primera capa	E_{f1}	N/mm^2	18000,0	18000,0	
Módulo de compresión de la segunda capa	E_{f2}	N/mm^2	15000,0	15000,0	

Determinación de las acciones sobre el tubo. Corto plazo.				
	Nome.	Unidades	Tubo 1	Tubo 2
Presión vertical debida al suelo				
Presión vertical debida al suelo	q_v	kN/m^2	11,98	11,98
Presión vertical debida a las sobrecargas concentradas	P_{vc}		18,90	18,90
Presión vertical debida a las cargas distribuidas	P_{vr}		0,00	0,00
Presión vertical total sobre el tubo	q_{vt}		30,88	30,88
Presión lateral debida a la tierra				
Reacción máxima lateral del suelo a la altura del centro del tubo	q_{ht}	kN/m^2	10,46	10,46
Deformación relativa (La deformación no puede ser superior al 5%)				
Deformación relativa	δ_v	%	0,786	0,786
Momentos flectores circunferenciales				
Momento circunferencial total				
En la clave	M	kN·m/m	0,084519	0,084519
En los riñones			-0,082789	-0,082789
En la base			0,092370	0,092370
Fuerzas axiles				
Fuerza axil total				
En la clave	N	kN/m	-0,8892	-0,8892
En los riñones			-3,7431	-3,7431
En la base			-0,9868	-0,9868
Esfuerzos tangenciales				

σ en clave	σ	N/mm^2	11,37	11,37
σ en riñones			-11,42	-11,42
σ en base			12,43	12,43
Coeficientes de seguridad a rotura				
Verificación de esfuerzos tangenciales en la clave	ν	-	10,99	10,99
Verificación de esfuerzos tangenciales en riñones			10,94	10,94
Verificación de esfuerzos tangenciales en la base			10,06	10,06
Coeficientes de seguridad al aplastamiento				
η debido a la acción de la tierra y el agua	η_3	-	31,16	31,16

Determinación de las acciones sobre el tubo. Largo plazo.				
	Nome.	**Unidades**	**Tubo 1**	**Tubo 2**
Presión vertical debida al suelo				
Presión vertical debida al suelo	q_v	kN/m^2	11,60	11,60
Presión vertical debida a las sobrecargas concentradas	P_{vc}		18,90	18,90
Presión vertical debida a las cargas distribuidas	P_{vr}		0,00	0,00
Presión vertical total sobre el tubo	q_{vt}		30,51	30,51
Presión lateral debida a la tierra				
Reacción máxima lateral del suelo a la altura del centro del tubo	q_{ht}	kN/m^2	10,60	10,60
Deformación relativa (La deformación no puede ser superior al 5%)				
Deformación relativa	δ_v	%	0,891	0,891
Momentos flectores circunferenciales				
Momento circunferencial total				
En la clave	M	kN·m/m	0,082615	0,082615
En los riñones			-0,080809	-0,080809
En la base			0,090389	0,090389
Fuerzas axiles				
Fuerza axil total				

En la clave	N	kN/m	-0,9028	-0,9028
En los riñones			-3,6973	-3,6973
En la base			-0,9980	-0,9980
Esfuerzos tangenciales				
σ en clave	σ	N/mm^2	11,11	11,11
σ en riñones			-11,15	-11,15
σ en base			12,15	12,15
Coeficientes de seguridad a rotura				
Verificación de esfuerzos tangenciales en la clave	ν	-	6,30	6,30
Verificación de esfuerzos tangenciales en riñones			6,28	6,28
Verificación de esfuerzos tangenciales en la base			5,76	5,76
Coeficientes de seguridad al aplastamiento				
η debido a la acción de la tierra y el agua	η_3	-	24,72	24,72

PROGRAMA DE CÁLCULO MECÁNICO

Molecor TOM ® v.1.0. 2015 Julio

Informe de resultados de cálculo mecánico

Información general sobre el informe abreviado	
Número de informe	2016_04_21_168
Fecha de última modificación	21 de Abril de 2016 a las 11:54
Nombre del proyecto	Algete
A la atención de D./Dña.	Iván Paniagua Díaz
Dirección	C/Luis Álvarez Lencero, 3, Planta 7, Of. 13
Ciudad / localidad / municipio	Badajoz
Provincia / región / estado	Badajoz
País	España
Promotora	
Ingeniería	TXT Ingeniería S.L.
Constructora	
Dirección de obra	

PROGRAMA DE CÁLCULO MECÁNICO

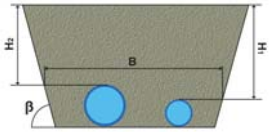
Este programa de cálculo mecánico para tuberías plásticas enterradas de PVC Orientado (PVC-O) TOM®, está basado en las normas de referencia:

ATV-DVWK-A 127E:2000 "Cálculo estático de Drenajes y Saneamientos"

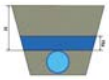
UNE 53331:1997 "Tubos y uniones de poli(cloruro de vinilo) orientado (PVC-O) para conducción de agua a presión. Especificaciones"

Resultados del cálculo	
Coeficiente de seguridad	>2,5

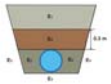
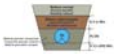
INSTALACIÓN VÁLIDA

Características del tubo y de la instalación		
Tipo de conducción	Agua a presión Especificaciones de tubería según: norma española UNE-ISO 16422 - norma internacional ISO 16422 - norma francesa NF T54-948 - norma sudafricana SANS 16422 - norma británica BS ISO 16422	
Aplicación	Reutilización	
Nombre de la instalación	Cálculo mecánico tubería doble	
Tipo de instalación	Instalación de dos tubos TOM® al mismo nivel	

Tubería					
	Nome.	**Unidades**	**Tubo 1**	**Tubo 2**	
Código del producto			TOM25016M	TOM25016M	
Material del tubo			PVC-O Clase 500 C 1.4	PVC-O Clase 500 C 1.4	
Presión nominal	PN	bar	16	16	
Diámetro nominal	DN	mm	250	250	
Módulo de elasticidad largo plazo	$E_{t(lp)}$	N/mm^2	2500,0	2500,0	
Módulo de elasticidad corto plazo	$E_{t(cp)}$	N/mm^2	4000,0	4000,0	
Peso específico	γ_t	kN/m^3	14,0	14,0	
Esfuerzo tangencial de diseño largo plazo	$\sigma_{t(lp)}$	N/mm^2	70,0	70,0	
Esfuerzo tangencial de diseño corto plazo	$\sigma_{t(cp)}$	N/mm^2	125,0	125,0	

Presiones					
	Nome.	**Unidades**	**Tubo 1**	**Tubo 2**	
Presión interna de trabajo	P_i	bar	0,0	0,0	
Presión externa debido al agua	P_e	bar	0,0	0,0	
Nivel freático	H_a	m	0,0	0,0	

Geometría de la zanja					
	Nome.	**Unidades**	**Tubo 1**	**Tubo 2**	
Altura de zanja	H	m	1,75	1,75	
Anchura de la zanja	B	m	1,66	1,66	
Ángulo de inclinación de las paredes de la zanja	β	°	71,56	71,56	

Apoyo y material de relleno					
	Nome.	Unidades	Tubo 1	Tubo 2	
Tipo de apoyo			A	A	 Apoyo Tipo A
Ángulo de apoyo	2α	°	120	120	
Módulo de compresión de E_1	E_1	N/mm²	14,0	14,0	
Porcentaje proctor E_1		%	100,0	100,0	
Grupo de suelo E_1			G3	G3	
Módulo de compresión de E_2	E_2	N/mm²	8,0	8,0	
Porcentaje proctor E_2		%	95,0	95,0	
Grupo de suelo E_2			G2	G2	
Módulo de compresión de E_3	E_3	N/mm²	8,0	8,0	
Porcentaje proctor E_3		%	95,0	95,0	
Grupo de suelo E_3			G2	G2	
Módulo de compresión de E_4	E_4	N/mm²	8,0	8,0	
Porcentaje proctor E_4		%	95,0	95,0	
Grupo de suelo E_4			G2	G2	
Peso específico del relleno en zanja		kN/m³	20,0	20,0	
Peso específico del relleno en terraplén		kN/m³			

Tipo de relleno		
	Tubo 1	Tubo 2
Tipo de relleno	Relleno de la zanja compactando por capas en toda la altura de la zanja	Relleno de la zanja compactando por capas en toda la altura de la zanja

Sobrecargas debido al trafico					
	Nome.	Unidades	Tubo 1	Tubo 2	
Símbolo del vehículo	HT 60	t	60,0	60,0	
Número de ejes			3	3	
Distancia entre ruedas a	a	m	2,0	2,0	
Distancia entre ejes b	b	m	1,5	1,5	
Sobrecargas concentradas	P_c	kN	100,0	100,0	
Sobrecargas distribuidas	P_d	kN			
Coeficiente C_d	C_d				

Pavimento					
	Nome.	Unidades	Tubo 1	Tubo 2	
Altura de la primera capa del firme	h1	m	0,05	0,05	
Altura de la segunda capa del firme	h2	m	0,2	0,2	
Módulo de compresión de la primera capa	E_{f1}	N/mm²	18000,0	18000,0	
Módulo de compresión de la segunda capa	E_{f2}	N/mm²	15000,0	15000,0	

Determinación de las acciones sobre el tubo. Corto plazo.				
	Nome.	Unidades	Tubo 1	Tubo 2
Presión vertical debida al suelo				
Presión vertical debida al suelo	q_v	kN/m²	24,52	24,52
Presión vertical debida a las sobrecargas concentradas	P_{vc}		13,52	13,52
Presión vertical debida a las cargas distribuidas	P_{vr}		0,00	0,00
Presión vertical total sobre el tubo	q_{vt}		38,04	38,04
Presión lateral debida a la tierra				
Reacción máxima lateral del suelo a la altura del centro del tubo	q_{ht}	kN/m²	21,16	21,16
Deformación relativa (La deformación no puede ser superior al 5%)				
Deformación relativa	δ_v	%	0,895	0,895
Momentos flectores circunferenciales				
Momento circunferencial total				
En la clave	M	kN·m/m	0,071481	0,071481
En los riñones			-0,065899	-0,065899
En la base			0,080816	0,080816
Fuerzas axiles				
Fuerza axil total				
En la clave	N	kN/m	-2,0122	-2,0122
En los riñones			-4,6140	-4,6140
En la base			-2,1568	-2,1568
Esfuerzos tangenciales				

σ **en clave**	σ	N/mm^2	9,43	9,43
σ **en riñones**			-9,34	-9,34
σ **en base**			10,68	10,68
Coeficientes de seguridad a rotura				
Verificación de esfuerzos tangenciales en la clave	ν	-	13,26	13,26
Verificación de esfuerzos tangenciales en riñones			13,39	13,39
Verificación de esfuerzos tangenciales en la base			11,71	11,71
Coeficientes de seguridad al aplastamiento				
η **debido a la acción de la tierra y el agua**	η_3	-	25,63	25,63

Determinación de las acciones sobre el tubo. Largo plazo.				
	Nome.	**Unidades**	**Tubo 1**	**Tubo 2**
Presión vertical debida al suelo				
Presión vertical debida al suelo	q_v	kN/m^2	23,63	23,63
Presión vertical debida a las sobrecargas concentradas	P_{vc}		13,52	13,52
Presión vertical debida a las cargas distribuidas	P_{vr}		0,00	0,00
Presión vertical total sobre el tubo	q_{vt}		37,15	37,15
Presión lateral debida a la tierra				
Reacción máxima lateral del suelo a la altura del centro del tubo	q_{ht}	kN/m^2	21,26	21,26
Deformación relativa (La deformación no puede ser superior al 5%)				
Deformación relativa	δ_v	%	0,999	0,999
Momentos flectores circunferenciales				
Momento circunferencial total				
En la clave	M	kN·m/m	0,067546	0,067546
En los riñones			-0,061873	-0,061873
En la base			0,076695	0,076695
Fuerzas axiles				
Fuerza axil total				

En la clave	N	kN/m	-2,0291	-2,0291
En los riñones			-4,5050	-4,5050
En la base			-2,1678	-2,1678
Esfuerzos tangenciales				
σ **en clave**	σ	N/mm^2	8,89	8,89
σ **en riñones**			-8,79	-8,79
σ **en base**			10,12	10,12
Coeficientes de seguridad a rotura				
Verificación de esfuerzos tangenciales en la clave	ν	-	7,87	7,87
Verificación de esfuerzos tangenciales en riñones			7,96	7,96
Verificación de esfuerzos tangenciales en la base			6,92	6,92
Coeficientes de seguridad al aplastamiento				
η **debido a la acción de la tierra y el agua**	η_3	-	20,59	20,59

PROGRAMA DE CÁLCULO MECÁNICO

Molecor TOM ® v.1.0. 2015 Julio

Informe de resultados de cálculo mecánico

Información general sobre el informe abreviado	
Número de informe	2016_04_21_168
Fecha de última modificación	21 de Abril de 2016 a las 11:54
Nombre del proyecto	Algete
A la atención de D./Dña.	Iván Paniagua Díaz
Dirección	C/Luis Álvarez Lencero, 3, Planta 7, Of. 13
Ciudad / localidad / municipio	Badajoz
Provincia / región / estado	Badajoz
País	España
Promotora	
Ingeniería	TXT Ingeniería S.L.
Constructora	
Dirección de obra	

PROGRAMA DE CÁLCULO MECÁNICO

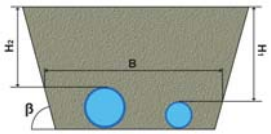
Este programa de cálculo mecánico para tuberías plásticas enterradas de PVC Orientado (PVC-O) TOM®, está basado en las normas de referencia:

ATV-DVWK-A 127E:2000 "Cálculo estático de Drenajes y Saneamientos"

UNE 53331:1997 "Tubos y uniones de poli(cloruro de vinilo) orientado (PVC-O) para conducción de agua a presión. Especificaciones"

Resultados del cálculo	
Coeficiente de seguridad	>2,5

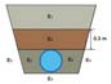
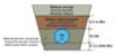
INSTALACIÓN VÁLIDA

Características del tubo y de la instalación		
Tipo de conducción	Agua a presión Especificaciones de tubería según: norma española UNE-ISO 16422 - norma internacional ISO 16422 - norma francesa NF T54-948 - norma sudafricana SANS 16422 - norma británica BS ISO 16422	
Aplicación	Reutilización	
Nombre de la instalación	Cálculo mecánico tubería doble	
Tipo de instalación	Instalación de dos tubos TOM® al mismo nivel	

Tubería					
	Nome.	**Unidades**	**Tubo 1**	**Tubo 2**	
Código del producto			TOM25016M	TOM25016M	
Material del tubo			PVC-O Clase 500 C 1.4	PVC-O Clase 500 C 1.4	
Presión nominal	PN	bar	16	16	
Diámetro nominal	DN	mm	250	250	
Módulo de elasticidad largo plazo	$E_{t(lp)}$	N/mm^2	2500,0	2500,0	
Módulo de elasticidad corto plazo	$E_{t(cp)}$	N/mm^2	4000,0	4000,0	
Peso específico	γ_t	kN/m^3	14,0	14,0	
Esfuerzo tangencial de diseño largo plazo	$\sigma_{t(lp)}$	N/mm^2	70,0	70,0	
Esfuerzo tangencial de diseño corto plazo	$\sigma_{t(cp)}$	N/mm^2	125,0	125,0	

Presiones					
	Nome.	**Unidades**	**Tubo 1**	**Tubo 2**	
Presión interna de trabajo	P_i	bar	0,0	0,0	
Presión externa debido al agua	P_e	bar	0,0	0,0	
Nivel freático	H_a	m	0,0	0,0	

Geometría de la zanja					
	Nome.	**Unidades**	**Tubo 1**	**Tubo 2**	
Altura de zanja	H	m	2,75	2,75	
Anchura de la zanja	B	m	1,66	1,66	
Ángulo de inclinación de las paredes de la zanja	β	°	71,56	71,56	

Apoyo y material de relleno					
	Nome.	Unidades	Tubo 1	Tubo 2	
Tipo de apoyo			A	A	 Apoyo Tipo A
Ángulo de apoyo	2α	°	120	120	
Módulo de compresión de E_1	E_1	N/mm²	14,0	14,0	
Porcentaje proctor E_1		%	100,0	100,0	
Grupo de suelo E_1			G3	G3	
Módulo de compresión de E_2	E_2	N/mm²	8,0	8,0	
Porcentaje proctor E_2		%	95,0	95,0	
Grupo de suelo E_2			G2	G2	
Módulo de compresión de E_3	E_3	N/mm²	8,0	8,0	
Porcentaje proctor E_3		%	95,0	95,0	
Grupo de suelo E_3			G2	G2	
Módulo de compresión de E_4	E_4	N/mm²	8,0	8,0	
Porcentaje proctor E_4		%	95,0	95,0	
Grupo de suelo E_4			G2	G2	
Peso específico del relleno en zanja		kN/m³	20,0	20,0	
Peso específico del relleno en terraplén		kN/m³			

Tipo de relleno		
	Tubo 1	Tubo 2
Tipo de relleno	Relleno de la zanja compactando por capas en toda la altura de la zanja	Relleno de la zanja compactando por capas en toda la altura de la zanja

Sobrecargas debido al trafico					
	Nome.	Unidades	Tubo 1	Tubo 2	
Símbolo del vehículo	HT 60	t	60,0	60,0	
Número de ejes			3	3	
Distancia entre ruedas a	a	m	2,0	2,0	
Distancia entre ejes b	b	m	1,5	1,5	
Sobrecargas concentradas	P_c	kN	100,0	100,0	
Sobrecargas distribuidas	P_d	kN			
Coeficiente C_d	C_d				

Pavimento					
	Nome.	Unidades	Tubo 1	Tubo 2	
Altura de la primera capa del firme	h1	m	0,05	0,05	
Altura de la segunda capa del firme	h2	m	0,2	0,2	
Módulo de compresión de la primera capa	E_{f1}	N/mm²	18000,0	18000,0	
Módulo de compresión de la segunda capa	E_{f2}	N/mm²	15000,0	15000,0	

Determinación de las acciones sobre el tubo. Corto plazo.				
	Nome.	Unidades	Tubo 1	Tubo 2
Presión vertical debida al suelo				
Presión vertical debida al suelo	q_v	kN/m²	34,75	34,75
Presión vertical debida a las sobrecargas concentradas	P_{vc}		9,93	9,93
Presión vertical debida a las cargas distribuidas	P_{vr}		0,00	0,00
Presión vertical total sobre el tubo	q_{vt}		44,68	44,68
Presión lateral debida a la tierra				
Reacción máxima lateral del suelo a la altura del centro del tubo	q_{ht}	kN/m²	29,85	29,85
Deformación relativa (La deformación no puede ser superior al 5%)				
Deformación relativa	δ_v	%	1,006	1,006
Momentos flectores circunferenciales				
Momento circunferencial total				
En la clave	M	kN·m/m	0,063949	0,063949
En los riñones			-0,055287	-0,055287
En la base			0,074658	0,074658
Fuerzas axiles				
Fuerza axil total				
En la clave	N	kN/m	-2,9256	-2,9256
En los riñones			-5,4214	-5,4214
En la base			-3,1138	-3,1138
Esfuerzos tangenciales				

σ **en clave**	σ	N/mm^2	8,27	8,27
σ **en riñones**			-8,06	-8,06
σ **en base**			9,70	9,70
Coeficientes de seguridad a rotura				
Verificación de esfuerzos tangenciales en la clave	ν	-	15,12	15,12
Verificación de esfuerzos tangenciales en riñones			15,50	15,50
Verificación de esfuerzos tangenciales en la base			12,89	12,89
Coeficientes de seguridad al aplastamiento				
η **debido a la acción de la tierra y el agua**	η_3	-	22,01	22,01

Determinación de las acciones sobre el tubo. Largo plazo.				
	Nome.	**Unidades**	**Tubo 1**	**Tubo 2**
Presión vertical debida al suelo				
Presión vertical debida al suelo	q_v	kN/m^2	33,42	33,42
Presión vertical debida a las sobrecargas concentradas	P_{vc}		9,93	9,93
Presión vertical debida a las cargas distribuidas	P_{vr}		0,00	0,00
Presión vertical total sobre el tubo	q_{vt}		43,35	43,35
Presión lateral debida a la tierra				
Reacción máxima lateral del suelo a la altura del centro del tubo	q_{ht}	kN/m^2	29,90	29,90
Deformación relativa (La deformación no puede ser superior al 5%)				
Deformación relativa	δ_v	%	1,112	1,112
Momentos flectores circunferenciales				
Momento circunferencial total				
En la clave	M	kN·m/m	0,058357	0,058357
En los riñones			-0,049596	-0,049596
En la base			0,068792	0,068792
Fuerzas axiles				
Fuerza axil total				

En la clave	N	kN/m	-2,9443	-2,9443
En los riñones			-5,2598	-5,2598
En la base			-3,1238	-3,1238
Esfuerzos tangenciales				
σ **en clave**	σ	N/mm^2	7,50	7,50
σ **en riñones**			-7,29	-7,29
σ **en base**			8,90	8,90
Coeficientes de seguridad a rotura				
Verificación de esfuerzos tangenciales en la clave	ν	-	9,33	9,33
Verificación de esfuerzos tangenciales en riñones			9,60	9,60
Verificación de esfuerzos tangenciales en la base			7,87	7,87
Coeficientes de seguridad al aplastamiento				
η **debido a la acción de la tierra y el agua**	η_3	-	17,81	17,81

4.5 CÁLCULO DE TUBERÍA DE HORMIGÓN

Cálculo Mecánico de Tuberías de Hormigón Armado

Memoria de Cálculos

Versión 2.02a

El procedimiento para realizar los cálculos, extraído del Anexo A de la norma UNE 127 010, es el siguiente:

Determinación de acciones actuantes sobre el tubo: carga producida por relleno, carga producida por el tráfico (carretera, ferroviario o aeroportuario), carga puntual, carga uniformemente distribuida en superficie, carga producida por compactadores.

Obtención del Factor de Apoyo mínimo recomendado, según las condiciones de instalación.

Determinación de la clase resistente exigible al tubo según las acciones actuantes y las condiciones de instalación.

Este procedimiento es aplicable en la instalación de tubos de diámetro en mm: 300, 400, 500, 600, 800, 1000, 1200, 1400, 1500, 1600, 1800, 2000, 2500, 3000.

Tipos de instalación:

Se consideran cuatro tipos posibles de instalación:
Zanja
Terraplén
Zanja terraplenada
Zanja inducida en terraplén

Relleno.

La Norma clasifica las tierras del relleno en uno de los siguientes cinco tipos:

Clase de relleno.		$\lambda\mu'$	γ_r (KN/m3)
1	Arcilla plástica	0,110	21,0
2	Arcilla ordinaria	0,130	19,2
3	Arena arcillosa	0,150	19,2
4	Arenas y gravas	0,165	17,6
5	Mat. gran. sin cohesión (zahorras)	0,192	19,0

donde:

γr = Peso específico del terreno, en kN/m3

$\lambda = tg2\ (45º - \omega/2)$ es el Coeficiente de Rankine

φ = Angulo de Rozamiento interno del relleno;

$\mu = tg\ \varphi$ es el Coeficiente de Rozamiento del relleno.

$\mu' = tg\ \varphi'$ es el Coeficiente de Rozamiento del relleno contra los paramentos de la zanja, en que φ' es el correspondiente Angulo de Rozamiento.

Se permite definir al usuario las características del terreno a partir de los valores de γr y φ.

Determinación de la carga producida por el relleno:

El efecto favorable del rozamiento negativo tanto en zanja como en zanja terraplenada, disminuye a medida que aumenta la anchura de la zanja, lo que obliga a calcular también el peso del relleno como si la tubería estuviera colocada en terraplén con η= 1 y considerar como real el menor de ambos, ya que la carga para el caso de tubería colocada en terraplén es la mayor que se puede producir para una altura de relleno determinada. Este doble cálculo resulta obligado para cualquier tipo de zanja incluso la terraplenada.

Las anteriores consideraciones contempladas en la Instrucción de Tubos de Hormigón Armado y Pretensado del Instituto Eduardo Torroja no se explicitan en el Apéndice de Cálculo de la Norma UNE 127.010, si bien el Programa de Cálculo lo tiene en cuenta y realiza automáticamente la comparación dando como resultado el valor inferior.

En todos los casos, se limita la altura hr de relleno por encima de la clave del tubo a 0,5 metros procediéndose, cuando es necesario, a avisar al usuario.

Instalación en zanja

Carga producida por el relleno:

$$qr = Cz \cdot \gamma r \cdot hr \cdot b \text{ en kN/m con hr y b en metros}$$

donde:

$$Cz = \frac{1 - e^{-2\lambda\mu'(hr/b)}}{2\lambda\mu'(hr/b)}$$

El valor de Cz depende de la razón hr/b del coeficiente $\lambda\mu$' característicos de cada instalación.

En aplicación de la norma UNE EN 1610, se recomienda que el resguardo lateral de la zanja sea, como mínimo, igual a los valores siguientes en función del diámetro nominal instalado:

DN	$\beta > 60^{O}$	$\beta \leq 60^{O}$
<=350	0.25	0.2
>350 a <=700	0.35	
>700 a <=1200	0.43	
>1200	0.5	

Siendo β el ángulo de la pared de la zanja medido desde la horizontal.

El usuario es avisado de esta recomendación cuando resulta oportuno y se le ofrece la posibilidad de corregirlo automáticamente.

Instalación en terraplén

Carga producida por el relleno:

$q_r = Ct \cdot \gamma_r \cdot hr \cdot De$ en kN/m con hr y De en metros.

El valor de Ct depende de la razón hr /De, del coeficiente $\lambda\mu$ y de la altura del plano de igual asentamiento h0 y se obtiene por:

Para hr <= h0

$$Cz = \frac{e^{2\lambda\mu\,(hr/De)} - 1}{2\lambda\mu(hr/De)}$$

Para hr > h0

$$Cz = \frac{e^{2\lambda\mu\,(ho/De)} - 1}{2\lambda\mu(hr/De)} + \frac{hr - ho}{hr} \cdot e^{2\lambda\mu\,(ho/De)}$$

El valor de hO, altura del plano de igual asentamiento, se obtiene ,en metros, resolviendo la ecuación:

$$e^{2\lambda\mu\frac{h_0}{De}} - 2\lambda\mu\,\frac{h_0}{De} = 2\lambda\mu\delta\eta + 1$$

donde:

- δ es la razón de asentamiento y depende de la naturaleza de la base sobre la que se instala el tubo. Se toma uno de los siguientes valores si el usuario no determina un valor específico:

Base rígida (roca o suelo muy compacto)	δ = 1
Base de suelo natural ordinario	δ = 0,5
Base muy asentable (terraplén no bien compactado)	δ = 0,3

- η es la razón de proyección en terraplén:

  $$\eta = \frac{h'r}{De}$$

  Se toma η= 1 cuando se calcula la carga máxima de la instalación en zanja o zanja terraplenada.

Instalación en zanja terraplenada

La carga producida por el relleno se obtiene de:

qr = Czt $\cdot \gamma_r \cdot$ hr $\cdot$ b en kN/m con hr y b en metros.

El valor de Czt se obtiene por :

Para hr <= h0

$$Czt = \frac{1 - e^{-2\lambda\mu'(hr/b)}}{2\lambda\mu'(hr/b)}$$

Para hr > h0

$$Cz = \frac{1 - e^{-2\lambda\mu'(ho/b)}}{2\lambda\mu'(hr/b)} + \frac{hr - ho}{hr} \cdot e^{-2\lambda\mu'(ho/b)}$$

El valor de h0, altura del plano de igual asentamiento, se obtiene, en metros, resolviendo la ecuación:

$$e^{-2\lambda\mu'\frac{h_0}{b}} + 2\lambda\mu'\frac{h_0}{b} = 2\lambda\mu'|\delta'\eta'| + 1$$

donde:

- δ' es la razón de asentamiento que se suele tomar en la practica un valor dependiente de la razón de proyección. Se obtiene por interpolación a partir de la tabla siguiente si el usuario no define directamente el valor:

η'	δ'
0.5	-0.1
1.0	-0.3
1.5	-0.5
2.0	-1.0

- η' es la razón de proyección en zanja terraplenada:

$$\eta' = \frac{h''r}{b}$$

Se recomendarán las mismas limitaciones del resguardo lateral que se recomiendan en la instalación en zanja.

Instalación en zanja inducida en terraplén.

Para la correcta ejecución de este tipo de instalación es obligatorio que hr >= De. Se producirá en los casos necesarios un aviso de esta limitación al usuario.

La carga producida por el relleno se obtiene de:

qr = Czit $\cdot \gamma_r \cdot$ hr $\cdot$ b2 en kN/m con hr y b2 en metros

El valor de Czit se obtiene por :

Para hr <= h0

$$Czt = \frac{1 - e^{-2\lambda\mu\,(hr / b_2)}}{2\lambda\mu(hr / b_2)}$$

Para hr > h0

$$Cz = \frac{1 - e^{-2\lambda\mu\,(ho / b_2)}}{2\lambda\mu(hr / b_2)} + \frac{hr - ho}{hr} \cdot e^{-2\lambda\mu\,(ho / b_2)}$$

El valor de h0, altura del plano de igual asentamiento, se obtiene, en metros, resolviendo la ecuación:

$$e^{-2\lambda\mu\frac{h_0}{b_2}} + 2\lambda\mu\frac{h_0}{b_2} = 2\lambda\mu\left|\delta'\eta'\right| + 1$$

donde:

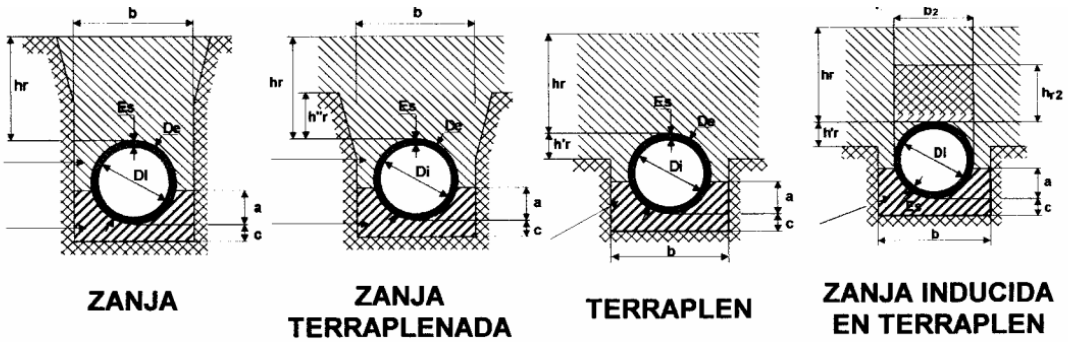
δ' es la razón de asentamiento que se suele tomar en la practica un valor dependiente de la
razón de proyección. Se obtiene por interpolación a partir de la tabla siguiente si el usuario no define directamente el valor:

η'	δ'
0.5	-0.5
1.0	-0.7
1.5	-1.0
2.0	-2.0

η' es la razón de proyección en zanja inducida en terraplén:

$$\eta' = \frac{hr_2}{b_2}$$

b2 será superior al diámetro exterior de la tubería sólo cuando el usuario lo indique al desear calcular una instalación en zanja inducida con colocación de tubería después del terraplenado. En este caso b2=b. Por defecto se considerará b2=De.



TIPOS DE INSTALACIÓN

Determinación de la carga producida por el tráfico automovilístico:

La norma considera tres tipos de vehículos, entre los que el usuario selecciona uno:

Eje simple de 70 kN (7t).
Eje simple de 130 kN (13t).
Carro de tres ejes de 600 kN (60t).

Los valores de las cargas en kN/m producidas sobre el tubo se obtienen de las siguientes fórmulas, siendo hr la profundidad en metros del plano de clave, De el diámetro exterior en metros de la conducción y Le = 0,20 + 1,4hr + 1,05 De la longitud eficaz de tubería sobre la que se aplica la carga, en metros.

- **Eje simple de 70 kN.** Se aplican las siguientes fórmulas según los valores de hr y De, con t = 1,4hr+0,30 y con s = 1,4(hr-1,21):

  En el caso de que hr>=1,21 m:

$$q_m = \frac{35}{t.L_e}\left(D_e + s\right) \qquad \text{si} \quad D_e \geq s$$

$$q_m = \frac{70}{t.L_e} D_e \qquad \text{si} \quad D_e < s$$

  En el caso de que hr<=1,21 m y De<= 2,0 m:

$$q_m = \frac{35}{L_e} C_i \qquad \text{si} \quad D_e \geq t$$

$$q_m = \frac{35}{t.L_e}\left(C_i . D_e\right) \qquad \text{si} \quad D_e < t$$

  En el caso de que hr<=1,21 m y De> 2,0 m, con v = De + 1,4hr – 1,70:

$$q_m = \frac{35}{t \cdot L_e} C_i \cdot v$$

- **Eje simple de 130 kN**. Se aplican las siguientes fórmulas según los valores de hr y De, con t = 1,4hr+0,60 y con s = 1,4(hr-1,00):

  En el caso de que hr>=1,0 m:

$$q_m = \frac{65}{t.L_e}\left(D_e + s\right) \qquad \text{si } D_e \geq s$$

$$q_m = \frac{130}{t.L_e}\left(D_e\right) \qquad \text{si } D_e < s$$

En el caso de que hr<=1,0 m y De <= 2,0 m:

$$q_m = \frac{65}{L_e} C_i \qquad \text{si } D_e \geq t$$

$$q_m = \frac{65}{t.L_e}\left(C_i \cdot D_e\right) \qquad \text{si } D_e < t$$

En el caso de que hr<=1,0 m y De >2,0 m:

$$q_m = \frac{65}{t.L_e}\left(D_e + s\right) \cdot C_i$$

- **Triple eje de 600 kN.** Se añade a la qm calculada una sobrecarga de uso de (4,0 De) kN/m. Se aplican las siguientes fórmulas según los valores de hr y De, con t = 1,4hr+0,60 y con s = 1,4(hr-1,00):

  En el caso de que hr>=1,0 m:

$$q_m = \frac{300}{t \cdot \left(L_e + 3{,}0\right)}\left(D_e + s\right) \qquad \text{si } D_e \geq s$$

$$q_m = \frac{600}{t \cdot \left(L_e + 3{,}0\right)}\left(D_e\right) \qquad \text{si } D_e < s$$

  En el caso de que hr<=1,0 m y De <= 2,0 m:

$$q_m = \frac{300}{\left(L_e + 3{,}0\right)} \qquad \text{si } D_e \geq t$$

$$q_m = \frac{100}{t \cdot L_e} \cdot D_e \quad \text{o} \quad q_m = \frac{300}{\left(L_e + 3{,}0\right) \cdot t} \cdot D_e$$

si De<t tomando el mayor valor obtenido.

En el caso de que hr<=1,0 m y De > 2,0 m:

$$q_m = \frac{300}{t \cdot \left(L_e + 3{,}0\right)} \left(D_e + s\right)$$

Para profundidades superiores a los 4 m no se consideran cargas de tráfico.

Para profundidades inferiores a 0,9 m y en los casos de eje simple de 70kN y de 130 kN se aplica un coeficiente de impacto Ci según los valores indicados en la tabla siguiente:

hr en m.	Ci
hr < 0,60	1,20
0,60 < hr < 0,90	1,10
0,90 < hr	1,00

Se recomienda, cuando es necesario, que el recubrimiento mínimo de tierras por encima de la clave del tubo sea no menor de 1 m.

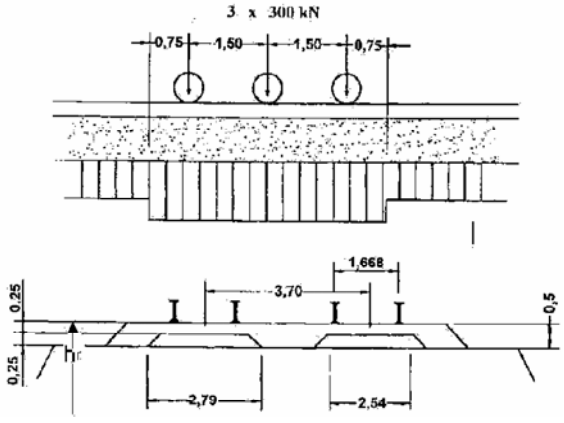
Determinación de la carga producida por el tráfico ferroviario:

En los dos modelos siguientes de cargas ferroviarias la altura del relleno por encima de la clave del tubo debe ser como mínimo de un metro. Se produce en los casos necesarios un aviso de esta limitación al usuario.

Se recomienda, cuando es necesario, que el recubrimiento mínimo de tierras por encima de la clave del tubo sea no menor de 1,5 m.

VIA RENFE:

El tren de cargas considerado es el tipo A de la instrucción relativa a las acciones a considerar en el proyecto de puentes de ferrocarril.



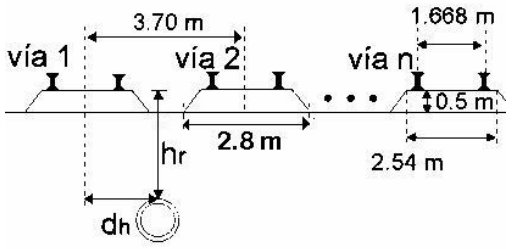
La sobrecarga debida a la locomotora es de:

$$qf_{renfe} = \frac{900}{4{,}5 \times 2{,}8} = 71{,}4\ kN/m^2$$

Se considera un coeficiente de impacto Ci, función de la velocidad y que se calcula con la siguiente expresión siendo siempre Ci>=1:

$$Ci = 1 + \frac{0{,}33.V}{100} - 0{,}1.(h_r)$$

con V expresado en km/h, con un valor máximo de 200 km/h.



Dada la instalación mostrada, se considera un reparto a 35º, teniéndose en cuenta la superposición de presiones debidas a la presencia de varias vías, si procede; para ello se tiene en cuenta la distancia dh desde la primera vía hasta la clave del tubo y la profundidad hr.

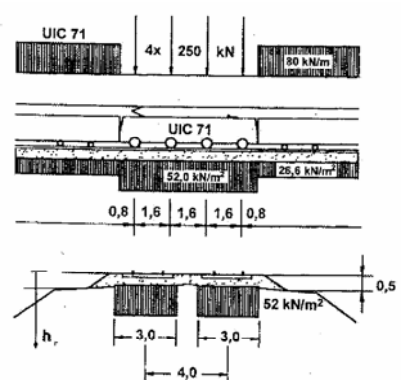
La carga ferroviaria a aplicar, teniéndose en cuenta si es necesario la superposición de presiones en función de la profundidad de la clave del tubo hr, es la siguiente:

$$qf_renfe = \frac{D_e \times C_i \times 71{,}4 \times 4{,}5 \times 2{,}8}{(4{,}5 + 2 \times 0{,}7 \times (h_r - 0{,}5)) \times (2{,}8 + 2 \times 0{,}7 \times (h_r - 0{,}5))}\ kN/m$$

Se ofrece la posibilidad de calcular la carga para una tubería instalada en el sentido longitudinal de la vía férrea o transversalmente a la traza de esta, en cuyo caso sólo se tiene en cuenta para el cálculo la carga expresada anteriormente en función de hr, multiplicada por el número máximo de vías cuyas sobrecargas se solapan a la profundidad de instalación de la tubería.

VIA UIC 71:

El tren de cargas considerado es el de la UIC 71.



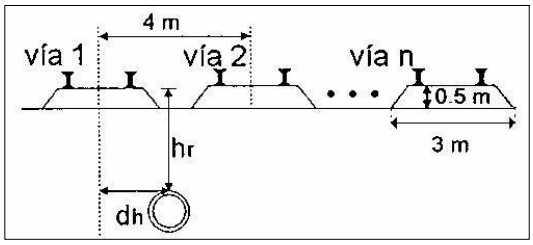
La sobrecarga debida a la locomotora es de:

$$qf_{UIC} = \frac{1000}{6{,}4 \times 3} = 52 \text{ kN/m}^2$$

La sobrecarga debida a los vagones es de: 26,6 kN/m2.

Se considera un coeficiente de impacto Ci que se calcula con la expresión indicada a continuación, siendo siempre Ci 1:

$$Ci = 1{,}4 - (0{,}1 \cdot (hr - 0{,}5))$$



Dada la instalación mostrada, se considera un reparto a 35º, teniéndose en cuenta la superposición de presiones debidas a locomotora y vagones y a la presencia de varias vías, si procede; para esto último se tiene en cuenta la distancia dh desde la primera vía hasta la clave del tubo y la profundidad hr, de forma análoga a lo expuesto para la vía RENFE.

La carga ferroviaria a aplicar, teniéndose en cuenta si es necesario la superposición de presiones debidas a locomotora y vagones en función de la profundidad de la clave del tubo hr, es la siguiente:

$$qf_{UIC} = \left(\frac{(52 - 26{,}6) \times 6{,}4 \times 3}{(6{,}4 + 1{,}4 \times (h_r - 0{,}5))(3 + 1{,}4 \times (h_r - 0{,}5))} + \frac{26{,}6 \times 3}{(3 + 1{,}4 \times (h_r - 0{,}5))} \right) \times C_i \times D_e \text{ en kN/m}$$

Se ofrece la posibilidad de calcular la carga para una tubería instalada en el sentido longitudinal de la vía férrea o transversalmente a la traza de esta, en cuyo caso sólo se tendrá en cuenta para el cálculo la carga expresada anteriormente en función de hr, multiplicada por el número máximo de vías cuyas sobrecargas se solapan a la profundidad de instalación de la tubería.

Determinación de la carga producida por el tráfico aéreo:

Se calcula como sigue:

qaereo = De · qQ en kN/m, obteniéndose qQ de la tabla siguiente, expresado en kN/m²:

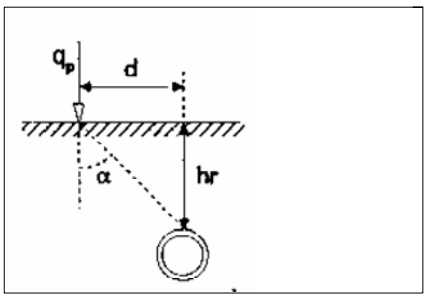
hr(m)	qQ en kN/m2				
	900 kN (DC9)	1800 kN (DC8)	3500 kN (Jumbo)	5500 kN	7500 kN
>=1.0	98	117.6	132.3	137.2	147
2.0	39.2	68.6	88.2	107.8	117.6
3.0	19.6	39.2	58.8	78.4	88.2
4.0	14.7	24.5	39.2	58.8	78.4
5.0	9.8	19.6	29.4	39.2	53.9
6.0	9.8	14.7	24.5	34.3	39.2
7.0	4.9	9.8	19.6	24.5	34.3
8.0	4.9	9.8	14.7	24.5	29.4
9.0	4.9	9.8	14.7	19.6	24.5
10.0	4.9	9.8	14.7	14.7	19.6
15.0	4.9	4.9	4.9	9.8	14.7

A profundidades no inferiores a 1 m, la presión determinada incluye el coeficiente de impacto si la carga de 150 kN/m², producida por las aeronaves, se aplica en la superficie y no se considera el efecto de reparto de las cargas producido por el pavimento. Para valores intermedios de la tabla se interpola.
Para la correcta aplicación de estos valores es por lo tanto obligatorio que hr/1 m. Se produce en los casos necesarios un aviso de esta limitación al usuario.
Se recomienda, cuando es necesario, que el recubrimiento mínimo de tierras por encima de la clave del tubo sea no menor de 1,5 m.

Otras cargas:

- **Cargas puntuales**

La acción que se produce debido a una carga puntual qp en kN, cuyo eje de aplicación se sitúa a una distancia mínima d del eje del tubo, se evalúa según la teoría de Boussinesq:



$$q=\frac{3D_e q_p \cos^5\alpha}{2h^2 r}$$ donde : $$\cos\alpha=\frac{h_r}{\left(h^2 r+d^2\right)^{\frac{1}{2}}}$$

Se obtiene q en kN/m con De y hr en metros.

- **Cargas uniformemente distribuidas en superficie**

Cuando sobre el relleno de una zanja, de ancho b en metros, se localiza una sobrecarga uniforme qs en kN/m2 , la repercusión sobre el tubo se calcula de la siguiente forma:

$$q = bq_s e^{-2\lambda\mu'\frac{h_r}{b}} \text{ en kN/m}$$

Si la carga se aplica sobre una instalación en terraplén o zanja terraplenada, se asimila a un sobreexpesor H de relleno de valor equivalente a:

$$H = \frac{q_s}{\gamma_r}$$

donde γr es el peso específico del terreno en kN/m3 y qs es la carga uniforme de superficie en kN/m2.

- **Cargas debidas a compactadores**

Las cargas debidas a compactadores se evalúan como sigue:

qc = Cq · De

donde:

qc: carga sobre el tubo (N/m)
De: diámetro exterior del tubo (m)
Cc: carga sobre la clave del tubo (N/m²)
Pc: carga del compactador por m de ancho de rodillo (N/m)

Cc se obtiene de la expresión:

- Para carga estática:		Cc =(2 · Pc) / (· hr)
- Para carga dinámica:	0.3 m<= hr <= 2 m	Cc =(12 · Pc) / (· hr)
	2 m <= hr <= 3 m	Cc =(10 · Pc) / (· hr)
	hr > 3 m	Cc =(8 · Pc) / (· hr)

Factores de apoyo:

En todos los casos, salvo en el caso de seleccionar el apoyo directo en el que c=0, los valores de c dependen del terreno y se obtienen de la siguiente tabla, según sea el valor de Di :

	Di < 0,7	0,7< Di <1,5	Di > 1,5
Suelo	0.10	0.10	0.15
Roca	0.15	0.23	0.30

En el caso que el usuario seleccione el apoyo directo automáticamente se seleccionará c=0 para el cálculo del ancho de zanja y viceversa. El usuario es avisado con anterioridad de este hecho.

Factores de apoyo en zanja y zanja terraplenada

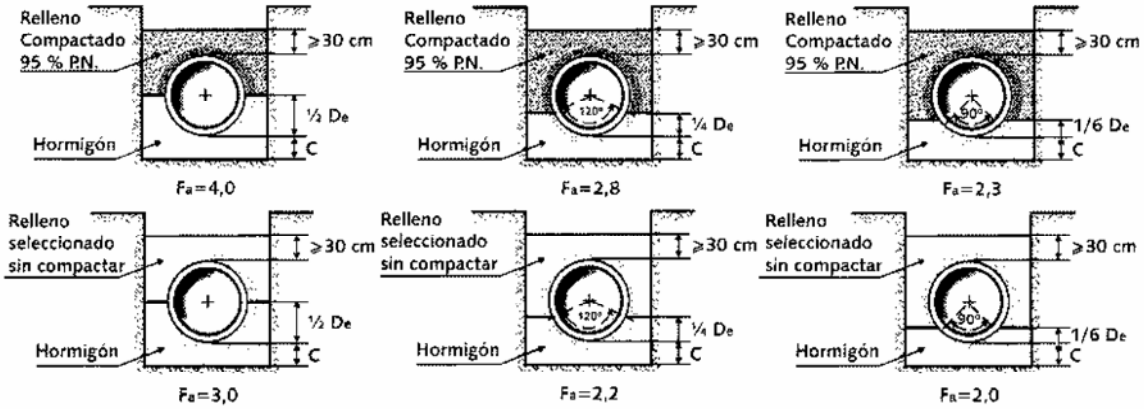
APOYO EN HORMIGÓN EN MASA fck 15 N/mm2	
Relleno Compactado, apoyo de 180º:	4.0
Relleno Seleccionado sin compactar, apoyo de 180º:	3.0
Relleno Compactado, apoyo de 120º:	2.8
Relleno Seleccionado sin compactar, apoyo de 120º:	2.2

Relleno Compactado, apoyo de 90º:	2.3
Relleno Seleccionado sin compactar, apoyo de 90º:	2.0

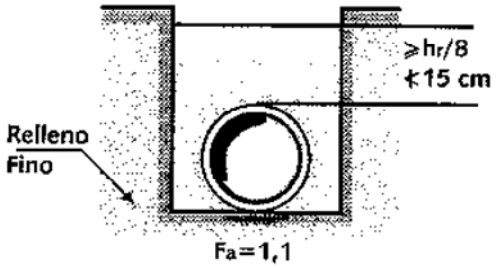
APOYO GRANULAR

Relleno y apoyo de material granular compactado:	2.1
Relleno Compactado, apoyo de 180º:	1.9
Relleno Compactado, apoyo de 90º:	1.7
Relleno seleccionado sin compactar, apoyo de 180º:	1.5

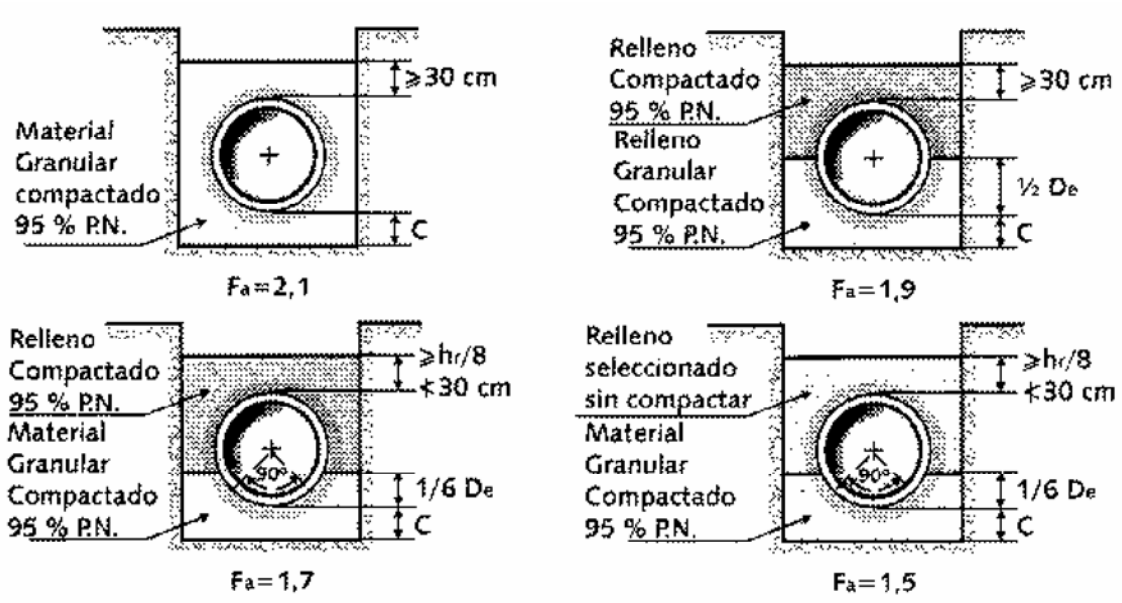
APOYO DIRECTO (NO RECOMENDADO): 1.1



Factor de apoyo con hormigón en masa



Factor de apoyo directo.



Factor de apoyo con material granular

Factores de apoyo en terraplén y en zanja inducida

En las instalaciones de terraplén y zanja inducida, puede tomarse en consideración el empuje activo del relleno sobre una parte de la tubería, lo que conduce a valores del factor de apoyo mayores, a igualdad de las restantes condiciones, que en los casos de instalación en zanja.
El valor del factor de apoyo sigue dependiendo del tipo de apoyo, pero ahora queda condicionado, además por la superficie sobre al que actúa el empuje de las tierras del terraplén. No existe por tanto un único valor para cada tipo de apoyo, como ocurre en el caso de instalación en zanja.

La resultante de las presiones laterales que actúan a cada lado de la conducción, es para un tubo circular:

$$\frac{\lambda\gamma_r\left(2h_r+\eta D_e\right)}{2}\eta D_e$$

siendo λ = 0,33 por omisión si el usuario no define un valor concreto.

Dividida por la carga vertical qr da la razón de la carga horizontal a la vertical.

$$\theta=\frac{\lambda\eta}{C_t}\left(1+\frac{\eta D_e}{2h_r}\right)$$

El factor de apoyo se obtiene mediante la fórmula:

$$F_a=\frac{\alpha}{n-v\theta}$$

"α" es un valor que depende de la directriz del tubo y en el caso de tubos circulares es 1,431.

"n" es un parámetro que tiene en cuenta el tipo de apoyo y cuyo valor en el caso de un tubo circular se obtiene del siguiente cuadro:

Clase de apoyo	A	B	C	D
n=	0,505	0,707	0,840	1,310

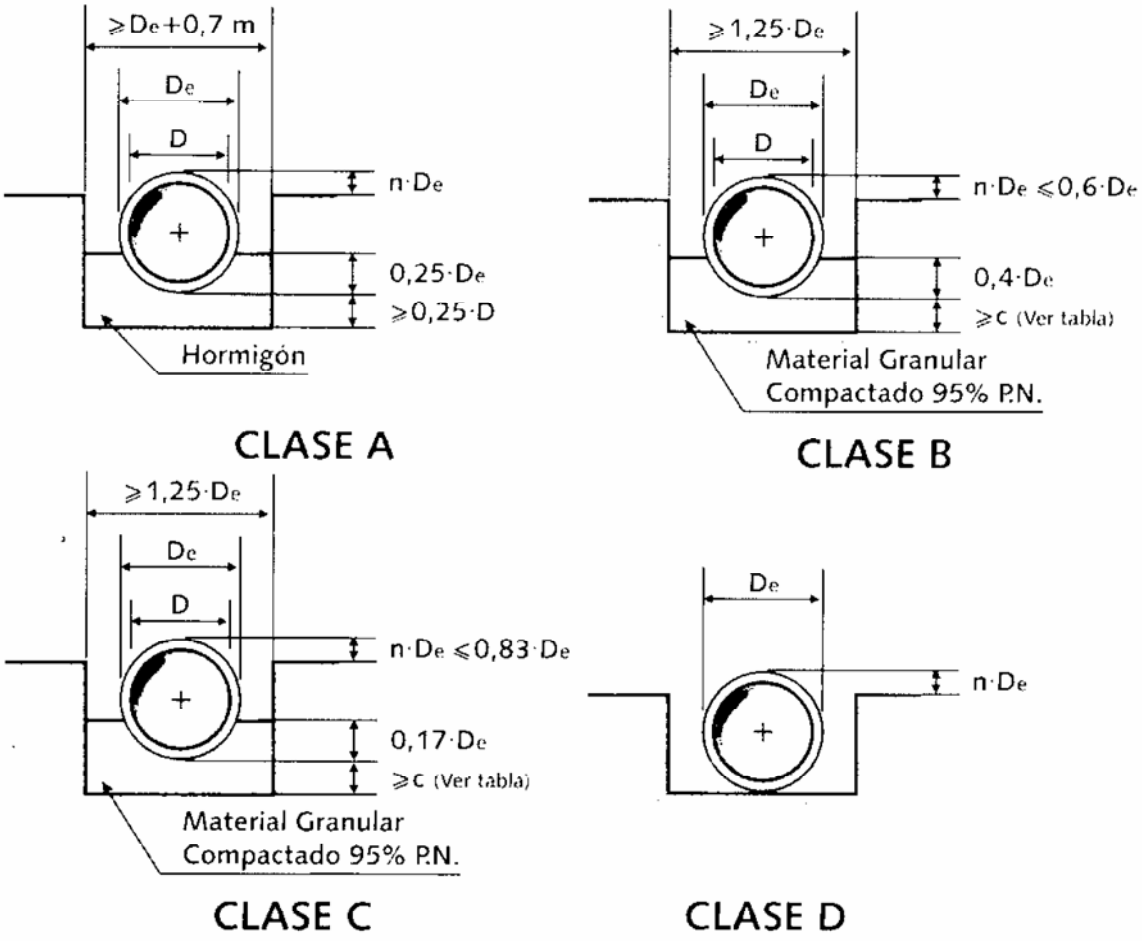
“v” es un parámetro que depende del área sobre la que se aplica la carga horizontal, por tanto de la razón de proyección η, para tubo circular, sus valores se recogen en la siguiente tabla:

Clase de apoyo η =	A v =	B,C y D v =
0.0	0.150	0.000
0.3	0.743	0.217
0.5	0.856	0.423
0.7	0.811	0.594
0.9	0.678	0.655
1.0	0.638	0.638

Para valores intermedios de la tabla se interpola.

El factor de apoyo puede ser de 4 tipos tal y como se describe a continuación:

Tipo A: Base de hormigón.
Tipo B: Base de material granular compactado.(n <= 0.6)
Tipo C: Base de material granular compactado.(n <= 0.83)
Tipo C: Apoyo directo.



Cálculo de la Clase resistente según UNE 127 010:

La carga de cálculo se obtiene de la siguiente expresión :

$$\text{CARGA DE CÁLCULO (kN/m)} = \frac{1{,}5 \times q_{total}}{F_{ap} \times D_i}$$

donde qtotal es la suma de la carga del relleno, la carga del tráfico, el efecto de la carga puntual y el efecto de la carga uniformemente distribuida, expresadas en kN/m.

La clase exigible al tubo se obtiene, partiendo de la carga de cálculo mínima y según el tipo de tubo, de la siguiente tabla:

Carga de cálculo<=60	CLASE 60
60<=Carga de cálculo<=90	CLASE 90
90<=Carga de cálculo<=135	CLASE 135
135<=Carga de cálculo<=180	CLASE 180

Restricciones de la tabla:

Diámetro interior Di (mm)	Clase 60	Clase 90	Clase 135	Clase 180
300 a 800	*	SI	SI	SI
1000 a 1800	SI	SI	SI	SI
1800 a 2000	SI	SI	SI	**
2500 a 3000	SI	SI	**	**

* Diámetros no contemplados en la norma UNE 127 010 para clase 60.
** Diseños especiales no contemplados en la Norma cuyo dimensionamiento a propuesta del fabricante deberá ser autorizado por la dirección de Obra.

Cálculo de la Clase resistente según ASTM C76M:

Partiendo de la carga de fisuración obtenida de la siguiente expresión :

$$\text{CARGA DE FISURACIÓN (kN/m}^2) = \frac{q_{total}}{F_{ap} \times D_i}$$

donde qtotal es la suma de las cargas calculadas actuantes sobre el tubo, expresada en kN/m; Fap expresa el Factor de Apoyo y Di el diámetro interior del tubo, se calcula la clase resistente mediante la tabla siguiente, escogiendo la mayor posible:

Clase	I	II	III	IV	V
Carga de fisuración en kN/m2	<=40	<=50	<=65	<=100	<=140

Una vez calculada la clase se obtiene la Carga de Cálculo de la siguiente manera:

Clase I,II,III y IV:
CARGA DE CÁLCULO = 1.5 · CARGA DE FISURACIÓN
Clase V:
CARGA DE CÁLCULO = 1.25 · CARGA DE FISURACIÓN

NOTAS ADICIONALES:

Para alturas de recubrimiento inferiores a un metro se recomienda el uso de vibradores ligeros para

no dañar los tubos.
Se prestará especial cuidado en la ejecución del relleno en las proximidades del tubo.

Cálculo Numérico Tubos Hormigón Armado Versión: 2.02a

Datos de la Obra: **Sección tipo:**

Cliente:

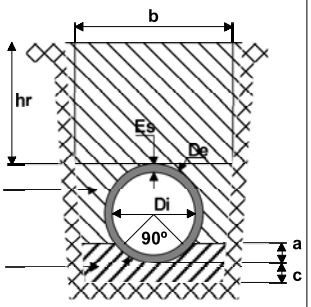
Esquema de instalación:

Instalación en Zanja;Relleno: Arena Arcillosa

(Este croquis no representa proporciones reales)

Relleno Compactado 95% P.N.

Material Granular Compactado 95% P.N.



De= 0.984 m.
Di= 0.8 m.
Es= 92 mm.
hr= 0.7 m.

a=0.164 m.
b=2.278 m.
c=0.1 m.(Suelo)
c=0.23 m.(Roca)
(c según terreno)
Talud= 1:5
Resguardo=0.43 m.

Cálculos:

Carga producida por terreno (qr): calculada como terraplén por sobrepasar el ancho de zanja b la anchura de transición.

$$q_r = C_t \cdot \gamma_r \cdot h_r \cdot D_e \quad ; \text{Para } h_r \leq h_o, \; C_t = \frac{e^{2\lambda\mu \frac{h_r}{D_e}} - 1}{2\lambda\mu \frac{h_r}{D_e}}$$

(h_o según norma)

Fap= 1.7
γ= 19.2 kN/m³
$\lambda\mu$ = 0.15
ho= 1.646 m.

qr= 14.74 kN/m

Carga Carretera,Carro tres ejes de 600 kN (60 t.)	39.77 kN/m
Carga puntual de 0t. situada a 0 m	0 kN/m
Carga uniformemente distribuida en superficie de 2 t/m²	40.71 kN/m
Carga debida a compactador	0 kN/m
Qtotal=	95.23 kN/m

CARGA DE CÁLCULO = $\frac{Qtotal \cdot 1.5}{Fap \cdot Di}$ = 105.03 kN/m²

Clase mínima UNE-127.010 exigible: Clase 135 (Válido para hr <=2.53 m.)

Cálculo Numérico Tubos Hormigón Armado Versión: 2.02a

Datos de la Obra: **Sección tipo:**

Cliente:

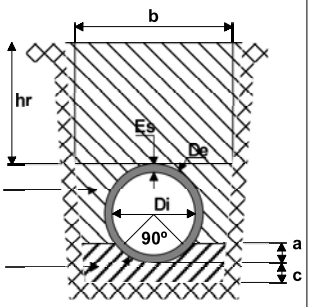
Esquema de instalación:

Instalación en Zanja;Relleno: Arena Arcillosa

(Este croquis no representa proporciones reales)

Relleno Compactado 95% P.N.

Material Granular Compactado 95% P.N.



De= 0.75 m.
Di= 0.6 m.
Es= 75 mm.
hr= 1.25 m.

a=0.125 m.
b=1.79 m.
c=0.08 m.(Suelo)
c=0.15 m.(Roca)
(c según terreno)
Talud= 1:5
Resguardo=0.35 m.

Cálculos:

Carga producida por terreno (qr): calculada como terraplén por sobrepasar el ancho de zanja b la anchura de transición.

$$q_r = C_t \cdot \gamma_r \cdot h_r \cdot D_e \quad ; \text{Para } h_r \leq h_o, \; C_t = \frac{e^{2\lambda\mu \frac{h_r}{D_e}} - 1}{2\lambda\mu \frac{h_r}{D_e}}$$

(h_o según norma)

Fap= 1.7
γ= 19.2 kN/m³
$\lambda\mu$ = 0.15
ho= 1.255 m.

qr= 23.35 kN/m

Carga Carretera,Carro tres ejes de 600 kN (60 t.)	27.47 kN/m
Carga puntual de 0t. situada a 0 m	0 kN/m
Carga uniformemente distribuida en superficie de 2 t/m²	28.45 kN/m
Carga debida a compactador	0 kN/m
Qtotal=	79.28 kN/m

CARGA DE CÁLCULO = $\frac{Qtotal \cdot 1.5}{Fap \cdot Di}$ = 116.59 kN/m²

Clase mínima UNE-127.010 exigible: Clase 135 (Válido para hr <=2.32 m.)

Cálculo Numérico Tubos Hormigón Armado Versión: 2.02a

Datos de la Obra: **Sección tipo:**

Cliente:

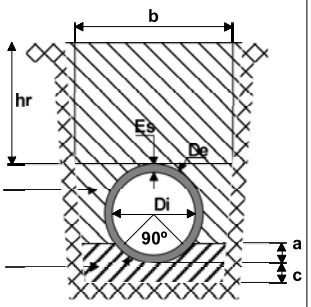
Esquema de instalación:

Instalación en Zanja;Relleno: Arena Arcillosa

(Este croquis no representa proporciones reales)

Relleno Compactado 95% P.N.

Material Granular Compactado 95% P.N.



De= 0.75 m.
Di= 0.6 m.
Es= 75 mm.
hr= 3.55 m.

a=0.125 m.
b=1.79 m.
c=0.08 m.(Suelo)
c=0.15 m.(Roca)
(c según terreno)
Talud= 1:5
Resguardo=0.35 m.

Cálculos:

Carga producida por terreno (qr): calculada como terraplén por sobrepasar el ancho de zanja b la anchura de transición.

$$q_r = C_t \cdot \gamma_r \cdot h_r \cdot D_e \quad ; \text{Para } h_r > h_0 \text{ (} h_0 \text{ según norma)}, \quad C_t = \frac{e^{2\lambda\mu \frac{h_0}{D_e}} - 1}{2\lambda\mu \frac{h_r}{D_e}} + \frac{h_r - h_0}{h_r} e^{2\lambda\mu \frac{h_0}{D_e}}$$

Fap= 1.7
γ= 19.2 kN/m³
$\lambda\mu$ = 0.15
ho= 1.255 m.

qr= 78.06 kN/m

Carga Carretera,Carro tres ejes de 600 kN (60 t.)	12.01 kN/m
Carga puntual de 0t. situada a 0 m	0 kN/m
Carga uniformemente distribuida en superficie de 0 t/m²	0 kN/m
Carga debida a compactador	0 kN/m
Qtotal=	90.08 kN/m

CARGA DE CÁLCULO = $\frac{Qtotal \cdot 1.5}{Fap \cdot Di}$ = 132.47 kN/m²

Clase mínima UNE-127.010 exigible: Clase 135 (Válido para hr <=3.63 m.)

Cálculo Numérico Tubos Hormigón Armado Versión: 2.02a

Datos de la Obra: **Sección tipo:**

Cliente:

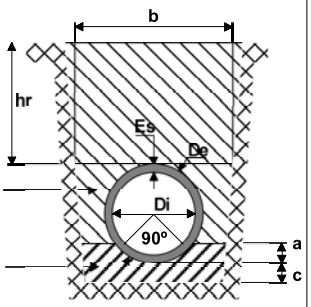
Esquema de instalación:

Instalación en Zanja;Relleno: Arena Arcillosa

(Este croquis no representa proporciones reales)

Relleno Compactado 95% P.N.

Material Granular Compactado 95% P.N.



De= 0.75 m.
Di= 0.6 m.
Es= 75 mm.
hr= 1.05 m.

a=0.125 m.
b=1.79 m.
c=0.08 m.(Suelo)
c=0.15 m.(Roca)
(c según terreno)
Talud= 1:5
Resguardo=0.35 m.

Cálculos:

Carga producida por terreno (qr): calculada como terraplén por sobrepasar el ancho de zanja b la anchura de transición.

$$q_r = C_t \cdot \gamma_r \cdot h_r \cdot D_e \quad ; \text{Para } h_r \leq h_o, \; C_t = \frac{e^{2\lambda\mu \frac{h_r}{D_e}} - 1}{2\lambda\mu \frac{h_r}{D_e}}$$

(h_o según norma)

Fap= 1.7
γ= 19.2 kN/m³
$\lambda\mu$ = 0.15
ho= 1.255 m.

qr= 18.79 kN/m

Carga Carretera,Carro tres ejes de 600 kN (60 t.)	24.77 kN/m
Carga puntual de 0t. situada a 0 m	0 kN/m
Carga uniformemente distribuida en superficie de 2 t/m²	29.42 kN/m
Carga debida a compactador	0 kN/m
Qtotal=	72.98 kN/m

CARGA DE CÁLCULO = $\frac{Qtotal \cdot 1.5}{Fap \cdot Di}$ = 107.33 kN/m²

Clase mínima UNE-127.010 exigible: Clase 135 (Válido para hr <=2.32 m.)

Cálculo Numérico Tubos Hormigón Armado Versión: 2.02a

Datos de la Obra: **Sección tipo:**

Cliente:

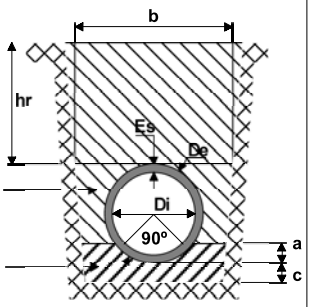
Esquema de instalación:

Instalación en Zanja;Relleno: Arena Arcillosa

(Este croquis no representa proporciones reales)

Relleno Compactado 95% P.N.

Material Granular Compactado 95% P.N.



De= 0.634 m.
Di= 0.5 m.
Es= 67 mm.
hr= 3.09 m.

a=0.106 m.
b=1.628 m.
c=0.08 m.(Suelo)
c=0.15 m.(Roca)
(c según terreno)
Talud= 1:5
Resguardo=0.35 m.

Cálculos:

Carga producida por terreno (qr): calculada como terraplén por sobrepasar el ancho de zanja b la anchura de transición.

$$q_r = C_t \cdot \gamma_r \cdot h_r \cdot D_e \quad ; \text{Para } h_r > h_0 \text{ (} h_0 \text{ según norma)}, \quad C_t = \frac{e^{2\lambda\mu \frac{h_0}{D_e}} - 1}{2\lambda\mu \frac{h_r}{D_e}} + \frac{h_r - h_0}{h_r} e^{2\lambda\mu \frac{h_0}{D_e}}$$

Fap= 1.7
γ= 19.2 kN/m³
$\lambda\mu$ = 0.15
ho= 1.061 m.

qr= 57.57 kN/m

Carga Carretera,Carro tres ejes de 600 kN (60 t.)	11.96 kN/m
Carga puntual de 0t. situada a 0 m	0 kN/m
Carga uniformemente distribuida en superficie de 0 t/m²	0 kN/m
Carga debida a compactador	0 kN/m
Qtotal=	69.53 kN/m

CARGA DE CÁLCULO = $\frac{Qtotal \cdot 1.5}{Fap \cdot Di}$ = 122.71 kN/m²

Clase mínima UNE-127.010 exigible: Clase 135 (Válido para hr <=3.51 m.)

Cálculo Numérico Tubos Hormigón Armado Versión: 2.02a

Datos de la Obra: **Sección tipo:**

Cliente:

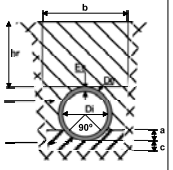
Esquema de instalación:

Instalación en Zanja;Relleno: Arena Arcillosa

(Este croquis no representa proporciones reales)

Relleno Compactado 95% P.N.

Material Granular Compactado 95% P.N.



De= 0.634 m.
Di= 0.5 m.
Es= 67 mm.
hr= 1.15 m.

a=0.106 m.
b=1.628 m.
c=0.08 m.(Suelo)
c=0.15 m.(Roca)
(c según terreno)
Talud= 1:5
Resguardo=0.35 m.

Cálculos:

Carga producida por terreno (qr): calculada como terraplén por sobrepasar el ancho de zanja b la anchura de transición.

$q_r = C_r \cdot \gamma_r \cdot h_r \cdot D_e$; Para $h_r > h_0$, $C_r = \dfrac{e^{2\lambda\mu\frac{h_0}{D_e}} - 1}{2\lambda\mu\frac{h_0}{D_e}} + \dfrac{h_r - h_0}{h_r} e^{2\lambda\mu\frac{h_0}{D_e}}$ (ho según norma)

Fap= 1.7
γ_r= 19.2 kN/m³
$\lambda\mu$ = 0.15
ho= 1.061 m.

qr= 18.56 kN/m

Carga Carretera,Carro tres ejes de 600 kN (60 t.)	23.45 kN/m
Carga puntual de 0t. situada a 0 m	0 kN/m
Carga uniformemente distribuida en superficie de 2 t/m²	25.81 kN/m
Carga debida a compactador	0 kN/m
Qtotal=	67.83 kN/m

CARGA DE CÁLCULO = $\dfrac{Qtotal \cdot 1.5}{Fap \cdot Di}$ = 119.71 kN/m²

Clase mínima UNE-127.010 exigible: Clase 135 (Válido para hr <=1.88 m.)

5 APÉNDICE 2. CÁLCULO MECÁNICO DE LOS ANCLAJES.

5.1 CODOS HORIZONTALES DOBLES

CÁLCULO DEL EMPUJE EN TUBERÍA DOBLE O SIMPLE								PREDIMENSIONAMIENTO DEL MACIZO (Csd>1,5 y Csv>1,8)												COMPROBACIÓN DEL DIMENSIONAMIENTO					
Ángulo codo (°)	MPD 1 (kg/cm2)	MPD 2 (kg/cm2)	ID 1 (mm)	ID2 (mm)	Empuje 1 (Tn)	Empuje 2 (Tn)	Empuje total (Tn)	L (m)	H(m)	h(m)	Vol HM (m3)	Peso tierras	Empuje terreno	ΣF estabil (tn)	ΣF desest(tn)	Cs desliz. ≥1,5	ΣM estabiliz (mTn)	ΣM desest (mTn)	Cs vuelco ≥1,8	N (Tn)	M (mTn)	e (m)	Área equivalente (m2)	σ (tn/m2) ≤ 10 (tn/m2)	Validez dimensionamiento
11,50	25	16	250	250	2,46	1,57	4,03	1,600	0,800	0,425	2,05	7,14	0,82	7,658	4,033	1,90	9,783	4,940	1,98	11,85	4,94	0,417	1,23	5,436	VALIDO
22,50	25	16	250	250	4,79	3,06	7,85	2,000	1,000	0,425	4,00	11,16	1,08	12,834	7,853	1,63	20,850	11,190	1,86	20,36	11,19	0,550	1,80	6,711	VALIDO
45,00	25	16	250	250	9,39	6,01	15,40	2,600	1,300	0,425	8,79	18,86	1,52	24,078	15,404	1,56	51,673	26,571	1,94	39,07	26,57	0,680	3,22	6,990	VALIDO
90,00	25	16	250	250	17,38	11,11	28,46	3,300	1,650	0,425	17,97	30,38	2,10	43,504	28,462	1,53	119,832	59,059	2,03	71,71	59,06	0,824	5,45	7,387	VALIDO
45,00	25	16	250	90	9,39	0,78	10,17	2,200	1,100	0,425	5,32	13,50	1,22	16,086	10,172	1,58	28,928	15,512	1,86	25,75	15,51	0,602	2,19	6,991	VALIDO

DIMENSIONES Y ARMADO. ANCLAJES CODOS HORIZONTALES EN TUBERÍA DOBLE																						
MPD (Mpa)	2,5 Mpa	Dado tubería 1								1,6 Mpa	Dado tubería 2									Macizo de anclaje				
Ángulo del codo (°)	D1	d (m)	s (m)	p (m)	S1			S3		D2	d (m)	s (m)	p (m)	S1			S3			D (m)	L (m)	H(m)	Vol HM (m3)	S2
					cm2	n	ϕ (mm)	nº cercos	ϕ (mm)					cm2	n	ϕ (mm)	nº cercos	ϕ (mm)						
11,25	250	0,85	0,7	0,4	11,22	4	20	2	8	250	0,75	0,7	0,4	9,99	5	16	2	8		0,75	1,6	0,8	2,05	# ϕ12 a 10 cm en todas las caras
22,5	250	1,05	0,7	0,4	13,86	5	20	3	8	250	0,95	0,7	0,4	12,54	4	20	3	8		0,95	2	1	4,00	# ϕ12 a 10 cm en todas las caras
45	250	1,3	0,7	0,4	17,16	6	20	3	8	250	1,15	0,7	0,4	15,18	5	20	3	8		1,15	2,6	1,3	8,79	# ϕ12 a 10 cm en todas las caras
90	250	1,6	0,7	0,4	21,12	7	20	4	8	250	1,4	0,7	0,4	18,84	5	20	3	8		1,4	3,3	1,65	17,97	# ϕ12 a 10 cm en todas las caras
45	250	1,3	0,7	0,4	17,16	6	20	3	8	90	0,65	0,55	0,4	8,58	3	20	2	8		1,1	2,2	1,1	5,32	# ϕ12 a 10 cm en todas las caras

5.2 CODOS VERTICALES ASCENDENTES

CÁLCULO DEL EMPUJE								PREDIMEN. Y COMPROBACIÓN DE LA ESTABILIDAD DEL MACIZO (Csd>1,50 y Csv>1,80)										COMPROBACIÓN DEL DIMENSIONAMIENTO (TENSIONES TERRENO)					
Ángulo codo (°)	MPD 1 (kg/cm2)	MPD 2 (kg/cm2)	ID 1 (mm)	ID2 (mm)	Empuje 1 (Tn)	Empuje 2 (Tn)	Empuje total (Tn)	L (m)	H(m)	h(m)	Vol HM (m3)	Peso del terreno (Tn)	ΣF estabil (tn)	ΣF destabil (tn)	Cs desliz. ≥1,5	ΣM est (mTn)	ΣM desest (mTn)	Cs vuelco ≥1,8	Nk (Tn)	Mk (mTn)	e (m)	Área equivalente (m2)	σ ≤ 10 Tn/m2	Comprobación
11,25	16		250		1,54	0,00	1,54	0,800	0,400	0,425	0,26	4,38	0,772	0,151	5,12	0,236	0,125	1,89	2,12	0,12	0,059	0,523	4,059	VÁLIDO
22,50	16		250		3,06	0,00	3,06	1,200	0,400	0,250	0,58	9,85	1,576	0,598	2,64	0,795	0,389	2,05	4,33	0,39	0,090	1,261	3,435	VÁLIDO
45,00	16		250		6,01	0,00	6,01	1,700	0,700	0,250	2,02	19,77	3,715	2,300	1,61	3,955	2,185	1,81	10,21	2,19	0,214	2,462	4,146	VÁLIDO
90,00	16		250		11,11	0,00	11,11	2,800	1,400	0,250	10,98	53,63	12,047	7,854	1,53	35,343	12,959	2,73	33,10	12,96	0,392	7,057	4,690	VÁLIDO
11,25	25		250		2,41	0,00	2,41	0,900	0,400	0,250	0,32	5,54	1,143	0,236	4,85	0,335	0,153	2,19	3,14	0,15	0,049	0,712	4,407	VÁLIDO
22,50	25		250		4,79	0,00	4,79	1,300	0,500	0,250	0,85	11,56	2,417	0,934	2,59	1,263	0,701	1,80	6,64	0,70	0,106	1,479	4,489	VÁLIDO
45,00	25		250		9,39	0,00	9,39	2,000	0,700	0,250	2,80	27,36	5,502	3,594	1,53	6,440	3,415	1,89	15,12	3,41	0,226	3,548	4,261	VÁLIDO
90,00	25		250		17,36	0,00	17,36	3,300	1,600	0,250	17,42	74,49	19,053	12,272	1,55	66,124	22,703	2,91	52,35	22,70	0,434	10,023	5,223	VÁLIDO
11,25	16		90		0,20	0,00	0,20	0,400	0,400	0,090	0,06	0,63	0,126	0,020	6,43	0,029	0,010	3,07	0,35	0,01	0,028	0,105	3,307	VÁLIDO
45,00	16		90		0,78	0,00	0,78	0,900	0,400	0,090	0,32	3,21	0,533	0,298	1,79	0,335	0,146	2,30	1,46	0,15	0,100	0,611	2,399	VÁLIDO

DIMENSIONES Y ARMADO. ANCLAJES CODOS VERTICALES ASCENDENTES

TUBERÍA SIMPLE

MPD (Mpa) = 1,6		DADO			MACIZO			ARMADO			
Ángulo del codo (°)	DN	s (m)	p (m)	D(m)	L (m)	H(m)	Vol HM (m3)	S1* ϕ (mm)	n	S1	S2
11,25	90	0,4	0,4	0,4	0,8	0,5	0,3	16	1	ϕ16 a 10 cm	ϕ16 a 10 cm
22,5	250	0,5	0,5	1,2	1	0,5	0,5	16	1	ϕ16 a 10 cm	ϕ16 a 10 cm
45	90	0,4	0,4	0,4	2,4	0,8	4,6	16	1	ϕ16 a 10 cm	ϕ16 a 10 cm
MPD (Mpa) = 2,5		DADO			MACIZO					ARMADO	
Ángulo del codo (°)	DN	s (m)	p (m)	D(m)	L (m)	H(m)	Vol HM (m3)	S1* ϕ (mm)	n	S1	S2
11,25	250	0,5	0,5	0,9	0,8	0,5	0,3	16	1	ϕ16 a 10 cm	ϕ16 a 10 cm
22,5	250	0,5	0,5	1,3	1,1	0,5	0,6	16	1	ϕ16 a 10 cm	ϕ16 a 10 cm