



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR
DE INGENIEROS DE CAMINOS,
CANALES Y PUERTOS



PROYECTO DE INFRAESTRUCTURAS HIDRÁULICAS URBANAS EN EL BARRIO LA VIÑA, TÉRMINO MUNICIPAL DE LORCA (MURCIA): RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE.

Trabajo final de grado

Curso: 2014/15

Autor: Alba Traver Gual

Tutor: José Ferrer Polo

Cotutor: Daniel Aguado García

Titulación: Grado en Ingeniería Civil

Valencia, septiembre de 2015

Proyecto de infraestructuras hidráulicas urbanas en el barrio La Viña, termino municipal de Lorca (Murcia): Red distribución de agua potable

MEMORIA

Curso: 2014/2015
Universidad Politécnica de Valencia (UPV)
Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos (ETSICCP)
Grado en Ingeniería Civil
Tutor: José Ferrer Polo
Cotutor: Daniel Aguado García
Autora: Alba Traver Gual



Proyecto de infraestructuras hidráulicas urbanas en el barrio La Viña, termino municipal de Lorca (Murcia): Red distribución de agua potable

Índice

1. Introducción.....	3
2. Antecedentes y objetivos del proyecto.....	3
3. Situación y emplazamiento de las obras.....	3
4. Descripción del proyecto.....	4
5. Justificación de precios.....	4
6. Presupuesto.....	4
7. Documentos que integran el proyecto.....	5
8. Conclusión.....	5

Índice de anejos

- Anejo 1. Topográfico
- Anejo 2. Geológico y geotécnico
- Anejo 3. Planeamiento urbanístico
- Anejo 4. Cálculos hidráulicos
- Anejo 5. Cálculos mecánicos
- Anejo 6. Justificación de precios

Índice de plano

- Plano 1. Situación y emplazamiento
- Plano 2. Planta de ordenación urbanística
- Plano 3. Planta topográfica
- Plano 4. Red de abastecimiento
- Plano 5. Planta general
- Plano 6. Detalle elementos de red
- Plano 7. Sección detalle zanja
- Plano 8. Perfiles longitudinales 1
- Plano 9. Perfiles longitudinales 2
- Plano 10. Perfiles longitudinales 3
- Plano 11. Perfiles longitudinales 4
- Plano 12. Perfiles longitudinales 5
- Plano 13. Perfiles longitudinales 6
- Plano 14. Perfiles longitudinales 7
- Plano 15. Perfiles longitudinales 8
- Plano 16. Perfiles longitudinales 9
- Plano 17. Perfiles longitudinales 10
- Plano 18. Perfiles longitudinales 11
- Plano 19. Perfiles longitudinales 12
- Plano 20. Perfiles longitudinales 13
- Plano 21. Perfiles longitudinales 14

Proyecto de infraestructuras hidráulicas urbanas en el barrio La Viña, termino municipal de Lorca (Murcia): Red distribución de agua potable

1. Introducción

En el presente documento, se expondrá brevemente el trabajo de fin de grado titulado "Proyecto de infraestructuras hidráulicas urbanas en el barrio La Viña, termino municipal de Lorca (Murcia): Red distribución de agua potable".

2. Antecedentes y objetivos del proyecto

Tras los terremotos sufridos en el municipio de Lorca el 11 de Mayo de 2011 muchas infraestructuras se vieron comprometidas. Concretamente, y como se describe en el Anejo 2. Geológico y geotécnico, debido a la situación del barrio La Viña respecto a la falla que produjo el movimiento sísmico, la red de abastecimiento de la zona quedó inutilizada.

En el sector de actuación detallado gráficamente en el Plano 1. Situación y emplazamiento, se han proyectado una serie de infraestructuras, algunas de ellas ya construidas, que necesitarán abastecimiento de agua potable. Dichas infraestructuras están detalladas en el Anejo 3. Planeamiento urbanístico y Plano 2. Planta de ordenación urbanística.

El objeto de este proyecto es abastecer de agua potable al sector urbanístico afectado, cumpliendo todos los requisitos necesarios.

3. Situación y emplazamiento de las obras

Las obras de las que es objeto el presente documento, se encuentran en el término municipal de Lorca, en la provincia de Murcia.

La zona de actuación del proyecto está situada al suroeste de su termino municipal, en el barrio de La Viña. Se encuentra delimitada por la N-340a, la autovía del mediterráneo A7 y la Carretera RM-11.

Las calles por las cuales se va a discurrir la obra son:

- c/ Tejedores
- c/ de Forjadores
- c/ de Diego Pallarés Cachá
- c/ Tintoretos
- c/ Albañilería
- c/ Curtidores
- c/ de la Herrería
- c/ Jardineros
- c/ de la Panadería
- c/ Agricultores
- c/ de la Cerámica
- c/ de la Carpintería
- c/ Modistería
- c/ Sastrería
- c/ Pintores
- Av/ de la Vendimia

En el Plano 1. Situación y emplazamiento, se puede obtener una situación gráfica de la zona de actuación, además de los límites de esta.

Proyecto de infraestructuras hidráulicas urbanas en el barrio La Viña, termino municipal de Lorca (Murcia): Red distribución de agua potable

4. Descripción del proyecto

4.1 Situación actual

Actualmente se dispone de una zona urbana, que como se ha explicado anteriormente, tras los terremotos, vio afectada sus infraestructuras hidráulicas de servicio de abastecimiento de red potable.

4.2 Cálculo hidráulico

En el Anejo 4. Cálculos hidráulicos se muestra el procedimiento realizado para obtener los resultados necesarios para el diseño de la red.

Se han fijado una serie de criterios de partida a tener en cuenta en el diseño de la red de abastecimiento de agua potable. Son los siguientes:

- Garantizar una dotación suficiente para las necesidades previstas.
- No comprometer la calidad del agua.
- Limitar las presiones de distribución a unos valores adecuados para el correcto funcionamiento de la red.
- Establecer una red de hidrantes para dar servicio a la extinción de incendios.
- Respetar los principios de economía hidráulica mediante la imposición de unos diámetros mínimos de tuberías a instalar.

La red está formada aproximadamente por 3.245 metros de tuberías de polietileno (PE 100) de las cuales la gran mayoría tienen un diámetro nominal de 90 mm. Sin embargo, la totalidad de la red está compuesta por conducciones de diámetros nominales de 90, 110, 125, 160, 180, 200, 225, 250, 280, 315 mm.

Cabe destacar que el diseño de la red se ha realizado bajo unos supuestos los cuales deben cumplirse para su correcto funcionamiento. A lo largo del proyecto se han ido solucionando los problemas encontrados debido a la orografía del terreno y la situación de los puntos de conexión a la red de abastecimiento de Lorca.

4.3 Cálculo mecánico

En el Anejo 5. Cálculos mecánicos, se describe el procedimiento realizado para obtener los resultados necesarios para el diseño de la red. Se ha determinado una presión nominal de 10 bar, comprobándose así que las tuberías resisten mecánicamente con las secciones definidas en el Anejo 4. Cálculos hidráulicos y en el Plano 4. Red de abastecimiento.

5. Justificación de precios

En el Anejo X. Justificación de precios quedan reflejado el procedimiento para obtener los precios de las unidades de obra y los costes indirectos.

6. Presupuesto

A partir de las mediciones y los precios justificados, se ha obtenido el Presupuesto de Ejecución Material al cual se ha aplicado los porcentajes de Gastos Generales y Beneficio Industrial obteniendo así el Presupuesto de Licitación. A esta suma, se le ha aplicado el porcentaje de I.V.A. obteniendo así el Presupuesto Total de Licitación.

Proyecto de infraestructuras hidráulicas urbanas en el barrio La Viña, termino municipal de Lorca (Murcia): Red distribución de agua potable

CAPITULO	RESUMEN	EUROS	%
01	MOVIMIENTO DE TIERRAS.....	74,318.39	21.95
02	MATERIALES.....	45,025.37	13.30
03	ACCESORIOS.....	219,303.88	64.76
	TOTAL EJECUCIÓN MATERIAL	338,647.64	
	13.00% Gastos generales.....	44,024.19	
	6.00% Beneficio industrial.....	20,318.86	
	SUMA DE G.G. y B.I.	64,343.05	
	21.00% I.V.A.....	84,628.04	
	TOTAL PRESUPUESTO CONTRATA	487,618.73	
	TOTAL PRESUPUESTO GENERAL	487,618.73	

Así obtenemos como presupuesto de ejecución material la cifra de 487.618,73 €, como presupuesto de licitación la cifra de 402.990,69 €, y como presupuesto total la cantidad de CUATROCIENTOS OCHENTA Y SIETE MIL SEISCIENTOS DIECIOCHO EUROS con SETENTA Y TRES CÉNTIMOS.

7. Documentos que integran el proyecto

- Documento Nº1: Memoria y anejos
 - Memoria
 - Anejo 1. Topográfico
 - Anejo 2. Geológico y geotécnico
 - Anejo 3. Planeamiento urbanístico
 - Anejo 4. Cálculo hidráulico
 - Anejo 5. Cálculo mecánico
 - Anejo 6. Justificación de precios
- Documento Nº2: Planos
- Documento Nº3: Presupuesto

8. Conclusión

Se considera justificada la actuación de este proyecto a través de lo anteriormente expuesto,

, a de Septiembre de 2015

LA PROPIEDAD

LA DIRECCIÓN FACULTATIVA

Proyecto de infraestructuras hidráulicas urbanas en el barrio La Viña, termino municipal de Lorca (Murcia): Red distribución de agua potable

ANEJOS

Curso: 2014/2015
Universidad Politécnica de Valencia (UPV)
Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos (ETSICCP)
Grado en Ingeniería Civil
Tutor: José Ferrer Polo
Cotutor: Daniel Aguado García
Autora: Alba Traver Gual



Proyecto de infraestructuras hidráulicas urbanas en el barrio La Viña, termino municipal de Lorca (Murcia): Red distribución de agua potable

ANEJO N° 1: TOPOGRÁFICO

Curso: 2014/2015
Universidad Politécnica de Valencia (UPV)
Escuela Técnica Superior de Ingenieros de
Caminos, Canales y Puertos (ETSICCP)
Grado en Ingeniería Civil
Tutor: José Ferrer Polo
Cotutor: Daniel Aguado García
Autora: Alba Traver Gual



Proyecto de infraestructuras hidráulicas urbanas en el barrio La Viña, termino municipal de Lorca (Murcia): Red distribución de agua potable

Índice

1. Introducción	3
2. Obtención y tratamiento de los datos	3

Proyecto de infraestructuras hidráulicas urbanas en el barrio La Viña, termino municipal de Lorca (Murcia): Red distribución de agua potable

1. Introducción

En este documento se expondrá la obtención de la superficie topográfica de la zona.

2. Obtención y tratamiento de datos

Los tutores del proyecto proporcionaron un plano en formato PDF en el que aparecía la cota de ciertos puntos relevantes del sector.

Los datos de cada uno de los puntos topográficos con su cota han sido facilitados por el Ayuntamiento de Lorca. Este proporciono los planos de la zona a abastecer. Con estos planos, a través del software Autocad, se han procesado los datos para así obtener una superficie topográfica de la zona, la cual servirá para conocer la cota de todos los puntos de la red. Dicha información se ve reflejada en el Plano 3. Planta topográfica, en el cual se ve la zona de actuación y las líneas de nivel del terreno.

Proyecto de infraestructuras hidráulicas urbanas en el barrio La Viña, termino municipal de Lorca (Murcia): Red distribución de agua potable

ANEJO Nº 2: GEOLÓGICO Y GEOTÉCNICO

Curso: 2014/2015
Universidad Politécnica de Valencia (UPV)
Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos (ETSICCP)
Grado en Ingeniería Civil
Tutor: José Ferrer Polo
Cotutor: Daniel Aguado García
Autora: Alba Traver Gual



Proyecto de infraestructuras hidráulicas urbanas en el barrio La Viña, termino
municipal de Lorca (Murcia): Red distribución de agua potable

Índice

1. Introducción	3
2. Situación geográfica	3
3. Geología	4
4. Sismología	5
5. Terremoto 11 Mayo 2011.....	7

Proyecto de infraestructuras hidráulicas urbanas en el barrio La Viña, termino municipal de Lorca (Murcia): Red distribución de agua potable

1. Introducción

El objeto del presente anejo es dar una breve caracterización geológica y geotécnica del terreno en la zona del proyecto.

2. Situación geográfica

La ciudad de Lorca es un municipio español de la Región de Murcia situado en el sureste de la Península Ibérica. Su término municipal abarca unos 1675 km², el segundo más extenso de España tras el de Cáceres con 1750,33 km² de extensión.

Lorca está ubicada en la parte suroccidental de la Región de Murcia, en el valle del Guadalentín, situada a 353 metros sobre el nivel del mar.

Noroeste: Vélez Blanco	Norte: Caravaca de la Cruz y Cehegín	Noreste: Mula
Oeste: Vélez Rubio		Este: Aledo y Totana
Suroeste Pulpí, Puerto Lumbreras y Huércal-Overa	Sur: Águilas y Mar Mediterráneo.	Sureste: Mazarrón

Figura 1. Municipios Limítrofes de Lorca

El casco urbano de Lorca se divide a su vez en diferentes barrios. Con la aplicación de la ley de municipios de gran población se prevé dividir la ciudad en distritos:

- Alfonso X El Sabio
- Apolonia
- Calvario
- Casas del Banco
- Corazón de María
- La isla
- La Viña
- Los Ángeles
- San Antonio
- San Cristóbal
- San Diego
- San Fernando
- San José
- San Juan
- San Lázaro
- San Pedro
- Santa María
- Santa Quiteria
- Santiago
- Virgen de las Huertas

Proyecto de infraestructuras hidráulicas urbanas en el barrio La Viña, termino municipal de Lorca (Murcia): Red distribución de agua potable

3. Geología

La Región de Murcia se sitúa dentro del ámbito de las Cordilleras Béticas, y en ella están representados materiales pertenecientes a las tres zonas en que tradicionalmente se dividen: Prebética y Subbética (zonas externas) y Bética (zonas internas); la primera tiene un carácter paraautóctono y las otras dos alóctono.

Existe una gran diversidad estratigráfica en la Región de Murcia; sin embargo, se observa una distribución geográfica que, a grandes rasgos, es la siguiente:

- En la Zona Prebética los materiales predominantes son los carbonatados del Cretácico superior; en el Sur de la misma están representadas las calizas y margas del Paleoceno y Eoceno.
- En la Zona Subbética abundan las calizas y dolomías del Jurásico y las arcillas con yesos del Trías; también están muy presentes las margas del Cretácico.
- Sólo en la Zona Bética, zona en la cual se encuentra Lorca, afloran terrenos metamórficos, constituidos por esquistos, cuarcitas y mármoles del Permo-Triásico; además de éstos existen dolomías del Trías.

En todas las zonas hay cuencas postectónicas rellenas fundamentalmente de materiales margosos miocénicos, pero éstas son más frecuentes y presentan un mayor desarrollo en la Zona Bética.

La cuenca de Lorca se encuentra al suroeste de la Región de Murcia sobre el contacto entre las Zonas internas (Bético) y Externas (Subbético) de las Cordilleras Béticas.

Zona Bética

La depresión de Lorca abunda en materiales evaporíticos y al tratarse de un sinclinorio retocado por fallas de borde, tiene una forma cuadrada.

Lorca se formó junto al río Guadalentín, en el árido pero fértil valle del mismo nombre.

En el norte del amplio término municipal se encuentran las mayores alturas, por ello esta zona se denomina *las pedanías altas*, como son las sierras del Gigante, la Culebrina y del Cambrón, en donde se articula la cabecera del río Guadalentín, formado por la unión de los ríos Vélez y Luchena.

Al sur del municipio hay otras sierras de importancia, como son las de Torrecilla, Peñarrubia, Del Caño, Tercia, Carrasquilla y Almenara. Entre estas sierras se extiende el amplio valle del Guadalentín, formado por la denominada *depresión prelitoral murciana*, que comienza en Puerto Lumbreras y, siguiendo una dirección suroeste-noroeste con una altitud descendente, llega hasta la provincia de Alicante.

El terreno esta constituido por la ladera Sur de una serie de estibaciones, surcadas por vaguadas de la Sierra denominada "La Peñarrubia", con una extensión superficial de 62.208 m². El suelo cuenta con una composición a base de margas calcáreas y yesosas semi-compactas, lo que constituye un magnífico firme para construcciones futuras.

Teniendo en cuenta el estudio geológico-geotécnico realizado para el proyecto de la autopista del mediterráneo en su tramo Murcia-Lorca. El suelo presente en la zona del proyecto es un suelo de tipo cohesivo, formado por limos arcillosos, arcillas con algunos cantos dispersos y arena escasa.

Proyecto de infraestructuras hidráulicas urbanas en el barrio La Viña, termino municipal de Lorca (Murcia): Red distribución de agua potable

De estos datos recogidos, se desestima la posibilidad de reutilización del material obtenido en la excavación por no ser adecuado ni seleccionado.

4. Sismología

La región de Murcia, en la que se encuentra el municipio de Lorca, es una de las zonas sísmológicas más activa de España (junto con Granada), si bien esta localidad, concretamente, no está entre las de mayor peligrosidad dentro de ella.

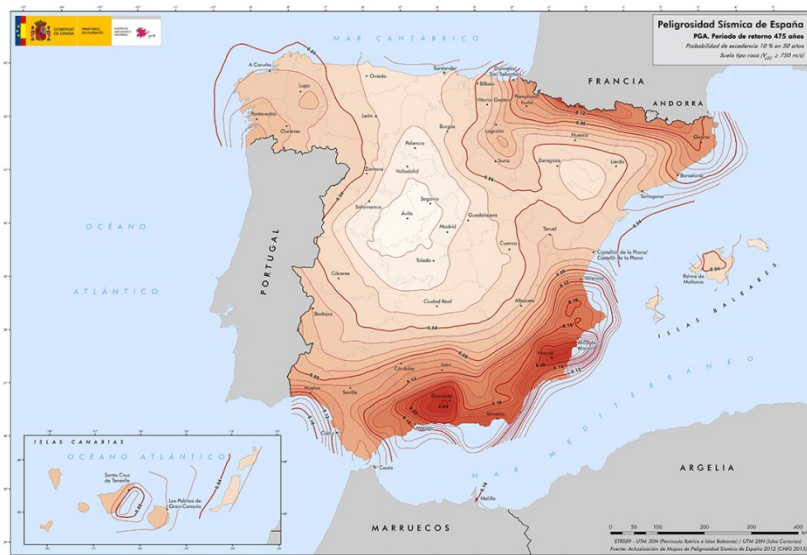


Figura 2. Mapa peligrosidad sísmica de España según la intensidad

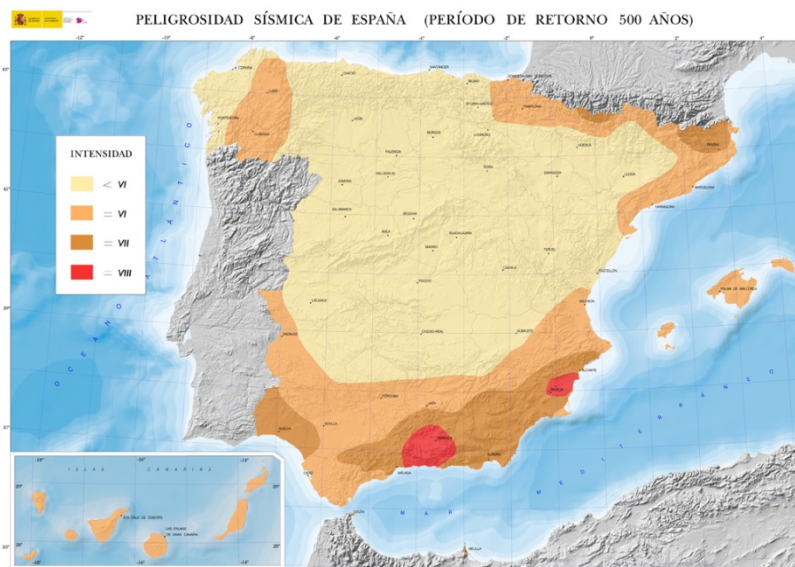


Figura 3. Mapa peligrosidad sísmica de España según la aceleración

Proyecto de infraestructuras hidráulicas urbanas en el barrio La Viña, termino municipal de Lorca (Murcia): Red distribución de agua potable

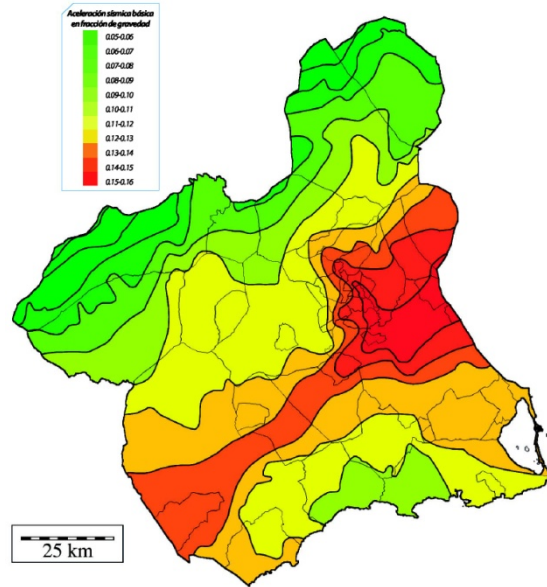


Figura 4. Mapa sismológico de la Región de Murcia

La falla de Alhama de Murcia se localiza en el centro de la Región de Murcia, con sentido SW-NE, atravesando las ciudades de Puerto Lumbreras, Lorca, Totana, Alhama de Murcia y terminando en la zona sur de Abanilla. Ésta falla está en constante movimiento provocando gran cantidad de terremotos, la mayoría de pequeña magnitud.

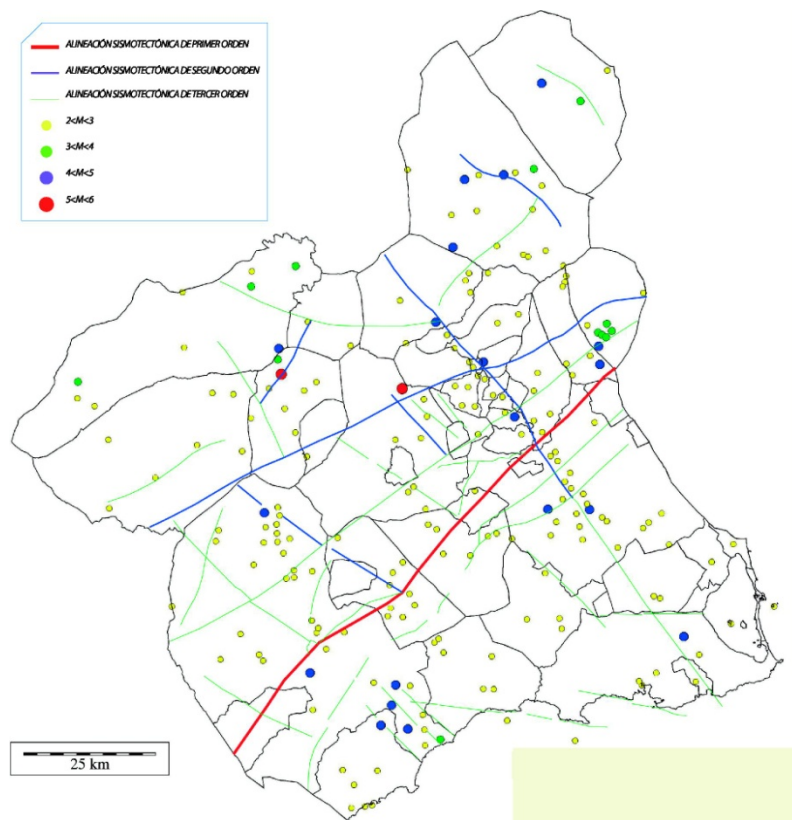


Figura 5. Principales fallas activas en Murcia

Proyecto de infraestructuras hidráulicas urbanas en el barrio La Viña, termino municipal de Lorca (Murcia): Red distribución de agua potable

5. Terremoto 11 Mayo 2011

El 11 de mayo de 2011 ocurrió un sismo, cuyo principal terremoto tuvo una magnitud 5,2 en el SE de la Cordillera Bética que produjo enormes daños en Lorca.

Las características sismotectónicas del terremoto, la estructura local y la localización y cuantía de la deformación superficial son coherentes con una ruptura asimétrica (propagándose hacia el SO) de un tramo de la Falla de Alhama de Murcia de hasta 7 km de longitud. La ruptura produjo una sacudida orientada NO-SE (perpendicular a la falla) que explicaría los efectos de direccionalidad observados en los desprendimientos de rocas y en los daños orientados de los edificios. El efecto de directividad de la ruptura hacia el SO explicaría la concentración de los mayores efectos en el barrio de la Viña.

Fecha	Hora	Profundidad (km)	Magnitud	Lugar	Observaciones
11/5	15:05:13	2	4,5	Lorca (NE)	Terremoto previo
11/5	15:21:01	10	2,6	Lorca (E)	
11/5	16:47:25	1	5,1	Lorca (NE)	Terremoto
11/5	12:53:15	11	2,8	Lorca (E)	Réplica
11/5	19:28:18	2	2,9	Lorca (NE)	Réplica
11/5	20:37:45	4	3,9	Lorca (NE)	Réplica más fuerte
11/5	20:44:06	11	2,7	Lorca (E)	Réplica
13/5	21:08:37	6	2,6	Lorca (E)	Réplica
14/5	00:49:32	4	2,8	Lorca (NE)	Réplica
14/5	21:10:25	5	2,9	Lorca (SE)	Réplica
14/5	21:54:35	4	2,7	Lorca (E)	Réplica
15/5	00:03:03	7	2,8	Lorca (SE)	Réplica

Tabla 1. Datos sísmicos

El epicentro estaba situado en el subsuelo de Barranco Hondo y el hipocentro del terremoto fue extremadamente superficial. El sismo se dejó sentir en todo el sureste peninsular, especialmente en la Región de Murcia. En la zona, como bien se ha explicado anteriormente, se localiza el límite de placas entre la placa euroasiática y la placa africana.

El terremoto fue especialmente grave debido a la combinación de poca profundidad y una magnitud moderada. Dio como resultado un gran temblor que se sintió en toda la región de Murcia. En Lorca, cerca del epicentro del sismo, grandes movimientos de tierra registraron una intensidad de VII en la escala de Mercalli.

El 22 de octubre de 2012 se dio a conocer que el terremoto de Lorca estaría relacionado con un descenso continuo del nivel de aguas subterráneas, que habría podido generar un desplazamiento de toda la zona.

Proyecto de infraestructuras hidráulicas urbanas en el barrio La Viña, termino municipal de Lorca (Murcia): Red distribución de agua potable

ANEJO Nº 3: PLANEAMIENTO URBANÍSTICO

Curso: 2014/2015
Universidad Politécnica de Valencia (UPV)
Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos (ETSICCP)
Grado en Ingeniería Civil
Tutor: José Ferrer Polo
Cotutor: Daniel Aguado García
Autora: Alba Traver Gual



Proyecto de infraestructuras hidráulicas urbanas en el barrio La Viña, termino municipal de Lorca (Murcia): Red distribución de agua potable

Índice

1. Introducción	3
2. Planeamiento Urbanístico	3
3. Urbanización viviendas colectivas y unifamiliares	3
4. Equipamiento religioso.....	6
5. Zonas verdes	6

Proyecto de infraestructuras hidráulicas urbanas en el barrio La Viña, termino municipal de Lorca (Murcia): Red distribución de agua potable

1. Introducción

En el siguiente documento se expondrá el tipo de urbanización de cada tipo de parcela, las características de las edificaciones y el número de habitantes totales del sector.

2. Planeamiento urbanístico

La red de abastecimiento pertenece a la zona llamada en el Plan General de Planeamiento Urbanístico de Lorca "La viña", que discurre en el Sector 16 de dicho Plan.

Esta zona está catalogada en el Plan General como Suelo Urbanizable Sectorado, por lo que este proyecto está dentro del Plan Parcial de desarrollo urbanístico pormenorizado de la citada unidad de actuación.

Se adjunta el plano de ordenación urbana del Plan General, donde queda reflejada la ordenación urbanística de la zona que atañe a este proyecto.

El suelo está clasificado de uso global residencial, de baja densidad, formado por:

- Viviendas unifamiliares
- Vivienda colectiva
- Equipamiento Religioso
- Zonas Verdes

3. Urbanización viviendas colectivas y unifamiliares

Puesto que no se ha construido la totalidad de la zona, se han obtenido las viviendas correspondientes a cada tipo de parcela.

Según lo establecido en el Plan General de Planeamiento Urbanístico de Lorca, y el Plan Parcial de La Viña, el índice de edificabilidad es el siguiente:

- Vivienda unifamiliar: para cada m² de suelo, corresponde 3m³ de construcción.
- Vivienda colectiva:
 - o Tipo 1
 - o Tipo 2
 - o Tipo 3

Se ha decidido entonces, que las viviendas sean de la siguiente manera:

- Las viviendas unifamiliares tendrán una edificabilidad de 3m³/m². Éstas constarán de planta baja y primer piso, además de una zona destinada a jardín correspondiente aproximadamente al 40% de la superficie total.
- Las viviendas colectivas :
 - o Tipo 1: constarán de 5 plantas incluyendo la planta baja y 16 m de altura, con 2 viviendas en cada altura. El total de viviendas en cada edificio será de 10.
 - o Tipo 2: constarán de 4 plantas incluyendo la planta bajas y 12 de altura, con 2 viviendas en cada altura. El total de viviendas en cada edificio será de 8.
 - o Tipo 3: constarán de 2 plantas incluyendo planta baja, con 1 viviendas en cada altura. El total de viviendas en cada edificio será de 2.

Teniendo en cuenta lo anteriormente mencionado, se puede comprobar en la siguiente tabla los diferentes tipos de parcelas, las dimensiones de éstas y la edificabilidad.

Proyecto de infraestructuras hidráulicas urbanas en el barrio La Viña, termino municipal de Lorca (Murcia): Red distribución de agua potable

Viviendas colectivas tipo 1	Superficie total	Nº de alturas	Longitud de fachada	Fachada por bloque	Nº de bloques de vivienda	Nº de viviendas	Nº de habitantes	Nº de puertas	Nº de habitantes por puerta
A1	1589	5	85	11	8.00	80	320	8	40
B1	1582	5	71.5	11	7.00	70	280	7	40
C	2559	5	72	11	7.00	140	560	14	40

Viviendas colectivas tipo 2	Superficie total	Nº de alturas	Longitud de fachada	Fachada por bloque	Nº de bloques de vivienda	Nº de viviendas	Nº de habitantes	Nº de puertas	Nº de habitantes por puerta
A2	2414	4	101	11	9.00	72	288	9	32
B2	1788	4	84	11	8.00	64	256	8	32
D	4613	4	104.5	15	7.00	112	448	14	32
E	3705	4	83.5	15	6.00	96	384	12	32
F	2661	4	110	15	7.00	56	224	14	32
G	1998	4	83.5	15	6.00	48	192	12	32
H	2484	4	104	15	7.00	56	224	14	32
I	1718	4	71.5	15	5.00	40	160	10	32

Proyecto de infraestructuras hidráulicas urbanas en el barrio La Viña, termino municipal de Lorca (Murcia): Red distribución de agua potable

Viviendas colectivas tipo 3	Superficie total	Nº de alturas	Longitud de fachada	Fachada por bloque	Nº de bloques de vivienda	Nº de viviendas	Nº de habitantes	Nº de puertas	Nº de habitantes por puerta
J	1007	2	-	-	-	14	56	7	8
K	1350	2	55.5	15	4.00	16	64	8	8
L	1340	2	55.5	15	4.00	16	64	8	8
M	1357	2	55.5	15	4.00	16	64	8	8
N	1324	2	55.5	15	4.00	16	64	8	8
O	1392	2	55.5	15	4.00	16	64	8	8
P	1352	2	55.5	15	4.00	16	64	8	8

Viviendas unifamiliares	Superficie total	Nº de alturas	Nº Viviendas	Jardin por vivienda	Nº habitantes	Nº de puertas	Nº de habitantes por puerta
Q	1418	2	9	63.02	36.00	9	4
R	1419	2	9	63.07	36.00	9	4
S	774	2	5	61.92	20.00	5	4
T	779	2	5	62.32	20.00	5	4
U	1418	2	9	63.02	36.00	9	4
V	1416	2	9	62.93	36.00	9	4

Proyecto de infraestructuras hidráulicas urbanas en el barrio La Viña, termino municipal de Lorca (Murcia): Red distribución de agua potable

Se ha tenido en cuenta, que en cada vivienda habitarán una media de 4 habitantes, por lo que se ha obtenido también los habitantes totales.

Se puede encontrar la identificación de cada parcela en el Plano 2: Planta de ordenación urbanística.

De esta manera, en el sector encontramos 177 parcelas calificadas para la edificación de viviendas colectivas. En total se contabilizan 29 edificios de 5 alturas, 93 edificios de 4 alturas y 55 edificios de 2 alturas. Teniendo en cuenta 2 viviendas por altura (a excepción de las viviendas colectivas de Tipo 3, que constan de 1 vivienda por altura) obtenemos 1144 viviendas.

Por otro lado, se observan 46 parcelas calificadas para la edificación de viviendas unifamiliares en las que se contabilizan 46 viviendas en total.

Por consiguiente, teniendo un total de 1190 viviendas en la zona de actuación, además de un equipamiento religioso, el cual se ha contabilizado como una vivienda más. Por lo tanto encontramos un total de 4764 habitantes en la zona.

4. Equipamiento religioso

En la parcela donde está ubicado el equipamiento religioso, se proyecta una iglesia, y se contabiliza un consumo equivalente al de una vivienda formada por 4 habitantes.

5. Zonas Verdes

Encontramos el Parque de la Viña, una pista de deportes en la Plaza de los Aprendices y la Plaza Cristo Rey. Una extensión total de suelo destinado a zonas verdes de 316 m²

Proyecto de infraestructuras hidráulicas urbanas en el barrio La Viña, termino municipal de Lorca (Murcia): Red distribución de agua potable

ANEJO N° 4: CÁLCULO HIDRÁULICO

Curso: 2014/2015
Universidad Politécnica de Valencia (UPV)
Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos (ETSICCP)
Grado en Ingeniería Civil
Tutor: José Ferrer Polo
Cotutor: Daniel Aguado García
Autora: Alba Traver Gual



Proyecto de infraestructuras hidráulicas urbanas en el barrio La Viña, termino municipal de Lorca (Murcia): Red distribución de agua potable

Índice

1. Introducción	3
2. Obtención de datos previos	3
3. Características de la red	3
4. Determinación del consumo	4
4.1. Dotación para zona residencial	
4.2. Dotación para incendios	
5. Cuantía de demanda	5
5.1. Caudal medio por vivienda	
5.2. Coeficiente punta en función del número de viviendas	
6. Descripción de la red de abastecimiento	6
6.1. Condiciones de trazado	
6.2. Arterias principales de la red de distribución	
6.3. Ramales distribuidores	
6.4. Ramales de acometida	
6.5. Hidrantes de incendio	
6.6. Piezas especiales	
7. Dimensionamiento de la Red de Abastecimiento	7
7.1. Diámetros	
7.2. Presión máxima en la red	
7.3. Velocidades admisibles	
7.4. Caudales	
7.5. Perdidas de carga	
8. Cálculo de la red de abastecimiento	9
8.1. Predimensionamiento de la red	
8.1.1. Asignación del número de viviendas y el caudal correspondiente a cada tramo	
8.1.2. Diámetro mínimo	
8.1.3. Cálculo de las presiones en cada nudo	
8.2. Cálculo de la red mallada	
8.2.1. Comprobación de incendios	

Proyecto de infraestructuras hidráulicas urbanas en el barrio La Viña, termino municipal de Lorca (Murcia): Red distribución de agua potable

1. Introducción

En el presente documento se mostrará el procedimiento llevado a cabo para realizar los cálculos hidráulicos y posteriormente los resultados y conclusiones obtenidos.

2. Obtención de datos previos

Puesto que la zona objeto del proyecto, se trata de un barrio el cual no esta construido en su totalidad, se ha calculado una población ficticia a abastecer teniendo en cuenta las limitaciones de la norma urbanística. Esto significa que la red diseñada funcionará correctamente solo con una población igual o menor a la ficticia. La justificación del calculo de dicha población se encuentra en el Anejo N 3 : Planeamiento Urbanístico.

3. Características de la red

Se ha llegado a la conclusión de que la tipología de red más correcta es la mallada, de manera que las canalizaciones se comunican formando bucles, por lo que el agua puede circular en ambos sentidos. Las arterias formarán una o más mallas y su trazado seguirá las vías urbanas de primer orden, coincidentes con las zonas de mayor consumo.

La red quedará dividida en sectores mediante llaves de paso, de manera que, en caso necesario, cualquiera de ellos pueda quedar fuera de servicio.

Las llaves de paso en las conducciones se colocarán de forma que una avería en una conducción no implique el cierre de las llaves en conducciones de diámetro superior, para lo cual se seguirán los siguientes criterios:

- En las arterias se instalarán dos llaves de paso en las tes.
Se colocarán además las llaves de paso necesarias para poder aislar tramos se una longitud no superior a 200m.
- En los distribuidores se instalará una llave de paso en cada unión con la red arterial.
En las uniones entre distribuidores se colocará una llave de paso en el de menor diámetro.
Se colocarán las llaves de desagüe necesarias para que cualquier sector pueda ser vaciado en su totalidad.
Los desagües estarán conectados a cauce natural o a pozos de la red de alcantarillado, preferentemente a los de aguas pluviales.
Cuando se conecte a la red de alcantarillado se colocará en la conducción de desagüe una válvula de retención para evitar succiones.

Ventajas de este tipo de red:

- Las presiones son más uniformes
- La red es menos sensible frente averías, ya que operando de manera adecuada las válvulas, se puede aislar la zona dañada.
- Al cambiar periódicamente el sentido de circulación del agua, los puntos singulares se ven menos afectados por la sedimentación, y no se quedan tramos estancados.

Proyecto de infraestructuras hidráulicas urbanas en el barrio La Viña, termino municipal de Lorca (Murcia): Red distribución de agua potable

4. Determinación del consumo

4.1 Dotación para zona residencial

El consumo es el dato de partida para el cálculo de la red. La dotación para zonas exclusivamente residenciales en función del nivel socioeconómico de la vivienda en ciudades puede estimarse con la siguiente tabla:

Nivel socioeconómico	Dotación (agua registrada) (l/hab/día)
Bajo / Alto	150 - 175
Medio / Bajo	175 - 200
Medio / Medio	200 - 225
Medio / Alto	225 - 275
Alto / Bajo	275 - 325

Tabla 1. Dotación para ciudades no planificadas

Se tomará como dotación 250 l/hab/día al tratarse de una zona con viviendas unifamiliares y colectivas. En esta dotación, ya se tiene en cuenta el riego de las zonas ajardinadas de las viviendas unifamiliares. La dotación de riego para zonas verdes será de 9 l/hab/día al tratarse de un clima seco.

En la dotación de 250 l/hab/día se incluyen 3 l/hab/día para la limpieza de calles y alcantarillado.

4.2 Dotación para incendios

La normativa española a utilizar en este caso es la CTE DB-SI (R.D. 314/2006) (Código Técnico de la Edificación, Documento Básico de Seguridad en caso de Incendio).

Los caudales de incendio suministrados desde los hidrantes exteriores situados en la vía pública deben ser considerados en el momento de establecer los requerimientos de presión y caudal punta del sistema de abastecimiento. Según el Código (CTE DB-SI) en el trazado de redes de abastecimiento de agua incluidas en actuaciones de planeamiento urbanístico debe contemplarse una instalación de hidrantes la cual cumplirá con las condiciones establecidas en el Reglamento de Instalaciones de Protección contra Incendios (RD 314/2006).

Los hidrantes deben estar situados en lugares fácilmente accesibles, fuera del espacio destinado a circulación y estacionamiento de vehículos, debidamente señalizados conforme a la Norma UNE 23.033 y distribuidos de tal manera que la distancia entre ellos medida por espacios públicos no sea mayor de 200 metros.

La red hidráulica que abastece los hidrantes debe permitir el funcionamiento simultáneo de dos hidrantes consecutivos durante dos horas, cada uno de ellos con un caudal punta de 1000 l/min y una presión mínima de 10 m.c.a. (1kg/cm²). En núcleos urbanos consolidados en los que no se pudiera garantizar el caudal de abastecimiento de agua, puede aceptarse que este sea de 500 l/min, pero la presión se mantendrá en 10 m.c.a. Si por motivos justificados, la instalación de hidrantes no pudiera conectarse a una red general de abastecimiento de agua, debe haber una reserva de agua adecuada para proporcionar el caudal antes indicado.

Además deberán contar con la instalación de al menos un hidrante los siguientes edificios:

- Los recintos deportivos con superficie construida comprendida entre 5000 y 10000 m².
- Los de uso Hospitalario o Residencial, con superficie construida comprendida entre 2000 y 10000 m².

Proyecto de infraestructuras hidráulicas urbanas en el barrio La Viña, termino municipal de Lorca (Murcia): Red distribución de agua potable

- Los de uso Administrativo, Docente o Vivienda, con superficie construida comprendida entre 5000 y 10000 m².
- Los de uso Comercial o de Garaje o Aparcamiento, con superficie construida comprendida entre 5000 y 10000 m².

Los hidrantes de la red pública pueden tenerse en cuenta a efectos de cumplimiento de las dotaciones indicadas en el punto anterior.

En el caso de nuestro sector se colocará un hidrante de incendio en los nudos N2, N18 Y N34, con lo que cumplirá la limitación de que la distancia entre hidrantes no supere los 200 metros medidos por espacios públicos. Puesto que la población abastecida es superior a 5.000 habitantes, se debe utilizar un hidrante tipo 100 mm. El diámetro mínimo requerido en las conducciones que los alimentan debe ser 150 mm, con un caudal de 16,3 l/s.

5. Cuantía de demanda

5.1. Caudal medio por vivienda

Se ha tenido en cuenta que una vivienda está ocupada por 4 habitantes.

$$Q_{m,viv} = \text{dotación} \times \text{habitantes vivienda} = 250 \times 4 = 1000 \text{ l/viv/día}$$

$$Q_{m,viv} = \frac{1000}{86400} = 0,011574 \text{ l/viv/día}$$

5.2. Coeficiente punta en función del número de viviendas

Se calculan los coeficientes punta correspondiente al número de viviendas que abastecerá cada tramo según la tabla siguiente:

N viviendas	Kp
<10	18,51
16	14,02
24	10,062
56	5,575
64	5,216
72	4,857
112	3,889
120	3,808
128	3,728
168	3,325
176	3,245
184	3,164
200	3
300	2,76
400	2,48
500	2,2
600	2

Tabla 2. Coeficientes punta en función del número de viviendas

6. Descripción de la Red de Abastecimiento

6.1. Condiciones de trazado

El trazado de la red vendrá definido de acuerdo con lo prescrito en los documentos de ordenación urbana del municipio o, en su defecto, siguiendo las vías públicas preferiblemente bajo las aceras y no demasiado cerca de la línea de fachada, para evitar problemas de descalces de cimentación debido a averías de la red.

Se fijarán teniendo en cuenta, como criterio general, que las distintas conducciones que componen la red de abastecimiento y distribución no tengan problemas de circulación del fluido y estén lo más protegidas posible.

Se diseñará siguiendo el trazado viario o espacios públicos no edificables, evitando cualquier tipo de desviación en los tramos. Las conducciones se situarán bajo las aceras y se colocará la parte inferior del tubo a una cota de 0,6 metros de profundidad. La tubería que no discurre por acera se situará a una cota de 1 metro por debajo de la cota existente del terreno bajo la calzada, de manera que queda asegurada la imposibilidad de rotura por acciones de tráfico.

La red está formada por las siguientes conducciones: arterias, distribuidores y ramales de acometida.

6.2. Arterias principales de la red de distribución

Conducen el agua desde la conducción de alimentación hasta los distribuidores. Su función principal es de conducción y en general no se conectan a ellas ramales de acometida.

6.3. Ramales distribuidores

Se conectan a la arteria principal conduciendo el agua hasta los ramales de acometida.

Sus dimensiones y longitudes resultan de los cálculos posteriores y se detallarán posteriormente y en los planos.

6.4. Ramales de acometida

Conectados a los distribuidores, conducen el agua hasta las arquetas de acometida.

6.5. Hidrantes de incendio

Se conectarán a la red mediante una conducción para cada boca o hidrante, provista en su comienzo de una llave de paso y de un racor. Deben ser sólidos, seguros e incongelables. Para ello debe tener el cierre hidráulico al menos a 1 metro de profundidad, y el tramo de tubo comprendido entre el cierre y el racor debe vaciarse automáticamente.

6.6. Piezas especiales

Se colocarán reducciones en los cambios de sección de las conducciones, codos en los cambios de dirección y piezas en T en las derivaciones.

Se colocarán dos válvulas en las T, de forma que sea posible cortar el flujo de agua.

En los puntos bajos de cada sector definido en el cálculo, se colocarán llaves de paso con desagüe para poder vaciar y cortar el paso de ésta cuando sea necesario.

Proyecto de infraestructuras hidráulicas urbanas en el barrio La Viña, termino municipal de Lorca (Murcia): Red distribución de agua potable

Las arquetas de acometida se colocarán en los extremos de los ramales de acometida para conectar la red de distribución con las viviendas.

7. Dimensionamiento de la Red de Abastecimiento

La determinación de los diámetros de las tuberías que configurarán la red deben atender a los siguientes criterios:

- Se deben suministrar los caudales y presiones que los usuarios precisan, incluyendo la extinción de incendios.
- Se deben cumplir las restricciones funcionales relacionadas con diámetros, velocidades del agua y presiones.
- Se debe minimizar el coste de la red, considerando amortización, mantenimiento y explotación.

Se ha decidido utilizar tuberías de polietileno (PE 100) debido a la baja densidad del material, con lo que se facilita su colocación en obra debido a su bajo peso. Además, su elevada resistencia disminuye o elimina los problemas por golpes o corrosión. La utilización de tubos de polietileno (PE) tiene grandes ventajas respecto a otros tubos tradicionales:

- Durabilidad: Se considera vida útil del tubo de PE un periodo de más de 50 años.
- Atoxicidad: Se trata de tubos inodoros, insípidos y atóxicos, siendo de esta forma el PE un material idóneo para la conducción de agua potable.
- Resistencia: El polietileno es resistente a la corrosión y a la mayor parte de los agentes químicos.
- Baja pérdida de carga: debido a la superficie lisa de los tubos de PE, la pérdida de carga por rozamiento es casi nula con respecto a otros materiales.
- Flexibilidad y elasticidad: facilita los trazados más sinuosos. Así mismo, la resistencia al golpe de ariete aumenta considerablemente respecto a otros materiales rígidos.
- Insensibles a la congelación: la gran capacidad como aislante de los tubos de PE hace que los mismos tengan una gran resistencia a la congelación. En el caso de que el agua se helara en el interior del tubo, el aumento de volumen no provocaría la rotura del tubo gracias a la flexibilidad del mismo.
- Fácil instalación: además del tendido convencional, y apertura de zanja, los tubos de PE pueden ser instalados por diversos sistemas, como son el arado topo, entubados (Refining) en tubos ya existentes, instalación sin apertura de zanja, etc. Por otro lado, presentan una gran aceptación frente a la unión por electrofusión, la cual permite una unión más rápida aplicable en tubos de diferente diámetro.
- Ligeros: el fácil manejo de los tubos PE, debido a su poco peso, supone una gran ventaja para la instalación en zonas difíciles.

7.1. Diámetros

Se recomienda utilizar unos diámetros mínimos que permitan garantizar que se dispondrá de caminos alternativos para el suministro en caso de averías, que las presiones serán relativamente uniformes en toda la red y que se podrán garantizar los caudales de incendio y riego.

7.2. Presión máxima en la red

La presión de servicio debe asegurar en todo momento la correcta alimentación de los dispositivos de consumo del usuario.

La presión estática P_e en cualquier punto de la red de distribución no será superior a 60 m.c.a, recomendándose no superar los 40 m.c.a. El empleo de presiones elevadas únicamente puede producir efectos negativos en la red, tales como:

Proyecto de infraestructuras hidráulicas urbanas en el barrio La Viña, termino municipal de Lorca (Murcia): Red distribución de agua potable

- Encarecimiento de la red al tener que adoptar un diámetro mayor y un espesor de las paredes de las tuberías mayor.
- Aumento de fugas por avería.

La presión máxima que debe soportar una conducción es la estática más la debida al golpe de ariete por cierre de válvulas.

7.3 Velocidades admisibles

La velocidad de circulación del agua, para un caudal dado, esta relacionada con el diámetro de la tubería. La elección más adecuada es aquella que permite minimizar costes, pero a la vez asegura un funcionamiento sin problemas de la red.

La AEAS, Asociación Española de Abastecimientos de Agua y Saneamiento, propone valores de velocidad comprendidos entre 0.6 y 2.3 m/s, con valor mínimo de 0.3 m/s.

En general, los valores límite de las velocidades son los siguientes:

- En conducciones por gravedad hasta 2,5 m/s
- En impulsiones y aspiración hasta 2 m/s
- Impulsiones y elevación hasta 1 m/s
- Red de distribución en poblaciones hasta 1,5 m/s

En las conducciones a presión es posible alcanzar velocidades superiores manteniendo algunas precauciones, tales como:

- No deben existir cambios bruscos en la conducción
- El agua circulante debe estar exenta de arena en suspensión, ya que provocaría la erosión de tubos y codos.

Las velocidades mínimas vendrían condicionadas por:

- Evaporación
- Agotamiento del oxígeno
- Aparición de contaminantes
- Sedimentación

Una velocidad excesivamente pequeña puede producir un tiempo de permanencia excesivo de agua en la red, disminuyendo la calidad del agua distribuida. Es conveniente que la velocidad sea superior, como se ha dicho antes, a 0,6 m/s, pero resulta casi imposible conseguir esos valores en todos los tramos.

7.4. Caudales

El caudal de diseño de toda la red de distribución es el caudal punta de la población. Para cada zona de la red de distribución debe establecerse el caudal punta en función del número de habitantes conectados a ella.

7.5. Pérdida de carga

Cuando se producen variaciones en el régimen de circulación, debido a los cambios de pendiente, las variaciones en las velocidades y singularidades de los distintos tramos, dan lugar a una pérdida de carga o energía.

Proyecto de infraestructuras hidráulicas urbanas en el barrio La Viña, termino municipal de Lorca (Murcia): Red distribución de agua potable

Esta pérdida de carga se traduce en una pérdida de presión y se mide en m.c.a. Si dividimos éstas por la longitud total del tramo, obtenemos la pérdida de carga unitaria, cuyas unidades vendrán en m/km.

En este caso, para realizar los cálculos de las pérdidas en una tubería por fricción al paso del agua, se ha utilizado la fórmula de Darcy-Weisbach. Esta fórmula es, desde el punto de vista académico, la más correcta y aplicable a todo tipo de líquidos y regímenes:

$$h_p = f \times \left(\frac{8 \times L \times Q^2}{\pi^2 \times g \times D^5} \right)$$

donde:

hp: pérdida de carga (m.c.a.)

f: factor de fricción

L: longitud de la conducción (m)

Q: caudal circulante por la conducción (m³/s)

D: diámetro interior (m)

Para la obtención del factor de fricción utilizaremos la fórmula Colebrook-White:

$$\frac{1}{\sqrt{f}} = -2 \times \log \left[\left(\frac{\varepsilon}{3.7 \times D} \right) + \left(\frac{2.51}{\text{Re} \times \sqrt{f}} \right) \right]$$

El factor de fricción f es función de:

- El número de Reynolds (Re): representa la relación entre las fuerzas de inercia y las fuerzas viscosas en la tubería.
- Rugosidad relativa (ε/D): Traduce matemáticamente las imperfecciones del tubo. A efectos de diseño, conviene considerar para todos los materiales una rugosidad absoluta de 0.1 mm, para tener en cuenta:
 - o Las juntas
 - o El envejecimiento del material
 - o La posible deposición de carbonatos en la superficie interna de la tubería.

8. Cálculo de la red de abastecimiento

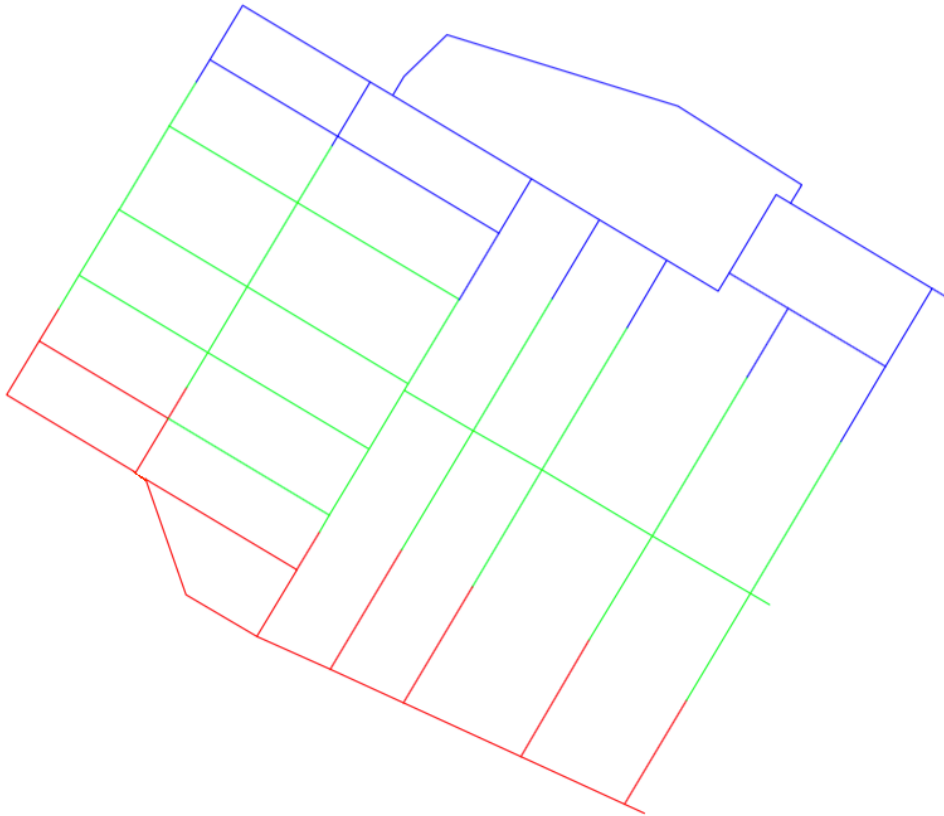
Se ha tomado la decisión de que las conducciones transcurran por las aceras en lugar de por el centro de la calzada, ya que por este circulan las aguas residuales. Se ha realizado el dibujo en AutoCAD para delimitar la forma de la red siguiendo el curso de las vías y así disponer de la longitud de dichas conducciones.

Inicialmente, para proceder al cálculo de la red mallada, se ramifica la malla mediante el método de la ramificación. Para ello, se efectúa el diseño de la red transformándola en ramificada, mediante la realización de unos cortes en la red, separando la red única en subredes por el método de las distancias mínimas. Este método permite un dimensionamiento de la red próximo al óptimo económico y establecer el funcionamiento de la red como ramificada de una forma sistemática. Sólo es útil para red nueva o de aplicación en una zona de ampliación de red. Las hipótesis básicas de dicho método son:

- El agua alcanza cualquier nudo de la red por el itinerario más corto entre él y el nudo de inyección.
- La H de cualquier nudo de la red, es función exclusiva de la longitud del itinerario más corto al nudo de inyección. Esto equivale a decir que la pérdida de carga unitaria en toda la red es constante.

8.1. Predimensionamiento de la red

Al haber tres puntos de conexión con la red, se realizarán los cortes de manera que se obtengan dos redes ramificadas independientes. Los nudos corresponderán a una u otra malla según la distancia que tengan al punto de toma. Se han numerado todos los nudos, identificando con una comilla (') aquellos nudos dobles.



RED 1
RED 2
RED 3

Figura 1. Esquema de la red dividida y ramificada

Proyecto de infraestructuras hidráulicas urbanas en el barrio La Viña, termino municipal de Lorca (Murcia): Red distribución de agua potable

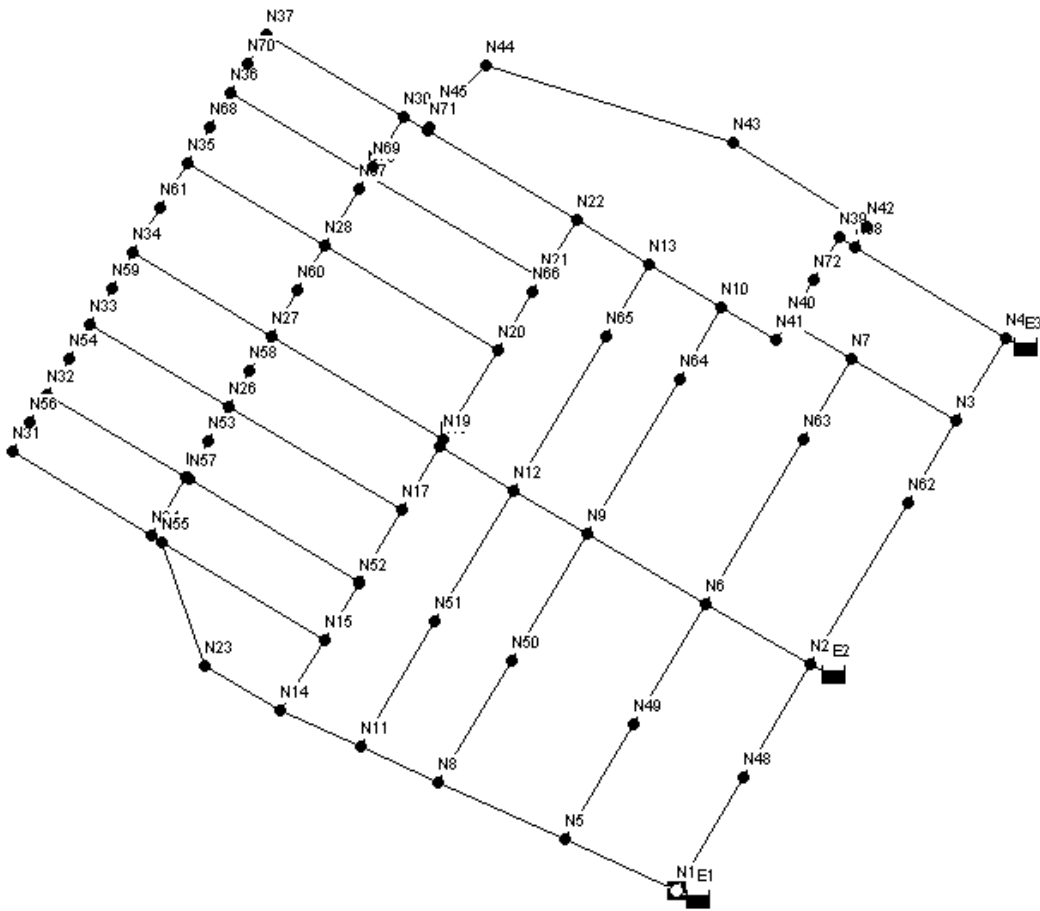


Figura 2. Esquema con la numeración de los nudos

8.1.1. Asignación del número de viviendas y el caudal correspondiente a cada tramo

Se asigna a cada tramo el número de viviendas y otros servicios que abastezca, excluyendo los hidrantes de incendio.

Para ello, se tiene en cuenta los coeficientes punta correspondientes al número de viviendas que abastece cada tramo según la tabla X presentada anteriormente. Se calcula para cada tramo el número de viviendas que son abastecidas por el mismo y por los tramos consecutivos. Se multiplica el número total de viviendas acumuladas por el caudal medio por vivienda y por el coeficiente punta correspondiente al número de viviendas calculado.

En el caso de que el número de viviendas no aparezca en la tabla anterior, se ha calculado interpolando, de manera que se obtiene la siguiente tabla:

Proyecto de infraestructuras hidráulicas urbanas en el barrio La Viña, termino municipal de Lorca (Murcia): Red distribución de agua potable

N viviendas	Kp	Q (l/s)			
			40	7.819	3.62
1	18.51	0.21	48	6.697	3.72
2	18.51	0.43	50	6.416	3.71
4	18.51	0.86	56	5.575	3.61
5	18.51	1.07	59	5.44	3.71
6	18.51	1.29	63	5.261	3.84
7	18.51	1.50	64	5.216	3.86
8	18.51	1.71	69	5.164	4.12
9	18.51	1.93	71	5.14	4.22
10	18.51	2.14	72	5.13	4.28
11	17.762	2.26	115	4.685	6.24
12	17.01	2.36	140	4.425	7.17
13	16.265	2.45	171	4.102	8.12
14	15.517	2.51	196	3.84	8.71
15	14.768	2.56	235	3.436	9.35
16	14.02	2.60	252	3.26	9.51
17	13.525	2.66	285	2.916	9.62
18	13.03	2.71	300	2.76	9.58
19	12.536	2.76	316	2.715	9.93
20	12.041	2.79	372	2.558	11.01
21	11.546	2.81	400	2.48	11.48
22	11.052	2.81	500	2.2	12.73
23	10.56	2.81	508	2.192	12.89
24	10.062	2.80	588	2.112	14.37
30	9.22	3.20	700	2	16.20
32	8.94	3.31			

Tabla 3. Coeficientes punta en función del número de viviendas

8.1.2. Diámetro mínimo

Se obtienen los diámetros mínimos exigidos para cada tramo, eligiendo el más restrictivo frente tres métodos distintos:

- Diámetro mínimo según NTE-IFA:

Habitantes	Tuberías de distribución (mm)	Arterias (mm)
< 1.000	60	100
1.000 - 6.000	80	125
> 6.000	100	175

Tabla 4. Valores mínimos de los diámetros Recomendados por NTE-IFA

Por lo que, al tratarse de una población de 4764 habitantes:

- o Tuberías de distribución: 80 mm
- o Arterias: 125 mm

Proyecto de infraestructuras hidráulicas urbanas en el barrio La Viña, termino municipal de Lorca (Murcia): Red distribución de agua potable

- Diámetro mínimo según hidrante

Según el tipo de hidrante que tenga que alimentar el tramo, se tendrá que disponer un diámetro mínimo. Para los hidrantes de tipo 80 mm es necesario un diámetro mínimo de 100 mm.

- Diámetro mínimo según la velocidad de Mougne

La siguiente tabla establece los diámetros mínimos a disponer para que las velocidades sean las adecuadas según la expresión de Mougne que da la velocidad máxima recomendada para cada diámetro:

Diámetro (mm)	Velocidad (m/s)	Caudal (l/s)	Jmax (mca/km)
60	0.5	1.43	6.8
80	0.54	2.71	4.8
100	0.58	4.56	4.1
150	0.67	11.84	3.3
200	0.75	23.56	2.85
300	0.89	62.9	2.4
400	1.01	125.66	2.1
600	1.21	339.29	1.84

Tabla 5. Velocidades máximas y sus pérdidas de carga para la fórmula de Mougne

La expresión de Mougne es:

$$V = 1.5 \times (\sqrt{D+0.05})$$

v : velocidad (m/s)

D: diámetro (m)

Los diámetros obtenidos mediante este método se obtienen interpolando los valores de caudales entre los de la tabla y eligiendo el diámetro comercial inmediatamente superior.

8.1.3. Cálculo de las presiones en cada nudo

Una vez elegido el diámetro y el caudal circulante en cada tramo, se ha de calcular la velocidad, el factor de fricción f y la pérdida de carga en m.c.a de cada tramo según se especifica en el punto 7.5 de este mismo documento. Partiendo del punto de enlace con la conducción de alimentación, se calculará la presión en cada nudo.

Se necesitará una presión mínima total de 30 m.c.a. Esto es debido a la necesidad de tener una presión en las acometidas de 15 m.c.a, más la altura del edificio.

En las siguientes tablas pueden comprobarse los valores obtenidos

Proyecto de infraestructuras hidráulicas urbanas en el barrio La Viña, termino municipal de Lorca (Murcia): Red distribución de agua potable

RED 1														338.35	46.65
NUDO	Qmax (l/s)	Ømin NTE	Ømin Hidr	Ø mougnie	Ø	DN	e	Ø int	L	v (m/s)	Re	f	hf	Cota (m)	P(mca)
DEP1-1	9.62	125	80	150	200	200	11.9	188.1	8.84	0.35	56623.74047	0.0222	6.38E-03	338.35	46.64
1-5	9.35	125	80	150	200	200	11.9	188.1	46.10	0.34	55034.50867	0.022305	3.16E-02	338.75	47.01
5-8	8.12	125	80	150	175	180	10.7	169.3	52.14	0.36	53102.05759	0.022615	4.62E-02	340.31	48.53
8-11	6.24	125	80	150	175	180	10.7	169.3	32.57	0.28	40807.49254	0.023635	1.78E-02	341.92	50.12
11-14	3.71	125	80	100	150	160	9.5	150.5	32.46	0.21	27292.90025	0.025635	1.23E-02	343.89	52.08
14-23	2.76	80	80	100	80	90	5.4	84.6	33.22	0.49	36120.27077	0.025625	1.24E-01	345.77	53.83
23-47	2.56	80	80	80	80	90	5.4	84.6	49.76	0.46	33502.85985	0.02592	1.61E-01	348.44	56.34
47-24	2.45	80	80	80	80	90	5.4	84.6	4.59	0.44	32063.28384	0.026095	1.37E-02	348.44	56.33
24-31	0.86	80	80	60	80	90	5.4	84.6	60.86	0.15	11254.86698	0.03179	2.73E-02	351.25	59.11
14-15	3.62	80	80	100	125	125	7.4	117.6	31.40	0.33	34081.094	0.02506	3.79E-02	345.45	53.60
15-55	2.6	80	80	80	80	90	5.4	84.6	71.47	0.46	34026.34203	0.02586	2.38E-01	348.44	56.35
47-55'		80	80	60	80	90	5.4	84.6						348.44	56.34
24-25	1.93	80	80	80	80	90	5.4	84.6	25.50	0.34	25258.01543	0.027135	4.92E-02	349.17	57.01
25-32	1.71	80	80	80	80	90	5.4	84.6	60.76	0.30	22378.86341	0.027715	9.40E-02	353.36	61.10
31-56		80	80	60	80	90	5.4	84.6						353.36	61.22
32-56'		80	80	60	80	90	5.4	84.6						353.36	61.10
1-48	3.71	80	80	100	100	110	6.6	103.4	49.65	0.44	39725.15946	0.02474	1.18E-01	337.30	45.48
5-49	3.86	80	80	100	80	90	5.4	84.6	50.70	0.69	50516.03086	0.02447	3.53E-01	338.80	46.71
8-50	3.61	80	80	100	80	90	5.4	84.6	53.30	0.64	47244.26721	0.02468	3.27E-01	341.01	48.90
11-51	3.61	80	80	100	80	90	5.4	84.6	54.64	0.64	47244.26721	0.02468	3.35E-01	342.72	50.58
15-52	1.71	80	80	80	80	90	5.4	84.6	24.93	0.30	22378.86341	0.027715	3.86E-02	345.51	53.62
25-53		80	80	60	80	90	5.4	84.6						351.32	59.16
32-54		80	80	60	80	90	5.4	84.6						353.51	61.25

Proyecto de infraestructuras hidráulicas urbanas en el barrio La Viña, termino municipal de Lorca (Murcia): Red distribución de agua potable

RED 2														336.2	48.8
NUDO	Qmax (l/s)	Ømin NTE	Ømin Hidr	Ø mougnie	Ø	DN	e	Ø int	L	v (m/s)	Re	f	hf	Cota (m)	P(mca)
DEP2 - 2	14.37	125	150	175	300	315	18.7	296.3	9.02	0.21	53695.43869	0.02176	1.47E-03	336.20	48.80
2-6	12.89	125	150	175	275	280	16.6	263.4	45.74	0.24	54181.30049	0.021865	1.08E-02	338.87	51.46
6-9	11.01	125	150	150	250	250	14.8	235.2	52.14	0.25	51827.74101	0.022185	1.61E-02	341.71	54.28
9-12	9.51	125	150	150	225	225	13.4	211.6	32.16	0.27	49759.62879	0.022495	1.28E-02	343.52	56.08
12-18	7.17	125	150	150	200	200	11.9	188.1	32.04	0.26	42202.93339	0.02333	1.35E-02	345.13	57.68
18-17	4.22	80	80	100	150	160	9.5	150.5	27.73	0.24	31044.75446	0.02502	1.32E-02	345.66	58.19
17-26	2.81	80	80	100	80	90	5.4	84.6	75.98	0.50	36774.6235	0.02556	2.93E-01	353.47	65.71
26-33	1.29	80	80	60	80	90	5.4	84.6	60.64	0.23	16882.30047	0.02922	5.63E-02	353.66	65.84
18-19	4.12	80	150	100	175	180	10.7	169.3	3.13	0.18	26943.40853	0.025525	8.06E-04	345.13	57.67
19-27	2.81	80	150	100	150	160	9.5	150.5	75.94	0.16	20671.98105	0.02709	1.74E-02	348.38	60.91
27-34	1.07	80	80	60	100	110	6.6	103.4	60.52	0.13	11457.12146	0.03134	1.52E-02	352.97	65.48
19-20	3.72	100	80	100	150	160	9.5	150.5	39.74	0.21	27366.46602	0.02562	1.51E-02	344.07	56.60
20-28	2.8	80	80	100	80	90	5.4	84.6	76.01	0.50	36643.75296	0.02557	2.91E-01	347.35	59.59
28-35	1.5	80	80	80	80	90	5.4	84.6	60.36	0.27	19630.58194	0.02839	7.36E-02	352.90	65.07
2-48'	3.2	80	80	100	100	110	6.6	103.4	49.47	0.38	34264.28848	0.025325	8.98E-02	337.30	49.81
2-62	3.71	80	80	100	150	160	9.5	150.5	71.17	0.21	27292.90025	0.025635	2.69E-02	335.33	47.90
6-49'	3.86	80	80	100	80	90	5.4	84.6	53.06	0.69	50516.03086	0.02447	3.69E-01	338.80	51.02
6-63	4.28	80	80	100	100	110	6.6	103.4	72.06	0.51	45828.48584	0.02422	2.24E-01	337.92	50.28
9-50'	3.61	80	80	100	80	90	5.4	84.6	55.69	0.64	47244.26721	0.02468	3.42E-01	341.01	53.24
9-64	3.86	80	80	100	80	90	5.4	84.6	67.79	0.69	50516.03086	0.02447	4.72E-01	340.35	52.45
12-51'	3.61	80	80	100	80	90	5.4	84.6	57.62	0.64	47244.26721	0.02468	3.54E-01	342.72	54.93
12-65	3.61	80	80	100	80	90	5.4	84.6	67.75	0.64	47244.26721	0.02468	4.16E-01	341.88	54.02
17-16	3.62	80	80	100	100	110	6.6	103.4	31.12	0.43	38761.47634	0.024835	7.09E-02	345.51	57.97
16-52'	1.71	80	80	80	80	90	5.4	84.6	0.68	0.30	22378.86341	0.027715	1.04E-03	345.51	57.97
16-57'	2.6	80	80	80	80	90	5.4	84.6	76.03	0.46	34026.34203	0.02586	2.54E-01	349.17	61.38
26-53'	0.21	80	80	60	80	90	5.4	84.6	20.72	0.04	2748.281472	0.045725	7.97E-04	351.32	63.56
26-58		80	80	60	80	90	5.4	84.6						350.90	63.14

Proyecto de infraestructuras hidráulicas urbanas en el barrio La Viña, termino municipal de Lorca (Murcia): Red distribución de agua potable

33-54'		80	80	60	80	90	5.4	84.6						353.51	65.69
33-59		80	80	60	80	90	5.4	84.6						353.30	65.48
27-58'		80	80	60	80	90	5.4	84.6						350.90	63.43
27-60		80	80	60	80	90	5.4	84.6						347.86	60.39
34-59'		80	80	60	80	90	5.4	84.6						353.30	65.81
34-61		80	80	60	80	90	5.4	84.6						352.90	65.41
20-66	2.6	80	80	80	80	90	5.4	84.6	27.98	0.46	34026.34203	0.02586	9.34E-02	342.84	55.28
28-60'		80	80	60	80	90	5.4	84.6						347.86	60.10
28-67	1.71	80	80	80	80	90	5.4	84.6	24.91	0.30	22378.86341	0.027715	3.85E-02	346.61	58.81
35-61'		80	80	60	80	90	5.4	84.6						352.90	65.07
35-68		80	80	60	80	90	5.4	84.6						352.37	64.54

RED 3														333.72	51.28
NUDO	Qmax (l/s)	Ømin NTE	Ømin Hidr	Ø mougnie	Ø	DN	e	Ø int	L	v (m/s)	Re	f	hf	Cota (m)	P(mca)
DEP3-4	9.97	175	80	150	200	200	11.9	188.1	8.02	0.36	58683.85577	0.022075	6.18E-03	333.72	51.27
4-38	4.22	125	60	100	150	160	9.5	150.5	66.72	0.24	31044.75446	0.02502	3.18E-02	336.10	53.62
38-42	0.21	80	80	60	125	125	7.4	117.6	8.75	0.02	1977.080038	0.05028	7.13E-05	336.06	53.58
42-43	0.21	100	80	60	125	125	7.4	117.6	59.25	0.02	1977.080038	0.05028	4.83E-04	338.60	56.12
43-44		100	80	60	125	125	7.4	117.6						342.80	60.32
44-45		100	80	60	125	125	7.4	117.6						343.60	61.12
45-71		100	80	60	125	125	7.4	117.6						343.60	61.12
4-3	9.47	125	80	150	150	160	9.5	150.5	36.69	0.53	69666.78312	0.021955	7.74E-02	334.46	51.94
3-7	9.25	125	80	150	150	160	9.5	150.5	46.14	0.52	68048.33621	0.022025	9.31E-02	336.98	54.36
7-40	7.2	125	80	150	125	125	7.4	117.6	27.5	0.66	67785.60132	0.02264	1.19E-01	337.50	54.76
40-72		125	80	60	100	110	6.6	103.4						336.80	54.06
38-39		125	80	60	100	110	6.6	103.4						336.10	53.62
39-72'		125	80	60	100	110	6.6	103.4						336.80	54.32
40-41	6.32	125	80	150	150	160	9.5	150.5	8.54	0.36	46493.56593	0.02333	8.52E-03	338.12	55.38

Proyecto de infraestructuras hidráulicas urbanas en el barrio La Viña, termino municipal de Lorca (Murcia): Red distribución de agua potable

41-10	6.32	125	80	150	125	125	7.4	117.6	24.16	0.58	59500.69449	0.02303	8.17E-02	338.99	56.16
10-13	4.92	125	80	150	100	110	6.6	103.4	31.75	0.59	52681.34354	0.02375	1.28E-01	340.24	57.29
13-22	3.68	125	80	100	80	90	5.4	84.6	32.05	0.65	48160.36103	0.02462	2.04E-01	341.77	58.61
22-46	2.45	80	80	80	100	110	6.6	103.4	65.45	0.29	26233.59587	0.0265	7.29E-02	343.60	60.37
46-30	1.07	80	80	60	125	125	7.4	117.6	10.58	0.10	10073.69353	0.032105	1.43E-03	344.70	61.47
46-71'		80	80	60	80	125	7.4	117.6						343.60	60.37
30-37	0.86	80	80	60	80	90	5.4	84.6	60.13	0.15	11254.86698	0.03179	2.70E-02	350.67	67.41
22-21	3.62	80	80	100	80	90	5.4	84.6	25.61	0.64	47375.13775	0.024675	1.58E-01	342.84	59.52
21-29	2.8	80	80	100	80	90	5.4	84.6	76.02	0.50	36643.75296	0.02557	2.91E-01	345.87	62.26
29-36	1.71	80	80	80	80	90	5.4	84.6	60.23	0.30	22378.86341	0.027715	9.32E-02	351.85	68.15
36-70		80	80	60	80	90	5.4	84.6						351.26	67.56
37-70'		80	80	60	80	90	5.4	84.6						351.26	67.56
29-69		80	80	60	80	90	5.4	84.6						345.28	61.67
30-69'	0.21	80	80	60	80	90	5.4	84.6	25.58	0.04	2748.281472	0.045725	9.84E-04	345.28	62.05
3-62'	2.79	80	80	100	150	160	9.5	150.5	72.165	0.16	20524.84952	0.02713	1.63E-02	335.33	52.79
7-63'	3.62	80	80	100	100	110	6.6	103.4	34.965	0.43	38761.47634	0.024835	7.96E-02	337.92	55.22
10-64'	3.31	80	80	100	80	90	5.4	84.6	31.175	0.59	43318.15082	0.02497	1.63E-01	340.35	57.36
13-65'	3.31	80	80	100	80	90	5.4	84.6	31.55	0.59	43318.15082	0.02497	1.65E-01	341.88	58.76
21-66'		80	80	60	80	90	5.4	84.6						342.84	59.52
29-67'		80	80	60	80	90	5.4	84.6						346.61	63.00
36-68'		80	80	60	80	90	5.4	84.6						352.37	68.67

Proyecto de infraestructuras hidráulicas urbanas en el barrio La Viña, termino municipal de Lorca (Murcia): Red distribución de agua potable

8.2. Cálculo de la red mallada

Para el cálculo de la red se ha utilizado el software EPANET, programa diseñado por la Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos y que tiene por objetivo el análisis y la simulación de redes hidráulicas a presión.

En el proyecto de la red de abastecimiento se ha considerado la demanda para el caudal punta distribuido en los nudos de la red de manera que a cada nudo de inicio y final de tramo se le asignan la mitad de las viviendas de dicho tramo y de los tramos que confluyen en ese nudo.

EPANET modeliza un sistema de distribución de agua con un conjunto de líneas conectadas a los nudos.

El programa asume que las tuberías están llenas en todo momento. El agua fluye a presión y siempre del nudo de mayor altura piezométrica al de menor. Los datos imputados a las tuberías son:

- Nudos inicial y final
- Diámetro
- Longitud
- Coeficiente de rugosidad
- Estado (abierta o cerrada)

Los resultados obtenidos son:

- Caudal de circulación
- Velocidad del flujo
- Pérdida de carga unitaria

Los nudos son los puntos donde confluyen las tuberías, y los datos imputados a estos son:

- Cota
- Demanda de agua

Los resultados obtenidos son:

- Altura piezométrica
- Presión

Los embalses son nudos que representan una fuente externa de alimentación de capacidad limitada. En este caso se utilizarán para imitar los puntos de toma con la tubería existente, por lo que se colocan 3 depósitos en la parte baja de la red, en los puntos de conexión con la tubería de alimentación. Se ha introducido la cota a la que se encuentra la tubería y una altura de lámina de agua de X m para simular la presión a la que se necesita que circule el agua para obtener un correcto abastecimiento de la zona.

La malla resultante puede observarse en los siguientes gráficos obtenidos de EPANET

Proyecto de infraestructuras hidráulicas urbanas en el barrio La Viña, termino municipal de Lorca (Murcia): Red distribución de agua potable

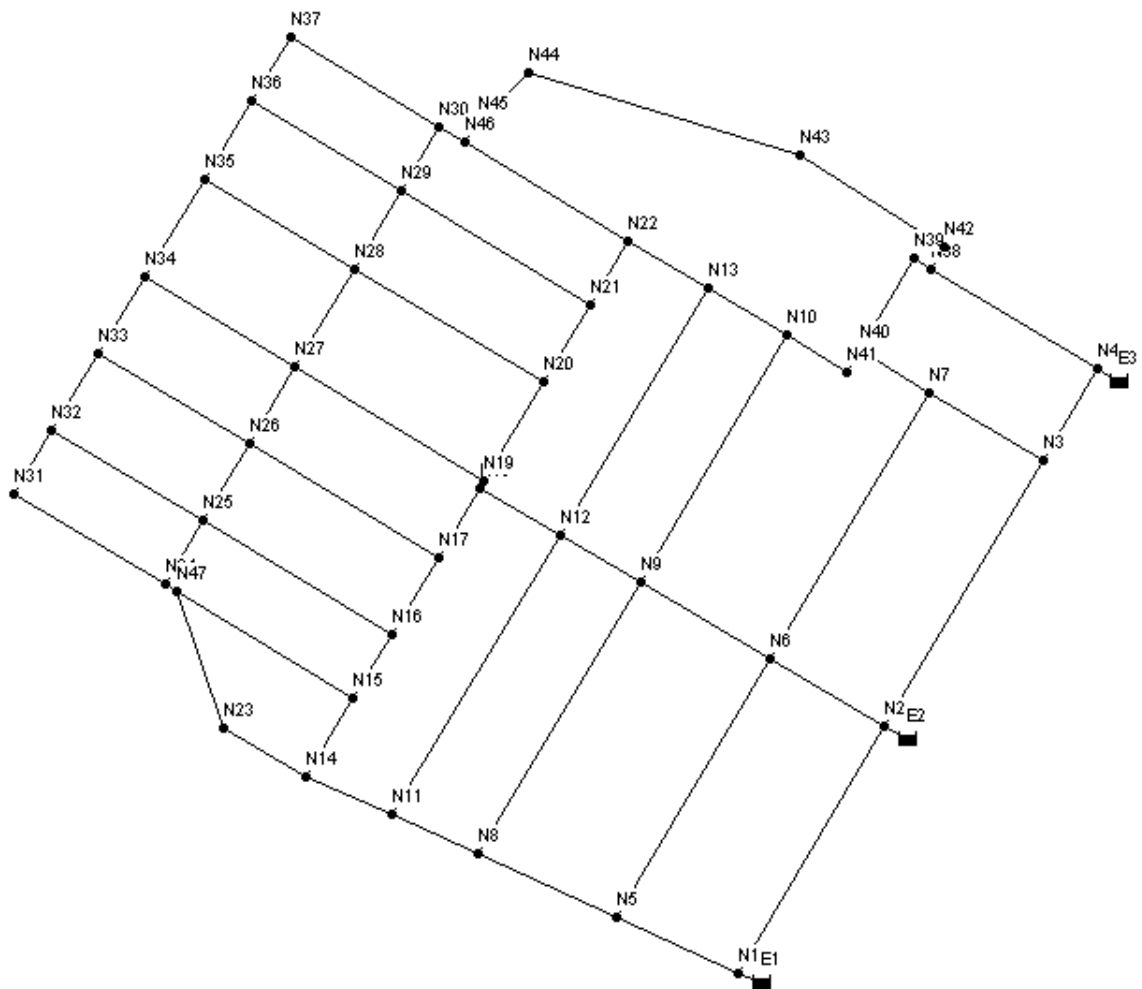


Figura 3. Esquema numeración de nudos

Se introduce la demanda base a cada nudo expuesta anteriormente y su respectiva cota, los diámetros obtenidos de predimensionado y la longitud de las tuberías, que viene determinada por las cotas de cada nudo. Se procede entonces a ejecutar el software para obtener los cálculos de la red.

Proyecto de infraestructuras hidráulicas urbanas en el barrio La Viña, termino municipal de Lorca (Murcia): Red distribución de agua potable

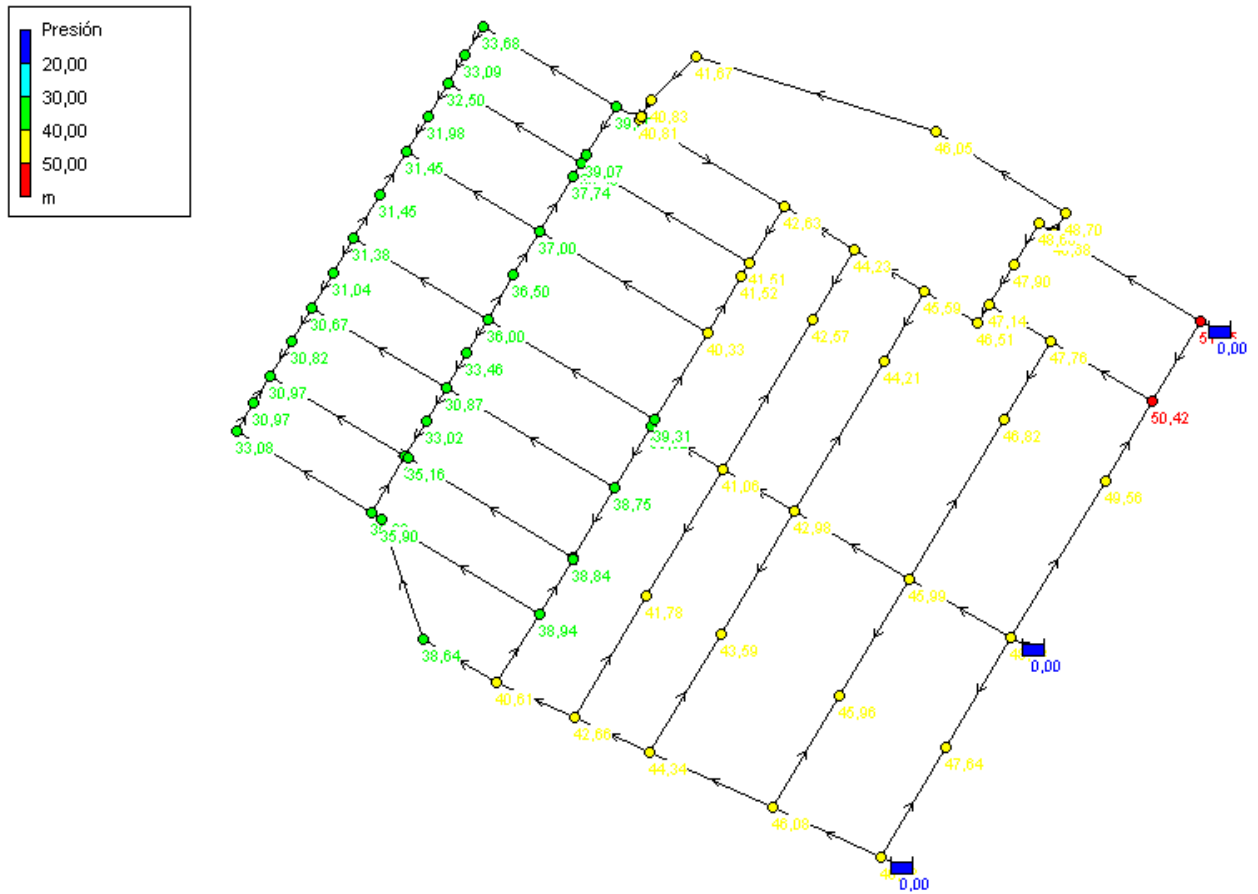


Figura 4. Esquema presiones en la red

8.2.1 Comprobación de incendio

Una vez realizada la comprobación del funcionamiento de la red, se procede a comprobar el funcionamiento de esta con una demanda de caudal frente a incendios. Se incluye el caudal de incendio a la demanda base de los nudos consecutivos desfavorables. Al disponer hidrantes del tipo 100, el caudal de incendio a añadir será de 16,33 l/s.

Como se puede comprobar, los nudos con menor presión son N34 y N18. A estos de les incluirá el caudal de incendio y se comprobará que tienen como mínimo una presión de 10 m.c.a.

Proyecto de infraestructuras hidráulicas urbanas en el barrio La Viña, termino municipal de Lorca (Murcia): Red distribución de agua potable

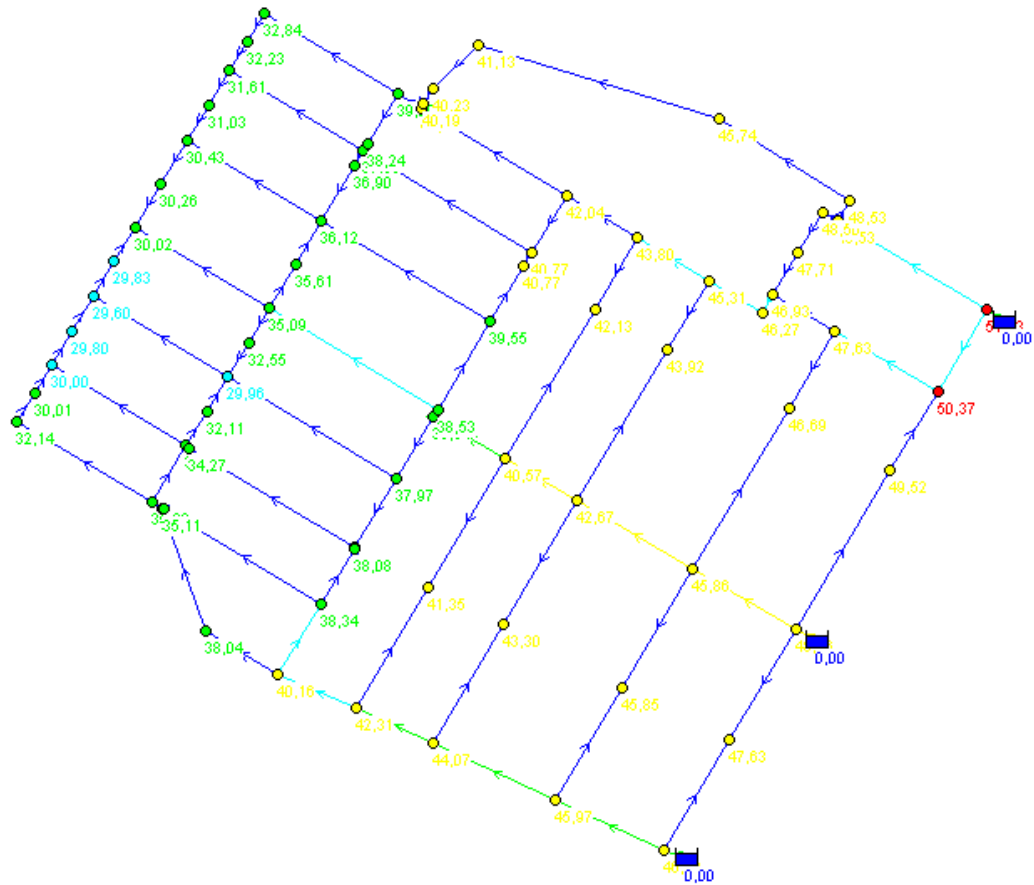


Figura 5. Comprobación incendios nudos N34 y N18

Como se puede apreciar en la figura, las presiones en los nudos de los hidrantes se ven poco afectadas, y los valores son superiores a 10 mca.

Por último, comprobamos la condición de incendio en los dos hidrantes consecutivos siguientes, observando también que los valores de presión obtenidos en sus nudos N18 y N2 son superiores a 10 mca.

Proyecto de infraestructuras hidráulicas urbanas en el barrio La Viña, termino municipal de Lorca (Murcia): Red distribución de agua potable

ANEJO N° 5: CÁLCULO MECÁNICO

Curso: 2014/2015
Universidad Politécnica de Valencia (UPV)
Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos (ETSICCP)
Grado en Ingeniería Civil
Tutor: José Ferrer Polo
Cotutor: Daniel Aguado García
Autora: Alba Traver Gual



Proyecto de infraestructuras hidráulicas urbanas en el barrio La Viña, termino municipal de Lorca (Murcia): Red distribución de agua potable

Índice

1. Introducción	3
2. Obtención de datos previos	3
3. Bases para el cálculo mecánico	8
4. Informes de resultados abreviados obtenidos	10
4.1 Resultados DN 90 con carga de tráfico SLW 30	
4.2 Resultados DN 110 con carga de tráfico SLW 30	
4.3 Resultados DN 125 con carga de tráfico SLW 30	
4.4 Resultados DN 160 con carga de tráfico SLW 30	
4.5 Resultados DN 180 con carga de tráfico SLW 30	
4.6 Resultados DN 200 con carga de tráfico SLW 30	
4.7 Resultados DN 225 con carga de tráfico SLW 30	
4.8 Resultados DN 250 con carga de tráfico SLW 30	
4.9 Resultados DN 280 con carga de tráfico SLW 30	
4.10 Resultados DN 315 con carga de tráfico SLW 30	
5. Informes de resultados completos	11
5.1 Resultados DN 90 con carga de tráfico SLW 30	
5.2 Resultados DN 110 con carga de tráfico SLW 30	
5.3 Resultados DN 125 con carga de tráfico SLW 30	
5.4 Resultados DN 160 con carga de tráfico SLW 30	
5.5 Resultados DN 180 con carga de tráfico SLW 30	
5.6 Resultados DN 200 con carga de tráfico SLW 30	
5.7 Resultados DN 225 con carga de tráfico SLW 30	
5.8 Resultados DN 250 con carga de tráfico SLW 30	
5.9 Resultados DN 280 con carga de tráfico SLW 30	
5.10 Resultados DN 315 con carga de tráfico SLW 30	

Proyecto de infraestructuras hidráulicas urbanas en el barrio La Viña, termino municipal de Lorca (Murcia): Red distribución de agua potable

1. Introducción

En el presente documento se detallarán las permisivas para el cálculo mecánico y se explicarán los resultados obtenidos a partir del programa de " Cálculo mecánico de tuberías compactadas de polietileno (PE) a presión ", facilitado por la Asociación Española de fabricantes de Tubos y Accesorios Plásticos (AseTUB).

2. Obtención de datos previos

Para realizar el cálculo mecánico se deberá obtener la presión máxima de diseño (MDP), el ancho de la zanja correspondiente para cada diámetro nominal y la profundidad de instalación de dicha tubería. Además se supondrán las densidades del suelo y el agua, las cargas de tráfico y el tipo de terreno de la zona.

La presión máxima de diseño (MDP) es aquella máxima presión, incluyendo las posibles fluctuaciones causadas por el golpe de ariete, que puede alcanzarse en una sección de la tubería en servicio. Debe calcularse para comprobar que la tubería es capaz de soportar dicha presión. A continuación se muestra el procedimiento de cálculo y los resultados obtenidos.

$$Dm = D + e$$

Modulo de elasticidad del polietileno: 10^8 kg/m^2 (E)

$$Kc = \frac{10^{10}}{E}$$

$$a = \frac{9900}{\sqrt{\left(48.3 + kc \times \frac{D}{e}\right)}}$$

$$\Delta H = \frac{a \times v}{9.81}$$

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

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

Proyecto de infraestructuras hidráulicas urbanas en el barrio La Viña, termino municipal de Lorca (Murcia): Red distribución de agua potable

RED 1										
NUDO	e	Ø int	E (kg/m2)	Kc	a (m/s)	v (m/s)	ΔH	P (mca)	P min	Pmax
DEP1-1	11.9	188.1	1.E+08	100	245.29	0.346	8.66	46.64	37.99	55.30
1-5	11.9	188.1	1.E+08	100	245.29	0.336	8.41	47.01	38.60	55.43
5-8	10.7	169.3	1.E+08	100	245.17	0.361	9.01	48.53	39.51	57.54
8-11	10.7	169.3	1.E+08	100	245.17	0.277	6.93	50.12	43.19	57.05
11-14	9.5	150.5	1.E+08	100	245.02	0.209	5.21	52.08	46.87	57.28
14-23	5.4	84.6	1.E+08	100	246.35	0.491	12.33	53.83	41.50	66.16
23-47	5.4	84.6	1.E+08	100	246.35	0.455	11.44	56.34	44.90	67.78
47-24	5.4	84.6	1.E+08	100	246.35	0.436	10.95	56.33	45.38	67.27
24-31	5.4	84.6	1.E+08	100	246.35	0.153	3.84	59.11	55.27	62.95
14-15	7.4	117.6	1.E+08	100	244.65	0.333	8.31	53.60	45.29	61.91
15-55	5.4	84.6	1.E+08	100	246.35	0.463	11.62	56.35	44.73	67.96
47-55'	5.4	84.6	1.E+08	100	246.35					
24-25	5.4	84.6	1.E+08	100	246.35	0.343	8.62	57.01	48.39	65.63
25-32	5.4	84.6	1.E+08	100	246.35	0.304	7.64	61.10	53.46	68.74
31-56	5.4	84.6	1.E+08	100	246.35					
32-56'	5.4	84.6	1.E+08	100	246.35					
1-48	6.6	103.4	1.E+08	100	246.35	0.442	11.10	45.48	34.38	56.57
5-49	5.4	84.6	1.E+08	100	246.35	0.687	17.24	46.71	29.47	63.95
8-50	5.4	84.6	1.E+08	100	246.35	0.642	16.13	48.90	32.77	65.03
11-51	5.4	84.6	1.E+08	100	246.35	0.642	16.13	50.58	34.46	66.71
15-52	5.4	84.6	1.E+08	100	246.35	0.304	7.64	53.62	45.98	61.26
25-53	5.4	84.6	1.E+08	100	246.35					
32-54	5.4	84.6	1.E+08	100	246.35					

Proyecto de infraestructuras hidráulicas urbanas en el barrio La Viña, termino municipal de Lorca (Murcia): Red distribución de agua potable

RED 2										
NUDO	e	Ø int	E (kg/m2)	Kc	a (m/s)	v (m/s)	ΔH	P (mca)	P min	Pmax
DEP2 - 2	18.7	296.3	1.E+08	100	245.00	0.208	5.20	48.799	43.59	54.00
2-6	16.6	263.4	1.E+08	100	244.83	0.237	5.90	51.458	45.55	57.36
6-9	14.8	235.2	1.E+08	100	244.65	0.253	6.32	54.282	47.96	60.60
9-12	13.4	211.6	1.E+08	100	245.41	0.270	6.77	56.079	49.31	62.84
12-18	11.9	188.1	1.E+08	100	245.29	0.258	6.45	57.675	51.22	64.13
18-17	9.5	150.5	1.E+08	100	245.02	0.237	5.92	58.192	52.27	64.12
17-26	5.4	84.6	1.E+08	100	246.35	0.500	12.55	65.709	53.16	78.26
26-33	5.4	84.6	1.E+08	100	246.35	0.229	5.76	65.843	60.08	71.61
18-19	10.7	169.3	1.E+08	100	245.17	0.183	4.57	57.675	53.10	62.25
19-27	9.5	150.5	1.E+08	100	245.02	0.158	3.95	60.907	56.96	64.85
27-34	6.6	103.4	1.E+08	100	246.35	0.127	3.20	65.482	62.28	68.68
19-20	9.5	150.5	1.E+08	100	245.02	0.209	5.22	56.599	51.38	61.82
20-28	5.4	84.6	1.E+08	100	246.35	0.498	12.51	59.589	47.08	72.10
28-35	5.4	84.6	1.E+08	100	246.35	0.267	6.70	65.065	58.36	71.77
2-48'	6.6	103.4	1.E+08	100	246.35	0.381	9.57	49.809	40.24	59.38
2-62	9.5	150.5	1.E+08	100	245.02	0.209	5.21	47.902	42.69	53.11
6-49'	5.4	84.6	1.E+08	100	246.35	0.687	17.24	51.019	33.77	68.26
6-63	6.6	103.4	1.E+08	100	246.35	0.510	12.80	50.284	37.48	63.08
9-50'	5.4	84.6	1.E+08	100	246.35	0.642	16.13	53.240	37.11	69.37
9-64	5.4	84.6	1.E+08	100	246.35	0.687	17.24	52.450	35.21	69.69
12-51'	5.4	84.6	1.E+08	100	246.35	0.642	16.13	54.925	38.80	71.05
12-65	5.4	84.6	1.E+08	100	246.35	0.642	16.13	54.023	37.90	70.15
17-16	6.6	103.4	1.E+08	100	246.35	0.431	10.83	57.971	47.15	68.80
16-52'	5.4	84.6	1.E+08	100	246.35	0.304	7.64	57.970	50.33	65.61
16-57'	5.4	84.6	1.E+08	100	246.35	0.463	11.62	61.378	49.76	72.99
26-53'	5.4	84.6	1.E+08	100	246.35	0.037	0.94	63.559	62.62	64.50
26-58	5.4	84.6	1.E+08	100	246.35					

Proyecto de infraestructuras hidráulicas urbanas en el barrio La Viña, termino municipal de Lorca (Murcia): Red distribución de agua potable

33-54'	5.4	84.6	1.E+08	100	246.35					
33-59	5.4	84.6	1.E+08	100	246.35					
27-58'	5.4	84.6	1.E+08	100	246.35					
27-60	5.4	84.6	1.E+08	100	246.35					
34-59'	5.4	84.6	1.E+08	100	246.35					
34-61	5.4	84.6	1.E+08	100	246.35					
20-66	5.4	84.6	1.E+08	100	246.35	0.463	11.62	55.276	43.66	66.89
28-60'	5.4	84.6	1.E+08	100	246.35					
28-67	5.4	84.6	1.E+08	100	246.35	0.304	7.64	58.810	51.17	66.45
35-61'	5.4	84.6	1.E+08	100	246.35					
35-68	5.4	84.6	1.E+08	100	246.35					

RED 3										
NUDO	e	∅ int	E (kg/m2)	Kc	a (m/s)	v (m/s)	ΔH	P (mca)	P min	Pmax
DEP3-4	11.9	188.1	1.E+08	100	245.29	0.359	8.97	51.27	42.30	60.24
4-38	9.5	150.5	1.E+08	100	245.02	0.237	5.92	53.62	47.70	59.55
38-42	7.4	117.6	1.E+08	100	244.65	0.019	0.48	53.58	53.10	54.06
42-43	7.4	117.6	1.E+08	100	244.65	0.019	0.482	56.12	55.64	56.60
43-44	7.4	117.6	1.E+08	100	244.65					
44-45	7.4	117.6	1.E+08	100	244.65					
45-71	7.4	117.6	1.E+08	100	244.65					
4-3	9.5	150.5	1.E+08	100	245.02	0.532	13.29	51.94	38.64	65.23
3-7	9.5	150.5	1.E+08	100	245.02	0.520	12.98	54.36	41.38	67.35
7-40	7.4	117.6	1.E+08	100	244.65	0.663	16.53	54.76	38.23	71.30
40-72	6.6	103.4	1.E+08	100	246.35					
38-39	6.6	103.4	1.E+08	100	246.35					

Proyecto de infraestructuras hidráulicas urbanas en el barrio La Viña, termino municipal de Lorca (Murcia): Red distribución de agua potable

39-72'	6.6	103.4	1.E+08	100	246.35						
40-41	9.5	150.5	1.E+08	100	245.02	0.355	8.87	55.38	46.50	64.25	
41-10	7.4	117.6	1.E+08	100	244.65	0.582	14.51	56.16	41.65	70.68	
10-13	6.6	103.4	1.E+08	100	246.35	0.586	14.71	57.29	42.57	72.00	
13-22	5.4	84.6	1.E+08	100	246.35	0.655	16.44	58.61	42.17	75.05	
22-46	6.6	103.4	1.E+08	100	246.35	0.292	7.32	60.37	53.04	67.70	
46-30	7.4	117.6	1.E+08	100	244.65	0.099	2.45	61.47	59.01	63.93	
46-71'	5.4	84.6	1.E+08	100	246.35						
30-37	5.4	84.6	1.E+08	100	246.35	0.153	3.84	67.41	63.57	71.25	
22-21	5.4	84.6	1.E+08	100	246.35	0.644	16.17	59.52	43.35	75.70	
21-29	5.4	84.6	1.E+08	100	246.35	0.498	12.50	62.26	49.76	74.77	
29-36	5.4	84.6	1.E+08	100	246.35	0.304	7.68	68.15	60.51	75.79	
36-70	5.4	84.6	1.E+08	100	246.35						
37-70'	5.4	84.6	1.E+08	100	246.35						
29-69	5.4	84.6	1.E+08	100	246.35						
30-69'	5.4	84.6	1.E+08	100	246.35	0.037	0.93	62.05	61.11	62.99	
3-62'	9.5	150.5	1.E+08	100	245.02	0.157	3.91	52.79	48.87	56.71	
7-63'	6.6	103.4	1.E+08	100	246.35	0.431	10.82	55.22	44.40	66.05	
10-64'	5.4	84.6	1.E+08	100	246.35	0.589	14.78	57.36	42.57	72.15	
13-65'	5.4	84.6	1.E+08	100	246.35	0.589	14.78	58.76	43.97	73.55	
21-66'	5.4	84.6	1.E+08	100	246.35						
29-67'	5.4	84.6	1.E+08	100	246.35						
36-68'	5.4	84.6	1.E+08	100	246.35						

Proyecto de infraestructuras hidráulicas urbanas en el barrio La Viña, termino municipal de Lorca (Murcia): Red distribución de agua potable

Se han calculado también las presiones mínimas para comprobar que estas no son negativas debidas al golpe de ariete. Puesto que no se da el caso, no se producirá el colapso de la red. El valor más elevado de las presiones máximas será la presión máxima de funcionamiento de la red (MDP), en este caso se trata de 7.44 bar (75.79 mca correspondiente al tramo 29_36).

Puesto que las conducciones se sitúan debajo de acera, según la Norma UNE 53331 IN, la profundidad mínima a la que debe situarse la clave de la tubería es de 0.6 m y en los cruces de calzadas a 1 m. Podemos definir el ancho de la zanja B como:

$$B = DN(m) + e(m) + 0.4$$

Además, siguiendo el criterio de esta misma norma, se ha definido el espesor de la cama de apoyo. Este apoyo se ha considerado de tipo A, es decir, cama en la que descansa la conducción, continua, de material granular compactado de manera uniforme en toda su longitud. El espesor (e) de dicha cama de apoyo se obtendrá como:

$$e = 0.1 \times [1 + DN(m)]$$

A continuación se muestran los valores de las variables anteriores obtenidos:

DN	B (m)	e (m)
90	0.495	0.109
110	0.517	0.111
125	0.532	0.113
160	0.570	0.116
180	0.591	0.118
200	0.612	0.120
225	0.638	0.123
250	0.665	0.125
280	0.697	0.128
315	0.736	0.132

Tabla 1. Cálculo del ancho de zanjas y espesor de camas de apoyo

3. Bases para el cálculo mecánico

Para dimensionar mecánicamente conducciones de polietileno se debe seguir la metodología de cálculo especificada en la Norma UNE 53331 IN, la cual esta basada en la norma alemana ATV 127. Puesto que el polietileno es muy flexible, el diseño mecánico se verá limitado por la deformación máxima admisible a causa de la seguridad. Sin embargo, deben de realizarse cada una de las comprobaciones siguientes:

- Hipótesis 1: estado tensional debido a la acción de la presión interna positiva

En esta hipótesis se tendrá en cuenta la presión interna que ejerce el agua sobre la tubería, por tanto deberá comprobarse que:

$$PD < PN (= PFA) \quad MDP < PMA$$

Dado que la máxima presión de diseño de la red es de 7,44 bar y la presión nominal que soportan las tuberías es de 10 bar, este criterio se cumple.

Proyecto de infraestructuras hidráulicas urbanas en el barrio La Viña, termino municipal de Lorca (Murcia): Red distribución de agua potable

- Hipótesis 2: estado tensional y deformaciones debidas a las acciones externas y la presión interna positiva.

En esta hipótesis debe comprobarse que el coeficiente de seguridad a largo plazo para los esfuerzos tangenciales a flexotracción en clave, riñones y base de la conducción sea superior al coeficiente de seguridad (C) establecido por la Norma UNE 53331 IN, y que la deformación que se produzca sea menor al 6% del diámetro de la tubería.

- Hipótesis 3: estado tensional y deformaciones debidas a las acciones externas

En esta hipótesis se comprueba que las acciones externas generan un coeficiente de seguridad a largo plazo para los esfuerzos tangenciales de flexotracción en clave, riñones y base, superior al admisible (C) establecido por la Norma UNE 53331 IN y que las deformaciones son inferiores al 6% del diámetro de la conducción.

- Hipótesis 4: pandeo o colapso debido a acciones externas y presión interna negativa

En esta hipótesis se plantea la acción conjunta de las presiones internas negativas y las cargas externas para comprobar que el coeficiente de seguridad frente a pandeo sea superior al establecido por la Norma UNE 53331 IN (C).

Existen dos clases de seguridad en la Norma UNE 53331 y se ha establecido un tipo de seguridad A. Aunque no se conozca la presencia del nivel freático en la zona, se ha supuesto dicho nivel de seguridad puesto que la zona de implantación de la red es urbana y una reducción del servicio o fallo podría suponer notables consecuencias económicas. Por tanto, el coeficiente de seguridad (C) impuesto por la Norma UNE 53331 IN tiene un valor de 2.5.

4. Informes de resultados abreviados

INFORME ABREVIADO

Estudio estático para Tuberías A 127

Proyecto:	Proyecto de infraestructuras hidráulicas urbanas en el barrio La Viña, termino municipal de Lorca (Murcia): Red distribución de agua potable
Empresa / Entidad:	Universidad Politécnica de Valencia -ETSICCP
Autor:	Alba Traver Gual
Informe n°:	001
Fecha:	15/09/2015

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. : DN 90	3
1.1. Entrada de datos:	3
1.1.1. Opciones de seguridad	3
1.1.2. Suelo	3
1.1.3. Carga	3
1.1.4. Instalación	3
1.1.5. Tubo de la base de datos	4
1.2. Resultados:	4
1.2.1. Caso de carga a largo plazo	4
1.2.1.1. prueba de tensión	4
1.2.1.2. Prueba de deformación	4
1.2.1.3. Prueba de estabilidad (lineal):	5

1. : DN 90

Descripción del tramo:	DN 90
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 no (ATV A 127)
Menores factores de seguridad para compresión por flexión:	No
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:	G1
Cálculo E1:	Módulo de elasticidad E
Módulo de elasticidad E1:	E1 8,0 N/mm ²
Tipo de relleno en la zona del tubo:	G1
Cálculo E20:	Módulo de elasticidad E
Módulo de elasticidad E20:	E20 16,0 N/mm ²
Tipo de suelo natural:	G4
Cálculo E3:	Módulo de elasticidad E
Módulo de elasticidad E3:	E3 1,5 N/mm ²
E4 = 10 · E1:	No
Suelo bajo la zanja:	G1
Cálculo E4:	Módulo de elasticidad E
Módulo de elasticidad E4:	E4 1,5 N/mm ²

1.1.3. Carga

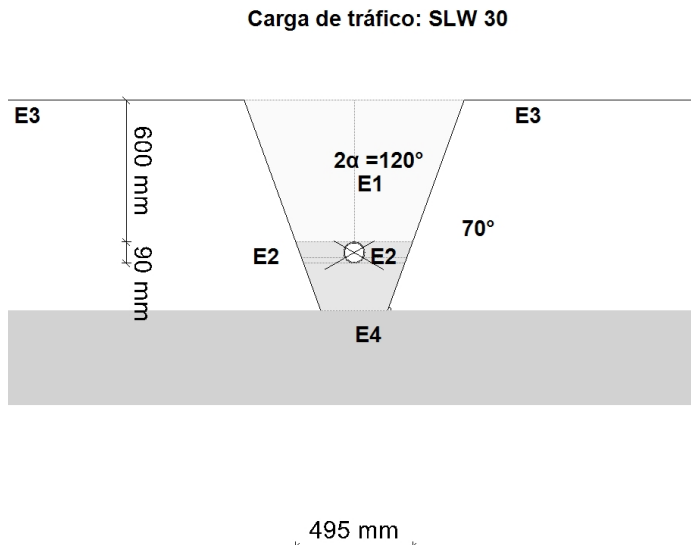
Altura de recubrimiento:	h 0,60 m
Densidad del suelo:	γ 20,0 kN/m ³
Carga superficial adicional:	p ₀ 0,0 kN/m ²
Nivel freático máximo sobre el lecho del tubo:	h _{W,max} 0,00 m
Nivel freático mínimo sobre el lecho del tubo:	h _{W,min} 0,00 m
Presión interna, corto plazo:	P _{I,K} 7,7 bar
Presión interna, largo plazo:	P _{I,L} 6,5 bar
Sección llena:	Si
Densidad del fluido:	γ _F 10,0 kN/m ³
Carga de tráfico:	SLW 30

1.1.4. Instalación

Instalación:	Zanja
Ancho de zanja:	b 0,50 m
Ángulo del talud:	β 70 °
Condiciones de relleno:	A4
Condiciones de la instalación:	B4
Tipo de apoyo:	suelto
Ángulo de apoyo:	120°
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 90 (5,4 mm)



1.2. Resultados:

1.2.1. Caso de carga a largo plazo

1.2.1.1. prueba de tensión

		clave	generatriz sobre el diámetro horizontal del tubo	base	
Coefficiente de seguridad externo	γ	3,700	3,700	3,700	[-]
Coefficiente de seguridad externo	γ	3,700	3,700	3,700	[-]
(Los coeficientes de seguridad para la tensión de compresión por flexión están marcados con un signo menos)					
Coefficiente global de seguridad requerido, fallo por inestabilidad, tensión a tracción:			erf γ _{RBZ}	2,50	[-]
Coefficiente global de seguridad requerido, fallo por inestabilidad, tensión a compresión:			erf γ _{RBD}	2,50	[-]

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

1.2.1.2. Prueba de deformación

Deformación vertical relativa:	δ _v	1,10	%
Deflexión admisible:	zul δ _v	6,00	%

La deflexión determinada es menor que la deflexión permitida.

1.2.1.3. Prueba de estabilidad (lineal):

Coefficiente de seguridad de estabilidad:	γ	26,69	[-]
Coefficiente global de seguridad requerido, fallo por inestabilidad:	γ_{stab}	2,00	[-]

Los coeficientes de seguridad al pandeo determinados son suficientes.

Todas las pruebas necesarias son correctas.

INFORME ABREVIADO

Estudio estático para Tuberías A 127

Proyecto:	Proyecto de infraestructuras hidráulicas urbanas en el barrio La Viña, termino municipal de Lorca (Murcia): Red distribución de agua potable
Empresa / Entidad:	Universidad Politécnica de Valencia - ETSICCP
Autor:	Alba Traver Gual
Informe n°:	002
Fecha:	15/09/2015

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. : DN 110	3
1.1. Entrada de datos:	3
1.1.1. Opciones de seguridad	3
1.1.2. Suelo	3
1.1.3. Carga	3
1.1.4. Instalación	3
1.1.5. Tubo de la base de datos	4
1.2. Resultados:	4
1.2.1. Caso de carga a largo plazo	4
1.2.1.1. prueba de tensión	4
1.2.1.2. Prueba de deformación	4
1.2.1.3. Prueba de estabilidad (lineal):	5

1. : DN 110

Descripción del tramo:	DN 110
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 no (ATV A 127)
Menores factores de seguridad para compresión por flexión:	No
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:	G1
Cálculo E1:	Módulo de elasticidad E
Módulo de elasticidad E1:	E1 8,0 N/mm ²
Tipo de relleno en la zona del tubo:	G1
Cálculo E20:	Módulo de elasticidad E
Módulo de elasticidad E20:	E ₂₀ 16,0 N/mm ²
Tipo de suelo natural:	G4
Cálculo E3:	Módulo de elasticidad E
Módulo de elasticidad E3:	E3 1,5 N/mm ²
E4 = 10 · E1:	No
Suelo bajo la zanja:	G4
Cálculo E4:	Módulo de elasticidad E
Módulo de elasticidad E4:	E4 1,5 N/mm ²

1.1.3. Carga

Altura de recubrimiento:	h 0,60 m
Densidad del suelo:	γ 20,0 kN/m ³
Carga superficial adicional:	p ₀ 0,0 kN/m ²
Nivel freático máximo sobre el lecho del tubo:	h _{W,max} 0,00 m
Nivel freático mínimo sobre el lecho del tubo:	h _{W,min} 0,00 m
Presión interna, corto plazo:	P _{I,K} 7,1 bar
Presión interna, largo plazo:	P _{I,L} 5,6 bar
Sección llena:	Si
Densidad del fluido:	γ _F 10,0 kN/m ³
Carga de tráfico:	SLW 30

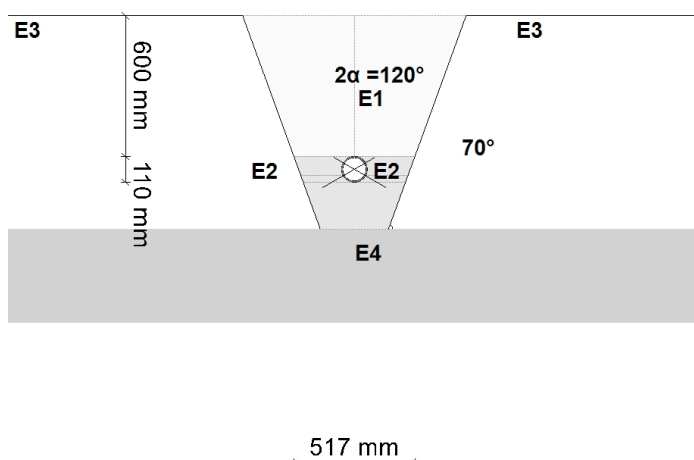
1.1.4. Instalación

Instalación:	Zanja
Ancho de zanja:	b 0,52 m
Ángulo del talud:	β 70 °
Condiciones de relleno:	A4
Condiciones de la instalación:	B4
Tipo de apoyo:	suelto
Ángulo de apoyo:	120°
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 110 (6,6 mm)

Carga de tráfico: SLW 30



1.2. Resultados:

1.2.1. Caso de carga a largo plazo

1.2.1.1. prueba de tensión

		clave	generatriz sobre el diámetro horizontal del tubo	base	
Coefficiente de seguridad externo	γ	4,246	4,246	4,246	[-]
Coefficiente de seguridad interno	γ	4,246	4,246	4,246	[-]
(Los coeficientes de seguridad para la tensión de compresión por flexión están marcados con un signo menos)					
Coefficiente global de seguridad requerido, fallo por inestabilidad, tensión a tracción:			erf γ_{RBZ}	2,50	[-]
Coefficiente global de seguridad requerido, fallo por inestabilidad, tensión a compresión:			erf γ_{RBD}	2,50	[-]

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

1.2.1.2. Prueba de deformación

Deformación vertical relativa:	δ_v	1,08	%
Deflexión admisible:	zul δ_v	6,00	%

La deflexión determinada es menor que la deflexión permitida.

1.2.1.3. Prueba de estabilidad (lineal):

Coefficiente de seguridad de estabilidad:	γ	27,04	[-]
Coefficiente global de seguridad requerido, fallo por inestabilidad:	γ_{stab}	2,00	[-]

Los coeficientes de seguridad al pandeo determinados son suficientes.

Todas las pruebas necesarias son correctas.

INFORME ABREVIADO

Estudio estático para Tuberías A 127

Proyecto:	Proyecto de infraestructuras hidráulicas urbanas en el barrio La Viña, termino municipal de Lorca (Murcia): Red distribución de agua potable
Empresa / Entidad:	Universidad Politécnica de Valencia - ETSICCP
Autor:	Alba Traver Gual
Informe n°:	003
Fecha:	15/09/2015

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. : DN 125	3
1.1. Entrada de datos:	3
1.1.1. Opciones de seguridad	3
1.1.2. Suelo	3
1.1.3. Carga	3
1.1.4. Instalación	3
1.1.5. Tubo de la base de datos	4
1.2. Resultados:	4
1.2.1. Caso de carga a largo plazo	4
1.2.1.1. prueba de tensión	4
1.2.1.2. Prueba de deformación	4
1.2.1.3. Prueba de estabilidad (lineal):	5

1. : DN 125

Descripción del tramo:	DN 125
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 no (ATV A 127)
Menores factores de seguridad para compresión por flexión:	No
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:	G1
Cálculo E1:	Módulo de elasticidad E
Módulo de elasticidad E1:	E1 8,0 N/mm ²
Tipo de relleno en la zona del tubo:	G1
Cálculo E20:	Módulo de elasticidad E
Módulo de elasticidad E20:	E ₂₀ 16,0 N/mm ²
Tipo de suelo natural:	G4
Cálculo E3:	Módulo de elasticidad E
Módulo de elasticidad E3:	E3 1,5 N/mm ²
E4 = 10 · E1:	No
Suelo bajo la zanja:	G4
Cálculo E4:	Módulo de elasticidad E
Módulo de elasticidad E4:	E4 1,5 N/mm ²

1.1.3. Carga

Altura de recubrimiento:	h 0,60 m
Densidad del suelo:	γ 20,0 kN/m ³
Carga superficial adicional:	p ₀ 0,0 kN/m ²
Nivel freático máximo sobre el lecho del tubo:	h _{W,max} 0,00 m
Nivel freático mínimo sobre el lecho del tubo:	h _{W,min} 0,00 m
Presión interna, corto plazo:	P _{I,K} 7,0 bar
Presión interna, largo plazo:	P _{I,L} 5,4 bar
Sección llena:	Si
Densidad del fluido:	γ _F 10,0 kN/m ³
Carga de tráfico:	SLW 30

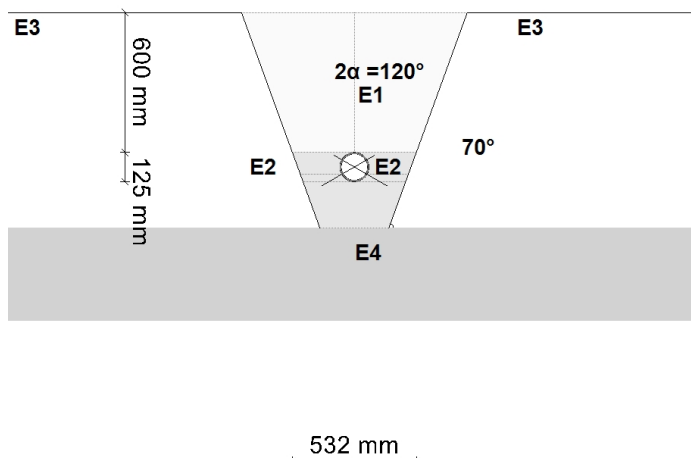
1.1.4. Instalación

Instalación:	Zanja
Ancho de zanja:	b 0,53 m
Ángulo del talud:	β 70 °
Condiciones de relleno:	A4
Condiciones de la instalación:	B4
Tipo de apoyo:	suelto
Ángulo de apoyo:	120°
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 125 (7,4 mm)

Carga de tráfico: SLW 30



1.2. Resultados:

1.2.1. Caso de carga a largo plazo

1.2.1.1. prueba de tensión

		clave	generatriz sobre el diámetro horizontal del tubo	base	
Coefficiente de seguridad externo	γ	4,369	4,369	4,369	[-]
Coefficiente de seguridad interno	γ	4,369	4,369	4,369	[-]
(Los coeficientes de seguridad para la tensión de compresión por flexión están marcados con un signo menos)					
Coefficiente global de seguridad requerido, fallo por inestabilidad, tensión a tracción:		erf γ _{RBZ}		2,50	[-]
Coefficiente global de seguridad requerido, fallo por inestabilidad, tensión a compresión:		erf γ _{RBD}		2,50	[-]

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

1.2.1.2. Prueba de deformación

Deformación vertical relativa:	δ _v	1,30	%
Deflexión admisible:	zul δ _v	6,00	%

La deflexión determinada es menor que la deflexión permitida.

1.2.1.3. Prueba de estabilidad (lineal):

Coefficiente de seguridad de estabilidad:	γ	23,00	[-]
Coefficiente global de seguridad requerido, fallo por inestabilidad:	γ_{stab}	2,00	[-]

Los coeficientes de seguridad al pandeo determinados son suficientes.

Todas las pruebas necesarias son correctas.

INFORME ABREVIADO

Estudio estático para Tuberías A 127

Proyecto:	Proyecto de infraestructuras hidráulicas urbanas en el barrio La Viña, termino municipal de Lorca (Murcia): Red distribución de agua potable
Empresa / Entidad:	Universidad Politécnica de Valencia - ETSICCP
Autor:	Alba Traver Gual
Informe n°:	004
Fecha:	15/09/2015

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. : DN 160	3
1.1. Entrada de datos:	3
1.1.1. Opciones de seguridad	3
1.1.2. Suelo	3
1.1.3. Carga	3
1.1.4. Instalación	3
1.1.5. Tubo de la base de datos	4
1.2. Resultados:	4
1.2.1. Caso de carga a largo plazo	4
1.2.1.1. prueba de tensión	4
1.2.1.2. Prueba de deformación	4
1.2.1.3. Prueba de estabilidad (lineal):	5

1. : DN 160

Descripción del tramo:	DN 160
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 no (ATV A 127)
Menores factores de seguridad para compresión por flexión:	No
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:	G1
Cálculo E1:	Módulo de elasticidad E
Módulo de elasticidad E1:	E1 8,0 N/mm ²
Tipo de relleno en la zona del tubo:	G1
Cálculo E20:	Módulo de elasticidad E
Módulo de elasticidad E20:	E20 16,0 N/mm ²
Tipo de suelo natural:	G4
Cálculo E3:	Módulo de elasticidad E
Módulo de elasticidad E3:	E3 1,5 N/mm ²
E4 = 10 · E1:	No
Suelo bajo la zanja:	G4
Cálculo E4:	Módulo de elasticidad E
Módulo de elasticidad E4:	E4 1,5 N/mm ²

1.1.3. Carga

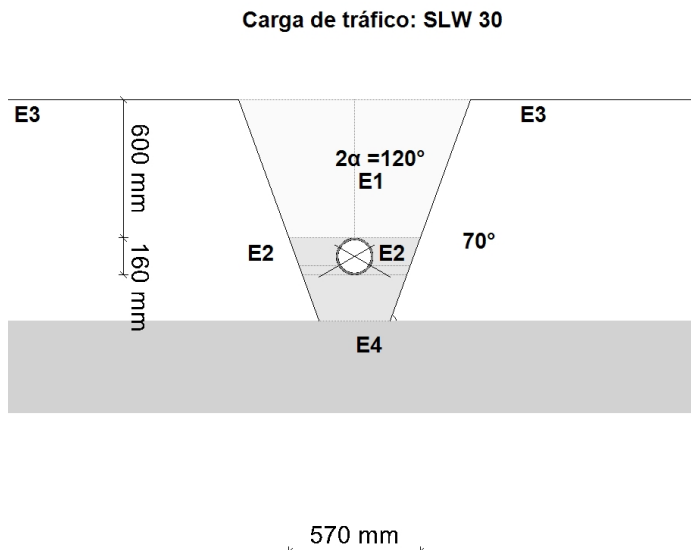
Altura de recubrimiento:	h 0,60 m
Densidad del suelo:	γ 20,0 kN/m ³
Carga superficial adicional:	p ₀ 0,0 kN/m ²
Nivel freático máximo sobre el lecho del tubo:	h _{W,max} 0,00 m
Nivel freático mínimo sobre el lecho del tubo:	h _{W,min} 0,00 m
Presión interna, corto plazo:	P _{I,K} 6,6 bar
Presión interna, largo plazo:	P _{I,L} 5,3 bar
Sección llena:	Si
Densidad del fluido:	γ _F 10,0 kN/m ³
Carga de tráfico:	SLW 30

1.1.4. Instalación

Instalación:	Zanja
Ancho de zanja:	b 0,57 m
Ángulo del talud:	β 70 °
Condiciones de relleno:	A4
Condiciones de la instalación:	B4
Tipo de apoyo:	suelto
Ángulo de apoyo:	120°
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 160 (9,5 mm)



1.2. Resultados:

1.2.1. Caso de carga a largo plazo

1.2.1.1. prueba de tensión

		clave	generatriz sobre el diámetro horizontal del tubo	base	
Coefficiente de seguridad externo	γ	4,416	4,416	4,416	[-]
Coefficiente de seguridad interno	γ	4,416	4,416	4,416	[-]
(Los coeficientes de seguridad para la tensión de compresión por flexión están marcados con un signo menos)					
Coefficiente global de seguridad requerido, fallo por inestabilidad, tensión a tracción:			erf γ _{RBZ}	2,50	[-]
Coefficiente global de seguridad requerido, fallo por inestabilidad, tensión a compresión:			erf γ _{RBD}	2,50	[-]

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

1.2.1.2. Prueba de deformación

Deformación vertical relativa:	δ _v	1,85	%
Deflexión admisible:	zul δ _v	6,00	%

La deflexión determinada es menor que la deflexión permitida.

1.2.1.3. Prueba de estabilidad (lineal):

Coefficiente de seguridad de estabilidad:	γ	16,56	[-]
Coefficiente global de seguridad requerido, fallo por inestabilidad:	γ_{stab}	2,00	[-]

Los coeficientes de seguridad al pandeo determinados son suficientes.

Todas las pruebas necesarias son correctas.

INFORME ABREVIADO

Estudio estático para Tuberías A 127

Proyecto:	Proyecto de infraestructuras hidráulicas urbanas en el barrio La Viña, termino municipal de Lorca (Murcia): Red distribución de agua potable
Empresa / Entidad:	Universidad Politécnica de Valencia - ETSICCP
Autor:	Alba Traver Gual
Informe n°:	005
Fecha:	15/09/2015

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. : DN 180	3
1.1. Entrada de datos:	3
1.1.1. Opciones de seguridad	3
1.1.2. Suelo	3
1.1.3. Carga	3
1.1.4. Instalación	3
1.1.5. Tubo de la base de datos	4
1.2. Resultados:	4
1.2.1. Caso de carga a largo plazo	4
1.2.1.1. prueba de tensión	4
1.2.1.2. Prueba de deformación	4
1.2.1.3. Prueba de estabilidad (lineal):	5

1. : DN 180

Descripción del tramo:	DN 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 no (ATV A 127)
Menores factores de seguridad para compresión por flexión:	No
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:	G1
Cálculo E1:	Módulo de elasticidad E
Módulo de elasticidad E1:	E1 8,0 N/mm ²
Tipo de relleno en la zona del tubo:	G1
Cálculo E20:	Módulo de elasticidad E
Módulo de elasticidad E20:	E20 16,0 N/mm ²
Tipo de suelo natural:	G4
Cálculo E3:	Módulo de elasticidad E
Módulo de elasticidad E3:	E3 1,5 N/mm ²
E4 = 10 · E1:	No
Suelo bajo la zanja:	G4
Cálculo E4:	Módulo de elasticidad E
Módulo de elasticidad E4:	E4 1,5 N/mm ²

1.1.3. Carga

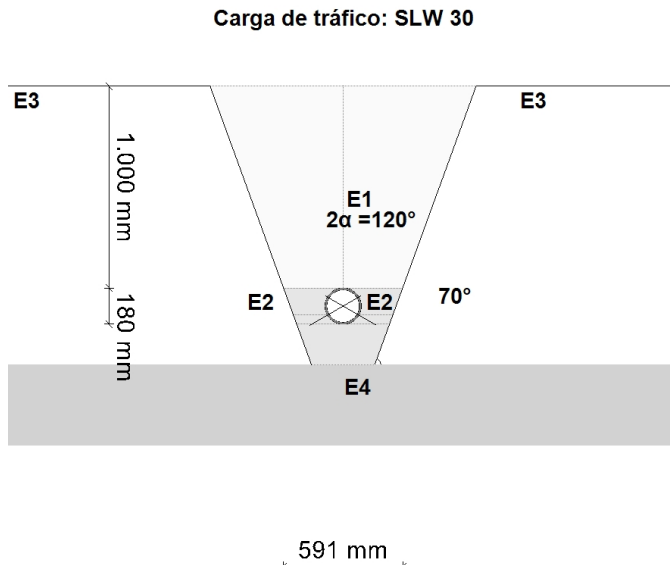
Altura de recubrimiento:	h 1,00 m
Densidad del suelo:	γ 20,0 kN/m ³
Carga superficial adicional:	p ₀ 0,0 kN/m ²
Nivel freático máximo sobre el lecho del tubo:	h _{W,max} 0,00 m
Nivel freático mínimo sobre el lecho del tubo:	h _{W,min} 0,00 m
Presión interna, corto plazo:	P _{I,K} 6,1 bar
Presión interna, largo plazo:	P _{I,L} 5,7 bar
Sección llena:	Si
Densidad del fluido:	γ _F 10,0 kN/m ³
Carga de tráfico:	SLW 30

1.1.4. Instalación

Instalación:	Zanja
Ancho de zanja:	b 0,59 m
Ángulo del talud:	β 70 °
Condiciones de relleno:	A4
Condiciones de la instalación:	B4
Tipo de apoyo:	suelto
Ángulo de apoyo:	120°
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)



1.2. Resultados:

1.2.1. Caso de carga a largo plazo

1.2.1.1. prueba de tensión

		clave	generatriz sobre el diámetro horizontal del tubo	base	
Coefficiente de seguridad externo	γ	4,172	4,172	4,172	[-]
Coefficiente de seguridad interno	γ	4,172	4,172	4,172	[-]
(Los coeficientes de seguridad para la tensión de compresión por flexión están marcados con un signo menos)					
Coefficiente global de seguridad requerido, fallo por inestabilidad, tensión a tracción:			erf γ _{RBZ}	2,50	[-]
Coefficiente global de seguridad requerido, fallo por inestabilidad, tensión a compresión:			erf γ _{RBD}	2,50	[-]

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

1.2.1.2. Prueba de deformación

Deformación vertical relativa:	δ _v	1,34	%
Deflexión admisible:	zul δ _v	6,00	%

La deflexión determinada es menor que la deflexión permitida.

1.2.1.3. Prueba de estabilidad (lineal):

Coefficiente de seguridad de estabilidad:	γ	20,66	[-]
Coefficiente global de seguridad requerido, fallo por inestabilidad:	γ_{stab}	2,00	[-]

Los coeficientes de seguridad al pandeo determinados son suficientes.

Todas las pruebas necesarias son correctas.

INFORME ABREVIADO

Estudio estático para Tuberías A 127

Proyecto:	Proyecto de infraestructuras hidráulicas urbanas en el barrio La Viña, termino municipal de Lorca (Murcia): Red distribución de agua potable
Empresa / Entidad:	Universidad Politécnica de Valencia - ETSICCP
Autor:	Alba Traver Gual
Informe n°:	006
Fecha:	15/09/2015

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. : DN 200	3
1.1. Entrada de datos:	3
1.1.1. Opciones de seguridad	3
1.1.2. Suelo	3
1.1.3. Carga	3
1.1.4. Instalación	3
1.1.5. Tubo de la base de datos	4
1.2. Resultados:	4
1.2.1. Caso de carga a largo plazo	4
1.2.1.1. prueba de tensión	4
1.2.1.2. Prueba de deformación	4
1.2.1.3. Prueba de estabilidad (lineal):	5

1. : DN 200

Descripción del tramo:	DN 200
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 no (ATV A 127)
Menores factores de seguridad para compresión por flexión:	No
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:	G1
Cálculo E1:	Módulo de elasticidad E
Módulo de elasticidad E1:	E1 8,0 N/mm ²
Tipo de relleno en la zona del tubo:	G1
Cálculo E20:	Módulo de elasticidad E
Módulo de elasticidad E20:	E ₂₀ 8,0 N/mm ²
Tipo de suelo natural:	G4
Cálculo E3:	Módulo de elasticidad E
Módulo de elasticidad E3:	E3 1,5 N/mm ²
E4 = 10 · E1:	No
Suelo bajo la zanja:	G4
Cálculo E4:	Módulo de elasticidad E
Módulo de elasticidad E4:	E4 1,5 N/mm ²

1.1.3. Carga

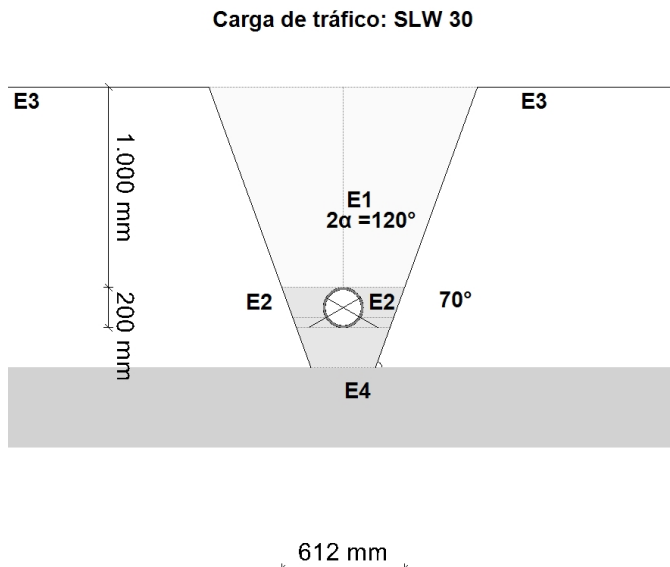
Altura de recubrimiento:	h 1,00 m
Densidad del suelo:	γ 20,0 kN/m ³
Carga superficial adicional:	p ₀ 0,0 kN/m ²
Nivel freático máximo sobre el lecho del tubo:	h _{W,max} 0,00 m
Nivel freático mínimo sobre el lecho del tubo:	h _{W,min} 0,00 m
Presión interna, corto plazo:	P _{I,K} 6,3 bar
Presión interna, largo plazo:	P _{I,L} 5,7 bar
Sección llena:	Si
Densidad del fluido:	γ _F 10,0 kN/m ³
Carga de tráfico:	SLW 30

1.1.4. Instalación

Instalación:	Zanja
Ancho de zanja:	b 0,61 m
Ángulo del talud:	β 70 °
Condiciones de relleno:	A4
Condiciones de la instalación:	B4
Tipo de apoyo:	suelto
Ángulo de apoyo:	120°
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 200 (11,9 mm)



1.2. Resultados:

1.2.1. Caso de carga a largo plazo

1.2.1.1. prueba de tensión

		clave	generatriz sobre el diámetro horizontal del tubo	base	
Coefficiente de seguridad externo	γ	4,176	4,176	4,176	[-]
Coefficiente de seguridad externo	γ	4,176	4,176	4,176	[-]
(Los coeficientes de seguridad para la tensión de compresión por flexión están marcados con un signo menos)					
Coefficiente global de seguridad requerido, fallo por inestabilidad, tensión a tracción:		erf γ _{RBZ}		2,50	[-]
Coefficiente global de seguridad requerido, fallo por inestabilidad, tensión a compresión:		erf γ _{RBD}		2,50	[-]

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

1.2.1.2. Prueba de deformación

Deformación vertical relativa:	δ _v	1,57	%
Deflexión admisible:	zul δ _v	6,00	%

La deflexión determinada es menor que la deflexión permitida.

1.2.1.3. Prueba de estabilidad (lineal):

Coefficiente de seguridad de estabilidad:	γ	17,47	[-]
Coefficiente global de seguridad requerido, fallo por inestabilidad:	γ_{stab}	2,00	[-]

Los coeficientes de seguridad al pandeo determinados son suficientes.

Todas las pruebas necesarias son correctas.

INFORME ABREVIADO

Estudio estático para Tuberías A 127

Proyecto:	Proyecto de infraestructuras hidráulicas urbanas en el barrio La Viña, termino municipal de Lorca (Murcia): Red distribución de agua potable
Empresa / Entidad:	Universidad Politécnica de Valencia - ETSICCP
Autor:	Alba Traver Gual
Informe n°:	007
Fecha:	15/09/2015

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. : DN 225	3
1.1. Entrada de datos:	3
1.1.1. Opciones de seguridad	3
1.1.2. Suelo	3
1.1.3. Carga	3
1.1.4. Instalación	3
1.1.5. Tubo de la base de datos	4
1.2. Resultados:	4
1.2.1. Caso de carga a largo plazo	4
1.2.1.1. prueba de tensión	4
1.2.1.2. Prueba de deformación	4
1.2.1.3. Prueba de estabilidad (lineal):	5

1. : DN 225

Descripción del tramo:	DN 225
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 no (ATV A 127)
Menores factores de seguridad para compresión por flexión:	No
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:	G1
Cálculo E1:	Módulo de elasticidad E
Módulo de elasticidad E1:	E1 8,0 N/mm ²
Tipo de relleno en la zona del tubo:	G1
Cálculo E20:	Módulo de elasticidad E
Módulo de elasticidad E20:	E20 16,0 N/mm ²
Tipo de suelo natural:	G4
Cálculo E3:	Módulo de elasticidad E
Módulo de elasticidad E3:	E3 1,5 N/mm ²
E4 = 10 · E1:	No
Suelo bajo la zanja:	G4
Cálculo E4:	Módulo de elasticidad E
Módulo de elasticidad E4:	E4 1,5 N/mm ²

1.1.3. Carga

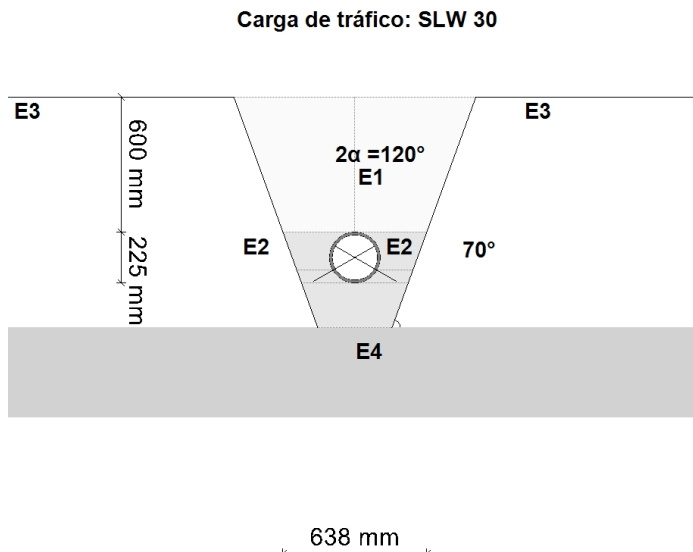
Altura de recubrimiento:	h 0,60 m
Densidad del suelo:	γ 20,0 kN/m ³
Carga superficial adicional:	p ₀ 0,0 kN/m ²
Nivel freático máximo sobre el lecho del tubo:	h _{W,max} 0,00 m
Nivel freático mínimo sobre el lecho del tubo:	h _{W,min} 0,00 m
Presión interna, corto plazo:	P _{I,K} 6,8 bar
Presión interna, largo plazo:	P _{I,L} 5,5 bar
Sección llena:	Si
Densidad del fluido:	γ _F 10,0 kN/m ³
Carga de tráfico:	SLW 30

1.1.4. Instalación

Instalación:	Zanja
Ancho de zanja:	b 0,64 m
Ángulo del talud:	β 70 °
Condiciones de relleno:	A4
Condiciones de la instalación:	B4
Tipo de apoyo:	suelto
Ángulo de apoyo:	120°
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 225 (13,4 mm)



1.2. Resultados:

1.2.1. Caso de carga a largo plazo

1.2.1.1. prueba de tensión

		clave	generatriz sobre el diámetro horizontal del tubo	base	
Coefficiente de seguridad externo	γ	4,302	4,302	4,302	[-]
Coefficiente de seguridad interno	γ	4,302	4,302	4,302	[-]
(Los coeficientes de seguridad para la tensión de compresión por flexión están marcados con un signo menos)					
Coefficiente global de seguridad requerido, fallo por inestabilidad, tensión a tracción:		erf γ _{RBZ}		2,50	[-]
Coefficiente global de seguridad requerido, fallo por inestabilidad, tensión a compresión:		erf γ _{RBD}		2,50	[-]

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

1.2.1.2. Prueba de deformación

Deformación vertical relativa:	δ _v	2,24	%
Deflexión admisible:	zul δ _v	6,00	%

La deflexión determinada es menor que la deflexión permitida.

1.2.1.3. Prueba de estabilidad (lineal):

Coefficiente de seguridad de estabilidad:	γ	13,17	[-]
Coefficiente global de seguridad requerido, fallo por inestabilidad:	γ_{stab}	2,00	[-]

Los coeficientes de seguridad al pandeo determinados son suficientes.

Todas las pruebas necesarias son correctas.

INFORME ABREVIADO

Estudio estático para Tuberías A 127

Proyecto:	Proyecto de infraestructuras hidráulicas urbanas en el barrio La Viña, termino municipal de Lorca (Murcia): Red distribución de agua potable
Empresa / Entidad:	Universidad Politécnica de Valencia - ETSICCP
Autor:	Alba Traver Gual
Informe n°:	008
Fecha:	15/09/2015

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. : DN 250	3
1.1. Entrada de datos:	3
1.1.1. Opciones de seguridad	3
1.1.2. Suelo	3
1.1.3. Carga	3
1.1.4. Instalación	3
1.1.5. Tubo de la base de datos	4
1.2. Resultados:	4
1.2.1. Caso de carga a largo plazo	4
1.2.1.1. prueba de tensión	4
1.2.1.2. Prueba de deformación	4
1.2.1.3. Prueba de estabilidad (lineal):	5

1. : DN 250

Descripción del tramo:	DN 250
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 no (ATV A 127)
Menores factores de seguridad para compresión por flexión:	No
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:	G1		
Cálculo E1:	Módulo de elasticidad E		
Módulo de elasticidad E1:	E1	8,0	N/mm ²
Tipo de relleno en la zona del tubo:	G1		
Cálculo E20:	Módulo de elasticidad E		
Módulo de elasticidad E20:	E ₂₀	16,0	N/mm ²
Tipo de suelo natural:	G4		
Cálculo E3:	Módulo de elasticidad E		
Módulo de elasticidad E3:	E3	1,5	N/mm ²
E4 = 10 · E1:	No		
Suelo bajo la zanja:	G4		
Cálculo E4:	Módulo de elasticidad E		
Módulo de elasticidad E4:	E4	1,5	N/mm ²

1.1.3. Carga

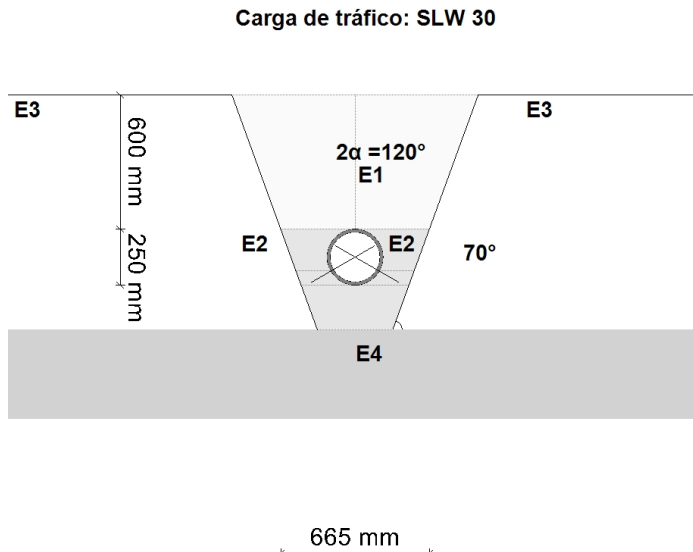
Altura de recubrimiento:	h	0,60	m
Densidad del suelo:	γ	20,0	kN/m ³
Carga superficial adicional:	p ₀	0,0	kN/m ²
Nivel freático máximo sobre el lecho del tubo:	h _{W,max}	0,00	m
Nivel freático mínimo sobre el lecho del tubo:	h _{W,min}	0,00	m
Presión interna, corto plazo:	P _{I,K}	6,0	bar
Presión interna, largo plazo:	P _{I,L}	5,3	bar
Sección llena:	Si		
Densidad del fluido:	γ _F	10,0	kN/m ³
Carga de tráfico:	SLW 30		

1.1.4. Instalación

Instalación:	Zanja		
Ancho de zanja:	b	0,67	m
Ángulo del talud:	β	70	°
Condiciones de relleno:	A4		
Condiciones de la instalación:	B4		
Tipo de apoyo:	suelto		
Ángulo de apoyo:	120°		
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 250 (14,8 mm)



1.2. Resultados:

1.2.1. Caso de carga a largo plazo

1.2.1.1. prueba de tensión

		clave	generatriz sobre el diámetro horizontal del tubo	base	
Coefficiente de seguridad externo	γ	4,410	4,410	4,410	[-]
Coefficiente de seguridad interno	γ	4,410	4,410	4,410	[-]
(Los coeficientes de seguridad para la tensión de compresión por flexión están marcados con un signo menos)					
Coefficiente global de seguridad requerido, fallo por inestabilidad, tensión a tracción:			erf γ _{RBZ}	2,50	[-]
Coefficiente global de seguridad requerido, fallo por inestabilidad, tensión a compresión:			erf γ _{RBD}	2,50	[-]

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

1.2.1.2. Prueba de deformación

Deformación vertical relativa:	δ_v	2,34	%
Deflexión admisible:	zul δ_v	6,00	%

La deflexión determinada es menor que la deflexión permitida.

1.2.1.3. Prueba de estabilidad (lineal):

Coefficiente de seguridad de estabilidad:	γ	12,47	[-]
Coefficiente global de seguridad requerido, fallo por inestabilidad:	γ_{stab}	2,00	[-]

Los coeficientes de seguridad al pandeo determinados son suficientes.

Todas las pruebas necesarias son correctas.

INFORME ABREVIADO

Estudio estático para Tuberías A 127

Proyecto:	Proyecto de infraestructuras hidráulicas urbanas en el barrio La Viña, termino municipal de Lorca (Murcia): Red distribución de agua potable
Empresa / Entidad:	Universidad Politécnica de Valencia - ETSICCP
Autor:	Alba Traver Gual
Informe n°:	009
Fecha:	15/09/2015

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. : DN 280	3
1.1. Entrada de datos:	3
1.1.1. Opciones de seguridad	3
1.1.2. Suelo	3
1.1.3. Carga	3
1.1.4. Instalación	3
1.1.5. Tubo de la base de datos	4
1.2. Resultados:	4
1.2.1. Caso de carga a largo plazo	4
1.2.1.1. prueba de tensión	4
1.2.1.2. Prueba de deformación	4
1.2.1.3. Prueba de estabilidad (lineal):	5

1. : DN 280

Descripción del tramo:	DN 280
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 no (ATV A 127)
Menores factores de seguridad para compresión por flexión:	No
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:	G1
Cálculo E1:	Módulo de elasticidad E
Módulo de elasticidad E1:	E1 8,0 N/mm ²
Tipo de relleno en la zona del tubo:	G1
Cálculo E20:	Módulo de elasticidad E
Módulo de elasticidad E20:	E20 16,0 N/mm ²
Tipo de suelo natural:	G4
Cálculo E3:	Módulo de elasticidad E
Módulo de elasticidad E3:	E3 1,5 N/mm ²
E4 = 10 · E1:	No
Suelo bajo la zanja:	G4
Cálculo E4:	Módulo de elasticidad E
Módulo de elasticidad E4:	E4 1,5 N/mm ²

1.1.3. Carga

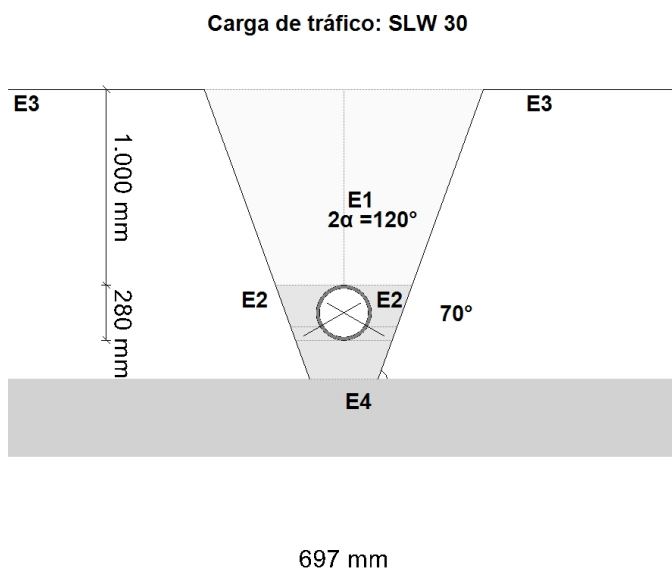
Altura de recubrimiento:	h 1,00 m
Densidad del suelo:	γ 20,0 kN/m ³
Carga superficial adicional:	p ₀ 0,0 kN/m ²
Nivel freático máximo sobre el lecho del tubo:	h _{W,max} 0,00 m
Nivel freático mínimo sobre el lecho del tubo:	h _{W,min} 0,00 m
Presión interna, corto plazo:	P _{I,K} 5,6 bar
Presión interna, largo plazo:	P _{I,L} 5,1 bar
Sección llena:	Si
Densidad del fluido:	γ _F 10,0 kN/m ³
Carga de tráfico:	SLW 30

1.1.4. Instalación

Instalación:	Zanja
Ancho de zanja:	b 0,70 m
Ángulo del talud:	β 70 °
Condiciones de relleno:	A4
Condiciones de la instalación:	B4
Tipo de apoyo:	suelto
Ángulo de apoyo:	120°
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 280 (16,6 mm)



1.2. Resultados:

1.2.1. Caso de carga a largo plazo

1.2.1.1. prueba de tensión

		clave	generatriz sobre el diámetro horizontal del tubo	base	
Coefficiente de seguridad externo	γ	4,662	4,662	4,662	[-]
Coefficiente de seguridad interno	γ	4,662	4,662	4,662	[-]
(Los coeficientes de seguridad para la tensión de compresión por flexión están marcados con un signo menos)					
Coefficiente global de seguridad requerido, fallo por inestabilidad, tensión a tracción:		erf γ _{RBZ}		2,50	[-]
Coefficiente global de seguridad requerido, fallo por inestabilidad, tensión a compresión:		erf γ _{RBD}		2,50	[-]

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

1.2.1.2. Prueba de deformación

Deformación vertical relativa:	δ_v	1,68	%
Deflexión admisible:	zul δ_v	6,00	%

La deflexión determinada es menor que la deflexión permitida.

1.2.1.3. Prueba de estabilidad (lineal):

Coefficiente de seguridad de estabilidad:	γ	15,86	[-]
Coefficiente global de seguridad requerido, fallo por inestabilidad:	γ_{stab}	2,00	[-]

Los coeficientes de seguridad al pandeo determinados son suficientes.

Todas las pruebas necesarias son correctas.

INFORME ABREVIADO

Estudio estático para Tuberías A 127

Proyecto:	Proyecto de infraestructuras hidráulicas urbanas en el barrio La Viña, termino municipal de Lorca (Murcia): Red distribución de agua potable
Empresa / Entidad:	Universidad Politécnica de Valencia - ETSICCP
Autor:	Alba Traver Gual
Informe n°:	010
Fecha:	15/09/2015

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. : DN 315	3
1.1. Entrada de datos:	3
1.1.1. Opciones de seguridad	3
1.1.2. Suelo	3
1.1.3. Carga	3
1.1.4. Instalación	3
1.1.5. Tubo de la base de datos	4
1.2. Resultados:	4
1.2.1. Caso de carga a largo plazo	4
1.2.1.1. prueba de tensión	4
1.2.1.2. Prueba de deformación	4
1.2.1.3. Prueba de estabilidad (lineal):	5

1. : DN 315

Descripción del tramo:	DN 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 no (ATV A 127)
Menores factores de seguridad para compresión por flexión:	No
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:	G1
Cálculo E1:	Módulo de elasticidad E
Módulo de elasticidad E1:	E1 8,0 N/mm ²
Tipo de relleno en la zona del tubo:	G1
Cálculo E20:	Módulo de elasticidad E
Módulo de elasticidad E20:	E ₂₀ 16,0 N/mm ²
Tipo de suelo natural:	G4
Cálculo E3:	Módulo de elasticidad E
Módulo de elasticidad E3:	E3 1,5 N/mm ²
E4 = 10 · E1:	No
Suelo bajo la zanja:	G4
Cálculo E4:	Módulo de elasticidad E
Módulo de elasticidad E4:	E4 1,5 N/mm ²

1.1.3. Carga

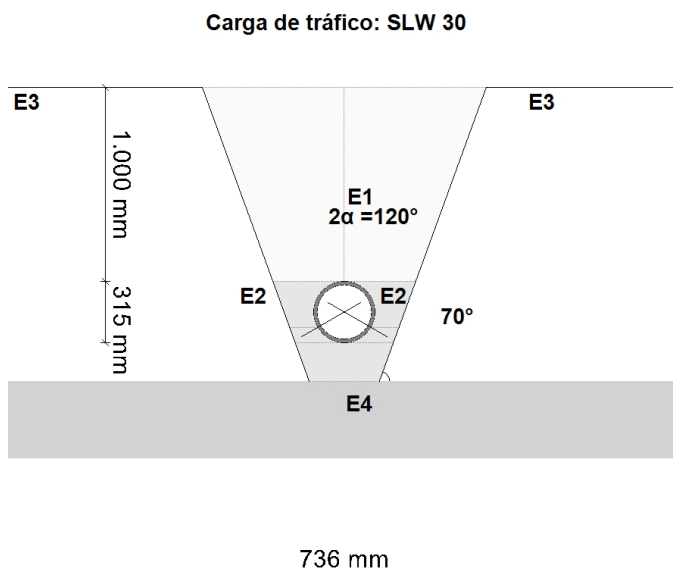
Altura de recubrimiento:	h 1,00 m
Densidad del suelo:	γ 20,0 kN/m ³
Carga superficial adicional:	p ₀ 0,0 kN/m ²
Nivel freático máximo sobre el lecho del tubo:	h _{W,max} 0,00 m
Nivel freático mínimo sobre el lecho del tubo:	h _{W,min} 0,00 m
Presión interna, corto plazo:	P _{I,K} 5,3 bar
Presión interna, largo plazo:	P _{I,L} 4,8 bar
Sección llena:	Si
Densidad del fluido:	γ _F 10,0 kN/m ³
Carga de tráfico:	SLW 30

1.1.4. Instalación

Instalación:	Zanja
Ancho de zanja:	b 0,74 m
Ángulo del talud:	β 70 °
Condiciones de relleno:	A4
Condiciones de la instalación:	B4
Tipo de apoyo:	suelto
Ángulo de apoyo:	120°
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)



1.2. Resultados:

1.2.1. Caso de carga a largo plazo

1.2.1.1. prueba de tensión

		clave	generatriz sobre el diámetro horizontal del tubo	base	
Coefficiente de seguridad externo	γ	4,922	4,922	4,922	[-]
Coefficiente de seguridad interno	γ	4,922	4,922	4,922	[-]
(Los coeficientes de seguridad para la tensión de compresión por flexión están marcados con un signo menos)					
Coefficiente global de seguridad requerido, fallo por inestabilidad, tensión a tracción:		erf γ _{RBZ}		2,50	[-]
Coefficiente global de seguridad requerido, fallo por inestabilidad, tensión a compresión:		erf γ _{RBD}		2,50	[-]

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

1.2.1.2. Prueba de deformación

Deformación vertical relativa:	δ _v	1,73	%
Deflexión admisible:	zul δ _v	6,00	%

La deflexión determinada es menor que la deflexión permitida.

1.2.1.3. Prueba de estabilidad (lineal):

Coefficiente de seguridad de estabilidad:	γ	15,20	[-]
Coefficiente global de seguridad requerido, fallo por inestabilidad:	γ_{stab}	2,00	[-]

Los coeficientes de seguridad al pandeo determinados son suficientes.

Todas las pruebas necesarias son correctas.

5. Informes de resultados completos

INFORME COMPLETO

Estudio estático para Tuberías A 127

Proyecto:	Proyecto de infraestructuras hidráulicas urbanas en el barrio La Viña, termino municipal de Lorca (Murcia): Red distribución de agua potable
Empresa / Entidad:	Universidad Politécnica de Valencia -ETSICCP
Autor:	Alba Traver Gual
Informe n°:	001
Fecha:	15/09/2015

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. : DN 90	3
1.1. Entrada de datos:	3
1.1.1. Opciones de seguridad	3
1.1.2. Suelo	3
1.1.3. Carga	3
1.1.4. Instalación	3
1.1.5. Tubo de la base de datos	4
1.2. Resultados:	4
1.2.1. resultados intermedios del tubo	4
1.2.1.1. propiedades del material	4
1.2.1.2. Factores de seguridad	5
1.2.2. Resultados intermedios para caso de carga	5
1.2.2.1. geometría del tubo	5
1.2.2.2. Teoría del silo	5
1.2.2.3. Carga	5
1.2.2.4. Módulo de deformación del suelo EB	5
1.2.2.5. Valores de rigidez del suelo	5
1.2.2.6. Ángulo de apoyo, proyección relativa efectiva y ángulo de fricción	6
1.2.2.7. Valores característicos del material del tubo y rigidez anular	6
1.2.2.8. relación de rigidez	6
1.2.2.9. Coeficientes	7
1.2.2.10. Factores de concentración λ_R y λ_B	7
1.2.2.11. Distribución de presiones en la circunferencia del tubo	8
1.2.3. Sección fuerzas clave	8
1.2.4. Sección fuerzas generatriz sobre el diámetro horizontal del tubo	9
1.2.5. Sección fuerzas base	9
1.2.6. Caso de carga a corto plazo	10
1.2.6.1. prueba de tensión	10
1.2.6.2. Prueba de deformación	11
1.2.6.3. Prueba de estabilidad (lineal):	11
1.2.7. Caso de carga a largo plazo	12
1.2.7.1. prueba de tensión	12
1.2.7.2. Prueba de deformación	13
1.2.7.3. Prueba de estabilidad (lineal):	13

1. : DN 90

Descripción del tramo:	DN 90
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 no (ATV A 127)
Menores factores de seguridad para compresión por flexión:	No
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:	G1
Cálculo E1:	Módulo de elasticidad E
Módulo de elasticidad E1:	E1 8,0 N/mm ²
Tipo de relleno en la zona del tubo:	G1
Cálculo E20:	Módulo de elasticidad E
Módulo de elasticidad E20:	E ₂₀ 16,0 N/mm ²
Tipo de suelo natural:	G4
Cálculo E3:	Módulo de elasticidad E
Módulo de elasticidad E3:	E3 1,5 N/mm ²
E4 = 10 · E1:	No
Suelo bajo la zanja:	G1
Cálculo E4:	Módulo de elasticidad E
Módulo de elasticidad E4:	E4 1,5 N/mm ²

1.1.3. Carga

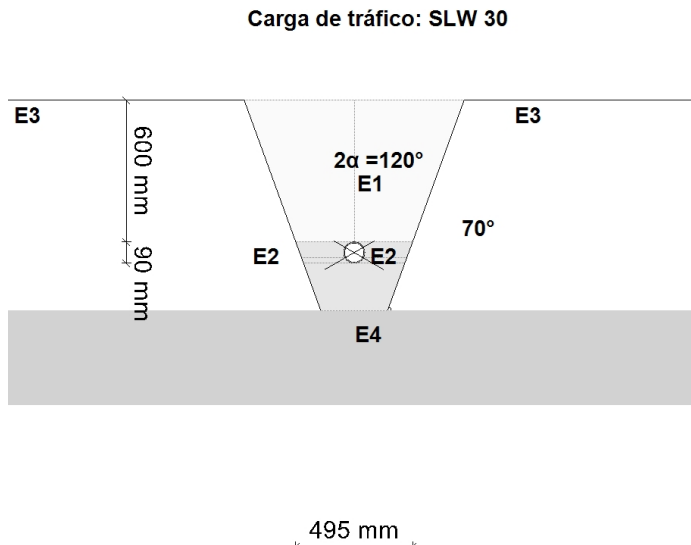
Altura de recubrimiento:	h 0,60 m
Densidad del suelo:	γ 20,0 kN/m ³
Carga superficial adicional:	p ₀ 0,0 kN/m ²
Nivel freático máximo sobre el lecho del tubo:	h _{W,max} 0,00 m
Nivel freático mínimo sobre el lecho del tubo:	h _{W,min} 0,00 m
Presión interna, corto plazo:	P _{I,K} 7,7 bar
Presión interna, largo plazo:	P _{I,L} 6,5 bar
Sección llena:	Si
Densidad del fluido:	γ _F 10,0 kN/m ³
Carga de tráfico:	SLW 30

1.1.4. Instalación

Instalación:	Zanja
Ancho de zanja:	b 0,50 m
Ángulo del talud:	β 70 °
Condiciones de relleno:	A4
Condiciones de la instalación:	B4
Tipo de apoyo:	suelto
Ángulo de apoyo:	120°
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 90 (5,4 mm)



1.2. Resultados:

1.2.1. resultados intermedios del tubo

Diámetro interior:	d_i	79,2	mm
Diámetro exterior:	d_a	90,0	mm
Radio del eje centroide de la pared del tubo:	r_m	42,3	mm
Espesor:	s	5,4	mm
Proporción:	r_m/s	7,833	[-]
Factor de corrección de la curvatura interior:	α_{ki}	1,043	[-]
Factor de corrección de la curvatura exterior:	α_{ka}	0,957	[-]
Predeformación local:	δ_{vl}	0,00	%
Predeformación (ovalización antes de aplicación de la carga):	δ_{vg}	1,00	%
Superficie del perfil radial:	A_{rad}	5,4	mm ² /mm
Distancia de inercia:	e	2,7	mm
Momento de inercia:	I	13,1	mm ⁴ /mm
Momento resistente exterior:	W_a	4,9	mm ³ /mm
Momento resistente interior:	W_i	4,9	mm ³ /mm

1.2.1.1. propiedades del material

Gravedad específica	γ_R	corto plazo	largo plazo	
		9,4	9,4	kN/m ³
Coefficiente de poisson	ν	0,38	0,38	[-]

Valor característico del módulo de elasticidad en sentido circunferencial	E_R	1.200,0	200,0	N/mm ²
Valor característico de tracción por deflexión	σ_{RBZ}	23,0	17,5	N/mm ²
Valor característico de la deflexión radial por esfuerzo de compresión	σ_{RBD}	23,0	17,5	N/mm ²
Valor característico de la tensión en sentido circunferencial	σ_{RZ}	23,0	17,5	N/mm ²

1.2.1.2. Factores de seguridad

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

1.2.2. Resultados intermedios para caso de carga

1.2.2.1. geometría del tubo

Radio del eje centroide de la pared del tubo:	r_m	42,3	mm
Factor de corrección de la curvatura interior:	α_{ki}	1,043	[-]
Factor de corrección de la curvatura exterior:	α_{ka}	0,957	[-]

1.2.2.2. Teoría del silo

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

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

Coefficiente de carga del suelo κ_0 para cargas superficiales (Teoría del Silo):	κ_0	1,000	[-]
---	------------	-------	-----

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

κ_0 y κ están indicadas como 1, porque E_1 es mayor que E_3 .

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}	12,00	kN/m ²
Carga vertical debida al peso del relleno y a la carga superficial:	P_E	12,00	kN/m ²
Tensión debida a carga de tráfico:	P_V	75,14	kN/m ²
Coefficiente de impacto (incl.):	ϕ	1,40	[-]

1.2.2.4. Módulo de deformación del suelo EB

Módulo elástico del relleno bajo carga:	$E_{1,\sigma}$	8,00	N/mm ²
Módulo elástico de los riñones bajo carga:	$E_{20,\sigma}$	16,00	N/mm ²
Factor de reducción por fluencia:	f_1	1,000	[-]
Factor de reducción E20 (nivel freático):	f_2	1,000	[-]
Factor de reducción E20 (zanja estrecha):	α_B	1,000	[-]
Módulo elástico del apoyo (reducido):	$E_{2,\sigma}$	16,00	N/mm ²
Módulo elástico del suelo natural:	$E_{3,\sigma}$	1,50	N/mm ²
Módulo elástico del suelo bajo el tubo:	$E_{4,\sigma}$	1,50	N/mm ²

Factor de corrección por rigidez del apoyo horizontal:

ζ 1,000 [-]

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

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

Si el ángulo de talud de la zanja es $< 90^\circ$ 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} 9,600 N/mm²

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

Rigidez de apoyo vertical:

S_{Bv} 16,000 N/mm²

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

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

Ángulo de apoyo, proyección relativa efectiva y ángulo de fricción:

2α 120 °

Proyección incrementada debido a la pérdida de soporte del suelo:

a_s 1,00 [-]

Proyección relativa efectiva:

a' 0,500 [-]

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

Ángulo de fricción interna:

φ' 20,000 °

Ángulo de fricción de la pared:

δ 20,000 °

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

1.2.2.7. Valores característicos del material del tubo y rigidez anular

Valor característico del módulo de elasticidad en sentido circunferencial	E_R	1.200,0	1.062,3	200,0	N/mm ²
Valor característico de tracción por deflexión	σ_{RBZ}	23,0	22,2	17,5	N/mm ²
Valor característico de la deflexión radial por esfuerzo de compresión	σ_{RBD}	23,0	22,2	17,5	N/mm ²
Valor característico de la tensión en sentido circunferencial	σ_{RZ}	23,0	22,2	17,5	N/mm ²
Rigidez del tubo	S_R	208,046	184,173	34,674	kN/m ²

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

1.2.2.8. relación de rigidez

Rigidez del sistema V_{RB} 0,0217 0,0192 0,0036 [-]

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

Relación de rigidez V_S 0,4930 0,4697 --- [-]

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

1.2.2.9. Coeficientes

Relación por presión de enterramiento (apoyo) K_2 0,400 0,400 --- [-]
 Coeficiente por presión de reacción del apoyo K^* 1,010 1,039 --- [-]

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

Coeficiente por presión de reacción del apoyo c_v^* -0,026 -0,025 --- [-]

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

1.2.2.10. Factores de concentración λ_R y λ_B

Factor de concentración máximo $\max \lambda$ 1,023 1,023 --- [-]

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

Coeficiente por factor de concentración máximo K' 0,822 0,812 --- [-]

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

Factor de concentración sobre el tubo, valor inicial λ_R 0,964 0,961 --- [-]

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

Factor de concentración sobre el tubo, bajo el efecto de la zanja λ_{RG} 0,964 0,961 --- [-]

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

Factor de concentración sobre el tubo, límite superior λ_{fo} 3,910 3,910 --- [-]

Factor de concentración sobre el tubo, límite inferior λ_{fu} 0,376 0,376 --- [-]

Factor de concentración sobre el tubo, valor final λ_{RG} 0,964 0,961 --- [-]

Factor de concentración del suelo λ_B 1,012 1,013 --- [-]

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

1.2.2.11. Distribución de presiones en la circunferencia del tubo

Carga vertical total	q_v	86,71	86,68	---	kN/m ²
	$q_v = \lambda_{RG} \cdot p_E + p_v$				(6.24)

Presión lateral	q_h	5,22	5,22	---	kN/m ²
	$q_h = K_2 \cdot \left(\lambda_B \cdot p_E + \gamma_B \cdot \frac{d_a}{2} \right)$				(7.01)

Presión de reacción del apoyo (carga del suelo)	q^*_h	82,54	84,87	---	kN/m ²
	$q^*_h = \frac{C_{h,qv} \cdot q_v + C_{h,qh} \cdot q_h}{V_{RB} - C_{h,qh}^*}$				(7.02a)

Presión de reacción del apoyo (sección llena)	q^*_{hw}	0,31	0,39	---	kN/m ²
	$q^*_{hw} = \frac{C_{hw} \cdot q_w}{V_{RB} - C_{h,qh}^*}$				(7.02b)

1.2.3. Sección fuerzas clave

		corto plazo	largo plazo	
Momento debido a cargas verticales totales	M_{qv}	0,040	0,040	kNm/m
Momento debido a la presión lateral	M_{qh}	-0,002	-0,002	kNm/m
Momento debido a la reacción de la presión del apoyo horizontal	M^*_{qh}	-0,027	-0,027	kNm/m
Momento debido a la reacción de la presión del apoyo (sección llena)	M^*_{qw}	0,000	0,000	kNm/m
Momento debido a las cargas muertas	M_g	0,000	0,000	kNm/m
Momento debido a la sección llena	M_w	0,000	0,000	kNm/m
Momento debido a la presión del agua	M_{pw}	0,002	0,002	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	0,013	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}	0,012	0,011	kNm/m
$\Sigma M' = M_{qv} + M_{qh} + M^*_{qh} + M_g$				
Momentos totales debidos a la sección llena y a la presión	$\Sigma M'$	0,011	0,011	kNm/m
Fuerza normal debida a las cargas verticales totales	N_{qv}	0,099	0,099	kN/m
Fuerza normal debida a la presión lateral	N_{qh}	-0,221	-0,221	kN/m
Fuerza normal debida a la reacción de la presión del lecho	N^*_{qh}	-2,015	-2,071	kN/m
Fuerza normal debida a la reacción de la presión del lecho (relleno del agua)	N^*_{qw}	-0,008	-0,010	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	0,011	0,011	kN/m
Fuerza normal debida al nivel freático hasta la clave	N_{pa1}	0,000	0,000	kN/m
Fuerzas totales normales	ΣN	28,281	23,351	kN/m
Total sin presión interna/externa	ΣN_{sonst}	-2,132	-2,191	kN/m
Total sin sección llena y sin presión	$\Sigma N'$	-2,136	-2,193	kN/m

1.2.4. Sección fuerzas generatriz sobre el diámetro horizontal del tubo

		corto plazo	largo plazo	
Momento debido a cargas verticales totales	M_{qv}	-0,041	-0,041	kNm/m
Momento debido a la presión lateral	M_{qh}	0,002	0,002	kNm/m
Momento debido a la reacción de la presión del apoyo horizontal	M^*_{qh}	0,031	0,032	kNm/m
Momento debido a la reacción de la presión del apoyo (sección llena)	M^*_{qw}	0,000	0,000	kNm/m
Momento debido a las cargas muertas	M_g	0,000	0,000	kNm/m
Momento debido a la sección llena	M_w	0,000	0,000	kNm/m
Momento debido a la presión del agua	M_{pw}	0,002	0,002	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	-0,006	-0,006	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}	-0,008	-0,007	kNm/m
$\Sigma M' = M_{qv} + M_{qh} + M^*_{qh} + M_g$				
Momentos totales debidos a la sección llena y a la presión	$\Sigma M'$	-0,008	-0,007	kNm/m
Fuerza normal debida a las cargas verticales totales	N_{qv}	-3,668	-3,666	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	-0,003	-0,003	kN/m
Fuerza normal debida al relleno de agua	N_w	0,004	0,004	kN/m
Fuerza normal debida al nivel freático hasta la clave	N_{pa1}	0,000	0,000	kN/m
Fuerzas totales normales	ΣN	26,745	21,876	kN/m
Total sin presión interna/externa	ΣN_{sonst}	-3,668	-3,666	kN/m
Total sin sección llena y sin presión	$\Sigma N'$	-3,671	-3,670	kN/m

1.2.5. Sección fuerzas base

		corto plazo	largo plazo	
Momento debido a cargas verticales totales	M_{qv}	0,043	0,043	kNm/m
Momento debido a la presión lateral	M_{qh}	-0,002	-0,002	kNm/m
Momento debido a la reacción de la presión del apoyo horizontal	M^*_{qh}	-0,027	-0,027	kNm/m
Momento debido a la reacción de la presión del apoyo (sección llena)	M^*_{qw}	0,000	0,000	kNm/m
Momento debido a las cargas muertas	M_g	0,000	0,000	kNm/m
Momento debido a la sección llena	M_w	0,000	0,000	kNm/m
Momento debido a la presión del agua	M_{pw}	0,002	0,002	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	0,016	0,015	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}	0,014	0,013	kNm/m

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

Momentos totales debidos a la sección llena y a la presión	$\Sigma M'$	0,014	0,013	kNm/m
Fuerza normal debida a las cargas verticales totales	N_{qv}	-0,099	-0,099	kN/m
Fuerza normal debida a la presión lateral	N_{qh}	-0,221	-0,221	kN/m
Fuerza normal debida a la reacción de la presión del lecho	N^*_{qh}	-2,015	-2,071	kN/m
Fuerza normal debida a la reacción de la presión del lecho (relleno del agua)	N^*_{qw}	-0,008	-0,010	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	0,025	0,025	kN/m
Fuerza normal debida al nivel freático hasta la clave	N_{pa1}	0,000	0,000	kN/m
Fuerzas totales normales	ΣN	28,095	23,165	kN/m
Total sin presión interna/externa	ΣN_{sonst}	-2,318	-2,377	kN/m
Total sin sección llena y sin presión	$\Sigma N'$	-2,335	-2,392	kN/m

1.2.6. Caso de carga a corto plazo

1.2.6.1. prueba de tensión

Coefficiente de superposición de tensiones:	Z	1,18	[-]
Relación de deflexión:	η	1,22	[-]
Presión interior resultante (pI - pW):	$p_{I,res}$	7,68	bar

Valor característico de la tensión en sentido circunferencial:	σ_{RZ}	23,0	N/mm ²
--	---------------	------	-------------------

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

Interior:		clave	generatriz sobre el diámetro horizontal del tubo	base	
Tensiones debidas a carga externa	σ_a	2,074	-2,428	2,519	N/mm ²
Coefficiente de seguridad para carga externa, tensión por flexión:	$\gamma_{BZ,a}$	11,091	---	9,129	[-]
Coefficiente de seguridad para carga externa, compresión por flexión:	$\gamma_{BD,a}$	---	9,472	---	[-]
Tensiones debidas a presión interna	σ_i	5,632	5,632	5,632	N/mm ²
Coefficiente de seguridad por presión interna	γ_i	4,084	4,084	4,084	[-]
Factor de reducción de acuerdo a Netzer/Pattis	n	0,812	0,793	0,789	[-]
Tensión por cálculo de superposición	σ_{res}	6,260	2,542	6,434	N/mm ²
Coefficiente de seguridad para cálculo de superposición, tensión por flexión:	$\gamma_{BZ,res}$	3,674	9,049	3,575	[-]
Coefficiente de seguridad para cálculos de superposición, compresión por flexión:	$\gamma_{BD,res}$	---	---	---	[-]
Tensión de tracción por flexión a ser considerada	$\sigma_{RBZ,res}$	23,00	23,00	23,00	N/mm ²
Tensión de compresión por flexión a ser considerada	$\sigma_{RBD,res}$	23,00	23,00	23,00	N/mm ²

Exterior:		clave	generatriz sobre el diámetro horizontal del tubo	base	
Tensiones debidas a carga externa	σ_a	-2,662	0,927	-3,137	N/mm ²
Coefficiente de seguridad para carga externa, tensión por flexión:	$Y_{BZ,a}$	---	24,808	---	[-]
Coefficiente de seguridad por carga externa, compresión por flexión:	$Y_{BD,a}$	8,641	---	7,332	[-]
Tensiones debidas a presión interna	σ_i	5,632	5,632	5,632	N/mm ²
Coefficiente de seguridad por presión interna	Y_i	4,084	4,084	4,084	[-]
Factor de reducción de acuerdo a Netzer/Pattis	n	0,784	0,915	0,751	[-]
Tensión por cálculo de superposición	σ_{res}	2,327	6,003	1,874	N/mm ²
Coefficiente de seguridad para cálculo de superposición, tensión por flexión:	$Y_{BZ,res}$	9,883	3,831	12,272	[-]
Coefficiente de seguridad para cálculos de superposición, compresión por flexión:	$Y_{BD,res}$	---	---	---	[-]
Tensión de tracción por flexión a ser considerada	$\sigma_{RBZ,res}$	23,00	23,00	23,00	N/mm ²
Tensión de compresión por flexión a ser considerada	$\sigma_{RBD,res}$	23,00	23,00	23,00	N/mm ²

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

1.2.6.2. Prueba de deformación

Modo de cálculo:		lineal			
Relación:		$I/(A \cdot \text{rm}^2)$		0,00136	[-]
Relación ' $I/(A \cdot \text{rm}^2) \cdot \kappa_q$ ':		$I/(A \cdot \text{rm}^2) \cdot \kappa_q$		0,00136	[-]
		q_v	q_h	q_h^*	
Coefficiente de deflexión para momentos de deflexión	c_v	-0,0893	0,0833	0,0640	[-]
Coefficiente de deflexión por fuerzas normales	c_{N_v}	-0,6830	-0,6810	-0,2470	[-]
Coefficiente de deflexión por fuerzas laterales	c_{Q_v}	-0,3590	0,3350	0,2430	[-]
Coefficiente resultante de deformación	c'_v	-0,0916	0,0836	0,0646	[-]
Cambio del diámetro vertical:		Δd_v		0,88	mm
Cambio del diámetro horizontal:		Δd_h		0,73	mm
Deformación vertical relativa:		δ_v		1,05	%
Deflexión admisible:		zul δ_v		6,00	%

La deflexión determinada es menor que la deflexión permitida.

1.2.6.3. Prueba de estabilidad (lineal):

Carga vertical total:	q_v	86,71	kN/m ²
Factor de reducción de carga de colapso por cargas de suelo/tráfico:	κ_{v2}	0,87	[-]
Carga vertical total crítica:	krit q_v	2.459,0	kN/m ²

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

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

Coefficiente de seguridad de estabilidad:	γ	28,36	[-]
Coefficiente global de seguridad requerido, fallo por inestabilidad:	$\text{erf } \gamma_{\text{stab}}$	2,00	[-]

Los coeficientes de seguridad al pandeo determinados son suficientes.

1.2.7. Caso de carga a largo plazo

1.2.7.1. prueba de tensión

Coefficiente de superposición de tensiones:	Z	5,37	[-]
Relación de deflexión:	η	1,28	[-]
Presión interior resultante ($p_l - p_w$):	$p_{l,\text{res}}$	6,45	bar

Valor característico de la tensión en sentido circunferencial:	σ_{RZ}	17,5	N/mm ²
--	---------------	------	-------------------

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

Interior:		clave	generatriz sobre el diámetro horizontal del tubo	base	
Tensiones debidas a carga externa	σ_a	1,891	-2,232	2,337	N/mm ²
Coefficiente de seguridad para carga externa, tensión por flexión:	$\gamma_{BZ,a}$	11,759	---	9,518	[-]
Coefficiente de seguridad por carga externa, compresión por flexión:	$\gamma_{BD,a}$	---	9,967	---	[-]
Tensiones debidas a presión interna	σ_i	4,730	4,730	4,730	N/mm ²
Coefficiente de seguridad por presión interna	γ_i	3,700	3,700	3,700	[-]
Tensión de tracción por flexión a ser considerada	$\sigma_{RBZ,\text{res}}$	18,85	13,26	19,07	N/mm ²
Tensión de compresión por flexión a ser considerada	$\sigma_{RBD,\text{res}}$	18,85	13,26	19,07	N/mm ²
Exterior:		clave	generatriz sobre el diámetro horizontal del tubo	base	
Tensiones debidas a carga externa	σ_a	-2,515	0,747	-2,991	N/mm ²
Coefficiente de seguridad para carga externa, tensión por flexión:	$\gamma_{BZ,a}$	---	29,771	---	[-]
Coefficiente de seguridad por carga externa, compresión por flexión:	$\gamma_{BD,a}$	8,842	---	7,438	[-]
Tensiones debidas a presión interna	σ_i	4,730	4,730	4,730	N/mm ²
Coefficiente de seguridad por presión interna	γ_i	3,700	3,700	3,700	[-]
Tensión de tracción por flexión a ser considerada	$\sigma_{RBZ,\text{res}}$	12,11	18,15	9,35	N/mm ²
Tensión de compresión por flexión a ser considerada	$\sigma_{RBD,\text{res}}$	12,11	18,15	9,35	N/mm ²

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

1.2.7.2. Prueba de deformación

Modo de cálculo:		lineal			
Relación:		$I/(A \cdot \text{rm}^2)$		0,00136	[-]
Relación ' $I/(A \cdot \text{rm}^2) \cdot \kappa_q$ ':		$I/(A \cdot \text{rm}^2) \cdot \kappa_q$		0,00136	[-]
		q_v	q_h	q_h^*	
Coefficiente de deflexión para momentos de deflexión	c_v	-0,0893	0,0833	0,0640	[-]
Coefficiente de deflexión por fuerzas normales	c_{N_v}	-0,6830	-0,6810	-0,2470	[-]
Coefficiente de deflexión por fuerzas laterales	c_{Q_v}	-0,3590	0,3350	0,2430	[-]
Coefficiente resultante de deformación	c'_v	-0,0916	0,0836	0,0646	[-]
Cambio del diámetro vertical:		Δd_v		0,93	mm
Cambio del diámetro horizontal:		Δd_h		0,75	mm
Deformación vertical relativa:		δ_v		1,10	%
Deflexión admisible:		zul δ_v		6,00	%

La deflexión determinada es menor que la deflexión permitida.

1.2.7.3. Prueba de estabilidad (lineal):

Carga vertical total:	q_v	86,68	kN/m ²
Factor de reducción de carga de colapso por cargas de suelo/tráfico:	κ_{v2}	0,87	[-]
Carga vertical total crítica:	krit q_v	2.313,6	kN/m ²

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

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

Coefficiente de seguridad de estabilidad:	γ	26,69	[-]
Coefficiente global de seguridad requerido, fallo por inestabilidad:	erf γ_{stab}	2,00	[-]

Los coeficientes de seguridad al pandeo determinados son suficientes.

Todas las pruebas necesarias son correctas.

INFORME COMPLETO

Estudio estático para Tuberías A 127

Proyecto:	Proyecto de infraestructuras hidráulicas urbanas en el barrio La Viña, termino municipal de Lorca (Murcia): Red distribución de agua potable
Empresa / Entidad:	Universidad Politécnica de Valencia - ETSICCP
Autor:	Alba Traver Gual
Informe n°:	002
Fecha:	15/09/2015

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. : DN 110	3
1.1. Entrada de datos:	3
1.1.1. Opciones de seguridad	3
1.1.2. Suelo	3
1.1.3. Carga	3
1.1.4. Instalación	3
1.1.5. Tubo de la base de datos	4
1.2. Resultados:	4
1.2.1. resultados intermedios del tubo	4
1.2.1.1. propiedades del material	4
1.2.1.2. Factores de seguridad	5
1.2.2. Resultados intermedios para caso de carga	5
1.2.2.1. geometría del tubo	5
1.2.2.2. Teoría del silo	5
1.2.2.3. Carga	5
1.2.2.4. Módulo de deformación del suelo EB	5
1.2.2.5. Valores de rigidez del suelo	5
1.2.2.6. Ángulo de apoyo, proyección relativa efectiva y ángulo de fricción	6
1.2.2.7. Valores característicos del material del tubo y rigidez anular	6
1.2.2.8. relación de rigidez	6
1.2.2.9. Coeficientes	7
1.2.2.10. Factores de concentración λ_R y λ_B	7
1.2.2.11. Distribución de presiones en la circunferencia del tubo	8
1.2.3. Sección fuerzas clave	8
1.2.4. Sección fuerzas generatriz sobre el diámetro horizontal del tubo	9
1.2.5. Sección fuerzas base	9
1.2.6. Caso de carga a corto plazo	10
1.2.6.1. prueba de tensión	10
1.2.6.2. Prueba de deformación	11
1.2.6.3. Prueba de estabilidad (lineal):	11
1.2.7. Caso de carga a largo plazo	12
1.2.7.1. prueba de tensión	12
1.2.7.2. Prueba de deformación	13
1.2.7.3. Prueba de estabilidad (lineal):	13

1. : DN 110

Descripción del tramo:	DN 110
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:	G1
Cálculo E1:	Módulo de elasticidad E
Módulo de elasticidad E1:	E1 8,0 N/mm ²
Tipo de relleno en la zona del tubo:	G1
Cálculo E20:	Módulo de elasticidad E
Módulo de elasticidad E20:	E20 16,0 N/mm ²
Tipo de suelo natural:	G4
Cálculo E3:	Módulo de elasticidad E
Módulo de elasticidad E3:	E3 1,5 N/mm ²
E4 = 10 · E1:	No
Suelo bajo la zanja:	G4
Cálculo E4:	Módulo de elasticidad E
Módulo de elasticidad E4:	E4 1,5 N/mm ²

1.1.3. Carga

Altura de recubrimiento:	h 0,60 m
Densidad del suelo:	γ 20,0 kN/m ³
Carga superficial adicional:	p ₀ 0,0 kN/m ²
Nivel freático máximo sobre el lecho del tubo:	h _{W,max} 0,00 m
Nivel freático mínimo sobre el lecho del tubo:	h _{W,min} 0,00 m
Presión interna, corto plazo:	P _{I,K} 7,1 bar
Presión interna, largo plazo:	P _{I,L} 5,6 bar
Sección llena:	Si
Densidad del fluido:	γ _F 10,0 kN/m ³
Carga de tráfico:	SLW 30

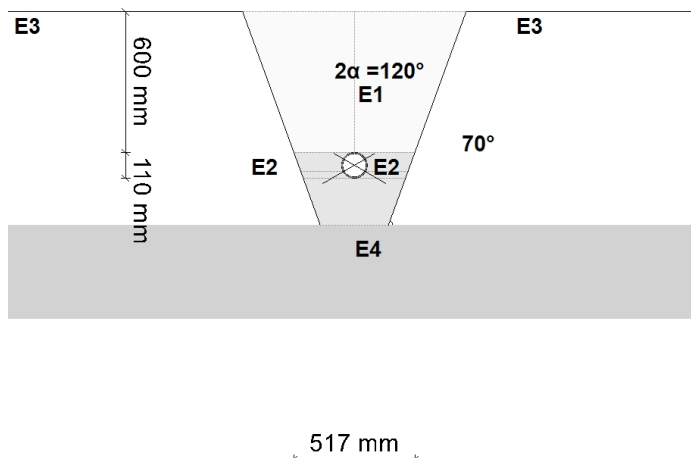
1.1.4. Instalación

Instalación:	Zanja
Ancho de zanja:	b 0,52 m
Ángulo del talud:	β 70 °
Condiciones de relleno:	A4
Condiciones de la instalación:	B4
Tipo de apoyo:	suelto
Ángulo de apoyo:	120°
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 110 (6,6 mm)

Carga de tráfico: SLW 30



1.2. Resultados:

1.2.1. resultados intermedios del tubo

Diámetro interior:	d_i	96,8	mm
Diámetro exterior:	d_a	110,0	mm
Radio del eje centroide de la pared del tubo:	r_m	51,7	mm
Espesor:	s	6,6	mm
Proporción:	r_m/s	7,833	[-]
Factor de corrección de la curvatura interior:	α_{ki}	1,043	[-]
Factor de corrección de la curvatura exterior:	α_{ka}	0,957	[-]
Predeformación local:	δ_{vl}	0,00	%
Predeformación (ovalización antes de aplicación de la carga):	δ_{vg}	1,00	%
Superficie del perfil radial:	A_{rad}	6,6	mm ² /mm
Distancia de inercia:	e	3,3	mm
Momento de inercia:	I	24,0	mm ⁴ /mm
Momento resistente exterior:	W_a	7,3	mm ³ /mm
Momento resistente interior:	W_i	7,3	mm ³ /mm

1.2.1.1. propiedades del material

Gravedad específica	γ_R	corto plazo	largo plazo	
		9,4	9,4	kN/m ³
Coefficiente de poisson	ν	0,38	0,38	[-]

Valor característico del módulo de elasticidad en sentido circunferencial	E_R	1.200,0	200,0	N/mm ²
Valor característico de tracción por deflexión	σ_{RBZ}	23,0	17,5	N/mm ²
Valor característico de la deflexión radial por esfuerzo de compresión	σ_{RBD}	23,0	17,5	N/mm ²
Valor característico de la tensión en sentido circunferencial	σ_{RZ}	23,0	17,5	N/mm ²

1.2.1.2. Factores de seguridad

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

1.2.2. Resultados intermedios para caso de carga

1.2.2.1. geometría del tubo

Radio del eje centroide de la pared del tubo:	r_m	51,7	mm
Factor de corrección de la curvatura interior:	α_{ki}	1,043	[-]
Factor de corrección de la curvatura exterior:	α_{ka}	0,957	[-]

1.2.2.2. Teoría del silo

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

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

Coefficiente de carga del suelo κ_0 para cargas superficiales (Teoría del Silo):	κ_0	1,000	[-]
---	------------	-------	-----

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

κ_0 y κ están indicadas como 1, porque E_1 es mayor que E_3 .

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}	12,00	kN/m ²
Carga vertical debida al peso del relleno y a la carga superficial:	P_E	12,00	kN/m ²
Tensión debida a carga de tráfico:	P_V	73,94	kN/m ²
Coefficiente de impacto (incl.):	ϕ	1,40	[-]

1.2.2.4. Módulo de deformación del suelo EB

Módulo elástico del relleno bajo carga:	$E_{1,\sigma}$	8,00	N/mm ²
Módulo elástico de los riñones bajo carga:	$E_{20,\sigma}$	16,00	N/mm ²
Factor de reducción por fluencia:	f_1	1,000	[-]
Factor de reducción E20 (nivel freático):	f_2	1,000	[-]
Factor de reducción E20 (zanja estrecha):	α_B	1,000	[-]
Módulo elástico del apoyo (reducido):	$E_{2,\sigma}$	16,00	N/mm ²
Módulo elástico del suelo natural:	$E_{3,\sigma}$	1,50	N/mm ²
Módulo elástico del suelo bajo el tubo:	$E_{4,\sigma}$	1,50	N/mm ²

Factor de corrección por rigidez del apoyo horizontal:

ζ 1,000 [-]

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

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

Si el ángulo de talud de la zanja es $< 90^\circ$ 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} 9,600 N/mm²

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

Rigidez de apoyo vertical:

S_{Bv} 16,000 N/mm²

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

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

Ángulo de apoyo, proyección relativa efectiva y ángulo de fricción:

2α 120 °

Proyección incrementada debido a la pérdida de soporte del suelo:

a_S 1,00 [-]

Proyección relativa efectiva:

a' 0,500 [-]

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

Ángulo de fricción interna:

φ' 20,000 °

Ángulo de fricción de la pared:

δ 20,000 °

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

1.2.2.7. Valores característicos del material del tubo y rigidez anular

Valor característico del módulo de elasticidad en sentido circunferencial E_R 1.200,0 1.060,4 200,0 N/mm²

Valor característico de tracción por deflexión σ_{RBZ} 23,0 22,2 17,5 N/mm²

Valor característico de la deflexión radial por esfuerzo de compresión σ_{RBD} 23,0 22,2 17,5 N/mm²

Valor característico de la tensión en sentido circunferencial σ_{RZ} 23,0 22,2 17,5 N/mm²

Rigidez del tubo S_R 208,046 183,838 34,674 kN/m²

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

1.2.2.8. relación de rigidez

Rigidez del sistema V_{RB} 0,0217 0,0191 0,0036 [-]

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

Relación de rigidez V_S 0,4930 0,4694 --- [-]

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

1.2.2.9. Coeficientes

Relación por presión de enterramiento (apoyo) K_2 0,400 0,400 --- [-]
 Coeficiente por presión de reacción del apoyo K^* 1,010 1,039 --- [-]

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

Coeficiente por presión de reacción del apoyo c_v^* -0,026 -0,024 --- [-]

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

1.2.2.10. Factores de concentración λ_R y λ_B

Factor de concentración máximo $\max \lambda$ 1,022 1,022 --- [-]

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

Coeficiente por factor de concentración máximo K' 0,822 0,812 --- [-]

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

Factor de concentración sobre el tubo, valor inicial λ_R 0,965 0,962 --- [-]

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

Factor de concentración sobre el tubo, bajo el efecto de la zanja λ_{RG} 0,965 0,962 --- [-]

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

Factor de concentración sobre el tubo, límite superior λ_{fo} 3,910 3,910 --- [-]

Factor de concentración sobre el tubo, límite inferior λ_{fu} 0,435 0,435 --- [-]

Factor de concentración sobre el tubo, valor final λ_{RG} 0,965 0,962 --- [-]

Factor de concentración del suelo λ_B 1,012 1,013 --- [-]

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

1.2.2.11. Distribución de presiones en la circunferencia del tubo

Carga vertical total	q_v	85,53	85,49	---	kN/m ²
	$q_v = \lambda_{RG} \cdot p_E + p_v$				(6.24)
Presión lateral	q_h	5,30	5,30	---	kN/m ²
	$q_h = K_2 \cdot \left(\lambda_B \cdot p_E + \gamma_B \cdot \frac{d_a}{2} \right)$				(7.01)
Presión de reacción del apoyo (carga del suelo)	q^*_h	81,27	83,59	---	kN/m ²
	$q^*_h = \frac{C_{h,qv} \cdot q_v + C_{h,qh} \cdot q_h}{V_{RB} - C_{h,qh}^*}$				(7.02a)
Presión de reacción del apoyo (sección llena)	q^*_{hw}	0,38	0,48	---	kN/m ²
	$q^*_{hw} = \frac{C_{hw} \cdot q_w}{V_{RB} - C_{h,qh}^*}$				(7.02b)

1.2.3. Sección fuerzas clave

		corto plazo	largo plazo	
Momento debido a cargas verticales totales	M_{qv}	0,060	0,060	kNm/m
Momento debido a la presión lateral	M_{qh}	-0,004	-0,004	kNm/m
Momento debido a la reacción de la presión del apoyo horizontal	M^*_{qh}	-0,039	-0,040	kNm/m
Momento debido a la reacción de la presión del apoyo (sección llena)	M^*_{qw}	0,000	0,000	kNm/m
Momento debido a las cargas muertas	M_g	0,000	0,000	kNm/m
Momento debido a la sección llena	M_w	0,000	0,000	kNm/m
Momento debido a la presión del agua	M_{pw}	0,003	0,002	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	0,018	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}	0,017	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	$\Sigma M'$	0,017	0,016	kNm/m
Fuerza normal debida a las cargas verticales totales	N_{qv}	0,119	0,119	kN/m
Fuerza normal debida a la presión lateral	N_{qh}	-0,274	-0,274	kN/m
Fuerza normal debida a la reacción de la presión del lecho	N^*_{qh}	-2,424	-2,494	kN/m
Fuerza normal debida a la reacción de la presión del lecho (relleno del agua)	N^*_{qw}	-0,011	-0,014	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	0,017	0,017	kN/m
Fuerza normal debida al nivel freático hasta la clave	N_{pa1}	0,000	0,000	kN/m
Fuerzas totales normales	ΣN	31,646	24,556	kN/m
Total sin presión interna/externa	ΣN_{sonst}	-2,572	-2,645	kN/m
Total sin sección llena y sin presión	$\Sigma N'$	-2,578	-2,648	kN/m

1.2.4. Sección fuerzas generatriz sobre el diámetro horizontal del tubo

		corto plazo	largo plazo	
Momento debido a cargas verticales totales	M_{qv}	-0,061	-0,061	kNm/m
Momento debido a la presión lateral	M_{qh}	0,004	0,004	kNm/m
Momento debido a la reacción de la presión del apoyo horizontal	M^*_{qh}	0,045	0,046	kNm/m
Momento debido a la reacción de la presión del apoyo (sección llena)	M^*_{qw}	0,000	0,000	kNm/m
Momento debido a las cargas muertas	M_g	0,000	0,000	kNm/m
Momento debido a la sección llena	M_w	0,000	0,000	kNm/m
Momento debido a la presión del agua	M_{pw}	0,003	0,002	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	-0,009	-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}	-0,012	-0,011	kNm/m
$\Sigma M' = M_{qv} + M_{qh} + M^*_{qh} + M_g$				
Momentos totales debidos a la sección llena y a la presión	$\Sigma M'$	-0,012	-0,011	kNm/m
Fuerza normal debida a las cargas verticales totales	N_{qv}	-4,422	-4,420	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	-0,005	-0,005	kN/m
Fuerza normal debida al relleno de agua	N_w	0,006	0,006	kN/m
Fuerza normal debida al nivel freático hasta la clave	N_{pa1}	0,000	0,000	kN/m
Fuerzas totales normales	ΣN	29,798	22,782	kN/m
Total sin presión interna/externa	ΣN_{sonst}	-4,421	-4,419	kN/m
Total sin sección llena y sin presión	$\Sigma N'$	-4,427	-4,425	kN/m

1.2.5. Sección fuerzas base

		corto plazo	largo plazo	
Momento debido a cargas verticales totales	M_{qv}	0,063	0,063	kNm/m
Momento debido a la presión lateral	M_{qh}	-0,004	-0,004	kNm/m
Momento debido a la reacción de la presión del apoyo horizontal	M^*_{qh}	-0,039	-0,040	kNm/m
Momento debido a la reacción de la presión del apoyo (sección llena)	M^*_{qw}	0,000	0,000	kNm/m
Momento debido a las cargas muertas	M_g	0,000	0,000	kNm/m
Momento debido a la sección llena	M_w	0,000	0,000	kNm/m
Momento debido a la presión del agua	M_{pw}	0,003	0,002	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	0,023	0,021	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}	0,020	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	$\Sigma M'$	0,020	0,019	kNm/m
Fuerza normal debida a las cargas verticales totales	N_{qv}	-0,119	-0,119	kN/m
Fuerza normal debida a la presión lateral	N_{qh}	-0,274	-0,274	kN/m
Fuerza normal debida a la reacción de la presión del lecho	N^*_{qh}	-2,424	-2,494	kN/m
Fuerza normal debida a la reacción de la presión del lecho (relleno del agua)	N^*_{qw}	-0,011	-0,014	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	0,037	0,037	kN/m
Fuerza normal debida al nivel freático hasta la clave	N_{pa1}	0,000	0,000	kN/m
Fuerzas totales normales	ΣN	31,426	24,336	kN/m
Total sin presión interna/externa	ΣN_{sonst}	-2,793	-2,865	kN/m
Total sin sección llena y sin presión	$\Sigma N'$	-2,818	-2,888	kN/m

1.2.6. Caso de carga a corto plazo

1.2.6.1. prueba de tensión

Coefficiente de superposición de tensiones:	Z	1,18	[-]
Relación de deflexión:	η	1,22	[-]
Presión interior resultante (pI - pW):	$p_{I,res}$	7,07	bar

Valor característico de la tensión en sentido circunferencial:	σ_{RZ}	23,0	N/mm ²
--	---------------	------	-------------------

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

Interior:		clave	generatriz sobre el diámetro horizontal del tubo	base	
Tensiones debidas a carga externa	σ_a	2,044	-2,397	2,488	N/mm ²
Coefficiente de seguridad para carga externa, tensión por flexión:	$\gamma_{BZ,a}$	11,250	---	9,245	[-]
Coefficiente de seguridad para carga externa, compresión por flexión:	$\gamma_{BD,a}$	---	9,597	---	[-]
Tensiones debidas a presión interna	σ_i	5,185	5,185	5,185	N/mm ²
Coefficiente de seguridad por presión interna	γ_i	4,436	4,436	4,436	[-]
Factor de reducción de acuerdo a Netzer/Pattis	n	0,804	0,786	0,782	[-]
Tensión por cálculo de superposición	σ_{res}	5,810	2,191	6,000	N/mm ²
Coefficiente de seguridad para cálculo de superposición, tensión por flexión:	$\gamma_{BZ,res}$	3,959	10,498	3,834	[-]
Coefficiente de seguridad para cálculos de superposición, compresión por flexión:	$\gamma_{BD,res}$	---	---	---	[-]
Tensión de tracción por flexión a ser considerada	$\sigma_{RBZ,res}$	23,00	23,00	23,00	N/mm ²
Tensión de compresión por flexión a ser considerada	$\sigma_{RBD,res}$	23,00	23,00	23,00	N/mm ²

Exterior:		clave	generatriz sobre el diámetro horizontal del tubo	base	
Tensiones debidas a carga externa	σ_a	-2,625	0,916	-3,097	N/mm ²
Coefficiente de seguridad para carga externa, tensión por flexión:	$\gamma_{BZ,a}$	---	25,110	---	[-]
Coefficiente de seguridad por carga externa, compresión por flexión:	$\gamma_{BD,a}$	8,761	---	7,428	[-]
Tensiones debidas a presión interna	σ_i	5,185	5,185	5,185	N/mm ²
Coefficiente de seguridad por presión interna	γ_i	4,436	4,436	4,436	[-]
Factor de reducción de acuerdo a Netzer/Pattis	n	0,775	0,908	0,735	[-]
Tensión por cálculo de superposición	σ_{res}	1,983	5,537	1,536	N/mm ²
Coefficiente de seguridad para cálculo de superposición, tensión por flexión:	$\gamma_{BZ,res}$	11,601	4,154	14,978	[-]
Coefficiente de seguridad para cálculos de superposición, compresión por flexión:	$\gamma_{BD,res}$	---	---	---	[-]
Tensión de tracción por flexión a ser considerada	$\sigma_{RBZ,res}$	23,00	23,00	23,00	N/mm ²
Tensión de compresión por flexión a ser considerada	$\sigma_{RBD,res}$	23,00	23,00	23,00	N/mm ²

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

1.2.6.2. Prueba de deformación

Modo de cálculo:		lineal		
Relación:		$I/(A \cdot \text{rm}^2)$		0,00136 [-]
Relación ' $I/(A \cdot \text{rm}^2) \cdot \kappa_q$ ':		$I/(A \cdot \text{rm}^2) \cdot \kappa_q$		0,00136 [-]
		q_v	q_h	q_h^*
Coefficiente de deflexión para momentos de deflexión	c_v	-0,0893	0,0833	0,0640 [-]
Coefficiente de deflexión por fuerzas normales	c_{N_v}	-0,6830	-0,6810	-0,2470 [-]
Coefficiente de deflexión por fuerzas laterales	c_{Q_v}	-0,3590	0,3350	0,2430 [-]
Coefficiente resultante de deformación	c'_v	-0,0916	0,0836	0,0646 [-]
Cambio del diámetro vertical:		Δd_v		1,06 mm
Cambio del diámetro horizontal:		Δd_h		0,88 mm
Deformación vertical relativa:		δ_v		1,03 %
Deflexión admisible:		zul δ_v		6,00 %

La deflexión determinada es menor que la deflexión permitida.

1.2.6.3. Prueba de estabilidad (lineal):

Carga vertical total:	q_v	85,53	kN/m ²
Factor de reducción de carga de colapso por cargas de suelo/tráfico:	κ_{v2}	0,87	[-]
Carga vertical total crítica:	krit q_v	2.459,0	kN/m ²

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

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

Coefficiente de seguridad de estabilidad:	Y	28,75	[-]
Coefficiente global de seguridad requerido, fallo por inestabilidad:	erf Y _{stab}	2,00	[-]

Los coeficientes de seguridad al pandeo determinados son suficientes.

1.2.7. Caso de carga a largo plazo

1.2.7.1. prueba de tensión

Coefficiente de superposición de tensiones:	Z	5,37	[-]
Relación de deflexión:	η	1,28	[-]
Presión interior resultante (pI - pW):	pI, _{res}	5,62	bar

Valor característico de la tensión en sentido circunferencial:	σ _{RZ}	17,5	N/mm ²
--	-----------------	------	-------------------

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

Interior:		clave	generatriz sobre el diámetro horizontal del tubo	base	
Tensiones debidas a carga externa	σ _a	1,861	-2,199	2,304	N/mm ²
Coefficiente de seguridad para carga externa, tensión por flexión:	Y _{BZ,a}	11,945	---	9,647	[-]
Coefficiente de seguridad por carga externa, compresión por flexión:	Y _{BD,a}	---	10,111	---	[-]
Tensiones debidas a presión interna	σ _i	4,121	4,121	4,121	N/mm ²
Coefficiente de seguridad por presión interna	Y _i	4,246	4,246	4,246	[-]
Tensión de tracción por flexión a ser considerada	σ _{RBZ,res}	18,97	12,09	19,20	N/mm ²
Tensión de compresión por flexión a ser considerada	σ _{RBD,res}	18,97	12,09	19,20	N/mm ²
Exterior:		clave	generatriz sobre el diámetro horizontal del tubo	base	
Tensiones debidas a carga externa	σ _a	-2,478	0,735	-2,949	N/mm ²
Coefficiente de seguridad para carga externa, tensión por flexión:	Y _{BZ,a}	---	30,251	---	[-]
Coefficiente de seguridad por carga externa, compresión por flexión:	Y _{BD,a}	8,971	---	7,538	[-]
Tensiones debidas a presión interna	σ _i	4,121	4,121	4,121	N/mm ²
Coefficiente de seguridad por presión interna	Y _i	4,246	4,246	4,246	[-]
Tensión de tracción por flexión a ser considerada	σ _{RBZ,res}	10,36	18,22	5,59	N/mm ²
Tensión de compresión por flexión a ser considerada	σ _{RBD,res}	10,36	18,22	5,59	N/mm ²

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

1.2.7.2. Prueba de deformación

Modo de cálculo:		lineal			
Relación:		$I/(A \cdot \text{rm}^2)$		0,00136	[-]
Relación ' $I/(A \cdot \text{rm}^2) \cdot \kappa_q$ ':		$I/(A \cdot \text{rm}^2) \cdot \kappa_q$		0,00136	[-]
		q_v	q_h	q_h^*	
Coefficiente de deflexión para momentos de deflexión	c_v	-0,0893	0,0833	0,0640	[-]
Coefficiente de deflexión por fuerzas normales	c_{N_v}	-0,6830	-0,6810	-0,2470	[-]
Coefficiente de deflexión por fuerzas laterales	c_{Q_v}	-0,3590	0,3350	0,2430	[-]
Coefficiente resultante de deformación	c'_v	-0,0916	0,0836	0,0646	[-]
Cambio del diámetro vertical:		Δd_v		1,12	mm
Cambio del diámetro horizontal:		Δd_h		0,90	mm
Deformación vertical relativa:		$\bar{\delta}_v$		1,08	%
Deflexión admisible:		zul $\bar{\delta}_v$		6,00	%

La deflexión determinada es menor que la deflexión permitida.

1.2.7.3. Prueba de estabilidad (lineal):

Carga vertical total:	q_v	85,49	kN/m ²
Factor de reducción de carga de colapso por cargas de suelo/tráfico:	κ_{v2}	0,87	[-]
Carga vertical total crítica:	krit q_v	2.311,5	kN/m ²

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

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

Coefficiente de seguridad de estabilidad:	γ	27,04	[-]
Coefficiente global de seguridad requerido, fallo por inestabilidad:	erf γ_{stab}	2,00	[-]

Los coeficientes de seguridad al pandeo determinados son suficientes.

Todas las pruebas necesarias son correctas.

INFORME COMPLETO

Estudio estático para Tuberías A 127

Proyecto:	Proyecto de infraestructuras hidráulicas urbanas en el barrio La Viña, termino municipal de Lorca (Murcia): Red distribución de agua potable
Empresa / Entidad:	Universidad Politécnica de Valencia - ETSICCP
Autor:	Alba Traver Gual
Informe n°:	003
Fecha:	15/09/2015

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. : DN 125	3
1.1. Entrada de datos:	3
1.1.1. Opciones de seguridad	3
1.1.2. Suelo	3
1.1.3. Carga	3
1.1.4. Instalación	3
1.1.5. Tubo de la base de datos	4
1.2. Resultados:	4
1.2.1. resultados intermedios del tubo	4
1.2.1.1. propiedades del material	4
1.2.1.2. Factores de seguridad	5
1.2.2. Resultados intermedios para caso de carga	5
1.2.2.1. geometría del tubo	5
1.2.2.2. Teoría del silo	5
1.2.2.3. Carga	5
1.2.2.4. Módulo de deformación del suelo EB	5
1.2.2.5. Valores de rigidez del suelo	5
1.2.2.6. Ángulo de apoyo, proyección relativa efectiva y ángulo de fricción	6
1.2.2.7. Valores característicos del material del tubo y rigidez anular	6
1.2.2.8. relación de rigidez	6
1.2.2.9. Coeficientes	7
1.2.2.10. Factores de concentración λ_R y λ_B	7
1.2.2.11. Distribución de presiones en la circunferencia del tubo	8
1.2.3. Sección fuerzas clave	8
1.2.4. Sección fuerzas generatriz sobre el diámetro horizontal del tubo	9
1.2.5. Sección fuerzas base	9
1.2.6. Caso de carga a corto plazo	10
1.2.6.1. prueba de tensión	10
1.2.6.2. Prueba de deformación	11
1.2.6.3. Prueba de estabilidad (lineal):	11
1.2.7. Caso de carga a largo plazo	12
1.2.7.1. prueba de tensión	12
1.2.7.2. Prueba de deformación	13
1.2.7.3. Prueba de estabilidad (lineal):	13

1. : DN 125

Descripción del tramo:	DN 125
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:	G1
Cálculo E1:	Módulo de elasticidad E
Módulo de elasticidad E1:	E1 8,0 N/mm ²
Tipo de relleno en la zona del tubo:	G1
Cálculo E20:	Módulo de elasticidad E
Módulo de elasticidad E20:	E20 16,0 N/mm ²
Tipo de suelo natural:	G4
Cálculo E3:	Módulo de elasticidad E
Módulo de elasticidad E3:	E3 1,5 N/mm ²
E4 = 10 · E1:	No
Suelo bajo la zanja:	G4
Cálculo E4:	Módulo de elasticidad E
Módulo de elasticidad E4:	E4 1,5 N/mm ²

1.1.3. Carga

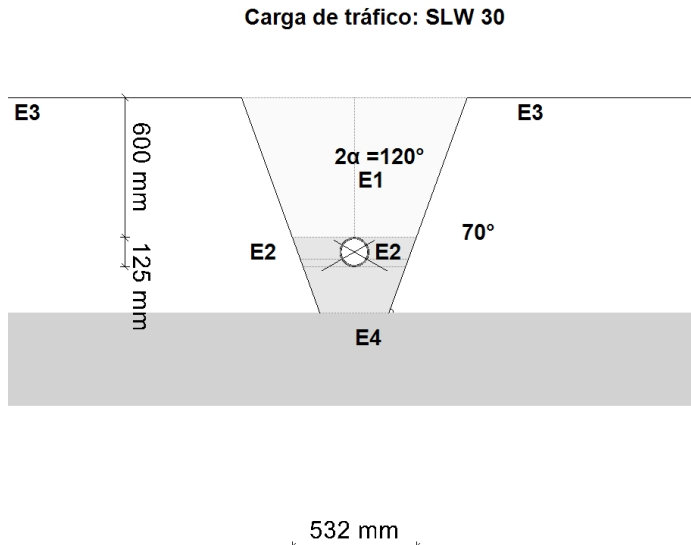
Altura de recubrimiento:	h 0,60 m
Densidad del suelo:	γ 20,0 kN/m ³
Carga superficial adicional:	p ₀ 0,0 kN/m ²
Nivel freático máximo sobre el lecho del tubo:	h _{W,max} 0,00 m
Nivel freático mínimo sobre el lecho del tubo:	h _{W,min} 0,00 m
Presión interna, corto plazo:	P _{I,K} 7,0 bar
Presión interna, largo plazo:	P _{I,L} 5,4 bar
Sección llena:	Si
Densidad del fluido:	γ _F 10,0 kN/m ³
Carga de tráfico:	SLW 30

1.1.4. Instalación

Instalación:	Zanja
Ancho de zanja:	b 0,53 m
Ángulo del talud:	β 70 °
Condiciones de relleno:	A4
Condiciones de la instalación:	B4
Tipo de apoyo:	suelto
Ángulo de apoyo:	120°
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 125 (7,4 mm)



1.2. Resultados:

1.2.1. resultados intermedios del tubo

Diámetro interior:	d_i	110,2	mm
Diámetro exterior:	d_a	125,0	mm
Radio del eje centroide de la pared del tubo:	r_m	58,8	mm
Espesor:	s	7,4	mm
Proporción:	r_m/s	7,946	[-]
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	%
Superficie del perfil radial:	A_{rad}	7,4	mm ² /mm
Distancia de inercia:	e	3,7	mm
Momento de inercia:	I	33,8	mm ⁴ /mm
Momento resistente exterior:	W_a	9,1	mm ³ /mm
Momento resistente interior:	W_i	9,1	mm ³ /mm

1.2.1.1. propiedades del material

Gravedad específica	γ_R	corto plazo	largo plazo	
		9,4	9,4	kN/m ³
Coefficiente de poisson	ν	0,38	0,38	[-]

Valor característico del módulo de elasticidad en sentido circunferencial	E_R	1.200,0	200,0	N/mm ²
Valor característico de tracción por deflexión	σ_{RBZ}	23,0	17,5	N/mm ²
Valor característico de la deflexión radial por esfuerzo de compresión	σ_{RBD}	23,0	17,5	N/mm ²
Valor característico de la tensión en sentido circunferencial	σ_{RZ}	23,0	17,5	N/mm ²

1.2.1.2. Factores de seguridad

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

1.2.2. Resultados intermedios para caso de carga

1.2.2.1. geometría del tubo

Radio del eje centroide de la pared del tubo:	r_m	58,8	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

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

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

Coefficiente de carga del suelo κ_0 para cargas superficiales (Teoría del Silo):	κ_0	1,000	[-]
---	------------	-------	-----

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

κ_0 y κ están indicadas como 1, porque E_1 es mayor que E_3 .

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}	12,00	kN/m ²
Carga vertical debida al peso del relleno y a la carga superficial:	P_E	12,00	kN/m ²
Tensión debida a carga de tráfico:	P_V	73,10	kN/m ²
Coefficiente de impacto (incl.):	ϕ	1,40	[-]

1.2.2.4. Módulo de deformación del suelo EB

Módulo elástico del relleno bajo carga:	$E_{1,\sigma}$	8,00	N/mm ²
Módulo elástico de los riñones bajo carga:	$E_{20,\sigma}$	16,00	N/mm ²
Factor de reducción por fluencia:	f_1	1,000	[-]
Factor de reducción E20 (nivel freático):	f_2	1,000	[-]
Factor de reducción E20 (zanja estrecha):	α_B	1,000	[-]
Módulo elástico del apoyo (reducido):	$E_{2,\sigma}$	16,00	N/mm ²
Módulo elástico del suelo natural:	$E_{3,\sigma}$	1,50	N/mm ²
Módulo elástico del suelo bajo el tubo:	$E_{4,\sigma}$	1,50	N/mm ²

Factor de corrección por rigidez del apoyo horizontal:

ζ 0,740 [-]

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

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

Si el ángulo de talud de la zanja es $< 90^\circ$ 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} 7,100 N/mm²

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

Rigidez de apoyo vertical:

S_{Bv} 16,000 N/mm²

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

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

Ángulo de apoyo, proyección relativa efectiva y ángulo de fricción:

2α 120 °

Proyección incrementada debido a la pérdida de soporte del suelo:

a_S 1,00 [-]

Proyección relativa efectiva:

a' 0,500 [-]

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

Ángulo de fricción interna:

φ' 20,000 °

Ángulo de fricción de la pared:

δ 20,000 °

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

1.2.2.7. Valores característicos del material del tubo y rigidez anular

Valor característico del módulo de elasticidad en sentido circunferencial E_R 1.200,0 1.059,0 200,0 N/mm²

Valor característico de tracción por deflexión σ_{RBZ} 23,0 22,2 17,5 N/mm²

Valor característico de la deflexión radial por esfuerzo de compresión σ_{RBD} 23,0 22,2 17,5 N/mm²

Valor característico de la tensión en sentido circunferencial σ_{RZ} 23,0 22,2 17,5 N/mm²

Rigidez del tubo S_R 199,326 175,904 33,221 kN/m²

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

1.2.2.8. relación de rigidez

Rigidez del sistema V_{RB} 0,0281 0,0248 0,0047 [-]

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

Relación de rigidez V_S 0,4060 0,3856 --- [-]

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

1.2.2.9. Coeficientes

Relación por presión de enterramiento (apoyo) K_2 0,400 0,400 --- [-]
 Coeficiente por presión de reacción del apoyo K^* 0,942 0,976 --- [-]

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

Coeficiente por presión de reacción del apoyo c_v^* -0,031 -0,029 --- [-]

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

1.2.2.10. Factores de concentración λ_R y λ_B

Factor de concentración máximo $\max \lambda$ 1,021 1,021 --- [-]

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

Coeficiente por factor de concentración máximo K' 0,842 0,834 --- [-]

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

Factor de concentración sobre el tubo, valor inicial λ_R 0,956 0,953 --- [-]

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

Factor de concentración sobre el tubo, bajo el efecto de la zanja λ_{RG} 0,956 0,953 --- [-]

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

Factor de concentración sobre el tubo, límite superior λ_{fo} 3,910 3,910 --- [-]

Factor de concentración sobre el tubo, límite inferior λ_{fu} 0,473 0,473 --- [-]

Factor de concentración sobre el tubo, valor final λ_{RG} 0,956 0,953 --- [-]

Factor de concentración del suelo λ_B 1,015 1,016 --- [-]

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

1.2.2.11. Distribución de presiones en la circunferencia del tubo

Carga vertical total	q_v	84,58	84,54	---	kN/m ²
	$q_v = \lambda_{RG} \cdot p_E + p_v$				(6.24)
Presión lateral	q_h	5,37	5,38	---	kN/m ²
	$q_h = K_2 \cdot \left(\lambda_B \cdot p_E + \gamma_B \cdot \frac{d_a}{2} \right)$				(7.01)
Presión de reacción del apoyo (carga del suelo)	q^*_h	74,88	77,52	---	kN/m ²
	$q^*_h = \frac{C_{h,qv} \cdot q_v + C_{h,qh} \cdot q_h}{V_{RB} - C_{h,qh}^*}$				(7.02a)
Presión de reacción del apoyo (sección llena)	q^*_{hw}	0,40	0,54	---	kN/m ²
	$q^*_{hw} = \frac{C_{hw} \cdot q_w}{V_{RB} - C_{h,qh}^*}$				(7.02b)

1.2.3. Sección fuerzas clave

		corto plazo	largo plazo	
Momento debido a cargas verticales totales	M_{qv}	0,076	0,076	kNm/m
Momento debido a la presión lateral	M_{qh}	-0,005	-0,005	kNm/m
Momento debido a la reacción de la presión del apoyo horizontal	M^*_{qh}	-0,047	-0,049	kNm/m
Momento debido a la reacción de la presión del apoyo (sección llena)	M^*_{qw}	0,000	0,000	kNm/m
Momento debido a las cargas muertas	M_g	0,000	0,000	kNm/m
Momento debido a la sección llena	M_w	0,000	0,000	kNm/m
Momento debido a la presión del agua	M_{pw}	0,003	0,002	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	0,028	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}	0,025	0,023	kNm/m
$\Sigma M' = M_{qv} + M_{qh} + M^*_{qh} + M_g$				
Momentos totales debidos a la sección llena y a la presión	$\Sigma M'$	0,025	0,023	kNm/m
Fuerza normal debida a las cargas verticales totales	N_{qv}	0,134	0,134	kN/m
Fuerza normal debida a la presión lateral	N_{qh}	-0,316	-0,316	kN/m
Fuerza normal debida a la reacción de la presión del lecho	N^*_{qh}	-2,541	-2,630	kN/m
Fuerza normal debida a la reacción de la presión del lecho (relleno del agua)	N^*_{qw}	-0,014	-0,018	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	0,022	0,022	kN/m
Fuerza normal debida al nivel freático hasta la clave	N_{pa1}	0,000	0,000	kN/m
Fuerzas totales normales	ΣN	35,857	26,836	kN/m
Total sin presión interna/externa	ΣN_{sonst}	-2,713	-2,807	kN/m
Total sin sección llena y sin presión	$\Sigma N'$	-2,721	-2,811	kN/m

1.2.4. Sección fuerzas generatriz sobre el diámetro horizontal del tubo

		corto plazo	largo plazo	
Momento debido a cargas verticales totales	M_{qv}	-0,077	-0,077	kNm/m
Momento debido a la presión lateral	M_{qh}	0,005	0,005	kNm/m
Momento debido a la reacción de la presión del apoyo horizontal	M^*_{qh}	0,054	0,056	kNm/m
Momento debido a la reacción de la presión del apoyo (sección llena)	M^*_{qw}	0,000	0,000	kNm/m
Momento debido a las cargas muertas	M_g	0,000	0,000	kNm/m
Momento debido a la sección llena	M_w	0,000	0,000	kNm/m
Momento debido a la presión del agua	M_{pw}	0,003	0,002	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	-0,016	-0,015	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}	-0,019	-0,017	kNm/m
$\Sigma M' = M_{qv} + M_{qh} + M^*_{qh} + M_g$				
Momentos totales debidos a la sección llena y a la presión	$\Sigma M'$	-0,019	-0,017	kNm/m
Fuerza normal debida a las cargas verticales totales	N_{qv}	-4,973	-4,971	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	-0,006	-0,006	kN/m
Fuerza normal debida al relleno de agua	N_w	0,007	0,007	kN/m
Fuerza normal debida al nivel freático hasta la clave	N_{pa1}	0,000	0,000	kN/m
Fuerzas totales normales	ΣN	33,598	24,674	kN/m
Total sin presión interna/externa	ΣN_{sonst}	-4,972	-4,970	kN/m
Total sin sección llena y sin presión	$\Sigma N'$	-4,980	-4,977	kN/m

1.2.5. Sección fuerzas base

		corto plazo	largo plazo	
Momento debido a cargas verticales totales	M_{qv}	0,080	0,080	kNm/m
Momento debido a la presión lateral	M_{qh}	-0,005	-0,005	kNm/m
Momento debido a la reacción de la presión del apoyo horizontal	M^*_{qh}	-0,047	-0,049	kNm/m
Momento debido a la reacción de la presión del apoyo (sección llena)	M^*_{qw}	0,000	0,000	kNm/m
Momento debido a las cargas muertas	M_g	0,000	0,000	kNm/m
Momento debido a la sección llena	M_w	0,001	0,001	kNm/m
Momento debido a la presión del agua	M_{pw}	0,003	0,002	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	0,033	0,030	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}	0,029	0,028	kNm/m

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

Momentos totales debidos a la sección llena y a la presión	$\Sigma M'$	0,029	0,027	kNm/m
Fuerza normal debida a las cargas verticales totales	N_{qv}	-0,134	-0,134	kN/m
Fuerza normal debida a la presión lateral	N_{qh}	-0,316	-0,316	kN/m
Fuerza normal debida a la reacción de la presión del lecho	N^*_{qh}	-2,541	-2,630	kN/m
Fuerza normal debida a la reacción de la presión del lecho (relleno del agua)	N^*_{qw}	-0,014	-0,018	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	0,048	0,048	kN/m
Fuerza normal debida al nivel freático hasta la clave	N_{pa1}	0,000	0,000	kN/m
Fuerzas totales normales	ΣN	35,612	26,592	kN/m
Total sin presión interna/externa	ΣN_{sonst}	-2,958	-3,052	kN/m
Total sin sección llena y sin presión	$\Sigma N'$	-2,992	-3,081	kN/m

1.2.6. Caso de carga a corto plazo

1.2.6.1. prueba de tensión

Coefficiente de superposición de tensiones:	Z	1,21	[-]
Relación de deflexión:	η	1,48	[-]
Presión interior resultante (pI - pW):	$p_{I,res}$	7,00	bar

Valor característico de la tensión en sentido circunferencial:	σ_{RZ}	23,0	N/mm ²
--	---------------	------	-------------------

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

Interior:		clave	generatriz sobre el diámetro horizontal del tubo	base	
Tensiones debidas a carga externa	σ_a	2,493	-2,871	2,947	N/mm ²
Coefficiente de seguridad para carga externa, tensión por flexión:	$\gamma_{BZ,a}$	9,226	---	7,803	[-]
Coefficiente de seguridad para carga externa, compresión por flexión:	$\gamma_{BD,a}$	---	8,010	---	[-]
Tensiones debidas a presión interna	σ_i	5,212	5,212	5,212	N/mm ²
Coefficiente de seguridad por presión interna	γ_i	4,413	4,413	4,413	[-]
Factor de reducción de acuerdo a Netzer/Pattis	n	0,784	0,756	0,750	[-]
Tensión por cálculo de superposición	σ_{res}	6,040	1,770	6,120	N/mm ²
Coefficiente de seguridad para cálculo de superposición, tensión por flexión:	$\gamma_{BZ,res}$	3,808	12,997	3,758	[-]
Coefficiente de seguridad para cálculos de superposición, compresión por flexión:	$\gamma_{BD,res}$	---	---	---	[-]
Tensión de tracción por flexión a ser considerada	$\sigma_{RBZ,res}$	23,00	23,00	23,00	N/mm ²
Tensión de compresión por flexión a ser considerada	$\sigma_{RBD,res}$	23,00	23,00	23,00	N/mm ²

Exterior:		clave	generatriz sobre el diámetro horizontal del tubo	base	
Tensiones debidas a carga externa	σ_a	-2,996	1,350	-3,477	N/mm ²
Coefficiente de seguridad para carga externa, tensión por flexión:	$Y_{BZ,a}$	---	17,032	---	[-]
Coefficiente de seguridad por carga externa, compresión por flexión:	$Y_{BD,a}$	7,677	---	6,614	[-]
Tensiones debidas a presión interna	σ_i	5,212	5,212	5,212	N/mm ²
Coefficiente de seguridad por presión interna	Y_i	4,413	4,413	4,413	[-]
Factor de reducción de acuerdo a Netzer/Pattis	n	0,746	0,870	0,716	[-]
Tensión por cálculo de superposición	σ_{res}	1,654	5,708	1,242	N/mm ²
Coefficiente de seguridad para cálculo de superposición, tensión por flexión:	$Y_{BZ,res}$	13,905	4,030	18,524	[-]
Coefficiente de seguridad para cálculos de superposición, compresión por flexión:	$Y_{BD,res}$	---	---	---	[-]
Tensión de tracción por flexión a ser considerada	$\sigma_{RBZ,res}$	23,00	23,00	23,00	N/mm ²
Tensión de compresión por flexión a ser considerada	$\sigma_{RBD,res}$	23,00	23,00	23,00	N/mm ²

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

1.2.6.2. Prueba de deformación

Modo de cálculo:		lineal		
Relación:		$I/(A \cdot \text{rm}^2)$		0,00132 [-]
Relación ' $I/(A \cdot \text{rm}^2) \cdot \kappa_q$ ':		$I/(A \cdot \text{rm}^2) \cdot \kappa_q$		0,00132 [-]
		q_v	q_h	q_h^*
Coefficiente de deflexión para momentos de deflexión	c_v	-0,0893	0,0833	0,0640 [-]
Coefficiente de deflexión por fuerzas normales	c_{N_v}	-0,6830	-0,6810	-0,2470 [-]
Coefficiente de deflexión por fuerzas laterales	c_{Q_v}	-0,3590	0,3350	0,2430 [-]
Coefficiente resultante de deformación	c'_v	-0,0915	0,0836	0,0646 [-]
Cambio del diámetro vertical:		Δd_v		1,45 mm
Cambio del diámetro horizontal:		Δd_h		1,24 mm
Deformación vertical relativa:		δ_v		1,23 %
Deflexión admisible:		zul δ_v		6,00 %

La deflexión determinada es menor que la deflexión permitida.

1.2.6.3. Prueba de estabilidad (lineal):

Carga vertical total:	q_v	84,58	kN/m ²
Factor de reducción de carga de colapso por cargas de suelo/tráfico:	K_{v2}	0,87	[-]
Carga vertical total crítica:	krit q_v	2.070,0	kN/m ²

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

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

Coefficiente de seguridad de estabilidad:	Y	24,47	[-]
Coefficiente global de seguridad requerido, fallo por inestabilidad:	erf Y _{stab}	2,00	[-]

Los coeficientes de seguridad al pandeo determinados son suficientes.

1.2.7. Caso de carga a largo plazo

1.2.7.1. prueba de tensión

Coefficiente de superposición de tensiones:	Z	5,52	[-]
Relación de deflexión:	η	1,56	[-]
Presión interior resultante (pI - pW):	pI _{res}	5,38	bar

Valor característico de la tensión en sentido circunferencial:	σ _{RZ}	17,5	N/mm ²
--	-----------------	------	-------------------

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

Interior:		clave	generatriz sobre el diámetro horizontal del tubo	base	
Tensiones debidas a carga externa	σ _a	2,278	-2,639	2,732	N/mm ²
Coefficiente de seguridad para carga externa, tensión por flexión:	Y _{BZ,a}	9,757	---	8,135	[-]
Coefficiente de seguridad por carga externa, compresión por flexión:	Y _{BD,a}	---	8,421	---	[-]
Tensiones debidas a presión interna	σ _i	4,006	4,006	4,006	N/mm ²
Coefficiente de seguridad por presión interna	Y _i	4,369	4,369	4,369	[-]
Tensión de tracción por flexión a ser considerada	σ _{RBZ,res}	19,21	8,38	19,42	N/mm ²
Tensión de compresión por flexión a ser considerada	σ _{RBD,res}	19,21	8,38	19,42	N/mm ²
Exterior:		clave	generatriz sobre el diámetro horizontal del tubo	base	
Tensiones debidas a carga externa	σ _a	-2,823	1,137	-3,304	N/mm ²
Coefficiente de seguridad para carga externa, tensión por flexión:	Y _{BZ,a}	---	19,540	---	[-]
Coefficiente de seguridad por carga externa, compresión por flexión:	Y _{BD,a}	7,874	---	6,727	[-]
Tensiones debidas a presión interna	σ _i	4,006	4,006	4,006	N/mm ²
Coefficiente de seguridad por presión interna	Y _i	4,369	4,369	4,369	[-]
Tensión de tracción por flexión a ser considerada	σ _{RBZ,res}	6,23	18,54	-4,73	N/mm ²
Tensión de compresión por flexión a ser considerada	σ _{RBD,res}	6,23	18,54	-4,73	N/mm ²

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

1.2.7.2. Prueba de deformación

Modo de cálculo:		lineal			
Relación:		$I/(A \cdot \text{rm}^2)$		0,00132	[-]
Relación ' $I/(A \cdot \text{rm}^2) \cdot \kappa_q$ ':		$I/(A \cdot \text{rm}^2) \cdot \kappa_q$		0,00132	[-]
		q_v	q_h	q_h^*	
Coefficiente de deflexión para momentos de deflexión	c_v	-0,0893	0,0833	0,0640	[-]
Coefficiente de deflexión por fuerzas normales	c_{N_v}	-0,6830	-0,6810	-0,2470	[-]
Coefficiente de deflexión por fuerzas laterales	c_{Q_v}	-0,3590	0,3350	0,2430	[-]
Coefficiente resultante de deformación	c'_v	-0,0915	0,0836	0,0646	[-]
Cambio del diámetro vertical:		Δd_v		1,53	mm
Cambio del diámetro horizontal:		Δd_h		1,28	mm
Deformación vertical relativa:		$\bar{\delta}_v$		1,30	%
Deflexión admisible:		zul $\bar{\delta}_v$		6,00	%

La deflexión determinada es menor que la deflexión permitida.

1.2.7.3. Prueba de estabilidad (lineal):

Carga vertical total:	q_v	84,54	kN/m ²
Factor de reducción de carga de colapso por cargas de suelo/tráfico:	κ_{v2}	0,87	[-]
Carga vertical total crítica:	krit q_v	1.944,6	kN/m ²

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

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

Coefficiente de seguridad de estabilidad:	γ	23,00	[-]
Coefficiente global de seguridad requerido, fallo por inestabilidad:	erf γ_{stab}	2,00	[-]

Los coeficientes de seguridad al pandeo determinados son suficientes.

Todas las pruebas necesarias son correctas.

INFORME COMPLETO

Estudio estático para Tuberías A 127

Proyecto:	Proyecto de infraestructuras hidráulicas urbanas en el barrio La Viña, termino municipal de Lorca (Murcia): Red distribución de agua potable
Empresa / Entidad:	Universidad Politécnica de Valencia - ETSICCP
Autor:	Alba Traver Gual
Informe n°:	004
Fecha:	15/09/2015

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. : DN 160	3
1.1. Entrada de datos:	3
1.1.1. Opciones de seguridad	3
1.1.2. Suelo	3
1.1.3. Carga	3
1.1.4. Instalación	3
1.1.5. Tubo de la base de datos	4
1.2. Resultados:	4
1.2.1. resultados intermedios del tubo	4
1.2.1.1. propiedades del material	4
1.2.1.2. Factores de seguridad	5
1.2.2. Resultados intermedios para caso de carga	5
1.2.2.1. geometría del tubo	5
1.2.2.2. Teoría del silo	5
1.2.2.3. Carga	5
1.2.2.4. Módulo de deformación del suelo EB	5
1.2.2.5. Valores de rigidez del suelo	5
1.2.2.6. Ángulo de apoyo, proyección relativa efectiva y ángulo de fricción	6
1.2.2.7. Valores característicos del material del tubo y rigidez anular	6
1.2.2.8. relación de rigidez	6
1.2.2.9. Coeficientes	7
1.2.2.10. Factores de concentración λ_R y λ_B	7
1.2.2.11. Distribución de presiones en la circunferencia del tubo	8
1.2.3. Sección fuerzas clave	8
1.2.4. Sección fuerzas generatriz sobre el diámetro horizontal del tubo	9
1.2.5. Sección fuerzas base	9
1.2.6. Caso de carga a corto plazo	10
1.2.6.1. prueba de tensión	10
1.2.6.2. Prueba de deformación	11
1.2.6.3. Prueba de estabilidad (lineal):	11
1.2.7. Caso de carga a largo plazo	12
1.2.7.1. prueba de tensión	12
1.2.7.2. Prueba de deformación	13
1.2.7.3. Prueba de estabilidad (lineal):	13

1. : DN 160

Descripción del tramo:	DN 160
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 no (ATV A 127)
Menores factores de seguridad para compresión por flexión:	No
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:	G1		
Cálculo E1:	Módulo de elasticidad E		
Módulo de elasticidad E1:	E1	8,0	N/mm ²
Tipo de relleno en la zona del tubo:	G1		
Cálculo E20:	Módulo de elasticidad E		
Módulo de elasticidad E20:	E ₂₀	16,0	N/mm ²
Tipo de suelo natural:	G4		
Cálculo E3:	Módulo de elasticidad E		
Módulo de elasticidad E3:	E3	1,5	N/mm ²
E4 = 10 · E1:	No		
Suelo bajo la zanja:	G4		
Cálculo E4:	Módulo de elasticidad E		
Módulo de elasticidad E4:	E4	1,5	N/mm ²

1.1.3. Carga

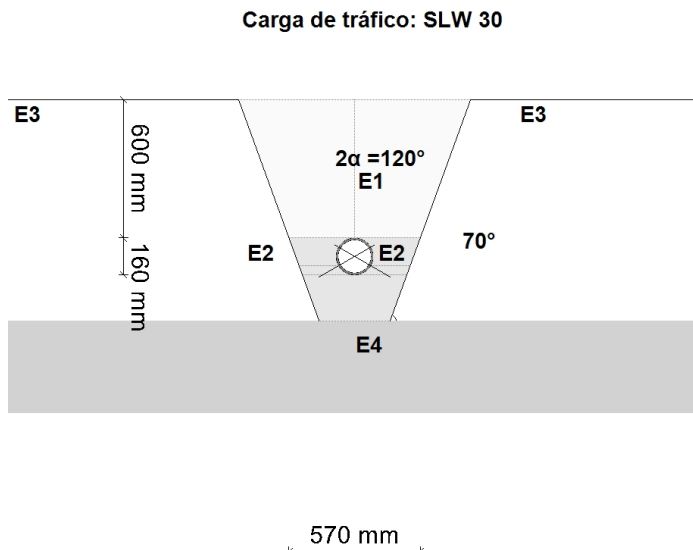
Altura de recubrimiento:	h	0,60	m
Densidad del suelo:	γ	20,0	kN/m ³
Carga superficial adicional:	p ₀	0,0	kN/m ²
Nivel freático máximo sobre el lecho del tubo:	h _{W,max}	0,00	m
Nivel freático mínimo sobre el lecho del tubo:	h _{W,min}	0,00	m
Presión interna, corto plazo:	P _{I,K}	6,6	bar
Presión interna, largo plazo:	P _{I,L}	5,3	bar
Sección llena:	Si		
Densidad del fluido:	γ _F	10,0	kN/m ³
Carga de tráfico:	SLW 30		

1.1.4. Instalación

Instalación:	Zanja		
Ancho de zanja:	b	0,57	m
Ángulo del talud:	β	70	°
Condiciones de relleno:	A4		
Condiciones de la instalación:	B4		
Tipo de apoyo:	suelto		
Ángulo de apoyo:	120°		
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 160 (9,5 mm)



1.2. Resultados:

1.2.1. resultados intermedios del tubo

Diámetro interior:	d_i	141,0	mm
Diámetro exterior:	d_a	160,0	mm
Radio del eje centroide de la pared del tubo:	r_m	75,3	mm
Espesor:	s	9,5	mm
Proporción:	r_m/s	7,921	[-]
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	%
Superficie del perfil radial:	A_{rad}	9,5	mm ² /mm
Distancia de inercia:	e	4,8	mm
Momento de inercia:	I	71,4	mm ⁴ /mm
Momento resistente exterior:	W_a	15,0	mm ³ /mm
Momento resistente interior:	W_i	15,0	mm ³ /mm

1.2.1.1. propiedades del material

Gravedad específica	γ_R	corto plazo	largo plazo	
		9,4	9,4	kN/m ³
Coefficiente de poisson	ν	0,38	0,38	[-]

Valor característico del módulo de elasticidad en sentido circunferencial	E_R	1.200,0	200,0	N/mm ²
Valor característico de tracción por deflexión	σ_{RBZ}	23,0	17,5	N/mm ²
Valor característico de la deflexión radial por esfuerzo de compresión	σ_{RBD}	23,0	17,5	N/mm ²
Valor característico de la tensión en sentido circunferencial	σ_{RZ}	23,0	17,5	N/mm ²

1.2.1.2. Factores de seguridad

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

1.2.2. Resultados intermedios para caso de carga

1.2.2.1. geometría del tubo

Radio del eje centroide de la pared del tubo:	r_m	75,3	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

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

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

Coefficiente de carga del suelo κ_0 para cargas superficiales (Teoría del Silo):	κ_0	1,000	[-]
---	------------	-------	-----

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

κ_0 y κ están indicadas como 1, porque E_1 es mayor que E_3 .

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}	12,00	kN/m ²
Carga vertical debida al peso del relleno y a la carga superficial:	P_E	12,00	kN/m ²
Tensión debida a carga de tráfico:	P_V	71,35	kN/m ²
Coefficiente de impacto (incl.):	ϕ	1,40	[-]

1.2.2.4. Módulo de deformación del suelo EB

Módulo elástico del relleno bajo carga:	$E_{1,\sigma}$	8,00	N/mm ²
Módulo elástico de los riñones bajo carga:	$E_{20,\sigma}$	16,00	N/mm ²
Factor de reducción por fluencia:	f_1	1,000	[-]
Factor de reducción E_{20} (nivel freático):	f_2	1,000	[-]
Factor de reducción E_{20} (zanja estrecha):	α_B	1,000	[-]
Módulo elástico del apoyo (reducido):	$E_{2,\sigma}$	16,00	N/mm ²
Módulo elástico del suelo natural:	$E_{3,\sigma}$	1,50	N/mm ²
Módulo elástico del suelo bajo el tubo:	$E_{4,\sigma}$	1,50	N/mm ²

Factor de corrección por rigidez del apoyo horizontal:

ζ 0,368 [-]

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

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

Si el ángulo de talud de la zanja es $< 90^\circ$ 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} 3,530 N/mm²

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

Rigidez de apoyo vertical:

S_{Bv} 16,000 N/mm²

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

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

Ángulo de apoyo, proyección relativa efectiva y ángulo de fricción:

2α 120 °

Proyección incrementada debido a la pérdida de soporte del suelo:

a_S 1,00 [-]

Proyección relativa efectiva:

a' 0,500 [-]

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

Ángulo de fricción interna:

φ' 20,000 °

Ángulo de fricción de la pared:

δ 20,000 °

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

1.2.2.7. Valores característicos del material del tubo y rigidez anular

Valor característico del módulo de elasticidad en sentido circunferencial E_R 1.200,0 1.056,0 200,0 N/mm²

Valor característico de tracción por deflexión σ_{RBZ} 23,0 22,2 17,5 N/mm²

Valor característico de la deflexión radial por esfuerzo de compresión σ_{RBD} 23,0 22,2 17,5 N/mm²

Valor característico de la tensión en sentido circunferencial σ_{RZ} 23,0 22,2 17,5 N/mm²

Rigidez del tubo S_R 201,211 177,069 33,535 kN/m²

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

1.2.2.8. relación de rigidez

Rigidez del sistema V_{RB} 0,0570 0,0502 0,0095 [-]

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

Relación de rigidez V_S 0,2804 0,2627 --- [-]

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

1.2.2.9. Coeficientes

Relación por presión de enterramiento (apoyo) K_2 0,400 0,400 --- [-]
 Coeficiente por presión de reacción del apoyo K^* 0,723 0,765 --- [-]

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

Coeficiente por presión de reacción del apoyo c_v^* -0,045 -0,042 --- [-]

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

1.2.2.10. Factores de concentración λ_R y λ_B

Factor de concentración máximo $\max \lambda$ 1,020 1,020 --- [-]

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

Coeficiente por factor de concentración máximo K' 0,876 0,871 --- [-]

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

Factor de concentración sobre el tubo, valor inicial λ_R 0,937 0,932 --- [-]

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

Factor de concentración sobre el tubo, bajo el efecto de la zanja λ_{RG} 0,946 0,942 --- [-]

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

Factor de concentración sobre el tubo, límite superior λ_{fo} 3,910 3,910 --- [-]

Factor de concentración sobre el tubo, límite inferior λ_{fu} 0,546 0,546 --- [-]

Factor de concentración sobre el tubo, valor final λ_{RG} 0,946 0,942 --- [-]

Factor de concentración del suelo λ_B 1,021 1,023 --- [-]

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

1.2.2.11. Distribución de presiones en la circunferencia del tubo

Carga vertical total	q_v	82,70	82,65	---	kN/m ²
$q_v = \lambda_{RG} \cdot p_E + p_v$ (6.24)					

Presión lateral	q_h	5,54	5,55	---	kN/m ²
$q_h = K_2 \cdot \left(\lambda_B \cdot p_E + \gamma_B \cdot \frac{d_a}{2} \right)$ (7.01)					

Presión de reacción del apoyo (carga del suelo)	q^*_h	55,99	59,20	---	kN/m ²
$q^*_h = \frac{C_{h,qv} \cdot q_v + C_{h,qh} \cdot q_h}{V_{RB} - C_{h,qh}^*}$ (7.02a)					

Presión de reacción del apoyo (sección llena)	q^*_{hw}	0,40	0,64	---	kN/m ²
$q^*_{hw} = \frac{C_{hw} \cdot q_w}{V_{RB} - C_{h,qh}^*}$ (7.02b)					

1.2.3. Sección fuerzas clave

		corto plazo	largo plazo	
Momento debido a cargas verticales totales	M_{qv}	0,122	0,122	kNm/m
Momento debido a la presión lateral	M_{qh}	-0,008	-0,008	kNm/m
Momento debido a la reacción de la presión del apoyo horizontal	M^*_{qh}	-0,057	-0,061	kNm/m
Momento debido a la reacción de la presión del apoyo (sección llena)	M^*_{qw}	0,000	-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}	0,005	0,004	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	0,063	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}	0,058	0,054	kNm/m
$\Sigma M' = M_{qv} + M_{qh} + M^*_{qh} + M_g$				
Momentos totales debidos a la sección llena y a la presión	$\Sigma M'$	0,057	0,054	kNm/m
Fuerza normal debida a las cargas verticales totales	N_{qv}	0,168	0,168	kN/m
Fuerza normal debida a la presión lateral	N_{qh}	-0,417	-0,418	kN/m
Fuerza normal debida a la reacción de la presión del lecho	N^*_{qh}	-2,431	-2,570	kN/m
Fuerza normal debida a la reacción de la presión del lecho (relleno del agua)	N^*_{qw}	-0,017	-0,028	kN/m
Fuerza normal debida al peso muerto	N_g	0,002	0,002	kN/m
Fuerza normal debida al relleno de agua	N_w	0,035	0,035	kN/m
Fuerza normal debida al nivel freático hasta la clave	N_{pa1}	0,000	0,000	kN/m
Fuerzas totales normales	ΣN	43,940	34,836	kN/m

Total sin presión interna/externa	ΣN_{sonst}	-2,660	-2,811	kN/m
Total sin sección llena y sin presión	$\Sigma N'$	-2,678	-2,818	kN/m

1.2.4. Sección fuerzas generatriz sobre el diámetro horizontal del tubo

		corto plazo	largo plazo	
Momento debido a cargas verticales totales	M_{qv}	-0,124	-0,124	kNm/m
Momento debido a la presión lateral	M_{qh}	0,008	0,008	kNm/m
Momento debido a la reacción de la presión del apoyo horizontal	M^*_{qh}	0,066	0,070	kNm/m
Momento debido a la reacción de la presión del apoyo (sección llena)	M^*_{qw}	0,000	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}	0,005	0,004	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	-0,046	-0,043	kNm/m
$\Sigma M_{\text{sonst}} = M_{qv} + M_{qh} + M^*_{qh} + M^*_{qw} + M_g + M_w + M_{pa1}$				
Momentos totales sin presión interna/externa	ΣM_{sonst}	-0,051	-0,047	kNm/m
$\Sigma M' = M_{qv} + M_{qh} + M^*_{qh} + M_g$				
Momentos totales debidos a la sección llena y a la presión	$\Sigma M'$	-0,051	-0,047	kNm/m
Fuerza normal debida a las cargas verticales totales	N_{qv}	-6,223	-6,219	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	-0,011	-0,011	kN/m
Fuerza normal debida al relleno de agua	N_w	0,012	0,012	kN/m
Fuerza normal debida al nivel freático hasta la clave	N_{pa1}	0,000	0,000	kN/m
Fuerzas totales normales	ΣN	40,379	31,429	kN/m
Total sin presión interna/externa	ΣN_{sonst}	-6,222	-6,218	kN/m
Total sin sección llena y sin presión	$\Sigma N'$	-6,234	-6,230	kN/m

1.2.5. Sección fuerzas base

		corto plazo	largo plazo	
Momento debido a cargas verticales totales	M_{qv}	0,129	0,129	kNm/m
Momento debido a la presión lateral	M_{qh}	-0,008	-0,008	kNm/m
Momento debido a la reacción de la presión del apoyo horizontal	M^*_{qh}	-0,057	-0,061	kNm/m
Momento debido a la reacción de la presión del apoyo (sección llena)	M^*_{qw}	0,000	-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}	0,005	0,004	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	0,065	kNm/m
------------------	------------	-------	-------	-------

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

Momentos totales sin presión interna/externa	ΣM_{sonst}	0,065	0,061	kNm/m
$\Sigma M' = M_{qv} + M_{qh} + M_{qh}^* + M_g$				
Momentos totales debidos a la sección llena y a la presión	$\Sigma M'$	0,064	0,060	kNm/m
Fuerza normal debida a las cargas verticales totales	N_{qv}	-0,168	-0,168	kN/m
Fuerza normal debida a la presión lateral	N_{qh}	-0,417	-0,418	kN/m
Fuerza normal debida a la reacción de la presión del lecho	N_{qh}^*	-2,431	-2,570	kN/m
Fuerza normal debida a la reacción de la presión del lecho (relleno del agua)	N_{qw}^*	-0,017	-0,028	kN/m
Fuerza normal debida al peso muerto	N_g	-0,002	-0,002	kN/m
Fuerza normal debida al relleno de agua	N_w	0,078	0,078	kN/m
Fuerza normal debida al nivel freático hasta la clave	N_{pa1}	0,000	0,000	kN/m
Fuerzas totales normales	ΣN	43,644	34,539	kN/m
Total sin presión interna/externa	ΣN_{sonst}	-2,957	-3,108	kN/m
Total sin sección llena y sin presión	$\Sigma N'$	-3,018	-3,158	kN/m

1.2.6. Caso de carga a corto plazo

1.2.6.1. prueba de tensión

Coefficiente de superposición de tensiones:	Z	1,20	[-]
Relación de deflexión:	η	2,14	[-]
Presión interior resultante ($p_l - p_w$):	$p_{l,\text{res}}$	6,61	bar

Valor característico de la tensión en sentido circunferencial: σ_{RZ} 23,0 N/mm²

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

Interior:		clave	generatriz sobre el diámetro horizontal del tubo	base	
Tensiones debidas a carga externa	σ_a	3,710	-4,188	4,159	N/mm ²
Coefficiente de seguridad para carga externa, tensión por flexión:	$Y_{BZ,a}$	6,199	---	5,531	[-]
Coefficiente de seguridad para carga externa, compresión por flexión:	$Y_{BD,a}$	---	5,491	---	[-]
Tensiones debidas a presión interna	σ_i	4,905	4,905	4,905	N/mm ²
Coefficiente de seguridad por presión interna	Y_i	4,689	4,689	4,689	[-]
Factor de reducción de acuerdo a Netzer/Pattis	n	0,711	0,694	0,695	[-]
Tensión por cálculo de superposición	σ_{res}	6,130	0,497	6,298	N/mm ²
Coefficiente de seguridad para cálculo de superposición, tensión por flexión:	$Y_{BZ,\text{res}}$	3,752	46,238	3,652	[-]
Coefficiente de seguridad para cálculos de superposición, compresión por flexión:	$Y_{BD,\text{res}}$	---	---	---	[-]
Tensión de tracción por flexión a ser considerada	$\sigma_{RBZ,\text{res}}$	23,00	23,00	23,00	N/mm ²
Tensión de compresión por flexión a ser considerada	$\sigma_{RBD,\text{res}}$	23,00	23,00	23,00	N/mm ²

Exterior:		clave	generatriz sobre el diámetro horizontal del tubo	base	
Tensiones debidas a carga externa	σ_a	-3,948	2,593	-4,420	N/mm ²
Coefficiente de seguridad para carga externa, tensión por flexión:	$Y_{BZ,a}$	---	8,869	---	[-]
Coefficiente de seguridad por carga externa, compresión por flexión:	$Y_{BD,a}$	5,826	---	5,204	[-]
Tensiones debidas a presión interna	σ_i	4,905	4,905	4,905	N/mm ²
Coefficiente de seguridad por presión interna	Y_i	4,689	4,689	4,689	[-]
Factor de reducción de acuerdo a Netzer/Pattis	n	0,702	0,778	0,687	[-]
Tensión por cálculo de superposición	σ_{res}	0,672	5,834	0,333	N/mm ²
Coefficiente de seguridad para cálculo de superposición, tensión por flexión:	$Y_{BZ,res}$	34,208	3,943	69,022	[-]
Coefficiente de seguridad para cálculos de superposición, compresión por flexión:	$Y_{BD,res}$	---	---	---	[-]
Tensión de tracción por flexión a ser considerada	$\sigma_{RBZ,res}$	23,00	23,00	23,00	N/mm ²
Tensión de compresión por flexión a ser considerada	$\sigma_{RBD,res}$	23,00	23,00	23,00	N/mm ²

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

1.2.6.2. Prueba de deformación

Modo de cálculo:		lineal			
Relación:		$I/(A \cdot \text{rm}^2)$		0,00133	[-]
Relación ' $I/(A \cdot \text{rm}^2) \cdot \kappa_q$ ':		$I/(A \cdot \text{rm}^2) \cdot \kappa_q$		0,00133	[-]
		q_v	q_h	q_h^*	
Coefficiente de deflexión para momentos de deflexión	c_v	-0,0893	0,0833	0,0640	[-]
Coefficiente de deflexión por fuerzas normales	c_{N_v}	-0,6830	-0,6810	-0,2470	[-]
Coefficiente de deflexión por fuerzas laterales	c_{Q_v}	-0,3590	0,3350	0,2430	[-]
Coefficiente resultante de deformación	c'_v	-0,0915	0,0836	0,0646	[-]
Cambio del diámetro vertical:		Δd_v		2,61	mm
Cambio del diámetro horizontal:		Δd_h		2,39	mm
Deformación vertical relativa:		δ_v		1,73	%
Deflexión admisible:		zul δ_v		6,00	%

La deflexión determinada es menor que la deflexión permitida.

1.2.6.3. Prueba de estabilidad (lineal):

Carga vertical total:	q_v	82,70	kN/m ²
Factor de reducción de carga de colapso por cargas de suelo/tráfico:	K_{v2}	0,86	[-]
Carga vertical total crítica:	krit q_v	1.457,5	kN/m ²

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

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

Coefficiente de seguridad de estabilidad:	Y	17,62	[-]
Coefficiente global de seguridad requerido, fallo por inestabilidad:	erf Y _{stab}	2,00	[-]

Los coeficientes de seguridad al pandeo determinados son suficientes.

1.2.7. Caso de carga a largo plazo

1.2.7.1. prueba de tensión

Coefficiente de superposición de tensiones:	Z	5,49	[-]
Relación de deflexión:	η	2,28	[-]
Presión interior resultante (pI - pW):	pI, _{res}	5,34	bar

Valor característico de la tensión en sentido circunferencial:	σ _{RZ}	17,5	N/mm ²
--	-----------------	------	-------------------

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

Interior:		clave	generatriz sobre el diámetro horizontal del tubo	base	
Tensiones debidas a carga externa	σ _a	3,443	-3,900	3,891	N/mm ²
Coefficiente de seguridad para carga externa, tensión por flexión:	Y _{BZ,a}	6,451	---	5,708	[-]
Coefficiente de seguridad por carga externa, compresión por flexión:	Y _{BD,a}	---	5,695	---	[-]
Tensiones debidas a presión interna	σ _i	3,963	3,963	3,963	N/mm ²
Coefficiente de seguridad por presión interna	Y _i	4,416	4,416	4,416	[-]
Tensión de tracción por flexión a ser considerada	σ _{RBZ,res}	19,69	-273,43	19,83	N/mm ²
Tensión de compresión por flexión a ser considerada	σ _{RBD,res}	19,69	-273,43	19,83	N/mm ²
Exterior:		clave	generatriz sobre el diámetro horizontal del tubo	base	
Tensiones debidas a carga externa	σ _a	-3,732	2,329	-4,204	N/mm ²
Coefficiente de seguridad para carga externa, tensión por flexión:	Y _{BZ,a}	---	9,537	---	[-]
Coefficiente de seguridad por carga externa, compresión por flexión:	Y _{BD,a}	5,950	---	5,282	[-]
Tensiones debidas a presión interna	σ _i	3,963	3,963	3,963	N/mm ²
Coefficiente de seguridad por presión interna	Y _i	4,416	4,416	4,416	[-]
Tensión de tracción por flexión a ser considerada	σ _{RBZ,res}	-58,76	19,24	99,45	N/mm ²
Tensión de compresión por flexión a ser considerada	σ _{RBD,res}	-58,76	19,24	99,45	N/mm ²

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

1.2.7.2. Prueba de deformación

Modo de cálculo:	lineal	
Relación:	$I/(A \cdot \text{rm}^2)$	0,00133 [-]
Relación ' $I/(A \cdot \text{rm}^2) \cdot \kappa_q$ ':	$I/(A \cdot \text{rm}^2) \cdot \kappa_q$	0,00133 [-]

	c_v	q_v	q_h	q_h^*	
Coefficiente de deflexión para momentos de deflexión		-0,0893	0,0833	0,0640	[-]
Coefficiente de deflexión por fuerzas normales	c_{N_v}	-0,6830	-0,6810	-0,2470	[-]
Coefficiente de deflexión por fuerzas laterales	c_{Q_v}	-0,3590	0,3350	0,2430	[-]
Coefficiente resultante de deformación	c'_v	-0,0915	0,0836	0,0646	[-]

Cambio del diámetro vertical:	Δd_v	2,79	mm
Cambio del diámetro horizontal:	Δd_h	2,52	mm

Deformación vertical relativa:	δ_v	1,85	%
Deflexión admisible:	zul δ_v	6,00	%

La deflexión determinada es menor que la deflexión permitida.

1.2.7.3. Prueba de estabilidad (lineal):

Carga vertical total:	q_v	82,65	kN/m ²
Factor de reducción de carga de colapso por cargas de suelo/tráfico:	κ_{v2}	0,87	[-]
Carga vertical total crítica:	krit q_v	1.368,9	kN/m ²

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

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

Coefficiente de seguridad de estabilidad:	γ	16,56	[-]
Coefficiente global de seguridad requerido, fallo por inestabilidad:	erf γ_{stab}	2,00	[-]

Los coeficientes de seguridad al pandeo determinados son suficientes.

Todas las pruebas necesarias son correctas.

INFORME COMPLETO

Estudio estático para Tuberías A 127

Proyecto:	Proyecto de infraestructuras hidráulicas urbanas en el barrio La Viña, termino municipal de Lorca (Murcia): Red distribución de agua potable
Empresa / Entidad:	Universidad Politécnica de Valencia - ETSICCP
Autor:	Alba Traver Gual
Informe n°:	005
Fecha:	15/09/2015

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. : DN 180	3
1.1. Entrada de datos:	3
1.1.1. Opciones de seguridad	3
1.1.2. Suelo	3
1.1.3. Carga	3
1.1.4. Instalación	3
1.1.5. Tubo de la base de datos	4
1.2. Resultados:	4
1.2.1. resultados intermedios del tubo	4
1.2.1.1. propiedades del material	4
1.2.1.2. Factores de seguridad	5
1.2.2. Resultados intermedios para caso de carga	5
1.2.2.1. geometría del tubo	5
1.2.2.2. Teoría del silo	5
1.2.2.3. Carga	5
1.2.2.4. Módulo de deformación del suelo EB	5
1.2.2.5. Valores de rigidez del suelo	5
1.2.2.6. Ángulo de apoyo, proyección relativa efectiva y ángulo de fricción	6
1.2.2.7. Valores característicos del material del tubo y rigidez anular	6
1.2.2.8. relación de rigidez	6
1.2.2.9. Coeficientes	7
1.2.2.10. Factores de concentración λ_R y λ_B	7
1.2.2.11. Distribución de presiones en la circunferencia del tubo	8
1.2.3. Sección fuerzas clave	8
1.2.4. Sección fuerzas generatriz sobre el diámetro horizontal del tubo	9
1.2.5. Sección fuerzas base	9
1.2.6. Caso de carga a corto plazo	10
1.2.6.1. prueba de tensión	10
1.2.6.2. Prueba de deformación	11
1.2.6.3. Prueba de estabilidad (lineal):	11
1.2.7. Caso de carga a largo plazo	12
1.2.7.1. prueba de tensión	12
1.2.7.2. Prueba de deformación	13
1.2.7.3. Prueba de estabilidad (lineal):	13

1. : DN 180

Descripción del tramo:	DN 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 no (ATV A 127)
Menores factores de seguridad para compresión por flexión:	No
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:	G1
Cálculo E1:	Módulo de elasticidad E
Módulo de elasticidad E1:	E1 8,0 N/mm ²
Tipo de relleno en la zona del tubo:	G1
Cálculo E20:	Módulo de elasticidad E
Módulo de elasticidad E20:	E ₂₀ 16,0 N/mm ²
Tipo de suelo natural:	G4
Cálculo E3:	Módulo de elasticidad E
Módulo de elasticidad E3:	E3 1,5 N/mm ²
E4 = 10 · E1:	No
Suelo bajo la zanja:	G4
Cálculo E4:	Módulo de elasticidad E
Módulo de elasticidad E4:	E4 1,5 N/mm ²

1.1.3. Carga

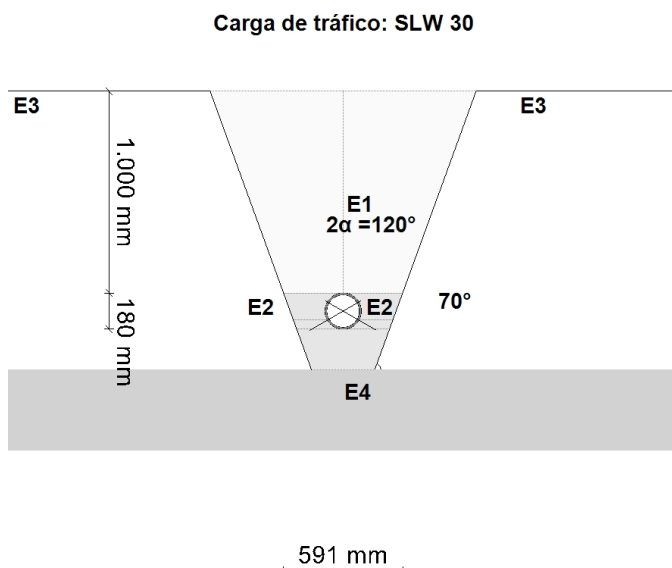
Altura de recubrimiento:	h 1,00 m
Densidad del suelo:	γ 20,0 kN/m ³
Carga superficial adicional:	p ₀ 0,0 kN/m ²
Nivel freático máximo sobre el lecho del tubo:	h _{w,max} 0,00 m
Nivel freático mínimo sobre el lecho del tubo:	h _{w,min} 0,00 m
Presión interna, corto plazo:	P _{I,K} 6,1 bar
Presión interna, largo plazo:	P _{I,L} 5,7 bar
Sección llena:	Si
Densidad del fluido:	γ _F 10,0 kN/m ³
Carga de tráfico:	SLW 30

1.1.4. Instalación

Instalación:	Zanja
Ancho de zanja:	b 0,59 m
Ángulo del talud:	β 70 °
Condiciones de relleno:	A4
Condiciones de la instalación:	B4
Tipo de apoyo:	suelto
Ángulo de apoyo:	120°
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)



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
Espesor:	s	10,7	mm
Proporción:	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	%
Superficie del perfil radial:	A_{rad}	10,7	mm ² /mm
Distancia de inercia:	e	5,4	mm
Momento de inercia:	I	102,1	mm ⁴ /mm
Momento resistente exterior:	W_a	19,1	mm ³ /mm
Momento resistente interior:	W_i	19,1	mm ³ /mm

1.2.1.1. propiedades del material

		corto plazo	largo plazo	
Gravedad específica	γ_R	9,4	9,4	kN/m ³
Coefficiente de poisson	ν	0,38	0,38	[-]

Valor característico del módulo de elasticidad en sentido circunferencial	E_R	1.200,0	200,0	N/mm ²
Valor característico de tracción por deflexión	σ_{RBZ}	23,0	17,5	N/mm ²
Valor característico de la deflexión radial por esfuerzo de compresión	σ_{RBD}	23,0	17,5	N/mm ²
Valor característico de la tensión en sentido circunferencial	σ_{RZ}	23,0	17,5	N/mm ²

1.2.1.2. Factores de seguridad

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

1.2.2. Resultados intermedios para caso de carga

1.2.2.1. geometría del tubo

Radio del eje centroide de la pared del tubo:	r_m	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

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

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

Coefficiente de carga del suelo κ_0 para cargas superficiales (Teoría del Silo):	κ_0	1,000	[-]
---	------------	-------	-----

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

κ_0 y κ están indicadas como 1, porque E_1 es mayor que E_3 .

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}	20,00	kN/m ²
Carga vertical debida al peso del relleno y a la carga superficial:	P_E	20,00	kN/m ²
Tensión debida a carga de tráfico:	P_V	34,36	kN/m ²
Coefficiente de impacto (incl.):	ϕ	1,40	[-]

1.2.2.4. Módulo de deformación del suelo EB

Módulo elástico del relleno bajo carga:	$E_{1,\sigma}$	8,00	N/mm ²
Módulo elástico de los riñones bajo carga:	$E_{20,\sigma}$	16,00	N/mm ²
Factor de reducción por fluencia:	f_1	1,000	[-]
Factor de reducción E20 (nivel freático):	f_2	1,000	[-]
Factor de reducción E20 (zanja estrecha):	α_B	1,000	[-]
Módulo elástico del apoyo (reducido):	$E_{2,\sigma}$	16,00	N/mm ²
Módulo elástico del suelo natural:	$E_{3,\sigma}$	1,50	N/mm ²
Módulo elástico del suelo bajo el tubo:	$E_{4,\sigma}$	1,50	N/mm ²

Factor de corrección por rigidez del apoyo horizontal: ζ 0,297 [-]

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

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

Si el ángulo de talud de la zanja es $< 90^\circ$ 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} 2,849 N/mm²

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

Rigidez de apoyo vertical: S_{Bv} 16,000 N/mm²

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

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

Ángulo de apoyo, proyección relativa efectiva y ángulo de fricción: 2α 120 °

Proyección incrementada debido a la pérdida de soporte del suelo: a_S 1,00 [-]

Proyección relativa efectiva: a' 0,500 [-]

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

Ángulo de fricción interna: φ' 20,000 °

Ángulo de fricción de la pared: δ 20,000 °

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

1.2.2.7. Valores característicos del material del tubo y rigidez anular

Valor característico del módulo de elasticidad en sentido circunferencial	E_R	1.200,0	832,1	200,0	N/mm ²
Valor característico de tracción por deflexión	σ_{RBZ}	23,0	21,0	17,5	N/mm ²
Valor característico de la deflexión radial por esfuerzo de compresión	σ_{RBD}	23,0	21,0	17,5	N/mm ²
Valor característico de la tensión en sentido circunferencial	σ_{RZ}	23,0	21,0	17,5	N/mm ²
Rigidez del tubo	S_R	201,962	140,045	33,660	kN/m ²

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

1.2.2.8. relación de rigidez

Rigidez del sistema V_{RB} 0,0709 0,0491 0,0118 [-]

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

Relación de rigidez V_S 0,2548 0,2099 --- [-]

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

1.2.2.9. Coeficientes

Relación por presión de enterramiento (apoyo) K_2 0,400 0,400 --- [-]
 Coeficiente por presión de reacción del apoyo K^* 0,650 0,772 --- [-]

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

Coeficiente por presión de reacción del apoyo c_v^* -0,050 -0,042 --- [-]

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

1.2.2.10. Factores de concentración λ_R y λ_B

Factor de concentración máximo $\max \lambda$ 1,022 1,022 --- [-]

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

Coeficiente por factor de concentración máximo K' 0,883 0,870 --- [-]

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

Factor de concentración sobre el tubo, valor inicial λ_R 0,924 0,906 --- [-]

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

Factor de concentración sobre el tubo, bajo el efecto de la zanja λ_{RG} 0,942 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} 3,850 3,850 --- [-]

Factor de concentración sobre el tubo, límite inferior λ_{fu} 0,429 0,429 --- [-]

Factor de concentración sobre el tubo, valor final λ_{RG} 0,942 0,929 --- [-]

Factor de concentración del suelo λ_B 1,025 1,031 --- [-]

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

1.2.2.11. Distribución de presiones en la circunferencia del tubo

Carga vertical total	q_v	53,21	52,94	---	kN/m ²
$q_v = \lambda_{RG} \cdot p_E + p_v$ (6.24)					

Presión lateral	q_h	8,92	8,97	---	kN/m ²
$q_h = K_2 \cdot \left(\lambda_B \cdot p_E + \gamma_B \cdot \frac{d_a}{2} \right)$ (7.01)					

Presión de reacción del apoyo (carga del suelo)	q^*_h	29,10	34,28	---	kN/m ²
$q^*_h = \frac{C_{h,qv} \cdot q_v + C_{h,qh} \cdot q_h}{V_{RB} - C_{h,qh}^*}$ (7.02a)					

Presión de reacción del apoyo (sección llena)	q^*_{hw}	0,40	0,70	---	kN/m ²
$q^*_{hw} = \frac{C_{hw} \cdot q_w}{V_{RB} - C_{h,qh}^*}$ (7.02b)					

1.2.3. Sección fuerzas clave

		corto plazo	largo plazo	
Momento debido a cargas verticales totales	M_{qv}	0,100	0,099	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}	-0,038	-0,044	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}	0,006	0,005	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	0,053	0,044	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}	0,047	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	$\Sigma M'$	0,046	0,039	kNm/m
--	-------------	-------	-------	-------

Fuerza normal debida a las cargas verticales totales	N_{qv}	0,122	0,121	kN/m
Fuerza normal debida a la presión lateral	N_{qh}	-0,755	-0,759	kN/m
Fuerza normal debida a la reacción de la presión del lecho	N^*_{qh}	-1,421	-1,674	kN/m
Fuerza normal debida a la reacción de la presión del lecho (relleno del agua)	N^*_{qw}	-0,020	-0,034	kN/m
Fuerza normal debida al peso muerto	N_g	0,002	0,002	kN/m
Fuerza normal debida al relleno de agua	N_w	0,045	0,045	kN/m
Fuerza normal debida al nivel freático hasta la clave	N_{pa1}	0,000	0,000	kN/m

Fuerzas totales normales	ΣN	46,425	42,584	kN/m
--------------------------	------------	--------	--------	------

Total sin presión interna/externa	ΣN_{sonst}	-2,027	-2,300	kN/m
Total sin sección llena y sin presión	$\Sigma N'$	-2,053	-2,310	kN/m

1.2.4. Sección fuerzas generatriz sobre el diámetro horizontal del tubo

		corto plazo	largo plazo	
Momento debido a cargas verticales totales	M_{qv}	-0,101	-0,101	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}	0,043	0,051	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}	0,006	0,005	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	-0,037	-0,029	kNm/m
$\Sigma M_{\text{sonst}} = M_{qv} + M_{qh} + M^*_{qh} + M^*_{qw} + M_g + M_w + M_{pa1}$				
Momentos totales sin presión interna/externa	ΣM_{sonst}	-0,043	-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	$\Sigma M'$	-0,042	-0,034	kNm/m
Fuerza normal debida a las cargas verticales totales	N_{qv}	-4,504	-4,481	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	43,950	40,405	kN/m
Total sin presión interna/externa	ΣN_{sonst}	-4,502	-4,479	kN/m
Total sin sección llena y sin presión	$\Sigma N'$	-4,518	-4,495	kN/m

1.2.5. Sección fuerzas base

		corto plazo	largo plazo	
Momento debido a cargas verticales totales	M_{qv}	0,105	0,104	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}	-0,038	-0,044	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	0,002	0,002	kNm/m
Momento debido a la presión del agua	M_{pw}	0,006	0,005	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	0,058	0,050	kNm/m
------------------	------------	-------	-------	-------

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

Momentos totales sin presión interna/externa	ΣM_{sonst}	0,053	0,045	kNm/m
$\Sigma M' = M_{qv} + M_{qh} + M_{qh}^* + M_g$				
Momentos totales debidos a la sección llena y a la presión	$\Sigma M'$	0,052	0,044	kNm/m
Fuerza normal debida a las cargas verticales totales	N_{qv}	-0,122	-0,121	kN/m
Fuerza normal debida a la presión lateral	N_{qh}	-0,755	-0,759	kN/m
Fuerza normal debida a la reacción de la presión del lecho	N_{qh}^*	-1,421	-1,674	kN/m
Fuerza normal debida a la reacción de la presión del lecho (relleno del agua)	N_{qw}^*	-0,020	-0,034	kN/m
Fuerza normal debida al peso muerto	N_g	-0,002	-0,002	kN/m
Fuerza normal debida al relleno de agua	N_w	0,099	0,099	kN/m
Fuerza normal debida al nivel freático hasta la clave	N_{pa1}	0,000	0,000	kN/m
Fuerzas totales normales	ΣN	46,231	42,391	kN/m
Total sin presión interna/externa	ΣN_{sonst}	-2,221	-2,492	kN/m
Total sin sección llena y sin presión	$\Sigma N'$	-2,300	-2,557	kN/m

1.2.6. Caso de carga a corto plazo

1.2.6.1. prueba de tensión

Coefficiente de superposición de tensiones:	Z	1,20	[-]
Relación de deflexión:	η	2,35	[-]
Presión interior resultante ($p_l - p_w$):	$p_{l,res}$	6,11	bar

Valor característico de la tensión en sentido circunferencial:	σ_{RZ}	23,0	N/mm ²
--	---------------	------	-------------------

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

Interior:		clave	generatriz sobre el diámetro horizontal del tubo	base	
Tensiones debidas a carga externa	σ_a	2,361	-2,755	2,663	N/mm ²
Coefficiente de seguridad para carga externa, tensión por flexión:	$Y_{BZ,a}$	9,741	---	8,636	[-]
Coefficiente de seguridad para carga externa, compresión por flexión:	$Y_{BD,a}$	---	8,348	---	[-]
Tensiones debidas a presión interna	σ_i	4,528	4,528	4,528	N/mm ²
Coefficiente de seguridad por presión interna	Y_i	5,079	5,079	5,079	[-]
Factor de reducción de acuerdo a Netzer/Pattis	n	0,783	0,751	0,758	[-]
Tensión por cálculo de superposición	σ_{res}	5,396	1,332	5,450	N/mm ²
Coefficiente de seguridad para cálculo de superposición, tensión por flexión:	$Y_{BZ,res}$	4,262	17,269	4,220	[-]
Coefficiente de seguridad para cálculos de superposición, compresión por flexión:	$Y_{BD,res}$	---	---	---	[-]
Tensión de tracción por flexión a ser considerada	$\sigma_{RBZ,res}$	23,00	23,00	23,00	N/mm ²
Tensión de compresión por flexión a ser considerada	$\sigma_{RBD,res}$	23,00	23,00	23,00	N/mm ²

Exterior:		clave	generatriz sobre el diámetro horizontal del tubo	base	
Tensiones debidas a carga externa	σ_a	-2,534	1,725	-2,846	N/mm ²
Coefficiente de seguridad para carga externa, tensión por flexión:	$Y_{BZ,a}$	---	13,334	---	[-]
Coefficiente de seguridad por carga externa, compresión por flexión:	$Y_{BD,a}$	9,077	---	8,081	[-]
Tensiones debidas a presión interna	σ_i	4,528	4,528	4,528	N/mm ²
Coefficiente de seguridad por presión interna	Y_i	5,079	5,079	5,079	[-]
Factor de reducción de acuerdo a Netzer/Pattis	n	0,768	0,822	0,745	[-]
Tensión por cálculo de superposición	σ_{res}	1,532	5,142	1,253	N/mm ²
Coefficiente de seguridad para cálculo de superposición, tensión por flexión:	$Y_{BZ,res}$	15,017	4,473	18,353	[-]
Coefficiente de seguridad para cálculos de superposición, compresión por flexión:	$Y_{BD,res}$	---	---	---	[-]
Tensión de tracción por flexión a ser considerada	$\sigma_{RBZ,res}$	23,00	23,00	23,00	N/mm ²
Tensión de compresión por flexión a ser considerada	$\sigma_{RBD,res}$	23,00	23,00	23,00	N/mm ²

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

1.2.6.2. Prueba de deformación

Modo de cálculo:		lineal			
Relación:		$I/(A \cdot \text{rm}^2)$		0,00133	[-]
Relación ' $I/(A \cdot \text{rm}^2) \cdot \kappa q$ ':		$I/(A \cdot \text{rm}^2) \cdot \kappa q$		0,00133	[-]
		q_v	q_h	q_h^*	
Coefficiente de deflexión para momentos de deflexión	c_v	-0,0893	0,0833	0,0640	[-]
Coefficiente de deflexión por fuerzas normales	c_{N_v}	-0,6830	-0,6810	-0,2470	[-]
Coefficiente de deflexión por fuerzas laterales	c_{Q_v}	-0,3590	0,3350	0,2430	[-]
Coefficiente resultante de deformación	c'_v	-0,0915	0,0836	0,0646	[-]
Cambio del diámetro vertical:		Δd_v		1,88	mm
Cambio del diámetro horizontal:		Δd_h		1,73	mm
Deformación vertical relativa:		δ_v		1,11	%
Deflexión admisible:		zul δ_v		6,00	%

La deflexión determinada es menor que la deflexión permitida.

1.2.6.3. Prueba de estabilidad (lineal):

Carga vertical total:	q_v	53,21	kN/m ²
Factor de reducción de carga de colapso por cargas de suelo/tráfico:	K_{v2}	0,86	[-]
Carga vertical total crítica:	krit q_v	1.309,1	kN/m ²

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

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

Coefficiente de seguridad de estabilidad:	γ	24,60	[-]
Coefficiente global de seguridad requerido, fallo por inestabilidad:	$\text{erf } \gamma_{\text{stab}}$	2,00	[-]

Los coeficientes de seguridad al pandeo determinados son suficientes.

1.2.7. Caso de carga a largo plazo

1.2.7.1. prueba de tensión

Coefficiente de superposición de tensiones:	Z	5,48	[-]
Relación de deflexión:	η	2,86	[-]
Presión interior resultante (pI - pW):	$p_{I,\text{res}}$	5,66	bar

Valor característico de la tensión en sentido circunferencial:	σ_{RZ}	17,5	N/mm ²
--	---------------	------	-------------------

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

Interior:		clave	generatriz sobre el diámetro horizontal del tubo	base	
Tensiones debidas a carga externa	σ_a	1,915	-2,274	2,216	N/mm ²
Coefficiente de seguridad para carga externa, tensión por flexión:	$\gamma_{BZ,a}$	10,953	---	9,467	[-]
Coefficiente de seguridad por carga externa, compresión por flexión:	$\gamma_{BD,a}$	---	9,224	---	[-]
Tensiones debidas a presión interna	σ_i	4,195	4,195	4,195	N/mm ²
Coefficiente de seguridad por presión interna	γ_i	4,172	4,172	4,172	[-]
Tensión de tracción por flexión a ser considerada	$\sigma_{RBZ,\text{res}}$	18,59	13,38	18,70	N/mm ²
Tensión de compresión por flexión a ser considerada	$\sigma_{RBD,\text{res}}$	18,59	13,38	18,70	N/mm ²
Exterior:		clave	generatriz sobre el diámetro horizontal del tubo	base	
Tensiones debidas a carga externa	σ_a	-2,173	1,287	-2,484	N/mm ²
Coefficiente de seguridad para carga externa, tensión por flexión:	$\gamma_{BZ,a}$	---	16,300	---	[-]
Coefficiente de seguridad por carga externa, compresión por flexión:	$\gamma_{BD,a}$	9,655	---	8,446	[-]
Tensiones debidas a presión interna	σ_i	4,195	4,195	4,195	N/mm ²
Coefficiente de seguridad por presión interna	γ_i	4,172	4,172	4,172	[-]
Tensión de tracción por flexión a ser considerada	$\sigma_{RBZ,\text{res}}$	13,76	18,32	12,45	N/mm ²
Tensión de compresión por flexión a ser considerada	$\sigma_{RBD,\text{res}}$	13,76	18,32	12,45	N/mm ²

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

1.2.7.2. Prueba de deformación

Modo de cálculo:	lineal	
Relación:	$I/(A \cdot \text{rm}^2)$	0,00133 [-]
Relación ' $I/(A \cdot \text{rm}^2) \cdot \kappa_q$ ':	$I/(A \cdot \text{rm}^2) \cdot \kappa_q$	0,00133 [-]

	c_v	q_v	q_h	q_h^*	
Coefficiente de deflexión para momentos de deflexión		-0,0893	0,0833	0,0640	[-]
Coefficiente de deflexión por fuerzas normales	c_{N_v}	-0,6830	-0,6810	-0,2470	[-]
Coefficiente de deflexión por fuerzas laterales	c_{Q_v}	-0,3590	0,3350	0,2430	[-]
Coefficiente resultante de deformación	c'_v	-0,0915	0,0836	0,0646	[-]

Cambio del diámetro vertical:	Δd_v	2,28	mm
Cambio del diámetro horizontal:	Δd_h	2,04	mm

Deformación vertical relativa:	$\bar{\delta}_v$	1,34	%
Deflexión admisible:	zul $\bar{\delta}_v$	6,00	%

La deflexión determinada es menor que la deflexión permitida.

1.2.7.3. Prueba de estabilidad (lineal):

Carga vertical total:	q_v	52,94	kN/m ²
Factor de reducción de carga de colapso por cargas de suelo/tráfico:	κ_{v2}	0,87	[-]
Carga vertical total crítica:	krit q_v	1.094,0	kN/m ²

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

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

Coefficiente de seguridad de estabilidad:	γ	20,66	[-]
Coefficiente global de seguridad requerido, fallo por inestabilidad:	erf γ_{stab}	2,00	[-]

Los coeficientes de seguridad al pandeo determinados son suficientes.

Todas las pruebas necesarias son correctas.

INFORME COMPLETO

Estudio estático para Tuberías A 127

Proyecto:	Proyecto de infraestructuras hidráulicas urbanas en el barrio La Viña, termino municipal de Lorca (Murcia): Red distribución de agua potable
Empresa / Entidad:	Universidad Politécnica de Valencia - ETSICCP
Autor:	Alba Traver Gual
Informe n°:	006
Fecha:	15/09/2015

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. : DN 200	3
1.1. Entrada de datos:	3
1.1.1. Opciones de seguridad	3
1.1.2. Suelo	3
1.1.3. Carga	3
1.1.4. Instalación	3
1.1.5. Tubo de la base de datos	4
1.2. Resultados:	4
1.2.1. resultados intermedios del tubo	4
1.2.1.1. propiedades del material	4
1.2.1.2. Factores de seguridad	5
1.2.2. Resultados intermedios para caso de carga	5
1.2.2.1. geometría del tubo	5
1.2.2.2. Teoría del silo	5
1.2.2.3. Carga	5
1.2.2.4. Módulo de deformación del suelo EB	5
1.2.2.5. Valores de rigidez del suelo	5
1.2.2.6. Ángulo de apoyo, proyección relativa efectiva y ángulo de fricción	6
1.2.2.7. Valores característicos del material del tubo y rigidez anular	6
1.2.2.8. relación de rigidez	6
1.2.2.9. Coeficientes	7
1.2.2.10. Factores de concentración λ_R y λ_B	7
1.2.2.11. Distribución de presiones en la circunferencia del tubo	8
1.2.3. Sección fuerzas clave	8
1.2.4. Sección fuerzas generatriz sobre el diámetro horizontal del tubo	9
1.2.5. Sección fuerzas base	9
1.2.6. Caso de carga a corto plazo	10
1.2.6.1. prueba de tensión	10
1.2.6.2. Prueba de deformación	11
1.2.6.3. Prueba de estabilidad (lineal):	11
1.2.7. Caso de carga a largo plazo	12
1.2.7.1. prueba de tensión	12
1.2.7.2. Prueba de deformación	13
1.2.7.3. Prueba de estabilidad (lineal):	13

1. : DN 200

Descripción del tramo:	DN 200
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 no (ATV A 127)
Menores factores de seguridad para compresión por flexión:	No
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:	G1
Cálculo E1:	Módulo de elasticidad E
Módulo de elasticidad E1:	E1 8,0 N/mm ²
Tipo de relleno en la zona del tubo:	G1
Cálculo E20:	Módulo de elasticidad E
Módulo de elasticidad E20:	E20 8,0 N/mm ²
Tipo de suelo natural:	G4
Cálculo E3:	Módulo de elasticidad E
Módulo de elasticidad E3:	E3 1,5 N/mm ²
E4 = 10 · E1:	No
Suelo bajo la zanja:	G4
Cálculo E4:	Módulo de elasticidad E
Módulo de elasticidad E4:	E4 1,5 N/mm ²

1.1.3. Carga

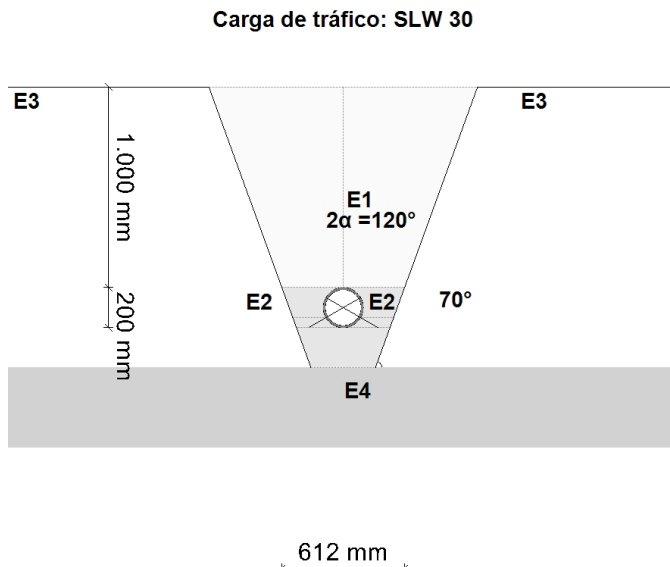
Altura de recubrimiento:	h 1,00 m
Densidad del suelo:	γ 20,0 kN/m ³
Carga superficial adicional:	p ₀ 0,0 kN/m ²
Nivel freático máximo sobre el lecho del tubo:	h _{W,max} 0,00 m
Nivel freático mínimo sobre el lecho del tubo:	h _{W,min} 0,00 m
Presión interna, corto plazo:	P _{I,K} 6,3 bar
Presión interna, largo plazo:	P _{I,L} 5,7 bar
Sección llena:	Si
Densidad del fluido:	γ _F 10,0 kN/m ³
Carga de tráfico:	SLW 30

1.1.4. Instalación

Instalación:	Zanja
Ancho de zanja:	b 0,61 m
Ángulo del talud:	β 70 °
Condiciones de relleno:	A4
Condiciones de la instalación:	B4
Tipo de apoyo:	suelto
Ángulo de apoyo:	120°
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 200 (11,9 mm)



1.2. Resultados:

1.2.1. resultados intermedios del tubo

Diámetro interior:	d_i	176,2	mm
Diámetro exterior:	d_a	200,0	mm
Radio del eje centroide de la pared del tubo:	r_m	94,1	mm
Espesor:	s	11,9	mm
Proporción:	r_m/s	7,903	[-]
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	%
Superficie del perfil radial:	A_{rad}	11,9	mm ² /mm
Distancia de inercia:	e	6,0	mm
Momento de inercia:	I	140,4	mm ⁴ /mm
Momento resistente exterior:	W_a	23,6	mm ³ /mm
Momento resistente interior:	W_i	23,6	mm ³ /mm

1.2.1.1. propiedades del material

Gravedad específica	γ_R	corto plazo	9,4	largo plazo	9,4	kN/m ³
Coefficiente de poisson	ν		0,38		0,38	[-]

Valor característico del módulo de elasticidad en sentido circunferencial	E_R	1.200,0	200,0	N/mm ²
Valor característico de tracción por deflexión	σ_{RBZ}	23,0	17,5	N/mm ²
Valor característico de la deflexión radial por esfuerzo de compresión	σ_{RBD}	23,0	17,5	N/mm ²
Valor característico de la tensión en sentido circunferencial	σ_{RZ}	23,0	17,5	N/mm ²

1.2.1.2. Factores de seguridad

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

1.2.2. Resultados intermedios para caso de carga

1.2.2.1. geometría del tubo

Radio del eje centroide de la pared del tubo:	r_m	94,1	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

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

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

Coefficiente de carga del suelo κ_0 para cargas superficiales (Teoría del Silo):	κ_0	1,000	[-]
---	------------	-------	-----

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

κ_0 y κ están indicadas como 1, porque E_1 es mayor que E_3 .

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}	20,00	kN/m ²
Carga vertical debida al peso del relleno y a la carga superficial:	P_E	20,00	kN/m ²
Tensión debida a carga de tráfico:	P_V	34,22	kN/m ²
Coefficiente de impacto (incl.):	ϕ	1,40	[-]

1.2.2.4. Módulo de deformación del suelo EB

Módulo elástico del relleno bajo carga:	$E_{1,\sigma}$	8,00	N/mm ²
Módulo elástico de los riñones bajo carga:	$E_{20,\sigma}$	8,00	N/mm ²
Factor de reducción por fluencia:	f_1	1,000	[-]
Factor de reducción E20 (nivel freático):	f_2	1,000	[-]
Factor de reducción E20 (zanja estrecha):	α_B	1,000	[-]
Módulo elástico del apoyo (reducido):	$E_{2,\sigma}$	8,00	N/mm ²
Módulo elástico del suelo natural:	$E_{3,\sigma}$	1,50	N/mm ²
Módulo elástico del suelo bajo el tubo:	$E_{4,\sigma}$	1,50	N/mm ²

Factor de corrección por rigidez del apoyo horizontal: ζ 0,431 [-]

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

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

Si el ángulo de talud de la zanja es $< 90^\circ$ 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} 2,071 N/mm²
 $S_{Bh} = 0,6 \cdot \zeta \cdot E_2 \quad (6.16)$

Rigidez de apoyo vertical: S_{Bv} 8,000 N/mm²
 $S_{Bv} = \frac{E_2}{a} \quad (6.12)$

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

Ángulo de apoyo, proyección relativa efectiva y ángulo de fricción: 2α 120 °
 Proyección incrementada debido a la pérdida de soporte del suelo: a_S 1,00 [-]
 Proyección relativa efectiva: a' 1,000 [-]
 $a' = a_S - \frac{E_1}{E_2} \geq 0,26 \quad (6.05)$

Ángulo de fricción interna: φ' 20,000 °
 Ángulo de fricción de la pared: δ 20,000 °

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

1.2.2.7. Valores característicos del material del tubo y rigidez anular

Valor característico del módulo de elasticidad en sentido circunferencial	E_R	1.200,0	831,1	200,0	N/mm ²
Valor característico de tracción por deflexión	σ_{RBZ}	23,0	21,0	17,5	N/mm ²
Valor característico de la deflexión radial por esfuerzo de compresión	σ_{RBD}	23,0	21,0	17,5	N/mm ²
Valor característico de la tensión en sentido circunferencial	σ_{RZ}	23,0	21,0	17,5	N/mm ²
Rigidez del tubo	S_R	202,565	140,300	33,761	kN/m ²

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

1.2.2.8. relación de rigidez

Rigidez del sistema V_{RB} 0,0978 0,0677 0,0163 [-]

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

Relación de rigidez V_S 0,4491 0,3611 --- [-]

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

1.2.2.9. Coeficientes

Relación por presión de enterramiento (apoyo) K_2 0,400 0,400 --- [-]
 Coeficiente por presión de reacción del apoyo K^* 0,544 0,666 --- [-]

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

Coeficiente por presión de reacción del apoyo c_v^* -0,056 -0,049 --- [-]

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

1.2.2.10. Factores de concentración λ_R y λ_B

Factor de concentración máximo $\max \lambda$ 1,063 1,063 --- [-]

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

Coeficiente por factor de concentración máximo K' 0,891 0,881 --- [-]

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

Factor de concentración sobre el tubo, valor inicial λ_R 0,952 0,930 --- [-]

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

Factor de concentración sobre el tubo, bajo el efecto de la zanja λ_{RG} 0,967 0,952 --- [-]

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

Factor de concentración sobre el tubo, límite superior λ_{fo} 3,850 3,850 --- [-]

Factor de concentración sobre el tubo, límite inferior λ_{fu} 0,460 0,460 --- [-]

Factor de concentración sobre el tubo, valor final λ_{RG} 0,967 0,952 --- [-]

Factor de concentración del suelo λ_B 1,016 1,023 --- [-]

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

1.2.2.11. Distribución de presiones en la circunferencia del tubo

Carga vertical total	q_v	53,57	53,26	---	kN/m ²
$q_v = \lambda_{RG} \cdot p_E + p_v$ (6.24)					

Presión lateral	q_h	8,93	8,99	---	kN/m ²
$q_h = K_2 \cdot \left(\lambda_B \cdot p_E + \gamma_B \cdot \frac{d_a}{2} \right)$ (7.01)					

Presión de reacción del apoyo (carga del suelo)	q^*_h	24,54	29,77	---	kN/m ²
$q^*_h = \frac{C_{h,qv} \cdot q_v + C_{h,qh} \cdot q_h}{V_{RB} - C_{h,qh}^*}$ (7.02a)					

Presión de reacción del apoyo (sección llena)	q^*_{hw}	0,37	0,74	---	kN/m ²
$q^*_{hw} = \frac{C_{hw} \cdot q_w}{V_{RB} - C_{h,qh}^*}$ (7.02b)					

1.2.3. Sección fuerzas clave

		corto plazo	largo plazo	
Momento debido a cargas verticales totales	M_{qv}	0,124	0,123	kNm/m
Momento debido a la presión lateral	M_{qh}	-0,020	-0,020	kNm/m
Momento debido a la reacción de la presión del apoyo horizontal	M^*_{qh}	-0,039	-0,048	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	0,002	0,002	kNm/m
Momento debido a la presión del agua	M_{pw}	0,007	0,007	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	0,073	0,063	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}	0,066	0,056	kNm/m
--	--------------------	-------	-------	-------

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

Momentos totales debidos a la sección llena y a la presión	$\Sigma M'$	0,065	0,056	kNm/m
--	-------------	-------	-------	-------

Fuerza normal debida a las cargas verticales totales	N_{qv}	0,136	0,135	kN/m
Fuerza normal debida a la presión lateral	N_{qh}	-0,840	-0,845	kN/m
Fuerza normal debida a la reacción de la presión del lecho	N^*_{qh}	-1,332	-1,615	kN/m
Fuerza normal debida a la reacción de la presión del lecho (relleno del agua)	N^*_{qw}	-0,020	-0,040	kN/m
Fuerza normal debida al peso muerto	N_g	0,003	0,003	kN/m
Fuerza normal debida al relleno de agua	N_w	0,055	0,055	kN/m
Fuerza normal debida al nivel freático hasta la clave	N_{pa1}	0,000	0,000	kN/m

Fuerzas totales normales	ΣN	53,505	47,557	kN/m
--------------------------	------------	--------	--------	------

Total sin presión interna/externa	ΣN_{sonst}	-1,998	-2,307	kN/m
Total sin sección llena y sin presión	$\Sigma N'$	-2,033	-2,323	kN/m

1.2.4. Sección fuerzas generatriz sobre el diámetro horizontal del tubo

		corto plazo	largo plazo	
Momento debido a cargas verticales totales	M_{qv}	-0,126	-0,125	kNm/m
Momento debido a la presión lateral	M_{qh}	0,020	0,020	kNm/m
Momento debido a la reacción de la presión del apoyo horizontal	M^*_{qh}	0,045	0,055	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	-0,002	-0,002	kNm/m
Momento debido a la presión del agua	M_{pw}	0,007	0,007	kNm/m
Momento debido al nivel freático a la altura de la clave	M_{pa1}	0,000	0,000	kNm/m
$\Sigma M = M_{qv} + M_{qh} + M^*_{qh} + M^*_{qw} + M_g + M_w + M_{pw}$				
Momentos totales	ΣM	-0,055	-0,044	kNm/m
$\Sigma M_{\text{sonst}} = M_{qv} + M_{qh} + M^*_{qh} + M^*_{qw} + M_g + M_w + M_{pa1}$				
Momentos totales sin presión interna/externa	ΣM_{sonst}	-0,062	-0,051	kNm/m
$\Sigma M' = M_{qv} + M_{qh} + M^*_{qh} + M_g$				
Momentos totales debidos a la sección llena y a la presión	$\Sigma M'$	-0,061	-0,051	kNm/m
Fuerza normal debida a las cargas verticales totales	N_{qv}	-5,038	-5,009	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	-0,017	-0,017	kN/m
Fuerza normal debida al relleno de agua	N_w	0,019	0,019	kN/m
Fuerza normal debida al nivel freático hasta la clave	N_{pa1}	0,000	0,000	kN/m
Fuerzas totales normales	ΣN	50,467	44,858	kN/m
Total sin presión interna/externa	ΣN_{sonst}	-5,036	-5,007	kN/m
Total sin sección llena y sin presión	$\Sigma N'$	-5,055	-5,026	kN/m

1.2.5. Sección fuerzas base

		corto plazo	largo plazo	
Momento debido a cargas verticales totales	M_{qv}	0,130	0,130	kNm/m
Momento debido a la presión lateral	M_{qh}	-0,020	-0,020	kNm/m
Momento debido a la reacción de la presión del apoyo horizontal	M^*_{qh}	-0,039	-0,048	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	0,001	0,001	kNm/m
Momento debido a la sección llena	M_w	0,002	0,002	kNm/m
Momento debido a la presión del agua	M_{pw}	0,007	0,007	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	0,081	0,070	kNm/m
------------------	------------	-------	-------	-------

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

Momentos totales sin presión interna/externa	ΣM_{sonst}	0,073	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	$\Sigma M'$	0,072	0,063	kNm/m
Fuerza normal debida a las cargas verticales totales	N_{qv}	-0,136	-0,135	kN/m
Fuerza normal debida a la presión lateral	N_{qh}	-0,840	-0,845	kN/m
Fuerza normal debida a la reacción de la presión del lecho	N_{qh}^*	-1,332	-1,615	kN/m
Fuerza normal debida a la reacción de la presión del lecho (relleno del agua)	N_{qw}^*	-0,020	-0,040	kN/m
Fuerza normal debida al peso muerto	N_g	-0,003	-0,003	kN/m
Fuerza normal debida al relleno de agua	N_w	0,122	0,122	kN/m
Fuerza normal debida al nivel freático hasta la clave	N_{pa1}	0,000	0,000	kN/m
Fuerzas totales normales	ΣN	53,294	47,348	kN/m
Total sin presión interna/externa	ΣN_{sonst}	-2,209	-2,517	kN/m
Total sin sección llena y sin presión	$\Sigma N'$	-2,310	-2,598	kN/m

1.2.6. Caso de carga a corto plazo

1.2.6.1. prueba de tensión

Coefficiente de superposición de tensiones:	Z	1,20	[-]
Relación de deflexión:	η	1,34	[-]
Presión interior resultante ($p_l - p_w$):	$p_{l,res}$	6,30	bar
Valor característico de la tensión en sentido circunferencial:	σ_{RZ}	23,0	N/mm ²

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

Interior:		clave	generatriz sobre el diámetro horizontal del tubo	base	
Tensiones debidas a carga externa	σ_a	2,746	-3,172	3,053	N/mm ²
Coefficiente de seguridad para carga externa, tensión por flexión:	$Y_{BZ,a}$	8,375	---	7,533	[-]
Coefficiente de seguridad para carga externa, compresión por flexión:	$Y_{BD,a}$	---	7,252	---	[-]
Tensiones debidas a presión interna	σ_i	4,664	4,664	4,664	N/mm ²
Coefficiente de seguridad por presión interna	Y_i	4,931	4,931	4,931	[-]
Factor de reducción de acuerdo a Netzer/Pattis	n	0,739	0,710	0,717	[-]
Tensión por cálculo de superposición	σ_{res}	5,477	1,059	5,534	N/mm ²
Coefficiente de seguridad para cálculo de superposición, tensión por flexión:	$Y_{BZ,res}$	4,199	21,716	4,156	[-]
Coefficiente de seguridad para cálculos de superposición, compresión por flexión:	$Y_{BD,res}$	---	---	---	[-]
Tensión de tracción por flexión a ser considerada	$\sigma_{RBZ,res}$	23,00	23,00	23,00	N/mm ²
Tensión de compresión por flexión a ser considerada	$\sigma_{RBD,res}$	23,00	23,00	23,00	N/mm ²

Exterior:		clave	generatriz sobre el diámetro horizontal del tubo	base	
Tensiones debidas a carga externa	σ_a	-2,846	2,103	-3,162	N/mm ²
Coefficiente de seguridad para carga externa, tensión por flexión:	$Y_{BZ,a}$	---	10,937	---	[-]
Coefficiente de seguridad por carga externa, compresión por flexión:	$Y_{BD,a}$	8,081	---	7,273	[-]
Tensiones debidas a presión interna	σ_i	4,664	4,664	4,664	N/mm ²
Coefficiente de seguridad por presión interna	Y_i	4,931	4,931	4,931	[-]
Factor de reducción de acuerdo a Netzer/Pattis	n	0,731	0,789	0,710	[-]
Tensión por cálculo de superposición	σ_{res}	1,330	5,337	1,067	N/mm ²
Coefficiente de seguridad para cálculo de superposición, tensión por flexión:	$Y_{BZ,res}$	17,296	4,309	21,562	[-]
Coefficiente de seguridad para cálculos de superposición, compresión por flexión:	$Y_{BD,res}$	---	---	---	[-]
Tensión de tracción por flexión a ser considerada	$\sigma_{RBZ,res}$	23,00	23,00	23,00	N/mm ²
Tensión de compresión por flexión a ser considerada	$\sigma_{RBD,res}$	23,00	23,00	23,00	N/mm ²

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

1.2.6.2. Prueba de deformación

Modo de cálculo:		lineal			
Relación:		$I/(A \cdot \text{rm}^2)$		0,00133	[-]
Relación ' $I/(A \cdot \text{rm}^2) \cdot \kappa_q$ ':		$I/(A \cdot \text{rm}^2) \cdot \kappa_q$		0,00133	[-]
		q_v	q_h	q_h^*	
Coefficiente de deflexión para momentos de deflexión	c_v	-0,0893	0,0833	0,0640	[-]
Coefficiente de deflexión por fuerzas normales	c_{N_v}	-0,6830	-0,6810	-0,2470	[-]
Coefficiente de deflexión por fuerzas laterales	c_{Q_v}	-0,3590	0,3350	0,2430	[-]
Coefficiente resultante de deformación	c'_v	-0,0915	0,0836	0,0646	[-]
Cambio del diámetro vertical:		Δd_v		2,39	mm
Cambio del diámetro horizontal:		Δd_h		2,23	mm
Deformación vertical relativa:		δ_v		1,27	%
Deflexión admisible:		zul δ_v		6,00	%

La deflexión determinada es menor que la deflexión permitida.

1.2.6.3. Prueba de estabilidad (lineal):

Carga vertical total:	q_v	53,57	kN/m ²
Factor de reducción de carga de colapso por cargas de suelo/tráfico:	K_{v2}	0,86	[-]
Carga vertical total crítica:	krit q_v	1.114,3	kN/m ²

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

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

Coefficiente de seguridad de estabilidad:	Y	20,80	[-]
Coefficiente global de seguridad requerido, fallo por inestabilidad:	erf Y _{stab}	2,00	[-]

Los coeficientes de seguridad al pandeo determinados son suficientes.

1.2.7. Caso de carga a largo plazo

1.2.7.1. prueba de tensión

Coefficiente de superposición de tensiones:	Z	5,47	[-]
Relación de deflexión:	η	1,66	[-]
Presión interior resultante (pI - pW):	pI _{res}	5,66	bar

Valor característico de la tensión en sentido circunferencial:	σ _{RZ}	17,5	N/mm ²
--	-----------------	------	-------------------

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

Interior:		clave	generatriz sobre el diámetro horizontal del tubo	base	
Tensiones debidas a carga externa	σ _a	2,289	-2,678	2,594	N/mm ²
Coefficiente de seguridad para carga externa, tensión por flexión:	Y _{BZ,a}	9,164	---	8,085	[-]
Coefficiente de seguridad por carga externa, compresión por flexión:	Y _{BD,a}	---	7,830	---	[-]
Tensiones debidas a presión interna	σ _i	4,190	4,190	4,190	N/mm ²
Coefficiente de seguridad por presión interna	Y _i	4,176	4,176	4,176	[-]
Tensión de tracción por flexión a ser considerada	σ _{RBZ,res}	18,73	11,35	18,83	N/mm ²
Tensión de compresión por flexión a ser considerada	σ _{RBD,res}	18,73	11,35	18,83	N/mm ²
Exterior:		clave	generatriz sobre el diámetro horizontal del tubo	base	
Tensiones debidas a carga externa	σ _a	-2,475	1,654	-2,790	N/mm ²
Coefficiente de seguridad para carga externa, tensión por flexión:	Y _{BZ,a}	---	12,678	---	[-]
Coefficiente de seguridad por carga externa, compresión por flexión:	Y _{BD,a}	8,472	---	7,517	[-]
Tensiones debidas a presión interna	σ _i	4,190	4,190	4,190	N/mm ²
Coefficiente de seguridad por presión interna	Y _i	4,176	4,176	4,176	[-]
Tensión de tracción por flexión a ser considerada	σ _{RBZ,res}	12,49	18,48	10,58	N/mm ²
Tensión de compresión por flexión a ser considerada	σ _{RBD,res}	12,49	18,48	10,58	N/mm ²

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

1.2.7.2. Prueba de deformación

Modo de cálculo:		lineal			
Relación:		$I/(A \cdot \text{rm}^2)$		0,00133	[-]
Relación ' $I/(A \cdot \text{rm}^2) \cdot \kappa_q$ ':		$I/(A \cdot \text{rm}^2) \cdot \kappa_q$		0,00133	[-]
		q_v	q_h	q_h^*	
Coefficiente de deflexión para momentos de deflexión	c_v	-0,0893	0,0833	0,0640	[-]
Coefficiente de deflexión por fuerzas normales	c_{N_v}	-0,6830	-0,6810	-0,2470	[-]
Coefficiente de deflexión por fuerzas laterales	c_{Q_v}	-0,3590	0,3350	0,2430	[-]
Coefficiente resultante de deformación	c'_v	-0,0915	0,0836	0,0646	[-]
Cambio del diámetro vertical:		Δd_v		2,95	mm
Cambio del diámetro horizontal:		Δd_h		2,70	mm
Deformación vertical relativa:		δ_v		1,57	%
Deflexión admisible:		zul δ_v		6,00	%

La deflexión determinada es menor que la deflexión permitida.

1.2.7.3. Prueba de estabilidad (lineal):

Carga vertical total:	q_v	53,26	kN/m ²
Factor de reducción de carga de colapso por cargas de suelo/tráfico:	κ_{v2}	0,86	[-]
Carga vertical total crítica:	krit q_v	930,6	kN/m ²

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

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

Coefficiente de seguridad de estabilidad:	γ	17,47	[-]
Coefficiente global de seguridad requerido, fallo por inestabilidad:	erf γ_{stab}	2,00	[-]

Los coeficientes de seguridad al pandeo determinados son suficientes.

Todas las pruebas necesarias son correctas.

INFORME COMPLETO

Estudio estático para Tuberías A 127

Proyecto:	Proyecto de infraestructuras hidráulicas urbanas en el barrio La Viña, termino municipal de Lorca (Murcia): Red distribución de agua potable
Empresa / Entidad:	Universidad Politécnica de Valencia - ETSICCP
Autor:	Alba Traver Gual
Informe n°:	007
Fecha:	15/09/2015

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. : DN 225	3
1.1. Entrada de datos:	3
1.1.1. Opciones de seguridad	3
1.1.2. Suelo	3
1.1.3. Carga	3
1.1.4. Instalación	3
1.1.5. Tubo de la base de datos	4
1.2. Resultados:	4
1.2.1. resultados intermedios del tubo	4
1.2.1.1. propiedades del material	4
1.2.1.2. Factores de seguridad	5
1.2.2. Resultados intermedios para caso de carga	5
1.2.2.1. geometría del tubo	5
1.2.2.2. Teoría del silo	5
1.2.2.3. Carga	5
1.2.2.4. Módulo de deformación del suelo EB	5
1.2.2.5. Valores de rigidez del suelo	5
1.2.2.6. Ángulo de apoyo, proyección relativa efectiva y ángulo de fricción	6
1.2.2.7. Valores característicos del material del tubo y rigidez anular	6
1.2.2.8. relación de rigidez	6
1.2.2.9. Coeficientes	7
1.2.2.10. Factores de concentración λ_R y λ_B	7
1.2.2.11. Distribución de presiones en la circunferencia del tubo	8
1.2.3. Sección fuerzas clave	8
1.2.4. Sección fuerzas generatriz sobre el diámetro horizontal del tubo	9
1.2.5. Sección fuerzas base	9
1.2.6. Caso de carga a corto plazo	10
1.2.6.1. prueba de tensión	10
1.2.6.2. Prueba de deformación	11
1.2.6.3. Prueba de estabilidad (lineal):	11
1.2.7. Caso de carga a largo plazo	12
1.2.7.1. prueba de tensión	12
1.2.7.2. Prueba de deformación	13
1.2.7.3. Prueba de estabilidad (lineal):	13

1. : DN 225

Descripción del tramo:	DN 225
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 no (ATV A 127)
Menores factores de seguridad para compresión por flexión:	No
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:	G1		
Cálculo E1:	Módulo de elasticidad E		
Módulo de elasticidad E1:	E1	8,0	N/mm ²
Tipo de relleno en la zona del tubo:	G1		
Cálculo E20:	Módulo de elasticidad E		
Módulo de elasticidad E20:	E ₂₀	16,0	N/mm ²
Tipo de suelo natural:	G4		
Cálculo E3:	Módulo de elasticidad E		
Módulo de elasticidad E3:	E3	1,5	N/mm ²
E4 = 10 · E1:	No		
Suelo bajo la zanja:	G4		
Cálculo E4:	Módulo de elasticidad E		
Módulo de elasticidad E4:	E4	1,5	N/mm ²

1.1.3. Carga

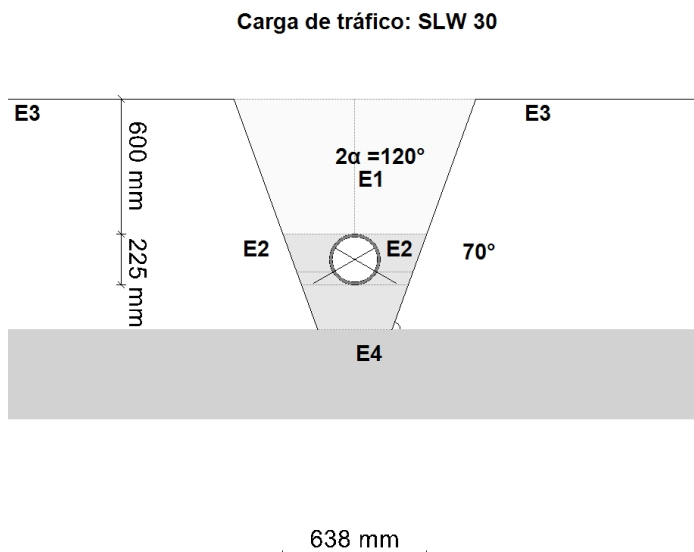
Altura de recubrimiento:	h	0,60	m
Densidad del suelo:	γ	20,0	kN/m ³
Carga superficial adicional:	p ₀	0,0	kN/m ²
Nivel freático máximo sobre el lecho del tubo:	h _{W,max}	0,00	m
Nivel freático mínimo sobre el lecho del tubo:	h _{W,min}	0,00	m
Presión interna, corto plazo:	P _{I,K}	6,8	bar
Presión interna, largo plazo:	P _{I,L}	5,5	bar
Sección llena:	Si		
Densidad del fluido:	γ _F	10,0	kN/m ³
Carga de tráfico:	SLW 30		

1.1.4. Instalación

Instalación:	Zanja		
Ancho de zanja:	b	0,64	m
Ángulo del talud:	β	70	°
Condiciones de relleno:	A4		
Condiciones de la instalación:	B4		
Tipo de apoyo:	suelto		
Ángulo de apoyo:	120°		
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 225 (13,4 mm)



1.2. Resultados:

1.2.1. resultados intermedios del tubo

Diámetro interior:	d_i	198,2	mm
Diámetro exterior:	d_a	225,0	mm
Radio del eje centroide de la pared del tubo:	r_m	105,8	mm
Espesor:	s	13,4	mm
Proporción:	r_m/s	7,896	[-]
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	%
Superficie del perfil radial:	A_{rad}	13,4	mm ² /mm
Distancia de inercia:	e	6,7	mm
Momento de inercia:	I	200,5	mm ⁴ /mm
Momento resistente exterior:	W_a	29,9	mm ³ /mm
Momento resistente interior:	W_i	29,9	mm ³ /mm

1.2.1.1. propiedades del material

Gravedad específica	γ_R	corto plazo	largo plazo	
		9,4	9,4	kN/m ³
Coefficiente de poisson	ν	0,38	0,38	[-]

Valor característico del módulo de elasticidad en sentido circunferencial	E_R	1.200,0	200,0	N/mm ²
Valor característico de tracción por deflexión	σ_{RBZ}	23,0	17,5	N/mm ²
Valor característico de la deflexión radial por esfuerzo de compresión	σ_{RBD}	23,0	17,5	N/mm ²
Valor característico de la tensión en sentido circunferencial	σ_{RZ}	23,0	17,5	N/mm ²

1.2.1.2. Factores de seguridad

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

1.2.2. Resultados intermedios para caso de carga

1.2.2.1. geometría del tubo

Radio del eje centroide de la pared del tubo:	r_m	105,8	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

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

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

Coefficiente de carga del suelo κ_0 para cargas superficiales (Teoría del Silo):	κ_0	1,000	[-]
---	------------	-------	-----

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

κ_0 y κ están indicadas como 1, porque E_1 es mayor que E_3 .

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}	12,00	kN/m ²
Carga vertical debida al peso del relleno y a la carga superficial:	P_E	12,00	kN/m ²
Tensión debida a carga de tráfico:	P_V	68,57	kN/m ²
Coefficiente de impacto (incl.):	ϕ	1,40	[-]

1.2.2.4. Módulo de deformación del suelo EB

Módulo elástico del relleno bajo carga:	$E_{1,\sigma}$	8,00	N/mm ²
Módulo elástico de los riñones bajo carga:	$E_{20,\sigma}$	16,00	N/mm ²
Factor de reducción por fluencia:	f_1	1,000	[-]
Factor de reducción E_{20} (nivel freático):	f_2	1,000	[-]
Factor de reducción E_{20} (zanja estrecha):	α_B	1,000	[-]
Módulo elástico del apoyo (reducido):	$E_{2,\sigma}$	16,00	N/mm ²
Módulo elástico del suelo natural:	$E_{3,\sigma}$	1,50	N/mm ²
Módulo elástico del suelo bajo el tubo:	$E_{4,\sigma}$	1,50	N/mm ²

Factor de corrección por rigidez del apoyo horizontal:

ζ 0,219 [-]

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

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

Si el ángulo de talud de la zanja es $< 90^\circ$ 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} 2,103 N/mm²

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

Rigidez de apoyo vertical:

S_{Bv} 16,000 N/mm²

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

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

Ángulo de apoyo, proyección relativa efectiva y ángulo de fricción:

2α 120 °

Proyección incrementada debido a la pérdida de soporte del suelo:

a_s 1,00 [-]

Proyección relativa efectiva:

a' 0,500 [-]

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

Ángulo de fricción interna:

φ' 20,000 °

Ángulo de fricción de la pared:

δ 20,000 °

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

1.2.2.7. Valores característicos del material del tubo y rigidez anular

Valor característico del módulo de elasticidad en sentido circunferencial E_R 1.200,0 1.051,1 200,0 N/mm²

Valor característico de tracción por deflexión σ_{RBZ} 23,0 22,2 17,5 N/mm²

Valor característico de la deflexión radial por esfuerzo de compresión σ_{RBD} 23,0 22,2 17,5 N/mm²

Valor característico de la tensión en sentido circunferencial σ_{RZ} 23,0 22,2 17,5 N/mm²

Rigidez del tubo S_R 203,169 177,953 33,861 kN/m²

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

1.2.2.8. relación de rigidez

Rigidez del sistema V_{RB} 0,0966 0,0846 0,0161 [-]

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

Relación de rigidez V_S 0,2262 0,2085 --- [-]

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

1.2.2.9. Coeficientes

Relación por presión de enterramiento (apoyo) K_2 0,400 0,400 --- [-]
 Coeficiente por presión de reacción del apoyo K^* 0,548 0,592 --- [-]

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

Coeficiente por presión de reacción del apoyo c_v^* -0,056 -0,053 --- [-]

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

1.2.2.10. Factores de concentración λ_R y λ_B

Factor de concentración máximo $\max \lambda$ 1,018 1,018 --- [-]

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

Coeficiente por factor de concentración máximo K' 0,891 0,887 --- [-]

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

Factor de concentración sobre el tubo, valor inicial λ_R 0,928 0,922 --- [-]

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

Factor de concentración sobre el tubo, bajo el efecto de la zanja λ_{RG} 0,956 0,952 --- [-]

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

Factor de concentración sobre el tubo, límite superior λ_{fo} 3,910 3,910 --- [-]

Factor de concentración sobre el tubo, límite inferior λ_{fu} 0,640 0,640 --- [-]

Factor de concentración sobre el tubo, valor final λ_{RG} 0,956 0,952 --- [-]

Factor de concentración del suelo λ_B 1,024 1,026 --- [-]

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

1.2.2.11. Distribución de presiones en la circunferencia del tubo

Carga vertical total	q_v	80,05	80,00	---	kN/m ²
$q_v = \lambda_{RG} \cdot p_E + p_v$ (6.24)					

Presión lateral	q_h	5,81	5,83	---	kN/m ²
$q_h = K_2 \cdot \left(\lambda_B \cdot p_E + \gamma_B \cdot \frac{d_a}{2} \right)$ (7.01)					

Presión de reacción del apoyo (carga del suelo)	q^*_h	40,87	44,06	---	kN/m ²
$q^*_h = \frac{C_{h,qv} \cdot q_v + C_{h,qh} \cdot q_h}{V_{RB} - C_{h,qh}^*}$ (7.02a)					

Presión de reacción del apoyo (sección llena)	q^*_{hw}	0,42	0,83	---	kN/m ²
$q^*_{hw} = \frac{C_{hw} \cdot q_w}{V_{RB} - C_{h,qh}^*}$ (7.02b)					

1.2.3. Sección fuerzas clave

		corto plazo	largo plazo	
Momento debido a cargas verticales totales	M_{qv}	0,234	0,234	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}	-0,083	-0,089	kNm/m
Momento debido a la reacción de la presión del apoyo (sección llena)	M^*_{qw}	-0,001	-0,002	kNm/m
Momento debido a las cargas muertas	M_g	0,001	0,001	kNm/m
Momento debido a la sección llena	M_w	0,002	0,002	kNm/m
Momento debido a la presión del agua	M_{pw}	0,010	0,008	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	0,147	0,137	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}	0,137	0,129	kNm/m
--	--------------------	-------	-------	-------

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

Momentos totales debidos a la sección llena y a la presión	$\Sigma M'$	0,135	0,129	kNm/m
--	-------------	-------	-------	-------

Fuerza normal debida a las cargas verticales totales	N_{qv}	0,229	0,229	kN/m
Fuerza normal debida a la presión lateral	N_{qh}	-0,615	-0,616	kN/m
Fuerza normal debida a la reacción de la presión del lecho	N^*_{qh}	-2,495	-2,690	kN/m
Fuerza normal debida a la reacción de la presión del lecho (relleno del agua)	N^*_{qw}	-0,026	-0,051	kN/m
Fuerza normal debida al peso muerto	N_g	0,003	0,003	kN/m
Fuerza normal debida al relleno de agua	N_w	0,070	0,070	kN/m
Fuerza normal debida al nivel freático hasta la clave	N_{pa1}	0,000	0,000	kN/m

Fuerzas totales normales	ΣN	64,059	51,450	kN/m
--------------------------	------------	--------	--------	------

Total sin presión interna/externa	ΣN_{sonst}	-2,834	-3,055	kN/m
Total sin sección llena y sin presión	$\Sigma N'$	-2,878	-3,074	kN/m

1.2.4. Sección fuerzas generatriz sobre el diámetro horizontal del tubo

		corto plazo	largo plazo	
Momento debido a cargas verticales totales	M_{qv}	-0,237	-0,237	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}	0,095	0,103	kNm/m
Momento debido a la reacción de la presión del apoyo (sección llena)	M^*_{qw}	0,001	0,002	kNm/m
Momento debido a las cargas muertas	M_g	-0,001	-0,001	kNm/m
Momento debido a la sección llena	M_w	-0,003	-0,003	kNm/m
Momento debido a la presión del agua	M_{pw}	0,010	0,008	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	-0,118	-0,112	kNm/m
$\Sigma M_{\text{sonst}} = M_{qv} + M_{qh} + M^*_{qh} + M^*_{qw} + M_g + M_w + M_{pa1}$				
Momentos totales sin presión interna/externa	ΣM_{sonst}	-0,128	-0,120	kNm/m
$\Sigma M' = M_{qv} + M_{qh} + M^*_{qh} + M_g$				
Momentos totales debidos a la sección llena y a la presión	$\Sigma M'$	-0,127	-0,119	kNm/m
Fuerza normal debida a las cargas verticales totales	N_{qv}	-8,469	-8,464	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	-0,021	-0,021	kN/m
Fuerza normal debida al relleno de agua	N_w	0,024	0,024	kN/m
Fuerza normal debida al nivel freático hasta la clave	N_{pa1}	0,000	0,000	kN/m
Fuerzas totales normales	ΣN	58,427	46,044	kN/m
Total sin presión interna/externa	ΣN_{sonst}	-8,466	-8,461	kN/m
Total sin sección llena y sin presión	$\Sigma N'$	-8,490	-8,485	kN/m

1.2.5. Sección fuerzas base

		corto plazo	largo plazo	
Momento debido a cargas verticales totales	M_{qv}	0,246	0,246	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}	-0,083	-0,089	kNm/m
Momento debido a la reacción de la presión del apoyo (sección llena)	M^*_{qw}	-0,001	-0,002	kNm/m
Momento debido a las cargas muertas	M_g	0,001	0,001	kNm/m
Momento debido a la sección llena	M_w	0,003	0,003	kNm/m
Momento debido a la presión del agua	M_{pw}	0,010	0,008	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	0,160	0,151	kNm/m
------------------	------------	-------	-------	-------

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

Momentos totales sin presión interna/externa	ΣM_{sonst}	0,150	0,143	kNm/m
$\Sigma M' = M_{qv} + M_{qh} + M_{qh}^* + M_g$				
Momentos totales debidos a la sección llena y a la presión	$\Sigma M'$	0,148	0,141	kNm/m
Fuerza normal debida a las cargas verticales totales	N_{qv}	-0,229	-0,229	kN/m
Fuerza normal debida a la presión lateral	N_{qh}	-0,615	-0,616	kN/m
Fuerza normal debida a la reacción de la presión del lecho	N_{qh}^*	-2,495	-2,690	kN/m
Fuerza normal debida a la reacción de la presión del lecho (relleno del agua)	N_{qw}^*	-0,026	-0,051	kN/m
Fuerza normal debida al peso muerto	N_g	-0,003	-0,003	kN/m
Fuerza normal debida al relleno de agua	N_w	0,154	0,154	kN/m
Fuerza normal debida al nivel freático hasta la clave	N_{pa1}	0,000	0,000	kN/m
Fuerzas totales normales	ΣN	63,679	51,071	kN/m
Total sin presión interna/externa	ΣN_{sonst}	-3,214	-3,434	kN/m
Total sin sección llena y sin presión	$\Sigma N'$	-3,342	-3,538	kN/m

1.2.6. Caso de carga a corto plazo

1.2.6.1. prueba de tensión

Coefficiente de superposición de tensiones:	Z	1,19	[-]
Relación de deflexión:	η	2,65	[-]
Presión interior resultante ($p_l - p_w$):	$p_{l,\text{res}}$	6,75	bar

Valor característico de la tensión en sentido circunferencial: σ_{RZ} 23,0 N/mm²

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

Interior:		clave	generatriz sobre el diámetro horizontal del tubo	base	
Tensiones debidas a carga externa	σ_a	4,550	-5,099	4,994	N/mm ²
Coefficiente de seguridad para carga externa, tensión por flexión:	$Y_{BZ,a}$	5,055	---	4,605	[-]
Coefficiente de seguridad para carga externa, compresión por flexión:	$Y_{BD,a}$	---	4,511	---	[-]
Tensiones debidas a presión interna	σ_i	4,992	4,992	4,992	N/mm ²
Coefficiente de seguridad por presión interna	Y_i	4,607	4,607	4,607	[-]
Factor de reducción de acuerdo a Netzer/Pattis	n	0,691	0,680	0,679	[-]
Tensión por cálculo de superposición	σ_{res}	6,591	-0,073	6,785	N/mm ²
Coefficiente de seguridad para cálculo de superposición, tensión por flexión:	$Y_{BZ,\text{res}}$	3,490	---	3,390	[-]
Coefficiente de seguridad para cálculos de superposición, compresión por flexión:	$Y_{BD,\text{res}}$	---	317,098	---	[-]
Tensión de tracción por flexión a ser considerada	$\sigma_{RBZ,\text{res}}$	23,00	23,00	23,00	N/mm ²
Tensión de compresión por flexión a ser considerada	$\sigma_{RBD,\text{res}}$	23,00	23,00	23,00	N/mm ²

Exterior:		clave	generatriz sobre el diámetro horizontal del tubo	base	
Tensiones debidas a carga externa	σ_a	-4,587	3,473	-5,050	N/mm ²
Coefficiente de seguridad para carga externa, tensión por flexión:	$\gamma_{BZ,a}$	---	6,622	---	[-]
Coefficiente de seguridad por carga externa, compresión por flexión:	$\gamma_{BD,a}$	5,014	---	4,555	[-]
Tensiones debidas a presión interna	σ_i	4,992	4,992	4,992	N/mm ²
Coefficiente de seguridad por presión interna	γ_i	4,607	4,607	4,607	[-]
Factor de reducción de acuerdo a Netzer/Pattis	n	0,690	0,730	0,680	[-]
Tensión por cálculo de superposición	σ_{res}	0,279	6,183	-0,039	N/mm ²
Coefficiente de seguridad para cálculo de superposición, tensión por flexión:	$\gamma_{BZ,res}$	82,360	3,720	---	[-]
Coefficiente de seguridad para cálculos de superposición, compresión por flexión:	$\gamma_{BD,res}$	---	---	585,993	[-]
Tensión de tracción por flexión a ser considerada	$\sigma_{RBZ,res}$	23,00	23,00	23,00	N/mm ²
Tensión de compresión por flexión a ser considerada	$\sigma_{RBD,res}$	23,00	23,00	23,00	N/mm ²

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

1.2.6.2. Prueba de deformación

Modo de cálculo:		lineal			
Relación:		$I/(A \cdot \text{rm}^2)$		0,00134	[-]
Relación ' $I/(A \cdot \text{rm}^2) \cdot \kappa_q$ ':		$I/(A \cdot \text{rm}^2) \cdot \kappa_q$		0,00134	[-]
		q_v	q_h	q_h^*	
Coefficiente de deflexión para momentos de deflexión	c_v	-0,0893	0,0833	0,0640	[-]
Coefficiente de deflexión por fuerzas normales	c_{N_v}	-0,6830	-0,6810	-0,2470	[-]
Coefficiente de deflexión por fuerzas laterales	c_{Q_v}	-0,3590	0,3350	0,2430	[-]
Coefficiente resultante de deformación	c'_v	-0,0915	0,0836	0,0646	[-]
Cambio del diámetro vertical:		Δd_v		4,38	mm
Cambio del diámetro horizontal:		Δd_h		4,11	mm
Deformación vertical relativa:		δ_v		2,07	%
Deflexión admisible:		zul δ_v		6,00	%

La deflexión determinada es menor que la deflexión permitida.

1.2.6.3. Prueba de estabilidad (lineal):

Carga vertical total:	q_v	80,05	kN/m ²
Factor de reducción de carga de colapso por cargas de suelo/tráfico:	κ_{v2}	0,86	[-]
Carga vertical total crítica:	krit q_v	1.124,7	kN/m ²

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

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

Coefficiente de seguridad de estabilidad:	Y	14,05	[-]
Coefficiente global de seguridad requerido, fallo por inestabilidad:	erf Y _{stab}	2,00	[-]

Los coeficientes de seguridad al pandeo determinados son suficientes.

1.2.7. Caso de carga a largo plazo

1.2.7.1. prueba de tensión

Coefficiente de superposición de tensiones:	Z	5,45	[-]
Relación de deflexión:	η	2,88	[-]
Presión interior resultante (pI - pW):	pI _{res}	5,50	bar

Valor característico de la tensión en sentido circunferencial:	σ _{RZ}	17,5	N/mm ²
--	-----------------	------	-------------------

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

Interior:		clave	generatriz sobre el diámetro horizontal del tubo	base	
Tensiones debidas a carga externa	σ _a	4,274	-4,801	4,718	N/mm ²
Coefficiente de seguridad para carga externa, tensión por flexión:	Y _{BZ,a}	5,190	---	4,702	[-]
Coefficiente de seguridad por carga externa, compresión por flexión:	Y _{BD,a}	---	4,620	---	[-]
Tensiones debidas a presión interna	σ _i	4,068	4,068	4,068	N/mm ²
Coefficiente de seguridad por presión interna	Y _i	4,302	4,302	4,302	[-]
Tensión de tracción por flexión a ser considerada	σ _{RBZ,res}	19,90	48,16	20,01	N/mm ²
Tensión de compresión por flexión a ser considerada	σ _{RBD,res}	19,90	48,16	20,01	N/mm ²
Exterior:		clave	generatriz sobre el diámetro horizontal del tubo	base	
Tensiones debidas a carga externa	σ _a	-4,365	3,200	-4,827	N/mm ²
Coefficiente de seguridad para carga externa, tensión por flexión:	Y _{BZ,a}	---	6,932	---	[-]
Coefficiente de seguridad por carga externa, compresión por flexión:	Y _{BD,a}	5,082	---	4,595	[-]
Tensiones debidas a presión interna	σ _i	4,068	4,068	4,068	N/mm ²
Coefficiente de seguridad por presión interna	Y _i	4,302	4,302	4,302	[-]
Tensión de tracción por flexión a ser considerada	σ _{RBZ,res}	86,22	19,56	47,24	N/mm ²
Tensión de compresión por flexión a ser considerada	σ _{RBD,res}	86,22	19,56	47,24	N/mm ²

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

1.2.7.2. Prueba de deformación

Modo de cálculo:	lineal	
Relación:	$I/(A \cdot \text{rm}^2)$	0,00134 [-]
Relación ' $I/(A \cdot \text{rm}^2) \cdot \kappa_q$ ':	$I/(A \cdot \text{rm}^2) \cdot \kappa_q$	0,00134 [-]

	c_v	q_v	q_h	q_h^*	
Coefficiente de deflexión para momentos de deflexión		-0,0893	0,0833	0,0640	[-]
Coefficiente de deflexión por fuerzas normales	c_{N_v}	-0,6830	-0,6810	-0,2470	[-]
Coefficiente de deflexión por fuerzas laterales	c_{Q_v}	-0,3590	0,3350	0,2430	[-]
Coefficiente resultante de deformación	c'_v	-0,0915	0,0836	0,0646	[-]

Cambio del diámetro vertical:	Δd_v	4,75	mm
Cambio del diámetro horizontal:	Δd_h	4,43	mm

Deformación vertical relativa:	$\bar{\delta}_v$	2,24	%
Deflexión admisible:	zul $\bar{\delta}_v$	6,00	%

La deflexión determinada es menor que la deflexión permitida.

1.2.7.3. Prueba de estabilidad (lineal):

Carga vertical total:	q_v	80,00	kN/m ²
Factor de reducción de carga de colapso por cargas de suelo/tráfico:	κ_{v2}	0,86	[-]
Carga vertical total crítica:	krit q_v	1.053,9	kN/m ²

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

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

Coefficiente de seguridad de estabilidad:	γ	13,17	[-]
Coefficiente global de seguridad requerido, fallo por inestabilidad:	erf γ_{stab}	2,00	[-]

Los coeficientes de seguridad al pandeo determinados son suficientes.

Todas las pruebas necesarias son correctas.

INFORME COMPLETO

Estudio estático para Tuberías A 127

Proyecto:	Proyecto de infraestructuras hidráulicas urbanas en el barrio La Viña, termino municipal de Lorca (Murcia): Red distribución de agua potable
Empresa / Entidad:	Universidad Politécnica de Valencia - ETSICCP
Autor:	Alba Traver Gual
Informe n°:	008
Fecha:	15/09/2015

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. : DN 250	3
1.1. Entrada de datos:	3
1.1.1. Opciones de seguridad	3
1.1.2. Suelo	3
1.1.3. Carga	3
1.1.4. Instalación	3
1.1.5. Tubo de la base de datos	4
1.2. Resultados:	4
1.2.1. resultados intermedios del tubo	4
1.2.1.1. propiedades del material	4
1.2.1.2. Factores de seguridad	5
1.2.2. Resultados intermedios para caso de carga	5
1.2.2.1. geometría del tubo	5
1.2.2.2. Teoría del silo	5
1.2.2.3. Carga	5
1.2.2.4. Módulo de deformación del suelo EB	5
1.2.2.5. Valores de rigidez del suelo	5
1.2.2.6. Ángulo de apoyo, proyección relativa efectiva y ángulo de fricción	6
1.2.2.7. Valores característicos del material del tubo y rigidez anular	6
1.2.2.8. relación de rigidez	6
1.2.2.9. Coeficientes	7
1.2.2.10. Factores de concentración λ_R y λ_B	7
1.2.2.11. Distribución de presiones en la circunferencia del tubo	8
1.2.3. Sección fuerzas clave	8
1.2.4. Sección fuerzas generatriz sobre el diámetro horizontal del tubo	9
1.2.5. Sección fuerzas base	9
1.2.6. Caso de carga a corto plazo	10
1.2.6.1. prueba de tensión	10
1.2.6.2. Prueba de deformación	11
1.2.6.3. Prueba de estabilidad (lineal):	11
1.2.7. Caso de carga a largo plazo	12
1.2.7.1. prueba de tensión	12
1.2.7.2. Prueba de deformación	13
1.2.7.3. Prueba de estabilidad (lineal):	13

1. : DN 250

Descripción del tramo:	DN 250
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 no (ATV A 127)
Menores factores de seguridad para compresión por flexión:	No
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:	G1
Cálculo E1:	Módulo de elasticidad E
Módulo de elasticidad E1:	E1 8,0 N/mm ²
Tipo de relleno en la zona del tubo:	G1
Cálculo E20:	Módulo de elasticidad E
Módulo de elasticidad E20:	E ₂₀ 16,0 N/mm ²
Tipo de suelo natural:	G4
Cálculo E3:	Módulo de elasticidad E
Módulo de elasticidad E3:	E3 1,5 N/mm ²
E4 = 10 · E1:	No
Suelo bajo la zanja:	G4
Cálculo E4:	Módulo de elasticidad E
Módulo de elasticidad E4:	E4 1,5 N/mm ²

1.1.3. Carga

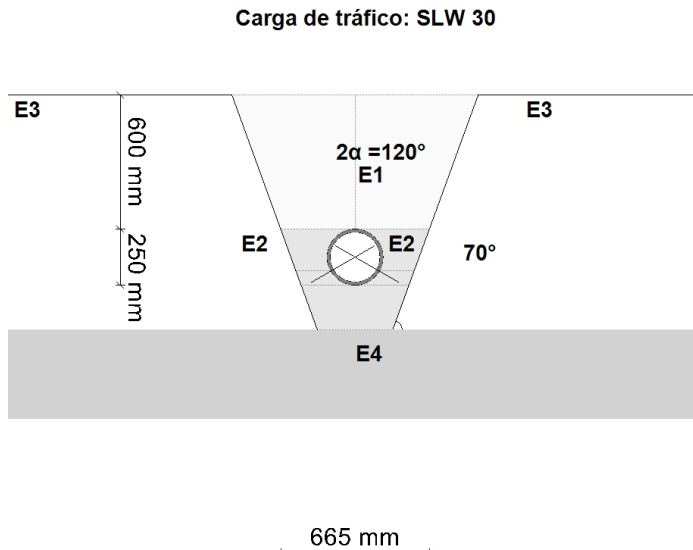
Altura de recubrimiento:	h 0,60 m
Densidad del suelo:	γ 20,0 kN/m ³
Carga superficial adicional:	p ₀ 0,0 kN/m ²
Nivel freático máximo sobre el lecho del tubo:	h _{W,max} 0,00 m
Nivel freático mínimo sobre el lecho del tubo:	h _{W,min} 0,00 m
Presión interna, corto plazo:	P _{I,K} 6,0 bar
Presión interna, largo plazo:	P _{I,L} 5,3 bar
Sección llena:	Si
Densidad del fluido:	γ _F 10,0 kN/m ³
Carga de tráfico:	SLW 30

1.1.4. Instalación

Instalación:	Zanja
Ancho de zanja:	b 0,67 m
Ángulo del talud:	β 70 °
Condiciones de relleno:	A4
Condiciones de la instalación:	B4
Tipo de apoyo:	suelto
Ángulo de apoyo:	120°
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 250 (14,8 mm)



1.2. Resultados:

1.2.1. resultados intermedios del tubo

Diámetro interior:	d_i	220,4	mm
Diámetro exterior:	d_a	250,0	mm
Radio del eje centroide de la pared del tubo:	r_m	117,6	mm
Espesor:	s	14,8	mm
Proporción:	r_m/s	7,946	[-]
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	%
Superficie del perfil radial:	A_{rad}	14,8	mm ² /mm
Distancia de inercia:	e	7,4	mm
Momento de inercia:	I	270,1	mm ⁴ /mm
Momento resistente exterior:	W_a	36,5	mm ³ /mm
Momento resistente interior:	W_i	36,5	mm ³ /mm

1.2.1.1. propiedades del material

Gravedad específica	γ_R	corto plazo	9,4	largo plazo	9,4	kN/m ³
Coefficiente de poisson	ν		0,38		0,38	[-]

Valor característico del módulo de elasticidad en sentido circunferencial	E_R	1.200,0	200,0	N/mm ²
Valor característico de tracción por deflexión	σ_{RBZ}	23,0	17,5	N/mm ²
Valor característico de la deflexión radial por esfuerzo de compresión	σ_{RBD}	23,0	17,5	N/mm ²
Valor característico de la tensión en sentido circunferencial	σ_{RZ}	23,0	17,5	N/mm ²

1.2.1.2. Factores de seguridad

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

1.2.2. Resultados intermedios para caso de carga

1.2.2.1. geometría del tubo

Radio del eje centroide de la pared del tubo:	r_m	117,6	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

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

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

Coefficiente de carga del suelo κ_0 para cargas superficiales (Teoría del Silo):	κ_0	1,000	[-]
---	------------	-------	-----

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

κ_0 y κ están indicadas como 1, porque E_1 es mayor que E_3 .

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}	12,00	kN/m ²
Carga vertical debida al peso del relleno y a la carga superficial:	P_E	12,00	kN/m ²
Tensión debida a carga de tráfico:	P_V	67,63	kN/m ²
Coefficiente de impacto (incl.):	ϕ	1,40	[-]

1.2.2.4. Módulo de deformación del suelo EB

Módulo elástico del relleno bajo carga:	$E_{1,\sigma}$	8,00	N/mm ²
Módulo elástico de los riñones bajo carga:	$E_{20,\sigma}$	16,00	N/mm ²
Factor de reducción por fluencia:	f_1	1,000	[-]
Factor de reducción E20 (nivel freático):	f_2	1,000	[-]
Factor de reducción E20 (zanja estrecha):	α_B	1,000	[-]
Módulo elástico del apoyo (reducido):	$E_{2,\sigma}$	16,00	N/mm ²
Módulo elástico del suelo natural:	$E_{3,\sigma}$	1,50	N/mm ²
Módulo elástico del suelo bajo el tubo:	$E_{4,\sigma}$	1,50	N/mm ²

Factor de corrección por rigidez del apoyo horizontal:

ζ 0,196 [-]

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

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

Si el ángulo de talud de la zanja es $< 90^\circ$ 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} 1,884 N/mm²

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

Rigidez de apoyo vertical:

S_{Bv} 16,000 N/mm²

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

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

Ángulo de apoyo, proyección relativa efectiva y ángulo de fricción:

2α 120 °

Proyección incrementada debido a la pérdida de soporte del suelo:

a_S 1,00 [-]

Proyección relativa efectiva:

a' 0,500 [-]

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

Ángulo de fricción interna:

φ' 20,000 °

Ángulo de fricción de la pared:

δ 20,000 °

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

1.2.2.7. Valores característicos del material del tubo y rigidez anular

Valor característico del módulo de elasticidad en sentido circunferencial E_R 1.200,0 1.049,3 200,0 N/mm²

Valor característico de tracción por deflexión σ_{RBZ} 23,0 22,2 17,5 N/mm²

Valor característico de la deflexión radial por esfuerzo de compresión σ_{RBD} 23,0 22,2 17,5 N/mm²

Valor característico de la tensión en sentido circunferencial σ_{RZ} 23,0 22,2 17,5 N/mm²

Rigidez del tubo S_R 199,326 174,294 33,221 kN/m²

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

1.2.2.8. relación de rigidez

Rigidez del sistema V_{RB} 0,1058 0,0925 0,0176 [-]

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

Relación de rigidez V_S 0,2149 0,1974 --- [-]

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

1.2.2.9. Coeficientes

Relación por presión de enterramiento (apoyo) K_2 0,400 0,400 --- [-]
 Coeficiente por presión de reacción del apoyo K^* 0,519 0,562 --- [-]

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

Coeficiente por presión de reacción del apoyo c_v^* -0,058 -0,055 --- [-]

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

1.2.2.10. Factores de concentración λ_R y λ_B

Factor de concentración máximo $\max \lambda$ 1,017 1,017 --- [-]

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

Coeficiente por factor de concentración máximo K' 0,893 0,890 --- [-]

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

Factor de concentración sobre el tubo, valor inicial λ_R 0,927 0,920 --- [-]

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

Factor de concentración sobre el tubo, bajo el efecto de la zanja λ_{RG} 0,960 0,956 --- [-]

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

Factor de concentración sobre el tubo, límite superior λ_{fo} 3,910 3,910 --- [-]

Factor de concentración sobre el tubo, límite inferior λ_{fu} 0,667 0,667 --- [-]

Factor de concentración sobre el tubo, valor final λ_{RG} 0,960 0,956 --- [-]

Factor de concentración del suelo λ_B 1,024 1,027 --- [-]

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

1.2.2.11. Distribución de presiones en la circunferencia del tubo

Carga vertical total	q_v	79,14	79,10	---	kN/m ²
$q_v = \lambda_{RG} \cdot p_E + p_v$ (6.24)					

Presión lateral	q_h	5,92	5,93	---	kN/m ²
$q_h = K_2 \cdot \left(\lambda_B \cdot p_E + \gamma_B \cdot \frac{d_a}{2} \right)$ (7.01)					

Presión de reacción del apoyo (carga del suelo)	q^*_h	38,18	41,32	---	kN/m ²
$q^*_h = \frac{C_{h,qv} \cdot q_v + C_{h,qh} \cdot q_h}{V_{RB} - C_{h,qh}^*}$ (7.02a)					

Presión de reacción del apoyo (sección llena)	q^*_{hw}	0,45	0,91	---	kN/m ²
$q^*_{hw} = \frac{C_{hw} \cdot q_w}{V_{RB} - C_{h,qh}^*}$ (7.02b)					

1.2.3. Sección fuerzas clave

		corto plazo	largo plazo	
Momento debido a cargas verticales totales	M_{qv}	0,286	0,286	kNm/m
Momento debido a la presión lateral	M_{qh}	-0,020	-0,020	kNm/m
Momento debido a la reacción de la presión del apoyo horizontal	M^*_{qh}	-0,096	-0,103	kNm/m
Momento debido a la reacción de la presión del apoyo (sección llena)	M^*_{qw}	-0,001	-0,002	kNm/m
Momento debido a las cargas muertas	M_g	0,001	0,001	kNm/m
Momento debido a la sección llena	M_w	0,003	0,003	kNm/m
Momento debido a la presión del agua	M_{pw}	0,011	0,010	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	0,183	0,173	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}	0,172	0,163	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	0,162	kNm/m
--	-------------	-------	-------	-------

Fuerza normal debida a las cargas verticales totales	N_{qv}	0,251	0,251	kN/m
Fuerza normal debida a la presión lateral	N_{qh}	-0,696	-0,697	kN/m
Fuerza normal debida a la reacción de la presión del lecho	N^*_{qh}	-2,591	-2,804	kN/m
Fuerza normal debida a la reacción de la presión del lecho (relleno del agua)	N^*_{qw}	-0,030	-0,062	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	0,086	0,086	kN/m
Fuerza normal debida al nivel freático hasta la clave	N_{pa1}	0,000	0,000	kN/m

Fuerzas totales normales	ΣN	62,594	55,515	kN/m
--------------------------	------------	--------	--------	------

Total sin presión interna/externa	ΣN_{sonst}	-2,975	-3,221	kN/m
Total sin sección llena y sin presión	$\Sigma N'$	-3,031	-3,246	kN/m

1.2.4. Sección fuerzas generatriz sobre el diámetro horizontal del tubo

		corto plazo	largo plazo	
Momento debido a cargas verticales totales	M_{qv}	-0,290	-0,290	kNm/m
Momento debido a la presión lateral	M_{qh}	0,020	0,020	kNm/m
Momento debido a la reacción de la presión del apoyo horizontal	M^*_{qh}	0,110	0,119	kNm/m
Momento debido a la reacción de la presión del apoyo (sección llena)	M^*_{qw}	0,001	0,003	kNm/m
Momento debido a las cargas muertas	M_g	-0,001	-0,001	kNm/m
Momento debido a la sección llena	M_w	-0,004	-0,004	kNm/m
Momento debido a la presión del agua	M_{pw}	0,011	0,010	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	-0,152	-0,143	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}	-0,163	-0,152	kNm/m
$\Sigma M' = M_{qv} + M_{qh} + M^*_{qh} + M_g$				
Momentos totales debidos a la sección llena y a la presión	$\Sigma M'$	-0,161	-0,151	kNm/m
Fuerza normal debida a las cargas verticales totales	N_{qv}	-9,307	-9,302	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	-0,026	-0,026	kN/m
Fuerza normal debida al relleno de agua	N_w	0,030	0,030	kN/m
Fuerza normal debida al nivel freático hasta la clave	N_{pa1}	0,000	0,000	kN/m
Fuerzas totales normales	ΣN	56,266	49,439	kN/m
Total sin presión interna/externa	ΣN_{sonst}	-9,303	-9,298	kN/m
Total sin sección llena y sin presión	$\Sigma N'$	-9,333	-9,328	kN/m

1.2.5. Sección fuerzas base

		corto plazo	largo plazo	
Momento debido a cargas verticales totales	M_{qv}	0,301	0,301	kNm/m
Momento debido a la presión lateral	M_{qh}	-0,020	-0,020	kNm/m
Momento debido a la reacción de la presión del apoyo horizontal	M^*_{qh}	-0,096	-0,103	kNm/m
Momento debido a la reacción de la presión del apoyo (sección llena)	M^*_{qw}	-0,001	-0,002	kNm/m
Momento debido a las cargas muertas	M_g	0,001	0,001	kNm/m
Momento debido a la sección llena	M_w	0,004	0,004	kNm/m
Momento debido a la presión del agua	M_{pw}	0,011	0,010	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	0,200	0,190	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}	0,189	0,180	kNm/m
$\Sigma M' = M_{qv} + M_{qh} + M_{qh}^* + M_g$				
Momentos totales debidos a la sección llena y a la presión	$\Sigma M'$	0,186	0,178	kNm/m
Fuerza normal debida a las cargas verticales totales	N_{qv}	-0,251	-0,251	kN/m
Fuerza normal debida a la presión lateral	N_{qh}	-0,696	-0,697	kN/m
Fuerza normal debida a la reacción de la presión del lecho	N_{qh}^*	-2,591	-2,804	kN/m
Fuerza normal debida a la reacción de la presión del lecho (relleno del agua)	N_{qw}^*	-0,030	-0,062	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	0,190	0,190	kN/m
Fuerza normal debida al nivel freático hasta la clave	N_{pa1}	0,000	0,000	kN/m
Fuerzas totales normales	ΣN	62,187	55,109	kN/m
Total sin presión interna/externa	ΣN_{sonst}	-3,382	-3,628	kN/m
Total sin sección llena y sin presión	$\Sigma N'$	-3,542	-3,756	kN/m

1.2.6. Caso de carga a corto plazo

1.2.6.1. prueba de tensión

Coefficiente de superposición de tensiones:	Z	1,21	[-]
Relación de deflexión:	η	2,79	[-]
Presión interior resultante ($p_l - p_w$):	$p_{l,\text{res}}$	5,95	bar
Valor característico de la tensión en sentido circunferencial:	σ_{RZ}	23,0	N/mm ²

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

Interior:		clave	generatriz sobre el diámetro horizontal del tubo	base	
Tensiones debidas a carga externa	σ_a	4,718	-5,278	5,168	N/mm ²
Coefficiente de seguridad para carga externa, tensión por flexión:	$\gamma_{BZ,a}$	4,875	---	4,451	[-]
Coefficiente de seguridad para carga externa, compresión por flexión:	$\gamma_{BD,a}$	---	4,358	---	[-]
Tensiones debidas a presión interna	σ_i	4,430	4,430	4,430	N/mm ²
Coefficiente de seguridad por presión interna	γ_i	5,191	5,191	5,191	[-]
Factor de reducción de acuerdo a Netzer/Pattis	n	0,681	0,686	0,685	[-]
Tensión por cálculo de superposición	σ_{res}	6,228	-0,581	6,572	N/mm ²
Coefficiente de seguridad para cálculo de superposición, tensión por flexión:	$\gamma_{BZ,\text{res}}$	3,693	---	3,499	[-]
Coefficiente de seguridad para cálculos de superposición, compresión por flexión:	$\gamma_{BD,\text{res}}$	---	39,576	---	[-]
Tensión de tracción por flexión a ser considerada	$\sigma_{RBZ,\text{res}}$	23,00	23,00	23,00	N/mm ²
Tensión de compresión por flexión a ser considerada	$\sigma_{RBD,\text{res}}$	23,00	23,00	23,00	N/mm ²

Exterior:		clave	generatriz sobre el diámetro horizontal del tubo	base	
Tensiones debidas a carga externa	σ_a	-4,724	3,646	-5,190	N/mm ²
Coefficiente de seguridad para carga externa, tensión por flexión:	$Y_{BZ,a}$	---	6,308	---	[-]
Coefficiente de seguridad por carga externa, compresión por flexión:	$Y_{BD,a}$	4,869	---	4,431	[-]
Tensiones debidas a presión interna	σ_i	4,430	4,430	4,430	N/mm ²
Coefficiente de seguridad por presión interna	Y_i	5,191	5,191	5,191	[-]
Factor de reducción de acuerdo a Netzer/Pattis	n	0,681	0,703	0,685	[-]
Tensión por cálculo de superposición	σ_{res}	-0,200	5,679	-0,521	N/mm ²
Coefficiente de seguridad para cálculo de superposición, tensión por flexión:	$Y_{BZ,res}$	---	4,050	---	[-]
Coefficiente de seguridad para cálculos de superposición, compresión por flexión:	$Y_{BD,res}$	115,069	---	44,179	[-]
Tensión de tracción por flexión a ser considerada	$\sigma_{RBZ,res}$	23,00	23,00	23,00	N/mm ²
Tensión de compresión por flexión a ser considerada	$\sigma_{RBD,res}$	23,00	23,00	23,00	N/mm ²

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

1.2.6.2. Prueba de deformación

Modo de cálculo:		lineal			
Relación:		$l/(A \cdot \text{rm}^2)$		0,00132	[-]
Relación ' $l/(A \cdot \text{rm}^2) \cdot \kappa_q$ ':		$l/(A \cdot \text{rm}^2) \cdot \kappa_q$		0,00132	[-]
		q_v	q_h	q_h^*	
Coefficiente de deflexión para momentos de deflexión	c_v	-0,0893	0,0833	0,0640	[-]
Coefficiente de deflexión por fuerzas normales	c_{N_v}	-0,6830	-0,6810	-0,2470	[-]
Coefficiente de deflexión por fuerzas laterales	c_{Q_v}	-0,3590	0,3350	0,2430	[-]
Coefficiente resultante de deformación	c'_v	-0,0915	0,0836	0,0646	[-]
Cambio del diámetro vertical:		Δd_v		5,05	mm
Cambio del diámetro horizontal:		Δd_h		4,77	mm
Deformación vertical relativa:		δ_v		2,15	%
Deflexión admisible:		zul δ_v		6,00	%

La deflexión determinada es menor que la deflexión permitida.

1.2.6.3. Prueba de estabilidad (lineal):

Carga vertical total:	q_v	79,14	kN/m ²
Factor de reducción de carga de colapso por cargas de suelo/tráfico:	κ_{v2}	0,86	[-]
Carga vertical total crítica:	krit q_v	1.054,1	kN/m ²

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

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

Coefficiente de seguridad de estabilidad:	Y	13,32	[-]
Coefficiente global de seguridad requerido, fallo por inestabilidad:	erf Y _{stab}	2,00	[-]

Los coeficientes de seguridad al pandeo determinados son suficientes.

1.2.7. Caso de carga a largo plazo

1.2.7.1. prueba de tensión

Coefficiente de superposición de tensiones:	Z	5,52	[-]
Relación de deflexión:	η	3,04	[-]
Presión interior resultante (pI - pW):	pI _{res}	5,33	bar

Valor característico de la tensión en sentido circunferencial:	σ _{RZ}	17,5	N/mm ²
--	-----------------	------	-------------------

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

Interior:		clave	generatriz sobre el diámetro horizontal del tubo	base	
Tensiones debidas a carga externa	σ _a	4,438	-4,976	4,888	N/mm ²
Coefficiente de seguridad para carga externa, tensión por flexión:	Y _{BZ,a}	4,996	---	4,536	[-]
Coefficiente de seguridad por carga externa, compresión por flexión:	Y _{BD,a}	---	4,456	---	[-]
Tensiones debidas a presión interna	σ _i	3,969	3,969	3,969	N/mm ²
Coefficiente de seguridad por presión interna	Y _i	4,410	4,410	4,410	[-]
Tensión de tracción por flexión a ser considerada	σ _{RBZ,res}	19,97	40,58	20,08	N/mm ²
Tensión de compresión por flexión a ser considerada	σ _{RBD,res}	19,97	40,58	20,08	N/mm ²
Exterior:		clave	generatriz sobre el diámetro horizontal del tubo	base	
Tensiones debidas a carga externa	σ _a	-4,498	3,369	-4,965	N/mm ²
Coefficiente de seguridad para carga externa, tensión por flexión:	Y _{BZ,a}	---	6,580	---	[-]
Coefficiente de seguridad por carga externa, compresión por flexión:	Y _{BD,a}	4,929	---	4,466	[-]
Tensiones debidas a presión interna	σ _i	3,969	3,969	3,969	N/mm ²
Coefficiente de seguridad por presión interna	Y _i	4,410	4,410	4,410	[-]
Tensión de tracción por flexión a ser considerada	σ _{RBZ,res}	57,16	19,64	40,78	N/mm ²
Tensión de compresión por flexión a ser considerada	σ _{RBD,res}	57,16	19,64	40,78	N/mm ²

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

1.2.7.2. Prueba de deformación

Modo de cálculo:	lineal	
Relación:	$I/(A \cdot \text{rm}^2)$	0,00132 [-]
Relación ' $I/(A \cdot \text{rm}^2) \cdot \kappa_q$ ':	$I/(A \cdot \text{rm}^2) \cdot \kappa_q$	0,00132 [-]

	c_v	q_v	q_h	q_h^*	
Coefficiente de deflexión para momentos de deflexión		-0,0893	0,0833	0,0640	[-]
Coefficiente de deflexión por fuerzas normales	c_{N_v}	-0,6830	-0,6810	-0,2470	[-]
Coefficiente de deflexión por fuerzas laterales	c_{Q_v}	-0,3590	0,3350	0,2430	[-]
Coefficiente resultante de deformación	c'_v	-0,0915	0,0836	0,0646	[-]

Cambio del diámetro vertical:	Δd_v	5,50	mm
Cambio del diámetro horizontal:	Δd_h	5,16	mm

Deformación vertical relativa:	$\bar{\delta}_v$	2,34	%
Deflexión admisible:	zul $\bar{\delta}_v$	6,00	%

La deflexión determinada es menor que la deflexión permitida.

1.2.7.3. Prueba de estabilidad (lineal):

Carga vertical total:	q_v	79,10	kN/m ²
Factor de reducción de carga de colapso por cargas de suelo/tráfico:	κ_{v2}	0,86	[-]
Carga vertical total crítica:	krit q_v	986,5	kN/m ²

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

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

Coefficiente de seguridad de estabilidad:	γ	12,47	[-]
Coefficiente global de seguridad requerido, fallo por inestabilidad:	erf γ_{stab}	2,00	[-]

Los coeficientes de seguridad al pandeo determinados son suficientes.

Todas las pruebas necesarias son correctas.

INFORME COMPLETO

Estudio estático para Tuberías A 127

Proyecto:	Proyecto de infraestructuras hidráulicas urbanas en el barrio La Viña, termino municipal de Lorca (Murcia): Red distribución de agua potable
Empresa / Entidad:	Universidad Politécnica de Valencia - ETSICCP
Autor:	Alba Traver Gual
Informe n°:	009
Fecha:	15/09/2015

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. : DN 280	3
1.1. Entrada de datos:	3
1.1.1. Opciones de seguridad	3
1.1.2. Suelo	3
1.1.3. Carga	3
1.1.4. Instalación	3
1.1.5. Tubo de la base de datos	4
1.2. Resultados:	4
1.2.1. resultados intermedios del tubo	4
1.2.1.1. propiedades del material	4
1.2.1.2. Factores de seguridad	5
1.2.2. Resultados intermedios para caso de carga	5
1.2.2.1. geometría del tubo	5
1.2.2.2. Teoría del silo	5
1.2.2.3. Carga	5
1.2.2.4. Módulo de deformación del suelo EB	5
1.2.2.5. Valores de rigidez del suelo	5
1.2.2.6. Ángulo de apoyo, proyección relativa efectiva y ángulo de fricción	6
1.2.2.7. Valores característicos del material del tubo y rigidez anular	6
1.2.2.8. relación de rigidez	6
1.2.2.9. Coeficientes	7
1.2.2.10. Factores de concentración λ_R y λ_B	7
1.2.2.11. Distribución de presiones en la circunferencia del tubo	8
1.2.3. Sección fuerzas clave	8
1.2.4. Sección fuerzas generatriz sobre el diámetro horizontal del tubo	9
1.2.5. Sección fuerzas base	9
1.2.6. Caso de carga a corto plazo	10
1.2.6.1. prueba de tensión	10
1.2.6.2. Prueba de deformación	11
1.2.6.3. Prueba de estabilidad (lineal):	11
1.2.7. Caso de carga a largo plazo	12
1.2.7.1. prueba de tensión	12
1.2.7.2. Prueba de deformación	13
1.2.7.3. Prueba de estabilidad (lineal):	13

1. : DN 280

Descripción del tramo:	DN 280
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 no (ATV A 127)
Menores factores de seguridad para compresión por flexión:	No
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:	G1		
Cálculo E1:	Módulo de elasticidad E		
Módulo de elasticidad E1:	E1	8,0	N/mm ²
Tipo de relleno en la zona del tubo:	G1		
Cálculo E20:	Módulo de elasticidad E		
Módulo de elasticidad E20:	E ₂₀	16,0	N/mm ²
Tipo de suelo natural:	G4		
Cálculo E3:	Módulo de elasticidad E		
Módulo de elasticidad E3:	E3	1,5	N/mm ²
E4 = 10 · E1:	No		
Suelo bajo la zanja:	G4		
Cálculo E4:	Módulo de elasticidad E		
Módulo de elasticidad E4:	E4	1,5	N/mm ²

1.1.3. Carga

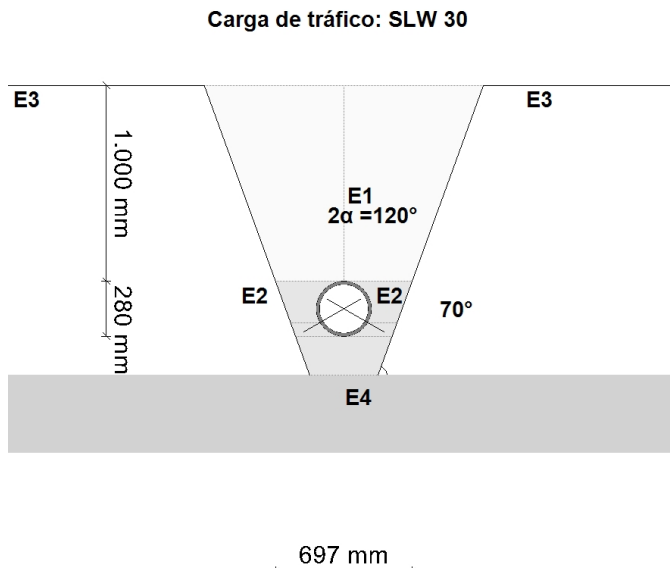
Altura de recubrimiento:	h	1,00	m
Densidad del suelo:	γ	20,0	kN/m ³
Carga superficial adicional:	p ₀	0,0	kN/m ²
Nivel freático máximo sobre el lecho del tubo:	h _{W,max}	0,00	m
Nivel freático mínimo sobre el lecho del tubo:	h _{W,min}	0,00	m
Presión interna, corto plazo:	P _{I,K}	5,6	bar
Presión interna, largo plazo:	P _{I,L}	5,1	bar
Sección llena:	Si		
Densidad del fluido:	γ _F	10,0	kN/m ³
Carga de tráfico:	SLW 30		

1.1.4. Instalación

Instalación:	Zanja		
Ancho de zanja:	b	0,70	m
Ángulo del talud:	β	70	°
Condiciones de relleno:	A4		
Condiciones de la instalación:	B4		
Tipo de apoyo:	suelto		
Ángulo de apoyo:	120°		
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 280 (16,6 mm)



1.2. Resultados:

1.2.1. resultados intermedios del tubo

Diámetro interior:	d_i	246,8	mm
Diámetro exterior:	d_a	280,0	mm
Radio del eje centroide de la pared del tubo:	r_m	131,7	mm
Espesor:	s	16,6	mm
Proporción:	r_m/s	7,934	[-]
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	%
Superficie del perfil radial:	A_{rad}	16,6	mm ² /mm
Distancia de inercia:	e	8,3	mm
Momento de inercia:	I	381,2	mm ⁴ /mm
Momento resistente exterior:	W_a	45,9	mm ³ /mm
Momento resistente interior:	W_i	45,9	mm ³ /mm

1.2.1.1. propiedades del material

Gravedad específica	γ_R	corto plazo	largo plazo	
		9,4	9,4	kN/m ³
Coefficiente de poisson	ν	0,38	0,38	[-]

Valor característico del módulo de elasticidad en sentido circunferencial	E_R	1.200,0	200,0	N/mm ²
Valor característico de tracción por deflexión	σ_{RBZ}	23,0	17,5	N/mm ²
Valor característico de la deflexión radial por esfuerzo de compresión	σ_{RBD}	23,0	17,5	N/mm ²
Valor característico de la tensión en sentido circunferencial	σ_{RZ}	23,0	17,5	N/mm ²

1.2.1.2. Factores de seguridad

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

1.2.2. Resultados intermedios para caso de carga

1.2.2.1. geometría del tubo

Radio del eje centroide de la pared del tubo:	r_m	131,7	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

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

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

Coefficiente de carga del suelo κ_0 para cargas superficiales (Teoría del Silo):	κ_0	1,000	[-]
---	------------	-------	-----

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

κ_0 y κ están indicadas como 1, porque E_1 es mayor que E_3 .

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}	20,00	kN/m ²
Carga vertical debida al peso del relleno y a la carga superficial:	P_E	20,00	kN/m ²
Tensión debida a carga de tráfico:	P_V	33,70	kN/m ²
Coefficiente de impacto (incl.):	ϕ	1,40	[-]

1.2.2.4. Módulo de deformación del suelo EB

Módulo elástico del relleno bajo carga:	$E_{1,\sigma}$	8,00	N/mm ²
Módulo elástico de los riñones bajo carga:	$E_{20,\sigma}$	16,00	N/mm ²
Factor de reducción por fluencia:	f_1	1,000	[-]
Factor de reducción E20 (nivel freático):	f_2	1,000	[-]
Factor de reducción E20 (zanja estrecha):	α_B	1,000	[-]
Módulo elástico del apoyo (reducido):	$E_{2,\sigma}$	16,00	N/mm ²
Módulo elástico del suelo natural:	$E_{3,\sigma}$	1,50	N/mm ²
Módulo elástico del suelo bajo el tubo:	$E_{4,\sigma}$	1,50	N/mm ²

Factor de corrección por rigidez del apoyo horizontal:

ζ 0,177 [-]

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

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

Si el ángulo de talud de la zanja es $< 90^\circ$ 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} 1,699 N/mm²

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

Rigidez de apoyo vertical:

S_{Bv} 16,000 N/mm²

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

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

Ángulo de apoyo, proyección relativa efectiva y ángulo de fricción:

2α 120 °

Proyección incrementada debido a la pérdida de soporte del suelo:

a_S 1,00 [-]

Proyección relativa efectiva:

a' 0,500 [-]

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

Ángulo de fricción interna:

φ' 20,000 °

Ángulo de fricción de la pared:

δ 20,000 °

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

1.2.2.7. Valores característicos del material del tubo y rigidez anular

Valor característico del módulo de elasticidad en sentido circunferencial E_R 1.200,0 827,6 200,0 N/mm²

Valor característico de tracción por deflexión σ_{RBZ} 23,0 21,0 17,5 N/mm²

Valor característico de la deflexión radial por esfuerzo de compresión σ_{RBD} 23,0 21,0 17,5 N/mm²

Valor característico de la tensión en sentido circunferencial σ_{RZ} 23,0 21,0 17,5 N/mm²

Rigidez del tubo S_R 200,247 138,101 33,375 kN/m²

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

1.2.2.8. relación de rigidez

Rigidez del sistema V_{RB} 0,1178 0,0813 0,0196 [-]

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

Relación de rigidez V_S 0,2080 0,1645 --- [-]

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

1.2.2.9. Coeficientes

Relación por presión de enterramiento (apoyo) K_2 0,400 0,400 --- [-]
 Coeficiente por presión de reacción del apoyo K^* 0,486 0,605 --- [-]

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

Coeficiente por presión de reacción del apoyo c_v^* -0,060 -0,052 --- [-]

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

1.2.2.10. Factores de concentración λ_R y λ_B

Factor de concentración máximo $\max \lambda$ 1,020 1,020 --- [-]

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

Coeficiente por factor de concentración máximo K' 0,895 0,887 --- [-]

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

Factor de concentración sobre el tubo, valor inicial λ_R 0,916 0,893 --- [-]

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

Factor de concentración sobre el tubo, bajo el efecto de la zanja λ_{RG} 0,958 0,947 --- [-]

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

Factor de concentración sobre el tubo, límite superior λ_{fo} 3,850 3,850 --- [-]

Factor de concentración sobre el tubo, límite inferior λ_{fu} 0,560 0,560 --- [-]

Factor de concentración sobre el tubo, valor final λ_{RG} 0,958 0,947 --- [-]

Factor de concentración del suelo λ_B 1,028 1,036 --- [-]

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

1.2.2.11. Distribución de presiones en la circunferencia del tubo

Carga vertical total	q_v	52,86	52,64	---	kN/m ²
$q_v = \lambda_{RG} \cdot p_E + p_v$ (6.24)					

Presión lateral	q_h	9,35	9,40	---	kN/m ²
$q_h = K_2 \cdot \left(\lambda_B \cdot p_E + \gamma_B \cdot \frac{d_a}{2} \right)$ (7.01)					

Presión de reacción del apoyo (carga del suelo)	q^*_h	21,36	26,44	---	kN/m ²
$q^*_h = \frac{C_{h,qv} \cdot q_v + C_{h,qh} \cdot q_h}{V_{RB} - C_{h,qh}^*}$ (7.02a)					

Presión de reacción del apoyo (sección llena)	q^*_{hw}	0,47	0,99	---	kN/m ²
$q^*_{hw} = \frac{C_{hw} \cdot q_w}{V_{RB} - C_{h,qh}^*}$ (7.02b)					

1.2.3. Sección fuerzas clave

		corto plazo	largo plazo	
Momento debido a cargas verticales totales	M_{qv}	0,239	0,238	kNm/m
Momento debido a la presión lateral	M_{qh}	-0,041	-0,041	kNm/m
Momento debido a la reacción de la presión del apoyo horizontal	M^*_{qh}	-0,067	-0,083	kNm/m
Momento debido a la reacción de la presión del apoyo (sección llena)	M^*_{qw}	-0,001	-0,003	kNm/m
Momento debido a las cargas muertas	M_g	0,001	0,001	kNm/m
Momento debido a la sección llena	M_w	0,004	0,004	kNm/m
Momento debido a la presión del agua	M_{pw}	0,013	0,012	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	0,149	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}	0,136	0,117	kNm/m
--	--------------------	-------	-------	-------

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

Momentos totales debidos a la sección llena y a la presión	$\Sigma M'$	0,133	0,116	kNm/m
--	-------------	-------	-------	-------

Fuerza normal debida a las cargas verticales totales	N_{qv}	0,188	0,187	kN/m
Fuerza normal debida a la presión lateral	N_{qh}	-1,231	-1,239	kN/m
Fuerza normal debida a la reacción de la presión del lecho	N^*_{qh}	-1,623	-2,009	kN/m
Fuerza normal debida a la reacción de la presión del lecho (relleno del agua)	N^*_{qw}	-0,035	-0,075	kN/m
Fuerza normal debida al peso muerto	N_g	0,005	0,005	kN/m
Fuerza normal debida al relleno de agua	N_w	0,108	0,108	kN/m
Fuerza normal debida al nivel freático hasta la clave	N_{pa1}	0,000	0,000	kN/m

Fuerzas totales normales	ΣN	66,886	59,294	kN/m
--------------------------	------------	--------	--------	------

Total sin presión interna/externa	ΣN_{sonst}	-2,588	-3,023	kN/m
Total sin sección llena y sin presión	$\Sigma N'$	-2,661	-3,056	kN/m

1.2.4. Sección fuerzas generatriz sobre el diámetro horizontal del tubo

		corto plazo	largo plazo	
Momento debido a cargas verticales totales	M_{qv}	-0,243	-0,242	kNm/m
Momento debido a la presión lateral	M_{qh}	0,041	0,041	kNm/m
Momento debido a la reacción de la presión del apoyo horizontal	M^*_{qh}	0,077	0,095	kNm/m
Momento debido a la reacción de la presión del apoyo (sección llena)	M^*_{qw}	0,002	0,004	kNm/m
Momento debido a las cargas muertas	M_g	-0,001	-0,001	kNm/m
Momento debido a la sección llena	M_w	-0,005	-0,005	kNm/m
Momento debido a la presión del agua	M_{pw}	0,013	0,012	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	-0,117	-0,097	kNm/m
$\Sigma M_{\text{sonst}} = M_{qv} + M_{qh} + M^*_{qh} + M^*_{qw} + M_g + M_w + M_{pa1}$				
Momentos totales sin presión interna/externa	ΣM_{sonst}	-0,130	-0,108	kNm/m
$\Sigma M' = M_{qv} + M_{qh} + M^*_{qh} + M_g$				
Momentos totales debidos a la sección llena y a la presión	$\Sigma M'$	-0,127	-0,107	kNm/m
Fuerza normal debida a las cargas verticales totales	N_{qv}	-6,962	-6,933	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	-0,032	-0,032	kN/m
Fuerza normal debida al relleno de agua	N_w	0,037	0,037	kN/m
Fuerza normal debida al nivel freático hasta la clave	N_{pa1}	0,000	0,000	kN/m
Fuerzas totales normales	ΣN	62,517	55,389	kN/m
Total sin presión interna/externa	ΣN_{sonst}	-6,957	-6,928	kN/m
Total sin sección llena y sin presión	$\Sigma N'$	-6,995	-6,965	kN/m

1.2.5. Sección fuerzas base

		corto plazo	largo plazo	
Momento debido a cargas verticales totales	M_{qv}	0,252	0,251	kNm/m
Momento debido a la presión lateral	M_{qh}	-0,041	-0,041	kNm/m
Momento debido a la reacción de la presión del apoyo horizontal	M^*_{qh}	-0,067	-0,083	kNm/m
Momento debido a la reacción de la presión del apoyo (sección llena)	M^*_{qw}	-0,001	-0,003	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}	0,013	0,012	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	0,163	0,143	kNm/m
------------------	------------	-------	-------	-------

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

Momentos totales sin presión interna/externa	ΣM_{sonst}	0,150	0,132	kNm/m
$\Sigma M' = M_{qv} + M_{qh} + M_{qh}^* + M_g$				
Momentos totales debidos a la sección llena y a la presión	$\Sigma M'$	0,146	0,129	kNm/m
Fuerza normal debida a las cargas verticales totales	N_{qv}	-0,188	-0,187	kN/m
Fuerza normal debida a la presión lateral	N_{qh}	-1,231	-1,239	kN/m
Fuerza normal debida a la reacción de la presión del lecho	N_{qh}^*	-1,623	-2,009	kN/m
Fuerza normal debida a la reacción de la presión del lecho (relleno del agua)	N_{qw}^*	-0,035	-0,075	kN/m
Fuerza normal debida al peso muerto	N_g	-0,005	-0,005	kN/m
Fuerza normal debida al relleno de agua	N_w	0,238	0,238	kN/m
Fuerza normal debida al nivel freático hasta la clave	N_{pa1}	0,000	0,000	kN/m
Fuerzas totales normales	ΣN	66,630	59,040	kN/m
Total sin presión interna/externa	ΣN_{sonst}	-2,844	-3,277	kN/m
Total sin sección llena y sin presión	$\Sigma N'$	-3,047	-3,440	kN/m

1.2.6. Caso de carga a corto plazo

1.2.6.1. prueba de tensión

Coefficiente de superposición de tensiones:	Z	1,21	[-]
Relación de deflexión:	η	2,88	[-]
Presión interior resultante ($p_l - p_w$):	$p_{l,\text{res}}$	5,63	bar

Valor característico de la tensión en sentido circunferencial: σ_{RZ} 23,0 N/mm²

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

Interior:		clave	generatriz sobre el diámetro horizontal del tubo	base	
Tensiones debidas a carga externa	σ_a	2,922	-3,367	3,243	N/mm ²
Coefficiente de seguridad para carga externa, tensión por flexión:	$Y_{BZ,a}$	7,872	---	7,093	[-]
Coefficiente de seguridad para carga externa, compresión por flexión:	$Y_{BD,a}$	---	6,830	---	[-]
Tensiones debidas a presión interna	σ_i	4,185	4,185	4,185	N/mm ²
Coefficiente de seguridad por presión interna	Y_i	5,496	5,496	5,496	[-]
Factor de reducción de acuerdo a Netzer/Pattis	n	0,730	0,708	0,713	[-]
Tensión por cálculo de superposición	σ_{res}	5,189	0,579	5,299	N/mm ²
Coefficiente de seguridad para cálculo de superposición, tensión por flexión:	$Y_{BZ,\text{res}}$	4,433	39,732	4,340	[-]
Coefficiente de seguridad para cálculos de superposición, compresión por flexión:	$Y_{BD,\text{res}}$	---	---	---	[-]
Tensión de tracción por flexión a ser considerada	$\sigma_{RBZ,\text{res}}$	23,00	23,00	23,00	N/mm ²
Tensión de compresión por flexión a ser considerada	$\sigma_{RBD,\text{res}}$	23,00	23,00	23,00	N/mm ²

Exterior:		clave	generatriz sobre el diámetro horizontal del tubo	base	
Tensiones debidas a carga externa	σ_a	-2,985	2,291	-3,310	N/mm ²
Coefficiente de seguridad para carga externa, tensión por flexión:	$Y_{BZ,a}$	---	10,038	---	[-]
Coefficiente de seguridad por carga externa, compresión por flexión:	$Y_{BD,a}$	7,704	---	6,949	[-]
Tensiones debidas a presión interna	σ_i	4,185	4,185	4,185	N/mm ²
Coefficiente de seguridad por presión interna	Y_i	5,496	5,496	5,496	[-]
Factor de reducción de acuerdo a Netzer/Pattis	n	0,726	0,776	0,710	[-]
Tensión por cálculo de superposición	σ_{res}	0,872	5,028	0,622	N/mm ²
Coefficiente de seguridad para cálculo de superposición, tensión por flexión:	$Y_{BZ,res}$	26,388	4,574	36,989	[-]
Coefficiente de seguridad para cálculos de superposición, compresión por flexión:	$Y_{BD,res}$	---	---	---	[-]
Tensión de tracción por flexión a ser considerada	$\sigma_{RBZ,res}$	23,00	23,00	23,00	N/mm ²
Tensión de compresión por flexión a ser considerada	$\sigma_{RBD,res}$	23,00	23,00	23,00	N/mm ²

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

1.2.6.2. Prueba de deformación

Modo de cálculo:		lineal			
Relación:		$l/(A \cdot \text{rm}^2)$		0,00132	[-]
Relación ' $l/(A \cdot \text{rm}^2) \cdot \kappa_q$ ':		$l/(A \cdot \text{rm}^2) \cdot \kappa_q$		0,00132	[-]
		q_v	q_h	q_h^*	
Coefficiente de deflexión para momentos de deflexión	c_v	-0,0893	0,0833	0,0640	[-]
Coefficiente de deflexión por fuerzas normales	c_{N_v}	-0,6830	-0,6810	-0,2470	[-]
Coefficiente de deflexión por fuerzas laterales	c_{Q_v}	-0,3590	0,3350	0,2430	[-]
Coefficiente resultante de deformación	c'_v	-0,0915	0,0836	0,0646	[-]
Cambio del diámetro vertical:		Δd_v		3,52	mm
Cambio del diámetro horizontal:		Δd_h		3,31	mm
Deformación vertical relativa:		δ_v		1,34	%
Deflexión admisible:		zul δ_v		6,00	%

La deflexión determinada es menor que la deflexión permitida.

1.2.6.3. Prueba de estabilidad (lineal):

Carga vertical total:	q_v	52,86	kN/m ²
Factor de reducción de carga de colapso por cargas de suelo/tráfico:	κ_{v2}	0,86	[-]
Carga vertical total crítica:	krit q_v	1.003,0	kN/m ²

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

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

Coefficiente de seguridad de estabilidad:	Y	18,97	[-]
Coefficiente global de seguridad requerido, fallo por inestabilidad:	erf Y _{stab}	2,00	[-]

Los coeficientes de seguridad al pandeo determinados son suficientes.

1.2.7. Caso de carga a largo plazo

1.2.7.1. prueba de tensión

Coefficiente de superposición de tensiones:	Z	5,51	[-]
Relación de deflexión:	η	3,65	[-]
Presión interior resultante (pI - pW):	pI _{res}	5,05	bar

Valor característico de la tensión en sentido circunferencial:	σ _{RZ}	17,5	N/mm ²
--	-----------------	------	-------------------

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

Interior:		clave	generatriz sobre el diámetro horizontal del tubo	base	
Tensiones debidas a carga externa	σ _a	2,467	-2,877	2,787	N/mm ²
Coefficiente de seguridad para carga externa, tensión por flexión:	Y _{BZ,a}	8,492	---	7,518	[-]
Coefficiente de seguridad por carga externa, compresión por flexión:	Y _{BD,a}	---	7,282	---	[-]
Tensiones debidas a presión interna	σ _i	3,754	3,754	3,754	N/mm ²
Coefficiente de seguridad por presión interna	Y _i	4,662	4,662	4,662	[-]
Tensión de tracción por flexión a ser considerada	σ _{RBZ,res}	18,87	6,17	18,97	N/mm ²
Tensión de compresión por flexión a ser considerada	σ _{RBD,res}	18,87	6,17	18,97	N/mm ²
Exterior:		clave	generatriz sobre el diámetro horizontal del tubo	base	
Tensiones debidas a carga externa	σ _a	-2,618	1,844	-2,941	N/mm ²
Coefficiente de seguridad para carga externa, tensión por flexión:	Y _{BZ,a}	---	11,361	---	[-]
Coefficiente de seguridad por carga externa, compresión por flexión:	Y _{BD,a}	8,004	---	7,124	[-]
Tensiones debidas a presión interna	σ _i	3,754	3,754	3,754	N/mm ²
Coefficiente de seguridad por presión interna	Y _i	4,662	4,662	4,662	[-]
Tensión de tracción por flexión a ser considerada	σ _{RBZ,res}	9,55	18,64	5,01	N/mm ²
Tensión de compresión por flexión a ser considerada	σ _{RBD,res}	9,55	18,64	5,01	N/mm ²

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

1.2.7.2. Prueba de deformación

Modo de cálculo:	lineal	
Relación:	$I/(A \cdot \text{rm}^2)$	0,00132 [-]
Relación ' $I/(A \cdot \text{rm}^2) \cdot \kappa_q$ ':	$I/(A \cdot \text{rm}^2) \cdot \kappa_q$	0,00132 [-]

	c_v	q_v	q_h	q_h^*	
Coefficiente de deflexión para momentos de deflexión		-0,0893	0,0833	0,0640	[-]
Coefficiente de deflexión por fuerzas normales	c_{N_v}	-0,6830	-0,6810	-0,2470	[-]
Coefficiente de deflexión por fuerzas laterales	c_{Q_v}	-0,3590	0,3350	0,2430	[-]
Coefficiente resultante de deformación	c'_v	-0,0915	0,0836	0,0646	[-]

Cambio del diámetro vertical:	Δd_v	4,43	mm
Cambio del diámetro horizontal:	Δd_h	4,10	mm

Deformación vertical relativa:	$\bar{\delta}_v$	1,68	%
Deflexión admisible:	zul $\bar{\delta}_v$	6,00	%

La deflexión determinada es menor que la deflexión permitida.

1.2.7.3. Prueba de estabilidad (lineal):

Carga vertical total:	q_v	52,64	kN/m ²
Factor de reducción de carga de colapso por cargas de suelo/tráfico:	κ_{v2}	0,86	[-]
Carga vertical total crítica:	krit q_v	834,9	kN/m ²

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

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

Coefficiente de seguridad de estabilidad:	γ	15,86	[-]
Coefficiente global de seguridad requerido, fallo por inestabilidad:	erf γ_{stab}	2,00	[-]

Los coeficientes de seguridad al pandeo determinados son suficientes.

Todas las pruebas necesarias son correctas.

INFORME COMPLETO

Estudio estático para Tuberías A 127

Proyecto:	Proyecto de infraestructuras hidráulicas urbanas en el barrio La Viña, termino municipal de Lorca (Murcia): Red distribución de agua potable
Empresa / Entidad:	Universidad Politécnica de Valencia - ETSICCP
Autor:	Alba Traver Gual
Informe n°:	010
Fecha:	15/09/2015

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. : DN 315	3
1.1. Entrada de datos:	3
1.1.1. Opciones de seguridad	3
1.1.2. Suelo	3
1.1.3. Carga	3
1.1.4. Instalación	3
1.1.5. Tubo de la base de datos	4
1.2. Resultados:	4
1.2.1. resultados intermedios del tubo	4
1.2.1.1. propiedades del material	4
1.2.1.2. Factores de seguridad	5
1.2.2. Resultados intermedios para caso de carga	5
1.2.2.1. geometría del tubo	5
1.2.2.2. Teoría del silo	5
1.2.2.3. Carga	5
1.2.2.4. Módulo de deformación del suelo EB	5
1.2.2.5. Valores de rigidez del suelo	5
1.2.2.6. Ángulo de apoyo, proyección relativa efectiva y ángulo de fricción	6
1.2.2.7. Valores característicos del material del tubo y rigidez anular	6
1.2.2.8. relación de rigidez	6
1.2.2.9. Coeficientes	7
1.2.2.10. Factores de concentración λ_R y λ_B	7
1.2.2.11. Distribución de presiones en la circunferencia del tubo	8
1.2.3. Sección fuerzas clave	8
1.2.4. Sección fuerzas generatriz sobre el diámetro horizontal del tubo	9
1.2.5. Sección fuerzas base	9
1.2.6. Caso de carga a corto plazo	10
1.2.6.1. prueba de tensión	10
1.2.6.2. Prueba de deformación	11
1.2.6.3. Prueba de estabilidad (lineal):	11
1.2.7. Caso de carga a largo plazo	12
1.2.7.1. prueba de tensión	12
1.2.7.2. Prueba de deformación	13
1.2.7.3. Prueba de estabilidad (lineal):	13

1. : DN 315

Descripción del tramo:	DN 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 no (ATV A 127)
Menores factores de seguridad para compresión por flexión:	No
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:	G1		
Cálculo E1:	Módulo de elasticidad E		
Módulo de elasticidad E1:	E1	8,0	N/mm ²
Tipo de relleno en la zona del tubo:	G1		
Cálculo E20:	Módulo de elasticidad E		
Módulo de elasticidad E20:	E ₂₀	16,0	N/mm ²
Tipo de suelo natural:	G4		
Cálculo E3:	Módulo de elasticidad E		
Módulo de elasticidad E3:	E3	1,5	N/mm ²
E4 = 10 · E1:	No		
Suelo bajo la zanja:	G4		
Cálculo E4:	Módulo de elasticidad E		
Módulo de elasticidad E4:	E4	1,5	N/mm ²

1.1.3. Carga

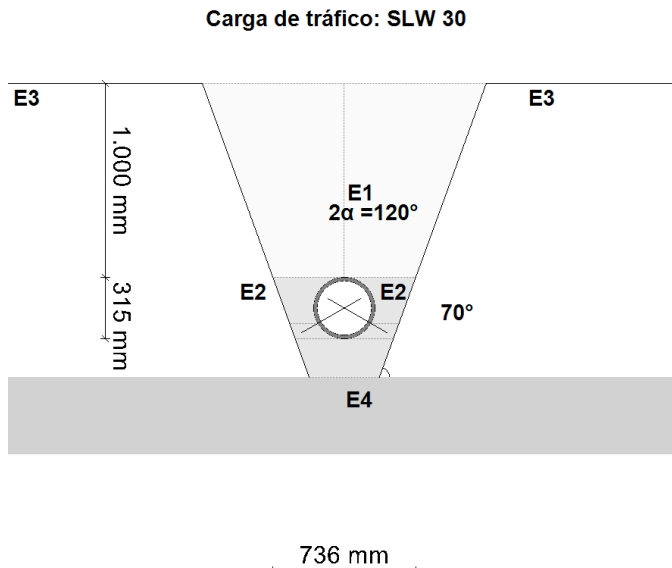
Altura de recubrimiento:	h	1,00	m
Densidad del suelo:	γ	20,0	kN/m ³
Carga superficial adicional:	p ₀	0,0	kN/m ²
Nivel freático máximo sobre el lecho del tubo:	h _{W,max}	0,00	m
Nivel freático mínimo sobre el lecho del tubo:	h _{W,min}	0,00	m
Presión interna, corto plazo:	P _{I,K}	5,3	bar
Presión interna, largo plazo:	P _{I,L}	4,8	bar
Sección llena:	Si		
Densidad del fluido:	γ _F	10,0	kN/m ³
Carga de tráfico:	SLW 30		

1.1.4. Instalación

Instalación:	Zanja		
Ancho de zanja:	b	0,74	m
Ángulo del talud:	β	70	°
Condiciones de relleno:	A4		
Condiciones de la instalación:	B4		
Tipo de apoyo:	suelto		
Ángulo de apoyo:	120°		
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)



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
Espesor:	s	18,7	mm
Proporción:	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	%
Superficie del perfil radial:	A_{rad}	18,7	mm ² /mm
Distancia de inercia:	e	9,4	mm
Momento de inercia:	I	544,9	mm ⁴ /mm
Momento resistente exterior:	W_a	58,3	mm ³ /mm
Momento resistente interior:	W_i	58,3	mm ³ /mm

1.2.1.1. propiedades del material

Gravedad específica	γ_R	corto plazo	largo plazo	
		9,4	9,4	kN/m ³
Coefficiente de poisson	ν	0,38	0,38	[-]

Valor característico del módulo de elasticidad en sentido circunferencial	E_R	1.200,0	200,0	N/mm ²
Valor característico de tracción por deflexión	σ_{RBZ}	23,0	17,5	N/mm ²
Valor característico de la deflexión radial por esfuerzo de compresión	σ_{RBD}	23,0	17,5	N/mm ²
Valor característico de la tensión en sentido circunferencial	σ_{RZ}	23,0	17,5	N/mm ²

1.2.1.2. Factores de seguridad

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

1.2.2. Resultados intermedios para caso de carga

1.2.2.1. geometría del tubo

Radio del eje centroide de la pared del tubo:	r_m	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

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

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

Coefficiente de carga del suelo κ_0 para cargas superficiales (Teoría del Silo):	κ_0	1,000	[-]
---	------------	-------	-----

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

κ_0 y κ están indicadas como 1, porque E_1 es mayor que E_3 .

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}	20,00	kN/m ²
Carga vertical debida al peso del relleno y a la carga superficial:	P_E	20,00	kN/m ²
Tensión debida a carga de tráfico:	P_V	33,50	kN/m ²
Coefficiente de impacto (incl.):	ϕ	1,40	[-]

1.2.2.4. Módulo de deformación del suelo EB

Módulo elástico del relleno bajo carga:	$E_{1,\sigma}$	8,00	N/mm ²
Módulo elástico de los riñones bajo carga:	$E_{20,\sigma}$	16,00	N/mm ²
Factor de reducción por fluencia:	f_1	1,000	[-]
Factor de reducción E20 (nivel freático):	f_2	1,000	[-]
Factor de reducción E20 (zanja estrecha):	α_B	1,000	[-]
Módulo elástico del apoyo (reducido):	$E_{2,\sigma}$	16,00	N/mm ²
Módulo elástico del suelo natural:	$E_{3,\sigma}$	1,50	N/mm ²
Módulo elástico del suelo bajo el tubo:	$E_{4,\sigma}$	1,50	N/mm ²

Factor de corrección por rigidez del apoyo horizontal: ζ 0,162 [-]

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

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

Si el ángulo de talud de la zanja es $< 90^\circ$ 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} 1,553 N/mm²
 $S_{Bh} = 0,6 \cdot \zeta \cdot E_2 \quad (6.16)$

Rigidez de apoyo vertical: S_{Bv} 16,000 N/mm²
 $S_{Bv} = \frac{E_2}{a} \quad (6.12)$

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

Ángulo de apoyo, proyección relativa efectiva y ángulo de fricción: 2α 120 °
 Proyección incrementada debido a la pérdida de soporte del suelo: a_S 1,00 [-]
 Proyección relativa efectiva: a' 0,500 [-]
 $a' = a_S \cdot \frac{E_1}{E_2} \geq 0,26 \quad (6.05)$

Ángulo de fricción interna: φ' 20,000 °
 Ángulo de fricción de la pared: δ 20,000 °

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

1.2.2.7. Valores característicos del material del tubo y rigidez anular

Valor característico del módulo de elasticidad en sentido circunferencial	E_R	1.200,0	826,2	200,0	N/mm ²
Valor característico de tracción por deflexión	σ_{RBZ}	23,0	20,9	17,5	N/mm ²
Valor característico de la deflexión radial por esfuerzo de compresión	σ_{RBD}	23,0	20,9	17,5	N/mm ²
Valor característico de la tensión en sentido circunferencial	σ_{RZ}	23,0	20,9	17,5	N/mm ²
Rigidez del tubo	S_R	201,104	138,452	33,517	kN/m ²

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

1.2.2.8. relación de rigidez

Rigidez del sistema V_{RB} 0,1295 0,0891 0,0216 [-]

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

Relación de rigidez V_S 0,2026 0,1590 --- [-]

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

1.2.2.9. Coeficientes

Relación por presión de enterramiento (apoyo) K_2 0,400 0,400 --- [-]
 Coeficiente por presión de reacción del apoyo K^* 0,457 0,575 --- [-]

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

Coeficiente por presión de reacción del apoyo c_v^* -0,062 -0,054 --- [-]

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

1.2.2.10. Factores de concentración λ_R y λ_B

Factor de concentración máximo $\max \lambda$ 1,019 1,019 --- [-]

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

Coeficiente por factor de concentración máximo K' 0,896 0,889 --- [-]

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

Factor de concentración sobre el tubo, valor inicial λ_R 0,916 0,893 --- [-]

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

Factor de concentración sobre el tubo, bajo el efecto de la zanja λ_{RG} 0,963 0,952 --- [-]

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

Factor de concentración sobre el tubo, límite superior λ_{fo} 3,850 3,850 --- [-]

Factor de concentración sobre el tubo, límite inferior λ_{fu} 0,593 0,593 --- [-]

Factor de concentración sobre el tubo, valor final λ_{RG} 0,963 0,952 --- [-]

Factor de concentración del suelo λ_B 1,028 1,036 --- [-]

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

1.2.2.11. Distribución de presiones en la circunferencia del tubo

Carga vertical total	q_v	52,75	52,54	---	kN/m ²
$q_v = \lambda_{RG} \cdot p_E + p_v$ (6.24)					

Presión lateral	q_h	9,48	9,55	---	kN/m ²
$q_h = K_2 \cdot \left(\lambda_B \cdot p_E + \gamma_B \cdot \frac{d_a}{2} \right)$ (7.01)					

Presión de reacción del apoyo (carga del suelo)	q^*_h	19,98	24,98	---	kN/m ²
$q^*_h = \frac{C_{h,qv} \cdot q_v + C_{h,qh} \cdot q_h}{V_{RB} - C_{h,qh}^*}$ (7.02a)					

Presión de reacción del apoyo (sección llena)	q^*_{hw}	0,49	1,09	---	kN/m ²
$q^*_{hw} = \frac{C_{hw} \cdot q_w}{V_{RB} - C_{h,qh}^*}$ (7.02b)					

1.2.3. Sección fuerzas clave

		corto plazo	largo plazo	
Momento debido a cargas verticales totales	M_{qv}	0,302	0,301	kNm/m
Momento debido a la presión lateral	M_{qh}	-0,052	-0,052	kNm/m
Momento debido a la reacción de la presión del apoyo horizontal	M^*_{qh}	-0,079	-0,099	kNm/m
Momento debido a la reacción de la presión del apoyo (sección llena)	M^*_{qw}	-0,002	-0,004	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}	0,015	0,014	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	0,192	0,167	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}	0,176	0,153	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	0,151	kNm/m
--	-------------	-------	-------	-------

Fuerza normal debida a las cargas verticales totales	N_{qv}	0,211	0,210	kN/m
Fuerza normal debida a la presión lateral	N_{qh}	-1,405	-1,414	kN/m
Fuerza normal debida a la reacción de la presión del lecho	N^*_{qh}	-1,708	-2,135	kN/m
Fuerza normal debida a la reacción de la presión del lecho (relleno del agua)	N^*_{qw}	-0,042	-0,093	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	0,137	0,137	kN/m
Fuerza normal debida al nivel freático hasta la clave	N_{pa1}	0,000	0,000	kN/m

Fuerzas totales normales	ΣN	70,763	63,196	kN/m
--------------------------	------------	--------	--------	------

Total sin presión interna/externa	ΣN_{sonst}	-2,801	-3,289	kN/m
Total sin sección llena y sin presión	$\Sigma N'$	-2,896	-3,333	kN/m

1.2.4. Sección fuerzas generatriz sobre el diámetro horizontal del tubo

		corto plazo	largo plazo	
Momento debido a cargas verticales totales	M_{qv}	-0,307	-0,306	kNm/m
Momento debido a la presión lateral	M_{qh}	0,052	0,052	kNm/m
Momento debido a la reacción de la presión del apoyo horizontal	M^*_{qh}	0,091	0,114	kNm/m
Momento debido a la reacción de la presión del apoyo (sección llena)	M^*_{qw}	0,002	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}	0,015	0,014	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	-0,155	-0,129	kNm/m
$\Sigma M_{\text{sonst}} = M_{qv} + M_{qh} + M^*_{qh} + M^*_{qw} + M_g + M_w + M_{pa1}$				
Momentos totales sin presión interna/externa	ΣM_{sonst}	-0,170	-0,143	kNm/m
$\Sigma M' = M_{qv} + M_{qh} + M^*_{qh} + M_g$				
Momentos totales debidos a la sección llena y a la presión	$\Sigma M'$	-0,165	-0,141	kNm/m
Fuerza normal debida a las cargas verticales totales	N_{qv}	-7,815	-7,784	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	65,756	58,707	kN/m
Total sin presión interna/externa	ΣN_{sonst}	-7,808	-7,778	kN/m
Total sin sección llena y sin presión	$\Sigma N'$	-7,856	-7,825	kN/m

1.2.5. Sección fuerzas base

		corto plazo	largo plazo	
Momento debido a cargas verticales totales	M_{qv}	0,318	0,317	kNm/m
Momento debido a la presión lateral	M_{qh}	-0,052	-0,052	kNm/m
Momento debido a la reacción de la presión del apoyo horizontal	M^*_{qh}	-0,079	-0,099	kNm/m
Momento debido a la reacción de la presión del apoyo (sección llena)	M^*_{qw}	-0,002	-0,004	kNm/m
Momento debido a las cargas muertas	M_g	0,002	0,002	kNm/m
Momento debido a la sección llena	M_w	0,008	0,008	kNm/m
Momento debido a la presión del agua	M_{pw}	0,015	0,014	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	0,211	0,186	kNm/m
------------------	------------	-------	-------	-------

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

Momentos totales sin presión interna/externa	ΣM_{sonst}	0,195	0,172	kNm/m
$\Sigma M' = M_{qv} + M_{qh} + M_{qh}^* + M_g$				
Momentos totales debidos a la sección llena y a la presión	$\Sigma M'$	0,189	0,168	kNm/m
Fuerza normal debida a las cargas verticales totales	N_{qv}	-0,211	-0,210	kN/m
Fuerza normal debida a la presión lateral	N_{qh}	-1,405	-1,414	kN/m
Fuerza normal debida a la reacción de la presión del lecho	N_{qh}^*	-1,708	-2,135	kN/m
Fuerza normal debida a la reacción de la presión del lecho (relleno del agua)	N_{qw}^*	-0,042	-0,093	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	0,302	0,302	kN/m
Fuerza normal debida al nivel freático hasta la clave	N_{pa1}	0,000	0,000	kN/m
Fuerzas totales normales	ΣN	70,493	62,927	kN/m
Total sin presión interna/externa	ΣN_{sonst}	-3,071	-3,558	kN/m
Total sin sección llena y sin presión	$\Sigma N'$	-3,331	-3,766	kN/m

1.2.6. Caso de carga a corto plazo

1.2.6.1. prueba de tensión

Coefficiente de superposición de tensiones:	Z	1,20	[-]
Relación de deflexión:	η	2,96	[-]
Presión interior resultante ($p_l - p_w$):	$p_{l,\text{res}}$	5,30	bar

Valor característico de la tensión en sentido circunferencial:	σ_{RZ}	23,0	N/mm ²
--	---------------	------	-------------------

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

Interior:		clave	generatriz sobre el diámetro horizontal del tubo	base	
Tensiones debidas a carga externa	σ_a	3,005	-3,460	3,331	N/mm ²
Coefficiente de seguridad para carga externa, tensión por flexión:	$Y_{BZ,a}$	7,654	---	6,906	[-]
Coefficiente de seguridad para carga externa, compresión por flexión:	$Y_{BD,a}$	---	6,648	---	[-]
Tensiones debidas a presión interna	σ_i	3,934	3,934	3,934	N/mm ²
Coefficiente de seguridad por presión interna	Y_i	5,847	5,847	5,847	[-]
Factor de reducción de acuerdo a Netzer/Pattis	n	0,717	0,697	0,702	[-]
Tensión por cálculo de superposición	σ_{res}	4,974	0,330	5,098	N/mm ²
Coefficiente de seguridad para cálculo de superposición, tensión por flexión:	$Y_{BZ,\text{res}}$	4,624	69,635	4,512	[-]
Coefficiente de seguridad para cálculos de superposición, compresión por flexión:	$Y_{BD,\text{res}}$	---	---	---	[-]
Tensión de tracción por flexión a ser considerada	$\sigma_{RBZ,\text{res}}$	23,00	23,00	23,00	N/mm ²
Tensión de compresión por flexión a ser considerada	$\sigma_{RBD,\text{res}}$	23,00	23,00	23,00	N/mm ²

Exterior:		clave	generatriz sobre el diámetro horizontal del tubo	base	
Tensiones debidas a carga externa	σ_a	-3,050	2,379	-3,377	N/mm ²
Coefficiente de seguridad para carga externa, tensión por flexión:	$Y_{BZ,a}$	---	9,668	---	[-]
Coefficiente de seguridad por carga externa, compresión por flexión:	$Y_{BD,a}$	7,541	---	6,811	[-]
Tensiones debidas a presión interna	σ_i	3,934	3,934	3,934	N/mm ²
Coefficiente de seguridad por presión interna	Y_i	5,847	5,847	5,847	[-]
Factor de reducción de acuerdo a Netzer/Pattis	n	0,715	0,757	0,700	[-]
Tensión por cálculo de superposición	σ_{res}	0,632	4,780	0,390	N/mm ²
Coefficiente de seguridad para cálculo de superposición, tensión por flexión:	$Y_{BZ,res}$	36,410	4,812	59,001	[-]
Coefficiente de seguridad para cálculos de superposición, compresión por flexión:	$Y_{BD,res}$	---	---	---	[-]
Tensión de tracción por flexión a ser considerada	$\sigma_{RBZ,res}$	23,00	23,00	23,00	N/mm ²
Tensión de compresión por flexión a ser considerada	$\sigma_{RBD,res}$	23,00	23,00	23,00	N/mm ²

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

1.2.6.2. Prueba de deformación

Modo de cálculo:		lineal			
Relación:		$l/(A \cdot \text{rm}^2)$		0,00133	[-]
Relación ' $l/(A \cdot \text{rm}^2) \cdot \kappa_q$ ':		$l/(A \cdot \text{rm}^2) \cdot \kappa_q$		0,00133	[-]
		q_v	q_h	q_h^*	
Coefficiente de deflexión para momentos de deflexión	c_v	-0,0893	0,0833	0,0640	[-]
Coefficiente de deflexión por fuerzas normales	c_{N_v}	-0,6830	-0,6810	-0,2470	[-]
Coefficiente de deflexión por fuerzas laterales	c_{Q_v}	-0,3590	0,3350	0,2430	[-]
Coefficiente resultante de deformación	c'_v	-0,0915	0,0836	0,0646	[-]
Cambio del diámetro vertical:		Δd_v		4,04	mm
Cambio del diámetro horizontal:		Δd_h		3,81	mm
Deformación vertical relativa:		δ_v		1,36	%
Deflexión admisible:		zul δ_v		6,00	%

La deflexión determinada es menor que la deflexión permitida.

1.2.6.3. Prueba de estabilidad (lineal):

Carga vertical total:	q_v	52,75	kN/m ²
Factor de reducción de carga de colapso por cargas de suelo/tráfico:	κ_{v2}	0,86	[-]
Carga vertical total crítica:	krit q_v	962,8	kN/m ²

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

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

Coefficiente de seguridad de estabilidad:	Y	18,25	[-]
Coefficiente global de seguridad requerido, fallo por inestabilidad:	erf Y _{stab}	2,00	[-]

Los coeficientes de seguridad al pandeo determinados son suficientes.

1.2.7. Caso de carga a largo plazo

1.2.7.1. prueba de tensión

Coefficiente de superposición de tensiones:	Z	5,49	[-]
Relación de deflexión:	η	3,77	[-]
Presión interior resultante (pI - pW):	pI _{res}	4,79	bar

Valor característico de la tensión en sentido circunferencial:	σ _{RZ}	17,5	N/mm ²
--	-----------------	------	-------------------

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

Interior:		clave	generatriz sobre el diámetro horizontal del tubo	base	
Tensiones debidas a carga externa	σ _a	2,554	-2,974	2,879	N/mm ²
Coefficiente de seguridad para carga externa, tensión por flexión:	Y _{BZ,a}	8,199	---	7,275	[-]
Coefficiente de seguridad por carga externa, compresión por flexión:	Y _{BD,a}	---	7,042	---	[-]
Tensiones debidas a presión interna	σ _i	3,555	3,555	3,555	N/mm ²
Coefficiente de seguridad por presión interna	Y _i	4,922	4,922	4,922	[-]
Tensión de tracción por flexión a ser considerada	σ _{RBZ,res}	18,94	-0,12	19,04	N/mm ²
Tensión de compresión por flexión a ser considerada	σ _{RBD,res}	18,94	-0,12	19,04	N/mm ²
Exterior:		clave	generatriz sobre el diámetro horizontal del tubo	base	
Tensiones debidas a carga externa	σ _a	-2,686	1,936	-3,012	N/mm ²
Coefficiente de seguridad para carga externa, tensión por flexión:	Y _{BZ,a}	---	10,821	---	[-]
Coefficiente de seguridad por carga externa, compresión por flexión:	Y _{BD,a}	7,798	---	6,954	[-]
Tensiones debidas a presión interna	σ _i	3,555	3,555	3,555	N/mm ²
Coefficiente de seguridad por presión interna	Y _i	4,922	4,922	4,922	[-]
Tensión de tracción por flexión a ser considerada	σ _{RBZ,res}	6,86	18,71	-1,58	N/mm ²
Tensión de compresión por flexión a ser considerada	σ _{RBD,res}	6,86	18,71	-1,58	N/mm ²

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

1.2.7.2. Prueba de deformación

Modo de cálculo:	lineal	
Relación:	$I/(A \cdot \text{rm}^2)$	0,00133 [-]
Relación ' $I/(A \cdot \text{rm}^2) \cdot \kappa_q$ ':	$I/(A \cdot \text{rm}^2) \cdot \kappa_q$	0,00133 [-]

	c_v	q_v	q_h	q_h^*	
Coefficiente de deflexión para momentos de deflexión		-0,0893	0,0833	0,0640	[-]
Coefficiente de deflexión por fuerzas normales	c_{N_v}	-0,6830	-0,6810	-0,2470	[-]
Coefficiente de deflexión por fuerzas laterales	c_{Q_v}	-0,3590	0,3350	0,2430	[-]
Coefficiente resultante de deformación	c'_v	-0,0915	0,0836	0,0646	[-]

Cambio del diámetro vertical:	Δd_v	5,13	mm
Cambio del diámetro horizontal:	Δd_h	4,77	mm

Deformación vertical relativa:	$\bar{\delta}_v$	1,73	%
Deflexión admisible:	zul $\bar{\delta}_v$	6,00	%

La deflexión determinada es menor que la deflexión permitida.

1.2.7.3. Prueba de estabilidad (lineal):

Carga vertical total:	q_v	52,54	kN/m ²
Factor de reducción de carga de colapso por cargas de suelo/tráfico:	κ_{v2}	0,86	[-]
Carga vertical total crítica:	krit q_v	798,5	kN/m ²

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

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

Coefficiente de seguridad de estabilidad:	γ	15,20	[-]
Coefficiente global de seguridad requerido, fallo por inestabilidad:	erf γ_{stab}	2,00	[-]

Los coeficientes de seguridad al pandeo determinados son suficientes.

Todas las pruebas necesarias son correctas.

Proyecto de infraestructuras hidráulicas urbanas en el barrio La Viña, termino municipal de Lorca (Murcia): Red distribución de agua potable

ANEJO N° 6: JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS

Curso: 2014/2015
Universidad Politécnica de Valencia (UPV)
Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos (ETSICCP)
Grado en Ingeniería Civil
Tutor: José Ferrer Polo
Cotutor: Daniel Aguado García
Autora: Alba Traver Gual



Proyecto de infraestructuras hidráulicas urbanas en el barrio La Viña, termino municipal de Lorca (Murcia): Red distribución de agua potable

Índice

1. Introducción	3
2. Coeficientes de costes indirectos	3
2.1. Método de cálculo	
2.2. Cálculo del coeficiente K de costes indirectos	
3. Justificación de precios	5

Proyecto de infraestructuras hidráulicas urbanas en el barrio La Viña, termino municipal de Lorca (Murcia): Red distribución de agua potable

1. Introducción

El objeto del presente anejo es la justificación detallada de los precios resultantes para cada una de las unidades de obra incluidas en el Cuadro de Precios N 1 del documento del presupuesto.

Para la determinación del precio se obtienen los costes directos, que son los que se producen en la obra o fuera de ella, y los costes indirectos. La suma de ambos costes para cada unidad nos proporcionan el precio unitario de la unidad.

Los costes directos comprenden los materiales, la maquinaria y la mano de obra que intervienen directamente en la ejecución de la obra. A estos costes se les aplicará el coeficiente de costes indirectos para obtener el precio unitario de la unidad de obra.

Los precios de materiales se han obtenido de catálogos de empresas del sector. Los precios de mano de obra y maquinaria utilizados se han obtenido de la base de datos de la página web www.generadordeprecios.info de CYPE Ingenieros, S.A.

2. Coeficiente de costes indirectos

2.1. Método de cálculo

Según la O.M de 12 de Junio de 1968, cada precio se obtiene mediante la aplicación de la siguiente expresión:

$$P = \left(\frac{1+k}{100} \right) \times Cd$$

donde:

P: Precio de ejecución material

K: Coeficiente de costes indirectos

Cd: Coste directo de la unidad de obra

2.2. Cálculo del coeficiente K de costes indirectos

El coeficiente K viene dado por la expresión:

$$K = K1 + K2$$

donde:

K1: Coeficiente de imprevistos cuyo valor es igual a 1 cuando se trata de obras terrestres.

K2: Porcentaje resultante de la relación entre costes indirectos de instalaciones y personal, y los costes directos. Este sumando está limitado por Ley a un máximo de 5%.

$$K2 = \left(\frac{Ci}{Cd} \right) \times 100$$

donde:

Ci: Coste indirecto de la obra

Cd: Coste directo de la obra

Proyecto de infraestructuras hidráulicas urbanas en el barrio La Viña, termino municipal de Lorca (Murcia): Red distribución de agua potable

Puesto que se prevé una duración de la obra de 3-4 meses, estimandose los siguientes costes indirectos:

	Plazo de ejecución	(€/mes)	€
Personal Técnico y Administrativo	3.5	1,590.00	5,565.00
Instalaciones auxiliares	3.5	3,100.00	10,850.00
		TOTAL	16,414.00

Aplicando a las unidades de obra del proyecto los costes directos, se estima un presupuesto total de la obra, sin tener en cuenta los costes indirectos previstos, de 320,000 €.

De esta forma se tiene:

$$K2 = \left(\frac{16414}{3290000} \right) \times 100 = 5\%$$

Por lo tanto:

$$K = 5 + 1 = 6\%$$

Porcentaje de costes indirectos que se aplica en los precios para obtener el precio total.

3. Justificación de precios

CUADRO DE DESCOMPUESTOS

CÓDIGO	CANTIDAD UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
--------	-------------	---------	--------	----------	---------

CAPÍTULO 01 MOVIMIENTO DE TIERRAS

E01	M3	EXCAVACIÓN DE ZANJA EN CUALQUIER TIPO DE TERRENO			
		M3 EXCAVACIÓN DE ZANJA EN CUALQUIER TIPO DE TERRENO, CON EQUIPOS MECÁNICOS, CARGA Y TRANSPORTE A VERTEDERO			
P01	0.332 h	RETROEXCAVADORA HIDRÁULICA SOBRE NEUMÁTICOS DE 115 KW	48.42	16.08	
P02	0.232 h	OFICIAL 2ª CONSTRUCCIÓN	15.92	3.69	
%CI	6.000 %	CI	19.80	1.19	
TOTAL PARTIDA.....					20.96

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de VEINTE EUROS con NOVENTA Y SEIS CÉNTIMOS

E02	M3	CAMA DE ARENA LAVADA			
		M3 CAMA DE ARENA LAVADA, INCLUSO TRANSPORTE, VERTIDO EN ZANJA, COMPACTACIÓN Y CONTROL DE LA COMPACTACIÓN			
P03	1.400 M3	ARENA 0/6 TRITURADA	9.71	13.59	
P04	0.101 h	DUMPER DESCARGA FRONTAL DE 2T CARGA ÚTIL	9.25	0.93	
P05	0.040 h	OFICIAL 1ª CONSTRUCCIÓN	17.24	0.69	
P06	0.150 h	OFICIAL 2ª CONSTRUCCIÓN	15.92	2.39	
P07	0.151 h	BANDEJA VIBRANTE DE GUIADO MANUAL	6.38	0.96	
%CI	6.000 %	CI	18.60	1.12	
TOTAL PARTIDA.....					19.68

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DIECINUEVE EUROS con SESENTA Y OCHO CÉNTIMOS

E03	M3	RELLENO DE ZANJA CON MATERIAL			
		M3 RELLENO DE ZANJA CON MATERIAL DE PRESTAMO, INCLUSO TRANSPORTE, VERTIDO EN ZANJA, COMPACTACIÓN Y CONTROL DE LA COMPACTACIÓN			
P08	1.200 M3	MATERIAL DE PRESTAMO	5.16	6.19	
P09	0.010 h	PALA CARGADORA 120KW	40.13	0.40	
P10	0.040 h	OFICIAL 1ª CONSTRUCCIÓN	17.24	0.69	
P11	0.150 h	OFICIAL 2ª CONSTRUCCIÓN	15.92	2.39	
P12	0.100 h	BANDEJA VIBRANTE DE GUIADO MANUAL	6.38	0.64	
%CI	6.000 %	CI	10.30	0.62	
TOTAL PARTIDA.....					10.93

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DIEZ EUROS con NOVENTA Y TRES CÉNTIMOS

CUADRO DE DESCOMPUESTOS

CÓDIGO CANTIDAD UD RESUMEN PRECIO SUBTOTAL IMPORTE

CAPÍTULO 02 MATERIALES

E04	ML	TUBERÍA PE100 BANDA AZUL CON PN10 Y DN90		
		ML TUBERÍA PE100 BANDA AZUL CON PN10 Y DN90, INCLUSO REDUCCIÓN, TRANSPORTE, COLOCACIÓN, SOLDADURA POR ELECTROFUSIÓN Y PRUEBA		
P13	1.000 ML	TUBERÍA PE100 BANDA AZUL CON PN10 Y DN90	3.77	3.77
P14	0.022 h	CAMIÓN DE GRÚA DE HASTA 6TON	50.01	1.10
P15	0.150 h	OFICIAL 1ª FONTANERO	17.82	2.67
P16	0.150 h	AYUDANTE FONTANERO	16.10	2.42
%CI	6.000 %	CI	10.00	0.60

TOTAL PARTIDA..... 10.56

Asciede el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DIEZ EUROS con CINCUENTA Y SEIS CÉNTIMOS

E05	ML	TUBERÍA PE100 BANDA AZUL CON PN10 Y DN110		
		ML TUBERÍA PE100 BANDA AZUL CON PN10 Y DN110, INCLUSO REDUCCIÓN, TRANSPORTE, COLOCACIÓN, SOLDADURA POR ELECTROFUSIÓN Y PRUEBA		
P17	1.000 ML	TUBERÍA PE100 BANDA AZUL CON PN10 Y DN110	5.45	5.45
P18	0.022 h	CAMIÓN GRÚA DE HASTA 6TON	50.01	1.10
P19	0.150 h	OFICIAL 1ª FONTANERO	17.82	2.67
P20	0.150 h	AYUDANTE FONTANERO	16.10	2.42
%CI	6.000 %	CI	11.60	0.70

TOTAL PARTIDA..... 12.34

Asciede el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DOCE EUROS con TREINTA Y CUATRO CÉNTIMOS

E06	ML	TUBERÍA PE100 BANDA AZUL CON PN10 Y DN125		
		ML TUBERÍA PE100 BANDA AZUL CON PN10 Y DN125, INCLUSO REDUCCIÓN, TRANSPORTE, COLOCACIÓN, SOLDADURA POR ELECTROFUSIÓN Y PRUEBA		
P21	1.000 ML	TUBERÍA PE100 BANDA AZUL CON PN10 Y DN125	7.03	7.03
P22	0.022 h	CAMIÓN GRÚA DE HASTA 6TON	50.01	1.10
P23	0.150 h	OFICIAL 1ª FONTANERO	17.82	2.67
P24	0.150 h	AYUDANTE FONTANERO	16.10	2.42
%CI	6.000 %	CI	13.20	0.79

TOTAL PARTIDA..... 14.01

Asciede el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CATORCE EUROS con UN CÉNTIMOS

E07	ML	TUBERÍA PE100 BANDA AZUL CON PN10 Y DN160		
		ML TUBERÍA PE100 BANDA AZUL CON PN10 Y DN160, INCLUSO REDUCCIÓN, TRANSPORTE, COLOCACIÓN, SOLDADURA POR ELECTROFUSIÓN Y PRUEBA		
P25	1.000 ML	TUBERÍA PE100 BANDA AZUL CON PN10 Y DN160	11.28	11.28
P26	0.022 h	CAMIÓN GRÚA DE HASTA 6TON	50.01	1.10
P27	0.150 h	OFICIAL 1ª FONTANERO	17.82	2.67
P28	0.150 h	AYUDANTE FONTANERO	16.10	2.42
%CI	6.000 %	CI	17.50	1.05

TOTAL PARTIDA..... 18.52

Asciede el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DIECIOCHO EUROS con CINCUENTA Y DOS CÉNTIMOS

E08	ML	TUBERÍA PE100 BANDA AZUL CON PN10 Y DN180		
		ML TUBERÍA PE100 BANDA AZUL CON PN10 Y DN90, INCLUSO REDUCCIÓN, TRANSPORTE, COLOCACIÓN, SOLDADURA POR ELECTROFUSIÓN Y PRUEBA		
P29	1.000 ML	TUBERÍA PE100 BANDA AZUL CON PN10 Y DN180	14.58	14.58
P30	0.022 h	CAMIÓN GRÚA DE HASTA 6TON	50.01	1.10
P31	0.150 h	OFICIAL 1ª FONTANERO	17.82	2.67
P32	0.150 h	AYUDANTE FONTANERO	16.10	2.42
%CI	6.000 %	CI	20.80	1.25

TOTAL PARTIDA..... 22.02

Asciede el precio total de la partida a la mencionada cantidad de VEINTIDOS EUROS con DOS CÉNTIMOS

CUADRO DE DESCOMPUESTOS

CÓDIGO	CANTIDAD	UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
E09		ML	TUBERÍA PE100 BANDA AZUL CON PN10 Y DN200			
			ML TUBERÍA PE100 BANDA AZUL CON PN10 Y DN200, INCLUSO REDUCCIÓN, TRANSPORTE, COLOCACIÓN, SOLDADURA POR ELECTROFUSIÓN Y PRUEBA			
P33	1.000	ML	TUBERÍA PE100 BANDA AZUL CON PN10 Y DN200	17.58	17.58	
P34	0.022	h	CAMIÓN GRÚA DE HASTA 6TON	50.01	1.10	
P35	0.150	h	OFICIAL 1ª FONTANERO	17.82	2.67	
P36	0.150	h	AYUDANTE FONTANERO	16.10	2.42	
%CI	6.000	%	CI	23.80	1.43	

TOTAL PARTIDA..... 25.20

Asciede el precio total de la partida a la mencionada cantidad de VEINTICINCO EUROS con VEINTE CÉNTIMOS

E10		ML	TUBERÍA PE100 BANDA AZUL CON PN10 Y DN225			
			ML TUBERÍA PE100 BANDA AZUL CON PN10 Y DN225, INCLUSO REDUCCIÓN, TRANSPORTE, COLOCACIÓN, SOLDADURA POR ELECTROFUSIÓN Y PRUEBA			
P37	1.000	ML	TUBERÍA PE100 BANDA AZUL CON PN10 Y DN225	22.40	22.40	
P38	0.022	h	CAMIÓN GRÚA DE HASTA 6TON	50.01	1.10	
P39	0.150	h	OFICIAL 1ª FONTANERO	17.82	2.67	
P40	0.150	h	AYUDANTE FONTANERO	16.10	2.42	
%CI	6.000	%	CI	28.60	1.72	

TOTAL PARTIDA..... 30.31

Asciede el precio total de la partida a la mencionada cantidad de TREINTA EUROS con TREINTA Y UN CÉNTIMOS

E11		ML	TUBERÍA PE100 BANDA AZUL CON PN10 Y DN250			
			ML TUBERÍA PE100 BANDA AZUL CON PN10 Y DN250, INCLUSO REDUCCIÓN, TRANSPORTE, COLOCACIÓN, SOLDADURA POR ELECTROFUSIÓN Y PRUEBA			
P41	1.000	ML	TUBERÍA PE100 BANDA AZUL CON PN10 Y DN250	27.50	27.50	
P42	0.022	h	CAMIÓN GRÚA DE HASTA 6TON	50.01	1.10	
P43	0.150	h	OFICIAL 1ª FONTANERO	17.82	2.67	
P44	0.150	h	AYUDANTE FONTANERO	16.10	2.42	
%CI	6.000	%	CI	33.70	2.02	

TOTAL PARTIDA..... 35.71

Asciede el precio total de la partida a la mencionada cantidad de TREINTA Y CINCO EUROS con SETENTA Y UN CÉNTIMOS

E12		ML	TUBERÍA PE100 BANDA AZUL CON PN10 Y DN280			
			ML TUBERÍA PE100 BANDA AZUL CON PN10 Y DN280, INCLUSO REDUCCIÓN, TRANSPORTE, COLOCACIÓN, SOLDADURA POR ELECTROFUSIÓN Y PRUEBA			
P45	1.000	ML	TUBERÍA PE100 BANDA AZUL CON PN10 Y DN280	34.94	34.94	
P46	0.022	h	CAMIÓN GRÚA DE HASTA 6TON	50.01	1.10	
P47	0.150	h	OFICIAL 1ª FONTANERO	17.82	2.67	
P48	0.150	h	AYUDANTE FONTANERO	16.10	2.42	
%CI	6.000	%	CI	41.10	2.47	

TOTAL PARTIDA..... 43.60

Asciede el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CUARENTA Y TRES EUROS con SESENTA CÉNTIMOS

E13		ML	TUBERÍA PE100 BANDA AZUL CON PN10 Y DN315			
			ML TUBERÍA PE100 BANDA AZUL CON PN10 Y DN315, INCLUSO REDUCCIÓN, TRANSPORTE, COLOCACIÓN, SOLDADURA POR ELECTROFUSIÓN Y PRUEBA			
P49	1.000	ML	TUBERÍA PE100 BANDA AZUL CON PN10 Y DN315	44.13	44.13	
P50	0.022	h	CAMIÓN GRÚA DE HASTA 6TON	50.01	1.10	
P51	0.150	h	OFICIAL 1ª FONTANERO	17.82	2.67	
P52	0.150	h	AYUDANTE FONTANERO	16.10	2.42	
%CI	6.000	%	CI	50.30	3.02	

TOTAL PARTIDA..... 53.34

Asciede el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CINCUENTA Y TRES EUROS con TREINTA Y CUATRO CÉNTIMOS

CUADRO DE DESCOMPUESTOS

CÓDIGO	CANTIDAD UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
--------	-------------	---------	--------	----------	---------

CAPÍTULO 03 ACCESORIOS

E14	U	HIDRANTE TIPO 100 U HIDRANTE ENTERRADO DOBLE SALIDA DE COLUMNA SECA DN100 Y PN16, INCLUIDO TRANSPORTE, COLOCACIÓN, UNIÓN Y PRUEBA			
P53	1.000 U	HIDRANTE TIPO 100 ENTERRADO DOBLE SALIDA DE COLUMNA SECA	507.50	507.50	
P54	0.450 h	OFICIAL 1ª FONTANERO	17.82	8.02	
P55	0.450 h	AYUDANTE FONTANERO	16.10	7.25	
%CI	6.000 %	CI	522.80	31.37	
TOTAL PARTIDA.....					554.14

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de QUINIENTOS CINCUENTA Y CUATRO EUROS con CATORCE CÉNTIMOS

E15	U	VÁLVULA DE CORTE DN90 U VÁLVULA DE CORTE DE COMPUERTA PARA DN90, INCLUSO TRANSPORTE, COLOCACIÓN, UNIÓN Y PRUEBA.			
P56	1.000 U	VÁLVULA DE CORTE DE COMPUERTA DN90 CON REDUCTOR MANUAL	1,324.00	1,324.00	
P57	0.600 h	OFICIAL 1ª FONTANERO	17.82	10.69	
P58	0.600 h	AYUDANTE FONTANERO	16.10	9.66	
%CI	6.000 %	CI	1,344.40	80.66	
TOTAL PARTIDA.....					1,425.01

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de MIL CUATROCIENTOS VEINTICINCO EUROS con UN CÉNTIMOS

E16	U	VÁLVULA DE CORTE DN110 U VÁLVULA DE CORTE DE COMPUERTA PARA D110, INCLUSO TRANSPORTE, COLOCACIÓN, UNIÓN Y PRUEBA.			
P59	1.000 U	VÁLVULA DE CORTE DE COMPUERTA DN110 CON REDUCTOR MANUAL	1,374.00	1,374.00	
P60	0.600 h	OFICIAL 1ª FONTANERO	17.82	10.69	
P61	0.600 h	AYUDANTE FONTANERO	16.10	9.66	
%CI	6.000 %	CI	1,394.40	83.66	
TOTAL PARTIDA.....					1,478.01

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de MIL CUATROCIENTOS SETENTA Y OCHO EUROS con UN CÉNTIMOS

E17	U	VÁLVULA DE CORTE DN125 U VÁLVULA DE CORTE DE COMPUERTA PARA DN125, INCLUSO TRANSPORTE, COLOCACIÓN, UNIÓN Y PRUEBA.			
P62	1.000 U	VÁLVULA DE CORTE DE COMPUERTA DN125 CON REDUCTOR MANUAL	1,553.00	1,553.00	
P63	0.600 h	OFICIAL 1ª FONTANERO	17.82	10.69	
P64	0.600 h	AYUDANTE FONTANERO	16.10	9.66	
%CI	6.000 %	CI	1,573.40	94.40	
TOTAL PARTIDA.....					1,667.75

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de MIL SEISCIENTOS SESENTA Y SIETE EUROS con SETENTA Y CINCO CÉNTIMOS

E18	U	VÁLVULA DE CORTE DN160 U VÁLVULA DE CORTE DE COMPUERTA PARA DN160, INCLUSO TRANSPORTE, COLOCACIÓN, UNIÓN Y PRUEBA.			
P65	1.000 U	VÁLVULA DE CORTE DE COMPUERTA DN160 CON REDUCTOR MANUAL	1,624.00	1,624.00	
P66	0.600 h	OFICIAL 1ª FONTANERO	17.82	10.69	
P67	0.600 h	AYUDANTE FONTANERO	16.10	9.66	
%CI	6.000 %	CI	1,644.40	98.66	
TOTAL PARTIDA.....					1,743.01

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de MIL SETECIENTOS CUARENTA Y TRES EUROS con UN CÉNTIMOS

CUADRO DE DESCOMPUESTOS

CÓDIGO	CANTIDAD	UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
E19		U	VÁLVULA DE CORTE DN180 U VÁLVULA DE CORTE DE COMPUERTA PARA DN180, INCLUSO TRANSPORTE, COLOCACIÓN, UNIÓN Y PRUEBA.			
P68	1.000	U	VÁLVULA DE CORTE DE COMPUERTA DN180 CON REDUCTOR MANUAL	1,685.00	1,685.00	
P69	0.600	h	OFICIAL 1ª FONTANERO	17.82	10.69	
P70	0.600	h	AYUDANTE FONTANERO	16.10	9.66	
%CI	6.000	%	CI	1,705.40	102.32	

TOTAL PARTIDA..... 1,807.67

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de MIL OCHOCIENTOS SIETE EUROS con SESENTA Y SIETE CÉNTIMOS

E20		U	VÁLVULA DE CORTE DN200 U VÁLVULA DE CORTE DE COMPUERTA PARA DN200, INCLUSO TRANSPORTE, COLOCACIÓN, UNIÓN Y PRUEBA.			
P71	1.000	U	VÁLVULA DE CORTE DE COMPUERTA DN200 CON REDUCTOR MANUAL	1,735.00	1,735.00	
P72	0.600	h	OFICIAL 1ª FONTANERO	17.82	10.69	
P73	0.600	h	AYUDANTE FONTANERO	16.10	9.66	
%CI	6.000	%	CI	1,755.40	105.32	

TOTAL PARTIDA..... 1,860.67

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de MIL OCHOCIENTOS SESENTA EUROS con SESENTA Y SIETE CÉNTIMOS

E21		U	VÁLVULA DE CORTE DN225 U VÁLVULA DE CORTE DE COMPUERTA PARA DN225, INCLUSO TRANSPORTE, COLOCACIÓN, UNIÓN Y PRUEBA.			
P74	1.000	U	VÁLVULA DE CORTE DE COMPUERTA DN225 CON REDUCTOR MANUAL	2,670.00	2,670.00	
P75	0.600	h	OFICIAL 1ª FONTANERO	17.82	10.69	
P76	0.600	h	AYUDANTE FONTANERO	16.10	9.66	
%CI	6.000	%	CI	2,690.40	161.42	

TOTAL PARTIDA..... 2,851.77

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DOS MIL OCHOCIENTOS CINCUENTA Y UN EUROS con SETENTA Y SIETE CÉNTIMOS

E22		U	VÁLVULA DE CORTE DN250 U VÁLVULA DE CORTE DE COMPUERTA PARA DN250, INCLUSO TRANSPORTE, COLOCACIÓN, UNIÓN Y PRUEBA.			
P77	1.000	U	VÁLVULA DE CORTE DE COMPUERTA DN250 CON REDUCTOR MANUAL	2,834.00	2,834.00	
P78	0.600	h	OFICIAL 1ª FONTANERO	17.82	10.69	
P79	0.600	h	AYUDANTE FONTARENO	16.10	9.66	
%CI	6.000	%	CI	2,854.40	171.26	

TOTAL PARTIDA..... 3,025.61

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de TRES MIL VEINTICINCO EUROS con SESENTA Y UN CÉNTIMOS

E23		U	VÁLVULA DE CORTE DN280 U VÁLVULA DE CORTE DE COMPUERTA PARA DN280, INCLUSO TRANSPORTE, COLOCACIÓN, UNIÓN Y PRUEBA.			
P80	1.000	U	VÁLVULA DE CORTE DE COMPUERTA DN280 CON REDUCTOR MANUAL	2,980.00	2,980.00	
P81	0.600	h	OFICIAL 1ª FONTANERO	17.82	10.69	
P82	0.600	h	AYUDANTE FONTANERO	16.10	9.66	
%CI	6.000	%	CI	3,000.40	180.02	

TOTAL PARTIDA..... 3,180.37

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de TRES MIL CIENTO OCHENTA EUROS con TREINTA Y SIETE CÉNTIMOS

E24		U	VENTOSA PARA CUALQUIER DIÁMETRO U VENTOSA PARA CUALQUIER DIÁMETRO, INCLUIDO TRANSPORTE, COLOCACIÓN, UNIÓN Y PRUEBA.			
P83	1.000	U	VÁLVULA DE VENTOSA TRIFUNCIONAL O DOBLE EFECTO	2,357.60	2,357.60	
P84	0.450	h	OFICIAL 1ª FONTANERO	17.82	8.02	
P85	0.450	h	AYUDANTE FONTANERO	16.10	7.25	
%CI	6.000	%	CI	2,372.90	142.37	

TOTAL PARTIDA..... 2,515.24

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DOS MIL QUINIENTOS QUINCE EUROS con VEINTICUATRO CÉNTIMOS

CUADRO DE DESCOMPUESTOS

CÓDIGO	CANTIDAD UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
E25	U	CODO DE POLIETILENO DN90			
		U CODO DE POLIETILENO DN 90 DE CUALQUIER ÁNGULO, INCLUIDO TRANSPORTE, COLOCACIÓN, SOLDADURA Y PRUEBA			
P86	1.000 U	CODO DE POLIETILENO DN90	64.26	64.26	
P87	0.300 h	OFICIAL 1ª FONTANERO	17.82	5.35	
P88	0.300 h	AYUDANTE FONTANERO	16.10	4.83	
%CI	6.000 %	CI	74.40	4.46	

TOTAL PARTIDA..... 78.90

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de SETENTA Y OCHO EUROS con NOVENTA CÉNTIMOS

E26	U	CODO DE POLIETILENO DN110			
		U CODO DE POLIETILENO DN 110 DE CUALQUIER ÁNGULO, INCLUIDO TRANSPORTE, COLOCACIÓN, SOLDADURA Y PRUEBA			
P89	1.000 U	CODO DE POLIETILENO DN110	89.56	89.56	
P90	0.300 h	OFICIAL 1ª FONTANERO	17.82	5.35	
P91	0.300 h	AYUDANTE FONTANERO	16.10	4.83	
%CI	6.000 %	CI	99.70	5.98	

TOTAL PARTIDA..... 105.72

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CIENTO CINCO EUROS con SETENTA Y DOS CÉNTIMOS

E27	U	CODO DE POLIETILENO DN125			
		U CODO DE POLIETILENO DN 125 DE CUALQUIER ÁNGULO, INCLUIDO TRANSPORTE, COLOCACIÓN, SOLDADURA Y PRUEBA			
P92	1.000 U	CODO DE POLIETILENO DN125	102.58	102.58	
P93	0.300 h	OFICIAL 1ª FONTANERO	17.82	5.35	
P94	0.300 h	AYUDANTE FONTANERO	16.10	4.83	
%CI	6.000 %	CI	112.80	6.77	

TOTAL PARTIDA..... 119.53

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CIENTO DIECINUEVE EUROS con CINCUENTA Y TRES CÉNTIMOS

E28	U	CODO DE POLIETILENO DN160			
		U CODO DE POLIETILENO DN 160 DE CUALQUIER ÁNGULO, INCLUIDO TRANSPORTE, COLOCACIÓN, SOLDADURA Y PRUEBA			
P95	1.000 U	CODO DE POLIETILENO DN160	137.09	137.09	
P96	0.300 h	OFICIAL 1ª FONTANERO	17.82	5.35	
P97	0.300 h	AYUDANTE FONTANERO	16.10	4.83	
%CI	6.000 %	CI	147.30	8.84	

TOTAL PARTIDA..... 156.11

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CIENTO CINCUENTA Y SEIS EUROS con ONCE CÉNTIMOS

E29	U	"T" DE POLIETILENO DN90			
		U "T" DE POLIETILENO DN 90, INCLUIDO TRANSPORTE, COLOCACIÓN, SOLDADURA Y PRUEBA.			
P98	1.000 U	"T" DE POLIETILENO DN90	69.79	69.79	
P99	0.600 h	OFICIAL 1ª FONTANERO	17.82	10.69	
P001	0.600 h	AYUDANTE FONTANERO	16.10	9.66	
%CI	6.000 %	CI	90.10	5.41	

TOTAL PARTIDA..... 95.55

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de NOVENTA Y CINCO EUROS con CINCUENTA Y CINCO CÉNTIMOS

E30	U	"T" DE POLIETILENO DN110			
		U "T" DE POLIETILENO DN 110, INCLUIDO TRANSPORTE, COLOCACIÓN, SOLDADURA Y PRUEBA.			
P002	1.000 U	"T" DE POLIETILENO DN110	77.23	77.23	
P003	0.600 h	OFICIAL 1ª FONTANERO	17.82	10.69	
P004	0.600 h	AYUDANTE FONTANERO	16.10	9.66	
%CI	6.000 %	CI	97.60	5.86	

TOTAL PARTIDA..... 103.44

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CIENTO TRES EUROS con CUARENTA Y CUATRO CÉNTIMOS

CUADRO DE DESCOMPUESTOS

CÓDIGO	CANTIDAD UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
E31	U	"T" DE POLIETILENO DN125			
		U "T" DE POLIETILENO DN 125, INCLUIDO TRANSPORTE, COLOCACIÓN, SOLDADURA Y PRUEBA.			
P005	1.000 U	"T" DE POLIETILENO DN125	101.54	101.54	
P006	0.600 h	OFICIAL 1ª FONTANERO	17.82	10.69	
P007	0.600 h	AYUDANTE FONTANERO	16.10	9.66	
%CI	6.000 %	CI	121.90	7.31	
TOTAL PARTIDA.....					129.20

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CIENTO VEINTINUEVE EUROS con VEINTE CÉNTIMOS

E32	U	"T" DE POLIETILENO DN160			
		U "T" DE POLIETILENO DN 160, INCLUIDO TRANSPORTE, COLOCACIÓN, SOLDADURA Y PRUEBA.			
P008	1.000 U	"T" DE POLIETILENO DN160	127.49	127.49	
P009	0.600 h	OFICIAL 1ª FONTANERO	17.82	10.69	
P010	0.600 h	AYUDANTE FONTANERO	16.10	9.66	
%CI	6.000 %	CI	147.80	8.87	
TOTAL PARTIDA.....					156.71

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CIENTO CINCUENTA Y SEIS EUROS con SETENTA Y UN CÉNTIMOS

E33	U	"T" DE POLIETILENO DN180			
		U "T" DE POLIETILENO DN 180, INCLUIDO TRANSPORTE, COLOCACIÓN, SOLDADURA Y PRUEBA.			
P011	1.000	"T" DE POLIETILENO DN180	152.51	152.51	
P012	0.600	OFICIAL 1ª FONTANERO	17.82	10.69	
P013	0.600	AYUDA FONTANERO	16.10	9.66	
%CI	6.000 %	CI	172.90	10.37	
TOTAL PARTIDA.....					183.23

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CIENTO OCHENTA Y TRES EUROS con VEINTITRES CÉNTIMOS

E34	U	"T" DE POLIETILENO DN200			
		U "T" DE POLIETILENO DN 200, INCLUIDO TRANSPORTE, COLOCACIÓN, SOLDADURA Y PRUEBA.			
P014	1.000	"T" DE POLIETILENO DN200	176.64	176.64	
P015	0.600	OFICIAL 1ª FONTANERO	17.82	10.69	
P016	0.600	AYUDANTE FONTANERO	16.10	9.66	
%CI	6.000 %	CI	197.00	11.82	
TOTAL PARTIDA.....					208.81

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DOSCIENTOS OCHO EUROS con OCHENTA Y UN CÉNTIMOS

E35	U	"T" DE POLIETILENO DN225			
		U "T" DE POLIETILENO DN 225, INCLUIDO TRANSPORTE, COLOCACIÓN, SOLDADURA Y PRUEBA.			
P017	1.000 U	"T" DE POLIETILENO DN225	189.48	189.48	
P018	0.600 h	OFICIAL 1ª FONTANERO	17.82	10.69	
P019	0.600 h	AYUDANTE FONTANERO	16.10	9.66	
%CI	6.000 %	CI	209.80	12.59	
TOTAL PARTIDA.....					222.42

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DOSCIENTOS VEINTIDOS EUROS con CUARENTA Y DOS CÉNTIMOS

E36	U	"T" DE POLIETILENO DN250			
		U "T" DE POLIETILENO DN 250, INCLUIDO TRANSPORTE, COLOCACIÓN, SOLDADURA Y PRUEBA.			
P020	1.000 U	"T" DE POLIETILENO DN250	196.35	196.35	
P021	0.600 h	OFICIAL 1ª FONTANERO	17.82	10.69	
P022	0.600 h	AYUDANTE FONTANERO	16.10	9.66	
%CI	6.000 %	CI	216.70	13.00	
TOTAL PARTIDA.....					229.70

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DOSCIENTOS VEINTINUEVE EUROS con SETENTA CÉNTIMOS

E37	U	"T" DE POLIETILENO DN280			
		U "T" DE POLIETILENO DN 280, INCLUIDO TRANSPORTE, COLOCACIÓN, SOLDADURA Y PRUEBA.			
P023	1.000 U	"T" DE POLIETILENO DN280	215.78	215.78	
P024	0.600 h	OFICIAL 1ª FONTANERO	17.82	10.69	
P025	0.600 h	AYUDANTE FONTANERO	16.10	9.66	
%CI	6.000 %	CI	236.10	14.17	
TOTAL PARTIDA.....					250.30

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DOSCIENTOS CINCUENTA EUROS con TREINTA CÉNTIMOS

CUADRO DE DESCOMPUESTOS

CÓDIGO	CANTIDAD	UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
E38		U	"T" DE POLIETILENO DN315			
			U "T" DE POLIETILENO DN 315, INCLUIDO TRANSPORTE, COLOCACIÓN, SOLDADURA Y PRUEBA.			
P026	1.000		"T" DE POLIETILENO DN315	246.54	246.54	
P027	0.600		OFICIAL 1ª FONTANERO	17.82	10.69	
P028	0.600		AYUDANTE FONTANERO	16.10	9.66	
%CI	6.000	%	CI	266.90	16.01	
TOTAL PARTIDA						282.90

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DOSCIENTOS OCHENTA Y DOS EUROS con NOVENTA CÉNTIMOS

E39		U	ACOMETIDA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA			
			U ACOMETIDA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DESDE LA RED GENERAL DE DIÁMETRO 90-250, A UNA DISTANCIA MÁXIMA DE 5 METROS, Y LLAVE DE COMPUERTA MANUAL EN ARQUETA 55X55X55 CM CON TAPA PVC. INCLUSO ACCESORIOS Y MONTAJE, INSTALADA Y COMPROBADA			
P029	1.000	U	ACOMETIDA DE PE	13.27	13.27	
P030	1.000	U	ARQUETA PREFABRICADA DE POLIPROPENO	95.59	95.59	
P031	1.000	U	TAPA PVC	112.14	112.14	
P032	1.000	U	VÁLVULA DE ESFERA	153.54	153.54	
P033	0.600	h	COMPRESOR PORTÁTIL ELÉCTRICO 5M3/MIN DE CAUDAL	6.88	4.13	
P034	0.600	h	MARTILLO NEUMÁTICO	4.07	2.44	
P035	2.050	h	OFICIAL 1ª CONSTRUCCIÓN	17.24	35.34	
P036	1.980	h	OFICIAL 2ª CONSTRUCCIÓN	15.92	31.52	
P037	6.350	h	OFICIAL 1ª FONTANERO	17.82	113.16	
P038	3.180	h	AYUDANTE FONTANERO	16.10	51.20	
%CI	6.000	%	CI	612.30	36.74	
TOTAL PARTIDA						649.07

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de SEISCIENTOS CUARENTA Y NUEVE EUROS con SIETE CÉNTIMOS



Proyecto de infraestructuras hidráulicas urbanas en el barrio La Viña, termino municipal de Lorca (Murcia) : Red distribución de agua potable

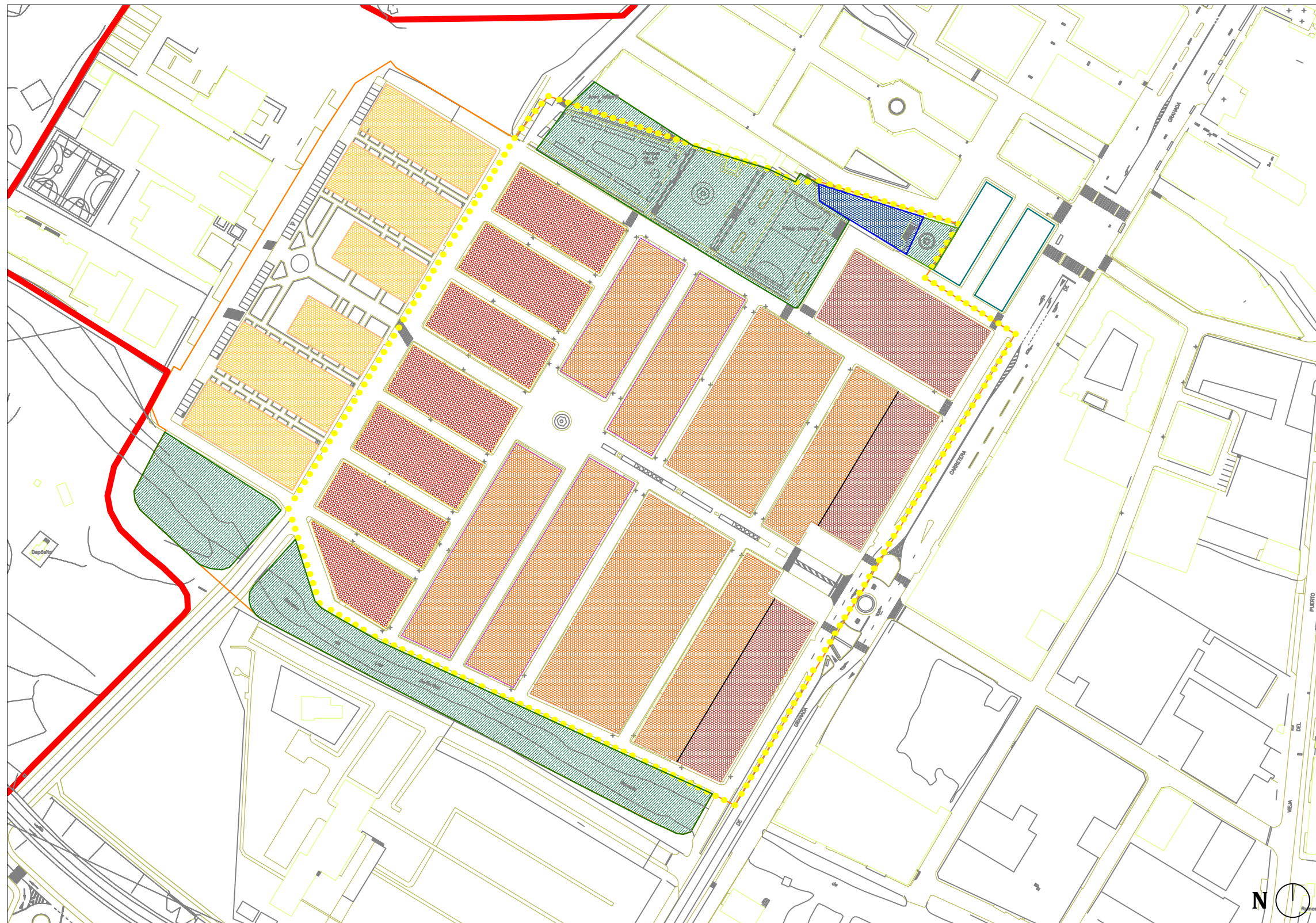
PLANOS

Curso: 2014/2015
Universidad Politécnica de Valencia (UPV)
Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos (ETSICCP)
Grado en Ingeniería Civil
Tutor: José Ferrer Polo
Cotutor: Daniel Aguado García
Autora: Alba Traver Gual






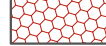
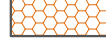
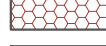


Universidad:			Universidad:			Tutor:		Nombre del plano:	
Universitat Politècnica de Valencia			Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos (GIC)			José Ferrer Polo		Situación y emplazamiento	
Título del Proyecto:			Autora:		Cotutor:		Fecha:	Escala:	Nº Plano:
Proyecto de infraestructuras hidráulicas urbanas en el barrio "La Viña", termino municipal de Lorca (Murcia): Red distribución de agua potable			Alba Traver Gual		Daniel Aguado García		09/2015	1/2000	1





LEYENDA



— LIMITE ZONA DE ACTUACIÓN

ZONAS DE ORDENANZA

-  VIVIENDA UNIFAMILIAR
-  VIVIENDA COLECTIVA TIPO 3
-  VIVIENDA COLECTIVA TIPO 2
-  VIVIENDA COLECTIVA TIPO 1
-  ZONAS VERDES Y ESPACIOS LIBRES
-  EQUIPAMIENTO RELIGIOSO



Universidad:			Universidad:			Tutor:		Nombre del plano:		
Universitat Politècnica de Valencia			Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos (GIC)			José Ferrer Polo		Planta de ordenación urbanística		
Título del Proyecto:			Autora:		Cotutor:		Fecha:	Escala:	Nº Plano:	
Proyecto de infraestructuras hidráulicas urbanas en el barrio "La Viña", termino municipal de Lorca (Murcia): Red distribución de agua potable			Alba Traver Gual		Daniel Aguado García		09/2015	1/2000	2	

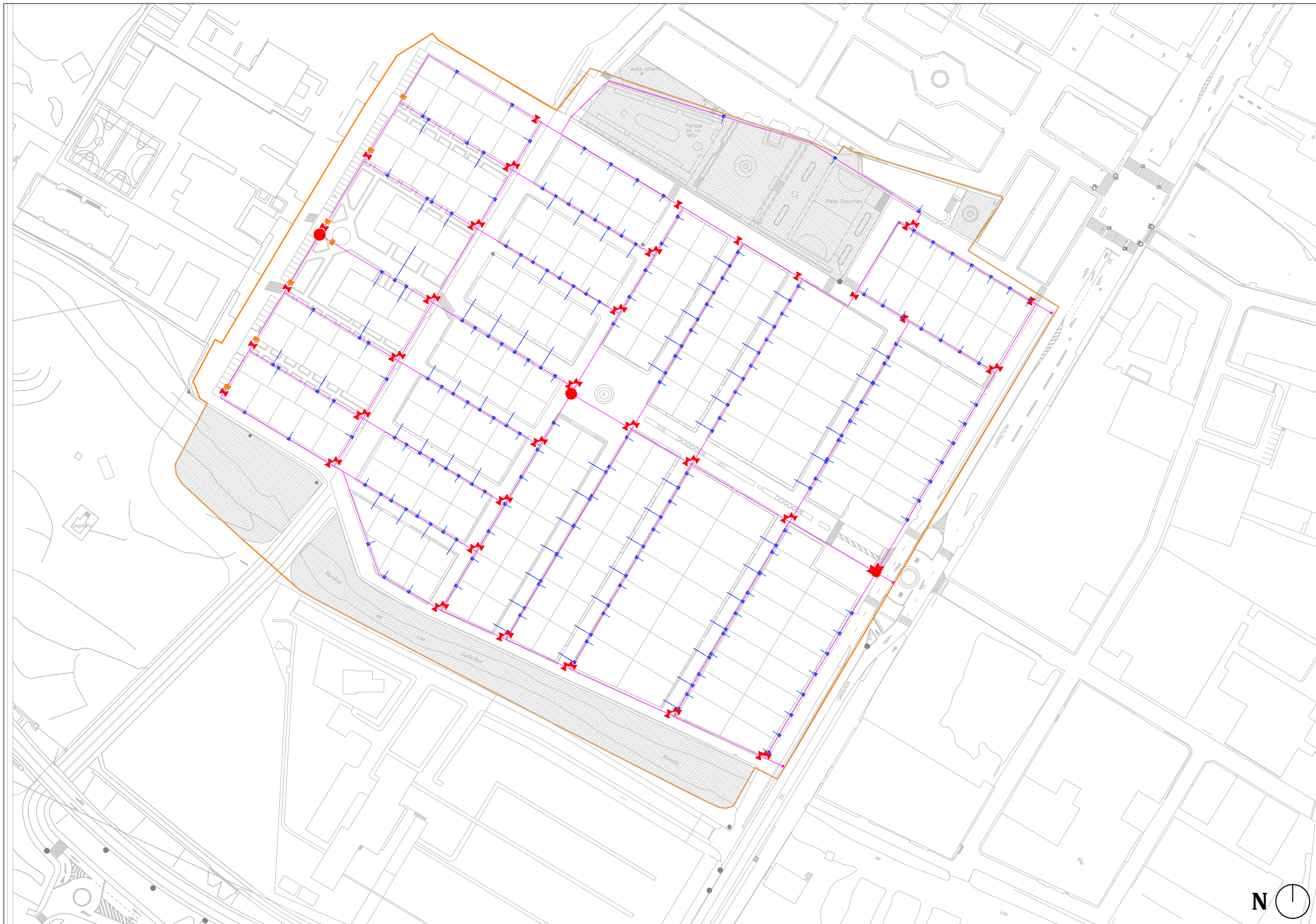








Universidad:			Universidad:			Tutor:		Nombre del plano:		
Universitat Politècnica de Valencia			Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos (GIC)			José Ferrer Polo		Planta topográfica		
Título del Proyecto:				Autora:		Cotutor:		Fecha:	Escala:	Nº Plano:
Proyecto de infraestructuras hidráulicas urbanas en el barrio "La Viña", termino municipal de Lorca (Murcia): Red distribución de agua potable				Alba Traver Gual		Daniel Aguado García		09/2015	1/2000	3





- LEYENDA**
- TUBERIA PE 100/PN10
 - LIMITE ZONA DE ACTUACIÓN
 - Ø 1 125mm
 - Ø 2 180mm
 - Ø 3 160mm

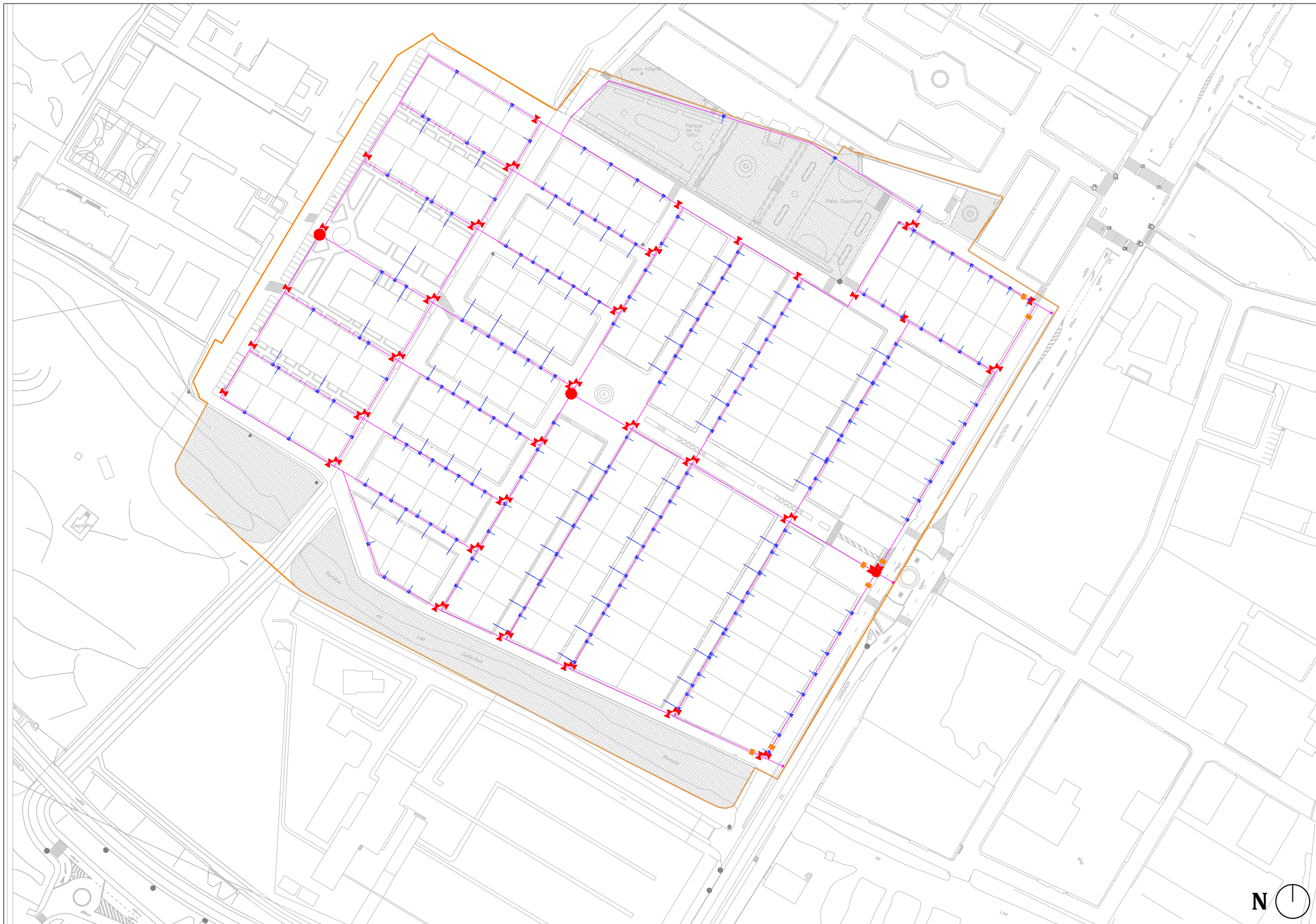
Universidad:		Universidad:		Tutor:		Nombre del plano:				
Universitat Politècnica de Valencia		 Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos (GIC)		 José Ferrer Polo		Red de abastecimiento				
Título del Proyecto:				Autora:		Cotutor:		Fecha:	Escala:	Nº Plano:
Proyecto de infraestructuras hidráulicas urbanas en el barrio "La Viña", termino municipal de Lorca (Murcia): Red distribución de agua potable				Alba Traver Gual		Daniel Aguado García		09/2015	1/2000	4









- LEYENDA
-  RED DE ABASTECIMIENTO
 -  LIMITE ZONA DE ACTUACIÓN
 -  ARQUETAS
 -  HIDRANTES
 -  VÁLVULAS
 -  VENTOSA





Universidad:			Universidad:			Tutor:		Nombre del plano:		
Universitat Politècnica de Valencia			Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos (GIC)			José Ferrer Polo		Planta General		
Título del Proyecto:				Autora:		Cotutor:		Fecha:	Escala:	Nº Plano:
Proyecto de infraestructuras hidráulicas urbanas en el barrio "La Viña", termino municipal de Lorca (Murcia): Red distribución de agua potable				Alba Traver Gual		Daniel Aguado García		09/2015	1/2000	5

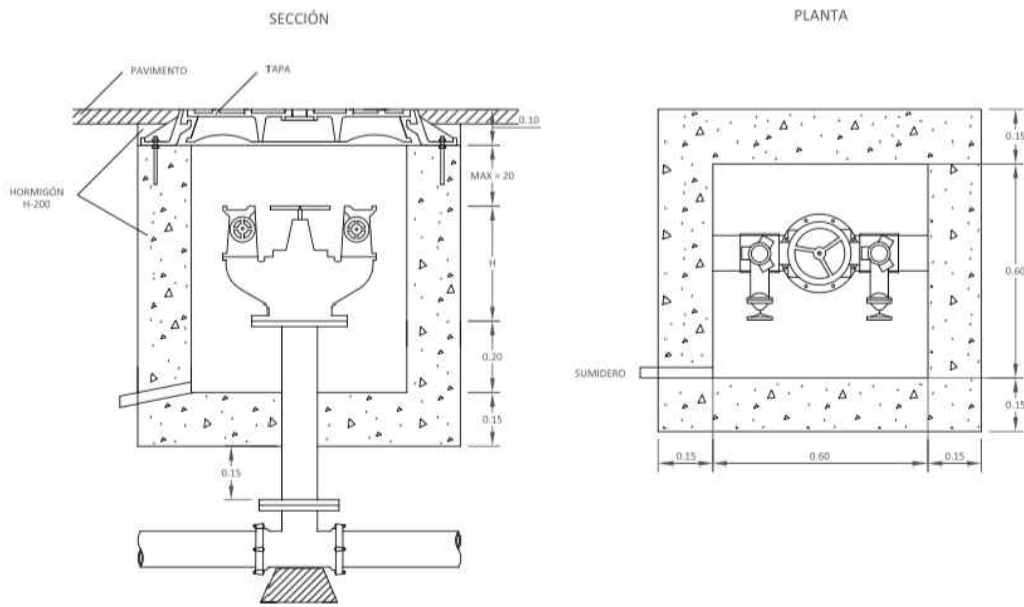


- LEYENDA
-  RED DE ABASTECIMIENTO
 -  LIMITE ZONA DE ACTUACIÓN
 -  ARQUETAS
 -  HIDRANTES
 -  VÁLVULAS
 -  VENTOSA

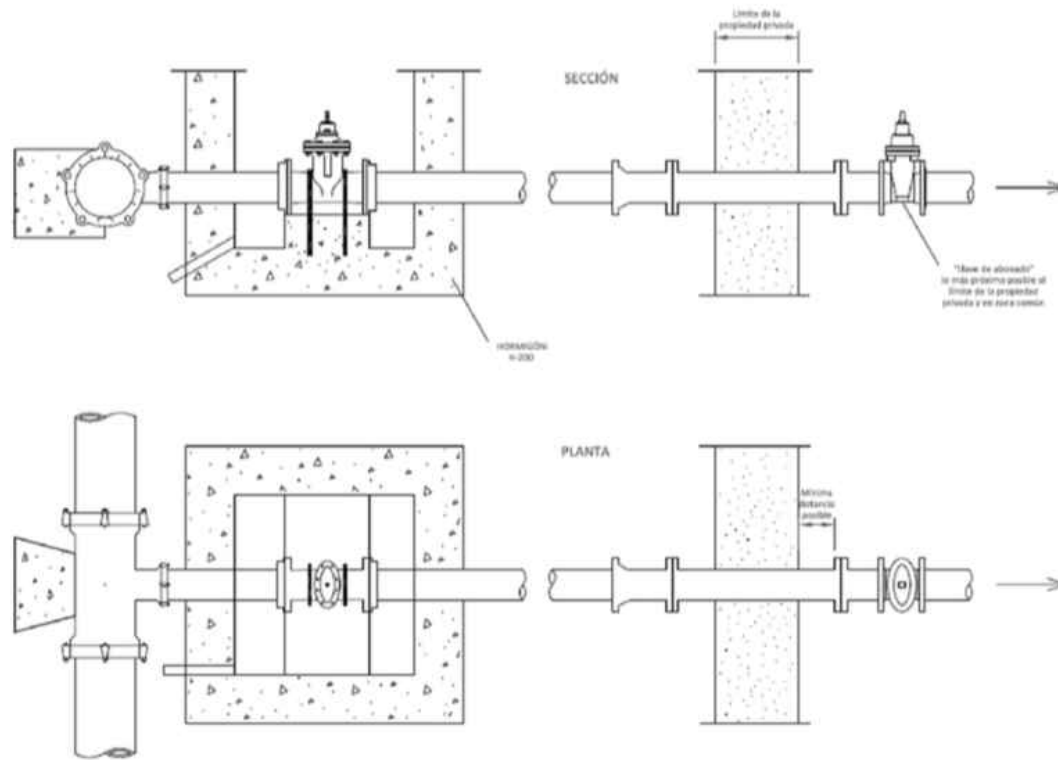
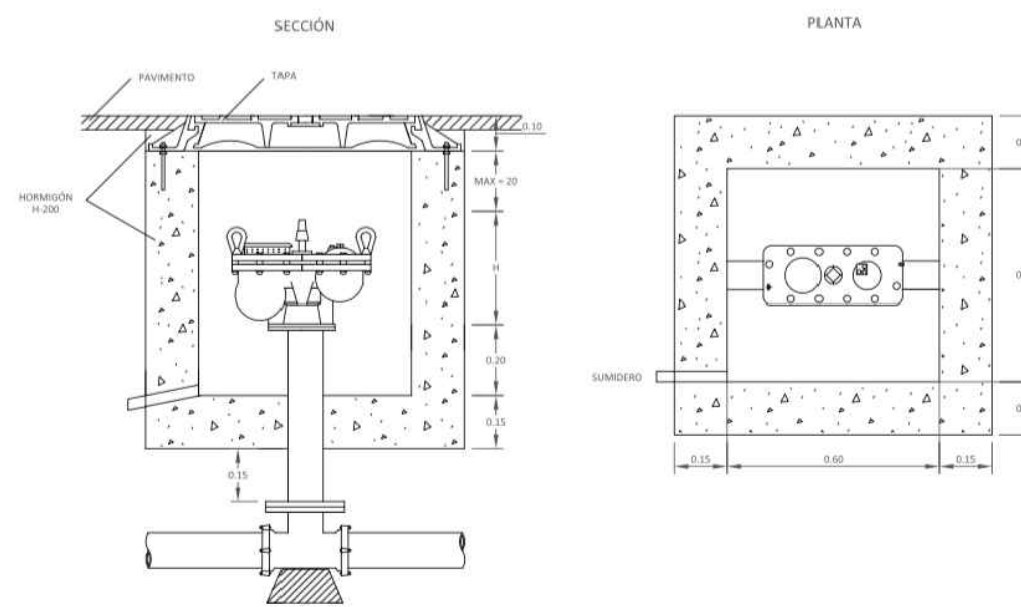


Universidad:			Universidad:			Tutor:		Nombre del plano:		
Universitat Politècnica de Valencia			Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos (GIC)			José Ferrer Polo		Planta General		
Título del Proyecto:				Autora:		Cotutor:		Fecha:	Escala:	Nº Plano:
Proyecto de infraestructuras hidráulicas urbanas en el barrio "La Viña", termino municipal de Lorca (Murcia): Red distribución de agua potable				Alba Traver Gual		Daniel Aguado García		09/2015	1/2000	5

Arqueta con hidrante tipo 100

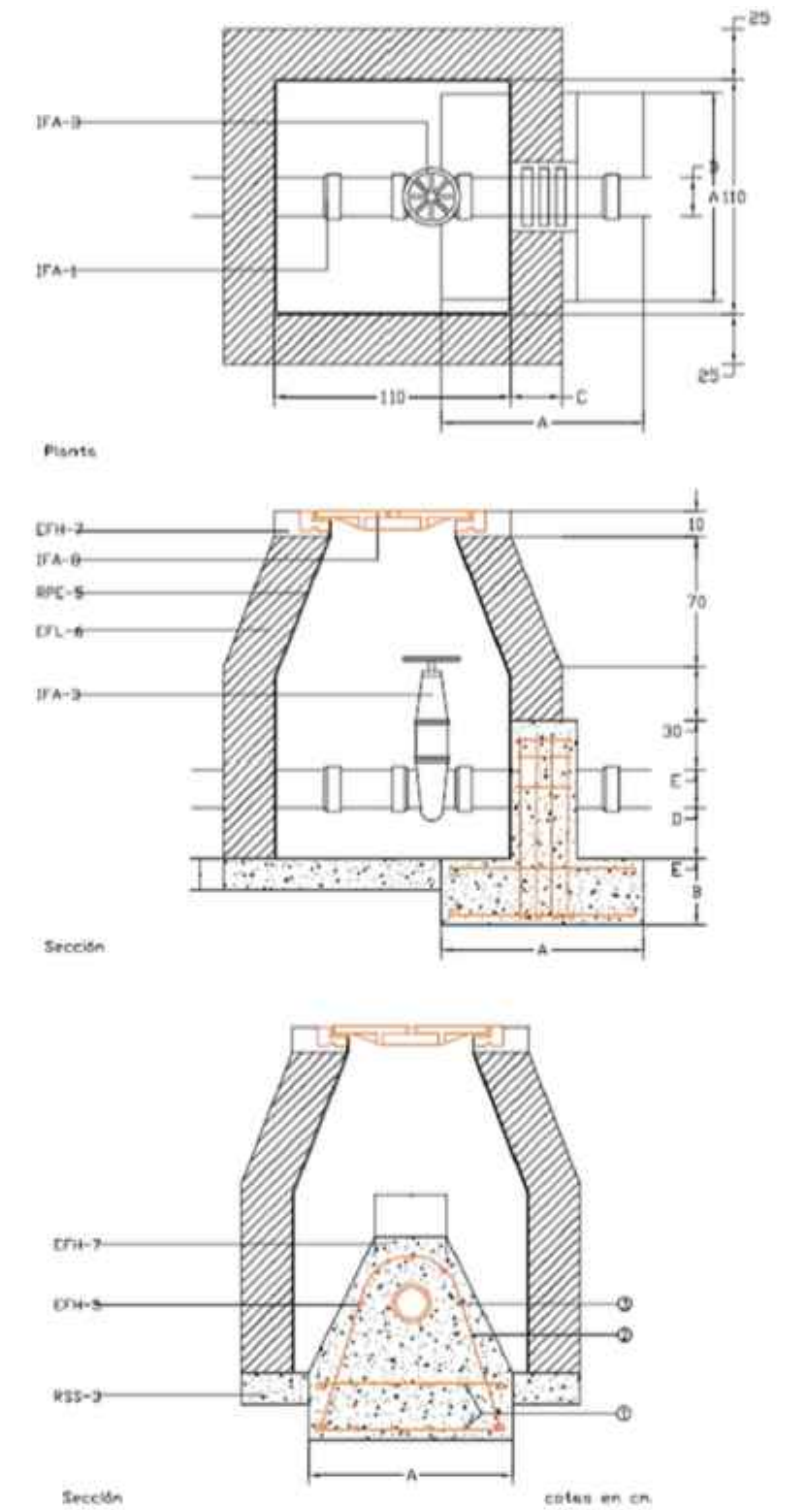



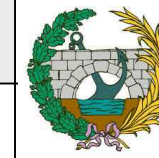
Arqueta con válvula de ventosa

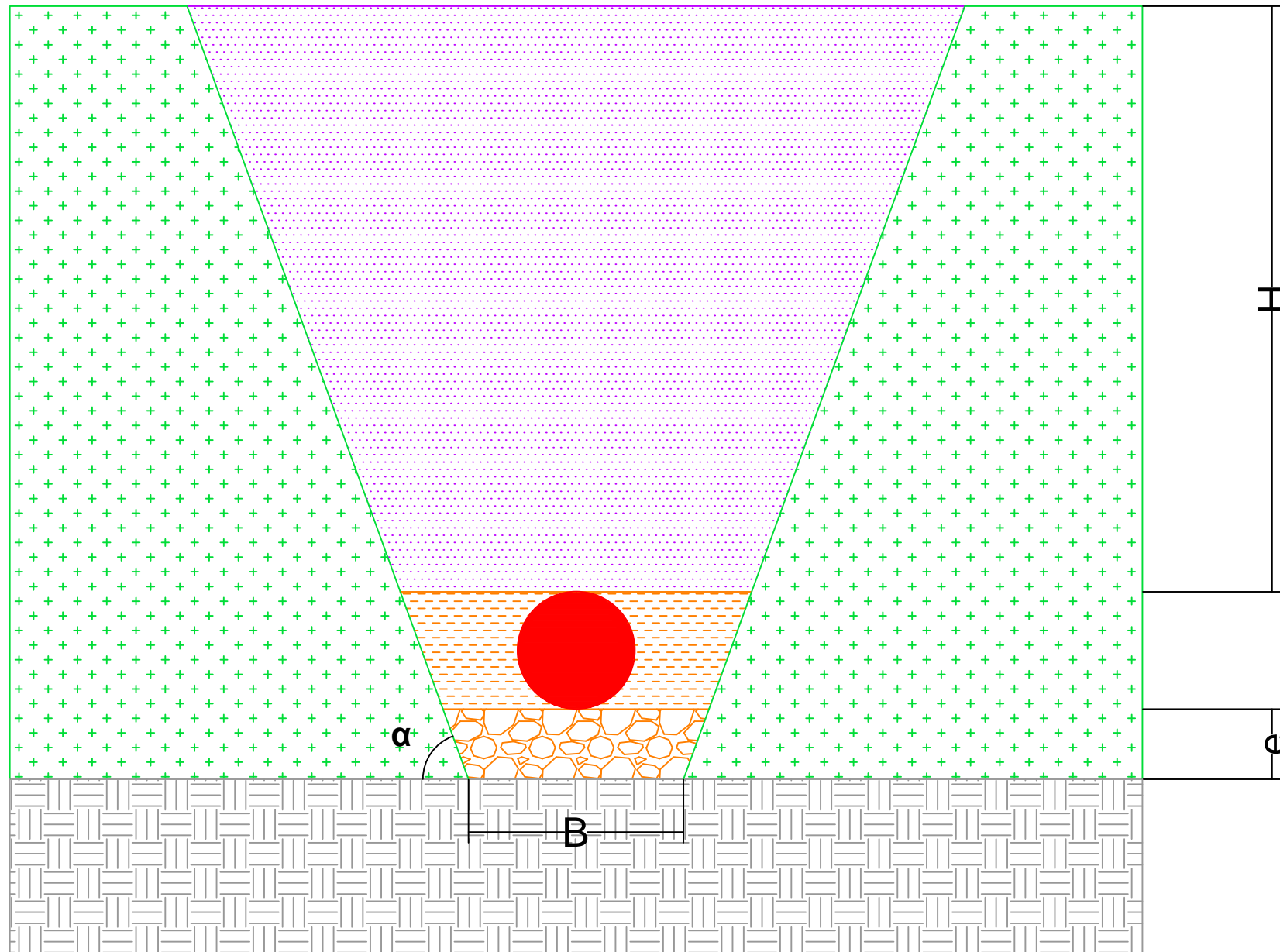


Acometida

Válvula de compuerta







Universidad:		Universidad:		Tutor:	Nombre del plano:		
Universitat Politècnica de Valencia		Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos (GIC)		José Ferrer Polo	Detalle elementos de red		
Título del Proyecto:		Autora:		Cotutor:	Fecha:	Escala:	Nº Plano:
Proyecto de infraestructuras hidráulicas urbanas en el barrio "La Viña", termino municipal de Lorca (Murcia): Red distribución de agua potable		Alba Traver Gual		Daniel Aguado García	09/2015	-----	6





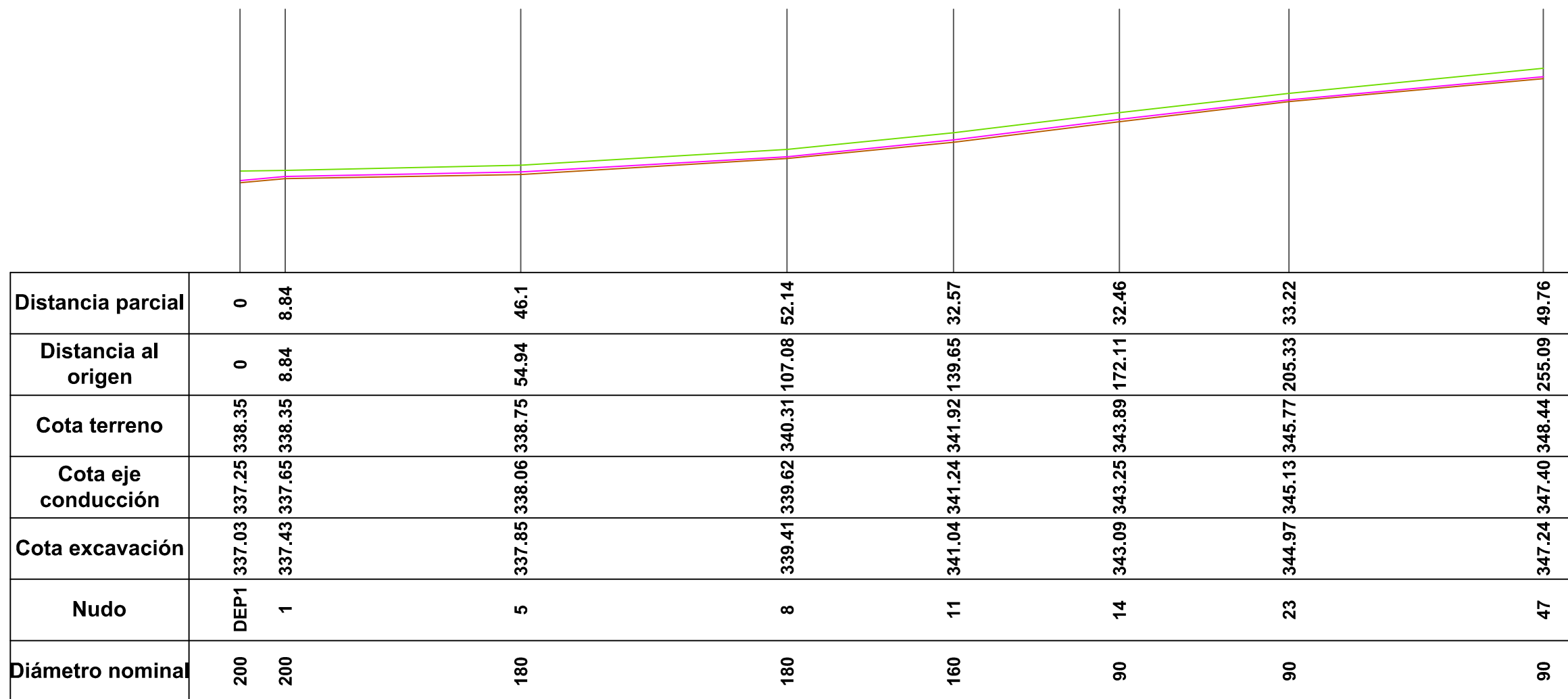
H: 1.00 DEBAJO DE CALZADA / .60 DEBAJO DE ACERA
 α : 70°

DN	B	e
90	0.495	0.109
110	0.517	0.111
125	0.532	0.113
160	0.570	0.116
180	0.591	0.118
200	0.612	0.120
225	0.638	0.123
250	0.665	0.125
280	0.697	0.128
315	0.736	0.132


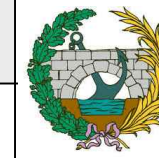
ZONAS DE ORDENANZA

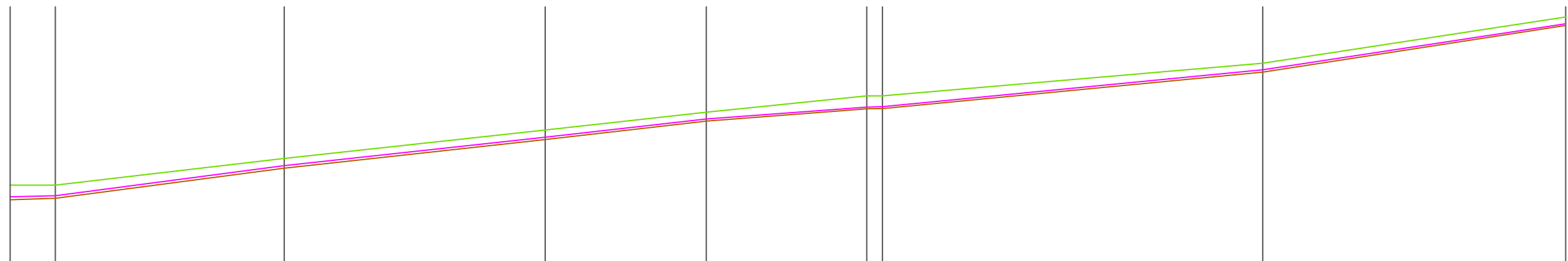
-  ZONA E1 – TERRENO NATURAL CRIBADO Y COMPACTADO
-  ZONA E2 – TERRENO NATURAL CRIBADO Y COMPACTADO
-  ZONA E3 – ARENA LAVADA
-  ZONA E4 – TERRENO NATURAL
-  ZONA E5 – TERRENO NATURAL

Universidad:		Universidad:		Tutor:	Nombre del plano:		
Universitat Politècnica de València		Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos (GIC)		José Ferrer Polo	Sección detalle zanja		
Título del Proyecto:		Autora:		Cotutor:	Fecha:	Escala:	Nº Plano:
Proyecto de infraestructuras hidráulicas urbanas en el barrio "La Viña", termino municipal de Lorca (Murcia): Red distribución de agua potable		Alba Traver Gual		Daniel Aguado García	09/2015	-----	7




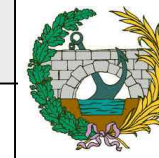
Tramo 1

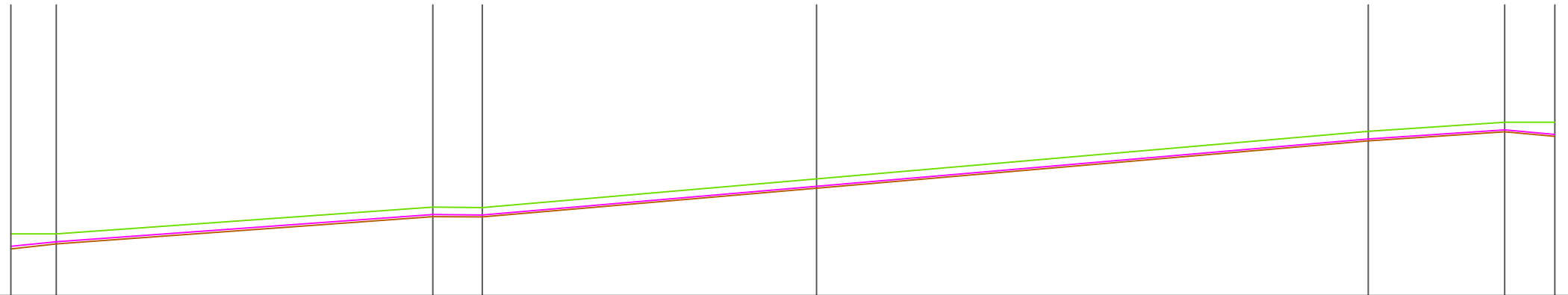
Universidad:		Universidad:		Tutor:	Nombre del plano:		
Universitat Politècnica de València		Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos (GIC)		José Ferrer Polo	Perfiles longitudinales		
Título del Proyecto:	Autora:			Cotutor:	Fecha:	Escala:	Nº Plano:
Proyecto de infraestructuras hidráulicas urbanas en el barrio "La Viña", termino municipal de Lorca (Murcia): Red distribución de agua potable	Alba Traver Gual			Daniel Aguado García	09/2015	-----	8



Distancia parcial	0	9.02		45.74		52.11		32.16		32.04	3.13		75.94		60.52
Distancia al origen	0	9.02		54.76		106.87		139.03		171.07	174.2		250.14		310.66
Cota terreno	336.2	336.3		338.87		341.71		343.52		345.13	345.13		348.38		352.97
Cota eje conducción	335.04	335.16		338.15		341.00		342.82		344.04	344.05		347.73		352.32
Cota excavación	334.75	334.89		337.90		340.76		342.60		343.83	343.85		347.56		352.15
Nudo	DEP2	2		6		9		12		18	19		27		34
Diámetro nominal	315	280		250		225		200		180	160		110		110


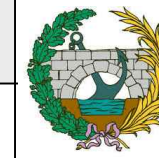
Tramo 2

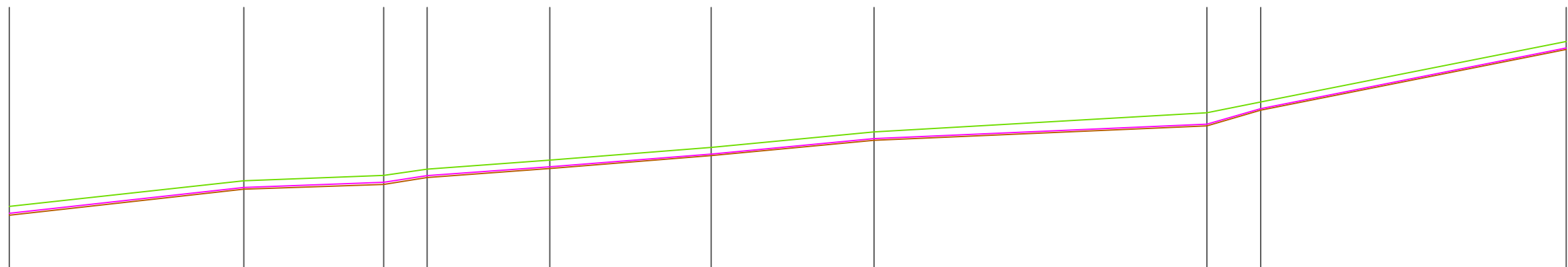
Universidad:		Universidad:		Tutor:	Nombre del plano:		
Universitat Politècnica de Valencia		Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos (GIC)		José Ferrer Polo	Perfiles longitudinales		
Título del Proyecto:		Autora:		Cotutor:	Fecha:	Escala:	Nº Plano:
Proyecto de infraestructuras hidráulicas urbanas en el barrio "La Viña", termino municipal de Lorca (Murcia): Red distribución de agua potable		Alba Traver Gual		Daniel Aguado García	09/2015	-----	9



Distancia parcial	0	8.02	66.62	8.75	59.25	97.71	24.18	8.9
Distancia al origen	0	8.02	74.74	83.49	142.74	240.45	264.63	273.53
Cota terreno	333.72	333.72	336.10	336.06	338.60	342.80	343.60	343.60
Cota eje conducción	332.62	333.04	335.44	335.40	337.94	342.14	342.94	342.54
Cota excavación	332.40	332.84	335.26	335.22	337.76	341.96	342.76	342.36
Nudo	DEP3	4	38	42	43	44	45	46
Diámetro nominal	200	160	125	125	125	125	125	125

Tramo 3

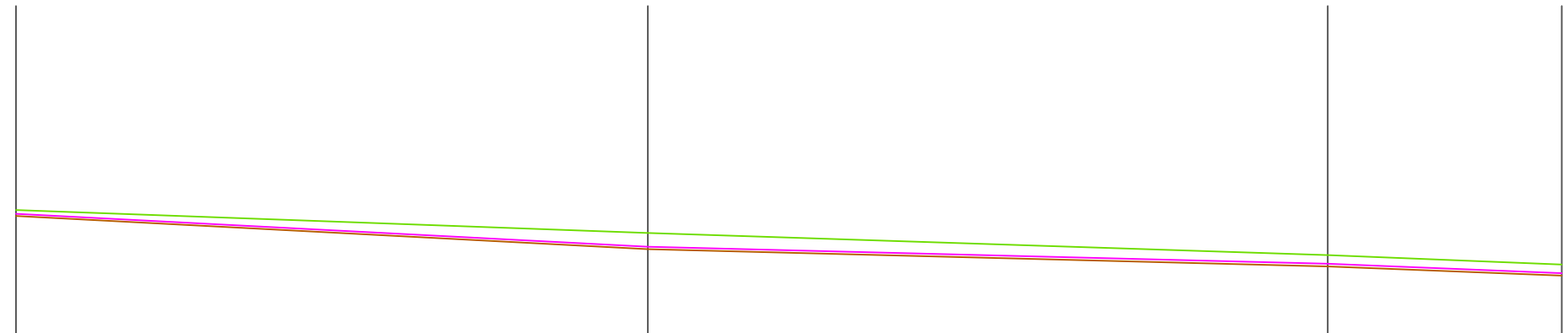
Universidad:		Universidad:		Tutor:	Nombre del plano:		
Universitat Politècnica de Valencia		Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos (GIC)		José Ferrer Polo	Perfiles longitudinales		
Título del Proyecto:	Autora:			Cotutor:	Fecha:	Escala:	Nº Plano:
Proyecto de infraestructuras hidráulicas urbanas en el barrio "La Viña", termino municipal de Lorca (Murcia): Red distribución de agua potable	Alba Traver Gual			Daniel Aguado García	09/2015	-----	10



Distancia parcial	0	46.14	27.50	8.54	24.16	31.75	32.05	65.45	10.58	60.13
Distancia al origen	0	46.14	73.64	82.18	106.34	138.09	170.14	235.59	246.17	306.30
Cota terreno	333.58	334.46	336.98	337.50	338.12	338.99	340.24	341.77	343.60	350.67
Cota eje conducción	333.78	336.32	336.82	337.46	338.34	339.60	341.12	342.54	344.06	350.03
Cota excavación	333.58	336.14	336.62	337.28	338.17	339.44	340.95	342.36	343.90	349.87
Nudo	3	7	40	41	10	13	22	46	30	37
Diámetro nominal	160	125	160	125	110	90	110	125	90	90


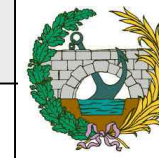
Tramo 4

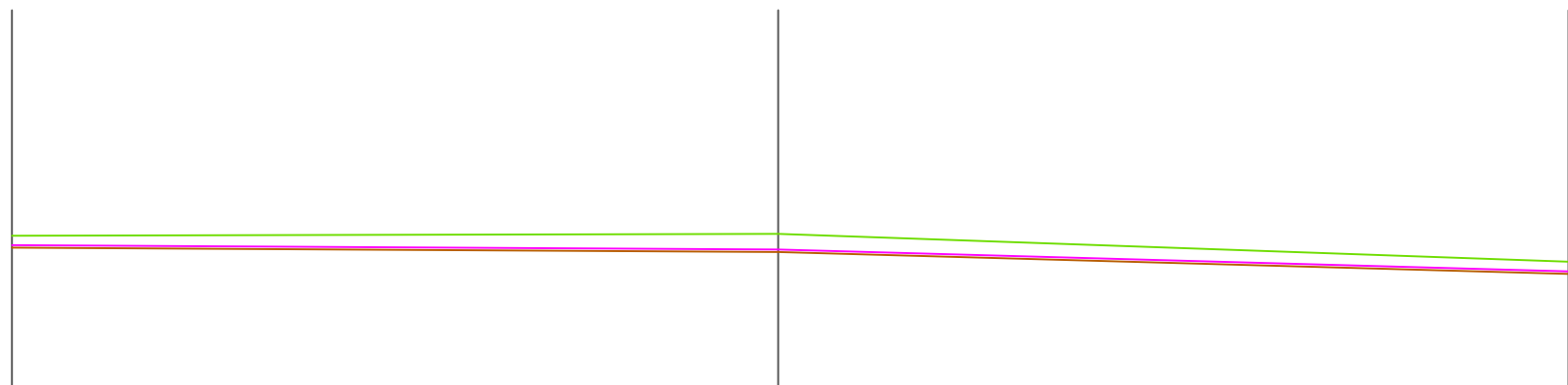
Universidad:		Universidad:		Tutor:	Nombre del plano:		
Universitat Politècnica de Valencia		Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos (GIC)		José Ferrer Polo	Perfiles longitudinales		
Título del Proyecto:	Autora:			Cotutor:	Fecha:	Escala:	Nº Plano:
Proyecto de infraestructuras hidráulicas urbanas en el barrio "La Viña", termino municipal de Lorca (Murcia): Red distribución de agua potable	Alba Traver Gual			Daniel Aguado García	09/2015	-----	11



Distancia parcial	0	99.12	106.64	36.69
Distancia al origen	0	99.12	205.76	242.45
Cota terreno	338.35	336.20	334.46	333.72
Cota eje conducción	337.70	335.12	333.78	333.04
Cota excavación	337.53	334.92	333.58	332.84
Nudo	1	2	3	4
Diámetro nominal	110	160	160	160


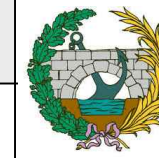
Tramo 5

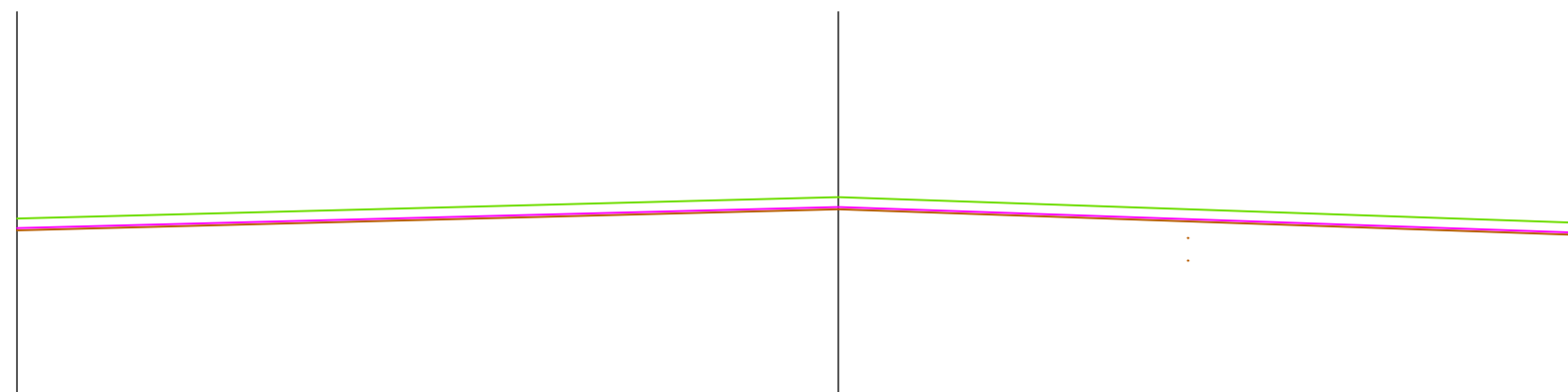
Universidad:		Universidad:		Tutor:	Nombre del plano:		
Universitat Politècnica de València		Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos (GIC)		José Ferrer Polo	Perfiles longitudinales		
Título del Proyecto:	Autora:			Cotutor:	Fecha:	Escala:	Nº Plano:
Proyecto de infraestructuras hidráulicas urbanas en el barrio "La Viña", termino municipal de Lorca (Murcia): Red distribución de agua potable	Alba Traver Gual			Daniel Aguado García	09/2015	-----	12



Distancia parcial	0	103.75	107.02
Distancia al origen	0	103.75	210.77
Cota terreno	338.75	338.87	336.98
Cota eje conducción	338.11	337.82	336.36
Cota excavación	337.95	337.65	336.16
Nudo	5	6	7
Diámetro nominal	90	110	110

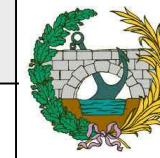
Tramo 6

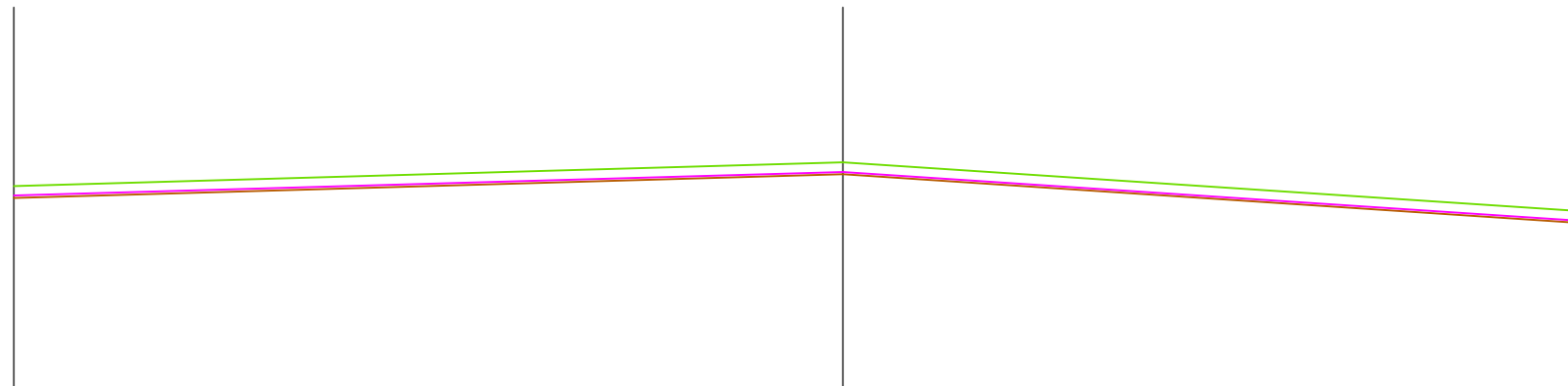
Universidad:		Universidad:		Tutor:	Nombre del plano:		
Universitat Politècnica de València		Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos (GIC)		José Ferrer Polo	Perfiles longitudinales		
Título del Proyecto:		Autora:		Cotutor:	Fecha:	Escala:	Nº Plano:
Proyecto de infraestructuras hidráulicas urbanas en el barrio "La Viña", termino municipal de Lorca (Murcia): Red distribución de agua potable		Alba Traver Gual		Daniel Aguado García	09/2015	-----	13



Distancia parcial	0	108.98	98.96
Distancia al origen	0	108.98	207.94
Cota terreno	340.31	341.71	338.99
Cota eje conducción	339.67	341.07	338.35
Cota excavación	339.51	340.91	338.19
Nudo	8	9	10
Diámetro nominal	90	90	90


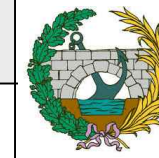
Tramo 7

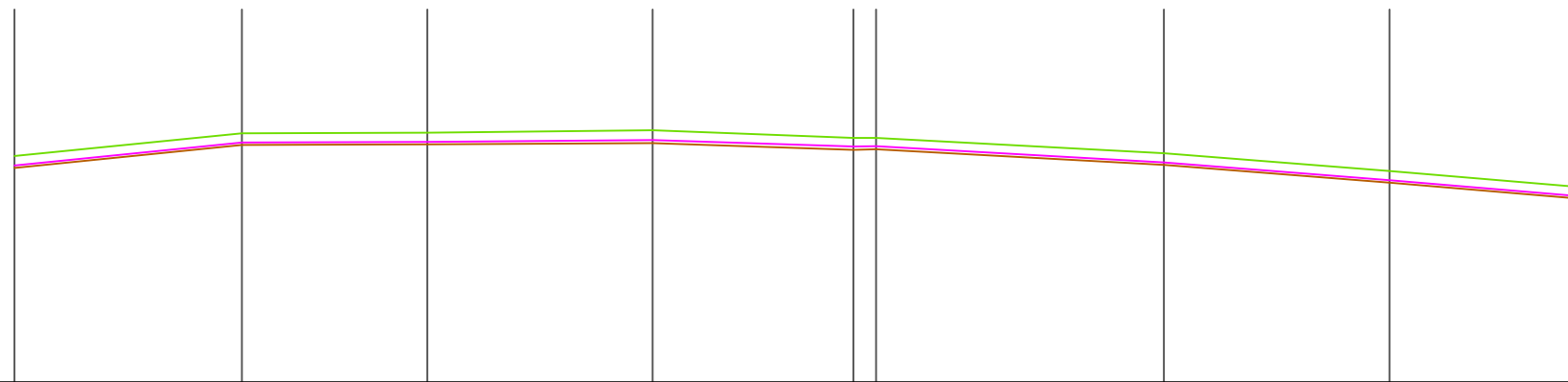
Universidad:		Universidad:		Tutor:	Nombre del plano:		
Universitat Politècnica de València		Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos (GIC)		José Ferrer Polo	Perfiles longitudinales		
Título del Proyecto:		Autora:		Cotutor:	Fecha:	Escala:	Nº Plano:
Proyecto de infraestructuras hidráulicas urbanas en el barrio "La Viña", termino municipal de Lorca (Murcia): Red distribución de agua potable		Alba Traver Gual		Daniel Aguado García	09/2015	-----	14



Distancia parcial	0	112.25	99.30
Distancia al origen	0	112.25	211.55
Cota terreno	341.92	343.52	340.24
Cota eje conducción	341.28	342.88	339.60
Cota excavación	341.12	342.72	339.44
Nudo	11	12	13
Diámetro nominal	90	90	90


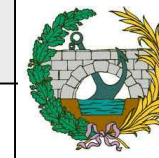
Tramo 8

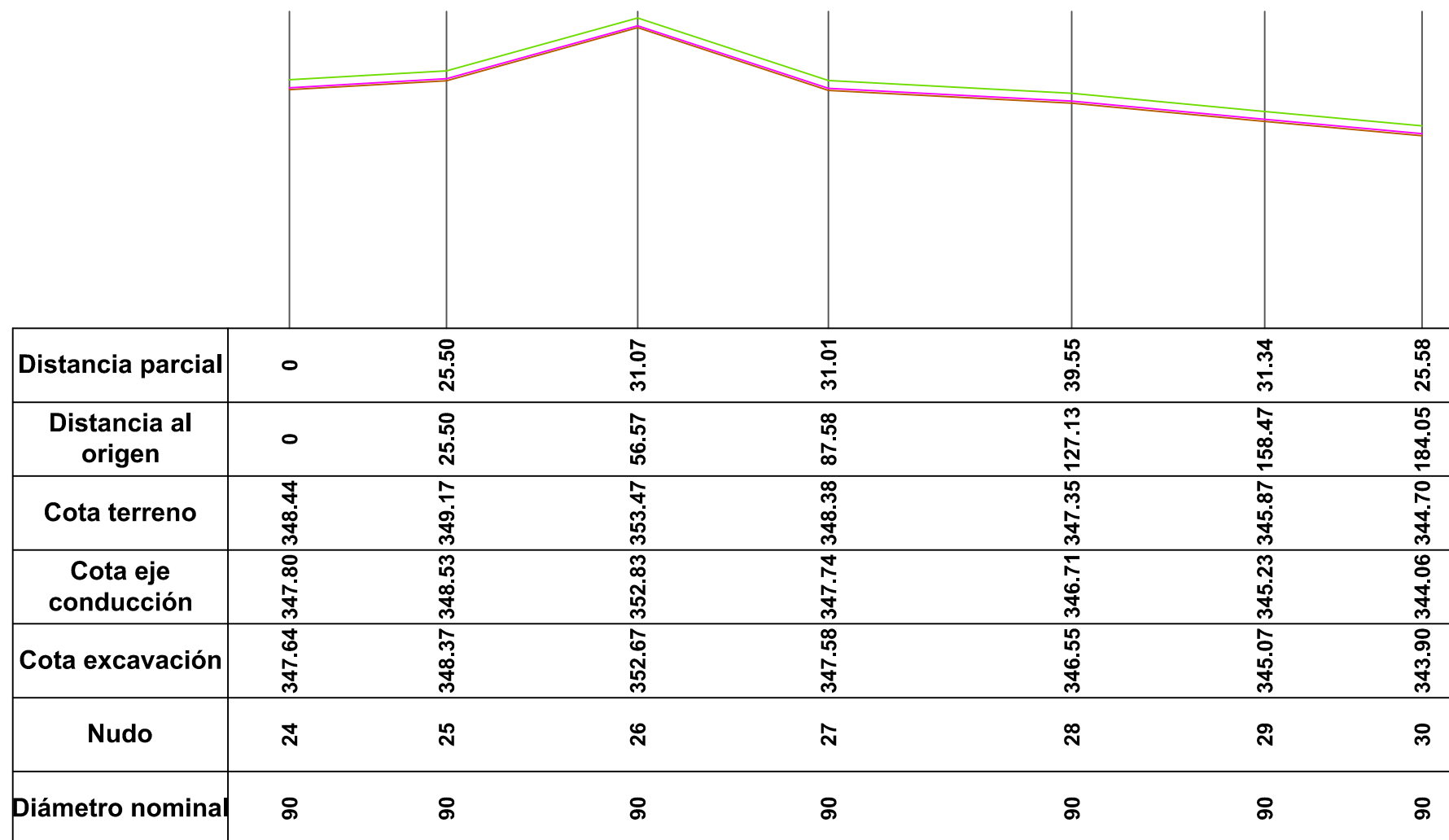
Universidad:		Universidad:		Tutor:	Nombre del plano:		
Universitat Politècnica de Valencia		Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos (GIC)		José Ferrer Polo	Perfiles longitudinales		
Título del Proyecto:		Autora:		Cotutor:	Fecha:	Escala:	Nº Plano:
Proyecto de infraestructuras hidráulicas urbanas en el barrio "La Viña", termino municipal de Lorca (Murcia): Red distribución de agua potable		Alba Traver Gual		Daniel Aguado García	09/2015	-----	15



Distancia parcial	0	301.40	25.60	31.12	27.63 3.13	39.74	31.34	25.61
Distancia al origen	0	301.40	57.00	88.12	115.85 118.98	158.72	190.06	215.67
Cota terreno	343.89	345.45	345.51	345.66	345.13 345.13	344.07	342.84	341.77
Cota eje conducción	343.23	344.81	344.86	344.98	344.04 344.05	343.47	342.20	341.13
Cota excavación	343.05	344.65	344.69	344.78	343.83 343.85	343.27	342.04	340.97
Nudo	14	15	16	17	18 19	20	21	22
Diámetro nominal	125	90	110	160	180 160	90	90	90

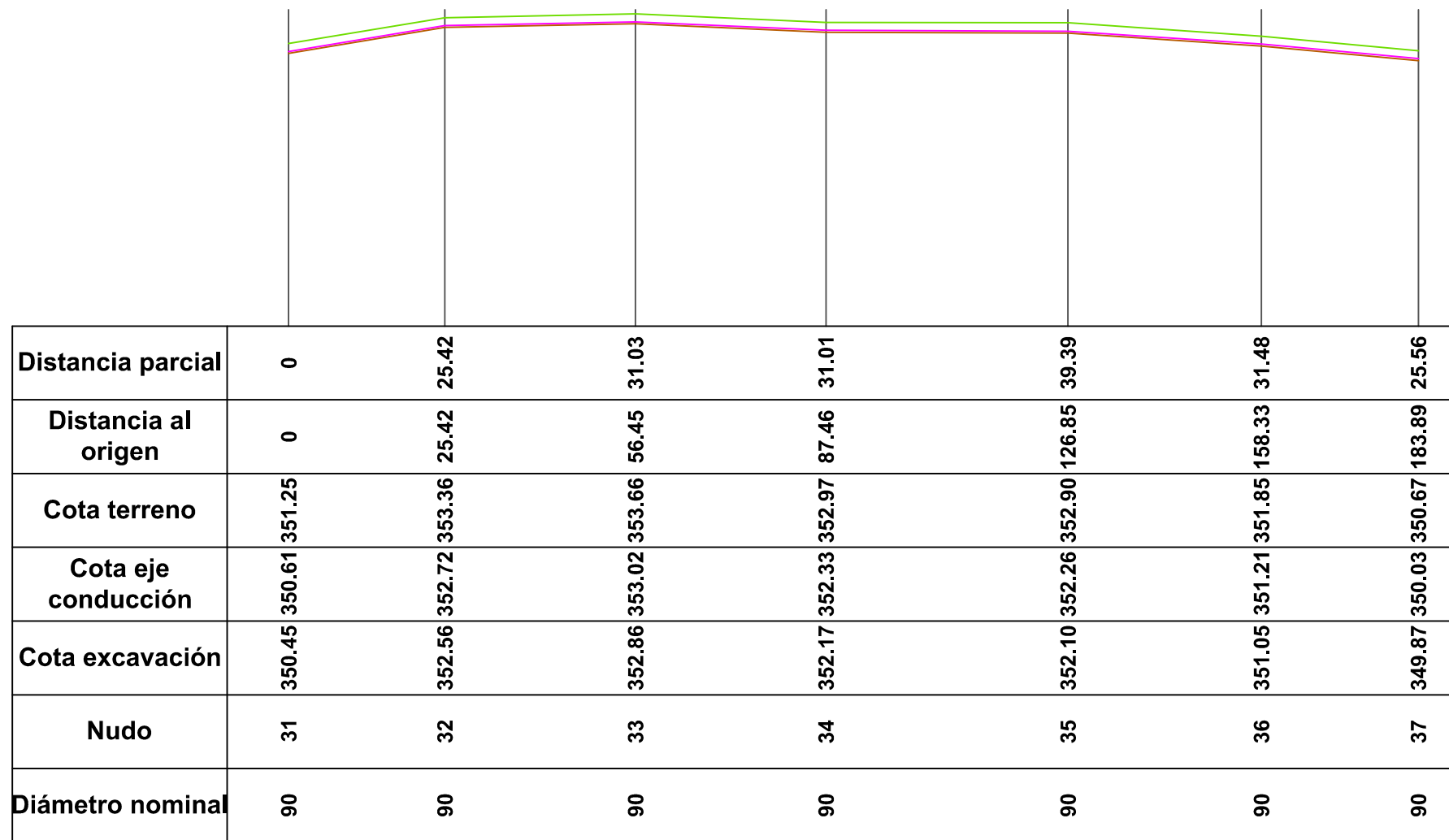
Tramo 9

Universidad:		Universidad:		Tutor:	Nombre del plano:		
Universitat Politècnica de València		Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos (GIC)		José Ferrer Polo	Perfiles longitudinales		
Título del Proyecto:		Autora:		Cotutor:	Fecha:	Escala:	Nº Plano:
Proyecto de infraestructuras hidráulicas urbanas en el barrio "La Viña", termino municipal de Lorca (Murcia): Red distribución de agua potable		Alba Traver Gual		Daniel Aguado García	09/2015	-----	16


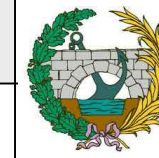


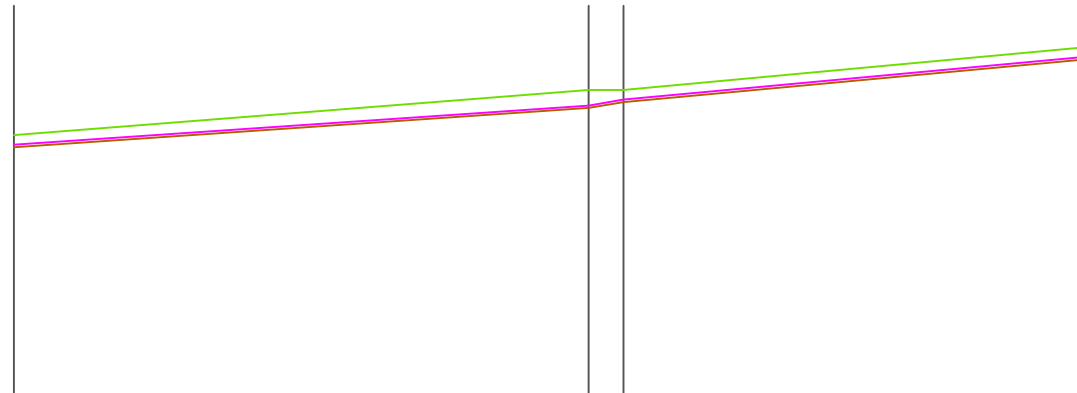
Tramo 10

Universidad:		Universidad:		Tutor:	Nombre del plano:		
Universitat Politècnica de València		Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos (GIC)		José Ferrer Polo	Perfiles longitudinales		
Título del Proyecto:		Autora:		Cotutor:	Fecha:	Escala:	Nº Plano:
Proyecto de infraestructuras hidráulicas urbanas en el barrio "La Viña", termino municipal de Lorca (Murcia): Red distribución de agua potable		Alba Traver Gual		Daniel Aguado García	09/2015	-----	17



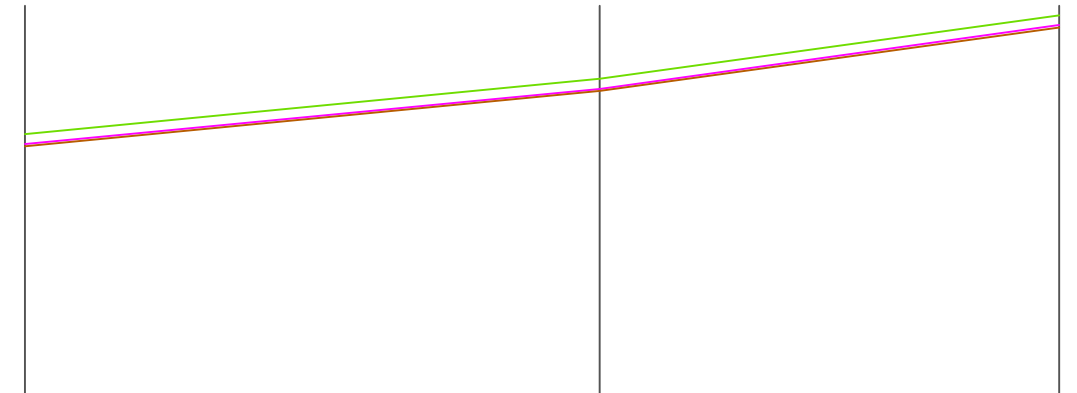
Tramo 11

Universidad:		Universidad:		Tutor:	Nombre del plano:		
Universitat Politècnica de València		Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos (GIC)		José Ferrer Polo	Perfiles longitudinales		
Título del Proyecto:		Autora:		Cotutor:	Fecha:	Escala:	Nº Plano:
Proyecto de infraestructuras hidráulicas urbanas en el barrio "La Viña", termino municipal de Lorca (Murcia): Red distribución de agua potable		Alba Traver Gual		Daniel Aguado García	09/2015	-----	18





Distancia parcial	0		76.06	4.59	60.86
Distancia al origen	0		76.06	80.65	141.51
Cota terreno	344.65	345.45	348.44	348.44	351.25
Cota eje conducción	344.81	344.81	347.40	347.80	350.61
Cota excavación	344.65	344.65	347.24	347.64	350.45
Nudo	15		47	24	31
Diámetro nominal	90		90	90	90

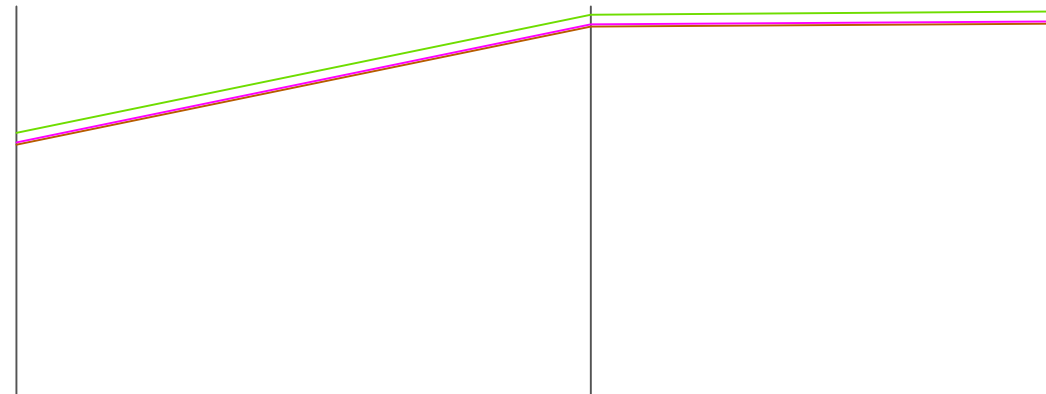
Tramo 12



	0		76.03	60.76
	0		76.03	136.79
	344.71	345.51	349.17	353.36
	344.87	344.87	348.53	352.72
	344.71	344.71	348.37	352.56
	16		25	32
	90		90	90

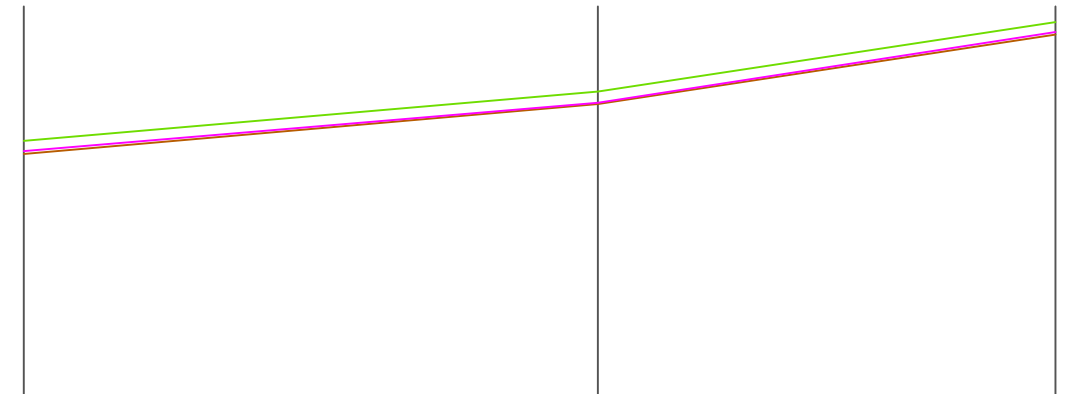
Tramo 13

Universidad:		Universidad:		Tutor:	Nombre del plano:		
Universitat Politècnica de Valencia		Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos (GIC)		José Ferrer Polo	Perfiles longitudinales		
Título del Proyecto:		Autora:		Cotutor:	Fecha:	Escala:	Nº Plano:
Proyecto de infraestructuras hidráulicas urbanas en el barrio "La Viña", termino municipal de Lorca (Murcia): Red distribución de agua potable		Alba Traver Gual		Daniel Aguado García	09/2015	-----	19





Distancia parcial	0	75.98	60.64
Distancia al origen	0	75.98	136.62
Cota terreno	344.86	345.66	353.66
Cota eje conducción	344.86	352.83	353.02
Cota excavación	344.86	352.67	352.86
Nudo	17	26	33
Diámetro nominal	90	90	90

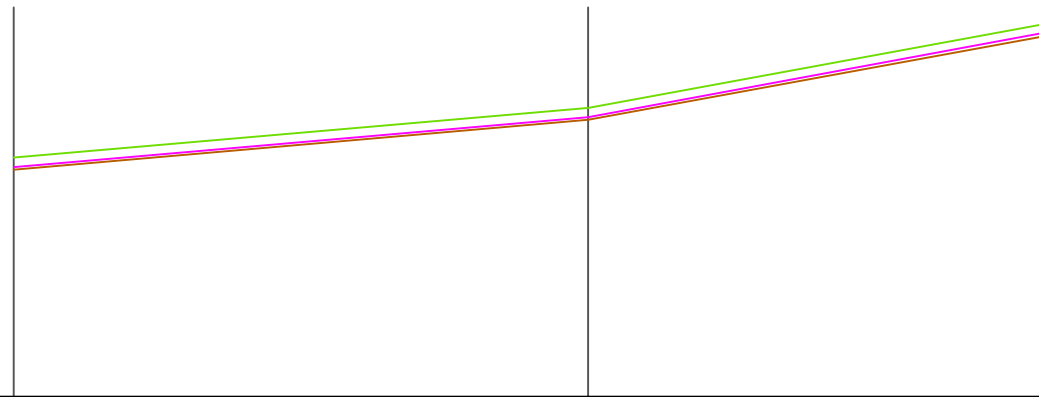
Tramo 14



Distancia parcial	0	75.94	60.52
Distancia al origen	0	75.94	136.46
Cota terreno	344.25	345.13	352.97
Cota eje conducción	344.25	347.73	352.32
Cota excavación	344.25	347.56	352.15
Nudo	19	27	34
Diámetro nominal	160	110	110

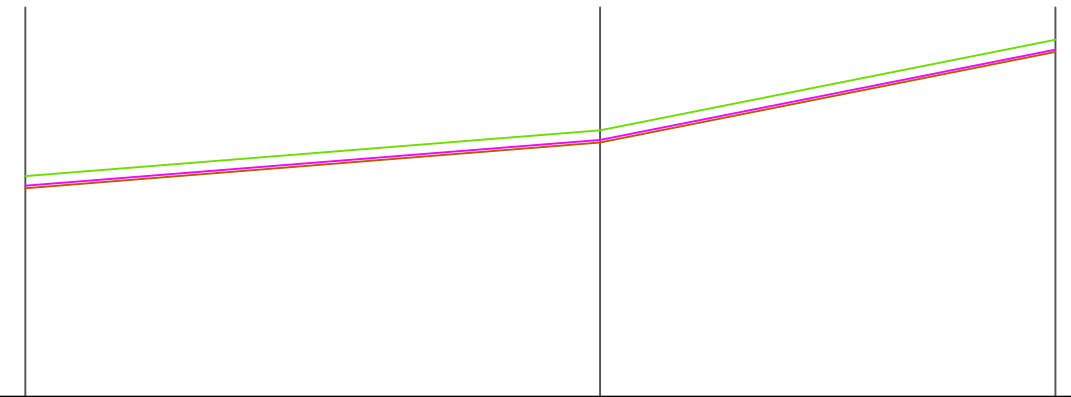
Tramo 15

Universidad:		Universidad:		Tutor:	Nombre del plano:		
Universitat Politècnica de València		Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos (GIC)		José Ferrer Polo	Perfiles longitudinales		
Título del Proyecto:	Autora:			Cotutor:	Fecha:	Escala:	Nº Plano:
Proyecto de infraestructuras hidráulicas urbanas en el barrio "La Viña", termino municipal de Lorca (Murcia): Red distribución de agua potable	Alba Traver Gual			Daniel Aguado García	09/2015	-----	20




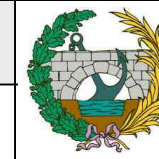
Distancia parcial	0	76.01	60.36
Distancia al origen	0	76.01	136.37
Cota terreno	344.07	347.35	352.90
Cota eje conducción	343.43	346.71	352.26
Cota excavación	343.27	346.55	352.10
Nudo	20	28	35
Diámetro nominal	90	90	90

Tramo 16



Distancia parcial	0	76.02	60.23
Distancia al origen	0	76.02	136.25
Cota terreno	342.84	345.87	351.85
Cota eje conducción	342.20	345.23	351.21
Cota excavación	342.04	345.07	351.05
Nudo	21	29	36
Diámetro nominal	90	90	90

Tramo 17

Universidad:		Universidad:		Tutor:	Nombre del plano:		
Universitat Politècnica de Valencia		Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos (GIC)		José Ferrer Polo	Perfiles longitudinales		
Título del Proyecto:		Autora:		Cotutor:	Fecha:	Escala:	Nº Plano:
Proyecto de infraestructuras hidráulicas urbanas en el barrio "La Viña", termino municipal de Lorca (Murcia): Red distribución de agua potable		Alba Traver Gual		Daniel Aguado García	09/2015	-----	21

Proyecto de infraestructuras hidráulicas urbanas en el barrio La Viña, termino municipal de Lorca (Murcia): Red distribución de agua potable

PRESUPUESTO

Curso: 2014/2015
Universidad Politécnica de Valencia (UPV)
Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos (ETSICCP)
Grado en Ingeniería Civil
Tutor: José Ferrer Polo
Cotutor: Daniel Aguado García
Autora: Alba Traver Gual



Proyecto de infraestructuras hidráulicas urbanas en el barrio La Viña, termino
municipal de Lorca (Murcia): Red distribución de agua potable

Índice

1. Cuadro de Precios Nº 1	3
2. Cuadro de Precios Nº 2	4
3. Presupuesto General	5
3.1. Presupuestos parciales	
3.2. Presupuesto Total	

Proyecto de infraestructuras hidráulicas urbanas en el barrio La Viña, termino municipal de Lorca (Murcia): Red distribución de agua potable

1. Cuadro de precios N° 1

CUADRO DE PRECIOS 1

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO
CAPÍTULO 01 MOVIMIENTO DE TIERRAS			
E01	M3	EXCAVACIÓN DE ZANJA EN CUALQUIER TIPO DE TERRENO	20.96
		M3 EXCAVACIÓN DE ZANJA EN CUALQUIER TIPO DE TERRENO, CON EQUIPOS MECÁNICOS, CARGA Y TRANSPORTE A VERTEDERO	
		VEINTE EUROS con NOVENTA Y SEIS CÉNTIMOS	
E02	M3	CAMA DE ARENA LAVADA	19.68
		M3 CAMA DE ARENA LAVADA, INCLUSO TRANSPORTE, VERTIDO EN ZANJA, COMPACTACIÓN Y CONTROL DE LA COMPACTACIÓN	
		DIECINUEVE EUROS con SESENTA Y OCHO CÉNTIMOS	
E03	M3	RELLENO DE ZANJA CON MATERIAL	10.93
		M3 RELLENO DE ZANJA CON MATERIAL DE PRESTAMO, INCLUSO TRANSPORTE, VERTIDO EN ZANJA, COMPACTACIÓN Y CONTROL DE LA COMPACTACIÓN	
		DIEZ EUROS con NOVENTA Y TRES CÉNTIMOS	

CUADRO DE PRECIOS 1

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO
CAPÍTULO 02 MATERIALES			
E04	ML	TUBERÍA PE100 BANDA AZUL CON PN10 Y DN90	10.56
	ML	TUBERÍA PE100 BANDA AZUL CON PN10 Y DN90, INCLUSO REDUCCIÓN, TRANSPORTE, COLOCACIÓN, SOLDADURA POR ELECTROFUSIÓN Y PRUEBA	
		DIEZ EUROS con CINCUENTA Y SEIS CÉNTIMOS	
E05	ML	TUBERÍA PE100 BANDA AZUL CON PN10 Y DN110	12.34
	ML	TUBERÍA PE100 BANDA AZUL CON PN10 Y DN110, INCLUSO REDUCCIÓN, TRANSPORTE, COLOCACIÓN, SOLDADURA POR ELECTROFUSIÓN Y PRUEBA	
		DOCE EUROS con TREINTA Y CUATRO CÉNTIMOS	
E06	ML	TUBERÍA PE100 BANDA AZUL CON PN10 Y DN125	14.01
	ML	TUBERÍA PE100 BANDA AZUL CON PN10 Y DN125, INCLUSO REDUCCIÓN, TRANSPORTE, COLOCACIÓN, SOLDADURA POR ELECTROFUSIÓN Y PRUEBA	
		CATORCE EUROS con UN CÉNTIMOS	
E07	ML	TUBERÍA PE100 BANDA AZUL CON PN10 Y DN160	18.52
	ML	TUBERÍA PE100 BANDA AZUL CON PN10 Y DN160, INCLUSO REDUCCIÓN, TRANSPORTE, COLOCACIÓN, SOLDADURA POR ELECTROFUSIÓN Y PRUEBA	
		DIECIOCHO EUROS con CINCUENTA Y DOS CÉNTIMOS	
E08	ML	TUBERÍA PE100 BANDA AZUL CON PN10 Y DN180	22.02
	ML	TUBERÍA PE100 BANDA AZUL CON PN10 Y DN90, INCLUSO REDUCCIÓN, TRANSPORTE, COLOCACIÓN, SOLDADURA POR ELECTROFUSIÓN Y PRUEBA	
		VEINTIDOS EUROS con DOS CÉNTIMOS	
E09	ML	TUBERÍA PE100 BANDA AZUL CON PN10 Y DN200	25.20
	ML	TUBERÍA PE100 BANDA AZUL CON PN10 Y DN200, INCLUSO REDUCCIÓN, TRANSPORTE, COLOCACIÓN, SOLDADURA POR ELECTROFUSIÓN Y PRUEBA	
		VEINTICINCO EUROS con VEINTE CÉNTIMOS	
E10	ML	TUBERÍA PE100 BANDA AZUL CON PN10 Y DN225	30.31
	ML	TUBERÍA PE100 BANDA AZUL CON PN10 Y DN225, INCLUSO REDUCCIÓN, TRANSPORTE, COLOCACIÓN, SOLDADURA POR ELECTROFUSIÓN Y PRUEBA	
		TREINTA EUROS con TREINTA Y UN CÉNTIMOS	
E11	ML	TUBERÍA PE100 BANDA AZUL CON PN10 Y DN250	35.71
	ML	TUBERÍA PE100 BANDA AZUL CON PN10 Y DN250, INCLUSO REDUCCIÓN, TRANSPORTE, COLOCACIÓN, SOLDADURA POR ELECTROFUSIÓN Y PRUEBA	
		TREINTA Y CINCO EUROS con SETENTA Y UN CÉNTIMOS	
E12	ML	TUBERÍA PE100 BANDA AZUL CON PN10 Y DN280	43.60
	ML	TUBERÍA PE100 BANDA AZUL CON PN10 Y DN280, INCLUSO REDUCCIÓN, TRANSPORTE, COLOCACIÓN, SOLDADURA POR ELECTROFUSIÓN Y PRUEBA	
		CUARENTA Y TRES EUROS con SESENTA CÉNTIMOS	
E13	ML	TUBERÍA PE100 BANDA AZUL CON PN10 Y DN315	53.34
	ML	TUBERÍA PE100 BANDA AZUL CON PN10 Y DN315, INCLUSO REDUCCIÓN, TRANSPORTE, COLOCACIÓN, SOLDADURA POR ELECTROFUSIÓN Y PRUEBA	
		CINCUENTA Y TRES EUROS con TREINTA Y CUATRO CÉNTIMOS	

CUADRO DE PRECIOS 1

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO
CAPÍTULO 03 ACCESORIOS			
E14	U	HIDRANTE TIPO 100 U HIDRANTE ENTERRADO DOBLE SALIDA DE COLUMNA SECA DN100 Y PN16, INCLUIDO TRANSPORTE, COLOCACIÓN, UNIÓN Y PRUEBA	554.14
		QUINIENTOS CINCUENTA Y CUATRO EUROS con CATORCE CÉNTIMOS	
E15	U	VÁLVULA DE CORTE DN90 U VÁLVULA DE CORTE DE COMPUERTA PARA DN90, INCLUSO TRANSPORTE, COLOCACIÓN, UNIÓN Y PRUEBA.	1,425.01
		MIL CUATROCIENTOS VEINTICINCO EUROS con UN CÉNTIMOS	
E16	U	VÁLVULA DE CORTE DN110 U VÁLVULA DE CORTE DE COMPUERTA PARA D110, INCLUSO TRANSPORTE, COLOCACIÓN, UNIÓN Y PRUEBA.	1,478.01
		MIL CUATROCIENTOS SETENTA Y OCHO EUROS con UN CÉNTIMOS	
E17	U	VÁLVULA DE CORTE DN125 U VÁLVULA DE CORTE DE COMPUERTA PARA DN125, INCLUSO TRANSPORTE, COLOCACIÓN, UNIÓN Y PRUEBA.	1,667.75
		MIL SEISCIENTOS SESENTA Y SIETE EUROS con SETENTA Y CINCO CÉNTIMOS	
E18	U	VÁLVULA DE CORTE DN160 U VÁLVULA DE CORTE DE COMPUERTA PARA DN160, INCLUSO TRANSPORTE, COLOCACIÓN, UNIÓN Y PRUEBA.	1,743.01
		MIL SETECIENTOS CUARENTA Y TRES EUROS con UN CÉNTIMOS	
E19	U	VÁLVULA DE CORTE DN180 U VÁLVULA DE CORTE DE COMPUERTA PARA DN180, INCLUSO TRANSPORTE, COLOCACIÓN, UNIÓN Y PRUEBA.	1,807.67
		MIL OCHOCIENTOS SIETE EUROS con SESENTA Y SIETE CÉNTIMOS	
E20	U	VÁLVULA DE CORTE DN200 U VÁLVULA DE CORTE DE COMPUERTA PARA DN200, INCLUSO TRANSPORTE, COLOCACIÓN, UNIÓN Y PRUEBA.	1,860.67
		MIL OCHOCIENTOS SESENTA EUROS con SESENTA Y SIETE CÉNTIMOS	
E21	U	VÁLVULA DE CORTE DN225 U VÁLVULA DE CORTE DE COMPUERTA PARA DN225, INCLUSO TRANSPORTE, COLOCACIÓN, UNIÓN Y PRUEBA.	2,851.77
		DOS MIL OCHOCIENTOS CINCUENTA Y UN EUROS con SETENTA Y SIETE CÉNTIMOS	
E22	U	VÁLVULA DE CORTE DN250 U VÁLVULA DE CORTE DE COMPUERTA PARA DN250, INCLUSO TRANSPORTE, COLOCACIÓN, UNIÓN Y PRUEBA.	3,025.61
		TRES MIL VEINTICINCO EUROS con SESENTA Y UN CÉNTIMOS	
E23	U	VÁLVULA DE CORTE DN280 U VÁLVULA DE CORTE DE COMPUERTA PARA DN280, INCLUSO TRANSPORTE, COLOCACIÓN, UNIÓN Y PRUEBA.	3,180.37
		TRES MIL CIENTO OCHENTA EUROS con TREINTA Y SIETE CÉNTIMOS	
E24	U	VENTOSA PARA CUALQUIER DIÁMETRO U VENTOSA PARA CUALQUIER DIÁMETRO, INCLUIDO TRANSPORTE, COLOCACIÓN, UNIÓN Y PRUEBA.	2,515.24
		DOS MIL QUINIENTOS QUINCE EUROS con VEINTICUATRO CÉNTIMOS	
E25	U	CODO DE POLIETILENO DN90 U CODO DE POLIETILENO DN 90 DE CUALQUIER ÁNGULO, INCLUIDO TRANSPORTE, COLOCACIÓN, SOLDADURA Y PRUEBA	78.90
		SETENTA Y OCHO EUROS con NOVENTA CÉNTIMOS	

CUADRO DE PRECIOS 1

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO
E26	U	CODO DE POLIETILENO DN110 U CODO DE POLIETILENO DN 110 DE CUALQUIER ÁNGULO, INCLUIDO TRANSPORTE, COLOCACIÓN, SOLDADURA Y PRUEBA	105.72
			CIENTO CINCO EUROS con SETENTA Y DOS CÉNTIMOS
E27	U	CODO DE POLIETILENO DN125 U CODO DE POLIETILENO DN 125 DE CUALQUIER ÁNGULO, INCLUIDO TRANSPORTE, COLOCACIÓN, SOLDADURA Y PRUEBA	119.53
			CIENTO DIECINUEVE EUROS con CINCUENTA Y TRES CÉNTIMOS
E28	U	CODO DE POLIETILENO DN160 U CODO DE POLIETILENO DN 160 DE CUALQUIER ÁNGULO, INCLUIDO TRANSPORTE, COLOCACIÓN, SOLDADURA Y PRUEBA	156.11
			CIENTO CINCUENTA Y SEIS EUROS con ONCE CÉNTIMOS
E29	U	"T" DE POLIETILENO DN90 U "T" DE POLIETILENO DN 90, INCLUIDO TRANSPORTE, COLOCACIÓN, SOLDADURA Y PRUEBA.	95.55
			NOVENTA Y CINCO EUROS con CINCUENTA Y CINCO CÉNTIMOS
E30	U	"T" DE POLIETILENO DN110 U "T" DE POLIETILENO DN 110, INCLUIDO TRANSPORTE, COLOCACIÓN, SOLDADURA Y PRUEBA.	103.44
			CIENTO TRES EUROS con CUARENTA Y CUATRO CÉNTIMOS
E31	U	"T" DE POLIETILENO DN125 U "T" DE POLIETILENO DN 125, INCLUIDO TRANSPORTE, COLOCACIÓN, SOLDADURA Y PRUEBA.	129.20
			CIENTO VEINTINUEVE EUROS con VEINTE CÉNTIMOS
E32	U	"T" DE POLIETILENO DN160 U "T" DE POLIETILENO DN 160, INCLUIDO TRANSPORTE, COLOCACIÓN, SOLDADURA Y PRUEBA.	156.71
			CIENTO CINCUENTA Y SEIS EUROS con SETENTA Y UN CÉNTIMOS
E33	U	"T" DE POLIETILENO DN180 U "T" DE POLIETILENO DN 180, INCLUIDO TRANSPORTE, COLOCACIÓN, SOLDADURA Y PRUEBA.	183.23
			CIENTO OCHENTA Y TRES EUROS con VEINTITRES CÉNTIMOS
E34	U	"T" DE POLIETILENO DN200 U "T" DE POLIETILENO DN 200, INCLUIDO TRANSPORTE, COLOCACIÓN, SOLDADURA Y PRUEBA.	208.81
			DOSCIENTOS OCHO EUROS con OCHENTA Y UN CÉNTIMOS
E35	U	"T" DE POLIETILENO DN225 U "T" DE POLIETILENO DN 225, INCLUIDO TRANSPORTE, COLOCACIÓN, SOLDADURA Y PRUEBA.	222.42
			DOSCIENTOS VEINTIDOS EUROS con CUARENTA Y DOS CÉNTIMOS
E36	U	"T" DE POLIETILENO DN250 U "T" DE POLIETILENO DN 250, INCLUIDO TRANSPORTE, COLOCACIÓN, SOLDADURA Y PRUEBA.	229.70
			DOSCIENTOS VEINTINUEVE EUROS con SETENTA CÉNTIMOS
E37	U	"T" DE POLIETILENO DN280 U "T" DE POLIETILENO DN 280, INCLUIDO TRANSPORTE, COLOCACIÓN, SOLDADURA Y PRUEBA.	250.30
			DOSCIENTOS CINCUENTA EUROS con TREINTA CÉNTIMOS

CUADRO DE PRECIOS 1

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO
E38	U	"T" DE POLIETILENO DN315	282.90
	U	"T" DE POLIETILENO DN 315, INCLUIDO TRANSPORTE, COLOCACIÓN, SOLDADURA Y PRUEBA.	
		DOSCIENTOS OCHENTA Y DOS EUROS con NOVENTA CÉNTIMOS	
E39	U	ACOMETIDA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA	649.07
	U	ACOMETIDA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DESDE LA RED GENERAL DE DIÁMETRO 90-250, A UNA DISTANCIA MÁXIMA DE 5 METROS, Y LLAVE DE COMPUERTA MANUAL EN ARQUETA 55X55X55 CM CON TAPA PVC. INCLUSO ACCESORIOS Y MONTAJE, INSTALADA Y COMPROBADA	
		SEISCIENTOS CUARENTA Y NUEVE EUROS con SIETE CÉNTIMOS	

Proyecto de infraestructuras hidráulicas urbanas en el barrio La Viña, termino municipal de Lorca (Murcia): Red distribución de agua potable

2. Cuadro de precios N° 2

CUADRO DE PRECIOS 2

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO
CAPÍTULO 01 MOVIMIENTO DE TIERRAS			
E01	M3	EXCAVACIÓN DE ZANJA EN CUALQUIER TIPO DE TERRENO	
	M3	EXCAVACIÓN DE ZANJA EN CUALQUIER TIPO DE TERRENO, CON EQUIPOS MECÁNICOS, CARGA Y TRANSPORTE A VERTEDERO	
		Mano de obra.....	3.69
		Maquinaria.....	16.08
		Resto de obra y materiales.....	1.19
		TOTAL PARTIDA.....	20.96
E02	M3	CAMA DE ARENA LAVADA	
	M3	CAMA DE ARENA LAVADA, INCLUSO TRANSPORTE, VERTIDO EN ZANJA, COMPACTACIÓN Y CONTROL DE LA COMPACTACIÓN	
		Mano de obra.....	3.08
		Maquinaria.....	1.89
		Resto de obra y materiales.....	14.71
		TOTAL PARTIDA.....	19.68
E03	M3	RELLENO DE ZANJA CON MATERIAL	
	M3	RELLENO DE ZANJA CON MATERIAL DE PRESTAMO, INCLUSO TRANSPORTE, VERTIDO EN ZANJA, COMPACTACIÓN Y CONTROL DE LA COMPACTACIÓN	
		Mano de obra.....	3.08
		Maquinaria.....	1.04
		Resto de obra y materiales.....	6.81
		TOTAL PARTIDA.....	10.93

CUADRO DE PRECIOS 2

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO
CAPÍTULO 02 MATERIALES			
E04	ML	TUBERÍA PE100 BANDA AZUL CON PN10 Y DN90	
	ML	TUBERÍA PE100 BANDA AZUL CON PN10 Y DN90, INCLUSO REDUCCIÓN, TRANSPORTE, COLOCACIÓN, SOLDADURA POR ELECTROFUSIÓN Y PRUEBA	
		Mano de obra.....	5.09
		Maquinaria.....	1.10
		Resto de obra y materiales.....	4.37
		TOTAL PARTIDA.....	10.56
E05	ML	TUBERÍA PE100 BANDA AZUL CON PN10 Y DN110	
	ML	TUBERÍA PE100 BANDA AZUL CON PN10 Y DN110, INCLUSO REDUCCIÓN, TRANSPORTE, COLOCACIÓN, SOLDADURA POR ELECTROFUSIÓN Y PRUEBA	
		Mano de obra.....	5.09
		Maquinaria.....	1.10
		Resto de obra y materiales.....	6.15
		TOTAL PARTIDA.....	12.34
E06	ML	TUBERÍA PE100 BANDA AZUL CON PN10 Y DN125	
	ML	TUBERÍA PE100 BANDA AZUL CON PN10 Y DN125, INCLUSO REDUCCIÓN, TRANSPORTE, COLOCACIÓN, SOLDADURA POR ELECTROFUSIÓN Y PRUEBA	
		Mano de obra.....	5.09
		Maquinaria.....	1.10
		Resto de obra y materiales.....	7.82
		TOTAL PARTIDA.....	14.01
E07	ML	TUBERÍA PE100 BANDA AZUL CON PN10 Y DN160	
	ML	TUBERÍA PE100 BANDA AZUL CON PN10 Y DN160, INCLUSO REDUCCIÓN, TRANSPORTE, COLOCACIÓN, SOLDADURA POR ELECTROFUSIÓN Y PRUEBA	
		Mano de obra.....	5.09
		Maquinaria.....	1.10
		Resto de obra y materiales.....	12.33
		TOTAL PARTIDA.....	18.52
E08	ML	TUBERÍA PE100 BANDA AZUL CON PN10 Y DN180	
	ML	TUBERÍA PE100 BANDA AZUL CON PN10 Y DN90, INCLUSO REDUCCIÓN, TRANSPORTE, COLOCACIÓN, SOLDADURA POR ELECTROFUSIÓN Y PRUEBA	
		Mano de obra.....	5.09
		Maquinaria.....	1.10
		Resto de obra y materiales.....	15.83
		TOTAL PARTIDA.....	22.02
E09	ML	TUBERÍA PE100 BANDA AZUL CON PN10 Y DN200	
	ML	TUBERÍA PE100 BANDA AZUL CON PN10 Y DN200, INCLUSO REDUCCIÓN, TRANSPORTE, COLOCACIÓN, SOLDADURA POR ELECTROFUSIÓN Y PRUEBA	
		Mano de obra.....	5.09
		Maquinaria.....	1.10
		Resto de obra y materiales.....	19.01
		TOTAL PARTIDA.....	25.20
E10	ML	TUBERÍA PE100 BANDA AZUL CON PN10 Y DN225	
	ML	TUBERÍA PE100 BANDA AZUL CON PN10 Y DN225, INCLUSO REDUCCIÓN, TRANSPORTE, COLOCACIÓN, SOLDADURA POR ELECTROFUSIÓN Y PRUEBA	
		Mano de obra.....	5.09
		Maquinaria.....	1.10
		Resto de obra y materiales.....	24.12
		TOTAL PARTIDA.....	30.31
E11	ML	TUBERÍA PE100 BANDA AZUL CON PN10 Y DN250	
	ML	TUBERÍA PE100 BANDA AZUL CON PN10 Y DN250, INCLUSO REDUCCIÓN, TRANSPORTE, COLOCACIÓN, SOLDADURA POR ELECTROFUSIÓN Y PRUEBA	
		Mano de obra.....	5.09
		Maquinaria.....	1.10
		Resto de obra y materiales.....	29.52
		TOTAL PARTIDA.....	35.71

CUADRO DE PRECIOS 2

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO
E12	ML	TUBERÍA PE100 BANDA AZUL CON PN10 Y DN280	
	ML	TUBERÍA PE100 BANDA AZUL CON PN10 Y DN280, INCLUSO REDUCCIÓN, TRANSPORTE, COLOCACIÓN, SOLDADURA POR ELECTROFUSIÓN Y PRUEBA	
		Mano de obra.....	5.09
		Maquinaria.....	1.10
		Resto de obra y materiales.....	37.41
		TOTAL PARTIDA.....	43.60
E13	ML	TUBERÍA PE100 BANDA AZUL CON PN10 Y DN315	
	ML	TUBERÍA PE100 BANDA AZUL CON PN10 Y DN315, INCLUSO REDUCCIÓN, TRANSPORTE, COLOCACIÓN, SOLDADURA POR ELECTROFUSIÓN Y PRUEBA	
		Mano de obra.....	5.09
		Maquinaria.....	1.10
		Resto de obra y materiales.....	47.15
		TOTAL PARTIDA.....	53.34

CUADRO DE PRECIOS 2

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO
CAPÍTULO 03 ACCESORIOS			
E14	U	HIDRANTE TIPO 100 U HIDRANTE ENTERRADO DOBLE SALIDA DE COLUMNA SECA DN100 Y PN16, IN- CLUIDO TRANSPORTE, COLOCACIÓN, UNIÓN Y PRUEBA	
		Mano de obra.....	15.27
		Resto de obra y materiales.....	538.87
		TOTAL PARTIDA.....	554.14
E15	U	VÁLVULA DE CORTE DN90 U VÁLVULA DE CORTE DE COMPUERTA PARA DN90, INCLUSO TRANSPORTE, COLOCACIÓN, UNIÓN Y PRUEBA.	
		Mano de obra.....	20.35
		Resto de obra y materiales.....	1,404.66
		TOTAL PARTIDA.....	1,425.01
E16	U	VÁLVULA DE CORTE DN110 U VÁLVULA DE CORTE DE COMPUERTA PARA D110, INCLUSO TRANSPORTE, CO- LOCACIÓN, UNIÓN Y PRUEBA.	
		Mano de obra.....	20.35
		Resto de obra y materiales.....	1,457.66
		TOTAL PARTIDA.....	1,478.01
E17	U	VÁLVULA DE CORTE DN125 U VÁLVULA DE CORTE DE COMPUERTA PARA DN125, INCLUSO TRANSPORTE, COLOCACIÓN, UNIÓN Y PRUEBA.	
		Mano de obra.....	20.35
		Resto de obra y materiales.....	1,647.40
		TOTAL PARTIDA.....	1,667.75
E18	U	VÁLVULA DE CORTE DN160 U VÁLVULA DE CORTE DE COMPUERTA PARA DN160, INCLUSO TRANSPORTE, COLOCACIÓN, UNIÓN Y PRUEBA.	
		Mano de obra.....	20.35
		Resto de obra y materiales.....	1,722.66
		TOTAL PARTIDA.....	1,743.01
E19	U	VÁLVULA DE CORTE DN180 U VÁLVULA DE CORTE DE COMPUERTA PARA DN180, INCLUSO TRANSPORTE, COLOCACIÓN, UNIÓN Y PRUEBA.	
		Mano de obra.....	20.35
		Resto de obra y materiales.....	1,787.32
		TOTAL PARTIDA.....	1,807.67
E20	U	VÁLVULA DE CORTE DN200 U VÁLVULA DE CORTE DE COMPUERTA PARA DN200, INCLUSO TRANSPORTE, COLOCACIÓN, UNIÓN Y PRUEBA.	
		Mano de obra.....	20.35
		Resto de obra y materiales.....	1,840.32
		TOTAL PARTIDA.....	1,860.67
E21	U	VÁLVULA DE CORTE DN225 U VÁLVULA DE CORTE DE COMPUERTA PARA DN225, INCLUSO TRANSPORTE, COLOCACIÓN, UNIÓN Y PRUEBA.	
		Mano de obra.....	20.35
		Resto de obra y materiales.....	2,831.42
		TOTAL PARTIDA.....	2,851.77
E22	U	VÁLVULA DE CORTE DN250 U VÁLVULA DE CORTE DE COMPUERTA PARA DN250, INCLUSO TRANSPORTE, COLOCACIÓN, UNIÓN Y PRUEBA.	
		Mano de obra.....	20.35
		Resto de obra y materiales.....	3,005.26
		TOTAL PARTIDA.....	3,025.61
E23	U	VÁLVULA DE CORTE DN280 U VÁLVULA DE CORTE DE COMPUERTA PARA DN280, INCLUSO TRANSPORTE, COLOCACIÓN, UNIÓN Y PRUEBA.	
		Mano de obra.....	20.35
		Resto de obra y materiales.....	3,160.02
		TOTAL PARTIDA.....	3,180.37

CUADRO DE PRECIOS 2

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO
E24	U	VENTOSA PARA CUALQUIER DIÁMETRO U VENTOSA PARA CUALQUIER DIÁMETRO, INCLUIDO TRANSPORTE, COLOCACIÓN, UNIÓN Y PRUEBA.	
		Mano de obra.....	15.27
		Resto de obra y materiales.....	2,499.97
		TOTAL PARTIDA.....	2,515.24
E25	U	CODO DE POLIETILENO DN90 U CODO DE POLIETILENO DN 90 DE CUALQUIER ÁNGULO, INCLUIDO TRANSPORTE, COLOCACIÓN, SOLDADURA Y PRUEBA	
		Mano de obra.....	10.18
		Resto de obra y materiales.....	68.72
		TOTAL PARTIDA.....	78.90
E26	U	CODO DE POLIETILENO DN110 U CODO DE POLIETILENO DN 110 DE CUALQUIER ÁNGULO, INCLUIDO TRANSPORTE, COLOCACIÓN, SOLDADURA Y PRUEBA	
		Mano de obra.....	10.18
		Resto de obra y materiales.....	95.54
		TOTAL PARTIDA.....	105.72
E27	U	CODO DE POLIETILENO DN125 U CODO DE POLIETILENO DN 125 DE CUALQUIER ÁNGULO, INCLUIDO TRANSPORTE, COLOCACIÓN, SOLDADURA Y PRUEBA	
		Mano de obra.....	10.18
		Resto de obra y materiales.....	109.35
		TOTAL PARTIDA.....	119.53
E28	U	CODO DE POLIETILENO DN160 U CODO DE POLIETILENO DN 160 DE CUALQUIER ÁNGULO, INCLUIDO TRANSPORTE, COLOCACIÓN, SOLDADURA Y PRUEBA	
		Mano de obra.....	10.18
		Resto de obra y materiales.....	145.93
		TOTAL PARTIDA.....	156.11
E29	U	"T" DE POLIETILENO DN90 U "T" DE POLIETILENO DN 90, INCLUIDO TRANSPORTE, COLOCACIÓN, SOLDADURA Y PRUEBA.	
		Mano de obra.....	20.35
		Resto de obra y materiales.....	75.20
		TOTAL PARTIDA.....	95.55
E30	U	"T" DE POLIETILENO DN110 U "T" DE POLIETILENO DN 110, INCLUIDO TRANSPORTE, COLOCACIÓN, SOLDADURA Y PRUEBA.	
		Mano de obra.....	20.35
		Resto de obra y materiales.....	83.09
		TOTAL PARTIDA.....	103.44
E31	U	"T" DE POLIETILENO DN125 U "T" DE POLIETILENO DN 125, INCLUIDO TRANSPORTE, COLOCACIÓN, SOLDADURA Y PRUEBA.	
		Mano de obra.....	20.35
		Resto de obra y materiales.....	108.85
		TOTAL PARTIDA.....	129.20
E32	U	"T" DE POLIETILENO DN160 U "T" DE POLIETILENO DN 160, INCLUIDO TRANSPORTE, COLOCACIÓN, SOLDADURA Y PRUEBA.	
		Mano de obra.....	20.35
		Resto de obra y materiales.....	136.36
		TOTAL PARTIDA.....	156.71
E33	U	"T" DE POLIETILENO DN180 U "T" DE POLIETILENO DN 180, INCLUIDO TRANSPORTE, COLOCACIÓN, SOLDADURA Y PRUEBA.	
		Mano de obra.....	20.35
		Resto de obra y materiales.....	162.88
		TOTAL PARTIDA.....	183.23

CUADRO DE PRECIOS 2

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO
E34	U	"T" DE POLIETILENO DN200	
		U "T" DE POLIETILENO DN 200, INCLUIDO TRANSPORTE, COLOCACIÓN, SOLDADURA Y PRUEBA.	
		Mano de obra.....	20.35
		Resto de obra y materiales.....	188.46
		TOTAL PARTIDA.....	208.81
E35	U	"T" DE POLIETILENO DN225	
		U "T" DE POLIETILENO DN 225, INCLUIDO TRANSPORTE, COLOCACIÓN, SOLDADURA Y PRUEBA.	
		Mano de obra.....	20.35
		Resto de obra y materiales.....	202.07
		TOTAL PARTIDA.....	222.42
E36	U	"T" DE POLIETILENO DN250	
		U "T" DE POLIETILENO DN 250, INCLUIDO TRANSPORTE, COLOCACIÓN, SOLDADURA Y PRUEBA.	
		Mano de obra.....	20.35
		Resto de obra y materiales.....	209.35
		TOTAL PARTIDA.....	229.70
E37	U	"T" DE POLIETILENO DN280	
		U "T" DE POLIETILENO DN 280, INCLUIDO TRANSPORTE, COLOCACIÓN, SOLDADURA Y PRUEBA.	
		Mano de obra.....	20.35
		Resto de obra y materiales.....	229.95
		TOTAL PARTIDA.....	250.30
E38	U	"T" DE POLIETILENO DN315	
		U "T" DE POLIETILENO DN 315, INCLUIDO TRANSPORTE, COLOCACIÓN, SOLDADURA Y PRUEBA.	
		Mano de obra.....	20.35
		Resto de obra y materiales.....	262.55
		TOTAL PARTIDA.....	282.90
E39	U	ACOMETIDA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA	
		U ACOMETIDA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DESDE LA RED GENERAL DE DIÁMETRO 90-250, A UNA DISTANCIA MÁXIMA DE 5 METROS, Y LLAVE DE COMPUERTA MANUAL EN ARQUETA 55X55X55 CM CON TAPA PVC. INCLUSO ACCESORIOS Y MONTAJE, INSTALADA Y COMPROBADA	
		Mano de obra.....	231.22
		Maquinaria.....	6.57
		Resto de obra y materiales.....	411.28
		TOTAL PARTIDA.....	649.07

3. Presupuesto general

PRESUPUESTO

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
	CAPÍTULO 01 MOVIMIENTO DE TIERRAS			
E01	M3 EXCAVACIÓN DE ZANJA EN CUALQUIER TIPO DE TERRENO M3 EXCAVACIÓN DE ZANJA EN CUALQUIER TIPO DE TERRENO, CON EQUIPOS MECÁNICOS, CARGA Y TRANSPORTE A VERTEDERO	2,270.87	20.96	47,597.44
E02	M3 CAMA DE ARENA LAVADA M3 CAMA DE ARENA LAVADA, INCLUSO TRANSPORTE, VERTIDO EN ZANJA, COMPACTACIÓN Y CONTROL DE LA COMPACTACIÓN	207.45	19.68	4,082.62
E03	M3 RELLENO DE ZANJA CON MATERIAL M3 RELLENO DE ZANJA CON MATERIAL DE PRESTAMO, INCLUSO TRANSPORTE, VERTIDO EN ZANJA, COMPACTACIÓN Y CONTROL DE LA COMPACTACIÓN	2,071.21	10.93	22,638.33
	TOTAL CAPÍTULO 01 MOVIMIENTO DE TIERRAS			74,318.39

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
CAPÍTULO 02 MATERIALES				
E04	ML TUBERÍA PE100 BANDA AZUL CON PN10 Y DN90 ML TUBERÍA PE100 BANDA AZUL CON PN10 Y DN90, INCLUSO REDUCCIÓN, TRANSPORTE, COLOCACIÓN, SOLDADURA POR ELECTROFUSIÓN Y PRUEBA	1,836.24	10.56	19,390.69
E05	ML TUBERÍA PE100 BANDA AZUL CON PN10 Y DN110 ML TUBERÍA PE100 BANDA AZUL CON PN10 Y DN110, INCLUSO REDUCCIÓN, TRANSPORTE, COLOCACIÓN, SOLDADURA POR ELECTROFUSIÓN Y PRUEBA	438.70	12.34	5,413.56
E06	ML TUBERÍA PE100 BANDA AZUL CON PN10 Y DN125 ML TUBERÍA PE100 BANDA AZUL CON PN10 Y DN125, INCLUSO REDUCCIÓN, TRANSPORTE, COLOCACIÓN, SOLDADURA POR ELECTROFUSIÓN Y PRUEBA	292.43	14.01	4,096.94
E07	ML TUBERÍA PE100 BANDA AZUL CON PN10 Y DN160 ML TUBERÍA PE100 BANDA AZUL CON PN10 Y DN160, INCLUSO REDUCCIÓN, TRANSPORTE, COLOCACIÓN, SOLDADURA POR ELECTROFUSIÓN Y PRUEBA	373.88	18.52	6,924.26
E08	ML TUBERÍA PE100 BANDA AZUL CON PN10 Y DN180 ML TUBERÍA PE100 BANDA AZUL CON PN10 Y DN180, INCLUSO REDUCCIÓN, TRANSPORTE, COLOCACIÓN, SOLDADURA POR ELECTROFUSIÓN Y PRUEBA	67.84	22.02	1,493.84
E09	ML TUBERÍA PE100 BANDA AZUL CON PN10 Y DN200 ML TUBERÍA PE100 BANDA AZUL CON PN10 Y DN200, INCLUSO REDUCCIÓN, TRANSPORTE, COLOCACIÓN, SOLDADURA POR ELECTROFUSIÓN Y PRUEBA	95.00	25.20	2,394.00
E10	ML TUBERÍA PE100 BANDA AZUL CON PN10 Y DN225 ML TUBERÍA PE100 BANDA AZUL CON PN10 Y DN225, INCLUSO REDUCCIÓN, TRANSPORTE, COLOCACIÓN, SOLDADURA POR ELECTROFUSIÓN Y PRUEBA	32.16	30.31	974.77
E11	ML TUBERÍA PE100 BANDA AZUL CON PN10 Y DN250 ML TUBERÍA PE100 BANDA AZUL CON PN10 Y DN250, INCLUSO REDUCCIÓN, TRANSPORTE, COLOCACIÓN, SOLDADURA POR ELECTROFUSIÓN Y PRUEBA	52.14	35.71	1,861.92
E12	ML TUBERÍA PE100 BANDA AZUL CON PN10 Y DN280 ML TUBERÍA PE100 BANDA AZUL CON PN10 Y DN280, INCLUSO REDUCCIÓN, TRANSPORTE, COLOCACIÓN, SOLDADURA POR ELECTROFUSIÓN Y PRUEBA	45.74	43.60	1,994.26
E13	ML TUBERÍA PE100 BANDA AZUL CON PN10 Y DN315 ML TUBERÍA PE100 BANDA AZUL CON PN10 Y DN315, INCLUSO REDUCCIÓN, TRANSPORTE, COLOCACIÓN, SOLDADURA POR ELECTROFUSIÓN Y PRUEBA	9.02	53.34	481.13
TOTAL CAPÍTULO 02 MATERIALES				45,025.37

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
CAPÍTULO 03 ACCESORIOS				
E14	U HIDRANTE TIPO 100 U HIDRANTE ENTERRADO DOBLE SALIDA DE COLUMNA SECA DN100 Y PN16, INCLUIDO TRANSPORTE, COLOCACIÓN, UNIÓN Y PRUEBA	3.00	554.14	1,662.42
E15	U VÁLVULA DE CORTE DN90 U VÁLVULA DE CORTE DE COMPUERTA PARA DN90, INCLUSO TRANSPORTE, COLOCACIÓN, UNIÓN Y PRUEBA.	32.00	1,425.01	45,600.32
E16	U VÁLVULA DE CORTE DN110 U VÁLVULA DE CORTE DE COMPUERTA PARA D110, INCLUSO TRANSPORTE, COLOCACIÓN, UNIÓN Y PRUEBA.	7.00	1,478.01	10,346.07
E17	U VÁLVULA DE CORTE DN125 U VÁLVULA DE CORTE DE COMPUERTA PARA DN125, INCLUSO TRANSPORTE, COLOCACIÓN, UNIÓN Y PRUEBA.	3.00	1,667.75	5,003.25
E18	U VÁLVULA DE CORTE DN160 U VÁLVULA DE CORTE DE COMPUERTA PARA DN160, INCLUSO TRANSPORTE, COLOCACIÓN, UNIÓN Y PRUEBA.	9.00	1,743.01	15,687.09
E19	U VÁLVULA DE CORTE DN180 U VÁLVULA DE CORTE DE COMPUERTA PARA DN180, INCLUSO TRANSPORTE, COLOCACIÓN, UNIÓN Y PRUEBA.	2.00	1,807.67	3,615.34
E20	U VÁLVULA DE CORTE DN200 U VÁLVULA DE CORTE DE COMPUERTA PARA DN200, INCLUSO TRANSPORTE, COLOCACIÓN, UNIÓN Y PRUEBA.	2.00	1,860.67	3,721.34
E21	U VÁLVULA DE CORTE DN225 U VÁLVULA DE CORTE DE COMPUERTA PARA DN225, INCLUSO TRANSPORTE, COLOCACIÓN, UNIÓN Y PRUEBA.	1.00	2,851.77	2,851.77
E22	U VÁLVULA DE CORTE DN250 U VÁLVULA DE CORTE DE COMPUERTA PARA DN250, INCLUSO TRANSPORTE, COLOCACIÓN, UNIÓN Y PRUEBA.	1.00	3,025.61	3,025.61
E23	U VÁLVULA DE CORTE DN280 U VÁLVULA DE CORTE DE COMPUERTA PARA DN280, INCLUSO TRANSPORTE, COLOCACIÓN, UNIÓN Y PRUEBA.	1.00	3,180.37	3,180.37
E24	U VENTOSA PARA CUALQUIER DIÁMETRO U VENTOSA PARA CUALQUIER DIÁMETRO, INCLUIDO TRANSPORTE, COLOCACIÓN, UNIÓN Y PRUEBA.	7.00	2,515.24	17,606.68
E25	U CODO DE POLIETILENO DN90 U CODO DE POLIETILENO DN 90 DE CUALQUIER ÁNGULO, INCLUIDO TRANSPORTE, COLOCACIÓN, SOLDADURA Y PRUEBA	3.00	78.90	236.70
E26	U CODO DE POLIETILENO DN110 U CODO DE POLIETILENO DN 110 DE CUALQUIER ÁNGULO, INCLUIDO TRANSPORTE, COLOCACIÓN, SOLDADURA Y PRUEBA			

PRESUPUESTO

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
E27	U CODO DE POLIETILENO DN125 U CODO DE POLIETILENO DN 125 DE CUALQUIER ÁNGULO, INCLUIDO TRANSPORTE, COLOCACIÓN, SOLDADURA Y PRUEBA	1.00	105.72	105.72
E28	U CODO DE POLIETILENO DN160 U CODO DE POLIETILENO DN 160 DE CUALQUIER ÁNGULO, INCLUIDO TRANSPORTE, COLOCACIÓN, SOLDADURA Y PRUEBA	4.00	119.53	478.12
E29	U "T" DE POLIETILENO DN90 U "T" DE POLIETILENO DN 90, INCLUIDO TRANSPORTE, COLOCACIÓN, SOLDADURA Y PRUEBA.	1.00	156.11	156.11
E30	U "T" DE POLIETILENO DN110 U "T" DE POLIETILENO DN 110, INCLUIDO TRANSPORTE, COLOCACIÓN, SOLDADURA Y PRUEBA.	11.00	95.55	1,051.05
E31	U "T" DE POLIETILENO DN125 U "T" DE POLIETILENO DN 125, INCLUIDO TRANSPORTE, COLOCACIÓN, SOLDADURA Y PRUEBA.	1.00	103.44	103.44
E32	U "T" DE POLIETILENO DN160 U "T" DE POLIETILENO DN 160, INCLUIDO TRANSPORTE, COLOCACIÓN, SOLDADURA Y PRUEBA.	4.00	129.20	516.80
E33	U "T" DE POLIETILENO DN180 U "T" DE POLIETILENO DN 180, INCLUIDO TRANSPORTE, COLOCACIÓN, SOLDADURA Y PRUEBA.	7.00	156.71	1,096.97
E34	U "T" DE POLIETILENO DN200 U "T" DE POLIETILENO DN 200, INCLUIDO TRANSPORTE, COLOCACIÓN, SOLDADURA Y PRUEBA.	1.00	183.23	183.23
E35	U "T" DE POLIETILENO DN225 U "T" DE POLIETILENO DN 225, INCLUIDO TRANSPORTE, COLOCACIÓN, SOLDADURA Y PRUEBA.	4.00	208.81	835.24
E36	U "T" DE POLIETILENO DN250 U "T" DE POLIETILENO DN 250, INCLUIDO TRANSPORTE, COLOCACIÓN, SOLDADURA Y PRUEBA.	1.00	222.42	222.42
E37	U "T" DE POLIETILENO DN280 U "T" DE POLIETILENO DN 280, INCLUIDO TRANSPORTE, COLOCACIÓN, SOLDADURA Y PRUEBA.	1.00	229.70	229.70
E38	U "T" DE POLIETILENO DN315 U "T" DE POLIETILENO DN 315, INCLUIDO TRANSPORTE, COLOCACIÓN, SOLDADURA Y PRUEBA.	1.00	250.30	250.30
		1.00	282.90	282.90

PRESUPUESTO

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
E39	U ACOMETIDA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA U ACOMETIDA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DESDE LA RED GENERAL DE DIÁMETRO 90-250, A UNA DISTANCIA MÁXIMA DE 5 METROS, Y LLAVE DE COMPUERTA MANUAL EN ARQUETA 55X55X55 CM CON TAPA PVC. INCLUSO ACCESORIOS Y MONTAJE, INSTALADA Y COMPROBADA			
		156.00	649.07	101,254.92
	TOTAL CAPÍTULO 03 ACCESORIOS.....			219,303.88
	TOTAL.....			338,647.64

RESUMEN DE PRESUPUESTO

CAPITULO	RESUMEN	EUROS	%
01	MOVIMIENTO DE TIERRAS.....	74,318.39	21.95
02	MATERIALES.....	45,025.37	13.30
03	ACCESORIOS.....	219,303.88	64.76
	TOTAL EJECUCIÓN MATERIAL	338,647.64	
	13.00% Gastos generales.....	44,024.19	
	6.00% Beneficio industrial.....	20,318.86	
	SUMA DE G.G. y B.I.	64,343.05	
	21.00% I.V.A.....	84,628.04	
	TOTAL PRESUPUESTO CONTRATA	487,618.73	
	TOTAL PRESUPUESTO GENERAL	487,618.73	

Asciende el presupuesto general a la expresada cantidad de CUATROCIENTOS OCHENTA Y SIETE MIL SEISCIENTOS DIECIOCHO EUROS con SESENTA Y TRES CÉNTIMOS

, a 10 de junio de 2015.

El promotor

La dirección facultativa