

ANEJO 2 SANEAMIENTO

Índice

1.	INTRODUCCIÓN	2
2.	DESCRIPCIÓN DE LA RED	2
3.	CRITERIOS GENERALES DE CÁLCULO	4
3.1	Caudal de aguas pluviales	4
3.1.1	Pluviometría	4
3.1.2	Intensidad de precipitación	5
3.1.3	Coeficiente y cuenca de esorrentía	7
3.1.4	Coeficiente de uniformidad	7
3.1.5	Resumen de características	7
3.1.6	Caudal de aguas pluviales	7
3.1.7	Asignación de caudales de aguas pluviales	8
3.2	Caudal de aguas residuales	8
3.3	Caudales de cálculo de las conducciones de la red	8
4.	CARACTERÍSTICAS DE LAS OBRAS	10
APÉNDICE 1.-	PLANTA DE SUBCUENCAS VERTIENTES	13
APÉNDICE 2.-	TABLA DE ASIGNACIÓN DE CAUDALES DE AGUAS PLUVIALES	14
APÉNDICE 3.-	TABLA DE CÁLCULOS HIDRÁULICOS DE LA RED	21
APÉNDICE 4.-	LISTADO DE POZOS DE REGISTRO	22
APÉNDICE 5.-	CÁLCULO MECÁNICO DE TUBOS	28

1. INTRODUCCIÓN

Se redacta el presente Anexo de Saneamiento para recoger y definir todas las obras de alcantarillado necesarias para la Ampliación III de IFEMA, a fin de evacuar las aguas pluviales y residuales recogidas en el ámbito, así como su conducción mediante un emisario a la red general de colectores del municipio de Madrid.

2. DESCRIPCIÓN DE LA RED

Dado que la red de saneamiento existente en el municipio de Madrid es de carácter unitario, el sistema de saneamiento proyectado es de este tipo, evacuando simultáneamente las aguas pluviales y residuales generadas en el ámbito.

La red de saneamiento está formada por una serie de conducciones tubulares que recogen las aguas residuales y pluviales dirigiéndolas por gravedad hacia la red general de saneamiento de la ciudad. La red se proyecta en base a un único punto de desagüe.

La red planteada conecta con la red existente hacia el colector Ø1.800 mm que arranca en la Glorieta de Antonio Perpiñá. Para llegar a este punto se plantea un colector, denominado ramal de conexión, que circula paralelo a la Avenida de Alejandro de la Sota y por la misma avenida hasta el punto de desagüe citado anteriormente.

Se prevé la sustitución, para su ampliación, de un tramo de la red municipal de saneamiento, comprendido entre los pozos CX-0 y CX-4. Los dos últimos tramos del ramal de conexión se prevén de Ø1.800 mm, no por necesidad hidráulica, sino para que puedan ser visitables dada su profundidad.

El ramal de conexión comienza en el pozo T1-1 que subdivide la red en dos subcuencas. Una subcuenca principal que se extiende en origen hacia el oeste y que recoge prácticamente todo el ámbito y una subcuenca secundaria, situada al este del sector, que se extiende hacia el sur para recoger las aguas procedentes de los aparcamientos 1 y 2 así como del viario T3 y la zona situada más al sur de la calle L2.

En general, se ha proyectado que todos los tubulares discurren por las calzadas del viario, con objeto de separar su trazado del resto de servicios y de las futuras cimentaciones de los edificios. Para facilitar su identificación se han denominado los ramales en función de los nombres de los viarios por los que circula.

También forma parte del proyecto la ejecución de dos aparcamientos en superficie en las denominadas zonas C y D. En estos aparcamientos se prevén cunetas prefabricadas de hormigón (tipo C-13, triangular de 50x30x13/10 cm) que conduzcan el agua de escorrentía hacia sumideros de calzada y estos a su vez evacúen en colectores tubulares de PVC-U de diámetro Ø 400 mm. Se proyecta igualmente la disposición de cuatro canaletas con rejilla conectadas a la red de saneamiento en el aparcamiento D.

En el plano de “Planta General de la Red de Saneamiento” se detallada la red, con indicación de la dirección de desagüe y características de cada tramo de la red, así como la implantación de sumideros de calzada para la recogida de aguas pluviales generadas en los viarios del sector.

La red está formada por tubulares de diámetros comprendidos entre Ø 400 mm y Ø 1.800 mm.

La red se ha proyectado, siempre que la topografía lo ha permitido, con profundidades entre 2,00 m y 4,50 m, salvándose así los cruces con el resto de servicios proyectados. Las pendientes de los colectores oscilan entre el 0,52% y 5%.

Dado su carácter, en los aparcamientos de las zonas C y D se proyectan tubulares con profundidades menores, en el entorno de 1,75 m, debido a la menor posibilidad de interferencias con otros servicios.

Como se ha descrito anteriormente, se han proyectado, para la red general de saneamiento, colectores con un diámetro mínimo de 400 mm de PVC-U. El diámetro máximo de la red, correspondiente al tramo de evacuación del polígono, es un tubular de hormigón armado de 1.800 mm de diámetro.

En cuanto al material de los tubulares, éstos se proyectan de PVC-U hasta un diámetro Ø 1000 mm, y de hormigón armado a partir de este diámetro.

Las conexiones entre los puntos de recogida de aguas pluviales (sumideros) y la red general se prevén con tubulares de PVC-U de diámetro Ø 315 mm.

Los tubulares proyectados se distribuyen como sigue:

COLECTOR	LONGITUD (m)
TUBULAR Ø 315 (PVC-U)	2.564,51
TUBULAR Ø 400 (PVC-U)	3.381,39
TUBULAR Ø 500 (PVC-U)	569,21
TUBULAR Ø 630 (PVC-U)	533,75
TUBULAR Ø 800 (PVC-U)	720,90
TUBULAR Ø 1.000 (PVC-U)	246,50
TUBULAR Ø 1.200 (Hormigón Armado)	191,40
TUBULAR Ø 1.400 (Hormigón Armado)	80,00
TUBULAR Ø 1.500 (Hormigón Armado)	252,27
TUBULAR Ø 1.800 (Hormigón Armado)	59,91

Para la recogida de las aguas residuales y pluviales de las distintas parcelas del sector, se han proyectado arquetas registrables dentro de las parcelas, de las cuales partirá el tubular de conexión con el pozo de registro de la red correspondiente, dichas arquetas tendrán una profundidad variable, dependiendo de la profundidad del pozo de registro al cual vierte. Estas acometidas se han planteado, por lo general, con un

tubular de PVC-U de 315 mm de diámetro, y desaguarán en los pozos de registro de la red de saneamiento proyectada a una altura con respecto a la generatriz inferior de la tubería de la red de saneamiento no inferior a 40 cm.

3. CRITERIOS GENERALES DE CÁLCULO

El cálculo de los conductos de la red de alcantarillado se ha basado en el desagüe en cada tramo de la subcuenca parcial configurada por la topografía, el esquema de la red, la situación de sumideros de calzada y arquetas de acometidas a las distintas parcelas.

3.1 CAUDAL DE AGUAS PLUVIALES

Para el cálculo de los caudales se empleará el método racional utilizable, según se indica en la Norma 5.2-IC, en cuencas de área inferior a 50 km².

La fórmula utilizada es:

$$Q = C \cdot I \cdot A \cdot K$$

siendo:

C: el coeficiente medio de escorrentía de la cuenca

A: su Área

I: la intensidad de precipitación correspondiente al período de retorno considerado, para una duración de aguacero igual al tiempo de concentración de la cuenca.

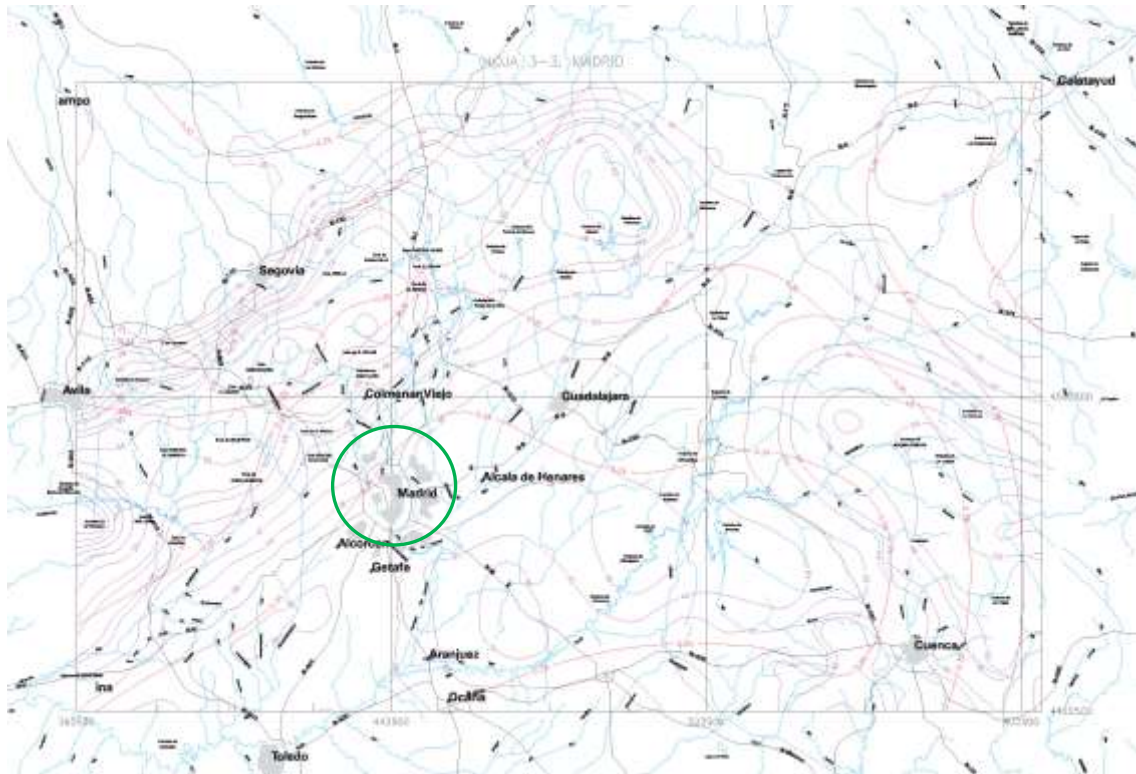
K: el coeficiente de uniformidad

A continuación se procede a caracterizar cada uno de los parámetros de cálculo.

3.1.1 PLUVIOMETRÍA

Para determinar la precipitación diaria correspondiente al periodo de retorno de diseño se va a optar por obtenerla a partir de la publicación "Máximas lluvias diarias en la España peninsular", del Ministerio de Fomento (Dirección General de Carreteras).

Según dicha publicación, el ámbito tiene un valor del coeficiente de variación C_v de 0,34, y un valor medio P de 38 mm/día según se observa en la figura adjunta.



Para $T = 10$ años, $K_T = 1,423$, luego $P_d = 1,423 \cdot 38 = 54,07$ mm.

3.1.2 INTENSIDAD DE PRECIPITACIÓN

La intensidad de precipitación a emplear en el cálculo de caudales se obtiene de la siguiente fórmula:

$$\frac{I_t}{I_d} = \left(\frac{I_1}{I_d} \right)^{\left(\frac{(28^{0.1} - T_c^{0.1})}{(28^{0.1} - 1)} \right)}$$

siendo “ I_t ”, “ I_d ” e “ I_1 ” las intensidades medias (mm/h) de las precipitaciones de duración “ t ”, diaria y horaria respectivamente, y “ T_c ” la duración de la precipitación (horas).

INTENSIDAD MEDIA DIARIA DE PRECIPITACIÓN

La intensidad media diaria de precipitación (I_d) se obtiene mediante la fórmula:

$$I_d = \frac{P_d \cdot K_A}{24}$$

Donde P_d es la precipitación diaria, y K_A es un factor reductor de la precipitación por área de la cuenca. Éste factor reductor se obtiene según la expresión:

$$K_A = 1 \text{ para } A < 1$$

$$K_A = 1 - \frac{\log A}{15} \text{ para } 1 \leq A \leq 3.000$$

siendo A la superficie de la cuenca en km².

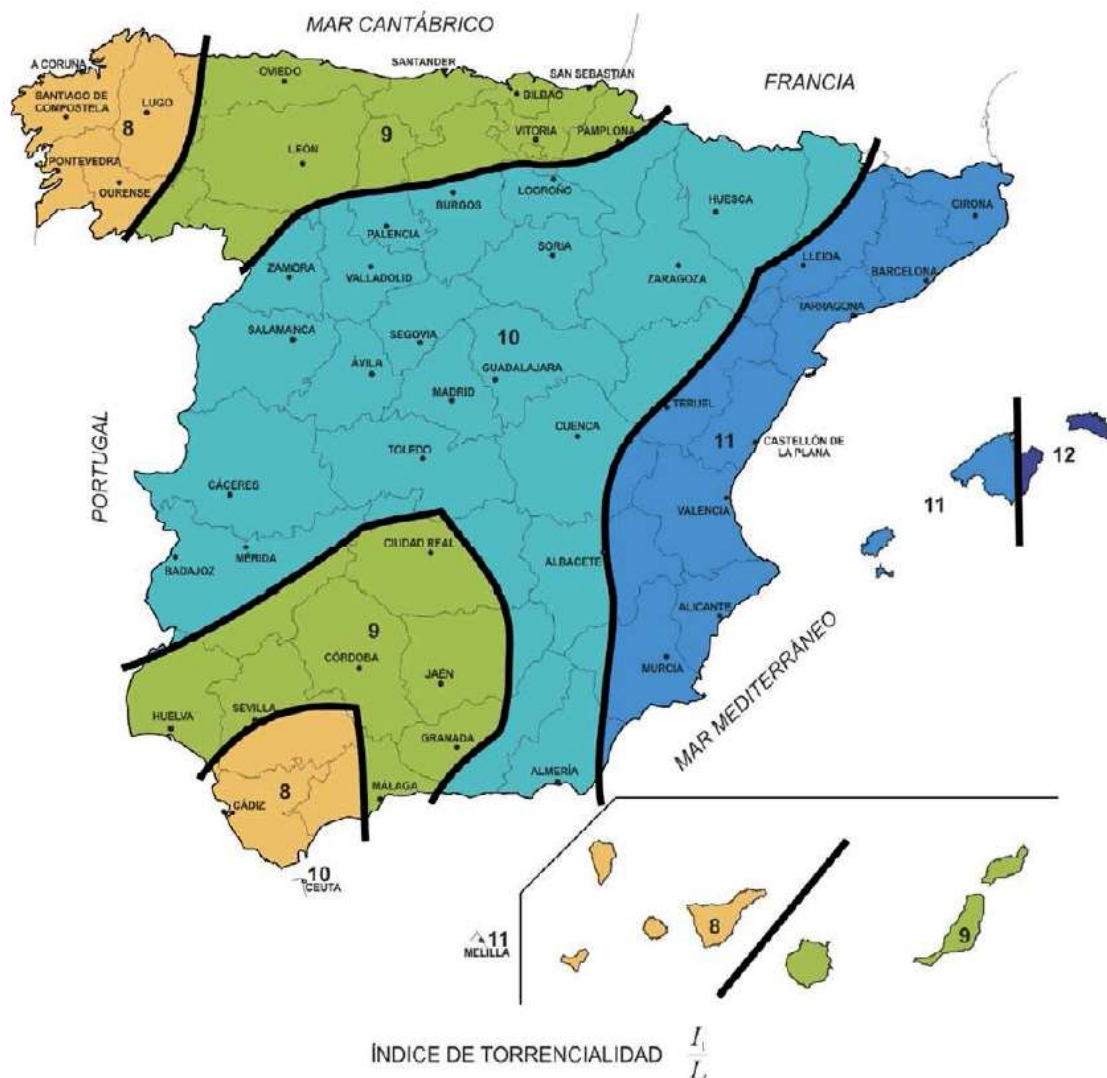
La aplicación de ese factor se justifica por la no simultaneidad de las precipitaciones de un mismo período de retorno en todos los puntos de la cuenca.

Dado que la cuenca de estudio tiene una superficie inferior a 1 km², dicho factor tendrá un valor de 1. Por lo tanto, el valor de I_d será de:

Para T = 10 años, I_d = 54,07 · 1 / 24 = 2,25 mm/h.

ÍNDICE DE TORRENCIALIDAD

El valor de I₁/I_d (índice de torrencialidad) se obtiene de la figura adjunta, reproducida de la Norma 5.2-IC.



El índice para la zona en la que se sitúa el ámbito, según la figura adjunta, es **10**.

TIEMPO DE CONCENTRACIÓN

Para calcular los caudales recogidos en la red de saneamiento se va a considerar una longitud de recorrido en la red de 1.790 m, una velocidad media de circulación en la red de 2,30 m/s y un tiempo de escorrentía hasta llegar a la red de saneamiento de 1 minuto, con lo que el tiempo de concentración tiene un valor de 0,233 h.

De esta manera, la intensidad media de precipitación para 10 años de periodo de retorno en la Ampliación III de IFEMA tiene un valor de 49,61 mm/h (137,80 l/s.Ha).

3.1.3 COEFICIENTE Y CUENCA DE ESCORRENTÍA

Se van a considerar los coeficientes de escorrentía siguientes:

Tipo de superficie	Superficie (m ²)	Coef. escorrentía
Viario	57.819,67	0,90
Cubiertas y pavimentos impermeables	239.301,99	0,90
Pavimentos permeables	21.362,77	0,50
Parcelas edificables (mixto)	4.433,72	0,80
Parcelas sin definir	71.037,87	0,70
Zonas verdes	113.352,44	0,30
TOTAL	507.308,46	0,754

3.1.4 COEFICIENTE DE UNIFORMIDAD

El coeficiente de uniformidad tiene en cuenta la falta de uniformidad en la distribución temporal de la precipitación. Para su estimación se emplea la siguiente expresión:

$$K = 1 + \frac{T_c^{1,25}}{T_c^{1,25} + 14}$$

Para la cuenca de la Ampliación III de IFEMA, dado que el tiempo de concentración tiene un valor de 0,233 h, el valor del coeficiente de uniformidad es de **1,011**.

3.1.5 RESUMEN DE CARACTERÍSTICAS

Se resumen a continuación los parámetros obtenidos anteriormente:

C	I (mm/h)	A (m ²)	K
0,754	49,606	507.308	1,011

3.1.6 CAUDAL DE AGUAS PLUVIALES

Con los parámetros calculados, aplicando el método racional, se obtiene el caudal siguiente generado por la Ampliación III de IFEMA:

C	I (mm/h)	A (m ²)	K	Q (m ³ /s)
0,754	49,606	507.308	1,011	5,326

3.1.7 ASIGNACIÓN DE CAUDALES DE AGUAS PLUVIALES

Para el dimensionamiento de la red se ha dividido la superficie total del ámbito, en función de la tipología y, por tanto, de su escorrentía superficial, en subcuencas vertientes.

En el Apéndice 1 del presente anexo se incluye una planta de subcuencas vertientes.

En el Apéndice 2 se recoge una tabla de asignación de caudales de aguas pluviales en función de la mencionada distribución.

3.2 CAUDAL DE AGUAS RESIDUALES

En la tabla adjunte se recoge una tabla de asignación de caudales de aguas residuales en función de las dotaciones de cálculo para la red de abastecimiento de agua potable, aplicando a la mismas el coeficiente de retorno establecido por Canal de Isabel II para uso de suelo terciario (0,855).

Localización	A POZO	Caudal cálculo (l/s)
Pabellón P23 (RR-P23)	L2.3-4	4,916
Pabellón P22 (RR-P22)	L2.1-16	3,736
Pabellón P21 (RR-P21)	L2.1-11	3,899
Edificio Avenida (norte)	A3-1	2,275
Edificio Avenida (sur)	A5-1	2,275
Edificios de Almacén e Instalaciones	L2.1-12	4,275
Parcela B (parcial)	T2-4	0,257
Parcela B (parcial)	T1-8	0,257
Aparcamiento NE	E-8	0,610
Aparcamiento SE (parcial)	E-12	0,390
Aparcamiento SE (parcial)	E-19	0,390
Acometida fortines (BU.1)	L1S-9	0,390
Garita en Acceso A1 (ACC1.1)	E-11	0,390
Garita en Acceso A3 (ACC3.1)	T1.2-1	0,390
Garita en Acceso A4 (ACC4.1)	L1S-9	0,390
Aseo dársena de taxis (A.TX)	TX-4	0,390
CAUDAL MEDIO TOTAL (litros/segundo)		25,229

3.3 CAUDALES DE CÁLCULO DE LAS CONDUCCIONES DE LA RED

Una vez obtenidos ambos caudales, aguas residuales y aguas pluviales, se comprobará hidráulicamente la red diseñada, verificando la velocidad de circulación del agua en los distintos tramos y su llenado, con respecto a los caudales máximo y mínimo de diseño.

El caudal máximo de diseño (Q_{max}) de las conducciones de la red de saneamiento, como la red es unitaria, se obtiene de la suma del caudal punta de aguas residuales y del caudal de aguas pluviales:

$$Q_{max} = Q_p + QP$$

Se calcula la velocidad de circulación del agua en las distintas secciones de la red bajo comprobándose que la velocidad para dicho caudal no supera los 3 m/s de forma general, no excediendo nunca los 5 m/s en tubulares de PVC ni 6 m/s en tubulares de hormigón armado.

Además se comprobará que para la hipótesis de caudal máximo de diseño (Q_{max}), el grado de llenado de las tuberías de la red es inferior al 75%.

El tramo entre los pozos CX-3 y CX-4 intercepta un tubular existente de hormigón armado \varnothing 1.000 mm. A fin de garantizar la capacidad hidráulica del colector definitivo, se incrementa el caudal calculado para la Ampliación III de IFEMA con el caudal del colector existente.

La cuenca del colector existente, una vez excluida la parcela propiedad de IFEMA sería:

Uso Suelo	Superficie (m ²)	Coef. escorrentía	Intensidad (l/s-Ha)	Coef. uniformidad	Caudal (l/s)
Viario	32.900	0,90	137,8	1,011	408,13
Zona verde	13.383	0,30	137,8	1,011	55,33

El caudal total calculado para la Ampliación III de IFEMA es 5.351 l/s. Incrementando este caudal con el anteriormente calculado para el tubular existente, se obtendría: $5.351 + 463 = 5.814$ litros / segundo

Haciendo el cálculo inverso para verificar la capacidad del colector a reponer, obtenemos:

Caudal a desaguar (m ³ /s)	Diámetro interior (mm)	Material del tubular	Coefficiente de Strickler	Pendiente (%)	Superficie mojada (m ²)	Perímetro mojado (m)	Radio hidráulico (m)	Velocidad (m/s)	Grado de llenado
5,814	1.500	Hormigón armado	77	0,92	1,347	3,015	0,447	4,32	71,25%

Sin embargo, la necesidad, por tener una profundidad superior a 4,50 m, de disponer un colector visitable, obliga a instalar un tubular de hormigón armado de diámetro 1800 mm a una capacidad ligeramente superior a la mitad (52 %).

Caudal a desaguar (m ³ /s)	Diámetro interior (mm)	Material del tubular	Coefficiente de Strickler	Pendiente (%)	Superficie mojada (m ²)	Perímetro mojado (m)	Radio hidráulico (m)	Velocidad (m/s)	Grado de llenado
5,814	1.800	Hormigón armado	77	0,92	1,323	2,884	0,459	4,39	51,57%

Todo ello se justifica y desarrolla en el Apéndice 3 "Cálculos hidráulicos" del presente Anexo.

4. CARACTERÍSTICAS DE LAS OBRAS

Si bien la red proyectada no es una red municipal, se ha considerado como referencia la normativa técnica del Ayuntamiento de Madrid y de Canal de Isabel II. En este sentido, los materiales y unidades de obra se ajustarán en su suministro y ejecución a lo estipulado en las Normas para Redes de Saneamiento del Canal de Isabel II Gestión y en la Normalización de Elementos Constructivos para obras de urbanización en el Término Municipal de Madrid.

Se ha procurado, que en todo momento, los pasos de peatones queden libres de agua mediante la colocación de un sumidero antes de dicho paso de peatones según el sentido de circulación de las aguas sobre el viario.

El emplazamiento de las conducciones se realizará en zanja abierta, debiendo realizar en todas las zanjas un talud 1H:3V. A pesar del talud que se da a las zanjas, el director de obra ordenará la entibación todas aquellas zanjas que crea oportunas. El sistema de entibación empleado será tal que permita su puesta en obra sin necesidad de que el personal entre en la zanja hasta que ésta esté lo suficientemente soportada, realizándose la misma según lo especificado en las normas UNE-EN 13.331-1:2002 y UNE-EN 13.331-2:2002.

El ancho del fondo de las zanjas será el siguiente:

Tubulares de PVC Ø 315 mm	1,02 m
Tubulares de PVC Ø 400 mm	1,10 m
Tubulares de PVC Ø 500 mm	1,20 m
Tubulares de PVC Ø 630 mm	1,33 m
Tubulares de PVC Ø 800 mm	1,50 m
Tubulares de PVC Ø 1.000 mm	2,00 m
Tubulares de hormigón armado Ø 1.200 mm	2,45 m
Tubulares de hormigón armado Ø 1.400 mm	2,68 m
Tubulares de hormigón armado Ø 1.500 mm	3,30 m
Tubulares de hormigón armado Ø 1.800 mm	3,65 m

RELLENO O TAPADO DE ZANJAS

Todos los rellenos de zanjas se han previsto que se ejecuten con las tierras seleccionadas de la propia excavación, compactándolas con medios mecánicos y extendiéndolas de acuerdo con las especificaciones expresadas en el Pliego de Condiciones y demás documentos del Proyecto.

COLECTORES TUBULARES

Se adopta en las conexiones de las arquetas sumidero de calzada y arquetas de acometida a las parcelas con los pozos de registro de la red general de saneamiento tubulares de PVC-U de 315 mm de diámetro y para la red general de saneamiento tubulares de PVC-U de 400, 500, 630, 800 y 1.000 mm de diámetro, todos ellos de doble capa, corrugado de color teja en el exterior y liso en el interior con junta elastomérica de estanqueidad y una rigidez mínima de 8 kN/m² según normas EN 13.476 y UNE-EN-ISO-9969. Los tubulares de diámetros 1.200, 1.400, 1.500 y 1800 mm se prevén de hormigón armado clase 135 de sección circular. Dichas tuberías deberán cumplir con lo especificado en las normas UNE-EN 1.916 y UNE 127.916. Serán tipo E con una carga de rotura de 135 kN/m², siendo colocadas, aquellas que pudieran sufrir sobrecarga por tráfico, sobre una cama de hormigón HM-25 hasta riñones de la tubería. El resto de colectores (PVC-U) se colocarán sobre cama de arena.

En el Apéndice 5 del presente anexo se incluyen los cálculos mecánicos de las tuberías que garantizan su integridad.

Las características físicas y geométricas de estas tuberías así como su manipulación y colocación están expresadas en los Planos y el Pliego de Condiciones del Proyecto.

POZOS DE REGISTRO PARA TUBULARES HASTA 800 MM DE DIÁMETRO

El pozo de registro en conducción tubular tiene una parte superior recta, circular de 80 cm de diámetro interior. La parte inferior del pozo, en 1,50 m de altura, tiene un diámetro de 1,10 m, realizándose la transición entre ambos diámetros en una altura de 0,70 m. En la parte superior del pozo, se coloca el cerco y la tapa de fundición. Ejecutándose todo el pozo con fábrica de ladrillo macizo de 1 pie de espesor, enfoscado y enlucido interiormente como se indica en los Planos, colocada sobre una solera de hormigón de HM-20, de 40 cm de espesor.

Todos los pozos están provistos de pates de polipropileno con alma de acero de bajada, colocados cada 30 cm.

POZOS DE REGISTRO PARA TUBULARES DE 800 A 1000 MM DE DIÁMETRO EN ADELANTE

Dichos pozos se emplearán para los tubulares de diámetros 800 y 1.000 mm.

Están proyectados con pozos prefabricados de hormigón armado de Ø 1,5 m de base, de acuerdo a las Normas para Redes de Saneamiento (2016) del Canal de Isabel II, y todos sus detalles figuran en los Planos de este Proyecto.

POZOS DE REGISTRO PARA TUBULARES DE 1.200 MM DE DIÁMETRO EN ADELANTE

Dichos pozos se emplearán para los tubulares de diámetros 1.200, 1.400, 1.500 y 1.800 mm.

Están proyectados con pozos in situ de sección rectangular, de acuerdo a las Normas para Redes de Saneamiento (2016) del Canal de Isabel II, y todos sus detalles figuran en los Planos de este Proyecto.

ARQUETAS SUMIDERO DE CALZADA

Están formadas por una arqueta de hormigón, de 30 x 62 cm de dimensiones interiores, como se indica en los Planos, con reja articulada con dispositivo antirrobo de 300 x 650 mm y marco de medidas interiores 750 mm x 360 mm x 36 mm, clase D-400, fabricada en fundición dúctil, con certificación AENOR, BVQ o similar en cumplimiento de la Norma EN-124.

Las arquetas sumidero se dispondrán sin arenoso, por lo que tendrán una profundidad libre de 0,50 m, y el tubular arrancará del fondo.

Salvo situaciones particulares en las que no pueda evitarse, los albañales de los imbornales conectarán a los pozos de registro en sentido favorable a la circulación del flujo del colector receptor.

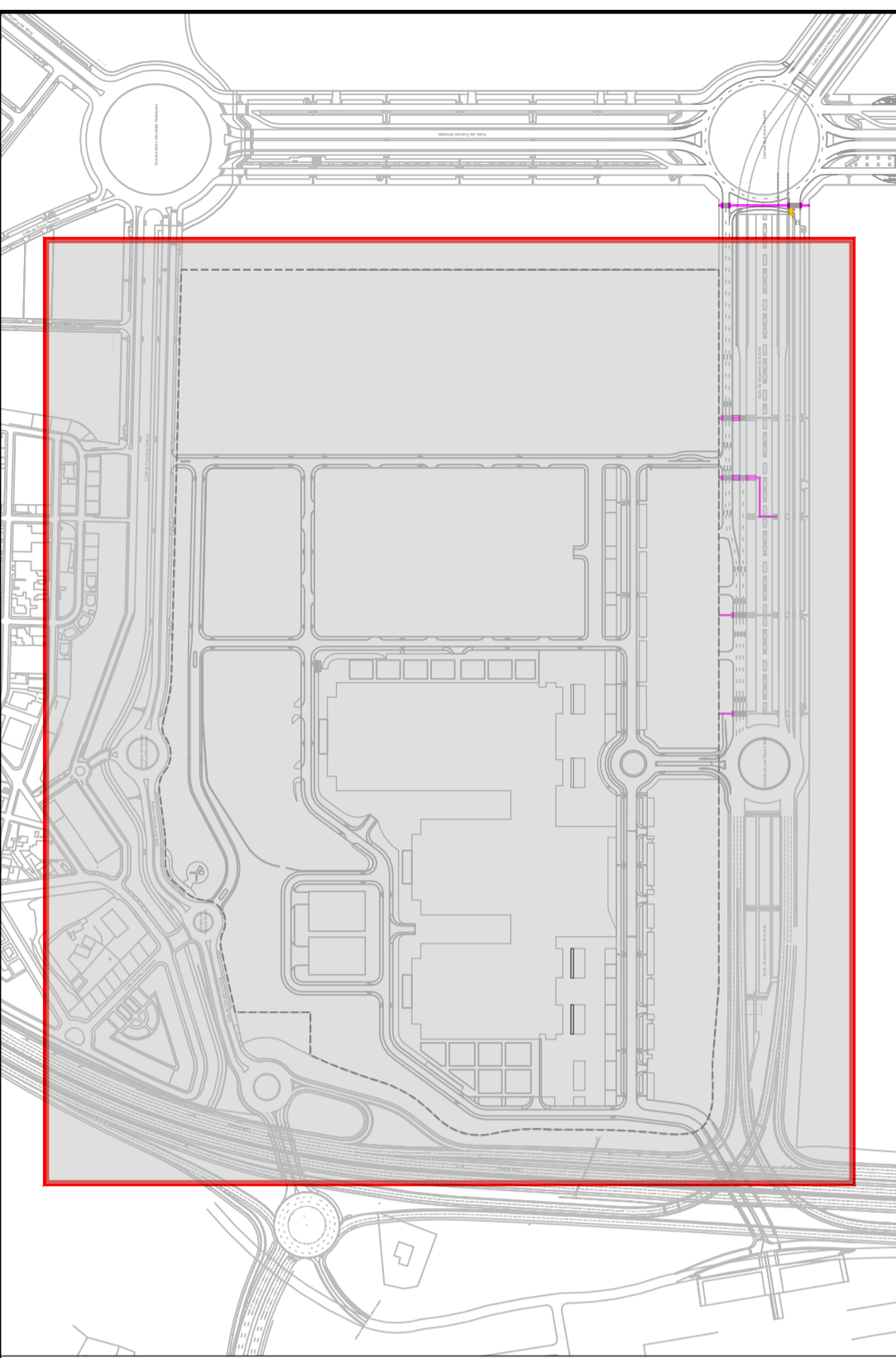
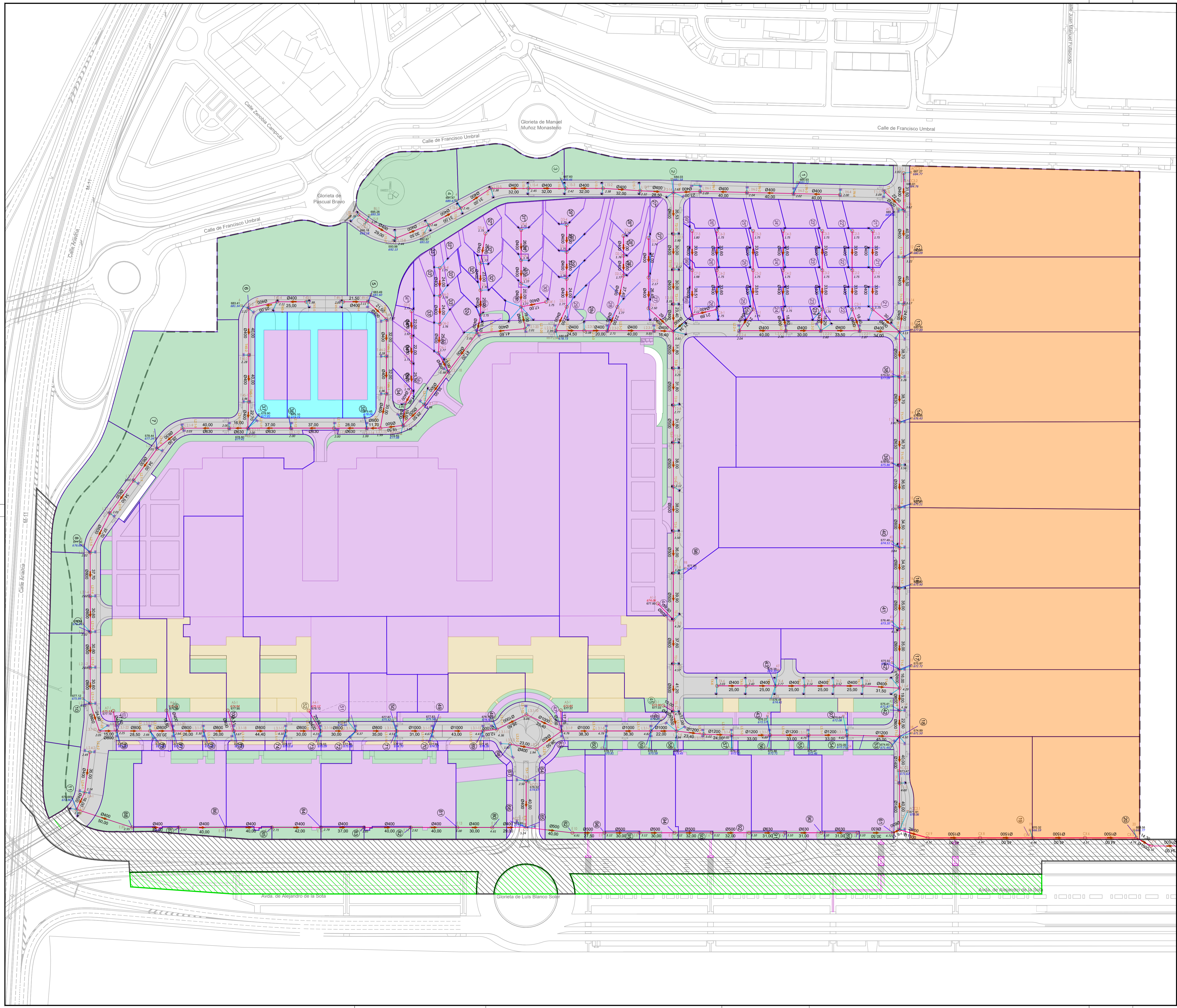
ARQUETAS DE ACOMETIDA O ARRANQUE

Están formadas por una arqueta de fábrica de ladrillo de medio pie, de 60 x 60 cm de dimensiones interiores, como se indica en los Planos, con tapa registrable clase D-400, fabricada en fundición dúctil, con certificación AENOR, BVQ o similar en cumplimiento de la Norma EN-124.

Las arquetas de arranque se dispondrán sin arenoso, por lo que el tubular arrancará del fondo.

Salvo situaciones particulares en las que no pueda evitarse, los albañales de los imbornales conectarán a los pozos de registro en sentido favorable a la circulación del flujo del colector receptor.

APÉNDICE 1.- PLANTA DE SUBCUENCAS VERTIENTES



LEYENDA DE CUENCAS

- SUBCUENCA DE VIARIO
- SUBCUENCA DE CUBIERTA Y PAVIMENTO IMPERMEABLE
- SUBCUENCA DE PAVIMENTO PERMEABLE
- SUBCUENCA DE PAVIMENTO MIXTO
- SUBCUENCA DE ZONAS VERDES
- SUBCUENCA DE PARCELA SIN DEFINIR
- CUENCA EXTERIOR DE VIARIO
- CUENCA EXTERIOR DE ZONAS VERDES

EDICIÓN	FECHA	TEMA	EDITADO PARA	DIBUJADO	REVISADO

ANEJO 2. SANEAMIENTO
 APÉNDICE 1. SUBCUENCAS VERTIENTES PLANO Nº 1
 hoja 1 de 1

AMPLIACIÓN III. RECINTO VALDEBEBAS. IFEMA.
 FASE: PROYECTO DE EJECUCIÓN.
 PROYECTO URBANIZACIÓN GENERAL Y ACOMETIDAS.

VALDEBEBAS. MADRID ABRIL DE 2020

LA PROPIEDAD		INGENIERO AUTOR		ESCALA	
IFEMA. Avda. del Partenón, 5. 28042 Madrid, España CIF: ES Q 2873018 B	DAVID GUSTAU COSCULLUELA (ICOP)	UTE GIS-AYESA, S.L. de la Castellana, 145. 28046 Madrid, España CIF: ES U 88324744	1/1500	Formato Original A1	

APÉNDICE 2.- TABLA DE ASIGNACIÓN DE CAUDALES DE AGUAS PLUVIALES

SUBCUENCA		TRAMOS	Caudal asignado a pozo inicial (l/s)	DISTRIBUCIÓN DE ÁREAS (m ²)						Coeficiente escorrentía
Nº	AREA (m ²)	Pozo inicial		Viario	Cubierta / pav. imp.	Pav. permeable	Pav. mixto	Zona verde	Sin definir	
1	1.482,26	L1N-3	6,20					1.482,26		0,300
2	3.752,96	T2-14	15,69					3.752,96		0,300
3	2.653,41	L1S-3	11,09					2.653,41		0,300
4	4.484,16	L1S-6	18,74					4.484,16		0,300
5	3.753,40	T4N-4	15,69					3.753,40		0,300
6	7.051,16	T4S-3	29,47					7.051,16		0,300
7	8.402,05	L2.1-8	35,12					8.402,05		0,300
8	4.222,36	L2.1-5	17,65					4.222,36		0,300
9	1.996,95	L2.1-3	8,35					1.996,95		0,300
10	2.986,05	L2.1-1	12,48					2.986,05		0,300
11	1.617,31	E-19	6,76					1.617,31		0,300
12	14.951,88	T1-15	145,81						14.951,88	0,700
13	12.670,94	T1-13	123,57						12.670,94	0,700
14	15.225,26	T1-11	148,48						15.225,26	0,700
15	14.649,90	T1-9	142,87						14.649,90	0,700
16	13.440,03	T1-7	131,07						13.440,03	0,700
17	13.807,21	T1-5	134,65						13.807,21	0,700
18	11.341,64	T1-3	110,60						11.341,64	0,700
19	9.140,87	CX-7	89,14						9.140,87	0,700
20	8.124,71	CX-5	79,23						8.124,71	0,700
21	1.895,00	C1-1	23,76		1.895,00					0,900
21'	1.352,00	C1-2	16,95		1.352,00					0,900
21"	840,00	C1-3	10,53		840,00					0,900
22	1.149,00	C2-1	14,41		1.149,00					0,900
22'	850,00	C2-2	10,66		850,00					0,900
22"	438,00	C2-3	5,49		438,00					0,900
23	1.281,00	C3-1	16,06		1.281,00					0,900
23'	986,00	C3-2	12,36		986,00					0,900
23"	714,00	C3-3	8,95		714,00					0,900
23v	201,00	L2.2-2	2,52		201,00					0,900
24	1.350,00	C4-1	16,93		1.350,00					0,900
24'	1.024,00	C4-2	12,84		1.024,00					0,900
24"	590,00	C4-3	7,40		590,00					0,900
25	1.172,00	C5-1	14,70		1.172,00					0,900
25'	902,00	C5-2	11,31		902,00					0,900
25"	697,00	C5-3	8,74		697,00					0,900
25v	193,00	L2.2-3	2,42		193,00					0,900
26	1.065,00	C6-1	13,35		1.065,00					0,900
26'	779,00	C6-2	9,77		779,00					0,900
26"	565,00	C6-3	7,08		565,00					0,900
27	902,00	D1-1	11,31		902,00					0,900
27'	496,00	D1-2	6,22		496,00					0,900
27"	139,00	D1-3	1,74		139,00					0,900
28	1.910,00	D2-1	23,95		1.910,00					0,900
28'	556,00	D2-2	6,97		556,00					0,900
28"	536,00	D2-3	6,72		536,00					0,900
28'''	693,00	D2-4	8,69		693,00					0,900
28v	806,00	L2.3-3	9,65		752,00			54,00		0,860
29	981,00	D3-1	12,30		981,00					0,900

SUBCUENCA		TRAMOS	Caudal asignado a pozo inicial (l/s)	DISTRIBUCIÓN DE ÁREAS (m ²)						Coeficiente escorrentía
Nº	AREA (m ²)	Pozo inicial		Viario	Cubierta / pav. imp.	Pav. permeable	Pav. mixto	Zona verde	Sin definir	
29'	1.246,00	D3-2	15,62		1.246,00					0,900
29"	1.190,00	D3-3	14,92		1.190,00					0,900
29'''	538,00	D3-4	6,75		538,00					0,900
30	206,00	L2.1-20	2,58		206,00					0,900
31	2.117,00	D4-1	26,13		2.067,00			50,00		0,886
31'	844,00	D4-2	10,58		844,00					0,900
31"	935,00	D4-3	11,72		935,00					0,900
31'''	562,00	D4-4	7,05		562,00					0,900
32	1.183,00	D5-1	14,18		1.105,00			78,00		0,860
32'	710,00	D5-2	8,90		710,00					0,900
32"	863,00	D5-3	10,82		863,00					0,900
32'''	164,00	D5-4	2,06		164,00					0,900
32v	473,00	L2.1-19	5,93		473,00					0,900
33	1.328,00	D6-1	16,65		1.328,00					0,900
33'	1.247,00	D6-2	15,64		1.247,00					0,900
33"	603,00	D6-3	7,56		603,00					0,900
33'''	215,00	D6-4	2,70		215,00					0,900
34	426,00	D7-1	4,72		352,00			74,00		0,796
34'	418,00	D7-2	5,24		418,00					0,900
34"	376,00	D7-3	4,71		376,00					0,900
34'''	315,00	D7-4	3,95		315,00					0,900
34''''	395,00	D7-5	4,95		395,00					0,900
34v	743,00	L2.1-17	8,97		702,00			41,00		0,867
35	2.584,44	L2.1-14	30,60		1.285,63		1.298,81			0,850
36	4.326,45	L2.1-12	51,68		2.485,63		1.840,82			0,857
37	2.494,09	L2.1-11	29,47		1.200,00		1.294,09			0,848
38	5.276,54	T1-12	66,16		5.276,54					0,900
39	10.446,32	T1-10	130,98		10.446,32					0,900
40	10.347,62	T1-8	129,74		10.347,62					0,900
41	12.173,19	T1-6	152,63		12.173,19					0,900
42	989,15	T1-4	6,47		226,19	160,79		602,17		0,470
42'	3.502,73	T1-5	43,92		3.502,73					0,900
43	1.805,40	L3.1-3	11,38		404,55	160,81		1.240,04		0,452
43'	3.164,45	TX-4	39,68		3.164,45					0,900
44	58.297,00	A1-1	708,57		55.619,00			2.678,00		0,872
45	17.664,00	A2-1	199,78		14.073,00	2.984,00		607,00		0,812
46	1.964,00	L3.1-7	15,12		477,00	1.049,00		438,00		0,553
47	9.783,00	A3-1	91,94		4.714,00	4.179,00		890,00		0,675
48	2.793,00	L3.1-11	21,67		610,00	1.757,00		426,00		0,557
49	849,00	L3.1-13	10,65		849,00					0,900
50	2.269,00	L3.1-14	27,41		2.145,00			124,00		0,867
51	1.350,00	L3.1-15	16,11		1.252,00			98,00		0,856
52	7.332,00	A4-1	75,43		4.616,00	2.224,00		492,00		0,738
53	254,36	T1-3	1,06					254,36		0,300
54	284,14	L3.1-1	1,44		30,52			253,62		0,364
55	252,63	L3.1-2	1,31		30,62			222,01		0,373
56	216,78	L3.1-3	0,91					216,78		0,300
57	360,04	L3.1-4	1,76		30,63			329,41		0,351
58	208,12	L3.1-6	1,13		30,64			177,48		0,388

SUBCUENCA		TRAMOS	Caudal asignado a pozo inicial (l/s)	DISTRIBUCIÓN DE ÁREAS (m ²)						Coeficiente escorrentía
Nº	AREA (m ²)	Pozo inicial		Viario	Cubierta / pav. imp.	Pav. permeable	Pav. mixto	Zona verde	Sin definir	
59	293,44	L3.1-7	1,50		32,94			260,50		0,367
60	255,14	L3.1-8	1,07					255,14		0,300
61	4.642,99	E-1	53,41		4.068,33			574,66		0,826
62	2.567,42	E-10	14,21		416,71			2.150,71		0,397
63	141,98	L3.1-9	1,78		141,98					0,900
64	78,23	T3-1	0,98		78,23					0,900
65	245,43	E-11	3,08		245,43					0,900
66	228,09	E-11	2,86		228,09					0,900
67	74,31	T3-1	0,93		74,31					0,900
68	170,80	L3.2-2	2,14		170,80					0,900
69	333,10	L3.1-12	3,62		232,72	100,38				0,779
70	296,59	L3.1-13	3,20		203,74	92,85				0,775
71	338,08	L3.1-14	3,73		246,65	91,43				0,792
72	208,29	L3.1-15	2,14		123,66	84,63				0,737
73	253,90	L3.1-16	2,70		166,85	87,05				0,763
74	154,86	L3.1-17	1,59		91,09	63,77				0,735
75	267,96	L3.1-18	2,75		158,96	109,00				0,737
76	186,03	L3.1-19	2,17		157,55	28,48				0,839
77	220,97	L3.1-20	2,26		129,97	91,00				0,735
78	150,78	L3.1-21	1,71		118,76	32,02				0,815
79	260,16	L3.1-22	2,87		190,40	69,76				0,793
80	3.298,63	E-10	18,15		521,95			2.776,68		0,395
81	7.616,27	E-11	86,76		6.571,25			1.045,02		0,818
82	429,35	E-12	1,79					429,35		0,300
83	411,21	E-13	1,72					411,21		0,300
84	6.065,56	E-14	62,87		4.488,81			1.576,75		0,744
85	408,42	E-15	1,71					408,42		0,300
86	5.423,06	E-16	62,35		4.747,82			675,24		0,825
87	167,70	E-17	0,70					167,70		0,300
88	1.992,43	E-18	8,33					1.992,43		0,300
89	211,04	E-2	0,88					211,04		0,300
90	4.406,97	E-3	52,28		4.051,26			355,71		0,852
91	213,97	E-4	0,89					213,97		0,300
92	4.719,35	E-5	56,41		4.388,83			330,52		0,858
93	211,01	E-6	0,88					211,01		0,300
94	4.546,94	E-7	53,34		4.107,28			439,66		0,842
95	210,13	E-8	0,88					210,13		0,300
96	1.238,90	E-9	15,08		1.185,15			53,75		0,874
97	1.313,50	L3.1-1	8,68		328,37	160,80		824,33		0,474
98	6.795,84	T2-4	85,21		6.795,84					0,900
99	254,00	C7-1	3,18		254,00					0,900
99'	187,00	C7-2	2,34		187,00					0,900
99"	114,00	C7-3	1,43		114,00					0,900
100	8.294,00	A5-1	86,78		5.608,00	1.880,00		806,00		0,751
101	13.065,00	A6-1	139,59		9.385,00	2.347,00		1.333,00		0,767
102	7.625,00	A7-1	62,31		2.438,00	3.610,00		1.577,00		0,587
V1	667,25	T1-1	8,37	667,25						0,900
V2	468,62	T1-2	5,88	468,62						0,900
V3	936,97	T1-3	11,75	936,97						0,900

SUBCUENCA		TRAMOS	Caudal asignado a pozo inicial (l/s)	DISTRIBUCIÓN DE ÁREAS (m ²)						Coeficiente escorrentía
Nº	AREA (m ²)	Pozo inicial		Viario	Cubierta / pav. imp.	Pav. permeable	Pav. mixto	Zona verde	Sin definir	
V4	495,82	T1-4	6,22	495,82						0,900
V5	490,00	T1-5	6,14	490,00						0,900
V6	483,83	T1-6	6,07	483,83						0,900
V7	489,17	T1-7	6,13	489,17						0,900
V8	483,00	T1-8	6,06	483,00						0,900
V9	497,22	T1-9	6,23	497,22						0,900
V10	527,58	T1-10	6,62	527,58						0,900
V11	541,80	T1-11	6,79	541,80						0,900
V12	452,81	T1-12	5,68	452,81						0,900
V13	862,91	T1-13	10,82	862,91						0,900
V14	552,99	T1-14	6,93	552,99						0,900
V15	548,76	T1-15	6,88	548,76						0,900
V16	554,05	T1-16	6,95	554,05						0,900
V17	155,48	T1-17	1,95	155,48						0,900
V18	448,45	L3.1-1	5,62	448,45						0,900
V19	445,52	L3.1-2	5,59	445,52						0,900
V20	436,19	L3.1-3	5,47	436,19						0,900
V21	337,74	L3.1-4	4,23	337,74						0,900
V22	174,55	L3.1-5	2,19	174,55						0,900
V23	660,25	L3.1-6	8,28	660,25						0,900
V24	631,95	L3.1-7	7,92	631,95						0,900
V25	631,84	L3.1-8	7,92	631,84						0,900
V26	437,97	L3.1-9	5,49	437,97						0,900
V27	191,25	L3.1-10	2,40	191,25						0,900
V28	450,74	L3.1-11	5,65	450,74						0,900
V29	720,53	L3.1-12	9,03	720,53						0,900
V30	507,59	L3.1-13	6,36	507,59						0,900
V31	612,63	L3.1-14	7,68	612,63						0,900
V32	469,23	L3.1-15	5,88	469,23						0,900
V33	492,85	L3.1-16	6,18	492,85						0,900
V34	301,50	L3.1-17	3,78	301,50						0,900
V35	463,71	L3.1-18	5,81	463,71						0,900
V36	418,39	L3.1-19	5,25	418,39						0,900
V37	429,00	L3.1-20	5,38	429,00						0,900
V38	308,55	L3.1-21	3,87	308,55						0,900
V39	485,96	L3.1-22	6,09	485,96						0,900
V40	322,11	L3.1-23	4,04	322,11						0,900
V41	417,60	L3.2-1	5,24	417,60						0,900
V42	1.027,95	L3.2-2	12,89	1.027,95						0,900
V43	353,18	T3-1	4,43	353,18						0,900
V44	872,34	E-11	10,94	872,34						0,900
V45	668,78	L2.4-2	8,39	668,78						0,900
V46	848,97	L2.4-1	10,64	848,97						0,900
V47	556,38	T1-4'	6,98	556,38						0,900
V48	432,80	L2.1-1	5,43	432,80						0,900
V49	428,40	L2.1-2	5,37	428,40						0,900
V50	575,23	L2.1-3	7,21	575,23						0,900
V51	527,81	L2.1-4	6,62	527,81						0,900
V52	520,23	L2.1-5	6,52	520,23						0,900

SUBCUENCA		TRAMOS	Caudal asignado a pozo inicial (l/s)	DISTRIBUCIÓN DE ÁREAS (m ²)						Coeficiente escorrentía
Nº	AREA (m ²)	Pozo inicial		Viario	Cubierta / pav. imp.	Pav. permeable	Pav. mixto	Zona verde	Sin definir	
V53	487,28	L2.1-6	6,11	487,28						0,900
V54	482,15	L2.1-7	6,05	482,15						0,900
V55	393,15	L2.1-8	4,93	393,15						0,900
V56	556,36	L2.1-9	6,98	556,36						0,900
V57	337,62	L2.1-10	4,23	337,62						0,900
V58	629,65	L2.1-11	7,89	629,65						0,900
V59	424,23	L2.1-12	5,32	424,23						0,900
V60	385,34	L2.1-13	4,83	385,34						0,900
V61	776,23	L2.1-14	9,73	776,23						0,900
V62	378,93	L2.1-16	4,75	378,93						0,900
V63	380,35	L2.1-17	4,77	380,35						0,900
V64	591,23	L2.1-18	7,41	591,23						0,900
V65	588,38	L2.1-19	7,38	588,38						0,900
V66	350,36	L2.1-20	4,39	350,36						0,900
V67	562,78	T4S-1	7,06	562,78						0,900
V68	550,07	T4S-2	6,90	550,07						0,900
V69	317,04	T4S-3	3,98	317,04						0,900
V70	402,23	T4S-4	5,04	402,23						0,900
V71	202,83	T4S-5	2,54	202,83						0,900
V72	451,14	T4N-1	5,66	451,14						0,900
V73	425,99	T4N-2	5,34	425,99						0,900
V74	309,07	T4N-3	3,88	309,07						0,900
V75	311,06	T4N-4	3,90	311,06						0,900
V76	574,00	T2-1	7,20	574,00						0,900
V77	560,51	T2-2	7,03	560,51						0,900
V78	527,07	T2-3	6,61	527,07						0,900
V79	504,38	T2-4	6,32	504,38						0,900
V80	407,26	T2-5	5,11	407,26						0,900
V81	549,18	T2-6	6,89	549,18						0,900
V82	456,03	T2-7	5,72	456,03						0,900
V83	439,26	T2-8	5,51	439,26						0,900
V84	460,69	T2-9	5,78	460,69						0,900
V85	327,32	T2-10	4,10	327,32						0,900
V86	413,04	T2-11	5,18	413,04						0,900
V87	433,81	T2-12	5,44	433,81						0,900
V88	462,61	T2-13	5,80	462,61						0,900
V89	693,37	T2-14	8,69	693,37						0,900
V90	240,25	L2.3-1	3,01	240,25						0,900
V91	624,15	L2.3-2	7,83	624,15						0,900
V92	278,94	L2.3-3	3,50	278,94						0,900
V93	457,60	L1S-1	5,74	457,60						0,900
V94	458,26	L1S-2	5,75	458,26						0,900
V95	449,45	L1S-3	5,64	449,45						0,900
V96	452,56	L1S-4	5,67	452,56						0,900
V97	436,09	L1S-5	5,47	436,09						0,900
V98	443,30	L1S-6	5,56	443,30						0,900
V99	431,69	L1S-7	5,41	431,69						0,900
V100	561,11	L1S-8	7,04	561,11						0,900
V101	156,48	L1S-9	1,96	156,48						0,900

SUBCUENCA		TRAMOS	Caudal asignado a pozo inicial (l/s)	DISTRIBUCIÓN DE ÁREAS (m ²)						Coeficiente escorrentía
Nº	AREA (m ²)	Pozo inicial		Viario	Cubierta / pav. imp.	Pav. permeable	Pav. mixto	Zona verde	Sin definir	
V102	614,99	L1N-1	7,71	614,99						0,900
V103	560,00	L1N-2	7,02	560,00						0,900
V104	560,00	L1N-3	7,02	560,00						0,900
V105	519,74	L1N-4	6,52	519,74						0,900
V106	488,71	L2.2-1	6,13	488,71						0,900
V107	395,75	L2.2-2	4,96	395,75						0,900
V108	561,92	L2.2-3	7,05	561,92						0,900
V109	639,40	L2.2-4	8,02	639,40						0,900
V110	345,21	L2.3-4	4,33	345,21						0,900
V111	202,86	T4N-5	2,54	202,86						0,900
V112	537,50	TX-1	6,74	537,50						0,900
V113	537,50	TX-2	6,74	537,50						0,900
V114	703,18	TX-3	8,82	703,18						0,900
V115	551,92	TX-4	6,92	551,92						0,900
V116	537,50	TX-5	6,74	537,50						0,900
V117	613,65	TX-6	7,69	613,65						0,900
V118	541,53	E-21	6,79	541,53						0,900
			5.325,99							

APÉNDICE 3.- TABLA DE CÁLCULOS HIDRÁULICOS DE LA RED

APÉNDICE 4.- LISTADO DE POZOS DE REGISTRO

Id Pozo	Posición X	Posición Y	Cota de rasante	Cota cuna (salida)	Cota cuna (entrada)	Profundidad	Tipo de pozo
CX-0	447.544,775	4.481.428,437	669,643	663,628	663,628	6,015	Cámara existente
CX-1	447.561,981	4.481.409,069	668,931	663,866	663,866	5,065	Cámara in situ 1800
CX-3	447.561,982	4.481.375,069	668,686	664,179	664,179	4,507	Cámara in situ 1800
CX-4	447.561,983	4.481.341,069	668,815	664,492	664,492	4,323	Cámara in situ 1500
CX-5	447.555,007	4.481.328,582	669,351	664,623	664,623	4,728	Cámara in situ 1500
CX-6	447.555,012	4.481.284,582	669,602	665,028	665,028	4,574	Cámara in situ 1500
CX-7	447.555,017	4.481.239,582	669,899	665,442	665,442	4,457	Cámara in situ 1500
CX-8	447.555,022	4.481.194,608	670,319	665,856	665,856	4,463	Cámara in situ 1500
CX-9	447.555,027	4.481.149,608	670,788	666,270	666,270	4,518	Cámara in situ 1500
T1-1	447.548,191	4.481.125,560	671,205	666,500	666,500	4,705	Cámara in situ 1500
T1-2	447.508,191	4.481.125,494	673,004	669,004	669,677	4,000	Cámara in situ 1200
T1-3	447.468,191	4.481.125,493	674,772	670,277	670,509	4,495	Cámara in situ 1200
T1-4	447.445,691	4.481.125,494	675,232	670,896	670,896	4,336	Pozo prefabricado Ø1,5 m
T1-5	447.410,691	4.481.125,494	675,756	671,497	671,497	4,259	Pozo prefabricado Ø1,5 m
T1-6	447.375,691	4.481.125,494	676,282	672,163	672,163	4,119	Pozo prefabricado Ø1,5 m
T1-7	447.340,691	4.481.125,494	676,806	672,827	672,827	3,979	Pozo prefabricado Ø1,5 m
T1-8	447.306,191	4.481.125,494	677,324	673,483	673,483	3,841	Pozo prefabricado Ø1,5 m
T1-9	447.271,691	4.481.125,494	677,842	674,139	674,139	3,703	Pozo prefabricado Ø1,5 m
T1-10	447.235,191	4.481.125,494	678,389	674,832	674,832	3,557	Pozo ladrillo h≥2,60
T1-11	447.198,491	4.481.125,494	678,940	675,529	675,529	3,411	Pozo ladrillo h≥2,60
T1-12	447.159,791	4.481.125,494	679,520	676,265	676,265	3,255	Pozo ladrillo h≥2,60
T1-13	447.121,091	4.481.125,498	680,134	677,000	677,000	3,134	Pozo ladrillo h≥2,60
T1-14	447.097,352	4.481.128,994	680,623	677,456	677,456	3,167	Pozo ladrillo h≥2,60
T1-15	447.056,852	4.481.128,994	682,695	679,481	679,481	3,214	Pozo ladrillo h≥2,60
T1-16	447.016,352	4.481.128,994	685,125	681,506	681,506	3,619	Pozo ladrillo h≥2,60
T1-17	447.000,823	4.481.112,712	685,719	681,843	681,843	3,876	Pozo ladrillo h≥2,60
E-1	447.550,729	4.481.119,958	671,253	666,537	666,537	4,716	Pozo ladrillo h≥2,60
E-2	447.550,729	4.481.089,458	669,810	666,720	666,720	3,090	Pozo ladrillo h≥2,60
E-3	447.550,729	4.481.058,458	670,128	667,032	667,032	3,096	Pozo ladrillo h≥2,60
E-4	447.550,729	4.481.027,458	670,442	667,340	667,340	3,102	Pozo ladrillo h≥2,60
E-5	447.550,729	4.480.996,458	670,756	667,650	667,650	3,106	Pozo ladrillo h≥2,60
E-6	447.550,729	4.480.964,458	671,086	667,970	667,970	3,116	Pozo ladrillo h≥2,60
E-7	447.550,729	4.480.932,458	671,407	668,290	668,290	3,117	Pozo ladrillo h≥2,60
E-8	447.550,729	4.480.902,458	671,709	668,590	668,590	3,119	Pozo ladrillo h≥2,60
E-9	447.550,729	4.480.872,458	672,009	668,890	668,890	3,119	Pozo ladrillo h≥2,60
E-10	447.550,729	4.480.844,958	674,071	669,165	669,165	4,906	Pozo ladrillo h≥2,60
E-11	447.546,146	4.480.805,222	674,801	669,565	669,565	5,236	Pozo ladrillo h≥2,60
E-12	447.546,134	4.480.776,222	674,377	669,768	669,768	4,609	Pozo ladrillo h<2,60
E-13	447.546,134	4.480.746,222	672,976	669,978	669,978	2,998	Pozo ladrillo h<2,60
E-14	447.546,134	4.480.706,222	673,180	670,258	670,258	2,922	Pozo ladrillo h<2,60
E-15	447.546,134	4.480.666,222	673,389	670,538	670,538	2,851	Pozo ladrillo h<2,60
E-16	447.546,134	4.480.629,222	673,583	670,797	670,797	2,786	Pozo ladrillo h<2,60
E-17	447.546,134	4.480.587,222	673,805	671,091	671,091	2,714	Pozo ladrillo h<2,60

Id Pozo	Posición X	Posición Y	Cota de rasante	Cota cuna (salida)	Cota cuna (entrada)	Profundidad	Tipo de pozo
E-18	447.546,134	4.480.547,222	674,011	671,371	671,371	2,640	Pozo ladrillo h≥2,60
E-19	447.546,134	4.480.507,222	674,223	671,651	671,651	2,572	Pozo ladrillo h≥2,60
E-20	447.546,134	4.480.467,222	674,479	671,931	671,931	2,548	Pozo ladrillo h<2,60
E-21	447.530,657	4.480.419,677	674,277	672,281	672,281	1,996	Pozo ladrillo h<2,60
T3-1	447.506,146	4.480.805,222	676,397	673,897	673,897	2,500	Pozo ladrillo h<2,60
L2.4-1	447.516,222	4.480.426,578	674,496	672,359	672,359	2,137	Pozo ladrillo h<2,60
L2.4-2	447.481,502	4.480.430,997	676,248	673,759	673,759	2,489	Pozo ladrillo h<2,60
L3.1-1	447.466,927	4.481.080,511	675,365	670,743	670,743	4,622	Cámara in situ 1200
L3.1-2	447.466,927	4.481.047,511	675,745	670,990	670,990	4,755	Cámara in situ 1200
L3.1-3	447.466,924	4.481.014,511	676,125	671,238	671,238	4,887	Cámara in situ 1200
L3.1-4	447.466,918	4.480.981,511	676,505	671,485	671,485	5,020	Cámara in situ 1200
L3.1-5	447.466,220	4.480.957,521	676,686	671,634	671,634	5,052	Cámara in situ 1200
L3.1-6	447.463,446	4.480.934,286	676,785	671,841	671,841	4,944	Cámara in situ 1200
L3.1-7	447.463,418	4.480.912,286	676,792	671,973	671,973	4,819	Pozo prefabricado Ø1,5 m
L3.1-8	447.463,417	4.480.873,986	676,992	672,203	672,203	4,789	Pozo prefabricado Ø1,5 m
L3.1-9	447.463,398	4.480.835,686	677,191	672,432	672,432	4,759	Pozo prefabricado Ø1,5 m
L3.1-10	447.449,206	4.480.805,451	677,668	672,633	672,633	5,035	Pozo prefabricado Ø1,5 m
L3.1-11	447.461,992	4.480.779,980	677,165	672,804	672,804	4,361	Pozo prefabricado Ø1,5 m
L3.1-12	447.463,408	4.480.768,063	677,346	672,876	672,876	4,470	Pozo prefabricado Ø1,5 m
L3.1-13	447.463,408	4.480.725,063	677,804	673,134	673,134	4,670	Pozo prefabricado Ø1,5 m
L3.1-14	447.463,408	4.480.694,063	677,849	673,320	673,320	4,529	Pozo prefabricado Ø1,5 m
L3.1-15	447.463,406	4.480.659,063	677,900	673,530	673,530	4,370	Pozo prefabricado Ø1,5 m
L3.1-16	447.463,405	4.480.629,063	677,944	673,710	673,710	4,234	Pozo prefabricado Ø1,5 m
L3.1-17	447.463,403	4.480.599,063	677,987	673,890	673,890	4,097	Pozo prefabricado Ø1,5 m
L3.1-18	447.463,401	4.480.554,663	677,828	674,156	674,156	3,672	Pozo prefabricado Ø1,5 m
L3.1-19	447.463,400	4.480.528,663	677,617	674,312	674,312	3,305	Pozo prefabricado Ø1,5 m
L3.1-20	447.463,398	4.480.502,663	677,406	674,468	674,468	2,938	Pozo prefabricado Ø1,5 m
L3.1-21	447.463,398	4.480.482,663	677,244	674,588	674,588	2,656	Pozo prefabricado Ø1,5 m
L3.1-22	447.463,396	4.480.454,163	677,012	674,759	674,759	2,253	Pozo prefabricado Ø1,5 m
L3.1-23	447.463,396	4.480.439,163	676,884	674,849	674,849	2,035	Pozo prefabricado Ø1,5 m
L2.1-1	447.439,761	4.480.431,329	677,008	674,979	674,979	2,029	Pozo prefabricado Ø1,5 m
L2.1-2	447.409,161	4.480.431,329	677,165	675,138	675,138	2,027	Pozo prefabricado Ø1,5 m
L2.1-3	447.378,561	4.480.431,329	677,321	675,297	675,297	2,024	Pozo prefabricado Ø1,5 m
L2.1-4	447.347,961	4.480.431,329	677,477	675,456	675,456	2,021	Pozo prefabricado Ø1,5 m
L2.1-5	447.310,261	4.480.431,300	677,669	675,652	675,652	2,017	Pozo prefabricado Ø1,5 m
L2.1-6	447.276,580	4.480.448,238	677,861	675,848	675,848	2,013	Pozo ladrillo h<2,60
L2.1-7	447.248,740	4.480.468,615	678,038	676,028	676,028	2,010	Pozo ladrillo h<2,60
L2.1-8	447.221,304	4.480.488,696	678,211	676,204	676,204	2,007	Pozo ladrillo h<2,60
L2.1-9	447.203,679	4.480.510,452	678,384	676,350	676,350	2,034	Pozo ladrillo h<2,60
L2.1-10	447.203,679	4.480.550,452	678,561	676,558	676,558	2,003	Pozo ladrillo h<2,60
L2.1-11	447.203,679	4.480.566,452	678,643	676,641	676,641	2,002	Pozo ladrillo h<2,60
L2.1-12	447.203,679	4.480.603,452	678,832	676,834	676,834	1,998	Pozo ladrillo h<2,60
L2.1-13	447.203,679	4.480.640,452	679,021	677,026	677,026	1,995	Pozo ladrillo h<2,60

Id Pozo	Posición X	Posición Y	Cota de rasante	Cota cuna (salida)	Cota cuna (entrada)	Profundidad	Tipo de pozo
L2.1-14	447.203,679	4.480.668,452	679,164	677,172	677,172	1,992	Pozo ladrillo h<2,60
L2.1-15	447.203,679	4.480.680,152	679,223	677,232	677,232	1,991	Pozo ladrillo h<2,60
L2.1-16	447.201,266	4.480.699,503	679,320	677,334	677,334	1,986	Pozo ladrillo h<2,60
L2.1-17	447.183,403	4.480.717,700	679,448	677,466	677,466	1,982	Pozo ladrillo h<2,60
L2.1-18	447.155,159	4.480.738,371	679,626	677,648	677,648	1,978	Pozo ladrillo h<2,60
L2.1-19	447.122,185	4.480.763,071	679,873	677,863	677,863	2,010	Pozo ladrillo h<2,60
L2.1-20	447.118,252	4.480.804,485	680,088	678,079	678,079	2,009	Pozo ladrillo h<2,60
T2-1	447.446,670	4.480.931,537	676,875	672,096	672,096	4,779	Pozo prefabricado Ø1,5 m
T2-2	447.405,470	4.480.931,536	677,287	672,714	672,714	4,573	Pozo prefabricado Ø1,5 m
T2-3	447.367,870	4.480.931,535	677,532	673,270	673,270	4,262	Pozo prefabricado Ø1,5 m
T2-4	447.327,970	4.480.931,534	677,736	673,868	673,868	3,868	Pozo ladrillo h≥2,60
T2-5	447.291,970	4.480.931,533	677,916	674,416	674,416	3,500	Pozo ladrillo h≥2,60
T2-6	447.253,970	4.480.931,532	678,106	674,986	674,986	3,120	Pozo ladrillo h≥2,60
T2-7	447.215,970	4.480.931,531	678,296	675,556	675,556	2,740	Pozo ladrillo h≥2,60
T2-8	447.184,170	4.480.931,530	678,806	676,033	676,033	2,773	Pozo ladrillo h≥2,60
T2-9	447.152,370	4.480.931,529	679,760	676,510	676,510	3,250	Pozo ladrillo h≥2,60
T2-10	447.120,561	4.480.931,528	680,699	677,086	677,086	3,613	Pozo ladrillo h≥2,60
T2-11	447.097,161	4.480.931,528	681,185	677,835	677,835	3,350	Pozo ladrillo h≥2,60
T2-12	447.067,161	4.480.931,528	681,918	678,795	678,795	3,123	Pozo ladrillo h≥2,60
T2-13	447.037,162	4.480.931,528	682,651	679,755	679,755	2,896	Pozo ladrillo h≥2,60
T2-14	447.001,633	4.480.931,540	683,516	680,892	680,892	2,624	Pozo ladrillo h≥2,60
L1N-1	447.000,477	4.480.954,511	683,453	681,364	681,364	2,089	Pozo ladrillo h<2,60
L1N-2	447.001,444	4.480.994,499	684,002	681,964	681,964	2,038	Pozo ladrillo h<2,60
L1N-3	447.002,420	4.481.034,487	684,583	682,564	682,564	2,019	Pozo ladrillo h<2,60
L1N-4	447.003,394	4.481.074,476	685,164	683,164	683,164	2,000	Pozo ladrillo h<2,60
L2.3-1	447.120,002	4.480.915,138	680,618	677,267	677,267	3,351	Pozo ladrillo h≥2,60
L2.3-2	447.120,002	4.480.875,138	680,414	677,707	677,707	2,707	Pozo ladrillo h≥2,60
L2.3-3	447.120,002	4.480.855,138	680,312	677,927	677,927	2,385	Pozo ladrillo h<2,60
L2.3-4	447.120,002	4.480.830,638	680,187	678,196	678,196	1,991	Pozo ladrillo h<2,60
L3.2-1	447.478,801	4.480.814,123	676,962	675,025	675,025	1,937	Pozo ladrillo h<2,60
L3.2-2	447.474,673	4.480.791,496	677,055	675,255	675,255	1,800	Pozo ladrillo h<2,60
L2.2-1	447.120,002	4.481.091,516	680,248	677,374	677,374	2,874	Pozo ladrillo h≥2,60
L2.2-2	447.120,002	4.481.058,016	680,346	677,742	677,742	2,604	Pozo ladrillo h≥2,60
L2.2-3	447.120,002	4.481.028,016	680,434	678,072	678,072	2,362	Pozo ladrillo h<2,60
L2.2-4	447.120,002	4.480.988,016	680,551	678,512	678,512	2,039	Pozo ladrillo h<2,60
T1.2-1	446.984,852	4.481.128,994	687,015	683,081	683,081	3,934	Pozo ladrillo h≥2,60
C1-3	447.034,552	4.481.102,445	681,813	680,063	680,063	1,750	Pozo ladrillo h<2,60
C1-2	447.068,152	4.481.102,445	681,141	679,391	679,391	1,750	Pozo ladrillo h<2,60
C1-1	447.101,752	4.481.102,445	680,469	678,719	678,719	1,750	Pozo ladrillo h<2,60
C2-1	447.101,752	4.481.084,945	680,503	678,753	678,753	1,750	Pozo ladrillo h<2,60
C2-2	447.068,152	4.481.084,945	681,175	679,425	679,425	1,750	Pozo ladrillo h<2,60
C2-3	447.034,552	4.481.084,945	681,847	680,097	680,097	1,750	Pozo ladrillo h<2,60
C3-3	447.034,552	4.481.059,195	681,976	680,226	680,226	1,750	Pozo ladrillo h<2,60

Id Pozo	Posición X	Posición Y	Cota de rasante	Cota cuna (salida)	Cota cuna (entrada)	Profundidad	Tipo de pozo
C3-2	447.068,152	4.481.059,195	681,304	679,554	679,554	1,750	Pozo ladrillo h<2,60
C3-1	447.101,752	4.481.059,195	680,632	678,882	678,882	1,750	Pozo ladrillo h<2,60
C4-1	447.101,752	4.481.025,643	680,800	679,050	679,050	1,750	Pozo ladrillo h<2,60
C4-2	447.068,152	4.481.025,643	681,472	679,722	679,722	1,750	Pozo ladrillo h<2,60
C4-3	447.034,552	4.481.025,643	682,144	680,394	680,394	1,750	Pozo ladrillo h<2,60
C5-3	447.034,548	4.480.999,898	682,272	680,522	680,522	1,750	Pozo ladrillo h<2,60
C5-2	447.068,148	4.480.999,895	681,600	679,850	679,850	1,750	Pozo ladrillo h<2,60
C5-1	447.101,752	4.480.999,893	680,928	679,178	679,178	1,750	Pozo ladrillo h<2,60
C6-1	447.101,752	4.480.968,840	681,084	679,334	679,334	1,750	Pozo ladrillo h<2,60
C7-1	447.106,663	4.480.947,715	681,021	678,900	678,900	2,121	Pozo ladrillo h<2,60
C7-2	447.068,152	4.480.947,715	681,885	679,902	679,902	1,983	Pozo ladrillo h<2,60
C6-2	447.068,152	4.480.968,840	681,758	680,006	680,006	1,752	Pozo ladrillo h<2,60
C6-3	447.034,552	4.480.968,843	682,428	680,678	680,678	1,750	Pozo ladrillo h<2,60
C7-3	447.034,552	4.480.947,715	682,579	680,775	680,775	1,804	Pozo ladrillo h<2,60
D1-1	447.100,869	4.480.910,240	681,026	678,526	678,526	2,500	Pozo ladrillo h<2,60
D1-2	447.074,469	4.480.910,240	681,620	679,450	679,450	2,170	Pozo ladrillo h<2,60
D1-3	447.040,469	4.480.910,240	682,385	680,640	680,640	1,745	Pozo ladrillo h<2,60
D2-4	447.038,761	4.480.888,787	682,314	680,564	680,564	1,750	Pozo ladrillo h<2,60
D2-3	447.055,761	4.480.888,787	681,932	680,173	680,173	1,759	Pozo ladrillo h<2,60
D2-2	447.072,761	4.480.888,787	681,549	679,782	679,782	1,767	Pozo ladrillo h<2,60
D2-1	447.099,639	4.480.883,468	680,917	679,152	679,152	1,765	Pozo ladrillo h<2,60
D3-1	447.099,535	4.480.839,986	680,699	678,933	678,933	1,766	Pozo ladrillo h<2,60
D3-2	447.075,536	4.480.839,986	681,245	679,485	679,485	1,760	Pozo ladrillo h<2,60
D3-3	447.052,535	4.480.839,986	681,769	680,014	680,014	1,755	Pozo ladrillo h<2,60
D3-4	447.029,535	4.480.839,986	682,293	680,546	680,546	1,747	Pozo ladrillo h<2,60
D4-3	447.059,591	4.480.800,908	681,507	679,747	679,747	1,760	Pozo ladrillo h<2,60
D4-4	447.033,593	4.480.800,908	682,147	680,397	680,397	1,750	Pozo ladrillo h<2,60
D4-2	447.079,591	4.480.800,908	681,014	679,247	679,247	1,767	Pozo ladrillo h<2,60
D4-1	447.099,591	4.480.800,908	680,518	678,747	678,747	1,771	Pozo ladrillo h<2,60
D4'-1	447.095,327	4.480.822,491	680,718	678,967	678,967	1,751	Pozo ladrillo h<2,60
D5-1	447.106,365	4.480.766,065	680,281	678,529	678,529	1,752	Pozo ladrillo h<2,60
D5-2	447.085,365	4.480.766,065	680,823	679,075	679,075	1,748	Pozo ladrillo h<2,60
D5-3	447.062,366	4.480.766,065	681,445	679,673	679,673	1,772	Pozo ladrillo h<2,60
D5-4	447.036,715	4.480.770,315	682,099	680,349	680,349	1,750	Pozo ladrillo h<2,60
D6-4	447.066,196	4.480.731,229	681,500	679,750	679,750	1,750	Pozo ladrillo h<2,60
D6-3	447.090,196	4.480.731,229	680,906	679,150	679,150	1,756	Pozo ladrillo h<2,60
D6-2	447.114,196	4.480.731,229	680,515	678,754	678,754	1,761	Pozo ladrillo h<2,60
D6-1	447.139,170	4.480.730,104	680,111	678,342	678,342	1,769	Pozo ladrillo h<2,60
D7-2	447.172,796	4.480.707,004	679,813	678,034	678,034	1,779	Pozo ladrillo h<2,60
D7-3	447.147,296	4.480.707,004	680,294	678,582	678,582	1,712	Pozo ladrillo h<2,60
D7-4	447.125,296	4.480.707,004	680,970	679,055	679,055	1,915	Pozo ladrillo h<2,60
D7-5	447.103,296	4.480.707,004	681,278	679,528	679,528	1,750	Pozo ladrillo h<2,60
D7-1	447.182,384	4.480.701,611	679,710	677,797	677,797	1,913	Pozo ladrillo h<2,60

Id Pozo	Posición X	Posición Y	Cota de rasante	Cota cuna (salida)	Cota cuna (entrada)	Profundidad	Tipo de pozo
T4N-1	447.174,121	4.480.685,289	680,439	678,432	678,432	2,007	Pozo ladrillo h<2,60
T4N-2	447.142,121	4.480.685,289	681,975	679,712	679,712	2,263	Pozo ladrillo h<2,60
T4N-3	447.110,121	4.480.685,284	683,020	680,800	680,800	2,220	Pozo ladrillo h<2,60
T4N-4	447.095,252	4.480.669,759	683,125	681,015	681,015	2,110	Pozo ladrillo h<2,60
T4N-5	447.095,252	4.480.648,259	683,234	681,230	681,230	2,004	Pozo ladrillo h<2,60
T4S-1	447.180,995	4.480.567,313	679,514	677,549	677,549	1,965	Pozo ladrillo h<2,60
T4S-2	447.140,995	4.480.567,313	681,434	679,149	679,149	2,285	Pozo ladrillo h<2,60
T4S-3	447.100,995	4.480.567,313	682,968	680,749	680,749	2,219	Pozo ladrillo h<2,60
T4S-4	447.095,252	4.480.591,645	683,113	680,999	680,999	2,114	Pozo ladrillo h<2,60
T4S-5	447.095,252	4.480.616,645	683,238	681,249	681,249	1,989	Pozo ladrillo h<2,60
L1S-10	447.020,538	4.480.661,326	695,345	693,090	693,090	2,255	Pozo ladrillo h<2,60
L1S-9	447.025,861	4.480.668,583	695,053	692,707	692,707	2,346	Pozo ladrillo h<2,60
L1S-8	447.040,744	4.480.693,473	693,919	691,475	691,475	2,444	Pozo ladrillo h<2,60
L1S-7	447.029,380	4.480.721,777	692,661	690,178	690,178	2,483	Pozo ladrillo h<2,60
L1S-6	447.014,881	4.480.749,177	691,314	688,861	688,861	2,453	Pozo ladrillo h<2,60
L1S-5	446.997,960	4.480.775,152	689,926	687,543	687,543	2,383	Pozo ladrillo h<2,60
L1S-4	446.997,960	4.480.807,152	688,630	686,189	686,189	2,441	Pozo ladrillo h<2,60
L1S-3	446.997,960	4.480.839,152	687,239	684,823	684,823	2,416	Pozo ladrillo h<2,60
L1S-2	446.997,960	4.480.871,152	685,848	683,463	683,463	2,385	Pozo ladrillo h<2,60
L1S-1	446.999,976	4.480.903,088	684,421	682,103	682,103	2,318	Pozo ladrillo h<2,60
TX-1	447.424,677	4.481.094,059	675,822	671,930	671,930	3,892	Pozo ladrillo h≥2,60
TX-2	447.424,676	4.481.069,059	676,024	672,505	672,505	3,519	Pozo ladrillo h≥2,60
TX-3	447.424,675	4.481.044,059	676,225	673,080	673,080	3,145	Pozo ladrillo h≥2,60
TX-4	447.424,672	4.481.019,059	676,427	673,655	673,655	2,772	Pozo ladrillo h≥2,60
TX-5	447.424,672	4.480.994,059	676,629	674,230	674,230	2,399	Pozo ladrillo h<2,60
TX-6	447.424,671	4.480.969,059	676,831	674,805	674,805	2,026	Pozo ladrillo h<2,60
T1-4'	447.426,691	4.481.125,489	675,516	671,277	671,277	4,239	Pozo prefabricado Ø1,5 m
A1-1	447.354,016	4.480.918,098	677,800	674,060	674,060	3,740	Pozo ladrillo h≥2,60
A2-1	447.441,564	4.480.922,938	677,030	673,900	673,900	3,130	Pozo ladrillo h≥2,60
A3-1	447.445,678	4.480.834,989	677,570	673,800	673,800	3,770	Pozo ladrillo h≥2,60
A4-1	447.445,884	4.480.618,655	678,120	675,120	675,120	3,000	Pozo ladrillo h≥2,60
A5-1	447.445,873	4.480.549,379	677,950	674,940	674,940	3,010	Pozo ladrillo h≥2,60
A6-1	447.445,868	4.480.496,753	677,560	675,260	675,260	2,300	Pozo ladrillo h<2,60
A7-1	447.446,168	4.480.451,089	677,190	675,530	675,530	1,660	Pozo ladrillo h<2,60

APÉNDICE 5.- CÁLCULO MECÁNICO DE TUBOS

Cálculo Mecánico de Tuberías de Hormigón Armado

Memoria de Cálculos

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

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

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

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

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

Tipos de instalación:

Se consideran cuatro tipos posibles de instalación:

Zanja

Terraplén

Zanja terraplenada

Zanja inducida en terraplén

Relleno.

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

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

donde:

γ_r = Peso específico del terreno, en kN/m³

$\lambda = \text{tg}^2(45^\circ - \omega/2)$ es el Coeficiente de Rankine

φ = Angulo de Rozamiento interno del relleno;

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

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

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

Determinación de la carga producida por el relleno:

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

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

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

Instalación en zanja

Carga producida por el relleno:

$$q_r = C_z \cdot \gamma_r \cdot h_r \cdot b \text{ en kN/m con } h_r \text{ y } b \text{ en metros}$$

donde:

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

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

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

DN	$\beta > 60^\circ$	$\beta \leq 60^\circ$
≤ 350	0.25	0.2
> 350 a ≤ 700	0.35	
> 700 a ≤ 1200	0.43	
> 1200	0.5	

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

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

Instalación en terraplén

Carga producida por el relleno:

$$q_r = C_t \cdot \gamma_r \cdot h_r \cdot D_e \text{ en kN/m con } h_r \text{ y } D_e \text{ en metros.}$$

El valor de C_t depende de la razón h_r/D_e , del coeficiente $\lambda\mu$ y de la altura del plano de igual asentamiento h_0 y se obtiene por:

Para $hr \leq h_0$

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

Para $hr > h_0$

$$C_z = \frac{e^{2\lambda\mu (h_0 / De)} - 1}{2\lambda\mu(hr / De)} + \frac{hr - h_0}{hr} \cdot e^{2\lambda\mu (h_0 / De)}$$

El valor de h_0 , altura del plano de igual asentamiento, se obtiene ,en metros, resolviendo la ecuación:

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

donde:

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

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

- η es la razón de proyección en terraplén:

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

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

Instalación en zanja terraplenada

La carga producida por el relleno se obtiene de:

$$q_r = C_{zt} \cdot \gamma_r \cdot hr \cdot b \text{ en kN/m con } hr \text{ y } b \text{ en metros.}$$

El valor de C_{zt} se obtiene por :

Para $hr \leq h_0$

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

Para $hr > h_0$

$$C_z = \frac{1 - e^{-2\lambda\mu'(h_0/b)}}{2\lambda\mu'(hr/b)} + \frac{hr-h_0}{hr} \cdot e^{-2\lambda\mu'(h_0/b)}$$

El valor de h_0 , altura del plano de igual asentamiento, se obtiene, en metros, resolviendo la ecuación:

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

donde:

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

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

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

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

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

Instalación en zanja inducida en terraplén.

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

La carga producida por el relleno se obtiene de:

$$q_r = C_{zit} \cdot \gamma_r \cdot hr \cdot b_2 \text{ en kN/m con } hr \text{ y } b_2 \text{ en metros}$$

El valor de C_{zit} se obtiene por :

Para $hr \leq h_0$

$$C_{zt} = \frac{1 - e^{-2\lambda\mu (hr / b_2)}}{2\lambda\mu(hr / b_2)}$$

Para $hr > h_0$

$$C_z = \frac{1 - e^{-2\lambda\mu (h_0 / b_2)}}{2\lambda\mu(hr / b_2)} + \frac{hr - h_0}{hr} \cdot e^{-2\lambda\mu (h_0 / b_2)}$$

El valor de h_0 , altura del plano de igual asentamiento, se obtiene, en metros, resolviendo la ecuación:

$$e^{-2\lambda\mu \frac{h_0}{b_2}} + 2\lambda\mu \frac{h_0}{b_2} = 2\lambda\mu |\delta' \eta'| + 1$$

donde:

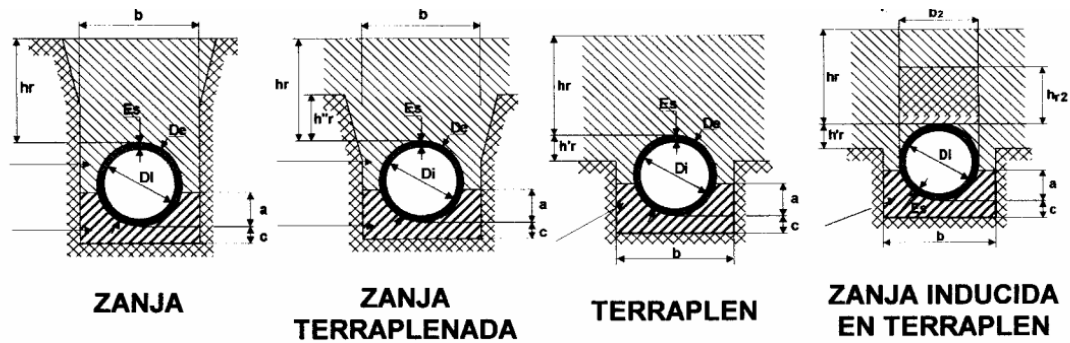
δ' es la razón de asentamiento que se suele tomar en la practica un valor dependiente de la razón de proyección. Se obtiene por interpolación a partir de la tabla siguiente si el usuario no define directamente el valor:

η'	δ'
0.5	-0.5
1.0	-0.7
1.5	-1.0
2.0	-2.0

η' es la razón de proyección en zanja inducida en terraplén:

$$\eta' = \frac{hr_2}{b_2}$$

b_2 será superior al diámetro exterior de la tubería sólo cuando el usuario lo indique al desear calcular una instalación en zanja inducida con colocación de tubería después del terraplenado. En este caso $b_2 = b$. Por defecto se considerará $b_2 = D_e$.



TIPOS DE INSTALACIÓN

Determinación de la carga producida por el tráfico automovilístico:

La norma considera tres tipos de vehículos, entre los que el usuario selecciona uno:

- Eje simple de 70 kN (7t).
- Eje simple de 130 kN (13t).
- Carro de tres ejes de 600 kN (60t).

Los valores de las cargas en kN/m producidas sobre el tubo se obtienen de las siguientes fórmulas, siendo hr la profundidad en metros del plano de clave, De el diámetro exterior en metros de la conducción y $Le = 0,20 + 1,4hr + 1,05 De$ la longitud eficaz de tubería sobre la que se aplica la carga, en metros.

- Eje simple de 70 kN.** Se aplican las siguientes fórmulas según los valores de hr y De , con $t = 1,4hr + 0,30$ y con $s = 1,4(hr - 1,21)$:

En el caso de que $hr \geq 1,21$ m:

$$q_m = \frac{35}{t \cdot L_e} (D_e + s) \quad \text{si } D_e \geq s$$

$$q_m = \frac{70}{t \cdot L_e} D_e \quad \text{si } D_e < s$$

En el caso de que $hr \leq 1,21$ m y $De \leq 2,0$ m:

$$q_m = \frac{35}{L_e} C_i \quad \text{si } D_e \geq t$$

$$q_m = \frac{35}{t \cdot L_e} (C_i \cdot D_e) \quad \text{si } D_e < t$$

En el caso de que $hr \leq 1,21$ m y $De > 2,0$ m, con $v = De + 1,4hr - 1,70$:

$$q_m = \frac{35}{t \cdot L_e} C_i \cdot v$$

- **Eje simple de 130 kN.** Se aplican las siguientes fórmulas según los valores de hr y De, con t = 1,4hr+0,60 y con s = 1,4(hr-1,00):

En el caso de que hr >= 1,0 m:

$$q_m = \frac{65}{t \cdot L_e} (D_e + s) \quad \text{si } D_e \geq s$$

$$q_m = \frac{130}{t \cdot L_e} (D_e) \quad \text{si } D_e < s$$

En el caso de que hr <= 1,0 m y De <= 2,0 m:

$$q_m = \frac{65}{L_e} C_i \quad \text{si } D_e \geq t$$

$$q_m = \frac{65}{t \cdot L_e} (C_i \cdot D_e) \quad \text{si } D_e < t$$

En el caso de que hr <= 1,0 m y De > 2,0 m:

$$q_m = \frac{65}{t \cdot L_e} (D_e + s) \cdot C_i$$

- **Triple eje de 600 kN.** Se añade a la qm calculada una sobrecarga de uso de (4,0 De) kN/m. Se aplican las siguientes fórmulas según los valores de hr y De, con t = 1,4hr+0,60 y con s = 1,4(hr-1,00):

En el caso de que hr >= 1,0 m:

$$q_m = \frac{300}{t \cdot (L_e + 3,0)} (D_e + s) \quad \text{si } D_e \geq s$$

$$q_m = \frac{600}{t \cdot (L_e + 3,0)} (D_e) \quad \text{si } D_e < s$$

En el caso de que $h_r \leq 1,0$ m y $D_e \leq 2,0$ m:

$$q_m = \frac{300}{(L_e + 3,0)} \quad \text{si } D_e \geq t$$

$$q_m = \frac{100}{t \cdot L_e} \cdot D_e \quad \text{o} \quad q_m = \frac{300}{(L_e + 3,0) \cdot t} \cdot D_e$$

si $D_e < t$ tomando el mayor valor obtenido.

En el caso de que $h_r \leq 1,0$ m y $D_e > 2,0$ m:

$$q_m = \frac{300}{t \cdot (L_e + 3,0)} (D_e + s)$$

Para profundidades superiores a los 4 m no se consideran cargas de tráfico.

Para profundidades inferiores a 0,9 m y en los casos de eje simple de 70kN y de 130 kN se aplica un coeficiente de impacto C_i según los valores indicados en la tabla siguiente:

<u>hr en m.</u>	<u>C_i</u>
$hr < 0,60$	1,20
$0,60 < hr < 0,90$	1,10
$0,90 < hr$	1,00

Se recomienda, cuando es necesario, que el recubrimiento mínimo de tierras por encima de la clave del tubo sea no menor de 1 m.

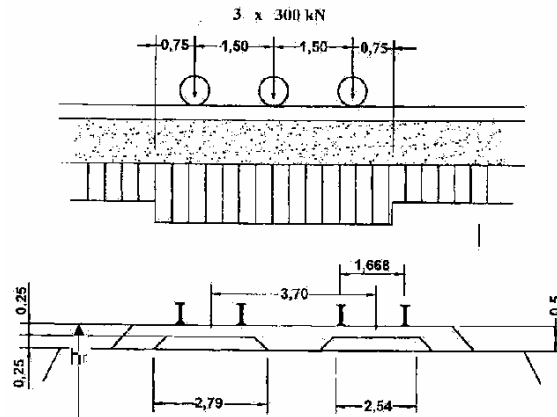
Determinación de la carga producida por el tráfico ferroviario:

En los dos modelos siguientes de cargas ferroviarias la altura del relleno por encima de la clave del tubo debe ser como mínimo de un metro. Se produce en los casos necesarios un aviso de esta limitación al usuario.

Se recomienda, cuando es necesario, que el recubrimiento mínimo de tierras por encima de la clave del tubo sea no menor de 1,5 m.

VIA RENFE:

El tren de cargas considerado es el tipo A de la instrucción relativa a las acciones a considerar en el proyecto de puentes de ferrocarril.



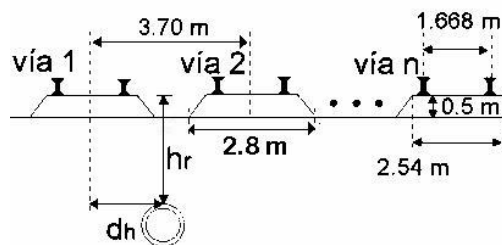
La sobrecarga debida a la locomotora es de:

$$qf_{\text{renfe}} = \frac{900}{4,5 \times 2,8} = 71,4 \text{ kN/m}^2$$

Se considera un coeficiente de impacto C_i , función de la velocidad y que se calcula con la siguiente expresión siendo siempre $C_i > 1$:

$$C_i = 1 + \frac{0,33 \cdot V}{100} - 0,1 \cdot (h_r)$$

con V expresado en km/h, con un valor máximo de 200 km/h.



Dada la instalación mostrada, se considera un reparto a 35° , teniéndose en cuenta la superposición de presiones debidas a la presencia de varias vías, si procede; para ello se tiene en cuenta la distancia dh desde la primera vía hasta la clave del tubo y la profundidad h_r .

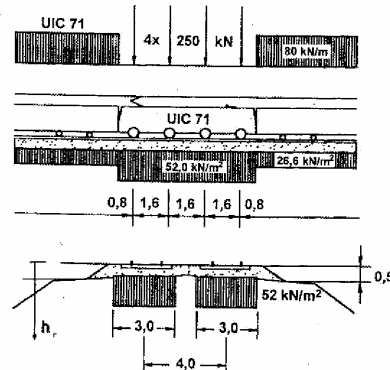
La carga ferroviaria a aplicar, teniéndose en cuenta si es necesario la superposición de presiones en función de la profundidad de la clave del tubo h_r , es la siguiente:

$$qf_{\text{renfe}} = \frac{D_e \times C_i \times 71,4 \times 4,5 \times 2,8}{(4,5 + 2 \times 0,7 \times (h_r - 0,5)) \times (2,8 + 2 \times 0,7 \times (h_r - 0,5))} \text{ kN/m}$$

Se ofrece la posibilidad de calcular la carga para una tubería instalada en el sentido longitudinal de la vía férrea o transversalmente a la traza de esta, en cuyo caso sólo se tiene en cuenta para el cálculo la carga expresada anteriormente en función de h_r , multiplicada por el número máximo de vías cuyas sobrecargas se solapan a la profundidad de instalación de la tubería.

VIA UIC 71:

El tren de cargas considerado es el de la UIC 71.



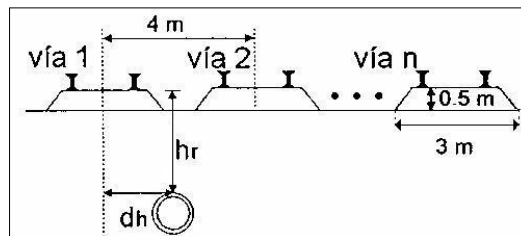
La sobrecarga debida a la locomotora es de:

$$qf_{UIC} = \frac{1000}{6,4 \times 3} = 52 \text{ kN/m}^2$$

La sobrecarga debida a los vagones es de: 26,6 kN/m².

Se considera un coeficiente de impacto C_i que se calcula con la expresión indicada a continuación, siendo siempre $C_i \geq 1$:

$$C_i = 1,4 - (0,1 \cdot (h_r - 0,5))$$



Dada la instalación mostrada, se considera un reparto a 35°, teniéndose en cuenta la superposición de presiones debidas a locomotora y vagones y a la presencia de varias vías, si procede; para esto último se tiene en cuenta la distancia d_h desde la primera vía hasta la clave del tubo y la profundidad h_r , de forma análoga a lo expuesto para la vía RENFE.

La carga ferroviaria a aplicar, teniéndose en cuenta si es necesario la superposición de presiones debidas a locomotora y vagones en función de la profundidad de la clave del tubo h_r , es la siguiente:

$$qf_{UIC} = \left(\frac{(52 - 26,6) \times 6,4 \times 3}{(6,4 + 1,4 \times (h_r - 0,5))(3 + 1,4 \times (h_r - 0,5))} + \frac{26,6 \times 3}{(3 + 1,4 \times (h_r - 0,5))} \right) \times C_i \times D_e \text{ en kN/m}$$

Se ofrece la posibilidad de calcular la carga para una tubería instalada en el sentido longitudinal de la vía férrea o transversalmente a la traza de esta, en cuyo caso sólo se tendrá en cuenta para el

cálculo la carga expresada anteriormente en función de h_r , multiplicada por el número máximo de vías cuyas sobrecargas se solapan a la profundidad de instalación de la tubería.

Determinación de la carga producida por el tráfico aéreo:

Se calcula como sigue:

$q_{aereo} = D_e \cdot q_Q$ en kN/m, obteniéndose q_Q de la tabla siguiente, expresado en kN/m²:

$h_r(m)$	q_Q en kN/m ²				
	900 kN (DC9)	1800 kN (DC8)	3500 kN (Jumbo)	5500 kN	7500 kN
≥ 1.0	98	117.6	132.3	137.2	147
2.0	39.2	68.6	88.2	107.8	117.6
3.0	19.6	39.2	58.8	78.4	88.2
4.0	14.7	24.5	39.2	58.8	78.4
5.0	9.8	19.6	29.4	39.2	53.9
6.0	9.8	14.7	24.5	34.3	39.2
7.0	4.9	9.8	19.6	24.5	34.3
8.0	4.9	9.8	14.7	24.5	29.4
9.0	4.9	9.8	14.7	19.6	24.5
10.0	4.9	9.8	14.7	14.7	19.6
15.0	4.9	4.9	4.9	9.8	14.7

A profundidades no inferiores a 1 m, la presión determinada incluye el coeficiente de impacto si la carga de 150 kN/m², producida por las aeronaves, se aplica en la superficie y no se considera el efecto de reparto de las cargas producido por el pavimento. Para valores intermedios de la tabla se interpola.

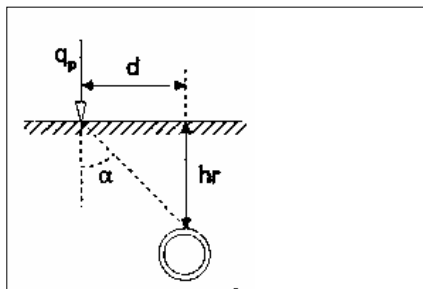
Para la correcta aplicación de estos valores es por lo tanto obligatorio que $h_r/1$ m. Se produce en los casos necesarios un aviso de esta limitación al usuario.

Se recomienda, cuando es necesario, que el recubrimiento mínimo de tierras por encima de la clave del tubo sea no menor de 1,5 m.

Otras cargas:

- **Cargas puntuales**

La acción que se produce debido a una carga puntual q_p en kN, cuyo eje de aplicación se sitúa a una distancia mínima d del eje del tubo, se evalúa según la teoría de Boussinesq:



$$q = \frac{3D_e q_p \cos^5 \alpha}{2h_r^2}$$

donde :

$$\cos \alpha = \frac{h_r}{\left(h_r^2 + d^2\right)^{\frac{1}{2}}}$$

Se obtiene q en kN/m con D_e y h_r en metros.

- **Cargas uniformemente distribuidas en superficie**

Cuando sobre el relleno de una zanja, de ancho b en metros, se localiza una sobrecarga uniforme q_s en kN/m^2 , la repercusión sobre el tubo se calcula de la siguiente forma:

$$q = bq_s e^{-2\lambda\mu \frac{h_r}{b}} \text{ en kN/m}$$

Si la carga se aplica sobre una instalación en terraplén o zanja terraplenada, se asimila a un sobreexesor H de relleno de valor equivalente a:

$$H = \frac{q_s}{\gamma_r}$$

donde γ_r es el peso específico del terreno en kN/m^3 y q_s es la carga uniforme de superficie en kN/m^2 .

- **Cargas debidas a compactadores**

Las cargas debidas a compactadores se evalúan como sigue:

$$q_c = C_q \cdot D_e$$

donde:

- q_c : carga sobre el tubo (N/m)
- D_e : diámetro exterior del tubo (m)
- C_c : carga sobre la clave del tubo (N/m^2)
- P_c : carga del compactador por m de ancho de rodillo (N/m)

C_c se obtiene de la expresión:

- Para carga estática:		$C_c = (2 \cdot P_c) / (\cdot \text{hr})$
- Para carga dinámica:	$0.3 \text{ m} \leq \text{hr} \leq 2 \text{ m}$	$C_c = (12 \cdot P_c) / (\cdot \text{hr})$
	$2 \text{ m} \leq \text{hr} \leq 3 \text{ m}$	$C_c = (10 \cdot P_c) / (\cdot \text{hr})$
	$\text{hr} > 3 \text{ m}$	$C_c = (8 \cdot P_c) / (\cdot \text{hr})$

Factores de apoyo:

En todos los casos, salvo en el caso de seleccionar el apoyo directo en el que $c=0$, los valores de c dependen del terreno y se obtienen de la siguiente tabla, según sea el valor de D_i :

	$D_i < 0,7$	$0,7 < D_i < 1,5$	$D_i > 1,5$
Suelo	0.10	0.10	0.15
Roca	0.15	0.23	0.30

En el caso que el usuario seleccione el apoyo directo automáticamente se seleccionará $c=0$ para el cálculo del ancho de zanja y viceversa. El usuario es avisado con anterioridad de este hecho.

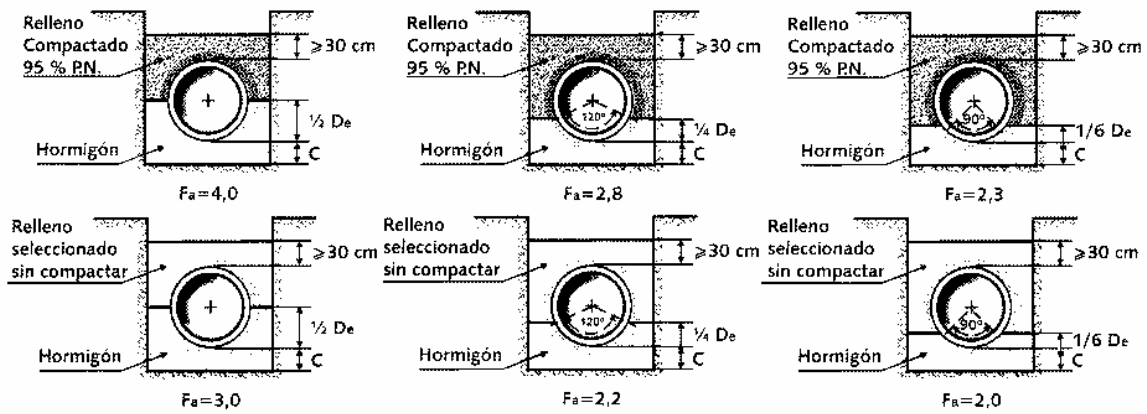
Factores de apoyo en zanja y zanja terraplenada

APOYO EN HORMIGÓN EN MASA f_{ck} 15 N/mm ²	
Relleno Compactado, apoyo de 180°:	4.0
Relleno Seleccionado sin compactar, apoyo de 180°:	3.0
Relleno Compactado, apoyo de 120°:	2.8
Relleno Seleccionado sin compactar, apoyo de 120°:	2.2
Relleno Compactado, apoyo de 90°:	2.3
Relleno Seleccionado sin compactar, apoyo de 90°:	2.0

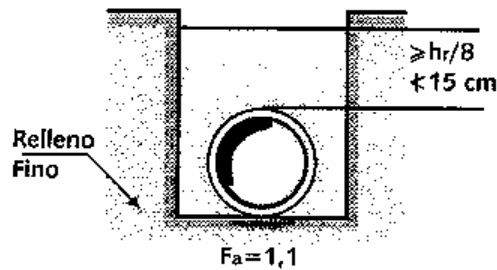
APOYO GRANULAR

Relleno y apoyo de material granular compactado:	2.1
Relleno Compactado, apoyo de 180°:	1.9
Relleno Compactado, apoyo de 90°:	1.7
Relleno seleccionado sin compactar, apoyo de 180°:	1.5

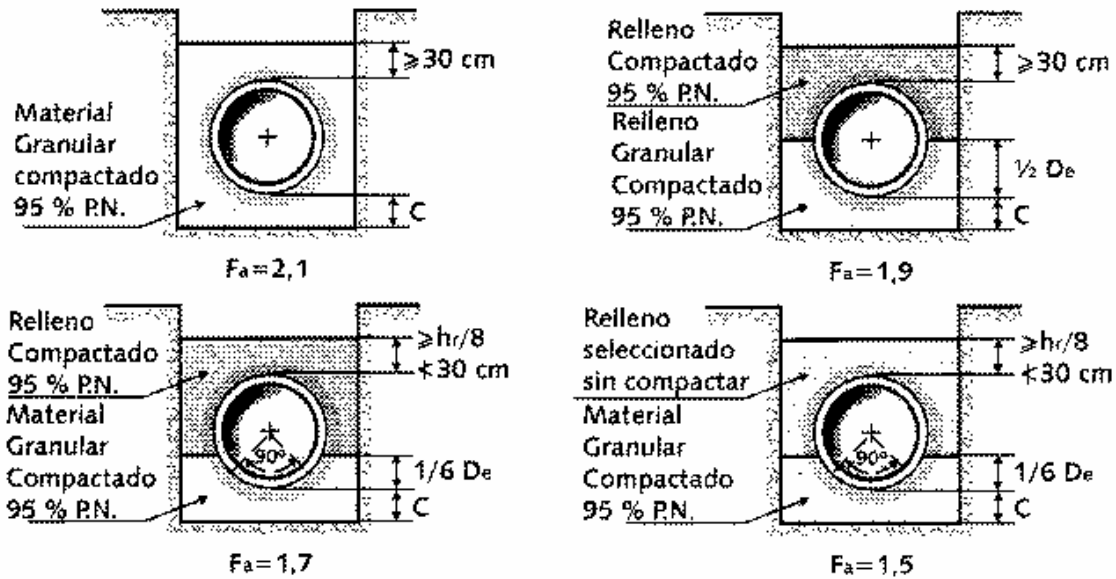
APOYO DIRECTO (NO RECOMENDADO): 1.1



Factor de apoyo con hormigón en masa



Factor de apoyo directo.



Factor de apoyo con material granular

Factores de apoyo en terraplén y en zanja inducida

En las instalaciones de terraplén y zanja inducida, puede tomarse en consideración el empuje activo del relleno sobre una parte de la tubería, lo que conduce a valores del factor de apoyo mayores, a igualdad de las restantes condiciones, que en los casos de instalación en zanja.

El valor del factor de apoyo sigue dependiendo del tipo de apoyo, pero ahora queda condicionado, además por la superficie sobre la que actúa el empuje de las tierras del terraplén. No existe por tanto un único valor para cada tipo de apoyo, como ocurre en el caso de instalación en zanja.

La resultante de las presiones laterales que actúan a cada lado de la conducción, es para un tubo circular:

$$\frac{\lambda \gamma_r (2h_r + \eta D_e)}{2} \eta D_e$$

siendo $\lambda = 0,33$ por omisión si el usuario no define un valor concreto.

Dividida por la carga vertical q_r da la razón de la carga horizontal a la vertical.

$$\theta = \frac{\lambda \eta}{C_t} \left(1 + \frac{\eta D_e}{2h_r} \right)$$

El factor de apoyo se obtiene mediante la fórmula:

$$F_a = \frac{\alpha}{n - v\theta}$$

“ α ” es un valor que depende de la directriz del tubo y en el caso de tubos circulares es 1,431.

“ n ” es un parámetro que tiene en cuenta el tipo de apoyo y cuyo valor en el caso de un tubo circular se obtiene del siguiente cuadro:

Clase de apoyo	A	B	C	D
$n =$	0,505	0,707	0,840	1,310

“v” es un parámetro que depende del área sobre la que se aplica la carga horizontal, por tanto de la razón de proyección η , para tubo circular, sus valores se recogen en la siguiente tabla:

Clase de apoyo $\eta =$	A v =	B, C y D v =
0.0	0.150	0.000
0.3	0.743	0.217
0.5	0.856	0.423
0.7	0.811	0.594
0.9	0.678	0.655
1.0	0.638	0.638

Para valores intermedios de la tabla se interpola.

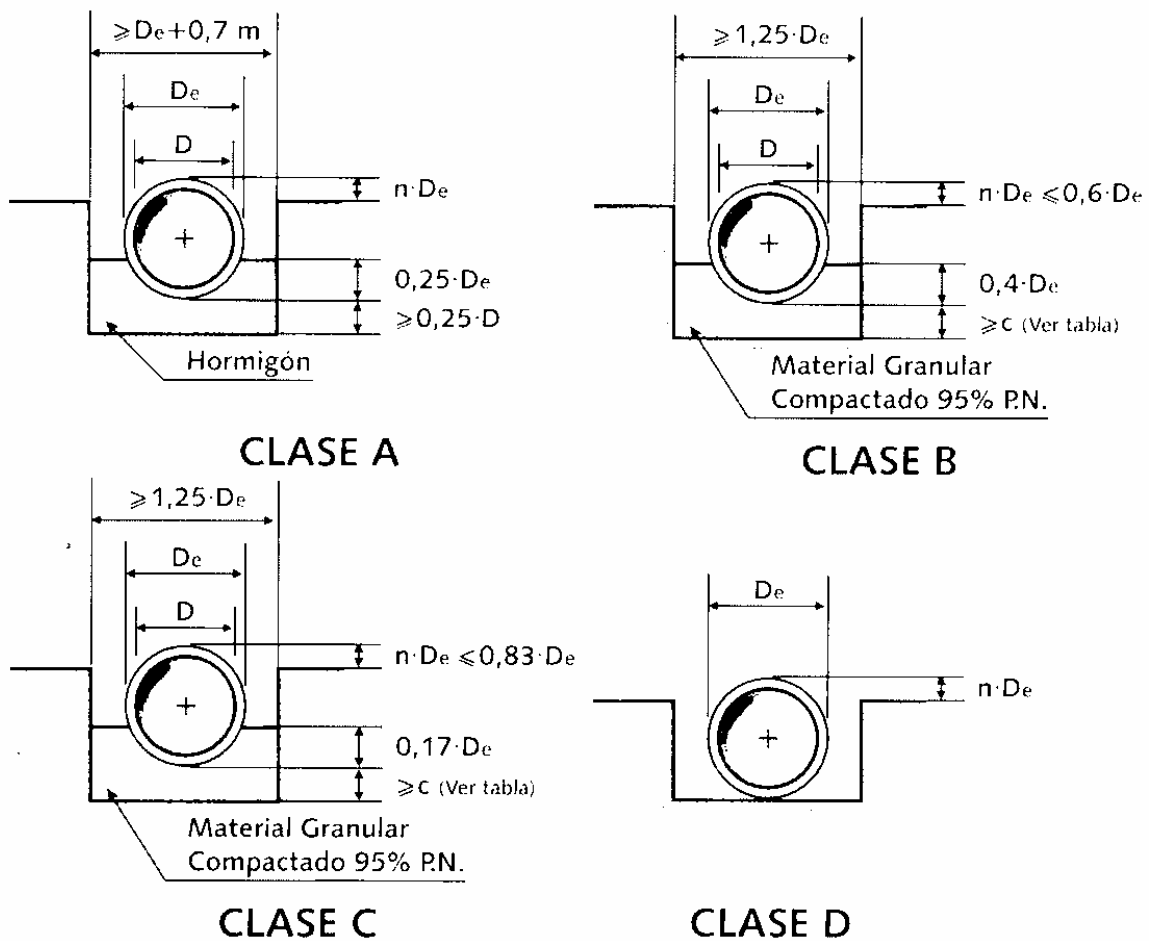
El factor de apoyo puede ser de 4 tipos tal y como se describe a continuación:

Tipo A: Base de hormigón.

Tipo B: Base de material granular compactado. ($n \leq 0.6$)

Tipo C: Base de material granular compactado. ($n \leq 0.83$)

Tipo D: Apoyo directo.



Cálculo de la Clase resistente según UNE 127 010:

La carga de cálculo se obtiene de la siguiente expresión :

$$\text{CARGA DE CÁLCULO (kN/m)} = \frac{1,5 \times q_{\text{total}}}{F_{\text{ap}} \times D_i}$$

donde q_{total} es la suma de la carga del relleno, la carga del tráfico, el efecto de la carga puntual y el efecto de la carga uniformemente distribuida, expresadas en kN/m.

La clase exigible al tubo se obtiene, partiendo de la carga de cálculo mínima y según el tipo de tubo, de la siguiente tabla:

Carga de cálculo ≤ 60	CLASE 60
60 ≤ Carga de cálculo ≤ 90	CLASE 90
90 ≤ Carga de cálculo ≤ 135	CLASE 135
135 ≤ Carga de cálculo ≤ 180	CLASE 180

Restricciones de la tabla:

Diámetro interior Di (mm)	Clase 60	Clase 90	Clase 135	Clase 180
300 a 800	*	SI	SI	SI
1000 a 1800	SI	SI	SI	SI
1800 a 2000	SI	SI	SI	**
2500 a 3000	SI	SI	**	**

* Diámetros no contemplados en la norma UNE 127 010 para clase 60.

** Diseños especiales no contemplados en la Norma cuyo dimensionamiento a propuesta del fabricante deberá ser autorizado por la dirección de Obra.

Cálculo de la Clase resistente según ASTM C76M:

Partiendo de la carga de fisuración obtenida de la siguiente expresión :

$$\text{CARGA DE FISURACIÓN (kN/m}^2\text{)} = \frac{q_{\text{total}}}{F_{\text{ap}} \times D_i}$$

donde q_{total} es la suma de las cargas calculadas actuantes sobre el tubo, expresada en kN/m; F_{ap} expresa el Factor de Apoyo y D_i el diámetro interior del tubo, se calcula la clase resistente mediante la tabla siguiente, escogiendo la mayor posible:

Clase	<u>I</u>	<u>II</u>	<u>III</u>	<u>IV</u>	<u>V</u>
Carga de fisuración en kN/m ²	≤ 40	≤ 50	≤ 65	≤ 100	≤ 140

Una vez calculada la clase se obtiene la Carga de Cálculo de la siguiente manera:

Clase I, II, III y IV:

$$\text{CARGA DE CÁLCULO} = 1.5 \cdot \text{CARGA DE FISURACIÓN}$$

Clase V:

$$\text{CARGA DE CÁLCULO} = 1.25 \cdot \text{CARGA DE FISURACIÓN}$$

Cálculo Numérico Tubos Hormigón Armado

Versión: 2.02a

Datos de la Obra:

AMPLIACIÓN III DE IFEMA, FERIA DE MADRID
PROYECTO DE URBANIZACIÓN GENERAL Y
ACOMETIDAS

Sección tipo:

Cliente:

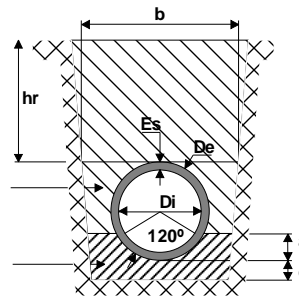
Esquema de instalación:

Instalación en Zanja; Relleno: Arena Arcillosa

(Este croquis no representa proporciones reales)

Relleno Compactado 95% P.N.

Hormigón



De= 1.45 m.
Di= 1.2 m.
Es= 125 mm.
hr= 3.6 m.

a=0.362 m.
b=2.45 m.
c=0.1 m.(Suelo)
c=0.23 m.(Roca)
(c según terreno)

Cálculos:

Carga producida por terreno (qr):

$$q_r = C_z \cdot \gamma_r \cdot h_r \cdot b \quad ; \quad \text{con } C_z = \frac{1 - e^{-2\lambda\mu' \frac{h_r}{b}}}{2\lambda\mu' \frac{h_r}{b}}$$

Fap= 2.8
 $\gamma = 19.2 \text{ kN/m}^3$
 $\lambda\mu' = 0.15$

Carga Carretera, Carro tres ejes de 600 kN (60 t.)
Carga puntual de 2t. situada a 0 m
Carga uniformemente distribuida en superficie de 2 t/m²
Carga debida a compactador

qr= 136.94 kN/m
21.6 kN/m
3.28 kN/m
30.9 kN/m
0 kN/m

Qtotall= 192.74 kN/m

$$\text{CARGA DE CÁLCULO} = \frac{Q_{\text{total}} \cdot 1.5}{F_{\text{ap}} \cdot D_i} = 86.04 \text{ kN/m}^2$$

Carga calculada:

86.04 kN/m²

Cálculo Numérico Tubos Hormigón Armado

Versión: 2.02a

Datos de la Obra:

AMPLIACIÓN III DE IFEMA, FERIA DE MADRID
PROYECTO DE URBANIZACIÓN GENERAL Y
ACOMETIDAS

Sección tipo:

Ciente:

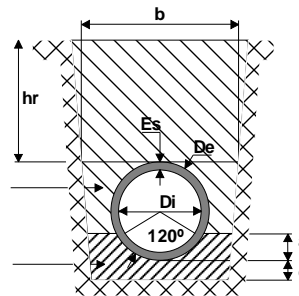
Esquema de instalación:

Instalación en Zanja; Relleno: Arena Arcillosa

(Este croquis no representa proporciones reales)

Relleno Compactado 95% P.N.

Hormigón



De= 1.45 m.
Di= 1.2 m.
Es= 125 mm.
hr= 3.6 m.

a=0.362 m.
b=2.45 m.
c=0.1 m. (Suelo)
c=0.23 m. (Roca)
(c según terreno)

Cálculos:

Carga producida por terreno (qr):

$$q_r = C_z \cdot \gamma_r \cdot h_r \cdot b \quad ; \quad \text{con } C_z = \frac{1 - e^{-2\lambda\mu' \frac{h_r}{b}}}{2\lambda\mu' \frac{h_r}{b}}$$

Fap= 2.8
 $\gamma = 19.2 \text{ kN/m}^3$
 $\lambda\mu' = 0.15$

Carga Carretera, Carro tres ejes de 600 kN (60 t.)
Carga puntual de 2t. situada a 0 m
Carga uniformemente distribuida en superficie de 2 t/m²
Carga debida a compactador

qr= 136.94 kN/m
21.6 kN/m
3.28 kN/m
30.9 kN/m
0 kN/m

Qtotall= 192.74 kN/m

$$\text{CARGA DE CÁLCULO} = \frac{Q_{\text{total}} \cdot 1.5}{F_{\text{ap}} \cdot D_i} = 86.04 \text{ kN/m}^2$$

Clase mínima UNE-127.010 exigible:

Clase 90

(Válido para hr <= 4.9 m.)

Cálculo Numérico Tubos Hormigón Armado

Versión: 2.02a

Datos de la Obra:

AMPLIACIÓN III DE IFEMA, FERIA DE MADRID
PROYECTO DE URBANIZACIÓN GENERAL Y
ACOMETIDAS

Sección tipo:

Cliente:

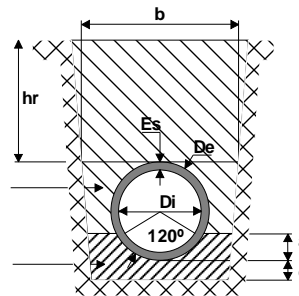
Esquema de instalación:

Instalación en Zanja; Relleno: Arena Arcillosa

(Este croquis no representa proporciones reales)

Relleno Compactado 95% P.N.

Hormigón



De= 1.684 m.
Di= 1.4 m.
Es= 142 mm.
hr= 3.35 m.

a=0.421 m.
b=2.68 m.
c=0.1 m.(Suelo)
c=0.23 m.(Roca)
(c según terreno)

Cálculos:

Carga producida por terreno (qr):

$$q_r = C_z \cdot \gamma_r \cdot h_r \cdot b \quad ; \quad \text{con } C_z = \frac{1 - e^{-2\lambda\mu' \frac{h_r}{b}}}{2\lambda\mu' \frac{h_r}{b}}$$

Fap= 2.8
 $\gamma = 19.2 \text{ kN/m}^3$
 $\lambda\mu' = 0.15$

Carga Carretera, Carro tres ejes de 600 kN (60 t.)
Carga puntual de 2t. situada a 0 m
Carga uniformemente distribuida en superficie de 2 t/m²
Carga debida a compactador

qr= 143.74 kN/m
26.51 kN/m
4.41 kN/m
36.1 kN/m
0 kN/m

Qtotall= 210.77 kN/m

$$\text{CARGA DE CÁLCULO} = \frac{Q_{\text{total}} \cdot 1.5}{F_{\text{ap}} \cdot D_i} = 80.65 \text{ kN/m}^2$$

Carga calculada:

80.65 kN/m²

Cálculo Numérico Tubos Hormigón Armado

Versión: 2.02a

Datos de la Obra:

Sección tipo:

AMPLIACIÓN III DE IFEMA, FERIA DE MADRID
PROYECTO DE URBANIZACIÓN GENERAL Y
ACOMETIDAS

Ciente:

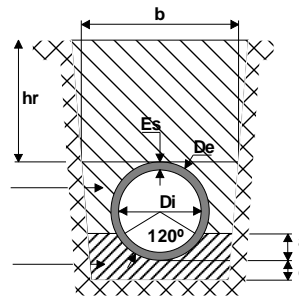
Esquema de instalación:

Instalación en Zanja; Relleno: Arena Arcillosa

(Este croquis no representa proporciones reales)

Relleno Compactado 95% P.N.

Hormigón



De= 1.684 m.
Di= 1.4 m.
Es= 142 mm.
hr= 3.35 m.

a=0.421 m.
b=2.68 m.
c=0.1 m.(Suelo)
c=0.23 m.(Roca)
(c según terreno)

Cálculos:

Carga producida por terreno (qr):

$$q_r = C_z \cdot \gamma_r \cdot h_r \cdot b \quad ; \quad \text{con } C_z = \frac{1 - e^{-2\lambda\mu' \frac{h_r}{b}}}{2\lambda\mu' \frac{h_r}{b}}$$

Fap= 2.8
 $\gamma = 19.2 \text{ kN/m}^3$
 $\lambda\mu' = 0.15$

Carga Carretera, Carro tres ejes de 600 kN (60 t.)
Carga puntual de 2t. situada a 0 m
Carga uniformemente distribuida en superficie de 2 t/m²
Carga debida a compactador

qr= 143.74 kN/m
26.51 kN/m
4.41 kN/m
36.1 kN/m
0 kN/m

Qtotall= 210.77 kN/m

$$\text{CARGA DE CÁLCULO} = \frac{Q_{\text{total}} \cdot 1.5}{F_{\text{ap}} \cdot D_i} = 80.65 \text{ kN/m}^2$$

Clase mínima UNE-127.010 exigible:

Clase 90

(Válido para hr <= 5.24 m.)

Cálculo Numérico Tubos Hormigón Armado

Versión: 2.02a

Datos de la Obra:

AMPLIACIÓN III DE IFEMA, FERIA DE MADRID
PROYECTO DE URBANIZACIÓN GENERAL Y
ACOMETIDAS

Sección tipo:

Cliente:

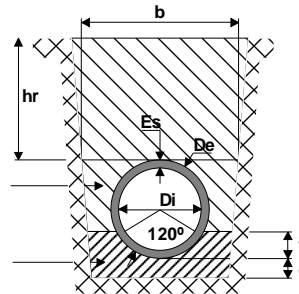
Esquema de instalación:

Instalación en Zanja; Relleno: Arena Arcillosa

(Este croquis no representa proporciones reales)

Relleno Compactado 95% P.N.

Hormigón



De= 1.8 m.
Di= 1.5 m.
Es= 150 mm.
hr= 4.25 m.

a=0.45 m.
b=3.3 m.
c=0.1 m. (Suelo)
c=0.23 m. (Roca)
(c según terreno)

Cálculos:

Carga producida por terreno (qr): calculada como terraplén por sobrepasar el ancho de zanja b la anchura de transición.

$$q_r = C_t \cdot \gamma_r \cdot h_r \cdot D_e \quad ; \quad \text{Para } h_r > h_0, \quad C_t = \frac{e^{2\lambda \mu \frac{h_0}{D_e}} - 1}{2\lambda \mu \frac{h_r}{D_e}} + \frac{h_r - h_0}{h_r} e^{2\lambda \mu \frac{h_0}{D_e}}$$

(h₀ según norma)

Fap= 2.8
γ= 19.2 kN/m³
λμ = 0.15
h₀= 3.012 m.

Carga Carretera, Carro tres ejes de 600 kN (60 t.)
Carga puntual de 2t. situada a 0 m
Carga uniformemente distribuida en superficie de 2 t/m²
Carga debida a compactador

qr= 205.88 kN/m
0 kN/m
2.92 kN/m
43.95 kN/m
0 kN/m

Qtotall= 252.76 kN/m

$$\text{CARGA DE CÁLCULO} = \frac{Q_{\text{total}} \cdot 1.5}{F_{\text{ap}} \cdot D_i} = 90.27 \text{ kN/m}^2$$

Carga calculada:

90.27 kN/m²

Cálculo Numérico Tubos Hormigón Armado

Versión: 2.02a

Datos de la Obra:

AMPLIACIÓN III DE IFEMA, FERIA DE MADRID
PROYECTO DE URBANIZACIÓN GENERAL Y
ACOMETIDAS

Sección tipo:

Ciente:

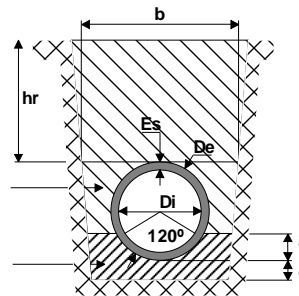
Esquema de instalación:

Instalación en Zanja; Relleno: Arena Arcillosa

(Este croquis no representa proporciones reales)

Relleno Compactado 95% P.N.

Hormigón



De= 1.8 m.
Di= 1.5 m.
Es= 150 mm.
hr= 4.25 m.

a=0.45 m.
b=3.3 m.
c=0.1 m.(Suelo)
c=0.23 m.(Roca)
(c según terreno)

Cálculos:

Carga producida por terreno (qr): calculada como terraplén por sobrepasar el ancho de zanja b la anchura de transición.

$$q_r = C_t \cdot \gamma_r \cdot h_r \cdot D_e \quad ; \quad \text{Para } h_r > h_0, \quad C_t = \frac{e^{2\lambda\mu} \frac{h_0}{D_e} - 1}{2\lambda\mu \frac{h_r}{D_e}} + \frac{h_r - h_0}{h_r} e^{2\lambda\mu} \frac{h_0}{D_e}$$

(h₀ según norma)

Fap= 2.8
γ= 19.2 kN/m³
λμ = 0.15
h₀= 3.012 m.

Carga Carretera, Carro tres ejes de 600 kN (60 t.)
Carga puntual de 2t. situada a 0 m
Carga uniformemente distribuida en superficie de 2 t/m²
Carga debida a compactador

qr= 205.88 kN/m
0 kN/m
2.92 kN/m
43.95 kN/m
0 kN/m
Qtotall= 252.76 kN/m

$$\text{CARGA DE CÁLCULO} = \frac{Q_{\text{total}} \cdot 1.5}{F_{\text{ap}} \cdot D_i} = 90.27 \text{ kN/m}^2$$

Clase mínima UNE-127.010 exigible:

Clase 135

(Válido para hr ≤ 7.49 m.)

Cálculo Numérico Tubos Hormigón Armado

Versión: 2.02a

Datos de la Obra:

AMPLIACIÓN III DE IFEMA, FERIA DE MADRID
PROYECTO DE URBANIZACIÓN GENERAL Y
ACOMETIDAS

Sección tipo:

Cliente:

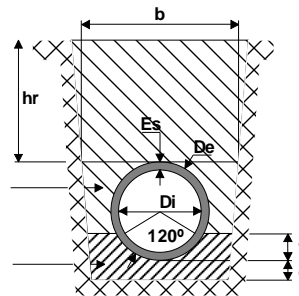
Esquema de instalación:

Instalación en Zanja; Relleno: Arena Arcillosa

(Este croquis no representa proporciones reales)

Relleno Compactado 95% P.N.

Hormigón



De= 2.15 m.
Di= 1.8 m.
Es= 175 mm.
hr= 4.05 m.

a=0.537 m.
b=3.65 m.
c=0.15 m.(Suelo)
c=0.3 m.(Roca)
(c según terreno)

Cálculos:

Carga producida por terreno (qr): calculada como terraplén por sobrepasar el ancho de zanja b la anchura de transición.

$$q_r = C_t \cdot \gamma_r \cdot h_r \cdot D_e \quad ; \quad \text{Para } h_r > h_0, \quad C_t = \frac{e^{2\lambda\mu} \frac{h_0}{D_e} - 1}{2\lambda\mu \frac{h_r}{D_e}} + \frac{h_r - h_0}{h_r} e^{2\lambda\mu} \frac{h_0}{D_e}$$

(h₀ según norma)

Fap= 2.8
γ= 19.2 kN/m³
λμ = 0.15
h₀= 3.597 m.

Carga Carretera, Carro tres ejes de 600 kN (60 t.)
Carga puntual de 2t. situada a 0 m
Carga uniformemente distribuida en superficie de 2 t/m²
Carga debida a compactador

qr= 223.74 kN/m
0 kN/m
3.85 kN/m
51.28 kN/m
0 kN/m

Qtotall= 278.87 kN/m

$$\text{CARGA DE CÁLCULO} = \frac{Q_{\text{total}} \cdot 1.5}{F_{\text{ap}} \cdot D_i} = 82.99 \text{ kN/m}^2$$

Carga calculada:

82.99 kN/m²

Cálculo Numérico Tubos Hormigón Armado

Versión: 2.02a

Datos de la Obra:

Sección tipo:

AMPLIACIÓN III DE IFEMA, FERIA DE MADRID
PROYECTO DE URBANIZACIÓN GENERAL Y
ACOMETIDAS

Ciente:

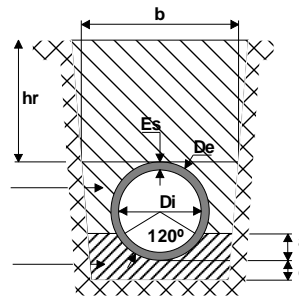
Esquema de instalación:

Instalación en Zanja; Relleno: Arena Arcillosa

(Este croquis no representa proporciones reales)

Relleno Compactado 95% P.N.

Hormigón



De= 2.15 m.
Di= 1.8 m.
Es= 175 mm.
hr= 4.05 m.

a=0.537 m.
b=3.65 m.
c=0.15 m.(Suelo)
c=0.3 m.(Roca)
(c según terreno)

Cálculos:

Carga producida por terreno (qr): calculada como terraplén por sobrepasar el ancho de zanja b la anchura de transición.

$$q_r = C_t \cdot \gamma_r \cdot h_r \cdot D_e \quad ; \quad \text{Para } h_r > h_0, \quad C_t = \frac{e^{2\lambda\mu} \frac{h_0}{D_e} - 1}{2\lambda\mu \frac{h_r}{D_e}} + \frac{h_r - h_0}{h_r} e^{2\lambda\mu} \frac{h_0}{D_e}$$

(h₀ según norma)

Fap= 2.8
γ= 19.2 kN/m³
λμ = 0.15
h₀= 3.597 m.

Carga Carretera, Carro tres ejes de 600 kN (60 t.)
Carga puntual de 2t. situada a 0 m
Carga uniformemente distribuida en superficie de 2 t/m²
Carga debida a compactador

qr= 223.74 kN/m
0 kN/m
3.85 kN/m
51.28 kN/m
0 kN/m
Qtotal= 278.87 kN/m

$$\text{CARGA DE CÁLCULO} = \frac{Q_{\text{total}} \cdot 1.5}{F_{\text{ap}} \cdot D_i} = 82.99 \text{ kN/m}^2$$

Clase mínima UNE-127.010 exigible:

Clase 90

(Válido para hr ≤ 4.42 m.)

EXPRESIONES MATEMÁTICAS EMPLEADAS POR LA NORMA UNE 53.331 IN PARA EL CÁLCULO DE ACCIONES SOBRE TUBERÍAS PLÁSTICAS ENTERRADAS

1. Instalación bajo zanja o terraplén

1.1. Determinación de la presión vertical de las tierras.

$$q_v = mC_z\gamma H$$

q_v es la presión vertical sobre el tubo debido a la carga de tierras (KN/m²)
 m es el factor de concentración de la presión vertical (véase fórmula más adelante)
 C_z es el coeficiente de carga de las tierras en zanja o bajo terraplén
 H es la altura del recubrimiento por encima de la generatriz superior del tubo

C_z se calcula mediante las ecuaciones siguientes:

$$C_z = 1 \quad \text{para } 0 \leq \beta < \rho$$

$$C_z = 1 - \frac{1 - C_{z90}}{90} \beta \quad \text{para } \rho \leq \beta < 90$$

donde
$$C_{z90} = \frac{1 - e^{-2(H/B)K_1 \operatorname{tg} \rho}}{2(H/B)K_1 \operatorname{tg} \rho}$$

m se calcula mediante las siguientes ecuaciones:

$$m = \frac{m_1 - 1}{3} \frac{B}{D_n} + \frac{4 - m_1}{3} \quad \text{para } 1 \leq B/D_n \leq 4$$

$$m = m_1 \quad \text{para } 4 \leq B/D_n \leq \infty$$

En cualquier caso, m debe ser: $m \leq 1 + 4 \operatorname{tg} \rho$

m_1 se calcula mediante las siguientes ecuaciones:

$$m_1 = \frac{m_m V_s + \frac{(m_m - 1)m_0 V_0}{1 - m_0}}{V_s + \frac{(m_m - 1)V_0}{1 - m_0}}$$

donde

$$m_0 = \frac{4K_2}{3 + K_2} \quad V_0 = \frac{(1 - K_2)P_j}{P_j - 0.25} \quad (P_j > 0.25)$$

K_2 se da en la tabla 1 y $P_j=1$ para los dos tipos de apoyo A y B considerados.

$$m_m = 1 + \frac{\frac{H}{D_n}}{\frac{3.5}{P_j} + \frac{2.2E_1}{E_4(P_j - 0.25)} + \frac{H}{D_n} \left[\frac{0.62}{P_j} + \frac{1.6E_1}{E_4(P_j - 0.25)} \right]}$$

$$V_s = \frac{S_t P_j}{|C_v| E_2}$$

$$S_t = \frac{E_t}{12} \left(\frac{e}{r_m} \right)^3 \text{ es la rigidez del tubo a corto o largo plazo (N/mm}^2\text{)}$$

donde:

$$r_m = \frac{D_n - e}{2} \text{ es el radio medio del tubo en metros}$$

E_t es el módulo de elasticidad en flexión transversal del tubo a corto o largo plazo

El coeficiente para obtener la deformación vertical del diámetro del tubo, ΔD_v , se obtiene de la ecuación siguiente:

$$n = \frac{4 - m_1}{3}$$

donde:

$|C_v|$ es el valor absoluto del coeficiente de deformación vertical del tubo (ΔD_v)

C_{v1} es el factor de deformación vertical debido a q_v (véase tabla 2)

C_{v2} es el factor de deformación debido a q_{ht} (véase tabla 2)

δ es el coeficiente de reacción del relleno de la cama del tubo, que se calcula con la siguiente expresión:

$$\delta = \frac{C_{h1}}{V_{ts} - C_{h2}}$$

donde:

C_{h1} es el factor de deformación horizontal debido a q_v

C_{h2} es el factor de deformación horizontal debido a q_{ht}

V_{ts} es el coeficiente de rigidez del sistema tubo - suelo y tiene por expresión:

$$V_{ts} = \frac{S_t}{S_{sh}}$$

donde S_{sh} es la rigidez horizontal del relleno hasta la clave del tubo (N/mm^2)

$$S_{sh} = 0.6\xi E_2$$

ξ es el factor de corrección calculado por la siguiente expresión:

$$\xi = \frac{1.662 + 0.639 \left(\frac{B}{D_n} - 1 \right)}{\left(\frac{B}{D_n} - 1 \right) + \left(1.662 - 0.361 \left(\frac{B}{D_n} - 1 \right) \right) \frac{E_2}{E_3}}$$

donde:

E_1, E_2, E_3 y E_4 son los módulos de compresión en las diferentes zonas del relleno y de la zanja (véase tabla 3)

Tabla 1. Coeficiente de empuje lateral de las tierras de relleno

Grupo de suelo	K_1	K_2
G1.No cohesivo	0.5	0.4
G2.Poco cohesivo	0.5	0.3
G3.Medianamente cohes.	0.5	0.2
G4.Cohesivo	0.5	0.1

Tabla 2. Factores de deformación

Ángulo de apoyo 2α	C_{v1}	C_{h1}	C_{v2}	C_{h2}
60	-0.1053	0.1026	0.0640	-0.0658
90	-0.0966	0.0956	0.0640	-0.0658
120	-0.0893	0.0891	0.0640	-0.0658
180	-0.0833	0.0833	0.0640	-0.0658

Tabla3: Módulos de compresión en función del tipo de suelo (N/mm^2) y la compactación proctor normal (%)

G. Suelo	85%	90%	92%	95%	97%	100%
G1	2.5	6	9	16	23	40
G2	1.2	3	4	8	11	20
G3	0.8	2	3	5	8	14
G4	0.6	1.5	2	4	6	10

1.2. Determinación de la presión lateral de las tierras (q_{ht}).

$$q_{ht} = \delta(q_v - q_{vt})$$

$$q_h = nK_2C_z\gamma H$$

$$n = \frac{4 - m_1}{3}$$

donde:

q_h es la presión lateral del relleno el tubo (KN/m^2)

n es el factor de concentración de la presión lateral del suelo

K_2 es el coeficiente de empuje lateral de las tierras de relleno

q_{ht} es la reacción máxima lateral del suelo a la altura del centro del tubo (KN/m^2)

δ es el coeficiente de reacción del relleno de la cama del tubo

H_1 es la altura del recubrimiento por encima de la generatriz superior del tubo, hasta el nivel natural del suelo.

H_{terr} es la altura del terraplén

m_1 se calcula con la expresión apuntada en el apartado 1.1.

2. Instalación en zanja terraplenada.

2.1. Determinación de la presión vertical de las tierras

$$q_v = m_z C_z \gamma_1 H_1 + m_t C_n \gamma_2 H_{terr}$$

q_v y C_z tienen el mismo significado que en el apartado 1.1, calculándose, por tanto, con las mismas expresiones.

m_z y m_t son los factores de concentración de la presión vertical en zanja y terraplén, respectivamente.

C_n es el coeficiente de carga de las tierras en zanja terraplenada

γ_1 y γ_2 son los pesos específicos de las tierras de relleno en zanja y terraplén respectivamente.

$$C_n = 1 \quad \text{para } 0 \leq \beta \leq \rho$$

$$C_n = 1 - \frac{\beta}{90}(1 - C_{n90}) \quad \text{para } \rho \leq \beta \leq 90$$

siendo $C_{n90} = e^{-2(H_1/B)K_1 \tan \rho}$

2.2. Determinación de la presión lateral de las tierras.

$$q_{ht} = \delta(q_v - q_h)$$

$$q_h = nK_2(C_z\gamma_1H_1 + C_n\gamma_2H_{terr})$$

$$n = \frac{4 - m_1}{3}$$

3. Instalación de dos conducciones en la misma zanja.

Si los tubos están situados al mismo nivel, las presiones verticales de tierra sobre ambos tubos se calculan utilizando la ecuación dada en el apartado 1.1., es decir, ambas instalaciones se consideran como dos instalaciones bajo zanja, utilizando en cada caso el valor de H que corresponda (H_1 y H_2)

Igualmente, las presiones laterales y las reacciones, se calcularán empleando las ecuaciones dadas en el apartado 1.2. utilizando en cada caso el valor de H correspondiente (H_1 y H_2)

Si los tubos están situados a distinto nivel, las presiones verticales de tierras para el tubo situado en el nivel superior (el cual se considera bajo zanja) se calcula con las ecuaciones del apartado 1.1. y para el tubo situado en el nivel inferior (el cual se considera bajo zanja terraplenada) se emplean las ecuaciones del apartado 2.1.

Las presiones laterales, en este caso se calcularán con las ecuaciones del apartado 1.2. en el caso del tubo situado en el nivel superior y con las del apartado 2.2. para el situado en el nivel inferior (la altura del terraplén es H_{terr})

4. Determinación de la presión vertical debida a las sobrecargas.

4.1. Sobrecargas concentradas.

La presión vertical sobre un tubo enterrado debida a las sobrecargas concentradas se calculará mediante la siguiente expresión:

$$P_{vc} = P_c \phi C_c$$

Donde:

P_{vc} es la presión vertical sobre el tubo debida a las sobrecargas concentradas (KN/m^2)

P_c es el valor de la sobrecarga concentrada, en KN . En caso de vehículos, se toma la sobrecarga máxima por rueda.

φ es el coeficiente de impacto para sobrecargas móviles

C_c es el coeficiente de carga para sobrecargas concentradas, dada por la siguiente expresión:

$$C_c = \frac{1}{D_n} - \frac{2}{\pi D_n} \left[\arcsen \left(2H \sqrt{\frac{X_1}{X_2 X_3}} \right) - \frac{2HD_n}{\sqrt{X_1}} \left(\frac{1}{X_2} - \frac{1}{X_3} \right) \right] + \frac{1}{H^2} \sum I$$

siendo:

$$X_1 = 4H^2 + D_n^2 + 1$$

$$X_2 = 4H^2 + 1$$

$$X_3 = 4H^2 + D_n^2$$

donde:

D_n es el diámetro nominal del tubo (m)

H es la altura del relleno sobre la generatriz superior del tubo (m). Si el tubo está instalado bajo una zona pavimentada, H se sustituye por H_e (altura equivalente), la cual se calcula mediante la expresión:

$$H_e = H + \frac{0.9}{\sqrt[3]{E_1}} \left(h_1 \sqrt[3]{E_{f1}} + h_2 \sqrt[3]{E_{f2}} \right)$$

donde:

H es la altura del recubrimiento de tierra por encima de la generatriz superior del tubo, hasta la parte inferior del firme (m). En caso de zanja terraplenada: $H = H_1 + H_{terr}$

E_1 es el módulo de compresión del relleno de la zanja por encima de la zona de influencia del tubo (N/mm^2)

h_1 y h_2 son los espesores de la primera y segunda capa del firme (m)

E_{f1} y E_{f2} son los módulos de compresión de la primera y segunda capa de firme (N/mm^2)

$\sum I$ depende de la situación de otras sobrecargas concentradas en las proximidades de la vertical del tubo. En el caso de vehículos, depende de la distancia entre ruedas (a) y de la distancia entre ejes (b)

Para camiones de dos ejes:

$$\sum I = \frac{3H^5}{2\pi} \left[(a^2 + H^2)^{-2.5} + (b^2 + H^2)^{-2.5} + (c^2 + H^2)^{-2.5} \right]$$

Para el caso de camiones de tres ejes:

$$\sum I = \frac{3H^5}{2\pi} \left[(a^2 + H^2)^{-2.5} + 2(b^2 + H^2)^{-2.5} + 2(c^2 + H^2)^{-2.5} \right]$$

Las ecuaciones para el cálculo de $\sum I$ son válidas cuando las cargas por eje son iguales. En caso contrario, el segundo y el tercer término entre corchetes deben multiplicarse por la relación de cargas entre el eje menos cargado y el más cargado

4.2. Sobrecargas repartidas

La presión vertical sobre un tubo enterrado, debida a una sobrecarga repartida, se calculará mediante la siguiente ecuación:

$$P_{vr} = C_d P_d \phi$$

Donde:

P_{vr} es la presión vertical sobre el tubo debida a las sobrecargas repartidas (KN/m²)

C_d es el coeficiente de carga para sobrecargas repartidas

P_d es el valor de la sobrecarga repartida (KN/m²)

ϕ es el coeficiente de impacto para los distintos tipos de vehículos

5. Cálculo de la deformación.

La variación del diámetro vertical:

$$\Delta D_v = |C_v| \frac{q_v - q_h}{S_t} 2r_m$$

S_t ha de venir expresada en kN/m²

La deformación relativa:

$$\delta_v = \Delta D_v \frac{100}{2r_m}$$

este valor debe ser menor o igual al 5% a largo plazo

6. Determinación de las solicitaciones.

6.1. Determinación de los momentos flectores circunferenciales.

a) Por carga vertical, q_{vt}

$$M_{qvt} = m_{qvt} q_{vt} r_m^2$$

Donde:

m_{qvt} es el coeficiente de momento

b) Por carga horizontal, q_h

$$M_{qh} = m_{qh} q_h r_m^2$$

Donde:

m_{qh} es el coeficiente de momento

c) Por reacción horizontal, q_{ht}

$$M_{qht} = m_{qht} q_{ht} r_m^2$$

Donde:

m_{qht} es el coeficiente de momento

d) Por peso propio del tubo, t

$$M_t = m_t \gamma_1 e r_m^2$$

Donde:

m_t es el coeficiente de momento

γ_1 es el peso específico del material del tubo (KN/m^3). Para el PVC es 14.6 y para el PE 9.5

e es el espesor del tubo (m)

e) Por el peso del agua, considerando el tubo lleno

$$M_a = m_a \gamma_a r_m^2$$

Donde:

m_a es el coeficiente de momento

f) Por la presión del agua, P_a

$$M_{pa} = (P_i - P_e) r_i r_e \left(\frac{1}{2} - \frac{r_i r_e}{r_e^2 - r_i^2} \ln \frac{r_e}{r_i} \right)$$

donde:

P_i es la presión interior del agua (KN/m^2)

P_e es la presión exterior del agua, referida al eje del tubo (KN/m^2)

r_i es el radio interior del tubo (m)

r_e es el radio exterior del tubo (m)

El momento flector total será igual a :

$$M = M_{qvt} + M_{q_h} + M_{q_{ht}} + M_t + M_a + M_{pa}$$

Para cada caso debe calcularse el momento flector en clave, riñones y base.

6.2.Determinación de las fuerzas axiales.

a) Por carga vertical, q_{vt}

$$N_{vt} = n_{vt} q_{vt} r_m^2$$

Donde:

n_{vt} es el coeficiente de momento

b) Por carga horizontal, q_h

$$N_{q_h} = n_{q_h} q_h r_m^2$$

Donde:

n_{q_h} es el coeficiente de momento

c) reacción horizontal, q_{ht}

$$N_{qht} = n_{qht} q_{ht} r_m^2$$

Donde:

n_{qht} es el coeficiente de momento

d) peso propio del tubo, t

$$N_t = n_t \gamma_1 e r_m^2$$

Donde:

n_t es el coeficiente de momento

γ_1 es el peso específico del material del tubo (KN/m^3). Para el PVC es 14.6 y para el PE 9.5

e es el espesor del tubo (m)

e) Por el peso del agua, considerando el tubo lleno

$$N_a = m_a \gamma_a r_m^2$$

Donde:

n_a es el coeficiente de momento

f) Por la presión del agua, P_a

$$N_{pa} = (P_i - P_e) r_r r_e \left(\frac{1}{2} - \frac{r_i r_e}{r_e^2 - r_i^2} \ln \frac{r_e}{r_i} \right)$$

donde:

P_i es la presión interior del agua (KN/m^2)

P_e es la presión exterior del agua, referida al eje del tubo (KN/m^2)

r_i es el radio interior del tubo (m)

r_e es el radio exterior del tubo (m)

El momento flector total será igual a :

$$N = N_{qvt} + N_{qh} + N_{qht} + N_t + N_a + N_{pa}$$

Para cada caso debe calcularse el momento flector en clave, riñones y base.

6.2. Cálculo de los esfuerzos tangenciales máximos

$$\sigma = \frac{N}{S} \pm \frac{M100}{W} \alpha_k 10$$

donde:

M es la suma de momentos por unidad de longitud

N es la suma de fuerzas axiales por unidad de longitud

S es el área de la sección longitudinal de la pared del tubo por unidad de longitud (cm²/cm)

S = 100e

W es el momento resistente de la sección (cm³/cm)

W = 100e²/6

α_k es un factor de corrección por curvatura, que tiene en cuenta las fibras periféricas interiores, α_{ki} , y las exteriores, α_{ke}

$$\alpha_{ki} = 1 + \frac{1}{3} \frac{e}{r_m} \quad \alpha_{ke} = 1 - \frac{1}{3} \frac{e}{r_m}$$

7. Dimensionado

7.1. Verificación del esfuerzo tangencial

$$v = \frac{\sigma_t}{\sigma}$$

donde:

σ_t es el valor del esfuerzo tangencial de diseño a flexión - tracción

PVC(corto plazo)=90N/mm²

PE(corto plazo)=30N/mm²

PVC(largo plazo)=50N/mm²

PE(largo plazo)=14.4N/mm²

7.2. Comprobación de la estabilidad dimensional. Cálculo de la presión crítica de colapsado

7.2.1. Cálculo de la presión del terreno

$$\text{critqvt} = 2\sqrt{S_t S_{sh}}$$

El coeficiente de seguridad al aplastamiento es:

$$\eta_1 = \frac{\text{crit}q_{vt}}{q_{vt}}$$

7.2.2. Cálculo de la presión exterior del agua

$$\text{crit}p_e = \alpha_d S_t$$

donde:

α_d es el coeficiente de penetración

El coeficiente de seguridad al aplastamiento resulta:

$$\eta_2 = \frac{\text{crit}P_e}{P_e}$$

Donde:

P_e es la presión exterior del agua, o presión hidrostática, referida al eje del tubo (N/mm^2), que se calcula :

$$P_e = \gamma_a \left(H_a + \frac{D_n}{2} \right) 10^{-3}$$

donde:

γ_a es el peso específico del agua (10 KN/m^3)

H_a es la altura del nivel freático sobre la clave del tubo (m)

D_n es el diámetro nominal del tubo (m)

7.2.3. Acción simultanea de la presión del suelo y del agua externa

$$\eta_3 = \frac{1}{\frac{q_{vt}}{\text{crit}q_{vt}} + \frac{P_e}{\text{crit}P_e}}$$

Programa ASETUB PVC

Versión 2.1

Informe de resultados de cálculo mecánico

Datos sobre el informe

Informe número:

Fecha:

A la atención de D./Dña. :

Empresa/entidad :

Dirección :

Ciudad :

Teléfono/Fax :

Correo electrónico:

Referencia de la obra :

RESULTADO DEL CÁLCULO MECÁNICO: INSTALACIÓN VÁLIDA

(Si se aplican en la instalación los parámetros especificados en el cálculo)

Coefficiente de seguridad empleado en el cálculo: A (> 2.5)

1. Características del tubo y la instalación.

TIPO DE CONDUCCIÓN: SANEAMIENTO SIN PRESIÓN (Tubos según norma UNE-EN 1.456)

Instalacion en: ZANJA

Material del tubo: PVC-U

Presión nominal: bar (entre paréntesis, PN no habitual)

Diámetro nominal: Dn = 400 mm

Espesor: e=11.7 mm

Diámetro interior: di= 376.6 mm

Radio medio: Rm= 194.15 mm

Módulo de elasticidad: Et(lp)=1750 N/mm² , Et(cp)=3600 N/mm²

Peso específico: P.esp.=14 kN/m³

Esfuerzo tang. máximo: Sigma-t(lp)= 50 N/mm² , Sigma-t(cp)=90 N/mm²

Nota: Las propiedades del material se han obtenido del informe UNE 53.331 IN

Presión agua interior: Pi = bar

Presión agua exterior: Pe= 0 bar

Altura de la zanja: H1=5.1 m

Anchura de la zanja: B1=1.1 m

Ángulo de inclinacion de la zanja: Beta=90°

Apoyo sobre material granular compactado (Tipo A)

Ángulo de apoyo: 2alfa=120°

Tipo de relleno: Poco cohesivo

Tipo de suelo: Poco cohesivo

Relleno de la zanja compactado por capas en toda la altura

Peso específico de la tierra de relleno: Y1=20 kN/m³

Módulos de compresión del relleno: E1=20 N/mm² E2= 8 N/mm²

Módulos de compresión del terreno: E3=20 N/mm² E4= 20 N/mm²

Sobrecargas concentradas debidas a tráfico: PESADO (>39t)

Número de ejes de los vehiculos: 3

Distancia entre ruedas: a=2 m

Distancia entre ejes: b=1.5 m

Sobrecarga concentrada: Pc=100 kN

Sobrecarga repartida: Pd= kN

Altura 1ª capa de pavimentación: h1=.12 m

Altura 2ª capa de pavimetación: h2=.28 m

Módulos de compresión de las capas: Ef1=13000 N/mm² Ef2= 15000 N/mm²

Programa ASETUB PVC

Versión 2.1

Informe de resultados de cálculo mecánico

2. Determinación de las acciones sobre el tubo

2.1. Presión vertical de las tierras.

Debida a las tierras: $q_v=32,02569$ kN/m²
Debida a sobrecargas concentradas: $P_{vc}=4,40185$ kN/m²
Debida a sobrecargas repartidas: $P_{vr}=0$ kN/m²
Presión vertical total sobre el tubo: $q_{vt}=36,42754$ kN/m²

2.2. Presión lateral de las tierras

Reacción máxima lateral del suelo
a la altura del centro del tubo: $q_{ht}=26,09769$ kN/m²

2.3. Deformación Relativa: $dv=0,70649$ % --ADMISIBLE: cumple $\leq 5\%$

2.4. Momentos flectores circunferenciales.

2.4.1. Debidos a la presión vertical total sobre el tubo (M_{qvt})

En Clave: $M_{qvt}(\text{Clave})=0,35838$ kN m/m
En Riñones: $M_{qvt}(\text{riñones})=-0,36387$ kN m/m
En Base: $M_{qvt}(\text{Base})=0,3776$ kN m/m

2.4.2. Debidos a la presión lateral del relleno sobre el tubo (M_{qh})

En Clave: $M_{qh}(\text{Clave})=-0,1059$ kN m/m
En Riñones: $M_{qh}(\text{Riñones})=0,1059$ kN m/m
En Base: $M_{qh}(\text{Base})=-0,1059$ kN m/m

2.4.3. Debidos a la reacción máxima lateral del suelo a la altura del centro del tubo (M_{qht})

En Clave: $M_{qht}(\text{Clave})=-0,17806$ kN m/m
En Riñones: $M_{qht}(\text{Riñones})=0,20462$ kN m/m
En Base: $M_{qht}(\text{Base})=-0,17806$ kN m/m

2.4.4. Debidos al propio peso del tubo (M_t)

En Clave: $M_t(\text{Clave})=0,00235$ kN m/m
En Riñones: $M_t(\text{Riñones})=-0,00272$ kN m/m
En Base: $M_t(\text{Base})=0,00321$ kN m/m

2.4.5. Debidos al peso del agua (M_a)

En Clave: $M_a(\text{Clave})=0,0139$ kN m/m
En Riñones: $M_a(\text{Riñones}) = -0,0161$ kN m/m
En Base: $M_a(\text{Base})=0,01903$ kN m/m

2.4.6. Debidos a la presión del agua (M_{pa})

En Clave: $M_{pa}(\text{Clave})=0$ kN m/m
En Riñones: $M_{pa}(\text{Riñones})=0$ kN m/m
En Base: $M_{pa}(\text{Base})=0$ kN m/m

2.4.7. Momento flector total (M)

En Clave: $M(\text{Clave})=0,09068$ kN m/m
En Riñones: $M(\text{Riñones})=-0,07217$ kN m/m
En Base: $M(\text{Base})=0,11588$ kN m/m

Programa ASETUB PVC

Versión 2.1

Informe de resultados de cálculo mecánico

2.5. Fuerzas axiales.

2.5.1. Debidas a la presión vertical total sobre el tubo (Nqvt)

En Clave: Nqvt (Clave)=0,19095 kN m/m
En Riñones: Nqvt (riñones)=-7,07241 kN m/m
En Base: Nqvt (Base)=-0,19095 kN m/m

2.5.2. Debidas a la presión lateral del relleno sobre el tubo (Nqh)

En Clave: Nqh (Clave)=-2,18188 kN m/m
En Riñones: Nqh (Riñones)=0 kN m/m
En Base: Nqh (Base)=-2,18188 kN m/m

2.5.3. Debidas a la reacción máxima lateral del suelo a la altura del centro del tubo (Nqht)

En Clave: nqht (Clave)=-2,92358 kN m/m
En Riñones: Nqht (Riñones)=0 kN m/m
En Base: Nqht (Base)=-2,92358 kN m/m

2.5.4. Debidas al propio peso del tubo (Nt)

En Clave: Nt (Clave)=0,00795 kN m/m
En Riñones: Nt (Riñones)=-0,04996 kN m/m
En Base: Nt (Base)=-0,00795kN m/m

2.5.5. Debidas al peso del agua (Na)

En Clave: Na (Clave)=0,23559 kN m/m
En Riñones: Na (Riñones)=0,08104 kN m/m
En Base: Na (Base)=0,5183 kN m/m

2.5.6. Debidas a la presión del agua (Npa)

En Clave: Npa (Clave)=0 kN m/m
En Riñones: Npa(Riñones) = 0kN m/ m
En Base: Npa (Base)=0 kN m/m

2.5.7. Fuerza axil total (N)

En Clave: N (Clave)=-4,67097 kN m/m
En Riñones: N (Riñones)=-7,04132 kN m/m
En Base: N (Base)=-4,78607kN m/m

2.6. Esfuerzos tangenciales máximos.

En Clave: 3,65518 kN/mm²
En Riñones: -3,7016 kN/mm²
En Base: 4,77227 kN/mm²

2.7. Verificación del esfuerzo tangencial(coef. de seguridad a rotura)

En Clave: 13,67922 --ADMISIBLE: cumple >2.5
En Riñones: 13,50766 --ADMISIBLE: cumple >2.5
En Base: 10,4772 --ADMISIBLE: cumple >2.5

2.8. Estabilidad (Coeficientes de seguridad al aplastamiento).

Debido al terreno: 24,36834 --ADMISIBLE: cumple >2.5
Debido a la presión ext. de agua :218,42065 --ADMISIBLE: cumple >2.5
Debido al terreno y al agua: 21,92253 --ADMISIBLE: cumple >2.5

Programa ASETUB PVC

Versión 2.1

Informe de resultados de cálculo mecánico

Datos sobre el informe

Informe número:

Fecha:

A la atención de D./Dña. :

Empresa/entidad :

Dirección :

Ciudad :

Teléfono/Fax :

Correo electrónico:

Referencia de la obra :

RESULTADO DEL CÁLCULO MECÁNICO: INSTALACIÓN VÁLIDA

(Si se aplican en la instalación los parámetros especificados en el cálculo)

Coefficiente de seguridad empleado en el cálculo: A (> 2.5)

1. Características del tubo y la instalación.

TIPO DE CONDUCCIÓN: SANEAMIENTO SIN PRESIÓN (Tubos según norma UNE-EN 1.456)

Instalacion en: ZANJA

Material del tubo: PVC-U

Presión nominal: bar (entre paréntesis, PN no habitual)

Diámetro nominal: Dn = 400 mm

Espesor: e=11.7 mm

Diámetro interior: di= 376.6 mm

Radio medio: Rm= 194.15 mm

Módulo de elasticidad: Et(lp)=1750 N/mm² , Et(cp)=3600 N/mm²

Peso específico: P.esp.=14 kN/m³

Esfuerzo tang. máximo: Sigma-t(lp)= 50 N/mm² , Sigma-t(cp)=90 N/mm²

Nota: Las propiedades del material se han obtenido del informe UNE 53.331 IN

Presión agua interior: Pi = bar

Presión agua exterior: Pe= 0 bar

Altura de la zanja: H1=0.5 m

Anchura de la zanja: B1=1.1 m

Ángulo de inclinacion de la zanja: Beta=90°

Apoyo sobre material granular compactado (Tipo A)

Ángulo de apoyo: 2alfa=120°

Tipo de relleno: Poco cohesivo

Tipo de suelo: Poco cohesivo

Relleno de la zanja compactado por capas en toda la altura

Peso específico de la tierra de relleno: Y1=20 kN/m³

Módulos de compresión del relleno: E1=20 N/mm² E2= 8 N/mm²

Módulos de compresión del terreno: E3=20 N/mm² E4= 20 N/mm²

Sobrecargas concentradas debidas a tráfico: PESADO (>39t)

Número de ejes de los vehiculos: 3

Distancia entre ruedas: a=2 m

Distancia entre ejes: b=1.5 m

Sobrecarga concentrada: Pc=100 kN

Sobrecarga repartida: Pd= kN

Altura 1ª capa de pavimentación: h1=.12 m

Altura 2ª capa de pavimetación: h2=.28 m

Módulos de compresión de las capas: Ef1=13000 N/mm² Ef2= 15000 N/mm²

Programa ASETUB PVC

Versión 2.1

Informe de resultados de cálculo mecánico

2. Determinación de las acciones sobre el tubo

2.1. Presión vertical de las tierras.

Debida a las tierras: $q_v=8,29382$ kN/m²
Debida a sobrecargas concentradas: $P_{vc}=15,18246$ kN/m²
Debida a sobrecargas repartidas: $P_{vr}=0$ kN/m²
Presión vertical total sobre el tubo: $q_{vt}=23,47628$ kN/m²

2.2. Presión lateral de las tierras

Reacción máxima lateral del suelo
a la altura del centro del tubo: $q_{ht}=6,99181$ kN/m²

2.3. Deformación Relativa: $dv=0,58202$ % --ADMISIBLE: cumple ≤ 5 %

2.4. Momentos flectores circunferenciales.

2.4.1. Debidos a la presión vertical total sobre el tubo (M_{qvt})

En Clave: $M_{qvt}(\text{Clave})=0,23096$ kN m/m
En Riñones: $M_{qvt}(\text{riñones})=-0,2345$ kN m/m
En Base: $M_{qvt}(\text{Base})=0,24335$ kN m/m

2.4.2. Debidos a la presión lateral del relleno sobre el tubo (M_{qh})

En Clave: $M_{qh}(\text{Clave})=-0,02568$ kN m/m
En Riñones: $M_{qh}(\text{Riñones})=0,02568$ kN m/m
En Base: $M_{qh}(\text{Base})=-0,02568$ kN m/m

2.4.3. Debidos a la reacción máxima lateral del suelo a la altura del centro del tubo (M_{qht})

En Clave: $M_{qht}(\text{Clave})=-0,0477$ kN m/m
En Riñones: $M_{qht}(\text{Riñones})=0,05482$ kN m/m
En Base: $M_{qht}(\text{Base})=-0,0477$ kN m/m

2.4.4. Debidos al propio peso del tubo (M_t)

En Clave: $M_t(\text{Clave})=0,00235$ kN m/m
En Riñones: $M_t(\text{Riñones})=-0,00272$ kN m/m
En Base: $M_t(\text{Base})=0,00321$ kN m/m

2.4.5. Debidos al peso del agua (M_a)

En Clave: $M_a(\text{Clave})=0,0139$ kN m/m
En Riñones: $M_a(\text{Riñones}) = -0,0161$ kN m/m
En Base: $M_a(\text{Base})=0,01903$ kN m/m

2.4.6. Debidos a la presión del agua (M_{pa})

En Clave: $M_{pa}(\text{Clave})=0$ kN m/m
En Riñones: $M_{pa}(\text{Riñones})=0$ kN m/m
En Base: $M_{pa}(\text{Base})=0$ kN m/m

2.4.7. Momento flector total (M)

En Clave: $M(\text{Clave})=0,17384$ kN m/m
En Riñones: $M(\text{Riñones})=-0,17283$ kN m/m
En Base: $M(\text{Base})=0,19221$ kN m/m

Programa ASETUB PVC

Versión 2.1

Informe de resultados de cálculo mecánico

2.5. Fuerzas axiales.

2.5.1. Debidas a la presión vertical total sobre el tubo (Nqvt)

En Clave: Nqvt (Clave)=0,12306 kN m/m
En Riñones: Nqvt (riñones)=-4,55792 kN m/m
En Base: Nqvt (Base)=-0,12306 kN m/m

2.5.2. Debidas a la presión lateral del relleno sobre el tubo (Nqh)

En Clave: Nqh (Clave)=-0,52899 kN m/m
En Riñones: Nqh (Riñones)=0 kN m/m
En Base: Nqh (Base)=-0,52899 kN m/m

2.5.3. Debidas a la reacción máxima lateral del suelo a la altura del centro del tubo (Nqht)

En Clave: nqht (Clave)=-0,78325 kN m/m
En Riñones: Nqht (Riñones)=0 kN m/m
En Base: Nqht (Base)=-0,78325 kN m/m

2.5.4. Debidas al propio peso del tubo (Nt)

En Clave: Nt (Clave)=0,00795 kN m/m
En Riñones: Nt (Riñones)=-0,04996 kN m/m
En Base: Nt (Base)=-0,00795kN m/m

2.5.5. Debidas al peso del agua (Na)

En Clave: Na (Clave)=0,23559 kN m/m
En Riñones: Na (Riñones)=0,08104 kN m/m
En Base: Na (Base)=0,5183 kN m/m

2.5.6. Debidas a la presión del agua (Npa)

En Clave: Npa (Clave)=0 kN m/m
En Riñones: Npa(Riñones) = 0kN m/ m
En Base: Npa (Base)=0 kN m/m

2.5.7. Fuerza axil total (N)

En Clave: N (Clave)=-0,94564 kN m/m
En Riñones: N (Riñones)=-4,52684 kN m/m
En Base: N (Base)=-0,92496kN m/m

2.6. Esfuerzos tangenciales máximos.

En Clave: 7,69191 kN/mm²
En Riñones: -7,80987 kN/mm²
En Base: 8,51502 kN/mm²

2.7. Verificación del esfuerzo tangencial(coef. de seguridad a rotura)

En Clave: 6,50033 --ADMISIBLE: cumple >2.5
En Riñones: 6,40216 --ADMISIBLE: cumple >2.5
En Base: 5,87197 --ADMISIBLE: cumple >2.5

2.8. Estabilidad (Coeficientes de seguridad al aplastamiento).

Debido al terreno: 37,81173 --ADMISIBLE: cumple >2.5
Debido a la presión ext. de agua :218,42065 --ADMISIBLE: cumple >2.5
Debido al terreno y al agua: 32,23192 --ADMISIBLE: cumple >2.5

Programa ASETUB PVC

Versión 2.1

Informe de resultados de cálculo mecánico

Datos sobre el informe

Informe número:

Fecha:

A la atención de D./Dña. :

Empresa/entidad :

Dirección :

Ciudad :

Teléfono/Fax :

Correo electrónico:

Referencia de la obra :

RESULTADO DEL CÁLCULO MECÁNICO: INSTALACIÓN VÁLIDA

(Si se aplican en la instalación los parámetros especificados en el cálculo)

Coefficiente de seguridad empleado en el cálculo: A (> 2.5)

1. Características del tubo y la instalación.

TIPO DE CONDUCCIÓN: SANEAMIENTO SIN PRESIÓN (Tubos según norma UNE-EN 1.456)

Instalacion en: ZANJA

Material del tubo: PVC-U

Presión nominal: bar (entre paréntesis, PN no habitual)

Diámetro nominal: Dn = 500 mm

Espesor: e=14.6 mm

Diámetro interior: di= 470.8 mm

Radio medio: Rm= 242.7 mm

Módulo de elasticidad: Et(lp)=1750 N/mm² , Et(cp)=3600 N/mm²

Peso específico: P.esp.=14 kN/m³

Esfuerzo tang. máximo: Sigma-t(lp)= 50 N/mm² , Sigma-t(cp)=90 N/mm²

Nota: Las propiedades del material se han obtenido del informe UNE 53.331 IN

Presión agua interior: Pi = bar

Presión agua exterior: Pe= 0 bar

Altura de la zanja: H1=4.95 m

Anchura de la zanja: B1=1.2 m

Ángulo de inclinacion de la zanja: Beta=90°

Apoyo sobre material granular compactado (Tipo A)

Ángulo de apoyo: 2alfa=120°

Tipo de relleno: Poco cohesivo

Tipo de suelo: Poco cohesivo

Relleno de la zanja compactado por capas en toda la altura

Peso específico de la tierra de relleno: Y1=20 kN/m³

Módulos de compresión del relleno: E1=20 N/mm² E2= 8 N/mm²

Módulos de compresión del terreno: E3=20 N/mm² E4= 20 N/mm²

Sobrecargas concentradas debidas a tráfico: PESADO (>39t)

Número de ejes de los vehiculos: 3

Distancia entre ruedas: a=2 m

Distancia entre ejes: b=1.5 m

Sobrecarga concentrada: Pc=100 kN

Sobrecarga repartida: Pd= kN

Altura 1ª capa de pavimentación: h1=.12 m

Altura 2ª capa de pavimetación: h2=.28 m

Módulos de compresión de las capas: Ef1=13000 N/mm² Ef2= 15000 N/mm²

Programa ASETUB PVC

Versión 2.1

Informe de resultados de cálculo mecánico

2. Determinación de las acciones sobre el tubo

2.1. Presión vertical de las tierras.

Debida a las tierras: $q_v=35,01577$ kN/m²
Debida a sobrecargas concentradas: $P_{vc}=4,54547$ kN/m²
Debida a sobrecargas repartidas: $P_{vr}=0$ kN/m²
Presión vertical total sobre el tubo: $q_{vt}=39,56124$ kN/m²

2.2. Presión lateral de las tierras

Reacción máxima lateral del suelo
a la altura del centro del tubo: $q_{ht}=29,1658$ kN/m²

2.3. Deformación Relativa: $dv=0,74504$ % --ADMISIBLE: cumple $\leq 5\%$

2.4. Momentos flectores circunferenciales.

2.4.1. Debidos a la presión vertical total sobre el tubo (M_{qvt})

En Clave: $M_{qvt}(\text{Clave})=0,6082$ kN m/m
En Riñones: $M_{qvt}(\text{riñones})=-0,61753$ kN m/m
En Base: $M_{qvt}(\text{Base})=0,64083$ kN m/m

2.4.2. Debidos a la presión lateral del relleno sobre el tubo (M_{qh})

En Clave: $M_{qh}(\text{Clave})=-0,17523$ kN m/m
En Riñones: $M_{qh}(\text{Riñones})=0,17523$ kN m/m
En Base: $M_{qh}(\text{Base})=-0,17523$ kN m/m

2.4.3. Debidos a la reacción máxima lateral del suelo a la altura del centro del tubo (M_{qht})

En Clave: $M_{qht}(\text{Clave})=-0,31095$ kN m/m
En Riñones: $M_{qht}(\text{Riñones})=0,35734$ kN m/m
En Base: $M_{qht}(\text{Base})=-0,31095$ kN m/m

2.4.4. Debidos al propio peso del tubo (M_t)

En Clave: $M_t(\text{Clave})=0,00459$ kN m/m
En Riñones: $M_t(\text{Riñones})=-0,0053$ kN m/m
En Base: $M_t(\text{Base})=0,00626$ kN m/m

2.4.5. Debidos al peso del agua (M_a)

En Clave: $M_a(\text{Clave})=0,02716$ kN m/m
En Riñones: $M_a(\text{Riñones}) = -0,03145$ kN m/m
En Base: $M_a(\text{Base})=0,03717$ kN m/m

2.4.6. Debidos a la presión del agua (M_{pa})

En Clave: $M_{pa}(\text{Clave})=0$ kN m/m
En Riñones: $M_{pa}(\text{Riñones})=0$ kN m/m
En Base: $M_{pa}(\text{Base})=0$ kN m/m

2.4.7. Momento flector total (M)

En Clave: $M(\text{Clave})=0,15377$ kN m/m
En Riñones: $M(\text{Riñones})=-0,12171$ kN m/m
En Base: $M(\text{Base})=0,19808$ kN m/m

Programa ASETUB PVC

Versión 2.1

Informe de resultados de cálculo mecánico

2.5. Fuerzas axiales.

2.5.1. Debidas a la presión vertical total sobre el tubo (Nqvt)

En Clave: Nqvt (Clave)=0,25924 kN m/m
En Riñones: Nqvt (riñones)=-9,60151 kN m/m
En Base: Nqvt (Base)=-0,25924 kN m/m

2.5.2. Debidas a la presión lateral del relleno sobre el tubo (Nqh)

En Clave: Nqh (Clave)=-2,88803 kN m/m
En Riñones: Nqh (Riñones)=0 kN m/m
En Base: Nqh (Base)=-2,88803 kN m/m

2.5.3. Debidas a la reacción máxima lateral del suelo a la altura del centro del tubo (Nqht)

En Clave: nqht (Clave)=-4,08432 kN m/m
En Riñones: Nqht (Riñones)=0 kN m/m
En Base: Nqht (Base)=-4,08432 kN m/m

2.5.4. Debidas al propio peso del tubo (Nt)

En Clave: Nt (Clave)=0,0124 kN m/m
En Riñones: Nt (Riñones)=-0,07793 kN m/m
En Base: Nt (Base)=-0,0124kN m/m

2.5.5. Debidas al peso del agua (Na)

En Clave: Na (Clave)=0,36815 kN m/m
En Riñones: Na (Riñones)=0,12664 kN m/m
En Base: Na (Base)=0,80992 kN m/m

2.5.6. Debidas a la presión del agua (Npa)

En Clave: Npa (Clave)=0 kN m/m
En Riñones: Npa(Riñones) = 0kN m/ m
En Base: Npa (Base)=0 kN m/m

2.5.7. Fuerza axil total (N)

En Clave: N (Clave)=-6,33256 kN m/m
En Riñones: N (Riñones)=-9,5528 kN m/m
En Base: N (Base)=-6,43407kN m/m

2.6. Esfuerzos tangenciales máximos.

En Clave: 3,98141 kN/mm²
En Riñones: -4,0114 kN/mm²
En Base: 5,24654 kN/mm²

2.7. Verificación del esfuerzo tangencial(coef. de seguridad a rotura)

En Clave: 12,55838 --ADMISIBLE: cumple >2.5
En Riñones: 12,46447 --ADMISIBLE: cumple >2.5
En Base: 9,53009 --ADMISIBLE: cumple >2.5

2.8. Estabilidad (Coeficientes de seguridad al aplastamiento).

Debido al terreno: 23,12069 --ADMISIBLE: cumple >2.5
Debido a la presión ext. de agua :176,25067 --ADMISIBLE: cumple >2.5
Debido al terreno y al agua: 20,43943 --ADMISIBLE: cumple >2.5

Programa ASETUB PVC

Versión 2.1

Informe de resultados de cálculo mecánico

Datos sobre el informe

Informe número:

Fecha:

A la atención de D./Dña. :

Empresa/entidad :

Dirección :

Ciudad :

Teléfono/Fax :

Correo electrónico:

Referencia de la obra :

RESULTADO DEL CÁLCULO MECÁNICO: INSTALACIÓN VÁLIDA

(Si se aplican en la instalación los parámetros especificados en el cálculo)

Coeficiente de seguridad empleado en el cálculo: A (> 2.5)

1. Características del tubo y la instalación.

TIPO DE CONDUCCIÓN: SANEAMIENTO SIN PRESIÓN (Tubos según norma UNE-EN 1.456)

Instalacion en: ZANJA

Material del tubo: PVC-U

Presión nominal: bar (entre paréntesis, PN no habitual)

Diámetro nominal: Dn = 500 mm

Espesor: e=14.6 mm

Diámetro interior: di= 470.8 mm

Radio medio: Rm= 242.7 mm

Módulo de elasticidad: Et(lp)=1750 N/mm² , Et(cp)=3600 N/mm²

Peso específico: P.esp.=14 kN/m³

Esfuerzo tang. máximo: Sigma-t(lp)= 50 N/mm² , Sigma-t(cp)=90 N/mm²

Nota: Las propiedades del material se han obtenido del informe UNE 53.331 IN

Presión agua interior: Pi = bar

Presión agua exterior: Pe= 0 bar

Altura de la zanja: H1=1.1 m

Anchura de la zanja: B1=1.2 m

Ángulo de inclinacion de la zanja: Beta=90°

Apoyo sobre material granular compactado (Tipo A)

Ángulo de apoyo: 2alfa=120°

Tipo de relleno: Poco cohesivo

Tipo de suelo: Poco cohesivo

Relleno de la zanja compactado por capas en toda la altura

Peso específico de la tierra de relleno: Y1=20 kN/m³

Módulos de compresión del relleno: E1=20 N/mm² E2= 8 N/mm²

Módulos de compresión del terreno: E3=20 N/mm² E4= 20 N/mm²

Sobrecargas concentradas debidas a tráfico: PESADO (>39t)

Número de ejes de los vehiculos: 3

Distancia entre ruedas: a=2 m

Distancia entre ejes: b=1.5 m

Sobrecarga concentrada: Pc=100 kN

Sobrecarga repartida: Pd= kN

Altura 1ª capa de pavimentación: h1=.12 m

Altura 2ª capa de pavimetación: h2=.28 m

Módulos de compresión de las capas: Ef1=13000 N/mm² Ef2= 15000 N/mm²

Programa ASETUB PVC

Versión 2.1

Informe de resultados de cálculo mecánico

2. Determinación de las acciones sobre el tubo

2.1. Presión vertical de las tierras.

Debida a las tierras: $q_v=16,17069$ kN/m²
Debida a sobrecargas concentradas: $P_{vc}=12,49951$ kN/m²
Debida a sobrecargas repartidas: $P_{vr}=0$ kN/m²
Presión vertical total sobre el tubo: $q_{vt}=28,6702$ kN/m²

2.2. Presión lateral de las tierras

Reacción máxima lateral del suelo
a la altura del centro del tubo: $q_{ht}=13,69006$ kN/m²

2.3. Deformación Relativa: $dv=0,62891$ % --ADMISIBLE: cumple $\leq 5\%$

2.4. Momentos flectores circunferenciales.

2.4.1. Debidos a la presión vertical total sobre el tubo (M_{qvt})

En Clave: $M_{qvt}(\text{Clave})=0,44077$ kN m/m
En Riñones: $M_{qvt}(\text{riñones})=-0,44752$ kN m/m
En Base: $M_{qvt}(\text{Base})=0,46441$ kN m/m

2.4.2. Debidos a la presión lateral del relleno sobre el tubo (M_{qh})

En Clave: $M_{qh}(\text{Clave})=-0,07835$ kN m/m
En Riñones: $M_{qh}(\text{Riñones})=0,07835$ kN m/m
En Base: $M_{qh}(\text{Base})=-0,07835$ kN m/m

2.4.3. Debidos a la reacción máxima lateral del suelo a la altura del centro del tubo (M_{qht})

En Clave: $M_{qht}(\text{Clave})=-0,14596$ kN m/m
En Riñones: $M_{qht}(\text{Riñones})=0,16773$ kN m/m
En Base: $M_{qht}(\text{Base})=-0,14596$ kN m/m

2.4.4. Debidos al propio peso del tubo (M_t)

En Clave: $M_t(\text{Clave})=0,00459$ kN m/m
En Riñones: $M_t(\text{Riñones})=-0,0053$ kN m/m
En Base: $M_t(\text{Base})=0,00626$ kN m/m

2.4.5. Debidos al peso del agua (M_a)

En Clave: $M_a(\text{Clave})=0,02716$ kN m/m
En Riñones: $M_a(\text{Riñones}) = -0,03145$ kN m/m
En Base: $M_a(\text{Base})=0,03717$ kN m/m

2.4.6. Debidos a la presión del agua (M_{pa})

En Clave: $M_{pa}(\text{Clave})=0$ kN m/m
En Riñones: $M_{pa}(\text{Riñones})=0$ kN m/m
En Base: $M_{pa}(\text{Base})=0$ kN m/m

2.4.7. Momento flector total (M)

En Clave: $M(\text{Clave})=0,24822$ kN m/m
En Riñones: $M(\text{Riñones})=-0,2382$ kN m/m
En Base: $M(\text{Base})=0,28354$ kN m/m

Programa ASETUB PVC

Versión 2.1

Informe de resultados de cálculo mecánico

2.5. Fuerzas axiales.

2.5.1. Debidas a la presión vertical total sobre el tubo (Nqvt)

En Clave: Nqvt (Clave)=0,18787 kN m/m
En Riñones: Nqvt (riñones)=-6,95826 kN m/m
En Base: Nqvt (Base)=-0,18787 kN m/m

2.5.2. Debidas a la presión lateral del relleno sobre el tubo (Nqh)

En Clave: Nqh (Clave)=-1,29122 kN m/m
En Riñones: Nqh (Riñones)=0 kN m/m
En Base: Nqh (Base)=-1,29122 kN m/m

2.5.3. Debidas a la reacción máxima lateral del suelo a la altura del centro del tubo (Nqht)

En Clave: nqht (Clave)=-1,91713 kN m/m
En Riñones: Nqht (Riñones)=0 kN m/m
En Base: Nqht (Base)=-1,91713 kN m/m

2.5.4. Debidas al propio peso del tubo (Nt)

En Clave: Nt (Clave)=0,0124 kN m/m
En Riñones: Nt (Riñones)=-0,07793 kN m/m
En Base: Nt (Base)=-0,0124kN m/m

2.5.5. Debidas al peso del agua (Na)

En Clave: Na (Clave)=0,36815 kN m/m
En Riñones: Na (Riñones)=0,12664 kN m/m
En Base: Na (Base)=0,80992 kN m/m

2.5.6. Debidas a la presión del agua (Npa)

En Clave: Npa (Clave)=0 kN m/m
En Riñones: Npa(Riñones) = 0kN m/ m
En Base: Npa (Base)=0 kN m/m

2.5.7. Fuerza axil total (N)

En Clave: N (Clave)=-2,63993 kN m/m
En Riñones: N (Riñones)=-6,90955 kN m/m
En Base: N (Base)=-2,59871kN m/m

2.6. Esfuerzos tangenciales máximos.

En Clave: 6,94605 kN/mm²
En Riñones: -7,04358 kN/mm²
En Base: 7,96308 kN/mm²

2.7. Verificación del esfuerzo tangencial(coef. de seguridad a rotura)

En Clave: 7,19834 --ADMISIBLE: cumple >2.5
En Riñones: 7,09866 --ADMISIBLE: cumple >2.5
En Base: 6,27897 --ADMISIBLE: cumple >2.5

2.8. Estabilidad (Coeficientes de seguridad al aplastamiento).

Debido al terreno: 31,90362 --ADMISIBLE: cumple >2.5
Debido a la presión ext. de agua :176,25067 --ADMISIBLE: cumple >2.5
Debido al terreno y al agua: 27,01378 --ADMISIBLE: cumple >2.5

Programa ASETUB PVC

Versión 2.1

Informe de resultados de cálculo mecánico

Datos sobre el informe

Informe número:

Fecha:

A la atención de D./Dña. :

Empresa/entidad :

Dirección :

Ciudad :

Teléfono/Fax :

Correo electrónico:

Referencia de la obra :

RESULTADO DEL CÁLCULO MECÁNICO: INSTALACIÓN VÁLIDA

(Si se aplican en la instalación los parámetros especificados en el cálculo)

Coefficiente de seguridad empleado en el cálculo: A (> 2.5)

1. Características del tubo y la instalación.

TIPO DE CONDUCCIÓN: SANEAMIENTO SIN PRESIÓN (Tubos según norma UNE-EN 1.456)

Instalacion en: ZANJA

Material del tubo: PVC-U

Presión nominal: bar (entre paréntesis, PN no habitual)

Diámetro nominal: Dn = 630 mm

Espesor: e=18.4 mm

Diámetro interior: di= 593.2 mm

Radio medio: Rm= 305.8 mm

Módulo de elasticidad: Et(lp)=1750 N/mm² , Et(cp)=3600 N/mm²

Peso específico: P.esp.=14 kN/m³

Esfuerzo tang. máximo: Sigma-t(lp)= 50 N/mm² , Sigma-t(cp)=90 N/mm²

Nota: Las propiedades del material se han obtenido del informe UNE 53.331 IN

Presión agua interior: Pi = bar

Presión agua exterior: Pe= 0 bar

Altura de la zanja: H1=4.45 m

Anchura de la zanja: B1=1.33 m

Ángulo de inclinacion de la zanja: Beta=90°

Apoyo sobre material granular compactado (Tipo A)

Ángulo de apoyo: 2alfa=120°

Tipo de relleno: Poco cohesivo

Tipo de suelo: Poco cohesivo

Relleno de la zanja compactado por capas en toda la altura

Peso específico de la tierra de relleno: Y1=20 kN/m³

Módulos de compresión del relleno: E1=20 N/mm² E2= 8 N/mm²

Módulos de compresión del terreno: E3=20 N/mm² E4= 20 N/mm²

Sobrecargas concentradas debidas a tráfico: PESADO (>39t)

Número de ejes de los vehiculos: 3

Distancia entre ruedas: a=2 m

Distancia entre ejes: b=1.5 m

Sobrecarga concentrada: Pc=100 kN

Sobrecarga repartida: Pd= kN

Altura 1ª capa de pavimentación: h1=.12 m

Altura 2ª capa de pavimetación: h2=.28 m

Módulos de compresión de las capas: Ef1=13000 N/mm² Ef2= 15000 N/mm²

Programa ASETUB PVC

Versión 2.1

Informe de resultados de cálculo mecánico

2. Determinación de las acciones sobre el tubo

2.1. Presión vertical de las tierras.

Debida a las tierras: $q_v=37,37778$ kN/m²
Debida a sobrecargas concentradas: $P_{vc}=5,07671$ kN/m²
Debida a sobrecargas repartidas: $P_{vr}=0$ kN/m²
Presión vertical total sobre el tubo: $q_{vt}=42,45448$ kN/m²

2.2. Presión lateral de las tierras

Reacción máxima lateral del suelo
a la altura del centro del tubo: $q_{ht}=31,69947$ kN/m²

2.3. Deformación Relativa: $dv=0,77606$ % --ADMISIBLE: cumple ≤ 5 %

2.4. Momentos flectores circunferenciales.

2.4.1. Debidos a la presión vertical total sobre el tubo (M_{qvt})

En Clave: $M_{qvt}(\text{Clave})=1,03619$ kN m/m
En Riñones: $M_{qvt}(\text{riñones})=-1,05207$ kN m/m
En Base: $M_{qvt}(\text{Base})=1,09177$ kN m/m

2.4.2. Debidos a la presión lateral del relleno sobre el tubo (M_{qh})

En Clave: $M_{qh}(\text{Clave})=-0,28905$ kN m/m
En Riñones: $M_{qh}(\text{Riñones})=0,28905$ kN m/m
En Base: $M_{qh}(\text{Base})=-0,28905$ kN m/m

2.4.3. Debidos a la reacción máxima lateral del suelo a la altura del centro del tubo (M_{qht})

En Clave: $M_{qht}(\text{Clave})=-0,53654$ kN m/m
En Riñones: $M_{qht}(\text{Riñones})=0,61658$ kN m/m
En Base: $M_{qht}(\text{Base})=-0,53654$ kN m/m

2.4.4. Debidos al propio peso del tubo (M_t)

En Clave: $M_t(\text{Clave})=0,00918$ kN m/m
En Riñones: $M_t(\text{Riñones})=-0,0106$ kN m/m
En Base: $M_t(\text{Base})=0,01253$ kN m/m

2.4.5. Debidos al peso del agua (M_a)

En Clave: $M_a(\text{Clave})=0,05433$ kN m/m
En Riñones: $M_a(\text{Riñones}) = -0,06291$ kN m/m
En Base: $M_a(\text{Base})=0,07435$ kN m/m

2.4.6. Debidos a la presión del agua (M_{pa})

En Clave: $M_{pa}(\text{Clave})=0$ kN m/m
En Riñones: $M_{pa}(\text{Riñones})=0$ kN m/m
En Base: $M_{pa}(\text{Base})=0$ kN m/m

2.4.7. Momento flector total (M)

En Clave: $M(\text{Clave})=0,2741$ kN m/m
En Riñones: $M(\text{Riñones})=-0,21994$ kN m/m
En Base: $M(\text{Base})=0,35305$ kN m/m

Programa ASETUB PVC

Versión 2.1

Informe de resultados de cálculo mecánico

2.5. Fuerzas axiales.

2.5.1. Debidas a la presión vertical total sobre el tubo (Nqvt)

En Clave: Nqvt (Clave)=0,35053 kN m/m
En Riñones: Nqvt (riñones)=-12,98258 kN m/m
En Base: Nqvt (Base)=-0,35053 kN m/m

2.5.2. Debidas a la presión lateral del relleno sobre el tubo (Nqh)

En Clave: Nqh (Clave)=-3,78097 kN m/m
En Riñones: Nqh (Riñones)=0 kN m/m
En Base: Nqh (Base)=-3,78097 kN m/m

2.5.3. Debidas a la reacción máxima lateral del suelo a la altura del centro del tubo (Nqht)

En Clave: nqht (Clave)=-5,59326 kN m/m
En Riñones: Nqht (Riñones)=0 kN m/m
En Base: Nqht (Base)=-5,59326 kN m/m

2.5.4. Debidas al propio peso del tubo (Nt)

En Clave: Nt (Clave)=0,01969 kN m/m
En Riñones: Nt (Riñones)=-0,12375 kN m/m
En Base: Nt (Base)=-0,01969kN m/m

2.5.5. Debidas al peso del agua (Na)

En Clave: Na (Clave)=0,58446 kN m/m
En Riñones: Na (Riñones)=0,20105 kN m/m
En Base: Na (Base)=1,28581 kN m/m

2.5.6. Debidas a la presión del agua (Npa)

En Clave: Npa (Clave)=0 kN m/m
En Riñones: Npa(Riñones) = 0kN m/ m
En Base: Npa (Base)=0 kN m/m

2.5.7. Fuerza axil total (N)

En Clave: N (Clave)=-8,41955 kN m/m
En Riñones: N (Riñones)=-12,90528 kN m/m
En Base: N (Base)=-8,45864kN m/m

2.6. Esfuerzos tangenciales máximos.

En Clave: 4,4975 kN/mm²
En Riñones: -4,52108 kN/mm²
En Base: 5,92254 kN/mm²

2.7. Verificación del esfuerzo tangencial(coef. de seguridad a rotura)

En Clave: 11,11729 --ADMISIBLE: cumple >2.5
En Riñones: 11,0593 --ADMISIBLE: cumple >2.5
En Base: 8,44232 --ADMISIBLE: cumple >2.5

2.8. Estabilidad (Coeficientes de seguridad al aplastamiento).

Debido al terreno: 22,29124 --ADMISIBLE: cumple >2.5
Debido a la presión ext. de agua :141,80676 --ADMISIBLE: cumple >2.5
Debido al terreno y al agua: 19,26318 --ADMISIBLE: cumple >2.5

Programa ASETUB PVC

Versión 2.1

Informe de resultados de cálculo mecánico

Datos sobre el informe

Informe número:

Fecha:

A la atención de D./Dña. :

Empresa/entidad :

Dirección :

Ciudad :

Teléfono/Fax :

Correo electrónico:

Referencia de la obra :

RESULTADO DEL CÁLCULO MECÁNICO: INSTALACIÓN VÁLIDA

(Si se aplican en la instalación los parámetros especificados en el cálculo)

Coefficiente de seguridad empleado en el cálculo: A (> 2.5)

1. Características del tubo y la instalación.

TIPO DE CONDUCCIÓN: SANEAMIENTO SIN PRESIÓN (Tubos según norma UNE-EN 1.456)

Instalacion en: ZANJA

Material del tubo: PVC-U

Presión nominal: bar (entre paréntesis, PN no habitual)

Diámetro nominal: Dn = 630 mm

Espesor: e=18.4 mm

Diámetro interior: di= 593.2 mm

Radio medio: Rm= 305.8 mm

Módulo de elasticidad: Et(lp)=1750 N/mm² , Et(cp)=3600 N/mm²

Peso específico: P.esp.=14 kN/m³

Esfuerzo tang. máximo: Sigma-t(lp)= 50 N/mm² , Sigma-t(cp)=90 N/mm²

Nota: Las propiedades del material se han obtenido del informe UNE 53.331 IN

Presión agua interior: Pi = bar

Presión agua exterior: Pe= 0 bar

Altura de la zanja: H1=1.35 m

Anchura de la zanja: B1=1.33 m

Ángulo de inclinacion de la zanja: Beta=90°

Apoyo sobre material granular compactado (Tipo A)

Ángulo de apoyo: 2alfa=120°

Tipo de relleno: Poco cohesivo

Tipo de suelo: Poco cohesivo

Relleno de la zanja compactado por capas en toda la altura

Peso específico de la tierra de relleno: Y1=20 kN/m³

Módulos de compresión del relleno: E1=20 N/mm² E2= 8 N/mm²

Módulos de compresión del terreno: E3=20 N/mm² E4= 20 N/mm²

Sobrecargas concentradas debidas a tráfico: PESADO (>39t)

Número de ejes de los vehiculos: 3

Distancia entre ruedas: a=2 m

Distancia entre ejes: b=1.5 m

Sobrecarga concentrada: Pc=100 kN

Sobrecarga repartida: Pd= kN

Altura 1ª capa de pavimentación: h1=.12 m

Altura 2ª capa de pavimetación: h2=.28 m

Módulos de compresión de las capas: Ef1=13000 N/mm² Ef2= 15000 N/mm²

Programa ASETUB PVC

Versión 2.1

Informe de resultados de cálculo mecánico

2. Determinación de las acciones sobre el tubo

2.1. Presión vertical de las tierras.

Debida a las tierras: $q_v=19,63402 \text{ kN/m}^2$
Debida a sobrecargas concentradas: $P_{vc}=11,55818 \text{ kN/m}^2$
Debida a sobrecargas repartidas: $P_{vr}=0 \text{ kN/m}^2$
Presión vertical total sobre el tubo: $q_{vt}=31,1922 \text{ kN/m}^2$

2.2. Presión lateral de las tierras

Reacción máxima lateral del suelo
a la altura del centro del tubo: $q_{ht}=16,84115 \text{ kN/m}^2$

2.3. Deformación Relativa: $dv=0,64084 \%$ --ADMISIBLE: cumple $\leq 5\%$

2.4. Momentos flectores circunferenciales.

2.4.1. Debidos a la presión vertical total sobre el tubo (M_{qvt})

En Clave: $M_{qvt}(\text{Clave})=0,76131 \text{ kN m/m}$
En Riñones: $M_{qvt}(\text{riñones})=-0,77298 \text{ kN m/m}$
En Base: $M_{qvt}(\text{Base})=0,80215 \text{ kN m/m}$

2.4.2. Debidos a la presión lateral del relleno sobre el tubo (M_{qh})

En Clave: $M_{qh}(\text{Clave})=-0,14833 \text{ kN m/m}$
En Riñones: $M_{qh}(\text{Riñones})=0,14833 \text{ kN m/m}$
En Base: $M_{qh}(\text{Base})=-0,14833 \text{ kN m/m}$

2.4.3. Debidos a la reacción máxima lateral del suelo a la altura del centro del tubo (M_{qht})

En Clave: $M_{qht}(\text{Clave})=-0,28505 \text{ kN m/m}$
En Riñones: $M_{qht}(\text{Riñones})=0,32757 \text{ kN m/m}$
En Base: $M_{qht}(\text{Base})=-0,28505 \text{ kN m/m}$

2.4.4. Debidos al propio peso del tubo (M_t)

En Clave: $M_t(\text{Clave})=0,00918 \text{ kN m/m}$
En Riñones: $M_t(\text{Riñones})=-0,0106 \text{ kN m/m}$
En Base: $M_t(\text{Base})=0,01253 \text{ kN m/m}$

2.4.5. Debidos al peso del agua (M_a)

En Clave: $M_a(\text{Clave})=0,05433 \text{ kN m/m}$
En Riñones: $M_a(\text{Riñones}) = -0,06291 \text{ kN m/m}$
En Base: $M_a(\text{Base})=0,07435 \text{ kN m/m}$

2.4.6. Debidos a la presión del agua (M_{pa})

En Clave: $M_{pa}(\text{Clave})=0 \text{ kN m/m}$
En Riñones: $M_{pa}(\text{Riñones})=0 \text{ kN m/m}$
En Base: $M_{pa}(\text{Base})=0 \text{ kN m/m}$

2.4.7. Momento flector total (M)

En Clave: $M(\text{Clave})=0,39143 \text{ kN m/m}$
En Riñones: $M(\text{Riñones})=-0,37058 \text{ kN m/m}$
En Base: $M(\text{Base})=0,45564 \text{ kN m/m}$

Programa ASETUB PVC

Versión 2.1

Informe de resultados de cálculo mecánico

2.5. Fuerzas axiales.

2.5.1. Debidas a la presión vertical total sobre el tubo (Nqvt)

En Clave: Nqvt (Clave)=0,25754 kN m/m
En Riñones: Nqvt (riñones)=-9,53857 kN m/m
En Base: Nqvt (Base)=-0,25754 kN m/m

2.5.2. Debidas a la presión lateral del relleno sobre el tubo (Nqh)

En Clave: Nqh (Clave)=-1,94027 kN m/m
En Riñones: Nqh (Riñones)=0 kN m/m
En Base: Nqh (Base)=-1,94027 kN m/m

2.5.3. Debidas a la reacción máxima lateral del suelo a la altura del centro del tubo (Nqht)

En Clave: nqht (Clave)=-2,97156 kN m/m
En Riñones: Nqht (Riñones)=0 kN m/m
En Base: Nqht (Base)=-2,97156 kN m/m

2.5.4. Debidas al propio peso del tubo (Nt)

En Clave: Nt (Clave)=0,01969 kN m/m
En Riñones: Nt (Riñones)=-0,12375 kN m/m
En Base: Nt (Base)=-0,01969kN m/m

2.5.5. Debidas al peso del agua (Na)

En Clave: Na (Clave)=0,58446 kN m/m
En Riñones: Na (Riñones)=0,20105 kN m/m
En Base: Na (Base)=1,28581 kN m/m

2.5.6. Debidas a la presión del agua (Npa)

En Clave: Npa (Clave)=0 kN m/m
En Riñones: Npa(Riñones) = 0kN m/ m
En Base: Npa (Base)=0 kN m/m

2.5.7. Fuerza axil total (N)

En Clave: N (Clave)=-4,05014 kN m/m
En Riñones: N (Riñones)=-9,46127 kN m/m
En Base: N (Base)=-3,90326kN m/m

2.6. Esfuerzos tangenciales máximos.

En Clave: 6,85606 kN/mm²
En Riñones: -6,94995 kN/mm²
En Base: 8,02467 kN/mm²

2.7. Verificación del esfuerzo tangencial(coef. de seguridad a rotura)

En Clave: 7,29281 --ADMISIBLE: cumple >2.5
En Riñones: 7,1943 --ADMISIBLE: cumple >2.5
En Base: 6,23078 --ADMISIBLE: cumple >2.5

2.8. Estabilidad (Coeficientes de seguridad al aplastamiento).

Debido al terreno: 30,33974 --ADMISIBLE: cumple >2.5
Debido a la presión ext. de agua :141,80676 --ADMISIBLE: cumple >2.5
Debido al terreno y al agua: 24,99255 --ADMISIBLE: cumple >2.5

Programa ASETUB PVC

Versión 2.1

Informe de resultados de cálculo mecánico

Datos sobre el informe

Informe número:

Fecha:

A la atención de D./Dña. :

Empresa/entidad :

Dirección :

Ciudad :

Teléfono/Fax :

Correo electrónico:

Referencia de la obra :

RESULTADO DEL CÁLCULO MECÁNICO: INSTALACIÓN VÁLIDA

(Si se aplican en la instalación los parámetros especificados en el cálculo)

Coefficiente de seguridad empleado en el cálculo: A (> 2.5)

1. Características del tubo y la instalación.

TIPO DE CONDUCCIÓN: SANEAMIENTO SIN PRESIÓN (Tubos según norma UNE-EN 1.456)

Instalacion en: ZANJA

Material del tubo: PVC-U

Presión nominal: bar (entre paréntesis, PN no habitual)

Diámetro nominal: Dn = 800 mm

Espesor: e=23.3 mm

Diámetro interior: di= 753.4 mm

Radio medio: Rm= 388.35 mm

Módulo de elasticidad: Et(lp)=1750 N/mm² , Et(cp)=3600 N/mm²

Peso específico: P.esp.=14 kN/m³

Esfuerzo tang. máximo: Sigma-t(lp)= 50 N/mm² , Sigma-t(cp)=90 N/mm²

Nota: Las propiedades del material se han obtenido del informe UNE 53.331 IN

Presión agua interior: Pi = bar

Presión agua exterior: Pe= 0 bar

Altura de la zanja: H1=4.05 m

Anchura de la zanja: B1=1.5 m

Ángulo de inclinacion de la zanja: Beta=90°

Apoyo sobre material granular compactado (Tipo A)

Ángulo de apoyo: 2alfa=120°

Tipo de relleno: Poco cohesivo

Tipo de suelo: Poco cohesivo

Relleno de la zanja compactado por capas en toda la altura

Peso específico de la tierra de relleno: Y1=20 kN/m³

Módulos de compresión del relleno: E1=20 N/mm² E2= 8 N/mm²

Módulos de compresión del terreno: E3=20 N/mm² E4= 20 N/mm²

Sobrecargas concentradas debidas a tráfico: PESADO (>39t)

Número de ejes de los vehiculos: 3

Distancia entre ruedas: a=2 m

Distancia entre ejes: b=1.5 m

Sobrecarga concentrada: Pc=100 kN

Sobrecarga repartida: Pd= kN

Altura 1ª capa de pavimentación: h1=.12 m

Altura 2ª capa de pavimetación: h2=.28 m

Módulos de compresión de las capas: Ef1=13000 N/mm² Ef2= 15000 N/mm²

Programa ASETUB PVC

Versión 2.1

Informe de resultados de cálculo mecánico

2. Determinación de las acciones sobre el tubo

2.1. Presión vertical de las tierras.

Debida a las tierras: $q_v=39,56069$ kN/m²
Debida a sobrecargas concentradas: $P_{vc}=5,56717$ kN/m²
Debida a sobrecargas repartidas: $P_{vr}=0$ kN/m²
Presión vertical total sobre el tubo: $q_{vt}=45,12786$ kN/m²

2.2. Presión lateral de las tierras

Reacción máxima lateral del suelo
a la altura del centro del tubo: $q_{ht}=34,05822$ kN/m²

2.3. Deformación Relativa: $dv=0,80119$ % --ADMISIBLE: cumple $\leq 5\%$

2.4. Momentos flectores circunferenciales.

2.4.1. Debidos a la presión vertical total sobre el tubo (M_{qvt})

En Clave: $M_{qvt}(\text{Clave})=1,77636$ kN m/m
En Riñones: $M_{qvt}(\text{riñones})=-1,80359$ kN m/m
En Base: $M_{qvt}(\text{Base})=1,87165$ kN m/m

2.4.2. Debidos a la presión lateral del relleno sobre el tubo (M_{qh})

En Clave: $M_{qh}(\text{Clave})=-0,48309$ kN m/m
En Riñones: $M_{qh}(\text{Riñones})=0,48309$ kN m/m
En Base: $M_{qh}(\text{Base})=-0,48309$ kN m/m

2.4.3. Debidos a la reacción máxima lateral del suelo a la altura del centro del tubo (M_{qht})

En Clave: $M_{qht}(\text{Clave})=-0,92971$ kN m/m
En Riñones: $M_{qht}(\text{Riñones})=1,0684$ kN m/m
En Base: $M_{qht}(\text{Base})=-0,92971$ kN m/m

2.4.4. Debidos al propio peso del tubo (M_t)

En Clave: $M_t(\text{Clave})=0,01874$ kN m/m
En Riñones: $M_t(\text{Riñones})=-0,02165$ kN m/m
En Base: $M_t(\text{Base})=0,02558$ kN m/m

2.4.5. Debidos al peso del agua (M_a)

En Clave: $M_a(\text{Clave})=0,11128$ kN m/m
En Riñones: $M_a(\text{Riñones}) = -0,12885$ kN m/m
En Base: $M_a(\text{Base})=0,15228$ kN m/m

2.4.6. Debidos a la presión del agua (M_{pa})

En Clave: $M_{pa}(\text{Clave})=0$ kN m/m
En Riñones: $M_{pa}(\text{Riñones})=0$ kN m/m
En Base: $M_{pa}(\text{Base})=0$ kN m/m

2.4.7. Momento flector total (M)

En Clave: $M(\text{Clave})=0,49359$ kN m/m
En Riñones: $M(\text{Riñones})=-0,4026$ kN m/m
En Base: $M(\text{Base})=0,63671$ kN m/m

Programa ASETUB PVC

Versión 2.1

Informe de resultados de cálculo mecánico

2.5. Fuerzas axiales.

2.5.1. Debidas a la presión vertical total sobre el tubo (Nqvt)

En Clave: Nqvt (Clave)=0,47319 kN m/m
En Riñones: Nqvt (riñones)=-17,5254 kN m/m
En Base: Nqvt (Base)=-0,47319 kN m/m

2.5.2. Debidas a la presión lateral del relleno sobre el tubo (Nqh)

En Clave: Nqh (Clave)=-4,97582 kN m/m
En Riñones: Nqh (Riñones)=0 kN m/m
En Base: Nqh (Base)=-4,97582 kN m/m

2.5.3. Debidas a la reacción máxima lateral del suelo a la altura del centro del tubo (Nqht)

En Clave: nqht (Clave)=-7,6317 kN m/m
En Riñones: Nqht (Riñones)=0 kN m/m
En Base: Nqht (Base)=-7,6317 kN m/m

2.5.4. Debidas al propio peso del tubo (Nt)

En Clave: Nt (Clave)=0,03167 kN m/m
En Riñones: Nt (Riñones)=-0,19901 kN m/m
En Base: Nt (Base)=-0,03167kN m/m

2.5.5. Debidas al peso del agua (Na)

En Clave: Na (Clave)=0,9426 kN m/m
En Riñones: Na (Riñones)=0,32425 kN m/m
En Base: Na (Base)=2,07372 kN m/m

2.5.6. Debidas a la presión del agua (Npa)

En Clave: Npa (Clave)=0 kN m/m
En Riñones: Npa(Riñones) = 0kN m/ m
En Base: Npa (Base)=0 kN m/m

2.5.7. Fuerza axil total (N)

En Clave: N (Clave)=-11,16006 kN m/m
En Riñones: N (Riñones)=-17,40016 kN m/m
En Base: N (Base)=-11,03865kN m/m

2.6. Esfuerzos tangenciales máximos.

En Clave: 5,08527 kN/mm²
En Riñones: -5,10734 kN/mm²
En Base: 6,70387 kN/mm²

2.7. Verificación del esfuerzo tangencial(coef. de seguridad a rotura)

En Clave: 9,83233 --ADMISIBLE: cumple >2.5
En Riñones: 9,78984 --ADMISIBLE: cumple >2.5
En Base: 7,45837 --ADMISIBLE: cumple >2.5

2.8. Estabilidad (Coeficientes de seguridad al aplastamiento).

Debido al terreno: 21,60128 --ADMISIBLE: cumple >2.5
Debido a la presión ext. de agua :112,35271 --ADMISIBLE: cumple >2.5
Debido al terreno y al agua: 18,11788 --ADMISIBLE: cumple >2.5

Programa ASETUB PVC

Versión 2.1

Informe de resultados de cálculo mecánico

Datos sobre el informe

Informe número:

Fecha:

A la atención de D./Dña. :

Empresa/entidad :

Dirección :

Ciudad :

Teléfono/Fax :

Correo electrónico:

Referencia de la obra :

RESULTADO DEL CÁLCULO MECÁNICO: INSTALACIÓN VÁLIDA

(Si se aplican en la instalación los parámetros especificados en el cálculo)

Coefficiente de seguridad empleado en el cálculo: A (> 2.5)

1. Características del tubo y la instalación.

TIPO DE CONDUCCIÓN: SANEAMIENTO SIN PRESIÓN (Tubos según norma UNE-EN 1.456)

Instalacion en: ZANJA

Material del tubo: PVC-U

Presión nominal: bar (entre paréntesis, PN no habitual)

Diámetro nominal: Dn = 800 mm

Espesor: e=23.3 mm

Diámetro interior: di= 753.4 mm

Radio medio: Rm= 388.35 mm

Módulo de elasticidad: Et(lp)=1750 N/mm² , Et(cp)=3600 N/mm²

Peso específico: P.esp.=14 kN/m³

Esfuerzo tang. máximo: Sigma-t(lp)= 50 N/mm² , Sigma-t(cp)=90 N/mm²

Nota: Las propiedades del material se han obtenido del informe UNE 53.331 IN

Presión agua interior: Pi = bar

Presión agua exterior: Pe= 0 bar

Altura de la zanja: H1=1.15 m

Anchura de la zanja: B1=1.5 m

Ángulo de inclinacion de la zanja: Beta=90°

Apoyo sobre material granular compactado (Tipo A)

Ángulo de apoyo: 2alfa=120°

Tipo de relleno: Poco cohesivo

Tipo de suelo: Poco cohesivo

Relleno de la zanja compactado por capas en toda la altura

Peso específico de la tierra de relleno: Y1=20 kN/m³

Módulos de compresión del relleno: E1=20 N/mm² E2= 8 N/mm²

Módulos de compresión del terreno: E3=20 N/mm² E4= 20 N/mm²

Sobrecargas concentradas debidas a tráfico: PESADO (>39t)

Número de ejes de los vehiculos: 3

Distancia entre ruedas: a=2 m

Distancia entre ejes: b=1.5 m

Sobrecarga concentrada: Pc=100 kN

Sobrecarga repartida: Pd= kN

Altura 1ª capa de pavimentación: h1=.12 m

Altura 2ª capa de pavimetación: h2=.28 m

Módulos de compresión de las capas: Ef1=13000 N/mm² Ef2= 15000 N/mm²

Programa ASETUB PVC

Versión 2.1

Informe de resultados de cálculo mecánico

2. Determinación de las acciones sobre el tubo

2.1. Presión vertical de las tierras.

Debida a las tierras: $q_v=18,12936 \text{ kN/m}^2$
Debida a sobrecargas concentradas: $P_{vc}=12,29184 \text{ kN/m}^2$
Debida a sobrecargas repartidas: $P_{vr}=0 \text{ kN/m}^2$
Presión vertical total sobre el tubo: $q_{vt}=30,4212 \text{ kN/m}^2$

2.2. Presión lateral de las tierras

Reacción máxima lateral del suelo
a la altura del centro del tubo: $q_{ht}=15,78634 \text{ kN/m}^2$

2.3. Deformación Relativa: $dv=0,61213 \%$ --ADMISIBLE: cumple $\leq 5\%$

2.4. Momentos flectores circunferenciales.

2.4.1. Debidos a la presión vertical total sobre el tubo (M_{qvt})

En Clave: $M_{qvt}(\text{Clave})=1,19747 \text{ kN m/m}$
En Riñones: $M_{qvt}(\text{riñones})=-1,21582 \text{ kN m/m}$
En Base: $M_{qvt}(\text{Base})=1,2617 \text{ kN m/m}$

2.4.2. Debidos a la presión lateral del relleno sobre el tubo (M_{qh})

En Clave: $M_{qh}(\text{Clave})=-0,2161 \text{ kN m/m}$
En Riñones: $M_{qh}(\text{Riñones})=0,2161 \text{ kN m/m}$
En Base: $M_{qh}(\text{Base})=-0,2161 \text{ kN m/m}$

2.4.3. Debidos a la reacción máxima lateral del suelo a la altura del centro del tubo (M_{qht})

En Clave: $M_{qht}(\text{Clave})=-0,43093 \text{ kN m/m}$
En Riñones: $M_{qht}(\text{Riñones})=0,49521 \text{ kN m/m}$
En Base: $M_{qht}(\text{Base})=-0,43093 \text{ kN m/m}$

2.4.4. Debidos al propio peso del tubo (M_t)

En Clave: $M_t(\text{Clave})=0,01874 \text{ kN m/m}$
En Riñones: $M_t(\text{Riñones})=-0,02165 \text{ kN m/m}$
En Base: $M_t(\text{Base})=0,02558 \text{ kN m/m}$

2.4.5. Debidos al peso del agua (M_a)

En Clave: $M_a(\text{Clave})=0,11128 \text{ kN m/m}$
En Riñones: $M_a(\text{Riñones}) = -0,12885 \text{ kN m/m}$
En Base: $M_a(\text{Base})=0,15228 \text{ kN m/m}$

2.4.6. Debidos a la presión del agua (M_{pa})

En Clave: $M_{pa}(\text{Clave})=0 \text{ kN m/m}$
En Riñones: $M_{pa}(\text{Riñones})=0 \text{ kN m/m}$
En Base: $M_{pa}(\text{Base})=0 \text{ kN m/m}$

2.4.7. Momento flector total (M)

En Clave: $M(\text{Clave})=0,68047 \text{ kN m/m}$
En Riñones: $M(\text{Riñones})=-0,65501 \text{ kN m/m}$
En Base: $M(\text{Base})=0,79253 \text{ kN m/m}$

Programa ASETUB PVC

Versión 2.1

Informe de resultados de cálculo mecánico

2.5. Fuerzas axiales.

2.5.1. Debidas a la presión vertical total sobre el tubo (Nqvt)

En Clave: Nqvt (Clave)=0,31898 kN m/m
En Riñones: Nqvt (riñones)=-11,81407 kN m/m
En Base: Nqvt (Base)=-0,31898 kN m/m

2.5.2. Debidas a la presión lateral del relleno sobre el tubo (Nqh)

En Clave: Nqh (Clave)=-2,22578 kN m/m
En Riñones: Nqh (Riñones)=0 kN m/m
En Base: Nqh (Base)=-2,22578 kN m/m

2.5.3. Debidas a la reacción máxima lateral del suelo a la altura del centro del tubo (Nqht)

En Clave: nqht (Clave)=-3,53737 kN m/m
En Riñones: Nqht (Riñones)=0 kN m/m
En Base: Nqht (Base)=-3,53737 kN m/m

2.5.4. Debidas al propio peso del tubo (Nt)

En Clave: Nt (Clave)=0,03167 kN m/m
En Riñones: Nt (Riñones)=-0,19901 kN m/m
En Base: Nt (Base)=-0,03167kN m/m

2.5.5. Debidas al peso del agua (Na)

En Clave: Na (Clave)=0,9426 kN m/m
En Riñones: Na (Riñones)=0,32425 kN m/m
En Base: Na (Base)=2,07372 kN m/m

2.5.6. Debidas a la presión del agua (Npa)

En Clave: Npa (Clave)=0 kN m/m
En Riñones: Npa(Riñones) = 0kN m/ m
En Base: Npa (Base)=0 kN m/m

2.5.7. Fuerza axil total (N)

En Clave: N (Clave)=-4,46991 kN m/m
En Riñones: N (Riñones)=-11,68883 kN m/m
En Base: N (Base)=-4,04009kN m/m

2.6. Esfuerzos tangenciales máximos.

En Clave: 7,47905 kN/mm²
En Riñones: -7,59603 kN/mm²
En Base: 8,76085 kN/mm²

2.7. Verificación del esfuerzo tangencial(coef. de seguridad a rotura)

En Clave: 6,68534 --ADMISIBLE: cumple >2.5
En Riñones: 6,58239 --ADMISIBLE: cumple >2.5
En Base: 5,70721 --ADMISIBLE: cumple >2.5

2.8. Estabilidad (Coeficientes de seguridad al aplastamiento).

Debido al terreno: 32,04408 --ADMISIBLE: cumple >2.5
Debido a la presión ext. de agua :112,35271 --ADMISIBLE: cumple >2.5
Debido al terreno y al agua: 24,93296 --ADMISIBLE: cumple >2.5

Programa ASETUB PVC

Versión 2.1

Informe de resultados de cálculo mecánico

Datos sobre el informe

Informe número:

Fecha:

A la atención de D./Dña. :

Empresa/entidad :

Dirección :

Ciudad :

Teléfono/Fax :

Correo electrónico:

Referencia de la obra :

RESULTADO DEL CÁLCULO MECÁNICO: INSTALACIÓN VÁLIDA

(Si se aplican en la instalación los parámetros especificados en el cálculo)

Coefficiente de seguridad empleado en el cálculo: A (> 2.5)

1. Características del tubo y la instalación.

TIPO DE CONDUCCIÓN: SANEAMIENTO SIN PRESIÓN (Tubos según norma UNE-EN 1.456)

Instalacion en: ZANJA

Material del tubo: PVC-U

Presión nominal: bar (entre paréntesis, PN no habitual)

Diámetro nominal: Dn = 1000 mm

Espesor: e=29.2 mm

Diámetro interior: di= 941.6 mm

Radio medio: Rm= 485.4 mm

Módulo de elasticidad: Et(lp)=1750 N/mm² , Et(cp)=3600 N/mm²

Peso específico: P.esp.=14 kN/m³

Esfuerzo tang. máximo: Sigma-t(lp)= 50 N/mm² , Sigma-t(cp)=90 N/mm²

Nota: Las propiedades del material se han obtenido del informe UNE 53.331 IN

Presión agua interior: Pi = bar

Presión agua exterior: Pe= 0 bar

Altura de la zanja: H1=4.1 m

Anchura de la zanja: B1=2.0 m

Ángulo de inclinacion de la zanja: Beta=90°

Apoyo sobre material granular compactado (Tipo A)

Ángulo de apoyo: 2alfa=120°

Tipo de relleno: Poco cohesivo

Tipo de suelo: Poco cohesivo

Relleno de la zanja compactado por capas en toda la altura

Peso específico de la tierra de relleno: Y1=20 kN/m³

Módulos de compresión del relleno: E1=20 N/mm² E2= 8 N/mm²

Módulos de compresión del terreno: E3=20 N/mm² E4= 20 N/mm²

Sobrecargas concentradas debidas a tráfico: PESADO (>39t)

Número de ejes de los vehiculos: 3

Distancia entre ruedas: a=2 m

Distancia entre ejes: b=1.5 m

Sobrecarga concentrada: Pc=100 kN

Sobrecarga repartida: Pd= kN

Altura 1ª capa de pavimentación: h1=.12 m

Altura 2ª capa de pavimetación: h2=.28 m

Módulos de compresión de las capas: Ef1=13000 N/mm² Ef2= 15000 N/mm²

Programa ASETUB PVC

Versión 2.1

Informe de resultados de cálculo mecánico

2. Determinación de las acciones sobre el tubo

2.1. Presión vertical de las tierras.

Debida a las tierras: $q_v=46,11396 \text{ kN/m}^2$
Debida a sobrecargas concentradas: $P_{vc}=5,5006 \text{ kN/m}^2$
Debida a sobrecargas repartidas: $P_{vr}=0 \text{ kN/m}^2$
Presión vertical total sobre el tubo: $q_{vt}=51,61456 \text{ kN/m}^2$

2.2. Presión lateral de las tierras

Reacción máxima lateral del suelo
a la altura del centro del tubo: $q_{ht}=39,49842 \text{ kN/m}^2$

2.3. Deformación Relativa: $dv=0,92648 \%$ --ADMISIBLE: cumple $\leq 5\%$

2.4. Momentos flectores circunferenciales.

2.4.1. Debidos a la presión vertical total sobre el tubo (M_{qvt})

En Clave: $M_{qvt}(\text{Clave})=3,17404 \text{ kN m/m}$
En Riñones: $M_{qvt}(\text{riñones})=-3,22268 \text{ kN m/m}$
En Base: $M_{qvt}(\text{Base})=3,34429 \text{ kN m/m}$

2.4.2. Debidos a la presión lateral del relleno sobre el tubo (M_{qh})

En Clave: $M_{qh}(\text{Clave})=-0,88397 \text{ kN m/m}$
En Riñones: $M_{qh}(\text{Riñones})=0,88397 \text{ kN m/m}$
En Base: $M_{qh}(\text{Base})=-0,88397 \text{ kN m/m}$

2.4.3. Debidos a la reacción máxima lateral del suelo a la altura del centro del tubo (M_{qht})

En Clave: $M_{qht}(\text{Clave})=-1,68445 \text{ kN m/m}$
En Riñones: $M_{qht}(\text{Riñones})=1,93572 \text{ kN m/m}$
En Base: $M_{qht}(\text{Base})=-1,68445 \text{ kN m/m}$

2.4.4. Debidos al propio peso del tubo (M_t)

En Clave: $M_t(\text{Clave})=0,0367 \text{ kN m/m}$
En Riñones: $M_t(\text{Riñones})=-0,04238 \text{ kN m/m}$
En Base: $M_t(\text{Base})=0,05009 \text{ kN m/m}$

2.4.5. Debidos al peso del agua (M_a)

En Clave: $M_a(\text{Clave})=0,2173 \text{ kN m/m}$
En Riñones: $M_a(\text{Riñones}) = -0,25161 \text{ kN m/m}$
En Base: $M_a(\text{Base})=0,29735 \text{ kN m/m}$

2.4.6. Debidos a la presión del agua (M_{pa})

En Clave: $M_{pa}(\text{Clave})=0 \text{ kN m/m}$
En Riñones: $M_{pa}(\text{Riñones})=0 \text{ kN m/m}$
En Base: $M_{pa}(\text{Base})=0 \text{ kN m/m}$

2.4.7. Momento flector total (M)

En Clave: $M(\text{Clave})=0,85961 \text{ kN m/m}$
En Riñones: $M(\text{Riñones})=-0,69698 \text{ kN m/m}$
En Base: $M(\text{Base})=1,12331 \text{ kN m/m}$

Programa ASETUB PVC

Versión 2.1

Informe de resultados de cálculo mecánico

2.5. Fuerzas axiales.

2.5.1. Debidas a la presión vertical total sobre el tubo (Nqvt)

En Clave: Nqvt (Clave)=0,67645 kN m/m
En Riñones: Nqvt (riñones)=-25,05371 kN m/m
En Base: Nqvt (Base)=-0,67645 kN m/m

2.5.2. Debidas a la presión lateral del relleno sobre el tubo (Nqh)

En Clave: Nqh (Clave)=-7,28449 kN m/m
En Riñones: Nqh (Riñones)=0 kN m/m
En Base: Nqh (Base)=-7,28449 kN m/m

2.5.3. Debidas a la reacción máxima lateral del suelo a la altura del centro del tubo (Nqht)

En Clave: nqht (Clave)=-11,06255 kN m/m
En Riñones: Nqht (Riñones)=0 kN m/m
En Base: Nqht (Base)=-11,06255 kN m/m

2.5.4. Debidas al propio peso del tubo (Nt)

En Clave: Nt (Clave)=0,04961 kN m/m
En Riñones: Nt (Riñones)=-0,31174 kN m/m
En Base: Nt (Base)=-0,04961 kN m/m

2.5.5. Debidas al peso del agua (Na)

En Clave: Na (Clave)=1,47258 kN m/m
En Riñones: Na (Riñones)=0,50657 kN m/m
En Base: Na (Base)=3,23968 kN m/m

2.5.6. Debidas a la presión del agua (Npa)

En Clave: Npa (Clave)=0 kN m/m
En Riñones: Npa (Riñones) = 0 kN m/m
En Base: Npa (Base)=0 kN m/m

2.5.7. Fuerza axil total (N)

En Clave: N (Clave)=-16,1484 kN m/m
En Riñones: N (Riñones)=-24,85888 kN m/m
En Base: N (Base)=-15,83342 kN m/m

2.6. Esfuerzos tangenciales máximos.

En Clave: 5,61733 kN/mm²
En Riñones: -5,65759 kN/mm²
En Base: 7,52098 kN/mm²

2.7. Verificación del esfuerzo tangencial(coef. de seguridad a rotura)

En Clave: 8,90102 --ADMISIBLE: cumple >2.5
En Riñones: 8,83768 --ADMISIBLE: cumple >2.5
En Base: 6,64807 --ADMISIBLE: cumple >2.5

2.8. Estabilidad (Coeficientes de seguridad al aplastamiento).

Debido al terreno: 18,60847 --ADMISIBLE: cumple >2.5
Debido a la presión ext. de agua :89,8125 --ADMISIBLE: cumple >2.5
Debido al terreno y al agua: 15,41467 --ADMISIBLE: cumple >2.5

Programa ASETUB PVC

Versión 2.1

Informe de resultados de cálculo mecánico

Datos sobre el informe

Informe número:

Fecha:

A la atención de D./Dña. :

Empresa/entidad :

Dirección :

Ciudad :

Teléfono/Fax :

Correo electrónico:

Referencia de la obra :

RESULTADO DEL CÁLCULO MECÁNICO: INSTALACIÓN VÁLIDA

(Si se aplican en la instalación los parámetros especificados en el cálculo)

Coefficiente de seguridad empleado en el cálculo: A (> 2.5)

1. Características del tubo y la instalación.

TIPO DE CONDUCCIÓN: SANEAMIENTO SIN PRESIÓN (Tubos según norma UNE-EN 1.456)

Instalacion en: ZANJA

Material del tubo: PVC-U

Presión nominal: bar (entre paréntesis, PN no habitual)

Diámetro nominal: Dn = 1000 mm

Espesor: e=29.2 mm

Diámetro interior: di= 941.6 mm

Radio medio: Rm= 485.4 mm

Módulo de elasticidad: Et(lp)=1750 N/mm² , Et(cp)=3600 N/mm²

Peso específico: P.esp.=14 kN/m³

Esfuerzo tang. máximo: Sigma-t(lp)= 50 N/mm² , Sigma-t(cp)=90 N/mm²

Nota: Las propiedades del material se han obtenido del informe UNE 53.331 IN

Presión agua interior: Pi = bar

Presión agua exterior: Pe= 0 bar

Altura de la zanja: H1=3.05 m

Anchura de la zanja: B1=2.0 m

Ángulo de inclinacion de la zanja: Beta=90°

Apoyo sobre material granular compactado (Tipo A)

Ángulo de apoyo: 2alfa=120°

Tipo de relleno: Poco cohesivo

Tipo de suelo: Poco cohesivo

Relleno de la zanja compactado por capas en toda la altura

Peso específico de la tierra de relleno: Y1=20 kN/m³

Módulos de compresión del relleno: E1=20 N/mm² E2= 8 N/mm²

Módulos de compresión del terreno: E3=20 N/mm² E4= 20 N/mm²

Sobrecargas concentradas debidas a tráfico: PESADO (>39t)

Número de ejes de los vehiculos: 3

Distancia entre ruedas: a=2 m

Distancia entre ejes: b=1.5 m

Sobrecarga concentrada: Pc=100 kN

Sobrecarga repartida: Pd= kN

Altura 1ª capa de pavimentación: h1=.12 m

Altura 2ª capa de pavimetación: h2=.28 m

Módulos de compresión de las capas: Ef1=13000 N/mm² Ef2= 15000 N/mm²

Programa ASETUB PVC

Versión 2.1

Informe de resultados de cálculo mecánico

2. Determinación de las acciones sobre el tubo

2.1. Presión vertical de las tierras.

Debida a las tierras: $q_v=39,02246$ kN/m²
Debida a sobrecargas concentradas: $P_{vc}=7,12875$ kN/m²
Debida a sobrecargas repartidas: $P_{vr}=0$ kN/m²
Presión vertical total sobre el tubo: $q_{vt}=46,15121$ kN/m²

2.2. Presión lateral de las tierras

Reacción máxima lateral del suelo
a la altura del centro del tubo: $q_{ht}=33,51461$ kN/m²

2.3. Deformación Relativa: $dv=0,84842$ % --ADMISIBLE: cumple $\leq 5\%$

2.4. Momentos flectores circunferenciales.

2.4.1. Debidos a la presión vertical total sobre el tubo (M_{qvt})

En Clave: $M_{qvt}(\text{Clave})=2,83807$ kN m/m
En Riñones: $M_{qvt}(\text{riñones})=-2,88157$ kN m/m
En Base: $M_{qvt}(\text{Base})=2,9903$ kN m/m

2.4.2. Debidos a la presión lateral del relleno sobre el tubo (M_{qh})

En Clave: $M_{qh}(\text{Clave})=-0,74384$ kN m/m
En Riñones: $M_{qh}(\text{Riñones})=0,74384$ kN m/m
En Base: $M_{qh}(\text{Base})=-0,74384$ kN m/m

2.4.3. Debidos a la reacción máxima lateral del suelo a la altura del centro del tubo (M_{qht})

En Clave: $M_{qht}(\text{Clave})=-1,42926$ kN m/m
En Riñones: $M_{qht}(\text{Riñones})=1,64247$ kN m/m
En Base: $M_{qht}(\text{Base})=-1,42926$ kN m/m

2.4.4. Debidos al propio peso del tubo (M_t)

En Clave: $M_t(\text{Clave})=0,0367$ kN m/m
En Riñones: $M_t(\text{Riñones})=-0,04238$ kN m/m
En Base: $M_t(\text{Base})=0,05009$ kN m/m

2.4.5. Debidos al peso del agua (M_a)

En Clave: $M_a(\text{Clave})=0,2173$ kN m/m
En Riñones: $M_a(\text{Riñones}) = -0,25161$ kN m/m
En Base: $M_a(\text{Base})=0,29735$ kN m/m

2.4.6. Debidos a la presión del agua (M_{pa})

En Clave: $M_{pa}(\text{Clave})=0$ kN m/m
En Riñones: $M_{pa}(\text{Riñones})=0$ kN m/m
En Base: $M_{pa}(\text{Base})=0$ kN m/m

2.4.7. Momento flector total (M)

En Clave: $M(\text{Clave})=0,91896$ kN m/m
En Riñones: $M(\text{Riñones})=-0,78924$ kN m/m
En Base: $M(\text{Base})=1,16464$ kN m/m

Programa ASETUB PVC

Versión 2.1

Informe de resultados de cálculo mecánico

2.5. Fuerzas axiales.

2.5.1. Debidas a la presión vertical total sobre el tubo (Nqvt)

En Clave: Nqvt (Clave)=0,60485 kN m/m
En Riñones: Nqvt (riñones)=-22,4018 kN m/m
En Base: Nqvt (Base)=-0,60485 kN m/m

2.5.2. Debidas a la presión lateral del relleno sobre el tubo (Nqh)

En Clave: Nqh (Clave)=-6,12973 kN m/m
En Riñones: Nqh (Riñones)=0 kN m/m
En Base: Nqh (Base)=-6,12973 kN m/m

2.5.3. Debidas a la reacción máxima lateral del suelo a la altura del centro del tubo (Nqht)

En Clave: nqht (Clave)=-9,38663 kN m/m
En Riñones: Nqht (Riñones)=0 kN m/m
En Base: Nqht (Base)=-9,38663 kN m/m

2.5.4. Debidas al propio peso del tubo (Nt)

En Clave: Nt (Clave)=0,04961 kN m/m
En Riñones: Nt (Riñones)=-0,31174 kN m/m
En Base: Nt (Base)=-0,04961 kN m/m

2.5.5. Debidas al peso del agua (Na)

En Clave: Na (Clave)=1,47258 kN m/m
En Riñones: Na (Riñones)=0,50657 kN m/m
En Base: Na (Base)=3,23968 kN m/m

2.5.6. Debidas a la presión del agua (Npa)

En Clave: Npa (Clave)=0 kN m/m
En Riñones: Npa (Riñones) = 0 kN m/m
En Base: Npa (Base)=0 kN m/m

2.5.7. Fuerza axil total (N)

En Clave: N (Clave)=-13,38932 kN m/m
En Riñones: N (Riñones)=-22,20696 kN m/m
En Base: N (Base)=-12,93113 kN m/m

2.6. Esfuerzos tangenciales máximos.

En Clave: 6,13781 kN/mm²
En Riñones: -6,20301 kN/mm²
En Base: 7,917 kN/mm²

2.7. Verificación del esfuerzo tangencial(coef. de seguridad a rotura)

En Clave: 8,14622 --ADMISIBLE: cumple >2.5
En Riñones: 8,0606 --ADMISIBLE: cumple >2.5
En Base: 6,31552 --ADMISIBLE: cumple >2.5

2.8. Estabilidad (Coeficientes de seguridad al aplastamiento).

Debido al terreno: 20,81133 --ADMISIBLE: cumple >2.5
Debido a la presión ext. de agua :89,8125 --ADMISIBLE: cumple >2.5
Debido al terreno y al agua: 16,89616 --ADMISIBLE: cumple >2.5