ANEJO 8:
CALCULO MECANICO DE TUBERIAS

INDICE:

1. INTRODUCCION **2**
2. RESISTENCIA DE LAS TUBERIAS DE PVC-O Y PEAD A LAS CARGAS EXTERNAS. **2**
2. 1. CONDICIONES DE INSTALACION DE LA TUBERIA **2**
2.1.1. GAMA DE TUBERIAS 2
2.1.2. ZANJAS 3
2.1.3. RELLENOS 6
2. 2. CALCULO MECANICO DE LAS TUBERIAS **6**
2.2.1. CRITERIOS GENERALES DE CÁLCULO 6
2.2.2. PARAMETROS CONSIDERADOS 9
2.2.3. CONDICIONES 10
2.2.4. LISTADOS DE CÁLCULO MECÁNICO 10
3. RESISTENCIA DE LAS TUBERIAS DE HORMIGÓN POSTESADO CON CAMISA DE CHAPA A LAS CARGAS EXTERNAS **11**
3. 1. CRITERIOS GENERALES **11**
3. 2. PARAMETROS CONSIDERADOS **11**
3. 3. CONDICIONES DE INSTALACION DE LA TUBERIA **12**
3.3.1. ZANJAS 12
3.3.2. GAMA DE TUBERIAS 12
3.3.3. RELLENOS 12
3. 4. LISTADOS DE CALCULO MECANICO DE LAS TUBERIAS DE HPCC **12**
APENDICE 1: RESULTADOS CALCULO MECANICO TUBERIA PVCO PN16
APENDICE 2: RESULTADOS CALCULO MECANICO TUBERIA PEAD-PN10
APENDICE 3: RESULTADOS CALCULO MECANICO TUBERIA HPCC-PN10

1. INTRODUCCION

El comportamiento mecánico de las tuberías depende de las características de la propia tubería y de las características de la zanja y el material en el que se apoya y que la rodea.

El cálculo mecánico para las tuberías de PVC-O y PEAD se realiza mediante los criterios de la norma ATV-DVWK-A 127E:2000: "Static Calculation of Drains and Sewers." y la UNE 53331:1997: "Tuberías de policloruro 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".

Para la tubería de Fundición se utiliza el método de la Norma Europea UNE-EN 1295-1:1998: Cálculo de Resistencia Mecánica Bajo Diversas Condiciones de Carga.

Para las tuberías de hormigón postensado con camisa de chapa los tubos se dimensionan con el procedimiento desarrollado en la Instrucción del Instituto Eduardo Torroja para tubos de hormigón armado o pretensado de septiembre de 2007, recogido en la norma UNE-EN-1295-1 de julio de 1997: “Cálculo de la resistencia mecánica de tuberías enterradas bajo diferentes condiciones de carga”.

Dado el laborioso y difícil proceso de cálculo de forma manual para la comprobación de las solicitaciones del tubo en una instalación, se dispone de programas informáticos basados en las normas citadas que facilita este cálculo y que proceden normalmente de fabricantes de tubos o de asociaciones de fabricantes. Mediante la introducción manual de los parámetros de la instalación se procede fácilmente al cálculo mecánico de las tuberías de HPCC, PEAD, PVC-O y FUNDICIÓN que se colocarán en la red de transporte de agua diseñada y a la comprobación de la resistencia al aplastamiento debido al empuje de las tierras laterales y que descansan sobre la misma, así como a las acciones ejercidas por vehículos que puedan circular en la superficie.

Los datos que se necesitan para realizar el cálculo obedecen por un lado a las características de la propia tubería, y por otro lado al terreno y a las condiciones de relleno. Mediante estos cálculos comprobaremos que el tubo seleccionado es adecuado para la conducción considerada, así como el tipo y apoyo de la zanja. Como resultado del cálculo se conoce si la instalación es válida o si por el contrario hay que cambiar alguna de sus condiciones.

Por lo tanto, se realizarán los cálculos en función del tipo de material de la tubería instalada y del tipo de zanja ejecutada:

- TUBERIA DE HORMIGÓN POSTENSADO CON CAMISA DE CHAPA_PN10: 700 mm ≤ DN < 1200 mm
- TUBERIA DE PVC-0_PN16: 160 mm ≤ DN < 630 mm
- TUBERÍA DE PEAD_PN10 (cruces de infraestructuras: autovía, gaseoducto, zonas con muchas curvas por edificaciones…):180mm ≤ DN ≤ 500 mm

2. RESISTENCIA DE LAS TUBERIAS DE PVC-O Y PEAD A LAS CARGAS EXTERNAS.

2. 1. CONDICIONES DE INSTALACION DE LA TUBERIA

2.1.1. GAMA DE TUBERIAS

La gama de diámetros y materiales empleados en las conducciones de la red de este rango de diámetros serán los siguientes:

∅ Tubería (mm)	Material	PN
160	PVCO-C500	16
200		
250		
315		
400		
500		
630		
∅ Tubería (mm)	Material	PN
180	PEAD-100	10,0
315		
400		
500		

Tabla **8.1.-** Gama de tuberías de PVCO y PEAD empleadas en la red de riego SI del Canal de San José.

Las tuberías irán enterradas en zanjas, según se especifica en los planos del proyecto, permaneciendo siempre la tubería como mínimo a 1,2 m por debajo del nivel del terreno.

2.1.2. ZANJAS

Para el cálculo mecánico de las tuberías se ha tenido en cuenta las conclusiones del estudio geotécnico en el que se caracteriza la estabilidad del terreno que encontramos en la zona de estudio en cuanto a la ejecución de las zanjas y a su empleo como relleno y apoyo de la tubería. En el caso de aparecer materiales diferentes a los descritos en el estudio o cambiar las condiciones descritas en el estudio geotécnico, debe comprobarse la estabilidad de las zanjas en estas nuevas condiciones.

A.) TIPOS DE TERRENO:

Muestra VLS-	Sondeo/Calicata	Profundidad (m)	Clasificación U.S.C.S.	Corte directo		Compresión simple (kp/cm²)	Humedad natural (%)	Densidad aparente (t/m³)	Densidad seca (t/m³)	Granulometría		Límites de Atterberg			Hinchamiento libre (%)	Colapso	
				Cohesión (kPa)	Ángulo de rozamiento interno (º)					% pasa 0,080	% retenido 5 UNE	Límite líquido (%)	Límite Plástico (%)	Índice de Plasticidad (%)		Índice de colapso (%)	Potencial porcentual de colapso (%)
30857		6,00 – 6,45	CL	46,67	27	--	---	---	---	72,2	0,0	36,3	17,4	18,9	--	--	--
30858	S-1	9,00 – 9,60	CL	–	--	0,15	21,04	2,05	1,69	73,0	0,0	37,7	17,8	19,9	--	--	--
30859		11,00 – 11,60	CL	–	--	0,75	17,62	2,17	1,85	75,4	0,0	42,1	19,5	22,6	--	--	--
30860		8,00 – 8,60	CL	–	--	0,70	14,63	1,97	1,72	60,3	0,0	41,4	19,8	21,6	--	--	--
30861	S-2	10,00 – 10,60	CL	–	--	1,65	15,87	2,10	1,82	75,4	0,0	31,3	15,7	15,6	--	--	--
30862		11,80 – 12,20	--	–	--	5,20	13,46	2,14	1,89	--	--	--	--	--	--	--	--
30847	C-2	1,1	CL	–	--	--	--	--	--	84,6	1,3	42,9	20,5	22,5	1,3	0,00	0,00
30848	C-5	1,2	CL	9,03	29	--	--	--	--	77,5	0,0	38,8	19,3	19,5	0,4	0,00	0,00
30849	C-7	1,3	CL	–	--	--	--	--	--	76,7	0,0	28,8	16,6	12,2	0,0	0,48	0,46
30851	C-10	1,8	GM-GW	–	--	--	--	--	--	2,1	60,9	No	No	N.P.	--	--	--
30852	C-11	1,9	SM	–	--	--	--	--	--	18,2	43,6	No	No	N.P.	--	--	--
30850	C-12	1,4	CL	–	--	--	--	--	--	70,5	0,1	28,0	16,4	11,6	0,0	0,10	0,10

Tabla **8.2.-** Caracterización de los suelos que encontramos en la zona del Sector I del Canal de San José. Fuente: Estudio Geológico y Geotécnico de la zona del Sector I del Canal de San José.

En cuanto a las características geotécnicas, y de acuerdo a las columnas litológicas procedentes de los sondeo y calicatas realizadas se describen la naturaleza y las características geotécnicas de los niveles que constituyen la zona de estudia cómo se indica a continuación:

NIVEL I: Tierra vegetal y rellenos: Aparecen en todas las calicatas con un espesor entre 0,3-1,7m. Esta cobertera vegetal está constituida por un conjunto de diversos materiales, desde arenas limosas hasta arcillas arenosas de color marrón oscuro que frecuentemente presentan raíces y en algunas ocasiones gravas silíceas dispersas y materia carbonosa. Se han estimado unos parámetros medios para estos primeros materiales de:

Densidad aparente: γ = 1,7-1,8 t/m^3
Cohesión: c'= 0,5-1,0 t/m^2
Angulo de rozamiento interno: φ'= 26-28º

NIVEL II: Arcillas arenosas y arenas arcillosas: Infrayacente al nivel descrito anteriormente y a partir de una profundidad aproximada de 0,3-1,7 m, con un espesor mínimo de 0,2m (C6) y no habiendo determinado el máximo espesor en el resto de calicatas por ser superior a la profundidad máxima de las mismas. Este nivel está constituido por una mezcla heterogénea de arcillas arenosas y arenas arcillosas que en algunos casos pasan a arcillas ligeramente arenosas y puntualmente a arcillas limosas, presentando el conjunto del nivel unos colores ocres y marrón claro. Las muestras analizadas han sido clasificadas de acuerdo a los criterios de la U.S.C.L dentro del grupo CL, presentando un contenido de finos medio de 77%, con un máximo del 85% aproximadamente y una fracción superior a 5mm máxima de 1%, siendo de acuerdo a los límites de Atterberg de baja o media plasticidad. En vista a las inspecciones y resultados de laboratorio de los materiales del segundo nivel, se estiman los siguientes parámetros geotécnicos medios para el nivel:

Densidad aparente: γ = 1,7-1,9 t/m^3
Cohesión: c'= 1,5-2,0 t/m^2
Angulo de rozamiento interno: φ'= 29-30º

NIVEL III: Gravas silíceas con arena: Este perfil aparece a continuación del Nivel II, (excepto en los sondeos y calicatas realizadas en la ubicación de la estación de bombeo donde aparece inmediatamente después del Nivel I). Está compuesto por gravas silíceas redondeadas de tamaño medio entre 2-4cm y máximo observado hasta 15 cm, inmersos en una matriz arenosa con color marrón claro con cantidad variable de finos de naturaleza no plástica. En las muestras analizadas los materiales han sido clasificados de acuerdo a los criterios U.S.C.S dentro de los grupos GW-GM y SM respectivamente con un contenido de finos mínimo de 2%y máximo del 18%, sí la fracción superior a 5 mm del 44-61%aproximadamente. Por otro lado, los límites de Atterberg muestran que este nivel tiene nula plasticidad. En vista a las inspecciones y resultados de laboratorio de los materiales del segundo nivel, se estiman los siguientes parámetros geotécnicos medios para el nivel:

γ = 2,0-2,1 t/m^3
c'= 0 t/m^2
φ'= 36-38º

NIVEL IV: Arcillas ligeramente arenosas. Terciario: Este nivel sólo aparece en los sondeos S-1 y S-2 y se trata del material donde se apoyan los anteriormente descritos. Se detecta a una profundidad de 4,3-4,4 m aproximadamente, no habiendo sido posible establecer su espesor al ser superior al alcance de los sondeos realizados. Se trata de arcillas ligeramente arenosas de color marrón rojizo con tonalidades amarillentas, reconociéndose la presencia puntual de gravas silicea de tamaño máximo observado 1 cm. Las muestras analizadas han sido clasificadas de acuerdo a los criterios U.S.C.S. dentro del grupo CL, presentando un contenido de finos medio del 70% aproximadamente, siendo de manera general de acuerdo a los límites de Atterberg de media plasticidad. En vista a los resultados obtenidos, el nivel IV de arcillas ligeramente arenosas se puede considerar de manera general como un suelo cohesivo de naturaleza densa a muy densa, resultando adecuado tanto por naturaleza como por capacidad portante como nivel de apoyo de la cimentación proyectada. Así mismo se han estimado los siguientes parámetros de corte aproximados para el nivel IV de arcillas ligeramente arenosas:

γ = 1,9-2,1 t/m^3
c'= 2,0-3,0 t/m^2
φ'= 27-29º

B.) ESTABILIDAD DE LOS TALUDES

En el estudio realizado se ha utilizado el método de equilibrio parcial, en particular se ha utilizado el programa Slope/W, el cual permite diferenciar varios niveles de terreno de características diferentes, presencia de agua, efectos sísmicos y perfil variable del terreno, efectuando los cálculos por el método de Bishop. Dicho programa establece una malla de puntos como posibles centros de círculos de rotura, para cada uno de los cuales estudia diferentes círculos, dibujando aquel que tenga el menor coeficiente de estabilidad de todos los analizados. El estudio pormenorizado de la estabilidad de taludes se incluye en el Anejo 05 de este proyecto. A continuación se incluye el cuadro resumen de los resultados obtenidos:

ALTURA DEL TALUD: 3 m		
Ángulo de talud	Sin cargas en coronación	Con cargas en coronación a 1,5 m
ESQUEMA TIPO A (nivel I + nivel II)		
1H/1V nivel I 1H/2V nivel II	2,15	**1,54**
ESQUEMA TIPO B (nivel I + nivel III)		
1H/1V nivel I 1H/2V nivel III	1,42	1,22
1H/1V en todo el talud	> 1,42	**1,40**
ESQUEMA TIPO C (nivel I + nivel II + nivel III)		
1H/1V nivel I 1H/2V nivel II y III	1,74	**1,33**

ALTURA DEL TALUD: 4 m		
Ángulo de talud	Sin cargas en coronación	Con cargas en coronación a 1,5 m
ESQUEMA TIPO A (nivel I + nivel II)		
1H/1V nivel I 1H/2V nivel II	1,73	**1,34**
ESQUEMA TIPO B (nivel I + nivel III)		
1H/1V en todo el talud	1,59	1,28
1H/1V en todo el talud y berma de 0,5 m después del nivel I	1,73	**1,39**
ESQUEMA TIPO C (nivel I + nivel II + nivel III)		
1H/1V nivel I 1H/2V nivel II y III	1,45	1,20
1H/1V en todo el talud	1,72	**1,39**

Tabla **8.3.-** Análisis de la estabilidad de zanjas en la zona del Sector I del Canal de San José. Fuente: Estudio Geológico y Geotécnico de la zona del Sector I del Canal de San José.

A efectos del cálculo mecánico y del cálculo de los movimientos de tierra, se establecen los taludes de las zanjas adoptando el criterio del esquema predominante en toda la zona que es el ESQUEMA TIPO A, un **talud 1H/1V** en el primer metro de excavación (profundidad media del nivel I de tierra vegetal) y un **talud 1H/2V** en el resto de la excavación, estando siempre del lado de la seguridad.

2.1.3. RELLENOS

Encontramos dos secciones tipo para la instalación de la tubería de PVC-O. La sección tipo de la zanja, varía según el diámetro nominal de la tubería instalada y será la que aparece en el Plano 5.1 “Sección Tipo de Zanjas” y se resume a continuación:

A.) DN<315 MM (PVCO Y PEAD):

- Cama de 10 cm de espesor con con grava A5/2, 6-12mm, con un grado de compactación superior al 95% del Ensayo Próctor Normal (ángulo de apoyo de la tubería 120º).
- Hasta 30 cm por encima de la clave de la tubería: Relleno de zanjas con material seleccionado procedente de la excavación, material fino, sin piedras y compactado al 95% PM con medios mecánicos.
- Resto: Relleno ordinario procedente de excavación con tamaño máximo de 100mm.

B.) 315MM≤DN<630MM (PVCO Y PEAD):

- Cama de 15 cm de espesor con grava A5/2, 6-12mm.
- Hasta Riñones de tubería (180º): Relleno con con grava A5/2, 6-12mm, con un grado de compactación superior al 95% del Ensayo Próctor Normal.
- Hasta 30 cm por encima de la clave de la tubería: Relleno de zanjas con material seleccionado procedente de la excavación, material fino, sin piedras y compactado al 95% P.M. con medios mecánicos
- Resto: Relleno ordinario procedente de excavación con tamaño máximo de 100mm.

2. 2. CALCULO MECANICO DE LAS TUBERIAS

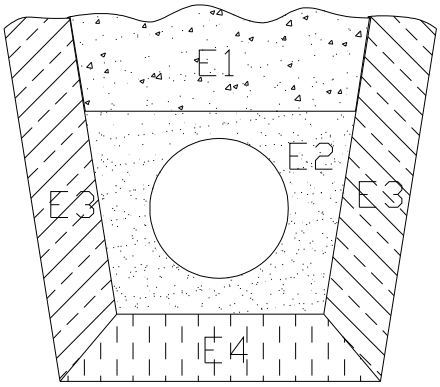
A continuación, se ofrecen los criterios generales de dimensionamiento de las tuberías para cada tipo de zanja.

2.2.1. CRITERIOS GENERALES DE CÁLCULO

Para la comprobación de las tuberías de PVC-O se ha utilizado el Programa de Cálculo Mecánico TOM® V.1.1 2020 Enero y para el cálculo mecánico de las tuberías de PEAD se utiliza la aplicación web de ASETUB, programa de cálculo de acciones sobre tuberías plásticas enterradas que está basado en la ATV-DVWK-A 127E:2000: "Static Calculation of Drains and Sewers.". Ambos programas proporcionan como resultados los distintos esfuerzos y solicitaciones que soportará la tubería, así como sus coeficientes de seguridad a rotura y aplastamiento.

Para el cálculo de las cargas de las tierras que rodean al tubo son necesarios los siguientes datos:

- Peso específico de las tierras de relleno (γ).
- Ángulo de rozamiento interno del relleno (ρ).
- Ángulo de rozamiento del relleno con las paredes de la zanja (ρ’).
- Coeficientes de empuje lateral de las tierras de relleno (K1 y K2).
- Módulos de deformación de las diferentes zonas de relleno y de la zanja:



E1, módulo de deformación para el relleno sobre la clave de la tubería.

E2, módulo de deformación para el relleno a los lados de la tubería.

E3, módulo de deformación para el suelo no alterado de la pared de la zanja a la profundidad de la tubería.

E4, módulo de deformación para el material de cimentación debajo de la tubería.

Para la determinación de dichos valores se ha considerado el actual consenso por el que pueden usarse los valores basados en datos convencionales de identificación de suelos, que se resumen en la tabla siguiente:

Tabla módulos de compresión E_S (N/mm^2)

Grupo de suelo	Compactación proctor normal en %					
	85%	90%	92%	95%	97%	100%
G1. No cohesivo. Este grupo incluye las gravas y arenas sueltas. Porcentaje de fino (≤ 0,06 mm), inferior al 5 %.	2.5	6	9	16	23	40
G2. Poco cohesivo. Este grupo incluye las gravas y arenas poco arcillosas o limosas. Porcentaje de fino (ф ≤ 0,06 mm), entre el 5 % y el 15 %.	1.2	3	4	8	11	20
G3. Moderadamente cohesivo. Este grupo incluye las gravas y arenas arcillosas o limosas. Porcentaje de fino (ф ≤ 0,06 mm), entre el 15 % y el 40 % y los limos poco plásticos.	0.8	2	3	5	8	13
G4. Cohesivo. Este grupo incluye las arcillas, los limos y los suelos con mezcla de componentes orgánicos.	0.6	1.5	2	4	6	10

Tabla **8.4.-** Datos convencionales de identificación de suelos. Tabla de módulos de compresión Es(N/mm2). Fuente Programa de Cálculo Mecánico TOM® V.1.1.

La resistencia pasiva del suelo generada por la deflexión horizontal del tubo, en respuesta a la deflexión vertical debida a la carga de tierra, ayuda a soportar el tubo. La resistencia pasiva del suelo depende del tipo de suelo natural, tipo y grado de compactación del relleno en la zona de la tubería, la profundidad del recubrimiento y del ancho de la zanja.

Se considerarán las siguientes acciones y cargas de cálculo:

<u>Acciones derivadas de las tierras</u>

Las acciones derivadas de las tierras que rodean al tubo son:

• Presión vertical de las tierras (qv).
• Presión lateral de las tierras (qh).

Para el cálculo de la presión vertical sobre el tubo debido a la carga de tierras se usa la siguiente expresión:

$$q_v = m \times C_z \times \gamma \times H$$

Donde:
m → factor de concentración de la presión vertical.
Cz → coef. de carga de las tierras en zanja.
γ → peso específico del relleno de tierras, en kN/m3.
H → altura por encima del plano de clave del tubo, en m.

Para el cálculo de la presión lateral sobre el tubo debido a la carga de tierras se usa la siguiente expresión:

$$q_h = n \times K_2 \times C_z \times \gamma \times H$$

Donde:
n → factor de concentración de la presión lateral.
K2 → coef. de empuje lateral de las tierras de relleno.
Cz → coef. de carga de las tierras en zanja.
γ → peso específico del relleno de tierras, en kN/m3.
H → altura por encima del plano de clave del tubo, en m.

El movimiento lateral genera una resistencia pasiva del relleno del suelo con una distribución parabólica con un ángulo 2β y un valor punta de qht. Ésta presión, debida a la distinta deformación se expresa como:

$$qht = \delta\ (qv - qh)$$

Donde:
δ → coef. de reacción del relleno de la cama del tubo.

Para el cálculo de las acciones capaces de ejercer solicitaciones sobre la tubería se ha considerado las siguientes características de suelos:

- Tipo de suelo, según la norma UNE 53331, grupo 3 (suelos medianamente cohesivos), son suelos con una mezcla de grava y de arcilla o de arena y arcilla con una cantidad máxima de arcilla del 40%.
- Tipo de relleno, grupo 1 (suelos no cohesivos), suelos de gravas o arenas sueltas con porcentaje de fino < 5%. Se considera tirado en la zanja, con compactado posterior del relleno y un ángulo de apoyo de 180º.

<u>Acciones por Cargas de tráfico</u>

Como cargas de tráfico se parte de un vehículo tipo medio HT 26, tomándose los valores indicado por la norma UNE.

La presión vertical producida por las cargas de tráfico se calcula a partir de la expresión:

$$Pvc = Pc \times \varphi \times Cc$$

Donde:
Pvc → presión vertical sobre el tubo debida a las sobrecargas concentradas, en kN/m2.
Pc → sobrecarga concentrada (sobrecarga máxima por rueda), en kN.
φ → coef. de impacto de sobrecargas móviles.
Cc → coef. de carga para sobrecargas concentradas.

Finalmente la presión vertical total sobre el tubo será la suma de las diferentes presiones verticales parciales sobre el tubo, esto es la presión vertical debida a las tierras y la debida a las sobrecargas repartidas.

$$qvt = qv + Pvc$$

La presión horizontal sobre el tubo será la generada por la componente del relleno: qh.

Para el cálculo de las acciones ejercidas por el tráfico rodado se ha considerado como vehículo tipo LT 12 con las siguientes características:

- Carga total (t): 12 t
- Nº de ejes: 2
- Distancia entre ejes: 3 m
- Ancho entre ruedas: 2 m
- Carga máxima concentrada de la rueda frontal (Pc): 20 kN
- Carga máxima concentrada por rueda trasera (Pc): 40 kN
- Coef. de impacto φ: 1,5

2.2.2. PARAMETROS CONSIDERADOS

Para las tuberías de PVCO y de PEAD se ha seguido el cálculo normal, que considera los siguientes parámetros:

- Diámetro exterior del tubo, según catálogo
- Presión máxima de trabajo en bar: 7,0bar
- Sobrecarga uniforme 0
- Cargas de tráfico 12 t
- Recubrimiento mínimo ≈1,2 m (excepto en proximidades a ventosas, hidrantes… donde el recubrimiento puede llegar a ser inferior ya que la presencia de la propia arqueta impide que la tubería tenga sobrecargas de tráfico sobre ella).
- Recubrimiento máximo hasta 4,5m
- Ancho zanja neto 0,60 – 1,30
    - B= 0,60 m para DN 160 mm
    - B= 1,30m para DN 500 mm
- Ángulo talud: 63º (talud 1:2) condicionado por los resultados del estudio geotécnico
- Tipo de apoyo en zanja: El informe UNE 53331 IN especifica dos formas de apoyo para los tubos en zanja, en esta instalación se selecciona el apoyo **Tipo A**: Este tipo de apoyo consiste en una cama continua de material granular (arena o canto rodado de espesor de 10 a 18 cm) compactado (mínimo 95% proctor normal) sobre la que descansa el tubo, de altura mínima 0.1+DN/10 m. La cama de apoyo debe tener una compactación uniforme en toda su longitud y envolver el tubo según el ángulo de apoyo 2α previsto. La relación de proyección para este tipo de apoyo es Pj=1
- Ángulo apoyo tubería 2α: 120º
- Peso específico del terreno de relleno: 20 kN/m^3
- Nivel freático se considera a 2 m de profundidad (por lo tanto, no aparecerá por encima de la generatriz superior de la tubería siempre que la excavación sea inferior a 2m). Para considerar el caso más desfavorable se considera que el nivel freático puede situarse a 0,5m por encima de la tubería.
- Grupo de suelo: del estudio geotécnico realizado en la zona se concluye que hasta los 3m de profundidad de excavación encontramos dos niveles de terrenos: Nivel I de tierra vegetal y un Nivel II, en ambos casos predominan las arcillas arenosas y arenas limosas y arcillosas. Entrarían dentro del (GRUPO 3): Suelos moderadamente cohesivos. Este grupo incluye las gravas y arenas arcillosas o limosas. Porcentaje de fino (ф ≤ 0,06 mm), entre el 15 % y el 40 % y los limos poco plásticos.

- Angulo de rozamiento del relleno con las paredes de la zanja:
    - Grupo G3: moderadamente cohesivo (arcilla, limos…): 30º
- Tipo de compactación alta:
    E1: PM85%
    E2:PM95%
    E3:PM100%
    E4:PM100%

2.2.3. CONDICIONES

Se ha estudiado que todas las tuberías elegidas soporten los esfuerzos de carga a que estarán sometidos tanto interiormente como exteriormente.

Los cálculos para las tuberías de PVCO se han realizado a partir del programa se ha utilizado el Programa de Cálculo Mecánico TOM® V.1.1 2020 Enero. Todas las tuberías comprobadas cumplen con holgura los coeficientes de seguridad. Para los cálculos se han analizado las condiciones más desfavorables que se van a dar en la instalación. Las instalaciones de PVCO calculadas son las siguientes:

DN (mm)	PN (MPa)	Trafico	Talud (H/V)	B (m)	Cama de arena o grava(m)	Relleno grava(2α)	HT mínima (m)	Cumple	HT máxima (m)	Cumple
160	1,6	12 t	1/2	0,60	0,10	-	1,2	Si	4,5	Si
200	1,6	12 t	1/2	0,70	0,10	-	1,2	Si	4,5	Si
250	1,6	12 t	1/2	0,80	0,10	-	1,2	Si	4,5	Si
315	1,6	12 t	1/2	0,90	0,15	180º	1,2	Si	4,5	Si
400	1,6	12 t	1/2	1,00	0,15	180º	1,2	Si	4,5	Si
450	1,6	12t	1/2	1,25	0,15	180º	1,2	Si	4,5	Si
500	1,6	12t	1/2	1,30	0,15	180º	1,2	Si	4,5	Si
630	1,6	12 t	1/2	1,40	0,15	120º	1,2	Si	4,5	Si

Tabla **8.5.-** Resumen de los cálculos mecánicos en tubería de PVCO. Fuente Programa de Cálculo Mecánico TOM® V.1.1.

Los cálculos para las tuberías de PEAD se han realizado con el Programa de Cálculo Mecánico de la aplicación web de ASETUB, programa de cálculo de acciones sobre tuberías plásticas enterradas que está basado en la ATV-DVWK-A 127E:2000: "Static Calculation of Drains and Sewers.. Todas las tuberías comprobadas cumplen con holgura los coeficientes de seguridad. Para los cálculos se han analizado las condiciones más desfavorables que se van a dar en la instalación. Las instalaciones de PEAD calculadas son las siguientes:

DN (mm)	**PN (MPa)**	**Trafico**	**Talud (H/V)**	**B (m)**	**Cama de arena o grava (m)**	**Relleno grava (2α)**	**HT mínima (m)**	**Cumple**	**HT máxima (m)**	**Cumple**
180	1,0	12 t	1/2	0,70	0,10	-	1,2	Si	4,5	Si
315	1,0	12 t	1/2	0,90	0,15	180º	1,2	Si	4,5	Si
400	1,0	12 t	1/2	1,00	0,15	180º	1,2	Si	4,5	Si
500	1,0	12 t	1/2	1,30	0,15	180º	1,2	Si	4,5	Si

Tabla **8.6.-** Resumen de los cálculos mecánicos en tubería de PEAD. Fuente Programa de Cálculo Mecánico ASETUB.

Los cálculos mecánicos realizado, son válidos para las condiciones definidas en ellos, si hubiera alguna modificación durante la ejecución de las obras hay que recalcular mecánicamente las tuberías.

2.2.4. LISTADOS DE CÁLCULO MECÁNICO

Para el cálculo mecánico de estas tuberías se utiliza el programa TOMCALCULARTOR, programa de cálculo de acciones sobre tuberías plásticas enterradas que está basado en el Informe UNE 53.331:1997 IN "Tuberías de policloruro de vinilo (PVC) no plastificado y polietileno (PE) de alta y media densidad" para el cálculo mecánico, y la ATV-DVWK-A 127E:2000: "Static Calculation of Drains and Sewers." Los listados del cálculo mecánico de las tuberías realizados mediante el programa informático TOM® V.1.1 2017 Enero. Se adjuntan en el **Apéndice 1**.

Los listados del cálculo mecánico de las tuberías de PEAD realizados mediante la aplicación informática de ASETUB. Se adjuntan en el **Apéndice 2**.

3. RESISTENCIA DE LAS TUBERIAS DE HORMIGÓN POSTESADO CON CAMISA DE CHAPA A LAS CARGAS EXTERNAS

Se instalará tubería de hormigón postesado con camisa de chapa para los diámetros nominales 700 mm, 800mm, 900mm, 1000mm, 1100mm y 1200mm. Los tubos se dimensionan con el procedimiento desarrollado en la Instrucción del Instituto Eduardo Torroja para tubos de hormigón armado o pretensado de septiembre de 2007.

3. 1. CRITERIOS GENERALES

Las acciones que se consideran en el dimensionamiento de los tubos son las acciones directas a las que hay que añadir las acciones debidas al postesado cuando se trata de tubos de hormigón postesado con camisa de chapa.

Las acciones directas que se tienen en cuenta son las siguientes:

1. Peso propio.
2. Cargas del fluido.
3. Cargas verticales del relleno.
4. Cargas concentradas.
5. Empuje lateral.
6. Presión de Diseño/Presión Máxima de Diseño.

Para ello debemos conocer:

- Características de la tubería (diámetro exterior, espesor, …),
- Geometría de la zanja (altura de tierra sobre el tubo, altura del nivel freático sobre el tubo, ángulo de apoyo y compactación del terreno),
- Cargas internas (presión máxima de diseño, depresión de diseño)
- Sobrecarga de tráfico (carga a lo largo de la tubería, carga a una distancia de la tubería, carga por rueda, longitud de eje) si cumple los esfuerzos.

El método de cálculo está descrito en detalle en el Apéndice nº4.

3. 2. PARAMETROS CONSIDERADOS

Para las tuberías de Hormigón postesado con camisa de chapa (HPCC) se han considerado estos parámetros:

- Tipo de colocación: zanja con relleno compactado.
- Apoyo Granular a 90°.
- Sobrecarga de tráfico correspondiente al eje de 13 Tn.
- Condiciones prueba en zanja:
  - Geometría de tubería según datos comerciales para diferentes diámetros.
  - PN: 10bar
  - Geometría de zanja
    - Altura de tierra sobre el tubo mínimo (m): 1,2
    - Altura del nivel freático sobre el tubo (m): 0,5
    - Cama de 15 cm de espesor con gravilla A5/2, 3-6mm.
    - Ángulo de apoyo granular (º): 90º. Relleno con gravilla A5/2, 6-12mm con un grado de compactación superior al 90% del ensayo del Próctor Normal.
    - Hasta 30 cm por encima de la clave de la tubería: Relleno de zanjas con material seleccionado procedente de la excavación, material fino, sin piedras y compactado al 95% P.M. con medios mecánicos
    - Resto: Relleno ordinario procedente de excavación con tamaño máximo de 100mm.
  - Cargas internas
    - Presión máxima de diseño (MPa): 0,75
    - Depresión de diseño (MPa): 0
  - Sobrecarga de tráfico
    - Sobrecarga correspondiente al eje de 13Tn

3. 3. CONDICIONES DE INSTALACION DE LA TUBERIA

Las tuberías irán enterradas en zanjas, según se especifica en los planos del proyecto, permaneciendo la generatriz superior de la tubería como mínimo a 1,2 por debajo del nivel del terreno. El material que aparece en las excavaciones es similar al que se ha descrito en el apartado 2.4.2 de este Anejo.

3.3.1. ZANJAS

Las secciones de ejecución de las zanjas están reflejadas en el documento Planos. La ejecución de talud de excavación es con relación 1H:1V en el primer metro de excavación y talud 1H:2V en el resto, y en el momento de la redacción del estudio geotécnico se detectó el nivel freático a una profundidad media de 2m, en el caso de la tubería de hormigón postesado con camisa de chapa (al ser de grandes diámetros) se ha considerado una posible presencia de agua por nivel freático de 0,5 m de altura.

3.3.2. GAMA DE TUBERIAS

La gama de diámetros empleados en las conducciones de la red será:

Diámetro nominal (mm):	PN	Tipo de Tuberia:
1200	10	HPCC
1100		
1000		
900		
800		
700		

Tabla 8.14.- Gama de tuberías de HPCC en el proyecto.

3.3.3. RELLENOS

La sección tipo de la zanja, varía según el diámetro nominal de la tubería instalada y será la que aparece en el Plano 5.1 (H2) y se resume a continuación:

Diámetro nominal (mm):	Anchura de la zanja
1200	2,20
1100	2,03
1000	1,92
900	1,82
800	1,65
700	1,60

Tabla 8.15.- Anchuras de zanjas consideradas para la instalación de tuberías de HPCC en el proyecto.

- Cama de 15 cm de espesor con gravilla A5/2, 6-12mm.
- Apoyo hasta formar un ángulo (90º): Relleno con gravilla A5/2, 6-12mm, con un grado de compactación superior al 90% del Ensayo Próctor Normal
- Hasta 30 cm por encima de la clave de la tubería: Relleno de zanjas con material seleccionado procedente de la excavación, material fino, sin piedras y compactado al 95% P.M. con medios mecánicos sin vibrado.
- Resto: Relleno ordinario procedente de excavación con tamaño máximo de 100mm.

3. 4. LISTADOS DE CALCULO MECANICO DE LAS TUBERIAS DE HPCC

En el **Apéndice 3** se adjuntan los resultados obtenidos de los cálculos realizados por la casa comercial Prefabricados DELTA S.A., siendo válido los diámetros estudiados para las condiciones planteadas y dimensionados de armado expuestos a continuación:

	CUADRO DE CARACTERISTICAS DE LA TUBERÍA	Revisión 0 Fecha: 17/06/2010 Hoja: 1 de 1

OBRA: Red de riego Canal de San Jose (Zamora)

CLIENTE: ITACYL

TUBERÍA: HORMIGÓN POSTESADO CON CAMISA DE CHAPA

HIPOTESIS:

- Tipo de colocación: ZANJA RELLENO COMPACTADO
- Tipo de apoyo GRANULAR 90°
- Altura de tierras sobre la generatriz superior del tubo entre 1 y 3 mm
- Sobrecarga de trafico: Eje de 13 ton
- Presión Máxima de Trabajo 7,5 y 10 atm

DIAM (mm)	DP/MDP/STP (atm)	ESPES (mm)	REC. INTER (mm)	REC. EXTER (mm)	CABEZ. HEMBRA	CABEZ. MACHO	ESPES CHAPA (mm)	ARMAD. EXTER.
1200	7,5/7,5/8,5	105	75	30	160 x 6	M-20	1.5	33 ϕ 5
1200	9/10/11	105	75	30	160 x 6	M-20	1.5	37 ϕ 5
1100	7,5/7,5/8,5	100	70	30	160 x 6	M-20	1.5	30 ϕ 5
1100	9/10/11	100	70	30	160 x 6	M-20	1.5	33 ϕ 5
1000	7,5/7,5/8,5	95	65	30	160 x 6	M-20	1.5	27 ϕ 5
1000	9/10/11	95	65	30	160 x 6	M-20	1.5	30ϕ 5
900	7,5/7,5/8,5	90	60	30	160 x 6	M-20	1.5	23 ϕ 5
900	9/10/11	90	60	30	160 x 6	M-20	1.5	27 ϕ 5
800	9/10/11	82	52	30	160 x 6	M-20	1.5	23 ϕ 5
700	9/10/11	90	60	30	125x6	M-16	1.5	20 ϕ 5

CARACTERISTICAS DE LOS MATERIALES		
Chapa: Calidad: S 235 JR		
Acero de pretensar: Tensión de rotura 18000 Kg/cm2		
Hormigón	Resistencia característica a compresión	
	Hormigón del Núcleo:	450 kg/cm2
	Hormigón del Revestimiento:	350 kg/cm2
	Tipo de cemento	Núcleo I 42.5 R/SR o I 52.5 N/SR Revestido I 42.5 R/SR

Tabla 8.16.- Resumen de los resultados del cálculo mecánico de las tuberías de HPCC proyectadas en el proyecto.

APENDICE 1: RESULTADOS CALCULO MECANICO TUBERIA PVCO PN16

Información general sobre el informe abreviado		
Número de informe	2020_11_19_2752	
Fecha de última modificación	19 de Noviembre de 2020 a las 13:18	
Nombre del proyecto	Maria Sánchez Hernández	
A la atención de D./Dña.	Maria Sánchez Hernández	
Dirección	C/DEL PRADO TUERTO, 12	
Ciudad / localidad / municipio	ZAMORA	
Provincia / región / estado	ZAMORA	
País	España	
Promotora	ITACYL	
Ingeniería	ITACYL	
Constructora	ITACYL	
Dirección de obra	C/DEL PRADO TUERTO, 12	

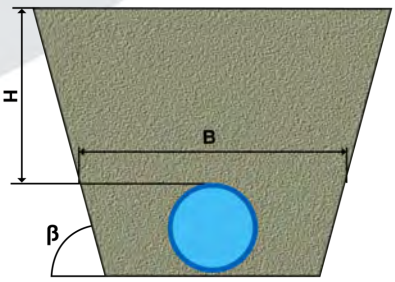
PROGRAMA DE CÁLCULO MECÁNICO

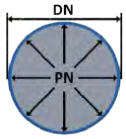
Este programa de cálculo mecánico para tuberías plásticas enterradas de PVC Orientado (PVC-O) TOM®, está basado en las normas de referencia:

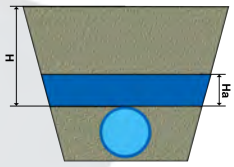
ATV-DVWK-A 127E:2000 “Cálculo estático de Drenajes y Saneamientos”

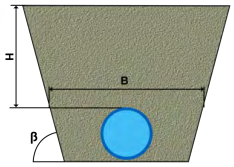
UNE 53331: 2020 "Tuberías de Poli(cloruro de vinilo) no plastificado (PVC-U), Poli(cloruro de vinilo) orientado (PVC-O), Polietileno (PE) y Polipropileno (PP). Criterio para la comprobación de los tubos a utilizar en conducciones con y sin presión sometidos a cargas externas"

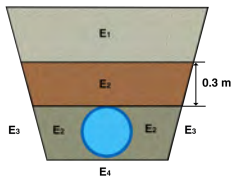
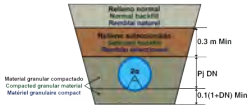
Resultados del cálculo
Clase de seguridad A (caso general) - material PVC-O > 2.5
INSTALACIÓN VÁLIDA

Características del tubo y de la instalación		
Tipo de conducción	Agua a presión Especificaciones de tubería según: norma europea UNE-EN 17176 - norma internacional ISO 16422 - norma francesa NF T54-948 - norma sudafricana SANS 16422	
Aplicación	Riego	
Nombre de la instalación	SECTOR I CANAL DE SAN JOSE DN 160 _PROF 1,2M	
Tipo de instalación	Instalación de un tubo TOM® en zanja	

Tubería				
	Nome.	**Unidades**	**Tubo 1**	
Código del producto	-	-	**TOM16016B**	
Material del tubo	-	-	PVC-O Clase 500	
			C 1.4	
Presión nominal	PN	bar	16	
Diámetro nominal	DN	mm	160	
Módulo de elasticidad en flexión transversal. Largo plazo.	$E_{t(lp)}$	N/mm^2	2800,0	
Módulo de elasticidad en flexión transversal. Corto plazo.	$E_{t(cp)}$	N/mm^2	4000,0	
Peso específico	γ_t	kN/m^3	14,0	
Esfuerzo tangencial de diseño del tubo a flexión-tracción. Largo plazo.	$\sigma_{t(lp)}$	N/mm^2	70,0	
Esfuerzo tangencial de diseño del tubo a flexión-tracción. Corto plazo.	$\sigma_{t(cp)}$	N/mm^2	100,0	

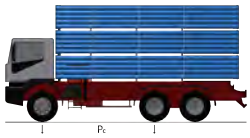
Presiones				
	Nome.	**Unidades**	**Tubo 1**	
Presión interna de trabajo	P_i	bar	7,5	
Presión externa debido al agua	P_e	bar	0,05	
Nivel freático	H_a	m	0,5	

Geometría de la zanja				
	Nome.	**Unidades**	**Tubo 1**	
Altura de zanja	H	m	1,2	
Anchura de la zanja	B	m	0,6	
Ángulo de inclinación de las paredes de la zanja	β	°	63,0	

Apoyo y material de relleno				
	Nome.	**Unidades**	**Tubo 1**	
Tipo de apoyo	-	-	A	 Apoyo Tipo A
Ángulo de apoyo	2α	°	120	
Módulo de compresión de E_1	E_1	N/mm^2	0,8	
Porcentaje proctor E_1		%	85,0	
Grupo de suelo E_1		-	G3	
Módulo de compresión de E_2	E_2	N/mm^2	5,0	
Porcentaje proctor E_2		%	95,0	
Grupo de suelo E_2		-	G3	
Módulo de compresión de E_3	E_3	N/mm^2	13,0	
Porcentaje proctor E_3		%	100,0	
Grupo de suelo E_3		-	G3	
Módulo de compresión de E_4	E_4	N/mm^2	13,0	
Porcentaje proctor E_4		%	100,0	
Grupo de suelo E_4		-	G3	
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 por capas compactadas contra el suelo natural (sin verificación del grado de compactación), aplicable también para paredes soportadas por tablones (construcción Berlinesa).

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	P_c	kN	40,0	
Sobrecargas distribuidas P_d	P_d	kN	-	
Coeficiente C_d	C_d	-	-	
Coeficiente de impacto Phi	Phi	-	1,5	

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	15,64
Presión vertical debida a las sobrecargas concentradas	P_{vc}		18,22
Presión vertical debida a las cargas distribuidas	P_{vr}		0,00
Presión vertical total sobre el tubo	q_{vt}		33,85
Presión lateral debida a la tierra			
Reacción máxima lateral del suelo a la altura del centro del tubo	q_{ht}	kN/m^2	12,15
Deformación relativa **(La deformación no puede ser superior al 5%)**			
Deformación relativa	δ_v	%	1,032
Momentos flectores longitudinales			
Momento longitudinal total			
En la clave	M	kN·m/m	0,035950
En los riñones			-0,032541
En la base			0,039201
Fuerzas normales (axil circunferencial)			
Fuerza normal total			
En la clave	N	kN/m	55,9394
En los riñones			54,0787
En la base			55,8402
Tensiones circunferenciales máximas			

σ en clave	σ	N/mm^2	24,15
σ en riñones			22,64
σ en base			25,15
Coeficientes de seguridad a rotura			
Verificación de esfuerzos tangenciales en la clave	v	-	4,14
Verificación de esfuerzos tangenciales en riñones			4,42
Verificación de esfuerzos tangenciales en la base			3,98
Coeficientes de seguridad al aplastamiento			
η debido a la acción de la tierra y el agua	η_3	-	20,72

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	14,98
Presión vertical debida a las sobrecargas concentradas	P_{vc}		18,22
Presión vertical debida a las cargas distribuidas	P_{vr}		0,00
Presión vertical total sobre el tubo	q_{vt}		33,19
Presión lateral debida a la tierra			
Reacción máxima lateral del suelo a la altura del centro del tubo	q_{ht}	kN/m^2	12,16
Deformación relativa **(La deformación no puede ser superior al 5%)**			
Deformación relativa	δ_v	%	1,121
Momentos flectores longitudinales			
Momento longitudinal total			
En la clave	M	kN·m/m	0,034822
En los riñones			-0,031395
En la base			0,038017
Fuerzas normales (axil circunferencial)			
Fuerza normal total			

En la clave	N	kN/m	55,9338
En los riñones			54,1301
En la base			55,8374
Tensiones circunferenciales máximas			
σ en clave	σ	N/mm^2	23,79
σ en riñones			22,29
σ en base			24,78
Coeficientes de seguridad a rotura			
Verificación de esfuerzos tangenciales en la clave	v	-	2,94
Verificación de esfuerzos tangenciales en riñones			3,14
Verificación de esfuerzos tangenciales en la base			2,83
Coeficientes de seguridad al aplastamiento			
η debido a la acción de la tierra y el agua	η_3	-	17,28

ADVERTENCIA IMPORTANTE: LIMITACIÓN DE RESPONSABILIDAD

Molecor pone a disposición el Programa como una herramienta para facilitar su trabajo a los profesionales pero no asume ninguna responsabilidad como asesor o prestador de servicios. Los resultados del cálculo obtenidos deben considerarse orientativos y tienen una finalidad meramente informativa. El diseño de un proyecto y la ejecución de la obra son responsabilidad del proyectista del constructor respectivamente. El proyectista usuario del Programa será exclusivamente responsable de la decisión de utilizar el Programa como herramienta auxiliar en la prestación de sus servicios profesionales y del correcto calculo de los elementos proyectados, teniendo en último término la responsabilidad de los cálculos realizados en el diseño de la instalación. En particular, será entera y exclusivamente responsable de la corrección de los datos introducidos par el cálculo y sus correspondientes resultados. Aunque **Molecor** ha hecho todos los esfuerzos para que el Programa responda a sus finalidades y funcione de forma regular de acuerdo con sus especificaciones, en el estado de la técnica, no puede garantizar su funcionamiento continuo ni la total ausencia de posibles fallos o incidencias en el funcionamiento del Programa, en particular, por interacción con otros elementos (ordenadores, servidores, comunicaciones electrónicas, etc.) y con el propio usuario. En consecuencia, **Molecor** NO RESPONDERA DE NINGUN DAÑO DIRECTO O INDIRECTO, PREVISIBLE O IMPREVISTO DERIVADO DEL USO DEL PROGRAMA SALVO EN CASO QUE SE DEMUESTRE SU DOLO O NEGLIGENCIA GRAVE EN EL DISEÑO U OPERACIÓN DEL SOFTWARE. En particular, **Molecor** NO SE RESPONSABILIZA:

1. de los posibles resultados erróneos causados por errores, omisiones y/o inexactitudes en los datos introducidos por el usuario.

2. de la mala utilización no conforme con las especificaciones del Programa.

3. del uso que se haga de la información proporcionada por el Programa y no realización de razonables comprobaciones para verificar la corrección de la misma.

Información general sobre el informe abreviado		
Número de informe	2020_11_19_2770	
Fecha de última modificación	19 de Noviembre de 2020 a las 13:18	
Nombre del proyecto	Maria Sánchez Hernández	
A la atención de D./Dña.	Maria Sánchez Hernández	
Dirección	C/DEL PRADO TUERTO, 12	
Ciudad / localidad / municipio	ZAMORA	
Provincia / región / estado	ZAMORA	
País	España	
Promotora	ITACYL	
Ingeniería	ITACYL	
Constructora	ITACYL	
Dirección de obra	C/DEL PRADO TUERTO, 12	

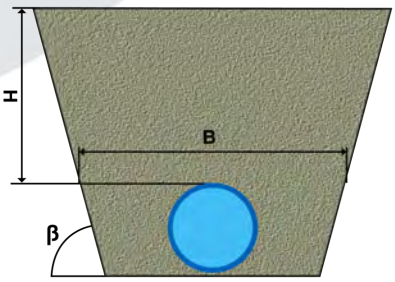
PROGRAMA DE CÁLCULO MECÁNICO

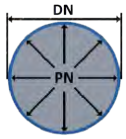
Este programa de cálculo mecánico para tuberías plásticas enterradas de PVC Orientado (PVC-O) TOM®, está basado en las normas de referencia:

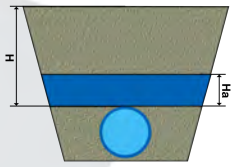
ATV-DVWK-A 127E:2000 “Cálculo estático de Drenajes y Saneamientos”

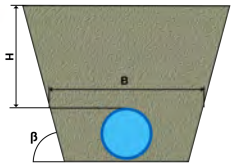
UNE 53331: 2020 "Tuberías de Poli(cloruro de vinilo) no plastificado (PVC-U), Poli(cloruro de vinilo) orientado (PVC-O), Polietileno (PE) y Polipropileno (PP). Criterio para la comprobación de los tubos a utilizar en conducciones con y sin presión sometidos a cargas externas"

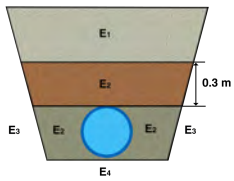
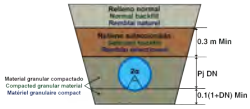
Resultados del cálculo
Clase de seguridad A (caso general) - material PVC-O > 2.5
INSTALACIÓN VÁLIDA

Características del tubo y de la instalación		
Tipo de conducción	Agua a presión Especificaciones de tubería según: norma europea UNE-EN 17176 - norma internacional ISO 16422 - norma francesa NF T54-948 - norma sudafricana SANS 16422	
Aplicación	Riego	
Nombre de la instalación	SECTOR I CANAL DE SAN JOSE DN 160 _PROF4,5M	
Tipo de instalación	Instalación de un tubo TOM® en zanja	

Tubería				
	Nome.	**Unidades**	**Tubo 1**	
Código del producto	-	-	**TOM16016B**	
Material del tubo	-	-	PVC-O Clase 500	
			C 1.4	
Presión nominal	PN	bar	16	
Diámetro nominal	DN	mm	160	
Módulo de elasticidad en flexión transversal. Largo plazo.	$E_{t(lp)}$	N/mm^2	2800,0	
Módulo de elasticidad en flexión transversal. Corto plazo.	$E_{t(cp)}$	N/mm^2	4000,0	
Peso específico	γ_t	kN/m^3	14,0	
Esfuerzo tangencial de diseño del tubo a flexión-tracción. Largo plazo.	$\sigma_{t(lp)}$	N/mm^2	70,0	
Esfuerzo tangencial de diseño del tubo a flexión-tracción. Corto plazo.	$\sigma_{t(cp)}$	N/mm^2	100,0	

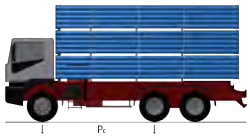
Presiones				
	Nome.	**Unidades**	**Tubo 1**	
Presión interna de trabajo	P_i	bar	7,5	
Presión externa debido al agua	P_e	bar	0,05	
Nivel freático	H_a	m	0,5	

Geometría de la zanja				
	Nome.	**Unidades**	**Tubo 1**	
Altura de zanja	H	m	4,5	
Anchura de la zanja	B	m	0,6	
Ángulo de inclinación de las paredes de la zanja	β	°	63,0	

Apoyo y material de relleno				
	Nome.	**Unidades**	**Tubo 1**	
Tipo de apoyo	-	-	A	 Apoyo Tipo A
Ángulo de apoyo	2α	°	120	
Módulo de compresión de E_1	E_1	N/mm^2	0,8	
Porcentaje proctor E_1		%	85,0	
Grupo de suelo E_1		-	G3	
Módulo de compresión de E_2	E_2	N/mm^2	5,0	
Porcentaje proctor E_2		%	95,0	
Grupo de suelo E_2		-	G3	
Módulo de compresión de E_3	E_3	N/mm^2	13,0	
Porcentaje proctor E_3		%	100,0	
Grupo de suelo E_3		-	G3	
Módulo de compresión de E_4	E_4	N/mm^2	13,0	
Porcentaje proctor E_4		%	100,0	
Grupo de suelo E_4		-	G3	
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 por capas compactadas contra el suelo natural (sin verificación del grado de compactación), aplicable también para paredes soportadas por tablones (construcción Berlinesa).

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	P_c	kN	40,0	
Sobrecargas distribuidas P_d	P_d	kN	-	
Coeficiente C_d	C_d	-	-	
Coeficiente de impacto Phi	Phi	-	1,5	

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	39,87
Presión vertical debida a las sobrecargas concentradas	P_{vc}		2,79
Presión vertical debida a las cargas distribuidas	P_{vr}		0,00
Presión vertical total sobre el tubo	q_{vt}		42,66
Presión lateral debida a la tierra			
Reacción máxima lateral del suelo a la altura del centro del tubo	q_{ht}	kN/m^2	30,53
Deformación relativa (La deformación no puede ser superior al 5%)			
Deformación relativa	δ_v	%	1,094
Momentos flectores longitudinales			
Momento longitudinal total			
En la clave	M	kN·m/m	0,019074
En los riñones			-0,012872
En la base			0,023070
Fuerzas normales (axil circunferencial)			
Fuerza normal total			
En la clave	N	kN/m	54,5854
En los riñones			53,3937
En la base			54,4492
Tensiones circunferenciales máximas			

σ en clave	σ	N/mm^2	18,48
σ en riñones			16,25
σ en base			19,72
Coeficientes de seguridad a rotura			
Verificación de esfuerzos tangenciales en la clave	v	-	5,41
Verificación de esfuerzos tangenciales en riñones			6,16
Verificación de esfuerzos tangenciales en la base			5,07
Coeficientes de seguridad al aplastamiento			
η debido a la acción de la tierra y el agua	η_3	-	17,24

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	38,05
Presión vertical debida a las sobrecargas concentradas	P_{vc}		2,79
Presión vertical debida a las cargas distribuidas	P_{vr}		0,00
Presión vertical total sobre el tubo	q_{vt}		40,84
Presión lateral debida a la tierra			
Reacción máxima lateral del suelo a la altura del centro del tubo	q_{ht}	kN/m^2	30,37
Deformación relativa **(La deformación no puede ser superior al 5%)**			
Deformación relativa	δ_v	%	1,142
Momentos flectores longitudinales			
Momento longitudinal total			
En la clave	M	kN·m/m	0,016184
En los riñones			-0,009965
En la base			0,020027
Fuerzas normales (axil circunferencial)			
Fuerza normal total			

En la clave	N	kN/m	54,5786
En los riñones			53,5349
En la base			54,4500
Tensiones circunferenciales máximas			
σ en clave	σ	N/mm^2	17,57
σ en riñones			15,36
σ en base			18,76
Coeficientes de seguridad a rotura			
Verificación de esfuerzos tangenciales en la clave	v	-	3,98
Verificación de esfuerzos tangenciales en riñones			4,56
Verificación de esfuerzos tangenciales en la base			3,73
Coeficientes de seguridad al aplastamiento			
η debido a la acción de la tierra y el agua	η_3	-	14,71

ADVERTENCIA IMPORTANTE: LIMITACIÓN DE RESPONSABILIDAD

Molecor pone a disposición el Programa como una herramienta para facilitar su trabajo a los profesionales pero no asume ninguna responsabilidad como asesor o prestador de servicios. Los resultados del cálculo obtenidos deben considerarse orientativos y tienen una finalidad meramente informativa. El diseño de un proyecto y la ejecución de la obra son responsabilidad del proyectista del constructor respectivamente. El proyectista usuario del Programa será exclusivamente responsable de la decisión de utilizar el Programa como herramienta auxiliar en la prestación de sus servicios profesionales y del correcto calculo de los elementos proyectados, teniendo en último término la responsabilidad de los cálculos realizados en el diseño de la instalación. En particular, será entera y exclusivamente responsable de la corrección de los datos introducidos par el cálculo y sus correspondientes resultados. Aunque **Molecor** ha hecho todos los esfuerzos para que el Programa responda a sus finalidades y funcione de forma regular de acuerdo con sus especificaciones, en el estado de la técnica, no puede garantizar su funcionamiento continuo ni la total ausencia de posibles fallos o incidencias en el funcionamiento del Programa, en particular, por interacción con otros elementos (ordenadores, servidores, comunicaciones electrónicas, etc.) y con el propio usuario. En consecuencia, **Molecor** NO RESPONDERA DE NINGUN DAÑO DIRECTO O INDIRECTO, PREVISIBLE O IMPREVISTO DERIVADO DEL USO DEL PROGRAMA SALVO EN CASO QUE SE DEMUESTRE SU DOLO O NEGLIGENCIA GRAVE EN EL DISEÑO U OPERACIÓN DEL SOFTWARE. En particular, **Molecor** NO SE RESPONSABILIZA:

1. de los posibles resultados erróneos causados por errores, omisiones y/o inexactitudes en los datos introducidos por el usuario.

2. de la mala utilización no conforme con las especificaciones del Programa.

3. del uso que se haga de la información proporcionada por el Programa y no realización de razonables comprobaciones para verificar la corrección de la misma.

Información general sobre el informe abreviado		
Número de informe	2020_11_19_2752	
Fecha de última modificación	19 de Noviembre de 2020 a las 13:18	
Nombre del proyecto	Maria Sánchez Hernández	
A la atención de D./Dña.	Maria Sánchez Hernández	
Dirección	C/DEL PRADO TUERTO, 12	
Ciudad / localidad / municipio	ZAMORA	
Provincia / región / estado	ZAMORA	
País	España	
Promotora	ITACYL	
Ingeniería	ITACYL	
Constructora	ITACYL	
Dirección de obra	C/DEL PRADO TUERTO, 12	

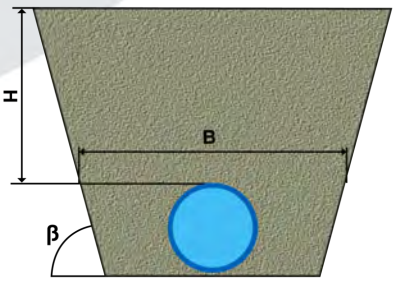
PROGRAMA DE CÁLCULO MECÁNICO

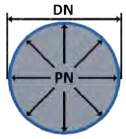
Este programa de cálculo mecánico para tuberías plásticas enterradas de PVC Orientado (PVC-O) TOM®, está basado en las normas de referencia:

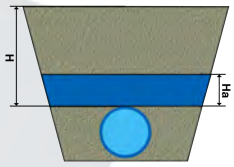
ATV-DVWK-A 127E:2000 “Cálculo estático de Drenajes y Saneamientos”

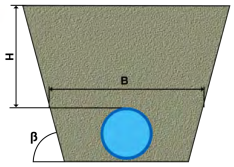
UNE 53331: 2020 "Tuberías de Poli(cloruro de vinilo) no plastificado (PVC-U), Poli(cloruro de vinilo) orientado (PVC-O), Polietileno (PE) y Polipropileno (PP). Criterio para la comprobación de los tubos a utilizar en conducciones con y sin presión sometidos a cargas externas"

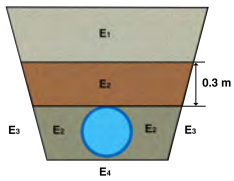
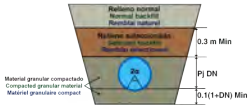
Resultados del cálculo
Clase de seguridad A (caso general) - material PVC-O > 2.5
INSTALACIÓN VÁLIDA

Características del tubo y de la instalación		
Tipo de conducción	Agua a presión Especificaciones de tubería según: norma europea UNE-EN 17176 - norma internacional ISO 16422 - norma francesa NF T54-948 - norma sudafricana SANS 16422	
Aplicación	Riego	
Nombre de la instalación	SECTOR I CANAL DE SAN JOSE DN 160 _PROF 1,2M	
Tipo de instalación	Instalación de un tubo TOM® en zanja	

Tubería				
	Nome.	**Unidades**	**Tubo 1**	
Código del producto	-	-	**TOM16016B**	
Material del tubo	-	-	PVC-O Clase 500	
			C 1.4	
Presión nominal	PN	bar	16	
Diámetro nominal	DN	mm	160	
Módulo de elasticidad en flexión transversal. Largo plazo.	$E_{t(lp)}$	N/mm^2	2800,0	
Módulo de elasticidad en flexión transversal. Corto plazo.	$E_{t(cp)}$	N/mm^2	4000,0	
Peso específico	γ_t	kN/m^3	14,0	
Esfuerzo tangencial de diseño del tubo a flexión-tracción. Largo plazo.	$\sigma_{t(lp)}$	N/mm^2	70,0	
Esfuerzo tangencial de diseño del tubo a flexión-tracción. Corto plazo.	$\sigma_{t(cp)}$	N/mm^2	100,0	

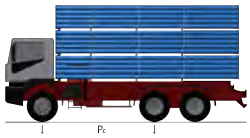
Presiones				
	Nome.	**Unidades**	**Tubo 1**	
Presión interna de trabajo	P_i	bar	7,5	
Presión externa debido al agua	P_e	bar	0,05	
Nivel freático	H_a	m	0,5	

Geometría de la zanja				
	Nome.	**Unidades**	**Tubo 1**	
Altura de zanja	H	m	1,2	
Anchura de la zanja	B	m	0,6	
Ángulo de inclinación de las paredes de la zanja	β	°	63,0	

Apoyo y material de relleno				
	Nome.	**Unidades**	**Tubo 1**	
Tipo de apoyo	-	-	A	 Apoyo Tipo A
Ángulo de apoyo	2α	°	120	
Módulo de compresión de E_1	E_1	N/mm^2	0,8	
Porcentaje proctor E_1		%	85,0	
Grupo de suelo E_1		-	G3	
Módulo de compresión de E_2	E_2	N/mm^2	5,0	
Porcentaje proctor E_2		%	95,0	
Grupo de suelo E_2		-	G3	
Módulo de compresión de E_3	E_3	N/mm^2	13,0	
Porcentaje proctor E_3		%	100,0	
Grupo de suelo E_3		-	G3	
Módulo de compresión de E_4	E_4	N/mm^2	13,0	
Porcentaje proctor E_4		%	100,0	
Grupo de suelo E_4		-	G3	
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 por capas compactadas contra el suelo natural (sin verificación del grado de compactación), aplicable también para paredes soportadas por tablones (construcción Berlinesa).

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	P_c	kN	40,0	
Sobrecargas distribuidas P_d	P_d	kN	-	
Coeficiente C_d	C_d	-	-	
Coeficiente de impacto Phi	Phi	-	1,5	

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	15,64
Presión vertical debida a las sobrecargas concentradas	P_{vc}		18,22
Presión vertical debida a las cargas distribuidas	P_{vr}		0,00
Presión vertical total sobre el tubo	q_{vt}		33,85
Presión lateral debida a la tierra			
Reacción máxima lateral del suelo a la altura del centro del tubo	q_{ht}	kN/m^2	12,15
Deformación relativa **(La deformación no puede ser superior al 5%)**			
Deformación relativa	δ_v	%	1,032
Momentos flectores longitudinales			
Momento longitudinal total			
En la clave	M	kN·m/m	0,035950
En los riñones			-0,032541
En la base			0,039201
Fuerzas normales (axil circunferencial)			
Fuerza normal total			
En la clave	N	kN/m	55,9394
En los riñones			54,0787
En la base			55,8402
Tensiones circunferenciales máximas			

σ en clave	σ	N/mm^2	24,15
σ en riñones			22,64
σ en base			25,15
Coeficientes de seguridad a rotura			
Verificación de esfuerzos tangenciales en la clave	v	-	4,14
Verificación de esfuerzos tangenciales en riñones			4,42
Verificación de esfuerzos tangenciales en la base			3,98
Coeficientes de seguridad al aplastamiento			
η debido a la acción de la tierra y el agua	η_3	-	20,72

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	14,98
Presión vertical debida a las sobrecargas concentradas	P_{vc}		18,22
Presión vertical debida a las cargas distribuidas	P_{vr}		0,00
Presión vertical total sobre el tubo	q_{vt}		33,19
Presión lateral debida a la tierra			
Reacción máxima lateral del suelo a la altura del centro del tubo	q_{ht}	kN/m^2	12,16
Deformación relativa **(La deformación no puede ser superior al 5%)**			
Deformación relativa	δ_v	%	1,121
Momentos flectores longitudinales			
Momento longitudinal total			
En la clave	M	kN·m/m	0,034822
En los riñones			-0,031395
En la base			0,038017
Fuerzas normales (axil circunferencial)			
Fuerza normal total			

En la clave	N	kN/m	55,9338
En los riñones			54,1301
En la base			55,8374
Tensiones circunferenciales máximas			
σ en clave	σ	N/mm^2	23,79
σ en riñones			22,29
σ en base			24,78
Coeficientes de seguridad a rotura			
Verificación de esfuerzos tangenciales en la clave	v	-	2,94
Verificación de esfuerzos tangenciales en riñones			3,14
Verificación de esfuerzos tangenciales en la base			2,83
Coeficientes de seguridad al aplastamiento			
η debido a la acción de la tierra y el agua	η_3	-	17,28

ADVERTENCIA IMPORTANTE: LIMITACIÓN DE RESPONSABILIDAD

Molecor pone a disposición el Programa como una herramienta para facilitar su trabajo a los profesionales pero no asume ninguna responsabilidad como asesor o prestador de servicios. Los resultados del cálculo obtenidos deben considerarse orientativos y tienen una finalidad meramente informativa. El diseño de un proyecto y la ejecución de la obra son responsabilidad del proyectista del constructor respectivamente. El proyectista usuario del Programa será exclusivamente responsable de la decisión de utilizar el Programa como herramienta auxiliar en la prestación de sus servicios profesionales y del correcto calculo de los elementos proyectados, teniendo en último término la responsabilidad de los cálculos realizados en el diseño de la instalación. En particular, será entera y exclusivamente responsable de la corrección de los datos introducidos par el cálculo y sus correspondientes resultados. Aunque **Molecor** ha hecho todos los esfuerzos para que el Programa responda a sus finalidades y funcione de forma regular de acuerdo con sus especificaciones, en el estado de la técnica, no puede garantizar su funcionamiento continuo ni la total ausencia de posibles fallos o incidencias en el funcionamiento del Programa, en particular, por interacción con otros elementos (ordenadores, servidores, comunicaciones electrónicas, etc.) y con el propio usuario. En consecuencia, **Molecor** NO RESPONDERA DE NINGUN DAÑO DIRECTO O INDIRECTO, PREVISIBLE O IMPREVISTO DERIVADO DEL USO DEL PROGRAMA SALVO EN CASO QUE SE DEMUESTRE SU DOLO O NEGLIGENCIA GRAVE EN EL DISEÑO U OPERACIÓN DEL SOFTWARE. En particular, **Molecor** NO SE RESPONSABILIZA:

1. de los posibles resultados erróneos causados por errores, omisiones y/o inexactitudes en los datos introducidos por el usuario.

2. de la mala utilización no conforme con las especificaciones del Programa.

3. del uso que se haga de la información proporcionada por el Programa y no realización de razonables comprobaciones para verificar la corrección de la misma.

Información general sobre el informe abreviado		
Número de informe	2020_11_19_2770	
Fecha de última modificación	19 de Noviembre de 2020 a las 13:18	
Nombre del proyecto	Maria Sánchez Hernández	
A la atención de D./Dña.	Maria Sánchez Hernández	
Dirección	C/DEL PRADO TUERTO, 12	
Ciudad / localidad / municipio	ZAMORA	
Provincia / región / estado	ZAMORA	
País	España	
Promotora	ITACYL	
Ingeniería	ITACYL	
Constructora	ITACYL	
Dirección de obra	C/DEL PRADO TUERTO, 12	

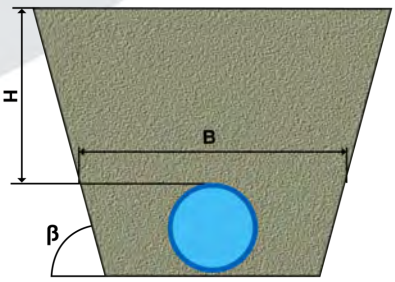
PROGRAMA DE CÁLCULO MECÁNICO

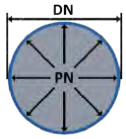
Este programa de cálculo mecánico para tuberías plásticas enterradas de PVC Orientado (PVC-O) TOM®, está basado en las normas de referencia:

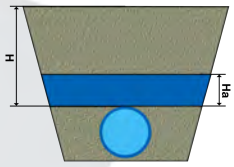
ATV-DVWK-A 127E:2000 “Cálculo estático de Drenajes y Saneamientos”

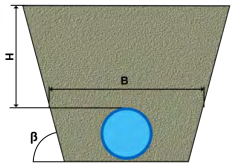
UNE 53331: 2020 "Tuberías de Poli(cloruro de vinilo) no plastificado (PVC-U), Poli(cloruro de vinilo) orientado (PVC-O), Polietileno (PE) y Polipropileno (PP). Criterio para la comprobación de los tubos a utilizar en conducciones con y sin presión sometidos a cargas externas"

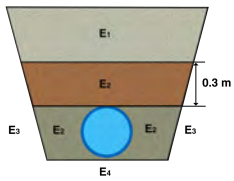
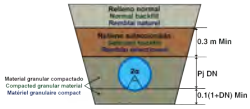
Resultados del cálculo
Clase de seguridad A (caso general) - material PVC-O > 2.5
INSTALACIÓN VÁLIDA

Características del tubo y de la instalación		
Tipo de conducción	Agua a presión Especificaciones de tubería según: norma europea UNE-EN 17176 - norma internacional ISO 16422 - norma francesa NF T54-948 - norma sudafricana SANS 16422	
Aplicación	Riego	
Nombre de la instalación	SECTOR I CANAL DE SAN JOSE DN 160 _PROF4,5M	
Tipo de instalación	Instalación de un tubo TOM® en zanja	

Tubería				
	Nome.	**Unidades**	**Tubo 1**	
Código del producto	-	-	**TOM16016B**	
Material del tubo	-	-	PVC-O Clase 500	
			C 1.4	
Presión nominal	PN	bar	16	
Diámetro nominal	DN	mm	160	
Módulo de elasticidad en flexión transversal. Largo plazo.	$E_{t(lp)}$	N/mm^2	2800,0	
Módulo de elasticidad en flexión transversal. Corto plazo.	$E_{t(cp)}$	N/mm^2	4000,0	
Peso específico	γ_t	kN/m^3	14,0	
Esfuerzo tangencial de diseño del tubo a flexión-tracción. Largo plazo.	$\sigma_{t(lp)}$	N/mm^2	70,0	
Esfuerzo tangencial de diseño del tubo a flexión-tracción. Corto plazo.	$\sigma_{t(cp)}$	N/mm^2	100,0	

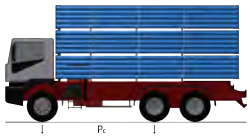
Presiones				
	Nome.	**Unidades**	**Tubo 1**	
Presión interna de trabajo	P_i	bar	7,5	
Presión externa debido al agua	P_e	bar	0,05	
Nivel freático	H_a	m	0,5	

Geometría de la zanja				
	Nome.	**Unidades**	**Tubo 1**	
Altura de zanja	H	m	4,5	
Anchura de la zanja	B	m	0,6	
Ángulo de inclinación de las paredes de la zanja	β	°	63,0	

Apoyo y material de relleno				
	Nome.	**Unidades**	**Tubo 1**	
Tipo de apoyo	-	-	A	 Apoyo Tipo A
Ángulo de apoyo	2α	°	120	
Módulo de compresión de E_1	E_1	N/mm^2	0,8	
Porcentaje proctor E_1		%	85,0	
Grupo de suelo E_1		-	G3	
Módulo de compresión de E_2	E_2	N/mm^2	5,0	
Porcentaje proctor E_2		%	95,0	
Grupo de suelo E_2		-	G3	
Módulo de compresión de E_3	E_3	N/mm^2	13,0	
Porcentaje proctor E_3		%	100,0	
Grupo de suelo E_3		-	G3	
Módulo de compresión de E_4	E_4	N/mm^2	13,0	
Porcentaje proctor E_4		%	100,0	
Grupo de suelo E_4		-	G3	
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 por capas compactadas contra el suelo natural (sin verificación del grado de compactación), aplicable también para paredes soportadas por tablones (construcción Berlinesa).

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	P_c	kN	40,0	
Sobrecargas distribuidas P_d	P_d	kN	-	
Coeficiente C_d	C_d	-	-	
Coeficiente de impacto Phi	Phi	-	1,5	

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	39,87
Presión vertical debida a las sobrecargas concentradas	P_{vc}		2,79
Presión vertical debida a las cargas distribuidas	P_{vr}		0,00
Presión vertical total sobre el tubo	q_{vt}		42,66
Presión lateral debida a la tierra			
Reacción máxima lateral del suelo a la altura del centro del tubo	q_{ht}	kN/m^2	30,53
Deformación relativa (La deformación no puede ser superior al 5%)			
Deformación relativa	δ_v	%	1,094
Momentos flectores longitudinales			
Momento longitudinal total			
En la clave	M	kN·m/m	0,019074
En los riñones			-0,012872
En la base			0,023070
Fuerzas normales (axil circunferencial)			
Fuerza normal total			
En la clave	N	kN/m	54,5854
En los riñones			53,3937
En la base			54,4492
Tensiones circunferenciales máximas			

σ en clave	σ	N/mm^2	18,48
σ en riñones			16,25
σ en base			19,72
Coeficientes de seguridad a rotura			
Verificación de esfuerzos tangenciales en la clave	v	-	5,41
Verificación de esfuerzos tangenciales en riñones			6,16
Verificación de esfuerzos tangenciales en la base			5,07
Coeficientes de seguridad al aplastamiento			
η debido a la acción de la tierra y el agua	η_3	-	17,24

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	38,05
Presión vertical debida a las sobrecargas concentradas	P_{vc}		2,79
Presión vertical debida a las cargas distribuidas	P_{vr}		0,00
Presión vertical total sobre el tubo	q_{vt}		40,84
Presión lateral debida a la tierra			
Reacción máxima lateral del suelo a la altura del centro del tubo	q_{ht}	kN/m^2	30,37
Deformación relativa **(La deformación no puede ser superior al 5%)**			
Deformación relativa	δ_v	%	1,142
Momentos flectores longitudinales			
Momento longitudinal total			
En la clave	M	kN·m/m	0,016184
En los riñones			-0,009965
En la base			0,020027
Fuerzas normales (axil circunferencial)			
Fuerza normal total			

En la clave	N	kN/m	54,5786
En los riñones			53,5349
En la base			54,4500
Tensiones circunferenciales máximas			
σ en clave	σ	N/mm^2	17,57
σ en riñones			15,36
σ en base			18,76
Coeficientes de seguridad a rotura			
Verificación de esfuerzos tangenciales en la clave	v	-	3,98
Verificación de esfuerzos tangenciales en riñones			4,56
Verificación de esfuerzos tangenciales en la base			3,73
Coeficientes de seguridad al aplastamiento			
η debido a la acción de la tierra y el agua	η_3	-	14,71

ADVERTENCIA IMPORTANTE: LIMITACIÓN DE RESPONSABILIDAD

Molecor pone a disposición el Programa como una herramienta para facilitar su trabajo a los profesionales pero no asume ninguna responsabilidad como asesor o prestador de servicios. Los resultados del cálculo obtenidos deben considerarse orientativos y tienen una finalidad meramente informativa. El diseño de un proyecto y la ejecución de la obra son responsabilidad del proyectista del constructor respectivamente. El proyectista usuario del Programa será exclusivamente responsable de la decisión de utilizar el Programa como herramienta auxiliar en la prestación de sus servicios profesionales y del correcto calculo de los elementos proyectados, teniendo en último término la responsabilidad de los cálculos realizados en el diseño de la instalación. En particular, será entera y exclusivamente responsable de la corrección de los datos introducidos par el cálculo y sus correspondientes resultados. Aunque **Molecor** ha hecho todos los esfuerzos para que el Programa responda a sus finalidades y funcione de forma regular de acuerdo con sus especificaciones, en el estado de la técnica, no puede garantizar su funcionamiento continuo ni la total ausencia de posibles fallos o incidencias en el funcionamiento del Programa, en particular, por interacción con otros elementos (ordenadores, servidores, comunicaciones electrónicas, etc.) y con el propio usuario. En consecuencia, **Molecor** NO RESPONDERA DE NINGUN DAÑO DIRECTO O INDIRECTO, PREVISIBLE O IMPREVISTO DERIVADO DEL USO DEL PROGRAMA SALVO EN CASO QUE SE DEMUESTRE SU DOLO O NEGLIGENCIA GRAVE EN EL DISEÑO U OPERACIÓN DEL SOFTWARE. En particular, **Molecor** NO SE RESPONSABILIZA:

1. de los posibles resultados erróneos causados por errores, omisiones y/o inexactitudes en los datos introducidos por el usuario.

2. de la mala utilización no conforme con las especificaciones del Programa.

3. del uso que se haga de la información proporcionada por el Programa y no realización de razonables comprobaciones para verificar la corrección de la misma.

Información general sobre el informe abreviado		
Número de informe	2020_11_19_2755	
Fecha de última modificación	19 de Noviembre de 2020 a las 13:18	
Nombre del proyecto	Maria Sánchez Hernández	
A la atención de D./Dña.	Maria Sánchez Hernández	
Dirección	C/DEL PRADO TUERTO, 12	
Ciudad / localidad / municipio	ZAMORA	
Provincia / región / estado	ZAMORA	
País	España	
Promotora	ITACYL	
Ingeniería	ITACYL	
Constructora	ITACYL	
Dirección de obra	C/DEL PRADO TUERTO, 12	

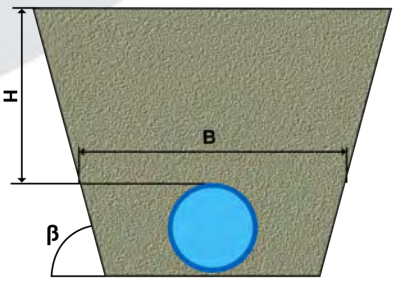
PROGRAMA DE CÁLCULO MECÁNICO

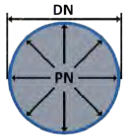
Este programa de cálculo mecánico para tuberías plásticas enterradas de PVC Orientado (PVC-O) TOM®, está basado en las normas de referencia:

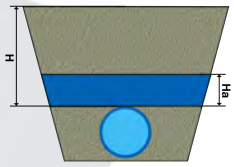
ATV-DVWK-A 127E:2000 “Cálculo estático de Drenajes y Saneamientos”

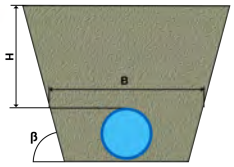
UNE 53331: 2020 "Tuberías de Poli(cloruro de vinilo) no plastificado (PVC-U), Poli(cloruro de vinilo) orientado (PVC-O), Polietileno (PE) y Polipropileno (PP). Criterio para la comprobación de los tubos a utilizar en conducciones con y sin presión sometidos a cargas externas"

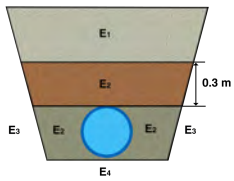
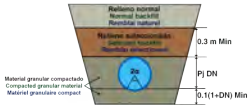
Resultados del cálculo
Clase de seguridad A (caso general) - material PVC-O > 2.5
INSTALACIÓN VÁLIDA

Características del tubo y de la instalación		
Tipo de conducción	Agua a presión Especificaciones de tubería según: norma europea UNE-EN 17176 - norma internacional ISO 16422 - norma francesa NF T54-948 - norma sudafricana SANS 16422	
Aplicación	Riego	
Nombre de la instalación	SECTOR I CANAL DE SAN JOSE DN 200 _PROF1,2M	
Tipo de instalación	Instalación de un tubo TOM® en zanja	

Tubería				
	Nome.	**Unidades**	**Tubo 1**	
Código del producto	-	-	**TOM20016B**	
Material del tubo	-	-	PVC-O Clase 500	
			C 1.4	
Presión nominal	PN	bar	16	
Diámetro nominal	DN	mm	200	
Módulo de elasticidad en flexión transversal. Largo plazo.	$E_{t(lp)}$	N/mm^2	2800,0	
Módulo de elasticidad en flexión transversal. Corto plazo.	$E_{t(cp)}$	N/mm^2	4000,0	
Peso específico	γ_t	kN/m^3	14,0	
Esfuerzo tangencial de diseño del tubo a flexión-tracción. Largo plazo.	$\sigma_{t(lp)}$	N/mm^2	70,0	
Esfuerzo tangencial de diseño del tubo a flexión-tracción. Corto plazo.	$\sigma_{t(cp)}$	N/mm^2	100,0	

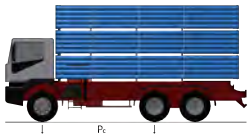
Presiones				
	Nome.	**Unidades**	**Tubo 1**	
Presión interna de trabajo	P_i	bar	7,5	
Presión externa debido al agua	P_e	bar	0,05	
Nivel freático	H_a	m	0,5	

Geometría de la zanja				
	Nome.	**Unidades**	**Tubo 1**	
Altura de zanja	H	m	1,2	
Anchura de la zanja	B	m	0,7	
Ángulo de inclinación de las paredes de la zanja	β	°	63,0	

Apoyo y material de relleno				
	Nome.	**Unidades**	**Tubo 1**	
Tipo de apoyo	-	-	A	 Apoyo Tipo A
Ángulo de apoyo	2α	°	120	
Módulo de compresión de E_1	E_1	N/mm^2	0,8	
Porcentaje proctor E_1		%	85,0	
Grupo de suelo E_1		-	G3	
Módulo de compresión de E_2	E_2	N/mm^2	5,0	
Porcentaje proctor E_2		%	95,0	
Grupo de suelo E_2		-	G3	
Módulo de compresión de E_3	E_3	N/mm^2	13,0	
Porcentaje proctor E_3		%	100,0	
Grupo de suelo E_3		-	G3	
Módulo de compresión de E_4	E_4	N/mm^2	13,0	
Porcentaje proctor E_4		%	100,0	
Grupo de suelo E_4		-	G3	
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 por capas compactadas contra el suelo natural (sin verificación del grado de compactación), aplicable también para paredes soportadas por tablones (construcción Berlinesa).

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	P_c	kN	40,0	
Sobrecargas distribuidas P_d	P_d	kN	-	
Coeficiente C_d	C_d	-	-	
Coeficiente de impacto Phi	Phi	-	1,5	

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	16,66
Presión vertical debida a las sobrecargas concentradas	P_{vc}		18,18
Presión vertical debida a las cargas distribuidas	P_{vr}		0,00
Presión vertical total sobre el tubo	q_{vt}		34,84
Presión lateral debida a la tierra			
Reacción máxima lateral del suelo a la altura del centro del tubo	q_{ht}	kN/m^2	13,21
Deformación relativa (La deformación no puede ser superior al 5%)			
Deformación relativa	δ_v	%	1,043
Momentos flectores longitudinales			
Momento longitudinal total			
En la clave	M	kN·m/m	0,056979
En los riñones			-0,051478
En la base			0,062337
Fuerzas normales (axil circunferencial)			
Fuerza normal total			
En la clave	N	kN/m	69,8689
En los riñones			67,5024
En la base			69,7531
Tensiones circunferenciales máximas			

σ en clave	σ	N/mm^2	24,28
σ en riñones			22,74
σ en base			25,35
Coeficientes de seguridad a rotura			
Verificación de esfuerzos tangenciales en la clave	v	-	4,12
Verificación de esfuerzos tangenciales en riñones			4,40
Verificación de esfuerzos tangenciales en la base			3,95
Coeficientes de seguridad al aplastamiento			
η debido a la acción de la tierra y el agua	η_3	-	20,37

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	16,05
Presión vertical debida a las sobrecargas concentradas	P_{vc}		18,18
Presión vertical debida a las cargas distribuidas	P_{vr}		0,00
Presión vertical total sobre el tubo	q_{vt}		34,23
Presión lateral debida a la tierra			
Reacción máxima lateral del suelo a la altura del centro del tubo	q_{ht}	kN/m^2	13,33
Deformación relativa **(La deformación no puede ser superior al 5%)**			
Deformación relativa	δ_v	%	1,136
Momentos flectores longitudinales			
Momento longitudinal total			
En la clave	M	kN·m/m	0,055158
En los riñones			-0,049603
En la base			0,060435
Fuerzas normales (axil circunferencial)			
Fuerza normal total			

En la clave	N	kN/m	69,8558
En los riñones			67,5615
En la base			69,7432
Tensiones circunferenciales máximas			
σ en clave	σ	N/mm^2	23,91
σ en riñones			22,37
σ en base			24,96
Coeficientes de seguridad a rotura			
Verificación de esfuerzos tangenciales en la clave	v	-	2,93
Verificación de esfuerzos tangenciales en riñones			3,13
Verificación de esfuerzos tangenciales en la base			2,80
Coeficientes de seguridad al aplastamiento			
η debido a la acción de la tierra y el agua	η_3	-	16,96

ADVERTENCIA IMPORTANTE: LIMITACIÓN DE RESPONSABILIDAD

Molecor pone a disposición el Programa como una herramienta para facilitar su trabajo a los profesionales pero no asume ninguna responsabilidad como asesor o prestador de servicios. Los resultados del cálculo obtenidos deben considerarse orientativos y tienen una finalidad meramente informativa. El diseño de un proyecto y la ejecución de la obra son responsabilidad del proyectista del constructor respectivamente. El proyectista usuario del Programa será exclusivamente responsable de la decisión de utilizar el Programa como herramienta auxiliar en la prestación de sus servicios profesionales y del correcto calculo de los elementos proyectados, teniendo en último término la responsabilidad de los cálculos realizados en el diseño de la instalación. En particular, será entera y exclusivamente responsable de la corrección de los datos introducidos par el cálculo y sus correspondientes resultados. Aunque **Molecor** ha hecho todos los esfuerzos para que el Programa responda a sus finalidades y funcione de forma regular de acuerdo con sus especificaciones, en el estado de la técnica, no puede garantizar su funcionamiento continuo ni la total ausencia de posibles fallos o incidencias en el funcionamiento del Programa, en particular, por interacción con otros elementos (ordenadores, servidores, comunicaciones electrónicas, etc.) y con el propio usuario. En consecuencia, **Molecor** NO RESPONDERA DE NINGUN DAÑO DIRECTO O INDIRECTO, PREVISIBLE O IMPREVISTO DERIVADO DEL USO DEL PROGRAMA SALVO EN CASO QUE SE DEMUESTRE SU DOLO O NEGLIGENCIA GRAVE EN EL DISEÑO U OPERACIÓN DEL SOFTWARE. En particular, **Molecor** NO SE RESPONSABILIZA:

1. de los posibles resultados erróneos causados por errores, omisiones y/o inexactitudes en los datos introducidos por el usuario.

2. de la mala utilización no conforme con las especificaciones del Programa.

3. del uso que se haga de la información proporcionada por el Programa y no realización de razonables comprobaciones para verificar la corrección de la misma.

Información general sobre el informe abreviado		
Número de informe	2020_11_19_2756	
Fecha de última modificación	19 de Noviembre de 2020 a las 13:18	
Nombre del proyecto	Maria Sánchez Hernández	
A la atención de D./Dña.	Maria Sánchez Hernández	
Dirección	C/DEL PRADO TUERTO, 12	
Ciudad / localidad / municipio	ZAMORA	
Provincia / región / estado	ZAMORA	
País	España	
Promotora	ITACYL	
Ingeniería	ITACYL	
Constructora	ITACYL	
Dirección de obra	C/DEL PRADO TUERTO, 12	

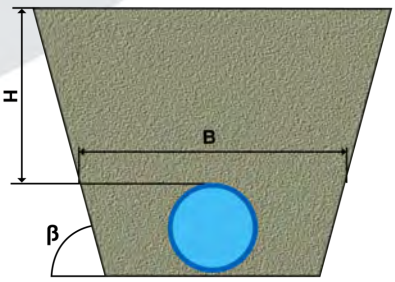
PROGRAMA DE CÁLCULO MECÁNICO

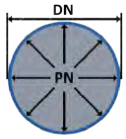
Este programa de cálculo mecánico para tuberías plásticas enterradas de PVC Orientado (PVC-O) TOM®, está basado en las normas de referencia:

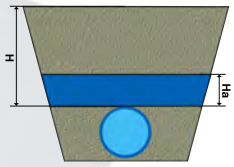
ATV-DVWK-A 127E:2000 “Cálculo estático de Drenajes y Saneamientos”

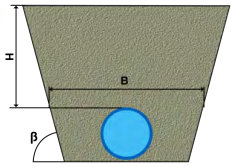
UNE 53331: 2020 "Tuberías de Poli(cloruro de vinilo) no plastificado (PVC-U), Poli(cloruro de vinilo) orientado (PVC-O), Polietileno (PE) y Polipropileno (PP). Criterio para la comprobación de los tubos a utilizar en conducciones con y sin presión sometidos a cargas externas"

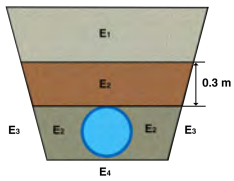
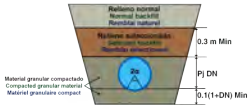
Resultados del cálculo
Clase de seguridad A (caso general) - material PVC-O > 2.5
INSTALACIÓN VÁLIDA

Características del tubo y de la instalación		
Tipo de conducción	Agua a presión Especificaciones de tubería según: norma europea UNE-EN 17176 - norma internacional ISO 16422 - norma francesa NF T54-948 - norma sudafricana SANS 16422	
Aplicación	Riego	
Nombre de la instalación	SECTOR I CANAL DE SAN JOSE DN 200 _PROF3M	
Tipo de instalación	Instalación de un tubo TOM® en zanja	

Tubería				
	Nome.	**Unidades**	**Tubo 1**	
Código del producto	-	-	**TOM20016B**	
Material del tubo	-	-	PVC-O Clase 500	
			C 1.4	
Presión nominal	PN	bar	16	
Diámetro nominal	DN	mm	200	
Módulo de elasticidad en flexión transversal. Largo plazo.	$E_{t(lp)}$	N/mm^2	2800,0	
Módulo de elasticidad en flexión transversal. Corto plazo.	$E_{t(cp)}$	N/mm^2	4000,0	
Peso específico	γ_t	kN/m^3	14,0	
Esfuerzo tangencial de diseño del tubo a flexión-tracción. Largo plazo.	$\sigma_{t(lp)}$	N/mm^2	70,0	
Esfuerzo tangencial de diseño del tubo a flexión-tracción. Corto plazo.	$\sigma_{t(cp)}$	N/mm^2	100,0	

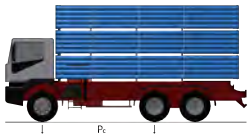
Presiones				
	Nome.	**Unidades**	**Tubo 1**	
Presión interna de trabajo	P_i	bar	7,5	
Presión externa debido al agua	P_e	bar	0,05	
Nivel freático	H_a	m	0,5	

Geometría de la zanja				
	Nome.	**Unidades**	**Tubo 1**	
Altura de zanja	H	m	4,5	
Anchura de la zanja	B	m	0,7	
Ángulo de inclinación de las paredes de la zanja	β	°	63,0	

Apoyo y material de relleno				
	Nome.	**Unidades**	**Tubo 1**	
Tipo de apoyo	-	-	A	 Apoyo Tipo A
Ángulo de apoyo	2α	°	120	
Módulo de compresión de E_1	E_1	N/mm^2	0,8	
Porcentaje proctor E_1		%	85,0	
Grupo de suelo E_1		-	G3	
Módulo de compresión de E_2	E_2	N/mm^2	5,0	
Porcentaje proctor E_2		%	95,0	
Grupo de suelo E_2		-	G3	
Módulo de compresión de E_3	E_3	N/mm^2	13,0	
Porcentaje proctor E_3		%	100,0	
Grupo de suelo E_3		-	G3	
Módulo de compresión de E_4	E_4	N/mm^2	13,0	
Porcentaje proctor E_4		%	100,0	
Grupo de suelo E_4		-	G3	
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 por capas compactadas contra el suelo natural (sin verificación del grado de compactación), aplicable también para paredes soportadas por tablones (construcción Berlinesa).

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	P_c	kN	40,0	
Sobrecargas distribuidas P_d	P_d	kN	-	
Coeficiente C_d	C_d	-	-	
Coeficiente de impacto Phi	Phi	-	1,5	

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	43,66
Presión vertical debida a las sobrecargas concentradas	P_{vc}		2,79
Presión vertical debida a las cargas distribuidas	P_{vr}		0,00
Presión vertical total sobre el tubo	q_{vt}		46,45
Presión lateral debida a la tierra			
Reacción máxima lateral del suelo a la altura del centro del tubo	q_{ht}	kN/m^2	34,13
Deformación relativa (La deformación no puede ser superior al 5%)			
Deformación relativa	δ_v	%	1,183
Momentos flectores longitudinales			
Momento longitudinal total			
En la clave	M	kN·m/m	0,032012
En los riñones			-0,021606
En la base			0,038908
Fuerzas normales (axil circunferencial)			
Fuerza normal total			
En la clave	N	kN/m	67,9925
En los riñones			66,3730
En la base			67,8158
Tensiones circunferenciales máximas			

σ en clave	σ	N/mm^2	18,88
σ en riñones			16,47
σ en base			20,24
Coeficientes de seguridad a rotura			
Verificación de esfuerzos tangenciales en la clave	v	-	5,30
Verificación de esfuerzos tangenciales en riñones			6,07
Verificación de esfuerzos tangenciales en la base			4,94
Coeficientes de seguridad al aplastamiento			
η debido a la acción de la tierra y el agua	η_3	-	16,19

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	41,92
Presión vertical debida a las sobrecargas concentradas	P_{vc}		2,79
Presión vertical debida a las cargas distribuidas	P_{vr}		0,00
Presión vertical total sobre el tubo	q_{vt}		44,71
Presión lateral debida a la tierra			
Reacción máxima lateral del suelo a la altura del centro del tubo	q_{ht}	kN/m^2	34,23
Deformación relativa **(La deformación no puede ser superior al 5%)**			
Deformación relativa	δ_v	%	1,245
Momentos flectores longitudinales			
Momento longitudinal total			
En la clave	M	kN·m/m	0,027212
En los riñones			-0,016715
En la base			0,033877
Fuerzas normales (axil circunferencial)			
Fuerza normal total			

En la clave	N	kN/m	67,9690
En los riñones			66,5426
En la base			67,8014
Tensiones circunferenciales máximas			
σ en clave	σ	N/mm^2	17,90
σ en riñones			15,51
σ en base			19,22
Coeficientes de seguridad a rotura			
Verificación de esfuerzos tangenciales en la clave	v	-	3,91
Verificación de esfuerzos tangenciales en riñones			4,51
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	-	13,77

ADVERTENCIA IMPORTANTE: LIMITACIÓN DE RESPONSABILIDAD

Molecor pone a disposición el Programa como una herramienta para facilitar su trabajo a los profesionales pero no asume ninguna responsabilidad como asesor o prestador de servicios. Los resultados del cálculo obtenidos deben considerarse orientativos y tienen una finalidad meramente informativa. El diseño de un proyecto y la ejecución de la obra son responsabilidad del proyectista del constructor respectivamente. El proyectista usuario del Programa será exclusivamente responsable de la decisión de utilizar el Programa como herramienta auxiliar en la prestación de sus servicios profesionales y del correcto calculo de los elementos proyectados, teniendo en último término la responsabilidad de los cálculos realizados en el diseño de la instalación. En particular, será entera y exclusivamente responsable de la corrección de los datos introducidos par el cálculo y sus correspondientes resultados. Aunque **Molecor** ha hecho todos los esfuerzos para que el Programa responda a sus finalidades y funcione de forma regular de acuerdo con sus especificaciones, en el estado de la técnica, no puede garantizar su funcionamiento continuo ni la total ausencia de posibles fallos o incidencias en el funcionamiento del Programa, en particular, por interacción con otros elementos (ordenadores, servidores, comunicaciones electrónicas, etc.) y con el propio usuario. En consecuencia, **Molecor** NO RESPONDERA DE NINGUN DAÑO DIRECTO O INDIRECTO, PREVISIBLE O IMPREVISTO DERIVADO DEL USO DEL PROGRAMA SALVO EN CASO QUE SE DEMUESTRE SU DOLO O NEGLIGENCIA GRAVE EN EL DISEÑO U OPERACIÓN DEL SOFTWARE. En particular, **Molecor** NO SE RESPONSABILIZA:

1. de los posibles resultados erróneos causados por errores, omisiones y/o inexactitudes en los datos introducidos por el usuario.

2. de la mala utilización no conforme con las especificaciones del Programa.

3. del uso que se haga de la información proporcionada por el Programa y no realización de razonables comprobaciones para verificar la corrección de la misma.

Información general sobre el informe abreviado		
Número de informe	2020_11_19_2757	
Fecha de última modificación	19 de Noviembre de 2020 a las 13:18	
Nombre del proyecto	Maria Sánchez Hernández	
A la atención de D./Dña.	Maria Sánchez Hernández	
Dirección	C/DEL PRADO TUERTO, 12	
Ciudad / localidad / municipio	ZAMORA	
Provincia / región / estado	ZAMORA	
País	España	
Promotora	ITACYL	
Ingeniería	ITACYL	
Constructora	ITACYL	
Dirección de obra	C/DEL PRADO TUERTO, 12	

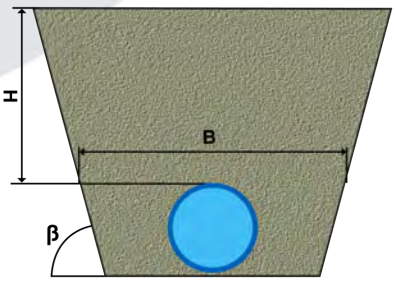
PROGRAMA DE CÁLCULO MECÁNICO

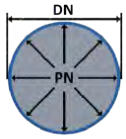
Este programa de cálculo mecánico para tuberías plásticas enterradas de PVC Orientado (PVC-O) TOM®, está basado en las normas de referencia:

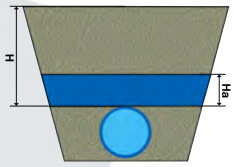
ATV-DVWK-A 127E:2000 “Cálculo estático de Drenajes y Saneamientos”

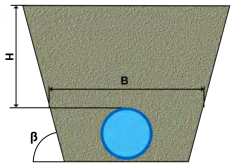
UNE 53331: 2020 "Tuberías de Poli(cloruro de vinilo) no plastificado (PVC-U), Poli(cloruro de vinilo) orientado (PVC-O), Polietileno (PE) y Polipropileno (PP). Criterio para la comprobación de los tubos a utilizar en conducciones con y sin presión sometidos a cargas externas"

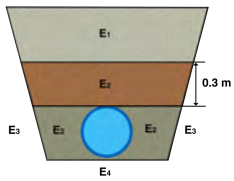
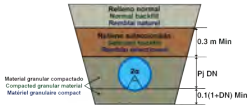
Resultados del cálculo
Clase de seguridad A (caso general) - material PVC-O > 2.5
INSTALACIÓN VÁLIDA

Características del tubo y de la instalación		
Tipo de conducción	Agua a presión Especificaciones de tubería según: norma europea UNE-EN 17176 - norma internacional ISO 16422 - norma francesa NF T54-948 - norma sudafricana SANS 16422	
Aplicación	Riego	
Nombre de la instalación	SECTOR I CANAL DE SAN JOSE DN 250 _PROF1,2M	
Tipo de instalación	Instalación de un tubo TOM® en zanja	

Tubería				
	Nome.	**Unidades**	**Tubo 1**	
Código del producto	-	-	**TOM25016B**	
Material del tubo	-	-	PVC-O Clase 500	
			C 1.4	
Presión nominal	PN	bar	16	
Diámetro nominal	DN	mm	250	
Módulo de elasticidad en flexión transversal. Largo plazo.	$E_{t(lp)}$	N/mm^2	2800,0	
Módulo de elasticidad en flexión transversal. Corto plazo.	$E_{t(cp)}$	N/mm^2	4000,0	
Peso específico	γ_t	kN/m^3	14,0	
Esfuerzo tangencial de diseño del tubo a flexión-tracción. Largo plazo.	$\sigma_{t(lp)}$	N/mm^2	70,0	
Esfuerzo tangencial de diseño del tubo a flexión-tracción. Corto plazo.	$\sigma_{t(cp)}$	N/mm^2	100,0	

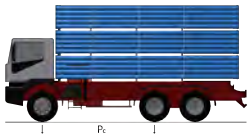
Presiones				
	Nome.	**Unidades**	**Tubo 1**	
Presión interna de trabajo	P_i	bar	7,5	
Presión externa debido al agua	P_e	bar	0,05	
Nivel freático	H_a	m	0,5	

Geometría de la zanja				
	Nome.	**Unidades**	**Tubo 1**	
Altura de zanja	H	m	1,2	
Anchura de la zanja	B	m	0,8	
Ángulo de inclinación de las paredes de la zanja	β	°	63,0	

Apoyo y material de relleno				
	Nome.	**Unidades**	**Tubo 1**	
Tipo de apoyo	-	-	A	 Apoyo Tipo A
Ángulo de apoyo	2α	°	120	
Módulo de compresión de E_1	E_1	N/mm^2	0,8	
Porcentaje proctor E_1		%	85,0	
Grupo de suelo E_1		-	G3	
Módulo de compresión de E_2	E_2	N/mm^2	5,0	
Porcentaje proctor E_2		%	95,0	
Grupo de suelo E_2		-	G3	
Módulo de compresión de E_3	E_3	N/mm^2	13,0	
Porcentaje proctor E_3		%	100,0	
Grupo de suelo E_3		-	G3	
Módulo de compresión de E_4	E_4	N/mm^2	13,0	
Porcentaje proctor E_4		%	100,0	
Grupo de suelo E_4		-	G3	
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 por capas compactadas contra el suelo natural (sin verificación del grado de compactación), aplicable también para paredes soportadas por tablones (construcción Berlinesa).

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	P_c	kN	40,0	
Sobrecargas distribuidas P_d	P_d	kN	-	
Coeficiente C_d	C_d	-	-	
Coeficiente de impacto Phi	Phi	-	1,5	

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	17,68
Presión vertical debida a las sobrecargas concentradas	P_{vc}		18,13
Presión vertical debida a las cargas distribuidas	P_{vr}		0,00
Presión vertical total sobre el tubo	q_{vt}		35,81
Presión lateral debida a la tierra			
Reacción máxima lateral del suelo a la altura del centro del tubo	q_{ht}	kN/m^2	14,36
Deformación relativa **(La deformación no puede ser superior al 5%)**			
Deformación relativa	δ_v	%	1,048
Momentos flectores longitudinales			
Momento longitudinal total			
En la clave	M	kN·m/m	0,090282
En los riñones			-0,081415
En la base			0,099147
Fuerzas normales (axil circunferencial)			
Fuerza normal total			
En la clave	N	kN/m	87,2722
En los riñones			84,2640
En la base			87,1421
Tensiones circunferenciales máximas			

σ en clave	σ	N/mm^2	24,45
σ en riñones			22,86
σ en base			25,58
Coeficientes de seguridad a rotura			
Verificación de esfuerzos tangenciales en la clave	v	-	4,09
Verificación de esfuerzos tangenciales en riñones			4,37
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	-	20,07

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	17,15
Presión vertical debida a las sobrecargas concentradas	P_{vc}		18,13
Presión vertical debida a las cargas distribuidas	P_{vr}		0,00
Presión vertical total sobre el tubo	q_{vt}		35,28
Presión lateral debida a la tierra			
Reacción máxima lateral del suelo a la altura del centro del tubo	q_{ht}	kN/m^2	14,60
Deformación relativa **(La deformación no puede ser superior al 5%)**			
Deformación relativa	δ_v	%	1,144
Momentos flectores longitudinales			
Momento longitudinal total			
En la clave	M	kN·m/m	0,087382
En los riñones			-0,078384
En la base			0,096136
Fuerzas normales (axil circunferencial)			
Fuerza normal total			

En la clave	N	kN/m	87,2472
En los riñones			84,3290
En la base			87,1206
Tensiones circunferenciales máximas			
σ en clave	σ	N/mm^2	24,07
σ en riñones			22,47
σ en base			25,19
Coeficientes de seguridad a rotura			
Verificación de esfuerzos tangenciales en la clave	v	-	2,91
Verificación de esfuerzos tangenciales en riñones			3,11
Verificación de esfuerzos tangenciales en la base			2,78
Coeficientes de seguridad al aplastamiento			
η debido a la acción de la tierra y el agua	η_3	-	16,67

ADVERTENCIA IMPORTANTE: LIMITACIÓN DE RESPONSABILIDAD

Molecor pone a disposición el Programa como una herramienta para facilitar su trabajo a los profesionales pero no asume ninguna responsabilidad como asesor o prestador de servicios. Los resultados del cálculo obtenidos deben considerarse orientativos y tienen una finalidad meramente informativa. El diseño de un proyecto y la ejecución de la obra son responsabilidad del proyectista del constructor respectivamente. El proyectista usuario del Programa será exclusivamente responsable de la decisión de utilizar el Programa como herramienta auxiliar en la prestación de sus servicios profesionales y del correcto calculo de los elementos proyectados, teniendo en último término la responsabilidad de los cálculos realizados en el diseño de la instalación. En particular, será entera y exclusivamente responsable de la corrección de los datos introducidos par el cálculo y sus correspondientes resultados. Aunque **Molecor** ha hecho todos los esfuerzos para que el Programa responda a sus finalidades y funcione de forma regular de acuerdo con sus especificaciones, en el estado de la técnica, no puede garantizar su funcionamiento continuo ni la total ausencia de posibles fallos o incidencias en el funcionamiento del Programa, en particular, por interacción con otros elementos (ordenadores, servidores, comunicaciones electrónicas, etc.) y con el propio usuario. En consecuencia, **Molecor** NO RESPONDERA DE NINGUN DAÑO DIRECTO O INDIRECTO, PREVISIBLE O IMPREVISTO DERIVADO DEL USO DEL PROGRAMA SALVO EN CASO QUE SE DEMUESTRE SU DOLO O NEGLIGENCIA GRAVE EN EL DISEÑO U OPERACIÓN DEL SOFTWARE. En particular, **Molecor** NO SE RESPONSABILIZA:

1. de los posibles resultados erróneos causados por errores, omisiones y/o inexactitudes en los datos introducidos por el usuario.

2. de la mala utilización no conforme con las especificaciones del Programa.

3. del uso que se haga de la información proporcionada por el Programa y no realización de razonables comprobaciones para verificar la corrección de la misma.

Información general sobre el informe abreviado		
Número de informe	2020_11_19_2758	
Fecha de última modificación	19 de Noviembre de 2020 a las 13:18	
Nombre del proyecto	Maria Sánchez Hernández	
A la atención de D./Dña.	Maria Sánchez Hernández	
Dirección	C/DEL PRADO TUERTO, 12	
Ciudad / localidad / municipio	ZAMORA	
Provincia / región / estado	ZAMORA	
País	España	
Promotora	ITACYL	
Ingeniería	ITACYL	
Constructora	ITACYL	
Dirección de obra	C/DEL PRADO TUERTO, 12	

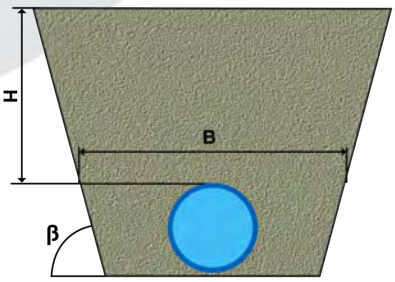
PROGRAMA DE CÁLCULO MECÁNICO

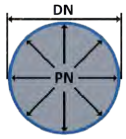
Este programa de cálculo mecánico para tuberías plásticas enterradas de PVC Orientado (PVC-O) TOM®, está basado en las normas de referencia:

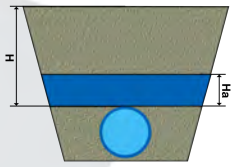
ATV-DVWK-A 127E:2000 “Cálculo estático de Drenajes y Saneamientos”

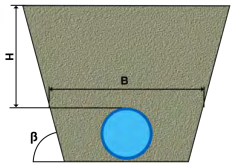
UNE 53331: 2020 "Tuberías de Poli(cloruro de vinilo) no plastificado (PVC-U), Poli(cloruro de vinilo) orientado (PVC-O), Polietileno (PE) y Polipropileno (PP). Criterio para la comprobación de los tubos a utilizar en conducciones con y sin presión sometidos a cargas externas"

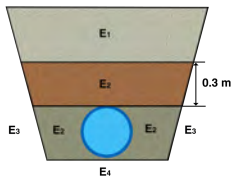
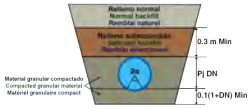
Resultados del cálculo
Clase de seguridad A (caso general) - material PVC-O > 2.5
INSTALACIÓN VÁLIDA

Características del tubo y de la instalación		
Tipo de conducción	Agua a presión Especificaciones de tubería según: norma europea UNE-EN 17176 - norma internacional ISO 16422 - norma francesa NF T54-948 - norma sudafricana SANS 16422	
Aplicación	Riego	
Nombre de la instalación	SECTOR I CANAL DE SAN JOSE DN 250 _PROF 3M	
Tipo de instalación	Instalación de un tubo TOM® en zanja	

Tubería				
	Nome.	**Unidades**	**Tubo 1**	
Código del producto	-	-	**TOM25016B**	
Material del tubo	-	-	PVC-O Clase 500	
			C 1.4	
Presión nominal	PN	bar	16	
Diámetro nominal	DN	mm	250	
Módulo de elasticidad en flexión transversal. Largo plazo.	$E_{t(lp)}$	N/mm^2	2800,0	
Módulo de elasticidad en flexión transversal. Corto plazo.	$E_{t(cp)}$	N/mm^2	4000,0	
Peso específico	γ_t	kN/m^3	14,0	
Esfuerzo tangencial de diseño del tubo a flexión-tracción. Largo plazo.	$\sigma_{t(lp)}$	N/mm^2	70,0	
Esfuerzo tangencial de diseño del tubo a flexión-tracción. Corto plazo.	$\sigma_{t(cp)}$	N/mm^2	100,0	

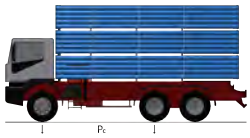
Presiones				
	Nome.	**Unidades**	**Tubo 1**	
Presión interna de trabajo	P_i	bar	7,5	
Presión externa debido al agua	P_e	bar	0,05	
Nivel freático	H_a	m	0,5	

Geometría de la zanja				
	Nome.	**Unidades**	**Tubo 1**	
Altura de zanja	H	m	4,5	
Anchura de la zanja	B	m	0,8	
Ángulo de inclinación de las paredes de la zanja	β	°	63,0	

Apoyo y material de relleno				
	Nome.	**Unidades**	**Tubo 1**	
Tipo de apoyo	-	-	A	 Apoyo Tipo A
Ángulo de apoyo	2α	°	120	
Módulo de compresión de E_1	E_1	N/mm^2	0,8	
Porcentaje proctor E_1		%	85,0	
Grupo de suelo E_1		-	G3	
Módulo de compresión de E_2	E_2	N/mm^2	5,0	
Porcentaje proctor E_2		%	95,0	
Grupo de suelo E_2		-	G3	
Módulo de compresión de E_3	E_3	N/mm^2	13,0	
Porcentaje proctor E_3		%	100,0	
Grupo de suelo E_3		-	G3	
Módulo de compresión de E_4	E_4	N/mm^2	13,0	
Porcentaje proctor E_4		%	100,0	
Grupo de suelo E_4		-	G3	
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 por capas compactadas contra el suelo natural (sin verificación del grado de compactación), aplicable también para paredes soportadas por tablones (construcción Berlinesa).

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	P_c	kN	40,0	
Sobrecargas distribuidas P_d	P_d	kN	-	
Coeficiente C_d	C_d	-	-	
Coeficiente de impacto Phi	Phi	-	1,5	

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	47,58
Presión vertical debida a las sobrecargas concentradas	P_{vc}		2,79
Presión vertical debida a las cargas distribuidas	P_{vr}		0,00
Presión vertical total sobre el tubo	q_{vt}		50,37
Presión lateral debida a la tierra			
Reacción máxima lateral del suelo a la altura del centro del tubo	q_{ht}	kN/m^2	38,10
Deformación relativa (La deformación no puede ser superior al 5%)			
Deformación relativa	δ_v	%	1,268
Momentos flectores longitudinales			
Momento longitudinal total			
En la clave	M	kN·m/m	0,053477
En los riñones			-0,035994
En la base			0,065354
Fuerzas normales (axil circunferencial)			
Fuerza normal total			
En la clave	N	kN/m	84,6856
En los riñones			82,4942
En la base			84,4600
Tensiones circunferenciales máximas			

σ en clave	σ	N/mm^2	19,29
σ en riñones			16,70
σ en base			20,80
Coeficientes de seguridad a rotura			
Verificación de esfuerzos tangenciales en la clave	v	-	5,18
Verificación de esfuerzos tangenciales en riñones			5,99
Verificación de esfuerzos tangenciales en la base			4,81
Coeficientes de seguridad al aplastamiento			
η debido a la acción de la tierra y el agua	η_3	-	15,28

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	45,98
Presión vertical debida a las sobrecargas concentradas	P_{vc}		2,79
Presión vertical debida a las cargas distribuidas	P_{vr}		0,00
Presión vertical total sobre el tubo	q_{vt}		48,76
Presión lateral debida a la tierra			
Reacción máxima lateral del suelo a la altura del centro del tubo	q_{ht}	kN/m^2	38,52
Deformación relativa **(La deformación no puede ser superior al 5%)**			
Deformación relativa	δ_v	%	1,345
Momentos flectores longitudinales			
Momento longitudinal total			
En la clave	M	kN·m/m	0,045622
En los riñones			-0,027878
En la base			0,057166
Fuerzas normales (axil circunferencial)			
Fuerza normal total			

En la clave	N	kN/m	84,6333
En los riñones			82,6896
En la base			84,4182
Tensiones circunferenciales máximas			
σ en clave	σ	N/mm^2	18,26
σ en riñones			15,68
σ en base			19,73
Coeficientes de seguridad a rotura			
Verificación de esfuerzos tangenciales en la clave	v	-	3,83
Verificación de esfuerzos tangenciales en riñones			4,47
Verificación de esfuerzos tangenciales en la base			3,55
Coeficientes de seguridad al aplastamiento			
η debido a la acción de la tierra y el agua	η_3	-	12,94

ADVERTENCIA IMPORTANTE: LIMITACIÓN DE RESPONSABILIDAD

Molecor pone a disposición el Programa como una herramienta para facilitar su trabajo a los profesionales pero no asume ninguna responsabilidad como asesor o prestador de servicios. Los resultados del cálculo obtenidos deben considerarse orientativos y tienen una finalidad meramente informativa. El diseño de un proyecto y la ejecución de la obra son responsabilidad del proyectista del constructor respectivamente. El proyectista usuario del Programa será exclusivamente responsable de la decisión de utilizar el Programa como herramienta auxiliar en la prestación de sus servicios profesionales y del correcto calculo de los elementos proyectados, teniendo en último término la responsabilidad de los cálculos realizados en el diseño de la instalación. En particular, será entera y exclusivamente responsable de la corrección de los datos introducidos par el cálculo y sus correspondientes resultados. Aunque **Molecor** ha hecho todos los esfuerzos para que el Programa responda a sus finalidades y funcione de forma regular de acuerdo con sus especificaciones, en el estado de la técnica, no puede garantizar su funcionamiento continuo ni la total ausencia de posibles fallos o incidencias en el funcionamiento del Programa, en particular, por interacción con otros elementos (ordenadores, servidores, comunicaciones electrónicas, etc.) y con el propio usuario. En consecuencia, **Molecor** NO RESPONDERA DE NINGUN DAÑO DIRECTO O INDIRECTO, PREVISIBLE O IMPREVISTO DERIVADO DEL USO DEL PROGRAMA SALVO EN CASO QUE SE DEMUESTRE SU DOLO O NEGLIGENCIA GRAVE EN EL DISEÑO U OPERACIÓN DEL SOFTWARE. En particular, **Molecor** NO SE RESPONSABILIZA:

1. de los posibles resultados erróneos causados por errores, omisiones y/o inexactitudes en los datos introducidos por el usuario.

2. de la mala utilización no conforme con las especificaciones del Programa.

3. del uso que se haga de la información proporcionada por el Programa y no realización de razonables comprobaciones para verificar la corrección de la misma.

Información general sobre el informe abreviado		
Número de informe	2020_11_19_2759	
Fecha de última modificación	19 de Noviembre de 2020 a las 13:18	
Nombre del proyecto	Maria Sánchez Hernández	
A la atención de D./Dña.	Maria Sánchez Hernández	
Dirección	C/DEL PRADO TUERTO, 12	
Ciudad / localidad / municipio	ZAMORA	
Provincia / región / estado	ZAMORA	
País	España	
Promotora	ITACYL	
Ingeniería	ITACYL	
Constructora	ITACYL	
Dirección de obra	C/DEL PRADO TUERTO, 12	

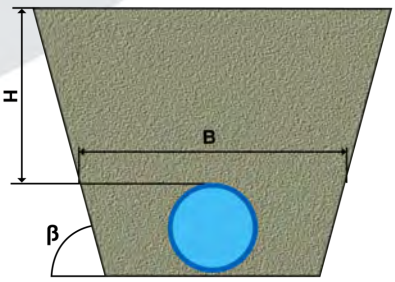
PROGRAMA DE CÁLCULO MECÁNICO

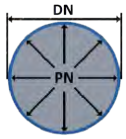
Este programa de cálculo mecánico para tuberías plásticas enterradas de PVC Orientado (PVC-O) TOM®, está basado en las normas de referencia:

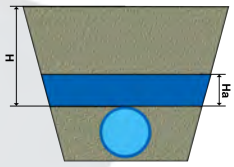
ATV-DVWK-A 127E:2000 “Cálculo estático de Drenajes y Saneamientos”

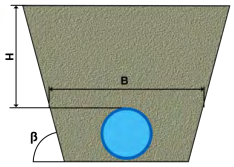
UNE 53331: 2020 "Tuberías de Poli(cloruro de vinilo) no plastificado (PVC-U), Poli(cloruro de vinilo) orientado (PVC-O), Polietileno (PE) y Polipropileno (PP). Criterio para la comprobación de los tubos a utilizar en conducciones con y sin presión sometidos a cargas externas"

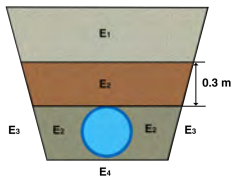
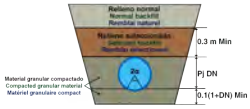
Resultados del cálculo
Clase de seguridad A (caso general) - material PVC-O > 2.5
INSTALACIÓN VÁLIDA

Características del tubo y de la instalación		
Tipo de conducción	Agua a presión Especificaciones de tubería según: norma europea UNE-EN 17176 - norma internacional ISO 16422 - norma francesa NF T54-948 - norma sudafricana SANS 16422	
Aplicación	Riego	
Nombre de la instalación	SECTOR I CANAL DE SAN JOSE DN 315 _PROF1,2M	
Tipo de instalación	Instalación de un tubo TOM® en zanja	

Tubería				
	Nome.	**Unidades**	**Tubo 1**	
Código del producto	-	-	**TOM31516B**	
Material del tubo	-	-	PVC-O Clase 500	
			C 1.4	
Presión nominal	PN	bar	16	
Diámetro nominal	DN	mm	315	
Módulo de elasticidad en flexión transversal. Largo plazo.	$E_{t(lp)}$	N/mm^2	2800,0	
Módulo de elasticidad en flexión transversal. Corto plazo.	$E_{t(cp)}$	N/mm^2	4000,0	
Peso específico	γ_t	kN/m^3	14,0	
Esfuerzo tangencial de diseño del tubo a flexión-tracción. Largo plazo.	$\sigma_{t(lp)}$	N/mm^2	70,0	
Esfuerzo tangencial de diseño del tubo a flexión-tracción. Corto plazo.	$\sigma_{t(cp)}$	N/mm^2	100,0	

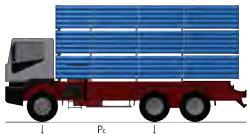
Presiones				
	Nome.	**Unidades**	**Tubo 1**	
Presión interna de trabajo	P_i	bar	7,5	
Presión externa debido al agua	P_e	bar	0,05	
Nivel freático	H_a	m	0,5	

Geometría de la zanja				
	Nome.	**Unidades**	**Tubo 1**	
Altura de zanja	H	m	1,2	
Anchura de la zanja	B	m	0,9	
Ángulo de inclinación de las paredes de la zanja	β	°	63,0	

Apoyo y material de relleno				
	Nome.	**Unidades**	**Tubo 1**	
Tipo de apoyo	-	-	A	 Apoyo Tipo A
Ángulo de apoyo	2α	°	180	
Módulo de compresión de E_1	E_1	N/mm^2	0,8	
Porcentaje proctor E_1		%	85,0	
Grupo de suelo E_1		-	G3	
Módulo de compresión de E_2	E_2	N/mm^2	5,0	
Porcentaje proctor E_2		%	95,0	
Grupo de suelo E_2		-	G3	
Módulo de compresión de E_3	E_3	N/mm^2	13,0	
Porcentaje proctor E_3		%	100,0	
Grupo de suelo E_3		-	G3	
Módulo de compresión de E_4	E_4	N/mm^2	13,0	
Porcentaje proctor E_4		%	100,0	
Grupo de suelo E_4		-	G3	
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 por capas compactadas contra el suelo natural (sin verificación del grado de compactación), aplicable también para paredes soportadas por tablones (construcción Berlinesa).

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	P_c	kN	40,0	
Sobrecargas distribuidas P_d	P_d	kN	-	
Coeficiente C_d	C_d	-	-	
Coeficiente de impacto Phi	Phi	-	1,5	

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	19,05
Presión vertical debida a las sobrecargas concentradas	P_{vc}		18,04
Presión vertical debida a las cargas distribuidas	P_{vr}		0,00
Presión vertical total sobre el tubo	q_{vt}		37,09
Presión lateral debida a la tierra			
Reacción máxima lateral del suelo a la altura del centro del tubo	q_{ht}	kN/m^2	14,94
Deformación relativa **(La deformación no puede ser superior al 5%)**			
Deformación relativa	δ_v	%	0,974
Momentos flectores longitudinales			
Momento longitudinal total			
En la clave	M	kN·m/m	0,139981
En los riñones			-0,122170
En la base			0,141979
Fuerzas normales (axil circunferencial)			
Fuerza normal total			
En la clave	N	kN/m	109,7781
En los riñones			105,9767
En la base			109,9676
Tensiones circunferenciales máximas			

σ en clave	σ	N/mm^2	24,13
σ en riñones			22,23
σ en base			24,31
Coeficientes de seguridad a rotura			
Verificación de esfuerzos tangenciales en la clave	v	-	4,14
Verificación de esfuerzos tangenciales en riñones			4,50
Verificación de esfuerzos tangenciales en la base			4,11
Coeficientes de seguridad al aplastamiento			
η debido a la acción de la tierra y el agua	η_3	-	19,77

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	18,61
Presión vertical debida a las sobrecargas concentradas	P_{vc}		18,04
Presión vertical debida a las cargas distribuidas	P_{vr}		0,00
Presión vertical total sobre el tubo	q_{vt}		36,65
Presión lateral debida a la tierra			
Reacción máxima lateral del suelo a la altura del centro del tubo	q_{ht}	kN/m^2	15,33
Deformación relativa **(La deformación no puede ser superior al 5%)**			
Deformación relativa	δ_v	%	1,064
Momentos flectores longitudinales			
Momento longitudinal total			
En la clave	M	kN·m/m	0,135474
En los riñones			-0,117415
En la base			0,137472
Fuerzas normales (axil circunferencial)			
Fuerza normal total			

En la clave	N	kN/m	109,7363
En los riñones			106,0438
En la base			109,9258
Tensiones circunferenciales máximas			
σ en clave	σ	N/mm^2	23,75
σ en riñones			21,85
σ en base			23,94
Coeficientes de seguridad a rotura			
Verificación de esfuerzos tangenciales en la clave	v	-	2,95
Verificación de esfuerzos tangenciales en riñones			3,20
Verificación de esfuerzos tangenciales en la base			2,92
Coeficientes de seguridad al aplastamiento			
η debido a la acción de la tierra y el agua	η_3	-	16,37

ADVERTENCIA IMPORTANTE: LIMITACIÓN DE RESPONSABILIDAD

Molecor pone a disposición el Programa como una herramienta para facilitar su trabajo a los profesionales pero no asume ninguna responsabilidad como asesor o prestador de servicios. Los resultados del cálculo obtenidos deben considerarse orientativos y tienen una finalidad meramente informativa. El diseño de un proyecto y la ejecución de la obra son responsabilidad del proyectista del constructor respectivamente. El proyectista usuario del Programa será exclusivamente responsable de la decisión de utilizar el Programa como herramienta auxiliar en la prestación de sus servicios profesionales y del correcto calculo de los elementos proyectados, teniendo en último término la responsabilidad de los cálculos realizados en el diseño de la instalación. En particular, será entera y exclusivamente responsable de la corrección de los datos introducidos par el cálculo y sus correspondientes resultados. Aunque **Molecor** ha hecho todos los esfuerzos para que el Programa responda a sus finalidades y funcione de forma regular de acuerdo con sus especificaciones, en el estado de la técnica, no puede garantizar su funcionamiento continuo ni la total ausencia de posibles fallos o incidencias en el funcionamiento del Programa, en particular, por interacción con otros elementos (ordenadores, servidores, comunicaciones electrónicas, etc.) y con el propio usuario. En consecuencia, **Molecor** NO RESPONDERA DE NINGUN DAÑO DIRECTO O INDIRECTO, PREVISIBLE O IMPREVISTO DERIVADO DEL USO DEL PROGRAMA SALVO EN CASO QUE SE DEMUESTRE SU DOLO O NEGLIGENCIA GRAVE EN EL DISEÑO U OPERACIÓN DEL SOFTWARE. En particular, **Molecor** NO SE RESPONSABILIZA:

1. de los posibles resultados erróneos causados por errores, omisiones y/o inexactitudes en los datos introducidos por el usuario.

2. de la mala utilización no conforme con las especificaciones del Programa.

3. del uso que se haga de la información proporcionada por el Programa y no realización de razonables comprobaciones para verificar la corrección de la misma.

Información general sobre el informe abreviado		
Número de informe	2020_11_19_2760	
Fecha de última modificación	19 de Noviembre de 2020 a las 13:18	
Nombre del proyecto	Maria Sánchez Hernández	
A la atención de D./Dña.	Maria Sánchez Hernández	
Dirección	C/DEL PRADO TUERTO, 12	
Ciudad / localidad / municipio	ZAMORA	
Provincia / región / estado	ZAMORA	
País	España	
Promotora	ITACYL	
Ingeniería	ITACYL	
Constructora	ITACYL	
Dirección de obra	C/DEL PRADO TUERTO, 12	

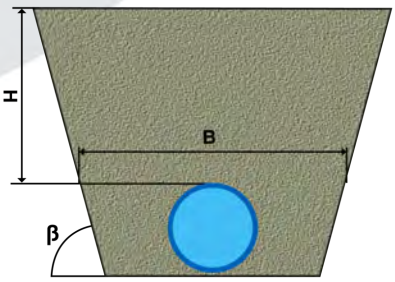
PROGRAMA DE CÁLCULO MECÁNICO

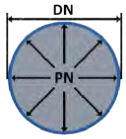
Este programa de cálculo mecánico para tuberías plásticas enterradas de PVC Orientado (PVC-O) TOM®, está basado en las normas de referencia:

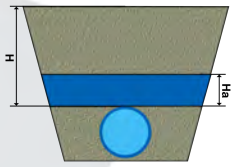
ATV-DVWK-A 127E:2000 “Cálculo estático de Drenajes y Saneamientos”

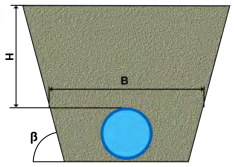
UNE 53331: 2020 "Tuberías de Poli(cloruro de vinilo) no plastificado (PVC-U), Poli(cloruro de vinilo) orientado (PVC-O), Polietileno (PE) y Polipropileno (PP). Criterio para la comprobación de los tubos a utilizar en conducciones con y sin presión sometidos a cargas externas"

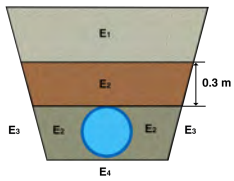
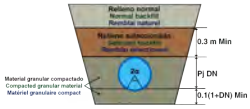
Resultados del cálculo
Clase de seguridad A (caso general) - material PVC-O > 2.5
INSTALACIÓN VÁLIDA

Características del tubo y de la instalación		
Tipo de conducción	Agua a presión Especificaciones de tubería según: norma europea UNE-EN 17176 - norma internacional ISO 16422 - norma francesa NF T54-948 - norma sudafricana SANS 16422	
Aplicación	Riego	
Nombre de la instalación	SECTOR I CANAL DE SAN JOSE DN 315 _PROF3M	
Tipo de instalación	Instalación de un tubo TOM® en zanja	

Tubería				
	Nome.	**Unidades**	**Tubo 1**	
Código del producto	-	-	**TOM31516B**	
Material del tubo	-	-	PVC-O Clase 500	
			C 1.4	
Presión nominal	PN	bar	16	
Diámetro nominal	DN	mm	315	
Módulo de elasticidad en flexión transversal. Largo plazo.	$E_{t(lp)}$	N/mm^2	2800,0	
Módulo de elasticidad en flexión transversal. Corto plazo.	$E_{t(cp)}$	N/mm^2	4000,0	
Peso específico	γ_t	kN/m^3	14,0	
Esfuerzo tangencial de diseño del tubo a flexión-tracción. Largo plazo.	$\sigma_{t(lp)}$	N/mm^2	70,0	
Esfuerzo tangencial de diseño del tubo a flexión-tracción. Corto plazo.	$\sigma_{t(cp)}$	N/mm^2	100,0	

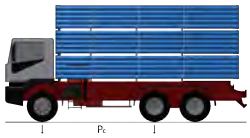
Presiones				
	Nome.	**Unidades**	**Tubo 1**	
Presión interna de trabajo	P_i	bar	7,5	
Presión externa debido al agua	P_e	bar	0,05	
Nivel freático	H_a	m	0,5	

Geometría de la zanja				
	Nome.	**Unidades**	**Tubo 1**	
Altura de zanja	H	m	4,5	
Anchura de la zanja	B	m	0,9	
Ángulo de inclinación de las paredes de la zanja	β	°	63,0	

Apoyo y material de relleno				
	Nome.	**Unidades**	**Tubo 1**	
Tipo de apoyo	-	-	A	 Apoyo Tipo A
Ángulo de apoyo	2α	°	180	
Módulo de compresión de E_1	E_1	N/mm^2	0,8	
Porcentaje proctor E_1		%	85,0	
Grupo de suelo E_1		-	G3	
Módulo de compresión de E_2	E_2	N/mm^2	5,0	
Porcentaje proctor E_2		%	95,0	
Grupo de suelo E_2		-	G3	
Módulo de compresión de E_3	E_3	N/mm^2	13,0	
Porcentaje proctor E_3		%	100,0	
Grupo de suelo E_3		-	G3	
Módulo de compresión de E_4	E_4	N/mm^2	13,0	
Porcentaje proctor E_4		%	100,0	
Grupo de suelo E_4		-	G3	
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 por capas compactadas contra el suelo natural (sin verificación del grado de compactación), aplicable también para paredes soportadas por tablones (construcción Berlinesa).

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	P_c	kN	40,0	
Sobrecargas distribuidas P_d	P_d	kN	-	
Coeficiente C_d	C_d	-	-	
Coeficiente de impacto Phi	Phi	-	1,5	

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	52,69
Presión vertical debida a las sobrecargas concentradas	P_{vc}		2,79
Presión vertical debida a las cargas distribuidas	P_{vr}		0,00
Presión vertical total sobre el tubo	q_{vt}		55,48
Presión lateral debida a la tierra			
Reacción máxima lateral del suelo a la altura del centro del tubo	q_{ht}	kN/m^2	40,88
Deformación relativa **(La deformación no puede ser superior al 5%)**			
Deformación relativa	δ_v	%	1,277
Momentos flectores longitudinales			
Momento longitudinal total			
En la clave	M	kN·m/m	0,089255
En los riñones			-0,055009
En la base			0,091253
Fuerzas normales (axil circunferencial)			
Fuerza normal total			
En la clave	N	kN/m	106,2202
En los riñones			103,1593
En la base			106,4097
Tensiones circunferenciales máximas			

σ en clave	σ	N/mm^2	19,57
σ en riñones			16,42
σ en base			19,76
Coeficientes de seguridad a rotura			
Verificación de esfuerzos tangenciales en la clave	v	-	5,11
Verificación de esfuerzos tangenciales en riñones			6,09
Verificación de esfuerzos tangenciales en la base			5,06
Coeficientes de seguridad al aplastamiento			
η debido a la acción de la tierra y el agua	η_3	-	14,33

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	51,28
Presión vertical debida a las sobrecargas concentradas	P_{vc}		2,79
Presión vertical debida a las cargas distribuidas	P_{vr}		0,00
Presión vertical total sobre el tubo	q_{vt}		54,07
Presión lateral debida a la tierra			
Reacción máxima lateral del suelo a la altura del centro del tubo	q_{ht}	kN/m^2	41,69
Deformación relativa **(La deformación no puede ser superior al 5%)**			
Deformación relativa	δ_v	%	1,363
Momentos flectores longitudinales			
Momento longitudinal total			
En la clave	M	kN·m/m	0,076617
En los riñones			-0,041858
En la base			0,078615
Fuerzas normales (axil circunferencial)			
Fuerza normal total			

En la clave	N	kN/m	106,1252
En los riñones			103,3761
En la base			106,3147
Tensiones circunferenciales máximas			
σ en clave	σ	N/mm^2	18,53
σ en riñones			15,37
σ en base			18,71
Coeficientes de seguridad a rotura			
Verificación de esfuerzos tangenciales en la clave	v	-	3,78
Verificación de esfuerzos tangenciales en riñones			4,55
Verificación de esfuerzos tangenciales en la base			3,74
Coeficientes de seguridad al aplastamiento			
η debido a la acción de la tierra y el agua	η_3	-	12,08

ADVERTENCIA IMPORTANTE: LIMITACIÓN DE RESPONSABILIDAD

Molecor pone a disposición el Programa como una herramienta para facilitar su trabajo a los profesionales pero no asume ninguna responsabilidad como asesor o prestador de servicios. Los resultados del cálculo obtenidos deben considerarse orientativos y tienen una finalidad meramente informativa. El diseño de un proyecto y la ejecución de la obra son responsabilidad del proyectista del constructor respectivamente. El proyectista usuario del Programa será exclusivamente responsable de la decisión de utilizar el Programa como herramienta auxiliar en la prestación de sus servicios profesionales y del correcto calculo de los elementos proyectados, teniendo en último término la responsabilidad de los cálculos realizados en el diseño de la instalación. En particular, será entera y exclusivamente responsable de la corrección de los datos introducidos par el cálculo y sus correspondientes resultados. Aunque **Molecor** ha hecho todos los esfuerzos para que el Programa responda a sus finalidades y funcione de forma regular de acuerdo con sus especificaciones, en el estado de la técnica, no puede garantizar su funcionamiento continuo ni la total ausencia de posibles fallos o incidencias en el funcionamiento del Programa, en particular, por interacción con otros elementos (ordenadores, servidores, comunicaciones electrónicas, etc.) y con el propio usuario. En consecuencia, **Molecor** NO RESPONDERA DE NINGUN DAÑO DIRECTO O INDIRECTO, PREVISIBLE O IMPREVISTO DERIVADO DEL USO DEL PROGRAMA SALVO EN CASO QUE SE DEMUESTRE SU DOLO O NEGLIGENCIA GRAVE EN EL DISEÑO U OPERACIÓN DEL SOFTWARE. En particular, **Molecor** NO SE RESPONSABILIZA:

1. de los posibles resultados erróneos causados por errores, omisiones y/o inexactitudes en los datos introducidos por el usuario.

2. de la mala utilización no conforme con las especificaciones del Programa.

3. del uso que se haga de la información proporcionada por el Programa y no realización de razonables comprobaciones para verificar la corrección de la misma.

Información general sobre el informe abreviado		
Número de informe	2020_11_19_2761	
Fecha de última modificación	19 de Noviembre de 2020 a las 13:18	
Nombre del proyecto	Maria Sánchez Hernández	
A la atención de D./Dña.	Maria Sánchez Hernández	
Dirección	C/DEL PRADO TUERTO, 12	
Ciudad / localidad / municipio	ZAMORA	
Provincia / región / estado	ZAMORA	
País	España	
Promotora	ITACYL	
Ingeniería	ITACYL	
Constructora	ITACYL	
Dirección de obra	C/DEL PRADO TUERTO, 12	

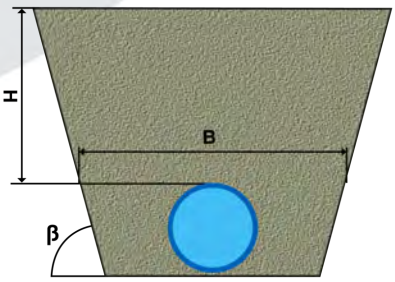
PROGRAMA DE CÁLCULO MECÁNICO

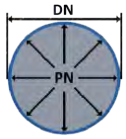
Este programa de cálculo mecánico para tuberías plásticas enterradas de PVC Orientado (PVC-O) TOM®, está basado en las normas de referencia:

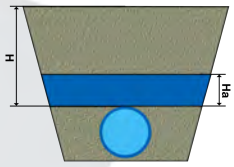
ATV-DVWK-A 127E:2000 “Cálculo estático de Drenajes y Saneamientos”

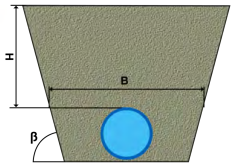
UNE 53331: 2020 "Tuberías de Poli(cloruro de vinilo) no plastificado (PVC-U), Poli(cloruro de vinilo) orientado (PVC-O), Polietileno (PE) y Polipropileno (PP). Criterio para la comprobación de los tubos a utilizar en conducciones con y sin presión sometidos a cargas externas"

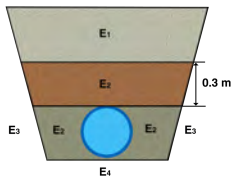
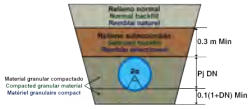
Resultados del cálculo
Clase de seguridad A (caso general) - material PVC-O > 2.5
INSTALACIÓN VÁLIDA

Características del tubo y de la instalación		
Tipo de conducción	Agua a presión Especificaciones de tubería según: norma europea UNE-EN 17176 - norma internacional ISO 16422 - norma francesa NF T54-948 - norma sudafricana SANS 16422	
Aplicación	Riego	
Nombre de la instalación	SECTOR I CANAL DE SAN JOSE DN 400 _PROF1,2M	
Tipo de instalación	Instalación de un tubo TOM® en zanja	

Tubería				
	Nome.	**Unidades**	**Tubo 1**	
Código del producto	-	-	**TOM40016B**	
Material del tubo	-	-	PVC-O Clase 500	
			C 1.4	
Presión nominal	PN	bar	16	
Diámetro nominal	DN	mm	400	
Módulo de elasticidad en flexión transversal. Largo plazo.	$E_{t(lp)}$	N/mm^2	2800,0	
Módulo de elasticidad en flexión transversal. Corto plazo.	$E_{t(cp)}$	N/mm^2	4000,0	
Peso específico	γ_t	kN/m^3	14,0	
Esfuerzo tangencial de diseño del tubo a flexión-tracción. Largo plazo.	$\sigma_{t(lp)}$	N/mm^2	70,0	
Esfuerzo tangencial de diseño del tubo a flexión-tracción. Corto plazo.	$\sigma_{t(cp)}$	N/mm^2	100,0	

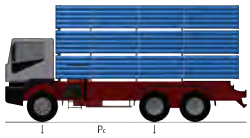
Presiones				
	Nome.	**Unidades**	**Tubo 1**	
Presión interna de trabajo	P_i	bar	7,5	
Presión externa debido al agua	P_e	bar	0,05	
Nivel freático	H_a	m	0,5	

Geometría de la zanja				
	Nome.	**Unidades**	**Tubo 1**	
Altura de zanja	H	m	1,2	
Anchura de la zanja	B	m	1,0	
Ángulo de inclinación de las paredes de la zanja	β	°	63,0	

Apoyo y material de relleno				
	Nome.	**Unidades**	**Tubo 1**	
Tipo de apoyo	-	-	A	 Apoyo Tipo A
Ángulo de apoyo	2α	°	180	
Módulo de compresión de E_1	E_1	N/mm^2	0,8	
Porcentaje proctor E_1		%	85,0	
Grupo de suelo E_1		-	G3	
Módulo de compresión de E_2	E_2	N/mm^2	5,0	
Porcentaje proctor E_2		%	95,0	
Grupo de suelo E_2		-	G3	
Módulo de compresión de E_3	E_3	N/mm^2	13,0	
Porcentaje proctor E_3		%	100,0	
Grupo de suelo E_3		-	G3	
Módulo de compresión de E_4	E_4	N/mm^2	13,0	
Porcentaje proctor E_4		%	100,0	
Grupo de suelo E_4		-	G3	
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 por capas compactadas contra el suelo natural (sin verificación del grado de compactación), aplicable también para paredes soportadas por tablones (construcción Berlinesa).

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	P_c	kN	40,0	
Sobrecargas distribuidas P_d	P_d	kN	-	
Coeficiente C_d	C_d	-	-	
Coeficiente de impacto Phi	Phi	-	1,5	

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	19,93
Presión vertical debida a las sobrecargas concentradas	P_{vc}		17,90
Presión vertical debida a las cargas distribuidas	P_{vr}		0,00
Presión vertical total sobre el tubo	q_{vt}		37,83
Presión lateral debida a la tierra			
Reacción máxima lateral del suelo a la altura del centro del tubo	q_{ht}	kN/m^2	16,01
Deformación relativa **(La deformación no puede ser superior al 5%)**			
Deformación relativa	δ_v	%	0,952
Momentos flectores longitudinales			
Momento longitudinal total			
En la clave	M	kN·m/m	0,228290
En los riñones			-0,198917
En la base			0,232381
Fuerzas normales (axil circunferencial)			
Fuerza normal total			
En la clave	N	kN/m	139,3269
En los riñones			134,4395
En la base			139,6324
Tensiones circunferenciales máximas			

σ en clave	σ	N/mm^2	24,26
σ en riñones			22,33
σ en base			24,50
Coeficientes de seguridad a rotura			
Verificación de esfuerzos tangenciales en la clave	v	-	4,12
Verificación de esfuerzos tangenciales en riñones			4,48
Verificación de esfuerzos tangenciales en la base			4,08
Coeficientes de seguridad al aplastamiento			
η debido a la acción de la tierra y el agua	η_3	-	19,73

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	19,59
Presión vertical debida a las sobrecargas concentradas	P_{vc}		17,90
Presión vertical debida a las cargas distribuidas	P_{vr}		0,00
Presión vertical total sobre el tubo	q_{vt}		37,49
Presión lateral debida a la tierra			
Reacción máxima lateral del suelo a la altura del centro del tubo	q_{ht}	kN/m^2	16,52
Deformación relativa **(La deformación no puede ser superior al 5%)**			
Deformación relativa	δ_v	%	1,042
Momentos flectores longitudinales			
Momento longitudinal total			
En la clave	M	kN·m/m	0,221166
En los riñones			-0,191275
En la base			0,225257
Fuerzas normales (axil circunferencial)			
Fuerza normal total			

En la clave	N	kN/m	139,2611
En los riñones			134,5058
En la base			139,5667
Tensiones circunferenciales máximas			
σ en clave	σ	N/mm^2	23,90
σ en riñones			21,95
σ en base			24,13
Coeficientes de seguridad a rotura			
Verificación de esfuerzos tangenciales en la clave	v	-	2,93
Verificación de esfuerzos tangenciales en riñones			3,19
Verificación de esfuerzos tangenciales en la base			2,90
Coeficientes de seguridad al aplastamiento			
η debido a la acción de la tierra y el agua	η_3	-	16,29

ADVERTENCIA IMPORTANTE: LIMITACIÓN DE RESPONSABILIDAD

Molecor pone a disposición el Programa como una herramienta para facilitar su trabajo a los profesionales pero no asume ninguna responsabilidad como asesor o prestador de servicios. Los resultados del cálculo obtenidos deben considerarse orientativos y tienen una finalidad meramente informativa. El diseño de un proyecto y la ejecución de la obra son responsabilidad del proyectista del constructor respectivamente. El proyectista usuario del Programa será exclusivamente responsable de la decisión de utilizar el Programa como herramienta auxiliar en la prestación de sus servicios profesionales y del correcto calculo de los elementos proyectados, teniendo en último término la responsabilidad de los cálculos realizados en el diseño de la instalación. En particular, será entera y exclusivamente responsable de la corrección de los datos introducidos par el cálculo y sus correspondientes resultados. Aunque **Molecor** ha hecho todos los esfuerzos para que el Programa responda a sus finalidades y funcione de forma regular de acuerdo con sus especificaciones, en el estado de la técnica, no puede garantizar su funcionamiento continuo ni la total ausencia de posibles fallos o incidencias en el funcionamiento del Programa, en particular, por interacción con otros elementos (ordenadores, servidores, comunicaciones electrónicas, etc.) y con el propio usuario. En consecuencia, **Molecor** NO RESPONDERA DE NINGUN DAÑO DIRECTO O INDIRECTO, PREVISIBLE O IMPREVISTO DERIVADO DEL USO DEL PROGRAMA SALVO EN CASO QUE SE DEMUESTRE SU DOLO O NEGLIGENCIA GRAVE EN EL DISEÑO U OPERACIÓN DEL SOFTWARE. En particular, **Molecor** NO SE RESPONSABILIZA:

1. de los posibles resultados erróneos causados por errores, omisiones y/o inexactitudes en los datos introducidos por el usuario.

2. de la mala utilización no conforme con las especificaciones del Programa.

3. del uso que se haga de la información proporcionada por el Programa y no realización de razonables comprobaciones para verificar la corrección de la misma.

Información general sobre el informe abreviado		
Número de informe	2020_11_19_2762	
Fecha de última modificación	19 de Noviembre de 2020 a las 13:18	
Nombre del proyecto	Maria Sánchez Hernández	
A la atención de D./Dña.	Maria Sánchez Hernández	
Dirección	C/DEL PRADO TUERTO, 12	
Ciudad / localidad / municipio	ZAMORA	
Provincia / región / estado	ZAMORA	
País	España	
Promotora	ITACYL	
Ingeniería	ITACYL	
Constructora	ITACYL	
Dirección de obra	C/DEL PRADO TUERTO, 12	

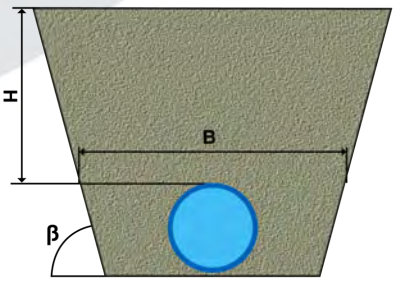
PROGRAMA DE CÁLCULO MECÁNICO

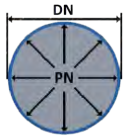
Este programa de cálculo mecánico para tuberías plásticas enterradas de PVC Orientado (PVC-O) TOM®, está basado en las normas de referencia:

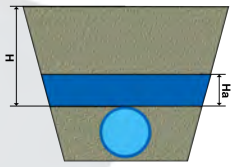
ATV-DVWK-A 127E:2000 “Cálculo estático de Drenajes y Saneamientos”

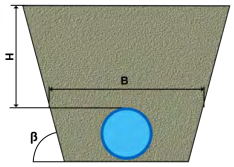
UNE 53331: 2020 "Tuberías de Poli(cloruro de vinilo) no plastificado (PVC-U), Poli(cloruro de vinilo) orientado (PVC-O), Polietileno (PE) y Polipropileno (PP). Criterio para la comprobación de los tubos a utilizar en conducciones con y sin presión sometidos a cargas externas"

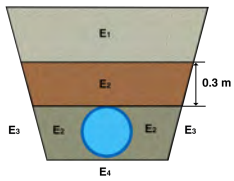
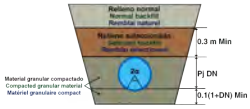
Resultados del cálculo
Clase de seguridad A (caso general) - material PVC-O > 2.5
INSTALACIÓN VÁLIDA

Características del tubo y de la instalación		
Tipo de conducción	Agua a presión Especificaciones de tubería según: norma europea UNE-EN 17176 - norma internacional ISO 16422 - norma francesa NF T54-948 - norma sudafricana SANS 16422	
Aplicación	Riego	
Nombre de la instalación	SECTOR I CANAL DE SAN JOSE DN 400 _PROF3M	
Tipo de instalación	Instalación de un tubo TOM® en zanja	

Tubería				
	Nome.	**Unidades**	**Tubo 1**	
Código del producto	-	-	**TOM40016B**	
Material del tubo	-	-	PVC-O Clase 500	
			C 1.4	
Presión nominal	PN	bar	16	
Diámetro nominal	DN	mm	400	
Módulo de elasticidad en flexión transversal. Largo plazo.	$E_{t(lp)}$	N/mm^2	2800,0	
Módulo de elasticidad en flexión transversal. Corto plazo.	$E_{t(cp)}$	N/mm^2	4000,0	
Peso específico	γ_t	kN/m^3	14,0	
Esfuerzo tangencial de diseño del tubo a flexión-tracción. Largo plazo.	$\sigma_{t(lp)}$	N/mm^2	70,0	
Esfuerzo tangencial de diseño del tubo a flexión-tracción. Corto plazo.	$\sigma_{t(cp)}$	N/mm^2	100,0	

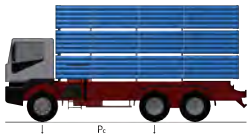
Presiones				
	Nome.	**Unidades**	**Tubo 1**	
Presión interna de trabajo	P_i	bar	7,5	
Presión externa debido al agua	P_e	bar	0,05	
Nivel freático	H_a	m	0,5	

Geometría de la zanja				
	Nome.	**Unidades**	**Tubo 1**	
Altura de zanja	H	m	4,5	
Anchura de la zanja	B	m	1,0	
Ángulo de inclinación de las paredes de la zanja	β	°	63,0	

Apoyo y material de relleno				
	Nome.	**Unidades**	**Tubo 1**	
Tipo de apoyo	-	-	A	 Apoyo Tipo A
Ángulo de apoyo	2α	°	180	
Módulo de compresión de E_1	E_1	N/mm^2	0,8	
Porcentaje proctor E_1		%	85,0	
Grupo de suelo E_1		-	G3	
Módulo de compresión de E_2	E_2	N/mm^2	5,0	
Porcentaje proctor E_2		%	95,0	
Grupo de suelo E_2		-	G3	
Módulo de compresión de E_3	E_3	N/mm^2	13,0	
Porcentaje proctor E_3		%	100,0	
Grupo de suelo E_3		-	G3	
Módulo de compresión de E_4	E_4	N/mm^2	13,0	
Porcentaje proctor E_4		%	100,0	
Grupo de suelo E_4		-	G3	
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 por capas compactadas contra el suelo natural (sin verificación del grado de compactación), aplicable también para paredes soportadas por tablones (construcción Berlinesa).

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	P_c	kN	40,0	
Sobrecargas distribuidas P_d	P_d	kN	-	
Coeficiente C_d	C_d	-	-	
Coeficiente de impacto Phi	Phi	-	1,5	

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	56,44
Presión vertical debida a las sobrecargas concentradas	P_{vc}		2,79
Presión vertical debida a las cargas distribuidas	P_{vr}		0,00
Presión vertical total sobre el tubo	q_{vt}		59,23
Presión lateral debida a la tierra			
Reacción máxima lateral del suelo a la altura del centro del tubo	q_{ht}	kN/m^2	44,93
Deformación relativa **(La deformación no puede ser superior al 5%)**			
Deformación relativa	δ_v	%	1,318
Momentos flectores longitudinales			
Momento longitudinal total			
En la clave	M	kN·m/m	0,151692
En los riñones			-0,092782
En la base			0,155783
Fuerzas normales (axil circunferencial)			
Fuerza normal total			
En la clave	N	kN/m	134,4162
En los riñones			130,2774
En la base			134,7218
Tensiones circunferenciales máximas			

σ en clave	σ	N/mm^2	19,93
σ en riñones			16,57
σ en base			20,17
Coeficientes de seguridad a rotura			
Verificación de esfuerzos tangenciales en la clave	v	-	5,02
Verificación de esfuerzos tangenciales en riñones			6,04
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	-	13,82

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	55,27
Presión vertical debida a las sobrecargas concentradas	P_{vc}		2,79
Presión vertical debida a las cargas distribuidas	P_{vr}		0,00
Presión vertical total sobre el tubo	q_{vt}		58,05
Presión lateral debida a la tierra			
Reacción máxima lateral del suelo a la altura del centro del tubo	q_{ht}	kN/m^2	46,08
Deformación relativa **(La deformación no puede ser superior al 5%)**			
Deformación relativa	δ_v	%	1,417
Momentos flectores longitudinales			
Momento longitudinal total			
En la clave	M	kN·m/m	0,131216
En los riñones			-0,071131
En la base			0,135306
Fuerzas normales (axil circunferencial)			
Fuerza normal total			

En la clave	N	kN/m	134,2567
En los riñones			130,5060
En la base			134,5623
Tensiones circunferenciales máximas			
σ en clave	σ	N/mm^2	18,88
σ en riñones			15,49
σ en base			19,12
Coeficientes de seguridad a rotura			
Verificación de esfuerzos tangenciales en la clave	v	-	3,71
Verificación de esfuerzos tangenciales en riñones			4,52
Verificación de esfuerzos tangenciales en la base			3,66
Coeficientes de seguridad al aplastamiento			
η debido a la acción de la tierra y el agua	η_3	-	11,59

ADVERTENCIA IMPORTANTE: LIMITACIÓN DE RESPONSABILIDAD

Molecor pone a disposición el Programa como una herramienta para facilitar su trabajo a los profesionales pero no asume ninguna responsabilidad como asesor o prestador de servicios. Los resultados del cálculo obtenidos deben considerarse orientativos y tienen una finalidad meramente informativa. El diseño de un proyecto y la ejecución de la obra son responsabilidad del proyectista del constructor respectivamente. El proyectista usuario del Programa será exclusivamente responsable de la decisión de utilizar el Programa como herramienta auxiliar en la prestación de sus servicios profesionales y del correcto calculo de los elementos proyectados, teniendo en último término la responsabilidad de los cálculos realizados en el diseño de la instalación. En particular, será entera y exclusivamente responsable de la corrección de los datos introducidos par el cálculo y sus correspondientes resultados. Aunque **Molecor** ha hecho todos los esfuerzos para que el Programa responda a sus finalidades y funcione de forma regular de acuerdo con sus especificaciones, en el estado de la técnica, no puede garantizar su funcionamiento continuo ni la total ausencia de posibles fallos o incidencias en el funcionamiento del Programa, en particular, por interacción con otros elementos (ordenadores, servidores, comunicaciones electrónicas, etc.) y con el propio usuario. En consecuencia, **Molecor** NO RESPONDERA DE NINGUN DAÑO DIRECTO O INDIRECTO, PREVISIBLE O IMPREVISTO DERIVADO DEL USO DEL PROGRAMA SALVO EN CASO QUE SE DEMUESTRE SU DOLO O NEGLIGENCIA GRAVE EN EL DISEÑO U OPERACIÓN DEL SOFTWARE. En particular, **Molecor** NO SE RESPONSABILIZA:

1. de los posibles resultados erróneos causados por errores, omisiones y/o inexactitudes en los datos introducidos por el usuario.

2. de la mala utilización no conforme con las especificaciones del Programa.

3. del uso que se haga de la información proporcionada por el Programa y no realización de razonables comprobaciones para verificar la corrección de la misma.

Información general sobre el informe abreviado		
Número de informe	2020_11_19_2763	
Fecha de última modificación	19 de Noviembre de 2020 a las 13:18	
Nombre del proyecto	Maria Sánchez Hernández	
A la atención de D./Dña.	Maria Sánchez Hernández	
Dirección	C/DEL PRADO TUERTO, 12	
Ciudad / localidad / municipio	ZAMORA	
Provincia / región / estado	ZAMORA	
País	España	
Promotora	ITACYL	
Ingeniería	ITACYL	
Constructora	ITACYL	
Dirección de obra	C/DEL PRADO TUERTO, 12	

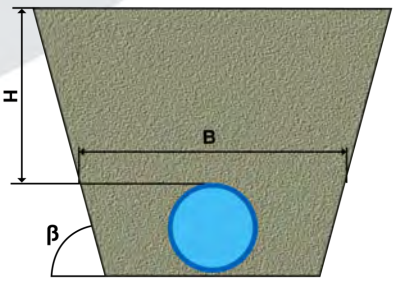
PROGRAMA DE CÁLCULO MECÁNICO

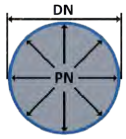
Este programa de cálculo mecánico para tuberías plásticas enterradas de PVC Orientado (PVC-O) TOM®, está basado en las normas de referencia:

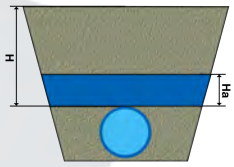
ATV-DVWK-A 127E:2000 “Cálculo estático de Drenajes y Saneamientos”

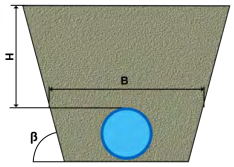
UNE 53331: 2020 "Tuberías de Poli(cloruro de vinilo) no plastificado (PVC-U), Poli(cloruro de vinilo) orientado (PVC-O), Polietileno (PE) y Polipropileno (PP). Criterio para la comprobación de los tubos a utilizar en conducciones con y sin presión sometidos a cargas externas"

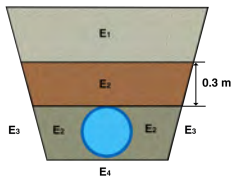
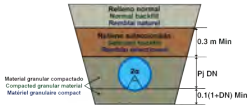
Resultados del cálculo
Clase de seguridad A (caso general) - material PVC-O > 2.5
INSTALACIÓN VÁLIDA

Características del tubo y de la instalación		
Tipo de conducción	Agua a presión Especificaciones de tubería según: norma europea UNE-EN 17176 - norma internacional ISO 16422 - norma francesa NF T54-948 - norma sudafricana SANS 16422	
Aplicación	Riego	
Nombre de la instalación	SECTOR I CANAL DE SAN JOSE DN 450 _PROF1,2M	
Tipo de instalación	Instalación de un tubo TOM® en zanja	

Tubería				
	Nome.	**Unidades**	**Tubo 1**	
Código del producto	-	-	**TOM45016B**	
Material del tubo	-	-	PVC-O Clase 500	
			C 1.4	
Presión nominal	PN	bar	16	
Diámetro nominal	DN	mm	450	
Módulo de elasticidad en flexión transversal. Largo plazo.	$E_{t(lp)}$	N/mm^2	2800,0	
Módulo de elasticidad en flexión transversal. Corto plazo.	$E_{t(cp)}$	N/mm^2	4000,0	
Peso específico	γ_t	kN/m^3	14,0	
Esfuerzo tangencial de diseño del tubo a flexión-tracción. Largo plazo.	$\sigma_{t(lp)}$	N/mm^2	70,0	
Esfuerzo tangencial de diseño del tubo a flexión-tracción. Corto plazo.	$\sigma_{t(cp)}$	N/mm^2	100,0	

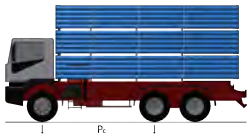
Presiones				
	Nome.	**Unidades**	**Tubo 1**	
Presión interna de trabajo	P_i	bar	7,5	
Presión externa debido al agua	P_e	bar	0,05	
Nivel freático	H_a	m	0,5	

Geometría de la zanja				
	Nome.	**Unidades**	**Tubo 1**	
Altura de zanja	H	m	1,2	
Anchura de la zanja	B	m	1,25	
Ángulo de inclinación de las paredes de la zanja	β	°	63,0	

Apoyo y material de relleno				
	Nome.	**Unidades**	**Tubo 1**	
Tipo de apoyo	-	-	A	 Apoyo Tipo A
Ángulo de apoyo	2α	°	180	
Módulo de compresión de E_1	E_1	N/mm^2	0,8	
Porcentaje proctor E_1		%	85,0	
Grupo de suelo E_1		-	G3	
Módulo de compresión de E_2	E_2	N/mm^2	5,0	
Porcentaje proctor E_2		%	95,0	
Grupo de suelo E_2		-	G3	
Módulo de compresión de E_3	E_3	N/mm^2	13,0	
Porcentaje proctor E_3		%	100,0	
Grupo de suelo E_3		-	G3	
Módulo de compresión de E_4	E_4	N/mm^2	13,0	
Porcentaje proctor E_4		%	100,0	
Grupo de suelo E_4		-	G3	
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 por capas compactadas contra el suelo natural (sin verificación del grado de compactación), aplicable también para paredes soportadas por tablones (construcción Berlinesa).

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	P_c	kN	40,0	
Sobrecargas distribuidas P_d	P_d	kN	-	
Coeficiente C_d	C_d	-	-	
Coeficiente de impacto Phi	Phi	-	1,5	

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	20,04
Presión vertical debida a las sobrecargas concentradas	P_{vc}		17,81
Presión vertical debida a las cargas distribuidas	P_{vr}		0,00
Presión vertical total sobre el tubo	q_{vt}		37,85
Presión lateral debida a la tierra			
Reacción máxima lateral del suelo a la altura del centro del tubo	q_{ht}	kN/m^2	15,86
Deformación relativa **(La deformación no puede ser superior al 5%)**			
Deformación relativa	δ_v	%	0,984
Momentos flectores longitudinales			
Momento longitudinal total			
En la clave	M	kN·m/m	0,291488
En los riñones			-0,254812
En la base			0,297313
Fuerzas normales (axil circunferencial)			
Fuerza normal total			
En la clave	N	kN/m	156,7639
En los riñones			151,2395
En la base			157,1506
Tensiones circunferenciales máximas			

σ en clave	σ	N/mm^2	24,35
σ en riñones			22,43
σ en base			24,61
Coeficientes de seguridad a rotura			
Verificación de esfuerzos tangenciales en la clave	v	-	4,11
Verificación de esfuerzos tangenciales en riñones			4,46
Verificación de esfuerzos tangenciales en la base			4,06
Coeficientes de seguridad al aplastamiento			
η debido a la acción de la tierra y el agua	η_3	-	19,13

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	19,64
Presión vertical debida a las sobrecargas concentradas	P_{vc}		17,81
Presión vertical debida a las cargas distribuidas	P_{vr}		0,00
Presión vertical total sobre el tubo	q_{vt}		37,45
Presión lateral debida a la tierra			
Reacción máxima lateral del suelo a la altura del centro del tubo	q_{ht}	kN/m^2	16,34
Deformación relativa **(La deformación no puede ser superior al 5%)**			
Deformación relativa	δ_v	%	1,075
Momentos flectores longitudinales			
Momento longitudinal total			
En la clave	M	kN·m/m	0,281988
En los riñones			-0,244697
En la base			0,287813
Fuerzas normales (axil circunferencial)			
Fuerza normal total			

En la clave	N	kN/m	156,6939
En los riñones			151,3278
En la base			157,0806
Tensiones circunferenciales máximas			
σ en clave	σ	N/mm^2	23,96
σ en riñones			22,03
σ en base			24,23
Coeficientes de seguridad a rotura			
Verificación de esfuerzos tangenciales en la clave	v	-	2,92
Verificación de esfuerzos tangenciales en riñones			3,18
Verificación de esfuerzos tangenciales en la base			2,89
Coeficientes de seguridad al aplastamiento			
η debido a la acción de la tierra y el agua	η_3	-	15,81

ADVERTENCIA IMPORTANTE: LIMITACIÓN DE RESPONSABILIDAD

Molecor pone a disposición el Programa como una herramienta para facilitar su trabajo a los profesionales pero no asume ninguna responsabilidad como asesor o prestador de servicios. Los resultados del cálculo obtenidos deben considerarse orientativos y tienen una finalidad meramente informativa. El diseño de un proyecto y la ejecución de la obra son responsabilidad del proyectista del constructor respectivamente. El proyectista usuario del Programa será exclusivamente responsable de la decisión de utilizar el Programa como herramienta auxiliar en la prestación de sus servicios profesionales y del correcto calculo de los elementos proyectados, teniendo en último término la responsabilidad de los cálculos realizados en el diseño de la instalación. En particular, será entera y exclusivamente responsable de la corrección de los datos introducidos par el cálculo y sus correspondientes resultados. Aunque **Molecor** ha hecho todos los esfuerzos para que el Programa responda a sus finalidades y funcione de forma regular de acuerdo con sus especificaciones, en el estado de la técnica, no puede garantizar su funcionamiento continuo ni la total ausencia de posibles fallos o incidencias en el funcionamiento del Programa, en particular, por interacción con otros elementos (ordenadores, servidores, comunicaciones electrónicas, etc.) y con el propio usuario. En consecuencia, **Molecor** NO RESPONDERA DE NINGUN DAÑO DIRECTO O INDIRECTO, PREVISIBLE O IMPREVISTO DERIVADO DEL USO DEL PROGRAMA SALVO EN CASO QUE SE DEMUESTRE SU DOLO O NEGLIGENCIA GRAVE EN EL DISEÑO U OPERACIÓN DEL SOFTWARE. En particular, **Molecor** NO SE RESPONSABILIZA:

1. de los posibles resultados erróneos causados por errores, omisiones y/o inexactitudes en los datos introducidos por el usuario.

2. de la mala utilización no conforme con las especificaciones del Programa.

3. del uso que se haga de la información proporcionada por el Programa y no realización de razonables comprobaciones para verificar la corrección de la misma.

Información general sobre el informe abreviado		
Número de informe	2020_11_19_2766	
Fecha de última modificación	19 de Noviembre de 2020 a las 13:18	
Nombre del proyecto	Maria Sánchez Hernández	
A la atención de D./Dña.	Maria Sánchez Hernández	
Dirección	C/DEL PRADO TUERTO, 12	
Ciudad / localidad / municipio	ZAMORA	
Provincia / región / estado	ZAMORA	
País	España	
Promotora	ITACYL	
Ingeniería	ITACYL	
Constructora	ITACYL	
Dirección de obra	C/DEL PRADO TUERTO, 12	

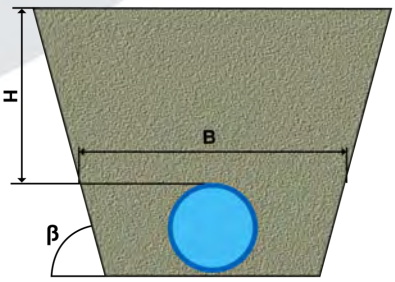
PROGRAMA DE CÁLCULO MECÁNICO

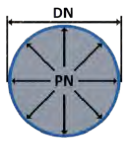
Este programa de cálculo mecánico para tuberías plásticas enterradas de PVC Orientado (PVC-O) TOM®, está basado en las normas de referencia:

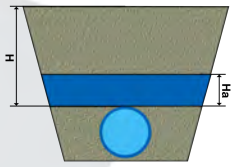
ATV-DVWK-A 127E:2000 “Cálculo estático de Drenajes y Saneamientos”

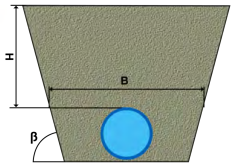
UNE 53331: 2020 "Tuberías de Poli(cloruro de vinilo) no plastificado (PVC-U), Poli(cloruro de vinilo) orientado (PVC-O), Polietileno (PE) y Polipropileno (PP). Criterio para la comprobación de los tubos a utilizar en conducciones con y sin presión sometidos a cargas externas"

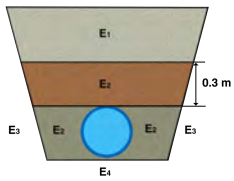
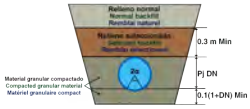
Resultados del cálculo
Clase de seguridad A (caso general) - material PVC-O > 2.5
INSTALACIÓN VÁLIDA

Características del tubo y de la instalación		
Tipo de conducción	Agua a presión Especificaciones de tubería según: norma europea UNE-EN 17176 - norma internacional ISO 16422 - norma francesa NF T54-948 - norma sudafricana SANS 16422	
Aplicación	Riego	
Nombre de la instalación	SECTOR I CANAL DE SAN JOSE DN 450 _PROF3M	
Tipo de instalación	Instalación de un tubo TOM® en zanja	

Tubería				
	Nome.	**Unidades**	**Tubo 1**	
Código del producto	-	-	**TOM45016B**	
Material del tubo	-	-	PVC-O Clase 500	
			C 1.4	
Presión nominal	PN	bar	16	
Diámetro nominal	DN	mm	450	
Módulo de elasticidad en flexión transversal. Largo plazo.	$E_{t(lp)}$	N/mm^2	2800,0	
Módulo de elasticidad en flexión transversal. Corto plazo.	$E_{t(cp)}$	N/mm^2	4000,0	
Peso específico	γ_t	kN/m^3	14,0	
Esfuerzo tangencial de diseño del tubo a flexión-tracción. Largo plazo.	$\sigma_{t(lp)}$	N/mm^2	70,0	
Esfuerzo tangencial de diseño del tubo a flexión-tracción. Corto plazo.	$\sigma_{t(cp)}$	N/mm^2	100,0	

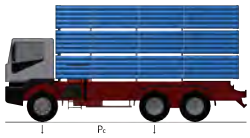
Presiones				
	Nome.	**Unidades**	**Tubo 1**	
Presión interna de trabajo	P_i	bar	7,5	
Presión externa debido al agua	P_e	bar	0,05	
Nivel freático	H_a	m	0,5	

Geometría de la zanja				
	Nome.	**Unidades**	**Tubo 1**	
Altura de zanja	H	m	4,5	
Anchura de la zanja	B	m	1,25	
Ángulo de inclinación de las paredes de la zanja	β	°	63,0	

Apoyo y material de relleno				
	Nome.	**Unidades**	**Tubo 1**	
Tipo de apoyo	-	-	A	 Apoyo Tipo A
Ángulo de apoyo	2α	°	180	
Módulo de compresión de E_1	E_1	N/mm^2	0,8	
Porcentaje proctor E_1		%	85,0	
Grupo de suelo E_1		-	G3	
Módulo de compresión de E_2	E_2	N/mm^2	5,0	
Porcentaje proctor E_2		%	95,0	
Grupo de suelo E_2		-	G3	
Módulo de compresión de E_3	E_3	N/mm^2	13,0	
Porcentaje proctor E_3		%	100,0	
Grupo de suelo E_3		-	G3	
Módulo de compresión de E_4	E_4	N/mm^2	13,0	
Porcentaje proctor E_4		%	100,0	
Grupo de suelo E_4		-	G3	
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 por capas compactadas contra el suelo natural (sin verificación del grado de compactación), aplicable también para paredes soportadas por tablones (construcción Berlinesa).

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	P_c	kN	40,0	
Sobrecargas distribuidas P_d	P_d	kN	-	
Coeficiente C_d	C_d	-	-	
Coeficiente de impacto Phi	Phi	-	1,5	

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	58,61
Presión vertical debida a las sobrecargas concentradas	P_{vc}		2,79
Presión vertical debida a las cargas distribuidas	P_{vr}		0,00
Presión vertical total sobre el tubo	q_{vt}		61,40
Presión lateral debida a la tierra			
Reacción máxima lateral del suelo a la altura del centro del tubo	q_{ht}	kN/m^2	45,80
Deformación relativa **(La deformación no puede ser superior al 5%)**			
Deformación relativa	δ_v	%	1,404
Momentos flectores longitudinales			
Momento longitudinal total			
En la clave	M	kN·m/m	0,202129
En los riñones			-0,126745
En la base			0,207954
Fuerzas normales (axil circunferencial)			
Fuerza normal total			
En la clave	N	kN/m	150,9409
En los riñones			146,0869
En la base			151,3276
Tensiones circunferenciales máximas			

σ en clave	σ	N/mm^2	20,30
σ en riñones			16,89
σ en base			20,56
Coeficientes de seguridad a rotura			
Verificación de esfuerzos tangenciales en la clave	v	-	4,93
Verificación de esfuerzos tangenciales en riñones			5,92
Verificación de esfuerzos tangenciales en la base			4,86
Coeficientes de seguridad al aplastamiento			
η debido a la acción de la tierra y el agua	η_3	-	13,04

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	57,15
Presión vertical debida a las sobrecargas concentradas	P_{vc}		2,79
Presión vertical debida a las cargas distribuidas	P_{vr}		0,00
Presión vertical total sobre el tubo	q_{vt}		59,94
Presión lateral debida a la tierra			
Reacción máxima lateral del suelo a la altura del centro del tubo	q_{ht}	kN/m^2	46,82
Deformación relativa **(La deformación no puede ser superior al 5%)**			
Deformación relativa	δ_v	%	1,502
Momentos flectores longitudinales			
Momento longitudinal total			
En la clave	M	kN·m/m	0,173856
En los riñones			-0,097157
En la base			0,179681
Fuerzas normales (axil circunferencial)			
Fuerza normal total			

En la clave	N	kN/m	150,7764
En los riñones			146,4065
En la base			151,1631
Tensiones circunferenciales máximas			
σ en clave	σ	N/mm^2	19,16
σ en riñones			15,73
σ en base			19,42
Coeficientes de seguridad a rotura			
Verificación de esfuerzos tangenciales en la clave	v	-	3,65
Verificación de esfuerzos tangenciales en riñones			4,45
Verificación de esfuerzos tangenciales en la base			3,60
Coeficientes de seguridad al aplastamiento			
η debido a la acción de la tierra y el agua	η_3	-	10,97

ADVERTENCIA IMPORTANTE: LIMITACIÓN DE RESPONSABILIDAD

Molecor pone a disposición el Programa como una herramienta para facilitar su trabajo a los profesionales pero no asume ninguna responsabilidad como asesor o prestador de servicios. Los resultados del cálculo obtenidos deben considerarse orientativos y tienen una finalidad meramente informativa. El diseño de un proyecto y la ejecución de la obra son responsabilidad del proyectista del constructor respectivamente. El proyectista usuario del Programa será exclusivamente responsable de la decisión de utilizar el Programa como herramienta auxiliar en la prestación de sus servicios profesionales y del correcto calculo de los elementos proyectados, teniendo en último término la responsabilidad de los cálculos realizados en el diseño de la instalación. En particular, será entera y exclusivamente responsable de la corrección de los datos introducidos par el cálculo y sus correspondientes resultados. Aunque **Molecor** ha hecho todos los esfuerzos para que el Programa responda a sus finalidades y funcione de forma regular de acuerdo con sus especificaciones, en el estado de la técnica, no puede garantizar su funcionamiento continuo ni la total ausencia de posibles fallos o incidencias en el funcionamiento del Programa, en particular, por interacción con otros elementos (ordenadores, servidores, comunicaciones electrónicas, etc.) y con el propio usuario. En consecuencia, **Molecor** NO RESPONDERA DE NINGUN DAÑO DIRECTO O INDIRECTO, PREVISIBLE O IMPREVISTO DERIVADO DEL USO DEL PROGRAMA SALVO EN CASO QUE SE DEMUESTRE SU DOLO O NEGLIGENCIA GRAVE EN EL DISEÑO U OPERACIÓN DEL SOFTWARE. En particular, **Molecor** NO SE RESPONSABILIZA:

1. de los posibles resultados erróneos causados por errores, omisiones y/o inexactitudes en los datos introducidos por el usuario.

2. de la mala utilización no conforme con las especificaciones del Programa.

3. del uso que se haga de la información proporcionada por el Programa y no realización de razonables comprobaciones para verificar la corrección de la misma.

APENDICE 2: RESULTADOS CALCULO MECANICO TUBERIA PEAD-PN10

INFORME COMPLETO

Estudio estático para Tuberías A 127

Proyecto:	SECTOR I CANAL DE SAN JOSE
Empresa / Entidad:	ITACYL
Autor:	Maria Sánchez Hernández
Informe n°:	PEAD_DN180_PN10_1,2m
Fecha:	04/01/2021

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

Contenido

1. Cálculo estático de acuerdo a la A 127: PEAD_180 **4**

1.1. Entrada de datos: 4

1.1.1. Opciones de seguridad 4

1.1.2. Suelo 4

1.1.3. Carga 4

1.1.4. Instalación 4

1.1.5. Tubo de la base de datos 4

1.2. Resultados: 5

1.2.1. resultados intermedios del tubo 5

1.2.1.1. propiedades del material 5
1.2.1.2. Factores de seguridad 5

1.2.2. Resultados intermedios para caso de carga con nivel freático mínimo 6

1.2.2.1. geometría del tubo 6
1.2.2.2. Teoría del silo 6
1.2.2.3. Carga 6
1.2.2.4. Módulo de deformación del suelo EB 6
1.2.2.5. Valores de rigidez del suelo 6
1.2.2.6. Ángulo de apoyo, proyección relativa efectiva y ángulo de fricción 7
1.2.2.7. Valores característicos del material del tubo y rigidez anular 7
1.2.2.8. relación de rigidez 7
1.2.2.9. Coeficientes 7
1.2.2.10. Factores de concentracion λR y λB 8
1.2.2.11. Distribución de presiones en la circunferencia del tubo 8

1.2.3. Resultados intermedios para caso de carga con nivel freático máximo 9

1.2.3.1. geometría del tubo 9
1.2.3.2. Teoría del silo 9
1.2.3.3. Carga 9
1.2.3.4. Módulo de deformación del suelo EB 9
1.2.3.5. Valores de rigidez del suelo 10
1.2.3.6. Ángulo de apoyo, proyección relativa efectiva y ángulo de fricción 10
1.2.3.7. Valores característicos del material del tubo y rigidez anular 10
1.2.3.8. relación de rigidez 11
1.2.3.9. Coeficientes 11
1.2.3.10. Factores de concentracion λR y λB 11
1.2.3.11. Distribución de presiones en la circunferencia del tubo 11

1.2.4. Sección fuerzas con nivel freático mínimo, clave 12

1.2.5. Sección fuerzas con nivel freático mínimo, generatriz sobre el diámetro horizontal del tubo 13

1.2.6. Sección fuerzas con nivel freático mínimo, base 13

1.2.7. Sección fuerzas con nivel freático máximo, clave 14

1.2.8. Sección fuerzas con nivel freático máximo, generatriz sobre el diámetro horizontal del tubo 14

1.2.9. Sección fuerzas con nivel freático máximo, base 15

1.2.10. Caso de carga a corto plazo 15

1.2.10.1. prueba de tensión (con nivel freático mínimo) 15
1.2.10.2. prueba de tensión (con nivel freático máximo) 16
1.2.10.3. Prueba de deformación (con nivel freático mínimo) 17
1.2.10.4. Prueba de deformación (con nivel freático máximo) 18
1.2.10.5. Prueba de estabilidad (lineal): (con nivel freático máximo) 18

1.2.11. Caso de carga a largo plazo 19

1.2.11.1. prueba de tensión (con nivel freático mínimo) 19

1.2.11.2. prueba de tensión (con nivel freático máximo) 20
1.2.11.3. Prueba de deformación (con nivel freático mínimo) 21
1.2.11.4. Prueba de deformación (con nivel freático máximo) 21
1.2.11.5. Prueba de estabilidad (lineal): (con nivel freático máximo) 22

1. Cálculo estático de acuerdo a la A 127: PEAD_180

Descripción del tramo:	PEAD_180
Tipo de cálculo:	Según tabla
Añadir dibujo para imprimir:	Si

1.1. Entrada de datos:

1.1.1. Opciones de seguridad

Clase de seguridad:	A (caso normal)
Deflexión admisible:	6% (habitual)
Tratamiento de la presión interna:	De acuerdo con la nota 39 de la ATV 127
Menores factores de seguridad para compresión por flexión:	no (ATV A 127)
La aplicación de la ATV A 127 no ha sido verificada para ver si la rigidez circunferencial mínima ha sido alcanzada:	No

1.1.2. Suelo

Tipo de relleno:	G3		
Cálculo E1:	Densidad Proctor		
Densidad Proctor E1:	$D_{Pr,E1}$	95,0	%
Tipo de relleno en la zona del tubo:	G1		
Cálculo E20:	Densidad Proctor		
Densidad Proctor E20:	$D_{Pr,E20}$	90,0	%
Tipo de suelo natural:	G3		
Cálculo E3:	Densidad Proctor		
Densidad Proctor E3:	$D_{Pr,E3}$	100,0	%
E4 = 10 · E1:	No		
Suelo bajo la zanja:	G3		
Cálculo E4:	Densidad Proctor		
Densidad Proctor E4:	$D_{Pr,E4}$	100,0	%

1.1.3. Carga

Altura de recubrimiento:	h	1,20	m
Densidad del suelo:	γ	20,0	kN/m³
Carga superficial adicional:	p_0	0,0	kN/m²
Nivel freático máximo sobre el lecho del tubo:	$h_{W,max}$	0,50	m
Nivel freático mínimo sobre el lecho del tubo:	$h_{W,min}$	0,00	m
Presión interna, corto plazo:	$P_{I,K}$	7,5	bar
Presión interna, largo plazo:	$P_{I,L}$	6,5	bar
Sección llena:	Si		
Densidad del fluido:	γ_F	10,0	kN/m³
Carga de tráfico:	HGV 12		

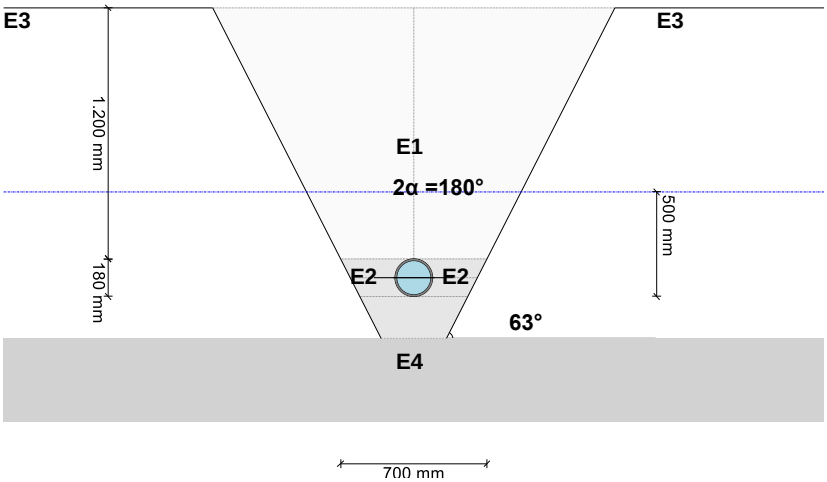
1.1.4. Instalación

Instalación:	Zanja		
Ancho de zanja:	b	0,70	m
Ángulo del talud:	β	63	°
Condiciones de relleno:	A1		
Condiciones de la instalación:	B1		
Tipo de apoyo:	suelto		
Ángulo de apoyo:	180º		
Proyección relativa:	a	1,00	[-]

1.1.5. Tubo de la base de datos

Material:	PE 100
Presión nominal:	PN = 10,0 bar (SDR = 17,0)
Diámetro nominal:	DN 180 (10,7 mm)

Carga de tráfico: HGV 12



1.2. Resultados:

1.2.1. resultados intermedios del tubo

Diámetro interior:	d_i	158,6	mm
Diámetro exterior:	d_a	180,0	mm
Radio del eje centroide de la pared del tubo:	r_m	84,7	mm
Wall thickness:	s	10,7	mm
Ratio radius to wall thickness:	r_m/s	7,911	[-]
Factor de corrección de la curvatura interior:	α_{ki}	1,042	[-]
Factor de corrección de la curvatura exterior:	α_{ka}	0,958	[-]
Predeformación local:	δ_{vl}	0,00	%
Predeformación (ovalización antes de aplicación de la carga):	δ_{vg}	1,00	%
Perfil de superfície axialmente afectado:	A_{ax}	10,7	mm²/mm
Superficie del perfil radial:	A_{rad}	10,7	mm²/mm
Distancia de inercia:	e	5,4	mm
Momento de inercia:	I	102,1	mm^4/mm
Momento resistente exterior:	W_a	19,1	mm³/mm
Momento resistente interior:	W_i	19,1	mm³/mm

1.2.1.1. propiedades del material

		corto plazo	largo plazo	
Gravedad específica	γ_R	9,4	9,4	kN/m³
Coeficiente de poisson	v	0,38	0,38	[-]
Valor característico del módulo de elasticidad en sentido circunferencial	E_R	1.200,0	200,0	N/mm²

1.2.1.2. Factores de seguridad

Coeficiente global de seguridad requerido, fallo por inestabilidad, tensión a tracción	erf γ_{RBZ}	2,50	2,50	[-]

Coeficiente global de seguridad requerido, fallo por inestabilidad, tensión a compresión	erf γ_{RBD}	2,50	2,50	[-]
Coeficiente global de seguridad requerido, fallo por inestabilidad	erf γ_{stab}	2,00	2,00	[-]

1.2.2. Resultados intermedios para caso de carga con nivel freático mínimo

1.2.2.1. geometría del tubo

Radio del eje centroide de la pared del tubo:	r_m	84,7	mm
Factor de corrección de la curvatura interior:	α_{ki}	1,042	[-]
Factor de corrección de la curvatura exterior:	α_{ka}	0,958	[-]

1.2.2.2. Teoría del silo

Coeficiente de carga del suelo κ para carga en zanja (Teoría del Silo):	κ	0,848	[-]

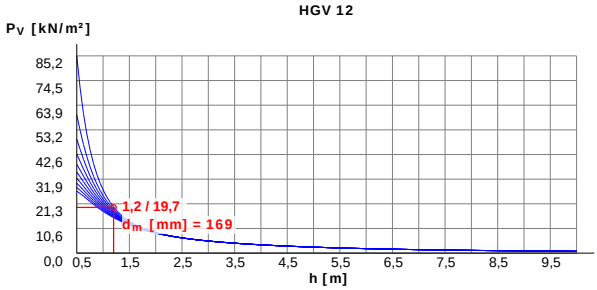
$$\kappa = \frac{1 - e^{-2 \cdot K_1 \cdot \tan\bar{\delta} \cdot \frac{h}{b}}}{2 \cdot K_1 \cdot \tan\bar{\delta} \cdot \frac{h}{b}} \qquad (5.04)$$

Coeficiente de carga del suelo κ0 para cargas superficiales (Teoría del Silo):	κ_0	0,719	[-]

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

1.2.2.3. Carga

Nivel freático máximo sobre la cama del tubo:	$h_{W,Scheitel}$	0,00	m
Carga vertical debida al peso del relleno:	P_{Erd}	20,34	kN/m²
Carga vertical debida al peso del relleno y a la carga superficial:	P_E	20,34	kN/m²
Tensión debida a carga de tráfico:	P_V	19,73	kN/m²
Included impact factor:	ϕ	1,50	[-]



1.2.2.4. Módulo de deformación del suelo EB

Módulo elástico del relleno bajo carga:	$E_{1,\sigma}$	5,21	N/mm²
Módulo elástico de los riñones bajo carga:	$E_{20,\sigma}$	6,10	N/mm²
Factor de reducción por fluencia:	f_1	1,000	[-]
Factor de reducción E20 (nivel freático):	f_2	1,000	[-]
Factor de reducción E20 (zanja estrecha):	α_B	0,988	[-]
Módulo elástico del apoyo (reducido):	$E_{2,\sigma}$	6,03	N/mm²
Módulo elástico del suelo natural:	$E_{3,\sigma}$	13,33	N/mm²
Módulo elástico del suelo bajo el tubo:	$E_{4,\sigma}$	13,33	N/mm²

1.2.2.5. Valores de rigidez del suelo

Factor de corrección por rigidez del apoyo horizontal:	ζ	1,082	[-]

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

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

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

Rigidez del apoyo horizontal:	S_{Bh}	3,912	N/mm²

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

Rigidez de apoyo vertical:	S_{Bv}	6,028	N/mm²

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

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

Ángulo de apoyo, proyección relativa efectiva y ángulo de fricción:	2α	180	°
Proyección incrementada debido a la pérdida de soporte del suelo:	a_S	1,00	[-]
Proyección relativa efectiva:	a'	0,864	[-]

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

Ángulo de fricción interna:	φ'	25,000	°
Ángulo de fricción de la pared:	δ	16,667	°

1.2.2.7. Valores característicos del material del tubo y rigidez anular

		corto plazo Todas las cargas	largo plazo Cargas del suelo cargas de tráfico	largo plazo otro Cargas	
Valor característico del módulo de elasticidad en sentido circunferencial	E_R	1.200,0	692,4	200,0	N/mm²
Valor característico de tracción por deflexión	σ_{RBZ}	23,0	20,2	17,5	N/mm²
Valor característico de la deflexión radial por esfuerzo de compresión	σ_{RBD}	23,0	20,2	17,5	N/mm²
Rigidez del tubo	S_R	201,962	116,533	33,660	kN/m²

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

1.2.2.8. relación de rigidez

Rigidez del sistema	V_{RB}	0,0516	0,0298	0,0086	[-]

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

Relación de rigidez	V_S	0,8422	0,6546	---	[-]

$$V_S = \frac{S_R}{|c_v^*| \cdot S_{Bv}}$$ (6.08a)

1.2.2.9. Coeficientes

Relación por presión de enterramiento (apoyo)	K_2	0,400	0,400	---	[-]
Coeficiente por presión de reacción del apoyo	K^*	0,706	0,865	---	[-]

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

Coeficiente por presión de reacción del apoyo	c_v^*	-0,040	-0,030	---	[-]

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

1.2.2.10. Factores de concentracion λR y λB

Factor de concentración máximo	max λ	1,392	1,392	---	[-]

$$\max\lambda = 1 + \frac{\frac{h}{d_a}}{\frac{3,5}{a'} + \frac{2,2}{\frac{E_4}{E_1} \cdot (a' - 0,25)} + \left[\frac{0,62}{a'} + \frac{1,6}{\frac{E_4}{E_1} \cdot (a' - 0,25)}\right] \cdot \frac{h}{d_a}} \quad (6.04)$$

Coeficiente por factor de concentración máximo	K'	0,937	0,909	---	[-]

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

Factor de concentración sobre el tubo, valor inicial	λ_R	0,990	0,926	---	[-]

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

Factor de concentración sobre el tubo, bajo el efecto de la zanja	λ_{RG}	0,990	0,929	---	[-]

$$\lambda_{RG} = \frac{\lambda_R - 1}{3} \cdot \frac{b}{d_a} + \frac{4 - \lambda_R}{3} \quad (6.21a)$$

Factor de concentración sobre el tubo, límite superior	λ_{fo}	3,820	3,820	---	[-]
Factor de concentración sobre el tubo, limite inferior	λ_{fu}	0,307	0,307	---	[-]
Factor de concentación sobre el tubo, valor final	λ_{RG}	0,990	0,929	---	[-]
Factor de concentración del suelo	λ_B	1,003	1,025	---	[-]

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

1.2.2.11. Distribución de presiones en la circunferencia del tubo

Relación:	I/(A·rm²)	0,00133	[-]
Relación 'I/(A·rm²)·κq':	I/(A·rm²)·κ_Q	0,00133	[-]

		q_v	q_h	q_h^*	
Coeficiente de deflexión para momentos de deflexión	c_v	-0,0833	0,0833	0,0640	[-]
Coeficiente de deflexión por fuerzas normales	c^N_v	-0,6480	-0,6810	-0,2470	[-]
Coeficiente de deflexión por fuerzas laterales	c^Q_v	-0,3350	0,3350	0,2430	[-]

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

Coeficiente resultante de deformación	c'_v	-0,0854	0,0836	0,0646	[-]
Coeficiente resultante de deformación	c'_h	0,0841	-0,0854	-0,0674	[-]

	corto plazo	largo plazo	largo plazo

		Todas las cargas	Cargas del suelo cargas de tráfico	otro Cargas	
Carga vertical total	q_v	39,88	38,62	---	kN/m²

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

Presion lateral	q_h	8,88	9,06	---	kN/m²

$$q_h = K_2 \cdot \left(\lambda_B \cdot p_E + \gamma_B \cdot \frac{d_a}{2} \right) \qquad (7.01)$$

Presión de reacción del apoyo (carga del suelo)	q^*_h	21,79	25,45	---	kN/m²

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

Presión de reacción del apoyo (sección llena)	q^*_{hw}	0,41	0,64	---	kN/m²

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

1.2.3. Resultados intermedios para caso de carga con nivel freático máximo

1.2.3.1. geometría del tubo

Radio del eje centroide de la pared del tubo:	r_m	84,7	mm
Factor de corrección de la curvatura interior:	α_{ki}	1,042	[-]
Factor de corrección de la curvatura exterior:	α_{ka}	0,958	[-]

1.2.3.2. Teoría del silo

Coeficiente de carga del suelo κ para carga en zanja (Teoría del Silo):	κ	0,848	[-]

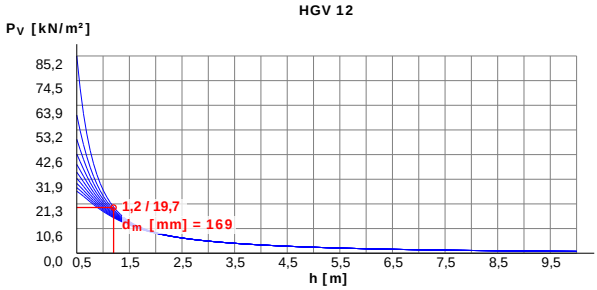
$$\kappa = \frac{1 - e^{-2 \cdot K_1 \cdot \tan\delta \cdot \frac{h}{b}}}{2 \cdot K_1 \cdot \tan\delta \cdot \frac{h}{b}} \qquad (5.04)$$

Coeficiente de carga del suelo κ0 para cargas superficiales (Teoría del Silo):	κ_0	0,719	[-]

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

1.2.3.3. Carga

Nivel freático máximo sobre la cama del tubo:	$h_{W,Scheitel}$	0,32	m
Densidad del relleno bajo agua:	γ'	10,00	kN/m³
Carga vertical debida al peso del relleno:	P_{Erd}	17,63	kN/m²
Carga vertical debida al peso del relleno y a la carga superficial:	P_E	17,63	kN/m²
Tensión debida a carga de tráfico:	P_V	19,73	kN/m²
Included impact factor:	ϕ	1,50	[-]



1.2.3.4. Módulo de deformación del suelo EB

Módulo elástico del relleno bajo carga:	$E_{1,\sigma}$	5,21	N/mm²
Módulo elástico de los riñones bajo carga:	$E_{20,\sigma}$	6,10	N/mm²
Factor de reducción por fluencia:	f_1	1,000	[-]
Factor de reducción E20 (nivel freático):	f_2	1,000	[-]
Factor de reducción E20 (zanja estrecha):	α_B	0,988	[-]
Módulo elástico del apoyo (reducido):	$E_{2,\sigma}$	6,03	N/mm²
Módulo elástico del suelo natural:	$E_{3,\sigma}$	13,33	N/mm²
Módulo elástico del suelo bajo el tubo:	$E_{4,\sigma}$	13,33	N/mm²

1.2.3.5. Valores de rigidez del suelo

Factor de corrección por rigidez del apoyo horizontal:	ζ	1,082	[-]

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

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

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

Rigidez del apoyo horizontal:	S_{Bh}	3,912	N/mm²

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

Rigidez de apoyo vertical:	S_{Bv}	6,028	N/mm²

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

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

Ángulo de apoyo, proyección relativa efectiva y ángulo de fricción:	2α	180	°
Proyección incrementada debido a la pérdida de soporte del suelo:	a_S	1,00	[-]
Proyección relativa efectiva:	a'	0,864	[-]

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

Ángulo de fricción interna:	φ'	25,000	°
Ángulo de fricción de la pared:	δ	16,667	°

1.2.3.7. Valores característicos del material del tubo y rigidez anular

		corto plazo Todas las cargas	largo plazo Cargas del suelo cargas de tráfico	largo plazo otro Cargas	
Valor característico del módulo de elasticidad en sentido circunferencial	E_R	1.200,0	728,1	200,0	N/mm²
Valor característico de tracción por deflexión	σ_{RBZ}	23,0	20,4	17,5	N/mm²
Valor característico de la deflexión radial por esfuerzo de compresión	σ_{RBD}	23,0	20,4	17,5	N/mm²
Rigidez del tubo	S_R	201,962	122,548	33,660	kN/m²

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

1.2.3.8. relación de rigidez

Rigidez del sistema	V_{RB}	0,0516	0,0313	0,0086	[-]	

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

Relación de rigidez	V_S	0,8422	0,6687	---	[-]	

$$V_S=\frac{S_R}{|c_v^*|\cdot S_{Bv}} \qquad (6.08a)$$

1.2.3.9. Coeficientes

Relación por presión de enterramiento (apoyo)	K_2	0,400	0,400	---	[-]	
Coeficiente por presión de reacción del apoyo	K^*	0,706	0,852	---	[-]	

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

Coeficiente por presión de reacción del apoyo	c_v^*	-0,040	-0,030	---	[-]	

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

1.2.3.10. Factores de concentracion λR y λB

Factor de concentración máximo	max λ	1,392	1,392	---	[-]	

$$\max\lambda=1+\frac{\frac{h}{d_a}}{\frac{3,5}{a'}+\frac{2,2}{\frac{E_4}{E_1}\cdot(a'-0,25)}+\left[\frac{0,62}{a'}+\frac{1,6}{\frac{E_4}{E_1}\cdot(a'-0,25)}\right]\cdot\frac{h}{d_a}} \qquad (6.04)$$

Coeficiente por factor de concentración máximo	K'	0,937	0,913	---	[-]	

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

Factor de concentración sobre el tubo, valor inicial	λ_R	0,990	0,932	---	[-]	

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

Factor de concentración sobre el tubo, bajo el efecto de la zanja	λ_{RG}	0,990	0,934	---	[-]	

$$\lambda_{RG}=\frac{\lambda_R-1}{3}\cdot\frac{b}{d_a}+\frac{4-\lambda_R}{3} \qquad (6.21a)$$

Factor de concentración sobre el tubo, límite superior	λ_{fo}	3,820	3,820	---	[-]	
Factor de concentración sobre el tubo, limite inferior	λ_{fu}	0,307	0,307	---	[-]	
Factor de concentación sobre el tubo, valor final	λ_{RG}	0,990	0,934	---	[-]	
Factor de concentración del suelo	λ_B	1,003	1,023	---	[-]	

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

1.2.3.11. Distribución de presiones en la circunferencia del tubo

Relación:	l/(A·rm²)	0,00133	[-]

Relación 'I/(A·rm²)·κq':			I/(A·rm²)·κ_Q	0,00133	[-]

		q_v	q_h	q_h^*	
Coeficiente de deflexión para momentos de deflexión	c_v	-0,0833	0,0833	0,0640	[-]
Coeficiente de deflexión por fuerzas normales	c^N_v	-0,6480	-0,6810	-0,2470	[-]
Coeficiente de deflexión por fuerzas laterales	c^Q_v	-0,3350	0,3350	0,2430	[-]

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

Coeficiente resultante de deformación	c'_v	-0,0854	0,0836	0,0646	[-]
Coeficiente resultante de deformación	c'_h	0,0841	-0,0854	-0,0674	[-]

		corto plazo Todas las cargas	largo plazo Cargas del suelo cargas de tráfico	largo plazo otro Cargas	
Carga vertical total	q_v	37,19	36,20	---	kN/m²

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

Presion lateral	q_h	7,44	7,57	---	kN/m²

$$q_h = K_2 \cdot \left(\lambda_B \cdot p_E + \gamma_B \cdot \frac{d_a}{2} \right) \quad (7.01)$$

Presión de reacción del apoyo (carga del suelo)	q^*_h	20,94	24,28	---	kN/m²

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

Presión de reacción del apoyo (sección llena)	q^*_{hw}	0,41	0,64	---	kN/m²

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

1.2.4. Sección fuerzas con nivel freático mínimo, clave

		corto plazo	largo plazo	
Momento debido a cargas verticales totales	M_{qv}	0,071	0,069	kNm/m
Momento debido a la presión lateral	M_{qh}	-0,016	-0,016	kNm/m
Momento debido a la reacción de la presión del apoyo horizontal	M^*_{qh}	-0,028	-0,033	kNm/m
Momento debido a la reacción de la presión del apoyo (sección llena)	M^*_{qw}	-0,001	-0,001	kNm/m
Momento debido a las cargas muertas	M_g	0,000	0,000	kNm/m
Momento debido a la sección llena	M_w	0,001	0,001	kNm/m
Momento debido a la presión del agua	M_{pw}	0,007	0,006	kNm/m
Momento debido al nivel freático a la altura de la clave	M_{pa1}	0,000	0,000	kNm/m

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

Momentos totales	ΣM	0,035	0,027	kNm/m

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

Momentos totales sin presión interna/externa	ΣM_{sonst}	0,028	0,020	kNm/m

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

Momentos totales debidos a la sección llena y a la presión	$\Sigma M'$	0,028	0,020	kNm/m
Fuerza normal debida a las cargas verticales totales	N_{qv}	0,000	0,000	kN/m
Fuerza normal debida a la presión lateral	N_{qh}	-0,752	-0,767	kN/m
Fuerza normal debida a la reacción de la presión del lecho	N^*_{qh}	-1,064	-1,243	kN/m

Fuerza normal debida a la reacción de la presión del lecho (relleno del agua)	N^*_{qw}	-0,020	-0,031	kN/m
Fuerza normal debida al peso muerto	N_g	0,001	0,001	kN/m
Fuerza normal debida al relleno de agua	N_w	0,042	0,042	kN/m
Fuerza normal debida al nivel freático hasta la clave	N_{pa1}	0,000	0,000	kN/m
Fuerzas totales normales	ΣN	57,682	49,547	kN/m
Total sin presión interna/externa	ΣN_{sonst}	-1,793	-1,998	kN/m
Total sin sección llena y sin presión	$\Sigma N'$	-1,815	-2,009	kN/m

1.2.5. Sección fuerzas con nivel freático mínimo, generatriz sobre el diámetro horizontal del tubo

		corto plazo	largo plazo	
Momento debido a cargas verticales totales	M_{qv}	-0,071	-0,069	kNm/m
Momento debido a la presión lateral	M_{qh}	0,016	0,016	kNm/m
Momento debido a la reacción de la presión del apoyo horizontal	M^*_{qh}	0,032	0,038	kNm/m
Momento debido a la reacción de la presión del apoyo (sección llena)	M^*_{qw}	0,001	0,001	kNm/m
Momento debido a las cargas muertas	M_g	0,000	0,000	kNm/m
Momento debido a la sección llena	M_w	-0,001	-0,001	kNm/m
Momento debido a la presión del agua	M_{pw}	0,007	0,006	kNm/m
Momento debido al nivel freático a la altura de la clave	M_{pa1}	0,000	0,000	kNm/m

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

Momentos totales	ΣM	-0,017	-0,009	kNm/m

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

Momentos totales sin presión interna/externa	ΣM_{sonst}	-0,024	-0,016	kNm/m

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

Momentos totales debidos a la sección llena y a la presión	$\Sigma M'$	-0,023	-0,015	kNm/m
Fuerza normal debida a las cargas verticales totales	N_{qv}	-3,375	-3,269	kN/m
Fuerza normal debida a la presión lateral	N_{qh}	0,000	0,000	kN/m
Fuerza normal debida a la reacción de la presión del lecho	N^*_{qh}	0,000	0,000	kN/m
Fuerza normal debida a la reacción de la presión del lecho (relleno del agua)	N^*_{qw}	0,000	0,000	kN/m
Fuerza normal debida al peso muerto	N_g	-0,013	-0,013	kN/m
Fuerza normal debida al relleno de agua	N_w	0,015	0,015	kN/m
Fuerza normal debida al nivel freático hasta la clave	N_{pa1}	0,000	0,000	kN/m
Fuerzas totales normales	ΣN	56,102	48,278	kN/m
Total sin presión interna/externa	ΣN_{sonst}	-3,373	-3,267	kN/m
Total sin sección llena y sin presión	$\Sigma N'$	-3,389	-3,283	kN/m

1.2.6. Sección fuerzas con nivel freático mínimo, base

		corto plazo	largo plazo	
Momento debido a cargas verticales totales	M_{qv}	0,071	0,069	kNm/m
Momento debido a la presión lateral	M_{qh}	-0,016	-0,016	kNm/m
Momento debido a la reacción de la presión del apoyo horizontal	M^*_{qh}	-0,028	-0,033	kNm/m
Momento debido a la reacción de la presión del apoyo (sección llena)	M^*_{qw}	-0,001	-0,001	kNm/m
Momento debido a las cargas muertas	M_g	0,000	0,000	kNm/m
Momento debido a la sección llena	M_w	0,001	0,001	kNm/m
Momento debido a la presión del agua	M_{pw}	0,007	0,006	kNm/m
Momento debido al nivel freático a la altura de la clave	M_{pa1}	0,000	0,000	kNm/m

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

Momentos totales	ΣM	0,036	0,027	kNm/m

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

Momentos totales sin presión interna/externa	ΣM_{sonst}	0,028	0,021	kNm/m
$\Sigma M' = M_{qv} + M_{qh} + M^*_{qh} + M_g$				
Momentos totales debidos a la sección llena y a la presión	$\Sigma M'$	0,028	0,020	kNm/m
Fuerza normal debida a las cargas verticales totales	N_{qv}	0,000	0,000	kN/m
Fuerza normal debida a la presión lateral	N_{qh}	-0,752	-0,767	kN/m
Fuerza normal debida a la reacción de la presión del lecho	N^*_{qh}	-1,064	-1,243	kN/m
Fuerza normal debida a la reacción de la presión del lecho (relleno del agua)	N^*_{qw}	-0,020	-0,031	kN/m
Fuerza normal debida al peso muerto	N_g	-0,001	-0,001	kN/m
Fuerza normal debida al relleno de agua	N_w	0,102	0,102	kN/m
Fuerza normal debida al nivel freático hasta la clave	N_{pa1}	0,000	0,000	kN/m
Fuerzas totales normales	ΣN	57,739	49,604	kN/m
Total sin presión interna/externa	ΣN_{sonst}	-1,736	-1,941	kN/m
Total sin sección llena y sin presión	$\Sigma N'$	-1,818	-2,011	kN/m

1.2.7. Sección fuerzas con nivel freático máximo, clave

		corto plazo	largo plazo	
Momento debido a cargas verticales totales	M_{qv}	0,067	0,065	kNm/m
Momento debido a la presión lateral	M_{qh}	-0,013	-0,014	kNm/m
Momento debido a la reacción de la presión del apoyo horizontal	M^*_{qh}	-0,027	-0,031	kNm/m
Momento debido a la reacción de la presión del apoyo (sección llena)	M^*_{qw}	-0,001	-0,001	kNm/m
Momento debido a las cargas muertas	M_g	0,000	0,000	kNm/m
Momento debido a la sección llena	M_w	0,001	0,001	kNm/m
Momento debido a la presión del agua	M_{pw}	0,007	0,006	kNm/m
Momento debido al nivel freático a la altura de la clave	M_{pa1}	-0,001	-0,001	kNm/m
$\Sigma M = M_{qv} + M_{qh} + M^*_{qh} + M^*_{qw} + M_g + M_w + M_{pw}$				
Momentos totales	ΣM	0,034	0,026	kNm/m
$\Sigma M_{sonst} = M_{qv} + M_{qh} + M^*_{qh} + M^*_{qw} + M_g + M_w + M_{pa1}$				
Momentos totales sin presión interna/externa	ΣM_{sonst}	0,026	0,019	kNm/m
$\Sigma M' = M_{qv} + M_{qh} + M^*_{qh} + M_g$				
Momentos totales debidos a la sección llena y a la presión	$\Sigma M'$	0,026	0,020	kNm/m
Fuerza normal debida a las cargas verticales totales	N_{qv}	0,000	0,000	kN/m
Fuerza normal debida a la presión lateral	N_{qh}	-0,629	-0,641	kN/m
Fuerza normal debida a la reacción de la presión del lecho	N^*_{qh}	-1,023	-1,186	kN/m
Fuerza normal debida a la reacción de la presión del lecho (relleno del agua)	N^*_{qw}	-0,020	-0,031	kN/m
Fuerza normal debida al peso muerto	N_g	0,001	0,001	kN/m
Fuerza normal debida al relleno de agua	N_w	0,042	0,042	kN/m
Fuerza normal debida al nivel freático hasta la clave	N_{pa1}	-0,042	-0,042	kN/m
Fuerzas totales normales	ΣN	57,396	49,280	kN/m
Total sin presión interna/externa	ΣN_{sonst}	-1,671	-1,857	kN/m
Total sin sección llena y sin presión	$\Sigma N'$	-1,651	-1,825	kN/m

1.2.8. Sección fuerzas con nivel freático máximo, generatriz sobre el diámetro horizontal del tubo

		corto plazo	largo plazo	
Momento debido a cargas verticales totales	M_{qv}	-0,067	-0,065	kNm/m
Momento debido a la presión lateral	M_{qh}	0,013	0,014	kNm/m
Momento debido a la reacción de la presión del apoyo horizontal	M^*_{qh}	0,031	0,036	kNm/m
Momento debido a la reacción de la presión del apoyo (sección llena)	M^*_{qw}	0,001	0,001	kNm/m
Momento debido a las cargas muertas	M_g	0,000	0,000	kNm/m
Momento debido a la sección llena	M_w	-0,001	-0,001	kNm/m
Momento debido a la presión del agua	M_{pw}	0,007	0,006	kNm/m
Momento debido al nivel freático a la altura de la clave	M_{pa1}	0,001	0,001	kNm/m

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

Momentos totales	ΣM	-0,016	-0,009	kNm/m

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

Momentos totales sin presión interna/externa	ΣM_{sonst}	-0,022	-0,014	kNm/m

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

Momentos totales debidos a la sección llena y a la presión	$\Sigma M'$	-0,022	-0,015	kNm/m
Fuerza normal debida a las cargas verticales totales	N_{qv}	-3,148	-3,064	kN/m
Fuerza normal debida a la presión lateral	N_{qh}	0,000	0,000	kN/m
Fuerza normal debida a la reacción de la presión del lecho	N^*_{qh}	0,000	0,000	kN/m
Fuerza normal debida a la reacción de la presión del lecho (relleno del agua)	N^*_{qw}	0,000	0,000	kN/m
Fuerza normal debida al peso muerto	N_g	-0,013	-0,013	kN/m
Fuerza normal debida al relleno de agua	N_w	0,015	0,015	kN/m
Fuerza normal debida al nivel freático hasta la clave	N_{pa1}	-0,015	-0,015	kN/m
Fuerzas totales normales	ΣN	55,879	48,033	kN/m
Total sin presión interna/externa	ΣN_{sonst}	-3,161	-3,078	kN/m
Total sin sección llena y sin presión	$\Sigma N'$	-3,161	-3,078	kN/m

1.2.9. Sección fuerzas con nivel freático máximo, base

		corto plazo	largo plazo	
Momento debido a cargas verticales totales	M_{qv}	0,067	0,065	kNm/m
Momento debido a la presión lateral	M_{qh}	-0,013	-0,014	kNm/m
Momento debido a la reacción de la presión del apoyo horizontal	M^*_{qh}	-0,027	-0,031	kNm/m
Momento debido a la reacción de la presión del apoyo (sección llena)	M^*_{qw}	-0,001	-0,001	kNm/m
Momento debido a las cargas muertas	M_g	0,000	0,000	kNm/m
Momento debido a la sección llena	M_w	0,001	0,001	kNm/m
Momento debido a la presión del agua	M_{pw}	0,007	0,006	kNm/m
Momento debido al nivel freático a la altura de la clave	M_{pa1}	-0,001	-0,001	kNm/m

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

Momentos totales	ΣM	0,034	0,027	kNm/m

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

Momentos totales sin presión interna/externa	ΣM_{sonst}	0,026	0,019	kNm/m

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

Momentos totales debidos a la sección llena y a la presión	$\Sigma M'$	0,026	0,020	kNm/m
Fuerza normal debida a las cargas verticales totales	N_{qv}	0,000	0,000	kN/m
Fuerza normal debida a la presión lateral	N_{qh}	-0,629	-0,641	kN/m
Fuerza normal debida a la reacción de la presión del lecho	N^*_{qh}	-1,023	-1,186	kN/m
Fuerza normal debida a la reacción de la presión del lecho (relleno del agua)	N^*_{qw}	-0,020	-0,031	kN/m
Fuerza normal debida al peso muerto	N_g	-0,001	-0,001	kN/m
Fuerza normal debida al relleno de agua	N_w	0,102	0,102	kN/m
Fuerza normal debida al nivel freático hasta la clave	N_{pa1}	-0,102	-0,102	kN/m
Fuerzas totales normales	ΣN	57,453	49,337	kN/m
Total sin presión interna/externa	ΣN_{sonst}	-1,673	-1,860	kN/m
Total sin sección llena y sin presión	$\Sigma N'$	-1,653	-1,828	kN/m

1.2.10. Caso de carga a corto plazo

1.2.10.1. prueba de tensión (con nivel freático mínimo)

Coeficiente de superposición de tensiones:	Z	1,20	[-]

Relación de deflexión:	η	0,71	[-]
Presión interior resultante (pI - pW):	$p_{I,res}$	7,50	bar

$$\sigma_{R,res} = \frac{\sigma_{qv,qh,qh^*} \cdot \bar{\sigma}_R + \sigma_{sonst} \cdot \sigma_{R,L}}{\sigma_{qv,qh,qh^*} + \sigma_{sonst}} \qquad (9.01c)$$

Interior:		clave	generatriz sobre el diámetro horizontal del tubo	base	
Tensiones debidas a carga externa	σ_a	1,362	-1,620	1,387	N/mm²
Coeficiente de seguridad para carga externa, tensión por flexión:	$\gamma_{BZ,a}$	16,883	---	16,579	[-]
Coeficiente de seguridad por carga externa, compresión por flexión:	$\gamma_{BD,a}$	---	14,194	---	[-]
Tensiones debidas a presión interna	σ_i	5,558	5,558	5,558	N/mm²
Coeficiente de seguridad por presión interna	γ_i	4,138	4,138	4,138	[-]
Factor de reducción de acuerdo a Netzer/Pattis	n	0,863	0,832	0,862	[-]
Tensión por cálculo de superposición	$\sigma_r$es	5,975	3,276	5,986	N/mm²
Coeficiente de seguridad para cálculo de superposición, tensión por flexión:	$\gamma_{BZ,res}$	3,849	7,022	3,842	[-]
Coeficiente de seguridad para cálculos de superposición, compresión por flexión:	$\gamma_{BD,res}$	---	---	---	[-]
Tensión de tracción por flexión a ser considerada	$\sigma_{RBZ,res}$	23,00	23,00	23,00	N/mm²
Tensión de compresión por flexión a ser considerada	$\sigma_{RBD,res}$	23,00	23,00	23,00	N/mm²

Exterior:		clave	generatriz sobre el diámetro horizontal del tubo	base	
Tensiones debidas a carga externa	σ_a	-1,574	0,884	-1,587	N/mm²
Coeficiente de seguridad para carga externa, tensión por flexión:	$\gamma_{BZ,a}$	---	26,008	---	[-]
Coeficiente de seguridad por carga externa, compresión por flexión:	$\gamma_{BD,a}$	14,614	---	14,497	[-]
Tensiones debidas a presión interna	σ_i	5,558	5,558	5,558	N/mm²
Coeficiente de seguridad por presión interna	γ_i	4,138	4,138	4,138	[-]
Factor de reducción de acuerdo a Netzer/Pattis	n	0,837	0,909	0,836	[-]
Tensión por cálculo de superposición	$\sigma_r$es	3,336	5,855	3,319	N/mm²
Coeficiente de seguridad para cálculo de superposición, tensión por flexión:	$\gamma_{BZ,res}$	6,895	3,928	6,930	[-]
Coeficiente de seguridad para cálculos de superposición, compresión por flexión:	$\gamma_{BD,res}$	---	---	---	[-]
Tensión de tracción por flexión a ser considerada	$\sigma_{RBZ,res}$	23,00	23,00	23,00	N/mm²
Tensión de compresión por flexión a ser considerada	$\sigma_{RBD,res}$	23,00	23,00	23,00	N/mm²

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

1.2.10.2. prueba de tensión (con nivel freático máximo)

Coeficiente de superposición de tensiones:	Z	1,20	[-]
Relación de deflexión:	η	0,71	[-]
Presión interior resultante (pI - pW):	$p_{I,res}$	7,47	bar

$$\sigma_{R,res} = \frac{\sigma_{qv,qh,qh^*} \cdot \bar{\sigma}_R + \sigma_{sonst} \cdot \sigma_{R,L}}{\sigma_{qv,qh,qh^*} + \sigma_{sonst}} \qquad (9.01c)$$

Interior:		clave	generatriz sobre el diámetro horizontal del tubo	base	
Tensiones debidas a carga externa	σ_a	1,257	-1,484	1,260	N/mm²
Coeficiente de seguridad para carga externa, tensión por flexión:	$\gamma_{BZ,a}$	18,305	---	18,254	[-]
Coeficiente de seguridad por carga externa, compresión por flexión:	$\gamma_{BD,a}$	---	15,494	---	[-]
Tensiones debidas a presión interna	σ_i	5,535	5,535	5,535	N/mm²
Coeficiente de seguridad por presión interna	γ_i	4,156	4,156	4,156	[-]
Factor de reducción de acuerdo a Netzer/Pattis	n	0,870	0,847	0,870	[-]
Tensión por cálculo de superposición	$\sigma_r$es	5,911	3,432	5,913	N/mm²
Coeficiente de seguridad para cálculo de superposición, tensión por flexión:	$\gamma_{BZ,res}$	3,891	6,701	3,890	[-]
Coeficiente de seguridad para cálculos de superposición, compresión por flexión:	$\gamma_{BD,res}$	---	---	---	[-]
Tensión de tracción por flexión a ser considerada	$\sigma_{RBZ,res}$	23,00	23,00	23,00	N/mm²
Tensión de compresión por flexión a ser considerada	$\sigma_{RBD,res}$	23,00	23,00	23,00	N/mm²

Exterior:		clave	generatriz sobre el diámetro horizontal del tubo	base	
Tensiones debidas a carga externa	σ_a	-1,455	0,797	-1,458	N/mm²
Coeficiente de seguridad para carga externa, tensión por flexión:	$\gamma_{BZ,a}$	---	28,845	---	[-]
Coeficiente de seguridad por carga externa, compresión por flexión:	$\gamma_{BD,a}$	15,813	---	15,772	[-]
Tensiones debidas a presión interna	σ_i	5,535	5,535	5,535	N/mm²
Coeficiente de seguridad por presión interna	γ_i	4,156	4,156	4,156	[-]
Factor de reducción de acuerdo a Netzer/Pattis	n	0,851	0,917	0,851	[-]
Tensión por cálculo de superposición	$\sigma_r$es	3,474	5,808	3,469	N/mm²
Coeficiente de seguridad para cálculo de superposición, tensión por flexión:	$\gamma_{BZ,res}$	6,621	3,960	6,631	[-]
Coeficiente de seguridad para cálculos de superposición, compresión por flexión:	$\gamma_{BD,res}$	---	---	---	[-]
Tensión de tracción por flexión a ser considerada	$\sigma_{RBZ,res}$	23,00	23,00	23,00	N/mm²
Tensión de compresión por flexión a ser considerada	$\sigma_{RBD,res}$	23,00	23,00	23,00	N/mm²

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

1.2.10.3. Prueba de deformación (con nivel freático mínimo)

Modo de cálculo:		lineal	
Relación:		I/(A·rm²)	0,00133 [-]
Relación 'I/(A·rm²)·κq':		I/(A·rm²)·κ_Q	0,00133 [-]

		q_v	q_h	q_h^*	
Coeficiente de deflexión para momentos de deflexión	c_v	-0,0833	0,0833	0,0640	[-]
Coeficiente de deflexión por fuerzas normales	c^N_v	-0,6480	-0,6810	-0,2470	[-]
Coeficiente de deflexión por fuerzas laterales	c^Q_v	-0,3350	0,3350	0,2430	[-]

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

Coeficiente resultante de deformación	c'_v	-0,0854	0,0836	0,0646	[-]
Coeficiente resultante de deformación	c'_h	0,0841	-0,0854	-0,0674	[-]

$$\Delta d_v = \frac{2 \cdot r_m}{8S_0} \cdot (c_{v,qv} \cdot q_v + c_{v,qh} \cdot q_h + c_{v,qh^*} \cdot q_h^*) \quad (8.16a)$$

$$\Delta d_h = \frac{2 \cdot r_m}{8S_0} \cdot (c_{h,qv} \cdot q_v + c_{h,qh} \cdot q_h + c_{h,qh^*} \cdot q_h^*) \quad (8.16b)$$

Cambio del diámetro vertical:	Δd_v	1,05	mm
Cambio del diámetro horizontal:	Δd_h	0,94	mm

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

Deformación vertical relativa:	δ_v	0,62	%
Deflexión admisible:	zul δ_v	6,00	%

La deflexión determinada es menor que la deflexión permitida.

1.2.10.4. Prueba de deformación (con nivel freático máximo)

Modo de cálculo:	lineal		
Relación:	$I/(A \cdot rm^2)$	0,00133	[-]
Relación '$I/(A \cdot rm^2) \cdot \kappa q$':	$I/(A \cdot rm^2) \cdot \kappa_Q$	0,00133	[-]

		q_v	q_h	q_h^*	
Coeficiente de deflexión para momentos de deflexión	c_v	-0,0833	0,0833	0,0640	[-]
Coeficiente de deflexión por fuerzas normales	c^N_v	-0,6480	-0,6810	-0,2470	[-]
Coeficiente de deflexión por fuerzas laterales	c^Q_v	-0,3350	0,3350	0,2430	[-]

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

Coeficiente resultante de deformación	c'_v	-0,0854	0,0836	0,0646	[-]
Coeficiente resultante de deformación	c'_h	0,0841	-0,0854	-0,0674	[-]

$$\Delta d_v = \frac{2 \cdot r_m}{8S_0} \cdot (c_{v,qv} \cdot q_v + c_{v,qh} \cdot q_h + c_{v,qh^*} \cdot q_h^*) \quad (8.16a)$$

$$\Delta d_h = \frac{2 \cdot r_m}{8S_0} \cdot (c_{h,qv} \cdot q_v + c_{h,qh} \cdot q_h + c_{h,qh^*} \cdot q_h^*) \quad (8.16b)$$

Cambio del diámetro vertical:	Δd_v	1,01	mm
Cambio del diámetro horizontal:	Δd_h	0,91	mm

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

Deformación vertical relativa:	δ_v	0,60	%
Deflexión admisible:	zul δ_v	6,00	%

La deflexión determinada es menor que la deflexión permitida.

1.2.10.5. Prueba de estabilidad (lineal): (con nivel freático máximo)

Carga vertical total:	q_v	37,19	kN/m²
Factor de reducción de carga de colapso por cargas de suelo/tráfico:	κ_{v2}	0,86	[-]
Carga vertical total crítica:	krit q_v	1.528,9	kN/m²

$$\text{krit } q_v = 2 \cdot \kappa_{v2} \cdot (8S_0 \cdot S_{Bh})^{0,5} \quad (9.06a)$$

Coeficiente de seguridad (carga vertical total):	γ_{qv}	41,11	[-]

$$\gamma = \frac{krit\ q_v}{q_v} \quad (9.07)$$

Presión externa por el agua:	p_a	5,00	kN/m²

$$p_a = h_W \cdot \gamma_W \quad (9.10)$$

Vacío adicional en el tubo:	p_I-	0,00	kN/m²
Rigidez del sistema:	V_{RB}	0,0516	[-]
Valor de ingreso δv2 para determinar κa2:	δ_{v2}	1,60	%
Factor de reducción debido a la predeformación por la carga de ruptura a la presión externa del agua:	κ_{a2}	0,84	[-]
Factor de reducción debido a la predeformación local por la carga de ruptura a presión externa del agua:	κ_{a1}	1,00	[-]
Sustituir valor para rm/s:	k*	7,911	[-]
Coeficiente de pandeo:	α_D	5,947	[-]
Presión externa crítica del agua:	krit p_a	1.014,824	kN/m²

$$krit\ p_a = \kappa_a \cdot \alpha_D \cdot 8S_0 \quad (9.08)$$

$$\kappa_a = \kappa_{a2} \cdot \kappa_{a1} \quad (9.09)$$

Coeficiente de seguridad de estabilidad (presión externa del agua):	γ_{pa}	202,965	[-]

$$\gamma_{pa} = \frac{krit\ p_a}{p_a} \quad (9.11)$$

Coeficiente de seguridad de estabilidad:	γ	34,19	[-]
Coeficiente global de seguridad requerido, fallo por inestabilidad:	erf γ_{stab}	2,00	[-]

Los coeficientes de seguridad al pandeo determinados son suficientes.

1.2.11. Caso de carga a largo plazo

1.2.11.1. prueba de tensión (con nivel freático mínimo)

Coeficiente de superposición de tensiones:	Z	5,48	[-]
Relación de deflexión:	η	0,92	[-]
Presión interior resultante (pI - pW):	$p_{I,res}$	6,50	bar

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

Interior:		clave	generatriz sobre el diámetro horizontal del tubo	base	
Tensiones debidas a carga externa	σ_a	0,928	-1,154	0,953	N/mm²
Coeficiente de seguridad para carga externa, tensión por flexión:	$\gamma_{BZ,a}$	21,779	---	21,208	[-]
Coeficiente de seguridad por carga externa, compresión por flexión:	$\gamma_{BD,a}$	---	17,511	---	[-]
Tensiones debidas a presión interna	σ_i	4,817	4,817	4,817	N/mm²
Coeficiente de seguridad por presión interna	γ_i	3,633	3,633	3,633	[-]
Tensión de tracción por flexión a ser considerada	$\sigma_{RBZ,res}$	17,94	16,65	17,95	N/mm²
Tensión de compresión por flexión a ser considerada	$\sigma_{RBD,res}$	17,94	16,65	17,95	N/mm²

Exterior:		clave	generatriz sobre el diámetro horizontal del tubo	base	
Tensiones debidas a carga externa	σ_a	-1,211	0,475	-1,224	N/mm²
Coeficiente de seguridad para carga externa, tensión por flexión:	$\gamma_{BZ,a}$	---	42,569	---	[-]
Coeficiente de seguridad por carga externa, compresión por flexión:	$\gamma_{BD,a}$	16,684	---	16,510	[-]
Tensiones debidas a presión interna	σ_i	4,817	4,817	4,817	N/mm²
Coeficiente de seguridad por presión interna	γ_i	3,633	3,633	3,633	[-]
Tensión de tracción por flexión a ser considerada	$\sigma_{RBZ,res}$	16,59	17,74	16,58	N/mm²
Tensión de compresión por flexión a ser considerada	$\sigma_{RBD,res}$	16,59	17,74	16,58	N/mm²

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

1.2.11.2. prueba de tensión (con nivel freático máximo)

Coeficiente de superposición de tensiones:	Z	5,48	[-]
Relación de deflexión:	η	0,90	[-]
Presión interior resultante (pI - pW):	$p_{I,res}$	6,47	bar

$$\sigma_{R,res} = \frac{\sigma_{qv,qh,qh^*} \cdot \bar{\sigma}_R + \sigma_{sonst} \cdot \sigma_{R,L}}{\sigma_{qv,qh,qh^*} + \sigma_{sonst}} \qquad (9.01c)$$

Interior:		clave	generatriz sobre el diámetro horizontal del tubo	base	
Tensiones debidas a carga externa	σ_a	0,876	-1,075	0,879	N/mm²
Coeficiente de seguridad para carga externa, tensión por flexión:	$\gamma_{BZ,a}$	23,305	---	23,212	[-]
Coeficiente de seguridad por carga externa, compresión por flexión:	$\gamma_{BD,a}$	---	18,976	---	[-]
Tensiones debidas a presión interna	σ_i	4,794	4,794	4,794	N/mm²
Coeficiente de seguridad por presión interna	γ_i	3,651	3,651	3,651	[-]
Tensión de tracción por flexión a ser considerada	$\sigma_{RBZ,res}$	17,95	16,66	17,95	N/mm²
Tensión de compresión por flexión a ser considerada	$\sigma_{RBD,res}$	17,95	16,66	17,95	N/mm²

Exterior:		clave	generatriz sobre el diámetro horizontal del tubo	base	
Tensiones debidas a carga externa	σ_a	-1,138	0,436	-1,142	N/mm²
Coeficiente de seguridad para carga externa, tensión por flexión:	$\gamma_{BZ,a}$	---	46,765	---	[-]
Coeficiente de seguridad por carga externa, compresión por flexión:	$\gamma_{BD,a}$	17,934	---	17,875	[-]
Tensiones debidas a presión interna	σ_i	4,794	4,794	4,794	N/mm²
Coeficiente de seguridad por presión interna	γ_i	3,651	3,651	3,651	[-]

Tensión de tracción por flexión a ser considerada	$\sigma_{RBZ,res}$	16,60	17,74	16,59	N/mm²
Tensión de compresión por flexión a ser considerada	$\sigma_{RBD,res}$	16,60	17,74	16,59	N/mm²

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

1.2.11.3. Prueba de deformación (con nivel freático mínimo)

Modo de cálculo:	lineal		
Relación:	I/(A·rm²)	0,00133	[-]
Relación 'I/(A·rm²)·κq':	I/(A·rm²)·κ_Q	0,00133	[-]

		q_v	q_h	q_h^*	
Coeficiente de deflexión para momentos de deflexión	c_v	-0,0833	0,0833	0,0640	[-]
Coeficiente de deflexión por fuerzas normales	c^N_v	-0,6480	-0,6810	-0,2470	[-]
Coeficiente de deflexión por fuerzas laterales	c^Q_v	-0,3350	0,3350	0,2430	[-]

$$c' = c + \frac{I}{A \cdot r_m^2} \cdot [c^N + 2(1 + v) \cdot \kappa_Q \cdot c^Q] \qquad (6.20)$$

Coeficiente resultante de deformación	c'_v	-0,0854	0,0836	0,0646	[-]
Coeficiente resultante de deformación	c'_h	0,0841	-0,0854	-0,0674	[-]

$$\Delta d_v = \frac{2 \cdot r_m}{8S_0} \cdot (c_{v,qv} \cdot q_v + c_{v,qh} \cdot q_h + c_{v,qh^*} \cdot q_h^*) \qquad (8.16a)$$

$$\Delta d_h = \frac{2 \cdot r_m}{8S_0} \cdot (c_{h,qv} \cdot q_v + c_{h,qh} \cdot q_h + c_{h,qh^*} \cdot q_h^*) \qquad (8.16b)$$

Cambio del diámetro vertical:	Δd_v	1,30	mm
Cambio del diámetro horizontal:	Δd_h	1,10	mm

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

Deformación vertical relativa:	δ_v	0,77	%
Deflexión admisible:	zul δ_v	6,00	%

La deflexión determinada es menor que la deflexión permitida.

1.2.11.4. Prueba de deformación (con nivel freático máximo)

Modo de cálculo:	lineal		
Relación:	I/(A·rm²)	0,00133	[-]
Relación 'I/(A·rm²)·κq':	I/(A·rm²)·κ_Q	0,00133	[-]

		q_v	q_h	q_h^*	
Coeficiente de deflexión para momentos de deflexión	c_v	-0,0833	0,0833	0,0640	[-]
Coeficiente de deflexión por fuerzas normales	c^N_v	-0,6480	-0,6810	-0,2470	[-]
Coeficiente de deflexión por fuerzas laterales	c^Q_v	-0,3350	0,3350	0,2430	[-]

$$c' = c + \frac{I}{A \cdot r_m^2} \cdot [c^N + 2(1 + v) \cdot \kappa_Q \cdot c^Q] \qquad (6.20)$$

Coeficiente resultante de deformación	c'_v	-0,0854	0,0836	0,0646	[-]
Coeficiente resultante de deformación	c'_h	0,0841	-0,0854	-0,0674	[-]

$$\Delta d_v = \frac{2 \cdot r_m}{8S_0} \cdot (c_{v,qv} \cdot q_v + c_{v,qh} \cdot q_h + c_{v,qh^*} \cdot q_h^*) \qquad (8.16a)$$

$$\Delta d_h = \frac{2 \cdot r_m}{8S_0} \cdot (c_{h,qv} \cdot q_v + c_{h,qh} \cdot q_h + c_{h,qh^*} \cdot q_h^*) \qquad (8.16b)$$

Cambio del diámetro vertical:	Δd_v	1,23	mm
Cambio del diámetro horizontal:	Δd_h	1,05	mm

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

Deformación vertical relativa:	δ_v	0,73	%
Deflexión admisible:	zul δ_v	6,00	%

La deflexión determinada es menor que la deflexión permitida.

1.2.11.5. Prueba de estabilidad (lineal): (con nivel freático máximo)

Carga vertical total:	q_v	36,20	kN/m²
Factor de reducción de carga de colapso por cargas de suelo/tráfico:	κ_{v2}	0,86	[-]
Carga vertical total crítica:	krit q_v	1.190,9	kN/m²

$$\text{krit } q_v = 2 \cdot \kappa_{v2} \cdot (8S_0 \cdot S_{Bh})^{0,5} \qquad (9.06a)$$

Coeficiente de seguridad (carga vertical total):	γ_{qv}	32,90	[-]

$$\gamma = \frac{\text{krit } q_v}{q_v} \qquad (9.07)$$

Presión externa por el agua:	p_a	5,00	kN/m²

$$p_a = h_W \cdot \gamma_W \qquad (9.10)$$

Vacío adicional en el tubo:	p_I-	0,00	kN/m²
Rigidez del sistema:	V_{RB}	0,0313	[-]
Valor de ingreso δv2 para determinar κa2:	δ_{v2}	1,73	%
Factor de reducción debido a la predeformación por la carga de ruptura a la presión externa del agua:	κ_{a2}	0,89	[-]
Factor de reducción debido a la predeformación local por la carga de ruptura a presión externa del agua:	κ_{a1}	1,00	[-]
Sustituir valor para rm/s:	k*	7,911	[-]
Coeficiente de pandeo:	α_D	9,645	[-]
Presión externa crítica del agua:	krit p_a	289,616	kN/m²

$$\text{krit } p_a = \kappa_a \cdot \alpha_D \cdot 8S_0 \qquad (9.08)$$

$$\kappa_a = \kappa_{a2} \cdot \kappa_{a1} \qquad (9.09)$$

Coeficiente de seguridad de estabilidad (presión externa del agua):	γ_{pa}	57,923	[-]

$$\gamma_{pa} = \frac{\text{krit } p_a}{p_a} \qquad (9.11)$$

Coeficiente de seguridad de estabilidad:	γ	20,98	[-]
Coeficiente global de seguridad requerido, fallo por inestabilidad:	erf γ_{stab}	2,00	[-]

Los coeficientes de seguridad al pandeo determinados son suficientes.

Todas las pruebas necesarias son correctas.

INFORME COMPLETO

Estudio estático para Tuberías A 127

Proyecto:	SECTOR I CANAL DE SAN JOSE
Empresa / Entidad:	ITACYL
Autor:	Maria Sánchez Hernández
Informe n°:	PEAD_DN180_PN10_4,5m
Fecha:	04/01/2021

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

Contenido

1. Cálculo estático de acuerdo a la A 127: PEAD_180_4,5m **4**

1.1. Entrada de datos: 4

1.1.1. Opciones de seguridad 4

1.1.2. Suelo 4

1.1.3. Carga 4

1.1.4. Instalación 4

1.1.5. Tubo de la base de datos 4

1.2. Resultados: 5

1.2.1. resultados intermedios del tubo 5

1.2.1.1. propiedades del material 5
1.2.1.2. Factores de seguridad 5

1.2.2. Resultados intermedios para caso de carga con nivel freático mínimo 6

1.2.2.1. geometría del tubo 6
1.2.2.2. Teoría del silo 6
1.2.2.3. Carga 6
1.2.2.4. Módulo de deformación del suelo EB 6
1.2.2.5. Valores de rigidez del suelo 6
1.2.2.6. Ángulo de apoyo, proyección relativa efectiva y ángulo de fricción 7
1.2.2.7. Valores característicos del material del tubo y rigidez anular 7
1.2.2.8. relación de rigidez 7
1.2.2.9. Coeficientes 7
1.2.2.10. Factores de concentracion λR y λB 8
1.2.2.11. Distribución de presiones en la circunferencia del tubo 8

1.2.3. Resultados intermedios para caso de carga con nivel freático máximo 9

1.2.3.1. geometría del tubo 9
1.2.3.2. Teoría del silo 9
1.2.3.3. Carga 9
1.2.3.4. Módulo de deformación del suelo EB 9
1.2.3.5. Valores de rigidez del suelo 10
1.2.3.6. Ángulo de apoyo, proyección relativa efectiva y ángulo de fricción 10
1.2.3.7. Valores característicos del material del tubo y rigidez anular 10
1.2.3.8. relación de rigidez 11
1.2.3.9. Coeficientes 11
1.2.3.10. Factores de concentracion λR y λB 11
1.2.3.11. Distribución de presiones en la circunferencia del tubo 11

1.2.4. Sección fuerzas con nivel freático mínimo, clave 12

1.2.5. Sección fuerzas con nivel freático mínimo, generatriz sobre el diámetro horizontal del tubo 13

1.2.6. Sección fuerzas con nivel freático mínimo, base 13

1.2.7. Sección fuerzas con nivel freático máximo, clave 14

1.2.8. Sección fuerzas con nivel freático máximo, generatriz sobre el diámetro horizontal del tubo 14

1.2.9. Sección fuerzas con nivel freático máximo, base 15

1.2.10. Caso de carga a corto plazo 15

1.2.10.1. prueba de tensión (con nivel freático mínimo) 15
1.2.10.2. prueba de tensión (con nivel freático máximo) 16
1.2.10.3. Prueba de deformación (con nivel freático mínimo) 17
1.2.10.4. Prueba de deformación (con nivel freático máximo) 18
1.2.10.5. Prueba de estabilidad (lineal): (con nivel freático máximo) 18

1.2.11. Caso de carga a largo plazo 19

1.2.11.1. prueba de tensión (con nivel freático mínimo) 19

1.2.11.2. prueba de tensión (con nivel freático máximo) 20
1.2.11.3. Prueba de deformación (con nivel freático mínimo) 21
1.2.11.4. Prueba de deformación (con nivel freático máximo) 21
1.2.11.5. Prueba de estabilidad (lineal): (con nivel freático máximo) 22

1. Cálculo estático de acuerdo a la A 127: PEAD_180_4,5m

Descripción del tramo:	PEAD_180_4,5m
Tipo de cálculo:	Según tabla
Añadir dibujo para imprimir:	Si

1.1. Entrada de datos:

1.1.1. Opciones de seguridad

Clase de seguridad:	A (caso normal)
Deflexión admisible:	6% (habitual)
Tratamiento de la presión interna:	De acuerdo con la nota 39 de la ATV 127
Menores factores de seguridad para compresión por flexión:	no (ATV A 127)
La aplicación de la ATV A 127 no ha sido verificada para ver si la rigidez circunferencial mínima ha sido alcanzada:	No

1.1.2. Suelo

Tipo de relleno:	G3		
Cálculo E1:	Densidad Proctor		
Densidad Proctor E1:	$D_{Pr,E1}$	95,0	%
Tipo de relleno en la zona del tubo:	G1		
Cálculo E20:	Densidad Proctor		
Densidad Proctor E20:	$D_{Pr,E20}$	90,0	%
Tipo de suelo natural:	G3		
Cálculo E3:	Densidad Proctor		
Densidad Proctor E3:	$D_{Pr,E3}$	100,0	%
E4 = 10 · E1:	No		
Suelo bajo la zanja:	G3		
Cálculo E4:	Densidad Proctor		
Densidad Proctor E4:	$D_{Pr,E4}$	100,0	%

1.1.3. Carga

Altura de recubrimiento:	h	4,50	m
Densidad del suelo:	γ	20,0	kN/m³
Carga superficial adicional:	p_0	0,0	kN/m²
Nivel freático máximo sobre el lecho del tubo:	$h_{W,max}$	0,50	m
Nivel freático mínimo sobre el lecho del tubo:	$h_{W,min}$	0,00	m
Presión interna, corto plazo:	$P_{I,K}$	7,5	bar
Presión interna, largo plazo:	$P_{I,L}$	6,5	bar
Sección llena:	Si		
Densidad del fluido:	γ_F	10,0	kN/m³
Carga de tráfico:	HGV 12		

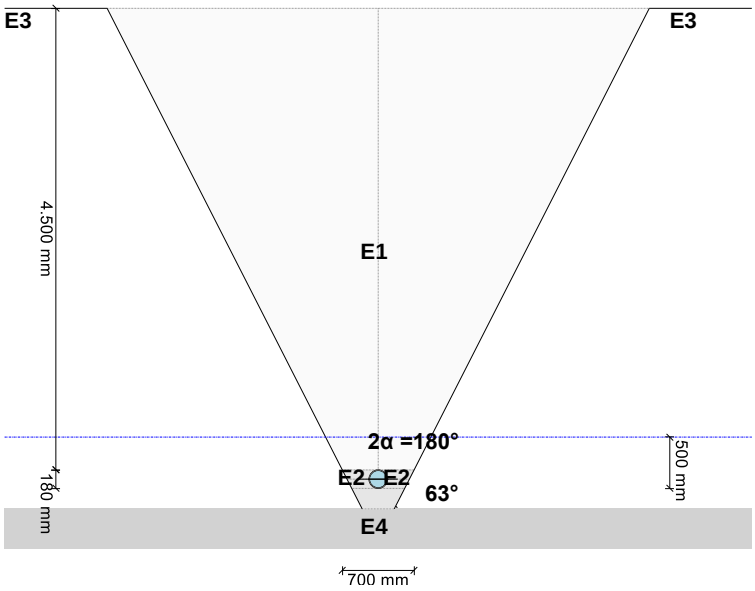
1.1.4. Instalación

Instalación:	Zanja		
Ancho de zanja:	b	0,70	m
Ángulo del talud:	β	63	°
Condiciones de relleno:	A1		
Condiciones de la instalación:	B1		
Tipo de apoyo:	suelto		
Ángulo de apoyo:	180º		
Proyección relativa:	a	1,00	[-]

1.1.5. Tubo de la base de datos

Material:	PE 100
Presión nominal:	PN = 10,0 bar (SDR = 17,0)
Diámetro nominal:	DN 180 (10,7 mm)

Carga de tráfico: HGV 12



1.2. Resultados:

1.2.1. resultados intermedios del tubo

Diámetro interior:	d_i	158,6	mm
Diámetro exterior:	d_a	180,0	mm
Radio del eje centroide de la pared del tubo:	r_m	84,7	mm
Wall thickness:	s	10,7	mm
Ratio radius to wall thickness:	r_m/s	7,911	[-]
Factor de corrección de la curvatura interior:	α_{ki}	1,042	[-]
Factor de corrección de la curvatura exterior:	α_{ka}	0,958	[-]
Predeformación local:	δ_{vl}	0,00	%
Predeformación (ovalización antes de aplicación de la carga):	δ_{vg}	1,00	%
Perfil de superfície axialmente afectado:	A_{ax}	10,7	mm²/mm
Superficie del perfil radial:	A_{rad}	10,7	mm²/mm
Distancia de inercia:	e	5,4	mm
Momento de inercia:	I	102,1	mm^4/mm
Momento resistente exterior:	W_a	19,1	mm³/mm
Momento resistente interior:	W_i	19,1	mm³/mm

1.2.1.1. propiedades del material

		corto plazo	largo plazo	
Gravedad específica	γ_R	9,4	9,4	kN/m³
Coeficiente de poisson	v	0,38	0,38	[-]
Valor característico del módulo de elasticidad en sentido circunferencial	E_R	1.200,0	200,0	N/mm²

1.2.1.2. Factores de seguridad

Coeficiente global de seguridad requerido, fallo por inestabilidad, tensión a tracción	erf γ_{RBZ}	2,50	2,50	[-]

Coeficiente global de seguridad requerido, fallo por inestabilidad, tensión a compresión	erf γ_{RBD}	2,50	2,50	[-]
Coeficiente global de seguridad requerido, fallo por inestabilidad	erf γ_{stab}	2,00	2,00	[-]

1.2.2. Resultados intermedios para caso de carga con nivel freático mínimo

1.2.2.1. geometría del tubo

Radio del eje centroide de la pared del tubo:	r_m	84,7	mm
Factor de corrección de la curvatura interior:	α_{ki}	1,042	[-]
Factor de corrección de la curvatura exterior:	α_{ka}	0,958	[-]

1.2.2.2. Teoría del silo

Coeficiente de carga del suelo κ para carga en zanja (Teoría del Silo): κ 0,611 [-]

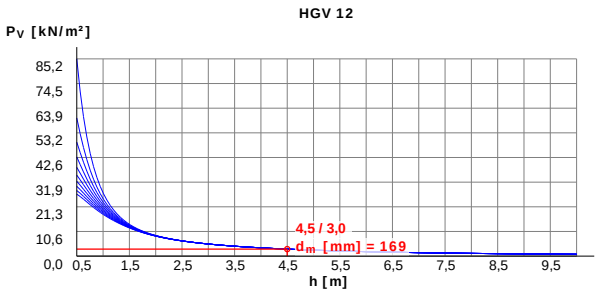
$$\kappa = \frac{1 - e^{-2 \cdot K_1 \cdot \tan\bar{\delta} \cdot \frac{h}{b}}}{2 \cdot K_1 \cdot \tan\bar{\delta} \cdot \frac{h}{b}} \qquad (5.04)$$

Coeficiente de carga del suelo κ0 para cargas superficiales (Teoría del Silo): κ_0 0,402 [-]

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

1.2.2.3. Carga

Nivel freático máximo sobre la cama del tubo:	$h_{W,Scheitel}$	0,00	m
Carga vertical debida al peso del relleno:	P_{Erd}	54,96	kN/m²
Carga vertical debida al peso del relleno y a la carga superficial:	P_E	54,96	kN/m²
Tensión debida a carga de tráfico:	P_V	3,03	kN/m²
Included impact factor:	ϕ	1,50	[-]



1.2.2.4. Módulo de deformación del suelo EB

Módulo elástico del relleno bajo carga:	$E_{1,\sigma}$	5,21	N/mm²
Módulo elástico de los riñones bajo carga:	$E_{20,\sigma}$	6,10	N/mm²
Factor de reducción por fluencia:	f_1	1,000	[-]
Factor de reducción E20 (nivel freático):	f_2	1,000	[-]
Factor de reducción E20 (zanja estrecha):	α_B	0,988	[-]
Módulo elástico del apoyo (reducido):	$E_{2,\sigma}$	6,03	N/mm²
Módulo elástico del suelo natural:	$E_{3,\sigma}$	13,33	N/mm²
Módulo elástico del suelo bajo el tubo:	$E_{4,\sigma}$	13,33	N/mm²

1.2.2.5. Valores de rigidez del suelo

Factor de corrección por rigidez del apoyo horizontal: ζ 1,082 [-]

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

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

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

Rigidez del apoyo horizontal:	S_{Bh}	3,912	N/mm²

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

Rigidez de apoyo vertical:	S_{Bv}	6,028	N/mm²

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

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

Ángulo de apoyo, proyección relativa efectiva y ángulo de fricción:	2α	180	°
Proyección incrementada debido a la pérdida de soporte del suelo:	a_S	1,00	[-]
Proyección relativa efectiva:	a'	0,864	[-]

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

Ángulo de fricción interna:	φ'	25,000	°
Ángulo de fricción de la pared:	δ	16,667	°

1.2.2.7. Valores característicos del material del tubo y rigidez anular

		corto plazo Todas las cargas	largo plazo Cargas del suelo cargas de tráfico	largo plazo otro Cargas	
Valor característico del módulo de elasticidad en sentido circunferencial	E_R	1.200,0	252,2	200,0	N/mm²
Valor característico de tracción por deflexión	σ_{RBZ}	23,0	17,8	17,5	N/mm²
Valor característico de la deflexión radial por esfuerzo de compresión	σ_{RBD}	23,0	17,8	17,5	N/mm²
Rigidez del tubo	S_R	201,962	42,441	33,660	kN/m²

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

1.2.2.8. relación de rigidez

Rigidez del sistema	V_{RB}	0,0516	0,0108	0,0086	[-]

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

Relación de rigidez	V_S	0,8422	0,4398	---	[-]

$$V_S = \frac{S_R}{|c_v^*| \cdot S_{Bv}}$$ (6.08a)

1.2.2.9. Coeficientes

Relación por presión de enterramiento (apoyo)	K_2	0,400	0,400	---	[-]
Coeficiente por presión de reacción del apoyo	K*	0,706	1,075	---	[-]

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

Coeficiente por presión de reacción del apoyo	c_v^*	-0,040	-0,016	---	[-]

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

1.2.2.10. Factores de concentracion λR y λB

Factor de concentración máximo	max λ	1,512	1,512	---	[-]

$$\max \lambda = 1 + \frac{\frac{h}{d_a}}{\frac{3,5}{a'} + \frac{2,2}{\frac{E_4}{E_1} \cdot (a' - 0,25)} + \left[\frac{0,62}{a'} + \frac{1,6}{\frac{E_4}{E_1} \cdot (a' - 0,25)}\right] \cdot \frac{h}{d_a}} \quad (6.04)$$

Coeficiente por factor de concentración máximo	K'	0,937	0,819	---	[-]

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

Factor de concentración sobre el tubo, valor inicial	λ_R	0,988	0,791	---	[-]

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

Factor de concentración sobre el tubo, bajo el efecto de la zanja	λ_{RG}	0,989	0,799	---	[-]

$$\lambda_{RG} = \frac{\lambda_R - 1}{3} \cdot \frac{b}{d_a} + \frac{4 - \lambda_R}{3} \quad (6.21a)$$

Factor de concentración sobre el tubo, límite superior	λ_{fo}	3,325	3,325	---	[-]
Factor de concentración sobre el tubo, limite inferior	λ_{fu}	0,086	0,086	---	[-]
Factor de concentación sobre el tubo, valor final	λ_{RG}	0,989	0,799	---	[-]
Factor de concentración del suelo	λ_B	1,004	1,070	---	[-]

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

1.2.2.11. Distribución de presiones en la circunferencia del tubo

Relación:	I/(A·rm²)	0,00133	[-]
Relación 'I/(A·rm²)·κq':	I/(A·rm²)·κ_Q	0,00133	[-]

		q_v	q_h	q_h^*	
Coeficiente de deflexión para momentos de deflexión	c_v	-0,0833	0,0833	0,0640	[-]
Coeficiente de deflexión por fuerzas normales	c^N_v	-0,6480	-0,6810	-0,2470	[-]
Coeficiente de deflexión por fuerzas laterales	c^Q_v	-0,3350	0,3350	0,2430	[-]

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

Coeficiente resultante de deformación	c'_v	-0,0854	0,0836	0,0646	[-]
Coeficiente resultante de deformación	c'_h	0,0841	-0,0854	-0,0674	[-]

	corto plazo	largo plazo	largo plazo

		Todas las cargas	Cargas del suelo cargas de tráfico	otro Cargas	
Carga vertical total	q_v	57,37	46,91	---	kN/m²

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

Presion lateral	q_h	22,79	24,24	---	kN/m²

$$q_h = K_2 \cdot \left(\lambda_B \cdot p_E + \gamma_B \cdot \frac{d_a}{2} \right) \qquad (7.01)$$

Presión de reacción del apoyo (carga del suelo)	q^*_h	24,17	23,95	---	kN/m²

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

Presión de reacción del apoyo (sección llena)	q^*_{hw}	0,41	0,64	---	kN/m²

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

1.2.3. Resultados intermedios para caso de carga con nivel freático máximo

1.2.3.1. geometría del tubo

Radio del eje centroide de la pared del tubo:	r_m	84,7	mm
Factor de corrección de la curvatura interior:	α_{ki}	1,042	[-]
Factor de corrección de la curvatura exterior:	α_{ka}	0,958	[-]

1.2.3.2. Teoría del silo

Coeficiente de carga del suelo κ para carga en zanja (Teoría del Silo):	κ	0,611	[-]

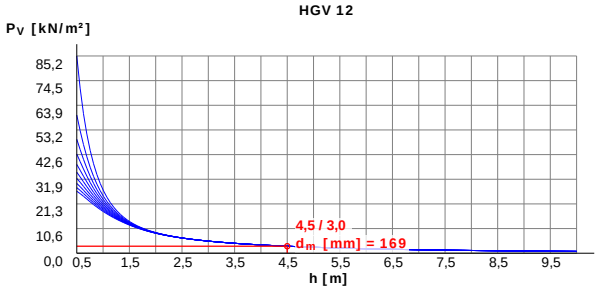
$$\kappa = \frac{1 - e^{-2 \cdot K_1 \cdot \tan\bar{\delta} \cdot \frac{h}{b}}}{2 \cdot K_1 \cdot \tan\bar{\delta} \cdot \frac{h}{b}} \qquad (5.04)$$

Coeficiente de carga del suelo κ0 para cargas superficiales (Teoría del Silo):	κ_0	0,402	[-]

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

1.2.3.3. Carga

Nivel freático máximo sobre la cama del tubo:	$h_{W,Scheitel}$	0,32	m
Densidad del relleno bajo agua:	γ'	10,00	kN/m³
Carga vertical debida al peso del relleno:	P_{Erd}	53,00	kN/m²
Carga vertical debida al peso del relleno y a la carga superficial:	P_E	53,00	kN/m²
Tensión debida a carga de tráfico:	P_V	3,03	kN/m²
Included impact factor:	ϕ	1,50	[-]



1.2.3.4. Módulo de deformación del suelo EB

Módulo elástico del relleno bajo carga:	$E_{1,\sigma}$	5,21	N/mm²
Módulo elástico de los riñones bajo carga:	$E_{20,\sigma}$	6,10	N/mm²
Factor de reducción por fluencia:	f_1	1,000	[-]
Factor de reducción E20 (nivel freático):	f_2	1,000	[-]
Factor de reducción E20 (zanja estrecha):	α_B	0,988	[-]
Módulo elástico del apoyo (reducido):	$E_{2,\sigma}$	6,03	N/mm²
Módulo elástico del suelo natural:	$E_{3,\sigma}$	13,33	N/mm²
Módulo elástico del suelo bajo el tubo:	$E_{4,\sigma}$	13,33	N/mm²

1.2.3.5. Valores de rigidez del suelo

Factor de corrección por rigidez del apoyo horizontal: ζ 1,082 [-]

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

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

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

Rigidez del apoyo horizontal: S_{Bh} 3,912 N/mm²

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

Rigidez de apoyo vertical: S_{Bv} 6,028 N/mm²

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

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

Ángulo de apoyo, proyección relativa efectiva y ángulo de fricción:	2α	180	°
Proyección incrementada debido a la pérdida de soporte del suelo:	a_S	1,00	[-]
Proyección relativa efectiva:	a'	0,864	[-]

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

Ángulo de fricción interna:	φ'	25,000	°
Ángulo de fricción de la pared:	δ	16,667	°

1.2.3.7. Valores característicos del material del tubo y rigidez anular

		corto plazo Todas las cargas	largo plazo Cargas del suelo cargas de tráfico	largo plazo otro Cargas	
Valor característico del módulo de elasticidad en sentido circunferencial	E_R	1.200,0	254,0	200,0	N/mm²
Valor característico de tracción por deflexión	σ_{RBZ}	23,0	17,8	17,5	N/mm²
Valor característico de la deflexión radial por esfuerzo de compresión	σ_{RBD}	23,0	17,8	17,5	N/mm²
Rigidez del tubo	S_R	201,962	42,747	33,660	kN/m²

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

1.2.3.8. relación de rigidez

Rigidez del sistema	V_{RB}	0,0516	0,0109	0,0086	[-]

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

Relación de rigidez	V_S	0,8422	0,4411	---	[-]

$$V_S=\frac{S_R}{|c_v^*|\cdot S_{Bv}} \qquad (6.08a)$$

1.2.3.9. Coeficientes

Relación por presión de enterramiento (apoyo)	K_2	0,400	0,400	---	[-]
Coeficiente por presión de reacción del apoyo	K^*	0,706	1,074	---	[-]

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

Coeficiente por presión de reacción del apoyo	c_v^*	-0,040	-0,016	---	[-]

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

1.2.3.10. Factores de concentracion λR y λB

Factor de concentración máximo	max λ	1,512	1,512	---	[-]

$$\max\lambda=1+\frac{\frac{h}{d_a}}{\frac{3,5}{a'}+\frac{2,2}{\frac{E_4}{E_1}\cdot(a'-0,25)}+\left[\frac{0,62}{a'}+\frac{1,6}{\frac{E_4}{E_1}\cdot(a'-0,25)}\right]\cdot\frac{h}{d_a}} \qquad (6.04)$$

Coeficiente por factor de concentración máximo	K'	0,937	0,820	---	[-]

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

Factor de concentración sobre el tubo, valor inicial	λ_R	0,988	0,792	---	[-]

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

Factor de concentración sobre el tubo, bajo el efecto de la zanja	λ_{RG}	0,989	0,799	---	[-]

$$\lambda_{RG}=\frac{\lambda_R-1}{3}\cdot\frac{b}{d_a}+\frac{4-\lambda_R}{3} \qquad (6.21a)$$

Factor de concentración sobre el tubo, límite superior	λ_{fo}	3,325	3,325	---	[-]
Factor de concentración sobre el tubo, limite inferior	λ_{fu}	0,086	0,086	---	[-]
Factor de concentación sobre el tubo, valor final	λ_{RG}	0,989	0,799	---	[-]
Factor de concentración del suelo	λ_B	1,004	1,069	---	[-]

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

1.2.3.11. Distribución de presiones en la circunferencia del tubo

Relación:	l/(A·rm²)	0,00133	[-]

Relación 'I/(A·rm²)·κq':			I/(A·rm²)·κ_Q	0,00133	[-]

		q_v	q_h	q_h^*	
Coeficiente de deflexión para momentos de deflexión	c_v	-0,0833	0,0833	0,0640	[-]
Coeficiente de deflexión por fuerzas normales	c^N_v	-0,6480	-0,6810	-0,2470	[-]
Coeficiente de deflexión por fuerzas laterales	c^Q_v	-0,3350	0,3350	0,2430	[-]

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

Coeficiente resultante de deformación	c'_v	-0,0854	0,0836	0,0646	[-]
Coeficiente resultante de deformación	c'_h	0,0841	-0,0854	-0,0674	[-]

		corto plazo Todas las cargas	largo plazo Cargas del suelo cargas de tráfico	largo plazo otro Cargas	
Carga vertical total	q_v	55,43	45,40	---	kN/m²

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

Presion lateral	q_h	21,64	23,03	---	kN/m²

$$q_h = K_2 \cdot \left(\lambda_B \cdot p_E + \gamma_B \cdot \frac{d_a}{2} \right) \quad (7.01)$$

Presión de reacción del apoyo (carga del suelo)	q^*_h	23,63	23,61	---	kN/m²

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

Presión de reacción del apoyo (sección llena)	q^*_{hw}	0,41	0,64	---	kN/m²

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

1.2.4. Sección fuerzas con nivel freático mínimo, clave

		corto plazo	largo plazo	
Momento debido a cargas verticales totales	M_{qv}	0,103	0,084	kNm/m
Momento debido a la presión lateral	M_{qh}	-0,041	-0,043	kNm/m
Momento debido a la reacción de la presión del apoyo horizontal	M^*_{qh}	-0,031	-0,031	kNm/m
Momento debido a la reacción de la presión del apoyo (sección llena)	M^*_{qw}	-0,001	-0,001	kNm/m
Momento debido a las cargas muertas	M_g	0,000	0,000	kNm/m
Momento debido a la sección llena	M_w	0,001	0,001	kNm/m
Momento debido a la presión del agua	M_{pw}	0,007	0,006	kNm/m
Momento debido al nivel freático a la altura de la clave	M_{pa1}	0,000	0,000	kNm/m

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

Momentos totales	ΣM	0,038	0,016	kNm/m

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

Momentos totales sin presión interna/externa	ΣM_{sonst}	0,031	0,010	kNm/m

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

Momentos totales debidos a la sección llena y a la presión	$\Sigma M'$	0,031	0,010	kNm/m
Fuerza normal debida a las cargas verticales totales	N_{qv}	0,000	0,000	kN/m
Fuerza normal debida a la presión lateral	N_{qh}	-1,929	-2,052	kN/m
Fuerza normal debida a la reacción de la presión del lecho	N^*_{qh}	-1,180	-1,170	kN/m

Fuerza normal debida a la reacción de la presión del lecho (relleno del agua)	N^*_{qw}	-0,020	-0,031	kN/m
Fuerza normal debida al peso muerto	N_g	0,001	0,001	kN/m
Fuerza normal debida al relleno de agua	N_w	0,042	0,042	kN/m
Fuerza normal debida al nivel freático hasta la clave	N_{pa1}	0,000	0,000	kN/m
Fuerzas totales normales	ΣN	56,389	48,336	kN/m
Total sin presión interna/externa	ΣN_{sonst}	-3,086	-3,209	kN/m
Total sin sección llena y sin presión	$\Sigma N'$	-3,108	-3,220	kN/m

1.2.5. Sección fuerzas con nivel freático mínimo, generatriz sobre el diámetro horizontal del tubo

		corto plazo	largo plazo	
Momento debido a cargas verticales totales	M_{qv}	-0,103	-0,084	kNm/m
Momento debido a la presión lateral	M_{qh}	0,041	0,043	kNm/m
Momento debido a la reacción de la presión del apoyo horizontal	M^*_{qh}	0,036	0,036	kNm/m
Momento debido a la reacción de la presión del apoyo (sección llena)	M^*_{qw}	0,001	0,001	kNm/m
Momento debido a las cargas muertas	M_g	0,000	0,000	kNm/m
Momento debido a la sección llena	M_w	-0,001	-0,001	kNm/m
Momento debido a la presión del agua	M_{pw}	0,007	0,006	kNm/m
Momento debido al nivel freático a la altura de la clave	M_{pa1}	0,000	0,000	kNm/m
$\Sigma M = M_{qv} + M_{qh} + M^*_{qh} + M^*_{qw} + M_g + M_w + M_{pw}$				
Momentos totales	ΣM	-0,020	0,001	kNm/m
$\Sigma M_{sonst} = M_{qv} + M_{qh} + M^*_{qh} + M^*_{qw} + M_g + M_w + M_{pa1}$				
Momentos totales sin presión interna/externa	ΣM_{sonst}	-0,027	-0,005	kNm/m
$\Sigma M' = M_{qv} + M_{qh} + M^*_{qh} + M_g$				
Momentos totales debidos a la sección llena y a la presión	$\Sigma M'$	-0,026	-0,005	kNm/m
Fuerza normal debida a las cargas verticales totales	N_{qv}	-4,856	-3,971	kN/m
Fuerza normal debida a la presión lateral	N_{qh}	0,000	0,000	kN/m
Fuerza normal debida a la reacción de la presión del lecho	N^*_{qh}	0,000	0,000	kN/m
Fuerza normal debida a la reacción de la presión del lecho (relleno del agua)	N^*_{qw}	0,000	0,000	kN/m
Fuerza normal debida al peso muerto	N_g	-0,013	-0,013	kN/m
Fuerza normal debida al relleno de agua	N_w	0,015	0,015	kN/m
Fuerza normal debida al nivel freático hasta la clave	N_{pa1}	0,000	0,000	kN/m
Fuerzas totales normales	ΣN	54,621	47,576	kN/m
Total sin presión interna/externa	ΣN_{sonst}	-4,854	-3,969	kN/m
Total sin sección llena y sin presión	$\Sigma N'$	-4,869	-3,985	kN/m

1.2.6. Sección fuerzas con nivel freático mínimo, base

		corto plazo	largo plazo	
Momento debido a cargas verticales totales	M_{qv}	0,103	0,084	kNm/m
Momento debido a la presión lateral	M_{qh}	-0,041	-0,043	kNm/m
Momento debido a la reacción de la presión del apoyo horizontal	M^*_{qh}	-0,031	-0,031	kNm/m
Momento debido a la reacción de la presión del apoyo (sección llena)	M^*_{qw}	-0,001	-0,001	kNm/m
Momento debido a las cargas muertas	M_g	0,000	0,000	kNm/m
Momento debido a la sección llena	M_w	0,001	0,001	kNm/m
Momento debido a la presión del agua	M_{pw}	0,007	0,006	kNm/m
Momento debido al nivel freático a la altura de la clave	M_{pa1}	0,000	0,000	kNm/m
$\Sigma M = M_{qv} + M_{qh} + M^*_{qh} + M^*_{qw} + M_g + M_w + M_{pw}$				
Momentos totales	ΣM	0,039	0,017	kNm/m
$\Sigma M_{sonst} = M_{qv} + M_{qh} + M^*_{qh} + M^*_{qw} + M_g + M_w + M_{pa1}$				

Momentos totales sin presión interna/externa	ΣM_{sonst}	0,032	0,010	kNm/m
$\Sigma M' = M_{qv} + M_{qh} + M^*_{qh} + M_g$				
Momentos totales debidos a la sección llena y a la presión	$\Sigma M'$	0,031	0,010	kNm/m
Fuerza normal debida a las cargas verticales totales	N_{qv}	0,000	0,000	kN/m
Fuerza normal debida a la presión lateral	N_{qh}	-1,929	-2,052	kN/m
Fuerza normal debida a la reacción de la presión del lecho	N^*_{qh}	-1,180	-1,170	kN/m
Fuerza normal debida a la reacción de la presión del lecho (relleno del agua)	N^*_{qw}	-0,020	-0,031	kN/m
Fuerza normal debida al peso muerto	N_g	-0,001	-0,001	kN/m
Fuerza normal debida al relleno de agua	N_w	0,102	0,102	kN/m
Fuerza normal debida al nivel freático hasta la clave	N_{pa1}	0,000	0,000	kN/m
Fuerzas totales normales	ΣN	56,446	48,392	kN/m
Total sin presión interna/externa	ΣN_{sonst}	-3,029	-3,153	kN/m
Total sin sección llena y sin presión	$\Sigma N'$	-3,111	-3,223	kN/m

1.2.7. Sección fuerzas con nivel freático máximo, clave

		corto plazo	largo plazo	
Momento debido a cargas verticales totales	M_{qv}	0,099	0,081	kNm/m
Momento debido a la presión lateral	M_{qh}	-0,039	-0,041	kNm/m
Momento debido a la reacción de la presión del apoyo horizontal	M^*_{qh}	-0,031	-0,031	kNm/m
Momento debido a la reacción de la presión del apoyo (sección llena)	M^*_{qw}	-0,001	-0,001	kNm/m
Momento debido a las cargas muertas	M_g	0,000	0,000	kNm/m
Momento debido a la sección llena	M_w	0,001	0,001	kNm/m
Momento debido a la presión del agua	M_{pw}	0,007	0,006	kNm/m
Momento debido al nivel freático a la altura de la clave	M_{pa1}	-0,001	-0,001	kNm/m
$\Sigma M = M_{qv} + M_{qh} + M^*_{qh} + M^*_{qw} + M_g + M_w + M_{pw}$				
Momentos totales	ΣM	0,038	0,016	kNm/m
$\Sigma M_{sonst} = M_{qv} + M_{qh} + M^*_{qh} + M^*_{qw} + M_g + M_w + M_{pa1}$				
Momentos totales sin presión interna/externa	ΣM_{sonst}	0,030	0,009	kNm/m
$\Sigma M' = M_{qv} + M_{qh} + M^*_{qh} + M_g$				
Momentos totales debidos a la sección llena y a la presión	$\Sigma M'$	0,030	0,010	kNm/m
Fuerza normal debida a las cargas verticales totales	N_{qv}	0,000	0,000	kN/m
Fuerza normal debida a la presión lateral	N_{qh}	-1,832	-1,950	kN/m
Fuerza normal debida a la reacción de la presión del lecho	N^*_{qh}	-1,154	-1,153	kN/m
Fuerza normal debida a la reacción de la presión del lecho (relleno del agua)	N^*_{qw}	-0,020	-0,031	kN/m
Fuerza normal debida al peso muerto	N_g	0,001	0,001	kN/m
Fuerza normal debida al relleno de agua	N_w	0,042	0,042	kN/m
Fuerza normal debida al nivel freático hasta la clave	N_{pa1}	-0,042	-0,042	kN/m
Fuerzas totales normales	ΣN	56,062	48,004	kN/m
Total sin presión interna/externa	ΣN_{sonst}	-3,005	-3,133	kN/m
Total sin sección llena y sin presión	$\Sigma N'$	-2,985	-3,102	kN/m

1.2.8. Sección fuerzas con nivel freático máximo, generatriz sobre el diámetro horizontal del tubo

		corto plazo	largo plazo	
Momento debido a cargas verticales totales	M_{qv}	-0,099	-0,081	kNm/m
Momento debido a la presión lateral	M_{qh}	0,039	0,041	kNm/m
Momento debido a la reacción de la presión del apoyo horizontal	M^*_{qh}	0,035	0,035	kNm/m
Momento debido a la reacción de la presión del apoyo (sección llena)	M^*_{qw}	0,001	0,001	kNm/m
Momento debido a las cargas muertas	M_g	0,000	0,000	kNm/m
Momento debido a la sección llena	M_w	-0,001	-0,001	kNm/m
Momento debido a la presión del agua	M_{pw}	0,007	0,006	kNm/m
Momento debido al nivel freático a la altura de la clave	M_{pa1}	0,001	0,001	kNm/m

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

Momentos totales	ΣM	-0,019	0,001	kNm/m

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

Momentos totales sin presión interna/externa	ΣM_{sonst}	-0,025	-0,004	kNm/m

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

Momentos totales debidos a la sección llena y a la presión	$\Sigma M'$	-0,026	-0,005	kNm/m
Fuerza normal debida a las cargas verticales totales	N_{qv}	-4,692	-3,843	kN/m
Fuerza normal debida a la presión lateral	N_{qh}	0,000	0,000	kN/m
Fuerza normal debida a la reacción de la presión del lecho	N^*_{qh}	0,000	0,000	kN/m
Fuerza normal debida a la reacción de la presión del lecho (relleno del agua)	N^*_{qw}	0,000	0,000	kN/m
Fuerza normal debida al peso muerto	N_g	-0,013	-0,013	kN/m
Fuerza normal debida al relleno de agua	N_w	0,015	0,015	kN/m
Fuerza normal debida al nivel freático hasta la clave	N_{pa1}	-0,015	-0,015	kN/m
Fuerzas totales normales	ΣN	54,335	47,254	kN/m
Total sin presión interna/externa	ΣN_{sonst}	-4,706	-3,857	kN/m
Total sin sección llena y sin presión	$\Sigma N'$	-4,706	-3,857	kN/m

1.2.9. Sección fuerzas con nivel freático máximo, base

		corto plazo	largo plazo	
Momento debido a cargas verticales totales	M_{qv}	0,099	0,081	kNm/m
Momento debido a la presión lateral	M_{qh}	-0,039	-0,041	kNm/m
Momento debido a la reacción de la presión del apoyo horizontal	M^*_{qh}	-0,031	-0,031	kNm/m
Momento debido a la reacción de la presión del apoyo (sección llena)	M^*_{qw}	-0,001	-0,001	kNm/m
Momento debido a las cargas muertas	M_g	0,000	0,000	kNm/m
Momento debido a la sección llena	M_w	0,001	0,001	kNm/m
Momento debido a la presión del agua	M_{pw}	0,007	0,006	kNm/m
Momento debido al nivel freático a la altura de la clave	M_{pa1}	-0,001	-0,001	kNm/m

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

Momentos totales	ΣM	0,038	0,016	kNm/m

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

Momentos totales sin presión interna/externa	ΣM_{sonst}	0,030	0,009	kNm/m

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

Momentos totales debidos a la sección llena y a la presión	$\Sigma M'$	0,030	0,010	kNm/m
Fuerza normal debida a las cargas verticales totales	N_{qv}	0,000	0,000	kN/m
Fuerza normal debida a la presión lateral	N_{qh}	-1,832	-1,950	kN/m
Fuerza normal debida a la reacción de la presión del lecho	N^*_{qh}	-1,154	-1,153	kN/m
Fuerza normal debida a la reacción de la presión del lecho (relleno del agua)	N^*_{qw}	-0,020	-0,031	kN/m
Fuerza normal debida al peso muerto	N_g	-0,001	-0,001	kN/m
Fuerza normal debida al relleno de agua	N_w	0,102	0,102	kN/m
Fuerza normal debida al nivel freático hasta la clave	N_{pa1}	-0,102	-0,102	kN/m
Fuerzas totales normales	ΣN	56,119	48,061	kN/m
Total sin presión interna/externa	ΣN_{sonst}	-3,007	-3,136	kN/m
Total sin sección llena y sin presión	$\Sigma N'$	-2,987	-3,105	kN/m

1.2.10. Caso de carga a corto plazo

1.2.10.1. prueba de tensión (con nivel freático mínimo)

Coeficiente de superposición de tensiones:	Z	1,20	[-]

Relación de deflexión:	η	0,71	[-]
Presión interior resultante (pI - pW):	$p_{I,res}$	7,50	bar

$$\sigma_{R,res} = \frac{\sigma_{qv,qh,qh^*} \cdot \bar{\sigma}_R + \sigma_{sonst} \cdot \sigma_{R,L}}{\sigma_{qv,qh,qh^*} + \sigma_{sonst}} \qquad (9.01c)$$

Interior:		clave	generatriz sobre el diámetro horizontal del tubo	base	
Tensiones debidas a carga externa	σ_a	1,424	-1,916	1,449	N/mm²
Coeficiente de seguridad para carga externa, tensión por flexión:	$\gamma_{BZ,a}$	16,150	---	15,872	[-]
Coeficiente de seguridad por carga externa, compresión por flexión:	$\gamma_{BD,a}$	---	12,002	---	[-]
Tensiones debidas a presión interna	σ_i	5,558	5,558	5,558	N/mm²
Coeficiente de seguridad por presión interna	γ_i	4,138	4,138	4,138	[-]
Factor de reducción de acuerdo a Netzer/Pattis	n	0,857	0,804	0,853	[-]
Tensión por cálculo de superposición	$\sigma_r$es	5,981	2,928	5,978	N/mm²
Coeficiente de seguridad para cálculo de superposición, tensión por flexión:	$\gamma_{BZ,res}$	3,845	7,855	3,848	[-]
Coeficiente de seguridad para cálculos de superposición, compresión por flexión:	$\gamma_{BD,res}$	---	---	---	[-]
Tensión de tracción por flexión a ser considerada	$\sigma_{RBZ,res}$	23,00	23,00	23,00	N/mm²
Tensión de compresión por flexión a ser considerada	$\sigma_{RBD,res}$	23,00	23,00	23,00	N/mm²

Exterior:		clave	generatriz sobre el diámetro horizontal del tubo	base	
Tensiones debidas a carga externa	σ_a	-1,863	0,891	-1,875	N/mm²
Coeficiente de seguridad para carga externa, tensión por flexión:	$\gamma_{BZ,a}$	---	25,820	---	[-]
Coeficiente de seguridad por carga externa, compresión por flexión:	$\gamma_{BD,a}$	12,349	---	12,265	[-]
Tensiones debidas a presión interna	σ_i	5,558	5,558	5,558	N/mm²
Coeficiente de seguridad por presión interna	γ_i	4,138	4,138	4,138	[-]
Factor de reducción de acuerdo a Netzer/Pattis	n	0,808	0,908	0,807	[-]
Tensión por cálculo de superposición	$\sigma_r$es	2,988	5,857	2,973	N/mm²
Coeficiente de seguridad para cálculo de superposición, tensión por flexión:	$\gamma_{BZ,res}$	7,698	3,927	7,735	[-]
Coeficiente de seguridad para cálculos de superposición, compresión por flexión:	$\gamma_{BD,res}$	---	---	---	[-]
Tensión de tracción por flexión a ser considerada	$\sigma_{RBZ,res}$	23,00	23,00	23,00	N/mm²
Tensión de compresión por flexión a ser considerada	$\sigma_{RBD,res}$	23,00	23,00	23,00	N/mm²

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

1.2.10.2. prueba de tensión (con nivel freático máximo)

Coeficiente de superposición de tensiones:	Z	1,20	[-]
Relación de deflexión:	η	0,71	[-]
Presión interior resultante (pI - pW):	$p_{I,res}$	7,47	bar

$$\sigma_{R,res} = \frac{\sigma_{qv,qh,qh^*} \cdot \bar{\sigma}_R + \sigma_{sonst} \cdot \sigma_{R,L}}{\sigma_{qv,qh,qh^*} + \sigma_{sonst}} \qquad (9.01c)$$

Interior:		clave	generatriz sobre el diámetro horizontal del tubo	base	
Tensiones debidas a carga externa	σ_a	1,336	-1,805	1,340	N/mm²
Coeficiente de seguridad para carga externa, tensión por flexión:	$\gamma_{BZ,a}$	17,213	---	17,168	[-]
Coeficiente de seguridad por carga externa, compresión por flexión:	$\gamma_{BD,a}$	---	12,744	---	[-]
Tensiones debidas a presión interna	σ_i	5,535	5,535	5,535	N/mm²
Coeficiente de seguridad por presión interna	γ_i	4,156	4,156	4,156	[-]
Factor de reducción de acuerdo a Netzer/Pattis	n	0,865	0,813	0,865	[-]
Tensión por cálculo de superposición	$\sigma_r$es	5,942	3,031	5,943	N/mm²
Coeficiente de seguridad para cálculo de superposición, tensión por flexión:	$\gamma_{BZ,res}$	3,871	7,587	3,870	[-]
Coeficiente de seguridad para cálculos de superposición, compresión por flexión:	$\gamma_{BD,res}$	---	---	---	[-]
Tensión de tracción por flexión a ser considerada	$\sigma_{RBZ,res}$	23,00	23,00	23,00	N/mm²
Tensión de compresión por flexión a ser considerada	$\sigma_{RBD,res}$	23,00	23,00	23,00	N/mm²

Exterior:		clave	generatriz sobre el diámetro horizontal del tubo	base	
Tensiones debidas a carga externa	σ_a	-1,767	0,815	-1,771	N/mm²
Coeficiente de seguridad para carga externa, tensión por flexión:	$\gamma_{BZ,a}$	---	28,228	---	[-]
Coeficiente de seguridad por carga externa, compresión por flexión:	$\gamma_{BD,a}$	13,016	---	12,988	[-]
Tensiones debidas a presión interna	σ_i	5,535	5,535	5,535	N/mm²
Coeficiente de seguridad por presión interna	γ_i	4,156	4,156	4,156	[-]
Factor de reducción de acuerdo a Netzer/Pattis	n	0,816	0,915	0,816	[-]
Tensión por cálculo de superposición	$\sigma_r$es	3,075	5,811	3,071	N/mm²
Coeficiente de seguridad para cálculo de superposición, tensión por flexión:	$\gamma_{BZ,res}$	7,480	3,958	7,491	[-]
Coeficiente de seguridad para cálculos de superposición, compresión por flexión:	$\gamma_{BD,res}$	---	---	---	[-]
Tensión de tracción por flexión a ser considerada	$\sigma_{RBZ,res}$	23,00	23,00	23,00	N/mm²
Tensión de compresión por flexión a ser considerada	$\sigma_{RBD,res}$	23,00	23,00	23,00	N/mm²

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

1.2.10.3. Prueba de deformación (con nivel freático mínimo)

Modo de cálculo:		lineal	
Relación:		I/(A·rm²)	0,00133 [-]
Relación 'I/(A·rm²)·κq':		I/(A·rm²)·κ_Q	0,00133 [-]

		q_v	q_h	q_h^*	
Coeficiente de deflexión para momentos de deflexión	c_v	-0,0833	0,0833	0,0640	[-]
Coeficiente de deflexión por fuerzas normales	c^N_v	-0,6480	-0,6810	-0,2470	[-]
Coeficiente de deflexión por fuerzas laterales	c^Q_v	-0,3350	0,3350	0,2430	[-]

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

Coeficiente resultante de deformación	c'_v	-0,0854	0,0836	0,0646	[-]
Coeficiente resultante de deformación	c'_h	0,0841	-0,0854	-0,0674	[-]

$$\Delta d_v = \frac{2 \cdot r_m}{8S_0} \cdot (c_{v,qv} \cdot q_v + c_{v,qh} \cdot q_h + c_{v,qh^*} \cdot q_h^*) \quad (8.16a)$$

$$\Delta d_h = \frac{2 \cdot r_m}{8S_0} \cdot (c_{h,qv} \cdot q_v + c_{h,qh} \cdot q_h + c_{h,qh^*} \cdot q_h^*) \quad (8.16b)$$

Cambio del diámetro vertical:	Δd_v	1,20	mm
Cambio del diámetro horizontal:	Δd_h	1,05	mm

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

Deformación vertical relativa:	δ_v	0,71	%
Deflexión admisible:	zul δ_v	6,00	%

La deflexión determinada es menor que la deflexión permitida.

1.2.10.4. Prueba de deformación (con nivel freático máximo)

Modo de cálculo:	lineal		
Relación:	$I/(A \cdot rm^2)$	0,00133	[-]
Relación '$I/(A \cdot rm^2) \cdot \kappa q$':	$I/(A \cdot rm^2) \cdot \kappa_Q$	0,00133	[-]

		q_v	q_h	q_h^*	
Coeficiente de deflexión para momentos de deflexión	c_v	-0,0833	0,0833	0,0640	[-]
Coeficiente de deflexión por fuerzas normales	c^N_v	-0,6480	-0,6810	-0,2470	[-]
Coeficiente de deflexión por fuerzas laterales	c^Q_v	-0,3350	0,3350	0,2430	[-]

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

Coeficiente resultante de deformación	c'_v	-0,0854	0,0836	0,0646	[-]
Coeficiente resultante de deformación	c'_h	0,0841	-0,0854	-0,0674	[-]

$$\Delta d_v = \frac{2 \cdot r_m}{8S_0} \cdot (c_{v,qv} \cdot q_v + c_{v,qh} \cdot q_h + c_{v,qh^*} \cdot q_h^*) \quad (8.16a)$$

$$\Delta d_h = \frac{2 \cdot r_m}{8S_0} \cdot (c_{h,qv} \cdot q_v + c_{h,qh} \cdot q_h + c_{h,qh^*} \cdot q_h^*) \quad (8.16b)$$

Cambio del diámetro vertical:	Δd_v	1,17	mm
Cambio del diámetro horizontal:	Δd_h	1,02	mm

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

Deformación vertical relativa:	δ_v	0,69	%
Deflexión admisible:	zul δ_v	6,00	%

La deflexión determinada es menor que la deflexión permitida.

1.2.10.5. Prueba de estabilidad (lineal): (con nivel freático máximo)

Carga vertical total:	q_v	55,43	kN/m²
Factor de reducción de carga de colapso por cargas de suelo/tráfico:	κ_{v2}	0,86	[-]
Carga vertical total crítica:	krit q_v	1.528,9	kN/m²

$$\text{krit } q_v = 2 \cdot \kappa_{v2} \cdot (8S_0 \cdot S_{Bh})^{0,5} \quad (9.06a)$$

Coeficiente de seguridad (carga vertical total):	γ_{qv}	27,58	[-]

$$\gamma = \frac{krit\ q_v}{q_v} \quad (9.07)$$

Presión externa por el agua:	p_a	5,00	kN/m²

$$p_a = h_W \cdot \gamma_W \quad (9.10)$$

Vacío adicional en el tubo:	p_I-	0,00	kN/m²
Rigidez del sistema:	V_{RB}	0,0516	[-]
Valor de ingreso δv2 para determinar κa2:	δ_{v2}	1,69	%
Factor de reducción debido a la predeformación por la carga de ruptura a la presión externa del agua:	κ_{a2}	0,84	[-]
Factor de reducción debido a la predeformación local por la carga de ruptura a presión externa del agua:	κ_{a1}	1,00	[-]
Sustituir valor para rm/s:	k*	7,911	[-]
Coeficiente de pandeo:	α_D	5,947	[-]
Presión externa crítica del agua:	krit p_a	1.006,833	kN/m²

$$krit\ p_a = \kappa_a \cdot \alpha_D \cdot 8S_0 \quad (9.08)$$

$$\kappa_a = \kappa_{a2} \cdot \kappa_{a1} \quad (9.09)$$

Coeficiente de seguridad de estabilidad (presión externa del agua):	γ_{pa}	201,367	[-]

$$\gamma_{pa} = \frac{krit\ p_a}{p_a} \quad (9.11)$$

Coeficiente de seguridad de estabilidad:	γ	24,26	[-]
Coeficiente global de seguridad requerido, fallo por inestabilidad:	erf γ_{stab}	2,00	[-]

Los coeficientes de seguridad al pandeo determinados son suficientes.

1.2.11. Caso de carga a largo plazo

1.2.11.1. prueba de tensión (con nivel freático mínimo)

Coeficiente de superposición de tensiones:	Z	5,48	[-]
Relación de deflexión:	η	1,36	[-]
Presión interior resultante (pI - pW):	$p_{I,res}$	6,50	bar

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

Interior:		clave	generatriz sobre el diámetro horizontal del tubo	base	
Tensiones debidas a carga externa	σ_a	0,247	-0,668	0,272	N/mm²
Coeficiente de seguridad para carga externa, tensión por flexión:	$\gamma_{BZ,a}$	71,901	---	65,302	[-]
Coeficiente de seguridad por carga externa, compresión por flexión:	$\gamma_{BD,a}$	---	26,616	---	[-]
Tensiones debidas a presión interna	σ_i	4,817	4,817	4,817	N/mm²
Coeficiente de seguridad por presión interna	γ_i	3,633	3,633	3,633	[-]
Tensión de tracción por flexión a ser considerada	$\sigma_{RBZ,res}$	17,51	17,45	17,52	N/mm²
Tensión de compresión por flexión a ser considerada	$\sigma_{RBD,res}$	17,51	17,45	17,52	N/mm²

Exterior:		clave	generatriz sobre el diámetro horizontal del tubo	base	
Tensiones debidas a carga externa	σ_a	-0,803	-0,098	-0,816	N/mm²
Coeficiente de seguridad para carga externa, tensión por flexión:	$\gamma_{BZ,a}$	---	---	---	[-]
Coeficiente de seguridad por carga externa, compresión por flexión:	$\gamma_{BD,a}$	22,150	182,114	21,803	[-]
Tensiones debidas a presión interna	σ_i	4,817	4,817	4,817	N/mm²
Coeficiente de seguridad por presión interna	γ_i	3,633	3,633	3,633	[-]
Tensión de tracción por flexión a ser considerada	$\sigma_{RBZ,res}$	17,44	17,49	17,44	N/mm²
Tensión de compresión por flexión a ser considerada	$\sigma_{RBD,res}$	17,44	17,49	17,44	N/mm²

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

1.2.11.2. prueba de tensión (con nivel freático máximo)

Coeficiente de superposición de tensiones:	Z	5,48	[-]
Relación de deflexión:	η	1,36	[-]
Presión interior resultante (pI - pW):	$p_{I,res}$	6,47	bar

$$\sigma_{R,res} = \frac{\sigma_{qv,qh,qh^*} \cdot \bar{\sigma}_R + \sigma_{sonst} \cdot \sigma_{R,L}}{\sigma_{qv,qh,qh^*} + \sigma_{sonst}} \qquad (9.01c)$$

Interior:		clave	generatriz sobre el diámetro horizontal del tubo	base	
Tensiones debidas a carga externa	σ_a	0,191	-0,590	0,195	N/mm²
Coeficiente de seguridad para carga externa, tensión por flexión:	$\gamma_{BZ,a}$	93,170	---	91,488	[-]
Coeficiente de seguridad por carga externa, compresión por flexión:	$\gamma_{BD,a}$	---	30,173	---	[-]
Tensiones debidas a presión interna	σ_i	4,794	4,794	4,794	N/mm²
Coeficiente de seguridad por presión interna	γ_i	3,651	3,651	3,651	[-]
Tensión de tracción por flexión a ser considerada	$\sigma_{RBZ,res}$	17,51	17,46	17,51	N/mm²
Tensión de compresión por flexión a ser considerada	$\sigma_{RBD,res}$	17,51	17,46	17,51	N/mm²

Exterior:		clave	generatriz sobre el diámetro horizontal del tubo	base	
Tensiones debidas a carga externa	σ_a	-0,738	-0,150	-0,741	N/mm²
Coeficiente de seguridad para carga externa, tensión por flexión:	$\gamma_{BZ,a}$	---	---	---	[-]
Coeficiente de seguridad por carga externa, compresión por flexión:	$\gamma_{BD,a}$	24,131	118,989	24,009	[-]
Tensiones debidas a presión interna	σ_i	4,794	4,794	4,794	N/mm²
Coeficiente de seguridad por presión interna	γ_i	3,651	3,651	3,651	[-]

Tensión de tracción por flexión a ser considerada	$\sigma_{RBZ,res}$	17,45	17,49	17,45	N/mm²
Tensión de compresión por flexión a ser considerada	$\sigma_{RBD,res}$	17,45	17,49	17,45	N/mm²

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

1.2.11.3. Prueba de deformación (con nivel freático mínimo)

Modo de cálculo:	lineal		
Relación:	I/(A·rm²)	0,00133	[-]
Relación 'I/(A·rm²)·κq':	I/(A·rm²)·κ_Q	0,00133	[-]

		q_v	q_h	q_h^*	
Coeficiente de deflexión para momentos de deflexión	c_v	-0,0833	0,0833	0,0640	[-]
Coeficiente de deflexión por fuerzas normales	c^N_v	-0,6480	-0,6810	-0,2470	[-]
Coeficiente de deflexión por fuerzas laterales	c^Q_v	-0,3350	0,3350	0,2430	[-]

$$c' = c + \frac{I}{A \cdot r_m^2} \cdot [c^N + 2(1 + v) \cdot \kappa_Q \cdot c^Q] \qquad (6.20)$$

Coeficiente resultante de deformación	c'_v	-0,0854	0,0836	0,0646	[-]
Coeficiente resultante de deformación	c'_h	0,0841	-0,0854	-0,0674	[-]

$$\Delta d_v = \frac{2 \cdot r_m}{8S_0} \cdot (c_{v,qv} \cdot q_v + c_{v,qh} \cdot q_h + c_{v,qh^*} \cdot q_h^*) \qquad (8.16a)$$

$$\Delta d_h = \frac{2 \cdot r_m}{8S_0} \cdot (c_{h,qv} \cdot q_v + c_{h,qh} \cdot q_h + c_{h,qh^*} \cdot q_h^*) \qquad (8.16b)$$

Cambio del diámetro vertical:	Δd_v	1,73	mm
Cambio del diámetro horizontal:	Δd_h	1,04	mm

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

Deformación vertical relativa:	δ_v	1,02	%
Deflexión admisible:	zul δ_v	6,00	%

La deflexión determinada es menor que la deflexión permitida.

1.2.11.4. Prueba de deformación (con nivel freático máximo)

Modo de cálculo:	lineal		
Relación:	I/(A·rm²)	0,00133	[-]
Relación 'I/(A·rm²)·κq':	I/(A·rm²)·κ_Q	0,00133	[-]

		q_v	q_h	q_h^*	
Coeficiente de deflexión para momentos de deflexión	c_v	-0,0833	0,0833	0,0640	[-]
Coeficiente de deflexión por fuerzas normales	c^N_v	-0,6480	-0,6810	-0,2470	[-]
Coeficiente de deflexión por fuerzas laterales	c^Q_v	-0,3350	0,3350	0,2430	[-]

$$c' = c + \frac{I}{A \cdot r_m^2} \cdot [c^N + 2(1 + v) \cdot \kappa_Q \cdot c^Q] \qquad (6.20)$$

Coeficiente resultante de deformación	c'_v	-0,0854	0,0836	0,0646	[-]
Coeficiente resultante de deformación	c'_h	0,0841	-0,0854	-0,0674	[-]

$$\Delta d_v = \frac{2 \cdot r_m}{8S_0} \cdot (c_{v,qv} \cdot q_v + c_{v,qh} \cdot q_h + c_{v,qh^*} \cdot q_h^*) \qquad (8.16a)$$

$$\Delta d_h = \frac{2 \cdot r_m}{8S_0} \cdot (c_{h,qv} \cdot q_v + c_{h,qh} \cdot q_h + c_{h,qh^*} \cdot q_h^*) \qquad (8.16b)$$

Cambio del diámetro vertical:	Δd_v	1,69	mm
Cambio del diámetro horizontal:	Δd_h	1,02	mm

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

Deformación vertical relativa:	δ_v	1,00	%
Deflexión admisible:	zul δ_v	6,00	%

La deflexión determinada es menor que la deflexión permitida.

1.2.11.5. Prueba de estabilidad (lineal): (con nivel freático máximo)

Carga vertical total:	q_v	45,40	kN/m²
Factor de reducción de carga de colapso por cargas de suelo/tráfico:	κ_{v2}	0,87	[-]
Carga vertical total crítica:	krit q_v	710,9	kN/m²

$$\text{krit } q_v = 2 \cdot \kappa_{v2} \cdot (8S_0 \cdot S_{Bh})^{0,5} \qquad (9.06a)$$

Coeficiente de seguridad (carga vertical total):	γ_{qv}	15,66	[-]

$$\gamma = \frac{\text{krit } q_v}{q_v} \qquad (9.07)$$

Presión externa por el agua:	p_a	5,00	kN/m²

$$p_a = h_W \cdot \gamma_W \qquad (9.10)$$

Vacío adicional en el tubo:	p_{I-}	0,00	kN/m²
Rigidez del sistema:	V_{RB}	0,0109	[-]
Valor de ingreso δv2 para determinar κa2:	δ_{v2}	2,00	%
Factor de reducción debido a la predeformación por la carga de ruptura a la presión externa del agua:	κ_{a2}	0,88	[-]
Factor de reducción debido a la predeformación local por la carga de ruptura a presión externa del agua:	κ_{a1}	1,00	[-]
Sustituir valor para rm/s:	k*	7,911	[-]
Coeficiente de pandeo:	α_D	9,645	[-]
Presión externa crítica del agua:	krit p_a	284,625	kN/m²

$$\text{krit } p_a = \kappa_a \cdot \alpha_D \cdot 8S_0 \qquad (9.08)$$

$$\kappa_a = \kappa_{a2} \cdot \kappa_{a1} \qquad (9.09)$$

Coeficiente de seguridad de estabilidad (presión externa del agua):	γ_{pa}	56,925	[-]

$$\gamma_{pa} = \frac{\text{krit } p_a}{p_a} \qquad (9.11)$$

Coeficiente de seguridad de estabilidad:	γ	12,28	[-]
Coeficiente global de seguridad requerido, fallo por inestabilidad:	erf γ_{stab}	2,00	[-]

Los coeficientes de seguridad al pandeo determinados son suficientes.

Todas las pruebas necesarias son correctas.

INFORME COMPLETO

Estudio estático para Tuberías A 127

Proyecto:	SECTOR I CANAL DE SAN JOSE
Empresa / Entidad:	ITACYL
Autor:	Maria Sánchez Hernández
Informe n°:	PEAD_DN315_PN10_1,2m
Fecha:	04/01/2021

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

Contenido

1. Cálculo estático de acuerdo a la A 127: PEAD_315 **4**

1.1. Entrada de datos: 4

1.1.1. Opciones de seguridad 4

1.1.2. Suelo 4

1.1.3. Carga 4

1.1.4. Instalación 4

1.1.5. Tubo de la base de datos 4

1.2. Resultados: 5

1.2.1. resultados intermedios del tubo 5

1.2.1.1. propiedades del material 5
1.2.1.2. Factores de seguridad 5

1.2.2. Resultados intermedios para caso de carga con nivel freático mínimo 6

1.2.2.1. geometría del tubo 6
1.2.2.2. Teoría del silo 6
1.2.2.3. Carga 6
1.2.2.4. Módulo de deformación del suelo EB 6
1.2.2.5. Valores de rigidez del suelo 6
1.2.2.6. Ángulo de apoyo, proyección relativa efectiva y ángulo de fricción 7
1.2.2.7. Valores característicos del material del tubo y rigidez anular 7
1.2.2.8. relación de rigidez 7
1.2.2.9. Coeficientes 7
1.2.2.10. Factores de concentracion λR y λB 8
1.2.2.11. Distribución de presiones en la circunferencia del tubo 8

1.2.3. Resultados intermedios para caso de carga con nivel freático máximo 9

1.2.3.1. geometría del tubo 9
1.2.3.2. Teoría del silo 9
1.2.3.3. Carga 9
1.2.3.4. Módulo de deformación del suelo EB 9
1.2.3.5. Valores de rigidez del suelo 10
1.2.3.6. Ángulo de apoyo, proyección relativa efectiva y ángulo de fricción 10
1.2.3.7. Valores característicos del material del tubo y rigidez anular 10
1.2.3.8. relación de rigidez 11
1.2.3.9. Coeficientes 11
1.2.3.10. Factores de concentracion λR y λB 11
1.2.3.11. Distribución de presiones en la circunferencia del tubo 11

1.2.4. Sección fuerzas con nivel freático mínimo, clave 12

1.2.5. Sección fuerzas con nivel freático mínimo, generatriz sobre el diámetro horizontal del tubo 13

1.2.6. Sección fuerzas con nivel freático mínimo, base 13

1.2.7. Sección fuerzas con nivel freático máximo, clave 14

1.2.8. Sección fuerzas con nivel freático máximo, generatriz sobre el diámetro horizontal del tubo 14

1.2.9. Sección fuerzas con nivel freático máximo, base 15

1.2.10. Caso de carga a corto plazo 15

1.2.10.1. prueba de tensión (con nivel freático mínimo) 15
1.2.10.2. prueba de tensión (con nivel freático máximo) 16
1.2.10.3. Prueba de deformación (con nivel freático mínimo) 17
1.2.10.4. Prueba de deformación (con nivel freático máximo) 18
1.2.10.5. Prueba de estabilidad (lineal): (con nivel freático máximo) 18

1.2.11. Caso de carga a largo plazo 19

1.2.11.1. prueba de tensión (con nivel freático mínimo) 19

1.2.11.2. prueba de tensión (con nivel freático máximo) 20
1.2.11.3. Prueba de deformación (con nivel freático mínimo) 21
1.2.11.4. Prueba de deformación (con nivel freático máximo) 21
1.2.11.5. Prueba de estabilidad (lineal): (con nivel freático máximo) 22

1. Cálculo estático de acuerdo a la A 127: PEAD_315

Descripción del tramo:	PEAD_315
Tipo de cálculo:	Según tabla
Añadir dibujo para imprimir:	Si

1.1. Entrada de datos:

1.1.1. Opciones de seguridad

Clase de seguridad:	A (caso normal)
Deflexión admisible:	6% (habitual)
Tratamiento de la presión interna:	De acuerdo con la nota 39 de la ATV 127
Menores factores de seguridad para compresión por flexión:	no (ATV A 127)
La aplicación de la ATV A 127 no ha sido verificada para ver si la rigidez circunferencial mínima ha sido alcanzada:	No

1.1.2. Suelo

Tipo de relleno:	G3		
Cálculo E1:	Densidad Proctor		
Densidad Proctor E1:	$D_{Pr,E1}$	95,0	%
Tipo de relleno en la zona del tubo:	G1		
Cálculo E20:	Densidad Proctor		
Densidad Proctor E20:	$D_{Pr,E20}$	90,0	%
Tipo de suelo natural:	G3		
Cálculo E3:	Densidad Proctor		
Densidad Proctor E3:	$D_{Pr,E3}$	100,0	%
E4 = 10 · E1:	No		
Suelo bajo la zanja:	G3		
Cálculo E4:	Densidad Proctor		
Densidad Proctor E4:	$D_{Pr,E4}$	100,0	%

1.1.3. Carga

Altura de recubrimiento:	h	1,20	m
Densidad del suelo:	γ	20,0	kN/m³
Carga superficial adicional:	p_0	0,0	kN/m²
Nivel freático máximo sobre el lecho del tubo:	$h_{W,max}$	0,50	m
Nivel freático mínimo sobre el lecho del tubo:	$h_{W,min}$	0,00	m
Presión interna, corto plazo:	$P_{I,K}$	7,5	bar
Presión interna, largo plazo:	$P_{I,L}$	6,5	bar
Sección llena:	Si		
Densidad del fluido:	γ_F	10,0	kN/m³
Carga de tráfico:	HGV 12		

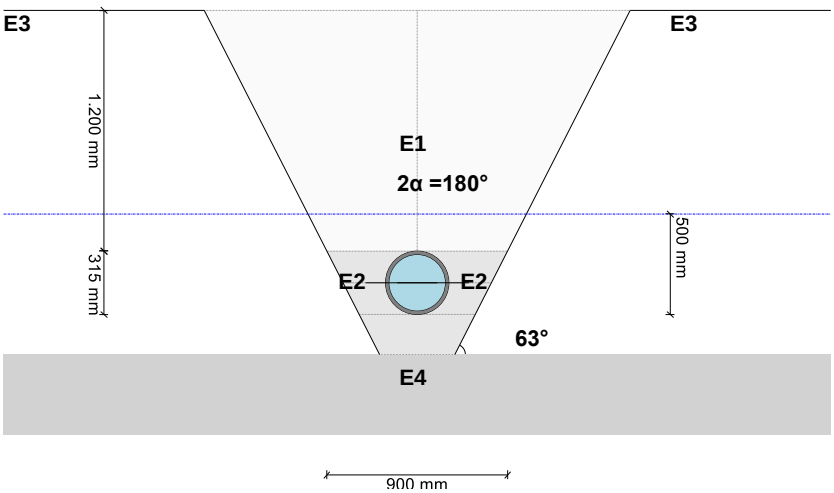
1.1.4. Instalación

Instalación:	Zanja		
Ancho de zanja:	b	0,90	m
Ángulo del talud:	β	63	°
Condiciones de relleno:	A1		
Condiciones de la instalación:	B1		
Tipo de apoyo:	suelto		
Ángulo de apoyo:	180º		
Proyección relativa:	a	1,00	[-]

1.1.5. Tubo de la base de datos

Material:	PE 100
Presión nominal:	PN = 10,0 bar (SDR = 17,0)
Diámetro nominal:	DN 315 (18,7 mm)

Carga de tráfico: HGV 12



1.2. Resultados:

1.2.1. resultados intermedios del tubo

Diámetro interior:	d_i	277,6	mm
Diámetro exterior:	d_a	315,0	mm
Radio del eje centroide de la pared del tubo:	r_m	148,2	mm
Wall thickness:	s	18,7	mm
Ratio radius to wall thickness:	r_m/s	7,922	[-]
Factor de corrección de la curvatura interior:	α_{ki}	1,042	[-]
Factor de corrección de la curvatura exterior:	α_{ka}	0,958	[-]
Predeformación local:	δ_{vl}	0,00	%
Predeformación (ovalización antes de aplicación de la carga):	δ_{vg}	1,00	%
Perfil de superfície axialmente afectado:	A_{ax}	18,7	mm²/mm
Superficie del perfil radial:	A_{rad}	18,7	mm²/mm
Distancia de inercia:	e	9,4	mm
Momento de inercia:	I	544,9	mm^4/mm
Momento resistente exterior:	W_a	58,3	mm³/mm
Momento resistente interior:	W_i	58,3	mm³/mm

1.2.1.1. propiedades del material

		corto plazo	largo plazo	
Gravedad específica	γ_R	9,4	9,4	kN/m³
Coeficiente de poisson	v	0,38	0,38	[-]
Valor característico del módulo de elasticidad en sentido circunferencial	E_R	1.200,0	200,0	N/mm²

1.2.1.2. Factores de seguridad

Coeficiente global de seguridad requerido, fallo por inestabilidad, tensión a tracción	erf γ_{RBZ}	2,50	2,50	[-]

Coeficiente global de seguridad requerido, fallo por inestabilidad, tensión a compresión	erf γ_{RBD}	2,50	2,50	[-]
Coeficiente global de seguridad requerido, fallo por inestabilidad	erf γ_{stab}	2,00	2,00	[-]

1.2.2. Resultados intermedios para caso de carga con nivel freático mínimo

1.2.2.1. geometría del tubo

Radio del eje centroide de la pared del tubo:	r_m	148,2	mm
Factor de corrección de la curvatura interior:	α_{ki}	1,042	[-]
Factor de corrección de la curvatura exterior:	α_{ka}	0,958	[-]

1.2.2.2. Teoría del silo

Coeficiente de carga del suelo κ para carga en zanja (Teoría del Silo): κ 0,877 [-]

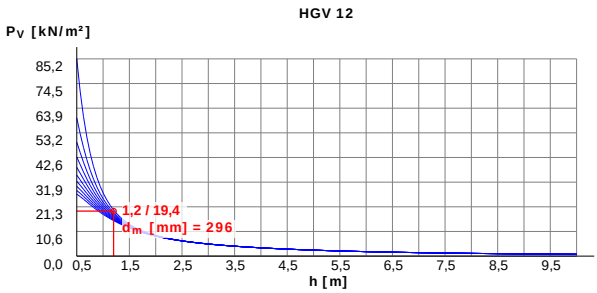
$$\kappa = \frac{1 - e^{-2 \cdot K_1 \cdot \tan\bar{\delta} \cdot \frac{h}{b}}}{2 \cdot K_1 \cdot \tan\bar{\delta} \cdot \frac{h}{b}} \qquad (5.04)$$

Coeficiente de carga del suelo κ0 para cargas superficiales (Teoría del Silo): κ_0 0,770 [-]

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

1.2.2.3. Carga

Nivel freático máximo sobre la cama del tubo:	$h_{W,Scheitel}$	0,00	m
Carga vertical debida al peso del relleno:	P_{Erd}	21,05	kN/m²
Carga vertical debida al peso del relleno y a la carga superficial:	P_E	21,05	kN/m²
Tensión debida a carga de tráfico:	P_V	19,44	kN/m²
Included impact factor:	ϕ	1,50	[-]



1.2.2.4. Módulo de deformación del suelo EB

Módulo elástico del relleno bajo carga:	$E_{1,\sigma}$	5,21	N/mm²
Módulo elástico de los riñones bajo carga:	$E_{20,\sigma}$	6,10	N/mm²
Factor de reducción por fluencia:	f_1	1,000	[-]
Factor de reducción E20 (nivel freático):	f_2	1,000	[-]
Factor de reducción E20 (zanja estrecha):	α_B	0,873	[-]
Módulo elástico del apoyo (reducido):	$E_{2,\sigma}$	5,33	N/mm²
Módulo elástico del suelo natural:	$E_{3,\sigma}$	13,33	N/mm²
Módulo elástico del suelo bajo el tubo:	$E_{4,\sigma}$	13,33	N/mm²

1.2.2.5. Valores de rigidez del suelo

Factor de corrección por rigidez del apoyo horizontal: ζ 1,323 [-]

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

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

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

Rigidez del apoyo horizontal:	S_{Bh}	4,231	N/mm²

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

Rigidez de apoyo vertical:	S_{Bv}	5,329	N/mm²

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

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

Ángulo de apoyo, proyección relativa efectiva y ángulo de fricción:	2α	180	°
Proyección incrementada debido a la pérdida de soporte del suelo:	a_S	1,00	[-]
Proyección relativa efectiva:	a'	0,977	[-]

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

Ángulo de fricción interna:	φ'	25,000	°
Ángulo de fricción de la pared:	δ	16,667	°

1.2.2.7. Valores característicos del material del tubo y rigidez anular

		corto plazo Todas las cargas	largo plazo Cargas del suelo cargas de tráfico	largo plazo otro Cargas	
Valor característico del módulo de elasticidad en sentido circunferencial	E_R	1.200,0	680,1	200,0	N/mm²
Valor característico de tracción por deflexión	σ_{RBZ}	23,0	20,1	17,5	N/mm²
Valor característico de la deflexión radial por esfuerzo de compresión	σ_{RBD}	23,0	20,1	17,5	N/mm²
Rigidez del tubo	S_R	201,104	113,969	33,517	kN/m²

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

1.2.2.8. relación de rigidez

Rigidez del sistema	V_{RB}	0,0475	0,0269	0,0079	[-]

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

Relación de rigidez	V_S	0,9893	0,7684	---	[-]

$$V_S = \frac{S_R}{|c_v^*| \cdot S_{Bv}}$$ (6.08a)

1.2.2.9. Coeficientes

Relación por presión de enterramiento (apoyo)	K_2	0,400	0,400	---	[-]
Coeficiente por presión de reacción del apoyo	K^*	0,732	0,891	---	[-]

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

Coeficiente por presión de reacción del apoyo	c_v^*	-0,038	-0,028	---	[-]

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

1.2.2.10. Factores de concentracion λR y λB

Factor de concentración máximo	max λ	1,364	1,364	---	[-]

$$\max\lambda = 1 + \frac{\frac{h}{d_a}}{\frac{3,5}{a'} + \frac{2,2}{\frac{E_4}{E_1} \cdot (a' - 0,25)} + \left[\frac{0,62}{a'} + \frac{1,6}{\frac{E_4}{E_1} \cdot (a' - 0,25)}\right] \cdot \frac{h}{d_a}} \quad (6.04)$$

Coeficiente por factor de concentración máximo	K'	0,934	0,903	---	[-]

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

Factor de concentración sobre el tubo, valor inicial	λ_R	1,035	0,975	---	[-]

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

Factor de concentración sobre el tubo, bajo el efecto de la zanja	λ_{RG}	1,022	0,985	---	[-]

$$\lambda_{RG} = \frac{\lambda_R - 1}{3} \cdot \frac{b}{d_a} + \frac{4 - \lambda_R}{3} \quad (6.21a)$$

Factor de concentración sobre el tubo, límite superior	λ_{fo}	3,820	3,820	---	[-]
Factor de concentración sobre el tubo, limite inferior	λ_{fu}	0,468	0,468	---	[-]
Factor de concentación sobre el tubo, valor final	λ_{RG}	1,022	0,985	---	[-]
Factor de concentración del suelo	λ_B	0,988	1,008	---	[-]

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

1.2.2.11. Distribución de presiones en la circunferencia del tubo

Relación:	I/(A·rm²)	0,00133	[-]
Relación 'I/(A·rm²)·κq':	I/(A·rm²)·κ_Q	0,00133	[-]

		q_v	q_h	q_h^*	
Coeficiente de deflexión para momentos de deflexión	c_v	-0,0833	0,0833	0,0640	[-]
Coeficiente de deflexión por fuerzas normales	c^N_v	-0,6480	-0,6810	-0,2470	[-]
Coeficiente de deflexión por fuerzas laterales	c^Q_v	-0,3350	0,3350	0,2430	[-]

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

Coeficiente resultante de deformación	c'_v	-0,0854	0,0836	0,0646	[-]
Coeficiente resultante de deformación	c'_h	0,0841	-0,0854	-0,0674	[-]

	corto plazo	largo plazo	largo plazo

		Todas las cargas	Cargas del suelo cargas de tráfico	otro Cargas	
Carga vertical total	q_v	40,94	40,17	---	kN/m²

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

Presion lateral	q_h	9,58	9,75	---	kN/m²

$$q_h = K_2 \cdot \left(\lambda_B \cdot p_E + \gamma_B \cdot \frac{d_a}{2} \right) \qquad (7.01)$$

Presión de reacción del apoyo (carga del suelo)	q^*_h	22,83	26,97	---	kN/m²

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

Presión de reacción del apoyo (sección llena)	q^*_{hw}	0,74	1,13	---	kN/m²

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

1.2.3. Resultados intermedios para caso de carga con nivel freático máximo

1.2.3.1. geometría del tubo

Radio del eje centroide de la pared del tubo:	r_m	148,2	mm
Factor de corrección de la curvatura interior:	α_{ki}	1,042	[-]
Factor de corrección de la curvatura exterior:	α_{ka}	0,958	[-]

1.2.3.2. Teoría del silo

Coeficiente de carga del suelo κ para carga en zanja (Teoría del Silo):	κ	0,877	[-]

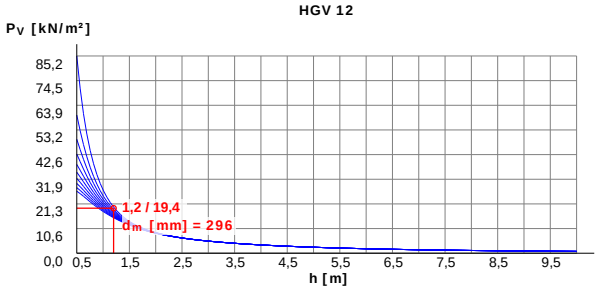
$$\kappa = \frac{1 - e^{-2 \cdot K_1 \cdot \tan\delta \cdot \frac{h}{b}}}{2 \cdot K_1 \cdot \tan\delta \cdot \frac{h}{b}} \qquad (5.04)$$

Coeficiente de carga del suelo κ0 para cargas superficiales (Teoría del Silo):	κ_0	0,770	[-]

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

1.2.3.3. Carga

Nivel freático máximo sobre la cama del tubo:	$h_{W,Scheitel}$	0,19	m
Densidad del relleno bajo agua:	γ'	10,00	kN/m³
Carga vertical debida al peso del relleno:	P_{Erd}	19,43	kN/m²
Carga vertical debida al peso del relleno y a la carga superficial:	P_E	19,43	kN/m²
Tensión debida a carga de tráfico:	P_V	19,44	kN/m²
Included impact factor:	ϕ	1,50	[-]



1.2.3.4. Módulo de deformación del suelo EB

Módulo elástico del relleno bajo carga:	$E_{1,\sigma}$	5,21	N/mm²
Módulo elástico de los riñones bajo carga:	$E_{20,\sigma}$	6,10	N/mm²
Factor de reducción por fluencia:	f_1	1,000	[-]
Factor de reducción E20 (nivel freático):	f_2	1,000	[-]
Factor de reducción E20 (zanja estrecha):	α_B	0,873	[-]
Módulo elástico del apoyo (reducido):	$E_{2,\sigma}$	5,33	N/mm²
Módulo elástico del suelo natural:	$E_{3,\sigma}$	13,33	N/mm²
Módulo elástico del suelo bajo el tubo:	$E_{4,\sigma}$	13,33	N/mm²

1.2.3.5. Valores de rigidez del suelo

Factor de corrección por rigidez del apoyo horizontal:	ζ	1,323	[-]

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

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

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

Rigidez del apoyo horizontal:	S_{Bh}	4,231	N/mm²

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

Rigidez de apoyo vertical:	S_{Bv}	5,329	N/mm²

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

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

Ángulo de apoyo, proyección relativa efectiva y ángulo de fricción:	2α	180	°
Proyección incrementada debido a la pérdida de soporte del suelo:	a_S	1,00	[-]
Proyección relativa efectiva:	a'	0,977	[-]

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

Ángulo de fricción interna:	φ'	25,000	°
Ángulo de fricción de la pared:	δ	16,667	°

1.2.3.7. Valores característicos del material del tubo y rigidez anular

		corto plazo Todas las cargas	largo plazo Cargas del suelo cargas de tráfico	largo plazo otro Cargas	
Valor característico del módulo de elasticidad en sentido circunferencial	E_R	1.200,0	700,1	200,0	N/mm²
Valor característico de tracción por deflexión	σ_{RBZ}	23,0	20,3	17,5	N/mm²
Valor característico de la deflexión radial por esfuerzo de compresión	σ_{RBD}	23,0	20,3	17,5	N/mm²
Rigidez del tubo	S_R	201,104	117,328	33,517	kN/m²

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

1.2.3.8. relación de rigidez

Rigidez del sistema	V_{RB}	0,0475	0,0277	0,0079	[-]

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

Relación de rigidez	V_S	0,9893	0,7776	---	[-]

$$V_S=\frac{S_R}{|c_v^*|\cdot S_{Bv}} \qquad (6.08a)$$

1.2.3.9. Coeficientes

Relación por presión de enterramiento (apoyo)	K_2	0,400	0,400	---	[-]
Coeficiente por presión de reacción del apoyo	K^*	0,732	0,884	---	[-]

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

Coeficiente por presión de reacción del apoyo	c_v^*	-0,038	-0,028	---	[-]

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

1.2.3.10. Factores de concentracion λR y λB

Factor de concentración máximo	max λ	1,364	1,364	---	[-]

$$\max\lambda=1+\frac{\frac{h}{d_a}}{\frac{3,5}{a'}+\frac{2,2}{\frac{E_4}{E_1}\cdot(a'-0,25)}+\left[\frac{0,62}{a'}+\frac{1,6}{\frac{E_4}{E_1}\cdot(a'-0,25)}\right]\cdot\frac{h}{d_a}} \qquad (6.04)$$

Coeficiente por factor de concentración máximo	K'	0,934	0,905	---	[-]

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

Factor de concentración sobre el tubo, valor inicial	λ_R	1,035	0,978	---	[-]

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

Factor de concentración sobre el tubo, bajo el efecto de la zanja	λ_{RG}	1,022	0,986	---	[-]

$$\lambda_{RG}=\frac{\lambda_R-1}{3}\cdot\frac{b}{d_a}+\frac{4-\lambda_R}{3} \qquad (6.21a)$$

Factor de concentración sobre el tubo, límite superior	λ_{fo}	3,820	3,820	---	[-]
Factor de concentración sobre el tubo, limite inferior	λ_{fu}	0,468	0,468	---	[-]
Factor de concentación sobre el tubo, valor final	λ_{RG}	1,022	0,986	---	[-]
Factor de concentración del suelo	λ_B	0,988	1,007	---	[-]

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

1.2.3.11. Distribución de presiones en la circunferencia del tubo

Relación:	l/(A·rm²)	0,00133	[-]

Relación 'I/(A·rm²)·κq':			I/(A·rm²)·κ_Q	0,00133	[-]

		q_v	q_h	q_h^*	
Coeficiente de deflexión para momentos de deflexión	c_v	-0,0833	0,0833	0,0640	[-]
Coeficiente de deflexión por fuerzas normales	c^N_v	-0,6480	-0,6810	-0,2470	[-]
Coeficiente de deflexión por fuerzas laterales	c^Q_v	-0,3350	0,3350	0,2430	[-]

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

Coeficiente resultante de deformación	c'_v	-0,0854	0,0836	0,0646	[-]
Coeficiente resultante de deformación	c'_h	0,0841	-0,0854	-0,0674	[-]

		corto plazo Todas las cargas	largo plazo Cargas del suelo cargas de tráfico	largo plazo otro Cargas	
Carga vertical total	q_v	39,29	38,60	---	kN/m²

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

Presion lateral	q_h	8,31	8,46	---	kN/m²

$$q_h = K_2 \cdot \left(\lambda_B \cdot p_E + \gamma_B \cdot \frac{d_a}{2} \right) \quad (7.01)$$

Presión de reacción del apoyo (carga del suelo)	q^*_h	22,57	26,53	---	kN/m²

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

Presión de reacción del apoyo (sección llena)	q^*_{hw}	0,74	1,13	---	kN/m²

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

1.2.4. Sección fuerzas con nivel freático mínimo, clave

		corto plazo	largo plazo	
Momento debido a cargas verticales totales	M_{qv}	0,225	0,220	kNm/m
Momento debido a la presión lateral	M_{qh}	-0,053	-0,054	kNm/m
Momento debido a la reacción de la presión del apoyo horizontal	M^*_{qh}	-0,091	-0,107	kNm/m
Momento debido a la reacción de la presión del apoyo (sección llena)	M^*_{qw}	-0,003	-0,005	kNm/m
Momento debido a las cargas muertas	M_g	0,001	0,001	kNm/m
Momento debido a la sección llena	M_w	0,006	0,006	kNm/m
Momento debido a la presión del agua	M_{pw}	0,022	0,019	kNm/m
Momento debido al nivel freático a la altura de la clave	M_{pa1}	0,000	0,000	kNm/m

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

Momentos totales	ΣM	0,107	0,081	kNm/m

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

Momentos totales sin presión interna/externa	ΣM_{sonst}	0,085	0,062	kNm/m

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

Momentos totales debidos a la sección llena y a la presión	$\Sigma M'$	0,083	0,061	kNm/m
Fuerza normal debida a las cargas verticales totales	N_{qv}	0,000	0,000	kN/m
Fuerza normal debida a la presión lateral	N_{qh}	-1,420	-1,445	kN/m
Fuerza normal debida a la reacción de la presión del lecho	N^*_{qh}	-1,952	-2,306	kN/m

Fuerza normal debida a la reacción de la presión del lecho (relleno del agua)	N^*_{qw}	-0,064	-0,097	kN/m
Fuerza normal debida al peso muerto	N_g	0,004	0,004	kN/m
Fuerza normal debida al relleno de agua	N_w	0,128	0,128	kN/m
Fuerza normal debida al nivel freático hasta la clave	N_{pa1}	0,000	0,000	kN/m
Fuerzas totales normales	ΣN	100,797	86,505	kN/m
Total sin presión interna/externa	ΣN_{sonst}	-3,303	-3,715	kN/m
Total sin sección llena y sin presión	$\Sigma N'$	-3,367	-3,746	kN/m

1.2.5. Sección fuerzas con nivel freático mínimo, generatriz sobre el diámetro horizontal del tubo

		corto plazo	largo plazo	
Momento debido a cargas verticales totales	M_{qv}	-0,225	-0,220	kNm/m
Momento debido a la presión lateral	M_{qh}	0,053	0,054	kNm/m
Momento debido a la reacción de la presión del apoyo horizontal	M^*_{qh}	0,104	0,123	kNm/m
Momento debido a la reacción de la presión del apoyo (sección llena)	M^*_{qw}	0,003	0,005	kNm/m
Momento debido a las cargas muertas	M_g	-0,002	-0,002	kNm/m
Momento debido a la sección llena	M_w	-0,006	-0,006	kNm/m
Momento debido a la presión del agua	M_{pw}	0,022	0,019	kNm/m
Momento debido al nivel freático a la altura de la clave	M_{pa1}	0,000	0,000	kNm/m

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

Momentos totales	ΣM	-0,051	-0,028	kNm/m

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

Momentos totales sin presión interna/externa	ΣM_{sonst}	-0,072	-0,046	kNm/m

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

Momentos totales debidos a la sección llena y a la presión	$\Sigma M'$	-0,069	-0,045	kNm/m
Fuerza normal debida a las cargas verticales totales	N_{qv}	-6,066	-5,951	kN/m
Fuerza normal debida a la presión lateral	N_{qh}	0,000	0,000	kN/m
Fuerza normal debida a la reacción de la presión del lecho	N^*_{qh}	0,000	0,000	kN/m
Fuerza normal debida a la reacción de la presión del lecho (relleno del agua)	N^*_{qw}	0,000	0,000	kN/m
Fuerza normal debida al peso muerto	N_g	-0,041	-0,041	kN/m
Fuerza normal debida al relleno de agua	N_w	0,047	0,047	kN/m
Fuerza normal debida al nivel freático hasta la clave	N_{pa1}	0,000	0,000	kN/m
Fuerzas totales normales	ΣN	98,040	84,276	kN/m
Total sin presión interna/externa	ΣN_{sonst}	-6,060	-5,944	kN/m
Total sin sección llena y sin presión	$\Sigma N'$	-6,107	-5,991	kN/m

1.2.6. Sección fuerzas con nivel freático mínimo, base

		corto plazo	largo plazo	
Momento debido a cargas verticales totales	M_{qv}	0,225	0,220	kNm/m
Momento debido a la presión lateral	M_{qh}	-0,053	-0,054	kNm/m
Momento debido a la reacción de la presión del apoyo horizontal	M^*_{qh}	-0,091	-0,107	kNm/m
Momento debido a la reacción de la presión del apoyo (sección llena)	M^*_{qw}	-0,003	-0,005	kNm/m
Momento debido a las cargas muertas	M_g	0,002	0,002	kNm/m
Momento debido a la sección llena	M_w	0,007	0,007	kNm/m
Momento debido a la presión del agua	M_{pw}	0,022	0,019	kNm/m
Momento debido al nivel freático a la altura de la clave	M_{pa1}	0,000	0,000	kNm/m

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

Momentos totales	ΣM	0,109	0,083	kNm/m

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

Momentos totales sin presión interna/externa	ΣM_{sonst}	0,087	0,064	kNm/m
$\Sigma M' = M_{qv} + M_{qh} + M^*_{qh} + M_g$				
Momentos totales debidos a la sección llena y a la presión	$\Sigma M'$	0,083	0,061	kNm/m
Fuerza normal debida a las cargas verticales totales	N_{qv}	0,000	0,000	kN/m
Fuerza normal debida a la presión lateral	N_{qh}	-1,420	-1,445	kN/m
Fuerza normal debida a la reacción de la presión del lecho	N^*_{qh}	-1,952	-2,306	kN/m
Fuerza normal debida a la reacción de la presión del lecho (relleno del agua)	N^*_{qw}	-0,064	-0,097	kN/m
Fuerza normal debida al peso muerto	N_g	-0,004	-0,004	kN/m
Fuerza normal debida al relleno de agua	N_w	0,311	0,311	kN/m
Fuerza normal debida al nivel freático hasta la clave	N_{pa1}	0,000	0,000	kN/m
Fuerzas totales normales	ΣN	100,972	86,680	kN/m
Total sin presión interna/externa	ΣN_{sonst}	-3,128	-3,540	kN/m
Total sin sección llena y sin presión	$\Sigma N'$	-3,376	-3,755	kN/m

1.2.7. Sección fuerzas con nivel freático máximo, clave

		corto plazo	largo plazo	
Momento debido a cargas verticales totales	M_{qv}	0,216	0,212	kNm/m
Momento debido a la presión lateral	M_{qh}	-0,046	-0,046	kNm/m
Momento debido a la reacción de la presión del apoyo horizontal	M^*_{qh}	-0,090	-0,105	kNm/m
Momento debido a la reacción de la presión del apoyo (sección llena)	M^*_{qw}	-0,003	-0,005	kNm/m
Momento debido a las cargas muertas	M_g	0,001	0,001	kNm/m
Momento debido a la sección llena	M_w	0,006	0,006	kNm/m
Momento debido a la presión del agua	M_{pw}	0,022	0,019	kNm/m
Momento debido al nivel freático a la altura de la clave	M_{pa1}	-0,006	-0,006	kNm/m
$\Sigma M = M_{qv} + M_{qh} + M^*_{qh} + M^*_{qw} + M_g + M_w + M_{pw}$				
Momentos totales	ΣM	0,106	0,081	kNm/m
$\Sigma M_{sonst} = M_{qv} + M_{qh} + M^*_{qh} + M^*_{qw} + M_g + M_w + M_{pa1}$				
Momentos totales sin presión interna/externa	ΣM_{sonst}	0,079	0,057	kNm/m
$\Sigma M' = M_{qv} + M_{qh} + M^*_{qh} + M_g$				
Momentos totales debidos a la sección llena y a la presión	$\Sigma M'$	0,082	0,061	kNm/m
Fuerza normal debida a las cargas verticales totales	N_{qv}	0,000	0,000	kN/m
Fuerza normal debida a la presión lateral	N_{qh}	-1,231	-1,253	kN/m
Fuerza normal debida a la reacción de la presión del lecho	N^*_{qh}	-1,929	-2,268	kN/m
Fuerza normal debida a la reacción de la presión del lecho (relleno del agua)	N^*_{qw}	-0,064	-0,097	kN/m
Fuerza normal debida al peso muerto	N_g	0,004	0,004	kN/m
Fuerza normal debida al relleno de agua	N_w	0,128	0,128	kN/m
Fuerza normal debida al nivel freático hasta la clave	N_{pa1}	-0,128	-0,128	kN/m
Fuerzas totales normales	ΣN	100,221	85,947	kN/m
Total sin presión interna/externa	ΣN_{sonst}	-3,219	-3,613	kN/m
Total sin sección llena y sin presión	$\Sigma N'$	-3,156	-3,516	kN/m

1.2.8. Sección fuerzas con nivel freático máximo, generatriz sobre el diámetro horizontal del tubo

		corto plazo	largo plazo	
Momento debido a cargas verticales totales	M_{qv}	-0,216	-0,212	kNm/m
Momento debido a la presión lateral	M_{qh}	0,046	0,046	kNm/m
Momento debido a la reacción de la presión del apoyo horizontal	M^*_{qh}	0,103	0,121	kNm/m
Momento debido a la reacción de la presión del apoyo (sección llena)	M^*_{qw}	0,003	0,005	kNm/m
Momento debido a las cargas muertas	M_g	-0,002	-0,002	kNm/m
Momento debido a la sección llena	M_w	-0,006	-0,006	kNm/m
Momento debido a la presión del agua	M_{pw}	0,022	0,019	kNm/m
Momento debido al nivel freático a la altura de la clave	M_{pa1}	0,006	0,006	kNm/m

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

Momentos totales	ΣM	-0,050	-0,028	kNm/m

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

Momentos totales sin presión interna/externa	ΣM_{sonst}	-0,065	-0,041	kNm/m

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

Momentos totales debidos a la sección llena y a la presión	$\Sigma M'$	-0,068	-0,046	kNm/m
Fuerza normal debida a las cargas verticales totales	N_{qv}	-5,820	-5,719	kN/m
Fuerza normal debida a la presión lateral	N_{qh}	0,000	0,000	kN/m
Fuerza normal debida a la reacción de la presión del lecho	N^*_{qh}	0,000	0,000	kN/m
Fuerza normal debida a la reacción de la presión del lecho (relleno del agua)	N^*_{qw}	0,000	0,000	kN/m
Fuerza normal debida al peso muerto	N_g	-0,041	-0,041	kN/m
Fuerza normal debida al relleno de agua	N_w	0,047	0,047	kN/m
Fuerza normal debida al nivel freático hasta la clave	N_{pa1}	-0,047	-0,047	kN/m
Fuerzas totales normales	ΣN	97,498	83,720	kN/m
Total sin presión interna/externa	ΣN_{sonst}	-5,861	-5,760	kN/m
Total sin sección llena y sin presión	$\Sigma N'$	-5,861	-5,760	kN/m

1.2.9. Sección fuerzas con nivel freático máximo, base

		corto plazo	largo plazo	
Momento debido a cargas verticales totales	M_{qv}	0,216	0,212	kNm/m
Momento debido a la presión lateral	M_{qh}	-0,046	-0,046	kNm/m
Momento debido a la reacción de la presión del apoyo horizontal	M^*_{qh}	-0,090	-0,105	kNm/m
Momento debido a la reacción de la presión del apoyo (sección llena)	M^*_{qw}	-0,003	-0,005	kNm/m
Momento debido a las cargas muertas	M_g	0,002	0,002	kNm/m
Momento debido a la sección llena	M_w	0,007	0,007	kNm/m
Momento debido a la presión del agua	M_{pw}	0,022	0,019	kNm/m
Momento debido al nivel freático a la altura de la clave	M_{pa1}	-0,007	-0,007	kNm/m

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

Momentos totales	ΣM	0,108	0,083	kNm/m

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

Momentos totales sin presión interna/externa	ΣM_{sonst}	0,079	0,057	kNm/m

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

Momentos totales debidos a la sección llena y a la presión	$\Sigma M'$	0,082	0,062	kNm/m
Fuerza normal debida a las cargas verticales totales	N_{qv}	0,000	0,000	kN/m
Fuerza normal debida a la presión lateral	N_{qh}	-1,231	-1,253	kN/m
Fuerza normal debida a la reacción de la presión del lecho	N^*_{qh}	-1,929	-2,268	kN/m
Fuerza normal debida a la reacción de la presión del lecho (relleno del agua)	N^*_{qw}	-0,064	-0,097	kN/m
Fuerza normal debida al peso muerto	N_g	-0,004	-0,004	kN/m
Fuerza normal debida al relleno de agua	N_w	0,311	0,311	kN/m
Fuerza normal debida al nivel freático hasta la clave	N_{pa1}	-0,311	-0,311	kN/m
Fuerzas totales normales	ΣN	100,395	86,122	kN/m
Total sin presión interna/externa	ΣN_{sonst}	-3,228	-3,622	kN/m
Total sin sección llena y sin presión	$\Sigma N'$	-3,165	-3,525	kN/m

1.2.10. Caso de carga a corto plazo

1.2.10.1. prueba de tensión (con nivel freático mínimo)

Coeficiente de superposición de tensiones:	Z	1,20	[-]

Relación de deflexión:	η	0,61	[-]
Presión interior resultante (pI - pW):	$p_{I,res}$	7,50	bar

$$\sigma_{R,res} = \frac{\sigma_{qv,qh,qh^*} \cdot \bar{\sigma}_R + \sigma_{sonst} \cdot \sigma_{R,L}}{\sigma_{qv,qh,qh^*} + \sigma_{sonst}} \qquad (9.01c)$$

Interior:		clave	generatriz sobre el diámetro horizontal del tubo	base	
Tensiones debidas a carga externa	σ_a	1,349	-1,618	1,393	N/mm²
Coeficiente de seguridad para carga externa, tensión por flexión:	$\gamma_{BZ,a}$	17,045	---	16,508	[-]
Coeficiente de seguridad por carga externa, compresión por flexión:	$\gamma_{BD,a}$	---	14,219	---	[-]
Tensiones debidas a presión interna	σ_i	5,567	5,567	5,567	N/mm²
Coeficiente de seguridad por presión interna	γ_i	4,132	4,132	4,132	[-]
Factor de reducción de acuerdo a Netzer/Pattis	n	0,861	0,829	0,858	[-]
Tensión por cálculo de superposición	$\sigma_r$es	5,957	3,272	5,974	N/mm²
Coeficiente de seguridad para cálculo de superposición, tensión por flexión:	$\gamma_{BZ,res}$	3,861	7,029	3,850	[-]
Coeficiente de seguridad para cálculos de superposición, compresión por flexión:	$\gamma_{BD,res}$	---	---	---	[-]
Tensión de tracción por flexión a ser considerada	$\sigma_{RBZ,res}$	23,00	23,00	23,00	N/mm²
Tensión de compresión por flexión a ser considerada	$\sigma_{RBD,res}$	23,00	23,00	23,00	N/mm²

Exterior:		clave	generatriz sobre el diámetro horizontal del tubo	base	
Tensiones debidas a carga externa	σ_a	-1,579	0,865	-1,602	N/mm²
Coeficiente de seguridad para carga externa, tensión por flexión:	$\gamma_{BZ,a}$	---	26,590	---	[-]
Coeficiente de seguridad por carga externa, compresión por flexión:	$\gamma_{BD,a}$	14,562	---	14,359	[-]
Tensiones debidas a presión interna	σ_i	5,567	5,567	5,567	N/mm²
Coeficiente de seguridad por presión interna	γ_i	4,132	4,132	4,132	[-]
Factor de reducción de acuerdo a Netzer/Pattis	n	0,833	0,908	0,830	[-]
Tensión por cálculo de superposición	$\sigma_r$es	3,321	5,843	3,292	N/mm²
Coeficiente de seguridad para cálculo de superposición, tensión por flexión:	$\gamma_{BZ,res}$	6,925	3,936	6,986	[-]
Coeficiente de seguridad para cálculos de superposición, compresión por flexión:	$\gamma_{BD,res}$	---	---	---	[-]
Tensión de tracción por flexión a ser considerada	$\sigma_{RBZ,res}$	23,00	23,00	23,00	N/mm²
Tensión de compresión por flexión a ser considerada	$\sigma_{RBD,res}$	23,00	23,00	23,00	N/mm²

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

1.2.10.2. prueba de tensión (con nivel freático máximo)

Coeficiente de superposición de tensiones:	Z	1,20	[-]
Relación de deflexión:	η	0,61	[-]
Presión interior resultante (pI - pW):	$p_{I,res}$	7,48	bar

$$\sigma_{R,res} = \frac{\sigma_{qv,qh,qh^*} \cdot \bar{\sigma}_R + \sigma_{sonst} \cdot \sigma_{R,L}}{\sigma_{qv,qh,qh^*} + \sigma_{sonst}} \qquad (9.01c)$$

Interior:		clave	generatriz sobre el diámetro horizontal del tubo	base	
Tensiones debidas a carga externa	σ_a	1,235	-1,477	1,241	N/mm²
Coeficiente de seguridad para carga externa, tensión por flexión:	$\gamma_{BZ,a}$	18,624	---	18,532	[-]
Coeficiente de seguridad por carga externa, compresión por flexión:	$\gamma_{BD,a}$	---	15,573	---	[-]
Tensiones debidas a presión interna	σ_i	5,553	5,553	5,553	N/mm²
Coeficiente de seguridad por presión interna	γ_i	4,142	4,142	4,142	[-]
Factor de reducción de acuerdo a Netzer/Pattis	n	0,870	0,846	0,869	[-]
Tensión por cálculo de superposición	$\sigma_r$es	5,903	3,447	5,905	N/mm²
Coeficiente de seguridad para cálculo de superposición, tensión por flexión:	$\gamma_{BZ,res}$	3,897	6,672	3,895	[-]
Coeficiente de seguridad para cálculos de superposición, compresión por flexión:	$\gamma_{BD,res}$	---	---	---	[-]
Tensión de tracción por flexión a ser considerada	$\sigma_{RBZ,res}$	23,00	23,00	23,00	N/mm²
Tensión de compresión por flexión a ser considerada	$\sigma_{RBD,res}$	23,00	23,00	23,00	N/mm²

Exterior:		clave	generatriz sobre el diámetro horizontal del tubo	base	
Tensiones debidas a carga externa	σ_a	-1,466	0,756	-1,472	N/mm²
Coeficiente de seguridad para carga externa, tensión por flexión:	$\gamma_{BZ,a}$	---	30,420	---	[-]
Coeficiente de seguridad por carga externa, compresión por flexión:	$\gamma_{BD,a}$	15,693	---	15,623	[-]
Tensiones debidas a presión interna	σ_i	5,553	5,553	5,553	N/mm²
Coeficiente de seguridad por presión interna	γ_i	4,142	4,142	4,142	[-]
Factor de reducción de acuerdo a Netzer/Pattis	n	0,847	0,920	0,846	[-]
Tensión por cálculo de superposición	$\sigma_r$es	3,463	5,807	3,454	N/mm²
Coeficiente de seguridad para cálculo de superposición, tensión por flexión:	$\gamma_{BZ,res}$	6,642	3,961	6,660	[-]
Coeficiente de seguridad para cálculos de superposición, compresión por flexión:	$\gamma_{BD,res}$	---	---	---	[-]
Tensión de tracción por flexión a ser considerada	$\sigma_{RBZ,res}$	23,00	23,00	23,00	N/mm²
Tensión de compresión por flexión a ser considerada	$\sigma_{RBD,res}$	23,00	23,00	23,00	N/mm²

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

1.2.10.3. Prueba de deformación (con nivel freático mínimo)

Modo de cálculo:		lineal	
Relación:		I/(A·rm²)	0,00133 [-]
Relación 'I/(A·rm²)·κq':		I/(A·rm²)·κ_Q	0,00133 [-]

		q_v	q_h	q_h^*	
Coeficiente de deflexión para momentos de deflexión	c_v	-0,0833	0,0833	0,0640	[-]
Coeficiente de deflexión por fuerzas normales	c^N_v	-0,6480	-0,6810	-0,2470	[-]
Coeficiente de deflexión por fuerzas laterales	c^Q_v	-0,3350	0,3350	0,2430	[-]

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

Coeficiente resultante de deformación	c'_v	-0,0854	0,0836	0,0646	[-]
Coeficiente resultante de deformación	c'_h	0,0841	-0,0854	-0,0674	[-]

$$\Delta d_v = \frac{2 \cdot r_m}{8S_0} \cdot (c_{v,qv} \cdot q_v + c_{v,qh} \cdot q_h + c_{v,qh^*} \cdot q_h^*) \quad (8.16a)$$

$$\Delta d_h = \frac{2 \cdot r_m}{8S_0} \cdot (c_{h,qv} \cdot q_v + c_{h,qh} \cdot q_h + c_{h,qh^*} \cdot q_h^*) \quad (8.16b)$$

Cambio del diámetro vertical:	Δd_v	1,80	mm
Cambio del diámetro horizontal:	Δd_h	1,60	mm

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

Deformación vertical relativa:	δ_v	0,61	%
Deflexión admisible:	zul δ_v	6,00	%

La deflexión determinada es menor que la deflexión permitida.

1.2.10.4. Prueba de deformación (con nivel freático máximo)

Modo de cálculo:	lineal		
Relación:	$I/(A \cdot rm^2)$	0,00133	[-]
Relación '$I/(A \cdot rm^2) \cdot \kappa q$':	$I/(A \cdot rm^2) \cdot \kappa_Q$	0,00133	[-]

		q_v	q_h	q_h^*	
Coeficiente de deflexión para momentos de deflexión	c_v	-0,0833	0,0833	0,0640	[-]
Coeficiente de deflexión por fuerzas normales	c^N_v	-0,6480	-0,6810	-0,2470	[-]
Coeficiente de deflexión por fuerzas laterales	c^Q_v	-0,3350	0,3350	0,2430	[-]

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

Coeficiente resultante de deformación	c'_v	-0,0854	0,0836	0,0646	[-]
Coeficiente resultante de deformación	c'_h	0,0841	-0,0854	-0,0674	[-]

$$\Delta d_v = \frac{2 \cdot r_m}{8S_0} \cdot (c_{v,qv} \cdot q_v + c_{v,qh} \cdot q_h + c_{v,qh^*} \cdot q_h^*) \quad (8.16a)$$

$$\Delta d_h = \frac{2 \cdot r_m}{8S_0} \cdot (c_{h,qv} \cdot q_v + c_{h,qh} \cdot q_h + c_{h,qh^*} \cdot q_h^*) \quad (8.16b)$$

Cambio del diámetro vertical:	Δd_v	1,77	mm
Cambio del diámetro horizontal:	Δd_h	1,58	mm

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

Deformación vertical relativa:	δ_v	0,60	%
Deflexión admisible:	zul δ_v	6,00	%

La deflexión determinada es menor que la deflexión permitida.

1.2.10.5. Prueba de estabilidad (lineal): (con nivel freático máximo)

Carga vertical total:	q_v	39,29	kN/m²
Factor de reducción de carga de colapso por cargas de suelo/tráfico:	κ_{v2}	0,86	[-]
Carga vertical total crítica:	krit q_v	1.586,6	kN/m²

$$\text{krit } q_v = 2 \cdot \kappa_{v2} \cdot (8S_0 \cdot S_{Bh})^{0,5} \quad (9.06a)$$

Coeficiente de seguridad (carga vertical total):	γ_{qv}	40,39	[-]

$$\gamma = \frac{krit\ q_v}{q_v} \quad (9.07)$$

Presión externa por el agua:	p_a	5,00	kN/m²

$$p_a = h_W \cdot \gamma_W \quad (9.10)$$

Vacío adicional en el tubo:	p_I-	0,00	kN/m²
Rigidez del sistema:	V_{RB}	0,0475	[-]
Valor de ingreso δv2 para determinar κa2:	δ_{v2}	1,60	%
Factor de reducción debido a la predeformación por la carga de ruptura a la presión externa del agua:	κ_{a2}	0,84	[-]
Factor de reducción debido a la predeformación local por la carga de ruptura a presión externa del agua:	κ_{a1}	1,00	[-]
Sustituir valor para rm/s:	k*	7,922	[-]
Coeficiente de pandeo:	α_D	6,121	[-]
Presión externa crítica del agua:	krit p_a	1.038,621	kN/m²

$$krit\ p_a = \kappa_a \cdot \alpha_D \cdot 8S_0 \quad (9.08)$$

$$\kappa_a = \kappa_{a2} \cdot \kappa_{a1} \quad (9.09)$$

Coeficiente de seguridad de estabilidad (presión externa del agua):	γ_{pa}	207,724	[-]

$$\gamma_{pa} = \frac{krit\ p_a}{p_a} \quad (9.11)$$

Coeficiente de seguridad de estabilidad:	γ	33,81	[-]
Coeficiente global de seguridad requerido, fallo por inestabilidad:	erf γ_{stab}	2,00	[-]

Los coeficientes de seguridad al pandeo determinados son suficientes.

1.2.11. Caso de carga a largo plazo

1.2.11.1. prueba de tensión (con nivel freático mínimo)

Coeficiente de superposición de tensiones:	Z	5,49	[-]
Relación de deflexión:	η	0,78	[-]
Presión interior resultante (pI - pW):	$p_{I,res}$	6,50	bar

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

Interior:		clave	generatriz sobre el diámetro horizontal del tubo	base	
Tensiones debidas a carga externa	σ_a	0,913	-1,149	0,957	N/mm²
Coeficiente de seguridad para carga externa, tensión por flexión:	$\gamma_{BZ,a}$	22,066	---	21,054	[-]
Coeficiente de seguridad por carga externa, compresión por flexión:	$\gamma_{BD,a}$	---	17,533	---	[-]
Tensiones debidas a presión interna	σ_i	4,825	4,825	4,825	N/mm²
Coeficiente de seguridad por presión interna	γ_i	3,627	3,627	3,627	[-]
Tensión de tracción por flexión a ser considerada	$\sigma_{RBZ,res}$	17,92	16,67	17,94	N/mm²
Tensión de compresión por flexión a ser considerada	$\sigma_{RBD,res}$	17,92	16,67	17,94	N/mm²

Exterior:		clave	generatriz sobre el diámetro horizontal del tubo	base	
Tensiones debidas a carga externa	σ_a	-1,220	0,446	-1,243	N/mm²
Coeficiente de seguridad para carga externa, tensión por flexión:	$\gamma_{BZ,a}$	---	45,170	---	[-]
Coeficiente de seguridad por carga externa, compresión por flexión:	$\gamma_{BD,a}$	16,505	---	16,207	[-]
Tensiones debidas a presión interna	σ_i	4,825	4,825	4,825	N/mm²
Coeficiente de seguridad por presión interna	γ_i	3,627	3,627	3,627	[-]
Tensión de tracción por flexión a ser considerada	$\sigma_{RBZ,res}$	16,61	17,72	16,58	N/mm²
Tensión de compresión por flexión a ser considerada	$\sigma_{RBD,res}$	16,61	17,72	16,58	N/mm²

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

1.2.11.2. prueba de tensión (con nivel freático máximo)

Coeficiente de superposición de tensiones:	Z	5,49	[-]
Relación de deflexión:	η	0,77	[-]
Presión interior resultante (pI - pW):	$p_{I,res}$	6,48	bar

$$\sigma_{R,res} = \frac{\sigma_{qv,qh,qh^*} \cdot \bar{\sigma}_R + \sigma_{sonst} \cdot \sigma_{R,L}}{\sigma_{qv,qh,qh^*} + \sigma_{sonst}} \qquad (9.01c)$$

Interior:		clave	generatriz sobre el diámetro horizontal del tubo	base	
Tensiones debidas a carga externa	σ_a	0,823	-1,035	0,829	N/mm²
Coeficiente de seguridad para carga externa, tensión por flexión:	$\gamma_{BZ,a}$	24,596	---	24,414	[-]
Coeficiente de seguridad por carga externa, compresión por flexión:	$\gamma_{BD,a}$	---	19,570	---	[-]
Tensiones debidas a presión interna	σ_i	4,811	4,811	4,811	N/mm²
Coeficiente de seguridad por presión interna	γ_i	3,638	3,638	3,638	[-]
Tensión de tracción por flexión a ser considerada	$\sigma_{RBZ,res}$	17,90	16,75	17,90	N/mm²
Tensión de compresión por flexión a ser considerada	$\sigma_{RBD,res}$	17,90	16,75	17,90	N/mm²

Exterior:		clave	generatriz sobre el diámetro horizontal del tubo	base	
Tensiones debidas a carga externa	σ_a	-1,128	0,360	-1,134	N/mm²
Coeficiente de seguridad para carga externa, tensión por flexión:	$\gamma_{BZ,a}$	---	56,243	---	[-]
Coeficiente de seguridad por carga externa, compresión por flexión:	$\gamma_{BD,a}$	17,958	---	17,854	[-]
Tensiones debidas a presión interna	σ_i	4,811	4,811	4,811	N/mm²
Coeficiente de seguridad por presión interna	γ_i	3,638	3,638	3,638	[-]

Tensión de tracción por flexión a ser considerada	$\sigma_{RBZ,res}$	16,66	17,69	16,65	N/mm²
Tensión de compresión por flexión a ser considerada	$\sigma_{RBD,res}$	16,66	17,69	16,65	N/mm²

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

1.2.11.3. Prueba de deformación (con nivel freático mínimo)

Modo de cálculo:	lineal		
Relación:	I/(A·rm²)	0,00133	[-]
Relación 'I/(A·rm²)·κq':	I/(A·rm²)·κ_Q	0,00133	[-]

		q_v	q_h	q_h^*	
Coeficiente de deflexión para momentos de deflexión	c_v	-0,0833	0,0833	0,0640	[-]
Coeficiente de deflexión por fuerzas normales	c^N_v	-0,6480	-0,6810	-0,2470	[-]
Coeficiente de deflexión por fuerzas laterales	c^Q_v	-0,3350	0,3350	0,2430	[-]

$$c' = c + \frac{I}{A \cdot r_m^2} \cdot [c^N + 2(1+v) \cdot \kappa_Q \cdot c^Q] \qquad (6.20)$$

Coeficiente resultante de deformación	c'_v	-0,0854	0,0836	0,0646	[-]
Coeficiente resultante de deformación	c'_h	0,0841	-0,0854	-0,0674	[-]

$$\Delta d_v = \frac{2 \cdot r_m}{8S_0} \cdot (c_{v,qv} \cdot q_v + c_{v,qh} \cdot q_h + c_{v,qh^*} \cdot q_h^*) \qquad (8.16a)$$

$$\Delta d_h = \frac{2 \cdot r_m}{8S_0} \cdot (c_{h,qv} \cdot q_v + c_{h,qh} \cdot q_h + c_{h,qh^*} \cdot q_h^*) \qquad (8.16b)$$

Cambio del diámetro vertical:	Δd_v	2,27	mm
Cambio del diámetro horizontal:	Δd_h	1,89	mm

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

Deformación vertical relativa:	δ_v	0,77	%
Deflexión admisible:	zul δ_v	6,00	%

La deflexión determinada es menor que la deflexión permitida.

1.2.11.4. Prueba de deformación (con nivel freático máximo)

Modo de cálculo:	lineal		
Relación:	I/(A·rm²)	0,00133	[-]
Relación 'I/(A·rm²)·κq':	I/(A·rm²)·κ_Q	0,00133	[-]

		q_v	q_h	q_h^*	
Coeficiente de deflexión para momentos de deflexión	c_v	-0,0833	0,0833	0,0640	[-]
Coeficiente de deflexión por fuerzas normales	c^N_v	-0,6480	-0,6810	-0,2470	[-]
Coeficiente de deflexión por fuerzas laterales	c^Q_v	-0,3350	0,3350	0,2430	[-]

$$c' = c + \frac{I}{A \cdot r_m^2} \cdot [c^N + 2(1+v) \cdot \kappa_Q \cdot c^Q] \qquad (6.20)$$

Coeficiente resultante de deformación	c'_v	-0,0854	0,0836	0,0646	[-]
Coeficiente resultante de deformación	c'_h	0,0841	-0,0854	-0,0674	[-]

$$\Delta d_v = \frac{2 \cdot r_m}{8S_0} \cdot (c_{v,qv} \cdot q_v + c_{v,qh} \cdot q_h + c_{v,qh^*} \cdot q_h^*) \qquad (8.16a)$$

$$\Delta d_h = \frac{2 \cdot r_m}{8S_0} \cdot (c_{h,qv} \cdot q_v + c_{h,qh} \cdot q_h + c_{h,qh^*} \cdot q_h^*) \qquad (8.16b)$$

Cambio del diámetro vertical:	Δd_v	2,21	mm
Cambio del diámetro horizontal:	Δd_h	1,86	mm

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

Deformación vertical relativa:	δ_v	0,75	%
Deflexión admisible:	zul δ_v	6,00	%

La deflexión determinada es menor que la deflexión permitida.

1.2.11.5. Prueba de estabilidad (lineal): (con nivel freático máximo)

Carga vertical total:	q_v	38,60	kN/m²
Factor de reducción de carga de colapso por cargas de suelo/tráfico:	κ_{v2}	0,86	[-]
Carga vertical total crítica:	krit q_v	1.212,9	kN/m²

$$\text{krit } q_v = 2 \cdot \kappa_{v2} \cdot (8S_0 \cdot S_{Bh})^{0,5} \qquad (9.06a)$$

Coeficiente de seguridad (carga vertical total):	γ_{qv}	31,42	[-]

$$\gamma = \frac{\text{krit } q_v}{q_v} \qquad (9.07)$$

Presión externa por el agua:	p_a	5,00	kN/m²

$$p_a = h_W \cdot \gamma_W \qquad (9.10)$$

Vacío adicional en el tubo:	p_I-	0,00	kN/m²
Rigidez del sistema:	V_{RB}	0,0277	[-]
Valor de ingreso δv2 para determinar κa2:	δ_{v2}	1,75	%
Factor de reducción debido a la predeformación por la carga de ruptura a la presión externa del agua:	κ_{a2}	0,89	[-]
Factor de reducción debido a la predeformación local por la carga de ruptura a presión externa del agua:	κ_{a1}	1,00	[-]
Sustituir valor para rm/s:	k*	7,922	[-]
Coeficiente de pandeo:	α_D	9,823	[-]
Presión externa crítica del agua:	krit p_a	293,846	kN/m²

$$\text{krit } p_a = \kappa_a \cdot \alpha_D \cdot 8S_0 \qquad (9.08)$$

$$\kappa_a = \kappa_{a2} \cdot \kappa_{a1} \qquad (9.09)$$

Coeficiente de seguridad de estabilidad (presión externa del agua):	γ_{pa}	58,769	[-]

$$\gamma_{pa} = \frac{\text{krit } p_a}{p_a} \qquad (9.11)$$

Coeficiente de seguridad de estabilidad:	γ	20,47	[-]
Coeficiente global de seguridad requerido, fallo por inestabilidad:	erf γ_{stab}	2,00	[-]

Los coeficientes de seguridad al pandeo determinados son suficientes.

Todas las pruebas necesarias son correctas.

INFORME COMPLETO

Estudio estático para Tuberías A 127

Proyecto:	SECTOR I CANAL DE SAN JOSE
Empresa / Entidad:	ITACYL
Autor:	Maria Sánchez Hernández
Informe n°:	PEAD_DN315_PN10_4,5m
Fecha:	04/01/2021

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

Contenido

1. Cálculo estático de acuerdo a la A 127: PEAD_315_4,5m **4**

1.1. Entrada de datos: 4

1.1.1. Opciones de seguridad 4

1.1.2. Suelo 4

1.1.3. Carga 4

1.1.4. Instalación 4

1.1.5. Tubo de la base de datos 4

1.2. Resultados: 5

1.2.1. resultados intermedios del tubo 5

1.2.1.1. propiedades del material 5
1.2.1.2. Factores de seguridad 5

1.2.2. Resultados intermedios para caso de carga con nivel freático mínimo 6

1.2.2.1. geometría del tubo 6
1.2.2.2. Teoría del silo 6
1.2.2.3. Carga 6
1.2.2.4. Módulo de deformación del suelo EB 6
1.2.2.5. Valores de rigidez del suelo 6
1.2.2.6. Ángulo de apoyo, proyección relativa efectiva y ángulo de fricción 7
1.2.2.7. Valores característicos del material del tubo y rigidez anular 7
1.2.2.8. relación de rigidez 7
1.2.2.9. Coeficientes 7
1.2.2.10. Factores de concentracion λR y λB 8
1.2.2.11. Distribución de presiones en la circunferencia del tubo 8

1.2.3. Resultados intermedios para caso de carga con nivel freático máximo 9

1.2.3.1. geometría del tubo 9
1.2.3.2. Teoría del silo 9
1.2.3.3. Carga 9
1.2.3.4. Módulo de deformación del suelo EB 9
1.2.3.5. Valores de rigidez del suelo 10
1.2.3.6. Ángulo de apoyo, proyección relativa efectiva y ángulo de fricción 10
1.2.3.7. Valores característicos del material del tubo y rigidez anular 10
1.2.3.8. relación de rigidez 11
1.2.3.9. Coeficientes 11
1.2.3.10. Factores de concentracion λR y λB 11
1.2.3.11. Distribución de presiones en la circunferencia del tubo 11

1.2.4. Sección fuerzas con nivel freático mínimo, clave 12

1.2.5. Sección fuerzas con nivel freático mínimo, generatriz sobre el diámetro horizontal del tubo 13

1.2.6. Sección fuerzas con nivel freático mínimo, base 13

1.2.7. Sección fuerzas con nivel freático máximo, clave 14

1.2.8. Sección fuerzas con nivel freático máximo, generatriz sobre el diámetro horizontal del tubo 14

1.2.9. Sección fuerzas con nivel freático máximo, base 15

1.2.10. Caso de carga a corto plazo 15

1.2.10.1. prueba de tensión (con nivel freático mínimo) 15
1.2.10.2. prueba de tensión (con nivel freático máximo) 16
1.2.10.3. Prueba de deformación (con nivel freático mínimo) 17
1.2.10.4. Prueba de deformación (con nivel freático máximo) 18
1.2.10.5. Prueba de estabilidad (lineal): (con nivel freático máximo) 18

1.2.11. Caso de carga a largo plazo 19

1.2.11.1. prueba de tensión (con nivel freático mínimo) 19

1.2.11.2. prueba de tensión (con nivel freático máximo) 20
1.2.11.3. Prueba de deformación (con nivel freático mínimo) 21
1.2.11.4. Prueba de deformación (con nivel freático máximo) 21
1.2.11.5. Prueba de estabilidad (lineal): (con nivel freático máximo) 22

1. Cálculo estático de acuerdo a la A 127: PEAD_315_4,5m

Descripción del tramo:	PEAD_315_4,5m
Tipo de cálculo:	Según tabla
Añadir dibujo para imprimir:	Si

1.1. Entrada de datos:

1.1.1. Opciones de seguridad

Clase de seguridad:	A (caso normal)
Deflexión admisible:	6% (habitual)
Tratamiento de la presión interna:	De acuerdo con la nota 39 de la ATV 127
Menores factores de seguridad para compresión por flexión:	no (ATV A 127)
La aplicación de la ATV A 127 no ha sido verificada para ver si la rigidez circunferencial mínima ha sido alcanzada:	No

1.1.2. Suelo

Tipo de relleno:	G3		
Cálculo E1:	Densidad Proctor		
Densidad Proctor E1:	$D_{Pr,E1}$	95,0	%
Tipo de relleno en la zona del tubo:	G1		
Cálculo E20:	Densidad Proctor		
Densidad Proctor E20:	$D_{Pr,E20}$	90,0	%
Tipo de suelo natural:	G3		
Cálculo E3:	Densidad Proctor		
Densidad Proctor E3:	$D_{Pr,E3}$	100,0	%
E4 = 10 · E1:	No		
Suelo bajo la zanja:	G3		
Cálculo E4:	Densidad Proctor		
Densidad Proctor E4:	$D_{Pr,E4}$	100,0	%

1.1.3. Carga

Altura de recubrimiento:	h	4,50	m
Densidad del suelo:	γ	20,0	kN/m³
Carga superficial adicional:	p_0	0,0	kN/m²
Nivel freático máximo sobre el lecho del tubo:	$h_{W,max}$	0,50	m
Nivel freático mínimo sobre el lecho del tubo:	$h_{W,min}$	0,00	m
Presión interna, corto plazo:	$P_{I,K}$	7,5	bar
Presión interna, largo plazo:	$P_{I,L}$	6,5	bar
Sección llena:	Si		
Densidad del fluido:	γ_F	10,0	kN/m³
Carga de tráfico:	HGV 12		

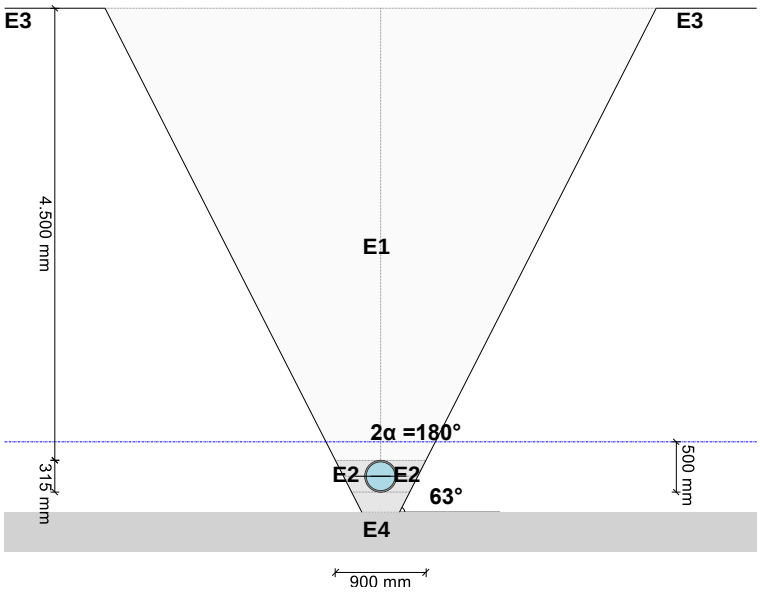
1.1.4. Instalación

Instalación:	Zanja		
Ancho de zanja:	b	0,90	m
Ángulo del talud:	β	63	°
Condiciones de relleno:	A1		
Condiciones de la instalación:	B1		
Tipo de apoyo:	suelto		
Ángulo de apoyo:	180º		
Proyección relativa:	a	1,00	[-]

1.1.5. Tubo de la base de datos

Material:	PE 100
Presión nominal:	PN = 10,0 bar (SDR = 17,0)
Diámetro nominal:	DN 315 (18,7 mm)

Carga de tráfico: HGV 12



1.2. Resultados:

1.2.1. resultados intermedios del tubo

Diámetro interior:	d_i	277,6	mm
Diámetro exterior:	d_a	315,0	mm
Radio del eje centroide de la pared del tubo:	r_m	148,2	mm
Wall thickness:	s	18,7	mm
Ratio radius to wall thickness:	r_m/s	7,922	[-]
Factor de corrección de la curvatura interior:	α_{ki}	1,042	[-]
Factor de corrección de la curvatura exterior:	α_{ka}	0,958	[-]
Predeformación local:	δ_{vl}	0,00	%
Predeformación (ovalización antes de aplicación de la carga):	δ_{vg}	1,00	%
Perfil de superfície axialmente afectado:	A_{ax}	18,7	mm²/mm
Superficie del perfil radial:	A_{rad}	18,7	mm²/mm
Distancia de inercia:	e	9,4	mm
Momento de inercia:	I	544,9	mm^4/mm
Momento resistente exterior:	W_a	58,3	mm³/mm
Momento resistente interior:	W_i	58,3	mm³/mm

1.2.1.1. propiedades del material

		corto plazo	largo plazo	
Gravedad específica	γ_R	9,4	9,4	kN/m³
Coeficiente de poisson	v	0,38	0,38	[-]
Valor característico del módulo de elasticidad en sentido circunferencial	E_R	1.200,0	200,0	N/mm²

1.2.1.2. Factores de seguridad

Coeficiente global de seguridad requerido, fallo por inestabilidad, tensión a tracción	erf γ_{RBZ}	2,50	2,50	[-]

Coeficiente global de seguridad requerido, fallo por inestabilidad, tensión a compresión	erf γ_{RBD}	2,50	2,50	[-]
Coeficiente global de seguridad requerido, fallo por inestabilidad	erf γ_{stab}	2,00	2,00	[-]

1.2.2. Resultados intermedios para caso de carga con nivel freático mínimo

1.2.2.1. geometría del tubo

Radio del eje centroide de la pared del tubo:	r_m	148,2	mm
Factor de corrección de la curvatura interior:	α_{ki}	1,042	[-]
Factor de corrección de la curvatura exterior:	α_{ka}	0,958	[-]

1.2.2.2. Teoría del silo

Coeficiente de carga del suelo κ para carga en zanja (Teoría del Silo): κ 0,663 [-]

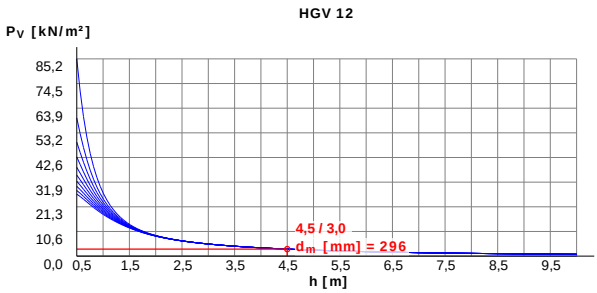
$$\kappa = \frac{1 - e^{-2 \cdot K_1 \cdot \tan\bar{\delta} \cdot \frac{h}{b}}}{2 \cdot K_1 \cdot \tan\bar{\delta} \cdot \frac{h}{b}} \qquad (5.04)$$

Coeficiente de carga del suelo κ0 para cargas superficiales (Teoría del Silo): κ_0 0,457 [-]

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

1.2.2.3. Carga

Nivel freático máximo sobre la cama del tubo:	$h_{W,Scheitel}$	0,00	m
Carga vertical debida al peso del relleno:	P_{Erd}	59,67	kN/m²
Carga vertical debida al peso del relleno y a la carga superficial:	P_E	59,67	kN/m²
Tensión debida a carga de tráfico:	P_V	3,03	kN/m²
Included impact factor:	ϕ	1,50	[-]



1.2.2.4. Módulo de deformación del suelo EB

Módulo elástico del relleno bajo carga:	$E_{1,\sigma}$	5,21	N/mm²
Módulo elástico de los riñones bajo carga:	$E_{20,\sigma}$	6,10	N/mm²
Factor de reducción por fluencia:	f_1	1,000	[-]
Factor de reducción E20 (nivel freático):	f_2	1,000	[-]
Factor de reducción E20 (zanja estrecha):	α_B	0,873	[-]
Módulo elástico del apoyo (reducido):	$E_{2,\sigma}$	5,33	N/mm²
Módulo elástico del suelo natural:	$E_{3,\sigma}$	13,33	N/mm²
Módulo elástico del suelo bajo el tubo:	$E_{4,\sigma}$	13,33	N/mm²

1.2.2.5. Valores de rigidez del suelo

Factor de corrección por rigidez del apoyo horizontal: ζ 1,323 [-]

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

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

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

Rigidez del apoyo horizontal:	S_{Bh}	4,231	N/mm²

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

Rigidez de apoyo vertical:	S_{Bv}	5,329	N/mm²

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

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

Ángulo de apoyo, proyección relativa efectiva y ángulo de fricción:	2α	180	°
Proyección incrementada debido a la pérdida de soporte del suelo:	a_S	1,00	[-]
Proyección relativa efectiva:	a'	0,977	[-]

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

Ángulo de fricción interna:	φ'	25,000	°
Ángulo de fricción de la pared:	δ	16,667	°

1.2.2.7. Valores característicos del material del tubo y rigidez anular

		corto plazo Todas las cargas	largo plazo Cargas del suelo cargas de tráfico	largo plazo otro Cargas	
Valor característico del módulo de elasticidad en sentido circunferencial	E_R	1.200,0	248,3	200,0	N/mm²
Valor característico de tracción por deflexión	σ_{RBZ}	23,0	17,8	17,5	N/mm²
Valor característico de la deflexión radial por esfuerzo de compresión	σ_{RBD}	23,0	17,8	17,5	N/mm²
Rigidez del tubo	S_R	201,104	41,604	33,517	kN/m²

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

1.2.2.8. relación de rigidez

Rigidez del sistema	V_{RB}	0,0475	0,0098	0,0079	[-]

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

Relación de rigidez	V_S	0,9893	0,5175	---	[-]

$$V_S = \frac{S_R}{|c_v^*| \cdot S_{Bv}}$$ (6.08a)

1.2.2.9. Coeficientes

Relación por presión de enterramiento (apoyo)	K_2	0,400	0,400	---	[-]
Coeficiente por presión de reacción del apoyo	K*	0,732	1,089	---	[-]

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

Coeficiente por presión de reacción del apoyo	c_v^*	-0,038	-0,015	---	[-]

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

1.2.2.10. Factores de concentracion λR y λB

Factor de concentración máximo	max λ	1,547	1,547	---	[-]

$$\max \lambda = 1 + \frac{\frac{h}{d_a}}{\frac{3,5}{a'} + \frac{2,2}{\frac{E_4}{E_1} \cdot (a' - 0,25)} + \left[\frac{0,62}{a'} + \frac{1,6}{\frac{E_4}{E_1} \cdot (a' - 0,25)}\right] \cdot \frac{h}{d_a}} \quad (6.04)$$

Coeficiente por factor de concentración máximo	K'	0,934	0,808	---	[-]

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

Factor de concentración sobre el tubo, valor inicial	λ_R	1,044	0,839	---	[-]

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

Factor de concentración sobre el tubo, bajo el efecto de la zanja	λ_{RG}	1,028	0,900	---	[-]

$$\lambda_{RG} = \frac{\lambda_R - 1}{3} \cdot \frac{b}{d_a} + \frac{4 - \lambda_R}{3} \quad (6.21a)$$

Factor de concentración sobre el tubo, límite superior	λ_{fo}	3,325	3,325	---	[-]
Factor de concentración sobre el tubo, limite inferior	λ_{fu}	0,150	0,150	---	[-]
Factor de concentación sobre el tubo, valor final	λ_{RG}	1,028	0,900	---	[-]
Factor de concentración del suelo	λ_B	0,985	1,054	---	[-]

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

1.2.2.11. Distribución de presiones en la circunferencia del tubo

Relación:	$I/(A \cdot r_m^2)$	0,00133	[-]
Relación 'I/(A·rm²)·κq':	$I/(A \cdot r_m^2) \cdot \kappa_Q$	0,00133	[-]

		q_v	q_h	q_h^*	
Coeficiente de deflexión para momentos de deflexión	c_v	-0,0833	0,0833	0,0640	[-]
Coeficiente de deflexión por fuerzas normales	c^N_v	-0,6480	-0,6810	-0,2470	[-]
Coeficiente de deflexión por fuerzas laterales	c^Q_v	-0,3350	0,3350	0,2430	[-]

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

Coeficiente resultante de deformación	c'_v	-0,0854	0,0836	0,0646	[-]
Coeficiente resultante de deformación	c'_h	0,0841	-0,0854	-0,0674	[-]

	corto plazo	largo plazo	largo plazo

		Todas las cargas	Cargas del suelo cargas de tráfico	otro Cargas	
Carga vertical total	q_v	64,33	56,74	---	kN/m²

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

Presion lateral	q_h	24,77	26,41	---	kN/m²

$$q_h = K_2 \cdot \left(\lambda_B \cdot p_E + \gamma_B \cdot \frac{d_a}{2} \right) \qquad (7.01)$$

Presión de reacción del apoyo (carga del suelo)	q^*_h	28,65	32,57	---	kN/m²

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

Presión de reacción del apoyo (sección llena)	q^*_{hw}	0,74	1,13	---	kN/m²

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

1.2.3. Resultados intermedios para caso de carga con nivel freático máximo

1.2.3.1. geometría del tubo

Radio del eje centroide de la pared del tubo:	r_m	148,2	mm
Factor de corrección de la curvatura interior:	α_{ki}	1,042	[-]
Factor de corrección de la curvatura exterior:	α_{ka}	0,958	[-]

1.2.3.2. Teoría del silo

Coeficiente de carga del suelo κ para carga en zanja (Teoría del Silo):	κ	0,663	[-]

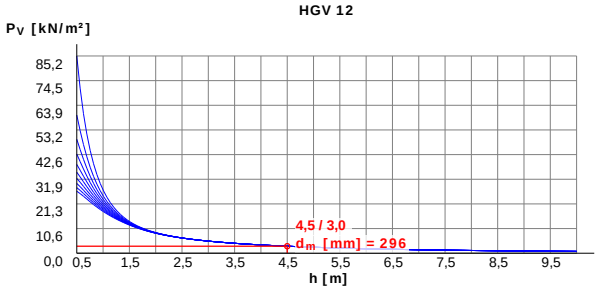
$$\kappa = \frac{1 - e^{-2 \cdot K_1 \cdot \tan\delta \cdot \frac{h}{b}}}{2 \cdot K_1 \cdot \tan\delta \cdot \frac{h}{b}} \qquad (5.04)$$

Coeficiente de carga del suelo κ0 para cargas superficiales (Teoría del Silo):	κ_0	0,457	[-]

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

1.2.3.3. Carga

Nivel freático máximo sobre la cama del tubo:	$h_{W,Scheitel}$	0,19	m
Densidad del relleno bajo agua:	γ'	10,00	kN/m³
Carga vertical debida al peso del relleno:	P_{Erd}	58,44	kN/m²
Carga vertical debida al peso del relleno y a la carga superficial:	P_E	58,44	kN/m²
Tensión debida a carga de tráfico:	P_V	3,03	kN/m²
Included impact factor:	ϕ	1,50	[-]



1.2.3.4. Módulo de deformación del suelo EB

Módulo elástico del relleno bajo carga:	$E_{1,\sigma}$	5,21	N/mm²
Módulo elástico de los riñones bajo carga:	$E_{20,\sigma}$	6,10	N/mm²
Factor de reducción por fluencia:	f_1	1,000	[-]
Factor de reducción E20 (nivel freático):	f_2	1,000	[-]
Factor de reducción E20 (zanja estrecha):	α_B	0,873	[-]
Módulo elástico del apoyo (reducido):	$E_{2,\sigma}$	5,33	N/mm²
Módulo elástico del suelo natural:	$E_{3,\sigma}$	13,33	N/mm²
Módulo elástico del suelo bajo el tubo:	$E_{4,\sigma}$	13,33	N/mm²

1.2.3.5. Valores de rigidez del suelo

Factor de corrección por rigidez del apoyo horizontal:	ζ	1,323	[-]

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

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

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

Rigidez del apoyo horizontal:	S_{Bh}	4,231	N/mm²

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

Rigidez de apoyo vertical:	S_{Bv}	5,329	N/mm²

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

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

Ángulo de apoyo, proyección relativa efectiva y ángulo de fricción:	2α	180	°
Proyección incrementada debido a la pérdida de soporte del suelo:	a_S	1,00	[-]
Proyección relativa efectiva:	a'	0,977	[-]

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

Ángulo de fricción interna:	φ'	25,000	°
Ángulo de fricción de la pared:	δ	16,667	°

1.2.3.7. Valores característicos del material del tubo y rigidez anular

		corto plazo Todas las cargas	largo plazo Cargas del suelo cargas de tráfico	largo plazo otro Cargas	
Valor característico del módulo de elasticidad en sentido circunferencial	E_R	1.200,0	249,2	200,0	N/mm²
Valor característico de tracción por deflexión	σ_{RBZ}	23,0	17,8	17,5	N/mm²
Valor característico de la deflexión radial por esfuerzo de compresión	σ_{RBD}	23,0	17,8	17,5	N/mm²
Rigidez del tubo	S_R	201,104	41,765	33,517	kN/m²

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

1.2.3.8. relación de rigidez

Rigidez del sistema	V_{RB}	0,0475	0,0099	0,0079	[-]	

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

Relación de rigidez	V_S	0,9893	0,5183	---	[-]	

$$V_S=\frac{S_R}{|c_v^*|\cdot S_{Bv}} \qquad (6.08a)$$

1.2.3.9. Coeficientes

Relación por presión de enterramiento (apoyo)	K_2	0,400	0,400	---	[-]
Coeficiente por presión de reacción del apoyo	K^*	0,732	1,088	---	[-]

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

Coeficiente por presión de reacción del apoyo	c_v^*	-0,038	-0,015	---	[-]

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

1.2.3.10. Factores de concentracion λR y λB

Factor de concentración máximo	max λ	1,547	1,547	---	[-]

$$\max\lambda=1+\frac{\frac{h}{d_a}}{\frac{3,5}{a'}+\frac{2,2}{\frac{E_4}{E_1}\cdot(a'-0,25)}+\left[\frac{0,62}{a'}+\frac{1,6}{\frac{E_4}{E_1}\cdot(a'-0,25)}\right]\cdot\frac{h}{d_a}} \qquad (6.04)$$

Coeficiente por factor de concentración máximo	K'	0,934	0,808	---	[-]

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

Factor de concentración sobre el tubo, valor inicial	λ_R	1,044	0,839	---	[-]

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

Factor de concentración sobre el tubo, bajo el efecto de la zanja	λ_{RG}	1,028	0,901	---	[-]

$$\lambda_{RG}=\frac{\lambda_R-1}{3}\cdot\frac{b}{d_a}+\frac{4-\lambda_R}{3} \qquad (6.21a)$$

Factor de concentración sobre el tubo, límite superior	λ_{fo}	3,325	3,325	---	[-]
Factor de concentración sobre el tubo, limite inferior	λ_{fu}	0,150	0,150	---	[-]
Factor de concentación sobre el tubo, valor final	λ_{RG}	1,028	0,901	---	[-]
Factor de concentración del suelo	λ_B	0,985	1,054	---	[-]

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

1.2.3.11. Distribución de presiones en la circunferencia del tubo

Relación:	l/(A·rm²)	0,00133	[-]

Relación 'I/(A·rm²)·κq':			I/(A·rm²)·κ_Q	0,00133	[-]

		q_v	q_h	q_h^*	
Coeficiente de deflexión para momentos de deflexión	c_v	-0,0833	0,0833	0,0640	[-]
Coeficiente de deflexión por fuerzas normales	c^N_v	-0,6480	-0,6810	-0,2470	[-]
Coeficiente de deflexión por fuerzas laterales	c^Q_v	-0,3350	0,3350	0,2430	[-]

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

Coeficiente resultante de deformación	c'_v	-0,0854	0,0836	0,0646	[-]
Coeficiente resultante de deformación	c'_h	0,0841	-0,0854	-0,0674	[-]

		corto plazo Todas las cargas	largo plazo Cargas del suelo cargas de tráfico	largo plazo otro Cargas	
Carga vertical total	q_v	63,07	55,66	---	kN/m²

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

Presion lateral	q_h	23,66	25,26	---	kN/m²

$$q_h = K_2 \cdot \left(\lambda_B \cdot p_E + \gamma_B \cdot \frac{d_a}{2} \right) \quad (7.01)$$

Presión de reacción del apoyo (carga del suelo)	q^*_h	28,56	32,64	---	kN/m²

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

Presión de reacción del apoyo (sección llena)	q^*_{hw}	0,74	1,13	---	kN/m²

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

1.2.4. Sección fuerzas con nivel freático mínimo, clave

		corto plazo	largo plazo	
Momento debido a cargas verticales totales	M_{qv}	0,353	0,311	kNm/m
Momento debido a la presión lateral	M_{qh}	-0,136	-0,145	kNm/m
Momento debido a la reacción de la presión del apoyo horizontal	M^*_{qh}	-0,114	-0,129	kNm/m
Momento debido a la reacción de la presión del apoyo (sección llena)	M^*_{qw}	-0,003	-0,005	kNm/m
Momento debido a las cargas muertas	M_g	0,001	0,001	kNm/m
Momento debido a la sección llena	M_w	0,006	0,006	kNm/m
Momento debido a la presión del agua	M_{pw}	0,022	0,019	kNm/m
Momento debido al nivel freático a la altura de la clave	M_{pa1}	0,000	0,000	kNm/m

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

Momentos totales	ΣM	0,129	0,058	kNm/m

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

Momentos totales sin presión interna/externa	ΣM_{sonst}	0,107	0,039	kNm/m

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

Momentos totales debidos a la sección llena y a la presión	$\Sigma M'$	0,105	0,038	kNm/m
Fuerza normal debida a las cargas verticales totales	N_{qv}	0,000	0,000	kN/m
Fuerza normal debida a la presión lateral	N_{qh}	-3,670	-3,912	kN/m
Fuerza normal debida a la reacción de la presión del lecho	N^*_{qh}	-2,449	-2,784	kN/m

Fuerza normal debida a la reacción de la presión del lecho (relleno del agua)	N^*_{qw}	-0,064	-0,097	kN/m
Fuerza normal debida al peso muerto	N_g	0,004	0,004	kN/m
Fuerza normal debida al relleno de agua	N_w	0,128	0,128	kN/m
Fuerza normal debida al nivel freático hasta la clave	N_{pa1}	0,000	0,000	kN/m
Fuerzas totales normales	ΣN	98,049	83,559	kN/m
Total sin presión interna/externa	ΣN_{sonst}	-6,051	-6,661	kN/m
Total sin sección llena y sin presión	$\Sigma N'$	-6,115	-6,692	kN/m

1.2.5. Sección fuerzas con nivel freático mínimo, generatriz sobre el diámetro horizontal del tubo

		corto plazo	largo plazo	
Momento debido a cargas verticales totales	M_{qv}	-0,353	-0,311	kNm/m
Momento debido a la presión lateral	M_{qh}	0,136	0,145	kNm/m
Momento debido a la reacción de la presión del apoyo horizontal	M^*_{qh}	0,131	0,149	kNm/m
Momento debido a la reacción de la presión del apoyo (sección llena)	M^*_{qw}	0,003	0,005	kNm/m
Momento debido a las cargas muertas	M_g	-0,002	-0,002	kNm/m
Momento debido a la sección llena	M_w	-0,006	-0,006	kNm/m
Momento debido a la presión del agua	M_{pw}	0,022	0,019	kNm/m
Momento debido al nivel freático a la altura de la clave	M_{pa1}	0,000	0,000	kNm/m

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

Momentos totales	ΣM	-0,069	-0,002	kNm/m

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

Momentos totales sin presión interna/externa	ΣM_{sonst}	-0,091	-0,020	kNm/m

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

Momentos totales debidos a la sección llena y a la presión	$\Sigma M'$	-0,088	-0,019	kNm/m
Fuerza normal debida a las cargas verticales totales	N_{qv}	-9,531	-8,406	kN/m
Fuerza normal debida a la presión lateral	N_{qh}	0,000	0,000	kN/m
Fuerza normal debida a la reacción de la presión del lecho	N^*_{qh}	0,000	0,000	kN/m
Fuerza normal debida a la reacción de la presión del lecho (relleno del agua)	N^*_{qw}	0,000	0,000	kN/m
Fuerza normal debida al peso muerto	N_g	-0,041	-0,041	kN/m
Fuerza normal debida al relleno de agua	N_w	0,047	0,047	kN/m
Fuerza normal debida al nivel freático hasta la clave	N_{pa1}	0,000	0,000	kN/m
Fuerzas totales normales	ΣN	94,575	81,820	kN/m
Total sin presión interna/externa	ΣN_{sonst}	-9,525	-8,400	kN/m
Total sin sección llena y sin presión	$\Sigma N'$	-9,572	-8,447	kN/m

1.2.6. Sección fuerzas con nivel freático mínimo, base

		corto plazo	largo plazo	
Momento debido a cargas verticales totales	M_{qv}	0,353	0,311	kNm/m
Momento debido a la presión lateral	M_{qh}	-0,136	-0,145	kNm/m
Momento debido a la reacción de la presión del apoyo horizontal	M^*_{qh}	-0,114	-0,129	kNm/m
Momento debido a la reacción de la presión del apoyo (sección llena)	M^*_{qw}	-0,003	-0,005	kNm/m
Momento debido a las cargas muertas	M_g	0,002	0,002	kNm/m
Momento debido a la sección llena	M_w	0,007	0,007	kNm/m
Momento debido a la presión del agua	M_{pw}	0,022	0,019	kNm/m
Momento debido al nivel freático a la altura de la clave	M_{pa1}	0,000	0,000	kNm/m

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

Momentos totales	ΣM	0,131	0,060	kNm/m

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

Momentos totales sin presión interna/externa	ΣM_{sonst}	0,109	0,041	kNm/m
$\Sigma M' = M_{qv} + M_{qh} + M^*_{qh} + M_g$				
Momentos totales debidos a la sección llena y a la presión	$\Sigma M'$	0,105	0,039	kNm/m
Fuerza normal debida a las cargas verticales totales	N_{qv}	0,000	0,000	kN/m
Fuerza normal debida a la presión lateral	N_{qh}	-3,670	-3,912	kN/m
Fuerza normal debida a la reacción de la presión del lecho	N^*_{qh}	-2,449	-2,784	kN/m
Fuerza normal debida a la reacción de la presión del lecho (relleno del agua)	N^*_{qw}	-0,064	-0,097	kN/m
Fuerza normal debida al peso muerto	N_g	-0,004	-0,004	kN/m
Fuerza normal debida al relleno de agua	N_w	0,311	0,311	kN/m
Fuerza normal debida al nivel freático hasta la clave	N_{pa1}	0,000	0,000	kN/m
Fuerzas totales normales	ΣN	98,224	83,734	kN/m
Total sin presión interna/externa	ΣN_{sonst}	-5,876	-6,486	kN/m
Total sin sección llena y sin presión	$\Sigma N'$	-6,124	-6,701	kN/m

1.2.7. Sección fuerzas con nivel freático máximo, clave

		corto plazo	largo plazo	
Momento debido a cargas verticales totales	M_{qv}	0,346	0,305	kNm/m
Momento debido a la presión lateral	M_{qh}	-0,130	-0,139	kNm/m
Momento debido a la reacción de la presión del apoyo horizontal	M^*_{qh}	-0,113	-0,130	kNm/m
Momento debido a la reacción de la presión del apoyo (sección llena)	M^*_{qw}	-0,003	-0,005	kNm/m
Momento debido a las cargas muertas	M_g	0,001	0,001	kNm/m
Momento debido a la sección llena	M_w	0,006	0,006	kNm/m
Momento debido a la presión del agua	M_{pw}	0,022	0,019	kNm/m
Momento debido al nivel freático a la altura de la clave	M_{pa1}	-0,006	-0,006	kNm/m
$\Sigma M = M_{qv} + M_{qh} + M^*_{qh} + M^*_{qw} + M_g + M_w + M_{pw}$				
Momentos totales	ΣM	0,128	0,058	kNm/m
$\Sigma M_{sonst} = M_{qv} + M_{qh} + M^*_{qh} + M^*_{qw} + M_g + M_w + M_{pa1}$				
Momentos totales sin presión interna/externa	ΣM_{sonst}	0,101	0,034	kNm/m
$\Sigma M' = M_{qv} + M_{qh} + M^*_{qh} + M_g$				
Momentos totales debidos a la sección llena y a la presión	$\Sigma M'$	0,104	0,038	kNm/m
Fuerza normal debida a las cargas verticales totales	N_{qv}	0,000	0,000	kN/m
Fuerza normal debida a la presión lateral	N_{qh}	-3,505	-3,742	kN/m
Fuerza normal debida a la reacción de la presión del lecho	N^*_{qh}	-2,441	-2,790	kN/m
Fuerza normal debida a la reacción de la presión del lecho (relleno del agua)	N^*_{qw}	-0,064	-0,097	kN/m
Fuerza normal debida al peso muerto	N_g	0,004	0,004	kN/m
Fuerza normal debida al relleno de agua	N_w	0,128	0,128	kN/m
Fuerza normal debida al nivel freático hasta la clave	N_{pa1}	-0,128	-0,128	kN/m
Fuerzas totales normales	ΣN	97,435	82,936	kN/m
Total sin presión interna/externa	ΣN_{sonst}	-6,006	-6,625	kN/m
Total sin sección llena y sin presión	$\Sigma N'$	-5,942	-6,528	kN/m

1.2.8. Sección fuerzas con nivel freático máximo, generatriz sobre el diámetro horizontal del tubo

		corto plazo	largo plazo	
Momento debido a cargas verticales totales	M_{qv}	-0,346	-0,305	kNm/m
Momento debido a la presión lateral	M_{qh}	0,130	0,139	kNm/m
Momento debido a la reacción de la presión del apoyo horizontal	M^*_{qh}	0,130	0,149	kNm/m
Momento debido a la reacción de la presión del apoyo (sección llena)	M^*_{qw}	0,003	0,005	kNm/m
Momento debido a las cargas muertas	M_g	-0,002	-0,002	kNm/m
Momento debido a la sección llena	M_w	-0,006	-0,006	kNm/m
Momento debido a la presión del agua	M_{pw}	0,022	0,019	kNm/m
Momento debido al nivel freático a la altura de la clave	M_{pa1}	0,006	0,006	kNm/m

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

Momentos totales	ΣM	-0,069	-0,002	kNm/m

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

Momentos totales sin presión interna/externa	ΣM_{sonst}	-0,084	-0,014	kNm/m

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

Momentos totales debidos a la sección llena y a la presión	$\Sigma M'$	-0,087	-0,019	kNm/m
Fuerza normal debida a las cargas verticales totales	N_{qv}	-9,344	-8,246	kN/m
Fuerza normal debida a la presión lateral	N_{qh}	0,000	0,000	kN/m
Fuerza normal debida a la reacción de la presión del lecho	N^*_{qh}	0,000	0,000	kN/m
Fuerza normal debida a la reacción de la presión del lecho (relleno del agua)	N^*_{qw}	0,000	0,000	kN/m
Fuerza normal debida al peso muerto	N_g	-0,041	-0,041	kN/m
Fuerza normal debida al relleno de agua	N_w	0,047	0,047	kN/m
Fuerza normal debida al nivel freático hasta la clave	N_{pa1}	-0,047	-0,047	kN/m
Fuerzas totales normales	ΣN	93,974	81,193	kN/m
Total sin presión interna/externa	ΣN_{sonst}	-9,385	-8,287	kN/m
Total sin sección llena y sin presión	$\Sigma N'$	-9,385	-8,287	kN/m

1.2.9. Sección fuerzas con nivel freático máximo, base

		corto plazo	largo plazo	
Momento debido a cargas verticales totales	M_{qv}	0,346	0,305	kNm/m
Momento debido a la presión lateral	M_{qh}	-0,130	-0,139	kNm/m
Momento debido a la reacción de la presión del apoyo horizontal	M^*_{qh}	-0,113	-0,130	kNm/m
Momento debido a la reacción de la presión del apoyo (sección llena)	M^*_{qw}	-0,003	-0,005	kNm/m
Momento debido a las cargas muertas	M_g	0,002	0,002	kNm/m
Momento debido a la sección llena	M_w	0,007	0,007	kNm/m
Momento debido a la presión del agua	M_{pw}	0,022	0,019	kNm/m
Momento debido al nivel freático a la altura de la clave	M_{pa1}	-0,007	-0,007	kNm/m

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

Momentos totales	ΣM	0,130	0,060	kNm/m

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

Momentos totales sin presión interna/externa	ΣM_{sonst}	0,102	0,034	kNm/m

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

Momentos totales debidos a la sección llena y a la presión	$\Sigma M'$	0,105	0,039	kNm/m
Fuerza normal debida a las cargas verticales totales	N_{qv}	0,000	0,000	kN/m
Fuerza normal debida a la presión lateral	N_{qh}	-3,505	-3,742	kN/m
Fuerza normal debida a la reacción de la presión del lecho	N^*_{qh}	-2,441	-2,790	kN/m
Fuerza normal debida a la reacción de la presión del lecho (relleno del agua)	N^*_{qw}	-0,064	-0,097	kN/m
Fuerza normal debida al peso muerto	N_g	-0,004	-0,004	kN/m
Fuerza normal debida al relleno de agua	N_w	0,311	0,311	kN/m
Fuerza normal debida al nivel freático hasta la clave	N_{pa1}	-0,311	-0,311	kN/m
Fuerzas totales normales	ΣN	97,609	83,110	kN/m
Total sin presión interna/externa	ΣN_{sonst}	-6,014	-6,633	kN/m
Total sin sección llena y sin presión	$\Sigma N'$	-5,951	-6,537	kN/m

1.2.10. Caso de carga a corto plazo

1.2.10.1. prueba de tensión (con nivel freático mínimo)

Coeficiente de superposición de tensiones:	Z	1,20	[-]

Relación de deflexión:	η	0,61	[-]
Presión interior resultante (pI - pW):	$p_{I,res}$	7,50	bar

$$\sigma_{R,res} = \frac{\sigma_{qv,qh,qh^*} \cdot \bar{\sigma}_R + \sigma_{sonst} \cdot \sigma_{R,L}}{\sigma_{qv,qh,qh^*} + \sigma_{sonst}} \qquad (9.01c)$$

Interior:		clave	generatriz sobre el diámetro horizontal del tubo	base	
Tensiones debidas a carga externa	σ_a	1,593	-2,132	1,637	N/mm²
Coeficiente de seguridad para carga externa, tensión por flexión:	$\gamma_{BZ,a}$	14,434	---	14,047	[-]
Coeficiente de seguridad por carga externa, compresión por flexión:	$\gamma_{BD,a}$	---	10,787	---	[-]
Tensiones debidas a presión interna	σ_i	5,567	5,567	5,567	N/mm²
Coeficiente de seguridad por presión interna	γ_i	4,132	4,132	4,132	[-]
Factor de reducción de acuerdo a Netzer/Pattis	n	0,831	0,784	0,826	[-]
Tensión por cálculo de superposición	$\sigma_r$es	5,952	2,692	5,953	N/mm²
Coeficiente de seguridad para cálculo de superposición, tensión por flexión:	$\gamma_{BZ,res}$	3,864	8,544	3,864	[-]
Coeficiente de seguridad para cálculos de superposición, compresión por flexión:	$\gamma_{BD,res}$	---	---	---	[-]
Tensión de tracción por flexión a ser considerada	$\sigma_{RBZ,res}$	23,00	23,00	23,00	N/mm²
Tensión de compresión por flexión a ser considerada	$\sigma_{RBD,res}$	23,00	23,00	23,00	N/mm²

Exterior:		clave	generatriz sobre el diámetro horizontal del tubo	base	
Tensiones debidas a carga externa	σ_a	-2,086	0,982	-2,108	N/mm²
Coeficiente de seguridad para carga externa, tensión por flexión:	$\gamma_{BZ,a}$	---	23,411	---	[-]
Coeficiente de seguridad por carga externa, compresión por flexión:	$\gamma_{BD,a}$	11,027	---	10,910	[-]
Tensiones debidas a presión interna	σ_i	5,567	5,567	5,567	N/mm²
Coeficiente de seguridad por presión interna	γ_i	4,132	4,132	4,132	[-]
Factor de reducción de acuerdo a Netzer/Pattis	n	0,787	0,895	0,785	[-]
Tensión por cálculo de superposición	$\sigma_r$es	2,739	5,864	2,716	N/mm²
Coeficiente de seguridad para cálculo de superposición, tensión por flexión:	$\gamma_{BZ,res}$	8,396	3,922	8,467	[-]
Coeficiente de seguridad para cálculos de superposición, compresión por flexión:	$\gamma_{BD,res}$	---	---	---	[-]
Tensión de tracción por flexión a ser considerada	$\sigma_{RBZ,res}$	23,00	23,00	23,00	N/mm²
Tensión de compresión por flexión a ser considerada	$\sigma_{RBD,res}$	23,00	23,00	23,00	N/mm²

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

1.2.10.2. prueba de tensión (con nivel freático máximo)

Coeficiente de superposición de tensiones:	Z	1,20	[-]
Relación de deflexión:	η	0,61	[-]
Presión interior resultante (pI - pW):	$p_{I,res}$	7,48	bar

$$\sigma_{R,res} = \frac{\sigma_{qv,qh,qh^*} \cdot \bar{\sigma}_R + \sigma_{sonst} \cdot \sigma_{R,L}}{\sigma_{qv,qh,qh^*} + \sigma_{sonst}} \qquad (9.01c)$$

Interior:		clave	generatriz sobre el diámetro horizontal del tubo	base	
Tensiones debidas a carga externa	σ_a	1,488	-2,004	1,494	N/mm²
Coeficiente de seguridad para carga externa, tensión por flexión:	$\gamma_{BZ,a}$	15,455	---	15,391	[-]
Coeficiente de seguridad por carga externa, compresión por flexión:	$\gamma_{BD,a}$	---	11,477	---	[-]
Tensiones debidas a presión interna	σ_i	5,553	5,553	5,553	N/mm²
Coeficiente de seguridad por presión interna	γ_i	4,142	4,142	4,142	[-]
Factor de reducción de acuerdo a Netzer/Pattis	n	0,844	0,792	0,843	[-]
Tensión por cálculo de superposición	$\sigma_r$es	5,944	2,812	5,943	N/mm²
Coeficiente de seguridad para cálculo de superposición, tensión por flexión:	$\gamma_{BZ,res}$	3,870	8,178	3,870	[-]
Coeficiente de seguridad para cálculos de superposición, compresión por flexión:	$\gamma_{BD,res}$	---	---	---	[-]
Tensión de tracción por flexión a ser considerada	$\sigma_{RBZ,res}$	23,00	23,00	23,00	N/mm²
Tensión de compresión por flexión a ser considerada	$\sigma_{RBD,res}$	23,00	23,00	23,00	N/mm²

Exterior:		clave	generatriz sobre el diámetro horizontal del tubo	base	
Tensiones debidas a carga externa	σ_a	-1,984	0,879	-1,991	N/mm²
Coeficiente de seguridad para carga externa, tensión por flexión:	$\gamma_{BZ,a}$	---	26,166	---	[-]
Coeficiente de seguridad por carga externa, compresión por flexión:	$\gamma_{BD,a}$	11,590	---	11,552	[-]
Tensiones debidas a presión interna	σ_i	5,553	5,553	5,553	N/mm²
Coeficiente de seguridad por presión interna	γ_i	4,142	4,142	4,142	[-]
Factor de reducción de acuerdo a Netzer/Pattis	n	0,794	0,907	0,793	[-]
Tensión por cálculo de superposición	$\sigma_r$es	2,833	5,833	2,826	N/mm²
Coeficiente de seguridad para cálculo de superposición, tensión por flexión:	$\gamma_{BZ,res}$	8,118	3,943	8,138	[-]
Coeficiente de seguridad para cálculos de superposición, compresión por flexión:	$\gamma_{BD,res}$	---	---	---	[-]
Tensión de tracción por flexión a ser considerada	$\sigma_{RBZ,res}$	23,00	23,00	23,00	N/mm²
Tensión de compresión por flexión a ser considerada	$\sigma_{RBD,res}$	23,00	23,00	23,00	N/mm²

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

1.2.10.3. Prueba de deformación (con nivel freático mínimo)

Modo de cálculo:		lineal	
Relación:		I/(A·rm²)	0,00133 [-]
Relación 'I/(A·rm²)·κq':		I/(A·rm²)·κ_Q	0,00133 [-]

		q_v	q_h	q_h^*	
Coeficiente de deflexión para momentos de deflexión	c_v	-0,0833	0,0833	0,0640	[-]
Coeficiente de deflexión por fuerzas normales	c^N_v	-0,6480	-0,6810	-0,2470	[-]
Coeficiente de deflexión por fuerzas laterales	c^Q_v	-0,3350	0,3350	0,2430	[-]

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

Coeficiente resultante de deformación	c'_v	-0,0854	0,0836	0,0646	[-]
Coeficiente resultante de deformación	c'_h	0,0841	-0,0854	-0,0674	[-]

$$\Delta d_v = \frac{2 \cdot r_m}{8S_0} \cdot (c_{v,qv} \cdot q_v + c_{v,qh} \cdot q_h + c_{v,qh^*} \cdot q_h^*) \quad (8.16a)$$

$$\Delta d_h = \frac{2 \cdot r_m}{8S_0} \cdot (c_{h,qv} \cdot q_v + c_{h,qh} \cdot q_h + c_{h,qh^*} \cdot q_h^*) \quad (8.16b)$$

Cambio del diámetro vertical:	Δd_v	2,32	mm
Cambio del diámetro horizontal:	Δd_h	2,01	mm

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

Deformación vertical relativa:	δ_v	0,78	%
Deflexión admisible:	zul δ_v	6,00	%

La deflexión determinada es menor que la deflexión permitida.

1.2.10.4. Prueba de deformación (con nivel freático máximo)

Modo de cálculo:	lineal		
Relación:	$I/(A \cdot rm^2)$	0,00133	[-]
Relación '$I/(A \cdot rm^2) \cdot \kappa q$':	$I/(A \cdot rm^2) \cdot \kappa_Q$	0,00133	[-]

		q_v	q_h	q_h^*	
Coeficiente de deflexión para momentos de deflexión	c_v	-0,0833	0,0833	0,0640	[-]
Coeficiente de deflexión por fuerzas normales	c^N_v	-0,6480	-0,6810	-0,2470	[-]
Coeficiente de deflexión por fuerzas laterales	c^Q_v	-0,3350	0,3350	0,2430	[-]

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

Coeficiente resultante de deformación	c'_v	-0,0854	0,0836	0,0646	[-]
Coeficiente resultante de deformación	c'_h	0,0841	-0,0854	-0,0674	[-]

$$\Delta d_v = \frac{2 \cdot r_m}{8S_0} \cdot (c_{v,qv} \cdot q_v + c_{v,qh} \cdot q_h + c_{v,qh^*} \cdot q_h^*) \quad (8.16a)$$

$$\Delta d_h = \frac{2 \cdot r_m}{8S_0} \cdot (c_{h,qv} \cdot q_v + c_{h,qh} \cdot q_h + c_{h,qh^*} \cdot q_h^*) \quad (8.16b)$$

Cambio del diámetro vertical:	Δd_v	2,30	mm
Cambio del diámetro horizontal:	Δd_h	2,00	mm

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

Deformación vertical relativa:	δ_v	0,78	%
Deflexión admisible:	zul δ_v	6,00	%

La deflexión determinada es menor que la deflexión permitida.

1.2.10.5. Prueba de estabilidad (lineal): (con nivel freático máximo)

Carga vertical total:	q_v	63,07	kN/m²
Factor de reducción de carga de colapso por cargas de suelo/tráfico:	κ_{v2}	0,86	[-]
Carga vertical total crítica:	krit q_v	1.586,6	kN/m²

$$\text{krit } q_v = 2 \cdot \kappa_{v2} \cdot (8S_0 \cdot S_{Bh})^{0,5} \quad (9.06a)$$

Coeficiente de seguridad (carga vertical total):	γ_{qv}	25,15	[-]

$$\gamma = \frac{krit\ q_v}{q_v} \quad (9.07)$$

Presión externa por el agua:	p_a	5,00	kN/m²

$$p_a = h_W \cdot \gamma_W \quad (9.10)$$

Vacío adicional en el tubo:	p_I-	0,00	kN/m²
Rigidez del sistema:	V_{RB}	0,0475	[-]
Valor de ingreso δv2 para determinar κa2:	δ_{v2}	1,78	%
Factor de reducción debido a la predeformación por la carga de ruptura a la presión externa del agua:	κ_{a2}	0,83	[-]
Factor de reducción debido a la predeformación local por la carga de ruptura a presión externa del agua:	κ_{a1}	1,00	[-]
Sustituir valor para rm/s:	k*	7,922	[-]
Coeficiente de pandeo:	α_D	6,121	[-]
Presión externa crítica del agua:	krit p_a	1.023,153	kN/m²

$$krit\ p_a = \kappa_a \cdot \alpha_D \cdot 8S_0 \quad (9.08)$$

$$\kappa_a = \kappa_{a2} \cdot \kappa_{a1} \quad (9.09)$$

Coeficiente de seguridad de estabilidad (presión externa del agua):	γ_{pa}	204,631	[-]

$$\gamma_{pa} = \frac{krit\ p_a}{p_a} \quad (9.11)$$

Coeficiente de seguridad de estabilidad:	γ	22,40	[-]
Coeficiente global de seguridad requerido, fallo por inestabilidad:	erf γ_{stab}	2,00	[-]

Los coeficientes de seguridad al pandeo determinados son suficientes.

1.2.11. Caso de carga a largo plazo

1.2.11.1. prueba de tensión (con nivel freático mínimo)

Coeficiente de superposición de tensiones:	Z	5,49	[-]
Relación de deflexión:	η	1,16	[-]
Presión interior resultante (pI - pW):	$p_{I,res}$	6,50	bar

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

Interior:		clave	generatriz sobre el diámetro horizontal del tubo	base	
Tensiones debidas a carga externa	σ_a	0,350	-0,816	0,394	N/mm²
Coeficiente de seguridad para carga externa, tensión por flexión:	$\gamma_{BZ,a}$	50,764	---	45,111	[-]
Coeficiente de seguridad por carga externa, compresión por flexión:	$\gamma_{BD,a}$	---	21,783	---	[-]
Tensiones debidas a presión interna	σ_i	4,825	4,825	4,825	N/mm²
Coeficiente de seguridad por presión interna	γ_i	3,627	3,627	3,627	[-]
Tensión de tracción por flexión a ser considerada	$\sigma_{RBZ,res}$	17,52	17,45	17,52	N/mm²
Tensión de compresión por flexión a ser considerada	$\sigma_{RBD,res}$	17,52	17,45	17,52	N/mm²

Exterior:		clave	generatriz sobre el diámetro horizontal del tubo	base	
Tensiones debidas a carga externa	σ_a	-1,005	-0,112	-1,028	N/mm²
Coeficiente de seguridad para carga externa, tensión por flexión:	$\gamma_{BZ,a}$	---	---	---	[-]
Coeficiente de seguridad por carga externa, compresión por flexión:	$\gamma_{BD,a}$	17,671	157,989	17,286	[-]
Tensiones debidas a presión interna	σ_i	4,825	4,825	4,825	N/mm²
Coeficiente de seguridad por presión interna	γ_i	3,627	3,627	3,627	[-]
Tensión de tracción por flexión a ser considerada	$\sigma_{RBZ,res}$	17,43	17,49	17,43	N/mm²
Tensión de compresión por flexión a ser considerada	$\sigma_{RBD,res}$	17,43	17,49	17,43	N/mm²

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

1.2.11.2. prueba de tensión (con nivel freático máximo)

Coeficiente de superposición de tensiones:	Z	5,49	[-]
Relación de deflexión:	η	1,16	[-]
Presión interior resultante (pI - pW):	$p_{I,res}$	6,48	bar

$$\sigma_{R,res} = \frac{\sigma_{qv,qh,qh^*} \cdot \bar{\sigma}_R + \sigma_{sonst} \cdot \sigma_{R,L}}{\sigma_{qv,qh,qh^*} + \sigma_{sonst}} \qquad (9.01c)$$

Interior:		clave	generatriz sobre el diámetro horizontal del tubo	base	
Tensiones debidas a carga externa	σ_a	0,253	-0,696	0,259	N/mm²
Coeficiente de seguridad para carga externa, tensión por flexión:	$\gamma_{BZ,a}$	70,245	---	68,576	[-]
Coeficiente de seguridad por carga externa, compresión por flexión:	$\gamma_{BD,a}$	---	25,540	---	[-]
Tensiones debidas a presión interna	σ_i	4,811	4,811	4,811	N/mm²
Coeficiente de seguridad por presión interna	γ_i	3,638	3,638	3,638	[-]
Tensión de tracción por flexión a ser considerada	$\sigma_{RBZ,res}$	17,51	17,45	17,51	N/mm²
Tensión de compresión por flexión a ser considerada	$\sigma_{RBD,res}$	17,51	17,45	17,51	N/mm²

Exterior:		clave	generatriz sobre el diámetro horizontal del tubo	base	
Tensiones debidas a carga externa	σ_a	-0,912	-0,211	-0,919	N/mm²
Coeficiente de seguridad para carga externa, tensión por flexión:	$\gamma_{BZ,a}$	---	---	---	[-]
Coeficiente de seguridad por carga externa, compresión por flexión:	$\gamma_{BD,a}$	19,475	84,272	19,336	[-]
Tensiones debidas a presión interna	σ_i	4,811	4,811	4,811	N/mm²
Coeficiente de seguridad por presión interna	γ_i	3,638	3,638	3,638	[-]

Tensión de tracción por flexión a ser considerada	$\sigma_{RBZ,res}$	17,44	17,49	17,44	N/mm²
Tensión de compresión por flexión a ser considerada	$\sigma_{RBD,res}$	17,44	17,49	17,44	N/mm²

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

1.2.11.3. Prueba de deformación (con nivel freático mínimo)

Modo de cálculo:	lineal		
Relación:	I/(A·rm²)	0,00133	[-]
Relación 'I/(A·rm²)·κq':	I/(A·rm²)·κ_Q	0,00133	[-]

		q_v	q_h	q_h^*	
Coeficiente de deflexión para momentos de deflexión	c_v	-0,0833	0,0833	0,0640	[-]
Coeficiente de deflexión por fuerzas normales	c^N_v	-0,6480	-0,6810	-0,2470	[-]
Coeficiente de deflexión por fuerzas laterales	c^Q_v	-0,3350	0,3350	0,2430	[-]

$$c' = c + \frac{I}{A \cdot r_m^2} \cdot [c^N + 2(1+v) \cdot \kappa_Q \cdot c^Q] \qquad (6.20)$$

Coeficiente resultante de deformación	c'_v	-0,0854	0,0836	0,0646	[-]
Coeficiente resultante de deformación	c'_h	0,0841	-0,0854	-0,0674	[-]

$$\Delta d_v = \frac{2 \cdot r_m}{8S_0} \cdot (c_{v,qv} \cdot q_v + c_{v,qh} \cdot q_h + c_{v,qh^*} \cdot q_h^*) \qquad (8.16a)$$

$$\Delta d_h = \frac{2 \cdot r_m}{8S_0} \cdot (c_{h,qv} \cdot q_v + c_{h,qh} \cdot q_h + c_{h,qh^*} \cdot q_h^*) \qquad (8.16b)$$

Cambio del diámetro vertical:	Δd_v	3,80	mm
Cambio del diámetro horizontal:	Δd_h	2,28	mm

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

Deformación vertical relativa:	δ_v	1,28	%
Deflexión admisible:	zul δ_v	6,00	%

La deflexión determinada es menor que la deflexión permitida.

1.2.11.4. Prueba de deformación (con nivel freático máximo)

Modo de cálculo:	lineal		
Relación:	I/(A·rm²)	0,00133	[-]
Relación 'I/(A·rm²)·κq':	I/(A·rm²)·κ_Q	0,00133	[-]

		q_v	q_h	q_h^*	
Coeficiente de deflexión para momentos de deflexión	c_v	-0,0833	0,0833	0,0640	[-]
Coeficiente de deflexión por fuerzas normales	c^N_v	-0,6480	-0,6810	-0,2470	[-]
Coeficiente de deflexión por fuerzas laterales	c^Q_v	-0,3350	0,3350	0,2430	[-]

$$c' = c + \frac{I}{A \cdot r_m^2} \cdot [c^N + 2(1+v) \cdot \kappa_Q \cdot c^Q] \qquad (6.20)$$

Coeficiente resultante de deformación	c'_v	-0,0854	0,0836	0,0646	[-]
Coeficiente resultante de deformación	c'_h	0,0841	-0,0854	-0,0674	[-]

$$\Delta d_v = \frac{2 \cdot r_m}{8S_0} \cdot (c_{v,qv} \cdot q_v + c_{v,qh} \cdot q_h + c_{v,qh^*} \cdot q_h^*) \qquad (8.16a)$$

$$\Delta d_h = \frac{2 \cdot r_m}{8S_0} \cdot (c_{h,qv} \cdot q_v + c_{h,qh} \cdot q_h + c_{h,qh^*} \cdot q_h^*) \qquad (8.16b)$$

Cambio del diámetro vertical:	Δd_v	3,78	mm
Cambio del diámetro horizontal:	Δd_h	2,29	mm

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

Deformación vertical relativa:	δ_v	1,28	%
Deflexión admisible:	zul δ_v	6,00	%

La deflexión determinada es menor que la deflexión permitida.

1.2.11.5. Prueba de estabilidad (lineal): (con nivel freático máximo)

Carga vertical total:	q_v	55,66	kN/m²
Factor de reducción de carga de colapso por cargas de suelo/tráfico:	κ_{v2}	0,87	[-]
Carga vertical total crítica:	krit q_v	731,3	kN/m²

$$\text{krit } q_v = 2 \cdot \kappa_{v2} \cdot (8S_0 \cdot S_{Bh})^{0,5} \qquad (9.06a)$$

Coeficiente de seguridad (carga vertical total):	γ_{qv}	13,14	[-]

$$\gamma = \frac{\text{krit } q_v}{q_v} \qquad (9.07)$$

Presión externa por el agua:	p_a	5,00	kN/m²

$$p_a = h_W \cdot \gamma_W \qquad (9.10)$$

Vacío adicional en el tubo:	p_{I-}	0,00	kN/m²
Rigidez del sistema:	V_{RB}	0,0099	[-]
Valor de ingreso δv2 para determinar κa2:	δ_{v2}	2,28	%
Factor de reducción debido a la predeformación por la carga de ruptura a la presión externa del agua:	κ_{a2}	0,86	[-]
Factor de reducción debido a la predeformación local por la carga de ruptura a presión externa del agua:	κ_{a1}	1,00	[-]
Sustituir valor para rm/s:	k*	7,922	[-]
Coeficiente de pandeo:	α_D	9,823	[-]
Presión externa crítica del agua:	krit p_a	284,300	kN/m²

$$\text{krit } p_a = \kappa_a \cdot \alpha_D \cdot 8S_0 \qquad (9.08)$$

$$\kappa_a = \kappa_{a2} \cdot \kappa_{a1} \qquad (9.09)$$

Coeficiente de seguridad de estabilidad (presión externa del agua):	γ_{pa}	56,860	[-]

$$\gamma_{pa} = \frac{\text{krit } p_a}{p_a} \qquad (9.11)$$

Coeficiente de seguridad de estabilidad:	γ	10,67	[-]
Coeficiente global de seguridad requerido, fallo por inestabilidad:	erf γ_{stab}	2,00	[-]

Los coeficientes de seguridad al pandeo determinados son suficientes.

Todas las pruebas necesarias son correctas.

INFORME COMPLETO

Estudio estático para Tuberías A 127

Proyecto:	SECTOR I CANAL DE SAN JOSE
Empresa / Entidad:	ITACYL
Autor:	Maria Sánchez Hernández
Informe n°:	PEAD_DN400_PN10_1,2m
Fecha:	04/01/2021

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

Contenido

1. Cálculo estático de acuerdo a la A 127: PEAD_400 **4**

1.1. Entrada de datos: 4

1.1.1. Opciones de seguridad 4

1.1.2. Suelo 4

1.1.3. Carga 4

1.1.4. Instalación 4

1.1.5. Tubo de la base de datos 4

1.2. Resultados: 5

1.2.1. resultados intermedios del tubo 5

1.2.1.1. propiedades del material 5
1.2.1.2. Factores de seguridad 5

1.2.2. Resultados intermedios para caso de carga con nivel freático mínimo 6

1.2.2.1. geometría del tubo 6
1.2.2.2. Teoría del silo 6
1.2.2.3. Carga 6
1.2.2.4. Módulo de deformación del suelo EB 6
1.2.2.5. Valores de rigidez del suelo 6
1.2.2.6. Ángulo de apoyo, proyección relativa efectiva y ángulo de fricción 7
1.2.2.7. Valores característicos del material del tubo y rigidez anular 7
1.2.2.8. relación de rigidez 7
1.2.2.9. Coeficientes 7
1.2.2.10. Factores de concentracion λR y λB 8
1.2.2.11. Distribución de presiones en la circunferencia del tubo 8

1.2.3. Resultados intermedios para caso de carga con nivel freático máximo 9

1.2.3.1. geometría del tubo 9
1.2.3.2. Teoría del silo 9
1.2.3.3. Carga 9
1.2.3.4. Módulo de deformación del suelo EB 9
1.2.3.5. Valores de rigidez del suelo 10
1.2.3.6. Ángulo de apoyo, proyección relativa efectiva y ángulo de fricción 10
1.2.3.7. Valores característicos del material del tubo y rigidez anular 10
1.2.3.8. relación de rigidez 11
1.2.3.9. Coeficientes 11
1.2.3.10. Factores de concentracion λR y λB 11
1.2.3.11. Distribución de presiones en la circunferencia del tubo 11

1.2.4. Sección fuerzas con nivel freático mínimo, clave 12

1.2.5. Sección fuerzas con nivel freático mínimo, generatriz sobre el diámetro horizontal del tubo 13

1.2.6. Sección fuerzas con nivel freático mínimo, base 13

1.2.7. Sección fuerzas con nivel freático máximo, clave 14

1.2.8. Sección fuerzas con nivel freático máximo, generatriz sobre el diámetro horizontal del tubo 14

1.2.9. Sección fuerzas con nivel freático máximo, base 15

1.2.10. Caso de carga a corto plazo 15

1.2.10.1. prueba de tensión (con nivel freático mínimo) 15
1.2.10.2. prueba de tensión (con nivel freático máximo) 16
1.2.10.3. Prueba de deformación (con nivel freático mínimo) 17
1.2.10.4. Prueba de deformación (con nivel freático máximo) 18
1.2.10.5. Prueba de estabilidad (lineal): (con nivel freático máximo) 18

1.2.11. Caso de carga a largo plazo 19

1.2.11.1. prueba de tensión (con nivel freático mínimo) 19

1.2.11.2. prueba de tensión (con nivel freático máximo) 20
1.2.11.3. Prueba de deformación (con nivel freático mínimo) 21
1.2.11.4. Prueba de deformación (con nivel freático máximo) 21
1.2.11.5. Prueba de estabilidad (lineal): (con nivel freático máximo) 22

1. Cálculo estático de acuerdo a la A 127: PEAD_400

Descripción del tramo:	PEAD_400
Tipo de cálculo:	Según tabla
Añadir dibujo para imprimir:	Si

1.1. Entrada de datos:

1.1.1. Opciones de seguridad

Clase de seguridad:	A (caso normal)
Deflexión admisible:	6% (habitual)
Tratamiento de la presión interna:	De acuerdo con la nota 39 de la ATV 127
Menores factores de seguridad para compresión por flexión:	no (ATV A 127)
La aplicación de la ATV A 127 no ha sido verificada para ver si la rigidez circunferencial mínima ha sido alcanzada:	No

1.1.2. Suelo

Tipo de relleno:	G3		
Cálculo E1:	Densidad Proctor		
Densidad Proctor E1:	$D_{Pr,E1}$	95,0	%
Tipo de relleno en la zona del tubo:	G1		
Cálculo E20:	Densidad Proctor		
Densidad Proctor E20:	$D_{Pr,E20}$	90,0	%
Tipo de suelo natural:	G3		
Cálculo E3:	Densidad Proctor		
Densidad Proctor E3:	$D_{Pr,E3}$	100,0	%
E4 = 10 · E1:	No		
Suelo bajo la zanja:	G3		
Cálculo E4:	Densidad Proctor		
Densidad Proctor E4:	$D_{Pr,E4}$	100,0	%

1.1.3. Carga

Altura de recubrimiento:	h	1,20	m
Densidad del suelo:	γ	20,0	kN/m³
Carga superficial adicional:	p_0	0,0	kN/m²
Nivel freático máximo sobre el lecho del tubo:	$h_{W,max}$	0,50	m
Nivel freático mínimo sobre el lecho del tubo:	$h_{W,min}$	0,00	m
Presión interna, corto plazo:	$P_{I,K}$	7,5	bar
Presión interna, largo plazo:	$P_{I,L}$	6,5	bar
Sección llena:	Si		
Densidad del fluido:	γ_F	10,0	kN/m³
Carga de tráfico:	HGV 12		

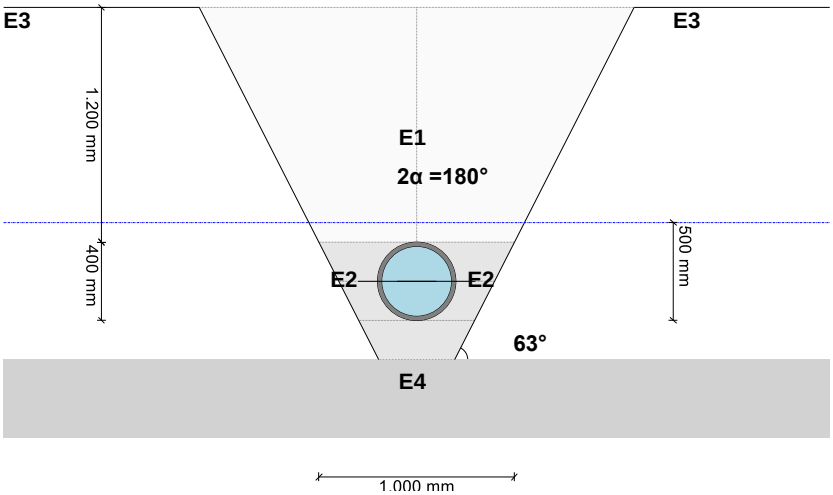
1.1.4. Instalación

Instalación:	Zanja		
Ancho de zanja:	b	1,00	m
Ángulo del talud:	β	63	°
Condiciones de relleno:	A1		
Condiciones de la instalación:	B1		
Tipo de apoyo:	suelto		
Ángulo de apoyo:	180º		
Proyección relativa:	a	1,00	[-]

1.1.5. Tubo de la base de datos

Material:	PE 100
Presión nominal:	PN = 10,0 bar (SDR = 17,0)
Diámetro nominal:	DN 400 (23,7 mm)

Carga de tráfico: HGV 12



1.2. Resultados:

1.2.1. resultados intermedios del tubo

Diámetro interior:	d_i	352,6	mm
Diámetro exterior:	d_a	400,0	mm
Radio del eje centroide de la pared del tubo:	r_m	188,2	mm
Wall thickness:	s	23,7	mm
Ratio radius to wall thickness:	r_m/s	7,939	[-]
Factor de corrección de la curvatura interior:	α_{ki}	1,042	[-]
Factor de corrección de la curvatura exterior:	α_{ka}	0,958	[-]
Predeformación local:	δ_{vl}	0,00	%
Predeformación (ovalización antes de aplicación de la carga):	δ_{vg}	1,00	%
Perfil de superfície axialmente afectado:	A_{ax}	23,7	mm²/mm
Superficie del perfil radial:	A_{rad}	23,7	mm²/mm
Distancia de inercia:	e	11,9	mm
Momento de inercia:	I	1.109,3	mm^4/mm
Momento resistente exterior:	W_a	93,6	mm³/mm
Momento resistente interior:	W_i	93,6	mm³/mm

1.2.1.1. propiedades del material

		corto plazo	largo plazo	
Gravedad específica	γ_R	9,4	9,4	kN/m³
Coeficiente de poisson	v	0,38	0,38	[-]
Valor característico del módulo de elasticidad en sentido circunferencial	E_R	1.200,0	200,0	N/mm²

1.2.1.2. Factores de seguridad

Coeficiente global de seguridad requerido, fallo por inestabilidad, tensión a tracción	erf γ_{RBZ}	2,50	2,50	[-]

Coeficiente global de seguridad requerido, fallo por inestabilidad, tensión a compresión	erf γ_{RBD}	2,50	2,50	[-]
Coeficiente global de seguridad requerido, fallo por inestabilidad	erf γ_{stab}	2,00	2,00	[-]

1.2.2. Resultados intermedios para caso de carga con nivel freático mínimo

1.2.2.1. geometría del tubo

Radio del eje centroide de la pared del tubo:	r_m	188,2	mm
Factor de corrección de la curvatura interior:	α_{ki}	1,042	[-]
Factor de corrección de la curvatura exterior:	α_{ka}	0,958	[-]

1.2.2.2. Teoría del silo

Coeficiente de carga del suelo κ para carga en zanja (Teoría del Silo): κ 0,888 [-]

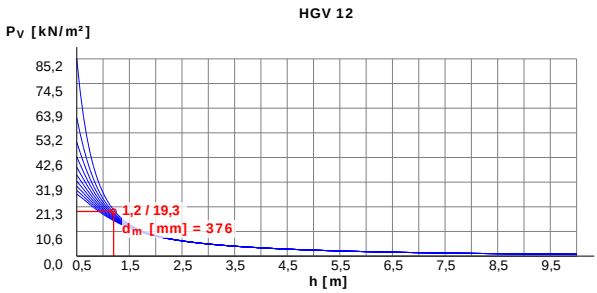
$$\kappa = \frac{1 - e^{-2 \cdot K_1 \cdot \tan\bar{\delta} \cdot \frac{h}{b}}}{2 \cdot K_1 \cdot \tan\bar{\delta} \cdot \frac{h}{b}} \qquad (5.04)$$

Coeficiente de carga del suelo κ0 para cargas superficiales (Teoría del Silo): κ_0 0,789 [-]

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

1.2.2.3. Carga

Nivel freático máximo sobre la cama del tubo:	$h_{W,Scheitel}$	0,00	m
Carga vertical debida al peso del relleno:	P_{Erd}	21,31	kN/m²
Carga vertical debida al peso del relleno y a la carga superficial:	P_E	21,31	kN/m²
Tensión debida a carga de tráfico:	P_V	19,28	kN/m²
Included impact factor:	ϕ	1,50	[-]



1.2.2.4. Módulo de deformación del suelo EB

Módulo elástico del relleno bajo carga:	$E_{1,\sigma}$	5,21	N/mm²
Módulo elástico de los riñones bajo carga:	$E_{20,\sigma}$	6,10	N/mm²
Factor de reducción por fluencia:	f_1	1,000	[-]
Factor de reducción E20 (nivel freático):	f_2	1,000	[-]
Factor de reducción E20 (zanja estrecha):	α_B	0,833	[-]
Módulo elástico del apoyo (reducido):	$E_{2,\sigma}$	5,09	N/mm²
Módulo elástico del suelo natural:	$E_{3,\sigma}$	13,33	N/mm²
Módulo elástico del suelo bajo el tubo:	$E_{4,\sigma}$	13,33	N/mm²

1.2.2.5. Valores de rigidez del suelo

Factor de corrección por rigidez del apoyo horizontal: ζ 1,487 [-]

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

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

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

Rigidez del apoyo horizontal:	S_{Bh}	4,537	N/mm²

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

Rigidez de apoyo vertical:	S_{Bv}	5,086	N/mm²

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

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

Ángulo de apoyo, proyección relativa efectiva y ángulo de fricción:	2α	180	°
Proyección incrementada debido a la pérdida de soporte del suelo:	a_S	1,00	[-]
Proyección relativa efectiva:	a'	1,024	[-]

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

Ángulo de fricción interna:	φ'	25,000	°
Ángulo de fricción de la pared:	δ	16,667	°

1.2.2.7. Valores característicos del material del tubo y rigidez anular

		corto plazo Todas las cargas	largo plazo Cargas del suelo cargas de tráfico	largo plazo otro Cargas	
Valor característico del módulo de elasticidad en sentido circunferencial	E_R	1.200,0	674,9	200,0	N/mm²
Valor característico de tracción por deflexión	σ_{RBZ}	23,0	20,1	17,5	N/mm²
Valor característico de la deflexión radial por esfuerzo de compresión	σ_{RBD}	23,0	20,1	17,5	N/mm²
Rigidez del tubo	S_R	199,863	112,411	33,310	kN/m²

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

1.2.2.8. relación de rigidez

Rigidez del sistema	V_{RB}	0,0440	0,0248	0,0073	[-]

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

Relación de rigidez	V_S	1,0717	0,8347	---	[-]

$$V_S = \frac{S_R}{|c_v^*| \cdot S_{Bv}}$$ (6.08a)

1.2.2.9. Coeficientes

Relación por presión de enterramiento (apoyo)	K_2	0,400	0,400	---	[-]
Coeficiente por presión de reacción del apoyo	K^*	0,755	0,912	---	[-]

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

Coeficiente por presión de reacción del apoyo	c_v^*	-0,037	-0,026	---	[-]

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

1.2.2.10. Factores de concentracion λR y λB

Factor de concentración máximo	max λ	1,342	1,342	---	[-]

$$\max \lambda = 1 + \frac{\frac{h}{d_a}}{\frac{3,5}{a'} + \frac{2,2}{\frac{E_4}{E_1} \cdot (a' - 0,25)} + \left[\frac{0,62}{a'} + \frac{1,6}{\frac{E_4}{E_1} \cdot (a' - 0,25)}\right] \cdot \frac{h}{d_a}} \quad (6.04)$$

Coeficiente por factor de concentración máximo	K'	0,931	0,898	---	[-]

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

Factor de concentración sobre el tubo, valor inicial	λ_R	1,052	0,997	---	[-]

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

Factor de concentración sobre el tubo, bajo el efecto de la zanja	λ_{RG}	1,026	0,998	---	[-]

$$\lambda_{RG} = \frac{\lambda_R - 1}{3} \cdot \frac{b}{d_a} + \frac{4 - \lambda_R}{3} \quad (6.21a)$$

Factor de concentración sobre el tubo, límite superior	λ_{fo}	3,820	3,820	---	[-]
Factor de concentración sobre el tubo, limite inferior	λ_{fu}	0,538	0,538	---	[-]
Factor de concentación sobre el tubo, valor final	λ_{RG}	1,026	0,998	---	[-]
Factor de concentración del suelo	λ_B	0,983	1,001	---	[-]

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

1.2.2.11. Distribución de presiones en la circunferencia del tubo

Relación:	I/(A·rm²)	0,00132	[-]
Relación 'I/(A·rm²)·κq':	I/(A·rm²)·κ_Q	0,00132	[-]

		q_v	q_h	q_h^*	
Coeficiente de deflexión para momentos de deflexión	c_v	-0,0833	0,0833	0,0640	[-]
Coeficiente de deflexión por fuerzas normales	c^N_v	-0,6480	-0,6810	-0,2470	[-]
Coeficiente de deflexión por fuerzas laterales	c^Q_v	-0,3350	0,3350	0,2430	[-]

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

Coeficiente resultante de deformación	c'_v	-0,0854	0,0836	0,0646	[-]
Coeficiente resultante de deformación	c'_h	0,0841	-0,0854	-0,0674	[-]

	corto plazo	largo plazo	largo plazo

		Todas las cargas	Cargas del suelo cargas de tráfico	otro Cargas	
Carga vertical total	q_v	41,15	40,56	---	kN/m²

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

Presion lateral	q_h	9,98	10,13	---	kN/m²

$$q_h = K_2 \cdot \left(\lambda_B \cdot p_E + \gamma_B \cdot \frac{d_a}{2} \right) \qquad (7.01)$$

Presión de reacción del apoyo (carga del suelo)	q^*_h	23,40	27,61	---	kN/m²

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

Presión de reacción del apoyo (sección llena)	q^*_{hw}	0,97	1,45	---	kN/m²

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

1.2.3. Resultados intermedios para caso de carga con nivel freático máximo

1.2.3.1. geometría del tubo

Radio del eje centroide de la pared del tubo:	r_m	188,2	mm
Factor de corrección de la curvatura interior:	α_{ki}	1,042	[-]
Factor de corrección de la curvatura exterior:	α_{ka}	0,958	[-]

1.2.3.2. Teoría del silo

Coeficiente de carga del suelo κ para carga en zanja (Teoría del Silo):	κ	0,888	[-]

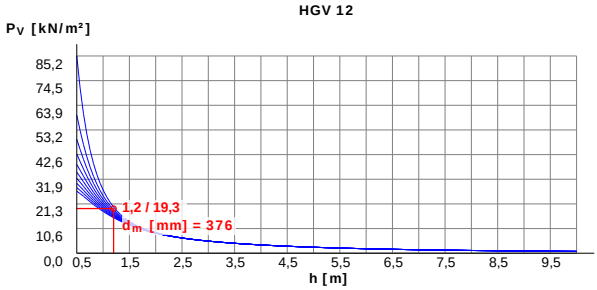
$$\kappa = \frac{1 - e^{-2 \cdot K_1 \cdot \tan\delta \cdot \frac{h}{b}}}{2 \cdot K_1 \cdot \tan\delta \cdot \frac{h}{b}} \qquad (5.04)$$

Coeficiente de carga del suelo κ0 para cargas superficiales (Teoría del Silo):	κ_0	0,789	[-]

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

1.2.3.3. Carga

Nivel freático máximo sobre la cama del tubo:	$h_{W,Scheitel}$	0,10	m
Densidad del relleno bajo agua:	γ'	10,00	kN/m³
Carga vertical debida al peso del relleno:	P_{Erd}	20,43	kN/m²
Carga vertical debida al peso del relleno y a la carga superficial:	P_E	20,43	kN/m²
Tensión debida a carga de tráfico:	P_V	19,28	kN/m²
Included impact factor:	ϕ	1,50	[-]



1.2.3.4. Módulo de deformación del suelo EB

Módulo elástico del relleno bajo carga:	$E_{1,\sigma}$	5,21	N/mm²
Módulo elástico de los riñones bajo carga:	$E_{20,\sigma}$	6,10	N/mm²
Factor de reducción por fluencia:	f_1	1,000	[-]
Factor de reducción E20 (nivel freático):	f_2	1,000	[-]
Factor de reducción E20 (zanja estrecha):	α_B	0,833	[-]
Módulo elástico del apoyo (reducido):	$E_{2,\sigma}$	5,09	N/mm²
Módulo elástico del suelo natural:	$E_{3,\sigma}$	13,33	N/mm²
Módulo elástico del suelo bajo el tubo:	$E_{4,\sigma}$	13,33	N/mm²

1.2.3.5. Valores de rigidez del suelo

Factor de corrección por rigidez del apoyo horizontal: ζ 1,487 [-]

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

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

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

Rigidez del apoyo horizontal: S_{Bh} 4,537 N/mm²

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

Rigidez de apoyo vertical: S_{Bv} 5,086 N/mm²

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

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

Ángulo de apoyo, proyección relativa efectiva y ángulo de fricción:	2α	180	°
Proyección incrementada debido a la pérdida de soporte del suelo:	a_S	1,00	[-]
Proyección relativa efectiva:	a'	1,024	[-]

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

Ángulo de fricción interna:	φ'	25,000	°
Ángulo de fricción de la pared:	δ	16,667	°

1.2.3.7. Valores característicos del material del tubo y rigidez anular

		corto plazo Todas las cargas	largo plazo Cargas del suelo cargas de tráfico	largo plazo otro Cargas	
Valor característico del módulo de elasticidad en sentido circunferencial	E_R	1.200,0	685,6	200,0	N/mm²
Valor característico de tracción por deflexión	σ_{RBZ}	23,0	20,2	17,5	N/mm²
Valor característico de la deflexión radial por esfuerzo de compresión	σ_{RBD}	23,0	20,2	17,5	N/mm²
Rigidez del tubo	S_R	199,863	114,180	33,310	kN/m²

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

1.2.3.8. relación de rigidez

Rigidez del sistema	V_{RB}	0,0440	0,0252	0,0073	[-]	

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

Relación de rigidez	V_S	1,0717	0,8399	---	[-]	

$$V_S=\frac{S_R}{|c_v^*|\cdot S_{Bv}} \qquad (6.08a)$$

1.2.3.9. Coeficientes

Relación por presión de enterramiento (apoyo)	K_2	0,400	0,400	---	[-]
Coeficiente por presión de reacción del apoyo	K^*	0,755	0,909	---	[-]

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

Coeficiente por presión de reacción del apoyo	c_v^*	-0,037	-0,027	---	[-]	

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

1.2.3.10. Factores de concentracion λR y λB

Factor de concentración máximo	max λ	1,342	1,342	---	[-]	

$$\max\lambda=1+\frac{\frac{h}{d_a}}{\frac{3,5}{a'}+\frac{2,2}{\frac{E_4}{E_1}\cdot(a'-0,25)}+\left[\frac{0,62}{a'}+\frac{1,6}{\frac{E_4}{E_1}\cdot(a'-0,25)}\right]\cdot\frac{h}{d_a}} \qquad (6.04)$$

Coeficiente por factor de concentración máximo	K'	0,931	0,899	---	[-]	

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

Factor de concentración sobre el tubo, valor inicial	λ_R	1,052	0,998	---	[-]	

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

Factor de concentración sobre el tubo, bajo el efecto de la zanja	λ_{RG}	1,026	0,999	---	[-]	

$$\lambda_{RG}=\frac{\lambda_R-1}{3}\cdot\frac{b}{d_a}+\frac{4-\lambda_R}{3} \qquad (6.21a)$$

Factor de concentración sobre el tubo, límite superior	λ_{fo}	3,820	3,820	---	[-]
Factor de concentración sobre el tubo, limite inferior	λ_{fu}	0,538	0,538	---	[-]
Factor de concentación sobre el tubo, valor final	λ_{RG}	1,026	0,999	---	[-]
Factor de concentración del suelo	λ_B	0,983	1,001	---	[-]

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

1.2.3.11. Distribución de presiones en la circunferencia del tubo

Relación:	l/(A·rm²)	0,00132	[-]

Relación 'I/(A·rm²)·κq':			I/(A·rm²)·κ_Q	0,00132	[-]

		q_v	q_h	q_h^*	
Coeficiente de deflexión para momentos de deflexión	c_v	-0,0833	0,0833	0,0640	[-]
Coeficiente de deflexión por fuerzas normales	c^N_v	-0,6480	-0,6810	-0,2470	[-]
Coeficiente de deflexión por fuerzas laterales	c^Q_v	-0,3350	0,3350	0,2430	[-]

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

Coeficiente resultante de deformación	c'_v	-0,0854	0,0836	0,0646	[-]
Coeficiente resultante de deformación	c'_h	0,0841	-0,0854	-0,0674	[-]

		corto plazo Todas las cargas	largo plazo Cargas del suelo cargas de tráfico	largo plazo otro Cargas	
Carga vertical total	q_v	40,24	39,68	---	kN/m²

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

Presion lateral	q_h	8,83	8,98	---	kN/m²

$$q_h = K_2 \cdot \left(\lambda_B \cdot p_E + \gamma_B \cdot \frac{d_a}{2} \right) \quad (7.01)$$

Presión de reacción del apoyo (carga del suelo)	q^*_h	23,59	27,77	---	kN/m²

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

Presión de reacción del apoyo (sección llena)	q^*_{hw}	0,97	1,45	---	kN/m²

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

1.2.4. Sección fuerzas con nivel freático mínimo, clave

		corto plazo	largo plazo	
Momento debido a cargas verticales totales	M_{qv}	0,364	0,359	kNm/m
Momento debido a la presión lateral	M_{qh}	-0,088	-0,090	kNm/m
Momento debido a la reacción de la presión del apoyo horizontal	M^*_{qh}	-0,150	-0,177	kNm/m
Momento debido a la reacción de la presión del apoyo (sección llena)	M^*_{qw}	-0,006	-0,009	kNm/m
Momento debido a las cargas muertas	M_g	0,003	0,003	kNm/m
Momento debido a la sección llena	M_w	0,011	0,011	kNm/m
Momento debido a la presión del agua	M_{pw}	0,035	0,030	kNm/m
Momento debido al nivel freático a la altura de la clave	M_{pa1}	0,000	0,000	kNm/m

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

Momentos totales	ΣM	0,169	0,128	kNm/m

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

Momentos totales sin presión interna/externa	ΣM_{sonst}	0,134	0,097	kNm/m

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

Momentos totales debidos a la sección llena y a la presión	$\Sigma M'$	0,129	0,095	kNm/m
Fuerza normal debida a las cargas verticales totales	N_{qv}	0,000	0,000	kN/m
Fuerza normal debida a la presión lateral	N_{qh}	-1,877	-1,907	kN/m
Fuerza normal debida a la reacción de la presión del lecho	N^*_{qh}	-2,540	-2,997	kN/m

Fuerza normal debida a la reacción de la presión del lecho (relleno del agua)	N^*_{qw}	-0,106	-0,158	kN/m
Fuerza normal debida al peso muerto	N_g	0,007	0,007	kN/m
Fuerza normal debida al relleno de agua	N_w	0,206	0,206	kN/m
Fuerza normal debida al nivel freático hasta la clave	N_{pa1}	0,000	0,000	kN/m
Fuerzas totales normales	ΣN	127,915	109,747	kN/m
Total sin presión interna/externa	ΣN_{sonst}	-4,310	-4,848	kN/m
Total sin sección llena y sin presión	$\Sigma N'$	-4,410	-4,897	kN/m

1.2.5. Sección fuerzas con nivel freático mínimo, generatriz sobre el diámetro horizontal del tubo

		corto plazo	largo plazo	
Momento debido a cargas verticales totales	M_{qv}	-0,364	-0,359	kNm/m
Momento debido a la presión lateral	M_{qh}	0,088	0,090	kNm/m
Momento debido a la reacción de la presión del apoyo horizontal	M^*_{qh}	0,172	0,203	kNm/m
Momento debido a la reacción de la presión del apoyo (sección llena)	M^*_{qw}	0,007	0,011	kNm/m
Momento debido a las cargas muertas	M_g	-0,003	-0,003	kNm/m
Momento debido a la sección llena	M_w	-0,013	-0,013	kNm/m
Momento debido a la presión del agua	M_{pw}	0,035	0,030	kNm/m
Momento debido al nivel freático a la altura de la clave	M_{pa1}	0,000	0,000	kNm/m

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

Momentos totales	ΣM	-0,078	-0,041	kNm/m

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

Momentos totales sin presión interna/externa	ΣM_{sonst}	-0,113	-0,071	kNm/m

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

Momentos totales debidos a la sección llena y a la presión	$\Sigma M'$	-0,107	-0,069	kNm/m
Fuerza normal debida a las cargas verticales totales	N_{qv}	-7,742	-7,631	kN/m
Fuerza normal debida a la presión lateral	N_{qh}	0,000	0,000	kN/m
Fuerza normal debida a la reacción de la presión del lecho	N^*_{qh}	0,000	0,000	kN/m
Fuerza normal debida a la reacción de la presión del lecho (relleno del agua)	N^*_{qw}	0,000	0,000	kN/m
Fuerza normal debida al peso muerto	N_g	-0,066	-0,066	kN/m
Fuerza normal debida al relleno de agua	N_w	0,076	0,076	kN/m
Fuerza normal debida al nivel freático hasta la clave	N_{pa1}	0,000	0,000	kN/m
Fuerzas totales normales	ΣN	124,493	106,975	kN/m
Total sin presión interna/externa	ΣN_{sonst}	-7,732	-7,620	kN/m
Total sin sección llena y sin presión	$\Sigma N'$	-7,808	-7,696	kN/m

1.2.6. Sección fuerzas con nivel freático mínimo, base

		corto plazo	largo plazo	
Momento debido a cargas verticales totales	M_{qv}	0,364	0,359	kNm/m
Momento debido a la presión lateral	M_{qh}	-0,088	-0,090	kNm/m
Momento debido a la reacción de la presión del apoyo horizontal	M^*_{qh}	-0,150	-0,177	kNm/m
Momento debido a la reacción de la presión del apoyo (sección llena)	M^*_{qw}	-0,006	-0,009	kNm/m
Momento debido a las cargas muertas	M_g	0,003	0,003	kNm/m
Momento debido a la sección llena	M_w	0,015	0,015	kNm/m
Momento debido a la presión del agua	M_{pw}	0,035	0,030	kNm/m
Momento debido al nivel freático a la altura de la clave	M_{pa1}	0,000	0,000	kNm/m

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

Momentos totales	ΣM	0,173	0,132	kNm/m

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

Momentos totales sin presión interna/externa	ΣM_{sonst}	0,138	0,101	kNm/m
$\Sigma M' = M_{qv} + M_{qh} + M^*_{qh} + M_g$				
Momentos totales debidos a la sección llena y a la presión	$\Sigma M'$	0,129	0,096	kNm/m
Fuerza normal debida a las cargas verticales totales	N_{qv}	0,000	0,000	kN/m
Fuerza normal debida a la presión lateral	N_{qh}	-1,877	-1,907	kN/m
Fuerza normal debida a la reacción de la presión del lecho	N^*_{qh}	-2,540	-2,997	kN/m
Fuerza normal debida a la reacción de la presión del lecho (relleno del agua)	N^*_{qw}	-0,106	-0,158	kN/m
Fuerza normal debida al peso muerto	N_g	-0,007	-0,007	kN/m
Fuerza normal debida al relleno de agua	N_w	0,502	0,502	kN/m
Fuerza normal debida al nivel freático hasta la clave	N_{pa1}	0,000	0,000	kN/m
Fuerzas totales normales	ΣN	128,197	110,028	kN/m
Total sin presión interna/externa	ΣN_{sonst}	-4,028	-4,567	kN/m
Total sin sección llena y sin presión	$\Sigma N'$	-4,424	-4,911	kN/m

1.2.7. Sección fuerzas con nivel freático máximo, clave

		corto plazo	largo plazo	
Momento debido a cargas verticales totales	M_{qv}	0,356	0,351	kNm/m
Momento debido a la presión lateral	M_{qh}	-0,078	-0,079	kNm/m
Momento debido a la reacción de la presión del apoyo horizontal	M^*_{qh}	-0,151	-0,178	kNm/m
Momento debido a la reacción de la presión del apoyo (sección llena)	M^*_{qw}	-0,006	-0,009	kNm/m
Momento debido a las cargas muertas	M_g	0,003	0,003	kNm/m
Momento debido a la sección llena	M_w	0,011	0,011	kNm/m
Momento debido a la presión del agua	M_{pw}	0,035	0,030	kNm/m
Momento debido al nivel freático a la altura de la clave	M_{pa1}	-0,011	-0,011	kNm/m
$\Sigma M = M_{qv} + M_{qh} + M^*_{qh} + M^*_{qw} + M_g + M_w + M_{pw}$				
Momentos totales	ΣM	0,170	0,129	kNm/m
$\Sigma M_{sonst} = M_{qv} + M_{qh} + M^*_{qh} + M^*_{qw} + M_g + M_w + M_{pa1}$				
Momentos totales sin presión interna/externa	ΣM_{sonst}	0,123	0,087	kNm/m
$\Sigma M' = M_{qv} + M_{qh} + M^*_{qh} + M_g$				
Momentos totales debidos a la sección llena y a la presión	$\Sigma M'$	0,130	0,097	kNm/m
Fuerza normal debida a las cargas verticales totales	N_{qv}	0,000	0,000	kN/m
Fuerza normal debida a la presión lateral	N_{qh}	-1,661	-1,689	kN/m
Fuerza normal debida a la reacción de la presión del lecho	N^*_{qh}	-2,561	-3,015	kN/m
Fuerza normal debida a la reacción de la presión del lecho (relleno del agua)	N^*_{qw}	-0,106	-0,158	kN/m
Fuerza normal debida al peso muerto	N_g	0,007	0,007	kN/m
Fuerza normal debida al relleno de agua	N_w	0,206	0,206	kN/m
Fuerza normal debida al nivel freático hasta la clave	N_{pa1}	-0,206	-0,206	kN/m
Fuerzas totales normales	ΣN	127,111	108,948	kN/m
Total sin presión interna/externa	ΣN_{sonst}	-4,321	-4,854	kN/m
Total sin sección llena y sin presión	$\Sigma N'$	-4,215	-4,696	kN/m

1.2.8. Sección fuerzas con nivel freático máximo, generatriz sobre el diámetro horizontal del tubo

		corto plazo	largo plazo	
Momento debido a cargas verticales totales	M_{qv}	-0,356	-0,351	kNm/m
Momento debido a la presión lateral	M_{qh}	0,078	0,079	kNm/m
Momento debido a la reacción de la presión del apoyo horizontal	M^*_{qh}	0,174	0,204	kNm/m
Momento debido a la reacción de la presión del apoyo (sección llena)	M^*_{qw}	0,007	0,011	kNm/m
Momento debido a las cargas muertas	M_g	-0,003	-0,003	kNm/m
Momento debido a la sección llena	M_w	-0,013	-0,013	kNm/m
Momento debido a la presión del agua	M_{pw}	0,035	0,030	kNm/m
Momento debido al nivel freático a la altura de la clave	M_{pa1}	0,013	0,013	kNm/m

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

Momentos totales	ΣM	-0,078	-0,043	kNm/m

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

Momentos totales sin presión interna/externa	ΣM_{sonst}	-0,100	-0,060	kNm/m

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

Momentos totales debidos a la sección llena y a la presión	$\Sigma M'$	-0,107	-0,070	kNm/m
Fuerza normal debida a las cargas verticales totales	N_{qv}	-7,570	-7,467	kN/m
Fuerza normal debida a la presión lateral	N_{qh}	0,000	0,000	kN/m
Fuerza normal debida a la reacción de la presión del lecho	N^*_{qh}	0,000	0,000	kN/m
Fuerza normal debida a la reacción de la presión del lecho (relleno del agua)	N^*_{qw}	0,000	0,000	kN/m
Fuerza normal debida al peso muerto	N_g	-0,066	-0,066	kN/m
Fuerza normal debida al relleno de agua	N_w	0,076	0,076	kN/m
Fuerza normal debida al nivel freático hasta la clave	N_{pa1}	-0,076	-0,076	kN/m
Fuerzas totales normales	ΣN	123,665	106,139	kN/m
Total sin presión interna/externa	ΣN_{sonst}	-7,636	-7,532	kN/m
Total sin sección llena y sin presión	$\Sigma N'$	-7,636	-7,532	kN/m

1.2.9. Sección fuerzas con nivel freático máximo, base

		corto plazo	largo plazo	
Momento debido a cargas verticales totales	M_{qv}	0,356	0,351	kNm/m
Momento debido a la presión lateral	M_{qh}	-0,078	-0,079	kNm/m
Momento debido a la reacción de la presión del apoyo horizontal	M^*_{qh}	-0,151	-0,178	kNm/m
Momento debido a la reacción de la presión del apoyo (sección llena)	M^*_{qw}	-0,006	-0,009	kNm/m
Momento debido a las cargas muertas	M_g	0,003	0,003	kNm/m
Momento debido a la sección llena	M_w	0,015	0,015	kNm/m
Momento debido a la presión del agua	M_{pw}	0,035	0,030	kNm/m
Momento debido al nivel freático a la altura de la clave	M_{pa1}	-0,015	-0,015	kNm/m

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

Momentos totales	ΣM	0,173	0,133	kNm/m

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

Momentos totales sin presión interna/externa	ΣM_{sonst}	0,124	0,088	kNm/m

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

Momentos totales debidos a la sección llena y a la presión	$\Sigma M'$	0,130	0,097	kNm/m
Fuerza normal debida a las cargas verticales totales	N_{qv}	0,000	0,000	kN/m
Fuerza normal debida a la presión lateral	N_{qh}	-1,661	-1,689	kN/m
Fuerza normal debida a la reacción de la presión del lecho	N^*_{qh}	-2,561	-3,015	kN/m
Fuerza normal debida a la reacción de la presión del lecho (relleno del agua)	N^*_{qw}	-0,106	-0,158	kN/m
Fuerza normal debida al peso muerto	N_g	-0,007	-0,007	kN/m
Fuerza normal debida al relleno de agua	N_w	0,502	0,502	kN/m
Fuerza normal debida al nivel freático hasta la clave	N_{pa1}	-0,502	-0,502	kN/m
Fuerzas totales normales	ΣN	127,392	109,229	kN/m
Total sin presión interna/externa	ΣN_{sonst}	-4,335	-4,868	kN/m
Total sin sección llena y sin presión	$\Sigma N'$	-4,229	-4,710	kN/m

1.2.10. Caso de carga a corto plazo

1.2.10.1. prueba de tensión (con nivel freático mínimo)

Coeficiente de superposición de tensiones:	Z	1,21	[-]

Relación de deflexión:	η	0,56	[-]
Presión interior resultante (pI - pW):	$p_{I,res}$	7,50	bar

$$\sigma_{R,res} = \frac{\sigma_{qv,qh,qh^*} \cdot \bar{\sigma}_R + \sigma_{sonst} \cdot \sigma_{R,L}}{\sigma_{qv,qh,qh^*} + \sigma_{sonst}} \qquad (9.01c)$$

Interior:		clave	generatriz sobre el diámetro horizontal del tubo	base	
Tensiones debidas a carga externa	σ_a	1,308	-1,579	1,364	N/mm²
Coeficiente de seguridad para carga externa, tensión por flexión:	$\gamma_{BZ,a}$	17,580	---	16,860	[-]
Coeficiente de seguridad por carga externa, compresión por flexión:	$\gamma_{BD,a}$	---	14,565	---	[-]
Tensiones debidas a presión interna	σ_i	5,579	5,579	5,579	N/mm²
Coeficiente de seguridad por presión interna	γ_i	4,123	4,123	4,123	[-]
Factor de reducción de acuerdo a Netzer/Pattis	n	0,863	0,832	0,859	[-]
Tensión por cálculo de superposición	$\sigma_r$es	5,944	3,327	5,965	N/mm²
Coeficiente de seguridad para cálculo de superposición, tensión por flexión:	$\gamma_{BZ,res}$	3,870	6,914	3,856	[-]
Coeficiente de seguridad para cálculos de superposición, compresión por flexión:	$\gamma_{BD,res}$	---	---	---	[-]
Tensión de tracción por flexión a ser considerada	$\sigma_{RBZ,res}$	23,00	23,00	23,00	N/mm²
Tensión de compresión por flexión a ser considerada	$\sigma_{RBD,res}$	23,00	23,00	23,00	N/mm²

Exterior:		clave	generatriz sobre el diámetro horizontal del tubo	base	
Tensiones debidas a carga externa	σ_a	-1,552	0,826	-1,581	N/mm²
Coeficiente de seguridad para carga externa, tensión por flexión:	$\gamma_{BZ,a}$	---	27,856	---	[-]
Coeficiente de seguridad por carga externa, compresión por flexión:	$\gamma_{BD,a}$	14,820	---	14,552	[-]
Tensiones debidas a presión interna	σ_i	5,579	5,579	5,579	N/mm²
Coeficiente de seguridad por presión interna	γ_i	4,123	4,123	4,123	[-]
Factor de reducción de acuerdo a Netzer/Pattis	n	0,835	0,912	0,831	[-]
Tensión por cálculo de superposición	$\sigma_r$es	3,363	5,839	3,325	N/mm²
Coeficiente de seguridad para cálculo de superposición, tensión por flexión:	$\gamma_{BZ,res}$	6,839	3,939	6,918	[-]
Coeficiente de seguridad para cálculos de superposición, compresión por flexión:	$\gamma_{BD,res}$	---	---	---	[-]
Tensión de tracción por flexión a ser considerada	$\sigma_{RBZ,res}$	23,00	23,00	23,00	N/mm²
Tensión de compresión por flexión a ser considerada	$\sigma_{RBD,res}$	23,00	23,00	23,00	N/mm²

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

1.2.10.2. prueba de tensión (con nivel freático máximo)

Coeficiente de superposición de tensiones:	Z	1,21	[-]
Relación de deflexión:	η	0,56	[-]
Presión interior resultante (pI - pW):	$p_{I,res}$	7,49	bar

$$\sigma_{R,res} = \frac{\sigma_{qv,qh,qh^*} \cdot \bar{\sigma}_R + \sigma_{sonst} \cdot \sigma_{R,L}}{\sigma_{qv,qh,qh^*} + \sigma_{sonst}} \qquad (9.01c)$$

Interior:		clave	generatriz sobre el diámetro horizontal del tubo	base	
Tensiones debidas a carga externa	σ_a	1,190	-1,437	1,198	N/mm²
Coeficiente de seguridad para carga externa, tensión por flexión:	$\gamma_{BZ,a}$	19,328	---	19,202	[-]
Coeficiente de seguridad por carga externa, compresión por flexión:	$\gamma_{BD,a}$	---	16,002	---	[-]
Tensiones debidas a presión interna	σ_i	5,572	5,572	5,572	N/mm²
Coeficiente de seguridad por presión interna	γ_i	4,128	4,128	4,128	[-]
Factor de reducción de acuerdo a Netzer/Pattis	n	0,872	0,850	0,872	[-]
Tensión por cálculo de superposición	$\sigma_r$es	5,898	3,516	5,900	N/mm²
Coeficiente de seguridad para cálculo de superposición, tensión por flexión:	$\gamma_{BZ,res}$	3,900	6,542	3,898	[-]
Coeficiente de seguridad para cálculos de superposición, compresión por flexión:	$\gamma_{BD,res}$	---	---	---	[-]
Tensión de tracción por flexión a ser considerada	$\sigma_{RBZ,res}$	23,00	23,00	23,00	N/mm²
Tensión de compresión por flexión a ser considerada	$\sigma_{RBD,res}$	23,00	23,00	23,00	N/mm²

Exterior:		clave	generatriz sobre el diámetro horizontal del tubo	base	
Tensiones debidas a carga externa	σ_a	-1,444	0,703	-1,452	N/mm²
Coeficiente de seguridad para carga externa, tensión por flexión:	$\gamma_{BZ,a}$	---	32,714	---	[-]
Coeficiente de seguridad por carga externa, compresión por flexión:	$\gamma_{BD,a}$	15,928	---	15,837	[-]
Tensiones debidas a presión interna	σ_i	5,572	5,572	5,572	N/mm²
Coeficiente de seguridad por presión interna	γ_i	4,128	4,128	4,128	[-]
Factor de reducción de acuerdo a Netzer/Pattis	n	0,849	0,927	0,848	[-]
Tensión por cálculo de superposición	$\sigma_r$es	3,506	5,818	3,494	N/mm²
Coeficiente de seguridad para cálculo de superposición, tensión por flexión:	$\gamma_{BZ,res}$	6,560	3,953	6,583	[-]
Coeficiente de seguridad para cálculos de superposición, compresión por flexión:	$\gamma_{BD,res}$	---	---	---	[-]
Tensión de tracción por flexión a ser considerada	$\sigma_{RBZ,res}$	23,00	23,00	23,00	N/mm²
Tensión de compresión por flexión a ser considerada	$\sigma_{RBD,res}$	23,00	23,00	23,00	N/mm²

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

1.2.10.3. Prueba de deformación (con nivel freático mínimo)

Modo de cálculo:		lineal	
Relación:		I/(A·rm²)	0,00132 [-]
Relación 'I/(A·rm²)·κq':		I/(A·rm²)·κ_Q	0,00132 [-]

		q_v	q_h	q_h^*	
Coeficiente de deflexión para momentos de deflexión	c_v	-0,0833	0,0833	0,0640	[-]
Coeficiente de deflexión por fuerzas normales	c^N_v	-0,6480	-0,6810	-0,2470	[-]
Coeficiente de deflexión por fuerzas laterales	c^Q_v	-0,3350	0,3350	0,2430	[-]

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

Coeficiente resultante de deformación	c'_v	-0,0854	0,0836	0,0646	[-]
Coeficiente resultante de deformación	c'_h	0,0841	-0,0854	-0,0674	[-]

$$\Delta d_v = \frac{2 \cdot r_m}{8S_0} \cdot (c_{v,qv} \cdot q_v + c_{v,qh} \cdot q_h + c_{v,qh^*} \cdot q_h^*) \quad (8.16a)$$

$$\Delta d_h = \frac{2 \cdot r_m}{8S_0} \cdot (c_{h,qv} \cdot q_v + c_{h,qh} \cdot q_h + c_{h,qh^*} \cdot q_h^*) \quad (8.16b)$$

Cambio del diámetro vertical:	Δd_v	2,20	mm
Cambio del diámetro horizontal:	Δd_h	1,94	mm

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

Deformación vertical relativa:	δ_v	0,58	%
Deflexión admisible:	zul δ_v	6,00	%

La deflexión determinada es menor que la deflexión permitida.

1.2.10.4. Prueba de deformación (con nivel freático máximo)

Modo de cálculo:	lineal		
Relación:	$I/(A \cdot rm^2)$	0,00132	[-]
Relación '$I/(A \cdot rm^2) \cdot \kappa q$':	$I/(A \cdot rm^2) \cdot \kappa_Q$	0,00132	[-]

		q_v	q_h	q_h^*	
Coeficiente de deflexión para momentos de deflexión	c_v	-0,0833	0,0833	0,0640	[-]
Coeficiente de deflexión por fuerzas normales	c^N_v	-0,6480	-0,6810	-0,2470	[-]
Coeficiente de deflexión por fuerzas laterales	c^Q_v	-0,3350	0,3350	0,2430	[-]

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

Coeficiente resultante de deformación	c'_v	-0,0854	0,0836	0,0646	[-]
Coeficiente resultante de deformación	c'_h	0,0841	-0,0854	-0,0674	[-]

$$\Delta d_v = \frac{2 \cdot r_m}{8S_0} \cdot (c_{v,qv} \cdot q_v + c_{v,qh} \cdot q_h + c_{v,qh^*} \cdot q_h^*) \quad (8.16a)$$

$$\Delta d_h = \frac{2 \cdot r_m}{8S_0} \cdot (c_{h,qv} \cdot q_v + c_{h,qh} \cdot q_h + c_{h,qh^*} \cdot q_h^*) \quad (8.16b)$$

Cambio del diámetro vertical:	Δd_v	2,21	mm
Cambio del diámetro horizontal:	Δd_h	1,96	mm

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

Deformación vertical relativa:	δ_v	0,59	%
Deflexión admisible:	zul δ_v	6,00	%

La deflexión determinada es menor que la deflexión permitida.

1.2.10.5. Prueba de estabilidad (lineal): (con nivel freático máximo)

Carga vertical total:	q_v	40,24	kN/m²
Factor de reducción de carga de colapso por cargas de suelo/tráfico:	κ_{v2}	0,86	[-]
Carga vertical total crítica:	krit q_v	1.637,9	kN/m²

$$\text{krit } q_v = 2 \cdot \kappa_{v2} \cdot (8S_0 \cdot S_{Bh})^{0,5} \quad (9.06a)$$

Coeficiente de seguridad (carga vertical total):	γ_{qv}	40,71	[-]

$$\gamma = \frac{krit\ q_v}{q_v} \quad (9.07)$$

Presión externa por el agua:	p_a	5,00	kN/m²

$$p_a = h_W \cdot \gamma_W \quad (9.10)$$

Vacío adicional en el tubo:	p_I-	0,00	kN/m²
Rigidez del sistema:	V_{RB}	0,0440	[-]
Valor de ingreso δv2 para determinar κa2:	δ_{v2}	1,59	%
Factor de reducción debido a la predeformación por la carga de ruptura a la presión externa del agua:	κ_{a2}	0,84	[-]
Factor de reducción debido a la predeformación local por la carga de ruptura a presión externa del agua:	κ_{a1}	1,00	[-]
Sustituir valor para rm/s:	k*	7,939	[-]
Coeficiente de pandeo:	α_D	6,279	[-]
Presión externa crítica del agua:	krit p_a	1.058,818	kN/m²

$$krit\ p_a = \kappa_a \cdot \alpha_D \cdot 8S_0 \quad (9.08)$$

$$\kappa_a = \kappa_{a2} \cdot \kappa_{a1} \quad (9.09)$$

Coeficiente de seguridad de estabilidad (presión externa del agua):	γ_{pa}	211,764	[-]

$$\gamma_{pa} = \frac{krit\ p_a}{p_a} \quad (9.11)$$

Coeficiente de seguridad de estabilidad:	γ	34,14	[-]
Coeficiente global de seguridad requerido, fallo por inestabilidad:	erf γ_{stab}	2,00	[-]

Los coeficientes de seguridad al pandeo determinados son suficientes.

1.2.11. Caso de carga a largo plazo

1.2.11.1. prueba de tensión (con nivel freático mínimo)

Coeficiente de superposición de tensiones:	Z	5,51	[-]
Relación de deflexión:	η	0,72	[-]
Presión interior resultante (pI - pW):	$p_{I,res}$	6,50	bar

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

Interior:		clave	generatriz sobre el diámetro horizontal del tubo	base	
Tensiones debidas a carga externa	σ_a	0,878	-1,117	0,933	N/mm²
Coeficiente de seguridad para carga externa, tensión por flexión:	$\gamma_{BZ,a}$	22,919	---	21,547	[-]
Coeficiente de seguridad por carga externa, compresión por flexión:	$\gamma_{BD,a}$	---	18,013	---	[-]
Tensiones debidas a presión interna	σ_i	4,835	4,835	4,835	N/mm²
Coeficiente de seguridad por presión interna	γ_i	3,619	3,619	3,619	[-]
Tensión de tracción por flexión a ser considerada	$\sigma_{RBZ,res}$	17,90	16,72	17,92	N/mm²
Tensión de compresión por flexión a ser considerada	$\sigma_{RBD,res}$	17,90	16,72	17,92	N/mm²

Exterior:		clave	generatriz sobre el diámetro horizontal del tubo	base	
Tensiones debidas a carga externa	σ_a	-1,199	0,409	-1,228	N/mm²
Coeficiente de seguridad para carga externa, tensión por flexión:	$\gamma_{BZ,a}$	---	49,128	---	[-]
Coeficiente de seguridad por carga externa, compresión por flexión:	$\gamma_{BD,a}$	16,768	---	16,377	[-]
Tensiones debidas a presión interna	σ_i	4,835	4,835	4,835	N/mm²
Coeficiente de seguridad por presión interna	γ_i	3,619	3,619	3,619	[-]
Tensión de tracción por flexión a ser considerada	$\sigma_{RBZ,res}$	16,64	17,70	16,61	N/mm²
Tensión de compresión por flexión a ser considerada	$\sigma_{RBD,res}$	16,64	17,70	16,61	N/mm²

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

1.2.11.2. prueba de tensión (con nivel freático máximo)

Coeficiente de superposición de tensiones:	Z	5,51	[-]
Relación de deflexión:	η	0,71	[-]
Presión interior resultante (pI - pW):	$p_{I,res}$	6,49	bar

$$\sigma_{R,res} = \frac{\sigma_{qv,qh,qh^*} \cdot \bar{\sigma}_R + \sigma_{sonst} \cdot \sigma_{R,L}}{\sigma_{qv,qh,qh^*} + \sigma_{sonst}} \qquad (9.01c)$$

Interior:		clave	generatriz sobre el diámetro horizontal del tubo	base	
Tensiones debidas a carga externa	σ_a	0,767	-0,983	0,774	N/mm²
Coeficiente de seguridad para carga externa, tensión por flexión:	$\gamma_{BZ,a}$	26,312	---	26,046	[-]
Coeficiente de seguridad por carga externa, compresión por flexión:	$\gamma_{BD,a}$	---	20,528	---	[-]
Tensiones debidas a presión interna	σ_i	4,828	4,828	4,828	N/mm²
Coeficiente de seguridad por presión interna	γ_i	3,625	3,625	3,625	[-]
Tensión de tracción por flexión a ser considerada	$\sigma_{RBZ,res}$	17,87	16,82	17,87	N/mm²
Tensión de compresión por flexión a ser considerada	$\sigma_{RBD,res}$	17,87	16,82	17,87	N/mm²

Exterior:		clave	generatriz sobre el diámetro horizontal del tubo	base	
Tensiones debidas a carga externa	σ_a	-1,098	0,293	-1,106	N/mm²
Coeficiente de seguridad para carga externa, tensión por flexión:	$\gamma_{BZ,a}$	---	68,758	---	[-]
Coeficiente de seguridad por carga externa, compresión por flexión:	$\gamma_{BD,a}$	18,372	---	18,233	[-]
Tensiones debidas a presión interna	σ_i	4,828	4,828	4,828	N/mm²
Coeficiente de seguridad por presión interna	γ_i	3,625	3,625	3,625	[-]

Tensión de tracción por flexión a ser considerada	$\sigma_{RBZ,res}$	16,71	17,65	16,71	N/mm²
Tensión de compresión por flexión a ser considerada	$\sigma_{RBD,res}$	16,71	17,65	16,71	N/mm²

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

1.2.11.3. Prueba de deformación (con nivel freático mínimo)

Modo de cálculo:	lineal		
Relación:	I/(A·rm²)	0,00132	[-]
Relación 'I/(A·rm²)·κq':	I/(A·rm²)·κ_Q	0,00132	[-]

		q_v	q_h	q_h^*	
Coeficiente de deflexión para momentos de deflexión	c_v	-0,0833	0,0833	0,0640	[-]
Coeficiente de deflexión por fuerzas normales	c^N_v	-0,6480	-0,6810	-0,2470	[-]
Coeficiente de deflexión por fuerzas laterales	c^Q_v	-0,3350	0,3350	0,2430	[-]

$$c' = c + \frac{I}{A \cdot r_m^2} \cdot [c^N + 2(1 + v) \cdot \kappa_Q \cdot c^Q] \qquad (6.20)$$

Coeficiente resultante de deformación	c'_v	-0,0854	0,0836	0,0646	[-]
Coeficiente resultante de deformación	c'_h	0,0841	-0,0854	-0,0674	[-]

$$\Delta d_v = \frac{2 \cdot r_m}{8S_0} \cdot (c_{v,qv} \cdot q_v + c_{v,qh} \cdot q_h + c_{v,qh^*} \cdot q_h^*) \qquad (8.16a)$$

$$\Delta d_h = \frac{2 \cdot r_m}{8S_0} \cdot (c_{h,qv} \cdot q_v + c_{h,qh} \cdot q_h + c_{h,qh^*} \cdot q_h^*) \qquad (8.16b)$$

Cambio del diámetro vertical:	Δd_v	2,79	mm
Cambio del diámetro horizontal:	Δd_h	2,29	mm

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

Deformación vertical relativa:	δ_v	0,74	%
Deflexión admisible:	zul δ_v	6,00	%

La deflexión determinada es menor que la deflexión permitida.

1.2.11.4. Prueba de deformación (con nivel freático máximo)

Modo de cálculo:	lineal		
Relación:	I/(A·rm²)	0,00132	[-]
Relación 'I/(A·rm²)·κq':	I/(A·rm²)·κ_Q	0,00132	[-]

		q_v	q_h	q_h^*	
Coeficiente de deflexión para momentos de deflexión	c_v	-0,0833	0,0833	0,0640	[-]
Coeficiente de deflexión por fuerzas normales	c^N_v	-0,6480	-0,6810	-0,2470	[-]
Coeficiente de deflexión por fuerzas laterales	c^Q_v	-0,3350	0,3350	0,2430	[-]

$$c' = c + \frac{I}{A \cdot r_m^2} \cdot [c^N + 2(1 + v) \cdot \kappa_Q \cdot c^Q] \qquad (6.20)$$

Coeficiente resultante de deformación	c'_v	-0,0854	0,0836	0,0646	[-]
Coeficiente resultante de deformación	c'_h	0,0841	-0,0854	-0,0674	[-]

$$\Delta d_v = \frac{2 \cdot r_m}{8S_0} \cdot (c_{v,qv} \cdot q_v + c_{v,qh} \cdot q_h + c_{v,qh^*} \cdot q_h^*) \qquad (8.16a)$$

$$\Delta d_h = \frac{2 \cdot r_m}{8S_0} \cdot (c_{h,qv} \cdot q_v + c_{h,qh} \cdot q_h + c_{h,qh^*} \cdot q_h^*) \qquad (8.16b)$$

Cambio del diámetro vertical:	Δd_v	2,78	mm
Cambio del diámetro horizontal:	Δd_h	2,30	mm

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

Deformación vertical relativa:	δ_v	0,74	%
Deflexión admisible:	zul δ_v	6,00	%

La deflexión determinada es menor que la deflexión permitida.

1.2.11.5. Prueba de estabilidad (lineal): (con nivel freático máximo)

Carga vertical total:	q_v	39,68	kN/m²
Factor de reducción de carga de colapso por cargas de suelo/tráfico:	κ_{v2}	0,86	[-]
Carga vertical total crítica:	krit q_v	1.240,3	kN/m²

$$\text{krit } q_v = 2 \cdot \kappa_{v2} \cdot (8S_0 \cdot S_{Bh})^{0,5} \qquad (9.06a)$$

Coeficiente de seguridad (carga vertical total):	γ_{qv}	31,25	[-]

$$\gamma = \frac{\text{krit } q_v}{q_v} \qquad (9.07)$$

Presión externa por el agua:	p_a	5,00	kN/m²

$$p_a = h_W \cdot \gamma_W \qquad (9.10)$$

Vacío adicional en el tubo:	p_{I-}	0,00	kN/m²
Rigidez del sistema:	V_{RB}	0,0252	[-]
Valor de ingreso δv2 para determinar κa2:	δ_{v2}	1,74	%
Factor de reducción debido a la predeformación por la carga de ruptura a la presión externa del agua:	κ_{a2}	0,89	[-]
Factor de reducción debido a la predeformación local por la carga de ruptura a presión externa del agua:	κ_{a1}	1,00	[-]
Sustituir valor para rm/s:	k*	7,939	[-]
Coeficiente de pandeo:	α_D	9,985	[-]
Presión externa crítica del agua:	krit p_a	297,464	kN/m²

$$\text{krit } p_a = \kappa_a \cdot \alpha_D \cdot 8S_0 \qquad (9.08)$$

$$\kappa_a = \kappa_{a2} \cdot \kappa_{a1} \qquad (9.09)$$

Coeficiente de seguridad de estabilidad (presión externa del agua):	γ_{pa}	59,493	[-]

$$\gamma_{pa} = \frac{\text{krit } p_a}{p_a} \qquad (9.11)$$

Coeficiente de seguridad de estabilidad:	γ	20,49	[-]
Coeficiente global de seguridad requerido, fallo por inestabilidad:	erf γ_{stab}	2,00	[-]

Los coeficientes de seguridad al pandeo determinados son suficientes.

Todas las pruebas necesarias son correctas.

INFORME COMPLETO

Estudio estático para Tuberías A 127

Proyecto:	SECTOR I CANAL DE SAN JOSE
Empresa / Entidad:	ITACYL
Autor:	Maria Sánchez Hernández
Informe n°:	PEAD_DN400_PN10_4,5m
Fecha:	04/01/2021

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

Contenido

1. Cálculo estático de acuerdo a la A 127: PEAD_400_4,5m **4**

1.1. Entrada de datos: 4

1.1.1. Opciones de seguridad 4

1.1.2. Suelo 4

1.1.3. Carga 4

1.1.4. Instalación 4

1.1.5. Tubo de la base de datos 4

1.2. Resultados: 5

1.2.1. resultados intermedios del tubo 5

1.2.1.1. propiedades del material 5
1.2.1.2. Factores de seguridad 5

1.2.2. Resultados intermedios para caso de carga con nivel freático mínimo 6

1.2.2.1. geometría del tubo 6
1.2.2.2. Teoría del silo 6
1.2.2.3. Carga 6
1.2.2.4. Módulo de deformación del suelo EB 6
1.2.2.5. Valores de rigidez del suelo 6
1.2.2.6. Ángulo de apoyo, proyección relativa efectiva y ángulo de fricción 7
1.2.2.7. Valores característicos del material del tubo y rigidez anular 7
1.2.2.8. relación de rigidez 7
1.2.2.9. Coeficientes 7
1.2.2.10. Factores de concentracion λR y λB 8
1.2.2.11. Distribución de presiones en la circunferencia del tubo 8

1.2.3. Resultados intermedios para caso de carga con nivel freático máximo 9

1.2.3.1. geometría del tubo 9
1.2.3.2. Teoría del silo 9
1.2.3.3. Carga 9
1.2.3.4. Módulo de deformación del suelo EB 9
1.2.3.5. Valores de rigidez del suelo 10
1.2.3.6. Ángulo de apoyo, proyección relativa efectiva y ángulo de fricción 10
1.2.3.7. Valores característicos del material del tubo y rigidez anular 10
1.2.3.8. relación de rigidez 11
1.2.3.9. Coeficientes 11
1.2.3.10. Factores de concentracion λR y λB 11
1.2.3.11. Distribución de presiones en la circunferencia del tubo 11

1.2.4. Sección fuerzas con nivel freático mínimo, clave 12

1.2.5. Sección fuerzas con nivel freático mínimo, generatriz sobre el diámetro horizontal del tubo 13

1.2.6. Sección fuerzas con nivel freático mínimo, base 13

1.2.7. Sección fuerzas con nivel freático máximo, clave 14

1.2.8. Sección fuerzas con nivel freático máximo, generatriz sobre el diámetro horizontal del tubo 14

1.2.9. Sección fuerzas con nivel freático máximo, base 15

1.2.10. Caso de carga a corto plazo 15

1.2.10.1. prueba de tensión (con nivel freático mínimo) 15
1.2.10.2. prueba de tensión (con nivel freático máximo) 16
1.2.10.3. Prueba de deformación (con nivel freático mínimo) 17
1.2.10.4. Prueba de deformación (con nivel freático máximo) 18
1.2.10.5. Prueba de estabilidad (lineal): (con nivel freático máximo) 18

1.2.11. Caso de carga a largo plazo 19

1.2.11.1. prueba de tensión (con nivel freático mínimo) 19

1.2.11.2. prueba de tensión (con nivel freático máximo) 20
1.2.11.3. Prueba de deformación (con nivel freático mínimo) 21
1.2.11.4. Prueba de deformación (con nivel freático máximo) 21
1.2.11.5. Prueba de estabilidad (lineal): (con nivel freático máximo) 22

1. Cálculo estático de acuerdo a la A 127: PEAD_400_4,5m

Descripción del tramo:	PEAD_400_4,5m
Tipo de cálculo:	Según tabla
Añadir dibujo para imprimir:	Si

1.1. Entrada de datos:

1.1.1. Opciones de seguridad

Clase de seguridad:	A (caso normal)
Deflexión admisible:	6% (habitual)
Tratamiento de la presión interna:	De acuerdo con la nota 39 de la ATV 127
Menores factores de seguridad para compresión por flexión:	no (ATV A 127)
La aplicación de la ATV A 127 no ha sido verificada para ver si la rigidez circunferencial mínima ha sido alcanzada:	No

1.1.2. Suelo

Tipo de relleno:	G3		
Cálculo E1:	Densidad Proctor		
Densidad Proctor E1:	$D_{Pr,E1}$	95,0	%
Tipo de relleno en la zona del tubo:	G1		
Cálculo E20:	Densidad Proctor		
Densidad Proctor E20:	$D_{Pr,E20}$	90,0	%
Tipo de suelo natural:	G3		
Cálculo E3:	Densidad Proctor		
Densidad Proctor E3:	$D_{Pr,E3}$	100,0	%
E4 = 10 · E1:	No		
Suelo bajo la zanja:	G3		
Cálculo E4:	Densidad Proctor		
Densidad Proctor E4:	$D_{Pr,E4}$	100,0	%

1.1.3. Carga

Altura de recubrimiento:	h	4,50	m
Densidad del suelo:	γ	20,0	kN/m³
Carga superficial adicional:	p_0	0,0	kN/m²
Nivel freático máximo sobre el lecho del tubo:	$h_{W,max}$	0,50	m
Nivel freático mínimo sobre el lecho del tubo:	$h_{W,min}$	0,00	m
Presión interna, corto plazo:	$P_{I,K}$	7,5	bar
Presión interna, largo plazo:	$P_{I,L}$	6,5	bar
Sección llena:	Si		
Densidad del fluido:	γ_F	10,0	kN/m³
Carga de tráfico:	HGV 12		

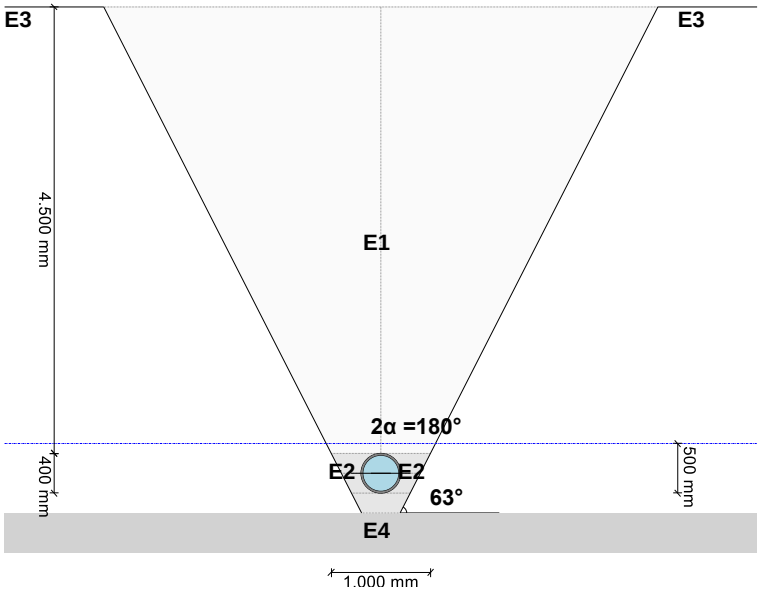
1.1.4. Instalación

Instalación:	Zanja		
Ancho de zanja:	b	1,00	m
Ángulo del talud:	β	63	°
Condiciones de relleno:	A1		
Condiciones de la instalación:	B1		
Tipo de apoyo:	suelto		
Ángulo de apoyo:	180º		
Proyección relativa:	a	1,00	[-]

1.1.5. Tubo de la base de datos

Material:	PE 100
Presión nominal:	PN = 10,0 bar (SDR = 17,0)
Diámetro nominal:	DN 400 (23,7 mm)

Carga de tráfico: HGV 12



1.2. Resultados:

1.2.1. resultados intermedios del tubo

Diámetro interior:	d_i	352,6	mm
Diámetro exterior:	d_a	400,0	mm
Radio del eje centroide de la pared del tubo:	r_m	188,2	mm
Wall thickness:	s	23,7	mm
Ratio radius to wall thickness:	r_m/s	7,939	[-]
Factor de corrección de la curvatura interior:	α_{ki}	1,042	[-]
Factor de corrección de la curvatura exterior:	α_{ka}	0,958	[-]
Predeformación local:	δ_{vl}	0,00	%
Predeformación (ovalización antes de aplicación de la carga):	δ_{vg}	1,00	%
Perfil de superfície axialmente afectado:	A_{ax}	23,7	mm²/mm
Superficie del perfil radial:	A_{rad}	23,7	mm²/mm
Distancia de inercia:	e	11,9	mm
Momento de inercia:	I	1.109,3	mm^4/mm
Momento resistente exterior:	W_a	93,6	mm³/mm
Momento resistente interior:	W_i	93,6	mm³/mm

1.2.1.1. propiedades del material

		corto plazo	largo plazo	
Gravedad específica	γ_R	9,4	9,4	kN/m³
Coeficiente de poisson	v	0,38	0,38	[-]
Valor característico del módulo de elasticidad en sentido circunferencial	E_R	1.200,0	200,0	N/mm²

1.2.1.2. Factores de seguridad

Coeficiente global de seguridad requerido, fallo por inestabilidad, tensión a tracción	erf γ_{RBZ}	2,50	2,50	[-]

Coeficiente global de seguridad requerido, fallo por inestabilidad, tensión a compresión	erf γ_{RBD}	2,50	2,50	[-]
Coeficiente global de seguridad requerido, fallo por inestabilidad	erf γ_{stab}	2,00	2,00	[-]

1.2.2. Resultados intermedios para caso de carga con nivel freático mínimo

1.2.2.1. geometría del tubo

Radio del eje centroide de la pared del tubo:	r_m	188,2	mm
Factor de corrección de la curvatura interior:	α_{ki}	1,042	[-]
Factor de corrección de la curvatura exterior:	α_{ka}	0,958	[-]

1.2.2.2. Teoría del silo

Coeficiente de carga del suelo κ para carga en zanja (Teoría del Silo): κ 0,685 [-]

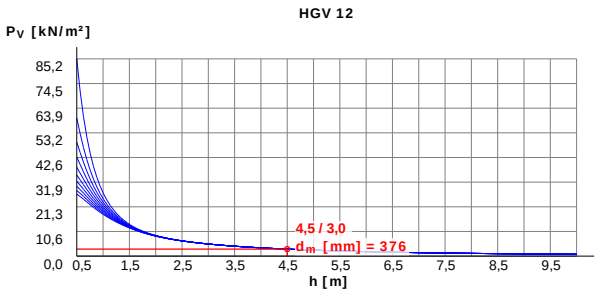
$$\kappa = \frac{1 - e^{-2 \cdot K_1 \cdot \tan\bar{\delta} \cdot \frac{h}{b}}}{2 \cdot K_1 \cdot \tan\bar{\delta} \cdot \frac{h}{b}} \qquad (5.04)$$

Coeficiente de carga del suelo κ0 para cargas superficiales (Teoría del Silo): κ_0 0,482 [-]

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

1.2.2.3. Carga

Nivel freático máximo sobre la cama del tubo:	$h_{W,Scheitel}$	0,00	m
Carga vertical debida al peso del relleno:	P_{Erd}	61,61	kN/m²
Carga vertical debida al peso del relleno y a la carga superficial:	P_E	61,61	kN/m²
Tensión debida a carga de tráfico:	P_V	3,03	kN/m²
Included impact factor:	ϕ	1,50	[-]



1.2.2.4. Módulo de deformación del suelo EB

Módulo elástico del relleno bajo carga:	$E_{1,\sigma}$	5,21	N/mm²
Módulo elástico de los riñones bajo carga:	$E_{20,\sigma}$	6,10	N/mm²
Factor de reducción por fluencia:	f_1	1,000	[-]
Factor de reducción E20 (nivel freático):	f_2	1,000	[-]
Factor de reducción E20 (zanja estrecha):	α_B	0,833	[-]
Módulo elástico del apoyo (reducido):	$E_{2,\sigma}$	5,09	N/mm²
Módulo elástico del suelo natural:	$E_{3,\sigma}$	13,33	N/mm²
Módulo elástico del suelo bajo el tubo:	$E_{4,\sigma}$	13,33	N/mm²

1.2.2.5. Valores de rigidez del suelo

Factor de corrección por rigidez del apoyo horizontal: ζ 1,487 [-]

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

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

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

Rigidez del apoyo horizontal:	S_{Bh}	4,537	N/mm²

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

Rigidez de apoyo vertical:	S_{Bv}	5,086	N/mm²

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

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

Ángulo de apoyo, proyección relativa efectiva y ángulo de fricción:	2α	180	°
Proyección incrementada debido a la pérdida de soporte del suelo:	a_S	1,00	[-]
Proyección relativa efectiva:	a'	1,024	[-]

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

Ángulo de fricción interna:	φ'	25,000	°
Ángulo de fricción de la pared:	δ	16,667	°

1.2.2.7. Valores característicos del material del tubo y rigidez anular

		corto plazo Todas las cargas	largo plazo Cargas del suelo cargas de tráfico	largo plazo otro Cargas	
Valor característico del módulo de elasticidad en sentido circunferencial	E_R	1.200,0	246,8	200,0	N/mm²
Valor característico de tracción por deflexión	σ_{RBZ}	23,0	17,8	17,5	N/mm²
Valor característico de la deflexión radial por esfuerzo de compresión	σ_{RBD}	23,0	17,8	17,5	N/mm²
Rigidez del tubo	S_R	199,863	41,106	33,310	kN/m²

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

1.2.2.8. relación de rigidez

Rigidez del sistema	V_{RB}	0,0440	0,0091	0,0073	[-]

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

Relación de rigidez	V_S	1,0717	0,5625	---	[-]

$$V_S = \frac{S_R}{|c_v^*| \cdot S_{Bv}}$$ (6.08a)

1.2.2.9. Coeficientes

Relación por presión de enterramiento (apoyo)	K_2	0,400	0,400	---	[-]
Coeficiente por presión de reacción del apoyo	K*	0,755	1,100	---	[-]

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

Coeficiente por presión de reacción del apoyo	c_v^*	-0,037	-0,014	---	[-]

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

1.2.2.10. Factores de concentracion λR y λB

Factor de concentración máximo	max λ	1,551	1,551	---	[-]

$$\max \lambda = 1 + \frac{\frac{h}{d_a}}{\frac{3,5}{a'} + \frac{2,2}{\frac{E_4}{E_1} \cdot (a' - 0,25)} + \left[\frac{0,62}{a'} + \frac{1,6}{\frac{E_4}{E_1} \cdot (a' - 0,25)}\right] \cdot \frac{h}{d_a}} \quad (6.04)$$

Coeficiente por factor de concentración máximo	K'	0,931	0,798	---	[-]

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

Factor de concentración sobre el tubo, valor inicial	λ_R	1,070	0,864	---	[-]

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

Factor de concentración sobre el tubo, bajo el efecto de la zanja	λ_{RG}	1,035	0,932	---	[-]

$$\lambda_{RG} = \frac{\lambda_R - 1}{3} \cdot \frac{b}{d_a} + \frac{4 - \lambda_R}{3} \quad (6.21a)$$

Factor de concentración sobre el tubo, límite superior	λ_{fo}	3,325	3,325	---	[-]
Factor de concentración sobre el tubo, limite inferior	λ_{fu}	0,190	0,190	---	[-]
Factor de concentación sobre el tubo, valor final	λ_{RG}	1,035	0,932	---	[-]
Factor de concentración del suelo	λ_B	0,977	1,045	---	[-]

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

1.2.2.11. Distribución de presiones en la circunferencia del tubo

Relación:	I/(A·rm²)	0,00132	[-]
Relación 'I/(A·rm²)·κq':	I/(A·rm²)·κ_Q	0,00132	[-]

		q_v	q_h	q_h^*	
Coeficiente de deflexión para momentos de deflexión	c_v	-0,0833	0,0833	0,0640	[-]
Coeficiente de deflexión por fuerzas normales	c^N_v	-0,6480	-0,6810	-0,2470	[-]
Coeficiente de deflexión por fuerzas laterales	c^Q_v	-0,3350	0,3350	0,2430	[-]

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

Coeficiente resultante de deformación	c'_v	-0,0854	0,0836	0,0646	[-]
Coeficiente resultante de deformación	c'_h	0,0841	-0,0854	-0,0674	[-]

	corto plazo	largo plazo	largo plazo

		Todas las cargas	Cargas del suelo cargas de tráfico	otro Cargas	
Carga vertical total	q_v	66,80	60,44	---	kN/m²

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

Presion lateral	q_h	25,67	27,36	---	kN/m²

$$q_h = K_2 \cdot \left(\lambda_B \cdot p_E + \gamma_B \cdot \frac{d_a}{2} \right) \qquad (7.01)$$

Presión de reacción del apoyo (carga del suelo)	q^*_h	30,72	35,90	---	kN/m²

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

Presión de reacción del apoyo (sección llena)	q^*_{hw}	0,97	1,45	---	kN/m²

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

1.2.3. Resultados intermedios para caso de carga con nivel freático máximo

1.2.3.1. geometría del tubo

Radio del eje centroide de la pared del tubo:	r_m	188,2	mm
Factor de corrección de la curvatura interior:	α_{ki}	1,042	[-]
Factor de corrección de la curvatura exterior:	α_{ka}	0,958	[-]

1.2.3.2. Teoría del silo

Coeficiente de carga del suelo κ para carga en zanja (Teoría del Silo):	κ	0,685	[-]

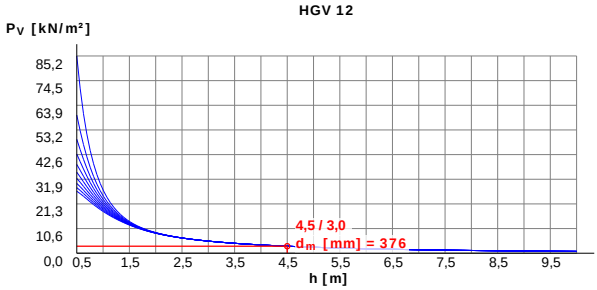
$$\kappa = \frac{1 - e^{-2 \cdot K_1 \cdot \tan\delta \cdot \frac{h}{b}}}{2 \cdot K_1 \cdot \tan\delta \cdot \frac{h}{b}} \qquad (5.04)$$

Coeficiente de carga del suelo κ0 para cargas superficiales (Teoría del Silo):	κ_0	0,482	[-]

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

1.2.3.3. Carga

Nivel freático máximo sobre la cama del tubo:	$h_{W,Scheitel}$	0,10	m
Densidad del relleno bajo agua:	γ'	10,00	kN/m³
Carga vertical debida al peso del relleno:	P_{Erd}	60,92	kN/m²
Carga vertical debida al peso del relleno y a la carga superficial:	P_E	60,92	kN/m²
Tensión debida a carga de tráfico:	P_V	3,03	kN/m²
Included impact factor:	ϕ	1,50	[-]



1.2.3.4. Módulo de deformación del suelo EB

Módulo elástico del relleno bajo carga:	$E_{1,\sigma}$	5,21	N/mm²
Módulo elástico de los riñones bajo carga:	$E_{20,\sigma}$	6,10	N/mm²
Factor de reducción por fluencia:	f_1	1,000	[-]
Factor de reducción E20 (nivel freático):	f_2	1,000	[-]
Factor de reducción E20 (zanja estrecha):	α_B	0,833	[-]
Módulo elástico del apoyo (reducido):	$E_{2,\sigma}$	5,09	N/mm²
Módulo elástico del suelo natural:	$E_{3,\sigma}$	13,33	N/mm²
Módulo elástico del suelo bajo el tubo:	$E_{4,\sigma}$	13,33	N/mm²

1.2.3.5. Valores de rigidez del suelo

Factor de corrección por rigidez del apoyo horizontal: ζ 1,487 [-]

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

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

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

Rigidez del apoyo horizontal: S_{Bh} 4,537 N/mm²

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

Rigidez de apoyo vertical: S_{Bv} 5,086 N/mm²

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

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

Ángulo de apoyo, proyección relativa efectiva y ángulo de fricción:	2α	180	°
Proyección incrementada debido a la pérdida de soporte del suelo:	a_S	1,00	[-]
Proyección relativa efectiva:	a'	1,024	[-]

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

Ángulo de fricción interna:	φ'	25,000	°
Ángulo de fricción de la pared:	δ	16,667	°

1.2.3.7. Valores característicos del material del tubo y rigidez anular

		corto plazo Todas las cargas	largo plazo Cargas del suelo cargas de tráfico	largo plazo otro Cargas	
Valor característico del módulo de elasticidad en sentido circunferencial	E_R	1.200,0	247,3	200,0	N/mm²
Valor característico de tracción por deflexión	σ_{RBZ}	23,0	17,8	17,5	N/mm²
Valor característico de la deflexión radial por esfuerzo de compresión	σ_{RBD}	23,0	17,8	17,5	N/mm²
Rigidez del tubo	S_R	199,863	41,189	33,310	kN/m²

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

1.2.3.8. relación de rigidez

Rigidez del sistema	V_{RB}	0,0440	0,0091	0,0073	[-]	

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

Relación de rigidez	V_S	1,0717	0,5630	---	[-]	

$$V_S=\frac{S_R}{|c_v^*|\cdot S_{Bv}} \qquad (6.08a)$$

1.2.3.9. Coeficientes

Relación por presión de enterramiento (apoyo)	K_2	0,400	0,400	---	[-]
Coeficiente por presión de reacción del apoyo	K^*	0,755	1,100	---	[-]

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

Coeficiente por presión de reacción del apoyo	c_v^*	-0,037	-0,014	---	[-]

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

1.2.3.10. Factores de concentracion λR y λB

Factor de concentración máximo	max λ	1,551	1,551	---	[-]

$$\max\lambda=1+\frac{\frac{h}{d_a}}{\frac{3,5}{a'}+\frac{2,2}{\frac{E_4}{E_1}\cdot(a'-0,25)}+\left[\frac{0,62}{a'}+\frac{1,6}{\frac{E_4}{E_1}\cdot(a'-0,25)}\right]\cdot\frac{h}{d_a}} \qquad (6.04)$$

Coeficiente por factor de concentración máximo	K'	0,931	0,799	---	[-]

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

Factor de concentración sobre el tubo, valor inicial	λ_R	1,070	0,864	---	[-]

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

Factor de concentración sobre el tubo, bajo el efecto de la zanja	λ_{RG}	1,035	0,932	---	[-]

$$\lambda_{RG}=\frac{\lambda_R-1}{3}\cdot\frac{b}{d_a}+\frac{4-\lambda_R}{3} \qquad (6.21a)$$

Factor de concentración sobre el tubo, límite superior	λ_{fo}	3,325	3,325	---	[-]
Factor de concentración sobre el tubo, limite inferior	λ_{fu}	0,190	0,190	---	[-]
Factor de concentación sobre el tubo, valor final	λ_{RG}	1,035	0,932	---	[-]
Factor de concentración del suelo	λ_B	0,977	1,045	---	[-]

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

1.2.3.11. Distribución de presiones en la circunferencia del tubo

Relación:	l/(A·rm²)	0,00132	[-]

Relación 'I/(A·rm²)·κq':			I/(A·rm²)·κ_Q	0,00132	[-]

		q_v	q_h	q_h^*	
Coeficiente de deflexión para momentos de deflexión	c_v	-0,0833	0,0833	0,0640	[-]
Coeficiente de deflexión por fuerzas normales	c^N_v	-0,6480	-0,6810	-0,2470	[-]
Coeficiente de deflexión por fuerzas laterales	c^Q_v	-0,3350	0,3350	0,2430	[-]

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

Coeficiente resultante de deformación	c'_v	-0,0854	0,0836	0,0646	[-]
Coeficiente resultante de deformación	c'_h	0,0841	-0,0854	-0,0674	[-]

		corto plazo Todas las cargas	largo plazo Cargas del suelo cargas de tráfico	largo plazo otro Cargas	
Carga vertical total	q_v	66,09	59,81	---	kN/m²

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

Presion lateral	q_h	24,60	26,27	---	kN/m²

$$q_h = K_2 \cdot \left(\lambda_B \cdot p_E + \gamma_B \cdot \frac{d_a}{2} \right) \quad (7.01)$$

Presión de reacción del apoyo (carga del suelo)	q^*_h	31,01	36,42	---	kN/m²

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

Presión de reacción del apoyo (sección llena)	q^*_{hw}	0,97	1,45	---	kN/m²

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

1.2.4. Sección fuerzas con nivel freático mínimo, clave

		corto plazo	largo plazo	
Momento debido a cargas verticales totales	M_{qv}	0,591	0,535	kNm/m
Momento debido a la presión lateral	M_{qh}	-0,227	-0,242	kNm/m
Momento debido a la reacción de la presión del apoyo horizontal	M^*_{qh}	-0,197	-0,230	kNm/m
Momento debido a la reacción de la presión del apoyo (sección llena)	M^*_{qw}	-0,006	-0,009	kNm/m
Momento debido a las cargas muertas	M_g	0,003	0,003	kNm/m
Momento debido a la sección llena	M_w	0,011	0,011	kNm/m
Momento debido a la presión del agua	M_{pw}	0,035	0,030	kNm/m
Momento debido al nivel freático a la altura de la clave	M_{pa1}	0,000	0,000	kNm/m

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

Momentos totales	ΣM	0,210	0,098	kNm/m

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

Momentos totales sin presión interna/externa	ΣM_{sonst}	0,175	0,068	kNm/m

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

Momentos totales debidos a la sección llena y a la presión	$\Sigma M'$	0,170	0,065	kNm/m
Fuerza normal debida a las cargas verticales totales	N_{qv}	0,000	0,000	kN/m
Fuerza normal debida a la presión lateral	N_{qh}	-4,829	-5,148	kN/m
Fuerza normal debida a la reacción de la presión del lecho	N^*_{qh}	-3,335	-3,898	kN/m

Fuerza normal debida a la reacción de la presión del lecho (relleno del agua)	N^*_{qw}	-0,106	-0,158	kN/m
Fuerza normal debida al peso muerto	N_g	0,007	0,007	kN/m
Fuerza normal debida al relleno de agua	N_w	0,206	0,206	kN/m
Fuerza normal debida al nivel freático hasta la clave	N_{pa1}	0,000	0,000	kN/m
Fuerzas totales normales	ΣN	124,168	105,605	kN/m
Total sin presión interna/externa	ΣN_{sonst}	-8,057	-8,990	kN/m
Total sin sección llena y sin presión	$\Sigma N'$	-8,157	-9,038	kN/m

1.2.5. Sección fuerzas con nivel freático mínimo, generatriz sobre el diámetro horizontal del tubo

		corto plazo	largo plazo	
Momento debido a cargas verticales totales	M_{qv}	-0,591	-0,535	kNm/m
Momento debido a la presión lateral	M_{qh}	0,227	0,242	kNm/m
Momento debido a la reacción de la presión del apoyo horizontal	M^*_{qh}	0,226	0,264	kNm/m
Momento debido a la reacción de la presión del apoyo (sección llena)	M^*_{qw}	0,007	0,011	kNm/m
Momento debido a las cargas muertas	M_g	-0,003	-0,003	kNm/m
Momento debido a la sección llena	M_w	-0,013	-0,013	kNm/m
Momento debido a la presión del agua	M_{pw}	0,035	0,030	kNm/m
Momento debido al nivel freático a la altura de la clave	M_{pa1}	0,000	0,000	kNm/m

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

Momentos totales	ΣM	-0,112	-0,004	kNm/m

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

Momentos totales sin presión interna/externa	ΣM_{sonst}	-0,147	-0,034	kNm/m

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

Momentos totales debidos a la sección llena y a la presión	$\Sigma M'$	-0,141	-0,032	kNm/m
Fuerza normal debida a las cargas verticales totales	N_{qv}	-12,568	-11,372	kN/m
Fuerza normal debida a la presión lateral	N_{qh}	0,000	0,000	kN/m
Fuerza normal debida a la reacción de la presión del lecho	N^*_{qh}	0,000	0,000	kN/m
Fuerza normal debida a la reacción de la presión del lecho (relleno del agua)	N^*_{qw}	0,000	0,000	kN/m
Fuerza normal debida al peso muerto	N_g	-0,066	-0,066	kN/m
Fuerza normal debida al relleno de agua	N_w	0,076	0,076	kN/m
Fuerza normal debida al nivel freático hasta la clave	N_{pa1}	0,000	0,000	kN/m
Fuerzas totales normales	ΣN	119,668	103,233	kN/m
Total sin presión interna/externa	ΣN_{sonst}	-12,557	-11,362	kN/m
Total sin sección llena y sin presión	$\Sigma N'$	-12,633	-11,438	kN/m

1.2.6. Sección fuerzas con nivel freático mínimo, base

		corto plazo	largo plazo	
Momento debido a cargas verticales totales	M_{qv}	0,591	0,535	kNm/m
Momento debido a la presión lateral	M_{qh}	-0,227	-0,242	kNm/m
Momento debido a la reacción de la presión del apoyo horizontal	M^*_{qh}	-0,197	-0,230	kNm/m
Momento debido a la reacción de la presión del apoyo (sección llena)	M^*_{qw}	-0,006	-0,009	kNm/m
Momento debido a las cargas muertas	M_g	0,003	0,003	kNm/m
Momento debido a la sección llena	M_w	0,015	0,015	kNm/m
Momento debido a la presión del agua	M_{pw}	0,035	0,030	kNm/m
Momento debido al nivel freático a la altura de la clave	M_{pa1}	0,000	0,000	kNm/m

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

Momentos totales	ΣM	0,214	0,102	kNm/m

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

Momentos totales sin presión interna/externa	ΣM_{sonst}	0,179	0,072	kNm/m
$\Sigma M' = M_{qv} + M_{qh} + M^*_{qh} + M_g$				
Momentos totales debidos a la sección llena y a la presión	$\Sigma M'$	0,171	0,066	kNm/m
Fuerza normal debida a las cargas verticales totales	N_{qv}	0,000	0,000	kN/m
Fuerza normal debida a la presión lateral	N_{qh}	-4,829	-5,148	kN/m
Fuerza normal debida a la reacción de la presión del lecho	N^*_{qh}	-3,335	-3,898	kN/m
Fuerza normal debida a la reacción de la presión del lecho (relleno del agua)	N^*_{qw}	-0,106	-0,158	kN/m
Fuerza normal debida al peso muerto	N_g	-0,007	-0,007	kN/m
Fuerza normal debida al relleno de agua	N_w	0,502	0,502	kN/m
Fuerza normal debida al nivel freático hasta la clave	N_{pa1}	0,000	0,000	kN/m
Fuerzas totales normales	ΣN	124,450	105,887	kN/m
Total sin presión interna/externa	ΣN_{sonst}	-7,775	-8,708	kN/m
Total sin sección llena y sin presión	$\Sigma N'$	-8,171	-9,052	kN/m

1.2.7. Sección fuerzas con nivel freático máximo, clave

		corto plazo	largo plazo	
Momento debido a cargas verticales totales	M_{qv}	0,585	0,529	kNm/m
Momento debido a la presión lateral	M_{qh}	-0,218	-0,233	kNm/m
Momento debido a la reacción de la presión del apoyo horizontal	M^*_{qh}	-0,199	-0,233	kNm/m
Momento debido a la reacción de la presión del apoyo (sección llena)	M^*_{qw}	-0,006	-0,009	kNm/m
Momento debido a las cargas muertas	M_g	0,003	0,003	kNm/m
Momento debido a la sección llena	M_w	0,011	0,011	kNm/m
Momento debido a la presión del agua	M_{pw}	0,035	0,030	kNm/m
Momento debido al nivel freático a la altura de la clave	M_{pa1}	-0,011	-0,011	kNm/m
$\Sigma M = M_{qv} + M_{qh} + M^*_{qh} + M^*_{qw} + M_g + M_w + M_{pw}$				
Momentos totales	ΣM	0,211	0,098	kNm/m
$\Sigma M_{sonst} = M_{qv} + M_{qh} + M^*_{qh} + M^*_{qw} + M_g + M_w + M_{pa1}$				
Momentos totales sin presión interna/externa	ΣM_{sonst}	0,165	0,057	kNm/m
$\Sigma M' = M_{qv} + M_{qh} + M^*_{qh} + M_g$				
Momentos totales debidos a la sección llena y a la presión	$\Sigma M'$	0,171	0,066	kNm/m
Fuerza normal debida a las cargas verticales totales	N_{qv}	0,000	0,000	kN/m
Fuerza normal debida a la presión lateral	N_{qh}	-4,628	-4,943	kN/m
Fuerza normal debida a la reacción de la presión del lecho	N^*_{qh}	-3,366	-3,954	kN/m
Fuerza normal debida a la reacción de la presión del lecho (relleno del agua)	N^*_{qw}	-0,106	-0,158	kN/m
Fuerza normal debida al peso muerto	N_g	0,007	0,007	kN/m
Fuerza normal debida al relleno de agua	N_w	0,206	0,206	kN/m
Fuerza normal debida al nivel freático hasta la clave	N_{pa1}	-0,206	-0,206	kN/m
Fuerzas totales normales	ΣN	123,338	104,754	kN/m
Total sin presión interna/externa	ΣN_{sonst}	-8,093	-9,047	kN/m
Total sin sección llena y sin presión	$\Sigma N'$	-7,987	-8,890	kN/m

1.2.8. Sección fuerzas con nivel freático máximo, generatriz sobre el diámetro horizontal del tubo

		corto plazo	largo plazo	
Momento debido a cargas verticales totales	M_{qv}	-0,585	-0,529	kNm/m
Momento debido a la presión lateral	M_{qh}	0,218	0,233	kNm/m
Momento debido a la reacción de la presión del apoyo horizontal	M^*_{qh}	0,228	0,268	kNm/m
Momento debido a la reacción de la presión del apoyo (sección llena)	M^*_{qw}	0,007	0,011	kNm/m
Momento debido a las cargas muertas	M_g	-0,003	-0,003	kNm/m
Momento debido a la sección llena	M_w	-0,013	-0,013	kNm/m
Momento debido a la presión del agua	M_{pw}	0,035	0,030	kNm/m
Momento debido al nivel freático a la altura de la clave	M_{pa1}	0,013	0,013	kNm/m

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

Momentos totales	ΣM	-0,113	-0,004	kNm/m

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

Momentos totales sin presión interna/externa	ΣM_{sonst}	-0,135	-0,021	kNm/m

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

Momentos totales debidos a la sección llena y a la presión	$\Sigma M'$	-0,142	-0,032	kNm/m
Fuerza normal debida a las cargas verticales totales	N_{qv}	-12,434	-11,254	kN/m
Fuerza normal debida a la presión lateral	N_{qh}	0,000	0,000	kN/m
Fuerza normal debida a la reacción de la presión del lecho	N^*_{qh}	0,000	0,000	kN/m
Fuerza normal debida a la reacción de la presión del lecho (relleno del agua)	N^*_{qw}	0,000	0,000	kN/m
Fuerza normal debida al peso muerto	N_g	-0,066	-0,066	kN/m
Fuerza normal debida al relleno de agua	N_w	0,076	0,076	kN/m
Fuerza normal debida al nivel freático hasta la clave	N_{pa1}	-0,076	-0,076	kN/m
Fuerzas totales normales	ΣN	118,801	102,352	kN/m
Total sin presión interna/externa	ΣN_{sonst}	-12,500	-11,319	kN/m
Total sin sección llena y sin presión	$\Sigma N'$	-12,500	-11,319	kN/m

1.2.9. Sección fuerzas con nivel freático máximo, base

		corto plazo	largo plazo	
Momento debido a cargas verticales totales	M_{qv}	0,585	0,529	kNm/m
Momento debido a la presión lateral	M_{qh}	-0,218	-0,233	kNm/m
Momento debido a la reacción de la presión del apoyo horizontal	M^*_{qh}	-0,199	-0,233	kNm/m
Momento debido a la reacción de la presión del apoyo (sección llena)	M^*_{qw}	-0,006	-0,009	kNm/m
Momento debido a las cargas muertas	M_g	0,003	0,003	kNm/m
Momento debido a la sección llena	M_w	0,015	0,015	kNm/m
Momento debido a la presión del agua	M_{pw}	0,035	0,030	kNm/m
Momento debido al nivel freático a la altura de la clave	M_{pa1}	-0,015	-0,015	kNm/m

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

Momentos totales	ΣM	0,215	0,102	kNm/m

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

Momentos totales sin presión interna/externa	ΣM_{sonst}	0,166	0,058	kNm/m

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

Momentos totales debidos a la sección llena y a la presión	$\Sigma M'$	0,172	0,067	kNm/m
Fuerza normal debida a las cargas verticales totales	N_{qv}	0,000	0,000	kN/m
Fuerza normal debida a la presión lateral	N_{qh}	-4,628	-4,943	kN/m
Fuerza normal debida a la reacción de la presión del lecho	N^*_{qh}	-3,366	-3,954	kN/m
Fuerza normal debida a la reacción de la presión del lecho (relleno del agua)	N^*_{qw}	-0,106	-0,158	kN/m
Fuerza normal debida al peso muerto	N_g	-0,007	-0,007	kN/m
Fuerza normal debida al relleno de agua	N_w	0,502	0,502	kN/m
Fuerza normal debida al nivel freático hasta la clave	N_{pa1}	-0,502	-0,502	kN/m
Fuerzas totales normales	ΣN	123,620	105,035	kN/m
Total sin presión interna/externa	ΣN_{sonst}	-8,107	-9,061	kN/m
Total sin sección llena y sin presión	$\Sigma N'$	-8,001	-8,904	kN/m

1.2.10. Caso de carga a corto plazo

1.2.10.1. prueba de tensión (con nivel freático mínimo)

Coeficiente de superposición de tensiones:	Z	1,21	[-]

Relación de deflexión:	η	0,56	[-]
Presión interior resultante (pI - pW):	$p_{I,res}$	7,50	bar

$$\sigma_{R,res} = \frac{\sigma_{qv,qh,qh^*} \cdot \bar{\sigma}_R + \sigma_{sonst} \cdot \sigma_{R,L}}{\sigma_{qv,qh,qh^*} + \sigma_{sonst}} \qquad (9.01c)$$

Interior:		clave	generatriz sobre el diámetro horizontal del tubo	base	
Tensiones debidas a carga externa	σ_a	1,609	-2,164	1,665	N/mm²
Coeficiente de seguridad para carga externa, tensión por flexión:	$\gamma_{BZ,a}$	14,295	---	13,815	[-]
Coeficiente de seguridad por carga externa, compresión por flexión:	$\gamma_{BD,a}$	---	10,631	---	[-]
Tensiones debidas a presión interna	σ_i	5,579	5,579	5,579	N/mm²
Coeficiente de seguridad por presión interna	γ_i	4,123	4,123	4,123	[-]
Factor de reducción de acuerdo a Netzer/Pattis	n	0,828	0,780	0,822	[-]
Tensión por cálculo de superposición	$\sigma_r$es	5,952	2,663	5,953	N/mm²
Coeficiente de seguridad para cálculo de superposición, tensión por flexión:	$\gamma_{BZ,res}$	3,864	8,637	3,864	[-]
Coeficiente de seguridad para cálculos de superposición, compresión por flexión:	$\gamma_{BD,res}$	---	---	---	[-]
Tensión de tracción por flexión a ser considerada	$\sigma_{RBZ,res}$	23,00	23,00	23,00	N/mm²
Tensión de compresión por flexión a ser considerada	$\sigma_{RBD,res}$	23,00	23,00	23,00	N/mm²

Exterior:		clave	generatriz sobre el diámetro horizontal del tubo	base	
Tensiones debidas a carga externa	σ_a	-2,132	0,972	-2,160	N/mm²
Coeficiente de seguridad para carga externa, tensión por flexión:	$\gamma_{BZ,a}$	---	23,659	---	[-]
Coeficiente de seguridad por carga externa, compresión por flexión:	$\gamma_{BD,a}$	10,789	---	10,646	[-]
Tensiones debidas a presión interna	σ_i	5,579	5,579	5,579	N/mm²
Coeficiente de seguridad por presión interna	γ_i	4,123	4,123	4,123	[-]
Factor de reducción de acuerdo a Netzer/Pattis	n	0,782	0,896	0,780	[-]
Tensión por cálculo de superposición	$\sigma_r$es	2,695	5,869	2,666	N/mm²
Coeficiente de seguridad para cálculo de superposición, tensión por flexión:	$\gamma_{BZ,res}$	8,535	3,919	8,627	[-]
Coeficiente de seguridad para cálculos de superposición, compresión por flexión:	$\gamma_{BD,res}$	---	---	---	[-]
Tensión de tracción por flexión a ser considerada	$\sigma_{RBZ,res}$	23,00	23,00	23,00	N/mm²
Tensión de compresión por flexión a ser considerada	$\sigma_{RBD,res}$	23,00	23,00	23,00	N/mm²

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

1.2.10.2. prueba de tensión (con nivel freático máximo)

Coeficiente de superposición de tensiones:	Z	1,21	[-]
Relación de deflexión:	η	0,56	[-]
Presión interior resultante (pI - pW):	$p_{I,res}$	7,49	bar

$$\sigma_{R,res} = \frac{\sigma_{qv,qh,qh^*} \cdot \bar{\sigma}_R + \sigma_{sonst} \cdot \sigma_{R,L}}{\sigma_{qv,qh,qh^*} + \sigma_{sonst}} \qquad (9.01c)$$

Interior:		clave	generatriz sobre el diámetro horizontal del tubo	base	
Tensiones debidas a carga externa	σ_a	1,495	-2,028	1,503	N/mm²
Coeficiente de seguridad para carga externa, tensión por flexión:	$\gamma_{BZ,a}$	15,385	---	15,304	[-]
Coeficiente de seguridad por carga externa, compresión por flexión:	$\gamma_{BD,a}$	---	11,342	---	[-]
Tensiones debidas a presión interna	σ_i	5,572	5,572	5,572	N/mm²
Coeficiente de seguridad por presión interna	γ_i	4,128	4,128	4,128	[-]
Factor de reducción de acuerdo a Netzer/Pattis	n	0,842	0,789	0,841	[-]
Tensión por cálculo de superposición	$\sigma_r$es	5,952	2,795	5,951	N/mm²
Coeficiente de seguridad para cálculo de superposición, tensión por flexión:	$\gamma_{BZ,res}$	3,864	8,228	3,865	[-]
Coeficiente de seguridad para cálculos de superposición, compresión por flexión:	$\gamma_{BD,res}$	---	---	---	[-]
Tensión de tracción por flexión a ser considerada	$\sigma_{RBZ,res}$	23,00	23,00	23,00	N/mm²
Tensión de compresión por flexión a ser considerada	$\sigma_{RBD,res}$	23,00	23,00	23,00	N/mm²

Exterior:		clave	generatriz sobre el diámetro horizontal del tubo	base	
Tensiones debidas a carga externa	σ_a	-2,030	0,852	-2,038	N/mm²
Coeficiente de seguridad para carga externa, tensión por flexión:	$\gamma_{BZ,a}$	---	26,992	---	[-]
Coeficiente de seguridad por carga externa, compresión por flexión:	$\gamma_{BD,a}$	11,330	---	11,284	[-]
Tensiones debidas a presión interna	σ_i	5,572	5,572	5,572	N/mm²
Coeficiente de seguridad por presión interna	γ_i	4,128	4,128	4,128	[-]
Factor de reducción de acuerdo a Netzer/Pattis	n	0,789	0,909	0,788	[-]
Tensión por cálculo de superposición	$\sigma_r$es	2,793	5,838	2,785	N/mm²
Coeficiente de seguridad para cálculo de superposición, tensión por flexión:	$\gamma_{BZ,res}$	8,234	3,940	8,260	[-]
Coeficiente de seguridad para cálculos de superposición, compresión por flexión:	$\gamma_{BD,res}$	---	---	---	[-]
Tensión de tracción por flexión a ser considerada	$\sigma_{RBZ,res}$	23,00	23,00	23,00	N/mm²
Tensión de compresión por flexión a ser considerada	$\sigma_{RBD,res}$	23,00	23,00	23,00	N/mm²

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

1.2.10.3. Prueba de deformación (con nivel freático mínimo)

Modo de cálculo:		lineal	
Relación:		I/(A·rm²)	0,00132 [-]
Relación 'I/(A·rm²)·κq':		I/(A·rm²)·κ_Q	0,00132 [-]

		q_v	q_h	q_h^*	
Coeficiente de deflexión para momentos de deflexión	c_v	-0,0833	0,0833	0,0640	[-]
Coeficiente de deflexión por fuerzas normales	c^N_v	-0,6480	-0,6810	-0,2470	[-]
Coeficiente de deflexión por fuerzas laterales	c^Q_v	-0,3350	0,3350	0,2430	[-]

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

Coeficiente resultante de deformación	c'_v	-0,0854	0,0836	0,0646	[-]
Coeficiente resultante de deformación	c'_h	0,0841	-0,0854	-0,0674	[-]

$$\Delta d_v = \frac{2 \cdot r_m}{8S_0} \cdot (c_{v,qv} \cdot q_v + c_{v,qh} \cdot q_h + c_{v,qh^*} \cdot q_h^*) \quad (8.16a)$$

$$\Delta d_h = \frac{2 \cdot r_m}{8S_0} \cdot (c_{h,qv} \cdot q_v + c_{h,qh} \cdot q_h + c_{h,qh^*} \cdot q_h^*) \quad (8.16b)$$

Cambio del diámetro vertical:	Δd_v	2,96	mm
Cambio del diámetro horizontal:	Δd_h	2,55	mm

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

Deformación vertical relativa:	δ_v	0,79	%
Deflexión admisible:	zul δ_v	6,00	%

La deflexión determinada es menor que la deflexión permitida.

1.2.10.4. Prueba de deformación (con nivel freático máximo)

Modo de cálculo:	lineal		
Relación:	$I/(A \cdot rm^2)$	0,00132	[-]
Relación '$I/(A \cdot rm^2) \cdot \kappa q$':	$I/(A \cdot rm^2) \cdot \kappa_Q$	0,00132	[-]

		q_v	q_h	q_h^*	
Coeficiente de deflexión para momentos de deflexión	c_v	-0,0833	0,0833	0,0640	[-]
Coeficiente de deflexión por fuerzas normales	c^N_v	-0,6480	-0,6810	-0,2470	[-]
Coeficiente de deflexión por fuerzas laterales	c^Q_v	-0,3350	0,3350	0,2430	[-]

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

Coeficiente resultante de deformación	c'_v	-0,0854	0,0836	0,0646	[-]
Coeficiente resultante de deformación	c'_h	0,0841	-0,0854	-0,0674	[-]

$$\Delta d_v = \frac{2 \cdot r_m}{8S_0} \cdot (c_{v,qv} \cdot q_v + c_{v,qh} \cdot q_h + c_{v,qh^*} \cdot q_h^*) \quad (8.16a)$$

$$\Delta d_h = \frac{2 \cdot r_m}{8S_0} \cdot (c_{h,qv} \cdot q_v + c_{h,qh} \cdot q_h + c_{h,qh^*} \cdot q_h^*) \quad (8.16b)$$

Cambio del diámetro vertical:	Δd_v	2,98	mm
Cambio del diámetro horizontal:	Δd_h	2,57	mm

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

Deformación vertical relativa:	δ_v	0,79	%
Deflexión admisible:	zul δ_v	6,00	%

La deflexión determinada es menor que la deflexión permitida.

1.2.10.5. Prueba de estabilidad (lineal): (con nivel freático máximo)

Carga vertical total:	q_v	66,09	kN/m²
Factor de reducción de carga de colapso por cargas de suelo/tráfico:	κ_{v2}	0,86	[-]
Carga vertical total crítica:	krit q_v	1.637,9	kN/m²

$$\text{krit } q_v = 2 \cdot \kappa_{v2} \cdot (8S_0 \cdot S_{Bh})^{0,5} \quad (9.06a)$$

Coeficiente de seguridad (carga vertical total):	γ_{qv}	24,78	[-]

$$\gamma = \frac{krit\ q_v}{q_v} \quad (9.07)$$

Presión externa por el agua:	p_a	5,00	kN/m²

$$p_a = h_W \cdot \gamma_W \quad (9.10)$$

Vacío adicional en el tubo:	p_I-	0,00	kN/m²
Rigidez del sistema:	V_{RB}	0,0440	[-]
Valor de ingreso δv2 para determinar κa2:	δ_{v2}	1,79	%
Factor de reducción debido a la predeformación por la carga de ruptura a la presión externa del agua:	κ_{a2}	0,83	[-]
Factor de reducción debido a la predeformación local por la carga de ruptura a presión externa del agua:	κ_{a1}	1,00	[-]
Sustituir valor para rm/s:	k*	7,939	[-]
Coeficiente de pandeo:	α_D	6,279	[-]
Presión externa crítica del agua:	krit p_a	1.040,326	kN/m²

$$krit\ p_a = \kappa_a \cdot \alpha_D \cdot 8S_0 \quad (9.08)$$

$$\kappa_a = \kappa_{a2} \cdot \kappa_{a1} \quad (9.09)$$

Coeficiente de seguridad de estabilidad (presión externa del agua):	γ_{pa}	208,065	[-]

$$\gamma_{pa} = \frac{krit\ p_a}{p_a} \quad (9.11)$$

Coeficiente de seguridad de estabilidad:	γ	22,15	[-]
Coeficiente global de seguridad requerido, fallo por inestabilidad:	erf γ_{stab}	2,00	[-]

Los coeficientes de seguridad al pandeo determinados son suficientes.

1.2.11. Caso de carga a largo plazo

1.2.11.1. prueba de tensión (con nivel freático mínimo)

Coeficiente de superposición de tensiones:	Z	5,51	[-]
Relación de deflexión:	η	1,07	[-]
Presión interior resultante (pI - pW):	$p_{I,res}$	6,50	bar

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

Interior:		clave	generatriz sobre el diámetro horizontal del tubo	base	
Tensiones debidas a carga externa	σ_a	0,373	-0,856	0,429	N/mm²
Coeficiente de seguridad para carga externa, tensión por flexión:	$\gamma_{BZ,a}$	47,596	---	41,396	[-]
Coeficiente de seguridad por carga externa, compresión por flexión:	$\gamma_{BD,a}$	---	20,735	---	[-]
Tensiones debidas a presión interna	σ_i	4,835	4,835	4,835	N/mm²
Coeficiente de seguridad por presión interna	γ_i	3,619	3,619	3,619	[-]
Tensión de tracción por flexión a ser considerada	$\sigma_{RBZ,res}$	17,52	17,44	17,52	N/mm²
Tensión de compresión por flexión a ser considerada	$\sigma_{RBD,res}$	17,52	17,44	17,52	N/mm²

Exterior:		clave	generatriz sobre el diámetro horizontal del tubo	base	
Tensiones debidas a carga externa	σ_a	-1,071	-0,133	-1,100	N/mm²
Coeficiente de seguridad para carga externa, tensión por flexión:	$\gamma_{BZ,a}$	---	---	---	[-]
Coeficiente de seguridad por carga externa, compresión por flexión:	$\gamma_{BD,a}$	16,579	133,742	16,148	[-]
Tensiones debidas a presión interna	σ_i	4,835	4,835	4,835	N/mm²
Coeficiente de seguridad por presión interna	γ_i	3,619	3,619	3,619	[-]
Tensión de tracción por flexión a ser considerada	$\sigma_{RBZ,res}$	17,43	17,49	17,42	N/mm²
Tensión de compresión por flexión a ser considerada	$\sigma_{RBD,res}$	17,43	17,49	17,42	N/mm²

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

1.2.11.2. prueba de tensión (con nivel freático máximo)

Coeficiente de superposición de tensiones:	Z	5,51	[-]
Relación de deflexión:	η	1,07	[-]
Presión interior resultante (pI - pW):	$p_{I,res}$	6,49	bar

$$\sigma_{R,res} = \frac{\sigma_{qv,qh,qh^*} \cdot \bar{\sigma}_R + \sigma_{sonst} \cdot \sigma_{R,L}}{\sigma_{qv,qh,qh^*} + \sigma_{sonst}} \qquad (9.01c)$$

Interior:		clave	generatriz sobre el diámetro horizontal del tubo	base	
Tensiones debidas a carga externa	σ_a	0,252	-0,712	0,259	N/mm²
Coeficiente de seguridad para carga externa, tensión por flexión:	$\gamma_{BZ,a}$	70,584	---	68,452	[-]
Coeficiente de seguridad por carga externa, compresión por flexión:	$\gamma_{BD,a}$	---	24,934	---	[-]
Tensiones debidas a presión interna	σ_i	4,828	4,828	4,828	N/mm²
Coeficiente de seguridad por presión interna	γ_i	3,625	3,625	3,625	[-]
Tensión de tracción por flexión a ser considerada	$\sigma_{RBZ,res}$	17,51	17,45	17,51	N/mm²
Tensión de compresión por flexión a ser considerada	$\sigma_{RBD,res}$	17,51	17,45	17,51	N/mm²

Exterior:		clave	generatriz sobre el diámetro horizontal del tubo	base	
Tensiones debidas a carga externa	σ_a	-0,964	-0,262	-0,972	N/mm²
Coeficiente de seguridad para carga externa, tensión por flexión:	$\gamma_{BZ,a}$	---	---	---	[-]
Coeficiente de seguridad por carga externa, compresión por flexión:	$\gamma_{BD,a}$	18,422	67,827	18,264	[-]
Tensiones debidas a presión interna	σ_i	4,828	4,828	4,828	N/mm²
Coeficiente de seguridad por presión interna	γ_i	3,625	3,625	3,625	[-]

Tensión de tracción por flexión a ser considerada	$\sigma_{RBZ,res}$	17,44	17,49	17,43	N/mm²
Tensión de compresión por flexión a ser considerada	$\sigma_{RBD,res}$	17,44	17,49	17,43	N/mm²

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

1.2.11.3. Prueba de deformación (con nivel freático mínimo)

Modo de cálculo:	lineal		
Relación:	I/(A·rm²)	0,00132	[-]
Relación 'I/(A·rm²)·κq':	I/(A·rm²)·κ_Q	0,00132	[-]

		q_v	q_h	q_h^*	
Coeficiente de deflexión para momentos de deflexión	c_v	-0,0833	0,0833	0,0640	[-]
Coeficiente de deflexión por fuerzas normales	c^N_v	-0,6480	-0,6810	-0,2470	[-]
Coeficiente de deflexión por fuerzas laterales	c^Q_v	-0,3350	0,3350	0,2430	[-]

$$c' = c + \frac{I}{A \cdot r_m^2} \cdot [c^N + 2(1+v) \cdot \kappa_Q \cdot c^Q] \qquad (6.20)$$

Coeficiente resultante de deformación	c'_v	-0,0854	0,0836	0,0646	[-]
Coeficiente resultante de deformación	c'_h	0,0841	-0,0854	-0,0674	[-]

$$\Delta d_v = \frac{2 \cdot r_m}{8S_0} \cdot (c_{v,qv} \cdot q_v + c_{v,qh} \cdot q_h + c_{v,qh^*} \cdot q_h^*) \qquad (8.16a)$$

$$\Delta d_h = \frac{2 \cdot r_m}{8S_0} \cdot (c_{h,qv} \cdot q_v + c_{h,qh} \cdot q_h + c_{h,qh^*} \cdot q_h^*) \qquad (8.16b)$$

Cambio del diámetro vertical:	Δd_v	5,08	mm
Cambio del diámetro horizontal:	Δd_h	2,98	mm

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

Deformación vertical relativa:	δ_v	1,35	%
Deflexión admisible:	zul δ_v	6,00	%

La deflexión determinada es menor que la deflexión permitida.

1.2.11.4. Prueba de deformación (con nivel freático máximo)

Modo de cálculo:	lineal		
Relación:	I/(A·rm²)	0,00132	[-]
Relación 'I/(A·rm²)·κq':	I/(A·rm²)·κ_Q	0,00132	[-]

		q_v	q_h	q_h^*	
Coeficiente de deflexión para momentos de deflexión	c_v	-0,0833	0,0833	0,0640	[-]
Coeficiente de deflexión por fuerzas normales	c^N_v	-0,6480	-0,6810	-0,2470	[-]
Coeficiente de deflexión por fuerzas laterales	c^Q_v	-0,3350	0,3350	0,2430	[-]

$$c' = c + \frac{I}{A \cdot r_m^2} \cdot [c^N + 2(1+v) \cdot \kappa_Q \cdot c^Q] \qquad (6.20)$$

Coeficiente resultante de deformación	c'_v	-0,0854	0,0836	0,0646	[-]
Coeficiente resultante de deformación	c'_h	0,0841	-0,0854	-0,0674	[-]

$$\Delta d_v = \frac{2 \cdot r_m}{8S_0} \cdot (c_{v,qv} \cdot q_v + c_{v,qh} \cdot q_h + c_{v,qh^*} \cdot q_h^*) \qquad (8.16a)$$

$$\Delta d_h = \frac{2 \cdot r_m}{8S_0} \cdot (c_{h,qv} \cdot q_v + c_{h,qh} \cdot q_h + c_{h,qh^*} \cdot q_h^*) \qquad (8.16b)$$

Cambio del diámetro vertical:	Δd_v	5,10	mm
Cambio del diámetro horizontal:	Δd_h	3,02	mm

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

Deformación vertical relativa:	δ_v	1,36	%
Deflexión admisible:	zul δ_v	6,00	%

La deflexión determinada es menor que la deflexión permitida.

1.2.11.5. Prueba de estabilidad (lineal): (con nivel freático máximo)

Carga vertical total:	q_v	59,81	kN/m²
Factor de reducción de carga de colapso por cargas de suelo/tráfico:	κ_{v2}	0,87	[-]
Carga vertical total crítica:	krit q_v	750,8	kN/m²

$$\text{krit } q_v = 2 \cdot \kappa_{v2} \cdot (8S_0 \cdot S_{Bh})^{0,5} \qquad (9.06a)$$

Coeficiente de seguridad (carga vertical total):	γ_{qv}	12,55	[-]

$$\gamma = \frac{\text{krit } q_v}{q_v} \qquad (9.07)$$

Presión externa por el agua:	p_a	5,00	kN/m²

$$p_a = h_W \cdot \gamma_W \qquad (9.10)$$

Vacío adicional en el tubo:	p_I-	0,00	kN/m²
Rigidez del sistema:	V_{RB}	0,0091	[-]
Valor de ingreso δv2 para determinar κa2:	δ_{v2}	2,36	%
Factor de reducción debido a la predeformación por la carga de ruptura a la presión externa del agua:	κ_{a2}	0,86	[-]
Factor de reducción debido a la predeformación local por la carga de ruptura a presión externa del agua:	κ_{a1}	1,00	[-]
Sustituir valor para rm/s:	k*	7,939	[-]
Coeficiente de pandeo:	α_D	9,985	[-]
Presión externa crítica del agua:	krit p_a	286,330	kN/m²

$$\text{krit } p_a = \kappa_a \cdot \alpha_D \cdot 8S_0 \qquad (9.08)$$

$$\kappa_a = \kappa_{a2} \cdot \kappa_{a1} \qquad (9.09)$$

Coeficiente de seguridad de estabilidad (presión externa del agua):	γ_{pa}	57,266	[-]

$$\gamma_{pa} = \frac{\text{krit } p_a}{p_a} \qquad (9.11)$$

Coeficiente de seguridad de estabilidad:	γ	10,30	[-]
Coeficiente global de seguridad requerido, fallo por inestabilidad:	erf γ_{stab}	2,00	[-]

Los coeficientes de seguridad al pandeo determinados son suficientes.

Todas las pruebas necesarias son correctas.

INFORME COMPLETO

Estudio estático para Tuberías A 127

Proyecto:	SECTOR I CANAL DE SAN JOSE
Empresa / Entidad:	ITACYL
Autor:	Maria Sánchez Hernández
Informe n°:	PEAD_DN500_PN10_1,2m
Fecha:	04/01/2021

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

Contenido

1. Cálculo estático de acuerdo a la A 127: PEAD_500_1,2m **4**

1.1. Entrada de datos: 4

1.1.1. Opciones de seguridad 4

1.1.2. Suelo 4

1.1.3. Carga 4

1.1.4. Instalación 4

1.1.5. Tubo de la base de datos 4

1.2. Resultados: 5

1.2.1. resultados intermedios del tubo 5

1.2.1.1. propiedades del material 5
1.2.1.2. Factores de seguridad 5

1.2.2. Resultados intermedios para caso de carga con nivel freático mínimo 6

1.2.2.1. geometría del tubo 6
1.2.2.2. Teoría del silo 6
1.2.2.3. Carga 6
1.2.2.4. Módulo de deformación del suelo EB 6
1.2.2.5. Valores de rigidez del suelo 6
1.2.2.6. Ángulo de apoyo, proyección relativa efectiva y ángulo de fricción 7
1.2.2.7. Valores característicos del material del tubo y rigidez anular 7
1.2.2.8. relación de rigidez 7
1.2.2.9. Coeficientes 7
1.2.2.10. Factores de concentracion λR y λB 8
1.2.2.11. Distribución de presiones en la circunferencia del tubo 8

1.2.3. Resultados intermedios para caso de carga con nivel freático máximo 9

1.2.3.1. geometría del tubo 9
1.2.3.2. Teoría del silo 9
1.2.3.3. Carga 9
1.2.3.4. Módulo de deformación del suelo EB 9
1.2.3.5. Valores de rigidez del suelo 10
1.2.3.6. Ángulo de apoyo, proyección relativa efectiva y ángulo de fricción 10
1.2.3.7. Valores característicos del material del tubo y rigidez anular 10
1.2.3.8. relación de rigidez 11
1.2.3.9. Coeficientes 11
1.2.3.10. Factores de concentracion λR y λB 11
1.2.3.11. Distribución de presiones en la circunferencia del tubo 11

1.2.4. Sección fuerzas con nivel freático mínimo, clave 12

1.2.5. Sección fuerzas con nivel freático mínimo, generatriz sobre el diámetro horizontal del tubo 13

1.2.6. Sección fuerzas con nivel freático mínimo, base 13

1.2.7. Sección fuerzas con nivel freático máximo, clave 14

1.2.8. Sección fuerzas con nivel freático máximo, generatriz sobre el diámetro horizontal del tubo 14

1.2.9. Sección fuerzas con nivel freático máximo, base 15

1.2.10. Caso de carga a corto plazo 15

1.2.10.1. prueba de tensión (con nivel freático mínimo) 15
1.2.10.2. prueba de tensión (con nivel freático máximo) 16
1.2.10.3. Prueba de deformación (con nivel freático mínimo) 17
1.2.10.4. Prueba de deformación (con nivel freático máximo) 18
1.2.10.5. Prueba de estabilidad (lineal): (con nivel freático máximo) 18

1.2.11. Caso de carga a largo plazo 19

1.2.11.1. prueba de tensión (con nivel freático mínimo) 19

1.2.11.2. prueba de tensión (con nivel freático máximo) 20
1.2.11.3. Prueba de deformación (con nivel freático mínimo) 21
1.2.11.4. Prueba de deformación (con nivel freático máximo) 21
1.2.11.5. Prueba de estabilidad (lineal): (con nivel freático máximo) 22

1. Cálculo estático de acuerdo a la A 127: PEAD_500_1,2m

Descripción del tramo:	PEAD_500_1,2m
Tipo de cálculo:	Según tabla
Añadir dibujo para imprimir:	Si

1.1. Entrada de datos:

1.1.1. Opciones de seguridad

Clase de seguridad:	A (caso normal)
Deflexión admisible:	6% (habitual)
Tratamiento de la presión interna:	De acuerdo con la nota 39 de la ATV 127
Menores factores de seguridad para compresión por flexión:	no (ATV A 127)
La aplicación de la ATV A 127 no ha sido verificada para ver si la rigidez circunferencial mínima ha sido alcanzada:	No

1.1.2. Suelo

Tipo de relleno:	G3		
Cálculo E1:	Densidad Proctor		
Densidad Proctor E1:	$D_{Pr,E1}$	95,0	%
Tipo de relleno en la zona del tubo:	G1		
Cálculo E20:	Densidad Proctor		
Densidad Proctor E20:	$D_{Pr,E20}$	90,0	%
Tipo de suelo natural:	G3		
Cálculo E3:	Densidad Proctor		
Densidad Proctor E3:	$D_{Pr,E3}$	100,0	%
E4 = 10 · E1:	No		
Suelo bajo la zanja:	G3		
Cálculo E4:	Densidad Proctor		
Densidad Proctor E4:	$D_{Pr,E4}$	100,0	%

1.1.3. Carga

Altura de recubrimiento:	h	1,20	m
Densidad del suelo:	γ	20,0	kN/m³
Carga superficial adicional:	p_0	0,0	kN/m²
Nivel freático máximo sobre el lecho del tubo:	$h_{W,max}$	0,50	m
Nivel freático mínimo sobre el lecho del tubo:	$h_{W,min}$	0,00	m
Presión interna, corto plazo:	$P_{I,K}$	7,5	bar
Presión interna, largo plazo:	$P_{I,L}$	6,5	bar
Sección llena:	Si		
Densidad del fluido:	γ_F	10,0	kN/m³
Carga de tráfico:	HGV 12		

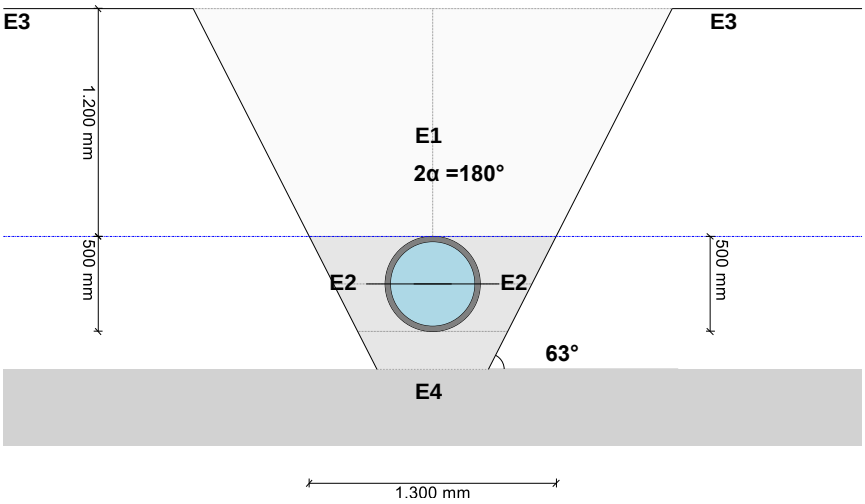
1.1.4. Instalación

Instalación:	Zanja		
Ancho de zanja:	b	1,30	m
Ángulo del talud:	β	63	°
Condiciones de relleno:	A1		
Condiciones de la instalación:	B1		
Tipo de apoyo:	suelto		
Ángulo de apoyo:	180º		
Proyección relativa:	a	1,00	[-]

1.1.5. Tubo de la base de datos

Material:	PE 100
Presión nominal:	PN = 10,0 bar (SDR = 17,0)
Diámetro nominal:	DN 500 (29,7 mm)

Carga de tráfico: HGV 12



1.2. Resultados:

1.2.1. resultados intermedios del tubo

Diámetro interior:	d_i	440,6	mm
Diámetro exterior:	d_a	500,0	mm
Radio del eje centroide de la pared del tubo:	r_m	235,2	mm
Wall thickness:	s	29,7	mm
Ratio radius to wall thickness:	r_m/s	7,918	[-]
Factor de corrección de la curvatura interior:	α_{ki}	1,042	[-]
Factor de corrección de la curvatura exterior:	α_{ka}	0,958	[-]
Predeformación local:	δ_{vl}	0,00	%
Predeformación (ovalización antes de aplicación de la carga):	δ_{vg}	1,00	%
Perfil de superfície axialmente afectado:	A_{ax}	29,7	mm²/mm
Superficie del perfil radial:	A_{rad}	29,7	mm²/mm
Distancia de inercia:	e	14,9	mm
Momento de inercia:	I	2.183,2	mm^4/mm
Momento resistente exterior:	W_a	147,0	mm³/mm
Momento resistente interior:	W_i	147,0	mm³/mm

1.2.1.1. propiedades del material

		corto plazo	largo plazo	
Gravedad específica	γ_R	9,4	9,4	kN/m³
Coeficiente de poisson	v	0,38	0,38	[-]
Valor característico del módulo de elasticidad en sentido circunferencial	E_R	1.200,0	200,0	N/mm²

1.2.1.2. Factores de seguridad

Coeficiente global de seguridad requerido, fallo por inestabilidad, tensión a tracción	erf γ_{RBZ}	2,50	2,50	[-]

Coeficiente global de seguridad requerido, fallo por inestabilidad, tensión a compresión	erf γ_{RBD}	2,50	2,50	[-]
Coeficiente global de seguridad requerido, fallo por inestabilidad	erf γ_{stab}	2,00	2,00	[-]

1.2.2. Resultados intermedios para caso de carga con nivel freático mínimo

1.2.2.1. geometría del tubo

Radio del eje centroide de la pared del tubo:	r_m	235,2	mm
Factor de corrección de la curvatura interior:	α_{ki}	1,042	[-]
Factor de corrección de la curvatura exterior:	α_{ka}	0,958	[-]

1.2.2.2. Teoría del silo

Coeficiente de carga del suelo κ para carga en zanja (Teoría del Silo): κ 0,912 [-]

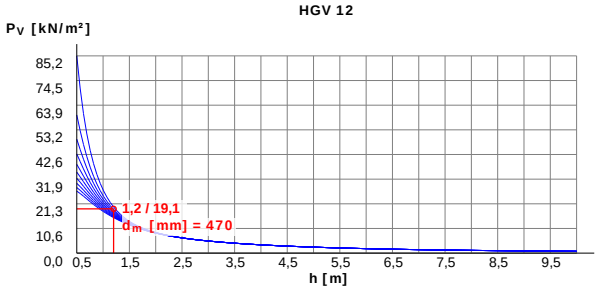
$$\kappa = \frac{1 - e^{-2 \cdot K_1 \cdot \tan\bar{\delta} \cdot \frac{h}{b}}}{2 \cdot K_1 \cdot \tan\bar{\delta} \cdot \frac{h}{b}} \qquad (5.04)$$

Coeficiente de carga del suelo κ0 para cargas superficiales (Teoría del Silo): κ_0 0,831 [-]

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

1.2.2.3. Carga

Nivel freático máximo sobre la cama del tubo:	$h_{W,Scheitel}$	0,00	m
Carga vertical debida al peso del relleno:	P_{Erd}	21,88	kN/m²
Carga vertical debida al peso del relleno y a la carga superficial:	P_E	21,88	kN/m²
Tensión debida a carga de tráfico:	P_V	19,11	kN/m²
Included impact factor:	ϕ	1,50	[-]



1.2.2.4. Módulo de deformación del suelo EB

Módulo elástico del relleno bajo carga:	$E_{1,\sigma}$	5,21	N/mm²
Módulo elástico de los riñones bajo carga:	$E_{20,\sigma}$	6,10	N/mm²
Factor de reducción por fluencia:	f_1	1,000	[-]
Factor de reducción E20 (nivel freático):	f_2	1,000	[-]
Factor de reducción E20 (zanja estrecha):	α_B	0,844	[-]
Módulo elástico del apoyo (reducido):	$E_{2,\sigma}$	5,15	N/mm²
Módulo elástico del suelo natural:	$E_{3,\sigma}$	13,33	N/mm²
Módulo elástico del suelo bajo el tubo:	$E_{4,\sigma}$	13,33	N/mm²

1.2.2.5. Valores de rigidez del suelo

Factor de corrección por rigidez del apoyo horizontal: ζ 1,434 [-]

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

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

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

Rigidez del apoyo horizontal:	S_{Bh}	4,434	N/mm²

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

Rigidez de apoyo vertical:	S_{Bv}	5,154	N/mm²

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

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

Ángulo de apoyo, proyección relativa efectiva y ángulo de fricción:	2α	180	°
Proyección incrementada debido a la pérdida de soporte del suelo:	a_S	1,00	[-]
Proyección relativa efectiva:	a'	1,011	[-]

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

Ángulo de fricción interna:	φ'	25,000	°
Ángulo de fricción de la pared:	δ	16,667	°

1.2.2.7. Valores característicos del material del tubo y rigidez anular

		corto plazo Todas las cargas	largo plazo Cargas del suelo cargas de tráfico	largo plazo otro Cargas	
Valor característico del módulo de elasticidad en sentido circunferencial	E_R	1.200,0	666,2	200,0	N/mm²
Valor característico de tracción por deflexión	σ_{RBZ}	23,0	20,1	17,5	N/mm²
Valor característico de la deflexión radial por esfuerzo de compresión	σ_{RBD}	23,0	20,1	17,5	N/mm²
Rigidez del tubo	S_R	201,481	111,854	33,580	kN/m²

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

1.2.2.8. relación de rigidez

Rigidez del sistema	V_{RB}	0,0454	0,0252	0,0076	[-]

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

Relación de rigidez	V_S	1,0486	0,8105	---	[-]

$$V_S = \frac{S_R}{|c_v^*| \cdot S_{Bv}}$$ (6.08a)

1.2.2.9. Coeficientes

Relación por presión de enterramiento (apoyo)	K_2	0,400	0,400	---	[-]
Coeficiente por presión de reacción del apoyo	K*	0,745	0,908	---	[-]

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

Coeficiente por presión de reacción del apoyo	c_v^*	-0,037	-0,027	---	[-]

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

1.2.2.10. Factores de concentracion λR y λB

Factor de concentración máximo	max λ	1,299	1,299	---	[-]

$$\max \lambda = 1 + \frac{\frac{h}{d_a}}{\frac{3,5}{a'} + \frac{2,2}{\frac{E_4}{E_1} \cdot (a' - 0,25)} + \left[\frac{0,62}{a'} + \frac{1,6}{\frac{E_4}{E_1} \cdot (a' - 0,25)}\right] \cdot \frac{h}{d_a}} \quad (6.04)$$

Coeficiente por factor de concentración máximo	K'	0,932	0,899	---	[-]

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

Factor de concentración sobre el tubo, valor inicial	λ_R	1,043	0,990	---	[-]

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

Factor de concentración sobre el tubo, bajo el efecto de la zanja	λ_{RG}	1,023	0,995	---	[-]

$$\lambda_{RG} = \frac{\lambda_R - 1}{3} \cdot \frac{b}{d_a} + \frac{4 - \lambda_R}{3} \quad (6.21a)$$

Factor de concentración sobre el tubo, límite superior	λ_{fo}	3,820	3,820	---	[-]
Factor de concentración sobre el tubo, limite inferior	λ_{fu}	0,602	0,602	---	[-]
Factor de concentación sobre el tubo, valor final	λ_{RG}	1,023	0,995	---	[-]
Factor de concentración del suelo	λ_B	0,986	1,003	---	[-]

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

1.2.2.11. Distribución de presiones en la circunferencia del tubo

Relación:	I/(A·rm²)	0,00133	[-]
Relación 'I/(A·rm²)·κq':	I/(A·rm²)·κ_Q	0,00133	[-]

		q_v	q_h	q_h^*	
Coeficiente de deflexión para momentos de deflexión	c_v	-0,0833	0,0833	0,0640	[-]
Coeficiente de deflexión por fuerzas normales	c^N_v	-0,6480	-0,6810	-0,2470	[-]
Coeficiente de deflexión por fuerzas laterales	c^Q_v	-0,3350	0,3350	0,2430	[-]

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

Coeficiente resultante de deformación	c'_v	-0,0854	0,0836	0,0646	[-]
Coeficiente resultante de deformación	c'_h	0,0841	-0,0854	-0,0674	[-]

	corto plazo	largo plazo	largo plazo

		Todas las cargas	Cargas del suelo cargas de tráfico	otro Cargas	
Carga vertical total	q_v	41,49	40,87	---	kN/m²

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

Presion lateral	q_h	10,63	10,78	---	kN/m²

$$q_h = K_2 \cdot \left(\lambda_B \cdot p_E + \gamma_B \cdot \frac{d_a}{2} \right) \qquad (7.01)$$

Presión de reacción del apoyo (carga del suelo)	q^*_h	22,87	27,16	---	kN/m²

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

Presión de reacción del apoyo (sección llena)	q^*_{hw}	1,20	1,81	---	kN/m²

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

1.2.3. Resultados intermedios para caso de carga con nivel freático máximo

1.2.3.1. geometría del tubo

Radio del eje centroide de la pared del tubo:	r_m	235,2	mm
Factor de corrección de la curvatura interior:	α_{ki}	1,042	[-]
Factor de corrección de la curvatura exterior:	α_{ka}	0,958	[-]

1.2.3.2. Teoría del silo

Coeficiente de carga del suelo κ para carga en zanja (Teoría del Silo):	κ	0,912	[-]

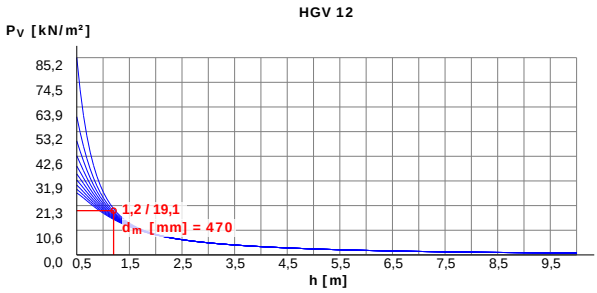
$$\kappa = \frac{1 - e^{-2 \cdot K_1 \cdot \tan\delta \cdot \frac{h}{b}}}{2 \cdot K_1 \cdot \tan\delta \cdot \frac{h}{b}} \qquad (5.04)$$

Coeficiente de carga del suelo κ0 para cargas superficiales (Teoría del Silo):	κ_0	0,831	[-]

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

1.2.3.3. Carga

Nivel freático máximo sobre la cama del tubo:	$h_{W,Scheitel}$	0,00	m
Carga vertical debida al peso del relleno:	P_{Erd}	21,88	kN/m²
Carga vertical debida al peso del relleno y a la carga superficial:	P_E	21,88	kN/m²
Tensión debida a carga de tráfico:	P_V	19,11	kN/m²
Included impact factor:	ϕ	1,50	[-]



1.2.3.4. Módulo de deformación del suelo EB

Módulo elástico del relleno bajo carga:	$E_{1,\sigma}$	5,21	N/mm²
Módulo elástico de los riñones bajo carga:	$E_{20,\sigma}$	6,10	N/mm²
Factor de reducción por fluencia:	f_1	1,000	[-]
Factor de reducción E20 (nivel freático):	f_2	1,000	[-]
Factor de reducción E20 (zanja estrecha):	α_B	0,844	[-]
Módulo elástico del apoyo (reducido):	$E_{2,\sigma}$	5,15	N/mm²
Módulo elástico del suelo natural:	$E_{3,\sigma}$	13,33	N/mm²
Módulo elástico del suelo bajo el tubo:	$E_{4,\sigma}$	13,33	N/mm²

1.2.3.5. Valores de rigidez del suelo

Factor de corrección por rigidez del apoyo horizontal: ζ 1,434 [-]

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

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

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

Rigidez del apoyo horizontal: S_{Bh} 4,434 N/mm²

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

Rigidez de apoyo vertical: S_{Bv} 5,154 N/mm²

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

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

Ángulo de apoyo, proyección relativa efectiva y ángulo de fricción:	2α	180	°
Proyección incrementada debido a la pérdida de soporte del suelo:	a_S	1,00	[-]
Proyección relativa efectiva:	a'	1,011	[-]

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

Ángulo de fricción interna:	φ'	25,000	°
Ángulo de fricción de la pared:	δ	16,667	°

1.2.3.7. Valores característicos del material del tubo y rigidez anular

		corto plazo Todas las cargas	largo plazo Cargas del suelo cargas de tráfico	largo plazo otro Cargas	
Valor característico del módulo de elasticidad en sentido circunferencial	E_R	1.200,0	666,2	200,0	N/mm²
Valor característico de tracción por deflexión	σ_{RBZ}	23,0	20,1	17,5	N/mm²
Valor característico de la deflexión radial por esfuerzo de compresión	σ_{RBD}	23,0	20,1	17,5	N/mm²
Rigidez del tubo	S_R	201,481	111,854	33,580	kN/m²

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

1.2.3.8. relación de rigidez

Rigidez del sistema	V_{RB}	0,0454	0,0252	0,0076	[-]	

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

Relación de rigidez	V_S	1,0486	0,8105	---	[-]	

$$V_S=\frac{S_R}{|c_v^*|\cdot S_{Bv}} \qquad (6.08a)$$

1.2.3.9. Coeficientes

Relación por presión de enterramiento (apoyo)	K_2	0,400	0,400	---	[-]
Coeficiente por presión de reacción del apoyo	K^*	0,745	0,908	---	[-]

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

Coeficiente por presión de reacción del apoyo	c_v^*	-0,037	-0,027	---	[-]	

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

1.2.3.10. Factores de concentracion λR y λB

Factor de concentración máximo	max λ	1,299	1,299	---	[-]	

$$\max\lambda=1+\frac{\frac{h}{d_a}}{\frac{3,5}{a'}+\frac{2,2}{\frac{E_4}{E_1}\cdot(a'-0,25)}+\left[\frac{0,62}{a'}+\frac{1,6}{\frac{E_4}{E_1}\cdot(a'-0,25)}\right]\cdot\frac{h}{d_a}} \qquad (6.04)$$

Coeficiente por factor de concentración máximo	K'	0,932	0,899	---	[-]	

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

Factor de concentración sobre el tubo, valor inicial	λ_R	1,043	0,990	---	[-]	

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

Factor de concentración sobre el tubo, bajo el efecto de la zanja	λ_{RG}	1,023	0,995	---	[-]	

$$\lambda_{RG}=\frac{\lambda_R-1}{3}\cdot\frac{b}{d_a}+\frac{4-\lambda_R}{3} \qquad (6.21a)$$

Factor de concentración sobre el tubo, límite superior	λ_{fo}	3,820	3,820	---	[-]
Factor de concentración sobre el tubo, limite inferior	λ_{fu}	0,602	0,602	---	[-]
Factor de concentación sobre el tubo, valor final	λ_{RG}	1,023	0,995	---	[-]
Factor de concentración del suelo	λ_B	0,986	1,003	---	[-]

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

1.2.3.11. Distribución de presiones en la circunferencia del tubo

Relación:	l/(A·rm²)	0,00133	[-]

Relación 'I/(A·rm²)·κq':			I/(A·rm²)·κ_Q	0,00133	[-]

		q_v	q_h	q_h^*	
Coeficiente de deflexión para momentos de deflexión	c_v	-0,0833	0,0833	0,0640	[-]
Coeficiente de deflexión por fuerzas normales	c^N_v	-0,6480	-0,6810	-0,2470	[-]
Coeficiente de deflexión por fuerzas laterales	c^Q_v	-0,3350	0,3350	0,2430	[-]

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

Coeficiente resultante de deformación	c'_v	-0,0854	0,0836	0,0646	[-]
Coeficiente resultante de deformación	c'_h	0,0841	-0,0854	-0,0674	[-]

		corto plazo Todas las cargas	largo plazo Cargas del suelo cargas de tráfico	largo plazo otro Cargas	
Carga vertical total	q_v	41,49	40,87	---	kN/m²

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

Presion lateral	q_h	9,63	9,78	---	kN/m²

$$q_h = K_2 \cdot \left(\lambda_B \cdot p_E + \gamma_B \cdot \frac{d_a}{2} \right) \quad (7.01)$$

Presión de reacción del apoyo (carga del suelo)	q^*_h	23,63	28,08	---	kN/m²

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

Presión de reacción del apoyo (sección llena)	q^*_{hw}	1,20	1,81	---	kN/m²

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

1.2.4. Sección fuerzas con nivel freático mínimo, clave

		corto plazo	largo plazo	
Momento debido a cargas verticales totales	M_{qv}	0,574	0,565	kNm/m
Momento debido a la presión lateral	M_{qh}	-0,147	-0,149	kNm/m
Momento debido a la reacción de la presión del apoyo horizontal	M^*_{qh}	-0,229	-0,272	kNm/m
Momento debido a la reacción de la presión del apoyo (sección llena)	M^*_{qw}	-0,012	-0,018	kNm/m
Momento debido a las cargas muertas	M_g	0,005	0,005	kNm/m
Momento debido a la sección llena	M_w	0,022	0,022	kNm/m
Momento debido a la presión del agua	M_{pw}	0,055	0,048	kNm/m
Momento debido al nivel freático a la altura de la clave	M_{pa1}	0,000	0,000	kNm/m

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

Momentos totales	ΣM	0,268	0,201	kNm/m

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

Momentos totales sin presión interna/externa	ΣM_{sonst}	0,213	0,154	kNm/m

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

Momentos totales debidos a la sección llena y a la presión	$\Sigma M'$	0,203	0,149	kNm/m
Fuerza normal debida a las cargas verticales totales	N_{qv}	0,000	0,000	kN/m
Fuerza normal debida a la presión lateral	N_{qh}	-2,499	-2,535	kN/m
Fuerza normal debida a la reacción de la presión del lecho	N^*_{qh}	-3,103	-3,685	kN/m

Fuerza normal debida a la reacción de la presión del lecho (relleno del agua)	N^*_{qw}	-0,163	-0,245	kN/m
Fuerza normal debida al peso muerto	N_g	0,011	0,011	kN/m
Fuerza normal debida al relleno de agua	N_w	0,322	0,322	kN/m
Fuerza normal debida al nivel freático hasta la clave	N_{pa1}	0,000	0,000	kN/m
Fuerzas totales normales	ΣN	159,794	137,063	kN/m
Total sin presión interna/externa	ΣN_{sonst}	-5,431	-6,132	kN/m
Total sin sección llena y sin presión	$\Sigma N'$	-5,591	-6,209	kN/m

1.2.5. Sección fuerzas con nivel freático mínimo, generatriz sobre el diámetro horizontal del tubo

		corto plazo	largo plazo	
Momento debido a cargas verticales totales	M_{qv}	-0,574	-0,565	kNm/m
Momento debido a la presión lateral	M_{qh}	0,147	0,149	kNm/m
Momento debido a la reacción de la presión del apoyo horizontal	M^*_{qh}	0,263	0,312	kNm/m
Momento debido a la reacción de la presión del apoyo (sección llena)	M^*_{qw}	0,014	0,021	kNm/m
Momento debido a las cargas muertas	M_g	-0,006	-0,006	kNm/m
Momento debido a la sección llena	M_w	-0,025	-0,025	kNm/m
Momento debido a la presión del agua	M_{pw}	0,055	0,048	kNm/m
Momento debido al nivel freático a la altura de la clave	M_{pa1}	0,000	0,000	kNm/m

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

Momentos totales	ΣM	-0,126	-0,067	kNm/m

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

Momentos totales sin presión interna/externa	ΣM_{sonst}	-0,181	-0,114	kNm/m

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

Momentos totales debidos a la sección llena y a la presión	$\Sigma M'$	-0,170	-0,110	kNm/m
Fuerza normal debida a las cargas verticales totales	N_{qv}	-9,756	-9,611	kN/m
Fuerza normal debida a la presión lateral	N_{qh}	0,000	0,000	kN/m
Fuerza normal debida a la reacción de la presión del lecho	N^*_{qh}	0,000	0,000	kN/m
Fuerza normal debida a la reacción de la presión del lecho (relleno del agua)	N^*_{qw}	0,000	0,000	kN/m
Fuerza normal debida al peso muerto	N_g	-0,103	-0,103	kN/m
Fuerza normal debida al relleno de agua	N_w	0,119	0,119	kN/m
Fuerza normal debida al nivel freático hasta la clave	N_{pa1}	0,000	0,000	kN/m
Fuerzas totales normales	ΣN	155,485	133,599	kN/m
Total sin presión interna/externa	ΣN_{sonst}	-9,740	-9,596	kN/m
Total sin sección llena y sin presión	$\Sigma N'$	-9,859	-9,714	kN/m

1.2.6. Sección fuerzas con nivel freático mínimo, base

		corto plazo	largo plazo	
Momento debido a cargas verticales totales	M_{qv}	0,574	0,565	kNm/m
Momento debido a la presión lateral	M_{qh}	-0,147	-0,149	kNm/m
Momento debido a la reacción de la presión del apoyo horizontal	M^*_{qh}	-0,229	-0,272	kNm/m
Momento debido a la reacción de la presión del apoyo (sección llena)	M^*_{qw}	-0,012	-0,018	kNm/m
Momento debido a las cargas muertas	M_g	0,007	0,007	kNm/m
Momento debido a la sección llena	M_w	0,029	0,029	kNm/m
Momento debido a la presión del agua	M_{pw}	0,055	0,048	kNm/m
Momento debido al nivel freático a la altura de la clave	M_{pa1}	0,000	0,000	kNm/m

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

Momentos totales	ΣM	0,276	0,209	kNm/m

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

Momentos totales sin presión interna/externa	ΣM_{sonst}	0,221	0,161	kNm/m
$\Sigma M' = M_{qv} + M_{qh} + M^*_{qh} + M_g$				
Momentos totales debidos a la sección llena y a la presión	$\Sigma M'$	0,205	0,151	kNm/m
Fuerza normal debida a las cargas verticales totales	N_{qv}	0,000	0,000	kN/m
Fuerza normal debida a la presión lateral	N_{qh}	-2,499	-2,535	kN/m
Fuerza normal debida a la reacción de la presión del lecho	N^*_{qh}	-3,103	-3,685	kN/m
Fuerza normal debida a la reacción de la presión del lecho (relleno del agua)	N^*_{qw}	-0,163	-0,245	kN/m
Fuerza normal debida al peso muerto	N_g	-0,011	-0,011	kN/m
Fuerza normal debida al relleno de agua	N_w	0,784	0,784	kN/m
Fuerza normal debida al nivel freático hasta la clave	N_{pa1}	0,000	0,000	kN/m
Fuerzas totales normales	ΣN	160,233	137,502	kN/m
Total sin presión interna/externa	ΣN_{sonst}	-4,992	-5,693	kN/m
Total sin sección llena y sin presión	$\Sigma N'$	-5,613	-6,231	kN/m

1.2.7. Sección fuerzas con nivel freático máximo, clave

		corto plazo	largo plazo	
Momento debido a cargas verticales totales	M_{qv}	0,574	0,565	kNm/m
Momento debido a la presión lateral	M_{qh}	-0,133	-0,135	kNm/m
Momento debido a la reacción de la presión del apoyo horizontal	M^*_{qh}	-0,236	-0,281	kNm/m
Momento debido a la reacción de la presión del apoyo (sección llena)	M^*_{qw}	-0,012	-0,018	kNm/m
Momento debido a las cargas muertas	M_g	0,005	0,005	kNm/m
Momento debido a la sección llena	M_w	0,022	0,022	kNm/m
Momento debido a la presión del agua	M_{pw}	0,055	0,047	kNm/m
Momento debido al nivel freático a la altura de la clave	M_{pa1}	-0,022	-0,022	kNm/m
$\Sigma M = M_{qv} + M_{qh} + M^*_{qh} + M^*_{qw} + M_g + M_w + M_{pw}$				
Momentos totales	ΣM	0,274	0,206	kNm/m
$\Sigma M_{sonst} = M_{qv} + M_{qh} + M^*_{qh} + M^*_{qw} + M_g + M_w + M_{pa1}$				
Momentos totales sin presión interna/externa	ΣM_{sonst}	0,197	0,136	kNm/m
$\Sigma M' = M_{qv} + M_{qh} + M^*_{qh} + M_g$				
Momentos totales debidos a la sección llena y a la presión	$\Sigma M'$	0,209	0,154	kNm/m
Fuerza normal debida a las cargas verticales totales	N_{qv}	0,000	0,000	kN/m
Fuerza normal debida a la presión lateral	N_{qh}	-2,264	-2,300	kN/m
Fuerza normal debida a la reacción de la presión del lecho	N^*_{qh}	-3,206	-3,811	kN/m
Fuerza normal debida a la reacción de la presión del lecho (relleno del agua)	N^*_{qw}	-0,163	-0,245	kN/m
Fuerza normal debida al peso muerto	N_g	0,011	0,011	kN/m
Fuerza normal debida al relleno de agua	N_w	0,322	0,322	kN/m
Fuerza normal debida al nivel freático hasta la clave	N_{pa1}	-0,322	-0,322	kN/m
Fuerzas totales normales	ΣN	158,676	135,923	kN/m
Total sin presión interna/externa	ΣN_{sonst}	-5,621	-6,345	kN/m
Total sin sección llena y sin presión	$\Sigma N'$	-5,458	-6,099	kN/m

1.2.8. Sección fuerzas con nivel freático máximo, generatriz sobre el diámetro horizontal del tubo

		corto plazo	largo plazo	
Momento debido a cargas verticales totales	M_{qv}	-0,574	-0,565	kNm/m
Momento debido a la presión lateral	M_{qh}	0,133	0,135	kNm/m
Momento debido a la reacción de la presión del apoyo horizontal	M^*_{qh}	0,272	0,323	kNm/m
Momento debido a la reacción de la presión del apoyo (sección llena)	M^*_{qw}	0,014	0,021	kNm/m
Momento debido a las cargas muertas	M_g	-0,006	-0,006	kNm/m
Momento debido a la sección llena	M_w	-0,025	-0,025	kNm/m
Momento debido a la presión del agua	M_{pw}	0,055	0,047	kNm/m
Momento debido al nivel freático a la altura de la clave	M_{pa1}	0,025	0,025	kNm/m

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

Momentos totales	ΣM	-0,132	-0,070	kNm/m

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

Momentos totales sin presión interna/externa	ΣM_{sonst}	-0,161	-0,092	kNm/m

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

Momentos totales debidos a la sección llena y a la presión	$\Sigma M'$	-0,175	-0,113	kNm/m
Fuerza normal debida a las cargas verticales totales	N_{qv}	-9,756	-9,611	kN/m
Fuerza normal debida a la presión lateral	N_{qh}	0,000	0,000	kN/m
Fuerza normal debida a la reacción de la presión del lecho	N^*_{qh}	0,000	0,000	kN/m
Fuerza normal debida a la reacción de la presión del lecho (relleno del agua)	N^*_{qw}	0,000	0,000	kN/m
Fuerza normal debida al peso muerto	N_g	-0,103	-0,103	kN/m
Fuerza normal debida al relleno de agua	N_w	0,119	0,119	kN/m
Fuerza normal debida al nivel freático hasta la clave	N_{pa1}	-0,119	-0,119	kN/m
Fuerzas totales normales	ΣN	154,235	132,349	kN/m
Total sin presión interna/externa	ΣN_{sonst}	-9,859	-9,714	kN/m
Total sin sección llena y sin presión	$\Sigma N'$	-9,859	-9,714	kN/m

1.2.9. Sección fuerzas con nivel freático máximo, base

		corto plazo	largo plazo	
Momento debido a cargas verticales totales	M_{qv}	0,574	0,565	kNm/m
Momento debido a la presión lateral	M_{qh}	-0,133	-0,135	kNm/m
Momento debido a la reacción de la presión del apoyo horizontal	M^*_{qh}	-0,236	-0,281	kNm/m
Momento debido a la reacción de la presión del apoyo (sección llena)	M^*_{qw}	-0,012	-0,018	kNm/m
Momento debido a las cargas muertas	M_g	0,007	0,007	kNm/m
Momento debido a la sección llena	M_w	0,029	0,029	kNm/m
Momento debido a la presión del agua	M_{pw}	0,055	0,047	kNm/m
Momento debido al nivel freático a la altura de la clave	M_{pa1}	-0,029	-0,029	kNm/m

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

Momentos totales	ΣM	0,282	0,213	kNm/m

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

Momentos totales sin presión interna/externa	ΣM_{sonst}	0,199	0,137	kNm/m

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

Momentos totales debidos a la sección llena y a la presión	$\Sigma M'$	0,211	0,156	kNm/m
Fuerza normal debida a las cargas verticales totales	N_{qv}	0,000	0,000	kN/m
Fuerza normal debida a la presión lateral	N_{qh}	-2,264	-2,300	kN/m
Fuerza normal debida a la reacción de la presión del lecho	N^*_{qh}	-3,206	-3,811	kN/m
Fuerza normal debida a la reacción de la presión del lecho (relleno del agua)	N^*_{qw}	-0,163	-0,245	kN/m
Fuerza normal debida al peso muerto	N_g	-0,011	-0,011	kN/m
Fuerza normal debida al relleno de agua	N_w	0,784	0,784	kN/m
Fuerza normal debida al nivel freático hasta la clave	N_{pa1}	-0,784	-0,784	kN/m
Fuerzas totales normales	ΣN	159,115	136,362	kN/m
Total sin presión interna/externa	ΣN_{sonst}	-5,643	-6,366	kN/m
Total sin sección llena y sin presión	$\Sigma N'$	-5,480	-6,121	kN/m

1.2.10. Caso de carga a corto plazo

1.2.10.1. prueba de tensión (con nivel freático mínimo)

Coeficiente de superposición de tensiones:	Z	1,20	[-]

Relación de deflexión:	η	0,57	[-]
Presión interior resultante (pI - pW):	$p_{I,res}$	7,50	bar

$$\sigma_{R,res} = \frac{\sigma_{qv,qh,qh^*} \cdot \bar{\sigma}_R + \sigma_{sonst} \cdot \sigma_{R,L}}{\sigma_{qv,qh,qh^*} + \sigma_{sonst}} \qquad (9.01c)$$

Interior:		clave	generatriz sobre el diámetro horizontal del tubo	base	
Tensiones debidas a carga externa	σ_a	1,330	-1,613	1,399	N/mm²
Coeficiente de seguridad para carga externa, tensión por flexión:	$\gamma_{BZ,a}$	17,296	---	16,437	[-]
Coeficiente de seguridad por carga externa, compresión por flexión:	$\gamma_{BD,a}$	---	14,257	---	[-]
Tensiones debidas a presión interna	σ_i	5,563	5,563	5,563	N/mm²
Coeficiente de seguridad por presión interna	γ_i	4,134	4,134	4,134	[-]
Factor de reducción de acuerdo a Netzer/Pattis	n	0,862	0,828	0,856	[-]
Tensión por cálculo de superposición	$\sigma_r$es	5,940	3,270	5,962	N/mm²
Coeficiente de seguridad para cálculo de superposición, tensión por flexión:	$\gamma_{BZ,res}$	3,872	7,035	3,858	[-]
Coeficiente de seguridad para cálculos de superposición, compresión por flexión:	$\gamma_{BD,res}$	---	---	---	[-]
Tensión de tracción por flexión a ser considerada	$\sigma_{RBZ,res}$	23,00	23,00	23,00	N/mm²
Tensión de compresión por flexión a ser considerada	$\sigma_{RBD,res}$	23,00	23,00	23,00	N/mm²

Exterior:		clave	generatriz sobre el diámetro horizontal del tubo	base	
Tensiones debidas a carga externa	σ_a	-1,573	0,854	-1,609	N/mm²
Coeficiente de seguridad para carga externa, tensión por flexión:	$\gamma_{BZ,a}$	---	26,948	---	[-]
Coeficiente de seguridad por carga externa, compresión por flexión:	$\gamma_{BD,a}$	14,619	---	14,296	[-]
Tensiones debidas a presión interna	σ_i	5,563	5,563	5,563	N/mm²
Coeficiente de seguridad por presión interna	γ_i	4,134	4,134	4,134	[-]
Factor de reducción de acuerdo a Netzer/Pattis	n	0,833	0,909	0,828	[-]
Tensión por cálculo de superposición	$\sigma_r$es	3,322	5,832	3,275	N/mm²
Coeficiente de seguridad para cálculo de superposición, tensión por flexión:	$\gamma_{BZ,res}$	6,925	3,944	7,022	[-]
Coeficiente de seguridad para cálculos de superposición, compresión por flexión:	$\gamma_{BD,res}$	---	---	---	[-]
Tensión de tracción por flexión a ser considerada	$\sigma_{RBZ,res}$	23,00	23,00	23,00	N/mm²
Tensión de compresión por flexión a ser considerada	$\sigma_{RBD,res}$	23,00	23,00	23,00	N/mm²

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

1.2.10.2. prueba de tensión (con nivel freático máximo)

Coeficiente de superposición de tensiones:	Z	1,20	[-]
Relación de deflexión:	η	0,57	[-]
Presión interior resultante (pI - pW):	$p_{I,res}$	7,50	bar

$$\sigma_{R,res} = \frac{\sigma_{qv,qh,qh^*} \cdot \bar{\sigma}_R + \sigma_{sonst} \cdot \sigma_{R,L}}{\sigma_{qv,qh,qh^*} + \sigma_{sonst}} \qquad (9.01c)$$

Interior:		clave	generatriz sobre el diámetro horizontal del tubo	base	
Tensiones debidas a carga externa	σ_a	1,209	-1,473	1,219	N/mm²
Coeficiente de seguridad para carga externa, tensión por flexión:	$\gamma_{BZ,a}$	19,022	---	18,870	[-]
Coeficiente de seguridad por carga externa, compresión por flexión:	$\gamma_{BD,a}$	---	15,616	---	[-]
Tensiones debidas a presión interna	σ_i	5,563	5,563	5,563	N/mm²
Coeficiente de seguridad por presión interna	γ_i	4,134	4,134	4,134	[-]
Factor de reducción de acuerdo a Netzer/Pattis	n	0,871	0,846	0,870	[-]
Tensión por cálculo de superposición	$\sigma_r$es	5,899	3,459	5,902	N/mm²
Coeficiente de seguridad para cálculo de superposición, tensión por flexión:	$\gamma_{BZ,res}$	3,899	6,650	3,897	[-]
Coeficiente de seguridad para cálculos de superposición, compresión por flexión:	$\gamma_{BD,res}$	---	---	---	[-]
Tensión de tracción por flexión a ser considerada	$\sigma_{RBZ,res}$	23,00	23,00	23,00	N/mm²
Tensión de compresión por flexión a ser considerada	$\sigma_{RBD,res}$	23,00	23,00	23,00	N/mm²

Exterior:		clave	generatriz sobre el diámetro horizontal del tubo	base	
Tensiones debidas a carga externa	σ_a	-1,475	0,717	-1,485	N/mm²
Coeficiente de seguridad para carga externa, tensión por flexión:	$\gamma_{BZ,a}$	---	32,088	---	[-]
Coeficiente de seguridad por carga externa, compresión por flexión:	$\gamma_{BD,a}$	15,597	---	15,487	[-]
Tensiones debidas a presión interna	σ_i	5,563	5,563	5,563	N/mm²
Coeficiente de seguridad por presión interna	γ_i	4,134	4,134	4,134	[-]
Factor de reducción de acuerdo a Netzer/Pattis	n	0,845	0,925	0,844	[-]
Tensión por cálculo de superposición	$\sigma_r$es	3,456	5,811	3,441	N/mm²
Coeficiente de seguridad para cálculo de superposición, tensión por flexión:	$\gamma_{BZ,res}$	6,655	3,958	6,683	[-]
Coeficiente de seguridad para cálculos de superposición, compresión por flexión:	$\gamma_{BD,res}$	---	---	---	[-]
Tensión de tracción por flexión a ser considerada	$\sigma_{RBZ,res}$	23,00	23,00	23,00	N/mm²
Tensión de compresión por flexión a ser considerada	$\sigma_{RBD,res}$	23,00	23,00	23,00	N/mm²

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

1.2.10.3. Prueba de deformación (con nivel freático mínimo)

Modo de cálculo:		lineal	
Relación:		I/(A·rm²)	0,00133 [-]
Relación 'I/(A·rm²)·κq':		I/(A·rm²)·κ_Q	0,00133 [-]

		q_v	q_h	q_h^*	
Coeficiente de deflexión para momentos de deflexión	c_v	-0,0833	0,0833	0,0640	[-]
Coeficiente de deflexión por fuerzas normales	c^N_v	-0,6480	-0,6810	-0,2470	[-]
Coeficiente de deflexión por fuerzas laterales	c^Q_v	-0,3350	0,3350	0,2430	[-]

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

Coeficiente resultante de deformación	c'_v	-0,0854	0,0836	0,0646	[-]
Coeficiente resultante de deformación	c'_h	0,0841	-0,0854	-0,0674	[-]

$$\Delta d_v = \frac{2 \cdot r_m}{8S_0} \cdot (c_{v,qv} \cdot q_v + c_{v,qh} \cdot q_h + c_{v,qh^*} \cdot q_h^*) \quad (8.16a)$$

$$\Delta d_h = \frac{2 \cdot r_m}{8S_0} \cdot (c_{h,qv} \cdot q_v + c_{h,qh} \cdot q_h + c_{h,qh^*} \cdot q_h^*) \quad (8.16b)$$

Cambio del diámetro vertical:	Δd_v	2,75	mm
Cambio del diámetro horizontal:	Δd_h	2,43	mm

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

Deformación vertical relativa:	δ_v	0,58	%
Deflexión admisible:	zul δ_v	6,00	%

La deflexión determinada es menor que la deflexión permitida.

1.2.10.4. Prueba de deformación (con nivel freático máximo)

Modo de cálculo:	lineal		
Relación:	$I/(A \cdot rm^2)$	0,00133	[-]
Relación '$I/(A \cdot rm^2) \cdot \kappa q$':	$I/(A \cdot rm^2) \cdot \kappa_Q$	0,00133	[-]

		q_v	q_h	q_h^*	
Coeficiente de deflexión para momentos de deflexión	c_v	-0,0833	0,0833	0,0640	[-]
Coeficiente de deflexión por fuerzas normales	c^N_v	-0,6480	-0,6810	-0,2470	[-]
Coeficiente de deflexión por fuerzas laterales	c^Q_v	-0,3350	0,3350	0,2430	[-]

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

Coeficiente resultante de deformación	c'_v	-0,0854	0,0836	0,0646	[-]
Coeficiente resultante de deformación	c'_h	0,0841	-0,0854	-0,0674	[-]

$$\Delta d_v = \frac{2 \cdot r_m}{8S_0} \cdot (c_{v,qv} \cdot q_v + c_{v,qh} \cdot q_h + c_{v,qh^*} \cdot q_h^*) \quad (8.16a)$$

$$\Delta d_h = \frac{2 \cdot r_m}{8S_0} \cdot (c_{h,qv} \cdot q_v + c_{h,qh} \cdot q_h + c_{h,qh^*} \cdot q_h^*) \quad (8.16b)$$

Cambio del diámetro vertical:	Δd_v	2,83	mm
Cambio del diámetro horizontal:	Δd_h	2,51	mm

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

Deformación vertical relativa:	δ_v	0,60	%
Deflexión admisible:	zul δ_v	6,00	%

La deflexión determinada es menor que la deflexión permitida.

1.2.10.5. Prueba de estabilidad (lineal): (con nivel freático máximo)

Carga vertical total:	q_v	41,49	kN/m²
Factor de reducción de carga de colapso por cargas de suelo/tráfico:	κ_{v2}	0,86	[-]
Carga vertical total crítica:	krit q_v	1.625,7	kN/m²

$$\text{krit } q_v = 2 \cdot \kappa_{v2} \cdot (8S_0 \cdot S_{Bh})^{0,5} \quad (9.06a)$$

Coeficiente de seguridad (carga vertical total):	γ_{qv}	39,18	[-]

$$\gamma = \frac{krit\ q_v}{q_v} \quad (9.07)$$

Presión externa por el agua:	p_a	5,00	kN/m²

$$p_a = h_W \cdot \gamma_W \quad (9.10)$$

Vacío adicional en el tubo:	p_I-	0,00	kN/m²
Rigidez del sistema:	V_{RB}	0,0454	[-]
Valor de ingreso δv2 para determinar κa2:	δ_{v2}	1,60	%
Factor de reducción debido a la predeformación por la carga de ruptura a la presión externa del agua:	κ_{a2}	0,84	[-]
Factor de reducción debido a la predeformación local por la carga de ruptura a presión externa del agua:	κ_{a1}	1,00	[-]
Sustituir valor para rm/s:	k*	7,918	[-]
Coeficiente de pandeo:	α_D	6,214	[-]
Presión externa crítica del agua:	krit p_a	1.055,521	kN/m²

$$krit\ p_a = \kappa_a \cdot \alpha_D \cdot 8S_0 \quad (9.08)$$

$$\kappa_a = \kappa_{a2} \cdot \kappa_{a1} \quad (9.09)$$

Coeficiente de seguridad de estabilidad (presión externa del agua):	γ_{pa}	211,104	[-]

$$\gamma_{pa} = \frac{krit\ p_a}{p_a} \quad (9.11)$$

Coeficiente de seguridad de estabilidad:	γ	33,05	[-]
Coeficiente global de seguridad requerido, fallo por inestabilidad:	erf γ_{stab}	2,00	[-]

Los coeficientes de seguridad al pandeo determinados son suficientes.

1.2.11. Caso de carga a largo plazo

1.2.11.1. prueba de tensión (con nivel freático mínimo)

Coeficiente de superposición de tensiones:	Z	5,49	[-]
Relación de deflexión:	η	0,74	[-]
Presión interior resultante (pI - pW):	$p_{I,res}$	6,50	bar

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

Interior:		clave	generatriz sobre el diámetro horizontal del tubo	base	
Tensiones debidas a carga externa	σ_a	0,883	-1,134	0,953	N/mm²
Coeficiente de seguridad para carga externa, tensión por flexión:	$\gamma_{BZ,a}$	22,713	---	21,055	[-]
Coeficiente de seguridad por carga externa, compresión por flexión:	$\gamma_{BD,a}$	---	17,697	---	[-]
Tensiones debidas a presión interna	σ_i	4,821	4,821	4,821	N/mm²
Coeficiente de seguridad por presión interna	γ_i	3,630	3,630	3,630	[-]
Tensión de tracción por flexión a ser considerada	$\sigma_{RBZ,res}$	17,90	16,71	17,92	N/mm²
Tensión de compresión por flexión a ser considerada	$\sigma_{RBD,res}$	17,90	16,71	17,92	N/mm²

Exterior:		clave	generatriz sobre el diámetro horizontal del tubo	base	
Tensiones debidas a carga externa	σ_a	-1,208	0,422	-1,244	N/mm²
Coeficiente de seguridad para carga externa, tensión por flexión:	$\gamma_{BZ,a}$	---	47,538	---	[-]
Coeficiente de seguridad por carga externa, compresión por flexión:	$\gamma_{BD,a}$	16,606	---	16,131	[-]
Tensiones debidas a presión interna	σ_i	4,821	4,821	4,821	N/mm²
Coeficiente de seguridad por presión interna	γ_i	3,630	3,630	3,630	[-]
Tensión de tracción por flexión a ser considerada	$\sigma_{RBZ,res}$	16,64	17,71	16,61	N/mm²
Tensión de compresión por flexión a ser considerada	$\sigma_{RBD,res}$	16,64	17,71	16,61	N/mm²

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

1.2.11.2. prueba de tensión (con nivel freático máximo)

Coeficiente de superposición de tensiones:	Z	5,49	[-]
Relación de deflexión:	η	0,74	[-]
Presión interior resultante (pI - pW):	$p_{I,res}$	6,50	bar

$$\sigma_{R,res} = \frac{\sigma_{qv,qh,qh^*} \cdot \bar{\sigma}_R + \sigma_{sonst} \cdot \sigma_{R,L}}{\sigma_{qv,qh,qh^*} + \sigma_{sonst}} \qquad (9.01c)$$

Interior:		clave	generatriz sobre el diámetro horizontal del tubo	base	
Tensiones debidas a carga externa	σ_a	0,750	-0,980	0,760	N/mm²
Coeficiente de seguridad para carga externa, tensión por flexión:	$\gamma_{BZ,a}$	26,743	---	26,400	[-]
Coeficiente de seguridad por carga externa, compresión por flexión:	$\gamma_{BD,a}$	---	20,476	---	[-]
Tensiones debidas a presión interna	σ_i	4,821	4,821	4,821	N/mm²
Coeficiente de seguridad por presión interna	γ_i	3,630	3,630	3,630	[-]
Tensión de tracción por flexión a ser considerada	$\sigma_{RBZ,res}$	17,85	16,85	17,85	N/mm²
Tensión de compresión por flexión a ser considerada	$\sigma_{RBD,res}$	17,85	16,85	17,85	N/mm²

Exterior:		clave	generatriz sobre el diámetro horizontal del tubo	base	
Tensiones debidas a carga externa	σ_a	-1,100	0,273	-1,110	N/mm²
Coeficiente de seguridad para carga externa, tensión por flexión:	$\gamma_{BZ,a}$	---	73,509	---	[-]
Coeficiente de seguridad por carga externa, compresión por flexión:	$\gamma_{BD,a}$	18,247	---	18,076	[-]
Tensiones debidas a presión interna	σ_i	4,821	4,821	4,821	N/mm²
Coeficiente de seguridad por presión interna	γ_i	3,630	3,630	3,630	[-]

Tensión de tracción por flexión a ser considerada	$\sigma_{RBZ,res}$	16,74	17,64	16,73	N/mm²
Tensión de compresión por flexión a ser considerada	$\sigma_{RBD,res}$	16,74	17,64	16,73	N/mm²

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

1.2.11.3. Prueba de deformación (con nivel freático mínimo)

Modo de cálculo:	lineal		
Relación:	I/(A·rm²)	0,00133	[-]
Relación 'I/(A·rm²)·κq':	I/(A·rm²)·κ_Q	0,00133	[-]

		q_v	q_h	q_h^*	
Coeficiente de deflexión para momentos de deflexión	c_v	-0,0833	0,0833	0,0640	[-]
Coeficiente de deflexión por fuerzas normales	c^N_v	-0,6480	-0,6810	-0,2470	[-]
Coeficiente de deflexión por fuerzas laterales	c^Q_v	-0,3350	0,3350	0,2430	[-]

$$c' = c + \frac{I}{A \cdot r_m^2} \cdot [c^N + 2(1 + v) \cdot \kappa_Q \cdot c^Q] \qquad (6.20)$$

Coeficiente resultante de deformación	c'_v	-0,0854	0,0836	0,0646	[-]
Coeficiente resultante de deformación	c'_h	0,0841	-0,0854	-0,0674	[-]

$$\Delta d_v = \frac{2 \cdot r_m}{8S_0} \cdot (c_{v,qv} \cdot q_v + c_{v,qh} \cdot q_h + c_{v,qh^*} \cdot q_h^*) \qquad (8.16a)$$

$$\Delta d_h = \frac{2 \cdot r_m}{8S_0} \cdot (c_{h,qv} \cdot q_v + c_{h,qh} \cdot q_h + c_{h,qh^*} \cdot q_h^*) \qquad (8.16b)$$

Cambio del diámetro vertical:	Δd_v	3,51	mm
Cambio del diámetro horizontal:	Δd_h	2,88	mm

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

Deformación vertical relativa:	δ_v	0,75	%
Deflexión admisible:	zul δ_v	6,00	%

La deflexión determinada es menor que la deflexión permitida.

1.2.11.4. Prueba de deformación (con nivel freático máximo)

Modo de cálculo:	lineal		
Relación:	I/(A·rm²)	0,00133	[-]
Relación 'I/(A·rm²)·κq':	I/(A·rm²)·κ_Q	0,00133	[-]

		q_v	q_h	q_h^*	
Coeficiente de deflexión para momentos de deflexión	c_v	-0,0833	0,0833	0,0640	[-]
Coeficiente de deflexión por fuerzas normales	c^N_v	-0,6480	-0,6810	-0,2470	[-]
Coeficiente de deflexión por fuerzas laterales	c^Q_v	-0,3350	0,3350	0,2430	[-]

$$c' = c + \frac{I}{A \cdot r_m^2} \cdot [c^N + 2(1 + v) \cdot \kappa_Q \cdot c^Q] \qquad (6.20)$$

Coeficiente resultante de deformación	c'_v	-0,0854	0,0836	0,0646	[-]
Coeficiente resultante de deformación	c'_h	0,0841	-0,0854	-0,0674	[-]

$$\Delta d_v = \frac{2 \cdot r_m}{8S_0} \cdot (c_{v,qv} \cdot q_v + c_{v,qh} \cdot q_h + c_{v,qh^*} \cdot q_h^*) \qquad (8.16a)$$

$$\Delta d_h = \frac{2 \cdot r_m}{8S_0} \cdot (c_{h,qv} \cdot q_v + c_{h,qh} \cdot q_h + c_{h,qh^*} \cdot q_h^*) \qquad (8.16b)$$

Cambio del diámetro vertical:	Δd_v	3,61	mm
Cambio del diámetro horizontal:	Δd_h	2,98	mm

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

Deformación vertical relativa:	δ_v	0,77	%
Deflexión admisible:	zul δ_v	6,00	%

La deflexión determinada es menor que la deflexión permitida.

1.2.11.5. Prueba de estabilidad (lineal): (con nivel freático máximo)

Carga vertical total:	q_v	40,87	kN/m²
Factor de reducción de carga de colapso por cargas de suelo/tráfico:	κ_{v2}	0,86	[-]
Carga vertical total crítica:	krit q_v	1.213,5	kN/m²

$$\text{krit } q_v = 2 \cdot \kappa_{v2} \cdot (8S_0 \cdot S_{Bh})^{0,5} \qquad (9.06a)$$

Coeficiente de seguridad (carga vertical total):	γ_{qv}	29,69	[-]

$$\gamma = \frac{\text{krit } q_v}{q_v} \qquad (9.07)$$

Presión externa por el agua:	p_a	5,00	kN/m²

$$p_a = h_W \cdot \gamma_W \qquad (9.10)$$

Vacío adicional en el tubo:	p_I-	0,00	kN/m²
Rigidez del sistema:	V_{RB}	0,0252	[-]
Valor de ingreso δv2 para determinar κa2:	δ_{v2}	1,77	%
Factor de reducción debido a la predeformación por la carga de ruptura a la presión externa del agua:	κ_{a2}	0,89	[-]
Factor de reducción debido a la predeformación local por la carga de ruptura a presión externa del agua:	κ_{a1}	1,00	[-]
Sustituir valor para rm/s:	k*	7,918	[-]
Coeficiente de pandeo:	α_D	9,911	[-]
Presión externa crítica del agua:	krit p_a	296,986	kN/m²

$$\text{krit } p_a = \kappa_a \cdot \alpha_D \cdot 8S_0 \qquad (9.08)$$

$$\kappa_a = \kappa_{a2} \cdot \kappa_{a1} \qquad (9.09)$$

Coeficiente de seguridad de estabilidad (presión externa del agua):	γ_{pa}	59,397	[-]

$$\gamma_{pa} = \frac{\text{krit } p_a}{p_a} \qquad (9.11)$$

Coeficiente de seguridad de estabilidad:	γ	19,79	[-]
Coeficiente global de seguridad requerido, fallo por inestabilidad:	erf γ_{stab}	2,00	[-]

Los coeficientes de seguridad al pandeo determinados son suficientes.

Todas las pruebas necesarias son correctas.

INFORME COMPLETO

Estudio estático para Tuberías A 127

Proyecto:	SECTOR I CANAL DE SAN JOSE
Empresa / Entidad:	ITACYL
Autor:	Maria Sánchez Hernández
Informe n°:	PEAD_DN500_PN10_4,5m
Fecha:	04/01/2021

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

Contenido

1. Cálculo estático de acuerdo a la A 127: PEAD_500_4,5m **4**

1.1. Entrada de datos: 4

1.1.1. Opciones de seguridad 4

1.1.2. Suelo 4

1.1.3. Carga 4

1.1.4. Instalación 4

1.1.5. Tubo de la base de datos 4

1.2. Resultados: 5

1.2.1. resultados intermedios del tubo 5

1.2.1.1. propiedades del material 5
1.2.1.2. Factores de seguridad 5

1.2.2. Resultados intermedios para caso de carga con nivel freático mínimo 6

1.2.2.1. geometría del tubo 6
1.2.2.2. Teoría del silo 6
1.2.2.3. Carga 6
1.2.2.4. Módulo de deformación del suelo EB 6
1.2.2.5. Valores de rigidez del suelo 6
1.2.2.6. Ángulo de apoyo, proyección relativa efectiva y ángulo de fricción 7
1.2.2.7. Valores característicos del material del tubo y rigidez anular 7
1.2.2.8. relación de rigidez 7
1.2.2.9. Coeficientes 7
1.2.2.10. Factores de concentracion λR y λB 8
1.2.2.11. Distribución de presiones en la circunferencia del tubo 8

1.2.3. Resultados intermedios para caso de carga con nivel freático máximo 9

1.2.3.1. geometría del tubo 9
1.2.3.2. Teoría del silo 9
1.2.3.3. Carga 9
1.2.3.4. Módulo de deformación del suelo EB 9
1.2.3.5. Valores de rigidez del suelo 10
1.2.3.6. Ángulo de apoyo, proyección relativa efectiva y ángulo de fricción 10
1.2.3.7. Valores característicos del material del tubo y rigidez anular 10
1.2.3.8. relación de rigidez 11
1.2.3.9. Coeficientes 11
1.2.3.10. Factores de concentracion λR y λB 11
1.2.3.11. Distribución de presiones en la circunferencia del tubo 11

1.2.4. Sección fuerzas con nivel freático mínimo, clave 12

1.2.5. Sección fuerzas con nivel freático mínimo, generatriz sobre el diámetro horizontal del tubo 13

1.2.6. Sección fuerzas con nivel freático mínimo, base 13

1.2.7. Sección fuerzas con nivel freático máximo, clave 14

1.2.8. Sección fuerzas con nivel freático máximo, generatriz sobre el diámetro horizontal del tubo 14

1.2.9. Sección fuerzas con nivel freático máximo, base 15

1.2.10. Caso de carga a corto plazo 15

1.2.10.1. prueba de tensión (con nivel freático mínimo) 15
1.2.10.2. prueba de tensión (con nivel freático máximo) 16
1.2.10.3. Prueba de deformación (con nivel freático mínimo) 17
1.2.10.4. Prueba de deformación (con nivel freático máximo) 18
1.2.10.5. Prueba de estabilidad (lineal): (con nivel freático máximo) 18

1.2.11. Caso de carga a largo plazo 19

1.2.11.1. prueba de tensión (con nivel freático mínimo) 19

1.2.11.2. prueba de tensión (con nivel freático máximo) 20
1.2.11.3. Prueba de deformación (con nivel freático mínimo) 21
1.2.11.4. Prueba de deformación (con nivel freático máximo) 21
1.2.11.5. Prueba de estabilidad (lineal): (con nivel freático máximo) 22

1. Cálculo estático de acuerdo a la A 127: PEAD_500_4,5m

Descripción del tramo:	PEAD_500_4,5m
Tipo de cálculo:	Según tabla
Añadir dibujo para imprimir:	Si

1.1. Entrada de datos:

1.1.1. Opciones de seguridad

Clase de seguridad:	A (caso normal)
Deflexión admisible:	6% (habitual)
Tratamiento de la presión interna:	De acuerdo con la nota 39 de la ATV 127
Menores factores de seguridad para compresión por flexión:	no (ATV A 127)
La aplicación de la ATV A 127 no ha sido verificada para ver si la rigidez circunferencial mínima ha sido alcanzada:	No

1.1.2. Suelo

Tipo de relleno:	G3		
Cálculo E1:	Densidad Proctor		
Densidad Proctor E1:	$D_{Pr,E1}$	95,0	%
Tipo de relleno en la zona del tubo:	G1		
Cálculo E20:	Densidad Proctor		
Densidad Proctor E20:	$D_{Pr,E20}$	90,0	%
Tipo de suelo natural:	G3		
Cálculo E3:	Densidad Proctor		
Densidad Proctor E3:	$D_{Pr,E3}$	100,0	%
E4 = 10 · E1:	No		
Suelo bajo la zanja:	G3		
Cálculo E4:	Densidad Proctor		
Densidad Proctor E4:	$D_{Pr,E4}$	100,0	%

1.1.3. Carga

Altura de recubrimiento:	h	4,50	m
Densidad del suelo:	γ	20,0	kN/m³
Carga superficial adicional:	p_0	0,0	kN/m²
Nivel freático máximo sobre el lecho del tubo:	$h_{W,max}$	0,50	m
Nivel freático mínimo sobre el lecho del tubo:	$h_{W,min}$	0,00	m
Presión interna, corto plazo:	$P_{I,K}$	7,5	bar
Presión interna, largo plazo:	$P_{I,L}$	6,5	bar
Sección llena:	Si		
Densidad del fluido:	γ_F	10,0	kN/m³
Carga de tráfico:	HGV 12		

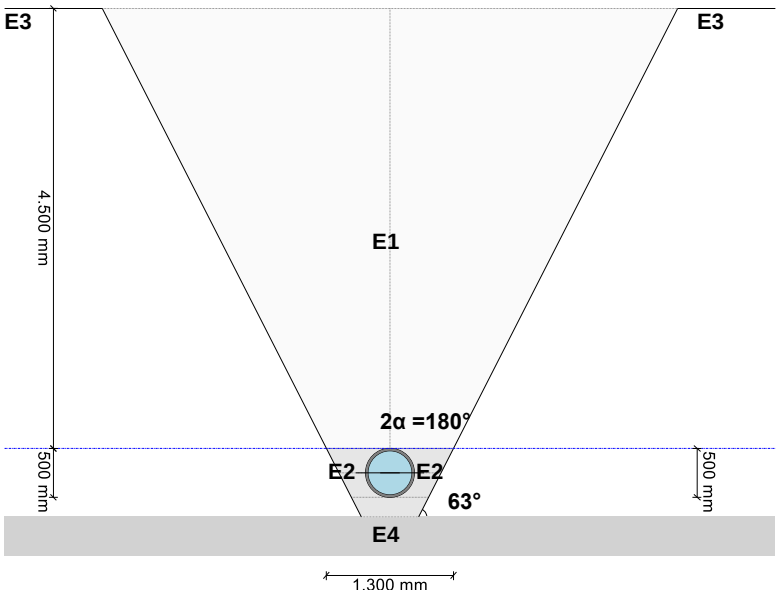
1.1.4. Instalación

Instalación:	Zanja		
Ancho de zanja:	b	1,30	m
Ángulo del talud:	β	63	°
Condiciones de relleno:	A1		
Condiciones de la instalación:	B1		
Tipo de apoyo:	suelto		
Ángulo de apoyo:	180º		
Proyección relativa:	a	1,00	[-]

1.1.5. Tubo de la base de datos

Material:	PE 100
Presión nominal:	PN = 10,0 bar (SDR = 17,0)
Diámetro nominal:	DN 500 (29,7 mm)

Carga de tráfico: HGV 12



1.2. Resultados:

1.2.1. resultados intermedios del tubo

Diámetro interior:	d_i	440,6	mm
Diámetro exterior:	d_a	500,0	mm
Radio del eje centroide de la pared del tubo:	r_m	235,2	mm
Wall thickness:	s	29,7	mm
Ratio radius to wall thickness:	r_m/s	7,918	[-]
Factor de corrección de la curvatura interior:	α_{ki}	1,042	[-]
Factor de corrección de la curvatura exterior:	α_{ka}	0,958	[-]
Predeformación local:	δ_{vl}	0,00	%
Predeformación (ovalización antes de aplicación de la carga):	δ_{vg}	1,00	%
Perfil de superfície axialmente afectado:	A_{ax}	29,7	mm²/mm
Superficie del perfil radial:	A_{rad}	29,7	mm²/mm
Distancia de inercia:	e	14,9	mm
Momento de inercia:	I	2.183,2	mm^4/mm
Momento resistente exterior:	W_a	147,0	mm³/mm
Momento resistente interior:	W_i	147,0	mm³/mm

1.2.1.1. propiedades del material

		corto plazo	largo plazo	
Gravedad específica	γ_R	9,4	9,4	kN/m³
Coeficiente de poisson	v	0,38	0,38	[-]
Valor característico del módulo de elasticidad en sentido circunferencial	E_R	1.200,0	200,0	N/mm²

1.2.1.2. Factores de seguridad

Coeficiente global de seguridad requerido, fallo por inestabilidad, tensión a tracción	erf γ_{RBZ}	2,50	2,50	[-]

Coeficiente global de seguridad requerido, fallo por inestabilidad, tensión a compresión	erf γ_{RBD}	2,50	2,50	[-]
Coeficiente global de seguridad requerido, fallo por inestabilidad	erf γ_{stab}	2,00	2,00	[-]

1.2.2. Resultados intermedios para caso de carga con nivel freático mínimo

1.2.2.1. geometría del tubo

Radio del eje centroide de la pared del tubo:	r_m	235,2	mm
Factor de corrección de la curvatura interior:	α_{ki}	1,042	[-]
Factor de corrección de la curvatura exterior:	α_{ka}	0,958	[-]

1.2.2.2. Teoría del silo

Coeficiente de carga del suelo κ para carga en zanja (Teoría del Silo): κ 0,736 [-]

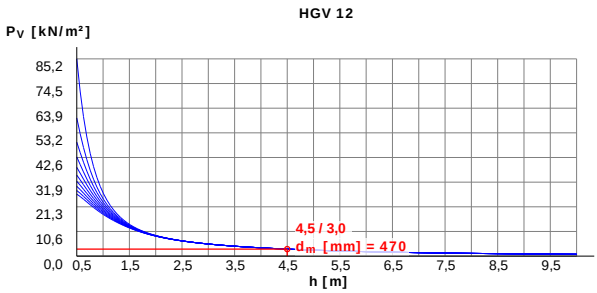
$$\kappa = \frac{1 - e^{-2 \cdot K_1 \cdot \tan\bar{\delta} \cdot \frac{h}{b}}}{2 \cdot K_1 \cdot \tan\bar{\delta} \cdot \frac{h}{b}} \qquad (5.04)$$

Coeficiente de carga del suelo κ0 para cargas superficiales (Teoría del Silo): κ_0 0,548 [-]

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

1.2.2.3. Carga

Nivel freático máximo sobre la cama del tubo:	$h_{W,Scheitel}$	0,00	m
Carga vertical debida al peso del relleno:	P_{Erd}	66,23	kN/m²
Carga vertical debida al peso del relleno y a la carga superficial:	P_E	66,23	kN/m²
Tensión debida a carga de tráfico:	P_V	3,02	kN/m²
Included impact factor:	ϕ	1,50	[-]



1.2.2.4. Módulo de deformación del suelo EB

Módulo elástico del relleno bajo carga:	$E_{1,\sigma}$	5,21	N/mm²
Módulo elástico de los riñones bajo carga:	$E_{20,\sigma}$	6,10	N/mm²
Factor de reducción por fluencia:	f_1	1,000	[-]
Factor de reducción E20 (nivel freático):	f_2	1,000	[-]
Factor de reducción E20 (zanja estrecha):	α_B	0,844	[-]
Módulo elástico del apoyo (reducido):	$E_{2,\sigma}$	5,15	N/mm²
Módulo elástico del suelo natural:	$E_{3,\sigma}$	13,33	N/mm²
Módulo elástico del suelo bajo el tubo:	$E_{4,\sigma}$	13,33	N/mm²

1.2.2.5. Valores de rigidez del suelo

Factor de corrección por rigidez del apoyo horizontal: ζ 1,434 [-]

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

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

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

Rigidez del apoyo horizontal:	S_{Bh}	4,434	N/mm²

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

Rigidez de apoyo vertical:	S_{Bv}	5,154	N/mm²

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

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

Ángulo de apoyo, proyección relativa efectiva y ángulo de fricción:	2α	180	°
Proyección incrementada debido a la pérdida de soporte del suelo:	a_S	1,00	[-]
Proyección relativa efectiva:	a'	1,011	[-]

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

Ángulo de fricción interna:	φ'	25,000	°
Ángulo de fricción de la pared:	δ	16,667	°

1.2.2.7. Valores característicos del material del tubo y rigidez anular

		corto plazo Todas las cargas	largo plazo Cargas del suelo cargas de tráfico	largo plazo otro Cargas	
Valor característico del módulo de elasticidad en sentido circunferencial	E_R	1.200,0	243,7	200,0	N/mm²
Valor característico de tracción por deflexión	σ_{RBZ}	23,0	17,7	17,5	N/mm²
Valor característico de la deflexión radial por esfuerzo de compresión	σ_{RBD}	23,0	17,7	17,5	N/mm²
Rigidez del tubo	S_R	201,481	40,914	33,580	kN/m²

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

1.2.2.8. relación de rigidez

Rigidez del sistema	V_{RB}	0,0454	0,0092	0,0076	[-]

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

Relación de rigidez	V_S	1,0486	0,5461	---	[-]

$$V_S = \frac{S_R}{|c_v^*| \cdot S_{Bv}}$$ (6.08a)

1.2.2.9. Coeficientes

Relación por presión de enterramiento (apoyo)	K_2	0,400	0,400	---	[-]
Coeficiente por presión de reacción del apoyo	K*	0,745	1,097	---	[-]

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

Coeficiente por presión de reacción del apoyo	c_v^*	-0,037	-0,015	---	[-]

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

1.2.2.10. Factores de concentracion λR y λB

Factor de concentración máximo	max λ	1,514	1,514	---	[-]

$$\max \lambda = 1 + \frac{\frac{h}{d_a}}{\frac{3,5}{a'} + \frac{2,2}{\frac{E_4}{E_1} \cdot (a' - 0,25)} + \left[\frac{0,62}{a'} + \frac{1,6}{\frac{E_4}{E_1} \cdot (a' - 0,25)}\right] \cdot \frac{h}{d_a}} \quad (6.04)$$

Coeficiente por factor de concentración máximo	K'	0,932	0,800	---	[-]

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

Factor de concentración sobre el tubo, valor inicial	λ_R	1,061	0,859	---	[-]

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

Factor de concentración sobre el tubo, bajo el efecto de la zanja	λ_{RG}	1,032	0,925	---	[-]

$$\lambda_{RG} = \frac{\lambda_R - 1}{3} \cdot \frac{b}{d_a} + \frac{4 - \lambda_R}{3} \quad (6.21a)$$

Factor de concentración sobre el tubo, límite superior	λ_{fo}	3,325	3,325	---	[-]
Factor de concentración sobre el tubo, limite inferior	λ_{fu}	0,235	0,235	---	[-]
Factor de concentación sobre el tubo, valor final	λ_{RG}	1,032	0,925	---	[-]
Factor de concentración del suelo	λ_B	0,980	1,047	---	[-]

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

1.2.2.11. Distribución de presiones en la circunferencia del tubo

Relación:	I/(A·rm²)	0,00133	[-]
Relación 'I/(A·rm²)·κq':	I/(A·rm²)·κ_Q	0,00133	[-]

		q_v	q_h	q_h^*	
Coeficiente de deflexión para momentos de deflexión	c_v	-0,0833	0,0833	0,0640	[-]
Coeficiente de deflexión por fuerzas normales	c^N_v	-0,6480	-0,6810	-0,2470	[-]
Coeficiente de deflexión por fuerzas laterales	c^Q_v	-0,3350	0,3350	0,2430	[-]

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

Coeficiente resultante de deformación	c'_v	-0,0854	0,0836	0,0646	[-]
Coeficiente resultante de deformación	c'_h	0,0841	-0,0854	-0,0674	[-]

	corto plazo	largo plazo	largo plazo

		Todas las cargas	Cargas del suelo cargas de tráfico	otro Cargas	
Carga vertical total	q_v	71,40	64,26	---	kN/m²

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

Presion lateral	q_h	27,95	29,74	---	kN/m²

$$q_h = K_2 \cdot \left(\lambda_B \cdot p_E + \gamma_B \cdot \frac{d_a}{2} \right) \qquad (7.01)$$

Presión de reacción del apoyo (carga del suelo)	q^*_h	32,04	37,36	---	kN/m²

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

Presión de reacción del apoyo (sección llena)	q^*_{hw}	1,20	1,81	---	kN/m²

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

1.2.3. Resultados intermedios para caso de carga con nivel freático máximo

1.2.3.1. geometría del tubo

Radio del eje centroide de la pared del tubo:	r_m	235,2	mm
Factor de corrección de la curvatura interior:	α_{ki}	1,042	[-]
Factor de corrección de la curvatura exterior:	α_{ka}	0,958	[-]

1.2.3.2. Teoría del silo

Coeficiente de carga del suelo κ para carga en zanja (Teoría del Silo):	κ	0,736	[-]

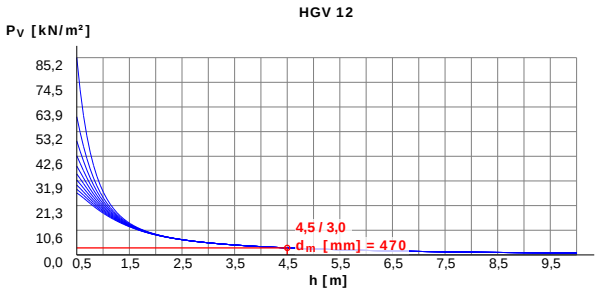
$$\kappa = \frac{1 - e^{-2 \cdot K_1 \cdot \tan\delta \cdot \frac{h}{b}}}{2 \cdot K_1 \cdot \tan\delta \cdot \frac{h}{b}} \qquad (5.04)$$

Coeficiente de carga del suelo κ0 para cargas superficiales (Teoría del Silo):	κ_0	0,548	[-]

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

1.2.3.3. Carga

Nivel freático máximo sobre la cama del tubo:	$h_{W,Scheitel}$	0,00	m
Carga vertical debida al peso del relleno:	P_{Erd}	66,23	kN/m²
Carga vertical debida al peso del relleno y a la carga superficial:	P_E	66,23	kN/m²
Tensión debida a carga de tráfico:	P_V	3,02	kN/m²
Included impact factor:	ϕ	1,50	[-]



1.2.3.4. Módulo de deformación del suelo EB

Módulo elástico del relleno bajo carga:	$E_{1,\sigma}$	5,21	N/mm²
Módulo elástico de los riñones bajo carga:	$E_{20,\sigma}$	6,10	N/mm²
Factor de reducción por fluencia:	f_1	1,000	[-]
Factor de reducción E20 (nivel freático):	f_2	1,000	[-]
Factor de reducción E20 (zanja estrecha):	α_B	0,844	[-]
Módulo elástico del apoyo (reducido):	$E_{2,\sigma}$	5,15	N/mm²
Módulo elástico del suelo natural:	$E_{3,\sigma}$	13,33	N/mm²
Módulo elástico del suelo bajo el tubo:	$E_{4,\sigma}$	13,33	N/mm²

1.2.3.5. Valores de rigidez del suelo

Factor de corrección por rigidez del apoyo horizontal: ζ 1,434 [-]

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

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

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

Rigidez del apoyo horizontal: S_{Bh} 4,434 N/mm²

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

Rigidez de apoyo vertical: S_{Bv} 5,154 N/mm²

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

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

Ángulo de apoyo, proyección relativa efectiva y ángulo de fricción:	2α	180	°
Proyección incrementada debido a la pérdida de soporte del suelo:	a_S	1,00	[-]
Proyección relativa efectiva:	a'	1,011	[-]

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

Ángulo de fricción interna:	φ'	25,000	°
Ángulo de fricción de la pared:	δ	16,667	°

1.2.3.7. Valores característicos del material del tubo y rigidez anular

		corto plazo Todas las cargas	largo plazo Cargas del suelo cargas de tráfico	largo plazo otro Cargas	
Valor característico del módulo de elasticidad en sentido circunferencial	E_R	1.200,0	243,7	200,0	N/mm²
Valor característico de tracción por deflexión	σ_{RBZ}	23,0	17,7	17,5	N/mm²
Valor característico de la deflexión radial por esfuerzo de compresión	σ_{RBD}	23,0	17,7	17,5	N/mm²
Rigidez del tubo	S_R	201,481	40,914	33,580	kN/m²

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

1.2.3.8. relación de rigidez

Rigidez del sistema	V_{RB}	0,0454	0,0092	0,0076	[-]	

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

Relación de rigidez	V_S	1,0486	0,5461	---	[-]	

$$V_S=\frac{S_R}{|c_v^*|\cdot S_{Bv}} \qquad (6.08a)$$

1.2.3.9. Coeficientes

Relación por presión de enterramiento (apoyo)	K_2	0,400	0,400	---	[-]
Coeficiente por presión de reacción del apoyo	K^*	0,745	1,097	---	[-]

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

Coeficiente por presión de reacción del apoyo	c_v^*	-0,037	-0,015	---	[-]

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

1.2.3.10. Factores de concentracion λR y λB

Factor de concentración máximo	max λ	1,514	1,514	---	[-]

$$\max\lambda=1+\frac{\frac{h}{d_a}}{\frac{3,5}{a'}+\frac{2,2}{\frac{E_4}{E_1}\cdot(a'-0,25)}+\left[\frac{0,62}{a'}+\frac{1,6}{\frac{E_4}{E_1}\cdot(a'-0,25)}\right]\cdot\frac{h}{d_a}} \qquad (6.04)$$

Coeficiente por factor de concentración máximo	K'	0,932	0,800	---	[-]

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

Factor de concentración sobre el tubo, valor inicial	λ_R	1,061	0,859	---	[-]

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

Factor de concentración sobre el tubo, bajo el efecto de la zanja	λ_{RG}	1,032	0,925	---	[-]

$$\lambda_{RG}=\frac{\lambda_R-1}{3}\cdot\frac{b}{d_a}+\frac{4-\lambda_R}{3} \qquad (6.21a)$$

Factor de concentración sobre el tubo, límite superior	λ_{fo}	3,325	3,325	---	[-]
Factor de concentración sobre el tubo, limite inferior	λ_{fu}	0,235	0,235	---	[-]
Factor de concentación sobre el tubo, valor final	λ_{RG}	1,032	0,925	---	[-]
Factor de concentración del suelo	λ_B	0,980	1,047	---	[-]

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

1.2.3.11. Distribución de presiones en la circunferencia del tubo

Relación:	l/(A·rm²)	0,00133	[-]

Relación 'I/(A·rm²)·κq':			I/(A·rm²)·κ_Q	0,00133	[-]

		q_v	q_h	q_h^*	
Coeficiente de deflexión para momentos de deflexión	c_v	-0,0833	0,0833	0,0640	[-]
Coeficiente de deflexión por fuerzas normales	c^N_v	-0,6480	-0,6810	-0,2470	[-]
Coeficiente de deflexión por fuerzas laterales	c^Q_v	-0,3350	0,3350	0,2430	[-]

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

Coeficiente resultante de deformación	c'_v	-0,0854	0,0836	0,0646	[-]
Coeficiente resultante de deformación	c'_h	0,0841	-0,0854	-0,0674	[-]

		corto plazo Todas las cargas	largo plazo Cargas del suelo cargas de tráfico	largo plazo otro Cargas	
Carga vertical total	q_v	71,40	64,26	---	kN/m²

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

Presion lateral	q_h	26,95	28,74	---	kN/m²

$$q_h = K_2 \cdot \left(\lambda_B \cdot p_E + \gamma_B \cdot \frac{d_a}{2} \right) \quad (7.01)$$

Presión de reacción del apoyo (carga del suelo)	q^*_h	32,80	38,48	---	kN/m²

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

Presión de reacción del apoyo (sección llena)	q^*_{hw}	1,20	1,81	---	kN/m²

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

1.2.4. Sección fuerzas con nivel freático mínimo, clave

		corto plazo	largo plazo	
Momento debido a cargas verticales totales	M_{qv}	0,987	0,888	kNm/m
Momento debido a la presión lateral	M_{qh}	-0,386	-0,411	kNm/m
Momento debido a la reacción de la presión del apoyo horizontal	M^*_{qh}	-0,321	-0,374	kNm/m
Momento debido a la reacción de la presión del apoyo (sección llena)	M^*_{qw}	-0,012	-0,018	kNm/m
Momento debido a las cargas muertas	M_g	0,005	0,005	kNm/m
Momento debido a la sección llena	M_w	0,022	0,022	kNm/m
Momento debido a la presión del agua	M_{pw}	0,055	0,048	kNm/m
Momento debido al nivel freático a la altura de la clave	M_{pa1}	0,000	0,000	kNm/m

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

Momentos totales	ΣM	0,351	0,161	kNm/m

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

Momentos totales sin presión interna/externa	ΣM_{sonst}	0,296	0,113	kNm/m

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

Momentos totales debidos a la sección llena y a la presión	$\Sigma M'$	0,285	0,109	kNm/m
Fuerza normal debida a las cargas verticales totales	N_{qv}	0,000	0,000	kN/m
Fuerza normal debida a la presión lateral	N_{qh}	-6,573	-6,993	kN/m
Fuerza normal debida a la reacción de la presión del lecho	N^*_{qh}	-4,347	-5,070	kN/m

Fuerza normal debida a la reacción de la presión del lecho (relleno del agua)	N^*_{qw}	-0,163	-0,245	kN/m
Fuerza normal debida al peso muerto	N_g	0,011	0,011	kN/m
Fuerza normal debida al relleno de agua	N_w	0,322	0,322	kN/m
Fuerza normal debida al nivel freático hasta la clave	N_{pa1}	0,000	0,000	kN/m
Fuerzas totales normales	ΣN	154,475	131,221	kN/m
Total sin presión interna/externa	ΣN_{sonst}	-10,750	-11,974	kN/m
Total sin sección llena y sin presión	$\Sigma N'$	-10,909	-12,051	kN/m

1.2.5. Sección fuerzas con nivel freático mínimo, generatriz sobre el diámetro horizontal del tubo

		corto plazo	largo plazo	
Momento debido a cargas verticales totales	M_{qv}	-0,987	-0,888	kNm/m
Momento debido a la presión lateral	M_{qh}	0,386	0,411	kNm/m
Momento debido a la reacción de la presión del apoyo horizontal	M^*_{qh}	0,369	0,430	kNm/m
Momento debido a la reacción de la presión del apoyo (sección llena)	M^*_{qw}	0,014	0,021	kNm/m
Momento debido a las cargas muertas	M_g	-0,006	-0,006	kNm/m
Momento debido a la sección llena	M_w	-0,025	-0,025	kNm/m
Momento debido a la presión del agua	M_{pw}	0,055	0,048	kNm/m
Momento debido al nivel freático a la altura de la clave	M_{pa1}	0,000	0,000	kNm/m

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

Momentos totales	ΣM	-0,195	-0,011	kNm/m

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

Momentos totales sin presión interna/externa	ΣM_{sonst}	-0,250	-0,058	kNm/m

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

Momentos totales debidos a la sección llena y a la presión	$\Sigma M'$	-0,238	-0,054	kNm/m
Fuerza normal debida a las cargas verticales totales	N_{qv}	-16,790	-15,112	kN/m
Fuerza normal debida a la presión lateral	N_{qh}	0,000	0,000	kN/m
Fuerza normal debida a la reacción de la presión del lecho	N^*_{qh}	0,000	0,000	kN/m
Fuerza normal debida a la reacción de la presión del lecho (relleno del agua)	N^*_{qw}	0,000	0,000	kN/m
Fuerza normal debida al peso muerto	N_g	-0,103	-0,103	kN/m
Fuerza normal debida al relleno de agua	N_w	0,119	0,119	kN/m
Fuerza normal debida al nivel freático hasta la clave	N_{pa1}	0,000	0,000	kN/m
Fuerzas totales normales	ΣN	148,451	128,099	kN/m
Total sin presión interna/externa	ΣN_{sonst}	-16,774	-15,096	kN/m
Total sin sección llena y sin presión	$\Sigma N'$	-16,893	-15,215	kN/m

1.2.6. Sección fuerzas con nivel freático mínimo, base

		corto plazo	largo plazo	
Momento debido a cargas verticales totales	M_{qv}	0,987	0,888	kNm/m
Momento debido a la presión lateral	M_{qh}	-0,386	-0,411	kNm/m
Momento debido a la reacción de la presión del apoyo horizontal	M^*_{qh}	-0,321	-0,374	kNm/m
Momento debido a la reacción de la presión del apoyo (sección llena)	M^*_{qw}	-0,012	-0,018	kNm/m
Momento debido a las cargas muertas	M_g	0,007	0,007	kNm/m
Momento debido a la sección llena	M_w	0,029	0,029	kNm/m
Momento debido a la presión del agua	M_{pw}	0,055	0,048	kNm/m
Momento debido al nivel freático a la altura de la clave	M_{pa1}	0,000	0,000	kNm/m

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

Momentos totales	ΣM	0,358	0,168	kNm/m

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

Momentos totales sin presión interna/externa	ΣM_{sonst}	0,303	0,121	kNm/m
$\Sigma M' = M_{qv} + M_{qh} + M^*_{qh} + M_g$				
Momentos totales debidos a la sección llena y a la presión	$\Sigma M'$	0,287	0,110	kNm/m
Fuerza normal debida a las cargas verticales totales	N_{qv}	0,000	0,000	kN/m
Fuerza normal debida a la presión lateral	N_{qh}	-6,573	-6,993	kN/m
Fuerza normal debida a la reacción de la presión del lecho	N^*_{qh}	-4,347	-5,070	kN/m
Fuerza normal debida a la reacción de la presión del lecho (relleno del agua)	N^*_{qw}	-0,163	-0,245	kN/m
Fuerza normal debida al peso muerto	N_g	-0,011	-0,011	kN/m
Fuerza normal debida al relleno de agua	N_w	0,784	0,784	kN/m
Fuerza normal debida al nivel freático hasta la clave	N_{pa1}	0,000	0,000	kN/m
Fuerzas totales normales	ΣN	154,914	131,660	kN/m
Total sin presión interna/externa	ΣN_{sonst}	-10,311	-11,535	kN/m
Total sin sección llena y sin presión	$\Sigma N'$	-10,931	-12,073	kN/m

1.2.7. Sección fuerzas con nivel freático máximo, clave

		corto plazo	largo plazo	
Momento debido a cargas verticales totales	M_{qv}	0,987	0,888	kNm/m
Momento debido a la presión lateral	M_{qh}	-0,373	-0,397	kNm/m
Momento debido a la reacción de la presión del apoyo horizontal	M^*_{qh}	-0,328	-0,385	kNm/m
Momento debido a la reacción de la presión del apoyo (sección llena)	M^*_{qw}	-0,012	-0,018	kNm/m
Momento debido a las cargas muertas	M_g	0,005	0,005	kNm/m
Momento debido a la sección llena	M_w	0,022	0,022	kNm/m
Momento debido a la presión del agua	M_{pw}	0,055	0,047	kNm/m
Momento debido al nivel freático a la altura de la clave	M_{pa1}	-0,022	-0,022	kNm/m
$\Sigma M = M_{qv} + M_{qh} + M^*_{qh} + M^*_{qw} + M_g + M_w + M_{pw}$				
Momentos totales	ΣM	0,356	0,163	kNm/m
$\Sigma M_{sonst} = M_{qv} + M_{qh} + M^*_{qh} + M^*_{qw} + M_g + M_w + M_{pa1}$				
Momentos totales sin presión interna/externa	ΣM_{sonst}	0,279	0,093	kNm/m
$\Sigma M' = M_{qv} + M_{qh} + M^*_{qh} + M_g$				
Momentos totales debidos a la sección llena y a la presión	$\Sigma M'$	0,292	0,111	kNm/m
Fuerza normal debida a las cargas verticales totales	N_{qv}	0,000	0,000	kN/m
Fuerza normal debida a la presión lateral	N_{qh}	-6,338	-6,757	kN/m
Fuerza normal debida a la reacción de la presión del lecho	N^*_{qh}	-4,450	-5,221	kN/m
Fuerza normal debida a la reacción de la presión del lecho (relleno del agua)	N^*_{qw}	-0,163	-0,245	kN/m
Fuerza normal debida al peso muerto	N_g	0,011	0,011	kN/m
Fuerza normal debida al relleno de agua	N_w	0,322	0,322	kN/m
Fuerza normal debida al nivel freático hasta la clave	N_{pa1}	-0,322	-0,322	kN/m
Fuerzas totales normales	ΣN	153,357	130,055	kN/m
Total sin presión interna/externa	ΣN_{sonst}	-10,940	-12,213	kN/m
Total sin sección llena y sin presión	$\Sigma N'$	-10,777	-11,968	kN/m

1.2.8. Sección fuerzas con nivel freático máximo, generatriz sobre el diámetro horizontal del tubo

		corto plazo	largo plazo	
Momento debido a cargas verticales totales	M_{qv}	-0,987	-0,888	kNm/m
Momento debido a la presión lateral	M_{qh}	0,373	0,397	kNm/m
Momento debido a la reacción de la presión del apoyo horizontal	M^*_{qh}	0,377	0,443	kNm/m
Momento debido a la reacción de la presión del apoyo (sección llena)	M^*_{qw}	0,014	0,021	kNm/m
Momento debido a las cargas muertas	M_g	-0,006	-0,006	kNm/m
Momento debido a la sección llena	M_w	-0,025	-0,025	kNm/m
Momento debido a la presión del agua	M_{pw}	0,055	0,047	kNm/m
Momento debido al nivel freático a la altura de la clave	M_{pa1}	0,025	0,025	kNm/m

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

Momentos totales	ΣM	-0,200	-0,012	kNm/m

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

Momentos totales sin presión interna/externa	ΣM_{sonst}	-0,229	-0,034	kNm/m

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

Momentos totales debidos a la sección llena y a la presión	$\Sigma M'$	-0,243	-0,055	kNm/m
Fuerza normal debida a las cargas verticales totales	N_{qv}	-16,790	-15,112	kN/m
Fuerza normal debida a la presión lateral	N_{qh}	0,000	0,000	kN/m
Fuerza normal debida a la reacción de la presión del lecho	N^*_{qh}	0,000	0,000	kN/m
Fuerza normal debida a la reacción de la presión del lecho (relleno del agua)	N^*_{qw}	0,000	0,000	kN/m
Fuerza normal debida al peso muerto	N_g	-0,103	-0,103	kN/m
Fuerza normal debida al relleno de agua	N_w	0,119	0,119	kN/m
Fuerza normal debida al nivel freático hasta la clave	N_{pa1}	-0,119	-0,119	kN/m
Fuerzas totales normales	ΣN	147,201	126,849	kN/m
Total sin presión interna/externa	ΣN_{sonst}	-16,893	-15,215	kN/m
Total sin sección llena y sin presión	$\Sigma N'$	-16,893	-15,215	kN/m

1.2.9. Sección fuerzas con nivel freático máximo, base

		corto plazo	largo plazo	
Momento debido a cargas verticales totales	M_{qv}	0,987	0,888	kNm/m
Momento debido a la presión lateral	M_{qh}	-0,373	-0,397	kNm/m
Momento debido a la reacción de la presión del apoyo horizontal	M^*_{qh}	-0,328	-0,385	kNm/m
Momento debido a la reacción de la presión del apoyo (sección llena)	M^*_{qw}	-0,012	-0,018	kNm/m
Momento debido a las cargas muertas	M_g	0,007	0,007	kNm/m
Momento debido a la sección llena	M_w	0,029	0,029	kNm/m
Momento debido a la presión del agua	M_{pw}	0,055	0,047	kNm/m
Momento debido al nivel freático a la altura de la clave	M_{pa1}	-0,029	-0,029	kNm/m

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

Momentos totales	ΣM	0,364	0,171	kNm/m

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

Momentos totales sin presión interna/externa	ΣM_{sonst}	0,281	0,095	kNm/m

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

Momentos totales debidos a la sección llena y a la presión	$\Sigma M'$	0,293	0,113	kNm/m
Fuerza normal debida a las cargas verticales totales	N_{qv}	0,000	0,000	kN/m
Fuerza normal debida a la presión lateral	N_{qh}	-6,338	-6,757	kN/m
Fuerza normal debida a la reacción de la presión del lecho	N^*_{qh}	-4,450	-5,221	kN/m
Fuerza normal debida a la reacción de la presión del lecho (relleno del agua)	N^*_{qw}	-0,163	-0,245	kN/m
Fuerza normal debida al peso muerto	N_g	-0,011	-0,011	kN/m
Fuerza normal debida al relleno de agua	N_w	0,784	0,784	kN/m
Fuerza normal debida al nivel freático hasta la clave	N_{pa1}	-0,784	-0,784	kN/m
Fuerzas totales normales	ΣN	153,797	130,494	kN/m
Total sin presión interna/externa	ΣN_{sonst}	-10,962	-12,235	kN/m
Total sin sección llena y sin presión	$\Sigma N'$	-10,799	-11,989	kN/m

1.2.10. Caso de carga a corto plazo

1.2.10.1. prueba de tensión (con nivel freático mínimo)

Coeficiente de superposición de tensiones:	Z	1,20	[-]

Relación de deflexión:	η	0,57	[-]
Presión interior resultante (pI - pW):	$p_{I,res}$	7,50	bar

$$\sigma_{R,res} = \frac{\sigma_{qv,qh,qh^*} \cdot \bar{\sigma}_R + \sigma_{sonst} \cdot \sigma_{R,L}}{\sigma_{qv,qh,qh^*} + \sigma_{sonst}} \qquad (9.01c)$$

Interior:		clave	generatriz sobre el diámetro horizontal del tubo	base	
Tensiones debidas a carga externa	σ_a	1,733	-2,336	1,803	N/mm²
Coeficiente de seguridad para carga externa, tensión por flexión:	$\gamma_{BZ,a}$	13,268	---	12,757	[-]
Coeficiente de seguridad por carga externa, compresión por flexión:	$\gamma_{BD,a}$	---	9,847	---	[-]
Tensiones debidas a presión interna	σ_i	5,563	5,563	5,563	N/mm²
Coeficiente de seguridad por presión interna	γ_i	4,134	4,134	4,134	[-]
Factor de reducción de acuerdo a Netzer/Pattis	n	0,815	0,770	0,808	[-]
Tensión por cálculo de superposición	$\sigma_r$es	5,945	2,485	5,952	N/mm²
Coeficiente de seguridad para cálculo de superposición, tensión por flexión:	$\gamma_{BZ,res}$	3,869	9,257	3,864	[-]
Coeficiente de seguridad para cálculos de superposición, compresión por flexión:	$\gamma_{BD,res}$	---	---	---	[-]
Tensión de tracción por flexión a ser considerada	$\sigma_{RBZ,res}$	23,00	23,00	23,00	N/mm²
Tensión de compresión por flexión a ser considerada	$\sigma_{RBD,res}$	23,00	23,00	23,00	N/mm²

Exterior:		clave	generatriz sobre el diámetro horizontal del tubo	base	
Tensiones debidas a carga externa	σ_a	-2,288	1,063	-2,324	N/mm²
Coeficiente de seguridad para carga externa, tensión por flexión:	$\gamma_{BZ,a}$	---	21,635	---	[-]
Coeficiente de seguridad por carga externa, compresión por flexión:	$\gamma_{BD,a}$	10,052	---	9,899	[-]
Tensiones debidas a presión interna	σ_i	5,563	5,563	5,563	N/mm²
Coeficiente de seguridad por presión interna	γ_i	4,134	4,134	4,134	[-]
Factor de reducción de acuerdo a Netzer/Pattis	n	0,773	0,885	0,771	[-]
Tensión por cálculo de superposición	$\sigma_r$es	2,530	5,865	2,496	N/mm²
Coeficiente de seguridad para cálculo de superposición, tensión por flexión:	$\gamma_{BZ,res}$	9,090	3,922	9,214	[-]
Coeficiente de seguridad para cálculos de superposición, compresión por flexión:	$\gamma_{BD,res}$	---	---	---	[-]
Tensión de tracción por flexión a ser considerada	$\sigma_{RBZ,res}$	23,00	23,00	23,00	N/mm²
Tensión de compresión por flexión a ser considerada	$\sigma_{RBD,res}$	23,00	23,00	23,00	N/mm²

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

1.2.10.2. prueba de tensión (con nivel freático máximo)

Coeficiente de superposición de tensiones:	Z	1,20	[-]
Relación de deflexión:	η	0,57	[-]
Presión interior resultante (pI - pW):	$p_{I,res}$	7,50	bar

$$\sigma_{R,res} = \frac{\sigma_{qv,qh,qh^*} \cdot \bar{\sigma}_R + \sigma_{sonst} \cdot \sigma_{R,L}}{\sigma_{qv,qh,qh^*} + \sigma_{sonst}} \qquad (9.01c)$$

Interior:		clave	generatriz sobre el diámetro horizontal del tubo	base	
Tensiones debidas a carga externa	σ_a	1,613	-2,195	1,623	N/mm²
Coeficiente de seguridad para carga externa, tensión por flexión:	$\gamma_{BZ,a}$	14,261	---	14,175	[-]
Coeficiente de seguridad por carga externa, compresión por flexión:	$\gamma_{BD,a}$	---	10,477	---	[-]
Tensiones debidas a presión interna	σ_i	5,563	5,563	5,563	N/mm²
Coeficiente de seguridad por presión interna	γ_i	4,134	4,134	4,134	[-]
Factor de reducción de acuerdo a Netzer/Pattis	n	0,828	0,778	0,827	[-]
Tensión por cálculo de superposición	$\sigma_r$es	5,940	2,621	5,940	N/mm²
Coeficiente de seguridad para cálculo de superposición, tensión por flexión:	$\gamma_{BZ,res}$	3,872	8,777	3,872	[-]
Coeficiente de seguridad para cálculos de superposición, compresión por flexión:	$\gamma_{BD,res}$	---	---	---	[-]
Tensión de tracción por flexión a ser considerada	$\sigma_{RBZ,res}$	23,00	23,00	23,00	N/mm²
Tensión de compresión por flexión a ser considerada	$\sigma_{RBD,res}$	23,00	23,00	23,00	N/mm²

Exterior:		clave	generatriz sobre el diámetro horizontal del tubo	base	
Tensiones debidas a carga externa	σ_a	-2,189	0,926	-2,200	N/mm²
Coeficiente de seguridad para carga externa, tensión por flexión:	$\gamma_{BZ,a}$	---	24,828	---	[-]
Coeficiente de seguridad por carga externa, compresión por flexión:	$\gamma_{BD,a}$	10,505	---	10,455	[-]
Tensiones debidas a presión interna	σ_i	5,563	5,563	5,563	N/mm²
Coeficiente de seguridad por presión interna	γ_i	4,134	4,134	4,134	[-]
Factor de reducción de acuerdo a Netzer/Pattis	n	0,779	0,902	0,778	[-]
Tensión por cálculo de superposición	$\sigma_r$es	2,627	5,854	2,616	N/mm²
Coeficiente de seguridad para cálculo de superposición, tensión por flexión:	$\gamma_{BZ,res}$	8,757	3,929	8,791	[-]
Coeficiente de seguridad para cálculos de superposición, compresión por flexión:	$\gamma_{BD,res}$	---	---	---	[-]
Tensión de tracción por flexión a ser considerada	$\sigma_{RBZ,res}$	23,00	23,00	23,00	N/mm²
Tensión de compresión por flexión a ser considerada	$\sigma_{RBD,res}$	23,00	23,00	23,00	N/mm²

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

1.2.10.3. Prueba de deformación (con nivel freático mínimo)

Modo de cálculo:		lineal	
Relación:		I/(A·rm²)	0,00133 [-]
Relación 'I/(A·rm²)·κq':		I/(A·rm²)·κ_Q	0,00133 [-]

		q_v	q_h	q_h^*	
Coeficiente de deflexión para momentos de deflexión	c_v	-0,0833	0,0833	0,0640	[-]
Coeficiente de deflexión por fuerzas normales	c^N_v	-0,6480	-0,6810	-0,2470	[-]
Coeficiente de deflexión por fuerzas laterales	c^Q_v	-0,3350	0,3350	0,2430	[-]

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

Coeficiente resultante de deformación	c'_v	-0,0854	0,0836	0,0646	[-]
Coeficiente resultante de deformación	c'_h	0,0841	-0,0854	-0,0674	[-]

$$\Delta d_v = \frac{2 \cdot r_m}{8S_0} \cdot (c_{v,qv} \cdot q_v + c_{v,qh} \cdot q_h + c_{v,qh^*} \cdot q_h^*) \quad (8.16a)$$

$$\Delta d_h = \frac{2 \cdot r_m}{8S_0} \cdot (c_{h,qv} \cdot q_v + c_{h,qh} \cdot q_h + c_{h,qh^*} \cdot q_h^*) \quad (8.16b)$$

Cambio del diámetro vertical:	Δd_v	3,95	mm
Cambio del diámetro horizontal:	Δd_h	3,40	mm

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

Deformación vertical relativa:	δ_v	0,84	%
Deflexión admisible:	zul δ_v	6,00	%

La deflexión determinada es menor que la deflexión permitida.

1.2.10.4. Prueba de deformación (con nivel freático máximo)

Modo de cálculo:	lineal		
Relación:	$I/(A \cdot rm^2)$	0,00133	[-]
Relación '$I/(A \cdot rm^2) \cdot \kappa q$':	$I/(A \cdot rm^2) \cdot \kappa_Q$	0,00133	[-]

		q_v	q_h	q_h^*	
Coeficiente de deflexión para momentos de deflexión	c_v	-0,0833	0,0833	0,0640	[-]
Coeficiente de deflexión por fuerzas normales	c^N_v	-0,6480	-0,6810	-0,2470	[-]
Coeficiente de deflexión por fuerzas laterales	c^Q_v	-0,3350	0,3350	0,2430	[-]

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

Coeficiente resultante de deformación	c'_v	-0,0854	0,0836	0,0646	[-]
Coeficiente resultante de deformación	c'_h	0,0841	-0,0854	-0,0674	[-]

$$\Delta d_v = \frac{2 \cdot r_m}{8S_0} \cdot (c_{v,qv} \cdot q_v + c_{v,qh} \cdot q_h + c_{v,qh^*} \cdot q_h^*) \quad (8.16a)$$

$$\Delta d_h = \frac{2 \cdot r_m}{8S_0} \cdot (c_{h,qv} \cdot q_v + c_{h,qh} \cdot q_h + c_{h,qh^*} \cdot q_h^*) \quad (8.16b)$$

Cambio del diámetro vertical:	Δd_v	4,03	mm
Cambio del diámetro horizontal:	Δd_h	3,48	mm

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

Deformación vertical relativa:	δ_v	0,86	%
Deflexión admisible:	zul δ_v	6,00	%

La deflexión determinada es menor que la deflexión permitida.

1.2.10.5. Prueba de estabilidad (lineal): (con nivel freático máximo)

Carga vertical total:	q_v	71,40	kN/m²
Factor de reducción de carga de colapso por cargas de suelo/tráfico:	κ_{v2}	0,86	[-]
Carga vertical total crítica:	krit q_v	1.625,7	kN/m²

$$\text{krit } q_v = 2 \cdot \kappa_{v2} \cdot (8S_0 \cdot S_{Bh})^{0,5} \quad (9.06a)$$

Coeficiente de seguridad (carga vertical total):	γ_{qv}	22,77	[-]

$$\gamma = \frac{krit\ q_v}{q_v} \quad (9.07)$$

Presión externa por el agua:	p_a	5,00	kN/m²

$$p_a = h_W \cdot \gamma_W \quad (9.10)$$

Vacío adicional en el tubo:	p_I-	0,00	kN/m²
Rigidez del sistema:	V_{RB}	0,0454	[-]
Valor de ingreso δv2 para determinar κa2:	δ_{v2}	1,86	%
Factor de reducción debido a la predeformación por la carga de ruptura a la presión externa del agua:	κ_{a2}	0,82	[-]
Factor de reducción debido a la predeformación local por la carga de ruptura a presión externa del agua:	κ_{a1}	1,00	[-]
Sustituir valor para rm/s:	k*	7,918	[-]
Coeficiente de pandeo:	α_D	6,214	[-]
Presión externa crítica del agua:	krit p_a	1.032,838	kN/m²

$$krit\ p_a = \kappa_a \cdot \alpha_D \cdot 8S_0 \quad (9.08)$$

$$\kappa_a = \kappa_{a2} \cdot \kappa_{a1} \quad (9.09)$$

Coeficiente de seguridad de estabilidad (presión externa del agua):	γ_{pa}	206,568	[-]

$$\gamma_{pa} = \frac{krit\ p_a}{p_a} \quad (9.11)$$

Coeficiente de seguridad de estabilidad:	γ	20,51	[-]
Coeficiente global de seguridad requerido, fallo por inestabilidad:	erf γ_{stab}	2,00	[-]

Los coeficientes de seguridad al pandeo determinados son suficientes.

1.2.11. Caso de carga a largo plazo

1.2.11.1. prueba de tensión (con nivel freático mínimo)

Coeficiente de superposición de tensiones:	Z	5,49	[-]
Relación de deflexión:	η	1,10	[-]
Presión interior resultante (pI - pW):	$p_{I,res}$	6,50	bar

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

Interior:		clave	generatriz sobre el diámetro horizontal del tubo	base	
Tensiones debidas a carga externa	σ_a	0,397	-0,922	0,467	N/mm²
Coeficiente de seguridad para carga externa, tensión por flexión:	$\gamma_{BZ,a}$	44,644	---	37,995	[-]
Coeficiente de seguridad por carga externa, compresión por flexión:	$\gamma_{BD,a}$	---	19,248	---	[-]
Tensiones debidas a presión interna	σ_i	4,821	4,821	4,821	N/mm²
Coeficiente de seguridad por presión interna	γ_i	3,630	3,630	3,630	[-]
Tensión de tracción por flexión a ser considerada	$\sigma_{RBZ,res}$	17,52	17,44	17,52	N/mm²
Tensión de compresión por flexión a ser considerada	$\sigma_{RBD,res}$	17,52	17,44	17,52	N/mm²

Exterior:		clave	generatriz sobre el diámetro horizontal del tubo	base	
Tensiones debidas a carga externa	σ_a	-1,139	-0,128	-1,175	N/mm²
Coeficiente de seguridad para carga externa, tensión por flexión:	$\gamma_{BZ,a}$	---	---	---	[-]
Coeficiente de seguridad por carga externa, compresión por flexión:	$\gamma_{BD,a}$	15,575	138,248	15,104	[-]
Tensiones debidas a presión interna	σ_i	4,821	4,821	4,821	N/mm²
Coeficiente de seguridad por presión interna	γ_i	3,630	3,630	3,630	[-]
Tensión de tracción por flexión a ser considerada	$\sigma_{RBZ,res}$	17,43	17,49	17,42	N/mm²
Tensión de compresión por flexión a ser considerada	$\sigma_{RBD,res}$	17,43	17,49	17,42	N/mm²

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

1.2.11.2. prueba de tensión (con nivel freático máximo)

Coeficiente de superposición de tensiones:	Z	5,49	[-]
Relación de deflexión:	η	1,10	[-]
Presión interior resultante (pI - pW):	$p_{I,res}$	6,50	bar

$$\sigma_{R,res} = \frac{\sigma_{qv,qh,qh^*} \cdot \bar{\sigma}_R + \sigma_{sonst} \cdot \sigma_{R,L}}{\sigma_{qv,qh,qh^*} + \sigma_{sonst}} \qquad (9.01c)$$

Interior:		clave	generatriz sobre el diámetro horizontal del tubo	base	
Tensiones debidas a carga externa	σ_a	0,250	-0,752	0,259	N/mm²
Coeficiente de seguridad para carga externa, tensión por flexión:	$\gamma_{BZ,a}$	71,051	---	68,377	[-]
Coeficiente de seguridad por carga externa, compresión por flexión:	$\gamma_{BD,a}$	---	23,589	---	[-]
Tensiones debidas a presión interna	σ_i	4,821	4,821	4,821	N/mm²
Coeficiente de seguridad por presión interna	γ_i	3,630	3,630	3,630	[-]
Tensión de tracción por flexión a ser considerada	$\sigma_{RBZ,res}$	17,51	17,46	17,51	N/mm²
Tensión de compresión por flexión a ser considerada	$\sigma_{RBD,res}$	17,51	17,46	17,51	N/mm²

Exterior:		clave	generatriz sobre el diámetro horizontal del tubo	base	
Tensiones debidas a carga externa	σ_a	-1,019	-0,292	-1,029	N/mm²
Coeficiente de seguridad para carga externa, tensión por flexión:	$\gamma_{BZ,a}$	---	---	---	[-]
Coeficiente de seguridad por carga externa, compresión por flexión:	$\gamma_{BD,a}$	17,415	60,780	17,239	[-]
Tensiones debidas a presión interna	σ_i	4,821	4,821	4,821	N/mm²
Coeficiente de seguridad por presión interna	γ_i	3,630	3,630	3,630	[-]

Tensión de tracción por flexión a ser considerada	$\sigma_{RBZ,res}$	17,44	17,48	17,43	N/mm²
Tensión de compresión por flexión a ser considerada	$\sigma_{RBD,res}$	17,44	17,48	17,43	N/mm²

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

1.2.11.3. Prueba de deformación (con nivel freático mínimo)

Modo de cálculo:	lineal		
Relación:	I/(A·rm²)	0,00133	[-]
Relación 'I/(A·rm²)·κq':	I/(A·rm²)·κ_Q	0,00133	[-]

		q_v	q_h	q_h^*	
Coeficiente de deflexión para momentos de deflexión	c_v	-0,0833	0,0833	0,0640	[-]
Coeficiente de deflexión por fuerzas normales	c^N_v	-0,6480	-0,6810	-0,2470	[-]
Coeficiente de deflexión por fuerzas laterales	c^Q_v	-0,3350	0,3350	0,2430	[-]

$$c' = c + \frac{I}{A \cdot r_m^2} \cdot [c^N + 2(1 + v) \cdot \kappa_Q \cdot c^Q] \qquad (6.20)$$

Coeficiente resultante de deformación	c'_v	-0,0854	0,0836	0,0646	[-]
Coeficiente resultante de deformación	c'_h	0,0841	-0,0854	-0,0674	[-]

$$\Delta d_v = \frac{2 \cdot r_m}{8S_0} \cdot (c_{v,qv} \cdot q_v + c_{v,qh} \cdot q_h + c_{v,qh^*} \cdot q_h^*) \qquad (8.16a)$$

$$\Delta d_h = \frac{2 \cdot r_m}{8S_0} \cdot (c_{h,qv} \cdot q_v + c_{h,qh} \cdot q_h + c_{h,qh^*} \cdot q_h^*) \qquad (8.16b)$$

Cambio del diámetro vertical:	Δd_v	6,76	mm
Cambio del diámetro horizontal:	Δd_h	3,96	mm

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

Deformación vertical relativa:	δ_v	1,44	%
Deflexión admisible:	zul δ_v	6,00	%

La deflexión determinada es menor que la deflexión permitida.

1.2.11.4. Prueba de deformación (con nivel freático máximo)

Modo de cálculo:	lineal		
Relación:	I/(A·rm²)	0,00133	[-]
Relación 'I/(A·rm²)·κq':	I/(A·rm²)·κ_Q	0,00133	[-]

		q_v	q_h	q_h^*	
Coeficiente de deflexión para momentos de deflexión	c_v	-0,0833	0,0833	0,0640	[-]
Coeficiente de deflexión por fuerzas normales	c^N_v	-0,6480	-0,6810	-0,2470	[-]
Coeficiente de deflexión por fuerzas laterales	c^Q_v	-0,3350	0,3350	0,2430	[-]

$$c' = c + \frac{I}{A \cdot r_m^2} \cdot [c^N + 2(1 + v) \cdot \kappa_Q \cdot c^Q] \qquad (6.20)$$

Coeficiente resultante de deformación	c'_v	-0,0854	0,0836	0,0646	[-]
Coeficiente resultante de deformación	c'_h	0,0841	-0,0854	-0,0674	[-]

$$\Delta d_v = \frac{2 \cdot r_m}{8S_0} \cdot (c_{v,qv} \cdot q_v + c_{v,qh} \cdot q_h + c_{v,qh^*} \cdot q_h^*) \qquad (8.16a)$$

$$\Delta d_h = \frac{2 \cdot r_m}{8S_0} \cdot (c_{h,qv} \cdot q_v + c_{h,qh} \cdot q_h + c_{h,qh^*} \cdot q_h^*) \qquad (8.16b)$$

Cambio del diámetro vertical:	Δd_v	6,90	mm
Cambio del diámetro horizontal:	Δd_h	4,08	mm

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

Deformación vertical relativa:	δ_v	1,47	%
Deflexión admisible:	zul δ_v	6,00	%

La deflexión determinada es menor que la deflexión permitida.

1.2.11.5. Prueba de estabilidad (lineal): (con nivel freático máximo)

Carga vertical total:	q_v	64,26	kN/m²
Factor de reducción de carga de colapso por cargas de suelo/tráfico:	κ_{v2}	0,87	[-]
Carga vertical total crítica:	krit q_v	740,0	kN/m²

$$\text{krit } q_v = 2 \cdot \kappa_{v2} \cdot (8S_0 \cdot S_{Bh})^{0,5} \qquad (9.06a)$$

Coeficiente de seguridad (carga vertical total):	γ_{qv}	11,51	[-]

$$\gamma = \frac{\text{krit } q_v}{q_v} \qquad (9.07)$$

Presión externa por el agua:	p_a	5,00	kN/m²

$$p_a = h_W \cdot \gamma_W \qquad (9.10)$$

Vacío adicional en el tubo:	p_I-	0,00	kN/m²
Rigidez del sistema:	V_{RB}	0,0092	[-]
Valor de ingreso δv2 para determinar κa2:	δ_{v2}	2,47	%
Factor de reducción debido a la predeformación por la carga de ruptura a la presión externa del agua:	κ_{a2}	0,85	[-]
Factor de reducción debido a la predeformación local por la carga de ruptura a presión externa del agua:	κ_{a1}	1,00	[-]
Sustituir valor para rm/s:	k*	7,918	[-]
Coeficiente de pandeo:	α_D	9,911	[-]
Presión externa crítica del agua:	krit p_a	284,334	kN/m²

$$\text{krit } p_a = \kappa_a \cdot \alpha_D \cdot 8S_0 \qquad (9.08)$$

$$\kappa_a = \kappa_{a2} \cdot \kappa_{a1} \qquad (9.09)$$

Coeficiente de seguridad de estabilidad (presión externa del agua):	γ_{pa}	56,867	[-]

$$\gamma_{pa} = \frac{\text{krit } p_a}{p_a} \qquad (9.11)$$

Coeficiente de seguridad de estabilidad:	γ	9,58	[-]
Coeficiente global de seguridad requerido, fallo por inestabilidad:	erf γ_{stab}	2,00	[-]

Los coeficientes de seguridad al pandeo determinados son suficientes.

Todas las pruebas necesarias son correctas.

APENDICE 3: RESULTADOS CALCULO MECANICO TUBERIA HPCC-PN10

CALCULO MECANICOS RED RIEGO

CANAL DE SAN JOSE (ZAMORA)

THPCCJE DN1200, 1100, 1000, 900, 800 y 700 mm

MAYO 2020

MEMORIA

Los tubos se dimensionan con el procedimiento desarrollado en la Instrucción del Instituto Eduardo Torroja para tubos de hormigón armado o pretensado de septiembre de 2007 y que a continuación pasamos a detallar.

Este procedimiento de cálculo está reconocido como método español para cálculo de tuberías de hormigón armado o pretensado en el apartado B.1.9 de la versión española de la norma UNE-EN-1295-1 de julio de 1997: "Cálculo de la resistencia mecánica de tuberías enterradas bajo diferentes condiciones de carga".

Las acciones que se consideran en el dimensionamiento de los tubos son las acciones directas a las que hay que añadir las acciones debidas al postesado cuando se trata de tubos de hormigón postesado con camisa de chapa.

Las acciones directas que se tienen en cuenta son las siguientes:

- Peso propio.
- Cargas del fluido.
- Cargas verticales del relleno.
- Cargas concentradas.
- Empuje lateral.
- Presión de Diseño/Presión Máxima de Diseño.

- Peso propio:

El peso propio, q_1, por metro lineal, es:

$$q_1 = \gamma_t \cdot \rho \cdot d_m \cdot t \quad \text{(kN/m)}$$

donde:

γ_t = Peso específico del material que constituye las paredes del tubo (kN/m^3).

d_m = Diámetro medio del tubo (m). = $(d + d_e)/2$

t = Espesor del tubo (m).

- <u>Carga del fluido:</u>

La carga del fluido, q_2, por metro lineal, es:

$$q_2 = \gamma_1 \times \pi \times \frac{d_i^2}{4} \ (kN/m)$$

donde:

γ_1 = Peso específico del fluido (kN/m^3).

d_i = Diámetro interior del tubo (m).

- <u>Cargas verticales del relleno:</u>

Estas cargas se descomponen en dos:

- La carga q_3, debida al peso del relleno de los tímpanos:

$$q_3 = 0{,}11 \gamma_r \, d_e^2 \quad (\text{kN/m}^2)$$

donde:

γ_r = Peso específico del relleno (kN/m^3).

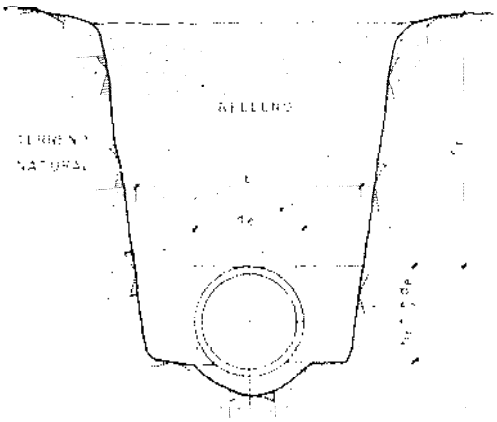
d_e = Diámetro exterior del tubo (m).

- La carga q_r, que actúa sobre el plano tangente a la generatriz superior del tubo, y que depende del tipo de colocación de la tubería.

Para el cálculo de las cargas verticales que producen los rellenos, se utiliza la teoría propuesta por Marston ampliada por Schilk y Spangler. Estas teorías consideran la compactación

del relleno lateral, el peso del relleno, y las fuerzas de rozamiento que se originan en el mismo, y que producen aumento o disminución del peso del relleno que gravita directamente sobre el tubo, en función del tipo de instalación.

a) <u>Instalación en zanja:</u>



Esquema de la tubería colocada en zanja

En la instalación en zanja, el relleno y el apoyo sufren un asentamiento relativo frente al terreno primitivo, y se producen unas fuerzas de rozamiento que originan un aligeramiento del peso del relleno sobre la tubería.

Este efecto favorable 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, y considerar como real el menor de ambos, ya que la carga para el caso de instalación en terraplén es la mayor que se puede producir para una altura de relleno determinada.

En este caso se estima que el peso del relleno es íntegramente soportado por la tubería, con el efecto favorable de su rozamiento contra los laterales de la zanja.

Entonces:

$$q_r = C_z \times g_r \times h_r \times d_e \times \frac{b}{d_e} = C_z \times g_r \times h_r \times b \ \ (kN/m)$$

Con h_r en m, y donde C_z es el coeficiente de Marston para tubería colocada en zanja, vale:

$$C_z = \frac{1 - e^{-2\lambda \cdot \frac{h_r}{b}}}{2\lambda \cdot \frac{h_r}{b}}$$

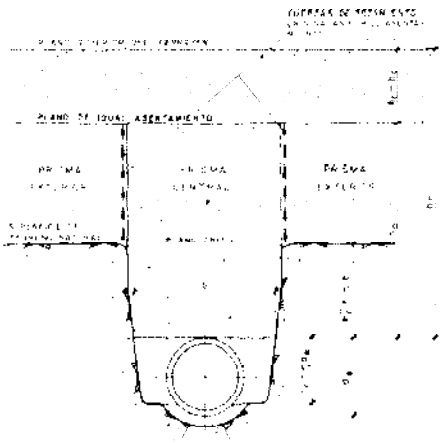
Para tubos de hormigón armado o postensado con camisa de chapa, cuyo dimensionamiento se hace por cálculo, se considerará el valor de "d_e" en vez de "b", siempre que el relleno esté adecuadamente compactado (Proctor Normal 95%).

La distribución del peso, en el plano tangente a la generatriz superior del tubo, es virtualmente uniforme y, por lo tanto, la carga que actúa sobre la tubería será la correspondiente a su proyección vertical, es decir:

$$q_r = C_z \cdot \lambda_r \cdot h_r \cdot d_e \ (kN/m)$$

A medida que aumenta la anchura de la zanja, disminuye el efecto reductor de las paredes laterales, y como q_r es función de la anchura de la zanja, siempre es necesario comparar este valor de q_r con el que se obtendría si la tubería estuviera colocada en terraplén, y tomar el menor de ambos, ya que, como se comentó anteriormente, la carga de terraplén es la mayor que se puede producir para una altura de relleno determinada.

b) <u>Instalación en zanja terraplenada</u>:



En la instalación en zanja terraplenada, el prisma central que está limitado por los planos que contienen las paredes de la zanja, es de mayor altura que los prismas exteriores, y por tanto, estos prismas asientan menos que el prisma central, y se producen unas fuerzas de rozamiento, sobre este último, que originan un aligeramiento del peso del relleno sobre la tubería.

Al aumentar la altura del relleno, disminuye la diferencia de asentamiento que se hace nula en el llamado plano de igual asentamiento.

En este tipo de instalación se denomina:

- Razón de proyección o coeficiente de proyección, h', al coeficiente cuyo numerador es la distancia de la generatriz superior del tubo al plano crítico y cuyo denominador es la anchura de la zanja al nivel de la generatriz superior:

$$h' = \frac{h_r''}{b}$$

- Razón de asentamiento, d´, (fig. 3), al valor definido por la expresión:

$$d' = \frac{s_1 - (s_2 + s_3 + a_v)}{s_2}$$

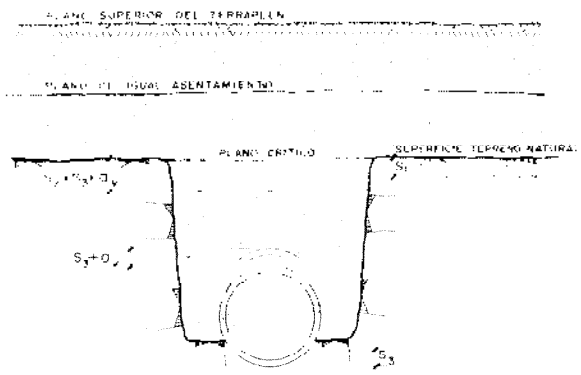


fig. 1 Esquema de la tubería colocada en zanja terraplenada. Razón de asentamiento

Donde:

s_1 es el asentamiento de la superficie del terreno natural.

s_2 es el asentamiento del relleno en la zanja, entre el nivel del terreno natural y la generatriz superior del tubo.

s_3 es el asentamiento de la generatriz inferior del tubo.

a_v es la deformación vertical del tubo.

La carga q_r será:

$$q_r = C_{zt} \times g_r \times h_r \times b \ (kN/m)$$

ó

$$q_r = C_{zt} \times \gamma_r \times h_r \times d_e \ (kN/m)$$

Según esté el relleno adecuadamente compactado o no.

El coeficiente de Marston, C_{zt}, para tubería colocada en zanja terraplenada, vale:

Si $h_r \square h_0$:

$$C_{zt} = \frac{1 - e^{-2\mu \times \frac{h_r}{b}}}{2\mu \times \frac{h_r}{b}}$$

Si $h_r > h_0$:

$$C_{zt} = \frac{1 - e^{-2\mu \times \frac{h_0}{b}}}{2\mu \times \frac{h_r}{b}} + \left(1 - \frac{h_0}{h_r}\right) \times e^{-2\mu \times \frac{h_0}{b}}$$

El valor de h_0 se deduce de:

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

donde:

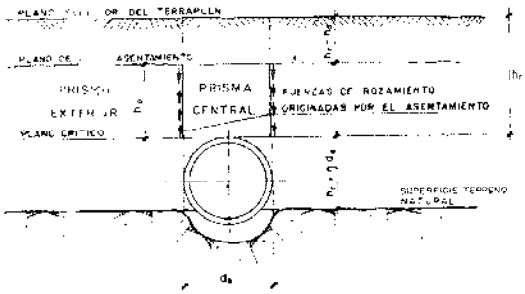
$$h' = \frac{h_r''}{b}$$

Como valores de la razón de asentamiento, δ', se recomienda tomar los adoptados por la ASCE (American Society of Civil Engineering), que son los que a continuación se indican, en función de la razón de proyección δ'.

Razón de proyección h'	Razón de asentamiento δ'
0,5	- 0,1
1,0	- 0,3
1,5	- 0,5
2,0	- 1,0

Para rellenos que queden por debajo del plano de igual asentamiento, la zanja terraplenada se comporta como una zanja normal; mientras que para rellenos superiores, la reducción de carga es menor, por no establecerse las fuerzas de rozamiento por encima del plano de igual asentamiento. Al igual que ocurre con las colocaciones en zanja, siempre hay que calcular también la carga como si se tratara de una colocación en terraplén y considerar el menor de los valores obtenidos.

c) <u>Instalación en terraplén</u>



En las instalaciones en terraplén, el prisma central, que está limitado por los planos verticales tangentes a la tubería, es de menor altura que los prismas exteriores, y por tanto, estos prismas asientan más que el prisma central y se producen unas fuerzas de rozamiento, sobre este último, que originan un aumento del peso del relleno sobre la tubería.

Al aumentar la altura del relleno, disminuye la diferencia de asentamiento, que se hace nula en el plano de igual asentamiento.

$$q_r = C_t \cdot \gamma_r \cdot h_r \cdot d_e \ (kN/m)$$

El coeficiente de Marston, C_t , para tubería colocada en terraplén, vale:

Si h_r £ h_0:

$$C_t = \frac{e^{2\mu \cdot \frac{h_r}{d_e}} - 1}{2\mu \cdot \frac{h_r}{d_e}}$$

Si h_r > h_0:

$$C_t = \frac{e^{2\mu \times \frac{h_0}{d_e}} - 1}{2\mu \times \frac{h_r}{d_e}} + \left(1 - \frac{h_0}{h_r}\right) e^{2\mu \times \frac{h_0}{d_e}}$$

El valor de h_0 se deduce de:

$$e^{2l\,m.\frac{h_0}{d_e}} = 2l\,m \times \frac{h_0}{d_e} + dh\,2l\,m + 1$$

donde:

$$h = \frac{h_r'}{d_e}$$

Como valores de la razón de asentamiento, d, se recomienda tomar los adoptados por la ASCE (American Society of Civil Engineering), que son los que a continuación se indican en función del tipo de suelo.

Tipo de suelo	RAZÓN DE ASENTAMIENTO d	
	Valor usual	Valor de diseño
Roca o suelo no asentable	1,0	1,0
Suelo ordinario	0,5 a 0,8	0,5
Suelo asentable	0,0 a 0,5	0,3

- <u>Cargas concentradas</u>

a) Cargas concentradas, sin efecto de impacto.

Se admite que una carga concentrada Q, aplicada en la superficie del terreno, se transmite uniformemente en profundidad, en el interior de un tronco de pirámide, de igual pendiente, cuyas aristas están redondeadas y cuyas caras laterales forman un ángulo de 35º con la vertical.

El valor de la carga q_0, que actúa sobre el plano tangente a la generatriz superior del tubo, y que depende del tipo de colocación de la tubería, zanja o terraplén, en la práctica se considera admisible utilizar las expresiones correspondientes al caso de terraplén.

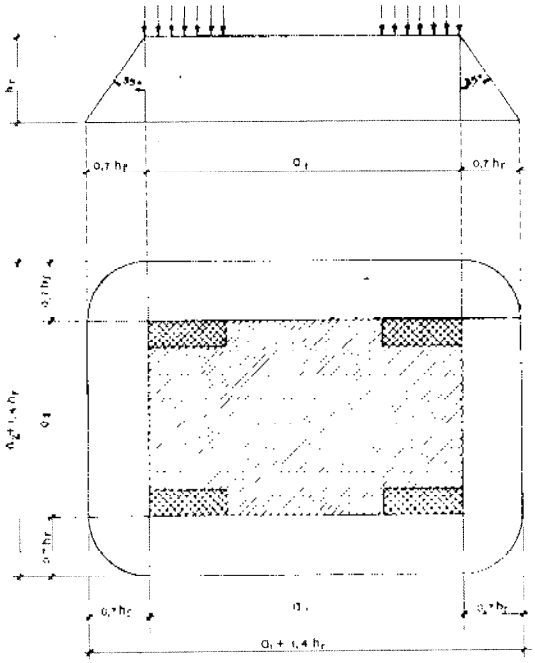
$$q_0 = q_Q \times d_e \ (kN/m); \quad siendo \quad q_Q = \frac{Q}{A_r} \ (kN/m^2)$$

y donde:

q_0 = Carga estática, en kN/m.

Q = Carga concentrada, en kN.

A_r = Área de reparto, en m^2, a una profundidad h_r, de la carga Q aplicada en la superficie del terraplén, según un rectángulo de dimensiones a_1 y a_2, en m.



Superficie de reparto a la profundidad h_r

Esta área viene dada por la expresión:

$$A_r = 1{,}54 \times h_r^2 + 1{,}4 \times h_r (a_1 + a_2) + a_1 \times a_2 \ (m^2)$$

d_e = Diámetro exterior del tubo, en m.

h_r = Profundidad del plano de reparto, en m.

Esto presupone la existencia de una h_r mínima, para que la anchura de la zona de reparto a esa profundidad sea mayor o igual que el diámetro exterior del tubo, es decir, que dicho diámetro no sea mayor que la sección transversal de la superficie de reparto a la profundidad h_r. De no cumplirse esta condición será preciso utilizar la sección transversal en lugar del diámetro exterior. Con lo que la altura límite a la que se interfieren las superficies de reparto es:

$$h_{r\,lim.} = \frac{e_1 - a_1}{2 \,.\, tg\, 35^o}$$

siendo:

$h_{r\,lim.}$ = profundidad h_r a la que se interfieren varias cargas concentradas, próximas entre si.

e_1 = distancia entre ejes de dos ruedas, en m.

a_1 = ancho de la huella de la rueda, en m.

Cuando actúan varias cargas concentradas, próximas entre sí, cuyas superficies de reparto a la profundidad h_r se interfieren, la cohesión de los rellenos permite, en general, considerarlas como una carga única cuya superficie de aplicación, al nivel del suelo es la envolvente de la superficie de reparto de las distintas cargas.

b) Cargas concentradas con efecto de impacto.

En este caso, los valores obtenidos para q_0, han de mayorarse por un coeficiente de impacto igual a:

Para el tráfico carretero: $C_i = 1 + 0{,}3/ h_r$

Para el tráfico ferroviario: $C_i = 1{,}4 - 0{,}1 (h_r - 0{,}5)$ ³ 1,0 (según UIC)

$$C_i = 1 + \frac{0,33v}{100} - 0,1 \times (h_r - 0,5)^3 \; 1,0 \text{ (según RENFE)}$$

Donde:

h_r = altura de relleno de las tierras, en m.

v = velocidad en km/h con un valor máximo de 200 km/h

Para altura de relleno de tierras igual o superior a tres metros, $C_i = 1$.

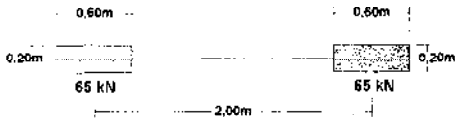
<u>Cargas producidas por el tráfico carretero.</u>

Aplicación a algunos casos de cargas:

- Eje de 70 kN
- Eje de 130 kN
- Vehículo de 600 kN

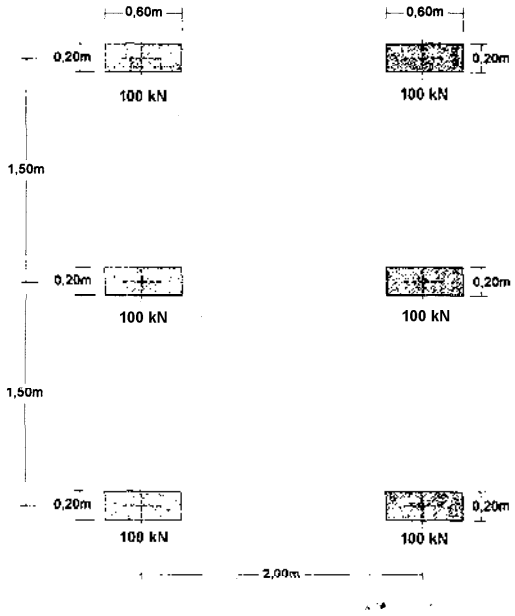
Los esquemas de cargas de cada uno de estos casos se indican a continuación

. Eje de 70 kN. Esquema de cargas.



Eje de 130 kN. Esquema de cargas.

- Vehículo de 600 kN (vehículo de tres ejes de la Instrucción de puentes de carreteras):



Vehículo de 600 kN. Esquema de cargas.

Las expresiones que dan, en estos casos, los valores de la presión vertical q_0 a la profundidad h_r, obtenidos considerando el caso de terraplén, y sin tener en cuenta el impacto, son las siguientes:

- Eje de 70 kN:

$$h_{rlim.} = \frac{e_1 - a_2}{2 \,.\, tg\, 35^o} = \frac{2 - 0{,}3}{1{,}4} = 1{,}21\, m$$

Para h_r £ 1,21 m,

$$q_Q = \frac{35}{1{,}54 \times h_r^{\,2} + 0{,}7 \times h_r + 0{,}06} \quad kN / m^2$$

Para h_r > 1,21 m,

$$q_Q = \frac{70}{1{,}54 \times h_r^{\,2} + 3{,}5 \times h_r + 0{,}46} \quad kN / m^2$$

- Eje de 13 t:

$$h_{rlim.} = \frac{e_1 - a_2}{2 \times tg\, 35^o} = \frac{2 - 0{,}6}{1{,}4} = 1{,}00\, m$$

Para h_r £ 1,00 m,

$$q_Q = \frac{65}{1{,}54 \times h_r^{\,2} + 1{,}12 \times h_r + 0{,}12} \quad kN / m^2$$

Para h_r > 1,00 m,

$$q_Q = \frac{130}{1{,}54 \times h_r^{\,2} + 3{,}92 \times h_r + 0{,}52} \quad kN / m^2$$

- Vehículo de 600 kN (vehículo de tres ejes de la Instrucción de puentes de carreteras):

$$h_{rlim.} = \frac{e_2 - a_1}{2 \times tg\, 35^o} = \frac{1{,}5 - 0{,}2}{1{,}4} = 0{,}93\, m$$

siendo:

e_2: distancia entre ejes, en m

a_2: ancho de la rueda, en m

y

$$h_{rlim.} = \frac{e_1 - a_2}{2 \cdot tg\,35^o} = \frac{2 - 0,6}{1,4} = 1,00\ m$$

Para h_r £ 0,93 m,

$$q_Q = \frac{100}{1,54 \times h_r^2 + 1,12 \times h_r + 0,12} \quad kN/m^2$$

Para 0,93 < h_r £ 1,00 m,

$$q_Q = \frac{300}{1,54 \times h_r^2 + 5,32 \times h_r + 1,92} \quad kN/m^2$$

Para h_r > 1,00 m,

$$q_Q = \frac{600}{1,54 \times h_r^2 + 8,12 \times h_r + 8,32} \quad kN/m^2$$

- Empuje lateral

La expresión del empuje lateral (fig. 21) es:

$$q_b = l \times g_r \left[h_5 + \frac{d_e}{2}(1 - cos\,b) \right] \quad (kN/m^2)$$

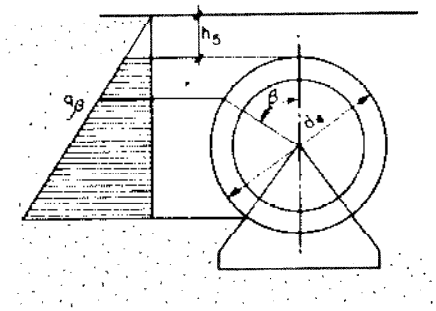


fig.-2 Empuje lateral

Según se encuentre la tubería en zanja o terraplén, la expresión de la altura de tierras equivalente, h_5, es:

a) En zanja:

$$h_5 = C_z \times h_r + \frac{q_0}{g_r \times d_e} \quad (m)$$

b) En terraplén:

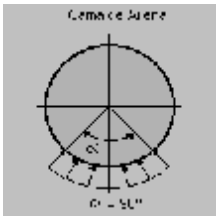
$$h_5 = h_r + \frac{q_0}{g_r \times d_e} \quad (m)$$

A efectos prácticos de determinación de esfuerzos transversales, se denomina q_5 al producto $l \cdot g \cdot d_e$ en kN/m^2.

Ø Presión interna

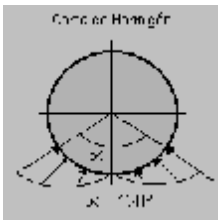
Se considera como presión interna la presión de diseño (DP), la presión máxima de trabajo (MDP), o la presión de prueba en zanja (STP) en función de la hipótesis de cálculo considerada.

· Determinación de esfuerzos transversales.



Como esquema estructural, se asimila la sección transversal del tubo a un arco elástico. Se considera media sección transversal del tubo, supuesta empotrada en la base y con empotramiento deslizante en la clave.

Los esfuerzos transversales producidos por cada una de las acciones que actúan sobre el tubo, se obtienen por superposición de dos estados: el de esa acción y el de su reacción sobre el apoyo.



Para la obtención de los esfuerzos en clave, riñones y solera debidos a las acciones ovalizantes, se incluyen a continuación los cuadros I y II que permiten obtener los momentos flectores y los esfuerzos axiles en función del tipo de apoyo y de la relación espesor/diámetro interior.

La presión interna produce un esfuerzo axil de tracción. Para el cálculo de dicho esfuerzo, se admite, como simplificación, utilizar la expresión correspondiente a los tubos de pared

delgada.

$$N = 0{,}5 \times MPD \times d_i \quad (N / mm)$$

CUADRO I
Momentos flectores transversales

$k = d_e / d_m$		PESO PROPIO	PESO DEL FLUIDO	CARGAS VERTICALES		EMPUJE LATERAL
				Cargas de tímpanos	Cargas sobre clave	
		$M_1 = k_1\, q_1\, d_m$	$M_2 = k_2\, q_2\, d_m$	$M_3 = k_3\, q_3\, d_m$	$M_4 = k_4\, q_4\, d_m$	$M_5 = k_5\, q_5\, d_m$
		k_1	k_2	k_3	k_4	k_5
Apoyo	Clave	0,03151	0,03151	- 0,02934 k + 0,06453	- 0,04069 k + 0,10727	h_5 (- 0,11490 + 0,05369 k) + d_e (+ 0,01275 k - 0,03764)
Granular	Riñones	- 0,03662	- 0,03662	0,06323 k – 0,11759	0,03125 k - 0,09912	h_5 (+ 0,11364 - 0,05255 k) + d_e (- 0,02214 k + 0,05213)
a = **90º**	Base	0,04169	0,04169	-0,03836 k + 0,09671	- 0,02179 k + 0,09092	h_5 (- 0,08459 + 0,02870 k) + d_e (+ 0,00978 k - 0,04024)
Apoyo de	Clave	0,01551	0,01551	-0,02934 k + 0,04853	- 0,04069 k + 0,09127	h_5 (- 0,10496 + 0,04707 k) + d_e (+ 0,00743 k - 0,02967)
Hormigón	Riñones	-0,01777	- 0,01777	0,06323 k – 0,09874	0,03125 k - 0,08027	h_5 (+ 0,10056 - 0,04347 k) + d_e (- 0,01486 k + 0,04167)
a = **120º**	Base	- 0,01143	- 0,01143	- 0,03836 k + 0,04359	- 0,02179 k + 0,03780	h_5 (- 0,06892 + 0,02224 k) + d_e (+ 0,00453 k - 0,02762)

$M = M_1 + M_2 + M_3 + M_4 + M_5$; $q_4 = q_r + C_i\, q_o$; $q_5 = \gamma \cdot g \cdot d_e$

M positivo produce tracciones en la fibra interior. Las unidades son: m y kN

CUADRO II
Esfuerzos axiles transversales

$k = d_e / d_m$		PESO PROPIO	PESO DEL FLUIDO	CARGAS VERTICALES		EMPUJE LATERAL
				Cargas de tímpanos	Cargas sobre clave	
		$N_1 = k_1 q_1$	$N_2 = k_2 q_2$	$N_3 = k_3 q_3$	$N_4 = k_4 q_4$	$N_5 = k_5 q_5$
		k_1	k_2	k_3	k_4	k_5
Apoyo	Clave	0,04542	0,20458	0,20316 k - 0,13573	0,10610 k - 0,08720	h_5 (- 0,45709 - 0,03751 k) + d_e (+ 0,02812 k - 0,17954)
Granular	Riñones	- 0,25000	0,06830	- 0,50000	- 0,50000	0
a = **90º**	Base	- 0,25252	0,22493	- 0,20316 k - 0,07137	- 0,10610 k - 0,11990	h_5 (- 0,39646 + 0,03751 k) + d_e (- 0,02812 k - 0,18470)
Apoyo de	Clave	- 0,02427	0,13488	0,20316 k - 0,20543	0,10610 k - 0,15690	h_5 (- 0,41104 - 0,06892 k) + d_e (+ 0,00290 k - 0,14267)
Hormigón	Riñones	- 0,25000	0,06830	- 0,50000	- 0,50000	0
a = **120º**	Base	- 0,39647	0,08098	- 0,20316 k - 0,21532	- 0,10610 k - 0,26385	h_5 (- 0,33896 + 0,06892 k) + d_e (- 0,00290 k - 0,13858)

$N = N_{ov} + N_6$ Donde: $N_{ov} = N_1 + N_2 + N_3 + N_4 + N_5$; $N_6 = 0.5 \cdot P_t \cdot d_i$; $q_4 = q_r + C_i\, q_o$; $q_5 = l \cdot g_e \cdot d_e$

N positivo produce tracciones. Las unidades son: m y kN, excepto en el caso de P_t que se da en MPa.

DIMENSIONAMIENTO DE LOS TUBOS

- **TUBOS DE HORMIGÓN POSTESADO.**

Para el dimesionamiento de la tubería de hormigón postesado, se utilizan las fórmulas de Lamé, que asimilan el tubo postesado a tres capas cilíndricas, coaxiales y adherentes (núcleo homogeneizado, espiras de pretensado y revestimiento) estudiando las tensiones en el hormigón y en el acero de pretensar en cada una de las siguientes condiciones:

- Presión de diseño (*DP*) + cargas fijas: el núcleo estará sometido a una compresión igual o superior a 0,5 MPa;
- Presión máxima de diseño (*MDP*) + 0,1 MPa + cargas fijas: la tensión en el núcleo no excederá de $f_{ct,k} = 0{,}21\sqrt[3]{f_{ck}^2}$;
- Presión de diseño (*DP*) + cargas fijas + cargas móviles: no existirá tracciones en el núcleo;
- Presión máxima de diseño (*MDP*): el núcleo estará sometido a una compresión igual o superior a 0,5 MPa;
- Presión de prueba en fábrica (*PP*): el núcleo estará sometido a una compresión igual o superior a 0,5 MPa;
- Presión de prueba de red + cargas fijas de 1 metro de tierra sobre clave: el núcleo estará sometido a una compresión igual o superior a 0,5 MPa;
- Cargas fijas + cargas móviles, sin presión: el núcleo estará sometido a una compresión igual o superior a 0,5 MPa;

Además los tubos postesados se dimensionan para que, en cualquiera de sus secciones, se cumplan, una vez que han tenido lugar todas la pérdidas, las condiciones siguientes:

- La tensión en el alambre de pretensar no supere su tensión de zunchado.

- El hormigón del revestimiento no esté sometido a una tracción superior a la máxima admisible, $f_{ct,k}$.

En el proceso de zunchado del núcleo se tendrán en cuenta, además, las condiciones siguientes:

- Que durante el zunchado, la tensión del alambre no supere el 0,80 $f_{max,k}$
- Que inmediatamente después de terminado el zunchado, la fuerza de tesado proporcione a las armaduras activas una tensión no mayor que 0,75 $f_{max,k}$
- Que la compresión del hormigón del primario no supere el 0,55 de la resistencia característica a compresión del hormigón en ese momento.
- Que en la chapa no se supere el 0,80 f_{yk}
- Que la tracción longitudinal transitoria, producida durante el postesado transversal, y que no es absorbida por la resistencia admisible del hormigón del núcleo, lo sea mediante la chapa.

En el estado final de postesado, y a efectos de cálculo, se cumplirá además:

- Que el valor característico final de postesado adoptado (el obtenido una vez deducidas todas las pérdidas) no sea superior al que corresponde a una tensión en las armaduras activas igual a 0,60 $f_{max,k}$.
- Que la compresión del hormigón no supere el 60% de f_{ck} después de pérdidas, sin presión interior y con carga de tierras.

En este proceso de cálculo se parte de una sección prefijada de alambre de postensado y de unas características geométricas y materiales del tubo, que con las correspondientes solicitaciones de ovalización y de pretensado, permiten obtener su presión máxima de trabajo.

Coeficientes de equivalencia:

$$n_i = \frac{E_s}{E_{ci}} \;\; ; \;\; n = \frac{E_s}{E_c} \;\; ; \;\; n_1 = \frac{E_s}{E_r} \;\; ; \;\; n_2 = \frac{E_r}{E_c}$$

Coeficientes de Lamé:

$$A = \frac{2r^2}{r_{co}^2 - r^2} \;\; ; \;\; B = A + 1 \;\; ; \;\; C = A + 2$$

$$A_r = \frac{2r_{co}^2}{r_{ro}^2 - r_{co}^2} \;\; ; \;\; B_r = A_r + 1 \;\; ; \;\; B_s = \frac{r_c}{w}$$

$$k = \frac{B}{B_r}$$

$$D = n_2 \times B\left(B_s + n_1 \times B_r\right) + B_r \times B_s$$

Características geométricas:

$$s_{ro} = \left(r_c - r\right) + \left(n - 1\right) \times s_{ch} + \left(n - n_2\right) \times w + n_2\left(r_r - r_c\right)$$

$$y_e = r_c - r - y_i$$

$$y_i = \frac{\left(r_c - r\right)^2}{2s_{ro}} + \frac{\left(n - 1\right) \times s_{ch}\left(r_{ch} - r\right)}{s_{ro}} + \frac{\left(n - n_2\right) \times w\left(r_c - r\right)}{s_{ro}} + \frac{n_2\left(r_r - r_c\right)\left(r_r + r_c - 2r\right)}{2s_{ro}}$$

$$y_r = r_r - r_c + y_e$$

$$I_0 = \frac{1}{12}(r_c - r)^3 + (r_c - r)\left(y_i - \frac{r_c - r}{2}\right)^2 +$$
$$+ (n - 1)\, s_{ch}(r + y_i - r_{ch})^2 + (n - n_2)\, y_e^2 +$$
$$+ \frac{1}{12} n_2 (r_r - r_c)^3 + n_2 (r_r - r_c)\left(\frac{r_r - r_c}{2} + y_e\right)^2$$

$$r_{co} = r_c + (n - 1) s_{ch}$$

$$r_{ro} = r_r + (n - 1) s_{ch}$$

<u>Características de los materiales</u>:

Como valores orientativos se pueden considerar los siguientes:

- Resistencias características a compresión y módulos de elasticidad, del hormigón del núcleo y del revestimiento.

$f_{ck(núcleo)}$	=	45 N/mm^2
E_{ci}	=	30.000 N/mm^2
E_c	=	40.000 N/mm^2
$f_{ck(revest)}$	=	35 N/mm^2
E_r	=	35.000 N/mm^2

- Tensión de rotura o tracción y módulo de elasticidad, del alambre de acero:

$f_{max,k}$	=	1.800 N/mm^2
E_s	=	200.000 N/mm^2

- Relajación final de los alambres de acero, a mil horas, al ser tesados al 70% de la carga de rotura, a 20ºC:

a	=	2 %

- Límite elástico característico y módulo de elasticidad, de la chapa:

f_{yk}	=	240 N/mm^2

E_s = 210.000 N/mm^2

- Deformación por retracción, del hormigón del núcleo y del revestimiento:

$\hat{\imath}_c$ = - 0,0002

$\hat{\imath}_r$ = - 0,0003

- Coeficientes de fluencia del hormigón del núcleo y del revestimiento:

j_c = 1,50

j_r = 0,75

<u>Postensado transversal:</u>

Tensiones producidas inmediatamente después del zunchado:

$$\Delta\sigma_s = \frac{n_i \times \sigma_s}{4 \times B_s} \times \frac{r_c + r}{r_c - r}$$

$$\sigma'_s = \sigma_s - \Delta\sigma_s$$

$$\sigma'_{ci} = -\frac{C \times w \times \sigma'_s}{r_c}$$

$$\sigma'_{ce} = -\frac{B \times w \times \sigma'_s}{r_c}$$

Tensiones finales debidas al postensado:

$$\Delta_0''\sigma_s = \frac{a}{100}\sigma_s$$

$$\sigma''_s = \sigma'_s - \Delta_0''\sigma_s$$

$$\Delta''\sigma_s = 2\frac{n\varphi_c\,\omega B\sigma''_s(1+\varphi_r) - E_s\,\varepsilon_c(1+\varphi_r)\,r_c - E_s\,\varepsilon_r\,n_2\,k r_c}{2r_c(1+\varphi_r+n_2k)+n\times\omega B(1+\varphi_r)(2+\varphi_c)}$$

$$t_1 = \frac{E_s\cdot\varepsilon_r + \Delta'''\sigma_s}{n_1\cdot B_r(1+\varphi_r)}$$

$$\Delta'\sigma_s = \Delta'_0\sigma_s\left(1 - 2\frac{\Delta'''\sigma_s}{\sigma_s}\right)$$

$$\sigma'''_s = \sigma_s - (\Delta'\sigma_s + \Delta''\sigma_s + \Delta'''\sigma_s) \ngtr 0{,}6\ f_{max,k}$$

$$\sigma'''_{ci} = -C\left(\frac{\omega\cdot\sigma'''_s}{r_c} - t_1\right)$$

$$\sigma'''_{ce} = -B\left(\frac{\omega\cdot\sigma'''_s}{r_c} - t_1\right)$$

$$\sigma'''_{ri} = -t_1\cdot B_r$$

$$\sigma'''_{re} = -t_1\cdot A_r$$

Tensiones producidas por los esfuerzos de ovalización:

$$\sigma_{s,ov} = \frac{n\cdot N_{ov}}{s_{ro}} - \frac{n\cdot M\cdot y_e}{I_0},\ en\ N/mm^2$$

$$\sigma_{ci,ov} = \frac{N_{ov}}{s_{ro}} + \frac{M\cdot y_i}{I_0},\ en\ N/mm^2$$

$$s_{ce,ov} = \frac{N_{ov}}{s_{ro}} - \frac{M \cdot y_e}{I_0}, en\, N/mm^2$$

$$s_{ri,ov} = \frac{n_2 \cdot N_{ov}}{s_{ro}} - \frac{n_2 \cdot M \cdot y_e}{I_0}, en\, N/mm^2$$

$$s_{re,ov} = \frac{n_2 \cdot N_{ov}}{s_{ro}} - \frac{n^2 \times M \times y_r}{I_0}, en\, N/mm^2$$

Tensiones producidas por la presión máxima de trabajo (MDP en MPa)

$$s_{s,p} = \frac{B_s \times n_2 \times A}{D} \times n_1 \times B_r \times MDP \quad en\, N/mm^2$$

$$s_{ci,p} = B \times P_t - \frac{C \times n_2 \times A}{D} \times (B_s + n_1 \times B_r) \times MDP \quad en\, N/mm^2$$

$$s_{ce,p} = A \times P_t - \frac{B \times n_2 \times A}{D} \times (B_s + n_1 \times B_r) \times MDP \quad en\ N/mm^2$$

$$s_{ri,p} = \frac{B_r \times n_2 \times A}{D} \times B_s \times MDP \quad en\ N/mm^2$$

$$s_{re,p} = \frac{A_r \times n_2 \times A}{D} \times B_s \times MDP \quad en\ N/mm^2$$

Tensiones en la hipótesis pésima de carga.

Tanto para las secciones de máximo momento positivo como para las de máximo momento negativo, se obtendrán las siguientes tensiones.

$$S_{s.t} = S_{s}''' + S_{s.ov} + S_{s.p}$$

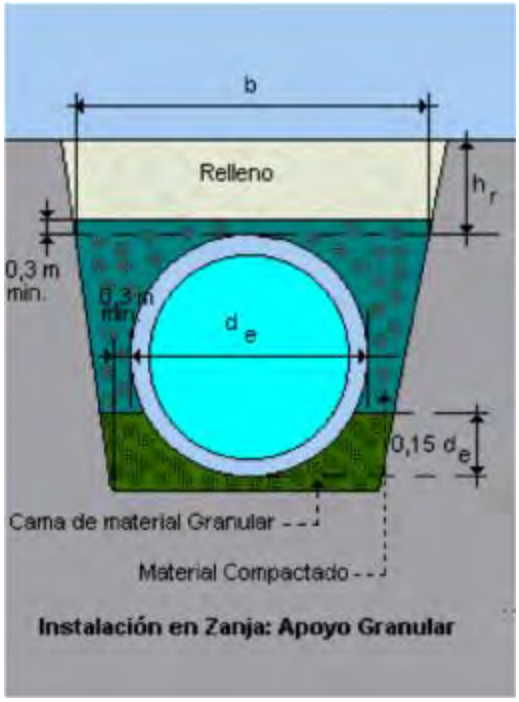
$$S_{ce.t} = S_{ce}''' + S_{ce.ov} + S_{ce.p}$$

$$S_{ci.t} = S_{ci}''' + S_{ci.ov} + S_{ci.p}$$

$$S_{ri.t} = S_{ri}''' + S_{ri.ov} + S_{ri.p}$$

$$S_{re.t} = S_{re}''' + S_{re.ov} + S_{re.p}$$

Para el caso concreto de los tubos para el Proyecto Red de Riego del Canal de San Jose (Zamora), se han adoptado las siguientes hipótesis de cálculo:



- Método de Cálculo: Instrucción del Instituto Eduardo Torroja para tubos de hormigón armado o pretensado de septiembre del 2007.
- Tipo de colocación:

  Todos los diámetros: zanja con relleno compactado.

- Apoyo mínimo Granular a 90º.
- Sobrecarga de tráfico correspondiente al eje de 13 tn
- Condiciones prueba en zanja:

• Presión prueba en zanja (STP) = MDP + 1 atm.

• Altura de relleno: 1 a 3 mts

NOTA: Anchos menores de los especificados en el cálculo están del lado de la seguridad.

- Casos considerados:

Ø (mm)	**DP** (atm)	**MDP** (atm)	**STP** (atm)	**Trafico**	**Zanja**	**HT** (m)
1200	9	10	11	Eje de 13 tn	Compactado	1 < HT< 3
1200	7,5	7,5	8,5	Eje de 13 tn	Compactado	1 < HT< 3
1100	9	10	11	Eje de 13 tn	Compactado	1 < HT< 3
1100	7,5	7,5	8,5	Eje de 13 tn	Compactado	1 < HT< 3
1000	9	10	11	Eje de 13 tn	Compactado	1 < HT< 3
1000	7,5	7,5	8,5	Eje de 13 tn	Compactado	1 < HT< 3
900	10	11	12	Eje de 13 tn	Compactado	1 < HT< 3
900	7,5	7,5	8,5	Eje de 13 tn	Compactado	1 < HT< 3
800	9	10	12	Eje de 13 tn	Compactado	1 < HT< 3
700	9	10	12	Eje de 13 tn	Compactado	1 < HT< 3

DP: Presión máxima de funcionamiento en régimen permanente, pero excluyendo el golpe de ariete.

MDP: Presión máxima de funcionamiento en régimen permanente incluyendo el golpe de ariete.

STP: Presión de prueba en zanja.

Las condiciones de los materiales aparecen en los listados de cálculo y son las siguientes:

- HORMIGÓN:
  - Núcleo:
    - Resistencia característica a compresión: 45 N/mm^2
    - Tipo de cemento: I 42.5 R/SR ó I 52,5 N/SR
  - Revestido:
    - Resistencia característica a compresión: 35 N/mm^2
    - Tipo de cemento: I 42.5 R/SR

- ACERO DE PRETENSAR:
  - Tensión de rotura: 1.800 N/mm^2
- ACERO EN CHAPA Y PLETINAS
  - Calidad: S 235 JR o similar.
  - Espesor de la camisa de chapa: 1.5 mm.

CUADRO DE CARACTERISTICAS

	CUADRO DE CARACTERISTICAS DE LA TUBERÍA	Revisión 0 Fecha 17/06/2019 Hoja 1 de 1

OBRA: Red de riego Canal de San Jose (Zamora)

CLIENTE: ITACYL

TUBERÍA: HORMIGÓN POSTESADO CON CAMISA DE CHAPA

HIPOTESIS:

- Tipo de colocación: ZANJA RELLENO COMPACTADO
- Tipo de apoyo GRANULAR 90º
- Altura de tierras sobre la generatriz superior del tubo entre 1 y 3 mts
- Sobrecarga de tráfico: Eje de 13 ton
- Presión Máxima de Trabajo 7,5 y 10 atm

DIAM (mm)	**DP/MDP/STP (atm)**	**ESPES** (mm)	**REC. INTER** (mm)	**REC. EXTER** (mm)	**CABEZ. HEMBRA**	**CABEZ. MACHO**	**ESPES CHAPA** (mm)	**ARMAD. EXTER.**
1200	7,5/7,5/8,5	105	75	30	160 x 6	M-20	1.5	33 f 5
1200	9/10/11	105	75	30	160 x 6	M-20	1.5	37 f 5
1100	7,5/7,5/8,5	100	70	30	160 x 6	M-20	1.5	30 f 5
1100	9/10/11	100	70	30	160 x 6	M-20	1.5	33 f 5
1000	7,5/7,5/8,5	95	65	30	160 x 6	M-20	1.5	27 f 5
1000	9/10/11	95	65	30	160 x 6	M-20	1.5	30f 5
900	7,5/7,5/8,5	90	60	30	160 x 6	M-20	1.5	23 f 5
900	9/10/11	90	60	30	160 x 6	M-20	1.5	27 f 5
800	9/10/11	82	52	30	160 x 6	M-20	1.5	23 f 5
700	9/10/11	90	60	30	125x6	M-16	1.5	20 f 5

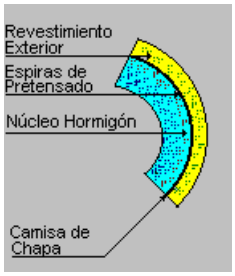
CARACTERISTICAS DE LOS MATERIALES		
Chapa: Calidad: S 235 JR		
Acero de pretensar: Tensión de rotura 18000 Kg/cm2		
Hormigón	Resistencia característica a compresión Hormigón del Núcleo: Hormigón del Revestimiento:	 450 kg/cm2 350 kg/cm2
	Tipo de cemento	Núcleo I 42.5 R/SR ó I 52.5 N/SR Revestido I 42.5 R/SR

LISTADO DE CALCULO

Proyecto de la red de riego del Sector I del Canal de San José (ZAMORA)

Cliente: ITACYL **FECHA: 18/05/2020 8:44:16**

DN1200 MDP 7,5 y 10 atm HT 1 a 3 mts
TIPO DE TUBO : hormigón postesado con camisa revestida



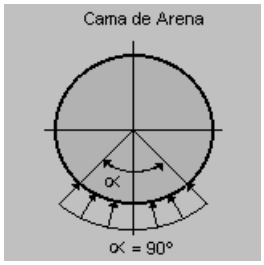
CARACTERISTICAS DEL TUBO

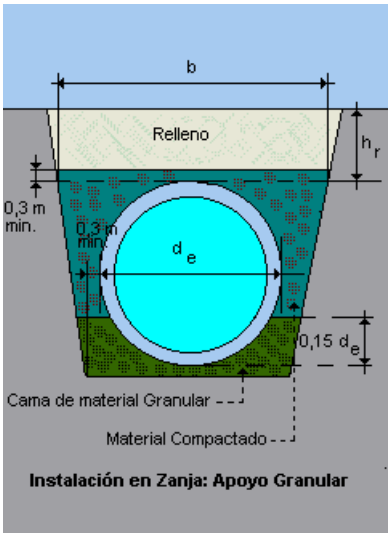
Diámetro interior	:	1200 mm
Espesor	:	105 mm
Recubrimiento interior	:	75 mm
Recubrimiento exterior	:	30 mm

Densidad del material del tubo : 2,500 t/m3

DATOS DEL RELLENO Y DE LA COLOCACION

Tipo de cuna : Granular 90º
Tipo de colocación : Zanja, relleno compactado





DN1200 MDP 7,5 y 10 atm HT 1 a 3 mts

DATOS DEL RELLENO Y DE LA COLOCACION (CONTINUACION)

Densidad del relleno : 1,800 t/m3
Angulo de rozamiento interno del relleno : 30º
Ancho de la zanja (b): 2,654 m
Tipo de relleno : Cohesivo, Arena Arcillosa (0,150)

DATOS DE LAS HIPOTESIS DE CALCULO

Carga : Eje de 13 Toneladas
Coeficiente de impacto : 1,30

Tierr HR	Carg de tierras (zanja)		Carg de tierras (terraplén)		Carg de tierras (adoptada)		Cargas móviles		Carga vertical total	
M	T/m2	T/m	T/m2	T/m	T/m2	T/m	T/m2	T/m	T/m2	T/m
1,00	1,7	2,4	2,1	2,9	1,7	2,4	0,0	0,0	1,7	2,4
1,00	1,7	2,4	2,1	2,9	1,7	2,4	2,8	4,0	4,5	6,4
3,00	4,6	6,5	7,9	11,2	4,6	6,5	0,5	0,7	5,1	7,2

DN1200 MDP 7,5 y 10 atm HT 1 a 3 mts

CARACTERISTICAS DE POSTESADO

RADIO INTERIOR	600,0	mm
ESPESOR DEL PRIMARIO	75,0	mm
RECUBRIMIENTO INTERIOR DE LA CAMISA	75,0	mm
ESPESOR DE LA CAMISA	1,50	mm
MODULO DE ELASTICIDAD ACERO CAMISA	2100000	kp/cm2
ESPESOR DEL REVESTIMIENTO	30,0	mm
FCK PRIMARIO AL ZUNCHAR	400	kp/cm2
FCK PRIMARIO FINAL	450	kp/cm2
FCT,K PRIMARIO FINAL	27	kp/cm2
FCK REVESTIMIENTO	350	kp/cm2
FCT,K REVESTIMIENTO	22,45	kp/cm2
COEFICIENTE DE FLUENCIA PRIMARIO	1,50	
COEFICIENTE DE FLUENCIA REVESTIMIENTO	0,75	
COEFICIENTE RETRACCION PRIMARIO	0,00020	
COEFICIENTE RETRACCION REVESTIMIENTO	0,00030	
TENSION DE ROTURA DEL ACERO DE POSTESAR	18000	kp/cm2
MODULO DE ELASTICIDAD ACERO DE POSTESAR	2000000	kp/cm2
RELAJACION FINAL	2,00	%
TENSION DE TESADO	13500,00	kp/cm2

DN1200 MDP 7,5 y 10 atm HT 1 a 3 mts **HR= 1,000 m**

di (mm)	de (mm)	GAMMAH (t/m3)	GAMMAT (t/m3)	LAMBDA	Q (t/m2)	CUNA	
1200	1410	2,500	1,800	0,333	4,528	Granular	90º

HIPOTESIS Peso propio

SECCION	MOMENTO (m.t)	AXIL (t)
CLAVE	0,044	0,049
RIÑONES	-0,051	-0,269
SOLERA	0,059	-0,272

HIPOTESIS Peso del fluido

SECCION	MOMENTO (m.t)	AXIL (t)
CLAVE	0,047	0,231
RIÑONES	-0,054	0,077
SOLERA	0,062	0,254

HIPOTESIS Carga 1 metro de Tierras(total)

SECCION	MOMENTO (m.t)	AXIL (t)
CLAVE	0,118	-0,478
RIÑONES	-0,126	-1,392
SOLERA	0,137	-1,216

HIPOTESIS Esfuerzos por Carga vertical pura por tierras

SECCION	MOMENTO (m.t)	AXIL (t)
CLAVE	0,198	0,066
RIÑONES	-0,205	-1,200
SOLERA	0,211	-0,563

DN1200 MDP 7,5 y 10 atm HT 1 a 3 mts **HR= 1,000 m**

HIPOTESIS Carga Móvil

SECCION	MOMENTO (m.t)	AXIL (t)
CLAVE	0,329	0,109
RIÑONES	-0,340	-1,992
SOLERA	0,350	-0,935

HIPOTESIS Empuje lateral con carga móvil

SECCION	MOMENTO (m.t)	AXIL (t)
CLAVE	-0,195	-1,237
RIÑONES	0,202	0,000
SOLERA	-0,195	-1,014

HIPOTESIS Empuje Lateral sin carga móvil

SECCION	MOMENTO (m.t)	AXIL (t)
CLAVE	-0,097	-0,576
RIÑONES	0,103	0,000
SOLERA	-0,102	-0,541

HIPOTESIS Carga de tímpanos

SECCION	MOMENTO (m.t)	AXIL (t)
CLAVE	0,016	0,032
RIÑONES	-0,025	-0,192
SOLERA	0,028	-0,112

DN1200 MDP 7,5 y 10 atm HT 1 a 3 mts **HR= 1,000 m**
CASO NUMERO 1/ 1 : DP: 7,50 at MDP: 7,50 at
PRESION NETA PRUEBA FAB.(PP): 10,21 at STP: 8,50 at
DIAMETRO DEL ALAMBRE: 5,0 mm NUMERO DE ESPIRAS POR METRO: 31

HIPOTESIS DE CALCULO: 1.- DP + CARGAS FIJAS

PERDIDAS DE POSTESADO

ACORTAMIENTO ELASTICO	285,08 kp/cm2
RELAJACION	230,15 kp/cm2
FLUENCIA Y RETRACCION	996,26 kp/cm2

TENSIONES

RESIDUAL EN EL ACERO DE POSTESADO	10800,00 kp/cm2

TENSIONES INICIALES EN EL PRIMARIO

INTERIOR	-105,56 kp/cm2
EXTERIOR	-93,64 kp/cm2
0.55*FCK0	-220,00 kp/cm2

TENSIONES FINALES

INTERIOR PRIMARIO	-71,17 kp/cm2
EXTERIOR PRIMARIO	-63,14 kp/cm2
INTERIOR REVESTIMIENTO	-39,62 kp/cm2
EXTERIOR REVESTIMIENTO	-37,91 kp/cm2

ESFUERZOS DE OVALIZACION

	CLAVE	RIÑONES	SOLERA
M kp.cm/cm	208,93	-231,58	256,66
N kp/cm	-1,98	-15,84	-12,33

TENSIONES kp/cm2

INTERIOR PRIMARIO	11,24	-14,06	12,93
EXTERIOR PRIMARIO	-4,68	3,58	-6,63
INTERIOR REVESTIMIENTO	-4,36	3,34	-6,18
EXTERIOR REVESTIMIENTO	-10,30	9,92	-13,48
ACERO DE POSTESADO	-27,77	22,23	-38,80

T E N S I O N E S (kp/cm2)

	PRESION	OVALIZACION + POSTESADO FINAL		
		CLAVE	RIÑONES	SOLERA
INTERIOR PRIMARIO	43,80	-59,93	-85,23	-58,24
EXTERIOR PRIMARIO	38,01	-67,81	-59,55	-69,76
INTERIOR REVESTIMIENTO	35,45	-43,98	-36,27	-45,80
EXTERIOR REVESTIMIENTO	33,93	-48,21	-27,99	-51,39
ACERO DE POSTESADO	202,65	10772,23	10822,23	10761,20

	TOTALES		
	CLAVE	RIÑONES	SOLERA
INTERIOR PRIMARIO	-16,12	-41,43	-14,44
EXTERIOR PRIMARIO	-29,80	-21,54	-31,75
INTERIOR REVESTIMIENTO	-8,52	-0,82	-10,34
EXTERIOR REVESTIMIENTO	-14,28	5,94	-17,46
ACERO DE POSTESADO	10974,89	11024,88	10963,85

DN1200 MDP 7,5 y 10 atm HT 1 a 3 mts **HR= 1,000 m**
CASO NUMERO 1/ 1 : DP: 7,50 at MDP: 7,50 at
PRESION NETA PRUEBA FAB.(PP): 10,21 at STP: 8,50 at
DIAMETRO DEL ALAMBRE: 5,0 mm NUMERO DE ESPIRAS POR METRO: 31

HIPOTESIS DE CALCULO: 2.- (MDP+0.1 MPa) + CARGAS FIJAS

PERDIDAS DE POSTESADO

ACORTAMIENTO ELASTICO	285,08 kp/cm2
RELAJACION	230,15 kp/cm2
FLUENCIA Y RETRACCION	996,26 kp/cm2

TENSIONES

RESIDUAL EN EL ACERO DE POSTESADO	10800,00 kp/cm2

TENSIONES INICIALES EN EL PRIMARIO

INTERIOR	-105,56 kp/cm2
EXTERIOR	-93,64 kp/cm2
0.55*FCK0	-220,00 kp/cm2

TENSIONES FINALES

INTERIOR PRIMARIO	-71,17 kp/cm2
EXTERIOR PRIMARIO	-63,14 kp/cm2
INTERIOR REVESTIMIENTO	-39,62 kp/cm2
EXTERIOR REVESTIMIENTO	-37,91 kp/cm2

ESFUERZOS DE OVALIZACION

	CLAVE	RIÑONES	SOLERA
M kp.cm/cm	208,93	-231,58	256,66
N kp/cm	-1,98	-15,84	-12,33

TENSIONES kp/cm2

INTERIOR PRIMARIO	11,24	-14,06	12,93
EXTERIOR PRIMARIO	-4,68	3,58	-6,63
INTERIOR REVESTIMIENTO	-4,36	3,34	-6,18
EXTERIOR REVESTIMIENTO	-10,30	9,92	-13,48
ACERO DE POSTESADO	-27,77	22,23	-38,80

T E N S I O N E S (kp/cm2)

	PRESION	OVALIZACION + POSTESADO FINAL		
		CLAVE	RIÑONES	SOLERA
INTERIOR PRIMARIO	49,65	-59,93	-85,23	-58,24
EXTERIOR PRIMARIO	43,08	-67,81	-59,55	-69,76
INTERIOR REVESTIMIENTO	40,18	-43,98	-36,27	-45,80
EXTERIOR REVESTIMIENTO	38,45	-48,21	-27,99	-51,39
ACERO DE POSTESADO	229,67	10772,23	10822,23	10761,20

	TOTALES		
	CLAVE	RIÑONES	SOLERA
INTERIOR PRIMARIO	-10,28	-35,59	-8,59
EXTERIOR PRIMARIO	-24,73	-16,47	-26,68
INTERIOR REVESTIMIENTO	-3,80	3,91	-5,61
EXTERIOR REVESTIMIENTO	-9,76	10,47	-12,93
ACERO DE POSTESADO	11001,91	11051,90	10990,87

DN1200 MDP 7,5 y 10 atm HT 1 a 3 mts **HR= 1,000 m**
CASO NUMERO 1/ 1 : DP: 7,50 at MDP: 7,50 at
PRESION NETA PRUEBA FAB.(PP): 10,21 at STP: 8,50 at
DIAMETRO DEL ALAMBRE: 5,0 mm NUMERO DE ESPIRAS POR METRO: 31

HIPOTESIS DE CALCULO: 3.- DP + CARGAS FIJAS + MOVILES

PERDIDAS DE POSTESADO

ACORTAMIENTO ELASTICO	285,08 kp/cm2
RELAJACION	230,15 kp/cm2
FLUENCIA Y RETRACCION	996,26 kp/cm2

TENSIONES

RESIDUAL EN EL ACERO DE POSTESADO	10800,00 kp/cm2

TENSIONES INICIALES EN EL PRIMARIO

INTERIOR	-105,56 kp/cm2
EXTERIOR	-93,64 kp/cm2
0.55*FCK0	-220,00 kp/cm2

TENSIONES FINALES

INTERIOR PRIMARIO	-71,17 kp/cm2
EXTERIOR PRIMARIO	-63,14 kp/cm2
INTERIOR REVESTIMIENTO	-39,62 kp/cm2
EXTERIOR REVESTIMIENTO	-37,91 kp/cm2

ESFUERZOS DE OVALIZACION

	CLAVE	RIÑONES	SOLERA
M kp.cm/cm	439,52	-472,87	514,15
N kp/cm	-7,49	-35,76	-26,41

TENSIONES kp/cm2

INTERIOR PRIMARIO	23,35	-29,02	25,75
EXTERIOR PRIMARIO	-10,14	7,01	-13,43
INTERIOR REVESTIMIENTO	-9,45	6,54	-12,52
EXTERIOR REVESTIMIENTO	-21,95	19,98	-27,14
ACERO DE POSTESADO	-59,99	43,78	-78,53

T E N S I O N E S (kp/cm2)

	PRESION	OVALIZACION + POSTESADO FINAL		
		CLAVE	RIÑONES	SOLERA
INTERIOR PRIMARIO	43,80	-47,82	-100,19	-45,42
EXTERIOR PRIMARIO	38,01	-73,27	-56,13	-76,56
INTERIOR REVESTIMIENTO	35,45	-49,07	-33,08	-52,14
EXTERIOR REVESTIMIENTO	33,93	-59,86	-17,93	-65,05
ACERO DE POSTESADO	202,65	10740,01	10843,78	10721,47

	TOTALES		
	CLAVE	RIÑONES	SOLERA
INTERIOR PRIMARIO	-4,01	-56,39	-1,61
EXTERIOR PRIMARIO	-35,26	-18,11	-38,55
INTERIOR REVESTIMIENTO	-13,62	2,38	-16,68
EXTERIOR REVESTIMIENTO	-25,93	16,00	-31,12
ACERO DE POSTESADO	10942,66	11046,43	10924,12

DN1200 MDP 7,5 y 10 atm HT 1 a 3 mts **HR= 1,000 m**
CASO NUMERO 1/ 1 : DP: 7,50 at MDP: 7,50 at
PRESION NETA PRUEBA FAB.(PP): 10,21 at STP: 8,50 at
DIAMETRO DEL ALAMBRE: 5,0 mm NUMERO DE ESPIRAS POR METRO: 31

HIPOTESIS DE CALCULO: 4.- MDP + Peso propio + Peso de agua

PERDIDAS DE POSTESADO

ACORTAMIENTO ELASTICO	285,08 kp/cm2
RELAJACION	230,15 kp/cm2
FLUENCIA Y RETRACCION	996,26 kp/cm2

TENSIONES

RESIDUAL EN EL ACERO DE POSTESADO	10800,00 kp/cm2

TENSIONES INICIALES EN EL PRIMARIO

INTERIOR	-105,56 kp/cm2
EXTERIOR	-93,64 kp/cm2
0.55*FCK0	-220,00 kp/cm2

TENSIONES FINALES

INTERIOR PRIMARIO	-71,17 kp/cm2
EXTERIOR PRIMARIO	-63,14 kp/cm2
INTERIOR REVESTIMIENTO	-39,62 kp/cm2
EXTERIOR REVESTIMIENTO	-37,91 kp/cm2

ESFUERZOS DE OVALIZACION

	CLAVE	RIÑONES	SOLERA
M kp.cm/cm	90,76	-105,48	120,08
N kp/cm	2,80	-1,92	-0,17

TENSIONES kp/cm2

INTERIOR PRIMARIO	5,21	-5,93	6,55
EXTERIOR PRIMARIO	-1,71	2,10	-2,60
INTERIOR REVESTIMIENTO	-1,59	1,96	-2,43
EXTERIOR REVESTIMIENTO	-4,17	4,96	-5,84
ACERO DE POSTESADO	-10,33	12,64	-15,50

T E N S I O N E S (kp/cm2)

	PRESION	OVALIZACION + POSTESADO FINAL		
		CLAVE	RIÑONES	SOLERA
INTERIOR PRIMARIO	43,80	-65,96	-77,11	-64,62
EXTERIOR PRIMARIO	38,01	-64,84	-61,03	-65,74
INTERIOR REVESTIMIENTO	35,45	-41,21	-37,65	-42,04
EXTERIOR REVESTIMIENTO	33,93	-42,08	-32,95	-43,75
ACERO DE POSTESADO	202,65	10789,67	10812,64	10784,50

	TOTALES		
	CLAVE	RIÑONES	SOLERA
INTERIOR PRIMARIO	-22,16	-33,30	-20,82
EXTERIOR PRIMARIO	-26,83	-23,02	-27,73
INTERIOR REVESTIMIENTO	-5,75	-2,20	-6,59
EXTERIOR REVESTIMIENTO	-8,15	0,98	-9,82
ACERO DE POSTESADO	10992,32	11015,29	10987,15

DN1200 MDP 7,5 y 10 atm HT 1 a 3 mts **HR= 1,000 m**
CASO NUMERO 1/ 1 : DP: 7,50 at MDP: 7,50 at
PRESION NETA PRUEBA FAB.(PP): 10,21 at STP: 8,50 at
DIAMETRO DEL ALAMBRE: 5,0 mm NUMERO DE ESPIRAS POR METRO: 31

HIPOTESIS DE CALCULO: 5.- PPRUEBARED(STP) + 1m TIERRAS

PERDIDAS DE POSTESADO

ACORTAMIENTO ELASTICO	285,08 kp/cm2
RELAJACION	230,15 kp/cm2
FLUENCIA Y RETRACCION	996,26 kp/cm2

TENSIONES

RESIDUAL EN EL ACERO DE POSTESADO	10800,00 kp/cm2

TENSIONES INICIALES EN EL PRIMARIO

INTERIOR	-105,56 kp/cm2
EXTERIOR	-93,64 kp/cm2
0.55*FCK0	-220,00 kp/cm2

TENSIONES FINALES

INTERIOR PRIMARIO	-71,17 kp/cm2
EXTERIOR PRIMARIO	-63,14 kp/cm2
INTERIOR REVESTIMIENTO	-39,62 kp/cm2
EXTERIOR REVESTIMIENTO	-37,91 kp/cm2

ESFUERZOS DE OVALIZACION

	CLAVE	RIÑONES	SOLERA
M kp.cm/cm	208,93	-231,58	256,66
N kp/cm	-1,98	-15,84	-12,33

TENSIONES kp/cm2

INTERIOR PRIMARIO	11,24	-14,06	12,93
EXTERIOR PRIMARIO	-4,68	3,58	-6,63
INTERIOR REVESTIMIENTO	-4,36	3,34	-6,18
EXTERIOR REVESTIMIENTO	-10,30	9,92	-13,48
ACERO DE POSTESADO	-27,77	22,23	-38,80

T E N S I O N E S (kp/cm2)

	PRESION	OVALIZACION + POSTESADO FINAL		
		CLAVE	RIÑONES	SOLERA
INTERIOR PRIMARIO	49,65	-59,93	-85,23	-58,24
EXTERIOR PRIMARIO	43,08	-67,81	-59,55	-69,76
INTERIOR REVESTIMIENTO	40,18	-43,98	-36,27	-45,80
EXTERIOR REVESTIMIENTO	38,45	-48,21	-27,99	-51,39
ACERO DE POSTESADO	229,67	10772,23	10822,23	10761,20

	TOTALES		
	CLAVE	RIÑONES	SOLERA
INTERIOR PRIMARIO	-10,28	-35,59	-8,59
EXTERIOR PRIMARIO	-24,73	-16,47	-26,68
INTERIOR REVESTIMIENTO	-3,80	3,91	-5,61
EXTERIOR REVESTIMIENTO	-9,76	10,47	-12,93
ACERO DE POSTESADO	11001,91	11051,90	10990,87

DN1200 MDP 7,5 y 10 atm HT 1 a 3 mts **HR= 1,000 m**
CASO NUMERO 1/ 1 : DP: 7,50 at MDP: 7,50 at
PRESION NETA PRUEBA FAB.(PP): 10,21 at STP: 8,50 at
DIAMETRO DEL ALAMBRE: 5,0 mm NUMERO DE ESPIRAS POR METRO: 31

HIPOTESIS DE CALCULO: 6.- CARGAS FIJAS + MOVILES, Sin Pres

PERDIDAS DE POSTESADO

ACORTAMIENTO ELASTICO	285,08 kp/cm2
RELAJACION	230,15 kp/cm2
FLUENCIA Y RETRACCION	996,26 kp/cm2

TENSIONES

RESIDUAL EN EL ACERO DE POSTESADO	10800,00 kp/cm2

TENSIONES INICIALES EN EL PRIMARIO

INTERIOR	-105,56 kp/cm2
EXTERIOR	-93,64 kp/cm2
0.55*FCK0	-220,00 kp/cm2

TENSIONES FINALES

INTERIOR PRIMARIO	-71,17 kp/cm2
EXTERIOR PRIMARIO	-63,14 kp/cm2
INTERIOR REVESTIMIENTO	-39,62 kp/cm2
EXTERIOR REVESTIMIENTO	-37,91 kp/cm2

ESFUERZOS DE OVALIZACION

	CLAVE	RIÑONES	SOLERA
M kp.cm/cm	439,52	-472,87	514,15
N kp/cm	-7,49	-35,76	-26,41

TENSIONES kp/cm2

INTERIOR PRIMARIO	23,35	-29,02	25,75
EXTERIOR PRIMARIO	-10,14	7,01	-13,43
INTERIOR REVESTIMIENTO	-9,45	6,54	-12,52
EXTERIOR REVESTIMIENTO	-21,95	19,98	-27,14
ACERO DE POSTESADO	-59,99	43,78	-78,53

T E N S I O N E S (kp/cm2)

	PRESION	OVALIZACION + POSTESADO FINAL		
		CLAVE	RIÑONES	SOLERA
INTERIOR PRIMARIO	0,00	-47,82	-100,19	-45,42
EXTERIOR PRIMARIO	0,00	-73,27	-56,13	-76,56
INTERIOR REVESTIMIENTO	0,00	-49,07	-33,08	-52,14
EXTERIOR REVESTIMIENTO	0,00	-59,86	-17,93	-65,05
ACERO DE POSTESADO	0,00	10740,01	10843,78	10721,47

TOTALES

	CLAVE	RIÑONES	SOLERA
INTERIOR PRIMARIO	-47,82	-100,19	-45,42
EXTERIOR PRIMARIO	-73,27	-56,13	-76,56
INTERIOR REVESTIMIENTO	-49,07	-33,08	-52,14
EXTERIOR REVESTIMIENTO	-59,86	-17,93	-65,05
ACERO DE POSTESADO	10740,01	10843,78	10721,47

DN1200 MDP 7,5 y 10 atm HT 1 a 3 mts **HR= 1,000 m**
CASO NUMERO 2/ 1 : DP: 9,00 at MDP: 10,00 at
PRESION NETA PRUEBA FAB.(PP): 12,10 at STP: 11,00 at
DIAMETRO DEL ALAMBRE: 5,0 mm NUMERO DE ESPIRAS POR METRO: 36

HIPOTESIS DE CALCULO: 1.- DP + CARGAS FIJAS

PERDIDAS DE POSTESADO

ACORTAMIENTO ELASTICO	331,06 kp/cm2
RELAJACION	226,82 kp/cm2
FLUENCIA Y RETRACCION	1079,53 kp/cm2

TENSIONES

RESIDUAL EN EL ACERO DE POSTESADO	10800,00 kp/cm2

TENSIONES INICIALES EN EL PRIMARIO

INTERIOR	-122,16 kp/cm2
EXTERIOR	-108,37 kp/cm2
0.55*FCK0	-220,00 kp/cm2

TENSIONES FINALES

INTERIOR PRIMARIO	-81,91 kp/cm2
EXTERIOR PRIMARIO	-72,67 kp/cm2
INTERIOR REVESTIMIENTO	-47,94 kp/cm2
EXTERIOR REVESTIMIENTO	-45,88 kp/cm2

ESFUERZOS DE OVALIZACION

	CLAVE	RIÑONES	SOLERA
M kp.cm/cm	208,93	-231,58	256,66
N kp/cm	-1,98	-15,84	-12,33

TENSIONES kp/cm2

INTERIOR PRIMARIO	11,23	-14,05	12,92
EXTERIOR PRIMARIO	-4,65	3,55	-6,59
INTERIOR REVESTIMIENTO	-4,33	3,32	-6,14
EXTERIOR REVESTIMIENTO	-10,26	9,88	-13,42
ACERO DE POSTESADO	-27,60	22,08	-38,57

T E N S I O N E S (kp/cm2)

	PRESION	OVALIZACION + POSTESADO FINAL		
		CLAVE	RIÑONES	SOLERA
INTERIOR PRIMARIO	52,34	-70,68	-95,96	-68,99
EXTERIOR PRIMARIO	45,41	-77,31	-69,11	-79,25
INTERIOR REVESTIMIENTO	42,35	-52,27	-44,62	-54,08
EXTERIOR REVESTIMIENTO	40,53	-56,14	-35,99	-59,30
ACERO DE POSTESADO	242,09	10772,40	10822,08	10761,43

	TOTALES		
	CLAVE	RIÑONES	SOLERA
INTERIOR PRIMARIO	-18,34	-43,63	-16,65
EXTERIOR PRIMARIO	-31,90	-23,70	-33,84
INTERIOR REVESTIMIENTO	-9,92	-2,27	-11,73
EXTERIOR REVESTIMIENTO	-15,60	4,54	-18,77
ACERO DE POSTESADO	11014,49	11064,17	11003,52

DN1200 MDP 7,5 y 10 atm HT 1 a 3 mts **HR= 1,000 m**
CASO NUMERO 2/ 1 : DP: 9,00 at MDP: 10,00 at
PRESION NETA PRUEBA FAB.(PP): 12,10 at STP: 11,00 at
DIAMETRO DEL ALAMBRE: 5,0 mm NUMERO DE ESPIRAS POR METRO: 36

HIPOTESIS DE CALCULO: 2.- (MDP+0.1 MPa) + CARGAS FIJAS

PERDIDAS DE POSTESADO

ACORTAMIENTO ELASTICO	331,06 kp/cm2
RELAJACION	226,82 kp/cm2
FLUENCIA Y RETRACCION	1079,53 kp/cm2

TENSIONES

RESIDUAL EN EL ACERO DE POSTESADO	10800,00 kp/cm2

TENSIONES INICIALES EN EL PRIMARIO

INTERIOR	-122,16 kp/cm2
EXTERIOR	-108,37 kp/cm2
0.55*FCK0	-220,00 kp/cm2

TENSIONES FINALES

INTERIOR PRIMARIO	-81,91 kp/cm2
EXTERIOR PRIMARIO	-72,67 kp/cm2
INTERIOR REVESTIMIENTO	-47,94 kp/cm2
EXTERIOR REVESTIMIENTO	-45,88 kp/cm2

ESFUERZOS DE OVALIZACION

	CLAVE	RIÑONES	SOLERA
M kp.cm/cm	208,93	-231,58	256,66
N kp/cm	-1,98	-15,84	-12,33

TENSIONES kp/cm2

INTERIOR PRIMARIO	11,23	-14,05	12,92
EXTERIOR PRIMARIO	-4,65	3,55	-6,59
INTERIOR REVESTIMIENTO	-4,33	3,32	-6,14
EXTERIOR REVESTIMIENTO	-10,26	9,88	-13,42
ACERO DE POSTESADO	-27,60	22,08	-38,57

T E N S I O N E S (kp/cm2)

	PRESION	OVALIZACION + POSTESADO FINAL		
		CLAVE	RIÑONES	SOLERA
INTERIOR PRIMARIO	63,97	-70,68	-95,96	-68,99
EXTERIOR PRIMARIO	55,50	-77,31	-69,11	-79,25
INTERIOR REVESTIMIENTO	51,77	-52,27	-44,62	-54,08
EXTERIOR REVESTIMIENTO	49,54	-56,14	-35,99	-59,30
ACERO DE POSTESADO	295,89	10772,40	10822,08	10761,43

	TOTALES		
	CLAVE	RIÑONES	SOLERA
INTERIOR PRIMARIO	-6,71	-32,00	-5,02
EXTERIOR PRIMARIO	-21,81	-13,61	-23,75
INTERIOR REVESTIMIENTO	-0,51	7,14	-2,32
EXTERIOR REVESTIMIENTO	-6,60	13,54	-9,76
ACERO DE POSTESADO	11068,29	11117,97	11057,31

DN1200 MDP 7,5 y 10 atm HT 1 a 3 mts **HR= 1,000 m**
CASO NUMERO 2/ 1 : DP: 9,00 at MDP: 10,00 at
PRESION NETA PRUEBA FAB.(PP): 12,10 at STP: 11,00 at
DIAMETRO DEL ALAMBRE: 5,0 mm NUMERO DE ESPIRAS POR METRO: 36

HIPOTESIS DE CALCULO: 3.- DP + CARGAS FIJAS + MOVILES

PERDIDAS DE POSTESADO

ACORTAMIENTO ELASTICO	331,06 kp/cm2
RELAJACION	226,82 kp/cm2
FLUENCIA Y RETRACCION	1079,53 kp/cm2

TENSIONES

RESIDUAL EN EL ACERO DE POSTESADO	10800,00 kp/cm2

TENSIONES INICIALES EN EL PRIMARIO

INTERIOR	-122,16 kp/cm2
EXTERIOR	-108,37 kp/cm2
0.55*FCK0	-220,00 kp/cm2

TENSIONES FINALES

INTERIOR PRIMARIO	-81,91 kp/cm2
EXTERIOR PRIMARIO	-72,67 kp/cm2
INTERIOR REVESTIMIENTO	-47,94 kp/cm2
EXTERIOR REVESTIMIENTO	-45,88 kp/cm2

ESFUERZOS DE OVALIZACION

	CLAVE	RIÑONES	SOLERA
M kp.cm/cm	439,52	-472,87	514,15
N kp/cm	-7,49	-35,76	-26,41

TENSIONES kp/cm2

INTERIOR PRIMARIO	23,34	-28,99	25,74
EXTERIOR PRIMARIO	-10,07	6,96	-13,34
INTERIOR REVESTIMIENTO	-9,39	6,49	-12,44
EXTERIOR REVESTIMIENTO	-21,86	19,90	-27,03
ACERO DE POSTESADO	-59,63	43,47	-78,08

T E N S I O N E S (kp/cm2)

	PRESION	OVALIZACION + POSTESADO FINAL		
		CLAVE	RIÑONES	SOLERA
INTERIOR PRIMARIO	52,34	-58,57	-110,90	-56,17
EXTERIOR PRIMARIO	45,41	-82,74	-65,71	-86,01
INTERIOR REVESTIMIENTO	42,35	-57,33	-41,45	-60,38
EXTERIOR REVESTIMIENTO	40,53	-67,73	-25,98	-72,90
ACERO DE POSTESADO	242,09	10740,37	10843,47	10721,92

	TOTALES		
	CLAVE	RIÑONES	SOLERA
INTERIOR PRIMARIO	-6,24	-58,57	-3,84
EXTERIOR PRIMARIO	-37,33	-20,30	-40,60
INTERIOR REVESTIMIENTO	-14,98	0,90	-18,03
EXTERIOR REVESTIMIENTO	-27,20	14,55	-32,37
ACERO DE POSTESADO	10982,46	11085,56	10964,01

DN1200 MDP 7,5 y 10 atm HT 1 a 3 mts **HR= 1,000 m**
CASO NUMERO 2/ 1 : DP: 9,00 at MDP: 10,00 at
PRESION NETA PRUEBA FAB.(PP): 12,10 at STP: 11,00 at
DIAMETRO DEL ALAMBRE: 5,0 mm NUMERO DE ESPIRAS POR METRO: 36

HIPOTESIS DE CALCULO: 4.- MDP + Peso propio + Peso de agua

PERDIDAS DE POSTESADO

ACORTAMIENTO ELASTICO	331,06 kp/cm2
RELAJACION	226,82 kp/cm2
FLUENCIA Y RETRACCION	1079,53 kp/cm2

TENSIONES

RESIDUAL EN EL ACERO DE POSTESADO	10800,00 kp/cm2

TENSIONES INICIALES EN EL PRIMARIO

INTERIOR	-122,16 kp/cm2
EXTERIOR	-108,37 kp/cm2
0.55*FCK0	-220,00 kp/cm2

TENSIONES FINALES

INTERIOR PRIMARIO	-81,91 kp/cm2
EXTERIOR PRIMARIO	-72,67 kp/cm2
INTERIOR REVESTIMIENTO	-47,94 kp/cm2
EXTERIOR REVESTIMIENTO	-45,88 kp/cm2

ESFUERZOS DE OVALIZACION

	CLAVE	RIÑONES	SOLERA
M kp.cm/cm	90,76	-105,48	120,08
N kp/cm	2,80	-1,92	-0,17

TENSIONES kp/cm2

INTERIOR PRIMARIO	5,20	-5,93	6,54
EXTERIOR PRIMARIO	-1,69	2,09	-2,59
INTERIOR REVESTIMIENTO	-1,58	1,95	-2,41
EXTERIOR REVESTIMIENTO	-4,15	4,94	-5,82
ACERO DE POSTESADO	-10,26	12,56	-15,41

T E N S I O N E S (kp/cm2)

	PRESION	OVALIZACION + POSTESADO FINAL		
		CLAVE	RIÑONES	SOLERA
INTERIOR PRIMARIO	58,15	-76,71	-87,84	-75,37
EXTERIOR PRIMARIO	50,46	-74,36	-70,58	-75,25
INTERIOR REVESTIMIENTO	47,06	-49,52	-45,99	-50,35
EXTERIOR REVESTIMIENTO	45,04	-50,03	-40,94	-51,69
ACERO DE POSTESADO	268,99	10789,74	10812,56	10784,59

	TOTALES		
	CLAVE	RIÑONES	SOLERA
INTERIOR PRIMARIO	-18,56	-29,69	-17,22
EXTERIOR PRIMARIO	-23,90	-20,12	-24,79
INTERIOR REVESTIMIENTO	-2,46	1,07	-3,29
EXTERIOR REVESTIMIENTO	-5,00	4,10	-6,66
ACERO DE POSTESADO	11058,73	11081,54	11053,58

DN1200 MDP 7,5 y 10 atm HT 1 a 3 mts **HR= 1,000 m**
CASO NUMERO 2/ 1 : DP: 9,00 at MDP: 10,00 at
PRESION NETA PRUEBA FAB.(PP): 12,10 at STP: 11,00 at
DIAMETRO DEL ALAMBRE: 5,0 mm NUMERO DE ESPIRAS POR METRO: 36

HIPOTESIS DE CALCULO: 5.- PPRUEBARED(STP) + 1m TIERRAS

PERDIDAS DE POSTESADO

ACORTAMIENTO ELASTICO	331,06 kp/cm2
RELAJACION	226,82 kp/cm2
FLUENCIA Y RETRACCION	1079,53 kp/cm2

TENSIONES

RESIDUAL EN EL ACERO DE POSTESADO	10800,00 kp/cm2

TENSIONES INICIALES EN EL PRIMARIO

INTERIOR	-122,16 kp/cm2
EXTERIOR	-108,37 kp/cm2
0.55*FCK0	-220,00 kp/cm2

TENSIONES FINALES

INTERIOR PRIMARIO	-81,91 kp/cm2
EXTERIOR PRIMARIO	-72,67 kp/cm2
INTERIOR REVESTIMIENTO	-47,94 kp/cm2
EXTERIOR REVESTIMIENTO	-45,88 kp/cm2

ESFUERZOS DE OVALIZACION

	CLAVE	RIÑONES	SOLERA
M kp.cm/cm	208,93	-231,58	256,66
N kp/cm	-1,98	-15,84	-12,33

TENSIONES kp/cm2

INTERIOR PRIMARIO	11,23	-14,05	12,92
EXTERIOR PRIMARIO	-4,65	3,55	-6,59
INTERIOR REVESTIMIENTO	-4,33	3,32	-6,14
EXTERIOR REVESTIMIENTO	-10,26	9,88	-13,42
ACERO DE POSTESADO	-27,60	22,08	-38,57

T E N S I O N E S (kp/cm2)

	PRESION	OVALIZACION + POSTESADO FINAL		
		CLAVE	RIÑONES	SOLERA
INTERIOR PRIMARIO	63,97	-70,68	-95,96	-68,99
EXTERIOR PRIMARIO	55,50	-77,31	-69,11	-79,25
INTERIOR REVESTIMIENTO	51,77	-52,27	-44,62	-54,08
EXTERIOR REVESTIMIENTO	49,54	-56,14	-35,99	-59,30
ACERO DE POSTESADO	295,89	10772,40	10822,08	10761,43

	TOTALES		
	CLAVE	RIÑONES	SOLERA
INTERIOR PRIMARIO	-6,71	-32,00	-5,02
EXTERIOR PRIMARIO	-21,81	-13,61	-23,75
INTERIOR REVESTIMIENTO	-0,51	7,14	-2,32
EXTERIOR REVESTIMIENTO	-6,60	13,54	-9,76
ACERO DE POSTESADO	11068,29	11117,97	11057,31

DN1200 MDP 7,5 y 10 atm HT 1 a 3 mts **HR= 1,000 m**
CASO NUMERO 2/ 1 : DP: 9,00 at MDP: 10,00 at
PRESION NETA PRUEBA FAB.(PP): 12,10 at STP: 11,00 at
DIAMETRO DEL ALAMBRE: 5,0 mm NUMERO DE ESPIRAS POR METRO: 36

HIPOTESIS DE CALCULO: 6.- CARGAS FIJAS + MOVILES, Sin Pres

PERDIDAS DE POSTESADO

ACORTAMIENTO ELASTICO	331,06 kp/cm2
RELAJACION	226,82 kp/cm2
FLUENCIA Y RETRACCION	1079,53 kp/cm2

TENSIONES

RESIDUAL EN EL ACERO DE POSTESADO	10800,00 kp/cm2

TENSIONES INICIALES EN EL PRIMARIO

INTERIOR	-122,16 kp/cm2
EXTERIOR	-108,37 kp/cm2
0.55*FCK0	-220,00 kp/cm2

TENSIONES FINALES

INTERIOR PRIMARIO	-81,91 kp/cm2
EXTERIOR PRIMARIO	-72,67 kp/cm2
INTERIOR REVESTIMIENTO	-47,94 kp/cm2
EXTERIOR REVESTIMIENTO	-45,88 kp/cm2

ESFUERZOS DE OVALIZACION

	CLAVE	RIÑONES	SOLERA
M kp.cm/cm	439,52	-472,87	514,15
N kp/cm	-7,49	-35,76	-26,41

TENSIONES kp/cm2

INTERIOR PRIMARIO	23,34	-28,99	25,74
EXTERIOR PRIMARIO	-10,07	6,96	-13,34
INTERIOR REVESTIMIENTO	-9,39	6,49	-12,44
EXTERIOR REVESTIMIENTO	-21,86	19,90	-27,03
ACERO DE POSTESADO	-59,63	43,47	-78,08

T E N S I O N E S (kp/cm2)

	PRESION	OVALIZACION + POSTESADO FINAL		
		CLAVE	RIÑONES	SOLERA
INTERIOR PRIMARIO	0,00	-58,57	-110,90	-56,17
EXTERIOR PRIMARIO	0,00	-82,74	-65,71	-86,01
INTERIOR REVESTIMIENTO	0,00	-57,33	-41,45	-60,38
EXTERIOR REVESTIMIENTO	0,00	-67,73	-25,98	-72,90
ACERO DE POSTESADO	0,00	10740,37	10843,47	10721,92

TOTALES

	CLAVE	RIÑONES	SOLERA
INTERIOR PRIMARIO	-58,57	-110,90	-56,17
EXTERIOR PRIMARIO	-82,74	-65,71	-86,01
INTERIOR REVESTIMIENTO	-57,33	-41,45	-60,38
EXTERIOR REVESTIMIENTO	-67,73	-25,98	-72,90
ACERO DE POSTESADO	10740,37	10843,47	10721,92

DN1200 MDP 7,5 y 10 atm HT 1 a 3 mts **HR= 3,000 m**

di (mm)	de (mm)	GAMMAH (t/m3)	GAMMAT (t/m3)	LAMBDA	Q (t/m2)	CUNA	
1200	1410	2,500	1,800	0,333	5,077	Granular	90º

HIPOTESIS Peso propio

SECCION	MOMENTO (m.t)	AXIL (t)
CLAVE	0,044	0,049
RIÑONES	-0,051	-0,269
SOLERA	0,059	-0,272

HIPOTESIS Peso del fluido

SECCION	MOMENTO (m.t)	AXIL (t)
CLAVE	0,047	0,231
RIÑONES	-0,054	0,077
SOLERA	0,062	0,254

HIPOTESIS Carga 1 metro de Tierras(total)

SECCION	MOMENTO (m.t)	AXIL (t)
CLAVE	0,118	-0,478
RIÑONES	-0,126	-1,392
SOLERA	0,137	-1,216

HIPOTESIS Esfuerzos por Carga vertical pura por tierras

SECCION	MOMENTO (m.t)	AXIL (t)
CLAVE	0,533	0,177
RIÑONES	-0,551	-3,229
SOLERA	0,568	-1,514

DN1200 MDP 7,5 y 10 atm HT 1 a 3 mts **HR= 3,000 m**

HIPOTESIS Carga Móvil

SECCION	MOMENTO (m.t)	AXIL (t)
CLAVE	0,058	0,019
RIÑONES	-0,060	-0,351
SOLERA	0,062	-0,164

HIPOTESIS Empuje lateral con carga móvil

SECCION	MOMENTO (m.t)	AXIL (t)
CLAVE	-0,214	-1,365
RIÑONES	0,221	0,000
SOLERA	-0,213	-1,106

HIPOTESIS Empuje Lateral sin carga móvil

SECCION	MOMENTO (m.t)	AXIL (t)
CLAVE	-0,197	-1,249
RIÑONES	0,204	0,000
SOLERA	-0,197	-1,023

HIPOTESIS Carga de tímpanos

SECCION	MOMENTO (m.t)	AXIL (t)
CLAVE	0,016	0,032
RIÑONES	-0,025	-0,192
SOLERA	0,028	-0,112

DN1200 MDP 7,5 y 10 atm HT 1 a 3 mts **HR= 3,000 m**
CASO NUMERO 1/ 1 : DP: 7,50 at MDP: 7,50 at
PRESION NETA PRUEBA FAB.(PP): 10,96 at STP: 8,50 at
DIAMETRO DEL ALAMBRE: 5,0 mm NUMERO DE ESPIRAS POR METRO: 33

HIPOTESIS DE CALCULO: 1.- DP + CARGAS FIJAS

PERDIDAS DE POSTESADO

ACORTAMIENTO ELASTICO	303,47 kp/cm2
RELAJACION	228,81 kp/cm2
FLUENCIA Y RETRACCION	1029,82 kp/cm2

TENSIONES

RESIDUAL EN EL ACERO DE POSTESADO	10800,00 kp/cm2

TENSIONES INICIALES EN EL PRIMARIO

INTERIOR	-112,21 kp/cm2
EXTERIOR	-99,55 kp/cm2
0.55*FCK0	-220,00 kp/cm2

TENSIONES FINALES

INTERIOR PRIMARIO	-75,46 kp/cm2
EXTERIOR PRIMARIO	-66,94 kp/cm2
INTERIOR REVESTIMIENTO	-42,97 kp/cm2
EXTERIOR REVESTIMIENTO	-41,12 kp/cm2

ESFUERZOS DE OVALIZACION

	CLAVE	RIÑONES	SOLERA
M kp.cm/cm	443,73	-477,28	518,85
N kp/cm	-7,59	-36,12	-26,66

TENSIONES kp/cm2

INTERIOR PRIMARIO	23,57	-29,28	25,98
EXTERIOR PRIMARIO	-10,21	7,05	-13,52
INTERIOR REVESTIMIENTO	-9,52	6,58	-12,61
EXTERIOR REVESTIMIENTO	-22,12	20,13	-27,34
ACERO DE POSTESADO	-60,43	44,04	-79,07

T E N S I O N E S (kp/cm2)

	PRESION	OVALIZACION + POSTESADO FINAL		
		CLAVE	RIÑONES	SOLERA
INTERIOR PRIMARIO	43,73	-51,89	-104,74	-49,48
EXTERIOR PRIMARIO	37,94	-77,15	-59,89	-80,46
INTERIOR REVESTIMIENTO	35,39	-52,49	-36,39	-55,58
EXTERIOR REVESTIMIENTO	33,87	-63,24	-20,99	-68,46
ACERO DE POSTESADO	202,29	10739,57	10844,04	10720,93

	TOTALES		
	CLAVE	RIÑONES	SOLERA
INTERIOR PRIMARIO	-8,16	-61,01	-5,75
EXTERIOR PRIMARIO	-39,20	-21,94	-42,51
INTERIOR REVESTIMIENTO	-17,10	-1,00	-20,19
EXTERIOR REVESTIMIENTO	-29,38	12,88	-34,59
ACERO DE POSTESADO	10941,86	11046,33	10923,21

DN1200 MDP 7,5 y 10 atm HT 1 a 3 mts **HR= 3,000 m**
CASO NUMERO 1/ 1 : DP: 7,50 at MDP: 7,50 at
PRESION NETA PRUEBA FAB.(PP): 10,96 at STP: 8,50 at
DIAMETRO DEL ALAMBRE: 5,0 mm NUMERO DE ESPIRAS POR METRO: 33

HIPOTESIS DE CALCULO: 2.- (MDP+0.1 MPa) + CARGAS FIJAS

PERDIDAS DE POSTESADO

ACORTAMIENTO ELASTICO	303,47 kp/cm2
RELAJACION	228,81 kp/cm2
FLUENCIA Y RETRACCION	1029,82 kp/cm2

TENSIONES

RESIDUAL EN EL ACERO DE POSTESADO	10800,00 kp/cm2

TENSIONES INICIALES EN EL PRIMARIO

INTERIOR	-112,21 kp/cm2
EXTERIOR	-99,55 kp/cm2
0.55*FCK0	-220,00 kp/cm2

TENSIONES FINALES

INTERIOR PRIMARIO	-75,46 kp/cm2
EXTERIOR PRIMARIO	-66,94 kp/cm2
INTERIOR REVESTIMIENTO	-42,97 kp/cm2
EXTERIOR REVESTIMIENTO	-41,12 kp/cm2

ESFUERZOS DE OVALIZACION

	CLAVE	RIÑONES	SOLERA
M kp.cm/cm	443,73	-477,28	518,85
N kp/cm	-7,59	-36,12	-26,66

TENSIONES kp/cm2

INTERIOR PRIMARIO	23,57	-29,28	25,98
EXTERIOR PRIMARIO	-10,21	7,05	-13,52
INTERIOR REVESTIMIENTO	-9,52	6,58	-12,61
EXTERIOR REVESTIMIENTO	-22,12	20,13	-27,34
ACERO DE POSTESADO	-60,43	44,04	-79,07

T E N S I O N E S (kp/cm2)

	PRESION	OVALIZACION + POSTESADO FINAL		
		CLAVE	RIÑONES	SOLERA
INTERIOR PRIMARIO	49,56	-51,89	-104,74	-49,48
EXTERIOR PRIMARIO	43,00	-77,15	-59,89	-80,46
INTERIOR REVESTIMIENTO	40,11	-52,49	-36,39	-55,58
EXTERIOR REVESTIMIENTO	38,38	-63,24	-20,99	-68,46
ACERO DE POSTESADO	229,26	10739,57	10844,04	10720,93

	TOTALES		
	CLAVE	RIÑONES	SOLERA
INTERIOR PRIMARIO	-2,33	-55,18	0,08
EXTERIOR PRIMARIO	-34,15	-16,88	-37,45
INTERIOR REVESTIMIENTO	-12,38	3,72	-15,47
EXTERIOR REVESTIMIENTO	-24,86	17,39	-30,08
ACERO DE POSTESADO	10968,83	11073,30	10950,18

DN1200 MDP 7,5 y 10 atm HT 1 a 3 mts **HR= 3,000 m**
CASO NUMERO 1/ 1 : DP: 7,50 at MDP: 7,50 at
PRESION NETA PRUEBA FAB.(PP): 10,96 at STP: 8,50 at
DIAMETRO DEL ALAMBRE: 5,0 mm NUMERO DE ESPIRAS POR METRO: 33

HIPOTESIS DE CALCULO: 3.- DP + CARGAS FIJAS + MOVILES

PERDIDAS DE POSTESADO

ACORTAMIENTO ELASTICO	303,47 kp/cm2
RELAJACION	228,81 kp/cm2
FLUENCIA Y RETRACCION	1029,82 kp/cm2

TENSIONES

RESIDUAL EN EL ACERO DE POSTESADO	10800,00 kp/cm2

TENSIONES INICIALES EN EL PRIMARIO

INTERIOR	-112,21 kp/cm2
EXTERIOR	-99,55 kp/cm2
0.55*FCK0	-220,00 kp/cm2

TENSIONES FINALES

INTERIOR PRIMARIO	-75,46 kp/cm2
EXTERIOR PRIMARIO	-66,94 kp/cm2
INTERIOR REVESTIMIENTO	-42,97 kp/cm2
EXTERIOR REVESTIMIENTO	-41,12 kp/cm2

ESFUERZOS DE OVALIZACION

	CLAVE	RIÑONES	SOLERA
M kp.cm/cm	484,31	-519,74	564,16
N kp/cm	-8,57	-39,63	-29,14

TENSIONES kp/cm2

INTERIOR PRIMARIO	25,70	-31,91	28,24
EXTERIOR PRIMARIO	-11,17	7,65	-14,71
INTERIOR REVESTIMIENTO	-10,42	7,14	-13,72
EXTERIOR REVESTIMIENTO	-24,17	21,90	-29,74
ACERO DE POSTESADO	-66,09	47,82	-86,05

T E N S I O N E S (kp/cm2)

	PRESION	OVALIZACION + POSTESADO FINAL		
		CLAVE	RIÑONES	SOLERA
INTERIOR PRIMARIO	43,73	-49,76	-107,37	-47,22
EXTERIOR PRIMARIO	37,94	-78,11	-59,29	-81,65
INTERIOR REVESTIMIENTO	35,39	-53,39	-35,83	-56,69
EXTERIOR REVESTIMIENTO	33,87	-65,29	-19,22	-70,86
ACERO DE POSTESADO	202,29	10733,91	10847,82	10713,95

	TOTALES		
	CLAVE	RIÑONES	SOLERA
INTERIOR PRIMARIO	-6,03	-63,64	-3,49
EXTERIOR PRIMARIO	-40,16	-21,34	-43,70
INTERIOR REVESTIMIENTO	-18,00	-0,44	-21,30
EXTERIOR REVESTIMIENTO	-31,42	14,64	-36,99
ACERO DE POSTESADO	10936,20	11050,11	10916,24

DN1200 MDP 7,5 y 10 atm HT 1 a 3 mts **HR= 3,000 m**
CASO NUMERO 1/ 1 : DP: 7,50 at MDP: 7,50 at
PRESION NETA PRUEBA FAB.(PP): 10,96 at STP: 8,50 at
DIAMETRO DEL ALAMBRE: 5,0 mm NUMERO DE ESPIRAS POR METRO: 33

HIPOTESIS DE CALCULO: 4.- MDP + Peso propio + Peso de agua

PERDIDAS DE POSTESADO

ACORTAMIENTO ELASTICO	303,47 kp/cm2
RELAJACION	228,81 kp/cm2
FLUENCIA Y RETRACCION	1029,82 kp/cm2

TENSIONES

RESIDUAL EN EL ACERO DE POSTESADO	10800,00 kp/cm2

TENSIONES INICIALES EN EL PRIMARIO

INTERIOR	-112,21 kp/cm2
EXTERIOR	-99,55 kp/cm2
0.55*FCK0	-220,00 kp/cm2

TENSIONES FINALES

INTERIOR PRIMARIO	-75,46 kp/cm2
EXTERIOR PRIMARIO	-66,94 kp/cm2
INTERIOR REVESTIMIENTO	-42,97 kp/cm2
EXTERIOR REVESTIMIENTO	-41,12 kp/cm2

ESFUERZOS DE OVALIZACION

	CLAVE	RIÑONES	SOLERA
M kp.cm/cm	90,76	-105,48	120,08
N kp/cm	2,80	-1,92	-0,17

TENSIONES kp/cm2

INTERIOR PRIMARIO	5,21	-5,93	6,55
EXTERIOR PRIMARIO	-1,70	2,10	-2,60
INTERIOR REVESTIMIENTO	-1,59	1,96	-2,42
EXTERIOR REVESTIMIENTO	-4,16	4,95	-5,83
ACERO DE POSTESADO	-10,30	12,60	-15,46

T E N S I O N E S (kp/cm2)

	PRESION	OVALIZACION + POSTESADO FINAL		
		CLAVE	RIÑONES	SOLERA
INTERIOR PRIMARIO	43,73	-70,25	-81,39	-68,91
EXTERIOR PRIMARIO	37,94	-68,64	-64,84	-69,54
INTERIOR REVESTIMIENTO	35,39	-44,56	-41,01	-45,39
EXTERIOR REVESTIMIENTO	33,87	-45,29	-36,17	-46,95
ACERO DE POSTESADO	202,29	10789,70	10812,60	10784,54

	TOTALES		
	CLAVE	RIÑONES	SOLERA
INTERIOR PRIMARIO	-26,52	-37,66	-25,18
EXTERIOR PRIMARIO	-30,70	-26,90	-31,59
INTERIOR REVESTIMIENTO	-9,17	-5,62	-10,00
EXTERIOR REVESTIMIENTO	-11,42	-2,30	-13,08
ACERO DE POSTESADO	10991,99	11014,89	10986,82

DN1200 MDP 7,5 y 10 atm HT 1 a 3 mts **HR= 3,000 m**
CASO NUMERO 1/ 1 : DP: 7,50 at MDP: 7,50 at
PRESION NETA PRUEBA FAB.(PP): 10,96 at STP: 8,50 at
DIAMETRO DEL ALAMBRE: 5,0 mm NUMERO DE ESPIRAS POR METRO: 33

HIPOTESIS DE CALCULO: 5.- PPRUEBARED(STP) + 1m TIERRAS

PERDIDAS DE POSTESADO

ACORTAMIENTO ELASTICO	303,47 kp/cm2
RELAJACION	228,81 kp/cm2
FLUENCIA Y RETRACCION	1029,82 kp/cm2

TENSIONES

RESIDUAL EN EL ACERO DE POSTESADO	10800,00 kp/cm2

TENSIONES INICIALES EN EL PRIMARIO

INTERIOR	-112,21 kp/cm2
EXTERIOR	-99,55 kp/cm2
0.55*FCK0	-220,00 kp/cm2

TENSIONES FINALES

INTERIOR PRIMARIO	-75,46 kp/cm2
EXTERIOR PRIMARIO	-66,94 kp/cm2
INTERIOR REVESTIMIENTO	-42,97 kp/cm2
EXTERIOR REVESTIMIENTO	-41,12 kp/cm2

ESFUERZOS DE OVALIZACION

	CLAVE	RIÑONES	SOLERA
M kp.cm/cm	208,93	-231,58	256,66
N kp/cm	-1,98	-15,84	-12,33

TENSIONES kp/cm2

INTERIOR PRIMARIO	11,24	-14,06	12,93
EXTERIOR PRIMARIO	-4,67	3,57	-6,61
INTERIOR REVESTIMIENTO	-4,35	3,33	-6,16
EXTERIOR REVESTIMIENTO	-10,28	9,91	-13,45
ACERO DE POSTESADO	-27,70	22,17	-38,71

T E N S I O N E S (kp/cm2)

	PRESION	OVALIZACION + POSTESADO FINAL		
		CLAVE	RIÑONES	SOLERA
INTERIOR PRIMARIO	49,56	-64,22	-89,52	-62,53
EXTERIOR PRIMARIO	43,00	-71,60	-63,37	-73,55
INTERIOR REVESTIMIENTO	40,11	-47,32	-39,64	-49,13
EXTERIOR REVESTIMIENTO	38,38	-51,41	-31,21	-54,57
ACERO DE POSTESADO	229,26	10772,30	10822,17	10761,29

	TOTALES		
	CLAVE	RIÑONES	SOLERA
INTERIOR PRIMARIO	-14,66	-39,96	-12,97
EXTERIOR PRIMARIO	-28,60	-20,36	-30,55
INTERIOR REVESTIMIENTO	-7,21	0,47	-9,03
EXTERIOR REVESTIMIENTO	-13,02	7,17	-16,19
ACERO DE POSTESADO	11001,56	11051,43	10990,55

DN1200 MDP 7,5 y 10 atm HT 1 a 3 mts **HR= 3,000 m**
CASO NUMERO 1/ 1 : DP: 7,50 at MDP: 7,50 at
PRESION NETA PRUEBA FAB.(PP): 10,96 at STP: 8,50 at
DIAMETRO DEL ALAMBRE: 5,0 mm NUMERO DE ESPIRAS POR METRO: 33

HIPOTESIS DE CALCULO: 6.- CARGAS FIJAS + MOVILES, Sin Pres

PERDIDAS DE POSTESADO

ACORTAMIENTO ELASTICO	303,47 kp/cm2
RELAJACION	228,81 kp/cm2
FLUENCIA Y RETRACCION	1029,82 kp/cm2

TENSIONES

RESIDUAL EN EL ACERO DE POSTESADO	10800,00 kp/cm2

TENSIONES INICIALES EN EL PRIMARIO

INTERIOR	-112,21 kp/cm2
EXTERIOR	-99,55 kp/cm2
0.55*FCK0	-220,00 kp/cm2

TENSIONES FINALES

INTERIOR PRIMARIO	-75,46 kp/cm2
EXTERIOR PRIMARIO	-66,94 kp/cm2
INTERIOR REVESTIMIENTO	-42,97 kp/cm2
EXTERIOR REVESTIMIENTO	-41,12 kp/cm2

ESFUERZOS DE OVALIZACION

	CLAVE	RIÑONES	SOLERA
M kp.cm/cm	484,31	-519,74	564,16
N kp/cm	-8,57	-39,63	-29,14

TENSIONES kp/cm2

INTERIOR PRIMARIO	25,70	-31,91	28,24
EXTERIOR PRIMARIO	-11,17	7,65	-14,71
INTERIOR REVESTIMIENTO	-10,42	7,14	-13,72
EXTERIOR REVESTIMIENTO	-24,17	21,90	-29,74
ACERO DE POSTESADO	-66,09	47,82	-86,05

T E N S I O N E S (kp/cm2)

	PRESION	OVALIZACION + POSTESADO FINAL		
		CLAVE	RIÑONES	SOLERA
INTERIOR PRIMARIO	0,00	-49,76	-107,37	-47,22
EXTERIOR PRIMARIO	0,00	-78,11	-59,29	-81,65
INTERIOR REVESTIMIENTO	0,00	-53,39	-35,83	-56,69
EXTERIOR REVESTIMIENTO	0,00	-65,29	-19,22	-70,86
ACERO DE POSTESADO	0,00	10733,91	10847,82	10713,95

	TOTALES		
	CLAVE	RIÑONES	SOLERA
INTERIOR PRIMARIO	-49,76	-107,37	-47,22
EXTERIOR PRIMARIO	-78,11	-59,29	-81,65
INTERIOR REVESTIMIENTO	-53,39	-35,83	-56,69
EXTERIOR REVESTIMIENTO	-65,29	-19,22	-70,86
ACERO DE POSTESADO	10733,91	10847,82	10713,95

DN1200 MDP 7,5 y 10 atm HT 1 a 3 mts **HR= 3,000 m**
CASO NUMERO 2/ 1 : DP: 9,00 at MDP: 10,00 at
PRESION NETA PRUEBA FAB.(PP): 12,48 at STP: 11,00 at
DIAMETRO DEL ALAMBRE: 5,0 mm NUMERO DE ESPIRAS POR METRO: 37

HIPOTESIS DE CALCULO: 1.- DP + CARGAS FIJAS

PERDIDAS DE POSTESADO

ACORTAMIENTO ELASTICO	340,26 kp/cm2
RELAJACION	226,16 kp/cm2
FLUENCIA Y RETRACCION	1095,93 kp/cm2

TENSIONES

RESIDUAL EN EL ACERO DE POSTESADO	10800,00 kp/cm2

TENSIONES INICIALES EN EL PRIMARIO

INTERIOR	-125,47 kp/cm2
EXTERIOR	-111,30 kp/cm2
0.55*FCK0	-220,00 kp/cm2

TENSIONES FINALES

INTERIOR PRIMARIO	-84,07 kp/cm2
EXTERIOR PRIMARIO	-74,58 kp/cm2
INTERIOR REVESTIMIENTO	-49,58 kp/cm2
EXTERIOR REVESTIMIENTO	-47,45 kp/cm2

ESFUERZOS DE OVALIZACION

	CLAVE	RIÑONES	SOLERA
M kp.cm/cm	443,73	-477,28	518,85
N kp/cm	-7,59	-36,12	-26,66

TENSIONES kp/cm2

INTERIOR PRIMARIO	23,56	-29,26	25,97
EXTERIOR PRIMARIO	-10,16	7,01	-13,45
INTERIOR REVESTIMIENTO	-9,47	6,53	-12,54
EXTERIOR REVESTIMIENTO	-22,05	20,06	-27,25
ACERO DE POSTESADO	-60,14	43,79	-78,71

T E N S I O N E S (kp/cm2)

	PRESION	OVALIZACION + POSTESADO FINAL		
		CLAVE	RIÑONES	SOLERA
INTERIOR PRIMARIO	52,29	-60,51	-113,33	-58,10
EXTERIOR PRIMARIO	45,37	-84,74	-67,57	-88,03
INTERIOR REVESTIMIENTO	42,32	-59,05	-43,04	-62,12
EXTERIOR REVESTIMIENTO	40,50	-69,50	-27,38	-74,70
ACERO DE POSTESADO	241,87	10739,86	10843,79	10721,29

	TOTALES		
	CLAVE	RIÑONES	SOLERA
INTERIOR PRIMARIO	-8,22	-61,04	-5,81
EXTERIOR PRIMARIO	-39,37	-22,20	-42,66
INTERIOR REVESTIMIENTO	-16,74	-0,73	-19,81
EXTERIOR REVESTIMIENTO	-29,00	13,11	-34,20
ACERO DE POSTESADO	10981,73	11085,67	10963,17

DN1200 MDP 7,5 y 10 atm HT 1 a 3 mts **HR= 3,000 m**
CASO NUMERO 2/ 1 : DP: 9,00 at MDP: 10,00 at
PRESION NETA PRUEBA FAB.(PP): 12,48 at STP: 11,00 at
DIAMETRO DEL ALAMBRE: 5,0 mm NUMERO DE ESPIRAS POR METRO: 37

HIPOTESIS DE CALCULO: 2.- (MDP+0.1 MPa) + CARGAS FIJAS

PERDIDAS DE POSTESADO

ACORTAMIENTO ELASTICO	340,26 kp/cm2
RELAJACION	226,16 kp/cm2
FLUENCIA Y RETRACCION	1095,93 kp/cm2

TENSIONES

RESIDUAL EN EL ACERO DE POSTESADO	10800,00 kp/cm2

TENSIONES INICIALES EN EL PRIMARIO

INTERIOR	-125,47 kp/cm2
EXTERIOR	-111,30 kp/cm2
0.55*FCK0	-220,00 kp/cm2

TENSIONES FINALES

INTERIOR PRIMARIO	-84,07 kp/cm2
EXTERIOR PRIMARIO	-74,58 kp/cm2
INTERIOR REVESTIMIENTO	-49,58 kp/cm2
EXTERIOR REVESTIMIENTO	-47,45 kp/cm2

ESFUERZOS DE OVALIZACION

	CLAVE	RIÑONES	SOLERA
M kp.cm/cm	443,73	-477,28	518,85
N kp/cm	-7,59	-36,12	-26,66

TENSIONES kp/cm2

INTERIOR PRIMARIO	23,56	-29,26	25,97
EXTERIOR PRIMARIO	-10,16	7,01	-13,45
INTERIOR REVESTIMIENTO	-9,47	6,53	-12,54
EXTERIOR REVESTIMIENTO	-22,05	20,06	-27,25
ACERO DE POSTESADO	-60,14	43,79	-78,71

T E N S I O N E S (kp/cm2)

	PRESION	OVALIZACION + POSTESADO FINAL		
		CLAVE	RIÑONES	SOLERA
INTERIOR PRIMARIO	63,91	-60,51	-113,33	-58,10
EXTERIOR PRIMARIO	55,45	-84,74	-67,57	-88,03
INTERIOR REVESTIMIENTO	51,72	-59,05	-43,04	-62,12
EXTERIOR REVESTIMIENTO	49,49	-69,50	-27,38	-74,70
ACERO DE POSTESADO	295,62	10739,86	10843,79	10721,29

	TOTALES		
	CLAVE	RIÑONES	SOLERA
INTERIOR PRIMARIO	3,40	-49,42	5,81
EXTERIOR PRIMARIO	-29,28	-12,12	-32,58
INTERIOR REVESTIMIENTO	-7,33	8,67	-10,40
EXTERIOR REVESTIMIENTO	-20,00	22,11	-25,20
ACERO DE POSTESADO	11035,48	11139,42	11016,91

DN1200 MDP 7,5 y 10 atm HT 1 a 3 mts **HR= 3,000 m**
CASO NUMERO 2/ 1 : DP: 9,00 at MDP: 10,00 at
PRESION NETA PRUEBA FAB.(PP): 12,48 at STP: 11,00 at
DIAMETRO DEL ALAMBRE: 5,0 mm NUMERO DE ESPIRAS POR METRO: 37

HIPOTESIS DE CALCULO: 3.- DP + CARGAS FIJAS + MOVILES

PERDIDAS DE POSTESADO

ACORTAMIENTO ELASTICO	340,26 kp/cm2
RELAJACION	226,16 kp/cm2
FLUENCIA Y RETRACCION	1095,93 kp/cm2

TENSIONES

RESIDUAL EN EL ACERO DE POSTESADO	10800,00 kp/cm2

TENSIONES INICIALES EN EL PRIMARIO

INTERIOR	-125,47 kp/cm2
EXTERIOR	-111,30 kp/cm2
0.55*FCK0	-220,00 kp/cm2

TENSIONES FINALES

INTERIOR PRIMARIO	-84,07 kp/cm2
EXTERIOR PRIMARIO	-74,58 kp/cm2
INTERIOR REVESTIMIENTO	-49,58 kp/cm2
EXTERIOR REVESTIMIENTO	-47,45 kp/cm2

ESFUERZOS DE OVALIZACION

	CLAVE	RIÑONES	SOLERA
M kp.cm/cm	484,31	-519,74	564,16
N kp/cm	-8,57	-39,63	-29,14

TENSIONES kp/cm2

INTERIOR PRIMARIO	25,69	-31,88	28,23
EXTERIOR PRIMARIO	-11,11	7,60	-14,64
INTERIOR REVESTIMIENTO	-10,36	7,09	-13,65
EXTERIOR REVESTIMIENTO	-24,09	21,82	-29,64
ACERO DE POSTESADO	-65,77	47,55	-85,65

T E N S I O N E S (kp/cm2)

	PRESION	OVALIZACION + POSTESADO FINAL		
		CLAVE	RIÑONES	SOLERA
INTERIOR PRIMARIO	52,29	-58,38	-115,95	-55,84
EXTERIOR PRIMARIO	45,37	-85,69	-66,98	-89,22
INTERIOR REVESTIMIENTO	42,32	-59,94	-42,49	-63,23
EXTERIOR REVESTIMIENTO	40,50	-71,54	-25,62	-77,09
ACERO DE POSTESADO	241,87	10734,23	10847,55	10714,35

	TOTALES		
	CLAVE	RIÑONES	SOLERA
INTERIOR PRIMARIO	-6,09	-63,67	-3,56
EXTERIOR PRIMARIO	-40,32	-21,61	-43,85
INTERIOR REVESTIMIENTO	-17,63	-0,17	-20,92
EXTERIOR REVESTIMIENTO	-31,04	14,87	-36,59
ACERO DE POSTESADO	10976,10	11089,43	10956,22

DN1200 MDP 7,5 y 10 atm HT 1 a 3 mts **HR= 3,000 m**
CASO NUMERO 2/ 1 : DP: 9,00 at MDP: 10,00 at
PRESION NETA PRUEBA FAB.(PP): 12,48 at STP: 11,00 at
DIAMETRO DEL ALAMBRE: 5,0 mm NUMERO DE ESPIRAS POR METRO: 37

HIPOTESIS DE CALCULO: 4.- MDP + Peso propio + Peso de agua

PERDIDAS DE POSTESADO

ACORTAMIENTO ELASTICO	340,26 kp/cm2
RELAJACION	226,16 kp/cm2
FLUENCIA Y RETRACCION	1095,93 kp/cm2

TENSIONES

RESIDUAL EN EL ACERO DE POSTESADO	10800,00 kp/cm2

TENSIONES INICIALES EN EL PRIMARIO

INTERIOR	-125,47 kp/cm2
EXTERIOR	-111,30 kp/cm2
0.55*FCK0	-220,00 kp/cm2

TENSIONES FINALES

INTERIOR PRIMARIO	-84,07 kp/cm2
EXTERIOR PRIMARIO	-74,58 kp/cm2
INTERIOR REVESTIMIENTO	-49,58 kp/cm2
EXTERIOR REVESTIMIENTO	-47,45 kp/cm2

ESFUERZOS DE OVALIZACION

	CLAVE	RIÑONES	SOLERA
M kp.cm/cm	90,76	-105,48	120,08
N kp/cm	2,80	-1,92	-0,17

TENSIONES kp/cm2

INTERIOR PRIMARIO	5,20	-5,93	6,54
EXTERIOR PRIMARIO	-1,69	2,09	-2,58
INTERIOR REVESTIMIENTO	-1,58	1,94	-2,41
EXTERIOR REVESTIMIENTO	-4,15	4,93	-5,81
ACERO DE POSTESADO	-10,25	12,54	-15,39

T E N S I O N E S (kp/cm2)

	PRESION	OVALIZACION + POSTESADO FINAL		
		CLAVE	RIÑONES	SOLERA
INTERIOR PRIMARIO	58,10	-78,87	-90,00	-77,53
EXTERIOR PRIMARIO	50,41	-76,27	-72,49	-77,16
INTERIOR REVESTIMIENTO	47,02	-51,16	-47,63	-51,99
EXTERIOR REVESTIMIENTO	44,99	-51,60	-42,51	-53,26
ACERO DE POSTESADO	268,75	10789,75	10812,54	10784,61

	TOTALES		
	CLAVE	RIÑONES	SOLERA
INTERIOR PRIMARIO	-20,77	-31,90	-19,43
EXTERIOR PRIMARIO	-25,86	-22,08	-26,75
INTERIOR REVESTIMIENTO	-4,14	-0,62	-4,97
EXTERIOR REVESTIMIENTO	-6,60	2,48	-8,26
ACERO DE POSTESADO	11058,50	11081,29	11053,36

DN1200 MDP 7,5 y 10 atm HT 1 a 3 mts **HR= 3,000 m**
CASO NUMERO 2/ 1 : DP: 9,00 at MDP: 10,00 at
PRESION NETA PRUEBA FAB.(PP): 12,48 at STP: 11,00 at
DIAMETRO DEL ALAMBRE: 5,0 mm NUMERO DE ESPIRAS POR METRO: 37

HIPOTESIS DE CALCULO: 5.- PPRUEBARED(STP) + 1m TIERRAS

PERDIDAS DE POSTESADO

ACORTAMIENTO ELASTICO	340,26 kp/cm2
RELAJACION	226,16 kp/cm2
FLUENCIA Y RETRACCION	1095,93 kp/cm2

TENSIONES

RESIDUAL EN EL ACERO DE POSTESADO	10800,00 kp/cm2

TENSIONES INICIALES EN EL PRIMARIO

INTERIOR	-125,47 kp/cm2
EXTERIOR	-111,30 kp/cm2
0.55*FCK0	-220,00 kp/cm2

TENSIONES FINALES

INTERIOR PRIMARIO	-84,07 kp/cm2
EXTERIOR PRIMARIO	-74,58 kp/cm2
INTERIOR REVESTIMIENTO	-49,58 kp/cm2
EXTERIOR REVESTIMIENTO	-47,45 kp/cm2

ESFUERZOS DE OVALIZACION

	CLAVE	RIÑONES	SOLERA
M kp.cm/cm	208,93	-231,58	256,66
N kp/cm	-1,98	-15,84	-12,33

TENSIONES kp/cm2

INTERIOR PRIMARIO	11,23	-14,05	12,92
EXTERIOR PRIMARIO	-4,64	3,55	-6,58
INTERIOR REVESTIMIENTO	-4,33	3,31	-6,13
EXTERIOR REVESTIMIENTO	-10,25	9,87	-13,41
ACERO DE POSTESADO	-27,56	22,05	-38,53

T E N S I O N E S (kp/cm2)

	PRESION	OVALIZACION + POSTESADO FINAL		
		CLAVE	RIÑONES	SOLERA
INTERIOR PRIMARIO	63,91	-72,84	-98,12	-71,15
EXTERIOR PRIMARIO	55,45	-79,22	-71,03	-81,16
INTERIOR REVESTIMIENTO	51,72	-53,91	-46,27	-55,71
EXTERIOR REVESTIMIENTO	49,49	-57,70	-37,57	-60,86
ACERO DE POSTESADO	295,62	10772,44	10822,05	10761,47

	TOTALES		
	CLAVE	RIÑONES	SOLERA
INTERIOR PRIMARIO	-8,93	-34,21	-7,24
EXTERIOR PRIMARIO	-23,77	-15,58	-25,70
INTERIOR REVESTIMIENTO	-2,19	5,45	-3,99
EXTERIOR REVESTIMIENTO	-8,20	11,92	-11,36
ACERO DE POSTESADO	11068,06	11117,67	11057,09

DN1200 MDP 7,5 y 10 atm HT 1 a 3 mts **HR= 3,000 m**
CASO NUMERO 2/ 1 : DP: 9,00 at MDP: 10,00 at
PRESION NETA PRUEBA FAB.(PP): 12,48 at STP: 11,00 at
DIAMETRO DEL ALAMBRE: 5,0 mm NUMERO DE ESPIRAS POR METRO: 37

HIPOTESIS DE CALCULO: 6.- CARGAS FIJAS + MOVILES, Sin Pres

PERDIDAS DE POSTESADO

ACORTAMIENTO ELASTICO	340,26 kp/cm2
RELAJACION	226,16 kp/cm2
FLUENCIA Y RETRACCION	1095,93 kp/cm2

TENSIONES

RESIDUAL EN EL ACERO DE POSTESADO	10800,00 kp/cm2

TENSIONES INICIALES EN EL PRIMARIO

INTERIOR	-125,47 kp/cm2
EXTERIOR	-111,30 kp/cm2
0.55*FCK0	-220,00 kp/cm2

TENSIONES FINALES

INTERIOR PRIMARIO	-84,07 kp/cm2
EXTERIOR PRIMARIO	-74,58 kp/cm2
INTERIOR REVESTIMIENTO	-49,58 kp/cm2
EXTERIOR REVESTIMIENTO	-47,45 kp/cm2

ESFUERZOS DE OVALIZACION

	CLAVE	RIÑONES	SOLERA
M kp.cm/cm	484,31	-519,74	564,16
N kp/cm	-8,57	-39,63	-29,14

TENSIONES kp/cm2

INTERIOR PRIMARIO	25,69	-31,88	28,23
EXTERIOR PRIMARIO	-11,11	7,60	-14,64
INTERIOR REVESTIMIENTO	-10,36	7,09	-13,65
EXTERIOR REVESTIMIENTO	-24,09	21,82	-29,64
ACERO DE POSTESADO	-65,77	47,55	-85,65

T E N S I O N E S (kp/cm2)

	PRESION	OVALIZACION + POSTESADO FINAL		
		CLAVE	RIÑONES	SOLERA
INTERIOR PRIMARIO	0,00	-58,38	-115,95	-55,84
EXTERIOR PRIMARIO	0,00	-85,69	-66,98	-89,22
INTERIOR REVESTIMIENTO	0,00	-59,94	-42,49	-63,23
EXTERIOR REVESTIMIENTO	0,00	-71,54	-25,62	-77,09
ACERO DE POSTESADO	0,00	10734,23	10847,55	10714,35

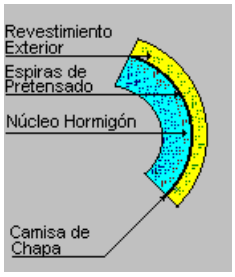
TOTALES

	CLAVE	RIÑONES	SOLERA
INTERIOR PRIMARIO	-58,38	-115,95	-55,84
EXTERIOR PRIMARIO	-85,69	-66,98	-89,22
INTERIOR REVESTIMIENTO	-59,94	-42,49	-63,23
EXTERIOR REVESTIMIENTO	-71,54	-25,62	-77,09
ACERO DE POSTESADO	10734,23	10847,55	10714,35

Proyecto de la red de riego del Sector I del Canal de San José (ZAMORA)

Cliente: ITACYL **FECHA: 18/05/2020 8:45:46**

DN1100 MDP 7,5 y 10 atm HT 1 a 3 mts
TIPO DE TUBO : hormigón postesado con camisa revestida



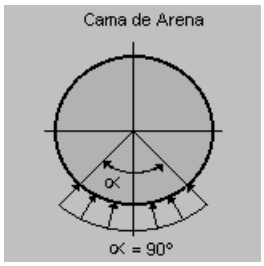
CARACTERISTICAS DEL TUBO

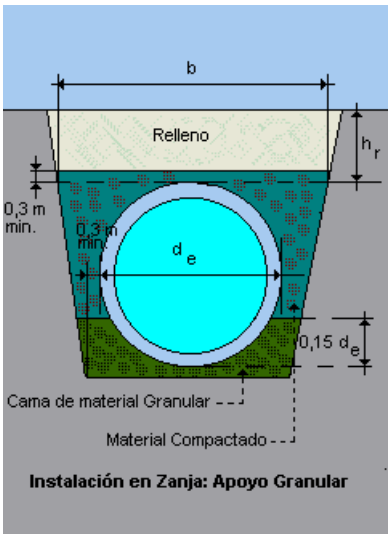
Diámetro interior	:	1100 mm
Espesor	:	100 mm
Recubrimiento interior	:	70 mm
Recubrimiento exterior	:	30 mm

Densidad del material del tubo : 2,500 t/m3

DATOS DEL RELLENO Y DE LA COLOCACION

Tipo de cuna : Granular 90º
Tipo de colocación : Zanja, relleno compactado





DN1100 MDP 7,5 y 10 atm HT 1 a 3 mts

DATOS DEL RELLENO Y DE LA COLOCACION (CONTINUACION)

Densidad del relleno : 1,800 t/m3
Angulo de rozamiento interno del relleno : 30º
Ancho de la zanja (b): 2,500 m
Tipo de relleno : Cohesivo, Arena Arcillosa (0,150)

DATOS DE LAS HIPOTESIS DE CALCULO

Carga : Eje de 13 Toneladas
Coeficiente de impacto : 1,30

Tierr HR	Carg de tierras (zanja)		Carg de tierras (terraplén)		Carg de tierras (adoptada)		Cargas móviles		Carga vertical total	
M	T/m2	T/m	T/m2	T/m	T/m2	T/m	T/m2	T/m	T/m2	T/m
1,00	1,7	2,2	2,1	2,7	1,7	2,2	0,0	0,0	1,7	2,2
1,00	1,7	2,2	2,1	2,7	1,7	2,2	2,8	3,7	4,5	5,9
3,00	4,5	5,9	8,1	10,5	4,5	5,9	0,5	0,6	5,0	6,5

DN1100 MDP 7,5 y 10 atm HT 1 a 3 mts

CARACTERISTICAS DE POSTESADO

RADIO INTERIOR	550,0	mm
ESPESOR DEL PRIMARIO	70,0	mm
RECUBRIMIENTO INTERIOR DE LA CAMISA	70,0	mm
ESPESOR DE LA CAMISA	1,50	mm
MODULO DE ELASTICIDAD ACERO CAMISA	2100000	kp/cm2
ESPESOR DEL REVESTIMIENTO	30,0	mm
FCK PRIMARIO AL ZUNCHAR	400	kp/cm2
FCK PRIMARIO FINAL	450	kp/cm2
FCT,K PRIMARIO FINAL	27	kp/cm2
FCK REVESTIMIENTO	350	kp/cm2
FCT,K REVESTIMIENTO	22,45	kp/cm2
COEFICIENTE DE FLUENCIA PRIMARIO	1,50	
COEFICIENTE DE FLUENCIA REVESTIMIENTO	0,75	
COEFICIENTE RETRACCION PRIMARIO	0,00020	
COEFICIENTE RETRACCION REVESTIMIENTO	0,00030	
TENSION DE ROTURA DEL ACERO DE POSTESAR	18000	kp/cm2
MODULO DE ELASTICIDAD ACERO DE POSTESAR	2000000	kp/cm2
RELAJACION FINAL	2,00	%
TENSION DE TESADO	13500,00	kp/cm2

DN1100 MDP 7,5 y 10 atm HT 1 a 3 mts **HR= 1,000 m**

di (mm)	de (mm)	GAMMAH (t/m3)	GAMMAT (t/m3)	LAMBDA	Q (t/m2)	CUNA	
1100	1300	2,500	1,800	0,333	4,522	Granular	90º

HIPOTESIS Peso propio

SECCION	MOMENTO (m.t)	AXIL (t)
CLAVE	0,036	0,043
RIÑONES	-0,041	-0,236
SOLERA	0,047	-0,238

HIPOTESIS Peso del fluido

SECCION	MOMENTO (m.t)	AXIL (t)
CLAVE	0,036	0,194
RIÑONES	-0,042	0,065
SOLERA	0,048	0,214

HIPOTESIS Carga 1 metro de Tierras(total)

SECCION	MOMENTO (m.t)	AXIL (t)
CLAVE	0,101	-0,428
RIÑONES	-0,108	-1,266
SOLERA	0,116	-1,093

HIPOTESIS Esfuerzos por Carga vertical pura por tierras

SECCION	MOMENTO (m.t)	AXIL (t)
CLAVE	0,167	0,061
RIÑONES	-0,173	-1,103
SOLERA	0,178	-0,518

DN1100 MDP 7,5 y 10 atm HT 1 a 3 mts **HR= 1,000 m**

HIPOTESIS Carga Móvil

SECCION	MOMENTO (m.t)	AXIL (t)
CLAVE	0,279	0,102
RIÑONES	-0,288	-1,837
SOLERA	0,297	-0,863

HIPOTESIS Empuje lateral con carga móvil

SECCION	MOMENTO (m.t)	AXIL (t)
CLAVE	-0,162	-1,127
RIÑONES	0,168	0,000
SOLERA	-0,162	-0,915

HIPOTESIS Empuje Lateral sin carga móvil

SECCION	MOMENTO (m.t)	AXIL (t)
CLAVE	-0,079	-0,517
RIÑONES	0,084	0,000
SOLERA	-0,083	-0,480

HIPOTESIS Carga de tímpanos

SECCION	MOMENTO (m.t)	AXIL (t)
CLAVE	0,013	0,028
RIÑONES	-0,019	-0,163
SOLERA	0,022	-0,095

DN1100 MDP 7,5 y 10 atm HT 1 a 3 mts **HR= 1,000 m**
CASO NUMERO 1/ 2 : DP: 7,50 at MDP: 7,50 at
PRESION NETA PRUEBA FAB.(PP): 10,17 at STP: 8,50 at
DIAMETRO DEL ALAMBRE: 5,0 mm NUMERO DE ESPIRAS POR METRO: 28

HIPOTESIS DE CALCULO: 1.- DP + CARGAS FIJAS

PERDIDAS DE POSTESADO

ACORTAMIENTO ELASTICO	275,62 kp/cm2
RELAJACION	231,09 kp/cm2
FLUENCIA Y RETRACCION	972,78 kp/cm2

TENSIONES

RESIDUAL EN EL ACERO DE POSTESADO	10800,00 kp/cm2

TENSIONES INICIALES EN EL PRIMARIO

INTERIOR	-101,85 kp/cm2
EXTERIOR	-90,12 kp/cm2
0.55*FCK0	-220,00 kp/cm2

TENSIONES FINALES

INTERIOR PRIMARIO	-68,06 kp/cm2
EXTERIOR PRIMARIO	-60,22 kp/cm2
INTERIOR REVESTIMIENTO	-37,27 kp/cm2
EXTERIOR REVESTIMIENTO	-35,53 kp/cm2

ESFUERZOS DE OVALIZACION

	CLAVE	RIÑONES	SOLERA
M kp.cm/cm	172,56	-190,84	211,16
N kp/cm	-1,91	-14,36	-11,17

TENSIONES kp/cm2

INTERIOR PRIMARIO	10,26	-12,88	11,73
EXTERIOR PRIMARIO	-4,03	2,92	-5,76
INTERIOR REVESTIMIENTO	-3,76	2,72	-5,37
EXTERIOR REVESTIMIENTO	-9,47	9,04	-12,36
ACERO DE POSTESADO	-24,21	18,58	-34,01

T E N S I O N E S (kp/cm2)

	PRESION	OVALIZACION + POSTESADO FINAL		
		CLAVE	RIÑONES	SOLERA
INTERIOR PRIMARIO	42,30	-57,80	-80,94	-56,33
EXTERIOR PRIMARIO	36,57	-64,25	-57,30	-65,98
INTERIOR REVESTIMIENTO	34,11	-41,03	-34,54	-42,64
EXTERIOR REVESTIMIENTO	32,51	-45,00	-26,49	-47,88
ACERO DE POSTESADO	194,94	10775,79	10818,58	10765,99

	TOTALES		
	CLAVE	RIÑONES	SOLERA
INTERIOR PRIMARIO	-15,50	-38,64	-14,03
EXTERIOR PRIMARIO	-27,68	-20,73	-29,41
INTERIOR REVESTIMIENTO	-6,92	-0,44	-8,53
EXTERIOR REVESTIMIENTO	-12,49	6,03	-15,37
ACERO DE POSTESADO	10970,73	11013,52	10960,93

DN1100 MDP 7,5 y 10 atm HT 1 a 3 mts **HR= 1,000 m**
CASO NUMERO 1/ 2 : DP: 7,50 at MDP: 7,50 at
PRESION NETA PRUEBA FAB.(PP): 10,17 at STP: 8,50 at
DIAMETRO DEL ALAMBRE: 5,0 mm NUMERO DE ESPIRAS POR METRO: 28

HIPOTESIS DE CALCULO: 2.- (MDP+0.1 MPa) + CARGAS FIJAS

PERDIDAS DE POSTESADO

ACORTAMIENTO ELASTICO	275,62 kp/cm2
RELAJACION	231,09 kp/cm2
FLUENCIA Y RETRACCION	972,78 kp/cm2

TENSIONES

RESIDUAL EN EL ACERO DE POSTESADO	10800,00 kp/cm2

TENSIONES INICIALES EN EL PRIMARIO

INTERIOR	-101,85 kp/cm2
EXTERIOR	-90,12 kp/cm2
0.55*FCK0	-220,00 kp/cm2

TENSIONES FINALES

INTERIOR PRIMARIO	-68,06 kp/cm2
EXTERIOR PRIMARIO	-60,22 kp/cm2
INTERIOR REVESTIMIENTO	-37,27 kp/cm2
EXTERIOR REVESTIMIENTO	-35,53 kp/cm2

ESFUERZOS DE OVALIZACION

	CLAVE	RIÑONES	SOLERA
M kp.cm/cm	172,56	-190,84	211,16
N kp/cm	-1,91	-14,36	-11,17

TENSIONES kp/cm2

INTERIOR PRIMARIO	10,26	-12,88	11,73
EXTERIOR PRIMARIO	-4,03	2,92	-5,76
INTERIOR REVESTIMIENTO	-3,76	2,72	-5,37
EXTERIOR REVESTIMIENTO	-9,47	9,04	-12,36
ACERO DE POSTESADO	-24,21	18,58	-34,01

T E N S I O N E S (kp/cm2)

	PRESION	OVALIZACION + POSTESADO FINAL		
		CLAVE	RIÑONES	SOLERA
INTERIOR PRIMARIO	47,94	-57,80	-80,94	-56,33
EXTERIOR PRIMARIO	41,44	-64,25	-57,30	-65,98
INTERIOR REVESTIMIENTO	38,65	-41,03	-34,54	-42,64
EXTERIOR REVESTIMIENTO	36,85	-45,00	-26,49	-47,88
ACERO DE POSTESADO	220,93	10775,79	10818,58	10765,99

	TOTALES		
	CLAVE	RIÑONES	SOLERA
INTERIOR PRIMARIO	-9,86	-33,00	-8,39
EXTERIOR PRIMARIO	-22,81	-15,86	-24,53
INTERIOR REVESTIMIENTO	-2,37	4,11	-3,98
EXTERIOR REVESTIMIENTO	-8,15	10,36	-11,04
ACERO DE POSTESADO	10996,72	11039,52	10986,92

DN1100 MDP 7,5 y 10 atm HT 1 a 3 mts **HR= 1,000 m**
CASO NUMERO 1/ 2 : DP: 7,50 at MDP: 7,50 at
PRESION NETA PRUEBA FAB.(PP): 10,17 at STP: 8,50 at
DIAMETRO DEL ALAMBRE: 5,0 mm NUMERO DE ESPIRAS POR METRO: 28

HIPOTESIS DE CALCULO: 3.- DP + CARGAS FIJAS + MOVILES

PERDIDAS DE POSTESADO

ACORTAMIENTO ELASTICO	275,62 kp/cm2
RELAJACION	231,09 kp/cm2
FLUENCIA Y RETRACCION	972,78 kp/cm2

TENSIONES

RESIDUAL EN EL ACERO DE POSTESADO	10800,00 kp/cm2

TENSIONES INICIALES EN EL PRIMARIO

INTERIOR	-101,85 kp/cm2
EXTERIOR	-90,12 kp/cm2
0.55*FCK0	-220,00 kp/cm2

TENSIONES FINALES

INTERIOR PRIMARIO	-68,06 kp/cm2
EXTERIOR PRIMARIO	-60,22 kp/cm2
INTERIOR REVESTIMIENTO	-37,27 kp/cm2
EXTERIOR REVESTIMIENTO	-35,53 kp/cm2

ESFUERZOS DE OVALIZACION

	CLAVE	RIÑONES	SOLERA
M kp.cm/cm	367,77	-395,23	429,30
N kp/cm	-6,99	-32,73	-24,15

TENSIONES kp/cm2

INTERIOR PRIMARIO	21,59	-26,96	23,71
EXTERIOR PRIMARIO	-8,86	5,77	-11,84
INTERIOR REVESTIMIENTO	-8,27	5,38	-11,04
EXTERIOR REVESTIMIENTO	-20,44	18,47	-25,25
ACERO DE POSTESADO	-53,04	37,00	-69,87

T E N S I O N E S (kp/cm2)

	PRESION	OVALIZACION + POSTESADO FINAL		
		CLAVE	RIÑONES	SOLERA
INTERIOR PRIMARIO	42,30	-46,47	-95,01	-44,34
EXTERIOR PRIMARIO	36,57	-69,08	-54,45	-72,06
INTERIOR REVESTIMIENTO	34,11	-45,53	-31,88	-48,31
EXTERIOR REVESTIMIENTO	32,51	-55,96	-17,06	-60,78
ACERO DE POSTESADO	194,94	10746,96	10837,00	10730,13

	TOTALES		
	CLAVE	RIÑONES	SOLERA
INTERIOR PRIMARIO	-4,16	-52,71	-2,04
EXTERIOR PRIMARIO	-32,52	-17,88	-35,49
INTERIOR REVESTIMIENTO	-11,43	2,22	-14,20
EXTERIOR REVESTIMIENTO	-23,45	15,45	-28,26
ACERO DE POSTESADO	10941,90	11031,94	10925,07

DN1100 MDP 7,5 y 10 atm HT 1 a 3 mts **HR= 1,000 m**
CASO NUMERO 1/ 2 : DP: 7,50 at MDP: 7,50 at
PRESION NETA PRUEBA FAB.(PP): 10,17 at STP: 8,50 at
DIAMETRO DEL ALAMBRE: 5,0 mm NUMERO DE ESPIRAS POR METRO: 28

HIPOTESIS DE CALCULO: 4.- MDP + Peso propio + Peso de agua

PERDIDAS DE POSTESADO

ACORTAMIENTO ELASTICO	275,62 kp/cm2
RELAJACION	231,09 kp/cm2
FLUENCIA Y RETRACCION	972,78 kp/cm2

TENSIONES

RESIDUAL EN EL ACERO DE POSTESADO	10800,00 kp/cm2

TENSIONES INICIALES EN EL PRIMARIO

INTERIOR	-101,85 kp/cm2
EXTERIOR	-90,12 kp/cm2
0.55*FCK0	-220,00 kp/cm2

TENSIONES FINALES

INTERIOR PRIMARIO	-68,06 kp/cm2
EXTERIOR PRIMARIO	-60,22 kp/cm2
INTERIOR REVESTIMIENTO	-37,27 kp/cm2
EXTERIOR REVESTIMIENTO	-35,53 kp/cm2

ESFUERZOS DE OVALIZACION

	CLAVE	RIÑONES	SOLERA
M kp.cm/cm	71,57	-83,18	94,69
N kp/cm	2,37	-1,71	-0,24

TENSIONES kp/cm2

INTERIOR PRIMARIO	4,55	-5,19	5,70
EXTERIOR PRIMARIO	-1,38	1,70	-2,14
INTERIOR REVESTIMIENTO	-1,28	1,58	-1,99
EXTERIOR REVESTIMIENTO	-3,65	4,34	-5,13
ACERO DE POSTESADO	-8,47	10,36	-12,88

T E N S I O N E S (kp/cm2)

	PRESION	OVALIZACION + POSTESADO FINAL		
		CLAVE	RIÑONES	SOLERA
INTERIOR PRIMARIO	42,30	-63,51	-73,25	-62,35
EXTERIOR PRIMARIO	36,57	-61,60	-58,52	-62,36
INTERIOR REVESTIMIENTO	34,11	-38,55	-35,68	-39,26
EXTERIOR REVESTIMIENTO	32,51	-39,18	-31,19	-40,65
ACERO DE POSTESADO	194,94	10791,53	10810,36	10787,12

	TOTALES		
	CLAVE	RIÑONES	SOLERA
INTERIOR PRIMARIO	-21,21	-30,95	-20,05
EXTERIOR PRIMARIO	-25,03	-21,96	-25,79
INTERIOR REVESTIMIENTO	-4,45	-1,58	-5,16
EXTERIOR REVESTIMIENTO	-6,67	1,32	-8,14
ACERO DE POSTESADO	10986,47	11005,30	10982,06

DN1100 MDP 7,5 y 10 atm HT 1 a 3 mts **HR= 1,000 m**
CASO NUMERO 1/ 2 : DP: 7,50 at MDP: 7,50 at
PRESION NETA PRUEBA FAB.(PP): 10,17 at STP: 8,50 at
DIAMETRO DEL ALAMBRE: 5,0 mm NUMERO DE ESPIRAS POR METRO: 28

HIPOTESIS DE CALCULO: 5.- PPRUEBARED(STP) + 1m TIERRAS

PERDIDAS DE POSTESADO

ACORTAMIENTO ELASTICO	275,62 kp/cm2
RELAJACION	231,09 kp/cm2
FLUENCIA Y RETRACCION	972,78 kp/cm2

TENSIONES

RESIDUAL EN EL ACERO DE POSTESADO	10800,00 kp/cm2

TENSIONES INICIALES EN EL PRIMARIO

INTERIOR	-101,85 kp/cm2
EXTERIOR	-90,12 kp/cm2
0.55*FCK0	-220,00 kp/cm2

TENSIONES FINALES

INTERIOR PRIMARIO	-68,06 kp/cm2
EXTERIOR PRIMARIO	-60,22 kp/cm2
INTERIOR REVESTIMIENTO	-37,27 kp/cm2
EXTERIOR REVESTIMIENTO	-35,53 kp/cm2

ESFUERZOS DE OVALIZACION

	CLAVE	RIÑONES	SOLERA
M kp.cm/cm	172,56	-190,84	211,16
N kp/cm	-1,91	-14,36	-11,17

TENSIONES kp/cm2

INTERIOR PRIMARIO	10,26	-12,88	11,73
EXTERIOR PRIMARIO	-4,03	2,92	-5,76
INTERIOR REVESTIMIENTO	-3,76	2,72	-5,37
EXTERIOR REVESTIMIENTO	-9,47	9,04	-12,36
ACERO DE POSTESADO	-24,21	18,58	-34,01

T E N S I O N E S (kp/cm2)

	PRESION	OVALIZACION + POSTESADO FINAL		
		CLAVE	RIÑONES	SOLERA
INTERIOR PRIMARIO	47,94	-57,80	-80,94	-56,33
EXTERIOR PRIMARIO	41,44	-64,25	-57,30	-65,98
INTERIOR REVESTIMIENTO	38,65	-41,03	-34,54	-42,64
EXTERIOR REVESTIMIENTO	36,85	-45,00	-26,49	-47,88
ACERO DE POSTESADO	220,93	10775,79	10818,58	10765,99

	TOTALES		
	CLAVE	RIÑONES	SOLERA
INTERIOR PRIMARIO	-9,86	-33,00	-8,39
EXTERIOR PRIMARIO	-22,81	-15,86	-24,53
INTERIOR REVESTIMIENTO	-2,37	4,11	-3,98
EXTERIOR REVESTIMIENTO	-8,15	10,36	-11,04
ACERO DE POSTESADO	10996,72	11039,52	10986,92

DN1100 MDP 7,5 y 10 atm HT 1 a 3 mts **HR= 1,000 m**
CASO NUMERO 1/ 2 : DP: 7,50 at MDP: 7,50 at
PRESION NETA PRUEBA FAB.(PP): 10,17 at STP: 8,50 at
DIAMETRO DEL ALAMBRE: 5,0 mm NUMERO DE ESPIRAS POR METRO: 28

HIPOTESIS DE CALCULO: 6.- CARGAS FIJAS + MOVILES, Sin Pres

PERDIDAS DE POSTESADO

ACORTAMIENTO ELASTICO	275,62 kp/cm2
RELAJACION	231,09 kp/cm2
FLUENCIA Y RETRACCION	972,78 kp/cm2

TENSIONES

RESIDUAL EN EL ACERO DE POSTESADO	10800,00 kp/cm2

TENSIONES INICIALES EN EL PRIMARIO

INTERIOR	-101,85 kp/cm2
EXTERIOR	-90,12 kp/cm2
0.55*FCK0	-220,00 kp/cm2

TENSIONES FINALES

INTERIOR PRIMARIO	-68,06 kp/cm2
EXTERIOR PRIMARIO	-60,22 kp/cm2
INTERIOR REVESTIMIENTO	-37,27 kp/cm2
EXTERIOR REVESTIMIENTO	-35,53 kp/cm2

ESFUERZOS DE OVALIZACION

	CLAVE	RIÑONES	SOLERA
M kp.cm/cm	367,77	-395,23	429,30
N kp/cm	-6,99	-32,73	-24,15

TENSIONES kp/cm2

INTERIOR PRIMARIO	21,59	-26,96	23,71
EXTERIOR PRIMARIO	-8,86	5,77	-11,84
INTERIOR REVESTIMIENTO	-8,27	5,38	-11,04
EXTERIOR REVESTIMIENTO	-20,44	18,47	-25,25
ACERO DE POSTESADO	-53,04	37,00	-69,87

T E N S I O N E S (kp/cm2)

	PRESION	OVALIZACION + POSTESADO FINAL		
		CLAVE	RIÑONES	SOLERA
INTERIOR PRIMARIO	0,00	-46,47	-95,01	-44,34
EXTERIOR PRIMARIO	0,00	-69,08	-54,45	-72,06
INTERIOR REVESTIMIENTO	0,00	-45,53	-31,88	-48,31
EXTERIOR REVESTIMIENTO	0,00	-55,96	-17,06	-60,78
ACERO DE POSTESADO	0,00	10746,96	10837,00	10730,13

TOTALES

	CLAVE	RIÑONES	SOLERA
INTERIOR PRIMARIO	-46,47	-95,01	-44,34
EXTERIOR PRIMARIO	-69,08	-54,45	-72,06
INTERIOR REVESTIMIENTO	-45,53	-31,88	-48,31
EXTERIOR REVESTIMIENTO	-55,96	-17,06	-60,78
ACERO DE POSTESADO	10746,96	10837,00	10730,13

DN1100 MDP 7,5 y 10 atm HT 1 a 3 mts **HR= 1,000 m**
CASO NUMERO 2/ 2 : DP: 9,00 at MDP: 10,00 at
PRESION NETA PRUEBA FAB.(PP): 12,22 at STP: 11,00 at
DIAMETRO DEL ALAMBRE: 5,0 mm NUMERO DE ESPIRAS POR METRO: 33

HIPOTESIS DE CALCULO: 1.- DP + CARGAS FIJAS

PERDIDAS DE POSTESADO

ACORTAMIENTO ELASTICO	324,84 kp/cm2
RELAJACION	227,56 kp/cm2
FLUENCIA Y RETRACCION	1061,11 kp/cm2

TENSIONES

RESIDUAL EN EL ACERO DE POSTESADO	10800,00 kp/cm2

TENSIONES INICIALES EN EL PRIMARIO

INTERIOR	-119,59 kp/cm2
EXTERIOR	-105,82 kp/cm2
0.55*FCK0	-220,00 kp/cm2

TENSIONES FINALES

INTERIOR PRIMARIO	-79,33 kp/cm2
EXTERIOR PRIMARIO	-70,19 kp/cm2
INTERIOR REVESTIMIENTO	-46,10 kp/cm2
EXTERIOR REVESTIMIENTO	-43,95 kp/cm2

ESFUERZOS DE OVALIZACION

	CLAVE	RIÑONES	SOLERA
M kp.cm/cm	172,56	-190,84	211,16
N kp/cm	-1,91	-14,36	-11,17

TENSIONES kp/cm2

INTERIOR PRIMARIO	10,25	-12,87	11,73
EXTERIOR PRIMARIO	-4,00	2,90	-5,72
INTERIOR REVESTIMIENTO	-3,73	2,70	-5,33
EXTERIOR REVESTIMIENTO	-9,43	9,00	-12,31
ACERO DE POSTESADO	-24,06	18,45	-33,81

T E N S I O N E S (kp/cm2)

	PRESION	OVALIZACION + POSTESADO FINAL		
		CLAVE	RIÑONES	SOLERA
INTERIOR PRIMARIO	50,53	-69,07	-92,20	-67,60
EXTERIOR PRIMARIO	43,67	-74,20	-67,30	-75,91
INTERIOR REVESTIMIENTO	40,73	-49,83	-43,40	-51,43
EXTERIOR REVESTIMIENTO	38,83	-53,38	-34,94	-56,25
ACERO DE POSTESADO	232,83	10775,94	10818,45	10766,19

	TOTALES		
	CLAVE	RIÑONES	SOLERA
INTERIOR PRIMARIO	-18,55	-41,67	-17,07
EXTERIOR PRIMARIO	-30,52	-23,62	-32,24
INTERIOR REVESTIMIENTO	-9,10	-2,66	-10,70
EXTERIOR REVESTIMIENTO	-14,55	3,89	-17,42
ACERO DE POSTESADO	11008,77	11051,28	10999,01

DN1100 MDP 7,5 y 10 atm HT 1 a 3 mts **HR= 1,000 m**
CASO NUMERO 2/ 2 : DP: 9,00 at MDP: 10,00 at
PRESION NETA PRUEBA FAB.(PP): 12,22 at STP: 11,00 at
DIAMETRO DEL ALAMBRE: 5,0 mm NUMERO DE ESPIRAS POR METRO: 33

HIPOTESIS DE CALCULO: 2.- (MDP+0.1 MPa) + CARGAS FIJAS

PERDIDAS DE POSTESADO

ACORTAMIENTO ELASTICO	324,84 kp/cm2
RELAJACION	227,56 kp/cm2
FLUENCIA Y RETRACCION	1061,11 kp/cm2

TENSIONES

RESIDUAL EN EL ACERO DE POSTESADO	10800,00 kp/cm2

TENSIONES INICIALES EN EL PRIMARIO

INTERIOR	-119,59 kp/cm2
EXTERIOR	-105,82 kp/cm2
0.55*FCK0	-220,00 kp/cm2

TENSIONES FINALES

INTERIOR PRIMARIO	-79,33 kp/cm2
EXTERIOR PRIMARIO	-70,19 kp/cm2
INTERIOR REVESTIMIENTO	-46,10 kp/cm2
EXTERIOR REVESTIMIENTO	-43,95 kp/cm2

ESFUERZOS DE OVALIZACION

	CLAVE	RIÑONES	SOLERA
M kp.cm/cm	172,56	-190,84	211,16
N kp/cm	-1,91	-14,36	-11,17

TENSIONES kp/cm2

INTERIOR PRIMARIO	10,25	-12,87	11,73
EXTERIOR PRIMARIO	-4,00	2,90	-5,72
INTERIOR REVESTIMIENTO	-3,73	2,70	-5,33
EXTERIOR REVESTIMIENTO	-9,43	9,00	-12,31
ACERO DE POSTESADO	-24,06	18,45	-33,81

T E N S I O N E S (kp/cm2)

	PRESION	OVALIZACION + POSTESADO FINAL		
		CLAVE	RIÑONES	SOLERA
INTERIOR PRIMARIO	61,76	-69,07	-92,20	-67,60
EXTERIOR PRIMARIO	53,38	-74,20	-67,30	-75,91
INTERIOR REVESTIMIENTO	49,79	-49,83	-43,40	-51,43
EXTERIOR REVESTIMIENTO	47,46	-53,38	-34,94	-56,25
ACERO DE POSTESADO	284,57	10775,94	10818,45	10766,19

	TOTALES		
	CLAVE	RIÑONES	SOLERA
INTERIOR PRIMARIO	-7,32	-30,44	-5,85
EXTERIOR PRIMARIO	-20,82	-13,92	-22,53
INTERIOR REVESTIMIENTO	-0,05	6,39	-1,65
EXTERIOR REVESTIMIENTO	-5,92	12,52	-8,79
ACERO DE POSTESADO	11060,51	11103,02	11050,75

DN1100 MDP 7,5 y 10 atm HT 1 a 3 mts **HR= 1,000 m**
CASO NUMERO 2/ 2 : DP: 9,00 at MDP: 10,00 at
PRESION NETA PRUEBA FAB.(PP): 12,22 at STP: 11,00 at
DIAMETRO DEL ALAMBRE: 5,0 mm NUMERO DE ESPIRAS POR METRO: 33

HIPOTESIS DE CALCULO: 3.- DP + CARGAS FIJAS + MOVILES

PERDIDAS DE POSTESADO

ACORTAMIENTO ELASTICO	324,84 kp/cm2
RELAJACION	227,56 kp/cm2
FLUENCIA Y RETRACCION	1061,11 kp/cm2

TENSIONES

RESIDUAL EN EL ACERO DE POSTESADO	10800,00 kp/cm2

TENSIONES INICIALES EN EL PRIMARIO

INTERIOR	-119,59 kp/cm2
EXTERIOR	-105,82 kp/cm2
0.55*FCK0	-220,00 kp/cm2

TENSIONES FINALES

INTERIOR PRIMARIO	-79,33 kp/cm2
EXTERIOR PRIMARIO	-70,19 kp/cm2
INTERIOR REVESTIMIENTO	-46,10 kp/cm2
EXTERIOR REVESTIMIENTO	-43,95 kp/cm2

ESFUERZOS DE OVALIZACION

	CLAVE	RIÑONES	SOLERA
M kp.cm/cm	367,77	-395,23	429,30
N kp/cm	-6,99	-32,73	-24,15

TENSIONES kp/cm2

INTERIOR PRIMARIO	21,58	-26,93	23,70
EXTERIOR PRIMARIO	-8,80	5,72	-11,76
INTERIOR REVESTIMIENTO	-8,21	5,34	-10,97
EXTERIOR REVESTIMIENTO	-20,36	18,39	-25,15
ACERO DE POSTESADO	-52,72	36,74	-69,46

T E N S I O N E S (kp/cm2)

	PRESION	OVALIZACION + POSTESADO FINAL		
		CLAVE	RIÑONES	SOLERA
INTERIOR PRIMARIO	50,53	-57,75	-106,25	-55,62
EXTERIOR PRIMARIO	43,67	-79,00	-64,47	-81,96
INTERIOR REVESTIMIENTO	40,73	-54,31	-40,76	-57,07
EXTERIOR REVESTIMIENTO	38,83	-64,30	-25,55	-69,09
ACERO DE POSTESADO	232,83	10747,28	10836,74	10730,54

	TOTALES		
	CLAVE	RIÑONES	SOLERA
INTERIOR PRIMARIO	-7,22	-55,73	-5,09
EXTERIOR PRIMARIO	-35,32	-20,79	-38,28
INTERIOR REVESTIMIENTO	-13,58	-0,03	-16,34
EXTERIOR REVESTIMIENTO	-25,47	13,28	-30,26
ACERO DE POSTESADO	10980,11	11069,56	10963,36

DN1100 MDP 7,5 y 10 atm HT 1 a 3 mts **HR= 1,000 m**
CASO NUMERO 2/ 2 : DP: 9,00 at MDP: 10,00 at
PRESION NETA PRUEBA FAB.(PP): 12,22 at STP: 11,00 at
DIAMETRO DEL ALAMBRE: 5,0 mm NUMERO DE ESPIRAS POR METRO: 33

HIPOTESIS DE CALCULO: 4.- MDP + Peso propio + Peso de agua

PERDIDAS DE POSTESADO

ACORTAMIENTO ELASTICO	324,84 kp/cm2
RELAJACION	227,56 kp/cm2
FLUENCIA Y RETRACCION	1061,11 kp/cm2

TENSIONES

RESIDUAL EN EL ACERO DE POSTESADO	10800,00 kp/cm2

TENSIONES INICIALES EN EL PRIMARIO

INTERIOR	-119,59 kp/cm2
EXTERIOR	-105,82 kp/cm2
0.55*FCK0	-220,00 kp/cm2

TENSIONES FINALES

INTERIOR PRIMARIO	-79,33 kp/cm2
EXTERIOR PRIMARIO	-70,19 kp/cm2
INTERIOR REVESTIMIENTO	-46,10 kp/cm2
EXTERIOR REVESTIMIENTO	-43,95 kp/cm2

ESFUERZOS DE OVALIZACION

	CLAVE	RIÑONES	SOLERA
M kp.cm/cm	71,57	-83,18	94,69
N kp/cm	2,37	-1,71	-0,24

TENSIONES kp/cm2

INTERIOR PRIMARIO	4,55	-5,19	5,70
EXTERIOR PRIMARIO	-1,37	1,69	-2,12
INTERIOR REVESTIMIENTO	-1,27	1,57	-1,98
EXTERIOR REVESTIMIENTO	-3,64	4,32	-5,11
ACERO DE POSTESADO	-8,41	10,30	-12,80

T E N S I O N E S (kp/cm2)

	PRESION	OVALIZACION + POSTESADO FINAL		
		CLAVE	RIÑONES	SOLERA
INTERIOR PRIMARIO	56,14	-74,78	-84,51	-73,63
EXTERIOR PRIMARIO	48,53	-71,56	-68,51	-72,32
INTERIOR REVESTIMIENTO	45,26	-47,37	-44,53	-48,08
EXTERIOR REVESTIMIENTO	43,15	-47,58	-39,63	-49,05
ACERO DE POSTESADO	258,70	10791,59	10810,30	10787,20

	TOTALES		
	CLAVE	RIÑONES	SOLERA
INTERIOR PRIMARIO	-18,64	-28,37	-17,48
EXTERIOR PRIMARIO	-23,03	-19,98	-23,79
INTERIOR REVESTIMIENTO	-2,11	0,73	-2,82
EXTERIOR REVESTIMIENTO	-4,44	3,52	-5,91
ACERO DE POSTESADO	11050,29	11068,99	11045,89

DN1100 MDP 7,5 y 10 atm HT 1 a 3 mts **HR= 1,000 m**
CASO NUMERO 2/ 2 : DP: 9,00 at MDP: 10,00 at
PRESION NETA PRUEBA FAB.(PP): 12,22 at STP: 11,00 at
DIAMETRO DEL ALAMBRE: 5,0 mm NUMERO DE ESPIRAS POR METRO: 33

HIPOTESIS DE CALCULO: 5.- PPRUEBARED(STP) + 1m TIERRAS

PERDIDAS DE POSTESADO

ACORTAMIENTO ELASTICO	324,84 kp/cm2
RELAJACION	227,56 kp/cm2
FLUENCIA Y RETRACCION	1061,11 kp/cm2

TENSIONES

RESIDUAL EN EL ACERO DE POSTESADO	10800,00 kp/cm2

TENSIONES INICIALES EN EL PRIMARIO

INTERIOR	-119,59 kp/cm2
EXTERIOR	-105,82 kp/cm2
0.55*FCK0	-220,00 kp/cm2

TENSIONES FINALES

INTERIOR PRIMARIO	-79,33 kp/cm2
EXTERIOR PRIMARIO	-70,19 kp/cm2
INTERIOR REVESTIMIENTO	-46,10 kp/cm2
EXTERIOR REVESTIMIENTO	-43,95 kp/cm2

ESFUERZOS DE OVALIZACION

	CLAVE	RIÑONES	SOLERA
M kp.cm/cm	172,56	-190,84	211,16
N kp/cm	-1,91	-14,36	-11,17

TENSIONES kp/cm2

INTERIOR PRIMARIO	10,25	-12,87	11,73
EXTERIOR PRIMARIO	-4,00	2,90	-5,72
INTERIOR REVESTIMIENTO	-3,73	2,70	-5,33
EXTERIOR REVESTIMIENTO	-9,43	9,00	-12,31
ACERO DE POSTESADO	-24,06	18,45	-33,81

T E N S I O N E S (kp/cm2)

	PRESION	OVALIZACION + POSTESADO FINAL		
		CLAVE	RIÑONES	SOLERA
INTERIOR PRIMARIO	61,76	-69,07	-92,20	-67,60
EXTERIOR PRIMARIO	53,38	-74,20	-67,30	-75,91
INTERIOR REVESTIMIENTO	49,79	-49,83	-43,40	-51,43
EXTERIOR REVESTIMIENTO	47,46	-53,38	-34,94	-56,25
ACERO DE POSTESADO	284,57	10775,94	10818,45	10766,19

	TOTALES		
	CLAVE	RIÑONES	SOLERA
INTERIOR PRIMARIO	-7,32	-30,44	-5,85
EXTERIOR PRIMARIO	-20,82	-13,92	-22,53
INTERIOR REVESTIMIENTO	-0,05	6,39	-1,65
EXTERIOR REVESTIMIENTO	-5,92	12,52	-8,79
ACERO DE POSTESADO	11060,51	11103,02	11050,75

DN1100 MDP 7,5 y 10 atm HT 1 a 3 mts **HR= 1,000 m**
CASO NUMERO 2/ 2 : DP: 9,00 at MDP: 10,00 at
PRESION NETA PRUEBA FAB.(PP): 12,22 at STP: 11,00 at
DIAMETRO DEL ALAMBRE: 5,0 mm NUMERO DE ESPIRAS POR METRO: 33

HIPOTESIS DE CALCULO: 6.- CARGAS FIJAS + MOVILES, Sin Pres

PERDIDAS DE POSTESADO

ACORTAMIENTO ELASTICO	324,84 kp/cm2
RELAJACION	227,56 kp/cm2
FLUENCIA Y RETRACCION	1061,11 kp/cm2

TENSIONES

RESIDUAL EN EL ACERO DE POSTESADO	10800,00 kp/cm2

TENSIONES INICIALES EN EL PRIMARIO

INTERIOR	-119,59 kp/cm2
EXTERIOR	-105,82 kp/cm2
0.55*FCK0	-220,00 kp/cm2

TENSIONES FINALES

INTERIOR PRIMARIO	-79,33 kp/cm2
EXTERIOR PRIMARIO	-70,19 kp/cm2
INTERIOR REVESTIMIENTO	-46,10 kp/cm2
EXTERIOR REVESTIMIENTO	-43,95 kp/cm2

ESFUERZOS DE OVALIZACION

	CLAVE	RIÑONES	SOLERA
M kp.cm/cm	367,77	-395,23	429,30
N kp/cm	-6,99	-32,73	-24,15

TENSIONES kp/cm2

INTERIOR PRIMARIO	21,58	-26,93	23,70
EXTERIOR PRIMARIO	-8,80	5,72	-11,76
INTERIOR REVESTIMIENTO	-8,21	5,34	-10,97
EXTERIOR REVESTIMIENTO	-20,36	18,39	-25,15
ACERO DE POSTESADO	-52,72	36,74	-69,46

T E N S I O N E S (kp/cm2)

	PRESION	OVALIZACION + POSTESADO FINAL		
		CLAVE	RIÑONES	SOLERA
INTERIOR PRIMARIO	0,00	-57,75	-106,25	-55,62
EXTERIOR PRIMARIO	0,00	-79,00	-64,47	-81,96
INTERIOR REVESTIMIENTO	0,00	-54,31	-40,76	-57,07
EXTERIOR REVESTIMIENTO	0,00	-64,30	-25,55	-69,09
ACERO DE POSTESADO	0,00	10747,28	10836,74	10730,54

TOTALES

	CLAVE	RIÑONES	SOLERA
INTERIOR PRIMARIO	-57,75	-106,25	-55,62
EXTERIOR PRIMARIO	-79,00	-64,47	-81,96
INTERIOR REVESTIMIENTO	-54,31	-40,76	-57,07
EXTERIOR REVESTIMIENTO	-64,30	-25,55	-69,09
ACERO DE POSTESADO	10747,28	10836,74	10730,54

DN1100 MDP 7,5 y 10 atm HT 1 a 3 mts **HR= 3,000 m**

di (mm)	de (mm)	GAMMAH (t/m3)	GAMMAT (t/m3)	LAMBDA	Q (t/m2)	CUNA	
1100	1300	2,500	1,800	0,333	5,032	Granular	90º

HIPOTESIS Peso propio

SECCION	MOMENTO (m.t)	AXIL (t)
CLAVE	0,036	0,043
RIÑONES	-0,041	-0,236
SOLERA	0,047	-0,238

HIPOTESIS Peso del fluido

SECCION	MOMENTO (m.t)	AXIL (t)
CLAVE	0,036	0,194
RIÑONES	-0,042	0,065
SOLERA	0,048	0,214

HIPOTESIS Carga 1 metro de Tierras(total)

SECCION	MOMENTO (m.t)	AXIL (t)
CLAVE	0,101	-0,428
RIÑONES	-0,108	-1,266
SOLERA	0,116	-1,093

HIPOTESIS Esfuerzos por Carga vertical pura por tierras

SECCION	MOMENTO (m.t)	AXIL (t)
CLAVE	0,447	0,164
RIÑONES	-0,462	-2,948
SOLERA	0,476	-1,384

DN1100 MDP 7,5 y 10 atm HT 1 a 3 mts **HR= 3,000 m**

HIPOTESIS Carga Móvil

SECCION	MOMENTO (m.t)	AXIL (t)
CLAVE	0,049	0,018
RIÑONES	-0,051	-0,323
SOLERA	0,052	-0,152

HIPOTESIS Empuje lateral con carga móvil

SECCION	MOMENTO (m.t)	AXIL (t)
CLAVE	-0,177	-1,237
RIÑONES	0,183	0,000
SOLERA	-0,176	-0,994

HIPOTESIS Empuje Lateral sin carga móvil

SECCION	MOMENTO (m.t)	AXIL (t)
CLAVE	-0,163	-1,129
RIÑONES	0,168	0,000
SOLERA	-0,162	-0,917

HIPOTESIS Carga de tímpanos

SECCION	MOMENTO (m.t)	AXIL (t)
CLAVE	0,013	0,028
RIÑONES	-0,019	-0,163
SOLERA	0,022	-0,095

DN1100 MDP 7,5 y 10 atm HT 1 a 3 mts **HR= 3,000 m**
CASO NUMERO 1/ 2 : DP: 7,50 at MDP: 7,50 at
PRESION NETA PRUEBA FAB.(PP): 10,99 at STP: 8,50 at
DIAMETRO DEL ALAMBRE: 5,0 mm NUMERO DE ESPIRAS POR METRO: 30

HIPOTESIS DE CALCULO: 1.- DP + CARGAS FIJAS

PERDIDAS DE POSTESADO

ACORTAMIENTO ELASTICO	295,31 kp/cm2
RELAJACION	229,66 kp/cm2
FLUENCIA Y RETRACCION	1008,39 kp/cm2

TENSIONES

RESIDUAL EN EL ACERO DE POSTESADO	10800,00 kp/cm2

TENSIONES INICIALES EN EL PRIMARIO

INTERIOR	-108,96 kp/cm2
EXTERIOR	-96,41 kp/cm2
0.55*FCK0	-220,00 kp/cm2

TENSIONES FINALES

INTERIOR PRIMARIO	-72,55 kp/cm2
EXTERIOR PRIMARIO	-64,20 kp/cm2
INTERIOR REVESTIMIENTO	-40,83 kp/cm2
EXTERIOR REVESTIMIENTO	-38,92 kp/cm2

ESFUERZOS DE OVALIZACION

	CLAVE	RIÑONES	SOLERA
M kp.cm/cm	368,64	-396,14	430,27
N kp/cm	-7,01	-32,82	-24,21

TENSIONES kp/cm2

INTERIOR PRIMARIO	21,64	-27,01	23,76
EXTERIOR PRIMARIO	-8,86	5,77	-11,83
INTERIOR REVESTIMIENTO	-8,26	5,38	-11,04
EXTERIOR REVESTIMIENTO	-20,45	18,48	-25,27
ACERO DE POSTESADO	-53,04	36,98	-69,87

T E N S I O N E S (kp/cm2)

	PRESION	OVALIZACION + POSTESADO FINAL		
		CLAVE	RIÑONES	SOLERA
INTERIOR PRIMARIO	42,22	-50,92	-99,56	-48,79
EXTERIOR PRIMARIO	36,50	-73,06	-58,43	-76,03
INTERIOR REVESTIMIENTO	34,04	-49,09	-35,45	-51,87
EXTERIOR REVESTIMIENTO	32,45	-59,38	-20,44	-64,19
ACERO DE POSTESADO	194,57	10746,96	10836,98	10730,13

	TOTALES		
	CLAVE	RIÑONES	SOLERA
INTERIOR PRIMARIO	-8,69	-57,34	-6,57
EXTERIOR PRIMARIO	-36,56	-21,94	-39,54
INTERIOR REVESTIMIENTO	-15,05	-1,41	-17,82
EXTERIOR REVESTIMIENTO	-26,92	12,01	-31,74
ACERO DE POSTESADO	10941,53	11031,55	10924,71

DN1100 MDP 7,5 y 10 atm HT 1 a 3 mts **HR= 3,000 m**
CASO NUMERO 1/ 2 : DP: 7,50 at MDP: 7,50 at
PRESION NETA PRUEBA FAB.(PP): 10,99 at STP: 8,50 at
DIAMETRO DEL ALAMBRE: 5,0 mm NUMERO DE ESPIRAS POR METRO: 30

HIPOTESIS DE CALCULO: 2.- (MDP+0.1 MPa) + CARGAS FIJAS

PERDIDAS DE POSTESADO

ACORTAMIENTO ELASTICO	295,31 kp/cm2
RELAJACION	229,66 kp/cm2
FLUENCIA Y RETRACCION	1008,39 kp/cm2

TENSIONES

RESIDUAL EN EL ACERO DE POSTESADO	10800,00 kp/cm2

TENSIONES INICIALES EN EL PRIMARIO

INTERIOR	-108,96 kp/cm2
EXTERIOR	-96,41 kp/cm2
0.55*FCK0	-220,00 kp/cm2

TENSIONES FINALES

INTERIOR PRIMARIO	-72,55 kp/cm2
EXTERIOR PRIMARIO	-64,20 kp/cm2
INTERIOR REVESTIMIENTO	-40,83 kp/cm2
EXTERIOR REVESTIMIENTO	-38,92 kp/cm2

ESFUERZOS DE OVALIZACION

	CLAVE	RIÑONES	SOLERA
M kp.cm/cm	368,64	-396,14	430,27
N kp/cm	-7,01	-32,82	-24,21

TENSIONES kp/cm2

INTERIOR PRIMARIO	21,64	-27,01	23,76
EXTERIOR PRIMARIO	-8,86	5,77	-11,83
INTERIOR REVESTIMIENTO	-8,26	5,38	-11,04
EXTERIOR REVESTIMIENTO	-20,45	18,48	-25,27
ACERO DE POSTESADO	-53,04	36,98	-69,87

T E N S I O N E S (kp/cm2)

	PRESION	OVALIZACION + POSTESADO FINAL		
		CLAVE	RIÑONES	SOLERA
INTERIOR PRIMARIO	47,85	-50,92	-99,56	-48,79
EXTERIOR PRIMARIO	41,36	-73,06	-58,43	-76,03
INTERIOR REVESTIMIENTO	38,58	-49,09	-35,45	-51,87
EXTERIOR REVESTIMIENTO	36,78	-59,38	-20,44	-64,19
ACERO DE POSTESADO	220,52	10746,96	10836,98	10730,13

	TOTALES		
	CLAVE	RIÑONES	SOLERA
INTERIOR PRIMARIO	-3,06	-51,71	-0,94
EXTERIOR PRIMARIO	-31,70	-17,07	-34,67
INTERIOR REVESTIMIENTO	-10,51	3,13	-13,29
EXTERIOR REVESTIMIENTO	-22,60	16,33	-27,41
ACERO DE POSTESADO	10967,47	11057,49	10950,65

DN1100 MDP 7,5 y 10 atm HT 1 a 3 mts **HR= 3,000 m**
CASO NUMERO 1/ 2 : DP: 7,50 at MDP: 7,50 at
PRESION NETA PRUEBA FAB.(PP): 10,99 at STP: 8,50 at
DIAMETRO DEL ALAMBRE: 5,0 mm NUMERO DE ESPIRAS POR METRO: 30

HIPOTESIS DE CALCULO: 3.- DP + CARGAS FIJAS + MOVILES

PERDIDAS DE POSTESADO

ACORTAMIENTO ELASTICO	295,31 kp/cm2
RELAJACION	229,66 kp/cm2
FLUENCIA Y RETRACCION	1008,39 kp/cm2

TENSIONES

RESIDUAL EN EL ACERO DE POSTESADO	10800,00 kp/cm2

TENSIONES INICIALES EN EL PRIMARIO

INTERIOR	-108,96 kp/cm2
EXTERIOR	-96,41 kp/cm2
0.55*FCK0	-220,00 kp/cm2

TENSIONES FINALES

INTERIOR PRIMARIO	-72,55 kp/cm2
EXTERIOR PRIMARIO	-64,20 kp/cm2
INTERIOR REVESTIMIENTO	-40,83 kp/cm2
EXTERIOR REVESTIMIENTO	-38,92 kp/cm2

ESFUERZOS DE OVALIZACION

	CLAVE	RIÑONES	SOLERA
M kp.cm/cm	402,99	-432,11	468,66
N kp/cm	-7,90	-36,05	-26,50

TENSIONES kp/cm2

INTERIOR PRIMARIO	23,63	-29,48	25,87
EXTERIOR PRIMARIO	-9,71	6,27	-12,90
INTERIOR REVESTIMIENTO	-9,05	5,84	-12,03
EXTERIOR REVESTIMIENTO	-22,38	20,13	-27,53
ACERO DE POSTESADO	-58,10	40,21	-76,16

T E N S I O N E S (kp/cm2)

	PRESION	OVALIZACION + POSTESADO FINAL		
		CLAVE	RIÑONES	SOLERA
INTERIOR PRIMARIO	42,22	-48,92	-102,04	-46,68
EXTERIOR PRIMARIO	36,50	-73,91	-57,93	-77,10
INTERIOR REVESTIMIENTO	34,04	-49,88	-34,98	-52,86
EXTERIOR REVESTIMIENTO	32,45	-61,30	-18,79	-66,45
ACERO DE POSTESADO	194,57	10741,90	10840,21	10723,84

	TOTALES		
	CLAVE	RIÑONES	SOLERA
INTERIOR PRIMARIO	-6,70	-59,81	-4,46
EXTERIOR PRIMARIO	-37,41	-21,44	-40,60
INTERIOR REVESTIMIENTO	-15,84	-0,94	-18,82
EXTERIOR REVESTIMIENTO	-28,85	13,66	-34,00
ACERO DE POSTESADO	10936,47	11034,78	10918,41

DN1100 MDP 7,5 y 10 atm HT 1 a 3 mts **HR= 3,000 m**
CASO NUMERO 1/ 2 : DP: 7,50 at MDP: 7,50 at
PRESION NETA PRUEBA FAB.(PP): 10,99 at STP: 8,50 at
DIAMETRO DEL ALAMBRE: 5,0 mm NUMERO DE ESPIRAS POR METRO: 30

HIPOTESIS DE CALCULO: 4.- MDP + Peso propio + Peso de agua

PERDIDAS DE POSTESADO

ACORTAMIENTO ELASTICO	295,31 kp/cm2
RELAJACION	229,66 kp/cm2
FLUENCIA Y RETRACCION	1008,39 kp/cm2

TENSIONES

RESIDUAL EN EL ACERO DE POSTESADO	10800,00 kp/cm2

TENSIONES INICIALES EN EL PRIMARIO

INTERIOR	-108,96 kp/cm2
EXTERIOR	-96,41 kp/cm2
0.55*FCK0	-220,00 kp/cm2

TENSIONES FINALES

INTERIOR PRIMARIO	-72,55 kp/cm2
EXTERIOR PRIMARIO	-64,20 kp/cm2
INTERIOR REVESTIMIENTO	-40,83 kp/cm2
EXTERIOR REVESTIMIENTO	-38,92 kp/cm2

ESFUERZOS DE OVALIZACION

	CLAVE	RIÑONES	SOLERA
M kp.cm/cm	71,57	-83,18	94,69
N kp/cm	2,37	-1,71	-0,24

TENSIONES kp/cm2

INTERIOR PRIMARIO	4,55	-5,19	5,70
EXTERIOR PRIMARIO	-1,37	1,69	-2,13
INTERIOR REVESTIMIENTO	-1,28	1,58	-1,99
EXTERIOR REVESTIMIENTO	-3,65	4,33	-5,12
ACERO DE POSTESADO	-8,45	10,34	-12,85

T E N S I O N E S (kp/cm2)

	PRESION	OVALIZACION + POSTESADO FINAL		
		CLAVE	RIÑONES	SOLERA
INTERIOR PRIMARIO	42,22	-68,01	-77,74	-66,85
EXTERIOR PRIMARIO	36,50	-65,57	-62,51	-66,33
INTERIOR REVESTIMIENTO	34,04	-42,11	-39,25	-42,82
EXTERIOR REVESTIMIENTO	32,45	-42,57	-34,59	-44,04
ACERO DE POSTESADO	194,57	10791,55	10810,34	10787,15

	TOTALES		
	CLAVE	RIÑONES	SOLERA
INTERIOR PRIMARIO	-25,78	-35,52	-24,63
EXTERIOR PRIMARIO	-29,07	-26,01	-29,83
INTERIOR REVESTIMIENTO	-8,07	-5,21	-8,77
EXTERIOR REVESTIMIENTO	-10,12	-2,14	-11,59
ACERO DE POSTESADO	10986,13	11004,91	10981,72

DN1100 MDP 7,5 y 10 atm HT 1 a 3 mts **HR= 3,000 m**
CASO NUMERO 1/ 2 : DP: 7,50 at MDP: 7,50 at
PRESION NETA PRUEBA FAB.(PP): 10,99 at STP: 8,50 at
DIAMETRO DEL ALAMBRE: 5,0 mm NUMERO DE ESPIRAS POR METRO: 30

HIPOTESIS DE CALCULO: 5.- PPRUEBARED(STP) + 1m TIERRAS

PERDIDAS DE POSTESADO

ACORTAMIENTO ELASTICO	295,31 kp/cm2
RELAJACION	229,66 kp/cm2
FLUENCIA Y RETRACCION	1008,39 kp/cm2

TENSIONES

RESIDUAL EN EL ACERO DE POSTESADO	10800,00 kp/cm2

TENSIONES INICIALES EN EL PRIMARIO

INTERIOR	-108,96 kp/cm2
EXTERIOR	-96,41 kp/cm2
0.55*FCK0	-220,00 kp/cm2

TENSIONES FINALES

INTERIOR PRIMARIO	-72,55 kp/cm2
EXTERIOR PRIMARIO	-64,20 kp/cm2
INTERIOR REVESTIMIENTO	-40,83 kp/cm2
EXTERIOR REVESTIMIENTO	-38,92 kp/cm2

ESFUERZOS DE OVALIZACION

	CLAVE	RIÑONES	SOLERA
M kp.cm/cm	172,56	-190,84	211,16
N kp/cm	-1,91	-14,36	-11,17

TENSIONES kp/cm2

INTERIOR PRIMARIO	10,26	-12,88	11,73
EXTERIOR PRIMARIO	-4,02	2,91	-5,74
INTERIOR REVESTIMIENTO	-3,75	2,72	-5,35
EXTERIOR REVESTIMIENTO	-9,46	9,03	-12,34
ACERO DE POSTESADO	-24,15	18,53	-33,93

T E N S I O N E S (kp/cm2)

	PRESION	OVALIZACION + POSTESADO FINAL		
		CLAVE	RIÑONES	SOLERA
INTERIOR PRIMARIO	47,85	-62,30	-85,43	-60,83
EXTERIOR PRIMARIO	41,36	-68,22	-61,29	-69,94
INTERIOR REVESTIMIENTO	38,58	-44,58	-38,11	-46,18
EXTERIOR REVESTIMIENTO	36,78	-48,38	-29,89	-51,26
ACERO DE POSTESADO	220,52	10775,85	10818,53	10766,07

	TOTALES		
	CLAVE	RIÑONES	SOLERA
INTERIOR PRIMARIO	-14,44	-37,58	-12,97
EXTERIOR PRIMARIO	-26,86	-19,92	-28,58
INTERIOR REVESTIMIENTO	-6,00	0,47	-7,60
EXTERIOR REVESTIMIENTO	-11,60	6,88	-14,48
ACERO DE POSTESADO	10996,37	11039,05	10986,58

DN1100 MDP 7,5 y 10 atm HT 1 a 3 mts **HR= 3,000 m**
CASO NUMERO 1/ 2 : DP: 7,50 at MDP: 7,50 at
PRESION NETA PRUEBA FAB.(PP): 10,99 at STP: 8,50 at
DIAMETRO DEL ALAMBRE: 5,0 mm NUMERO DE ESPIRAS POR METRO: 30

HIPOTESIS DE CALCULO: 6.- CARGAS FIJAS + MOVILES, Sin Pres

PERDIDAS DE POSTESADO

ACORTAMIENTO ELASTICO	295,31 kp/cm2
RELAJACION	229,66 kp/cm2
FLUENCIA Y RETRACCION	1008,39 kp/cm2

TENSIONES

RESIDUAL EN EL ACERO DE POSTESADO	10800,00 kp/cm2

TENSIONES INICIALES EN EL PRIMARIO

INTERIOR	-108,96 kp/cm2
EXTERIOR	-96,41 kp/cm2
0.55*FCK0	-220,00 kp/cm2

TENSIONES FINALES

INTERIOR PRIMARIO	-72,55 kp/cm2
EXTERIOR PRIMARIO	-64,20 kp/cm2
INTERIOR REVESTIMIENTO	-40,83 kp/cm2
EXTERIOR REVESTIMIENTO	-38,92 kp/cm2

ESFUERZOS DE OVALIZACION

	CLAVE	RIÑONES	SOLERA
M kp.cm/cm	402,99	-432,11	468,66
N kp/cm	-7,90	-36,05	-26,50

TENSIONES kp/cm2

INTERIOR PRIMARIO	23,63	-29,48	25,87
EXTERIOR PRIMARIO	-9,71	6,27	-12,90
INTERIOR REVESTIMIENTO	-9,05	5,84	-12,03
EXTERIOR REVESTIMIENTO	-22,38	20,13	-27,53
ACERO DE POSTESADO	-58,10	40,21	-76,16

T E N S I O N E S (kp/cm2)

	PRESION	OVALIZACION + POSTESADO FINAL		
		CLAVE	RIÑONES	SOLERA
INTERIOR PRIMARIO	0,00	-48,92	-102,04	-46,68
EXTERIOR PRIMARIO	0,00	-73,91	-57,93	-77,10
INTERIOR REVESTIMIENTO	0,00	-49,88	-34,98	-52,86
EXTERIOR REVESTIMIENTO	0,00	-61,30	-18,79	-66,45
ACERO DE POSTESADO	0,00	10741,90	10840,21	10723,84

TOTALES

	CLAVE	RIÑONES	SOLERA
INTERIOR PRIMARIO	-48,92	-102,04	-46,68
EXTERIOR PRIMARIO	-73,91	-57,93	-77,10
INTERIOR REVESTIMIENTO	-49,88	-34,98	-52,86
EXTERIOR REVESTIMIENTO	-61,30	-18,79	-66,45
ACERO DE POSTESADO	10741,90	10840,21	10723,84

DN1100 MDP 7,5 y 10 atm HT 1 a 3 mts **HR= 3,000 m**
CASO NUMERO 2/ 2 : DP: 9,00 at MDP: 10,00 at
PRESION NETA PRUEBA FAB.(PP): 12,22 at STP: 11,00 at
DIAMETRO DEL ALAMBRE: 5,0 mm NUMERO DE ESPIRAS POR METRO: 33

HIPOTESIS DE CALCULO: 1.- DP + CARGAS FIJAS

PERDIDAS DE POSTESADO

ACORTAMIENTO ELASTICO	324,84 kp/cm2
RELAJACION	227,56 kp/cm2
FLUENCIA Y RETRACCION	1061,11 kp/cm2

TENSIONES

RESIDUAL EN EL ACERO DE POSTESADO	10800,00 kp/cm2

TENSIONES INICIALES EN EL PRIMARIO

INTERIOR	-119,59 kp/cm2
EXTERIOR	-105,82 kp/cm2
0.55*FCK0	-220,00 kp/cm2

TENSIONES FINALES

INTERIOR PRIMARIO	-79,33 kp/cm2
EXTERIOR PRIMARIO	-70,19 kp/cm2
INTERIOR REVESTIMIENTO	-46,10 kp/cm2
EXTERIOR REVESTIMIENTO	-43,95 kp/cm2

ESFUERZOS DE OVALIZACION

	CLAVE	RIÑONES	SOLERA
M kp.cm/cm	368,64	-396,14	430,27
N kp/cm	-7,01	-32,82	-24,21

TENSIONES kp/cm2

INTERIOR PRIMARIO	21,63	-26,99	23,76
EXTERIOR PRIMARIO	-8,83	5,74	-11,79
INTERIOR REVESTIMIENTO	-8,23	5,35	-11,00
EXTERIOR REVESTIMIENTO	-20,41	18,43	-25,21
ACERO DE POSTESADO	-52,85	36,82	-69,62

T E N S I O N E S (kp/cm2)

	PRESION	OVALIZACION + POSTESADO FINAL		
		CLAVE	RIÑONES	SOLERA
INTERIOR PRIMARIO	50,53	-57,70	-106,32	-55,57
EXTERIOR PRIMARIO	43,67	-79,02	-64,46	-81,98
INTERIOR REVESTIMIENTO	40,73	-54,33	-40,75	-57,09
EXTERIOR REVESTIMIENTO	38,83	-64,35	-25,51	-69,15
ACERO DE POSTESADO	232,83	10747,15	10836,82	10730,38

	TOTALES		
	CLAVE	RIÑONES	SOLERA
INTERIOR PRIMARIO	-7,17	-55,79	-5,04
EXTERIOR PRIMARIO	-35,35	-20,78	-38,31
INTERIOR REVESTIMIENTO	-13,60	-0,01	-16,36
EXTERIOR REVESTIMIENTO	-25,52	13,32	-30,32
ACERO DE POSTESADO	10979,98	11069,65	10963,21

DN1100 MDP 7,5 y 10 atm HT 1 a 3 mts **HR= 3,000 m**
CASO NUMERO 2/ 2 : DP: 9,00 at MDP: 10,00 at
PRESION NETA PRUEBA FAB.(PP): 12,22 at STP: 11,00 at
DIAMETRO DEL ALAMBRE: 5,0 mm NUMERO DE ESPIRAS POR METRO: 33

HIPOTESIS DE CALCULO: 2.- (MDP+0.1 MPa) + CARGAS FIJAS

PERDIDAS DE POSTESADO

ACORTAMIENTO ELASTICO	324,84 kp/cm2
RELAJACION	227,56 kp/cm2
FLUENCIA Y RETRACCION	1061,11 kp/cm2

TENSIONES

RESIDUAL EN EL ACERO DE POSTESADO	10800,00 kp/cm2

TENSIONES INICIALES EN EL PRIMARIO

INTERIOR	-119,59 kp/cm2
EXTERIOR	-105,82 kp/cm2
0.55*FCK0	-220,00 kp/cm2

TENSIONES FINALES

INTERIOR PRIMARIO	-79,33 kp/cm2
EXTERIOR PRIMARIO	-70,19 kp/cm2
INTERIOR REVESTIMIENTO	-46,10 kp/cm2
EXTERIOR REVESTIMIENTO	-43,95 kp/cm2

ESFUERZOS DE OVALIZACION

	CLAVE	RIÑONES	SOLERA
M kp.cm/cm	368,64	-396,14	430,27
N kp/cm	-7,01	-32,82	-24,21

TENSIONES kp/cm2

INTERIOR PRIMARIO	21,63	-26,99	23,76
EXTERIOR PRIMARIO	-8,83	5,74	-11,79
INTERIOR REVESTIMIENTO	-8,23	5,35	-11,00
EXTERIOR REVESTIMIENTO	-20,41	18,43	-25,21
ACERO DE POSTESADO	-52,85	36,82	-69,62

T E N S I O N E S (kp/cm2)

	PRESION	OVALIZACION + POSTESADO FINAL		
		CLAVE	RIÑONES	SOLERA
INTERIOR PRIMARIO	61,76	-57,70	-106,32	-55,57
EXTERIOR PRIMARIO	53,38	-79,02	-64,46	-81,98
INTERIOR REVESTIMIENTO	49,79	-54,33	-40,75	-57,09
EXTERIOR REVESTIMIENTO	47,46	-64,35	-25,51	-69,15
ACERO DE POSTESADO	284,57	10747,15	10836,82	10730,38

	TOTALES		
	CLAVE	RIÑONES	SOLERA
INTERIOR PRIMARIO	4,06	-44,56	6,19
EXTERIOR PRIMARIO	-25,64	-11,08	-28,60
INTERIOR REVESTIMIENTO	-4,54	9,04	-7,31
EXTERIOR REVESTIMIENTO	-16,89	21,95	-21,69
ACERO DE POSTESADO	11031,72	11121,38	11014,95

DN1100 MDP 7,5 y 10 atm HT 1 a 3 mts **HR= 3,000 m**
CASO NUMERO 2/ 2 : DP: 9,00 at MDP: 10,00 at
PRESION NETA PRUEBA FAB.(PP): 12,22 at STP: 11,00 at
DIAMETRO DEL ALAMBRE: 5,0 mm NUMERO DE ESPIRAS POR METRO: 33

HIPOTESIS DE CALCULO: 3.- DP + CARGAS FIJAS + MOVILES

PERDIDAS DE POSTESADO

ACORTAMIENTO ELASTICO	324,84 kp/cm2
RELAJACION	227,56 kp/cm2
FLUENCIA Y RETRACCION	1061,11 kp/cm2

TENSIONES

RESIDUAL EN EL ACERO DE POSTESADO	10800,00 kp/cm2

TENSIONES INICIALES EN EL PRIMARIO

INTERIOR	-119,59 kp/cm2
EXTERIOR	-105,82 kp/cm2
0.55*FCK0	-220,00 kp/cm2

TENSIONES FINALES

INTERIOR PRIMARIO	-79,33 kp/cm2
EXTERIOR PRIMARIO	-70,19 kp/cm2
INTERIOR REVESTIMIENTO	-46,10 kp/cm2
EXTERIOR REVESTIMIENTO	-43,95 kp/cm2

ESFUERZOS DE OVALIZACION

	CLAVE	RIÑONES	SOLERA
M kp.cm/cm	402,99	-432,11	468,66
N kp/cm	-7,90	-36,05	-26,50

TENSIONES kp/cm2

INTERIOR PRIMARIO	23,62	-29,46	25,87
EXTERIOR PRIMARIO	-9,67	6,23	-12,85
INTERIOR REVESTIMIENTO	-9,02	5,81	-11,99
EXTERIOR REVESTIMIENTO	-22,33	20,08	-27,47
ACERO DE POSTESADO	-57,89	40,03	-75,90

T E N S I O N E S (kp/cm2)

	PRESION	OVALIZACION + POSTESADO FINAL		
		CLAVE	RIÑONES	SOLERA
INTERIOR PRIMARIO	50,53	-55,70	-108,79	-53,46
EXTERIOR PRIMARIO	43,67	-79,86	-63,96	-83,05
INTERIOR REVESTIMIENTO	40,73	-55,12	-40,28	-58,09
EXTERIOR REVESTIMIENTO	38,83	-66,27	-23,86	-71,41
ACERO DE POSTESADO	232,83	10742,11	10840,03	10724,10

	TOTALES		
	CLAVE	RIÑONES	SOLERA
INTERIOR PRIMARIO	-5,18	-58,26	-2,93
EXTERIOR PRIMARIO	-36,19	-20,28	-39,37
INTERIOR REVESTIMIENTO	-14,38	0,45	-17,35
EXTERIOR REVESTIMIENTO	-27,44	14,97	-32,58
ACERO DE POSTESADO	10974,94	11072,86	10956,93

DN1100 MDP 7,5 y 10 atm HT 1 a 3 mts **HR= 3,000 m**
CASO NUMERO 2/ 2 : DP: 9,00 at MDP: 10,00 at
PRESION NETA PRUEBA FAB.(PP): 12,22 at STP: 11,00 at
DIAMETRO DEL ALAMBRE: 5,0 mm NUMERO DE ESPIRAS POR METRO: 33

HIPOTESIS DE CALCULO: 4.- MDP + Peso propio + Peso de agua

PERDIDAS DE POSTESADO

ACORTAMIENTO ELASTICO	324,84 kp/cm2
RELAJACION	227,56 kp/cm2
FLUENCIA Y RETRACCION	1061,11 kp/cm2

TENSIONES

RESIDUAL EN EL ACERO DE POSTESADO	10800,00 kp/cm2

TENSIONES INICIALES EN EL PRIMARIO

INTERIOR	-119,59 kp/cm2
EXTERIOR	-105,82 kp/cm2
0.55*FCK0	-220,00 kp/cm2

TENSIONES FINALES

INTERIOR PRIMARIO	-79,33 kp/cm2
EXTERIOR PRIMARIO	-70,19 kp/cm2
INTERIOR REVESTIMIENTO	-46,10 kp/cm2
EXTERIOR REVESTIMIENTO	-43,95 kp/cm2

ESFUERZOS DE OVALIZACION

	CLAVE	RIÑONES	SOLERA
M kp.cm/cm	71,57	-83,18	94,69
N kp/cm	2,37	-1,71	-0,24

TENSIONES kp/cm2

INTERIOR PRIMARIO	4,55	-5,19	5,70
EXTERIOR PRIMARIO	-1,37	1,69	-2,12
INTERIOR REVESTIMIENTO	-1,27	1,57	-1,98
EXTERIOR REVESTIMIENTO	-3,64	4,32	-5,11
ACERO DE POSTESADO	-8,41	10,30	-12,80

T E N S I O N E S (kp/cm2)

	PRESION	OVALIZACION + POSTESADO FINAL		
		CLAVE	RIÑONES	SOLERA
INTERIOR PRIMARIO	56,14	-74,78	-84,51	-73,63
EXTERIOR PRIMARIO	48,53	-71,56	-68,51	-72,32
INTERIOR REVESTIMIENTO	45,26	-47,37	-44,53	-48,08
EXTERIOR REVESTIMIENTO	43,15	-47,58	-39,63	-49,05
ACERO DE POSTESADO	258,70	10791,59	10810,30	10787,20

	TOTALES		
	CLAVE	RIÑONES	SOLERA
INTERIOR PRIMARIO	-18,64	-28,37	-17,48
EXTERIOR PRIMARIO	-23,03	-19,98	-23,79
INTERIOR REVESTIMIENTO	-2,11	0,73	-2,82
EXTERIOR REVESTIMIENTO	-4,44	3,52	-5,91
ACERO DE POSTESADO	11050,29	11068,99	11045,89

DN1100 MDP 7,5 y 10 atm HT 1 a 3 mts **HR= 3,000 m**
CASO NUMERO 2/ 2 : DP: 9,00 at MDP: 10,00 at
PRESION NETA PRUEBA FAB.(PP): 12,22 at STP: 11,00 at
DIAMETRO DEL ALAMBRE: 5,0 mm NUMERO DE ESPIRAS POR METRO: 33

HIPOTESIS DE CALCULO: 5.- PPRUEBARED(STP) + 1m TIERRAS

PERDIDAS DE POSTESADO

ACORTAMIENTO ELASTICO	324,84 kp/cm2
RELAJACION	227,56 kp/cm2
FLUENCIA Y RETRACCION	1061,11 kp/cm2

TENSIONES

RESIDUAL EN EL ACERO DE POSTESADO	10800,00 kp/cm2

TENSIONES INICIALES EN EL PRIMARIO

INTERIOR	-119,59 kp/cm2
EXTERIOR	-105,82 kp/cm2
0.55*FCK0	-220,00 kp/cm2

TENSIONES FINALES

INTERIOR PRIMARIO	-79,33 kp/cm2
EXTERIOR PRIMARIO	-70,19 kp/cm2
INTERIOR REVESTIMIENTO	-46,10 kp/cm2
EXTERIOR REVESTIMIENTO	-43,95 kp/cm2

ESFUERZOS DE OVALIZACION

	CLAVE	RIÑONES	SOLERA
M kp.cm/cm	172,56	-190,84	211,16
N kp/cm	-1,91	-14,36	-11,17

TENSIONES kp/cm2

INTERIOR PRIMARIO	10,25	-12,87	11,73
EXTERIOR PRIMARIO	-4,00	2,90	-5,72
INTERIOR REVESTIMIENTO	-3,73	2,70	-5,33
EXTERIOR REVESTIMIENTO	-9,43	9,00	-12,31
ACERO DE POSTESADO	-24,06	18,45	-33,81

T E N S I O N E S (kp/cm2)

	PRESION	OVALIZACION + POSTESADO FINAL		
		CLAVE	RIÑONES	SOLERA
INTERIOR PRIMARIO	61,76	-69,07	-92,20	-67,60
EXTERIOR PRIMARIO	53,38	-74,20	-67,30	-75,91
INTERIOR REVESTIMIENTO	49,79	-49,83	-43,40	-51,43
EXTERIOR REVESTIMIENTO	47,46	-53,38	-34,94	-56,25
ACERO DE POSTESADO	284,57	10775,94	10818,45	10766,19

	TOTALES		
	CLAVE	RIÑONES	SOLERA
INTERIOR PRIMARIO	-7,32	-30,44	-5,85
EXTERIOR PRIMARIO	-20,82	-13,92	-22,53
INTERIOR REVESTIMIENTO	-0,05	6,39	-1,65
EXTERIOR REVESTIMIENTO	-5,92	12,52	-8,79
ACERO DE POSTESADO	11060,51	11103,02	11050,75

DN1100 MDP 7,5 y 10 atm HT 1 a 3 mts **HR= 3,000 m**
CASO NUMERO 2/ 2 : DP: 9,00 at MDP: 10,00 at
PRESION NETA PRUEBA FAB.(PP): 12,22 at STP: 11,00 at
DIAMETRO DEL ALAMBRE: 5,0 mm NUMERO DE ESPIRAS POR METRO: 33

HIPOTESIS DE CALCULO: 6.- CARGAS FIJAS + MOVILES, Sin Pres

PERDIDAS DE POSTESADO

ACORTAMIENTO ELASTICO	324,84 kp/cm2
RELAJACION	227,56 kp/cm2
FLUENCIA Y RETRACCION	1061,11 kp/cm2

TENSIONES

RESIDUAL EN EL ACERO DE POSTESADO	10800,00 kp/cm2

TENSIONES INICIALES EN EL PRIMARIO

INTERIOR	-119,59 kp/cm2
EXTERIOR	-105,82 kp/cm2
0.55*FCK0	-220,00 kp/cm2

TENSIONES FINALES

INTERIOR PRIMARIO	-79,33 kp/cm2
EXTERIOR PRIMARIO	-70,19 kp/cm2
INTERIOR REVESTIMIENTO	-46,10 kp/cm2
EXTERIOR REVESTIMIENTO	-43,95 kp/cm2

ESFUERZOS DE OVALIZACION

	CLAVE	RIÑONES	SOLERA
M kp.cm/cm	402,99	-432,11	468,66
N kp/cm	-7,90	-36,05	-26,50

TENSIONES kp/cm2

INTERIOR PRIMARIO	23,62	-29,46	25,87
EXTERIOR PRIMARIO	-9,67	6,23	-12,85
INTERIOR REVESTIMIENTO	-9,02	5,81	-11,99
EXTERIOR REVESTIMIENTO	-22,33	20,08	-27,47
ACERO DE POSTESADO	-57,89	40,03	-75,90

T E N S I O N E S (kp/cm2)

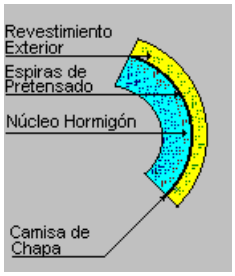
	PRESION	OVALIZACION + POSTESADO FINAL		
		CLAVE	RIÑONES	SOLERA
INTERIOR PRIMARIO	0,00	-55,70	-108,79	-53,46
EXTERIOR PRIMARIO	0,00	-79,86	-63,96	-83,05
INTERIOR REVESTIMIENTO	0,00	-55,12	-40,28	-58,09
EXTERIOR REVESTIMIENTO	0,00	-66,27	-23,86	-71,41
ACERO DE POSTESADO	0,00	10742,11	10840,03	10724,10

	TOTALES		
	CLAVE	RIÑONES	SOLERA
INTERIOR PRIMARIO	-55,70	-108,79	-53,46
EXTERIOR PRIMARIO	-79,86	-63,96	-83,05
INTERIOR REVESTIMIENTO	-55,12	-40,28	-58,09
EXTERIOR REVESTIMIENTO	-66,27	-23,86	-71,41
ACERO DE POSTESADO	10742,11	10840,03	10724,10

Proyecto de la red de riego del Sector I del Canal de San José (ZAMORA)

Cliente: ITACYL **FECHA: 18/05/2020 8:46:34**

DN1000 MDP 7,5 y 10 atm HT 1 a 3 mts
TIPO DE TUBO : hormigón postesado con camisa revestida



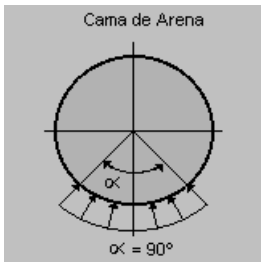
CARACTERISTICAS DEL TUBO

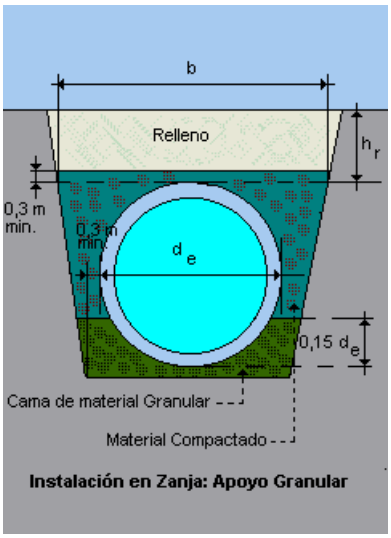
Diámetro interior	:	1000 mm
Espesor	:	95 mm
Recubrimiento interior	:	65 mm
Recubrimiento exterior	:	30 mm

Densidad del material del tubo : 2,500 t/m3

DATOS DEL RELLENO Y DE LA COLOCACION

Tipo de cuna : Granular 90º
Tipo de colocación : Zanja, relleno compactado





DN1000 MDP 7,5 y 10 atm HT 1 a 3 mts

DATOS DEL RELLENO Y DE LA COLOCACION (CONTINUACION)

Densidad del relleno : 1,800 t/m3
Angulo de rozamiento interno del relleno : 30º
Ancho de la zanja (b): 2,346 m
Tipo de relleno : Cohesivo, Arena Arcillosa (0,150)

DATOS DE LAS HIPOTESIS DE CALCULO

Carga : Eje de 13 Toneladas
Coeficiente de impacto : 1,30

Tierr HR	Carg de tierras (zanja)		Carg de tierras (terraplén)		Carg de tierras (adoptada)		Cargas móviles		Carga vertical total	
M	T/m2	T/m	T/m2	T/m	T/m2	T/m	T/m2	T/m	T/m2	T/m
1,00	1,7	2,0	2,1	2,5	1,7	2,0	0,0	0,0	1,7	2,0
1,00	1,7	2,0	2,1	2,5	1,7	2,0	2,8	3,4	4,5	5,4
3,00	4,5	5,3	8,2	9,7	4,5	5,3	0,5	0,6	5,0	5,9

DN1000 MDP 7,5 y 10 atm HT 1 a 3 mts

CARACTERISTICAS DE POSTESADO

RADIO INTERIOR	500,0	mm
ESPESOR DEL PRIMARIO	65,0	mm
RECUBRIMIENTO INTERIOR DE LA CAMISA	65,0	mm
ESPESOR DE LA CAMISA	1,50	mm
MODULO DE ELASTICIDAD ACERO CAMISA	2100000	kp/cm2
ESPESOR DEL REVESTIMIENTO	30,0	mm
FCK PRIMARIO AL ZUNCHAR	400	kp/cm2
FCK PRIMARIO FINAL	450	kp/cm2
FCT,K PRIMARIO FINAL	27	kp/cm2
FCK REVESTIMIENTO	350	kp/cm2
FCT,K REVESTIMIENTO	22,45	kp/cm2
COEFICIENTE DE FLUENCIA PRIMARIO	1,50	
COEFICIENTE DE FLUENCIA REVESTIMIENTO	0,75	
COEFICIENTE RETRACCION PRIMARIO	0,00020	
COEFICIENTE RETRACCION REVESTIMIENTO	0,00030	
TENSION DE ROTURA DEL ACERO DE POSTESAR	18000	kp/cm2
MODULO DE ELASTICIDAD ACERO DE POSTESAR	2000000	kp/cm2
RELAJACION FINAL	2,00	%
TENSION DE TESADO	13500,00	kp/cm2

DN1000 MDP 7,5 y 10 atm HT 1 a 3 mts **HR= 1,000 m**

di (mm)	de (mm)	GAMMAH (t/m3)	GAMMAT (t/m3)	LAMBDA	Q (t/m2)	CUNA	
1000	1190	2,500	1,800	0,333	4,516	Granular	90º

HIPOTESIS Peso propio

SECCION	MOMENTO (m.t)	AXIL (t)
CLAVE	0,028	0,037
RIÑONES	-0,033	-0,204
SOLERA	0,037	-0,206

HIPOTESIS Peso del fluido

SECCION	MOMENTO (m.t)	AXIL (t)
CLAVE	0,027	0,161
RIÑONES	-0,031	0,054
SOLERA	0,036	0,177

HIPOTESIS Carga 1 metro de Tierras(total)

SECCION	MOMENTO (m.t)	AXIL (t)
CLAVE	0,085	-0,380
RIÑONES	-0,090	-1,142
SOLERA	0,098	-0,974

HIPOTESIS Esfuerzos por Carga vertical pura por tierras

SECCION	MOMENTO (m.t)	AXIL (t)
CLAVE	0,139	0,057
RIÑONES	-0,143	-1,005
SOLERA	0,148	-0,473

DN1000 MDP 7,5 y 10 atm HT 1 a 3 mts **HR= 1,000 m**

HIPOTESIS Carga Móvil

SECCION	MOMENTO (m.t)	AXIL (t)
CLAVE	0,232	0,095
RIÑONES	-0,240	-1,682
SOLERA	0,248	-0,791

HIPOTESIS Empuje lateral con carga móvil

SECCION	MOMENTO (m.t)	AXIL (t)
CLAVE	-0,133	-1,018
RIÑONES	0,137	0,000
SOLERA	-0,132	-0,820

HIPOTESIS Empuje Lateral sin carga móvil

SECCION	MOMENTO (m.t)	AXIL (t)
CLAVE	-0,064	-0,460
RIÑONES	0,068	0,000
SOLERA	-0,067	-0,421

HIPOTESIS Carga de tímpanos

SECCION	MOMENTO (m.t)	AXIL (t)
CLAVE	0,010	0,023
RIÑONES	-0,015	-0,137
SOLERA	0,016	-0,080

DN1000 MDP 7,5 y 10 atm HT 1 a 3 mts **HR= 1,000 m**
CASO NUMERO 1/ 3 : DP: 7,50 at MDP: 7,50 at
PRESION NETA PRUEBA FAB.(PP): 10,10 at STP: 8,50 at
DIAMETRO DEL ALAMBRE: 5,0 mm NUMERO DE ESPIRAS POR METRO: 25

HIPOTESIS DE CALCULO: 1.- DP + CARGAS FIJAS

PERDIDAS DE POSTESADO

ACORTAMIENTO ELASTICO	264,72 kp/cm2
RELAJACION	232,14 kp/cm2
FLUENCIA Y RETRACCION	946,42 kp/cm2

TENSIONES

RESIDUAL EN EL ACERO DE POSTESADO	10800,00 kp/cm2

TENSIONES INICIALES EN EL PRIMARIO

INTERIOR	-97,60 kp/cm2
EXTERIOR	-86,10 kp/cm2
0.55*FCK0	-220,00 kp/cm2

TENSIONES FINALES

INTERIOR PRIMARIO	-64,63 kp/cm2
EXTERIOR PRIMARIO	-57,01 kp/cm2
INTERIOR REVESTIMIENTO	-34,63 kp/cm2
EXTERIOR REVESTIMIENTO	-32,86 kp/cm2

ESFUERZOS DE OVALIZACION

	CLAVE	RIÑONES	SOLERA
M kp.cm/cm	140,25	-154,75	170,93
N kp/cm	-1,83	-12,93	-10,04

TENSIONES kp/cm2

INTERIOR PRIMARIO	9,26	-11,68	10,51
EXTERIOR PRIMARIO	-3,40	2,29	-4,91
INTERIOR REVESTIMIENTO	-3,17	2,13	-4,58
EXTERIOR REVESTIMIENTO	-8,62	8,14	-11,22
ACERO DE POSTESADO	-20,72	15,05	-29,34

T E N S I O N E S (kp/cm2)

	PRESION	OVALIZACION + POSTESADO FINAL		
		CLAVE	RIÑONES	SOLERA
INTERIOR PRIMARIO	40,64	-55,37	-76,30	-54,11
EXTERIOR PRIMARIO	34,97	-60,41	-54,73	-61,92
INTERIOR REVESTIMIENTO	32,62	-37,80	-32,50	-39,21
EXTERIOR REVESTIMIENTO	30,95	-41,48	-24,72	-44,08
ACERO DE POSTESADO	186,43	10779,28	10815,05	10770,66

	TOTALES		
	CLAVE	RIÑONES	SOLERA
INTERIOR PRIMARIO	-14,73	-35,66	-13,47
EXTERIOR PRIMARIO	-25,44	-19,76	-26,95
INTERIOR REVESTIMIENTO	-5,19	0,12	-6,60
EXTERIOR REVESTIMIENTO	-10,53	6,23	-13,13
ACERO DE POSTESADO	10965,71	11001,49	10957,10

DN1000 MDP 7,5 y 10 atm HT 1 a 3 mts **HR= 1,000 m**
CASO NUMERO 1/ 3 : DP: 7,50 at MDP: 7,50 at
PRESION NETA PRUEBA FAB.(PP): 10,10 at STP: 8,50 at
DIAMETRO DEL ALAMBRE: 5,0 mm NUMERO DE ESPIRAS POR METRO: 25

HIPOTESIS DE CALCULO: 2.- (MDP+0.1 MPa) + CARGAS FIJAS

PERDIDAS DE POSTESADO

ACORTAMIENTO ELASTICO	264,72 kp/cm2
RELAJACION	232,14 kp/cm2
FLUENCIA Y RETRACCION	946,42 kp/cm2

TENSIONES

RESIDUAL EN EL ACERO DE POSTESADO	10800,00 kp/cm2

TENSIONES INICIALES EN EL PRIMARIO

INTERIOR	-97,60 kp/cm2
EXTERIOR	-86,10 kp/cm2
0.55*FCK0	-220,00 kp/cm2

TENSIONES FINALES

INTERIOR PRIMARIO	-64,63 kp/cm2
EXTERIOR PRIMARIO	-57,01 kp/cm2
INTERIOR REVESTIMIENTO	-34,63 kp/cm2
EXTERIOR REVESTIMIENTO	-32,86 kp/cm2

ESFUERZOS DE OVALIZACION

	CLAVE	RIÑONES	SOLERA
M kp.cm/cm	140,25	-154,75	170,93
N kp/cm	-1,83	-12,93	-10,04

TENSIONES kp/cm2

INTERIOR PRIMARIO	9,26	-11,68	10,51
EXTERIOR PRIMARIO	-3,40	2,29	-4,91
INTERIOR REVESTIMIENTO	-3,17	2,13	-4,58
EXTERIOR REVESTIMIENTO	-8,62	8,14	-11,22
ACERO DE POSTESADO	-20,72	15,05	-29,34

T E N S I O N E S (kp/cm2)

	PRESION	OVALIZACION + POSTESADO FINAL		
		CLAVE	RIÑONES	SOLERA
INTERIOR PRIMARIO	46,06	-55,37	-76,30	-54,11
EXTERIOR PRIMARIO	39,63	-60,41	-54,73	-61,92
INTERIOR REVESTIMIENTO	36,97	-37,80	-32,50	-39,21
EXTERIOR REVESTIMIENTO	35,08	-41,48	-24,72	-44,08
ACERO DE POSTESADO	211,29	10779,28	10815,05	10770,66

	TOTALES		
	CLAVE	RIÑONES	SOLERA
INTERIOR PRIMARIO	-9,31	-30,24	-8,05
EXTERIOR PRIMARIO	-20,78	-15,09	-22,29
INTERIOR REVESTIMIENTO	-0,84	4,47	-2,25
EXTERIOR REVESTIMIENTO	-6,41	10,36	-9,01
ACERO DE POSTESADO	10990,57	11026,34	10981,95

DN1000 MDP 7,5 y 10 atm HT 1 a 3 mts **HR= 1,000 m**
CASO NUMERO 1/ 3 : DP: 7,50 at MDP: 7,50 at
PRESION NETA PRUEBA FAB.(PP): 10,10 at STP: 8,50 at
DIAMETRO DEL ALAMBRE: 5,0 mm NUMERO DE ESPIRAS POR METRO: 25

HIPOTESIS DE CALCULO: 3.- DP + CARGAS FIJAS + MOVILES

PERDIDAS DE POSTESADO

ACORTAMIENTO ELASTICO	264,72 kp/cm2
RELAJACION	232,14 kp/cm2
FLUENCIA Y RETRACCION	946,42 kp/cm2

TENSIONES

RESIDUAL EN EL ACERO DE POSTESADO	10800,00 kp/cm2

TENSIONES INICIALES EN EL PRIMARIO

INTERIOR	-97,60 kp/cm2
EXTERIOR	-86,10 kp/cm2
0.55*FCK0	-220,00 kp/cm2

TENSIONES FINALES

INTERIOR PRIMARIO	-64,63 kp/cm2
EXTERIOR PRIMARIO	-57,01 kp/cm2
INTERIOR REVESTIMIENTO	-34,63 kp/cm2
EXTERIOR REVESTIMIENTO	-32,86 kp/cm2

ESFUERZOS DE OVALIZACION

	CLAVE	RIÑONES	SOLERA
M kp.cm/cm	303,02	-325,31	352,99
N kp/cm	-6,46	-29,74	-21,94

TENSIONES kp/cm2

INTERIOR PRIMARIO	19,75	-24,80	21,60
EXTERIOR PRIMARIO	-7,59	4,56	-10,26
INTERIOR REVESTIMIENTO	-7,08	4,25	-9,57
EXTERIOR REVESTIMIENTO	-18,85	16,89	-23,28
ACERO DE POSTESADO	-46,08	30,30	-61,22

T E N S I O N E S (kp/cm2)

	PRESION	OVALIZACION + POSTESADO FINAL		
		CLAVE	RIÑONES	SOLERA
INTERIOR PRIMARIO	40,64	-44,88	-89,43	-43,03
EXTERIOR PRIMARIO	34,97	-64,61	-52,46	-67,27
INTERIOR REVESTIMIENTO	32,62	-41,71	-30,38	-44,20
EXTERIOR REVESTIMIENTO	30,95	-51,72	-15,98	-56,14
ACERO DE POSTESADO	186,43	10753,92	10830,30	10738,78

	TOTALES		
	CLAVE	RIÑONES	SOLERA
INTERIOR PRIMARIO	-4,23	-48,78	-2,39
EXTERIOR PRIMARIO	-29,63	-17,49	-32,30
INTERIOR REVESTIMIENTO	-9,10	2,23	-11,58
EXTERIOR REVESTIMIENTO	-20,77	14,97	-25,19
ACERO DE POSTESADO	10940,35	11016,74	10925,22

DN1000 MDP 7,5 y 10 atm HT 1 a 3 mts **HR= 1,000 m**
CASO NUMERO 1/ 3 : DP: 7,50 at MDP: 7,50 at
PRESION NETA PRUEBA FAB.(PP): 10,10 at STP: 8,50 at
DIAMETRO DEL ALAMBRE: 5,0 mm NUMERO DE ESPIRAS POR METRO: 25

HIPOTESIS DE CALCULO: 4.- MDP + Peso propio + Peso de agua

PERDIDAS DE POSTESADO

ACORTAMIENTO ELASTICO	264,72 kp/cm2
RELAJACION	232,14 kp/cm2
FLUENCIA Y RETRACCION	946,42 kp/cm2

TENSIONES

RESIDUAL EN EL ACERO DE POSTESADO	10800,00 kp/cm2

TENSIONES INICIALES EN EL PRIMARIO

INTERIOR	-97,60 kp/cm2
EXTERIOR	-86,10 kp/cm2
0.55*FCK0	-220,00 kp/cm2

TENSIONES FINALES

INTERIOR PRIMARIO	-64,63 kp/cm2
EXTERIOR PRIMARIO	-57,01 kp/cm2
INTERIOR REVESTIMIENTO	-34,63 kp/cm2
EXTERIOR REVESTIMIENTO	-32,86 kp/cm2

ESFUERZOS DE OVALIZACION

	CLAVE	RIÑONES	SOLERA
M kp.cm/cm	55,29	-64,25	73,15
N kp/cm	1,98	-1,51	-0,30

TENSIONES kp/cm2

INTERIOR PRIMARIO	3,91	-4,47	4,89
EXTERIOR PRIMARIO	-1,08	1,33	-1,71
INTERIOR REVESTIMIENTO	-1,00	1,24	-1,59
EXTERIOR REVESTIMIENTO	-3,15	3,73	-4,44
ACERO DE POSTESADO	-6,76	8,27	-10,46

T E N S I O N E S (kp/cm2)

	PRESION	OVALIZACION + POSTESADO FINAL		
		CLAVE	RIÑONES	SOLERA
INTERIOR PRIMARIO	40,64	-60,71	-69,10	-59,74
EXTERIOR PRIMARIO	34,97	-58,09	-55,68	-58,72
INTERIOR REVESTIMIENTO	32,62	-35,64	-33,39	-36,23
EXTERIOR REVESTIMIENTO	30,95	-36,01	-29,13	-37,30
ACERO DE POSTESADO	186,43	10793,24	10808,27	10789,54

	TOTALES		
	CLAVE	RIÑONES	SOLERA
INTERIOR PRIMARIO	-20,07	-28,45	-19,09
EXTERIOR PRIMARIO	-23,12	-20,71	-23,75
INTERIOR REVESTIMIENTO	-3,02	-0,78	-3,61
EXTERIOR REVESTIMIENTO	-5,06	1,82	-6,35
ACERO DE POSTESADO	10979,67	10994,70	10975,97

DN1000 MDP 7,5 y 10 atm HT 1 a 3 mts **HR= 1,000 m**
CASO NUMERO 1/ 3 : DP: 7,50 at MDP: 7,50 at
PRESION NETA PRUEBA FAB.(PP): 10,10 at STP: 8,50 at
DIAMETRO DEL ALAMBRE: 5,0 mm NUMERO DE ESPIRAS POR METRO: 25

HIPOTESIS DE CALCULO: 5.- PPRUEBARED(STP) + 1m TIERRAS

PERDIDAS DE POSTESADO

ACORTAMIENTO ELASTICO	264,72 kp/cm2
RELAJACION	232,14 kp/cm2
FLUENCIA Y RETRACCION	946,42 kp/cm2

TENSIONES

RESIDUAL EN EL ACERO DE POSTESADO	10800,00 kp/cm2

TENSIONES INICIALES EN EL PRIMARIO

INTERIOR	-97,60 kp/cm2
EXTERIOR	-86,10 kp/cm2
0.55*FCK0	-220,00 kp/cm2

TENSIONES FINALES

INTERIOR PRIMARIO	-64,63 kp/cm2
EXTERIOR PRIMARIO	-57,01 kp/cm2
INTERIOR REVESTIMIENTO	-34,63 kp/cm2
EXTERIOR REVESTIMIENTO	-32,86 kp/cm2

ESFUERZOS DE OVALIZACION

	CLAVE	RIÑONES	SOLERA
M kp.cm/cm	140,25	-154,75	170,93
N kp/cm	-1,83	-12,93	-10,04

TENSIONES kp/cm2

INTERIOR PRIMARIO	9,26	-11,68	10,51
EXTERIOR PRIMARIO	-3,40	2,29	-4,91
INTERIOR REVESTIMIENTO	-3,17	2,13	-4,58
EXTERIOR REVESTIMIENTO	-8,62	8,14	-11,22
ACERO DE POSTESADO	-20,72	15,05	-29,34

T E N S I O N E S (kp/cm2)

	PRESION	OVALIZACION + POSTESADO FINAL		
		CLAVE	RIÑONES	SOLERA
INTERIOR PRIMARIO	46,06	-55,37	-76,30	-54,11
EXTERIOR PRIMARIO	39,63	-60,41	-54,73	-61,92
INTERIOR REVESTIMIENTO	36,97	-37,80	-32,50	-39,21
EXTERIOR REVESTIMIENTO	35,08	-41,48	-24,72	-44,08
ACERO DE POSTESADO	211,29	10779,28	10815,05	10770,66

	TOTALES		
	CLAVE	RIÑONES	SOLERA
INTERIOR PRIMARIO	-9,31	-30,24	-8,05
EXTERIOR PRIMARIO	-20,78	-15,09	-22,29
INTERIOR REVESTIMIENTO	-0,84	4,47	-2,25
EXTERIOR REVESTIMIENTO	-6,41	10,36	-9,01
ACERO DE POSTESADO	10990,57	11026,34	10981,95

DN1000 MDP 7,5 y 10 atm HT 1 a 3 mts **HR= 1,000 m**
CASO NUMERO 1/ 3 : DP: 7,50 at MDP: 7,50 at
PRESION NETA PRUEBA FAB.(PP): 10,10 at STP: 8,50 at
DIAMETRO DEL ALAMBRE: 5,0 mm NUMERO DE ESPIRAS POR METRO: 25

HIPOTESIS DE CALCULO: 6.- CARGAS FIJAS + MOVILES, Sin Pres

PERDIDAS DE POSTESADO

ACORTAMIENTO ELASTICO	264,72 kp/cm2
RELAJACION	232,14 kp/cm2
FLUENCIA Y RETRACCION	946,42 kp/cm2

TENSIONES

RESIDUAL EN EL ACERO DE POSTESADO	10800,00 kp/cm2

TENSIONES INICIALES EN EL PRIMARIO

INTERIOR	-97,60 kp/cm2
EXTERIOR	-86,10 kp/cm2
0.55*FCK0	-220,00 kp/cm2

TENSIONES FINALES

INTERIOR PRIMARIO	-64,63 kp/cm2
EXTERIOR PRIMARIO	-57,01 kp/cm2
INTERIOR REVESTIMIENTO	-34,63 kp/cm2
EXTERIOR REVESTIMIENTO	-32,86 kp/cm2

ESFUERZOS DE OVALIZACION

	CLAVE	RIÑONES	SOLERA
M kp.cm/cm	303,02	-325,31	352,99
N kp/cm	-6,46	-29,74	-21,94

TENSIONES kp/cm2

INTERIOR PRIMARIO	19,75	-24,80	21,60
EXTERIOR PRIMARIO	-7,59	4,56	-10,26
INTERIOR REVESTIMIENTO	-7,08	4,25	-9,57
EXTERIOR REVESTIMIENTO	-18,85	16,89	-23,28
ACERO DE POSTESADO	-46,08	30,30	-61,22

T E N S I O N E S (kp/cm2)

	PRESION	OVALIZACION + POSTESADO FINAL		
		CLAVE	RIÑONES	SOLERA
INTERIOR PRIMARIO	0,00	-44,88	-89,43	-43,03
EXTERIOR PRIMARIO	0,00	-64,61	-52,46	-67,27
INTERIOR REVESTIMIENTO	0,00	-41,71	-30,38	-44,20
EXTERIOR REVESTIMIENTO	0,00	-51,72	-15,98	-56,14
ACERO DE POSTESADO	0,00	10753,92	10830,30	10738,78

	TOTALES		
	CLAVE	RIÑONES	SOLERA
INTERIOR PRIMARIO	-44,88	-89,43	-43,03
EXTERIOR PRIMARIO	-64,61	-52,46	-67,27
INTERIOR REVESTIMIENTO	-41,71	-30,38	-44,20
EXTERIOR REVESTIMIENTO	-51,72	-15,98	-56,14
ACERO DE POSTESADO	10753,92	10830,30	10738,78

DN1000 MDP 7,5 y 10 atm HT 1 a 3 mts **HR= 1,000 m**
CASO NUMERO 2/ 3 : DP: 9,00 at MDP: 10,00 at
PRESION NETA PRUEBA FAB.(PP): 12,35 at STP: 11,00 at
DIAMETRO DEL ALAMBRE: 5,0 mm NUMERO DE ESPIRAS POR METRO: 30

HIPOTESIS DE CALCULO: 1.- DP + CARGAS FIJAS

PERDIDAS DE POSTESADO

ACORTAMIENTO ELASTICO	317,67 kp/cm2
RELAJACION	228,38 kp/cm2
FLUENCIA Y RETRACCION	1040,50 kp/cm2

TENSIONES

RESIDUAL EN EL ACERO DE POSTESADO	10800,00 kp/cm2

TENSIONES INICIALES EN EL PRIMARIO

INTERIOR	-116,65 kp/cm2
EXTERIOR	-102,91 kp/cm2
0.55*FCK0	-220,00 kp/cm2

TENSIONES FINALES

INTERIOR PRIMARIO	-76,48 kp/cm2
EXTERIOR PRIMARIO	-67,47 kp/cm2
INTERIOR REVESTIMIENTO	-44,04 kp/cm2
EXTERIOR REVESTIMIENTO	-41,79 kp/cm2

ESFUERZOS DE OVALIZACION

	CLAVE	RIÑONES	SOLERA
M kp.cm/cm	140,25	-154,75	170,93
N kp/cm	-1,83	-12,93	-10,04

TENSIONES kp/cm2

INTERIOR PRIMARIO	9,25	-11,67	10,51
EXTERIOR PRIMARIO	-3,38	2,27	-4,88
INTERIOR REVESTIMIENTO	-3,15	2,11	-4,55
EXTERIOR REVESTIMIENTO	-8,59	8,11	-11,18
ACERO DE POSTESADO	-20,59	14,95	-29,16

T E N S I O N E S (kp/cm2)

	PRESION	OVALIZACION + POSTESADO FINAL		
		CLAVE	RIÑONES	SOLERA
INTERIOR PRIMARIO	48,54	-67,23	-88,14	-65,96
EXTERIOR PRIMARIO	41,76	-70,84	-65,20	-72,35
INTERIOR REVESTIMIENTO	38,95	-47,19	-41,92	-48,59
EXTERIOR REVESTIMIENTO	36,96	-50,37	-33,67	-52,96
ACERO DE POSTESADO	222,61	10779,41	10814,95	10770,84

	TOTALES		
	CLAVE	RIÑONES	SOLERA
INTERIOR PRIMARIO	-18,69	-39,61	-17,43
EXTERIOR PRIMARIO	-29,09	-23,44	-30,59
INTERIOR REVESTIMIENTO	-8,24	-2,98	-9,64
EXTERIOR REVESTIMIENTO	-13,42	3,28	-16,01
ACERO DE POSTESADO	11002,02	11037,55	10993,44

DN1000 MDP 7,5 y 10 atm HT 1 a 3 mts **HR= 1,000 m**
CASO NUMERO 2/ 3 : DP: 9,00 at MDP: 10,00 at
PRESION NETA PRUEBA FAB.(PP): 12,35 at STP: 11,00 at
DIAMETRO DEL ALAMBRE: 5,0 mm NUMERO DE ESPIRAS POR METRO: 30

HIPOTESIS DE CALCULO: 2.- (MDP+0.1 MPa) + CARGAS FIJAS

PERDIDAS DE POSTESADO

ACORTAMIENTO ELASTICO	317,67 kp/cm2
RELAJACION	228,38 kp/cm2
FLUENCIA Y RETRACCION	1040,50 kp/cm2

TENSIONES

RESIDUAL EN EL ACERO DE POSTESADO	10800,00 kp/cm2

TENSIONES INICIALES EN EL PRIMARIO

INTERIOR	-116,65 kp/cm2
EXTERIOR	-102,91 kp/cm2
0.55*FCK0	-220,00 kp/cm2

TENSIONES FINALES

INTERIOR PRIMARIO	-76,48 kp/cm2
EXTERIOR PRIMARIO	-67,47 kp/cm2
INTERIOR REVESTIMIENTO	-44,04 kp/cm2
EXTERIOR REVESTIMIENTO	-41,79 kp/cm2

ESFUERZOS DE OVALIZACION

	CLAVE	RIÑONES	SOLERA
M kp.cm/cm	140,25	-154,75	170,93
N kp/cm	-1,83	-12,93	-10,04

TENSIONES kp/cm2

INTERIOR PRIMARIO	9,25	-11,67	10,51
EXTERIOR PRIMARIO	-3,38	2,27	-4,88
INTERIOR REVESTIMIENTO	-3,15	2,11	-4,55
EXTERIOR REVESTIMIENTO	-8,59	8,11	-11,18
ACERO DE POSTESADO	-20,59	14,95	-29,16

T E N S I O N E S (kp/cm2)

	PRESION	OVALIZACION + POSTESADO FINAL		
		CLAVE	RIÑONES	SOLERA
INTERIOR PRIMARIO	59,32	-67,23	-88,14	-65,96
EXTERIOR PRIMARIO	51,04	-70,84	-65,20	-72,35
INTERIOR REVESTIMIENTO	47,60	-47,19	-41,92	-48,59
EXTERIOR REVESTIMIENTO	45,17	-50,37	-33,67	-52,96
ACERO DE POSTESADO	272,08	10779,41	10814,95	10770,84

	TOTALES		
	CLAVE	RIÑONES	SOLERA
INTERIOR PRIMARIO	-7,91	-28,82	-6,64
EXTERIOR PRIMARIO	-19,81	-14,16	-21,31
INTERIOR REVESTIMIENTO	0,41	5,68	-0,99
EXTERIOR REVESTIMIENTO	-5,21	11,49	-7,79
ACERO DE POSTESADO	11051,48	11087,02	11042,91

DN1000 MDP 7,5 y 10 atm HT 1 a 3 mts **HR= 1,000 m**
CASO NUMERO 2/ 3 : DP: 9,00 at MDP: 10,00 at
PRESION NETA PRUEBA FAB.(PP): 12,35 at STP: 11,00 at
DIAMETRO DEL ALAMBRE: 5,0 mm NUMERO DE ESPIRAS POR METRO: 30

HIPOTESIS DE CALCULO: 3.- DP + CARGAS FIJAS + MOVILES

PERDIDAS DE POSTESADO

ACORTAMIENTO ELASTICO	317,67 kp/cm2
RELAJACION	228,38 kp/cm2
FLUENCIA Y RETRACCION	1040,50 kp/cm2

TENSIONES

RESIDUAL EN EL ACERO DE POSTESADO	10800,00 kp/cm2

TENSIONES INICIALES EN EL PRIMARIO

INTERIOR	-116,65 kp/cm2
EXTERIOR	-102,91 kp/cm2
0.55*FCK0	-220,00 kp/cm2

TENSIONES FINALES

INTERIOR PRIMARIO	-76,48 kp/cm2
EXTERIOR PRIMARIO	-67,47 kp/cm2
INTERIOR REVESTIMIENTO	-44,04 kp/cm2
EXTERIOR REVESTIMIENTO	-41,79 kp/cm2

ESFUERZOS DE OVALIZACION

	CLAVE	RIÑONES	SOLERA
M kp.cm/cm	303,02	-325,31	352,99
N kp/cm	-6,46	-29,74	-21,94

TENSIONES kp/cm2

INTERIOR PRIMARIO	19,74	-24,78	21,59
EXTERIOR PRIMARIO	-7,54	4,52	-10,19
INTERIOR REVESTIMIENTO	-7,03	4,21	-9,51
EXTERIOR REVESTIMIENTO	-18,78	16,82	-23,19
ACERO DE POSTESADO	-45,80	30,08	-60,86

T E N S I O N E S (kp/cm2)

	PRESION	OVALIZACION + POSTESADO FINAL		
		CLAVE	RIÑONES	SOLERA
INTERIOR PRIMARIO	48,54	-56,73	-101,25	-54,89
EXTERIOR PRIMARIO	41,76	-75,01	-62,95	-77,66
INTERIOR REVESTIMIENTO	38,95	-51,07	-39,83	-53,54
EXTERIOR REVESTIMIENTO	36,96	-60,57	-24,97	-64,98
ACERO DE POSTESADO	222,61	10754,20	10830,08	10739,14

	TOTALES		
	CLAVE	RIÑONES	SOLERA
INTERIOR PRIMARIO	-8,20	-52,72	-6,35
EXTERIOR PRIMARIO	-33,25	-21,19	-35,90
INTERIOR REVESTIMIENTO	-12,13	-0,88	-14,60
EXTERIOR REVESTIMIENTO	-23,61	11,99	-28,02
ACERO DE POSTESADO	10976,81	11052,69	10961,75

DN1000 MDP 7,5 y 10 atm HT 1 a 3 mts **HR= 1,000 m**
CASO NUMERO 2/ 3 : DP: 9,00 at MDP: 10,00 at
PRESION NETA PRUEBA FAB.(PP): 12,35 at STP: 11,00 at
DIAMETRO DEL ALAMBRE: 5,0 mm NUMERO DE ESPIRAS POR METRO: 30

HIPOTESIS DE CALCULO: 4.- MDP + Peso propio + Peso de agua

PERDIDAS DE POSTESADO

ACORTAMIENTO ELASTICO	317,67 kp/cm2
RELAJACION	228,38 kp/cm2
FLUENCIA Y RETRACCION	1040,50 kp/cm2

TENSIONES

RESIDUAL EN EL ACERO DE POSTESADO	10800,00 kp/cm2

TENSIONES INICIALES EN EL PRIMARIO

INTERIOR	-116,65 kp/cm2
EXTERIOR	-102,91 kp/cm2
0.55*FCK0	-220,00 kp/cm2

TENSIONES FINALES

INTERIOR PRIMARIO	-76,48 kp/cm2
EXTERIOR PRIMARIO	-67,47 kp/cm2
INTERIOR REVESTIMIENTO	-44,04 kp/cm2
EXTERIOR REVESTIMIENTO	-41,79 kp/cm2

ESFUERZOS DE OVALIZACION

	CLAVE	RIÑONES	SOLERA
M kp.cm/cm	55,29	-64,25	73,15
N kp/cm	1,98	-1,51	-0,30

TENSIONES kp/cm2

INTERIOR PRIMARIO	3,91	-4,47	4,89
EXTERIOR PRIMARIO	-1,07	1,32	-1,70
INTERIOR REVESTIMIENTO	-1,00	1,23	-1,58
EXTERIOR REVESTIMIENTO	-3,14	3,72	-4,42
ACERO DE POSTESADO	-6,71	8,22	-10,40

T E N S I O N E S (kp/cm2)

	PRESION	OVALIZACION + POSTESADO FINAL		
		CLAVE	RIÑONES	SOLERA
INTERIOR PRIMARIO	53,93	-72,57	-80,95	-71,59
EXTERIOR PRIMARIO	46,40	-68,54	-66,15	-69,17
INTERIOR REVESTIMIENTO	43,27	-45,03	-42,81	-45,62
EXTERIOR REVESTIMIENTO	41,06	-44,93	-38,07	-46,21
ACERO DE POSTESADO	247,34	10793,29	10808,22	10789,60

TOTALES

	CLAVE	RIÑONES	SOLERA
INTERIOR PRIMARIO	-18,64	-27,02	-17,66
EXTERIOR PRIMARIO	-22,14	-19,75	-22,77
INTERIOR REVESTIMIENTO	-1,76	0,47	-2,35
EXTERIOR REVESTIMIENTO	-3,86	2,99	-5,14
ACERO DE POSTESADO	11040,63	11055,56	11036,94

DN1000 MDP 7,5 y 10 atm HT 1 a 3 mts **HR= 1,000 m**
CASO NUMERO 2/ 3 : DP: 9,00 at MDP: 10,00 at
PRESION NETA PRUEBA FAB.(PP): 12,35 at STP: 11,00 at
DIAMETRO DEL ALAMBRE: 5,0 mm NUMERO DE ESPIRAS POR METRO: 30

HIPOTESIS DE CALCULO: 5.- PPRUEBARED(STP) + 1m TIERRAS

PERDIDAS DE POSTESADO

ACORTAMIENTO ELASTICO	317,67 kp/cm2
RELAJACION	228,38 kp/cm2
FLUENCIA Y RETRACCION	1040,50 kp/cm2

TENSIONES

RESIDUAL EN EL ACERO DE POSTESADO	10800,00 kp/cm2

TENSIONES INICIALES EN EL PRIMARIO

INTERIOR	-116,65 kp/cm2
EXTERIOR	-102,91 kp/cm2
0.55*FCK0	-220,00 kp/cm2

TENSIONES FINALES

INTERIOR PRIMARIO	-76,48 kp/cm2
EXTERIOR PRIMARIO	-67,47 kp/cm2
INTERIOR REVESTIMIENTO	-44,04 kp/cm2
EXTERIOR REVESTIMIENTO	-41,79 kp/cm2

ESFUERZOS DE OVALIZACION

	CLAVE	RIÑONES	SOLERA
M kp.cm/cm	140,25	-154,75	170,93
N kp/cm	-1,83	-12,93	-10,04

TENSIONES kp/cm2

INTERIOR PRIMARIO	9,25	-11,67	10,51
EXTERIOR PRIMARIO	-3,38	2,27	-4,88
INTERIOR REVESTIMIENTO	-3,15	2,11	-4,55
EXTERIOR REVESTIMIENTO	-8,59	8,11	-11,18
ACERO DE POSTESADO	-20,59	14,95	-29,16

T E N S I O N E S (kp/cm2)

	PRESION	OVALIZACION + POSTESADO FINAL		
		CLAVE	RIÑONES	SOLERA
INTERIOR PRIMARIO	59,32	-67,23	-88,14	-65,96
EXTERIOR PRIMARIO	51,04	-70,84	-65,20	-72,35
INTERIOR REVESTIMIENTO	47,60	-47,19	-41,92	-48,59
EXTERIOR REVESTIMIENTO	45,17	-50,37	-33,67	-52,96
ACERO DE POSTESADO	272,08	10779,41	10814,95	10770,84

	TOTALES		
	CLAVE	RIÑONES	SOLERA
INTERIOR PRIMARIO	-7,91	-28,82	-6,64
EXTERIOR PRIMARIO	-19,81	-14,16	-21,31
INTERIOR REVESTIMIENTO	0,41	5,68	-0,99
EXTERIOR REVESTIMIENTO	-5,21	11,49	-7,79
ACERO DE POSTESADO	11051,48	11087,02	11042,91

DN1000 MDP 7,5 y 10 atm HT 1 a 3 mts **HR= 1,000 m**
CASO NUMERO 2/ 3 : DP: 9,00 at MDP: 10,00 at
PRESION NETA PRUEBA FAB.(PP): 12,35 at STP: 11,00 at
DIAMETRO DEL ALAMBRE: 5,0 mm NUMERO DE ESPIRAS POR METRO: 30

HIPOTESIS DE CALCULO: 6.- CARGAS FIJAS + MOVILES, Sin Pres

PERDIDAS DE POSTESADO

ACORTAMIENTO ELASTICO	317,67 kp/cm2
RELAJACION	228,38 kp/cm2
FLUENCIA Y RETRACCION	1040,50 kp/cm2

TENSIONES

RESIDUAL EN EL ACERO DE POSTESADO	10800,00 kp/cm2

TENSIONES INICIALES EN EL PRIMARIO

INTERIOR	-116,65 kp/cm2
EXTERIOR	-102,91 kp/cm2
0.55*FCK0	-220,00 kp/cm2

TENSIONES FINALES

INTERIOR PRIMARIO	-76,48 kp/cm2
EXTERIOR PRIMARIO	-67,47 kp/cm2
INTERIOR REVESTIMIENTO	-44,04 kp/cm2
EXTERIOR REVESTIMIENTO	-41,79 kp/cm2

ESFUERZOS DE OVALIZACION

	CLAVE	RIÑONES	SOLERA
M kp.cm/cm	303,02	-325,31	352,99
N kp/cm	-6,46	-29,74	-21,94

TENSIONES kp/cm2

INTERIOR PRIMARIO	19,74	-24,78	21,59
EXTERIOR PRIMARIO	-7,54	4,52	-10,19
INTERIOR REVESTIMIENTO	-7,03	4,21	-9,51
EXTERIOR REVESTIMIENTO	-18,78	16,82	-23,19
ACERO DE POSTESADO	-45,80	30,08	-60,86

T E N S I O N E S (kp/cm2)

	PRESION	OVALIZACION + POSTESADO FINAL		
		CLAVE	RIÑONES	SOLERA
INTERIOR PRIMARIO	0,00	-56,73	-101,25	-54,89
EXTERIOR PRIMARIO	0,00	-75,01	-62,95	-77,66
INTERIOR REVESTIMIENTO	0,00	-51,07	-39,83	-53,54
EXTERIOR REVESTIMIENTO	0,00	-60,57	-24,97	-64,98
ACERO DE POSTESADO	0,00	10754,20	10830,08	10739,14

TOTALES

	CLAVE	RIÑONES	SOLERA
INTERIOR PRIMARIO	-56,73	-101,25	-54,89
EXTERIOR PRIMARIO	-75,01	-62,95	-77,66
INTERIOR REVESTIMIENTO	-51,07	-39,83	-53,54
EXTERIOR REVESTIMIENTO	-60,57	-24,97	-64,98
ACERO DE POSTESADO	10754,20	10830,08	10739,14

DN1000 MDP 7,5 y 10 atm HT 1 a 3 mts **HR= 3,000 m**

di (mm)	de (mm)	GAMMAH (t/m3)	GAMMAT (t/m3)	LAMBDA	Q (t/m2)	CUNA	
1000	1190	2,500	1,800	0,333	4,982	Granular	90º

HIPOTESIS Peso propio

SECCION	MOMENTO (m.t)	AXIL (t)
CLAVE	0,028	0,037
RIÑONES	-0,033	-0,204
SOLERA	0,037	-0,206

HIPOTESIS Peso del fluido

SECCION	MOMENTO (m.t)	AXIL (t)
CLAVE	0,027	0,161
RIÑONES	-0,031	0,054
SOLERA	0,036	0,177

HIPOTESIS Carga 1 metro de Tierras(total)

SECCION	MOMENTO (m.t)	AXIL (t)
CLAVE	0,085	-0,380
RIÑONES	-0,090	-1,142
SOLERA	0,098	-0,974

HIPOTESIS Esfuerzos por Carga vertical pura por tierras

SECCION	MOMENTO (m.t)	AXIL (t)
CLAVE	0,368	0,150
RIÑONES	-0,381	-2,668
SOLERA	0,393	-1,255

DN1000 MDP 7,5 y 10 atm HT 1 a 3 mts **HR= 3,000 m**

HIPOTESIS Carga Móvil

SECCION	MOMENTO (m.t)	AXIL (t)
CLAVE	0,041	0,017
RIÑONES	-0,042	-0,296
SOLERA	0,044	-0,139

HIPOTESIS Empuje lateral con carga móvil

SECCION	MOMENTO (m.t)	AXIL (t)
CLAVE	-0,145	-1,110
RIÑONES	0,148	0,000
SOLERA	-0,143	-0,886

HIPOTESIS Empuje Lateral sin carga móvil

SECCION	MOMENTO (m.t)	AXIL (t)
CLAVE	-0,132	-1,012
RIÑONES	0,136	0,000
SOLERA	-0,132	-0,816

HIPOTESIS Carga de tímpanos

SECCION	MOMENTO (m.t)	AXIL (t)
CLAVE	0,010	0,023
RIÑONES	-0,015	-0,137
SOLERA	0,016	-0,080

DN1000 MDP 7,5 y 10 atm HT 1 a 3 mts **HR= 3,000 m**
CASO NUMERO 1/ 3 : DP: 7,50 at MDP: 7,50 at
PRESION NETA PRUEBA FAB.(PP): 10,99 at STP: 8,50 at
DIAMETRO DEL ALAMBRE: 5,0 mm NUMERO DE ESPIRAS POR METRO: 27

HIPOTESIS DE CALCULO: 1.- DP + CARGAS FIJAS

PERDIDAS DE POSTESADO

ACORTAMIENTO ELASTICO	285,90 kp/cm2
RELAJACION	230,63 kp/cm2
FLUENCIA Y RETRACCION	984,37 kp/cm2

TENSIONES

RESIDUAL EN EL ACERO DE POSTESADO	10800,00 kp/cm2

TENSIONES INICIALES EN EL PRIMARIO

INTERIOR	-105,24 kp/cm2
EXTERIOR	-92,84 kp/cm2
0.55*FCK0	-220,00 kp/cm2

TENSIONES FINALES

INTERIOR PRIMARIO	-69,35 kp/cm2
EXTERIOR PRIMARIO	-61,18 kp/cm2
INTERIOR REVESTIMIENTO	-38,43 kp/cm2
EXTERIOR REVESTIMIENTO	-36,46 kp/cm2

ESFUERZOS DE OVALIZACION

	CLAVE	RIÑONES	SOLERA
M kp.cm/cm	301,24	-323,44	351,00
N kp/cm	-6,41	-29,56	-21,81

TENSIONES kp/cm2

INTERIOR PRIMARIO	19,63	-24,65	21,47
EXTERIOR PRIMARIO	-7,53	4,51	-10,17
INTERIOR REVESTIMIENTO	-7,02	4,21	-9,49
EXTERIOR REVESTIMIENTO	-18,71	16,76	-23,11
ACERO DE POSTESADO	-45,70	30,05	-60,72

T E N S I O N E S (kp/cm2)

	PRESION	OVALIZACION + POSTESADO FINAL		
		CLAVE	RIÑONES	SOLERA
INTERIOR PRIMARIO	40,56	-49,72	-94,00	-47,88
EXTERIOR PRIMARIO	34,90	-68,71	-56,67	-71,36
INTERIOR REVESTIMIENTO	32,55	-45,45	-34,22	-47,91
EXTERIOR REVESTIMIENTO	30,89	-55,18	-19,70	-59,57
ACERO DE POSTESADO	186,06	10754,30	10830,05	10739,28

	TOTALES		
	CLAVE	RIÑONES	SOLERA
INTERIOR PRIMARIO	-9,16	-53,44	-7,32
EXTERIOR PRIMARIO	-33,81	-21,77	-36,45
INTERIOR REVESTIMIENTO	-12,90	-1,66	-15,36
EXTERIOR REVESTIMIENTO	-24,29	11,19	-28,69
ACERO DE POSTESADO	10940,37	11016,11	10925,34

DN1000 MDP 7,5 y 10 atm HT 1 a 3 mts **HR= 3,000 m**
CASO NUMERO 1/ 3 : DP: 7,50 at MDP: 7,50 at
PRESION NETA PRUEBA FAB.(PP): 10,99 at STP: 8,50 at
DIAMETRO DEL ALAMBRE: 5,0 mm NUMERO DE ESPIRAS POR METRO: 27

HIPOTESIS DE CALCULO: 2.- (MDP+0.1 MPa) + CARGAS FIJAS

PERDIDAS DE POSTESADO

ACORTAMIENTO ELASTICO	285,90 kp/cm2
RELAJACION	230,63 kp/cm2
FLUENCIA Y RETRACCION	984,37 kp/cm2

TENSIONES

RESIDUAL EN EL ACERO DE POSTESADO	10800,00 kp/cm2

TENSIONES INICIALES EN EL PRIMARIO

INTERIOR	-105,24 kp/cm2
EXTERIOR	-92,84 kp/cm2
0.55*FCK0	-220,00 kp/cm2

TENSIONES FINALES

INTERIOR PRIMARIO	-69,35 kp/cm2
EXTERIOR PRIMARIO	-61,18 kp/cm2
INTERIOR REVESTIMIENTO	-38,43 kp/cm2
EXTERIOR REVESTIMIENTO	-36,46 kp/cm2

ESFUERZOS DE OVALIZACION

	CLAVE	RIÑONES	SOLERA
M kp.cm/cm	301,24	-323,44	351,00
N kp/cm	-6,41	-29,56	-21,81

TENSIONES kp/cm2

INTERIOR PRIMARIO	19,63	-24,65	21,47
EXTERIOR PRIMARIO	-7,53	4,51	-10,17
INTERIOR REVESTIMIENTO	-7,02	4,21	-9,49
EXTERIOR REVESTIMIENTO	-18,71	16,76	-23,11
ACERO DE POSTESADO	-45,70	30,05	-60,72

T E N S I O N E S (kp/cm2)

	PRESION	OVALIZACION + POSTESADO FINAL		
		CLAVE	RIÑONES	SOLERA
INTERIOR PRIMARIO	45,97	-49,72	-94,00	-47,88
EXTERIOR PRIMARIO	39,55	-68,71	-56,67	-71,36
INTERIOR REVESTIMIENTO	36,89	-45,45	-34,22	-47,91
EXTERIOR REVESTIMIENTO	35,01	-55,18	-19,70	-59,57
ACERO DE POSTESADO	210,87	10754,30	10830,05	10739,28

	TOTALES		
	CLAVE	RIÑONES	SOLERA
INTERIOR PRIMARIO	-3,75	-48,03	-1,91
EXTERIOR PRIMARIO	-29,15	-17,11	-31,80
INTERIOR REVESTIMIENTO	-8,55	2,68	-11,02
EXTERIOR REVESTIMIENTO	-20,17	15,31	-24,57
ACERO DE POSTESADO	10965,17	11040,92	10950,15

DN1000 MDP 7,5 y 10 atm HT 1 a 3 mts **HR= 3,000 m**
CASO NUMERO 1/ 3 : DP: 7,50 at MDP: 7,50 at
PRESION NETA PRUEBA FAB.(PP): 10,99 at STP: 8,50 at
DIAMETRO DEL ALAMBRE: 5,0 mm NUMERO DE ESPIRAS POR METRO: 27

HIPOTESIS DE CALCULO: 3.- DP + CARGAS FIJAS + MOVILES

PERDIDAS DE POSTESADO

ACORTAMIENTO ELASTICO	285,90 kp/cm2
RELAJACION	230,63 kp/cm2
FLUENCIA Y RETRACCION	984,37 kp/cm2

TENSIONES

RESIDUAL EN EL ACERO DE POSTESADO	10800,00 kp/cm2

TENSIONES INICIALES EN EL PRIMARIO

INTERIOR	-105,24 kp/cm2
EXTERIOR	-92,84 kp/cm2
0.55*FCK0	-220,00 kp/cm2

TENSIONES FINALES

INTERIOR PRIMARIO	-69,35 kp/cm2
EXTERIOR PRIMARIO	-61,18 kp/cm2
INTERIOR REVESTIMIENTO	-38,43 kp/cm2
EXTERIOR REVESTIMIENTO	-36,46 kp/cm2

ESFUERZOS DE OVALIZACION

	CLAVE	RIÑONES	SOLERA
M kp.cm/cm	329,88	-353,46	383,04
N kp/cm	-7,23	-32,52	-23,90

TENSIONES kp/cm2

INTERIOR PRIMARIO	21,48	-26,96	23,42
EXTERIOR PRIMARIO	-8,26	4,91	-11,11
INTERIOR REVESTIMIENTO	-7,71	4,58	-10,36
EXTERIOR REVESTIMIENTO	-20,51	18,30	-25,23
ACERO DE POSTESADO	-50,15	32,72	-66,32

T E N S I O N E S (kp/cm2)

	PRESION	OVALIZACION + POSTESADO FINAL		
		CLAVE	RIÑONES	SOLERA
INTERIOR PRIMARIO	40,56	-47,87	-96,31	-45,93
EXTERIOR PRIMARIO	34,90	-69,45	-56,27	-72,29
INTERIOR REVESTIMIENTO	32,55	-46,13	-33,84	-48,79
EXTERIOR REVESTIMIENTO	30,89	-56,97	-18,16	-61,69
ACERO DE POSTESADO	186,06	10749,85	10832,72	10733,68

	TOTALES		
	CLAVE	RIÑONES	SOLERA
INTERIOR PRIMARIO	-7,31	-55,74	-5,37
EXTERIOR PRIMARIO	-34,54	-21,37	-37,39
INTERIOR REVESTIMIENTO	-13,58	-1,29	-16,24
EXTERIOR REVESTIMIENTO	-26,08	12,73	-30,80
ACERO DE POSTESADO	10935,91	11018,79	10919,74

DN1000 MDP 7,5 y 10 atm HT 1 a 3 mts **HR= 3,000 m**
CASO NUMERO 1/ 3 : DP: 7,50 at MDP: 7,50 at
PRESION NETA PRUEBA FAB.(PP): 10,99 at STP: 8,50 at
DIAMETRO DEL ALAMBRE: 5,0 mm NUMERO DE ESPIRAS POR METRO: 27

HIPOTESIS DE CALCULO: 4.- MDP + Peso propio + Peso de agua

PERDIDAS DE POSTESADO

ACORTAMIENTO ELASTICO	285,90 kp/cm2
RELAJACION	230,63 kp/cm2
FLUENCIA Y RETRACCION	984,37 kp/cm2

TENSIONES

RESIDUAL EN EL ACERO DE POSTESADO	10800,00 kp/cm2

TENSIONES INICIALES EN EL PRIMARIO

INTERIOR	-105,24 kp/cm2
EXTERIOR	-92,84 kp/cm2
0.55*FCK0	-220,00 kp/cm2

TENSIONES FINALES

INTERIOR PRIMARIO	-69,35 kp/cm2
EXTERIOR PRIMARIO	-61,18 kp/cm2
INTERIOR REVESTIMIENTO	-38,43 kp/cm2
EXTERIOR REVESTIMIENTO	-36,46 kp/cm2

ESFUERZOS DE OVALIZACION

	CLAVE	RIÑONES	SOLERA
M kp.cm/cm	55,29	-64,25	73,15
N kp/cm	1,98	-1,51	-0,30

TENSIONES kp/cm2

INTERIOR PRIMARIO	3,91	-4,47	4,89
EXTERIOR PRIMARIO	-1,07	1,32	-1,70
INTERIOR REVESTIMIENTO	-1,00	1,24	-1,59
EXTERIOR REVESTIMIENTO	-3,15	3,73	-4,43
ACERO DE POSTESADO	-6,74	8,25	-10,44

T E N S I O N E S (kp/cm2)

	PRESION	OVALIZACION + POSTESADO FINAL		
		CLAVE	RIÑONES	SOLERA
INTERIOR PRIMARIO	40,56	-65,44	-73,82	-64,46
EXTERIOR PRIMARIO	34,90	-62,26	-59,86	-62,89
INTERIOR REVESTIMIENTO	32,55	-39,43	-37,19	-40,02
EXTERIOR REVESTIMIENTO	30,89	-39,61	-32,73	-40,89
ACERO DE POSTESADO	186,06	10793,26	10808,25	10789,56

	TOTALES		
	CLAVE	RIÑONES	SOLERA
INTERIOR PRIMARIO	-24,88	-33,26	-23,90
EXTERIOR PRIMARIO	-27,35	-24,96	-27,99
INTERIOR REVESTIMIENTO	-6,88	-4,64	-7,46
EXTERIOR REVESTIMIENTO	-8,72	-1,85	-10,00
ACERO DE POSTESADO	10979,32	10994,31	10975,62

DN1000 MDP 7,5 y 10 atm HT 1 a 3 mts **HR= 3,000 m**
CASO NUMERO 1/ 3 : DP: 7,50 at MDP: 7,50 at
PRESION NETA PRUEBA FAB.(PP): 10,99 at STP: 8,50 at
DIAMETRO DEL ALAMBRE: 5,0 mm NUMERO DE ESPIRAS POR METRO: 27

HIPOTESIS DE CALCULO: 5.- PPRUEBARED(STP) + 1m TIERRAS

PERDIDAS DE POSTESADO

ACORTAMIENTO ELASTICO	285,90 kp/cm2
RELAJACION	230,63 kp/cm2
FLUENCIA Y RETRACCION	984,37 kp/cm2

TENSIONES

RESIDUAL EN EL ACERO DE POSTESADO	10800,00 kp/cm2

TENSIONES INICIALES EN EL PRIMARIO

INTERIOR	-105,24 kp/cm2
EXTERIOR	-92,84 kp/cm2
0.55*FCK0	-220,00 kp/cm2

TENSIONES FINALES

INTERIOR PRIMARIO	-69,35 kp/cm2
EXTERIOR PRIMARIO	-61,18 kp/cm2
INTERIOR REVESTIMIENTO	-38,43 kp/cm2
EXTERIOR REVESTIMIENTO	-36,46 kp/cm2

ESFUERZOS DE OVALIZACION

	CLAVE	RIÑONES	SOLERA
M kp.cm/cm	140,25	-154,75	170,93
N kp/cm	-1,83	-12,93	-10,04

TENSIONES kp/cm2

INTERIOR PRIMARIO	9,25	-11,67	10,51
EXTERIOR PRIMARIO	-3,39	2,28	-4,90
INTERIOR REVESTIMIENTO	-3,16	2,13	-4,57
EXTERIOR REVESTIMIENTO	-8,61	8,13	-11,20
ACERO DE POSTESADO	-20,67	15,01	-29,27

T E N S I O N E S (kp/cm2)

	PRESION	OVALIZACION + POSTESADO FINAL		
		CLAVE	RIÑONES	SOLERA
INTERIOR PRIMARIO	45,97	-60,10	-81,03	-58,84
EXTERIOR PRIMARIO	39,55	-64,57	-58,90	-66,08
INTERIOR REVESTIMIENTO	36,89	-41,59	-36,30	-42,99
EXTERIOR REVESTIMIENTO	35,01	-45,07	-28,33	-47,67
ACERO DE POSTESADO	210,87	10779,33	10815,01	10770,73

	TOTALES		
	CLAVE	RIÑONES	SOLERA
INTERIOR PRIMARIO	-14,13	-35,05	-12,87
EXTERIOR PRIMARIO	-25,02	-19,35	-26,53
INTERIOR REVESTIMIENTO	-4,70	0,59	-6,10
EXTERIOR REVESTIMIENTO	-10,06	6,68	-12,66
ACERO DE POSTESADO	10990,20	11025,88	10981,60

DN1000 MDP 7,5 y 10 atm HT 1 a 3 mts **HR= 3,000 m**
CASO NUMERO 1/ 3 : DP: 7,50 at MDP: 7,50 at
PRESION NETA PRUEBA FAB.(PP): 10,99 at STP: 8,50 at
DIAMETRO DEL ALAMBRE: 5,0 mm NUMERO DE ESPIRAS POR METRO: 27

HIPOTESIS DE CALCULO: 6.- CARGAS FIJAS + MOVILES, Sin Pres

PERDIDAS DE POSTESADO

ACORTAMIENTO ELASTICO	285,90 kp/cm2
RELAJACION	230,63 kp/cm2
FLUENCIA Y RETRACCION	984,37 kp/cm2

TENSIONES

RESIDUAL EN EL ACERO DE POSTESADO	10800,00 kp/cm2

TENSIONES INICIALES EN EL PRIMARIO

INTERIOR	-105,24 kp/cm2
EXTERIOR	-92,84 kp/cm2
0.55*FCK0	-220,00 kp/cm2

TENSIONES FINALES

INTERIOR PRIMARIO	-69,35 kp/cm2
EXTERIOR PRIMARIO	-61,18 kp/cm2
INTERIOR REVESTIMIENTO	-38,43 kp/cm2
EXTERIOR REVESTIMIENTO	-36,46 kp/cm2

ESFUERZOS DE OVALIZACION

	CLAVE	RIÑONES	SOLERA
M kp.cm/cm	329,88	-353,46	383,04
N kp/cm	-7,23	-32,52	-23,90

TENSIONES kp/cm2

INTERIOR PRIMARIO	21,48	-26,96	23,42
EXTERIOR PRIMARIO	-8,26	4,91	-11,11
INTERIOR REVESTIMIENTO	-7,71	4,58	-10,36
EXTERIOR REVESTIMIENTO	-20,51	18,30	-25,23
ACERO DE POSTESADO	-50,15	32,72	-66,32

T E N S I O N E S (kp/cm2)

	PRESION	OVALIZACION + POSTESADO FINAL		
		CLAVE	RIÑONES	SOLERA
INTERIOR PRIMARIO	0,00	-47,87	-96,31	-45,93
EXTERIOR PRIMARIO	0,00	-69,45	-56,27	-72,29
INTERIOR REVESTIMIENTO	0,00	-46,13	-33,84	-48,79
EXTERIOR REVESTIMIENTO	0,00	-56,97	-18,16	-61,69
ACERO DE POSTESADO	0,00	10749,85	10832,72	10733,68

	TOTALES		
	CLAVE	RIÑONES	SOLERA
INTERIOR PRIMARIO	-47,87	-96,31	-45,93
EXTERIOR PRIMARIO	-69,45	-56,27	-72,29
INTERIOR REVESTIMIENTO	-46,13	-33,84	-48,79
EXTERIOR REVESTIMIENTO	-56,97	-18,16	-61,69
ACERO DE POSTESADO	10749,85	10832,72	10733,68

DN1000 MDP 7,5 y 10 atm HT 1 a 3 mts **HR= 3,000 m**
CASO NUMERO 2/ 3 : DP: 9,00 at MDP: 10,00 at
PRESION NETA PRUEBA FAB.(PP): 12,35 at STP: 11,00 at
DIAMETRO DEL ALAMBRE: 5,0 mm NUMERO DE ESPIRAS POR METRO: 30

HIPOTESIS DE CALCULO: 1.- DP + CARGAS FIJAS

PERDIDAS DE POSTESADO

ACORTAMIENTO ELASTICO	317,67 kp/cm2
RELAJACION	228,38 kp/cm2
FLUENCIA Y RETRACCION	1040,50 kp/cm2

TENSIONES

RESIDUAL EN EL ACERO DE POSTESADO	10800,00 kp/cm2

TENSIONES INICIALES EN EL PRIMARIO

INTERIOR	-116,65 kp/cm2
EXTERIOR	-102,91 kp/cm2
0.55*FCK0	-220,00 kp/cm2

TENSIONES FINALES

INTERIOR PRIMARIO	-76,48 kp/cm2
EXTERIOR PRIMARIO	-67,47 kp/cm2
INTERIOR REVESTIMIENTO	-44,04 kp/cm2
EXTERIOR REVESTIMIENTO	-41,79 kp/cm2

ESFUERZOS DE OVALIZACION

	CLAVE	RIÑONES	SOLERA
M kp.cm/cm	301,24	-323,44	351,00
N kp/cm	-6,41	-29,56	-21,81

TENSIONES kp/cm2

INTERIOR PRIMARIO	19,63	-24,63	21,47
EXTERIOR PRIMARIO	-7,50	4,49	-10,13
INTERIOR REVESTIMIENTO	-6,99	4,19	-9,45
EXTERIOR REVESTIMIENTO	-18,67	16,73	-23,06
ACERO DE POSTESADO	-45,53	29,92	-60,51

T E N S I O N E S (kp/cm2)

	PRESION	OVALIZACION + POSTESADO FINAL		
		CLAVE	RIÑONES	SOLERA
INTERIOR PRIMARIO	48,54	-56,85	-101,11	-55,01
EXTERIOR PRIMARIO	41,76	-74,96	-62,98	-77,60
INTERIOR REVESTIMIENTO	38,95	-51,03	-39,85	-53,49
EXTERIOR REVESTIMIENTO	36,96	-60,46	-25,06	-64,85
ACERO DE POSTESADO	222,61	10754,47	10829,92	10739,49

	TOTALES		
	CLAVE	RIÑONES	SOLERA
INTERIOR PRIMARIO	-8,31	-52,58	-6,47
EXTERIOR PRIMARIO	-33,21	-21,22	-35,85
INTERIOR REVESTIMIENTO	-12,08	-0,90	-14,54
EXTERIOR REVESTIMIENTO	-23,50	11,89	-27,89
ACERO DE POSTESADO	10977,08	11052,53	10962,10

DN1000 MDP 7,5 y 10 atm HT 1 a 3 mts **HR= 3,000 m**
CASO NUMERO 2/ 3 : DP: 9,00 at MDP: 10,00 at
PRESION NETA PRUEBA FAB.(PP): 12,35 at STP: 11,00 at
DIAMETRO DEL ALAMBRE: 5,0 mm NUMERO DE ESPIRAS POR METRO: 30

HIPOTESIS DE CALCULO: 2.- (MDP+0.1 MPa) + CARGAS FIJAS

PERDIDAS DE POSTESADO

ACORTAMIENTO ELASTICO	317,67 kp/cm2
RELAJACION	228,38 kp/cm2
FLUENCIA Y RETRACCION	1040,50 kp/cm2

TENSIONES

RESIDUAL EN EL ACERO DE POSTESADO	10800,00 kp/cm2

TENSIONES INICIALES EN EL PRIMARIO

INTERIOR	-116,65 kp/cm2
EXTERIOR	-102,91 kp/cm2
0.55*FCK0	-220,00 kp/cm2

TENSIONES FINALES

INTERIOR PRIMARIO	-76,48 kp/cm2
EXTERIOR PRIMARIO	-67,47 kp/cm2
INTERIOR REVESTIMIENTO	-44,04 kp/cm2
EXTERIOR REVESTIMIENTO	-41,79 kp/cm2

ESFUERZOS DE OVALIZACION

	CLAVE	RIÑONES	SOLERA
M kp.cm/cm	301,24	-323,44	351,00
N kp/cm	-6,41	-29,56	-21,81

TENSIONES kp/cm2

INTERIOR PRIMARIO	19,63	-24,63	21,47
EXTERIOR PRIMARIO	-7,50	4,49	-10,13
INTERIOR REVESTIMIENTO	-6,99	4,19	-9,45
EXTERIOR REVESTIMIENTO	-18,67	16,73	-23,06
ACERO DE POSTESADO	-45,53	29,92	-60,51

T E N S I O N E S (kp/cm2)

	PRESION	OVALIZACION + POSTESADO FINAL		
		CLAVE	RIÑONES	SOLERA
INTERIOR PRIMARIO	59,32	-56,85	-101,11	-55,01
EXTERIOR PRIMARIO	51,04	-74,96	-62,98	-77,60
INTERIOR REVESTIMIENTO	47,60	-51,03	-39,85	-53,49
EXTERIOR REVESTIMIENTO	45,17	-60,46	-25,06	-64,85
ACERO DE POSTESADO	272,08	10754,47	10829,92	10739,49

	TOTALES		
	CLAVE	RIÑONES	SOLERA
INTERIOR PRIMARIO	2,47	-41,79	4,31
EXTERIOR PRIMARIO	-23,93	-11,94	-26,57
INTERIOR REVESTIMIENTO	-3,43	7,75	-5,89
EXTERIOR REVESTIMIENTO	-15,29	20,11	-19,68
ACERO DE POSTESADO	11026,55	11101,99	11011,57

DN1000 MDP 7,5 y 10 atm HT 1 a 3 mts **HR= 3,000 m**
CASO NUMERO 2/ 3 : DP: 9,00 at MDP: 10,00 at
PRESION NETA PRUEBA FAB.(PP): 12,35 at STP: 11,00 at
DIAMETRO DEL ALAMBRE: 5,0 mm NUMERO DE ESPIRAS POR METRO: 30

HIPOTESIS DE CALCULO: 3.- DP + CARGAS FIJAS + MOVILES

PERDIDAS DE POSTESADO

ACORTAMIENTO ELASTICO	317,67 kp/cm2
RELAJACION	228,38 kp/cm2
FLUENCIA Y RETRACCION	1040,50 kp/cm2

TENSIONES

RESIDUAL EN EL ACERO DE POSTESADO	10800,00 kp/cm2

TENSIONES INICIALES EN EL PRIMARIO

INTERIOR	-116,65 kp/cm2
EXTERIOR	-102,91 kp/cm2
0.55*FCK0	-220,00 kp/cm2

TENSIONES FINALES

INTERIOR PRIMARIO	-76,48 kp/cm2
EXTERIOR PRIMARIO	-67,47 kp/cm2
INTERIOR REVESTIMIENTO	-44,04 kp/cm2
EXTERIOR REVESTIMIENTO	-41,79 kp/cm2

ESFUERZOS DE OVALIZACION

	CLAVE	RIÑONES	SOLERA
M kp.cm/cm	329,88	-353,46	383,04
N kp/cm	-7,23	-32,52	-23,90

TENSIONES kp/cm2

INTERIOR PRIMARIO	21,47	-26,94	23,42
EXTERIOR PRIMARIO	-8,23	4,89	-11,07
INTERIOR REVESTIMIENTO	-7,68	4,56	-10,32
EXTERIOR REVESTIMIENTO	-20,46	18,26	-25,17
ACERO DE POSTESADO	-49,96	32,58	-66,09

T E N S I O N E S (kp/cm2)

	PRESION	OVALIZACION + POSTESADO FINAL		
		CLAVE	RIÑONES	SOLERA
INTERIOR PRIMARIO	48,54	-55,00	-103,42	-53,06
EXTERIOR PRIMARIO	41,76	-75,70	-62,58	-78,54
INTERIOR REVESTIMIENTO	38,95	-51,71	-39,48	-54,36
EXTERIOR REVESTIMIENTO	36,96	-62,25	-23,53	-66,96
ACERO DE POSTESADO	222,61	10750,04	10832,58	10733,91

	TOTALES		
	CLAVE	RIÑONES	SOLERA
INTERIOR PRIMARIO	-6,47	-54,88	-4,52
EXTERIOR PRIMARIO	-33,94	-20,82	-36,78
INTERIOR REVESTIMIENTO	-12,77	-0,53	-15,42
EXTERIOR REVESTIMIENTO	-25,29	13,43	-30,00
ACERO DE POSTESADO	10972,65	11055,19	10956,52

DN1000 MDP 7,5 y 10 atm HT 1 a 3 mts **HR= 3,000 m**
CASO NUMERO 2/ 3 : DP: 9,00 at MDP: 10,00 at
PRESION NETA PRUEBA FAB.(PP): 12,35 at STP: 11,00 at
DIAMETRO DEL ALAMBRE: 5,0 mm NUMERO DE ESPIRAS POR METRO: 30

HIPOTESIS DE CALCULO: 4.- MDP + Peso propio + Peso de agua

PERDIDAS DE POSTESADO

ACORTAMIENTO ELASTICO	317,67 kp/cm2
RELAJACION	228,38 kp/cm2
FLUENCIA Y RETRACCION	1040,50 kp/cm2

TENSIONES

RESIDUAL EN EL ACERO DE POSTESADO	10800,00 kp/cm2

TENSIONES INICIALES EN EL PRIMARIO

INTERIOR	-116,65 kp/cm2
EXTERIOR	-102,91 kp/cm2
0.55*FCK0	-220,00 kp/cm2

TENSIONES FINALES

INTERIOR PRIMARIO	-76,48 kp/cm2
EXTERIOR PRIMARIO	-67,47 kp/cm2
INTERIOR REVESTIMIENTO	-44,04 kp/cm2
EXTERIOR REVESTIMIENTO	-41,79 kp/cm2

ESFUERZOS DE OVALIZACION

	CLAVE	RIÑONES	SOLERA
M kp.cm/cm	55,29	-64,25	73,15
N kp/cm	1,98	-1,51	-0,30

TENSIONES kp/cm2

INTERIOR PRIMARIO	3,91	-4,47	4,89
EXTERIOR PRIMARIO	-1,07	1,32	-1,70
INTERIOR REVESTIMIENTO	-1,00	1,23	-1,58
EXTERIOR REVESTIMIENTO	-3,14	3,72	-4,42
ACERO DE POSTESADO	-6,71	8,22	-10,40

T E N S I O N E S (kp/cm2)

	PRESION	OVALIZACION + POSTESADO FINAL		
		CLAVE	RIÑONES	SOLERA
INTERIOR PRIMARIO	53,93	-72,57	-80,95	-71,59
EXTERIOR PRIMARIO	46,40	-68,54	-66,15	-69,17
INTERIOR REVESTIMIENTO	43,27	-45,03	-42,81	-45,62
EXTERIOR REVESTIMIENTO	41,06	-44,93	-38,07	-46,21
ACERO DE POSTESADO	247,34	10793,29	10808,22	10789,60

TOTALES

	CLAVE	RIÑONES	SOLERA
INTERIOR PRIMARIO	-18,64	-27,02	-17,66
EXTERIOR PRIMARIO	-22,14	-19,75	-22,77
INTERIOR REVESTIMIENTO	-1,76	0,47	-2,35
EXTERIOR REVESTIMIENTO	-3,86	2,99	-5,14
ACERO DE POSTESADO	11040,63	11055,56	11036,94

DN1000 MDP 7,5 y 10 atm HT 1 a 3 mts **HR= 3,000 m**
CASO NUMERO 2/ 3 : DP: 9,00 at MDP: 10,00 at
PRESION NETA PRUEBA FAB.(PP): 12,35 at STP: 11,00 at
DIAMETRO DEL ALAMBRE: 5,0 mm NUMERO DE ESPIRAS POR METRO: 30

HIPOTESIS DE CALCULO: 5.- PPRUEBARED(STP) + 1m TIERRAS

PERDIDAS DE POSTESADO

ACORTAMIENTO ELASTICO	317,67 kp/cm2
RELAJACION	228,38 kp/cm2
FLUENCIA Y RETRACCION	1040,50 kp/cm2

TENSIONES

RESIDUAL EN EL ACERO DE POSTESADO	10800,00 kp/cm2

TENSIONES INICIALES EN EL PRIMARIO

INTERIOR	-116,65 kp/cm2
EXTERIOR	-102,91 kp/cm2
0.55*FCK0	-220,00 kp/cm2

TENSIONES FINALES

INTERIOR PRIMARIO	-76,48 kp/cm2
EXTERIOR PRIMARIO	-67,47 kp/cm2
INTERIOR REVESTIMIENTO	-44,04 kp/cm2
EXTERIOR REVESTIMIENTO	-41,79 kp/cm2

ESFUERZOS DE OVALIZACION

	CLAVE	RIÑONES	SOLERA
M kp.cm/cm	140,25	-154,75	170,93
N kp/cm	-1,83	-12,93	-10,04

TENSIONES kp/cm2

INTERIOR PRIMARIO	9,25	-11,67	10,51
EXTERIOR PRIMARIO	-3,38	2,27	-4,88
INTERIOR REVESTIMIENTO	-3,15	2,11	-4,55
EXTERIOR REVESTIMIENTO	-8,59	8,11	-11,18
ACERO DE POSTESADO	-20,59	14,95	-29,16

T E N S I O N E S (kp/cm2)

	PRESION	OVALIZACION + POSTESADO FINAL		
		CLAVE	RIÑONES	SOLERA
INTERIOR PRIMARIO	59,32	-67,23	-88,14	-65,96
EXTERIOR PRIMARIO	51,04	-70,84	-65,20	-72,35
INTERIOR REVESTIMIENTO	47,60	-47,19	-41,92	-48,59
EXTERIOR REVESTIMIENTO	45,17	-50,37	-33,67	-52,96
ACERO DE POSTESADO	272,08	10779,41	10814,95	10770,84

	TOTALES		
	CLAVE	RIÑONES	SOLERA
INTERIOR PRIMARIO	-7,91	-28,82	-6,64
EXTERIOR PRIMARIO	-19,81	-14,16	-21,31
INTERIOR REVESTIMIENTO	0,41	5,68	-0,99
EXTERIOR REVESTIMIENTO	-5,21	11,49	-7,79
ACERO DE POSTESADO	11051,48	11087,02	11042,91

DN1000 MDP 7,5 y 10 atm HT 1 a 3 mts **HR= 3,000 m**
CASO NUMERO 2/ 3 : DP: 9,00 at MDP: 10,00 at
PRESION NETA PRUEBA FAB.(PP): 12,35 at STP: 11,00 at
DIAMETRO DEL ALAMBRE: 5,0 mm NUMERO DE ESPIRAS POR METRO: 30

HIPOTESIS DE CALCULO: 6.- CARGAS FIJAS + MOVILES, Sin Pres

PERDIDAS DE POSTESADO

ACORTAMIENTO ELASTICO	317,67 kp/cm2
RELAJACION	228,38 kp/cm2
FLUENCIA Y RETRACCION	1040,50 kp/cm2

TENSIONES

RESIDUAL EN EL ACERO DE POSTESADO	10800,00 kp/cm2

TENSIONES INICIALES EN EL PRIMARIO

INTERIOR	-116,65 kp/cm2
EXTERIOR	-102,91 kp/cm2
0.55*FCK0	-220,00 kp/cm2

TENSIONES FINALES

INTERIOR PRIMARIO	-76,48 kp/cm2
EXTERIOR PRIMARIO	-67,47 kp/cm2
INTERIOR REVESTIMIENTO	-44,04 kp/cm2
EXTERIOR REVESTIMIENTO	-41,79 kp/cm2

ESFUERZOS DE OVALIZACION

	CLAVE	RIÑONES	SOLERA
M kp.cm/cm	329,88	-353,46	383,04
N kp/cm	-7,23	-32,52	-23,90

TENSIONES kp/cm2

INTERIOR PRIMARIO	21,47	-26,94	23,42
EXTERIOR PRIMARIO	-8,23	4,89	-11,07
INTERIOR REVESTIMIENTO	-7,68	4,56	-10,32
EXTERIOR REVESTIMIENTO	-20,46	18,26	-25,17
ACERO DE POSTESADO	-49,96	32,58	-66,09

T E N S I O N E S (kp/cm2)

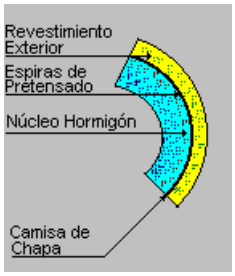
	PRESION	OVALIZACION + POSTESADO FINAL		
		CLAVE	RIÑONES	SOLERA
INTERIOR PRIMARIO	0,00	-55,00	-103,42	-53,06
EXTERIOR PRIMARIO	0,00	-75,70	-62,58	-78,54
INTERIOR REVESTIMIENTO	0,00	-51,71	-39,48	-54,36
EXTERIOR REVESTIMIENTO	0,00	-62,25	-23,53	-66,96
ACERO DE POSTESADO	0,00	10750,04	10832,58	10733,91

	TOTALES		
	CLAVE	RIÑONES	SOLERA
INTERIOR PRIMARIO	-55,00	-103,42	-53,06
EXTERIOR PRIMARIO	-75,70	-62,58	-78,54
INTERIOR REVESTIMIENTO	-51,71	-39,48	-54,36
EXTERIOR REVESTIMIENTO	-62,25	-23,53	-66,96
ACERO DE POSTESADO	10750,04	10832,58	10733,91

Proyecto de la red de riego del Sector I del Canal de San José (ZAMORA)

Cliente: ITACYL **FECHA: 18/05/2020 8:47:39**

DN900 MDP 7,5 y 10 atm HT 1 a 3 mts
TIPO DE TUBO : hormigón postesado con camisa revestida



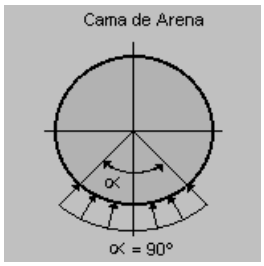
CARACTERISTICAS DEL TUBO

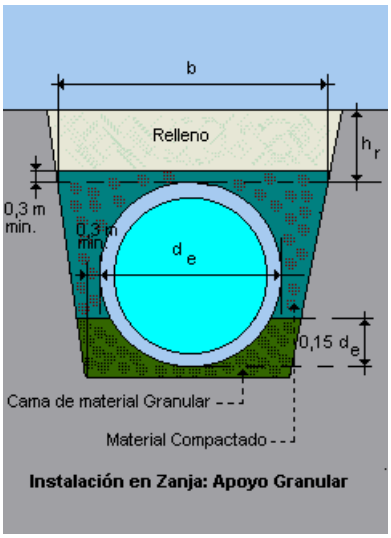
Diámetro interior	:	900 mm
Espesor	:	90 mm
Recubrimiento interior	:	60 mm
Recubrimiento exterior	:	30 mm

Densidad del material del tubo : 2,500 t/m3

DATOS DEL RELLENO Y DE LA COLOCACION

Tipo de cuna : Granular 90º
Tipo de colocación : Zanja, relleno compactado





DN900 MDP 7,5 y 10 atm HT 1 a 3 mts
DATOS DEL RELLENO Y DE LA COLOCACION (CONTINUACION)

Densidad del relleno : 1,800 t/m3
Angulo de rozamiento interno del relleno : 30º
Ancho de la zanja (b): 2,192 m
Tipo de relleno : Cohesivo, Arena Arcillosa (0,150)

DATOS DE LAS HIPOTESIS DE CALCULO

Carga : Eje de 13 Toneladas
Coeficiente de impacto : 1,30

Tierr HR	Carg de tierras (zanja)		Carg de tierras (terraplén)		Carg de tierras (adoptada)		Cargas móviles		Carga vertical total	
M	T/m2	T/m	T/m2	T/m	T/m2	T/m	T/m2	T/m	T/m2	T/m
1,00	1,7	1,8	2,2	2,3	1,7	1,8	0,0	0,0	1,7	1,8
1,00	1,7	1,8	2,2	2,3	1,7	1,8	2,8	3,1	4,5	4,9
3,00	4,4	4,8	8,3	9,0	4,4	4,8	0,5	0,5	4,9	5,3

DN900 MDP 7,5 y 10 atm HT 1 a 3 mts

CARACTERISTICAS DE POSTESADO

RADIO INTERIOR	450,0	mm
ESPESOR DEL PRIMARIO	60,0	mm
RECUBRIMIENTO INTERIOR DE LA CAMISA	60,0	mm
ESPESOR DE LA CAMISA	1,50	mm
MODULO DE ELASTICIDAD ACERO CAMISA	2100000	kp/cm2
ESPESOR DEL REVESTIMIENTO	30,0	mm
FCK PRIMARIO AL ZUNCHAR	400	kp/cm2
FCK PRIMARIO FINAL	450	kp/cm2
FCT,K PRIMARIO FINAL	27	kp/cm2
FCK REVESTIMIENTO	350	kp/cm2
FCT,K REVESTIMIENTO	22,45	kp/cm2
COEFICIENTE DE FLUENCIA PRIMARIO	1,50	
COEFICIENTE DE FLUENCIA REVESTIMIENTO	0,75	
COEFICIENTE RETRACCION PRIMARIO	0,00020	
COEFICIENTE RETRACCION REVESTIMIENTO	0,00030	
TENSION DE ROTURA DEL ACERO DE POSTESAR	18000	kp/cm2
MODULO DE ELASTICIDAD ACERO DE POSTESAR	2000000	kp/cm2
RELAJACION FINAL	2,00	%
TENSION DE TESADO	13500,00	kp/cm2

DN900 MDP 7,5 y 10 atm HT 1 a 3 mts **HR= 1,000 m**

di (mm)	de (mm)	GAMMAH (t/m3)	GAMMAT (t/m3)	LAMBDA	Q (t/m2)	CUNA	
900	1080	2,500	1,800	0,333	4,508	Granular	90º

HIPOTESIS Peso propio

SECCION	MOMENTO (m.t)	AXIL (t)
CLAVE	0,022	0,032
RIÑONES	-0,025	-0,175
SOLERA	0,029	-0,177

HIPOTESIS Peso del fluido

SECCION	MOMENTO (m.t)	AXIL (t)
CLAVE	0,020	0,130
RIÑONES	-0,023	0,043
SOLERA	0,026	0,143

HIPOTESIS Carga 1 metro de Tierras(total)

SECCION	MOMENTO (m.t)	AXIL (t)
CLAVE	0,070	-0,335
RIÑONES	-0,075	-1,021
SOLERA	0,081	-0,860

HIPOTESIS Esfuerzos por Carga vertical pura por tierras

SECCION	MOMENTO (m.t)	AXIL (t)
CLAVE	0,113	0,052
RIÑONES	-0,117	-0,908
SOLERA	0,121	-0,428

DN900 MDP 7,5 y 10 atm HT 1 a 3 mts **HR= 1,000 m**

HIPOTESIS Carga Móvil

SECCION	MOMENTO (m.t)	AXIL (t)
CLAVE	0,190	0,087
RIÑONES	-0,196	-1,526
SOLERA	0,203	-0,719

HIPOTESIS Empuje lateral con carga móvil

SECCION	MOMENTO (m.t)	AXIL (t)
CLAVE	-0,107	-0,912
RIÑONES	0,110	0,000
SOLERA	-0,106	-0,728

HIPOTESIS Empuje Lateral sin carga móvil

SECCION	MOMENTO (m.t)	AXIL (t)
CLAVE	-0,050	-0,406
RIÑONES	0,053	0,000
SOLERA	-0,052	-0,366

HIPOTESIS Carga de tímpanos

SECCION	MOMENTO (m.t)	AXIL (t)
CLAVE	0,007	0,019
RIÑONES	-0,011	-0,113
SOLERA	0,012	-0,066

DN900 MDP 7,5 y 10 atm HT 1 a 3 mts **HR= 1,000 m**
CASO NUMERO 1/ 4 : DP: 7,50 at MDP: 7,50 at
PRESION NETA PRUEBA FAB.(PP): 9,51 at STP: 8,50 at
DIAMETRO DEL ALAMBRE: 5,0 mm NUMERO DE ESPIRAS POR METRO: 21

HIPOTESIS DE CALCULO: 1.- DP + CARGAS FIJAS

PERDIDAS DE POSTESADO

ACORTAMIENTO ELASTICO	240,56 kp/cm2
RELAJACION	234,15 kp/cm2
FLUENCIA Y RETRACCION	896,14 kp/cm2

TENSIONES

RESIDUAL EN EL ACERO DE POSTESADO	10800,00 kp/cm2

TENSIONES INICIALES EN EL PRIMARIO

INTERIOR	-88,56 kp/cm2
EXTERIOR	-77,84 kp/cm2
0.55*FCK0	-220,00 kp/cm2

TENSIONES FINALES

INTERIOR PRIMARIO	-58,35 kp/cm2
EXTERIOR PRIMARIO	-51,29 kp/cm2
INTERIOR REVESTIMIENTO	-29,61 kp/cm2
EXTERIOR REVESTIMIENTO	-27,94 kp/cm2

ESFUERZOS DE OVALIZACION

	CLAVE	RIÑONES	SOLERA
M kp.cm/cm	111,82	-123,09	135,72
N kp/cm	-1,73	-11,53	-8,94

TENSIONES kp/cm2

INTERIOR PRIMARIO	8,24	-10,45	9,29
EXTERIOR PRIMARIO	-2,80	1,69	-4,10
INTERIOR REVESTIMIENTO	-2,61	1,57	-3,82
EXTERIOR REVESTIMIENTO	-7,75	7,24	-10,07
ACERO DE POSTESADO	-17,35	11,70	-24,84

T E N S I O N E S (kp/cm2)

	PRESION	OVALIZACION + POSTESADO FINAL		
		CLAVE	RIÑONES	SOLERA
INTERIOR PRIMARIO	38,84	-50,12	-68,81	-49,06
EXTERIOR PRIMARIO	33,24	-54,08	-49,60	-55,39
INTERIOR REVESTIMIENTO	31,00	-32,21	-28,03	-33,43
EXTERIOR REVESTIMIENTO	29,25	-35,69	-20,70	-38,01
ACERO DE POSTESADO	177,18	10782,65	10811,70	10775,16

	TOTALES		
	CLAVE	RIÑONES	SOLERA
INTERIOR PRIMARIO	-11,27	-29,96	-10,22
EXTERIOR PRIMARIO	-20,85	-16,37	-22,15
INTERIOR REVESTIMIENTO	-1,22	2,97	-2,43
EXTERIOR REVESTIMIENTO	-6,44	8,55	-8,75
ACERO DE POSTESADO	10959,83	10988,88	10952,34

DN900 MDP 7,5 y 10 atm HT 1 a 3 mts **HR= 1,000 m**
CASO NUMERO 1/ 4 : DP: 7,50 at MDP: 7,50 at
PRESION NETA PRUEBA FAB.(PP): 9,51 at STP: 8,50 at
DIAMETRO DEL ALAMBRE: 5,0 mm NUMERO DE ESPIRAS POR METRO: 21

HIPOTESIS DE CALCULO: 2.- (MDP+0.1 MPa) + CARGAS FIJAS

PERDIDAS DE POSTESADO

ACORTAMIENTO ELASTICO	240,56 kp/cm2
RELAJACION	234,15 kp/cm2
FLUENCIA Y RETRACCION	896,14 kp/cm2

TENSIONES

RESIDUAL EN EL ACERO DE POSTESADO	10800,00 kp/cm2

TENSIONES INICIALES EN EL PRIMARIO

INTERIOR	-88,56 kp/cm2
EXTERIOR	-77,84 kp/cm2
0.55*FCK0	-220,00 kp/cm2

TENSIONES FINALES

INTERIOR PRIMARIO	-58,35 kp/cm2
EXTERIOR PRIMARIO	-51,29 kp/cm2
INTERIOR REVESTIMIENTO	-29,61 kp/cm2
EXTERIOR REVESTIMIENTO	-27,94 kp/cm2

ESFUERZOS DE OVALIZACION

	CLAVE	RIÑONES	SOLERA
M kp.cm/cm	111,82	-123,09	135,72
N kp/cm	-1,73	-11,53	-8,94

TENSIONES kp/cm2

INTERIOR PRIMARIO	8,24	-10,45	9,29
EXTERIOR PRIMARIO	-2,80	1,69	-4,10
INTERIOR REVESTIMIENTO	-2,61	1,57	-3,82
EXTERIOR REVESTIMIENTO	-7,75	7,24	-10,07
ACERO DE POSTESADO	-17,35	11,70	-24,84

T E N S I O N E S (kp/cm2)

	PRESION	OVALIZACION + POSTESADO FINAL		
		CLAVE	RIÑONES	SOLERA
INTERIOR PRIMARIO	44,02	-50,12	-68,81	-49,06
EXTERIOR PRIMARIO	37,67	-54,08	-49,60	-55,39
INTERIOR REVESTIMIENTO	35,13	-32,21	-28,03	-33,43
EXTERIOR REVESTIMIENTO	33,15	-35,69	-20,70	-38,01
ACERO DE POSTESADO	200,80	10782,65	10811,70	10775,16

	TOTALES		
	CLAVE	RIÑONES	SOLERA
INTERIOR PRIMARIO	-6,09	-24,78	-5,04
EXTERIOR PRIMARIO	-16,42	-11,93	-17,72
INTERIOR REVESTIMIENTO	2,92	7,10	1,70
EXTERIOR REVESTIMIENTO	-2,54	12,45	-4,85
ACERO DE POSTESADO	10983,45	11012,50	10975,97

DN900 MDP 7,5 y 10 atm HT 1 a 3 mts **HR= 1,000 m**
CASO NUMERO 1/ 4 : DP: 7,50 at MDP: 7,50 at
PRESION NETA PRUEBA FAB.(PP): 9,51 at STP: 8,50 at
DIAMETRO DEL ALAMBRE: 5,0 mm NUMERO DE ESPIRAS POR METRO: 21

HIPOTESIS DE CALCULO: 3.- DP + CARGAS FIJAS + MOVILES

PERDIDAS DE POSTESADO

ACORTAMIENTO ELASTICO	240,56 kp/cm2
RELAJACION	234,15 kp/cm2
FLUENCIA Y RETRACCION	896,14 kp/cm2

TENSIONES

RESIDUAL EN EL ACERO DE POSTESADO	10800,00 kp/cm2

TENSIONES INICIALES EN EL PRIMARIO

INTERIOR	-88,56 kp/cm2
EXTERIOR	-77,84 kp/cm2
0.55*FCK0	-220,00 kp/cm2

TENSIONES FINALES

INTERIOR PRIMARIO	-58,35 kp/cm2
EXTERIOR PRIMARIO	-51,29 kp/cm2
INTERIOR REVESTIMIENTO	-29,61 kp/cm2
EXTERIOR REVESTIMIENTO	-27,94 kp/cm2

ESFUERZOS DE OVALIZACION

	CLAVE	RIÑONES	SOLERA
M kp.cm/cm	245,08	-262,87	284,96
N kp/cm	-5,92	-26,79	-19,75

TENSIONES kp/cm2

INTERIOR PRIMARIO	17,83	-22,55	19,40
EXTERIOR PRIMARIO	-6,35	3,38	-8,71
INTERIOR REVESTIMIENTO	-5,92	3,15	-8,12
EXTERIOR REVESTIMIENTO	-17,20	15,25	-21,23
ACERO DE POSTESADO	-39,21	23,78	-52,68

T E N S I O N E S (kp/cm2)

	PRESION	OVALIZACION + POSTESADO FINAL		
		CLAVE	RIÑONES	SOLERA
INTERIOR PRIMARIO	38,84	-40,52	-80,90	-38,95
EXTERIOR PRIMARIO	33,24	-57,64	-47,91	-60,00
INTERIOR REVESTIMIENTO	31,00	-35,53	-26,45	-37,73
EXTERIOR REVESTIMIENTO	29,25	-45,13	-12,69	-49,17
ACERO DE POSTESADO	177,18	10760,79	10823,78	10747,32

	TOTALES		
	CLAVE	RIÑONES	SOLERA
INTERIOR PRIMARIO	-1,68	-42,06	-0,11
EXTERIOR PRIMARIO	-24,40	-14,67	-26,77
INTERIOR REVESTIMIENTO	-4,53	4,54	-6,73
EXTERIOR REVESTIMIENTO	-15,88	16,56	-19,92
ACERO DE POSTESADO	10937,97	11000,96	10924,49

DN900 MDP 7,5 y 10 atm HT 1 a 3 mts **HR= 1,000 m**
CASO NUMERO 1/ 4 : DP: 7,50 at MDP: 7,50 at
PRESION NETA PRUEBA FAB.(PP): 9,51 at STP: 8,50 at
DIAMETRO DEL ALAMBRE: 5,0 mm NUMERO DE ESPIRAS POR METRO: 21

HIPOTESIS DE CALCULO: 4.- MDP + Peso propio + Peso de agua

PERDIDAS DE POSTESADO

ACORTAMIENTO ELASTICO	240,56 kp/cm2
RELAJACION	234,15 kp/cm2
FLUENCIA Y RETRACCION	896,14 kp/cm2

TENSIONES

RESIDUAL EN EL ACERO DE POSTESADO	10800,00 kp/cm2

TENSIONES INICIALES EN EL PRIMARIO

INTERIOR	-88,56 kp/cm2
EXTERIOR	-77,84 kp/cm2
0.55*FCK0	-220,00 kp/cm2

TENSIONES FINALES

INTERIOR PRIMARIO	-58,35 kp/cm2
EXTERIOR PRIMARIO	-51,29 kp/cm2
INTERIOR REVESTIMIENTO	-29,61 kp/cm2
EXTERIOR REVESTIMIENTO	-27,94 kp/cm2

ESFUERZOS DE OVALIZACION

	CLAVE	RIÑONES	SOLERA
M kp.cm/cm	41,68	-48,43	55,14
N kp/cm	1,62	-1,31	-0,34

TENSIONES kp/cm2

INTERIOR PRIMARIO	3,30	-3,78	4,11
EXTERIOR PRIMARIO	-0,81	1,00	-1,33
INTERIOR REVESTIMIENTO	-0,75	0,93	-1,24
EXTERIOR REVESTIMIENTO	-2,67	3,16	-3,77
ACERO DE POSTESADO	-5,22	6,38	-8,27

T E N S I O N E S (kp/cm2)

	PRESION	OVALIZACION + POSTESADO FINAL		
		CLAVE	RIÑONES	SOLERA
INTERIOR PRIMARIO	38,84	-55,05	-62,13	-54,24
EXTERIOR PRIMARIO	33,24	-52,10	-50,29	-52,61
INTERIOR REVESTIMIENTO	31,00	-30,36	-28,68	-30,84
EXTERIOR REVESTIMIENTO	29,25	-30,61	-24,78	-31,71
ACERO DE POSTESADO	177,18	10794,78	10806,38	10791,73

	TOTALES		
	CLAVE	RIÑONES	SOLERA
INTERIOR PRIMARIO	-16,20	-23,29	-15,39
EXTERIOR PRIMARIO	-18,86	-17,06	-19,38
INTERIOR REVESTIMIENTO	0,64	2,32	0,16
EXTERIOR REVESTIMIENTO	-1,36	4,47	-2,46
ACERO DE POSTESADO	10971,96	10983,56	10968,91

DN900 MDP 7,5 y 10 atm HT 1 a 3 mts **HR= 1,000 m**
CASO NUMERO 1/ 4 : DP: 7,50 at MDP: 7,50 at
PRESION NETA PRUEBA FAB.(PP): 9,51 at STP: 8,50 at
DIAMETRO DEL ALAMBRE: 5,0 mm NUMERO DE ESPIRAS POR METRO: 21

HIPOTESIS DE CALCULO: 5.- PPRUEBARED(STP) + 1m TIERRAS

PERDIDAS DE POSTESADO

ACORTAMIENTO ELASTICO	240,56 kp/cm2
RELAJACION	234,15 kp/cm2
FLUENCIA Y RETRACCION	896,14 kp/cm2

TENSIONES

RESIDUAL EN EL ACERO DE POSTESADO	10800,00 kp/cm2

TENSIONES INICIALES EN EL PRIMARIO

INTERIOR	-88,56 kp/cm2
EXTERIOR	-77,84 kp/cm2
0.55*FCK0	-220,00 kp/cm2

TENSIONES FINALES

INTERIOR PRIMARIO	-58,35 kp/cm2
EXTERIOR PRIMARIO	-51,29 kp/cm2
INTERIOR REVESTIMIENTO	-29,61 kp/cm2
EXTERIOR REVESTIMIENTO	-27,94 kp/cm2

ESFUERZOS DE OVALIZACION

	CLAVE	RIÑONES	SOLERA
M kp.cm/cm	111,82	-123,09	135,72
N kp/cm	-1,73	-11,53	-8,94

TENSIONES kp/cm2

INTERIOR PRIMARIO	8,24	-10,45	9,29
EXTERIOR PRIMARIO	-2,80	1,69	-4,10
INTERIOR REVESTIMIENTO	-2,61	1,57	-3,82
EXTERIOR REVESTIMIENTO	-7,75	7,24	-10,07
ACERO DE POSTESADO	-17,35	11,70	-24,84

T E N S I O N E S (kp/cm2)

	PRESION	OVALIZACION + POSTESADO FINAL		
		CLAVE	RIÑONES	SOLERA
INTERIOR PRIMARIO	44,02	-50,12	-68,81	-49,06
EXTERIOR PRIMARIO	37,67	-54,08	-49,60	-55,39
INTERIOR REVESTIMIENTO	35,13	-32,21	-28,03	-33,43
EXTERIOR REVESTIMIENTO	33,15	-35,69	-20,70	-38,01
ACERO DE POSTESADO	200,80	10782,65	10811,70	10775,16

	TOTALES		
	CLAVE	RIÑONES	SOLERA
INTERIOR PRIMARIO	-6,09	-24,78	-5,04
EXTERIOR PRIMARIO	-16,42	-11,93	-17,72
INTERIOR REVESTIMIENTO	2,92	7,10	1,70
EXTERIOR REVESTIMIENTO	-2,54	12,45	-4,85
ACERO DE POSTESADO	10983,45	11012,50	10975,97

DN900 MDP 7,5 y 10 atm HT 1 a 3 mts **HR= 1,000 m**
CASO NUMERO 1/ 4 : DP: 7,50 at MDP: 7,50 at
PRESION NETA PRUEBA FAB.(PP): 9,51 at STP: 8,50 at
DIAMETRO DEL ALAMBRE: 5,0 mm NUMERO DE ESPIRAS POR METRO: 21

HIPOTESIS DE CALCULO: 6.- CARGAS FIJAS + MOVILES, Sin Pres

PERDIDAS DE POSTESADO

ACORTAMIENTO ELASTICO	240,56 kp/cm2
RELAJACION	234,15 kp/cm2
FLUENCIA Y RETRACCION	896,14 kp/cm2

TENSIONES

RESIDUAL EN EL ACERO DE POSTESADO	10800,00 kp/cm2

TENSIONES INICIALES EN EL PRIMARIO

INTERIOR	-88,56 kp/cm2
EXTERIOR	-77,84 kp/cm2
0.55*FCK0	-220,00 kp/cm2

TENSIONES FINALES

INTERIOR PRIMARIO	-58,35 kp/cm2
EXTERIOR PRIMARIO	-51,29 kp/cm2
INTERIOR REVESTIMIENTO	-29,61 kp/cm2
EXTERIOR REVESTIMIENTO	-27,94 kp/cm2

ESFUERZOS DE OVALIZACION

	CLAVE	RIÑONES	SOLERA
M kp.cm/cm	245,08	-262,87	284,96
N kp/cm	-5,92	-26,79	-19,75

TENSIONES kp/cm2

INTERIOR PRIMARIO	17,83	-22,55	19,40
EXTERIOR PRIMARIO	-6,35	3,38	-8,71
INTERIOR REVESTIMIENTO	-5,92	3,15	-8,12
EXTERIOR REVESTIMIENTO	-17,20	15,25	-21,23
ACERO DE POSTESADO	-39,21	23,78	-52,68

T E N S I O N E S (kp/cm2)

	PRESION	OVALIZACION + POSTESADO FINAL		
		CLAVE	RIÑONES	SOLERA
INTERIOR PRIMARIO	0,00	-40,52	-80,90	-38,95
EXTERIOR PRIMARIO	0,00	-57,64	-47,91	-60,00
INTERIOR REVESTIMIENTO	0,00	-35,53	-26,45	-37,73
EXTERIOR REVESTIMIENTO	0,00	-45,13	-12,69	-49,17
ACERO DE POSTESADO	0,00	10760,79	10823,78	10747,32

	TOTALES		
	CLAVE	RIÑONES	SOLERA
INTERIOR PRIMARIO	-40,52	-80,90	-38,95
EXTERIOR PRIMARIO	-57,64	-47,91	-60,00
INTERIOR REVESTIMIENTO	-35,53	-26,45	-37,73
EXTERIOR REVESTIMIENTO	-45,13	-12,69	-49,17
ACERO DE POSTESADO	10760,79	10823,78	10747,32

DN900 MDP 7,5 y 10 atm HT 1 a 3 mts **HR= 1,000 m**
CASO NUMERO 2/ 4 : DP: 9,00 at MDP: 10,00 at
PRESION NETA PRUEBA FAB.(PP): 12,47 at STP: 11,00 at
DIAMETRO DEL ALAMBRE: 5,0 mm NUMERO DE ESPIRAS POR METRO: 27

HIPOTESIS DE CALCULO: 1.- DP + CARGAS FIJAS

PERDIDAS DE POSTESADO

ACORTAMIENTO ELASTICO	309,30 kp/cm2
RELAJACION	229,31 kp/cm2
FLUENCIA Y RETRACCION	1017,26 kp/cm2

TENSIONES

RESIDUAL EN EL ACERO DE POSTESADO	10800,00 kp/cm2

TENSIONES INICIALES EN EL PRIMARIO

INTERIOR	-113,28 kp/cm2
EXTERIOR	-99,57 kp/cm2
0.55*FCK0	-220,00 kp/cm2

TENSIONES FINALES

INTERIOR PRIMARIO	-73,33 kp/cm2
EXTERIOR PRIMARIO	-64,45 kp/cm2
INTERIOR REVESTIMIENTO	-41,71 kp/cm2
EXTERIOR REVESTIMIENTO	-39,36 kp/cm2

ESFUERZOS DE OVALIZACION

	CLAVE	RIÑONES	SOLERA
M kp.cm/cm	111,82	-123,09	135,72
N kp/cm	-1,73	-11,53	-8,94

TENSIONES kp/cm2

INTERIOR PRIMARIO	8,23	-10,44	9,29
EXTERIOR PRIMARIO	-2,77	1,67	-4,07
INTERIOR REVESTIMIENTO	-2,59	1,56	-3,79
EXTERIOR REVESTIMIENTO	-7,72	7,21	-10,02
ACERO DE POSTESADO	-17,22	11,59	-24,66

T E N S I O N E S (kp/cm2)

	PRESION	OVALIZACION + POSTESADO FINAL		
		CLAVE	RIÑONES	SOLERA
INTERIOR PRIMARIO	46,33	-65,09	-83,77	-64,04
EXTERIOR PRIMARIO	39,63	-67,22	-62,78	-68,52
INTERIOR REVESTIMIENTO	36,96	-44,30	-40,16	-45,51
EXTERIOR REVESTIMIENTO	34,88	-47,08	-32,16	-49,39
ACERO DE POSTESADO	211,28	10782,78	10811,59	10775,34

	TOTALES		
	CLAVE	RIÑONES	SOLERA
INTERIOR PRIMARIO	-18,76	-37,44	-17,71
EXTERIOR PRIMARIO	-27,59	-23,15	-28,89
INTERIOR REVESTIMIENTO	-7,34	-3,19	-8,55
EXTERIOR REVESTIMIENTO	-12,20	2,72	-14,51
ACERO DE POSTESADO	10994,05	11022,87	10986,62

DN900 MDP 7,5 y 10 atm HT 1 a 3 mts **HR= 1,000 m**
CASO NUMERO 2/ 4 : DP: 9,00 at MDP: 10,00 at
PRESION NETA PRUEBA FAB.(PP): 12,47 at STP: 11,00 at
DIAMETRO DEL ALAMBRE: 5,0 mm NUMERO DE ESPIRAS POR METRO: 27

HIPOTESIS DE CALCULO: 2.- (MDP+0.1 MPa) + CARGAS FIJAS

PERDIDAS DE POSTESADO

ACORTAMIENTO ELASTICO	309,30 kp/cm2
RELAJACION	229,31 kp/cm2
FLUENCIA Y RETRACCION	1017,26 kp/cm2

TENSIONES

RESIDUAL EN EL ACERO DE POSTESADO	10800,00 kp/cm2

TENSIONES INICIALES EN EL PRIMARIO

INTERIOR	-113,28 kp/cm2
EXTERIOR	-99,57 kp/cm2
0.55*FCK0	-220,00 kp/cm2

TENSIONES FINALES

INTERIOR PRIMARIO	-73,33 kp/cm2
EXTERIOR PRIMARIO	-64,45 kp/cm2
INTERIOR REVESTIMIENTO	-41,71 kp/cm2
EXTERIOR REVESTIMIENTO	-39,36 kp/cm2

ESFUERZOS DE OVALIZACION

	CLAVE	RIÑONES	SOLERA
M kp.cm/cm	111,82	-123,09	135,72
N kp/cm	-1,73	-11,53	-8,94

TENSIONES kp/cm2

INTERIOR PRIMARIO	8,23	-10,44	9,29
EXTERIOR PRIMARIO	-2,77	1,67	-4,07
INTERIOR REVESTIMIENTO	-2,59	1,56	-3,79
EXTERIOR REVESTIMIENTO	-7,72	7,21	-10,02
ACERO DE POSTESADO	-17,22	11,59	-24,66

T E N S I O N E S (kp/cm2)

	PRESION	OVALIZACION + POSTESADO FINAL		
		CLAVE	RIÑONES	SOLERA
INTERIOR PRIMARIO	56,62	-65,09	-83,77	-64,04
EXTERIOR PRIMARIO	48,44	-67,22	-62,78	-68,52
INTERIOR REVESTIMIENTO	45,18	-44,30	-40,16	-45,51
EXTERIOR REVESTIMIENTO	42,63	-47,08	-32,16	-49,39
ACERO DE POSTESADO	258,23	10782,78	10811,59	10775,34

	TOTALES		
	CLAVE	RIÑONES	SOLERA
INTERIOR PRIMARIO	-8,47	-27,15	-7,41
EXTERIOR PRIMARIO	-18,78	-14,34	-20,08
INTERIOR REVESTIMIENTO	0,88	5,02	-0,33
EXTERIOR REVESTIMIENTO	-4,45	10,48	-6,76
ACERO DE POSTESADO	11041,01	11069,82	11033,57

DN900 MDP 7,5 y 10 atm HT 1 a 3 mts **HR= 1,000 m**
CASO NUMERO 2/ 4 : DP: 9,00 at MDP: 10,00 at
PRESION NETA PRUEBA FAB.(PP): 12,47 at STP: 11,00 at
DIAMETRO DEL ALAMBRE: 5,0 mm NUMERO DE ESPIRAS POR METRO: 27

HIPOTESIS DE CALCULO: 3.- DP + CARGAS FIJAS + MOVILES

PERDIDAS DE POSTESADO

ACORTAMIENTO ELASTICO	309,30 kp/cm2
RELAJACION	229,31 kp/cm2
FLUENCIA Y RETRACCION	1017,26 kp/cm2

TENSIONES

RESIDUAL EN EL ACERO DE POSTESADO	10800,00 kp/cm2

TENSIONES INICIALES EN EL PRIMARIO

INTERIOR	-113,28 kp/cm2
EXTERIOR	-99,57 kp/cm2
0.55*FCK0	-220,00 kp/cm2

TENSIONES FINALES

INTERIOR PRIMARIO	-73,33 kp/cm2
EXTERIOR PRIMARIO	-64,45 kp/cm2
INTERIOR REVESTIMIENTO	-41,71 kp/cm2
EXTERIOR REVESTIMIENTO	-39,36 kp/cm2

ESFUERZOS DE OVALIZACION

	CLAVE	RIÑONES	SOLERA
M kp.cm/cm	245,08	-262,87	284,96
N kp/cm	-5,92	-26,79	-19,75

TENSIONES kp/cm2

INTERIOR PRIMARIO	17,82	-22,53	19,40
EXTERIOR PRIMARIO	-6,30	3,34	-8,64
INTERIOR REVESTIMIENTO	-5,87	3,12	-8,06
EXTERIOR REVESTIMIENTO	-17,12	15,18	-21,14
ACERO DE POSTESADO	-38,92	23,57	-52,31

T E N S I O N E S (kp/cm2)

	PRESION	OVALIZACION + POSTESADO FINAL		
		CLAVE	RIÑONES	SOLERA
INTERIOR PRIMARIO	46,33	-55,50	-95,85	-53,92
EXTERIOR PRIMARIO	39,63	-70,75	-61,11	-73,09
INTERIOR REVESTIMIENTO	36,96	-47,59	-38,60	-49,78
EXTERIOR REVESTIMIENTO	34,88	-56,48	-24,18	-60,50
ACERO DE POSTESADO	211,28	10761,08	10823,57	10747,69

	TOTALES		
	CLAVE	RIÑONES	SOLERA
INTERIOR PRIMARIO	-9,17	-49,53	-7,60
EXTERIOR PRIMARIO	-31,11	-21,48	-33,46
INTERIOR REVESTIMIENTO	-10,62	-1,63	-12,81
EXTERIOR REVESTIMIENTO	-21,60	10,70	-25,62
ACERO DE POSTESADO	10972,36	11034,84	10958,97

DN900 MDP 7,5 y 10 atm HT 1 a 3 mts **HR= 1,000 m**
CASO NUMERO 2/ 4 : DP: 9,00 at MDP: 10,00 at
PRESION NETA PRUEBA FAB.(PP): 12,47 at STP: 11,00 at
DIAMETRO DEL ALAMBRE: 5,0 mm NUMERO DE ESPIRAS POR METRO: 27

HIPOTESIS DE CALCULO: 4.- MDP + Peso propio + Peso de agua

PERDIDAS DE POSTESADO

ACORTAMIENTO ELASTICO	309,30 kp/cm2
RELAJACION	229,31 kp/cm2
FLUENCIA Y RETRACCION	1017,26 kp/cm2

TENSIONES

RESIDUAL EN EL ACERO DE POSTESADO	10800,00 kp/cm2

TENSIONES INICIALES EN EL PRIMARIO

INTERIOR	-113,28 kp/cm2
EXTERIOR	-99,57 kp/cm2
0.55*FCK0	-220,00 kp/cm2

TENSIONES FINALES

INTERIOR PRIMARIO	-73,33 kp/cm2
EXTERIOR PRIMARIO	-64,45 kp/cm2
INTERIOR REVESTIMIENTO	-41,71 kp/cm2
EXTERIOR REVESTIMIENTO	-39,36 kp/cm2

ESFUERZOS DE OVALIZACION

	CLAVE	RIÑONES	SOLERA
M kp.cm/cm	41,68	-48,43	55,14
N kp/cm	1,62	-1,31	-0,34

TENSIONES kp/cm2

INTERIOR PRIMARIO	3,30	-3,78	4,11
EXTERIOR PRIMARIO	-0,80	0,99	-1,31
INTERIOR REVESTIMIENTO	-0,75	0,92	-1,23
EXTERIOR REVESTIMIENTO	-2,66	3,14	-3,76
ACERO DE POSTESADO	-5,18	6,33	-8,21

T E N S I O N E S (kp/cm2)

	PRESION	OVALIZACION + POSTESADO FINAL		
		CLAVE	RIÑONES	SOLERA
INTERIOR PRIMARIO	51,48	-70,02	-77,10	-69,21
EXTERIOR PRIMARIO	44,03	-65,25	-63,46	-65,76
INTERIOR REVESTIMIENTO	41,07	-42,46	-40,79	-42,94
EXTERIOR REVESTIMIENTO	38,76	-42,02	-36,22	-43,12
ACERO DE POSTESADO	234,75	10794,82	10806,33	10791,79

	TOTALES		
	CLAVE	RIÑONES	SOLERA
INTERIOR PRIMARIO	-18,55	-25,63	-17,74
EXTERIOR PRIMARIO	-21,22	-19,43	-21,73
INTERIOR REVESTIMIENTO	-1,39	0,28	-1,87
EXTERIOR REVESTIMIENTO	-3,27	2,54	-4,36
ACERO DE POSTESADO	11029,58	11041,08	11026,54

DN900 MDP 7,5 y 10 atm HT 1 a 3 mts **HR= 1,000 m**
CASO NUMERO 2/ 4 : DP: 9,00 at MDP: 10,00 at
PRESION NETA PRUEBA FAB.(PP): 12,47 at STP: 11,00 at
DIAMETRO DEL ALAMBRE: 5,0 mm NUMERO DE ESPIRAS POR METRO: 27

HIPOTESIS DE CALCULO: 5.- PPRUEBARED(STP) + 1m TIERRAS

PERDIDAS DE POSTESADO

ACORTAMIENTO ELASTICO	309,30 kp/cm2
RELAJACION	229,31 kp/cm2
FLUENCIA Y RETRACCION	1017,26 kp/cm2

TENSIONES

RESIDUAL EN EL ACERO DE POSTESADO	10800,00 kp/cm2

TENSIONES INICIALES EN EL PRIMARIO

INTERIOR	-113,28 kp/cm2
EXTERIOR	-99,57 kp/cm2
0.55*FCK0	-220,00 kp/cm2

TENSIONES FINALES

INTERIOR PRIMARIO	-73,33 kp/cm2
EXTERIOR PRIMARIO	-64,45 kp/cm2
INTERIOR REVESTIMIENTO	-41,71 kp/cm2
EXTERIOR REVESTIMIENTO	-39,36 kp/cm2

ESFUERZOS DE OVALIZACION

	CLAVE	RIÑONES	SOLERA
M kp.cm/cm	111,82	-123,09	135,72
N kp/cm	-1,73	-11,53	-8,94

TENSIONES kp/cm2

INTERIOR PRIMARIO	8,23	-10,44	9,29
EXTERIOR PRIMARIO	-2,77	1,67	-4,07
INTERIOR REVESTIMIENTO	-2,59	1,56	-3,79
EXTERIOR REVESTIMIENTO	-7,72	7,21	-10,02
ACERO DE POSTESADO	-17,22	11,59	-24,66

T E N S I O N E S (kp/cm2)

	PRESION	OVALIZACION + POSTESADO FINAL		
		CLAVE	RIÑONES	SOLERA
INTERIOR PRIMARIO	56,62	-65,09	-83,77	-64,04
EXTERIOR PRIMARIO	48,44	-67,22	-62,78	-68,52
INTERIOR REVESTIMIENTO	45,18	-44,30	-40,16	-45,51
EXTERIOR REVESTIMIENTO	42,63	-47,08	-32,16	-49,39
ACERO DE POSTESADO	258,23	10782,78	10811,59	10775,34

	TOTALES		
	CLAVE	RIÑONES	SOLERA
INTERIOR PRIMARIO	-8,47	-27,15	-7,41
EXTERIOR PRIMARIO	-18,78	-14,34	-20,08
INTERIOR REVESTIMIENTO	0,88	5,02	-0,33
EXTERIOR REVESTIMIENTO	-4,45	10,48	-6,76
ACERO DE POSTESADO	11041,01	11069,82	11033,57

DN900 MDP 7,5 y 10 atm HT 1 a 3 mts **HR= 1,000 m**
CASO NUMERO 2/ 4 : DP: 9,00 at MDP: 10,00 at
PRESION NETA PRUEBA FAB.(PP): 12,47 at STP: 11,00 at
DIAMETRO DEL ALAMBRE: 5,0 mm NUMERO DE ESPIRAS POR METRO: 27

HIPOTESIS DE CALCULO: 6.- CARGAS FIJAS + MOVILES, Sin Pres

PERDIDAS DE POSTESADO

ACORTAMIENTO ELASTICO	309,30 kp/cm2
RELAJACION	229,31 kp/cm2
FLUENCIA Y RETRACCION	1017,26 kp/cm2

TENSIONES

RESIDUAL EN EL ACERO DE POSTESADO	10800,00 kp/cm2

TENSIONES INICIALES EN EL PRIMARIO

INTERIOR	-113,28 kp/cm2
EXTERIOR	-99,57 kp/cm2
0.55*FCK0	-220,00 kp/cm2

TENSIONES FINALES

INTERIOR PRIMARIO	-73,33 kp/cm2
EXTERIOR PRIMARIO	-64,45 kp/cm2
INTERIOR REVESTIMIENTO	-41,71 kp/cm2
EXTERIOR REVESTIMIENTO	-39,36 kp/cm2

ESFUERZOS DE OVALIZACION

	CLAVE	RIÑONES	SOLERA
M kp.cm/cm	245,08	-262,87	284,96
N kp/cm	-5,92	-26,79	-19,75

TENSIONES kp/cm2

INTERIOR PRIMARIO	17,82	-22,53	19,40
EXTERIOR PRIMARIO	-6,30	3,34	-8,64
INTERIOR REVESTIMIENTO	-5,87	3,12	-8,06
EXTERIOR REVESTIMIENTO	-17,12	15,18	-21,14
ACERO DE POSTESADO	-38,92	23,57	-52,31

T E N S I O N E S (kp/cm2)

	PRESION	OVALIZACION + POSTESADO FINAL		
		CLAVE	RIÑONES	SOLERA
INTERIOR PRIMARIO	0,00	-55,50	-95,85	-53,92
EXTERIOR PRIMARIO	0,00	-70,75	-61,11	-73,09
INTERIOR REVESTIMIENTO	0,00	-47,59	-38,60	-49,78
EXTERIOR REVESTIMIENTO	0,00	-56,48	-24,18	-60,50
ACERO DE POSTESADO	0,00	10761,08	10823,57	10747,69

TOTALES

	CLAVE	RIÑONES	SOLERA
INTERIOR PRIMARIO	-55,50	-95,85	-53,92
EXTERIOR PRIMARIO	-70,75	-61,11	-73,09
INTERIOR REVESTIMIENTO	-47,59	-38,60	-49,78
EXTERIOR REVESTIMIENTO	-56,48	-24,18	-60,50
ACERO DE POSTESADO	10761,08	10823,57	10747,69

DN900 MDP 7,5 y 10 atm HT 1 a 3 mts **HR= 3,000 m**

di (mm)	de (mm)	GAMMAH (t/m3)	GAMMAT (t/m3)	LAMBDA	Q (t/m2)	CUNA	
900	1080	2,500	1,800	0,333	4,926	Granular	90º

HIPOTESIS Peso propio

SECCION	MOMENTO (m.t)	AXIL (t)
CLAVE	0,022	0,032
RIÑONES	-0,025	-0,175
SOLERA	0,029	-0,177

HIPOTESIS Peso del fluido

SECCION	MOMENTO (m.t)	AXIL (t)
CLAVE	0,020	0,130
RIÑONES	-0,023	0,043
SOLERA	0,026	0,143

HIPOTESIS Carga 1 metro de Tierras(total)

SECCION	MOMENTO (m.t)	AXIL (t)
CLAVE	0,070	-0,335
RIÑONES	-0,075	-1,021
SOLERA	0,081	-0,860

HIPOTESIS Esfuerzos por Carga vertical pura por tierras

SECCION	MOMENTO (m.t)	AXIL (t)
CLAVE	0,298	0,137
RIÑONES	-0,308	-2,392
SOLERA	0,318	-1,127

DN900 MDP 7,5 y 10 atm HT 1 a 3 mts **HR= 3,000 m**

HIPOTESIS Carga Móvil

SECCION	MOMENTO (m.t)	AXIL (t)
CLAVE	0,033	0,015
RIÑONES	-0,035	-0,269
SOLERA	0,036	-0,127

HIPOTESIS Empuje lateral con carga móvil

SECCION	MOMENTO (m.t)	AXIL (t)
CLAVE	-0,115	-0,987
RIÑONES	0,118	0,000
SOLERA	-0,114	-0,781

HIPOTESIS Empuje Lateral sin carga móvil

SECCION	MOMENTO (m.t)	AXIL (t)
CLAVE	-0,105	-0,898
RIÑONES	0,108	0,000
SOLERA	-0,105	-0,718

HIPOTESIS Carga de tímpanos

SECCION	MOMENTO (m.t)	AXIL (t)
CLAVE	0,007	0,019
RIÑONES	-0,011	-0,113
SOLERA	0,012	-0,066

DN900 MDP 7,5 y 10 atm HT 1 a 3 mts **HR= 3,000 m**
CASO NUMERO 1/ 4 : DP: 7,50 at MDP: 7,50 at
PRESION NETA PRUEBA FAB.(PP): 10,49 at STP: 8,50 at
DIAMETRO DEL ALAMBRE: 5,0 mm NUMERO DE ESPIRAS POR METRO: 23

HIPOTESIS DE CALCULO: 1.- DP + CARGAS FIJAS

PERDIDAS DE POSTESADO

ACORTAMIENTO ELASTICO	263,48 kp/cm2
RELAJACION	232,52 kp/cm2
FLUENCIA Y RETRACCION	937,00 kp/cm2

TENSIONES

RESIDUAL EN EL ACERO DE POSTESADO	10800,00 kp/cm2

TENSIONES INICIALES EN EL PRIMARIO

INTERIOR	-96,83 kp/cm2
EXTERIOR	-85,11 kp/cm2
0.55*FCK0	-220,00 kp/cm2

TENSIONES FINALES

INTERIOR PRIMARIO	-63,32 kp/cm2
EXTERIOR PRIMARIO	-55,66 kp/cm2
INTERIOR REVESTIMIENTO	-33,69 kp/cm2
EXTERIOR REVESTIMIENTO	-31,79 kp/cm2

ESFUERZOS DE OVALIZACION

	CLAVE	RIÑONES	SOLERA
M kp.cm/cm	241,33	-258,94	280,75
N kp/cm	-5,80	-26,36	-19,44

TENSIONES kp/cm2

INTERIOR PRIMARIO	17,56	-22,20	19,11
EXTERIOR PRIMARIO	-6,23	3,32	-8,56
INTERIOR REVESTIMIENTO	-5,81	3,10	-7,98
EXTERIOR REVESTIMIENTO	-16,90	15,00	-20,89
ACERO DE POSTESADO	-38,50	23,37	-51,78

T E N S I O N E S (kp/cm2)

	PRESION	OVALIZACION + POSTESADO FINAL		
		CLAVE	RIÑONES	SOLERA
INTERIOR PRIMARIO	38,77	-45,76	-85,52	-44,21
EXTERIOR PRIMARIO	33,17	-61,89	-52,34	-64,22
INTERIOR REVESTIMIENTO	30,93	-39,50	-30,59	-41,67
EXTERIOR REVESTIMIENTO	29,19	-48,70	-16,79	-52,68
ACERO DE POSTESADO	176,81	10761,50	10823,37	10748,22

	TOTALES		
	CLAVE	RIÑONES	SOLERA
INTERIOR PRIMARIO	-7,00	-46,76	-5,44
EXTERIOR PRIMARIO	-28,72	-19,17	-31,05
INTERIOR REVESTIMIENTO	-8,57	0,34	-10,74
EXTERIOR REVESTIMIENTO	-19,51	12,40	-23,49
ACERO DE POSTESADO	10938,31	11000,18	10925,03

DN900 MDP 7,5 y 10 atm HT 1 a 3 mts **HR= 3,000 m**
CASO NUMERO 1/ 4 : DP: 7,50 at MDP: 7,50 at
PRESION NETA PRUEBA FAB.(PP): 10,49 at STP: 8,50 at
DIAMETRO DEL ALAMBRE: 5,0 mm NUMERO DE ESPIRAS POR METRO: 23

HIPOTESIS DE CALCULO: 2.- (MDP+0.1 MPa) + CARGAS FIJAS

PERDIDAS DE POSTESADO

ACORTAMIENTO ELASTICO	263,48 kp/cm2
RELAJACION	232,52 kp/cm2
FLUENCIA Y RETRACCION	937,00 kp/cm2

TENSIONES

RESIDUAL EN EL ACERO DE POSTESADO	10800,00 kp/cm2

TENSIONES INICIALES EN EL PRIMARIO

INTERIOR	-96,83 kp/cm2
EXTERIOR	-85,11 kp/cm2
0.55*FCK0	-220,00 kp/cm2

TENSIONES FINALES

INTERIOR PRIMARIO	-63,32 kp/cm2
EXTERIOR PRIMARIO	-55,66 kp/cm2
INTERIOR REVESTIMIENTO	-33,69 kp/cm2
EXTERIOR REVESTIMIENTO	-31,79 kp/cm2

ESFUERZOS DE OVALIZACION

	CLAVE	RIÑONES	SOLERA
M kp.cm/cm	241,33	-258,94	280,75
N kp/cm	-5,80	-26,36	-19,44

TENSIONES kp/cm2

INTERIOR PRIMARIO	17,56	-22,20	19,11
EXTERIOR PRIMARIO	-6,23	3,32	-8,56
INTERIOR REVESTIMIENTO	-5,81	3,10	-7,98
EXTERIOR REVESTIMIENTO	-16,90	15,00	-20,89
ACERO DE POSTESADO	-38,50	23,37	-51,78

T E N S I O N E S (kp/cm2)

	PRESION	OVALIZACION + POSTESADO FINAL		
		CLAVE	RIÑONES	SOLERA
INTERIOR PRIMARIO	43,93	-45,76	-85,52	-44,21
EXTERIOR PRIMARIO	37,59	-61,89	-52,34	-64,22
INTERIOR REVESTIMIENTO	35,06	-39,50	-30,59	-41,67
EXTERIOR REVESTIMIENTO	33,08	-48,70	-16,79	-52,68
ACERO DE POSTESADO	200,38	10761,50	10823,37	10748,22

	TOTALES		
	CLAVE	RIÑONES	SOLERA
INTERIOR PRIMARIO	-1,83	-41,59	-0,27
EXTERIOR PRIMARIO	-24,30	-14,75	-26,63
INTERIOR REVESTIMIENTO	-4,45	4,46	-6,62
EXTERIOR REVESTIMIENTO	-15,62	16,29	-19,60
ACERO DE POSTESADO	10961,88	11023,75	10948,60

DN900 MDP 7,5 y 10 atm HT 1 a 3 mts **HR= 3,000 m**
CASO NUMERO 1/ 4 : DP: 7,50 at MDP: 7,50 at
PRESION NETA PRUEBA FAB.(PP): 10,49 at STP: 8,50 at
DIAMETRO DEL ALAMBRE: 5,0 mm NUMERO DE ESPIRAS POR METRO: 23

HIPOTESIS DE CALCULO: 3.- DP + CARGAS FIJAS + MOVILES

PERDIDAS DE POSTESADO

ACORTAMIENTO ELASTICO	263,48 kp/cm2
RELAJACION	232,52 kp/cm2
FLUENCIA Y RETRACCION	937,00 kp/cm2

TENSIONES

RESIDUAL EN EL ACERO DE POSTESADO	10800,00 kp/cm2

TENSIONES INICIALES EN EL PRIMARIO

INTERIOR	-96,83 kp/cm2
EXTERIOR	-85,11 kp/cm2
0.55*FCK0	-220,00 kp/cm2

TENSIONES FINALES

INTERIOR PRIMARIO	-63,32 kp/cm2
EXTERIOR PRIMARIO	-55,66 kp/cm2
INTERIOR REVESTIMIENTO	-33,69 kp/cm2
EXTERIOR REVESTIMIENTO	-31,79 kp/cm2

ESFUERZOS DE OVALIZACION

	CLAVE	RIÑONES	SOLERA
M kp.cm/cm	264,78	-283,53	307,02
N kp/cm	-6,54	-29,04	-21,35

TENSIONES kp/cm2

INTERIOR PRIMARIO	19,25	-24,33	20,89
EXTERIOR PRIMARIO	-6,85	3,62	-9,37
INTERIOR REVESTIMIENTO	-6,39	3,37	-8,74
EXTERIOR REVESTIMIENTO	-18,56	16,41	-22,85
ACERO DE POSTESADO	-42,34	25,49	-56,67

T E N S I O N E S (kp/cm2)

	PRESION	OVALIZACION + POSTESADO FINAL		
		CLAVE	RIÑONES	SOLERA
INTERIOR PRIMARIO	38,77	-44,08	-87,65	-42,43
EXTERIOR PRIMARIO	33,17	-62,51	-52,04	-65,02
INTERIOR REVESTIMIENTO	30,93	-40,08	-30,32	-42,43
EXTERIOR REVESTIMIENTO	29,19	-50,36	-15,39	-54,64
ACERO DE POSTESADO	176,81	10757,66	10825,49	10743,33

	TOTALES		
	CLAVE	RIÑONES	SOLERA
INTERIOR PRIMARIO	-5,31	-48,89	-3,66
EXTERIOR PRIMARIO	-29,35	-18,87	-31,86
INTERIOR REVESTIMIENTO	-9,15	0,62	-11,50
EXTERIOR REVESTIMIENTO	-21,17	13,80	-25,45
ACERO DE POSTESADO	10934,47	11002,30	10920,14

DN900 MDP 7,5 y 10 atm HT 1 a 3 mts **HR= 3,000 m**
CASO NUMERO 1/ 4 : DP: 7,50 at MDP: 7,50 at
PRESION NETA PRUEBA FAB.(PP): 10,49 at STP: 8,50 at
DIAMETRO DEL ALAMBRE: 5,0 mm NUMERO DE ESPIRAS POR METRO: 23

HIPOTESIS DE CALCULO: 4.- MDP + Peso propio + Peso de agua

PERDIDAS DE POSTESADO

ACORTAMIENTO ELASTICO	263,48 kp/cm2
RELAJACION	232,52 kp/cm2
FLUENCIA Y RETRACCION	937,00 kp/cm2

TENSIONES

RESIDUAL EN EL ACERO DE POSTESADO	10800,00 kp/cm2

TENSIONES INICIALES EN EL PRIMARIO

INTERIOR	-96,83 kp/cm2
EXTERIOR	-85,11 kp/cm2
0.55*FCK0	-220,00 kp/cm2

TENSIONES FINALES

INTERIOR PRIMARIO	-63,32 kp/cm2
EXTERIOR PRIMARIO	-55,66 kp/cm2
INTERIOR REVESTIMIENTO	-33,69 kp/cm2
EXTERIOR REVESTIMIENTO	-31,79 kp/cm2

ESFUERZOS DE OVALIZACION

	CLAVE	RIÑONES	SOLERA
M kp.cm/cm	41,68	-48,43	55,14
N kp/cm	1,62	-1,31	-0,34

TENSIONES kp/cm2

INTERIOR PRIMARIO	3,30	-3,78	4,11
EXTERIOR PRIMARIO	-0,81	0,99	-1,32
INTERIOR REVESTIMIENTO	-0,75	0,93	-1,23
EXTERIOR REVESTIMIENTO	-2,67	3,15	-3,77
ACERO DE POSTESADO	-5,21	6,36	-8,25

T E N S I O N E S (kp/cm2)

	PRESION	OVALIZACION + POSTESADO FINAL		
		CLAVE	RIÑONES	SOLERA
INTERIOR PRIMARIO	38,77	-60,02	-67,10	-59,21
EXTERIOR PRIMARIO	33,17	-56,46	-54,66	-56,98
INTERIOR REVESTIMIENTO	30,93	-34,44	-32,76	-34,92
EXTERIOR REVESTIMIENTO	29,19	-34,46	-28,64	-35,56
ACERO DE POSTESADO	176,81	10794,79	10806,36	10791,75

	TOTALES		
	CLAVE	RIÑONES	SOLERA
INTERIOR PRIMARIO	-21,25	-28,34	-20,44
EXTERIOR PRIMARIO	-23,30	-21,50	-23,81
INTERIOR REVESTIMIENTO	-3,51	-1,83	-3,99
EXTERIOR REVESTIMIENTO	-5,27	0,55	-6,37
ACERO DE POSTESADO	10971,60	10983,17	10968,55

DN900 MDP 7,5 y 10 atm HT 1 a 3 mts **HR= 3,000 m**
CASO NUMERO 1/ 4 : DP: 7,50 at MDP: 7,50 at
PRESION NETA PRUEBA FAB.(PP): 10,49 at STP: 8,50 at
DIAMETRO DEL ALAMBRE: 5,0 mm NUMERO DE ESPIRAS POR METRO: 23

HIPOTESIS DE CALCULO: 5.- PPRUEBARED(STP) + 1m TIERRAS

PERDIDAS DE POSTESADO

ACORTAMIENTO ELASTICO	263,48 kp/cm2
RELAJACION	232,52 kp/cm2
FLUENCIA Y RETRACCION	937,00 kp/cm2

TENSIONES

RESIDUAL EN EL ACERO DE POSTESADO	10800,00 kp/cm2

TENSIONES INICIALES EN EL PRIMARIO

INTERIOR	-96,83 kp/cm2
EXTERIOR	-85,11 kp/cm2
0.55*FCK0	-220,00 kp/cm2

TENSIONES FINALES

INTERIOR PRIMARIO	-63,32 kp/cm2
EXTERIOR PRIMARIO	-55,66 kp/cm2
INTERIOR REVESTIMIENTO	-33,69 kp/cm2
EXTERIOR REVESTIMIENTO	-31,79 kp/cm2

ESFUERZOS DE OVALIZACION

	CLAVE	RIÑONES	SOLERA
M kp.cm/cm	111,82	-123,09	135,72
N kp/cm	-1,73	-11,53	-8,94

TENSIONES kp/cm2

INTERIOR PRIMARIO	8,23	-10,45	9,29
EXTERIOR PRIMARIO	-2,79	1,68	-4,09
INTERIOR REVESTIMIENTO	-2,60	1,57	-3,81
EXTERIOR REVESTIMIENTO	-7,74	7,23	-10,05
ACERO DE POSTESADO	-17,31	11,66	-24,78

T E N S I O N E S (kp/cm2)

	PRESION	OVALIZACION + POSTESADO FINAL		
		CLAVE	RIÑONES	SOLERA
INTERIOR PRIMARIO	43,93	-55,09	-73,77	-54,03
EXTERIOR PRIMARIO	37,59	-58,44	-53,97	-59,75
INTERIOR REVESTIMIENTO	35,06	-36,29	-32,12	-37,51
EXTERIOR REVESTIMIENTO	33,08	-39,53	-24,56	-41,85
ACERO DE POSTESADO	200,38	10782,69	10811,66	10775,22

	TOTALES		
	CLAVE	RIÑONES	SOLERA
INTERIOR PRIMARIO	-11,15	-29,84	-10,10
EXTERIOR PRIMARIO	-20,86	-16,39	-22,16
INTERIOR REVESTIMIENTO	-1,23	2,93	-2,45
EXTERIOR REVESTIMIENTO	-6,45	8,52	-8,76
ACERO DE POSTESADO	10983,07	11012,04	10975,60

DN900 MDP 7,5 y 10 atm HT 1 a 3 mts **HR= 3,000 m**
CASO NUMERO 1/ 4 : DP: 7,50 at MDP: 7,50 at
PRESION NETA PRUEBA FAB.(PP): 10,49 at STP: 8,50 at
DIAMETRO DEL ALAMBRE: 5,0 mm NUMERO DE ESPIRAS POR METRO: 23

HIPOTESIS DE CALCULO: 6.- CARGAS FIJAS + MOVILES, Sin Pres

PERDIDAS DE POSTESADO

ACORTAMIENTO ELASTICO	263,48 kp/cm2
RELAJACION	232,52 kp/cm2
FLUENCIA Y RETRACCION	937,00 kp/cm2

TENSIONES

RESIDUAL EN EL ACERO DE POSTESADO	10800,00 kp/cm2

TENSIONES INICIALES EN EL PRIMARIO

INTERIOR	-96,83 kp/cm2
EXTERIOR	-85,11 kp/cm2
0.55*FCK0	-220,00 kp/cm2

TENSIONES FINALES

INTERIOR PRIMARIO	-63,32 kp/cm2
EXTERIOR PRIMARIO	-55,66 kp/cm2
INTERIOR REVESTIMIENTO	-33,69 kp/cm2
EXTERIOR REVESTIMIENTO	-31,79 kp/cm2

ESFUERZOS DE OVALIZACION

	CLAVE	RIÑONES	SOLERA
M kp.cm/cm	264,78	-283,53	307,02
N kp/cm	-6,54	-29,04	-21,35

TENSIONES kp/cm2

INTERIOR PRIMARIO	19,25	-24,33	20,89
EXTERIOR PRIMARIO	-6,85	3,62	-9,37
INTERIOR REVESTIMIENTO	-6,39	3,37	-8,74
EXTERIOR REVESTIMIENTO	-18,56	16,41	-22,85
ACERO DE POSTESADO	-42,34	25,49	-56,67

T E N S I O N E S (kp/cm2)

	PRESION	OVALIZACION + POSTESADO FINAL		
		CLAVE	RIÑONES	SOLERA
INTERIOR PRIMARIO	0,00	-44,08	-87,65	-42,43
EXTERIOR PRIMARIO	0,00	-62,51	-52,04	-65,02
INTERIOR REVESTIMIENTO	0,00	-40,08	-30,32	-42,43
EXTERIOR REVESTIMIENTO	0,00	-50,36	-15,39	-54,64
ACERO DE POSTESADO	0,00	10757,66	10825,49	10743,33

	TOTALES		
	CLAVE	RIÑONES	SOLERA
INTERIOR PRIMARIO	-44,08	-87,65	-42,43
EXTERIOR PRIMARIO	-62,51	-52,04	-65,02
INTERIOR REVESTIMIENTO	-40,08	-30,32	-42,43
EXTERIOR REVESTIMIENTO	-50,36	-15,39	-54,64
ACERO DE POSTESADO	10757,66	10825,49	10743,33

DN900 MDP 7,5 y 10 atm HT 1 a 3 mts **HR= 3,000 m**
CASO NUMERO 2/ 4 : DP: 9,00 at MDP: 10,00 at
PRESION NETA PRUEBA FAB.(PP): 12,47 at STP: 11,00 at
DIAMETRO DEL ALAMBRE: 5,0 mm NUMERO DE ESPIRAS POR METRO: 27

HIPOTESIS DE CALCULO: 1.- DP + CARGAS FIJAS

PERDIDAS DE POSTESADO

ACORTAMIENTO ELASTICO	309,30 kp/cm2
RELAJACION	229,31 kp/cm2
FLUENCIA Y RETRACCION	1017,26 kp/cm2

TENSIONES

RESIDUAL EN EL ACERO DE POSTESADO	10800,00 kp/cm2

TENSIONES INICIALES EN EL PRIMARIO

INTERIOR	-113,28 kp/cm2
EXTERIOR	-99,57 kp/cm2
0.55*FCK0	-220,00 kp/cm2

TENSIONES FINALES

INTERIOR PRIMARIO	-73,33 kp/cm2
EXTERIOR PRIMARIO	-64,45 kp/cm2
INTERIOR REVESTIMIENTO	-41,71 kp/cm2
EXTERIOR REVESTIMIENTO	-39,36 kp/cm2

ESFUERZOS DE OVALIZACION

	CLAVE	RIÑONES	SOLERA
M kp.cm/cm	241,33	-258,94	280,75
N kp/cm	-5,80	-26,36	-19,44

TENSIONES kp/cm2

INTERIOR PRIMARIO	17,55	-22,19	19,12
EXTERIOR PRIMARIO	-6,20	3,30	-8,52
INTERIOR REVESTIMIENTO	-5,78	3,07	-7,94
EXTERIOR REVESTIMIENTO	-16,86	14,96	-20,83
ACERO DE POSTESADO	-38,31	23,23	-51,53

T E N S I O N E S (kp/cm2)

	PRESION	OVALIZACION + POSTESADO FINAL		
		CLAVE	RIÑONES	SOLERA
INTERIOR PRIMARIO	46,33	-55,77	-95,51	-54,21
EXTERIOR PRIMARIO	39,63	-70,65	-61,15	-72,97
INTERIOR REVESTIMIENTO	36,96	-47,49	-38,64	-49,66
EXTERIOR REVESTIMIENTO	34,88	-56,22	-24,41	-60,19
ACERO DE POSTESADO	211,28	10761,69	10823,23	10748,47

	TOTALES		
	CLAVE	RIÑONES	SOLERA
INTERIOR PRIMARIO	-9,44	-49,19	-7,88
EXTERIOR PRIMARIO	-31,02	-21,52	-33,33
INTERIOR REVESTIMIENTO	-10,53	-1,68	-12,69
EXTERIOR REVESTIMIENTO	-21,34	10,47	-25,31
ACERO DE POSTESADO	10972,97	11034,51	10959,75

DN900 MDP 7,5 y 10 atm HT 1 a 3 mts **HR= 3,000 m**
CASO NUMERO 2/ 4 : DP: 9,00 at MDP: 10,00 at
PRESION NETA PRUEBA FAB.(PP): 12,47 at STP: 11,00 at
DIAMETRO DEL ALAMBRE: 5,0 mm NUMERO DE ESPIRAS POR METRO: 27

HIPOTESIS DE CALCULO: 2.- (MDP+0.1 MPa) + CARGAS FIJAS

PERDIDAS DE POSTESADO

ACORTAMIENTO ELASTICO	309,30 kp/cm2
RELAJACION	229,31 kp/cm2
FLUENCIA Y RETRACCION	1017,26 kp/cm2

TENSIONES

RESIDUAL EN EL ACERO DE POSTESADO	10800,00 kp/cm2

TENSIONES INICIALES EN EL PRIMARIO

INTERIOR	-113,28 kp/cm2
EXTERIOR	-99,57 kp/cm2
0.55*FCK0	-220,00 kp/cm2

TENSIONES FINALES

INTERIOR PRIMARIO	-73,33 kp/cm2
EXTERIOR PRIMARIO	-64,45 kp/cm2
INTERIOR REVESTIMIENTO	-41,71 kp/cm2
EXTERIOR REVESTIMIENTO	-39,36 kp/cm2

ESFUERZOS DE OVALIZACION

	CLAVE	RIÑONES	SOLERA
M kp.cm/cm	241,33	-258,94	280,75
N kp/cm	-5,80	-26,36	-19,44

TENSIONES kp/cm2

INTERIOR PRIMARIO	17,55	-22,19	19,12
EXTERIOR PRIMARIO	-6,20	3,30	-8,52
INTERIOR REVESTIMIENTO	-5,78	3,07	-7,94
EXTERIOR REVESTIMIENTO	-16,86	14,96	-20,83
ACERO DE POSTESADO	-38,31	23,23	-51,53

T E N S I O N E S (kp/cm2)

	PRESION	OVALIZACION + POSTESADO FINAL		
		CLAVE	RIÑONES	SOLERA
INTERIOR PRIMARIO	56,62	-55,77	-95,51	-54,21
EXTERIOR PRIMARIO	48,44	-70,65	-61,15	-72,97
INTERIOR REVESTIMIENTO	45,18	-47,49	-38,64	-49,66
EXTERIOR REVESTIMIENTO	42,63	-56,22	-24,41	-60,19
ACERO DE POSTESADO	258,23	10761,69	10823,23	10748,47

	TOTALES		
	CLAVE	RIÑONES	SOLERA
INTERIOR PRIMARIO	0,85	-38,89	2,41
EXTERIOR PRIMARIO	-22,21	-12,72	-24,53
INTERIOR REVESTIMIENTO	-2,32	6,54	-4,48
EXTERIOR REVESTIMIENTO	-13,59	18,23	-17,56
ACERO DE POSTESADO	11019,92	11081,46	11006,70

DN900 MDP 7,5 y 10 atm HT 1 a 3 mts **HR= 3,000 m**
CASO NUMERO 2/ 4 : DP: 9,00 at MDP: 10,00 at
PRESION NETA PRUEBA FAB.(PP): 12,47 at STP: 11,00 at
DIAMETRO DEL ALAMBRE: 5,0 mm NUMERO DE ESPIRAS POR METRO: 27

HIPOTESIS DE CALCULO: 3.- DP + CARGAS FIJAS + MOVILES

PERDIDAS DE POSTESADO

ACORTAMIENTO ELASTICO	309,30 kp/cm2
RELAJACION	229,31 kp/cm2
FLUENCIA Y RETRACCION	1017,26 kp/cm2

TENSIONES

RESIDUAL EN EL ACERO DE POSTESADO	10800,00 kp/cm2

TENSIONES INICIALES EN EL PRIMARIO

INTERIOR	-113,28 kp/cm2
EXTERIOR	-99,57 kp/cm2
0.55*FCK0	-220,00 kp/cm2

TENSIONES FINALES

INTERIOR PRIMARIO	-73,33 kp/cm2
EXTERIOR PRIMARIO	-64,45 kp/cm2
INTERIOR REVESTIMIENTO	-41,71 kp/cm2
EXTERIOR REVESTIMIENTO	-39,36 kp/cm2

ESFUERZOS DE OVALIZACION

	CLAVE	RIÑONES	SOLERA
M kp.cm/cm	264,78	-283,53	307,02
N kp/cm	-6,54	-29,04	-21,35

TENSIONES kp/cm2

INTERIOR PRIMARIO	19,24	-24,31	20,90
EXTERIOR PRIMARIO	-6,82	3,59	-9,32
INTERIOR REVESTIMIENTO	-6,36	3,35	-8,69
EXTERIOR REVESTIMIENTO	-18,51	16,36	-22,78
ACERO DE POSTESADO	-42,13	25,34	-56,40

T E N S I O N E S (kp/cm2)

	PRESION	OVALIZACION + POSTESADO FINAL		
		CLAVE	RIÑONES	SOLERA
INTERIOR PRIMARIO	46,33	-54,08	-97,64	-52,43
EXTERIOR PRIMARIO	39,63	-71,27	-60,86	-73,77
INTERIOR REVESTIMIENTO	36,96	-48,07	-38,37	-50,41
EXTERIOR REVESTIMIENTO	34,88	-57,87	-23,00	-62,15
ACERO DE POSTESADO	211,28	10757,87	10825,34	10743,60

	TOTALES		
	CLAVE	RIÑONES	SOLERA
INTERIOR PRIMARIO	-7,75	-51,31	-6,10
EXTERIOR PRIMARIO	-31,64	-21,23	-34,14
INTERIOR REVESTIMIENTO	-11,11	-1,40	-13,44
EXTERIOR REVESTIMIENTO	-22,99	11,88	-27,27
ACERO DE POSTESADO	10969,15	11036,61	10954,88

DN900 MDP 7,5 y 10 atm HT 1 a 3 mts **HR= 3,000 m**
CASO NUMERO 2/ 4 : DP: 9,00 at MDP: 10,00 at
PRESION NETA PRUEBA FAB.(PP): 12,47 at STP: 11,00 at
DIAMETRO DEL ALAMBRE: 5,0 mm NUMERO DE ESPIRAS POR METRO: 27

HIPOTESIS DE CALCULO: 4.- MDP + Peso propio + Peso de agua

PERDIDAS DE POSTESADO

ACORTAMIENTO ELASTICO	309,30 kp/cm2
RELAJACION	229,31 kp/cm2
FLUENCIA Y RETRACCION	1017,26 kp/cm2

TENSIONES

RESIDUAL EN EL ACERO DE POSTESADO	10800,00 kp/cm2

TENSIONES INICIALES EN EL PRIMARIO

INTERIOR	-113,28 kp/cm2
EXTERIOR	-99,57 kp/cm2
0.55*FCK0	-220,00 kp/cm2

TENSIONES FINALES

INTERIOR PRIMARIO	-73,33 kp/cm2
EXTERIOR PRIMARIO	-64,45 kp/cm2
INTERIOR REVESTIMIENTO	-41,71 kp/cm2
EXTERIOR REVESTIMIENTO	-39,36 kp/cm2

ESFUERZOS DE OVALIZACION

	CLAVE	RIÑONES	SOLERA
M kp.cm/cm	41,68	-48,43	55,14
N kp/cm	1,62	-1,31	-0,34

TENSIONES kp/cm2

INTERIOR PRIMARIO	3,30	-3,78	4,11
EXTERIOR PRIMARIO	-0,80	0,99	-1,31
INTERIOR REVESTIMIENTO	-0,75	0,92	-1,23
EXTERIOR REVESTIMIENTO	-2,66	3,14	-3,76
ACERO DE POSTESADO	-5,18	6,33	-8,21

T E N S I O N E S (kp/cm2)

	PRESION	OVALIZACION + POSTESADO FINAL		
		CLAVE	RIÑONES	SOLERA
INTERIOR PRIMARIO	51,48	-70,02	-77,10	-69,21
EXTERIOR PRIMARIO	44,03	-65,25	-63,46	-65,76
INTERIOR REVESTIMIENTO	41,07	-42,46	-40,79	-42,94
EXTERIOR REVESTIMIENTO	38,76	-42,02	-36,22	-43,12
ACERO DE POSTESADO	234,75	10794,82	10806,33	10791,79

	TOTALES		
	CLAVE	RIÑONES	SOLERA
INTERIOR PRIMARIO	-18,55	-25,63	-17,74
EXTERIOR PRIMARIO	-21,22	-19,43	-21,73
INTERIOR REVESTIMIENTO	-1,39	0,28	-1,87
EXTERIOR REVESTIMIENTO	-3,27	2,54	-4,36
ACERO DE POSTESADO	11029,58	11041,08	11026,54

DN900 MDP 7,5 y 10 atm HT 1 a 3 mts **HR= 3,000 m**
CASO NUMERO 2/ 4 : DP: 9,00 at MDP: 10,00 at
PRESION NETA PRUEBA FAB.(PP): 12,47 at STP: 11,00 at
DIAMETRO DEL ALAMBRE: 5,0 mm NUMERO DE ESPIRAS POR METRO: 27

HIPOTESIS DE CALCULO: 5.- PPRUEBARED(STP) + 1m TIERRAS

PERDIDAS DE POSTESADO

ACORTAMIENTO ELASTICO	309,30 kp/cm2
RELAJACION	229,31 kp/cm2
FLUENCIA Y RETRACCION	1017,26 kp/cm2

TENSIONES

RESIDUAL EN EL ACERO DE POSTESADO	10800,00 kp/cm2

TENSIONES INICIALES EN EL PRIMARIO

INTERIOR	-113,28 kp/cm2
EXTERIOR	-99,57 kp/cm2
0.55*FCK0	-220,00 kp/cm2

TENSIONES FINALES

INTERIOR PRIMARIO	-73,33 kp/cm2
EXTERIOR PRIMARIO	-64,45 kp/cm2
INTERIOR REVESTIMIENTO	-41,71 kp/cm2
EXTERIOR REVESTIMIENTO	-39,36 kp/cm2

ESFUERZOS DE OVALIZACION

	CLAVE	RIÑONES	SOLERA
M kp.cm/cm	111,82	-123,09	135,72
N kp/cm	-1,73	-11,53	-8,94

TENSIONES kp/cm2

INTERIOR PRIMARIO	8,23	-10,44	9,29
EXTERIOR PRIMARIO	-2,77	1,67	-4,07
INTERIOR REVESTIMIENTO	-2,59	1,56	-3,79
EXTERIOR REVESTIMIENTO	-7,72	7,21	-10,02
ACERO DE POSTESADO	-17,22	11,59	-24,66

T E N S I O N E S (kp/cm2)

	PRESION	OVALIZACION + POSTESADO FINAL		
		CLAVE	RIÑONES	SOLERA
INTERIOR PRIMARIO	56,62	-65,09	-83,77	-64,04
EXTERIOR PRIMARIO	48,44	-67,22	-62,78	-68,52
INTERIOR REVESTIMIENTO	45,18	-44,30	-40,16	-45,51
EXTERIOR REVESTIMIENTO	42,63	-47,08	-32,16	-49,39
ACERO DE POSTESADO	258,23	10782,78	10811,59	10775,34

	TOTALES		
	CLAVE	RIÑONES	SOLERA
INTERIOR PRIMARIO	-8,47	-27,15	-7,41
EXTERIOR PRIMARIO	-18,78	-14,34	-20,08
INTERIOR REVESTIMIENTO	0,88	5,02	-0,33
EXTERIOR REVESTIMIENTO	-4,45	10,48	-6,76
ACERO DE POSTESADO	11041,01	11069,82	11033,57

DN900 MDP 7,5 y 10 atm HT 1 a 3 mts **HR= 3,000 m**
CASO NUMERO 2/ 4 : DP: 9,00 at MDP: 10,00 at
PRESION NETA PRUEBA FAB.(PP): 12,47 at STP: 11,00 at
DIAMETRO DEL ALAMBRE: 5,0 mm NUMERO DE ESPIRAS POR METRO: 27

HIPOTESIS DE CALCULO: 6.- CARGAS FIJAS + MOVILES, Sin Pres

PERDIDAS DE POSTESADO

ACORTAMIENTO ELASTICO	309,30 kp/cm2
RELAJACION	229,31 kp/cm2
FLUENCIA Y RETRACCION	1017,26 kp/cm2

TENSIONES

RESIDUAL EN EL ACERO DE POSTESADO	10800,00 kp/cm2

TENSIONES INICIALES EN EL PRIMARIO

INTERIOR	-113,28 kp/cm2
EXTERIOR	-99,57 kp/cm2
0.55*FCK0	-220,00 kp/cm2

TENSIONES FINALES

INTERIOR PRIMARIO	-73,33 kp/cm2
EXTERIOR PRIMARIO	-64,45 kp/cm2
INTERIOR REVESTIMIENTO	-41,71 kp/cm2
EXTERIOR REVESTIMIENTO	-39,36 kp/cm2

ESFUERZOS DE OVALIZACION

	CLAVE	RIÑONES	SOLERA
M kp.cm/cm	264,78	-283,53	307,02
N kp/cm	-6,54	-29,04	-21,35

TENSIONES kp/cm2

INTERIOR PRIMARIO	19,24	-24,31	20,90
EXTERIOR PRIMARIO	-6,82	3,59	-9,32
INTERIOR REVESTIMIENTO	-6,36	3,35	-8,69
EXTERIOR REVESTIMIENTO	-18,51	16,36	-22,78
ACERO DE POSTESADO	-42,13	25,34	-56,40

T E N S I O N E S (kp/cm2)

	PRESION	OVALIZACION + POSTESADO FINAL		
		CLAVE	RIÑONES	SOLERA
INTERIOR PRIMARIO	0,00	-54,08	-97,64	-52,43
EXTERIOR PRIMARIO	0,00	-71,27	-60,86	-73,77
INTERIOR REVESTIMIENTO	0,00	-48,07	-38,37	-50,41
EXTERIOR REVESTIMIENTO	0,00	-57,87	-23,00	-62,15
ACERO DE POSTESADO	0,00	10757,87	10825,34	10743,60

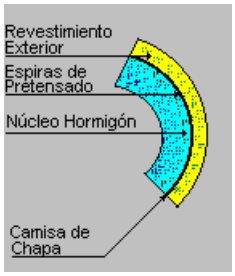
TOTALES

	CLAVE	RIÑONES	SOLERA
INTERIOR PRIMARIO	-54,08	-97,64	-52,43
EXTERIOR PRIMARIO	-71,27	-60,86	-73,77
INTERIOR REVESTIMIENTO	-48,07	-38,37	-50,41
EXTERIOR REVESTIMIENTO	-57,87	-23,00	-62,15
ACERO DE POSTESADO	10757,87	10825,34	10743,60

Proyecto de la red de riego del Sector I del Canal de San José (ZAMORA)

Cliente: ITACYL **FECHA: 18/05/2020 8:48:41**

DN800 MDP 7,5 y 10 atm HT 1 a 3 mts
TIPO DE TUBO : hormigón postesado con camisa revestida



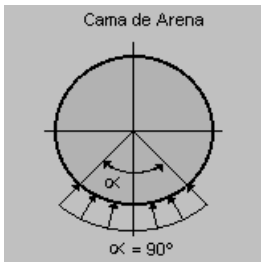
CARACTERISTICAS DEL TUBO

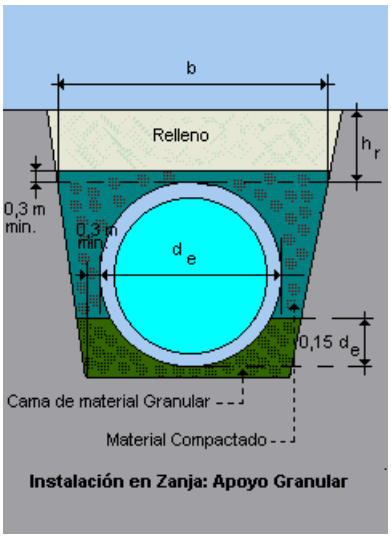
Diámetro interior	:	800 mm
Espesor	:	82 mm
Recubrimiento interior	:	52 mm
Recubrimiento exterior	:	30 mm

Densidad del material del tubo : 2,500 t/m3

DATOS DEL RELLENO Y DE LA COLOCACION

Tipo de cuna : Granular 90º
Tipo de colocación : Zanja, relleno compactado





DN800 MDP 7,5 y 10 atm HT 1 a 3 mts
DATOS DEL RELLENO Y DE LA COLOCACION (CONTINUACION)

Densidad del relleno : 1,800 t/m3
Angulo de rozamiento interno del relleno : 30º
Ancho de la zanja (b): 2,030 m
Tipo de relleno : Cohesivo, Arena Arcillosa (0,150)

DATOS DE LAS HIPOTESIS DE CALCULO

Carga : Eje de 13 Toneladas
Coeficiente de impacto : 1,30

Tierr HR	Carg de tierras (zanja)		Carg de tierras (terraplén)		Carg de tierras (adoptada)		Cargas móviles		Carga vertical total	
M	T/m2	T/m	T/m2	T/m	T/m2	T/m	T/m2	T/m	T/m2	T/m
1,00	1,7	1,6	2,2	2,1	1,7	1,6	0,0	0,0	1,7	1,6
1,00	1,7	1,6	2,2	2,1	1,7	1,6	2,8	2,7	4,5	4,3
3,00	4,4	4,2	8,4	8,1	4,4	4,2	0,5	0,5	4,9	4,7

DN800 MDP 7,5 y 10 atm HT 1 a 3 mts

CARACTERISTICAS DE POSTESADO

RADIO INTERIOR	400,0	mm
ESPESOR DEL PRIMARIO	52,0	mm
RECUBRIMIENTO INTERIOR DE LA CAMISA	52,0	mm
ESPESOR DE LA CAMISA	1,50	mm
MODULO DE ELASTICIDAD ACERO CAMISA	2100000	kp/cm2
ESPESOR DEL REVESTIMIENTO	30,0	mm
FCK PRIMARIO AL ZUNCHAR	400	kp/cm2
FCK PRIMARIO FINAL	450	kp/cm2
FCT,K PRIMARIO FINAL	27	kp/cm2
FCK REVESTIMIENTO	350	kp/cm2
FCT,K REVESTIMIENTO	22,45	kp/cm2
COEFICIENTE DE FLUENCIA PRIMARIO	1,50	
COEFICIENTE DE FLUENCIA REVESTIMIENTO	0,75	
COEFICIENTE RETRACCION PRIMARIO	0,00020	
COEFICIENTE RETRACCION REVESTIMIENTO	0,00030	
TENSION DE ROTURA DEL ACERO DE POSTESAR	18000	kp/cm2
MODULO DE ELASTICIDAD ACERO DE POSTESAR	2000000	kp/cm2
RELAJACION FINAL	2,00	%
TENSION DE TESADO	13500,00	kp/cm2

DN800 MDP 7,5 y 10 atm HT 1 a 3 mts **HR= 1,000 m**

di (mm)	de (mm)	GAMMAH (t/m3)	GAMMAT (t/m3)	LAMBDA	Q (t/m2)	CUNA	
800	964	2,500	1,800	0,333	4,499	Granular	90º

HIPOTESIS Peso propio

SECCION	MOMENTO (m.t)	AXIL (t)
CLAVE	0,016	0,026
RIÑONES	-0,018	-0,142
SOLERA	0,021	-0,143

HIPOTESIS Peso del fluido

SECCION	MOMENTO (m.t)	AXIL (t)
CLAVE	0,014	0,103
RIÑONES	-0,016	0,034
SOLERA	0,018	0,113

HIPOTESIS Carga 1 metro de Tierras(total)

SECCION	MOMENTO (m.t)	AXIL (t)
CLAVE	0,056	-0,289
RIÑONES	-0,060	-0,896
SOLERA	0,064	-0,744

HIPOTESIS Esfuerzos por Carga vertical pura por tierras

SECCION	MOMENTO (m.t)	AXIL (t)
CLAVE	0,089	0,046
RIÑONES	-0,092	-0,807
SOLERA	0,095	-0,380

DN800 MDP 7,5 y 10 atm HT 1 a 3 mts **HR= 1,000 m**

HIPOTESIS Carga Móvil

SECCION	MOMENTO (m.t)	AXIL (t)
CLAVE	0,151	0,078
RIÑONES	-0,156	-1,362
SOLERA	0,161	-0,643

HIPOTESIS Empuje lateral con carga móvil

SECCION	MOMENTO (m.t)	AXIL (t)
CLAVE	-0,083	-0,803
RIÑONES	0,085	0,000
SOLERA	-0,082	-0,634

HIPOTESIS Empuje Lateral sin carga móvil

SECCION	MOMENTO (m.t)	AXIL (t)
CLAVE	-0,038	-0,351
RIÑONES	0,040	0,000
SOLERA	-0,040	-0,311

HIPOTESIS Carga de tímpanos

SECCION	MOMENTO (m.t)	AXIL (t)
CLAVE	0,005	0,015
RIÑONES	-0,008	-0,090
SOLERA	0,009	-0,053

DN800 MDP 7,5 y 10 atm HT 1 a 3 mts **HR= 1,000 m**
CASO NUMERO 1/ 5 : DP: 7,50 at MDP: 7,50 at
PRESION NETA PRUEBA FAB.(PP): 10,41 at STP: 8,50 at
DIAMETRO DEL ALAMBRE: 5,0 mm NUMERO DE ESPIRAS POR METRO: 20

HIPOTESIS DE CALCULO: 1.- DP + CARGAS FIJAS

PERDIDAS DE POSTESADO

ACORTAMIENTO ELASTICO	264,72 kp/cm2
RELAJACION	233,01 kp/cm2
FLUENCIA Y RETRACCION	924,78 kp/cm2

TENSIONES

RESIDUAL EN EL ACERO DE POSTESADO	10800,00 kp/cm2

TENSIONES INICIALES EN EL PRIMARIO

INTERIOR	-95,74 kp/cm2
EXTERIOR	-84,24 kp/cm2
0.55*FCK0	-220,00 kp/cm2

TENSIONES FINALES

INTERIOR PRIMARIO	-61,03 kp/cm2
EXTERIOR PRIMARIO	-53,70 kp/cm2
INTERIOR REVESTIMIENTO	-32,47 kp/cm2
EXTERIOR REVESTIMIENTO	-30,42 kp/cm2

ESFUERZOS DE OVALIZACION

	CLAVE	RIÑONES	SOLERA
M kp.cm/cm	85,92	-94,29	103,74
N kp/cm	-1,60	-10,04	-7,75

TENSIONES kp/cm2

INTERIOR PRIMARIO	7,65	-9,73	8,58
EXTERIOR PRIMARIO	-2,16	1,04	-3,26
INTERIOR REVESTIMIENTO	-2,01	0,97	-3,04
EXTERIOR REVESTIMIENTO	-7,29	6,76	-9,41
ACERO DE POSTESADO	-14,01	8,28	-20,42

T E N S I O N E S (kp/cm2)

	PRESION	OVALIZACION + POSTESADO FINAL		
		CLAVE	RIÑONES	SOLERA
INTERIOR PRIMARIO	37,80	-53,37	-70,76	-52,44
EXTERIOR PRIMARIO	32,36	-55,85	-52,66	-56,96
INTERIOR REVESTIMIENTO	30,18	-34,48	-31,50	-35,51
EXTERIOR REVESTIMIENTO	28,27	-37,71	-23,66	-39,83
ACERO DE POSTESADO	172,52	10785,99	10808,28	10779,58

	TOTALES		
	CLAVE	RIÑONES	SOLERA
INTERIOR PRIMARIO	-15,57	-32,95	-14,64
EXTERIOR PRIMARIO	-23,49	-20,30	-24,60
INTERIOR REVESTIMIENTO	-4,30	-1,32	-5,33
EXTERIOR REVESTIMIENTO	-9,43	4,62	-11,55
ACERO DE POSTESADO	10958,51	10980,80	10952,11

DN800 MDP 7,5 y 10 atm HT 1 a 3 mts **HR= 1,000 m**
CASO NUMERO 1/ 5 : DP: 7,50 at MDP: 7,50 at
PRESION NETA PRUEBA FAB.(PP): 10,41 at STP: 8,50 at
DIAMETRO DEL ALAMBRE: 5,0 mm NUMERO DE ESPIRAS POR METRO: 20

HIPOTESIS DE CALCULO: 2.- (MDP+0.1 MPa) + CARGAS FIJAS

PERDIDAS DE POSTESADO

ACORTAMIENTO ELASTICO	264,72 kp/cm2
RELAJACION	233,01 kp/cm2
FLUENCIA Y RETRACCION	924,78 kp/cm2

TENSIONES

RESIDUAL EN EL ACERO DE POSTESADO	10800,00 kp/cm2

TENSIONES INICIALES EN EL PRIMARIO

INTERIOR	-95,74 kp/cm2
EXTERIOR	-84,24 kp/cm2
0.55*FCK0	-220,00 kp/cm2

TENSIONES FINALES

INTERIOR PRIMARIO	-61,03 kp/cm2
EXTERIOR PRIMARIO	-53,70 kp/cm2
INTERIOR REVESTIMIENTO	-32,47 kp/cm2
EXTERIOR REVESTIMIENTO	-30,42 kp/cm2

ESFUERZOS DE OVALIZACION

	CLAVE	RIÑONES	SOLERA
M kp.cm/cm	85,92	-94,29	103,74
N kp/cm	-1,60	-10,04	-7,75

TENSIONES kp/cm2

INTERIOR PRIMARIO	7,65	-9,73	8,58
EXTERIOR PRIMARIO	-2,16	1,04	-3,26
INTERIOR REVESTIMIENTO	-2,01	0,97	-3,04
EXTERIOR REVESTIMIENTO	-7,29	6,76	-9,41
ACERO DE POSTESADO	-14,01	8,28	-20,42

T E N S I O N E S (kp/cm2)

	PRESION	OVALIZACION + POSTESADO FINAL		
		CLAVE	RIÑONES	SOLERA
INTERIOR PRIMARIO	42,84	-53,37	-70,76	-52,44
EXTERIOR PRIMARIO	36,68	-55,85	-52,66	-56,96
INTERIOR REVESTIMIENTO	34,21	-34,48	-31,50	-35,51
EXTERIOR REVESTIMIENTO	32,04	-37,71	-23,66	-39,83
ACERO DE POSTESADO	195,53	10785,99	10808,28	10779,58

	TOTALES		
	CLAVE	RIÑONES	SOLERA
INTERIOR PRIMARIO	-10,53	-27,91	-9,60
EXTERIOR PRIMARIO	-19,18	-15,98	-20,28
INTERIOR REVESTIMIENTO	-0,27	2,70	-1,30
EXTERIOR REVESTIMIENTO	-5,66	8,39	-7,78
ACERO DE POSTESADO	10981,51	11003,81	10975,11

DN800 MDP 7,5 y 10 atm HT 1 a 3 mts **HR= 1,000 m**
CASO NUMERO 1/ 5 : DP: 7,50 at MDP: 7,50 at
PRESION NETA PRUEBA FAB.(PP): 10,41 at STP: 8,50 at
DIAMETRO DEL ALAMBRE: 5,0 mm NUMERO DE ESPIRAS POR METRO: 20

HIPOTESIS DE CALCULO: 3.- DP + CARGAS FIJAS + MOVILES

PERDIDAS DE POSTESADO

ACORTAMIENTO ELASTICO	264,72 kp/cm2
RELAJACION	233,01 kp/cm2
FLUENCIA Y RETRACCION	924,78 kp/cm2

TENSIONES

RESIDUAL EN EL ACERO DE POSTESADO	10800,00 kp/cm2

TENSIONES INICIALES EN EL PRIMARIO

INTERIOR	-95,74 kp/cm2
EXTERIOR	-84,24 kp/cm2
0.55*FCK0	-220,00 kp/cm2

TENSIONES FINALES

INTERIOR PRIMARIO	-61,03 kp/cm2
EXTERIOR PRIMARIO	-53,70 kp/cm2
INTERIOR REVESTIMIENTO	-32,47 kp/cm2
EXTERIOR REVESTIMIENTO	-30,42 kp/cm2

ESFUERZOS DE OVALIZACION

	CLAVE	RIÑONES	SOLERA
M kp.cm/cm	191,78	-205,38	222,36
N kp/cm	-5,34	-23,66	-17,40

TENSIONES kp/cm2

INTERIOR PRIMARIO	16,88	-21,39	18,30
EXTERIOR PRIMARIO	-5,01	2,05	-7,08
INTERIOR REVESTIMIENTO	-4,68	1,91	-6,60
EXTERIOR REVESTIMIENTO	-16,46	14,53	-20,26
ACERO DE POSTESADO	-32,34	16,95	-44,24

T E N S I O N E S (kp/cm2)

	PRESION	OVALIZACION + POSTESADO FINAL		
		CLAVE	RIÑONES	SOLERA
INTERIOR PRIMARIO	37,80	-44,15	-82,42	-42,72
EXTERIOR PRIMARIO	32,36	-58,71	-51,64	-60,78
INTERIOR REVESTIMIENTO	30,18	-37,15	-30,55	-39,07
EXTERIOR REVESTIMIENTO	28,27	-46,87	-15,89	-50,68
ACERO DE POSTESADO	172,52	10767,66	10816,95	10755,76

	TOTALES		
	CLAVE	RIÑONES	SOLERA
INTERIOR PRIMARIO	-6,34	-44,62	-4,92
EXTERIOR PRIMARIO	-26,35	-19,28	-28,41
INTERIOR REVESTIMIENTO	-6,96	-0,37	-8,89
EXTERIOR REVESTIMIENTO	-18,60	12,39	-22,40
ACERO DE POSTESADO	10940,18	10989,48	10928,28

DN800 MDP 7,5 y 10 atm HT 1 a 3 mts **HR= 1,000 m**
CASO NUMERO 1/ 5 : DP: 7,50 at MDP: 7,50 at
PRESION NETA PRUEBA FAB.(PP): 10,41 at STP: 8,50 at
DIAMETRO DEL ALAMBRE: 5,0 mm NUMERO DE ESPIRAS POR METRO: 20

HIPOTESIS DE CALCULO: 4.- MDP + Peso propio + Peso de agua

PERDIDAS DE POSTESADO

ACORTAMIENTO ELASTICO	264,72 kp/cm2
RELAJACION	233,01 kp/cm2
FLUENCIA Y RETRACCION	924,78 kp/cm2

TENSIONES

RESIDUAL EN EL ACERO DE POSTESADO	10800,00 kp/cm2

TENSIONES INICIALES EN EL PRIMARIO

INTERIOR	-95,74 kp/cm2
EXTERIOR	-84,24 kp/cm2
0.55*FCK0	-220,00 kp/cm2

TENSIONES FINALES

INTERIOR PRIMARIO	-61,03 kp/cm2
EXTERIOR PRIMARIO	-53,70 kp/cm2
INTERIOR REVESTIMIENTO	-32,47 kp/cm2
EXTERIOR REVESTIMIENTO	-30,42 kp/cm2

ESFUERZOS DE OVALIZACION

	CLAVE	RIÑONES	SOLERA
M kp.cm/cm	29,76	-34,58	39,37
N kp/cm	1,29	-1,08	-0,30

TENSIONES kp/cm2

INTERIOR PRIMARIO	2,86	-3,27	3,55
EXTERIOR PRIMARIO	-0,54	0,67	-0,94
INTERIOR REVESTIMIENTO	-0,50	0,63	-0,88
EXTERIOR REVESTIMIENTO	-2,33	2,75	-3,29
ACERO DE POSTESADO	-3,75	4,60	-6,16

T E N S I O N E S (kp/cm2)

	PRESION	OVALIZACION + POSTESADO FINAL		
		CLAVE	RIÑONES	SOLERA
INTERIOR PRIMARIO	37,80	-58,17	-64,30	-57,47
EXTERIOR PRIMARIO	32,36	-54,24	-53,02	-54,64
INTERIOR REVESTIMIENTO	30,18	-32,97	-31,84	-33,35
EXTERIOR REVESTIMIENTO	28,27	-32,75	-27,66	-33,71
ACERO DE POSTESADO	172,52	10796,25	10804,60	10793,84

	TOTALES		
	CLAVE	RIÑONES	SOLERA
INTERIOR PRIMARIO	-20,37	-26,50	-19,67
EXTERIOR PRIMARIO	-21,87	-20,66	-22,27
INTERIOR REVESTIMIENTO	-2,79	-1,66	-3,16
EXTERIOR REVESTIMIENTO	-4,47	0,61	-5,44
ACERO DE POSTESADO	10968,78	10977,13	10966,36

DN800 MDP 7,5 y 10 atm HT 1 a 3 mts **HR= 1,000 m**
CASO NUMERO 1/ 5 : DP: 7,50 at MDP: 7,50 at
PRESION NETA PRUEBA FAB.(PP): 10,41 at STP: 8,50 at
DIAMETRO DEL ALAMBRE: 5,0 mm NUMERO DE ESPIRAS POR METRO: 20

HIPOTESIS DE CALCULO: 5.- PPRUEBARED(STP) + 1m TIERRAS

PERDIDAS DE POSTESADO

ACORTAMIENTO ELASTICO	264,72 kp/cm2
RELAJACION	233,01 kp/cm2
FLUENCIA Y RETRACCION	924,78 kp/cm2

TENSIONES

RESIDUAL EN EL ACERO DE POSTESADO	10800,00 kp/cm2

TENSIONES INICIALES EN EL PRIMARIO

INTERIOR	-95,74 kp/cm2
EXTERIOR	-84,24 kp/cm2
0.55*FCK0	-220,00 kp/cm2

TENSIONES FINALES

INTERIOR PRIMARIO	-61,03 kp/cm2
EXTERIOR PRIMARIO	-53,70 kp/cm2
INTERIOR REVESTIMIENTO	-32,47 kp/cm2
EXTERIOR REVESTIMIENTO	-30,42 kp/cm2

ESFUERZOS DE OVALIZACION

	CLAVE	RIÑONES	SOLERA
M kp.cm/cm	85,92	-94,29	103,74
N kp/cm	-1,60	-10,04	-7,75

TENSIONES kp/cm2

INTERIOR PRIMARIO	7,65	-9,73	8,58
EXTERIOR PRIMARIO	-2,16	1,04	-3,26
INTERIOR REVESTIMIENTO	-2,01	0,97	-3,04
EXTERIOR REVESTIMIENTO	-7,29	6,76	-9,41
ACERO DE POSTESADO	-14,01	8,28	-20,42

T E N S I O N E S (kp/cm2)

	PRESION	OVALIZACION + POSTESADO FINAL		
		CLAVE	RIÑONES	SOLERA
INTERIOR PRIMARIO	42,84	-53,37	-70,76	-52,44
EXTERIOR PRIMARIO	36,68	-55,85	-52,66	-56,96
INTERIOR REVESTIMIENTO	34,21	-34,48	-31,50	-35,51
EXTERIOR REVESTIMIENTO	32,04	-37,71	-23,66	-39,83
ACERO DE POSTESADO	195,53	10785,99	10808,28	10779,58

	TOTALES		
	CLAVE	RIÑONES	SOLERA
INTERIOR PRIMARIO	-10,53	-27,91	-9,60
EXTERIOR PRIMARIO	-19,18	-15,98	-20,28
INTERIOR REVESTIMIENTO	-0,27	2,70	-1,30
EXTERIOR REVESTIMIENTO	-5,66	8,39	-7,78
ACERO DE POSTESADO	10981,51	11003,81	10975,11

DN800 MDP 7,5 y 10 atm HT 1 a 3 mts **HR= 1,000 m**
CASO NUMERO 1/ 5 : DP: 7,50 at MDP: 7,50 at
PRESION NETA PRUEBA FAB.(PP): 10,41 at STP: 8,50 at
DIAMETRO DEL ALAMBRE: 5,0 mm NUMERO DE ESPIRAS POR METRO: 20

HIPOTESIS DE CALCULO: 6.- CARGAS FIJAS + MOVILES, Sin Pres

PERDIDAS DE POSTESADO

ACORTAMIENTO ELASTICO	264,72 kp/cm2
RELAJACION	233,01 kp/cm2
FLUENCIA Y RETRACCION	924,78 kp/cm2

TENSIONES

RESIDUAL EN EL ACERO DE POSTESADO	10800,00 kp/cm2

TENSIONES INICIALES EN EL PRIMARIO

INTERIOR	-95,74 kp/cm2
EXTERIOR	-84,24 kp/cm2
0.55*FCK0	-220,00 kp/cm2

TENSIONES FINALES

INTERIOR PRIMARIO	-61,03 kp/cm2
EXTERIOR PRIMARIO	-53,70 kp/cm2
INTERIOR REVESTIMIENTO	-32,47 kp/cm2
EXTERIOR REVESTIMIENTO	-30,42 kp/cm2

ESFUERZOS DE OVALIZACION

	CLAVE	RIÑONES	SOLERA
M kp.cm/cm	191,78	-205,38	222,36
N kp/cm	-5,34	-23,66	-17,40

TENSIONES kp/cm2

INTERIOR PRIMARIO	16,88	-21,39	18,30
EXTERIOR PRIMARIO	-5,01	2,05	-7,08
INTERIOR REVESTIMIENTO	-4,68	1,91	-6,60
EXTERIOR REVESTIMIENTO	-16,46	14,53	-20,26
ACERO DE POSTESADO	-32,34	16,95	-44,24

T E N S I O N E S (kp/cm2)

	PRESION	OVALIZACION + POSTESADO FINAL		
		CLAVE	RIÑONES	SOLERA
INTERIOR PRIMARIO	0,00	-44,15	-82,42	-42,72
EXTERIOR PRIMARIO	0,00	-58,71	-51,64	-60,78
INTERIOR REVESTIMIENTO	0,00	-37,15	-30,55	-39,07
EXTERIOR REVESTIMIENTO	0,00	-46,87	-15,89	-50,68
ACERO DE POSTESADO	0,00	10767,66	10816,95	10755,76

	TOTALES		
	CLAVE	RIÑONES	SOLERA
INTERIOR PRIMARIO	-44,15	-82,42	-42,72
EXTERIOR PRIMARIO	-58,71	-51,64	-60,78
INTERIOR REVESTIMIENTO	-37,15	-30,55	-39,07
EXTERIOR REVESTIMIENTO	-46,87	-15,89	-50,68
ACERO DE POSTESADO	10767,66	10816,95	10755,76

DN800 MDP 7,5 y 10 atm HT 1 a 3 mts **HR= 1,000 m**
CASO NUMERO 2/ 5 : DP: 9,00 at MDP: 10,00 at
PRESION NETA PRUEBA FAB.(PP): 12,07 at STP: 11,00 at
DIAMETRO DEL ALAMBRE: 5,0 mm NUMERO DE ESPIRAS POR METRO: 23

HIPOTESIS DE CALCULO: 1.- DP + CARGAS FIJAS

PERDIDAS DE POSTESADO

ACORTAMIENTO ELASTICO	304,43 kp/cm2
RELAJACION	230,32 kp/cm2
FLUENCIA Y RETRACCION	992,01 kp/cm2

TENSIONES

RESIDUAL EN EL ACERO DE POSTESADO	10800,00 kp/cm2

TENSIONES INICIALES EN EL PRIMARIO

INTERIOR	-109,77 kp/cm2
EXTERIOR	-96,58 kp/cm2
0.55*FCK0	-220,00 kp/cm2

TENSIONES FINALES

INTERIOR PRIMARIO	-69,21 kp/cm2
EXTERIOR PRIMARIO	-60,89 kp/cm2
INTERIOR REVESTIMIENTO	-39,19 kp/cm2
EXTERIOR REVESTIMIENTO	-36,71 kp/cm2

ESFUERZOS DE OVALIZACION

	CLAVE	RIÑONES	SOLERA
M kp.cm/cm	85,92	-94,29	103,74
N kp/cm	-1,60	-10,04	-7,75

TENSIONES kp/cm2

INTERIOR PRIMARIO	7,65	-9,73	8,58
EXTERIOR PRIMARIO	-2,15	1,03	-3,25
INTERIOR REVESTIMIENTO	-2,00	0,96	-3,03
EXTERIOR REVESTIMIENTO	-7,28	6,75	-9,40
ACERO DE POSTESADO	-13,96	8,24	-20,35

T E N S I O N E S (kp/cm2)

	PRESION	OVALIZACION + POSTESADO FINAL		
		CLAVE	RIÑONES	SOLERA
INTERIOR PRIMARIO	45,21	-61,55	-78,93	-60,62
EXTERIOR PRIMARIO	38,70	-63,04	-59,86	-64,14
INTERIOR REVESTIMIENTO	36,09	-41,19	-38,23	-42,22
EXTERIOR REVESTIMIENTO	33,81	-43,99	-29,97	-46,11
ACERO DE POSTESADO	206,31	10786,04	10808,24	10779,65

	TOTALES		
	CLAVE	RIÑONES	SOLERA
INTERIOR PRIMARIO	-16,34	-33,72	-15,41
EXTERIOR PRIMARIO	-24,34	-21,16	-25,44
INTERIOR REVESTIMIENTO	-5,10	-2,14	-6,12
EXTERIOR REVESTIMIENTO	-10,18	3,85	-12,29
ACERO DE POSTESADO	10992,35	11014,55	10985,97

DN800 MDP 7,5 y 10 atm HT 1 a 3 mts **HR= 1,000 m**
CASO NUMERO 2/ 5 : DP: 9,00 at MDP: 10,00 at
PRESION NETA PRUEBA FAB.(PP): 12,07 at STP: 11,00 at
DIAMETRO DEL ALAMBRE: 5,0 mm NUMERO DE ESPIRAS POR METRO: 23

HIPOTESIS DE CALCULO: 2.- (MDP+0.1 MPa) + CARGAS FIJAS

PERDIDAS DE POSTESADO

ACORTAMIENTO ELASTICO	304,43 kp/cm2
RELAJACION	230,32 kp/cm2
FLUENCIA Y RETRACCION	992,01 kp/cm2

TENSIONES

RESIDUAL EN EL ACERO DE POSTESADO	10800,00 kp/cm2

TENSIONES INICIALES EN EL PRIMARIO

INTERIOR	-109,77 kp/cm2
EXTERIOR	-96,58 kp/cm2
0.55*FCK0	-220,00 kp/cm2

TENSIONES FINALES

INTERIOR PRIMARIO	-69,21 kp/cm2
EXTERIOR PRIMARIO	-60,89 kp/cm2
INTERIOR REVESTIMIENTO	-39,19 kp/cm2
EXTERIOR REVESTIMIENTO	-36,71 kp/cm2

ESFUERZOS DE OVALIZACION

	CLAVE	RIÑONES	SOLERA
M kp.cm/cm	85,92	-94,29	103,74
N kp/cm	-1,60	-10,04	-7,75

TENSIONES kp/cm2

INTERIOR PRIMARIO	7,65	-9,73	8,58
EXTERIOR PRIMARIO	-2,15	1,03	-3,25
INTERIOR REVESTIMIENTO	-2,00	0,96	-3,03
EXTERIOR REVESTIMIENTO	-7,28	6,75	-9,40
ACERO DE POSTESADO	-13,96	8,24	-20,35

T E N S I O N E S (kp/cm2)

	PRESION	OVALIZACION + POSTESADO FINAL		
		CLAVE	RIÑONES	SOLERA
INTERIOR PRIMARIO	55,26	-61,55	-78,93	-60,62
EXTERIOR PRIMARIO	47,30	-63,04	-59,86	-64,14
INTERIOR REVESTIMIENTO	44,12	-41,19	-38,23	-42,22
EXTERIOR REVESTIMIENTO	41,33	-43,99	-29,97	-46,11
ACERO DE POSTESADO	252,16	10786,04	10808,24	10779,65

	TOTALES		
	CLAVE	RIÑONES	SOLERA
INTERIOR PRIMARIO	-6,30	-23,67	-5,36
EXTERIOR PRIMARIO	-15,74	-12,56	-16,84
INTERIOR REVESTIMIENTO	2,92	5,89	1,90
EXTERIOR REVESTIMIENTO	-2,66	11,36	-4,78
ACERO DE POSTESADO	11038,20	11060,40	11031,81

DN800 MDP 7,5 y 10 atm HT 1 a 3 mts **HR= 1,000 m**
CASO NUMERO 2/ 5 : DP: 9,00 at MDP: 10,00 at
PRESION NETA PRUEBA FAB.(PP): 12,07 at STP: 11,00 at
DIAMETRO DEL ALAMBRE: 5,0 mm NUMERO DE ESPIRAS POR METRO: 23

HIPOTESIS DE CALCULO: 3.- DP + CARGAS FIJAS + MOVILES

PERDIDAS DE POSTESADO

ACORTAMIENTO ELASTICO	304,43 kp/cm2
RELAJACION	230,32 kp/cm2
FLUENCIA Y RETRACCION	992,01 kp/cm2

TENSIONES

RESIDUAL EN EL ACERO DE POSTESADO	10800,00 kp/cm2

TENSIONES INICIALES EN EL PRIMARIO

INTERIOR	-109,77 kp/cm2
EXTERIOR	-96,58 kp/cm2
0.55*FCK0	-220,00 kp/cm2

TENSIONES FINALES

INTERIOR PRIMARIO	-69,21 kp/cm2
EXTERIOR PRIMARIO	-60,89 kp/cm2
INTERIOR REVESTIMIENTO	-39,19 kp/cm2
EXTERIOR REVESTIMIENTO	-36,71 kp/cm2

ESFUERZOS DE OVALIZACION

	CLAVE	RIÑONES	SOLERA
M kp.cm/cm	191,78	-205,38	222,36
N kp/cm	-5,34	-23,66	-17,40

TENSIONES kp/cm2

INTERIOR PRIMARIO	16,88	-21,38	18,31
EXTERIOR PRIMARIO	-4,99	2,04	-7,05
INTERIOR REVESTIMIENTO	-4,66	1,90	-6,58
EXTERIOR REVESTIMIENTO	-16,43	14,51	-20,22
ACERO DE POSTESADO	-32,22	16,87	-44,09

T E N S I O N E S (kp/cm2)

	PRESION	OVALIZACION + POSTESADO FINAL		
		CLAVE	RIÑONES	SOLERA
INTERIOR PRIMARIO	45,21	-52,33	-90,59	-50,90
EXTERIOR PRIMARIO	38,70	-65,89	-58,85	-67,94
INTERIOR REVESTIMIENTO	36,09	-43,85	-37,29	-45,77
EXTERIOR REVESTIMIENTO	33,81	-53,14	-22,21	-56,93
ACERO DE POSTESADO	206,31	10767,78	10816,87	10755,91

	TOTALES		
	CLAVE	RIÑONES	SOLERA
INTERIOR PRIMARIO	-7,11	-45,38	-5,68
EXTERIOR PRIMARIO	-27,19	-20,15	-29,24
INTERIOR REVESTIMIENTO	-7,75	-1,19	-9,67
EXTERIOR REVESTIMIENTO	-19,33	11,61	-23,12
ACERO DE POSTESADO	10974,09	11023,19	10962,23

DN800 MDP 7,5 y 10 atm HT 1 a 3 mts **HR= 1,000 m**
CASO NUMERO 2/ 5 : DP: 9,00 at MDP: 10,00 at
PRESION NETA PRUEBA FAB.(PP): 12,07 at STP: 11,00 at
DIAMETRO DEL ALAMBRE: 5,0 mm NUMERO DE ESPIRAS POR METRO: 23

HIPOTESIS DE CALCULO: 4.- MDP + Peso propio + Peso de agua

PERDIDAS DE POSTESADO

ACORTAMIENTO ELASTICO	304,43 kp/cm2
RELAJACION	230,32 kp/cm2
FLUENCIA Y RETRACCION	992,01 kp/cm2

TENSIONES

RESIDUAL EN EL ACERO DE POSTESADO	10800,00 kp/cm2

TENSIONES INICIALES EN EL PRIMARIO

INTERIOR	-109,77 kp/cm2
EXTERIOR	-96,58 kp/cm2
0.55*FCK0	-220,00 kp/cm2

TENSIONES FINALES

INTERIOR PRIMARIO	-69,21 kp/cm2
EXTERIOR PRIMARIO	-60,89 kp/cm2
INTERIOR REVESTIMIENTO	-39,19 kp/cm2
EXTERIOR REVESTIMIENTO	-36,71 kp/cm2

ESFUERZOS DE OVALIZACION

	CLAVE	RIÑONES	SOLERA
M kp.cm/cm	29,76	-34,58	39,37
N kp/cm	1,29	-1,08	-0,30

TENSIONES kp/cm2

INTERIOR PRIMARIO	2,86	-3,27	3,55
EXTERIOR PRIMARIO	-0,54	0,67	-0,94
INTERIOR REVESTIMIENTO	-0,50	0,63	-0,87
EXTERIOR REVESTIMIENTO	-2,33	2,75	-3,29
ACERO DE POSTESADO	-3,73	4,59	-6,14

T E N S I O N E S (kp/cm2)

	PRESION	OVALIZACION + POSTESADO FINAL		
		CLAVE	RIÑONES	SOLERA
INTERIOR PRIMARIO	50,23	-66,35	-72,48	-65,65
EXTERIOR PRIMARIO	43,00	-61,43	-60,22	-61,83
INTERIOR REVESTIMIENTO	40,11	-39,69	-38,56	-40,06
EXTERIOR REVESTIMIENTO	37,57	-39,04	-33,96	-40,00
ACERO DE POSTESADO	229,24	10796,27	10804,59	10793,86

	TOTALES		
	CLAVE	RIÑONES	SOLERA
INTERIOR PRIMARIO	-16,11	-22,24	-15,42
EXTERIOR PRIMARIO	-18,43	-17,22	-18,83
INTERIOR REVESTIMIENTO	0,41	1,54	0,04
EXTERIOR REVESTIMIENTO	-1,47	3,61	-2,43
ACERO DE POSTESADO	11025,51	11033,82	11023,10

DN800 MDP 7,5 y 10 atm HT 1 a 3 mts **HR= 1,000 m**
CASO NUMERO 2/ 5 : DP: 9,00 at MDP: 10,00 at
PRESION NETA PRUEBA FAB.(PP): 12,07 at STP: 11,00 at
DIAMETRO DEL ALAMBRE: 5,0 mm NUMERO DE ESPIRAS POR METRO: 23

HIPOTESIS DE CALCULO: 5.- PPRUEBARED(STP) + 1m TIERRAS

PERDIDAS DE POSTESADO

ACORTAMIENTO ELASTICO	304,43 kp/cm2
RELAJACION	230,32 kp/cm2
FLUENCIA Y RETRACCION	992,01 kp/cm2

TENSIONES

RESIDUAL EN EL ACERO DE POSTESADO	10800,00 kp/cm2

TENSIONES INICIALES EN EL PRIMARIO

INTERIOR	-109,77 kp/cm2
EXTERIOR	-96,58 kp/cm2
0.55*FCK0	-220,00 kp/cm2

TENSIONES FINALES

INTERIOR PRIMARIO	-69,21 kp/cm2
EXTERIOR PRIMARIO	-60,89 kp/cm2
INTERIOR REVESTIMIENTO	-39,19 kp/cm2
EXTERIOR REVESTIMIENTO	-36,71 kp/cm2

ESFUERZOS DE OVALIZACION

	CLAVE	RIÑONES	SOLERA
M kp.cm/cm	85,92	-94,29	103,74
N kp/cm	-1,60	-10,04	-7,75

TENSIONES kp/cm2

INTERIOR PRIMARIO	7,65	-9,73	8,58
EXTERIOR PRIMARIO	-2,15	1,03	-3,25
INTERIOR REVESTIMIENTO	-2,00	0,96	-3,03
EXTERIOR REVESTIMIENTO	-7,28	6,75	-9,40
ACERO DE POSTESADO	-13,96	8,24	-20,35

T E N S I O N E S (kp/cm2)

	PRESION	OVALIZACION + POSTESADO FINAL		
		CLAVE	RIÑONES	SOLERA
INTERIOR PRIMARIO	55,26	-61,55	-78,93	-60,62
EXTERIOR PRIMARIO	47,30	-63,04	-59,86	-64,14
INTERIOR REVESTIMIENTO	44,12	-41,19	-38,23	-42,22
EXTERIOR REVESTIMIENTO	41,33	-43,99	-29,97	-46,11
ACERO DE POSTESADO	252,16	10786,04	10808,24	10779,65

	TOTALES		
	CLAVE	RIÑONES	SOLERA
INTERIOR PRIMARIO	-6,30	-23,67	-5,36
EXTERIOR PRIMARIO	-15,74	-12,56	-16,84
INTERIOR REVESTIMIENTO	2,92	5,89	1,90
EXTERIOR REVESTIMIENTO	-2,66	11,36	-4,78
ACERO DE POSTESADO	11038,20	11060,40	11031,81

DN800 MDP 7,5 y 10 atm HT 1 a 3 mts **HR= 1,000 m**
CASO NUMERO 2/ 5 : DP: 9,00 at MDP: 10,00 at
PRESION NETA PRUEBA FAB.(PP): 12,07 at STP: 11,00 at
DIAMETRO DEL ALAMBRE: 5,0 mm NUMERO DE ESPIRAS POR METRO: 23

HIPOTESIS DE CALCULO: 6.- CARGAS FIJAS + MOVILES, Sin Pres

PERDIDAS DE POSTESADO

ACORTAMIENTO ELASTICO	304,43 kp/cm2
RELAJACION	230,32 kp/cm2
FLUENCIA Y RETRACCION	992,01 kp/cm2

TENSIONES

RESIDUAL EN EL ACERO DE POSTESADO	10800,00 kp/cm2

TENSIONES INICIALES EN EL PRIMARIO

INTERIOR	-109,77 kp/cm2
EXTERIOR	-96,58 kp/cm2
0.55*FCK0	-220,00 kp/cm2

TENSIONES FINALES

INTERIOR PRIMARIO	-69,21 kp/cm2
EXTERIOR PRIMARIO	-60,89 kp/cm2
INTERIOR REVESTIMIENTO	-39,19 kp/cm2
EXTERIOR REVESTIMIENTO	-36,71 kp/cm2

ESFUERZOS DE OVALIZACION

	CLAVE	RIÑONES	SOLERA
M kp.cm/cm	191,78	-205,38	222,36
N kp/cm	-5,34	-23,66	-17,40

TENSIONES kp/cm2

INTERIOR PRIMARIO	16,88	-21,38	18,31
EXTERIOR PRIMARIO	-4,99	2,04	-7,05
INTERIOR REVESTIMIENTO	-4,66	1,90	-6,58
EXTERIOR REVESTIMIENTO	-16,43	14,51	-20,22
ACERO DE POSTESADO	-32,22	16,87	-44,09

T E N S I O N E S (kp/cm2)

	PRESION	OVALIZACION + POSTESADO FINAL		
		CLAVE	RIÑONES	SOLERA
INTERIOR PRIMARIO	0,00	-52,33	-90,59	-50,90
EXTERIOR PRIMARIO	0,00	-65,89	-58,85	-67,94
INTERIOR REVESTIMIENTO	0,00	-43,85	-37,29	-45,77
EXTERIOR REVESTIMIENTO	0,00	-53,14	-22,21	-56,93
ACERO DE POSTESADO	0,00	10767,78	10816,87	10755,91

	TOTALES		
	CLAVE	RIÑONES	SOLERA
INTERIOR PRIMARIO	-52,33	-90,59	-50,90
EXTERIOR PRIMARIO	-65,89	-58,85	-67,94
INTERIOR REVESTIMIENTO	-43,85	-37,29	-45,77
EXTERIOR REVESTIMIENTO	-53,14	-22,21	-56,93
ACERO DE POSTESADO	10767,78	10816,87	10755,91

DN800 MDP 7,5 y 10 atm HT 1 a 3 mts **HR= 3,000 m**

di (mm)	de (mm)	GAMMAH (t/m3)	GAMMAT (t/m3)	LAMBDA	Q (t/m2)	CUNA	
800	964	2,500	1,800	0,333	4,859	Granular	90º

HIPOTESIS Peso propio

SECCION	MOMENTO (m.t)	AXIL (t)
CLAVE	0,016	0,026
RIÑONES	-0,018	-0,142
SOLERA	0,021	-0,143

HIPOTESIS Peso del fluido

SECCION	MOMENTO (m.t)	AXIL (t)
CLAVE	0,014	0,103
RIÑONES	-0,016	0,034
SOLERA	0,018	0,113

HIPOTESIS Carga 1 metro de Tierras(total)

SECCION	MOMENTO (m.t)	AXIL (t)
CLAVE	0,056	-0,289
RIÑONES	-0,060	-0,896
SOLERA	0,064	-0,744

HIPOTESIS Esfuerzos por Carga vertical pura por tierras

SECCION	MOMENTO (m.t)	AXIL (t)
CLAVE	0,233	0,121
RIÑONES	-0,241	-2,102
SOLERA	0,249	-0,992

DN800 MDP 7,5 y 10 atm HT 1 a 3 mts **HR= 3,000 m**

HIPOTESIS Carga Móvil

SECCION	MOMENTO (m.t)	AXIL (t)
CLAVE	0,027	0,014
RIÑONES	-0,027	-0,240
SOLERA	0,028	-0,113

HIPOTESIS Empuje lateral con carga móvil

SECCION	MOMENTO (m.t)	AXIL (t)
CLAVE	-0,089	-0,861
RIÑONES	0,091	0,000
SOLERA	-0,088	-0,675

HIPOTESIS Empuje Lateral sin carga móvil

SECCION	MOMENTO (m.t)	AXIL (t)
CLAVE	-0,081	-0,781
RIÑONES	0,083	0,000
SOLERA	-0,080	-0,618

HIPOTESIS Carga de tímpanos

SECCION	MOMENTO (m.t)	AXIL (t)
CLAVE	0,005	0,015
RIÑONES	-0,008	-0,090
SOLERA	0,009	-0,053

DN800 MDP 7,5 y 10 atm HT 1 a 3 mts **HR= 3,000 m**
CASO NUMERO 1/ 5 : DP: 7,50 at MDP: 7,50 at
PRESION NETA PRUEBA FAB.(PP): 10,41 at STP: 8,50 at
DIAMETRO DEL ALAMBRE: 5,0 mm NUMERO DE ESPIRAS POR METRO: 20

HIPOTESIS DE CALCULO: 1.- DP + CARGAS FIJAS

PERDIDAS DE POSTESADO

ACORTAMIENTO ELASTICO	264,72 kp/cm2
RELAJACION	233,01 kp/cm2
FLUENCIA Y RETRACCION	924,78 kp/cm2

TENSIONES

RESIDUAL EN EL ACERO DE POSTESADO	10800,00 kp/cm2

TENSIONES INICIALES EN EL PRIMARIO

INTERIOR	-95,74 kp/cm2
EXTERIOR	-84,24 kp/cm2
0.55*FCK0	-220,00 kp/cm2

TENSIONES FINALES

INTERIOR PRIMARIO	-61,03 kp/cm2
EXTERIOR PRIMARIO	-53,70 kp/cm2
INTERIOR REVESTIMIENTO	-32,47 kp/cm2
EXTERIOR REVESTIMIENTO	-30,42 kp/cm2

ESFUERZOS DE OVALIZACION

	CLAVE	RIÑONES	SOLERA
M kp.cm/cm	186,63	-199,97	216,58
N kp/cm	-5,16	-23,00	-16,93

TENSIONES kp/cm2

INTERIOR PRIMARIO	16,43	-20,83	17,83
EXTERIOR PRIMARIO	-4,88	2,00	-6,89
INTERIOR REVESTIMIENTO	-4,55	1,87	-6,43
EXTERIOR REVESTIMIENTO	-16,01	14,15	-19,73
ACERO DE POSTESADO	-31,45	16,53	-43,08

T E N S I O N E S (kp/cm2)

	PRESION	OVALIZACION + POSTESADO FINAL		
		CLAVE	RIÑONES	SOLERA
INTERIOR PRIMARIO	37,80	-44,60	-81,85	-43,19
EXTERIOR PRIMARIO	32,36	-58,57	-51,69	-60,59
INTERIOR REVESTIMIENTO	30,18	-37,02	-30,60	-38,90
EXTERIOR REVESTIMIENTO	28,27	-46,43	-16,26	-50,15
ACERO DE POSTESADO	172,52	10768,55	10816,53	10756,92

	TOTALES		
	CLAVE	RIÑONES	SOLERA
INTERIOR PRIMARIO	-6,79	-44,05	-5,39
EXTERIOR PRIMARIO	-26,21	-19,33	-28,23
INTERIOR REVESTIMIENTO	-6,83	-0,42	-8,71
EXTERIOR REVESTIMIENTO	-18,15	12,01	-21,87
ACERO DE POSTESADO	10941,07	10989,05	10929,44

DN800 MDP 7,5 y 10 atm HT 1 a 3 mts **HR= 3,000 m**
CASO NUMERO 1/ 5 : DP: 7,50 at MDP: 7,50 at
PRESION NETA PRUEBA FAB.(PP): 10,41 at STP: 8,50 at
DIAMETRO DEL ALAMBRE: 5,0 mm NUMERO DE ESPIRAS POR METRO: 20

HIPOTESIS DE CALCULO: 2.- (MDP+0.1 MPa) + CARGAS FIJAS

PERDIDAS DE POSTESADO

ACORTAMIENTO ELASTICO	264,72 kp/cm2
RELAJACION	233,01 kp/cm2
FLUENCIA Y RETRACCION	924,78 kp/cm2

TENSIONES

RESIDUAL EN EL ACERO DE POSTESADO	10800,00 kp/cm2

TENSIONES INICIALES EN EL PRIMARIO

INTERIOR	-95,74 kp/cm2
EXTERIOR	-84,24 kp/cm2
0.55*FCK0	-220,00 kp/cm2

TENSIONES FINALES

INTERIOR PRIMARIO	-61,03 kp/cm2
EXTERIOR PRIMARIO	-53,70 kp/cm2
INTERIOR REVESTIMIENTO	-32,47 kp/cm2
EXTERIOR REVESTIMIENTO	-30,42 kp/cm2

ESFUERZOS DE OVALIZACION

	CLAVE	RIÑONES	SOLERA
M kp.cm/cm	186,63	-199,97	216,58
N kp/cm	-5,16	-23,00	-16,93

TENSIONES kp/cm2

INTERIOR PRIMARIO	16,43	-20,83	17,83
EXTERIOR PRIMARIO	-4,88	2,00	-6,89
INTERIOR REVESTIMIENTO	-4,55	1,87	-6,43
EXTERIOR REVESTIMIENTO	-16,01	14,15	-19,73
ACERO DE POSTESADO	-31,45	16,53	-43,08

T E N S I O N E S (kp/cm2)

	PRESION	OVALIZACION + POSTESADO FINAL		
		CLAVE	RIÑONES	SOLERA
INTERIOR PRIMARIO	42,84	-44,60	-81,85	-43,19
EXTERIOR PRIMARIO	36,68	-58,57	-51,69	-60,59
INTERIOR REVESTIMIENTO	34,21	-37,02	-30,60	-38,90
EXTERIOR REVESTIMIENTO	32,04	-46,43	-16,26	-50,15
ACERO DE POSTESADO	195,53	10768,55	10816,53	10756,92

	TOTALES		
	CLAVE	RIÑONES	SOLERA
INTERIOR PRIMARIO	-1,75	-39,01	-0,35
EXTERIOR PRIMARIO	-21,89	-15,02	-23,91
INTERIOR REVESTIMIENTO	-2,81	3,61	-4,69
EXTERIOR REVESTIMIENTO	-14,38	15,78	-18,10
ACERO DE POSTESADO	10964,08	11012,06	10952,44

DN800 MDP 7,5 y 10 atm HT 1 a 3 mts **HR= 3,000 m**
CASO NUMERO 1/ 5 : DP: 7,50 at MDP: 7,50 at
PRESION NETA PRUEBA FAB.(PP): 10,41 at STP: 8,50 at
DIAMETRO DEL ALAMBRE: 5,0 mm NUMERO DE ESPIRAS POR METRO: 20

HIPOTESIS DE CALCULO: 3.- DP + CARGAS FIJAS + MOVILES

PERDIDAS DE POSTESADO

ACORTAMIENTO ELASTICO	264,72 kp/cm2
RELAJACION	233,01 kp/cm2
FLUENCIA Y RETRACCION	924,78 kp/cm2

TENSIONES

RESIDUAL EN EL ACERO DE POSTESADO	10800,00 kp/cm2

TENSIONES INICIALES EN EL PRIMARIO

INTERIOR	-95,74 kp/cm2
EXTERIOR	-84,24 kp/cm2
0.55*FCK0	-220,00 kp/cm2

TENSIONES FINALES

INTERIOR PRIMARIO	-61,03 kp/cm2
EXTERIOR PRIMARIO	-53,70 kp/cm2
INTERIOR REVESTIMIENTO	-32,47 kp/cm2
EXTERIOR REVESTIMIENTO	-30,42 kp/cm2

ESFUERZOS DE OVALIZACION

	CLAVE	RIÑONES	SOLERA
M kp.cm/cm	205,26	-219,52	237,46
N kp/cm	-5,82	-25,40	-18,63

TENSIONES kp/cm2

INTERIOR PRIMARIO	18,05	-22,88	19,54
EXTERIOR PRIMARIO	-5,38	2,18	-7,57
INTERIOR REVESTIMIENTO	-5,02	2,04	-7,06
EXTERIOR REVESTIMIENTO	-17,62	15,52	-21,64
ACERO DE POSTESADO	-34,68	18,06	-47,28

T E N S I O N E S (kp/cm2)

	PRESION	OVALIZACION + POSTESADO FINAL		
		CLAVE	RIÑONES	SOLERA
INTERIOR PRIMARIO	37,80	-42,97	-83,90	-41,48
EXTERIOR PRIMARIO	32,36	-59,07	-51,51	-61,26
INTERIOR REVESTIMIENTO	30,18	-37,48	-30,43	-39,52
EXTERIOR REVESTIMIENTO	28,27	-48,04	-14,90	-52,06
ACERO DE POSTESADO	172,52	10765,32	10818,06	10752,72

	TOTALES		
	CLAVE	RIÑONES	SOLERA
INTERIOR PRIMARIO	-5,17	-46,10	-3,68
EXTERIOR PRIMARIO	-26,71	-19,15	-28,90
INTERIOR REVESTIMIENTO	-7,30	-0,25	-9,34
EXTERIOR REVESTIMIENTO	-19,77	13,38	-23,78
ACERO DE POSTESADO	10937,85	10990,58	10925,25

DN800 MDP 7,5 y 10 atm HT 1 a 3 mts **HR= 3,000 m**
CASO NUMERO 1/ 5 : DP: 7,50 at MDP: 7,50 at
PRESION NETA PRUEBA FAB.(PP): 10,41 at STP: 8,50 at
DIAMETRO DEL ALAMBRE: 5,0 mm NUMERO DE ESPIRAS POR METRO: 20

HIPOTESIS DE CALCULO: 4.- MDP + Peso propio + Peso de agua

PERDIDAS DE POSTESADO

ACORTAMIENTO ELASTICO	264,72 kp/cm2
RELAJACION	233,01 kp/cm2
FLUENCIA Y RETRACCION	924,78 kp/cm2

TENSIONES

RESIDUAL EN EL ACERO DE POSTESADO	10800,00 kp/cm2

TENSIONES INICIALES EN EL PRIMARIO

INTERIOR	-95,74 kp/cm2
EXTERIOR	-84,24 kp/cm2
0.55*FCK0	-220,00 kp/cm2

TENSIONES FINALES

INTERIOR PRIMARIO	-61,03 kp/cm2
EXTERIOR PRIMARIO	-53,70 kp/cm2
INTERIOR REVESTIMIENTO	-32,47 kp/cm2
EXTERIOR REVESTIMIENTO	-30,42 kp/cm2

ESFUERZOS DE OVALIZACION

	CLAVE	RIÑONES	SOLERA
M kp.cm/cm	29,76	-34,58	39,37
N kp/cm	1,29	-1,08	-0,30

TENSIONES kp/cm2

INTERIOR PRIMARIO	2,86	-3,27	3,55
EXTERIOR PRIMARIO	-0,54	0,67	-0,94
INTERIOR REVESTIMIENTO	-0,50	0,63	-0,88
EXTERIOR REVESTIMIENTO	-2,33	2,75	-3,29
ACERO DE POSTESADO	-3,75	4,60	-6,16

T E N S I O N E S (kp/cm2)

	PRESION	OVALIZACION + POSTESADO FINAL		
		CLAVE	RIÑONES	SOLERA
INTERIOR PRIMARIO	37,80	-58,17	-64,30	-57,47
EXTERIOR PRIMARIO	32,36	-54,24	-53,02	-54,64
INTERIOR REVESTIMIENTO	30,18	-32,97	-31,84	-33,35
EXTERIOR REVESTIMIENTO	28,27	-32,75	-27,66	-33,71
ACERO DE POSTESADO	172,52	10796,25	10804,60	10793,84

	TOTALES		
	CLAVE	RIÑONES	SOLERA
INTERIOR PRIMARIO	-20,37	-26,50	-19,67
EXTERIOR PRIMARIO	-21,87	-20,66	-22,27
INTERIOR REVESTIMIENTO	-2,79	-1,66	-3,16
EXTERIOR REVESTIMIENTO	-4,47	0,61	-5,44
ACERO DE POSTESADO	10968,78	10977,13	10966,36

DN800 MDP 7,5 y 10 atm HT 1 a 3 mts **HR= 3,000 m**
CASO NUMERO 1/ 5 : DP: 7,50 at MDP: 7,50 at
PRESION NETA PRUEBA FAB.(PP): 10,41 at STP: 8,50 at
DIAMETRO DEL ALAMBRE: 5,0 mm NUMERO DE ESPIRAS POR METRO: 20

HIPOTESIS DE CALCULO: 5.- PPRUEBARED(STP) + 1m TIERRAS

PERDIDAS DE POSTESADO

ACORTAMIENTO ELASTICO	264,72 kp/cm2
RELAJACION	233,01 kp/cm2
FLUENCIA Y RETRACCION	924,78 kp/cm2

TENSIONES

RESIDUAL EN EL ACERO DE POSTESADO	10800,00 kp/cm2

TENSIONES INICIALES EN EL PRIMARIO

INTERIOR	-95,74 kp/cm2
EXTERIOR	-84,24 kp/cm2
0.55*FCK0	-220,00 kp/cm2

TENSIONES FINALES

INTERIOR PRIMARIO	-61,03 kp/cm2
EXTERIOR PRIMARIO	-53,70 kp/cm2
INTERIOR REVESTIMIENTO	-32,47 kp/cm2
EXTERIOR REVESTIMIENTO	-30,42 kp/cm2

ESFUERZOS DE OVALIZACION

	CLAVE	RIÑONES	SOLERA
M kp.cm/cm	85,92	-94,29	103,74
N kp/cm	-1,60	-10,04	-7,75

TENSIONES kp/cm2

INTERIOR PRIMARIO	7,65	-9,73	8,58
EXTERIOR PRIMARIO	-2,16	1,04	-3,26
INTERIOR REVESTIMIENTO	-2,01	0,97	-3,04
EXTERIOR REVESTIMIENTO	-7,29	6,76	-9,41
ACERO DE POSTESADO	-14,01	8,28	-20,42

T E N S I O N E S (kp/cm2)

	PRESION	OVALIZACION + POSTESADO FINAL		
		CLAVE	RIÑONES	SOLERA
INTERIOR PRIMARIO	42,84	-53,37	-70,76	-52,44
EXTERIOR PRIMARIO	36,68	-55,85	-52,66	-56,96
INTERIOR REVESTIMIENTO	34,21	-34,48	-31,50	-35,51
EXTERIOR REVESTIMIENTO	32,04	-37,71	-23,66	-39,83
ACERO DE POSTESADO	195,53	10785,99	10808,28	10779,58

	TOTALES		
	CLAVE	RIÑONES	SOLERA
INTERIOR PRIMARIO	-10,53	-27,91	-9,60
EXTERIOR PRIMARIO	-19,18	-15,98	-20,28
INTERIOR REVESTIMIENTO	-0,27	2,70	-1,30
EXTERIOR REVESTIMIENTO	-5,66	8,39	-7,78
ACERO DE POSTESADO	10981,51	11003,81	10975,11

DN800 MDP 7,5 y 10 atm HT 1 a 3 mts **HR= 3,000 m**
CASO NUMERO 1/ 5 : DP: 7,50 at MDP: 7,50 at
PRESION NETA PRUEBA FAB.(PP): 10,41 at STP: 8,50 at
DIAMETRO DEL ALAMBRE: 5,0 mm NUMERO DE ESPIRAS POR METRO: 20

HIPOTESIS DE CALCULO: 6.- CARGAS FIJAS + MOVILES, Sin Pres

PERDIDAS DE POSTESADO

ACORTAMIENTO ELASTICO	264,72 kp/cm2
RELAJACION	233,01 kp/cm2
FLUENCIA Y RETRACCION	924,78 kp/cm2

TENSIONES

RESIDUAL EN EL ACERO DE POSTESADO	10800,00 kp/cm2

TENSIONES INICIALES EN EL PRIMARIO

INTERIOR	-95,74 kp/cm2
EXTERIOR	-84,24 kp/cm2
0.55*FCK0	-220,00 kp/cm2

TENSIONES FINALES

INTERIOR PRIMARIO	-61,03 kp/cm2
EXTERIOR PRIMARIO	-53,70 kp/cm2
INTERIOR REVESTIMIENTO	-32,47 kp/cm2
EXTERIOR REVESTIMIENTO	-30,42 kp/cm2

ESFUERZOS DE OVALIZACION

	CLAVE	RIÑONES	SOLERA
M kp.cm/cm	205,26	-219,52	237,46
N kp/cm	-5,82	-25,40	-18,63

TENSIONES kp/cm2

INTERIOR PRIMARIO	18,05	-22,88	19,54
EXTERIOR PRIMARIO	-5,38	2,18	-7,57
INTERIOR REVESTIMIENTO	-5,02	2,04	-7,06
EXTERIOR REVESTIMIENTO	-17,62	15,52	-21,64
ACERO DE POSTESADO	-34,68	18,06	-47,28

T E N S I O N E S (kp/cm2)

	PRESION	OVALIZACION + POSTESADO FINAL		
		CLAVE	RIÑONES	SOLERA
INTERIOR PRIMARIO	0,00	-42,97	-83,90	-41,48
EXTERIOR PRIMARIO	0,00	-59,07	-51,51	-61,26
INTERIOR REVESTIMIENTO	0,00	-37,48	-30,43	-39,52
EXTERIOR REVESTIMIENTO	0,00	-48,04	-14,90	-52,06
ACERO DE POSTESADO	0,00	10765,32	10818,06	10752,72

	TOTALES		
	CLAVE	RIÑONES	SOLERA
INTERIOR PRIMARIO	-42,97	-83,90	-41,48
EXTERIOR PRIMARIO	-59,07	-51,51	-61,26
INTERIOR REVESTIMIENTO	-37,48	-30,43	-39,52
EXTERIOR REVESTIMIENTO	-48,04	-14,90	-52,06
ACERO DE POSTESADO	10765,32	10818,06	10752,72

DN800 MDP 7,5 y 10 atm HT 1 a 3 mts **HR= 3,000 m**
CASO NUMERO 2/ 5 : DP: 9,00 at MDP: 10,00 at
PRESION NETA PRUEBA FAB.(PP): 12,07 at STP: 11,00 at
DIAMETRO DEL ALAMBRE: 5,0 mm NUMERO DE ESPIRAS POR METRO: 23

HIPOTESIS DE CALCULO: 1.- DP + CARGAS FIJAS

PERDIDAS DE POSTESADO

ACORTAMIENTO ELASTICO	304,43 kp/cm2
RELAJACION	230,32 kp/cm2
FLUENCIA Y RETRACCION	992,01 kp/cm2

TENSIONES

RESIDUAL EN EL ACERO DE POSTESADO	10800,00 kp/cm2

TENSIONES INICIALES EN EL PRIMARIO

INTERIOR	-109,77 kp/cm2
EXTERIOR	-96,58 kp/cm2
0.55*FCK0	-220,00 kp/cm2

TENSIONES FINALES

INTERIOR PRIMARIO	-69,21 kp/cm2
EXTERIOR PRIMARIO	-60,89 kp/cm2
INTERIOR REVESTIMIENTO	-39,19 kp/cm2
EXTERIOR REVESTIMIENTO	-36,71 kp/cm2

ESFUERZOS DE OVALIZACION

	CLAVE	RIÑONES	SOLERA
M kp.cm/cm	186,63	-199,97	216,58
N kp/cm	-5,16	-23,00	-16,93

TENSIONES kp/cm2

INTERIOR PRIMARIO	16,43	-20,82	17,84
EXTERIOR PRIMARIO	-4,85	1,99	-6,87
INTERIOR REVESTIMIENTO	-4,53	1,86	-6,40
EXTERIOR REVESTIMIENTO	-15,98	14,13	-19,69
ACERO DE POSTESADO	-31,33	16,45	-42,93

T E N S I O N E S (kp/cm2)

	PRESION	OVALIZACION + POSTESADO FINAL		
		CLAVE	RIÑONES	SOLERA
INTERIOR PRIMARIO	45,21	-52,77	-90,02	-51,37
EXTERIOR PRIMARIO	38,70	-65,75	-58,90	-67,76
INTERIOR REVESTIMIENTO	36,09	-43,72	-37,33	-45,59
EXTERIOR REVESTIMIENTO	33,81	-52,69	-22,58	-56,41
ACERO DE POSTESADO	206,31	10768,67	10816,45	10757,07

	TOTALES		
	CLAVE	RIÑONES	SOLERA
INTERIOR PRIMARIO	-7,56	-44,81	-6,16
EXTERIOR PRIMARIO	-27,05	-20,20	-29,06
INTERIOR REVESTIMIENTO	-7,62	-1,24	-9,50
EXTERIOR REVESTIMIENTO	-18,88	11,23	-22,59
ACERO DE POSTESADO	10974,98	11022,77	10963,38

DN800 MDP 7,5 y 10 atm HT 1 a 3 mts **HR= 3,000 m**
CASO NUMERO 2/ 5 : DP: 9,00 at MDP: 10,00 at
PRESION NETA PRUEBA FAB.(PP): 12,07 at STP: 11,00 at
DIAMETRO DEL ALAMBRE: 5,0 mm NUMERO DE ESPIRAS POR METRO: 23

HIPOTESIS DE CALCULO: 2.- (MDP+0.1 MPa) + CARGAS FIJAS

PERDIDAS DE POSTESADO

ACORTAMIENTO ELASTICO	304,43 kp/cm2
RELAJACION	230,32 kp/cm2
FLUENCIA Y RETRACCION	992,01 kp/cm2

TENSIONES

RESIDUAL EN EL ACERO DE POSTESADO	10800,00 kp/cm2

TENSIONES INICIALES EN EL PRIMARIO

INTERIOR	-109,77 kp/cm2
EXTERIOR	-96,58 kp/cm2
0.55*FCK0	-220,00 kp/cm2

TENSIONES FINALES

INTERIOR PRIMARIO	-69,21 kp/cm2
EXTERIOR PRIMARIO	-60,89 kp/cm2
INTERIOR REVESTIMIENTO	-39,19 kp/cm2
EXTERIOR REVESTIMIENTO	-36,71 kp/cm2

ESFUERZOS DE OVALIZACION

	CLAVE	RIÑONES	SOLERA
M kp.cm/cm	186,63	-199,97	216,58
N kp/cm	-5,16	-23,00	-16,93

TENSIONES kp/cm2

INTERIOR PRIMARIO	16,43	-20,82	17,84
EXTERIOR PRIMARIO	-4,85	1,99	-6,87
INTERIOR REVESTIMIENTO	-4,53	1,86	-6,40
EXTERIOR REVESTIMIENTO	-15,98	14,13	-19,69
ACERO DE POSTESADO	-31,33	16,45	-42,93

T E N S I O N E S (kp/cm2)

	PRESION	OVALIZACION + POSTESADO FINAL		
		CLAVE	RIÑONES	SOLERA
INTERIOR PRIMARIO	55,26	-52,77	-90,02	-51,37
EXTERIOR PRIMARIO	47,30	-65,75	-58,90	-67,76
INTERIOR REVESTIMIENTO	44,12	-43,72	-37,33	-45,59
EXTERIOR REVESTIMIENTO	41,33	-52,69	-22,58	-56,41
ACERO DE POSTESADO	252,16	10768,67	10816,45	10757,07

	TOTALES		
	CLAVE	RIÑONES	SOLERA
INTERIOR PRIMARIO	2,48	-34,76	3,89
EXTERIOR PRIMARIO	-18,45	-11,60	-20,46
INTERIOR REVESTIMIENTO	0,40	6,78	-1,48
EXTERIOR REVESTIMIENTO	-11,37	18,74	-15,08
ACERO DE POSTESADO	11020,83	11068,61	11009,23

DN800 MDP 7,5 y 10 atm HT 1 a 3 mts **HR= 3,000 m**
CASO NUMERO 2/ 5 : DP: 9,00 at MDP: 10,00 at
PRESION NETA PRUEBA FAB.(PP): 12,07 at STP: 11,00 at
DIAMETRO DEL ALAMBRE: 5,0 mm NUMERO DE ESPIRAS POR METRO: 23

HIPOTESIS DE CALCULO: 3.- DP + CARGAS FIJAS + MOVILES

PERDIDAS DE POSTESADO

ACORTAMIENTO ELASTICO	304,43 kp/cm2
RELAJACION	230,32 kp/cm2
FLUENCIA Y RETRACCION	992,01 kp/cm2

TENSIONES

RESIDUAL EN EL ACERO DE POSTESADO	10800,00 kp/cm2

TENSIONES INICIALES EN EL PRIMARIO

INTERIOR	-109,77 kp/cm2
EXTERIOR	-96,58 kp/cm2
0.55*FCK0	-220,00 kp/cm2

TENSIONES FINALES

INTERIOR PRIMARIO	-69,21 kp/cm2
EXTERIOR PRIMARIO	-60,89 kp/cm2
INTERIOR REVESTIMIENTO	-39,19 kp/cm2
EXTERIOR REVESTIMIENTO	-36,71 kp/cm2

ESFUERZOS DE OVALIZACION

	CLAVE	RIÑONES	SOLERA
M kp.cm/cm	205,26	-219,52	237,46
N kp/cm	-5,82	-25,40	-18,63

TENSIONES kp/cm2

INTERIOR PRIMARIO	18,06	-22,87	19,55
EXTERIOR PRIMARIO	-5,36	2,17	-7,53
INTERIOR REVESTIMIENTO	-4,99	2,02	-7,03
EXTERIOR REVESTIMIENTO	-17,59	15,49	-21,60
ACERO DE POSTESADO	-34,55	17,97	-47,11

T E N S I O N E S (kp/cm2)

	PRESION	OVALIZACION + POSTESADO FINAL		
		CLAVE	RIÑONES	SOLERA
INTERIOR PRIMARIO	45,21	-51,15	-92,07	-49,66
EXTERIOR PRIMARIO	38,70	-66,25	-58,73	-68,43
INTERIOR REVESTIMIENTO	36,09	-44,18	-37,17	-46,22
EXTERIOR REVESTIMIENTO	33,81	-54,30	-21,22	-58,31
ACERO DE POSTESADO	206,31	10765,45	10817,97	10752,89

	TOTALES		
	CLAVE	RIÑONES	SOLERA
INTERIOR PRIMARIO	-5,94	-46,86	-4,45
EXTERIOR PRIMARIO	-27,55	-20,03	-29,73
INTERIOR REVESTIMIENTO	-8,09	-1,07	-10,12
EXTERIOR REVESTIMIENTO	-20,49	12,59	-24,50
ACERO DE POSTESADO	10971,76	11024,29	10959,20

DN800 MDP 7,5 y 10 atm HT 1 a 3 mts **HR= 3,000 m**
CASO NUMERO 2/ 5 : DP: 9,00 at MDP: 10,00 at
PRESION NETA PRUEBA FAB.(PP): 12,07 at STP: 11,00 at
DIAMETRO DEL ALAMBRE: 5,0 mm NUMERO DE ESPIRAS POR METRO: 23

HIPOTESIS DE CALCULO: 4.- MDP + Peso propio + Peso de agua

PERDIDAS DE POSTESADO

ACORTAMIENTO ELASTICO	304,43 kp/cm2
RELAJACION	230,32 kp/cm2
FLUENCIA Y RETRACCION	992,01 kp/cm2

TENSIONES

RESIDUAL EN EL ACERO DE POSTESADO	10800,00 kp/cm2

TENSIONES INICIALES EN EL PRIMARIO

INTERIOR	-109,77 kp/cm2
EXTERIOR	-96,58 kp/cm2
0.55*FCK0	-220,00 kp/cm2

TENSIONES FINALES

INTERIOR PRIMARIO	-69,21 kp/cm2
EXTERIOR PRIMARIO	-60,89 kp/cm2
INTERIOR REVESTIMIENTO	-39,19 kp/cm2
EXTERIOR REVESTIMIENTO	-36,71 kp/cm2

ESFUERZOS DE OVALIZACION

	CLAVE	RIÑONES	SOLERA
M kp.cm/cm	29,76	-34,58	39,37
N kp/cm	1,29	-1,08	-0,30

TENSIONES kp/cm2

INTERIOR PRIMARIO	2,86	-3,27	3,55
EXTERIOR PRIMARIO	-0,54	0,67	-0,94
INTERIOR REVESTIMIENTO	-0,50	0,63	-0,87
EXTERIOR REVESTIMIENTO	-2,33	2,75	-3,29
ACERO DE POSTESADO	-3,73	4,59	-6,14

T E N S I O N E S (kp/cm2)

	PRESION	OVALIZACION + POSTESADO FINAL		
		CLAVE	RIÑONES	SOLERA
INTERIOR PRIMARIO	50,23	-66,35	-72,48	-65,65
EXTERIOR PRIMARIO	43,00	-61,43	-60,22	-61,83
INTERIOR REVESTIMIENTO	40,11	-39,69	-38,56	-40,06
EXTERIOR REVESTIMIENTO	37,57	-39,04	-33,96	-40,00
ACERO DE POSTESADO	229,24	10796,27	10804,59	10793,86

	TOTALES		
	CLAVE	RIÑONES	SOLERA
INTERIOR PRIMARIO	-16,11	-22,24	-15,42
EXTERIOR PRIMARIO	-18,43	-17,22	-18,83
INTERIOR REVESTIMIENTO	0,41	1,54	0,04
EXTERIOR REVESTIMIENTO	-1,47	3,61	-2,43
ACERO DE POSTESADO	11025,51	11033,82	11023,10

DN800 MDP 7,5 y 10 atm HT 1 a 3 mts **HR= 3,000 m**
CASO NUMERO 2/ 5 : DP: 9,00 at MDP: 10,00 at
PRESION NETA PRUEBA FAB.(PP): 12,07 at STP: 11,00 at
DIAMETRO DEL ALAMBRE: 5,0 mm NUMERO DE ESPIRAS POR METRO: 23

HIPOTESIS DE CALCULO: 5.- PPRUEBARED(STP) + 1m TIERRAS

PERDIDAS DE POSTESADO

ACORTAMIENTO ELASTICO	304,43 kp/cm2
RELAJACION	230,32 kp/cm2
FLUENCIA Y RETRACCION	992,01 kp/cm2

TENSIONES

RESIDUAL EN EL ACERO DE POSTESADO	10800,00 kp/cm2

TENSIONES INICIALES EN EL PRIMARIO

INTERIOR	-109,77 kp/cm2
EXTERIOR	-96,58 kp/cm2
0.55*FCK0	-220,00 kp/cm2

TENSIONES FINALES

INTERIOR PRIMARIO	-69,21 kp/cm2
EXTERIOR PRIMARIO	-60,89 kp/cm2
INTERIOR REVESTIMIENTO	-39,19 kp/cm2
EXTERIOR REVESTIMIENTO	-36,71 kp/cm2

ESFUERZOS DE OVALIZACION

	CLAVE	RIÑONES	SOLERA
M kp.cm/cm	85,92	-94,29	103,74
N kp/cm	-1,60	-10,04	-7,75

TENSIONES kp/cm2

INTERIOR PRIMARIO	7,65	-9,73	8,58
EXTERIOR PRIMARIO	-2,15	1,03	-3,25
INTERIOR REVESTIMIENTO	-2,00	0,96	-3,03
EXTERIOR REVESTIMIENTO	-7,28	6,75	-9,40
ACERO DE POSTESADO	-13,96	8,24	-20,35

T E N S I O N E S (kp/cm2)

	PRESION	OVALIZACION + POSTESADO FINAL		
		CLAVE	RIÑONES	SOLERA
INTERIOR PRIMARIO	55,26	-61,55	-78,93	-60,62
EXTERIOR PRIMARIO	47,30	-63,04	-59,86	-64,14
INTERIOR REVESTIMIENTO	44,12	-41,19	-38,23	-42,22
EXTERIOR REVESTIMIENTO	41,33	-43,99	-29,97	-46,11
ACERO DE POSTESADO	252,16	10786,04	10808,24	10779,65

	TOTALES		
	CLAVE	RIÑONES	SOLERA
INTERIOR PRIMARIO	-6,30	-23,67	-5,36
EXTERIOR PRIMARIO	-15,74	-12,56	-16,84
INTERIOR REVESTIMIENTO	2,92	5,89	1,90
EXTERIOR REVESTIMIENTO	-2,66	11,36	-4,78
ACERO DE POSTESADO	11038,20	11060,40	11031,81

DN800 MDP 7,5 y 10 atm HT 1 a 3 mts **HR= 3,000 m**
CASO NUMERO 2/ 5 : DP: 9,00 at MDP: 10,00 at
PRESION NETA PRUEBA FAB.(PP): 12,07 at STP: 11,00 at
DIAMETRO DEL ALAMBRE: 5,0 mm NUMERO DE ESPIRAS POR METRO: 23

HIPOTESIS DE CALCULO: 6.- CARGAS FIJAS + MOVILES, Sin Pres

PERDIDAS DE POSTESADO

ACORTAMIENTO ELASTICO	304,43 kp/cm2
RELAJACION	230,32 kp/cm2
FLUENCIA Y RETRACCION	992,01 kp/cm2

TENSIONES

RESIDUAL EN EL ACERO DE POSTESADO	10800,00 kp/cm2

TENSIONES INICIALES EN EL PRIMARIO

INTERIOR	-109,77 kp/cm2
EXTERIOR	-96,58 kp/cm2
0.55*FCK0	-220,00 kp/cm2

TENSIONES FINALES

INTERIOR PRIMARIO	-69,21 kp/cm2
EXTERIOR PRIMARIO	-60,89 kp/cm2
INTERIOR REVESTIMIENTO	-39,19 kp/cm2
EXTERIOR REVESTIMIENTO	-36,71 kp/cm2

ESFUERZOS DE OVALIZACION

	CLAVE	RIÑONES	SOLERA
M kp.cm/cm	205,26	-219,52	237,46
N kp/cm	-5,82	-25,40	-18,63

TENSIONES kp/cm2

INTERIOR PRIMARIO	18,06	-22,87	19,55
EXTERIOR PRIMARIO	-5,36	2,17	-7,53
INTERIOR REVESTIMIENTO	-4,99	2,02	-7,03
EXTERIOR REVESTIMIENTO	-17,59	15,49	-21,60
ACERO DE POSTESADO	-34,55	17,97	-47,11

T E N S I O N E S (kp/cm2)

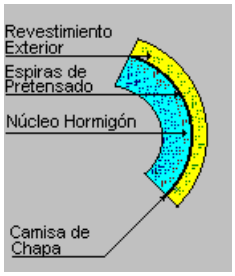
	PRESION	OVALIZACION + POSTESADO FINAL		
		CLAVE	RIÑONES	SOLERA
INTERIOR PRIMARIO	0,00	-51,15	-92,07	-49,66
EXTERIOR PRIMARIO	0,00	-66,25	-58,73	-68,43
INTERIOR REVESTIMIENTO	0,00	-44,18	-37,17	-46,22
EXTERIOR REVESTIMIENTO	0,00	-54,30	-21,22	-58,31
ACERO DE POSTESADO	0,00	10765,45	10817,97	10752,89

	TOTALES		
	CLAVE	RIÑONES	SOLERA
INTERIOR PRIMARIO	-51,15	-92,07	-49,66
EXTERIOR PRIMARIO	-66,25	-58,73	-68,43
INTERIOR REVESTIMIENTO	-44,18	-37,17	-46,22
EXTERIOR REVESTIMIENTO	-54,30	-21,22	-58,31
ACERO DE POSTESADO	10765,45	10817,97	10752,89

Proyecto de la red de riego del Sector I del Canal de San José (ZAMORA)

Cliente: ITACYL **FECHA: 18/05/2020 8:49:21**

DN700 MDP 7,5 y 10 atm HT 1 a 3 mts
TIPO DE TUBO : hormigón postesado con camisa revestida



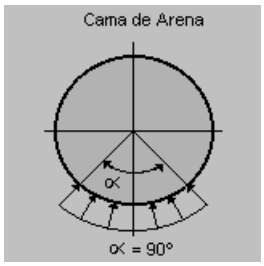
CARACTERISTICAS DEL TUBO

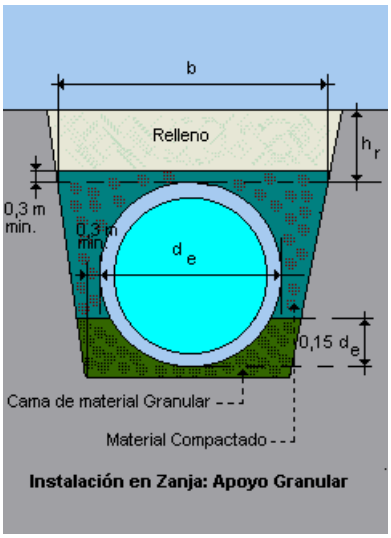
Diámetro interior	:	700 mm
Espesor	:	90 mm
Recubrimiento interior	:	60 mm
Recubrimiento exterior	:	30 mm

Densidad del material del tubo : 2,500 t/m3

DATOS DEL RELLENO Y DE LA COLOCACION

Tipo de cuna : Granular 90º
Tipo de colocación : Zanja, relleno compactado





DN700 MDP 7,5 y 10 atm HT 1 a 3 mts
DATOS DEL RELLENO Y DE LA COLOCACION (CONTINUACION)

Densidad del relleno : 1,800 t/m3
Angulo de rozamiento interno del relleno : 30º
Ancho de la zanja (b): 1,912 m
Tipo de relleno : Cohesivo, Arena Arcillosa (0,150)

DATOS DE LAS HIPOTESIS DE CALCULO

Carga : Eje de 13 Toneladas
Coeficiente de impacto : 1,30

Tierr HR	Carg de tierras (zanja)		Carg de tierras (terraplén)		Carg de tierras (adoptada)		Cargas móviles		Carga vertical total	
M	T/m2	T/m	T/m2	T/m	T/m2	T/m	T/m2	T/m	T/m2	T/m
1,00	1,7	1,5	2,3	2,0	1,7	1,5	0,0	0,0	1,7	1,5
1,00	1,7	1,5	2,3	2,0	1,7	1,5	2,8	2,5	4,5	4,0
3,00	4,3	3,8	8,5	7,5	4,3	3,8	0,5	0,4	4,8	4,2

DN700 MDP 7,5 y 10 atm HT 1 a 3 mts

CARACTERISTICAS DE POSTESADO

RADIO INTERIOR	350,0	mm
ESPESOR DEL PRIMARIO	60,0	mm
RECUBRIMIENTO INTERIOR DE LA CAMISA	60,0	mm
ESPESOR DE LA CAMISA	1,50	mm
MODULO DE ELASTICIDAD ACERO CAMISA	2100000	kp/cm2
ESPESOR DEL REVESTIMIENTO	30,0	mm
FCK PRIMARIO AL ZUNCHAR	400	kp/cm2
FCK PRIMARIO FINAL	450	kp/cm2
FCT,K PRIMARIO FINAL	27	kp/cm2
FCK REVESTIMIENTO	350	kp/cm2
FCT,K REVESTIMIENTO	22,45	kp/cm2
COEFICIENTE DE FLUENCIA PRIMARIO	1,50	
COEFICIENTE DE FLUENCIA REVESTIMIENTO	0,75	
COEFICIENTE RETRACCION PRIMARIO	0,00020	
COEFICIENTE RETRACCION REVESTIMIENTO	0,00030	
TENSION DE ROTURA DEL ACERO DE POSTESAR	18000	kp/cm2
MODULO DE ELASTICIDAD ACERO DE POSTESAR	2000000	kp/cm2
RELAJACION FINAL	2,00	%
TENSION DE TESADO	13500,00	kp/cm2

DN700 MDP 7,5 y 10 atm HT 1 a 3 mts **HR= 1,000 m**

di (mm)	de (mm)	GAMMAH (t/m3)	GAMMAT (t/m3)	LAMBDA	Q (t/m2)	CUNA	
700	880	2,500	1,800	0,333	4,492	Granular	90º

HIPOTESIS Peso propio

SECCION	MOMENTO (m.t)	AXIL (t)
CLAVE	0,014	0,025
RIÑONES	-0,016	-0,140
SOLERA	0,018	-0,141

HIPOTESIS Peso del fluido

SECCION	MOMENTO (m.t)	AXIL (t)
CLAVE	0,010	0,079
RIÑONES	-0,011	0,026
SOLERA	0,013	0,087

HIPOTESIS Carga 1 metro de Tierras(total)

SECCION	MOMENTO (m.t)	AXIL (t)
CLAVE	0,046	-0,254
RIÑONES	-0,049	-0,808
SOLERA	0,052	-0,667

HIPOTESIS Esfuerzos por Carga vertical pura por tierras

SECCION	MOMENTO (m.t)	AXIL (t)
CLAVE	0,072	0,045
RIÑONES	-0,074	-0,733
SOLERA	0,077	-0,349

DN700 MDP 7,5 y 10 atm HT 1 a 3 mts **HR= 1,000 m**

HIPOTESIS Carga Móvil

SECCION	MOMENTO (m.t)	AXIL (t)
CLAVE	0,122	0,077
RIÑONES	-0,126	-1,243
SOLERA	0,131	-0,592

HIPOTESIS Empuje lateral con carga móvil

SECCION	MOMENTO (m.t)	AXIL (t)
CLAVE	-0,066	-0,726
RIÑONES	0,067	0,000
SOLERA	-0,066	-0,568

HIPOTESIS Empuje Lateral sin carga móvil

SECCION	MOMENTO (m.t)	AXIL (t)
CLAVE	-0,030	-0,313
RIÑONES	0,031	0,000
SOLERA	-0,031	-0,274

HIPOTESIS Carga de tímpanos

SECCION	MOMENTO (m.t)	AXIL (t)
CLAVE	0,004	0,014
RIÑONES	-0,006	-0,075
SOLERA	0,006	-0,045

DN700 MDP 7,5 y 10 atm HT 1 a 3 mts **HR= 1,000 m**
CASO NUMERO 1/ 6 : DP: 7,50 at MDP: 7,50 at
PRESION NETA PRUEBA FAB.(PP): 12,01 at STP: 8,50 at
DIAMETRO DEL ALAMBRE: 5,0 mm NUMERO DE ESPIRAS POR METRO: 20

HIPOTESIS DE CALCULO: 1.- DP + CARGAS FIJAS

PERDIDAS DE POSTESADO

ACORTAMIENTO ELASTICO	225,62 kp/cm2
RELAJACION	235,11 kp/cm2
FLUENCIA Y RETRACCION	872,14 kp/cm2

TENSIONES

RESIDUAL EN EL ACERO DE POSTESADO	10800,00 kp/cm2

TENSIONES INICIALES EN EL PRIMARIO

INTERIOR	-86,15 kp/cm2
EXTERIOR	-73,43 kp/cm2
0.55*FCK0	-220,00 kp/cm2

TENSIONES FINALES

INTERIOR PRIMARIO	-57,30 kp/cm2
EXTERIOR PRIMARIO	-48,84 kp/cm2
INTERIOR REVESTIMIENTO	-27,21 kp/cm2
EXTERIOR REVESTIMIENTO	-25,32 kp/cm2

ESFUERZOS DE OVALIZACION

	CLAVE	RIÑONES	SOLERA
M kp.cm/cm	69,11	-75,98	83,55
N kp/cm	-1,50	-9,21	-7,22

TENSIONES kp/cm2

INTERIOR PRIMARIO	5,05	-6,67	5,54
EXTERIOR PRIMARIO	-1,77	0,83	-2,71
INTERIOR REVESTIMIENTO	-1,66	0,77	-2,52
EXTERIOR REVESTIMIENTO	-4,84	4,27	-6,37
ACERO DE POSTESADO	-10,97	6,07	-16,25

T E N S I O N E S (kp/cm2)

	PRESION	OVALIZACION + POSTESADO FINAL		
		CLAVE	RIÑONES	SOLERA
INTERIOR PRIMARIO	31,24	-52,25	-63,97	-51,76
EXTERIOR PRIMARIO	25,52	-50,62	-48,02	-51,55
INTERIOR REVESTIMIENTO	23,81	-28,86	-26,43	-29,73
EXTERIOR REVESTIMIENTO	22,15	-30,15	-21,05	-31,69
ACERO DE POSTESADO	136,08	10789,03	10806,07	10783,75

	TOTALES		
	CLAVE	RIÑONES	SOLERA
INTERIOR PRIMARIO	-21,01	-32,73	-20,52
EXTERIOR PRIMARIO	-25,09	-22,49	-26,02
INTERIOR REVESTIMIENTO	-5,05	-2,63	-5,92
EXTERIOR REVESTIMIENTO	-8,00	1,10	-9,53
ACERO DE POSTESADO	10925,10	10942,15	10919,82

DN700 MDP 7,5 y 10 atm HT 1 a 3 mts **HR= 1,000 m**
CASO NUMERO 1/ 6 : DP: 7,50 at MDP: 7,50 at
PRESION NETA PRUEBA FAB.(PP): 12,01 at STP: 8,50 at
DIAMETRO DEL ALAMBRE: 5,0 mm NUMERO DE ESPIRAS POR METRO: 20

HIPOTESIS DE CALCULO: 2.- (MDP+0.1 MPa) + CARGAS FIJAS

PERDIDAS DE POSTESADO

ACORTAMIENTO ELASTICO	225,62 kp/cm2
RELAJACION	235,11 kp/cm2
FLUENCIA Y RETRACCION	872,14 kp/cm2

TENSIONES

RESIDUAL EN EL ACERO DE POSTESADO	10800,00 kp/cm2

TENSIONES INICIALES EN EL PRIMARIO

INTERIOR	-86,15 kp/cm2
EXTERIOR	-73,43 kp/cm2
0.55*FCK0	-220,00 kp/cm2

TENSIONES FINALES

INTERIOR PRIMARIO	-57,30 kp/cm2
EXTERIOR PRIMARIO	-48,84 kp/cm2
INTERIOR REVESTIMIENTO	-27,21 kp/cm2
EXTERIOR REVESTIMIENTO	-25,32 kp/cm2

ESFUERZOS DE OVALIZACION

	CLAVE	RIÑONES	SOLERA
M kp.cm/cm	69,11	-75,98	83,55
N kp/cm	-1,50	-9,21	-7,22

TENSIONES kp/cm2

INTERIOR PRIMARIO	5,05	-6,67	5,54
EXTERIOR PRIMARIO	-1,77	0,83	-2,71
INTERIOR REVESTIMIENTO	-1,66	0,77	-2,52
EXTERIOR REVESTIMIENTO	-4,84	4,27	-6,37
ACERO DE POSTESADO	-10,97	6,07	-16,25

T E N S I O N E S (kp/cm2)

	PRESION	OVALIZACION + POSTESADO FINAL		
		CLAVE	RIÑONES	SOLERA
INTERIOR PRIMARIO	35,41	-52,25	-63,97	-51,76
EXTERIOR PRIMARIO	28,93	-50,62	-48,02	-51,55
INTERIOR REVESTIMIENTO	26,98	-28,86	-26,43	-29,73
EXTERIOR REVESTIMIENTO	25,11	-30,15	-21,05	-31,69
ACERO DE POSTESADO	154,22	10789,03	10806,07	10783,75

	TOTALES		
	CLAVE	RIÑONES	SOLERA
INTERIOR PRIMARIO	-16,84	-28,56	-16,35
EXTERIOR PRIMARIO	-21,69	-19,09	-22,62
INTERIOR REVESTIMIENTO	-1,88	0,55	-2,75
EXTERIOR REVESTIMIENTO	-5,05	4,06	-6,58
ACERO DE POSTESADO	10943,24	10960,29	10937,97

DN700 MDP 7,5 y 10 atm HT 1 a 3 mts **HR= 1,000 m**
CASO NUMERO 1/ 6 : DP: 7,50 at MDP: 7,50 at
PRESION NETA PRUEBA FAB.(PP): 12,01 at STP: 8,50 at
DIAMETRO DEL ALAMBRE: 5,0 mm NUMERO DE ESPIRAS POR METRO: 20

HIPOTESIS DE CALCULO: 3.- DP + CARGAS FIJAS + MOVILES

PERDIDAS DE POSTESADO

ACORTAMIENTO ELASTICO	225,62 kp/cm2
RELAJACION	235,11 kp/cm2
FLUENCIA Y RETRACCION	872,14 kp/cm2

TENSIONES

RESIDUAL EN EL ACERO DE POSTESADO	10800,00 kp/cm2

TENSIONES INICIALES EN EL PRIMARIO

INTERIOR	-86,15 kp/cm2
EXTERIOR	-73,43 kp/cm2
0.55*FCK0	-220,00 kp/cm2

TENSIONES FINALES

INTERIOR PRIMARIO	-57,30 kp/cm2
EXTERIOR PRIMARIO	-48,84 kp/cm2
INTERIOR REVESTIMIENTO	-27,21 kp/cm2
EXTERIOR REVESTIMIENTO	-25,32 kp/cm2

ESFUERZOS DE OVALIZACION

	CLAVE	RIÑONES	SOLERA
M kp.cm/cm	154,73	-166,25	180,03
N kp/cm	-4,86	-21,65	-16,08

TENSIONES kp/cm2

INTERIOR PRIMARIO	11,14	-14,75	11,88
EXTERIOR PRIMARIO	-4,13	1,65	-5,88
INTERIOR REVESTIMIENTO	-3,85	1,54	-5,49
EXTERIOR REVESTIMIENTO	-10,97	9,19	-13,77
ACERO DE POSTESADO	-25,41	12,47	-35,31

T E N S I O N E S (kp/cm2)

	PRESION	OVALIZACION + POSTESADO FINAL		
		CLAVE	RIÑONES	SOLERA
INTERIOR PRIMARIO	31,24	-46,16	-72,05	-45,42
EXTERIOR PRIMARIO	25,52	-52,97	-47,19	-54,73
INTERIOR REVESTIMIENTO	23,81	-31,06	-25,66	-32,69
EXTERIOR REVESTIMIENTO	22,15	-36,29	-16,12	-39,09
ACERO DE POSTESADO	136,08	10774,59	10812,47	10764,69

	TOTALES		
	CLAVE	RIÑONES	SOLERA
INTERIOR PRIMARIO	-14,92	-40,81	-14,17
EXTERIOR PRIMARIO	-27,45	-21,66	-29,20
INTERIOR REVESTIMIENTO	-7,25	-1,86	-8,89
EXTERIOR REVESTIMIENTO	-14,14	6,03	-16,94
ACERO DE POSTESADO	10910,67	10948,54	10900,76

DN700 MDP 7,5 y 10 atm HT 1 a 3 mts **HR= 1,000 m**
CASO NUMERO 1/ 6 : DP: 7,50 at MDP: 7,50 at
PRESION NETA PRUEBA FAB.(PP): 12,01 at STP: 8,50 at
DIAMETRO DEL ALAMBRE: 5,0 mm NUMERO DE ESPIRAS POR METRO: 20

HIPOTESIS DE CALCULO: 4.- MDP + Peso propio + Peso de agua

PERDIDAS DE POSTESADO

ACORTAMIENTO ELASTICO	225,62 kp/cm2
RELAJACION	235,11 kp/cm2
FLUENCIA Y RETRACCION	872,14 kp/cm2

TENSIONES

RESIDUAL EN EL ACERO DE POSTESADO	10800,00 kp/cm2

TENSIONES INICIALES EN EL PRIMARIO

INTERIOR	-86,15 kp/cm2
EXTERIOR	-73,43 kp/cm2
0.55*FCK0	-220,00 kp/cm2

TENSIONES FINALES

INTERIOR PRIMARIO	-57,30 kp/cm2
EXTERIOR PRIMARIO	-48,84 kp/cm2
INTERIOR REVESTIMIENTO	-27,21 kp/cm2
EXTERIOR REVESTIMIENTO	-25,32 kp/cm2

ESFUERZOS DE OVALIZACION

	CLAVE	RIÑONES	SOLERA
M kp.cm/cm	23,48	-27,29	31,07
N kp/cm	1,04	-1,13	-0,54

TENSIONES kp/cm2

INTERIOR PRIMARIO	1,87	-2,17	2,28
EXTERIOR PRIMARIO	-0,44	0,52	-0,78
INTERIOR REVESTIMIENTO	-0,41	0,49	-0,73
EXTERIOR REVESTIMIENTO	-1,49	1,74	-2,16
ACERO DE POSTESADO	-2,87	3,38	-4,86

T E N S I O N E S (kp/cm2)

	PRESION	OVALIZACION + POSTESADO FINAL		
		CLAVE	RIÑONES	SOLERA
INTERIOR PRIMARIO	31,24	-55,42	-59,47	-55,02
EXTERIOR PRIMARIO	25,52	-49,29	-48,32	-49,63
INTERIOR REVESTIMIENTO	23,81	-27,62	-26,72	-27,94
EXTERIOR REVESTIMIENTO	22,15	-26,81	-23,58	-27,48
ACERO DE POSTESADO	136,08	10797,13	10803,38	10795,14

	TOTALES		
	CLAVE	RIÑONES	SOLERA
INTERIOR PRIMARIO	-24,18	-28,23	-23,78
EXTERIOR PRIMARIO	-23,76	-22,80	-24,10
INTERIOR REVESTIMIENTO	-3,81	-2,91	-4,13
EXTERIOR REVESTIMIENTO	-4,66	-1,42	-5,33
ACERO DE POSTESADO	10933,20	10939,46	10931,21

DN700 MDP 7,5 y 10 atm HT 1 a 3 mts **HR= 1,000 m**
CASO NUMERO 1/ 6 : DP: 7,50 at MDP: 7,50 at
PRESION NETA PRUEBA FAB.(PP): 12,01 at STP: 8,50 at
DIAMETRO DEL ALAMBRE: 5,0 mm NUMERO DE ESPIRAS POR METRO: 20

HIPOTESIS DE CALCULO: 5.- PPRUEBARED(STP) + 1m TIERRAS

PERDIDAS DE POSTESADO

ACORTAMIENTO ELASTICO	225,62 kp/cm2
RELAJACION	235,11 kp/cm2
FLUENCIA Y RETRACCION	872,14 kp/cm2

TENSIONES

RESIDUAL EN EL ACERO DE POSTESADO	10800,00 kp/cm2

TENSIONES INICIALES EN EL PRIMARIO

INTERIOR	-86,15 kp/cm2
EXTERIOR	-73,43 kp/cm2
0.55*FCK0	-220,00 kp/cm2

TENSIONES FINALES

INTERIOR PRIMARIO	-57,30 kp/cm2
EXTERIOR PRIMARIO	-48,84 kp/cm2
INTERIOR REVESTIMIENTO	-27,21 kp/cm2
EXTERIOR REVESTIMIENTO	-25,32 kp/cm2

ESFUERZOS DE OVALIZACION

	CLAVE	RIÑONES	SOLERA
M kp.cm/cm	69,11	-75,98	83,55
N kp/cm	-1,50	-9,21	-7,22

TENSIONES kp/cm2

INTERIOR PRIMARIO	5,05	-6,67	5,54
EXTERIOR PRIMARIO	-1,77	0,83	-2,71
INTERIOR REVESTIMIENTO	-1,66	0,77	-2,52
EXTERIOR REVESTIMIENTO	-4,84	4,27	-6,37
ACERO DE POSTESADO	-10,97	6,07	-16,25

T E N S I O N E S (kp/cm2)

	PRESION	OVALIZACION + POSTESADO FINAL		
		CLAVE	RIÑONES	SOLERA
INTERIOR PRIMARIO	35,41	-52,25	-63,97	-51,76
EXTERIOR PRIMARIO	28,93	-50,62	-48,02	-51,55
INTERIOR REVESTIMIENTO	26,98	-28,86	-26,43	-29,73
EXTERIOR REVESTIMIENTO	25,11	-30,15	-21,05	-31,69
ACERO DE POSTESADO	154,22	10789,03	10806,07	10783,75

	TOTALES		
	CLAVE	RIÑONES	SOLERA
INTERIOR PRIMARIO	-16,84	-28,56	-16,35
EXTERIOR PRIMARIO	-21,69	-19,09	-22,62
INTERIOR REVESTIMIENTO	-1,88	0,55	-2,75
EXTERIOR REVESTIMIENTO	-5,05	4,06	-6,58
ACERO DE POSTESADO	10943,24	10960,29	10937,97

DN700 MDP 7,5 y 10 atm HT 1 a 3 mts **HR= 1,000 m**
CASO NUMERO 1/ 6 : DP: 7,50 at MDP: 7,50 at
PRESION NETA PRUEBA FAB.(PP): 12,01 at STP: 8,50 at
DIAMETRO DEL ALAMBRE: 5,0 mm NUMERO DE ESPIRAS POR METRO: 20

HIPOTESIS DE CALCULO: 6.- CARGAS FIJAS + MOVILES, Sin Pres

PERDIDAS DE POSTESADO

ACORTAMIENTO ELASTICO	225,62 kp/cm2
RELAJACION	235,11 kp/cm2
FLUENCIA Y RETRACCION	872,14 kp/cm2

TENSIONES

RESIDUAL EN EL ACERO DE POSTESADO	10800,00 kp/cm2

TENSIONES INICIALES EN EL PRIMARIO

INTERIOR	-86,15 kp/cm2
EXTERIOR	-73,43 kp/cm2
0.55*FCK0	-220,00 kp/cm2

TENSIONES FINALES

INTERIOR PRIMARIO	-57,30 kp/cm2
EXTERIOR PRIMARIO	-48,84 kp/cm2
INTERIOR REVESTIMIENTO	-27,21 kp/cm2
EXTERIOR REVESTIMIENTO	-25,32 kp/cm2

ESFUERZOS DE OVALIZACION

	CLAVE	RIÑONES	SOLERA
M kp.cm/cm	154,73	-166,25	180,03
N kp/cm	-4,86	-21,65	-16,08

TENSIONES kp/cm2

INTERIOR PRIMARIO	11,14	-14,75	11,88
EXTERIOR PRIMARIO	-4,13	1,65	-5,88
INTERIOR REVESTIMIENTO	-3,85	1,54	-5,49
EXTERIOR REVESTIMIENTO	-10,97	9,19	-13,77
ACERO DE POSTESADO	-25,41	12,47	-35,31

T E N S I O N E S (kp/cm2)

	PRESION	OVALIZACION + POSTESADO FINAL		
		CLAVE	RIÑONES	SOLERA
INTERIOR PRIMARIO	0,00	-46,16	-72,05	-45,42
EXTERIOR PRIMARIO	0,00	-52,97	-47,19	-54,73
INTERIOR REVESTIMIENTO	0,00	-31,06	-25,66	-32,69
EXTERIOR REVESTIMIENTO	0,00	-36,29	-16,12	-39,09
ACERO DE POSTESADO	0,00	10774,59	10812,47	10764,69

	TOTALES		
	CLAVE	RIÑONES	SOLERA
INTERIOR PRIMARIO	-46,16	-72,05	-45,42
EXTERIOR PRIMARIO	-52,97	-47,19	-54,73
INTERIOR REVESTIMIENTO	-31,06	-25,66	-32,69
EXTERIOR REVESTIMIENTO	-36,29	-16,12	-39,09
ACERO DE POSTESADO	10774,59	10812,47	10764,69

DN700 MDP 7,5 y 10 atm HT 1 a 3 mts **HR= 1,000 m**
CASO NUMERO 2/ 6 : DP: 9,00 at MDP: 10,00 at
PRESION NETA PRUEBA FAB.(PP): 12,01 at STP: 11,00 at
DIAMETRO DEL ALAMBRE: 5,0 mm NUMERO DE ESPIRAS POR METRO: 20

HIPOTESIS DE CALCULO: 1.- DP + CARGAS FIJAS

PERDIDAS DE POSTESADO

ACORTAMIENTO ELASTICO	225,62 kp/cm2
RELAJACION	235,11 kp/cm2
FLUENCIA Y RETRACCION	872,14 kp/cm2

TENSIONES

RESIDUAL EN EL ACERO DE POSTESADO	10800,00 kp/cm2

TENSIONES INICIALES EN EL PRIMARIO

INTERIOR	-86,15 kp/cm2
EXTERIOR	-73,43 kp/cm2
0.55*FCK0	-220,00 kp/cm2

TENSIONES FINALES

INTERIOR PRIMARIO	-57,30 kp/cm2
EXTERIOR PRIMARIO	-48,84 kp/cm2
INTERIOR REVESTIMIENTO	-27,21 kp/cm2
EXTERIOR REVESTIMIENTO	-25,32 kp/cm2

ESFUERZOS DE OVALIZACION

	CLAVE	RIÑONES	SOLERA
M kp.cm/cm	69,11	-75,98	83,55
N kp/cm	-1,50	-9,21	-7,22

TENSIONES kp/cm2

INTERIOR PRIMARIO	5,05	-6,67	5,54
EXTERIOR PRIMARIO	-1,77	0,83	-2,71
INTERIOR REVESTIMIENTO	-1,66	0,77	-2,52
EXTERIOR REVESTIMIENTO	-4,84	4,27	-6,37
ACERO DE POSTESADO	-10,97	6,07	-16,25

T E N S I O N E S (kp/cm2)

	PRESION	OVALIZACION + POSTESADO FINAL		
		CLAVE	RIÑONES	SOLERA
INTERIOR PRIMARIO	37,49	-52,25	-63,97	-51,76
EXTERIOR PRIMARIO	30,63	-50,62	-48,02	-51,55
INTERIOR REVESTIMIENTO	28,57	-28,86	-26,43	-29,73
EXTERIOR REVESTIMIENTO	26,59	-30,15	-21,05	-31,69
ACERO DE POSTESADO	163,29	10789,03	10806,07	10783,75

	TOTALES		
	CLAVE	RIÑONES	SOLERA
INTERIOR PRIMARIO	-14,76	-26,48	-14,27
EXTERIOR PRIMARIO	-19,99	-17,39	-20,92
INTERIOR REVESTIMIENTO	-0,29	2,13	-1,16
EXTERIOR REVESTIMIENTO	-3,57	5,54	-5,10
ACERO DE POSTESADO	10952,32	10969,36	10947,04

DN700 MDP 7,5 y 10 atm HT 1 a 3 mts **HR= 1,000 m**
CASO NUMERO 2/ 6 : DP: 9,00 at MDP: 10,00 at
PRESION NETA PRUEBA FAB.(PP): 12,01 at STP: 11,00 at
DIAMETRO DEL ALAMBRE: 5,0 mm NUMERO DE ESPIRAS POR METRO: 20

HIPOTESIS DE CALCULO: 2.- (MDP+0.1 MPa) + CARGAS FIJAS

PERDIDAS DE POSTESADO

ACORTAMIENTO ELASTICO	225,62 kp/cm2
RELAJACION	235,11 kp/cm2
FLUENCIA Y RETRACCION	872,14 kp/cm2

TENSIONES

RESIDUAL EN EL ACERO DE POSTESADO	10800,00 kp/cm2

TENSIONES INICIALES EN EL PRIMARIO

INTERIOR	-86,15 kp/cm2
EXTERIOR	-73,43 kp/cm2
0.55*FCK0	-220,00 kp/cm2

TENSIONES FINALES

INTERIOR PRIMARIO	-57,30 kp/cm2
EXTERIOR PRIMARIO	-48,84 kp/cm2
INTERIOR REVESTIMIENTO	-27,21 kp/cm2
EXTERIOR REVESTIMIENTO	-25,32 kp/cm2

ESFUERZOS DE OVALIZACION

	CLAVE	RIÑONES	SOLERA
M kp.cm/cm	69,11	-75,98	83,55
N kp/cm	-1,50	-9,21	-7,22

TENSIONES kp/cm2

INTERIOR PRIMARIO	5,05	-6,67	5,54
EXTERIOR PRIMARIO	-1,77	0,83	-2,71
INTERIOR REVESTIMIENTO	-1,66	0,77	-2,52
EXTERIOR REVESTIMIENTO	-4,84	4,27	-6,37
ACERO DE POSTESADO	-10,97	6,07	-16,25

T E N S I O N E S (kp/cm2)

	PRESION	OVALIZACION + POSTESADO FINAL		
		CLAVE	RIÑONES	SOLERA
INTERIOR PRIMARIO	45,82	-52,25	-63,97	-51,76
EXTERIOR PRIMARIO	37,44	-50,62	-48,02	-51,55
INTERIOR REVESTIMIENTO	34,92	-28,86	-26,43	-29,73
EXTERIOR REVESTIMIENTO	32,49	-30,15	-21,05	-31,69
ACERO DE POSTESADO	199,58	10789,03	10806,07	10783,75

	TOTALES		
	CLAVE	RIÑONES	SOLERA
INTERIOR PRIMARIO	-6,43	-18,15	-5,94
EXTERIOR PRIMARIO	-13,18	-10,58	-14,11
INTERIOR REVESTIMIENTO	6,06	8,48	5,19
EXTERIOR REVESTIMIENTO	2,34	11,44	0,81
ACERO DE POSTESADO	10988,60	11005,65	10983,32

DN700 MDP 7,5 y 10 atm HT 1 a 3 mts **HR= 1,000 m**
CASO NUMERO 2/ 6 : DP: 9,00 at MDP: 10,00 at
PRESION NETA PRUEBA FAB.(PP): 12,01 at STP: 11,00 at
DIAMETRO DEL ALAMBRE: 5,0 mm NUMERO DE ESPIRAS POR METRO: 20

HIPOTESIS DE CALCULO: 3.- DP + CARGAS FIJAS + MOVILES

PERDIDAS DE POSTESADO

ACORTAMIENTO ELASTICO	225,62 kp/cm2
RELAJACION	235,11 kp/cm2
FLUENCIA Y RETRACCION	872,14 kp/cm2

TENSIONES

RESIDUAL EN EL ACERO DE POSTESADO	10800,00 kp/cm2

TENSIONES INICIALES EN EL PRIMARIO

INTERIOR	-86,15 kp/cm2
EXTERIOR	-73,43 kp/cm2
0.55*FCK0	-220,00 kp/cm2

TENSIONES FINALES

INTERIOR PRIMARIO	-57,30 kp/cm2
EXTERIOR PRIMARIO	-48,84 kp/cm2
INTERIOR REVESTIMIENTO	-27,21 kp/cm2
EXTERIOR REVESTIMIENTO	-25,32 kp/cm2

ESFUERZOS DE OVALIZACION

	CLAVE	RIÑONES	SOLERA
M kp.cm/cm	154,73	-166,25	180,03
N kp/cm	-4,86	-21,65	-16,08

TENSIONES kp/cm2

INTERIOR PRIMARIO	11,14	-14,75	11,88
EXTERIOR PRIMARIO	-4,13	1,65	-5,88
INTERIOR REVESTIMIENTO	-3,85	1,54	-5,49
EXTERIOR REVESTIMIENTO	-10,97	9,19	-13,77
ACERO DE POSTESADO	-25,41	12,47	-35,31

T E N S I O N E S (kp/cm2)

	PRESION	OVALIZACION + POSTESADO FINAL		
		CLAVE	RIÑONES	SOLERA
INTERIOR PRIMARIO	37,49	-46,16	-72,05	-45,42
EXTERIOR PRIMARIO	30,63	-52,97	-47,19	-54,73
INTERIOR REVESTIMIENTO	28,57	-31,06	-25,66	-32,69
EXTERIOR REVESTIMIENTO	26,59	-36,29	-16,12	-39,09
ACERO DE POSTESADO	163,29	10774,59	10812,47	10764,69

	TOTALES		
	CLAVE	RIÑONES	SOLERA
INTERIOR PRIMARIO	-8,67	-34,56	-7,93
EXTERIOR PRIMARIO	-22,34	-16,56	-24,10
INTERIOR REVESTIMIENTO	-2,49	2,90	-4,13
EXTERIOR REVESTIMIENTO	-9,71	10,46	-12,51
ACERO DE POSTESADO	10937,88	10975,76	10927,98

DN700 MDP 7,5 y 10 atm HT 1 a 3 mts **HR= 1,000 m**
CASO NUMERO 2/ 6 : DP: 9,00 at MDP: 10,00 at
PRESION NETA PRUEBA FAB.(PP): 12,01 at STP: 11,00 at
DIAMETRO DEL ALAMBRE: 5,0 mm NUMERO DE ESPIRAS POR METRO: 20

HIPOTESIS DE CALCULO: 4.- MDP + Peso propio + Peso de agua

PERDIDAS DE POSTESADO

ACORTAMIENTO ELASTICO	225,62 kp/cm2
RELAJACION	235,11 kp/cm2
FLUENCIA Y RETRACCION	872,14 kp/cm2

TENSIONES

RESIDUAL EN EL ACERO DE POSTESADO	10800,00 kp/cm2

TENSIONES INICIALES EN EL PRIMARIO

INTERIOR	-86,15 kp/cm2
EXTERIOR	-73,43 kp/cm2
0.55*FCK0	-220,00 kp/cm2

TENSIONES FINALES

INTERIOR PRIMARIO	-57,30 kp/cm2
EXTERIOR PRIMARIO	-48,84 kp/cm2
INTERIOR REVESTIMIENTO	-27,21 kp/cm2
EXTERIOR REVESTIMIENTO	-25,32 kp/cm2

ESFUERZOS DE OVALIZACION

	CLAVE	RIÑONES	SOLERA
M kp.cm/cm	23,48	-27,29	31,07
N kp/cm	1,04	-1,13	-0,54

TENSIONES kp/cm2

INTERIOR PRIMARIO	1,87	-2,17	2,28
EXTERIOR PRIMARIO	-0,44	0,52	-0,78
INTERIOR REVESTIMIENTO	-0,41	0,49	-0,73
EXTERIOR REVESTIMIENTO	-1,49	1,74	-2,16
ACERO DE POSTESADO	-2,87	3,38	-4,86

T E N S I O N E S (kp/cm2)

	PRESION	OVALIZACION + POSTESADO FINAL		
		CLAVE	RIÑONES	SOLERA
INTERIOR PRIMARIO	41,66	-55,42	-59,47	-55,02
EXTERIOR PRIMARIO	34,03	-49,29	-48,32	-49,63
INTERIOR REVESTIMIENTO	31,74	-27,62	-26,72	-27,94
EXTERIOR REVESTIMIENTO	29,54	-26,81	-23,58	-27,48
ACERO DE POSTESADO	181,43	10797,13	10803,38	10795,14

	TOTALES		
	CLAVE	RIÑONES	SOLERA
INTERIOR PRIMARIO	-13,77	-17,81	-13,36
EXTERIOR PRIMARIO	-15,25	-14,29	-15,59
INTERIOR REVESTIMIENTO	4,12	5,02	3,80
EXTERIOR REVESTIMIENTO	2,73	5,96	2,06
ACERO DE POSTESADO	10978,56	10984,82	10976,57

DN700 MDP 7,5 y 10 atm HT 1 a 3 mts **HR= 1,000 m**
CASO NUMERO 2/ 6 : DP: 9,00 at MDP: 10,00 at
PRESION NETA PRUEBA FAB.(PP): 12,01 at STP: 11,00 at
DIAMETRO DEL ALAMBRE: 5,0 mm NUMERO DE ESPIRAS POR METRO: 20

HIPOTESIS DE CALCULO: 5.- PPRUEBARED(STP) + 1m TIERRAS

PERDIDAS DE POSTESADO

ACORTAMIENTO ELASTICO	225,62 kp/cm2
RELAJACION	235,11 kp/cm2
FLUENCIA Y RETRACCION	872,14 kp/cm2

TENSIONES

RESIDUAL EN EL ACERO DE POSTESADO	10800,00 kp/cm2

TENSIONES INICIALES EN EL PRIMARIO

INTERIOR	-86,15 kp/cm2
EXTERIOR	-73,43 kp/cm2
0.55*FCK0	-220,00 kp/cm2

TENSIONES FINALES

INTERIOR PRIMARIO	-57,30 kp/cm2
EXTERIOR PRIMARIO	-48,84 kp/cm2
INTERIOR REVESTIMIENTO	-27,21 kp/cm2
EXTERIOR REVESTIMIENTO	-25,32 kp/cm2

ESFUERZOS DE OVALIZACION

	CLAVE	RIÑONES	SOLERA
M kp.cm/cm	69,11	-75,98	83,55
N kp/cm	-1,50	-9,21	-7,22

TENSIONES kp/cm2

INTERIOR PRIMARIO	5,05	-6,67	5,54
EXTERIOR PRIMARIO	-1,77	0,83	-2,71
INTERIOR REVESTIMIENTO	-1,66	0,77	-2,52
EXTERIOR REVESTIMIENTO	-4,84	4,27	-6,37
ACERO DE POSTESADO	-10,97	6,07	-16,25

T E N S I O N E S (kp/cm2)

	PRESION	OVALIZACION + POSTESADO FINAL		
		CLAVE	RIÑONES	SOLERA
INTERIOR PRIMARIO	45,82	-52,25	-63,97	-51,76
EXTERIOR PRIMARIO	37,44	-50,62	-48,02	-51,55
INTERIOR REVESTIMIENTO	34,92	-28,86	-26,43	-29,73
EXTERIOR REVESTIMIENTO	32,49	-30,15	-21,05	-31,69
ACERO DE POSTESADO	199,58	10789,03	10806,07	10783,75

	TOTALES		
	CLAVE	RIÑONES	SOLERA
INTERIOR PRIMARIO	-6,43	-18,15	-5,94
EXTERIOR PRIMARIO	-13,18	-10,58	-14,11
INTERIOR REVESTIMIENTO	6,06	8,48	5,19
EXTERIOR REVESTIMIENTO	2,34	11,44	0,81
ACERO DE POSTESADO	10988,60	11005,65	10983,32

DN700 MDP 7,5 y 10 atm HT 1 a 3 mts **HR= 1,000 m**
CASO NUMERO 2/ 6 : DP: 9,00 at MDP: 10,00 at
PRESION NETA PRUEBA FAB.(PP): 12,01 at STP: 11,00 at
DIAMETRO DEL ALAMBRE: 5,0 mm NUMERO DE ESPIRAS POR METRO: 20

HIPOTESIS DE CALCULO: 6.- CARGAS FIJAS + MOVILES, Sin Pres

PERDIDAS DE POSTESADO

ACORTAMIENTO ELASTICO	225,62 kp/cm2
RELAJACION	235,11 kp/cm2
FLUENCIA Y RETRACCION	872,14 kp/cm2

TENSIONES

RESIDUAL EN EL ACERO DE POSTESADO	10800,00 kp/cm2

TENSIONES INICIALES EN EL PRIMARIO

INTERIOR	-86,15 kp/cm2
EXTERIOR	-73,43 kp/cm2
0.55*FCK0	-220,00 kp/cm2

TENSIONES FINALES

INTERIOR PRIMARIO	-57,30 kp/cm2
EXTERIOR PRIMARIO	-48,84 kp/cm2
INTERIOR REVESTIMIENTO	-27,21 kp/cm2
EXTERIOR REVESTIMIENTO	-25,32 kp/cm2

ESFUERZOS DE OVALIZACION

	CLAVE	RIÑONES	SOLERA
M kp.cm/cm	154,73	-166,25	180,03
N kp/cm	-4,86	-21,65	-16,08

TENSIONES kp/cm2

INTERIOR PRIMARIO	11,14	-14,75	11,88
EXTERIOR PRIMARIO	-4,13	1,65	-5,88
INTERIOR REVESTIMIENTO	-3,85	1,54	-5,49
EXTERIOR REVESTIMIENTO	-10,97	9,19	-13,77
ACERO DE POSTESADO	-25,41	12,47	-35,31

T E N S I O N E S (kp/cm2)

	PRESION	OVALIZACION + POSTESADO FINAL		
		CLAVE	RIÑONES	SOLERA
INTERIOR PRIMARIO	0,00	-46,16	-72,05	-45,42
EXTERIOR PRIMARIO	0,00	-52,97	-47,19	-54,73
INTERIOR REVESTIMIENTO	0,00	-31,06	-25,66	-32,69
EXTERIOR REVESTIMIENTO	0,00	-36,29	-16,12	-39,09
ACERO DE POSTESADO	0,00	10774,59	10812,47	10764,69

	TOTALES		
	CLAVE	RIÑONES	SOLERA
INTERIOR PRIMARIO	-46,16	-72,05	-45,42
EXTERIOR PRIMARIO	-52,97	-47,19	-54,73
INTERIOR REVESTIMIENTO	-31,06	-25,66	-32,69
EXTERIOR REVESTIMIENTO	-36,29	-16,12	-39,09
ACERO DE POSTESADO	10774,59	10812,47	10764,69

DN700 MDP 7,5 y 10 atm HT 1 a 3 mts **HR= 3,000 m**

di (mm)	de (mm)	GAMMAH (t/m3)	GAMMAT (t/m3)	LAMBDA	Q (t/m2)	CUNA	
700	880	2,500	1,800	0,333	4,804	Granular	90º

HIPOTESIS Peso propio

SECCION	MOMENTO (m.t)	AXIL (t)
CLAVE	0,014	0,025
RIÑONES	-0,016	-0,140
SOLERA	0,018	-0,141

HIPOTESIS Peso del fluido

SECCION	MOMENTO (m.t)	AXIL (t)
CLAVE	0,010	0,079
RIÑONES	-0,011	0,026
SOLERA	0,013	0,087

HIPOTESIS Carga 1 metro de Tierras(total)

SECCION	MOMENTO (m.t)	AXIL (t)
CLAVE	0,046	-0,254
RIÑONES	-0,049	-0,808
SOLERA	0,052	-0,667

HIPOTESIS Esfuerzos por Carga vertical pura por tierras

SECCION	MOMENTO (m.t)	AXIL (t)
CLAVE	0,185	0,117
RIÑONES	-0,193	-1,895
SOLERA	0,200	-0,902

DN700 MDP 7,5 y 10 atm HT 1 a 3 mts **HR= 3,000 m**

HIPOTESIS Carga Móvil

SECCION	MOMENTO (m.t)	AXIL (t)
CLAVE	0,021	0,014
RIÑONES	-0,022	-0,219
SOLERA	0,023	-0,104

HIPOTESIS Empuje lateral con carga móvil

SECCION	MOMENTO (m.t)	AXIL (t)
CLAVE	-0,070	-0,772
RIÑONES	0,071	0,000
SOLERA	-0,069	-0,600

HIPOTESIS Empuje Lateral sin carga móvil

SECCION	MOMENTO (m.t)	AXIL (t)
CLAVE	-0,064	-0,699
RIÑONES	0,065	0,000
SOLERA	-0,063	-0,548

HIPOTESIS Carga de tímpanos

SECCION	MOMENTO (m.t)	AXIL (t)
CLAVE	0,004	0,014
RIÑONES	-0,006	-0,075
SOLERA	0,006	-0,045

DN700 MDP 7,5 y 10 atm HT 1 a 3 mts **HR= 3,000 m**
CASO NUMERO 1/ 6 : DP: 7,50 at MDP: 7,50 at
PRESION NETA PRUEBA FAB.(PP): 12,01 at STP: 8,50 at
DIAMETRO DEL ALAMBRE: 5,0 mm NUMERO DE ESPIRAS POR METRO: 20

HIPOTESIS DE CALCULO: 1.- DP + CARGAS FIJAS

PERDIDAS DE POSTESADO

ACORTAMIENTO ELASTICO	225,62 kp/cm2
RELAJACION	235,11 kp/cm2
FLUENCIA Y RETRACCION	872,14 kp/cm2

TENSIONES

RESIDUAL EN EL ACERO DE POSTESADO	10800,00 kp/cm2

TENSIONES INICIALES EN EL PRIMARIO

INTERIOR	-86,15 kp/cm2
EXTERIOR	-73,43 kp/cm2
0.55*FCK0	-220,00 kp/cm2

TENSIONES FINALES

INTERIOR PRIMARIO	-57,30 kp/cm2
EXTERIOR PRIMARIO	-48,84 kp/cm2
INTERIOR REVESTIMIENTO	-27,21 kp/cm2
EXTERIOR REVESTIMIENTO	-25,32 kp/cm2

ESFUERZOS DE OVALIZACION

	CLAVE	RIÑONES	SOLERA
M kp.cm/cm	149,13	-160,34	173,71
N kp/cm	-4,64	-20,83	-15,50

TENSIONES kp/cm2

INTERIOR PRIMARIO	10,74	-14,22	11,47
EXTERIOR PRIMARIO	-3,98	1,60	-5,68
INTERIOR REVESTIMIENTO	-3,71	1,49	-5,29
EXTERIOR REVESTIMIENTO	-10,57	8,87	-13,29
ACERO DE POSTESADO	-24,46	12,05	-34,07

T E N S I O N E S (kp/cm2)

	PRESION	OVALIZACION + POSTESADO FINAL		
		CLAVE	RIÑONES	SOLERA
INTERIOR PRIMARIO	31,24	-46,56	-71,52	-45,83
EXTERIOR PRIMARIO	25,52	-52,82	-47,24	-54,52
INTERIOR REVESTIMIENTO	23,81	-30,91	-25,71	-32,50
EXTERIOR REVESTIMIENTO	22,15	-35,89	-16,45	-38,61
ACERO DE POSTESADO	136,08	10775,54	10812,05	10765,93

	TOTALES		
	CLAVE	RIÑONES	SOLERA
INTERIOR PRIMARIO	-15,31	-40,28	-14,59
EXTERIOR PRIMARIO	-27,29	-21,72	-28,99
INTERIOR REVESTIMIENTO	-7,11	-1,91	-8,69
EXTERIOR REVESTIMIENTO	-13,73	5,71	-16,45
ACERO DE POSTESADO	10911,61	10948,12	10902,01

DN700 MDP 7,5 y 10 atm HT 1 a 3 mts **HR= 3,000 m**
CASO NUMERO 1/ 6 : DP: 7,50 at MDP: 7,50 at
PRESION NETA PRUEBA FAB.(PP): 12,01 at STP: 8,50 at
DIAMETRO DEL ALAMBRE: 5,0 mm NUMERO DE ESPIRAS POR METRO: 20

HIPOTESIS DE CALCULO: 2.- (MDP+0.1 MPa) + CARGAS FIJAS

PERDIDAS DE POSTESADO

ACORTAMIENTO ELASTICO	225,62 kp/cm2
RELAJACION	235,11 kp/cm2
FLUENCIA Y RETRACCION	872,14 kp/cm2

TENSIONES

RESIDUAL EN EL ACERO DE POSTESADO	10800,00 kp/cm2

TENSIONES INICIALES EN EL PRIMARIO

INTERIOR	-86,15 kp/cm2
EXTERIOR	-73,43 kp/cm2
0.55*FCK0	-220,00 kp/cm2

TENSIONES FINALES

INTERIOR PRIMARIO	-57,30 kp/cm2
EXTERIOR PRIMARIO	-48,84 kp/cm2
INTERIOR REVESTIMIENTO	-27,21 kp/cm2
EXTERIOR REVESTIMIENTO	-25,32 kp/cm2

ESFUERZOS DE OVALIZACION

	CLAVE	RIÑONES	SOLERA
M kp.cm/cm	149,13	-160,34	173,71
N kp/cm	-4,64	-20,83	-15,50

TENSIONES kp/cm2

INTERIOR PRIMARIO	10,74	-14,22	11,47
EXTERIOR PRIMARIO	-3,98	1,60	-5,68
INTERIOR REVESTIMIENTO	-3,71	1,49	-5,29
EXTERIOR REVESTIMIENTO	-10,57	8,87	-13,29
ACERO DE POSTESADO	-24,46	12,05	-34,07

T E N S I O N E S (kp/cm2)

	PRESION	OVALIZACION + POSTESADO FINAL		
		CLAVE	RIÑONES	SOLERA
INTERIOR PRIMARIO	35,41	-46,56	-71,52	-45,83
EXTERIOR PRIMARIO	28,93	-52,82	-47,24	-54,52
INTERIOR REVESTIMIENTO	26,98	-30,91	-25,71	-32,50
EXTERIOR REVESTIMIENTO	25,11	-35,89	-16,45	-38,61
ACERO DE POSTESADO	154,22	10775,54	10812,05	10765,93

	TOTALES		
	CLAVE	RIÑONES	SOLERA
INTERIOR PRIMARIO	-11,15	-36,11	-10,42
EXTERIOR PRIMARIO	-23,89	-18,31	-25,59
INTERIOR REVESTIMIENTO	-3,93	1,27	-5,52
EXTERIOR REVESTIMIENTO	-10,78	8,66	-13,50
ACERO DE POSTESADO	10929,76	10966,27	10920,15

DN700 MDP 7,5 y 10 atm HT 1 a 3 mts **HR= 3,000 m**
CASO NUMERO 1/ 6 : DP: 7,50 at MDP: 7,50 at
PRESION NETA PRUEBA FAB.(PP): 12,01 at STP: 8,50 at
DIAMETRO DEL ALAMBRE: 5,0 mm NUMERO DE ESPIRAS POR METRO: 20

HIPOTESIS DE CALCULO: 3.- DP + CARGAS FIJAS + MOVILES

PERDIDAS DE POSTESADO

ACORTAMIENTO ELASTICO	225,62 kp/cm2
RELAJACION	235,11 kp/cm2
FLUENCIA Y RETRACCION	872,14 kp/cm2

TENSIONES

RESIDUAL EN EL ACERO DE POSTESADO	10800,00 kp/cm2

TENSIONES INICIALES EN EL PRIMARIO

INTERIOR	-86,15 kp/cm2
EXTERIOR	-73,43 kp/cm2
0.55*FCK0	-220,00 kp/cm2

TENSIONES FINALES

INTERIOR PRIMARIO	-57,30 kp/cm2
EXTERIOR PRIMARIO	-48,84 kp/cm2
INTERIOR REVESTIMIENTO	-27,21 kp/cm2
EXTERIOR REVESTIMIENTO	-25,32 kp/cm2

ESFUERZOS DE OVALIZACION

	CLAVE	RIÑONES	SOLERA
M kp.cm/cm	164,20	-176,23	190,69
N kp/cm	-5,23	-23,02	-17,06

TENSIONES kp/cm2

INTERIOR PRIMARIO	11,81	-15,64	12,58
EXTERIOR PRIMARIO	-4,39	1,75	-6,24
INTERIOR REVESTIMIENTO	-4,09	1,63	-5,82
EXTERIOR REVESTIMIENTO	-11,65	9,74	-14,59
ACERO DE POSTESADO	-27,00	13,17	-37,42

T E N S I O N E S (kp/cm2)

	PRESION	OVALIZACION + POSTESADO FINAL		
		CLAVE	RIÑONES	SOLERA
INTERIOR PRIMARIO	31,24	-45,49	-72,94	-44,72
EXTERIOR PRIMARIO	25,52	-53,23	-47,10	-55,08
INTERIOR REVESTIMIENTO	23,81	-31,30	-25,58	-33,02
EXTERIOR REVESTIMIENTO	22,15	-36,97	-15,58	-39,91
ACERO DE POSTESADO	136,08	10773,00	10813,17	10762,58

	TOTALES		
	CLAVE	RIÑONES	SOLERA
INTERIOR PRIMARIO	-14,24	-41,70	-13,47
EXTERIOR PRIMARIO	-27,71	-21,57	-29,55
INTERIOR REVESTIMIENTO	-7,49	-1,77	-9,21
EXTERIOR REVESTIMIENTO	-14,81	6,57	-17,75
ACERO DE POSTESADO	10909,07	10949,25	10898,66

DN700 MDP 7,5 y 10 atm HT 1 a 3 mts **HR= 3,000 m**
CASO NUMERO 1/ 6 : DP: 7,50 at MDP: 7,50 at
PRESION NETA PRUEBA FAB.(PP): 12,01 at STP: 8,50 at
DIAMETRO DEL ALAMBRE: 5,0 mm NUMERO DE ESPIRAS POR METRO: 20

HIPOTESIS DE CALCULO: 4.- MDP + Peso propio + Peso de agua

PERDIDAS DE POSTESADO

ACORTAMIENTO ELASTICO	225,62 kp/cm2
RELAJACION	235,11 kp/cm2
FLUENCIA Y RETRACCION	872,14 kp/cm2

TENSIONES

RESIDUAL EN EL ACERO DE POSTESADO	10800,00 kp/cm2

TENSIONES INICIALES EN EL PRIMARIO

INTERIOR	-86,15 kp/cm2
EXTERIOR	-73,43 kp/cm2
0.55*FCK0	-220,00 kp/cm2

TENSIONES FINALES

INTERIOR PRIMARIO	-57,30 kp/cm2
EXTERIOR PRIMARIO	-48,84 kp/cm2
INTERIOR REVESTIMIENTO	-27,21 kp/cm2
EXTERIOR REVESTIMIENTO	-25,32 kp/cm2

ESFUERZOS DE OVALIZACION

	CLAVE	RIÑONES	SOLERA
M kp.cm/cm	23,48	-27,29	31,07
N kp/cm	1,04	-1,13	-0,54

TENSIONES kp/cm2

INTERIOR PRIMARIO	1,87	-2,17	2,28
EXTERIOR PRIMARIO	-0,44	0,52	-0,78
INTERIOR REVESTIMIENTO	-0,41	0,49	-0,73
EXTERIOR REVESTIMIENTO	-1,49	1,74	-2,16
ACERO DE POSTESADO	-2,87	3,38	-4,86

T E N S I O N E S (kp/cm2)

	PRESION	OVALIZACION + POSTESADO FINAL		
		CLAVE	RIÑONES	SOLERA
INTERIOR PRIMARIO	31,24	-55,42	-59,47	-55,02
EXTERIOR PRIMARIO	25,52	-49,29	-48,32	-49,63
INTERIOR REVESTIMIENTO	23,81	-27,62	-26,72	-27,94
EXTERIOR REVESTIMIENTO	22,15	-26,81	-23,58	-27,48
ACERO DE POSTESADO	136,08	10797,13	10803,38	10795,14

	TOTALES		
	CLAVE	RIÑONES	SOLERA
INTERIOR PRIMARIO	-24,18	-28,23	-23,78
EXTERIOR PRIMARIO	-23,76	-22,80	-24,10
INTERIOR REVESTIMIENTO	-3,81	-2,91	-4,13
EXTERIOR REVESTIMIENTO	-4,66	-1,42	-5,33
ACERO DE POSTESADO	10933,20	10939,46	10931,21

DN700 MDP 7,5 y 10 atm HT 1 a 3 mts **HR= 3,000 m**
CASO NUMERO 1/ 6 : DP: 7,50 at MDP: 7,50 at
PRESION NETA PRUEBA FAB.(PP): 12,01 at STP: 8,50 at
DIAMETRO DEL ALAMBRE: 5,0 mm NUMERO DE ESPIRAS POR METRO: 20

HIPOTESIS DE CALCULO: 5.- PPRUEBARED(STP) + 1m TIERRAS

PERDIDAS DE POSTESADO

ACORTAMIENTO ELASTICO	225,62 kp/cm2
RELAJACION	235,11 kp/cm2
FLUENCIA Y RETRACCION	872,14 kp/cm2

TENSIONES

RESIDUAL EN EL ACERO DE POSTESADO	10800,00 kp/cm2

TENSIONES INICIALES EN EL PRIMARIO

INTERIOR	-86,15 kp/cm2
EXTERIOR	-73,43 kp/cm2
0.55*FCK0	-220,00 kp/cm2

TENSIONES FINALES

INTERIOR PRIMARIO	-57,30 kp/cm2
EXTERIOR PRIMARIO	-48,84 kp/cm2
INTERIOR REVESTIMIENTO	-27,21 kp/cm2
EXTERIOR REVESTIMIENTO	-25,32 kp/cm2

ESFUERZOS DE OVALIZACION

	CLAVE	RIÑONES	SOLERA
M kp.cm/cm	69,11	-75,98	83,55
N kp/cm	-1,50	-9,21	-7,22

TENSIONES kp/cm2

INTERIOR PRIMARIO	5,05	-6,67	5,54
EXTERIOR PRIMARIO	-1,77	0,83	-2,71
INTERIOR REVESTIMIENTO	-1,66	0,77	-2,52
EXTERIOR REVESTIMIENTO	-4,84	4,27	-6,37
ACERO DE POSTESADO	-10,97	6,07	-16,25

T E N S I O N E S (kp/cm2)

	PRESION	OVALIZACION + POSTESADO FINAL		
		CLAVE	RIÑONES	SOLERA
INTERIOR PRIMARIO	35,41	-52,25	-63,97	-51,76
EXTERIOR PRIMARIO	28,93	-50,62	-48,02	-51,55
INTERIOR REVESTIMIENTO	26,98	-28,86	-26,43	-29,73
EXTERIOR REVESTIMIENTO	25,11	-30,15	-21,05	-31,69
ACERO DE POSTESADO	154,22	10789,03	10806,07	10783,75

	TOTALES		
	CLAVE	RIÑONES	SOLERA
INTERIOR PRIMARIO	-16,84	-28,56	-16,35
EXTERIOR PRIMARIO	-21,69	-19,09	-22,62
INTERIOR REVESTIMIENTO	-1,88	0,55	-2,75
EXTERIOR REVESTIMIENTO	-5,05	4,06	-6,58
ACERO DE POSTESADO	10943,24	10960,29	10937,97

DN700 MDP 7,5 y 10 atm HT 1 a 3 mts **HR= 3,000 m**
CASO NUMERO 1/ 6 : DP: 7,50 at MDP: 7,50 at
PRESION NETA PRUEBA FAB.(PP): 12,01 at STP: 8,50 at
DIAMETRO DEL ALAMBRE: 5,0 mm NUMERO DE ESPIRAS POR METRO: 20

HIPOTESIS DE CALCULO: 6.- CARGAS FIJAS + MOVILES, Sin Pres

PERDIDAS DE POSTESADO

ACORTAMIENTO ELASTICO	225,62 kp/cm2
RELAJACION	235,11 kp/cm2
FLUENCIA Y RETRACCION	872,14 kp/cm2

TENSIONES

RESIDUAL EN EL ACERO DE POSTESADO	10800,00 kp/cm2

TENSIONES INICIALES EN EL PRIMARIO

INTERIOR	-86,15 kp/cm2
EXTERIOR	-73,43 kp/cm2
0.55*FCK0	-220,00 kp/cm2

TENSIONES FINALES

INTERIOR PRIMARIO	-57,30 kp/cm2
EXTERIOR PRIMARIO	-48,84 kp/cm2
INTERIOR REVESTIMIENTO	-27,21 kp/cm2
EXTERIOR REVESTIMIENTO	-25,32 kp/cm2

ESFUERZOS DE OVALIZACION

	CLAVE	RIÑONES	SOLERA
M kp.cm/cm	164,20	-176,23	190,69
N kp/cm	-5,23	-23,02	-17,06

TENSIONES kp/cm2

INTERIOR PRIMARIO	11,81	-15,64	12,58
EXTERIOR PRIMARIO	-4,39	1,75	-6,24
INTERIOR REVESTIMIENTO	-4,09	1,63	-5,82
EXTERIOR REVESTIMIENTO	-11,65	9,74	-14,59
ACERO DE POSTESADO	-27,00	13,17	-37,42

T E N S I O N E S (kp/cm2)

	PRESION	OVALIZACION + POSTESADO FINAL		
		CLAVE	RIÑONES	SOLERA
INTERIOR PRIMARIO	0,00	-45,49	-72,94	-44,72
EXTERIOR PRIMARIO	0,00	-53,23	-47,10	-55,08
INTERIOR REVESTIMIENTO	0,00	-31,30	-25,58	-33,02
EXTERIOR REVESTIMIENTO	0,00	-36,97	-15,58	-39,91
ACERO DE POSTESADO	0,00	10773,00	10813,17	10762,58

TOTALES

	CLAVE	RIÑONES	SOLERA
INTERIOR PRIMARIO	-45,49	-72,94	-44,72
EXTERIOR PRIMARIO	-53,23	-47,10	-55,08
INTERIOR REVESTIMIENTO	-31,30	-25,58	-33,02
EXTERIOR REVESTIMIENTO	-36,97	-15,58	-39,91
ACERO DE POSTESADO	10773,00	10813,17	10762,58

DN700 MDP 7,5 y 10 atm HT 1 a 3 mts **HR= 3,000 m**
CASO NUMERO 2/ 6 : DP: 9,00 at MDP: 10,00 at
PRESION NETA PRUEBA FAB.(PP): 12,01 at STP: 11,00 at
DIAMETRO DEL ALAMBRE: 5,0 mm NUMERO DE ESPIRAS POR METRO: 20

HIPOTESIS DE CALCULO: 1.- DP + CARGAS FIJAS

PERDIDAS DE POSTESADO

ACORTAMIENTO ELASTICO	225,62 kp/cm2
RELAJACION	235,11 kp/cm2
FLUENCIA Y RETRACCION	872,14 kp/cm2

TENSIONES

RESIDUAL EN EL ACERO DE POSTESADO	10800,00 kp/cm2

TENSIONES INICIALES EN EL PRIMARIO

INTERIOR	-86,15 kp/cm2
EXTERIOR	-73,43 kp/cm2
0.55*FCK0	-220,00 kp/cm2

TENSIONES FINALES

INTERIOR PRIMARIO	-57,30 kp/cm2
EXTERIOR PRIMARIO	-48,84 kp/cm2
INTERIOR REVESTIMIENTO	-27,21 kp/cm2
EXTERIOR REVESTIMIENTO	-25,32 kp/cm2

ESFUERZOS DE OVALIZACION

	CLAVE	RIÑONES	SOLERA
M kp.cm/cm	149,13	-160,34	173,71
N kp/cm	-4,64	-20,83	-15,50

TENSIONES kp/cm2

INTERIOR PRIMARIO	10,74	-14,22	11,47
EXTERIOR PRIMARIO	-3,98	1,60	-5,68
INTERIOR REVESTIMIENTO	-3,71	1,49	-5,29
EXTERIOR REVESTIMIENTO	-10,57	8,87	-13,29
ACERO DE POSTESADO	-24,46	12,05	-34,07

T E N S I O N E S (kp/cm2)

	PRESION	OVALIZACION + POSTESADO FINAL		
		CLAVE	RIÑONES	SOLERA
INTERIOR PRIMARIO	37,49	-46,56	-71,52	-45,83
EXTERIOR PRIMARIO	30,63	-52,82	-47,24	-54,52
INTERIOR REVESTIMIENTO	28,57	-30,91	-25,71	-32,50
EXTERIOR REVESTIMIENTO	26,59	-35,89	-16,45	-38,61
ACERO DE POSTESADO	163,29	10775,54	10812,05	10765,93

	TOTALES		
	CLAVE	RIÑONES	SOLERA
INTERIOR PRIMARIO	-9,07	-34,03	-8,34
EXTERIOR PRIMARIO	-22,19	-16,61	-23,89
INTERIOR REVESTIMIENTO	-2,35	2,85	-3,93
EXTERIOR REVESTIMIENTO	-9,30	10,14	-12,02
ACERO DE POSTESADO	10938,83	10975,34	10929,22

DN700 MDP 7,5 y 10 atm HT 1 a 3 mts **HR= 3,000 m**
CASO NUMERO 2/ 6 : DP: 9,00 at MDP: 10,00 at
PRESION NETA PRUEBA FAB.(PP): 12,01 at STP: 11,00 at
DIAMETRO DEL ALAMBRE: 5,0 mm NUMERO DE ESPIRAS POR METRO: 20

HIPOTESIS DE CALCULO: 2.- (MDP+0.1 MPa) + CARGAS FIJAS

PERDIDAS DE POSTESADO

ACORTAMIENTO ELASTICO	225,62 kp/cm2
RELAJACION	235,11 kp/cm2
FLUENCIA Y RETRACCION	872,14 kp/cm2

TENSIONES

RESIDUAL EN EL ACERO DE POSTESADO	10800,00 kp/cm2

TENSIONES INICIALES EN EL PRIMARIO

INTERIOR	-86,15 kp/cm2
EXTERIOR	-73,43 kp/cm2
0.55*FCK0	-220,00 kp/cm2

TENSIONES FINALES

INTERIOR PRIMARIO	-57,30 kp/cm2
EXTERIOR PRIMARIO	-48,84 kp/cm2
INTERIOR REVESTIMIENTO	-27,21 kp/cm2
EXTERIOR REVESTIMIENTO	-25,32 kp/cm2

ESFUERZOS DE OVALIZACION

	CLAVE	RIÑONES	SOLERA
M kp.cm/cm	149,13	-160,34	173,71
N kp/cm	-4,64	-20,83	-15,50

TENSIONES kp/cm2

INTERIOR PRIMARIO	10,74	-14,22	11,47
EXTERIOR PRIMARIO	-3,98	1,60	-5,68
INTERIOR REVESTIMIENTO	-3,71	1,49	-5,29
EXTERIOR REVESTIMIENTO	-10,57	8,87	-13,29
ACERO DE POSTESADO	-24,46	12,05	-34,07

T E N S I O N E S (kp/cm2)

	PRESION	OVALIZACION + POSTESADO FINAL		
		CLAVE	RIÑONES	SOLERA
INTERIOR PRIMARIO	45,82	-46,56	-71,52	-45,83
EXTERIOR PRIMARIO	37,44	-52,82	-47,24	-54,52
INTERIOR REVESTIMIENTO	34,92	-30,91	-25,71	-32,50
EXTERIOR REVESTIMIENTO	32,49	-35,89	-16,45	-38,61
ACERO DE POSTESADO	199,58	10775,54	10812,05	10765,93

TOTALES

	CLAVE	RIÑONES	SOLERA
INTERIOR PRIMARIO	-0,73	-25,70	-0,01
EXTERIOR PRIMARIO	-15,38	-9,81	-17,08
INTERIOR REVESTIMIENTO	4,00	9,20	2,42
EXTERIOR REVESTIMIENTO	-3,40	16,05	-6,11
ACERO DE POSTESADO	10975,12	11011,62	10965,51

DN700 MDP 7,5 y 10 atm HT 1 a 3 mts **HR= 3,000 m**
CASO NUMERO 2/ 6 : DP: 9,00 at MDP: 10,00 at
PRESION NETA PRUEBA FAB.(PP): 12,01 at STP: 11,00 at
DIAMETRO DEL ALAMBRE: 5,0 mm NUMERO DE ESPIRAS POR METRO: 20

HIPOTESIS DE CALCULO: 3.- DP + CARGAS FIJAS + MOVILES

PERDIDAS DE POSTESADO

ACORTAMIENTO ELASTICO	225,62 kp/cm2
RELAJACION	235,11 kp/cm2
FLUENCIA Y RETRACCION	872,14 kp/cm2

TENSIONES

RESIDUAL EN EL ACERO DE POSTESADO	10800,00 kp/cm2

TENSIONES INICIALES EN EL PRIMARIO

INTERIOR	-86,15 kp/cm2
EXTERIOR	-73,43 kp/cm2
0.55*FCK0	-220,00 kp/cm2

TENSIONES FINALES

INTERIOR PRIMARIO	-57,30 kp/cm2
EXTERIOR PRIMARIO	-48,84 kp/cm2
INTERIOR REVESTIMIENTO	-27,21 kp/cm2
EXTERIOR REVESTIMIENTO	-25,32 kp/cm2

ESFUERZOS DE OVALIZACION

	CLAVE	RIÑONES	SOLERA
M kp.cm/cm	164,20	-176,23	190,69
N kp/cm	-5,23	-23,02	-17,06

TENSIONES kp/cm2

INTERIOR PRIMARIO	11,81	-15,64	12,58
EXTERIOR PRIMARIO	-4,39	1,75	-6,24
INTERIOR REVESTIMIENTO	-4,09	1,63	-5,82
EXTERIOR REVESTIMIENTO	-11,65	9,74	-14,59
ACERO DE POSTESADO	-27,00	13,17	-37,42

T E N S I O N E S (kp/cm2)

	PRESION	OVALIZACION + POSTESADO FINAL		
		CLAVE	RIÑONES	SOLERA
INTERIOR PRIMARIO	37,49	-45,49	-72,94	-44,72
EXTERIOR PRIMARIO	30,63	-53,23	-47,10	-55,08
INTERIOR REVESTIMIENTO	28,57	-31,30	-25,58	-33,02
EXTERIOR REVESTIMIENTO	26,59	-36,97	-15,58	-39,91
ACERO DE POSTESADO	163,29	10773,00	10813,17	10762,58

	TOTALES		
	CLAVE	RIÑONES	SOLERA
INTERIOR PRIMARIO	-7,99	-35,45	-7,22
EXTERIOR PRIMARIO	-22,60	-16,47	-24,45
INTERIOR REVESTIMIENTO	-2,73	2,99	-4,45
EXTERIOR REVESTIMIENTO	-10,38	11,01	-13,32
ACERO DE POSTESADO	10936,29	10976,46	10925,87

DN700 MDP 7,5 y 10 atm HT 1 a 3 mts **HR= 3,000 m**
CASO NUMERO 2/ 6 : DP: 9,00 at MDP: 10,00 at
PRESION NETA PRUEBA FAB.(PP): 12,01 at STP: 11,00 at
DIAMETRO DEL ALAMBRE: 5,0 mm NUMERO DE ESPIRAS POR METRO: 20

HIPOTESIS DE CALCULO: 4.- MDP + Peso propio + Peso de agua

PERDIDAS DE POSTESADO

ACORTAMIENTO ELASTICO	225,62 kp/cm2
RELAJACION	235,11 kp/cm2
FLUENCIA Y RETRACCION	872,14 kp/cm2

TENSIONES

RESIDUAL EN EL ACERO DE POSTESADO	10800,00 kp/cm2

TENSIONES INICIALES EN EL PRIMARIO

INTERIOR	-86,15 kp/cm2
EXTERIOR	-73,43 kp/cm2
0.55*FCK0	-220,00 kp/cm2

TENSIONES FINALES

INTERIOR PRIMARIO	-57,30 kp/cm2
EXTERIOR PRIMARIO	-48,84 kp/cm2
INTERIOR REVESTIMIENTO	-27,21 kp/cm2
EXTERIOR REVESTIMIENTO	-25,32 kp/cm2

ESFUERZOS DE OVALIZACION

	CLAVE	RIÑONES	SOLERA
M kp.cm/cm	23,48	-27,29	31,07
N kp/cm	1,04	-1,13	-0,54

TENSIONES kp/cm2

INTERIOR PRIMARIO	1,87	-2,17	2,28
EXTERIOR PRIMARIO	-0,44	0,52	-0,78
INTERIOR REVESTIMIENTO	-0,41	0,49	-0,73
EXTERIOR REVESTIMIENTO	-1,49	1,74	-2,16
ACERO DE POSTESADO	-2,87	3,38	-4,86

T E N S I O N E S (kp/cm2)

	PRESION	OVALIZACION + POSTESADO FINAL		
		CLAVE	RIÑONES	SOLERA
INTERIOR PRIMARIO	41,66	-55,42	-59,47	-55,02
EXTERIOR PRIMARIO	34,03	-49,29	-48,32	-49,63
INTERIOR REVESTIMIENTO	31,74	-27,62	-26,72	-27,94
EXTERIOR REVESTIMIENTO	29,54	-26,81	-23,58	-27,48
ACERO DE POSTESADO	181,43	10797,13	10803,38	10795,14

	TOTALES		
	CLAVE	RIÑONES	SOLERA
INTERIOR PRIMARIO	-13,77	-17,81	-13,36
EXTERIOR PRIMARIO	-15,25	-14,29	-15,59
INTERIOR REVESTIMIENTO	4,12	5,02	3,80
EXTERIOR REVESTIMIENTO	2,73	5,96	2,06
ACERO DE POSTESADO	10978,56	10984,82	10976,57

DN700 MDP 7,5 y 10 atm HT 1 a 3 mts **HR= 3,000 m**
CASO NUMERO 2/ 6 : DP: 9,00 at MDP: 10,00 at
PRESION NETA PRUEBA FAB.(PP): 12,01 at STP: 11,00 at
DIAMETRO DEL ALAMBRE: 5,0 mm NUMERO DE ESPIRAS POR METRO: 20

HIPOTESIS DE CALCULO: 5.- PPRUEBARED(STP) + 1m TIERRAS

PERDIDAS DE POSTESADO

ACORTAMIENTO ELASTICO	225,62 kp/cm2
RELAJACION	235,11 kp/cm2
FLUENCIA Y RETRACCION	872,14 kp/cm2

TENSIONES

RESIDUAL EN EL ACERO DE POSTESADO	10800,00 kp/cm2

TENSIONES INICIALES EN EL PRIMARIO

INTERIOR	-86,15 kp/cm2
EXTERIOR	-73,43 kp/cm2
0.55*FCK0	-220,00 kp/cm2

TENSIONES FINALES

INTERIOR PRIMARIO	-57,30 kp/cm2
EXTERIOR PRIMARIO	-48,84 kp/cm2
INTERIOR REVESTIMIENTO	-27,21 kp/cm2
EXTERIOR REVESTIMIENTO	-25,32 kp/cm2

ESFUERZOS DE OVALIZACION

	CLAVE	RIÑONES	SOLERA
M kp.cm/cm	69,11	-75,98	83,55
N kp/cm	-1,50	-9,21	-7,22

TENSIONES kp/cm2

INTERIOR PRIMARIO	5,05	-6,67	5,54
EXTERIOR PRIMARIO	-1,77	0,83	-2,71
INTERIOR REVESTIMIENTO	-1,66	0,77	-2,52
EXTERIOR REVESTIMIENTO	-4,84	4,27	-6,37
ACERO DE POSTESADO	-10,97	6,07	-16,25

T E N S I O N E S (kp/cm2)

	PRESION	OVALIZACION + POSTESADO FINAL		
		CLAVE	RIÑONES	SOLERA
INTERIOR PRIMARIO	45,82	-52,25	-63,97	-51,76
EXTERIOR PRIMARIO	37,44	-50,62	-48,02	-51,55
INTERIOR REVESTIMIENTO	34,92	-28,86	-26,43	-29,73
EXTERIOR REVESTIMIENTO	32,49	-30,15	-21,05	-31,69
ACERO DE POSTESADO	199,58	10789,03	10806,07	10783,75

	TOTALES		
	CLAVE	RIÑONES	SOLERA
INTERIOR PRIMARIO	-6,43	-18,15	-5,94
EXTERIOR PRIMARIO	-13,18	-10,58	-14,11
INTERIOR REVESTIMIENTO	6,06	8,48	5,19
EXTERIOR REVESTIMIENTO	2,34	11,44	0,81
ACERO DE POSTESADO	10988,60	11005,65	10983,32

DN700 MDP 7,5 y 10 atm HT 1 a 3 mts **HR= 3,000 m**
CASO NUMERO 2/ 6 : DP: 9,00 at MDP: 10,00 at
PRESION NETA PRUEBA FAB.(PP): 12,01 at STP: 11,00 at
DIAMETRO DEL ALAMBRE: 5,0 mm NUMERO DE ESPIRAS POR METRO: 20

HIPOTESIS DE CALCULO: 6.- CARGAS FIJAS + MOVILES, Sin Pres

PERDIDAS DE POSTESADO

ACORTAMIENTO ELASTICO	225,62 kp/cm2
RELAJACION	235,11 kp/cm2
FLUENCIA Y RETRACCION	872,14 kp/cm2

TENSIONES

RESIDUAL EN EL ACERO DE POSTESADO	10800,00 kp/cm2

TENSIONES INICIALES EN EL PRIMARIO

INTERIOR	-86,15 kp/cm2
EXTERIOR	-73,43 kp/cm2
0.55*FCK0	-220,00 kp/cm2

TENSIONES FINALES

INTERIOR PRIMARIO	-57,30 kp/cm2
EXTERIOR PRIMARIO	-48,84 kp/cm2
INTERIOR REVESTIMIENTO	-27,21 kp/cm2
EXTERIOR REVESTIMIENTO	-25,32 kp/cm2

ESFUERZOS DE OVALIZACION

	CLAVE	RIÑONES	SOLERA
M kp.cm/cm	164,20	-176,23	190,69
N kp/cm	-5,23	-23,02	-17,06

TENSIONES kp/cm2

INTERIOR PRIMARIO	11,81	-15,64	12,58
EXTERIOR PRIMARIO	-4,39	1,75	-6,24
INTERIOR REVESTIMIENTO	-4,09	1,63	-5,82
EXTERIOR REVESTIMIENTO	-11,65	9,74	-14,59
ACERO DE POSTESADO	-27,00	13,17	-37,42

T E N S I O N E S (kp/cm2)

	PRESION	OVALIZACION + POSTESADO FINAL		
		CLAVE	RIÑONES	SOLERA
INTERIOR PRIMARIO	0,00	-45,49	-72,94	-44,72
EXTERIOR PRIMARIO	0,00	-53,23	-47,10	-55,08
INTERIOR REVESTIMIENTO	0,00	-31,30	-25,58	-33,02
EXTERIOR REVESTIMIENTO	0,00	-36,97	-15,58	-39,91
ACERO DE POSTESADO	0,00	10773,00	10813,17	10762,58

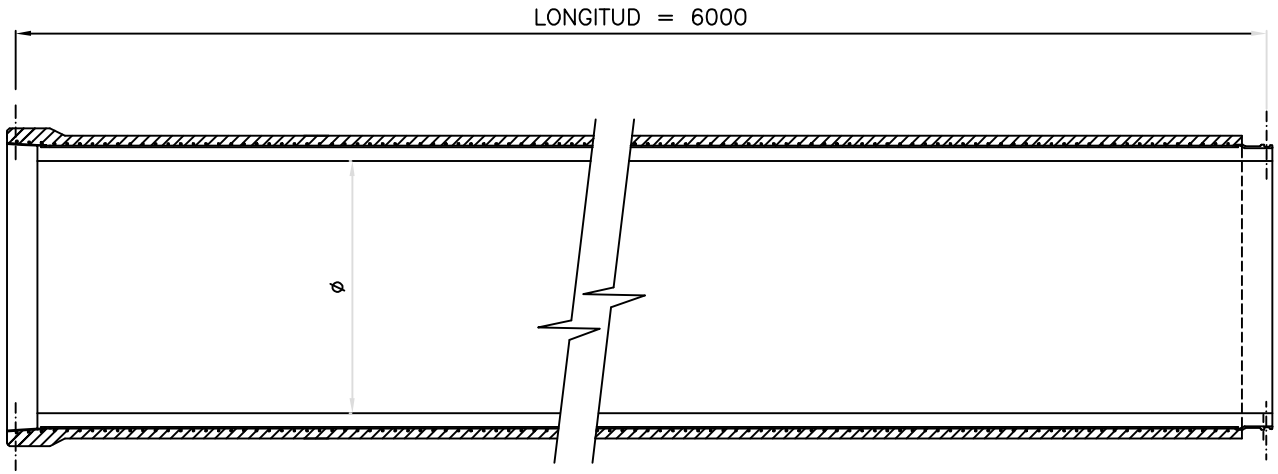
TOTALES

	CLAVE	RIÑONES	SOLERA
INTERIOR PRIMARIO	-45,49	-72,94	-44,72
EXTERIOR PRIMARIO	-53,23	-47,10	-55,08
INTERIOR REVESTIMIENTO	-31,30	-25,58	-33,02
EXTERIOR REVESTIMIENTO	-36,97	-15,58	-39,91
ACERO DE POSTESADO	10773,00	10813,17	10762,58

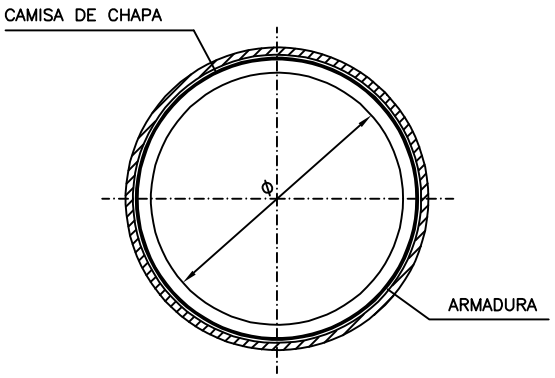
PLANO

GEOMETRIA DE TUBO. DETALLE DE ENCHUFE

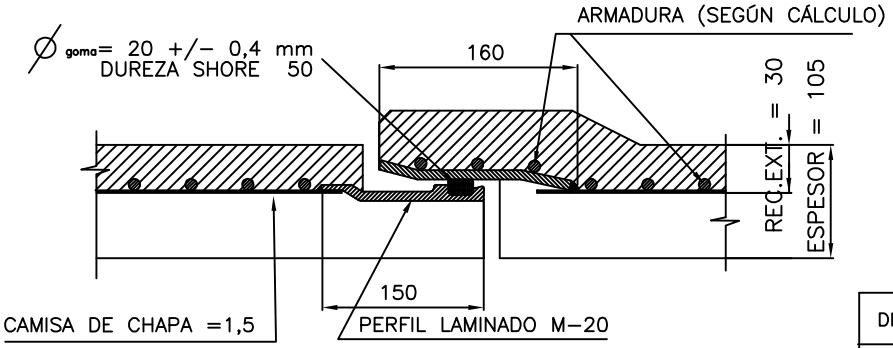
DIT Nº 445



SECCION LONGITUDINAL



SECCION TRANSVERSAL



DETALLE DE ENCHUFE

DIAM. NOMINAL	DIAM. CABEZAL HEMBRA	DIAM. CABEZAL MACHO
1200 mm	1366.5 mm.	1364mm.

CARACTERISTICAS DE LOS MATERIALES		
Chapa	Acero Tipo: S 235 JR	
Acero de pretensar	Tensión de rotura= 18000 kp/cm²	
Hormigón	Resistencia caract. a compresión Hormigón del Núcleo : Hormigón del revestimiento :	 450 kp/cm² 350 kp/cm²
	Tipo de cemento Hormigón del Núcleo: Hormigón del Revestimiento:	 I 52.5 N/SR 6 I 42.5 R/SR I 42.5 R/SR

TOLERANCIAS:

- Diámetro interior del tubo: +/- 1%, sin exceder de 15 mm.
- Espesor del tubo: +/- 5%
- Ovalización del tubo en zona de juntas: +/- 0,5%
- Longitud del tubo: +/- 1%

COTAS EN MM

FECHA	MODIFICACIONES

Prefabricados Delta

PROYECTO THPCCJE DN1200

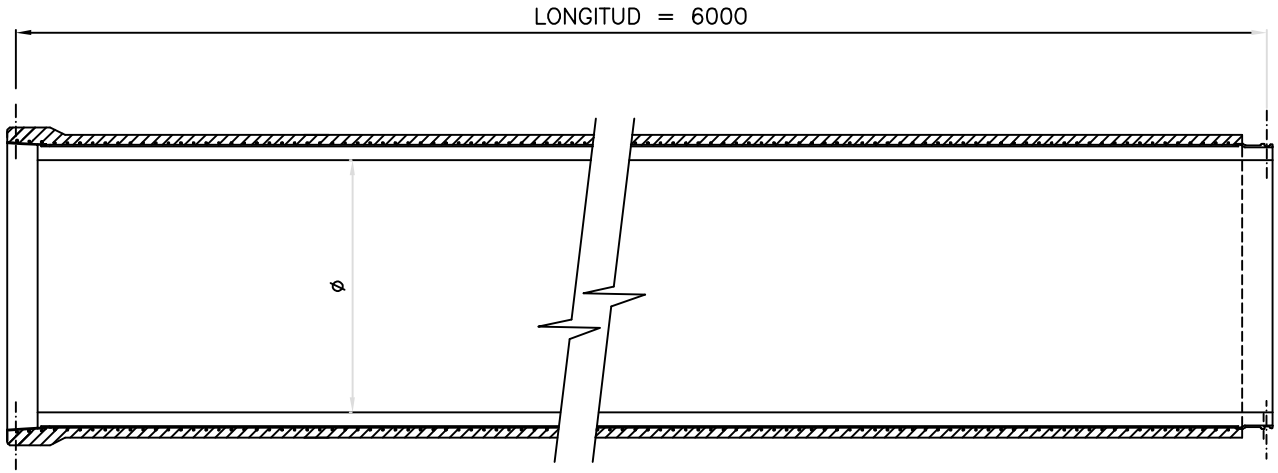
PLANO Nº 1 — ESCALAS S/E

TITULO GEOMETRIA DE TUBO POSTESADO DN1200. DETALLE DE ENCHUFE

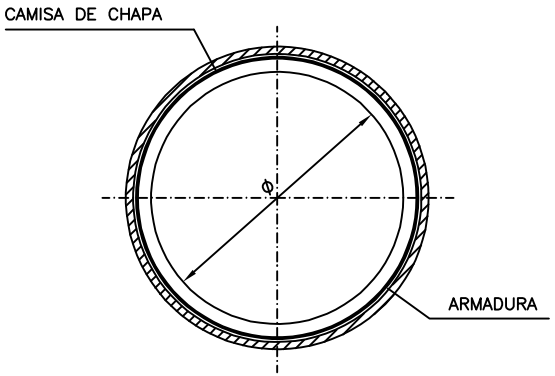
FECHA	DIBUJADO	COMPROBADO	VERIFICADO	APROBADO	MOTIVO DE LA EDICION
01	J. P. GUERRERO				

GEOMETRIA DE TUBO. DETALLE DE ENCHUFE

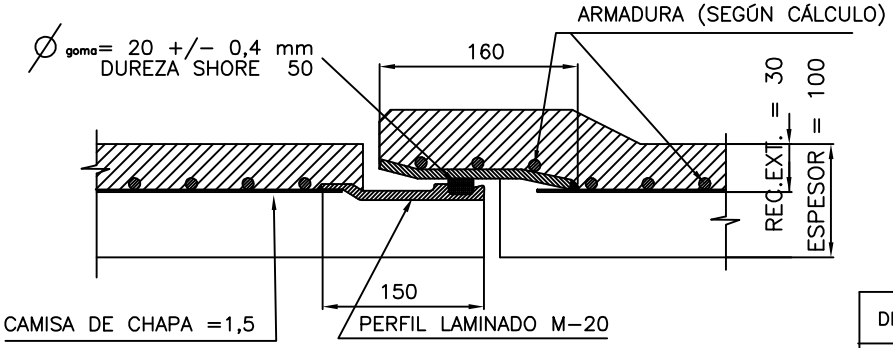
DIT Nº 445



SECCION LONGITUDINAL



SECCION TRANSVERSAL



DETALLE DE ENCHUFE

DIAM. NOMINAL	DIAM. CABEZAL HEMBRA	DIAM. CABEZAL MACHO
1100 mm	1256.5 mm.	1254mm.

CARACTERISTICAS DE LOS MATERIALES		
Chapa	Acero Tipo: S 235 JR	
Acero de pretensar	Tensión de rotura= 18000 kp/cm²	
Hormigón	Resistencia caract. a compresión Hormigón del Núcleo : Hormigón del revestimiento :	 450 kp/cm² 350 kp/cm²
	Tipo de cemento Hormigón del Núcleo: Hormigón del Revestimiento:	 I 52.5 N/SR 6 I 42.5 R/SR I 42.5 R/SR

TOLERANCIAS:

- Diámetro interior del tubo: +/- 1%, sin exceder de 15 mm.
- Espesor del tubo: +/- 5%
- Ovalización del tubo en zona de juntas: +/- 0,5%
- Longitud del tubo: +/- 1%

COTAS EN MM

FECHA	MODIFICACIONES

Prefabricados Delta

PROYECTO THPCCJE DN1100

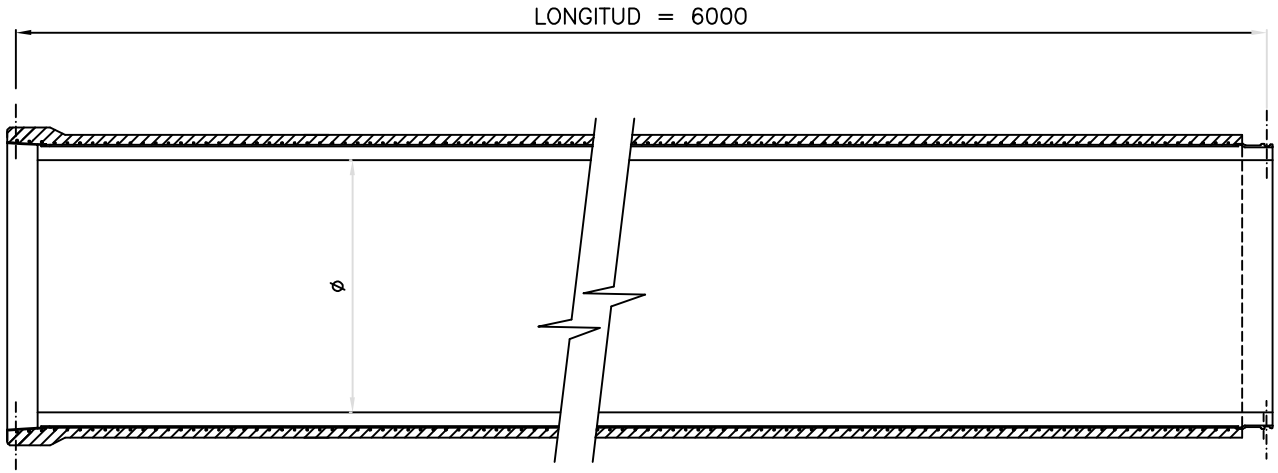
PLANO Nº 1 — ESCALAS S/E

TITULO GEOMETRIA DE TUBO POSTESADO DN1100. DETALLE DE ENCHUFE

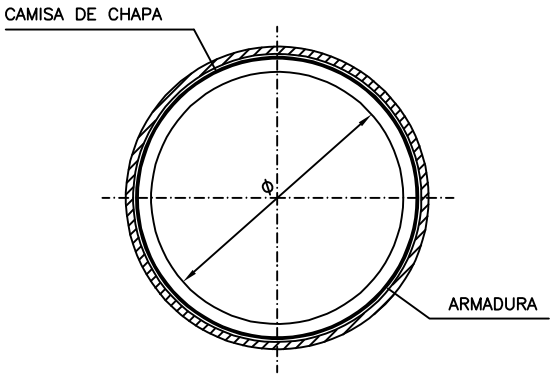
FECHA	DIBUJADO	COMPROBADO	VERIFICADO	APROBADO	MOTIVO DE LA EDICION
01	J. P. GUERRERO				

GEOMETRIA DE TUBO. DETALLE DE ENCHUFE

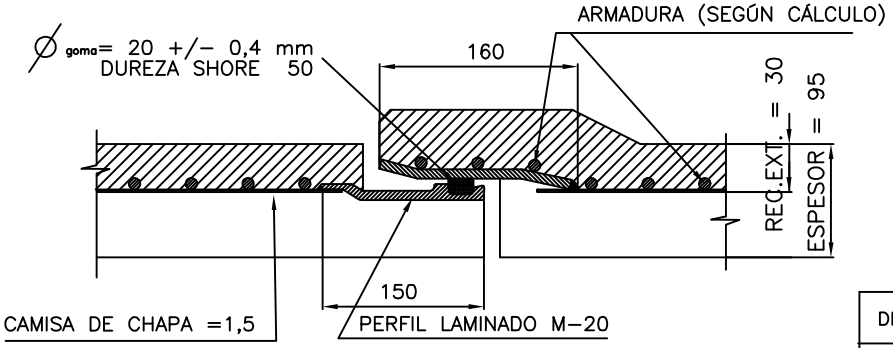
DIT Nº 445



SECCION LONGITUDINAL



SECCION TRANSVERSAL



DETALLE DE ENCHUFE

DIAM. NOMINAL	DIAM. CABEZAL HEMBRA	DIAM. CABEZAL MACHO
1000 mm	1146.5 mm.	1144mm.

CARACTERISTICAS DE LOS MATERIALES		
Chapa	Acero Tipo: S 235 JR	
Acero de pretensar	Tensión de rotura= 18000 kp/cm²	
Hormigón	Resistencia caract. a compresión Hormigón del Núcleo : Hormigón del revestimiento :	 450 kp/cm² 350 kp/cm²
	Tipo de cemento Hormigón del Núcleo: Hormigón del Revestimiento:	 I 52.5 N/SR 6 I 42.5 R/SR I 42.5 R/SR

TOLERANCIAS:

- Diámetro interior del tubo: +/- 1%, sin exceder de 15 mm.
- Espesor del tubo: +/- 5%
- Ovalización del tubo en zona de juntas: +/- 0,5%
- Longitud del tubo: +/- 1%

COTAS EN MM

FECHA	MODIFICACIONES

Prefabricados Delta

PROYECTO THPCCJE DN1000

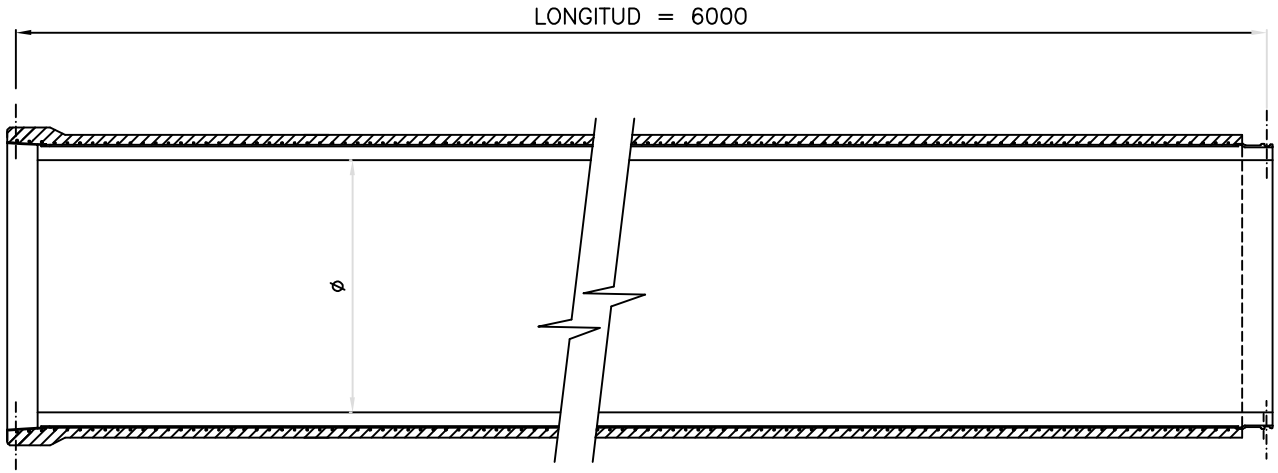
PLANO Nº 1 — ESCALAS S/E

TITULO GEOMETRIA DE TUBO POSTESADO DN1000. DETALLE DE ENCHUFE

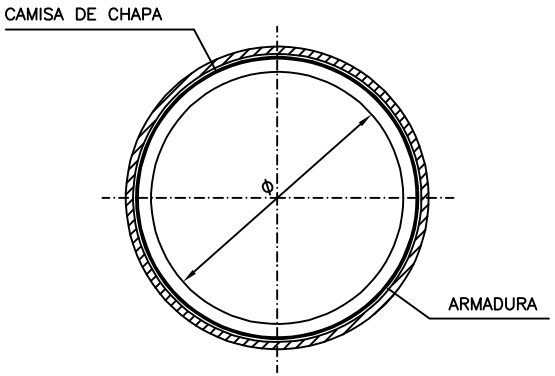
FECHA	DIBUJADO	COMPROBADO	VERIFICADO	APROBADO	MOTIVO DE LA EDICION
01	J. P. GUERRERO				

GEOMETRIA DE TUBO. DETALLE DE ENCHUFE

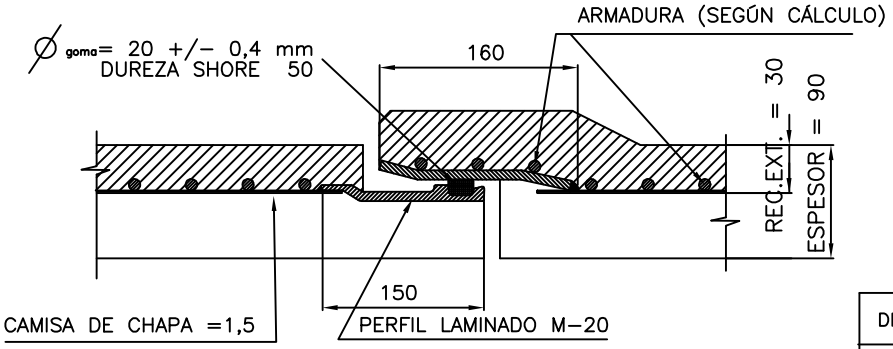
DIT Nº 445



SECCION LONGITUDINAL



SECCION TRANSVERSAL



DETALLE DE ENCHUFE

DIAM. NOMINAL	DIAM. CABEZAL HEMBRA	DIAM. CABEZAL MACHO
900 mm	1036.5 mm.	1034mm.

CARACTERISTICAS DE LOS MATERIALES		
Chapa	Acero Tipo: S 235 JR	
Acero de pretensar	Tensión de rotura= 18000 kp/cm²	
Hormigón	Resistencia caract. a compresión Hormigón del Núcleo : Hormigón del revestimiento :	 450 kp/cm² 350 kp/cm²
	Tipo de cemento Hormigón del Núcleo: Hormigón del Revestimiento:	 I 52.5 N/SR 6 I 42.5 R/SR I 42.5 R/SR

TOLERANCIAS:

- Diámetro interior del tubo: +/- 1%, sin exceder de 15 mm.
- Espesor del tubo: +/- 5%
- Ovalización del tubo en zona de juntas: +/- 0,5%
- Longitud del tubo: +/- 1%

COTAS EN MM

FECHA	MODIFICACIONES

Prefabricados Delta

PROYECTO THPCCJE DN900

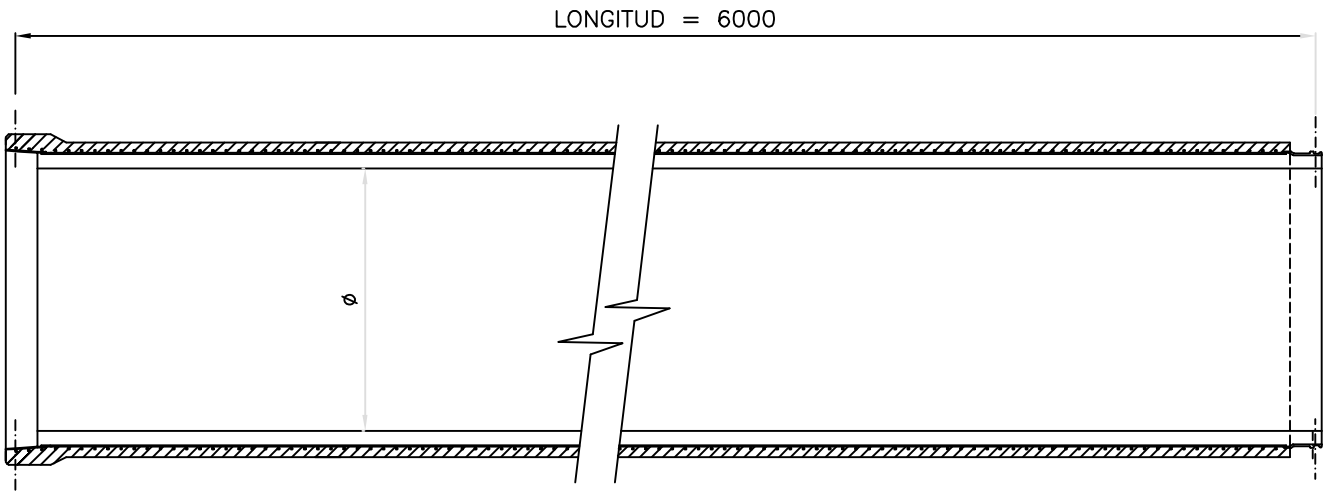
PLANO Nº 1 — ESCALAS S/E

TITULO GEOMETRIA DE TUBO POSTESADO DN1000. DETALLE DE ENCHUFE

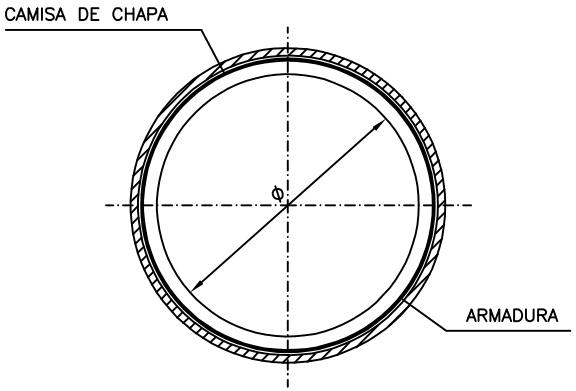
FECHA	DIBUJADO	COMPROBADO	VERIFICADO	APROBADO	MOTIVO DE LA EDICION
01	J. P. GUERRERO				

GEOMETRIA DE TUBO. DETALLE DE ENCHUFE

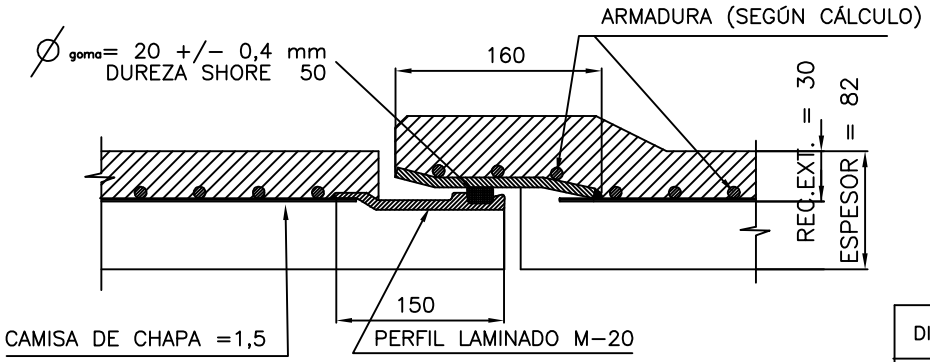
DIT Nº 445



SECCION LONGITUDINAL



SECCION TRANSVERSAL



DETALLE DE ENCHUFE

DIAM. NOMINAL	DIAM. CABEZAL HEMBRA	DIAM. CABEZAL MACHO
800 mm	920.5 mm.	918 mm.

CARACTERISTICAS DE LOS MATERIALES		
Chapa	Acero Tipo: S 235 JR	
Acero de pretensar	Tensión de rotura= 18000 kp/cm²	
Hormigón	Resistencia caract. a compresión Hormigón del Núcleo : Hormigón del revestimiento :	 450 kp/cm² 350 kp/cm²
	Tipo de cemento Hormigón del Núcleo: Hormigón del Revestimiento:	I 52.5 N/SR ó I 42.5 R/SR I 42.5 R/SR

TOLERANCIAS:

- Diámetro interior del tubo: +/- 1%, sin exceder de 15 mm.
- Espesor del tubo: +/- 5%
- Ovalización del tubo en zona de juntas: +/- 0,5%
- Longitud del tubo: +/- 1%

COTAS EN MM

FECHA	MODIFICACIONES

Prefabricados Delta

PROYECTO THPCCJE DN800

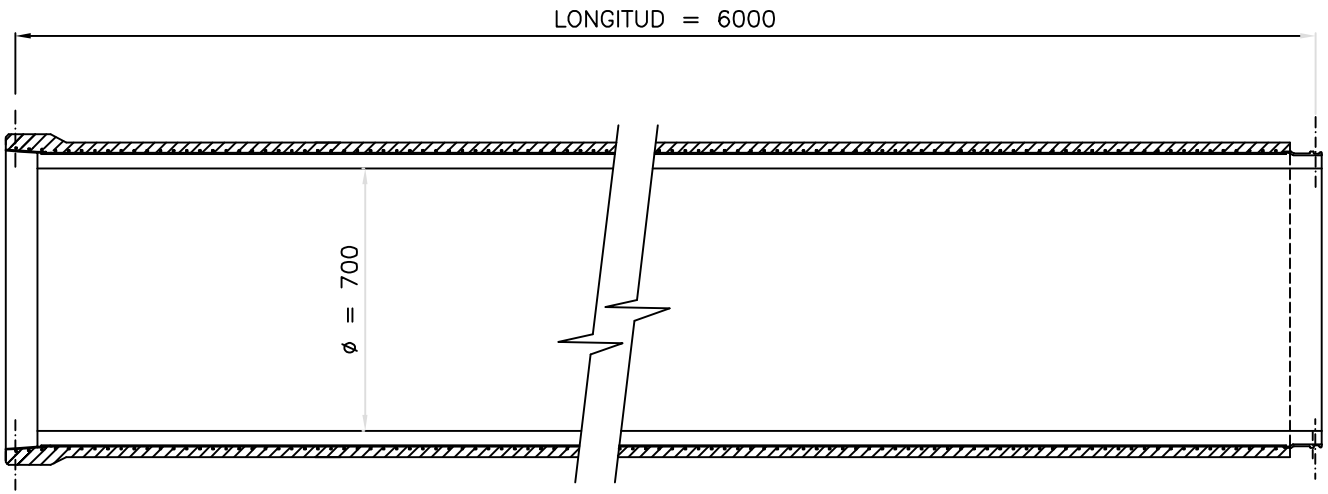
PLANO Nº 1 — ESCALAS S/E

TITULO GEOMETRIA DE TUBO POSTESADO DN1000. DETALLE DE ENCHUFE

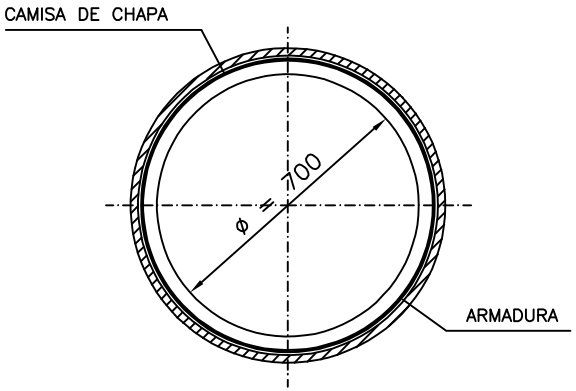
FECHA	DIBUJADO	COMPROBADO	VERIFICADO	APROBADO	MOTIVO DE LA EDICION
01	J. P. GUERRERO				

GEOMETRIA DE TUBO. DETALLE DE ENCHUFE

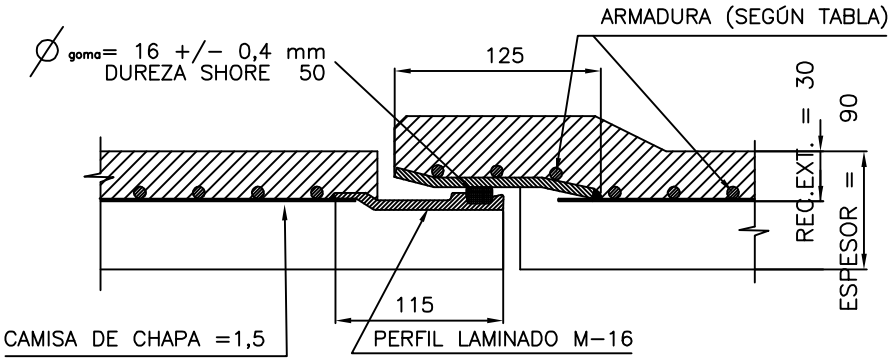
DIT Nº 445



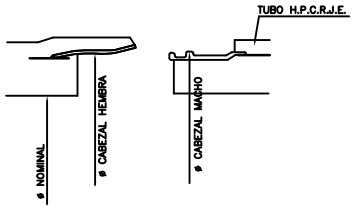
SECCION LONGITUDINAL



SECCION TRANSVERSAL



DETALLE DE ENCHUFE



CUADRO DE ARMADURAS:

DIAM. (mm)	PmaxT. (atm)	HT (m)	ESPESOR (mm)	REC. INTER. (mm)	REC. EXT. (mm)	CABEZ. HEMBRA	CABEZ. MACHO	ESP. CHAPA (mm)
700	1-25	1<ht<3	90	60	30	125x6	M-16	1,5

DIAM. NOMINAL	DIAM. CABEZAL HEMBRA	DIAM. CABEZAL MACHO
700 mm	836.5 mm.	834.5 mm.

CARACTERISTICAS DE LOS MATERIALES		
Chapa	Carga unitaria mínima	3000 kp/cm²
	Límite elástico	2200 kp/cm²
	Alargamiento a rotura	> 20 %
Acero de pretensar	Tensión de rotura= 18000 kp/cm²	
Hormigón	Resistencia caract. a compresión Hormigón del Núcleo : Hormigón del revestimiento :	 450 kp/cm² 300 kp/cm²
	Tipo de cemento Hormigón del Núcleo: Hormigón del Revestimiento:	 I 52.5 N/SR ó I 42.5 R/SR I 42.5 R/SR

TOLERANCIAS:

- Diámetro interior del tubo: +/- 1%, sin exceder de 15 mm.
- Espesor del tubo: +/- 5%
- Ovalización del tubo en zona de juntas: +/- 0,5%
- Longitud del tubo: +/- 1%

COTAS EN MM

FECHA	MODIFICACIONES

Prefabricados Delta

PROYECTO	DN700 THPCCJE
PLANO Nº	1
ESCALAS	S/E
TITULO	GEOMETRIA DE TUBO POSTESADO. DETALLE DE ENCHUFE

FECHA	DIBUJADO	COMPROBADO	VERIFICADO	APROBADO	MOTIVO DE LA EDICION
01	O.FDEZ	J. P. GUERRERO			