

# ANEJO N°3 DRENAJE. RED DE AGUAS PLUVIALES

## ÍNDICE

---

1.	INTRODUCCIÓN .....	1
2.	SISTEMAS URBANOS DE DRENAJE SOSTENIBLE .....	2
2.1	SISTEMA ESTOCOLMO .....	2
2.2	DREN FILTRANTE .....	5
2.3	ZANJA DE INFILTRACIÓN -JARDÍN DE LLUVIA .....	6
2.4	LAGO DE LA PECUARIA. Balsa de laminación .....	7
3.	DESCRIPCIÓN DE LA RED CONVENCIONAL DISEÑADA .....	8
3.1	CONEXIONES EXTERIORES .....	8
3.2	RED INTERIOR .....	9
3.3	ESTUDIO HIDROLÓGICO.....	10
3.4	CÁLCULO HIDRÁULICO DE LA RED DE PLUVIALES.....	10
3.5	CÁLCULO MECÁNICO DE LAS TUBERÍAS DE PLUVIALES.....	10
3.6	DISEÑO DE SUMIDEROS.....	10
4.	FUNCIONAMIENTO SUDS - RED CONVENCIONAL DE AGUAS PLUVIALES.....	11
4.1	RELACIÓN DE SUPERFICIES RECOGIDAS POR SUDS Y RED CONVENCIONAL EN VIALES.....	12
4.2	CAPACIDAD DE LOS SUDS.....	15

ANEXO 3.1:	CÁLCULOS HIDRÁULICOS
ANEXO 3.2:	CÁLCULOS MECÁNICOS
ANEXO 3.3:	SISTEMA ESTOCOLMO

## 1. INTRODUCCIÓN

---

En el presente anejo se estudia el emplazamiento y dimensionamiento del sistema de drenaje de la urbanización del Plan Especial La Pecuaria, en la Milla del Conocimiento Margarita Salas, en Gijón | Xixón.

En cumplimiento de lo dispuesto en el punto 7 del artículo 126 ter del Real Decreto 638/2016, de 9 de diciembre, por el que se modifica el Reglamento del Dominio Público Hidráulico “Las nuevas urbanizaciones, polígonos industriales y desarrollos urbanísticos en general, deberán introducir sistemas de drenaje sostenible, tales como superficies y acabados permeables, de forma que el eventual incremento del riesgo de inundación se mitigue”.

Los Sistemas Urbanos de Drenaje Sostenible (SUDS), ayudan a minimizar los efluentes generados en los episodios de lluvia infiltrando y devolviendo al subsuelo el agua que en caso de no producirse el desarrollo de la urbanización sobre el actual suelo, no llegarían directamente a los diferentes cauces.

El sistema de drenaje proyectado incorpora el empleo de elementos de drenaje sostenible con el objetivo de fomentar la retención de las escorrentías, de modo que se minimice el rebose a la red de aguas pluviales convencional. En cualquier caso, deben tenerse en cuenta ciertas consideraciones a la hora de proyectar los SUDS:

- Para garantizar la rápida evacuación del agua en las calzadas y evitar la contaminación de los suelos, la escorrentía producida en las calzadas se verterá directamente a la red de aguas pluviales.
- El carácter impermeable del terreno presente en el ámbito de actuación dificulta la infiltración del agua, debiendo optarse en el diseño por ciertos SUDS, adecuados a las condiciones geológicas del entorno.

Los criterios seguidos para la realización de este anejo figuran en las siguientes publicaciones:

- Instrucción 5.2-I.C. Drenaje Superficial.
- Instrucción 3.1-I.C. Trazado.
- Guía Básica de Diseño de Sistemas de Gestión Sostenible de Aguas Pluviales en Zonas Verdes y otros Espacios Libres del Ayuntamiento de Madrid.
- Planting Beds in the city of Stockholm. A handbook (2009.02.23)

## 2. SISTEMAS URBANOS DE DRENAJE SOSTENIBLE

---

### 2.1 SISTEMA ESTOCOLMO

---

Este sistema fue desarrollado por Bjorn Embren y su equipo, como solución a la muerte de miles de árboles urbanos en el centro de Estocolmo (Suecia). El problema era debido a la falta de oxígeno, agua y materia orgánica de los suelos.

El proceso de ejecución de dicho sistema consiste en:

1. **Excavación:** en primer lugar, se realiza la excavación de 1 metro de profundidad adicional al espesor del firme planteado. El ancho es variable en función del emplazamiento. Tanto en el fondo de excavación como en las paredes, se colocará un geotextil de protección.
2. **Nivelación:** se realizará una capa de nivelación con árido de machaqueo de granulometría 2-4 mm.
3. **“Suelo estructural”:** a continuación, se ejecutará el “suelo estructural”. Consiste en piedras de machaqueo de granulometría 100-150 mm con tierra vegetal de determinadas características embebida en los huecos, con una proporción de 0,25 a 0,30 m<sup>3</sup> de tierra vegetal por cada m<sup>3</sup> de pedraplén. El espesor total de esta capa será de 0,8 metros.
  - 3.1. **Pedraplén:** el pedraplén se extenderá en capas de entre 25 y 30 cm de espesor que se compactarán adecuadamente, con al menos 4 ó 5 pasadas con compactador tipo pisón mecánico. La compactación de cada capa se realizará de forma previa a la extensión de tierra vegetal, evitándose la compactación de ésta entre los huecos del pedraplén.
  - 3.2. **Tierra vegetal:** completada la compactación de cada capa de pedraplén, se realizará la extensión de tierra vegetal en capas de 2 cm de espesor máximo y se introducirá en los huecos del pedraplén mediante el empleo de agua a alta presión. Deberá repetirse esta operación añadiendo las capas necesarias hasta saturar el pedraplén. Las piedras deberán quedar por encima del nivel de la tierra vegetal, de forma que no compacte la misma al proceder a la extensión y compactación de la siguiente capa de pedraplén.
  - 3.3. **Fertilización:** una vez ejecutada cada capa (pedraplén-tierra vegetal) deberá extenderse un fertilizante de liberación lenta en una cantidad de 100 g/m<sup>2</sup>.
4. **Árido de machaqueo:** por último, se extenderá una capa de 20 cm de espesor de árido de machaqueo de granulometría 32-63 mm, procediendo a su compactación.
5. **Geotextil:** sobre esta capa de árido de machaqueo se colocará un geotextil.
6. **Acabados:** por último, se ejecutará el paquete de firme previsto o, en caso de los alcorques o zonas de plantación, se rellenará con tierra vegetal y se plantará el árbol o vegetación correspondiente.

A continuación, se muestra un ejemplo del funcionamiento del sistema previsto:



Este sistema estará conectado, en general, a la red convencional de recogida de aguas pluviales, para que en caso de saturación y mediante rebose, se produzca la evacuación de las aguas, sin generar problemas en los viales. En los casos en que no se ha conectado a la red general, se ha previsto su conexión a drenes filtrantes que discurren por las zonas verdes y que están conectados a otros sistemas de drenaje urbano sostenible.

### 2.1.1 Estimación del volumen disponible en el sistema estocolmo

La mayor parte de la esorrentía recogida por SUDS lo es a través del sistema Estocolmo previsto en los viales, el cual tiene un ancho variable, desde 0,80 m hasta 1,80 m. Para la estimación del volumen disponible en los mismos se ha seguido la *Guía Básica de Diseño de Sistemas de Gestión Sostenible de Aguas Pluviales en Zonas Verdes y otros Espacios Públicos*, del Ayuntamiento de Madrid:

$$V_{SUDS} = \sum_{i=1}^m A_{b,i} \cdot h_i \cdot n_i$$

Donde:

- m: número de capas diferentes
- n<sub>i</sub>: porosidad de la capa (adimensional)
- A<sub>b,i</sub>: área de la base de la capa i (m<sup>2</sup>)
- H<sub>i</sub>: profundidad de la capa (m)

Se obtienen los siguientes valores de volumen disponible, para las distintas anchuras consideradas:

ANCHURA (m)	VOLUMEN (m <sup>3</sup> /ml)
0,8	0,24
0,9	0,27
1	0,3
1,2	0,36
1,4	0,42
1,8	0,54

## 2.2 DREN FILTRANTE

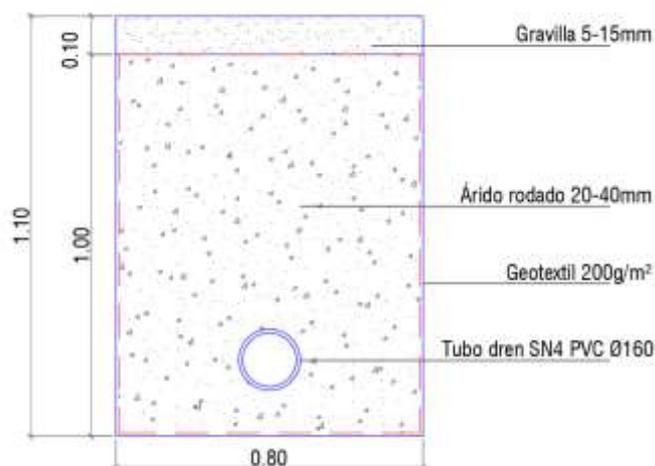
Estos sistemas consisten en zanjas poco profundas (de entre 1,00 y 3,00 metros), recubiertas de geotextil y rellenas de material filtrante en las que se coloca un conducto inferior de transporte.

Su funcionamiento se basa en la captación y filtración de escorrentía de superficies impermeables contiguas, hacia el sistema de drenaje, de forma que se permita la infiltración y se favorezca la laminación de la escorrentía.

Una parte del agua de escorrentía se infiltrará al terreno, mientras que el resto (que será agua limpia, ya que ha sido filtrada por la grava) pasará al conducto (tubo dren) y será conducida hacia otro sistema de evacuación de agua.

El proceso de ejecución de este sistema consiste en:

1. **Excavación:** se realizarán las excavaciones necesarias para la ejecución de la zanja, con una profundidad mínima de 110 cm y una anchura de 80 cm.
2. **Asiento de la tubería:** una vez abierta la zanja, se compactará el lecho de la tubería y se colocará un geotextil tanto en las paredes como en el fondo de la zanja.
3. **Colocación tubería:** preparada la zanja, se tenderá el tubo dren de PVC SN4 y diámetro nominal 160 mm, en sentido ascendente.
4. **Material drenante:** se rellenará la zanja con material drenante, consistente en árido rodado de granulometría 20-40 mm, hasta llegar a la cota fijada.
5. **Acabado:** por último, se cubrirá con una gravilla fina, de granulometría 5-15 mm, con un espesor de 10 cm.



Se ha previsto la ejecución de drenes filtrantes a lo largo del encuentro de la acera de los viales con las zonas verdes propuestas. Estas zanjas recogerán, principalmente el agua de escorrentía de las aceras, almacenándola temporalmente para, posteriormente, conducirla a los jardines de lluvia previstos.

### 2.2.1 Volumen disponible en el dren filtrante

Los drenes filtrantes previstos recogerán principalmente la escorrentía producida en las aceras adyacentes, así como el agua acumulada en algún sistema Estocolmo (ejes 5 y 12).

Para la estimación del volumen disponible en los mismos se ha seguido la *Guía Básica de Diseño de Sistemas de Gestión Sostenible de Aguas Pluviales en Zonas Verdes y otros Espacios Públicos*, del Ayuntamiento de Madrid:

$$V_{SUDS} = \sum_{i=1}^m A_{b,i} \cdot h_i \cdot n_i$$

Donde:

- m: número de capas diferentes
- n<sub>i</sub>: porosidad de la capa (adimensional)
- A<sub>b,i</sub>: área de la base de la capa i (m<sup>2</sup>)
- H<sub>i</sub>: profundidad de la capa (m)

Se obtiene un volumen disponible de 0,26 m<sup>3</sup>/ml de dren filtrante.

### 2.3 ZANJA DE INFILTRACIÓN -JARDÍN DE LLUVIA

---

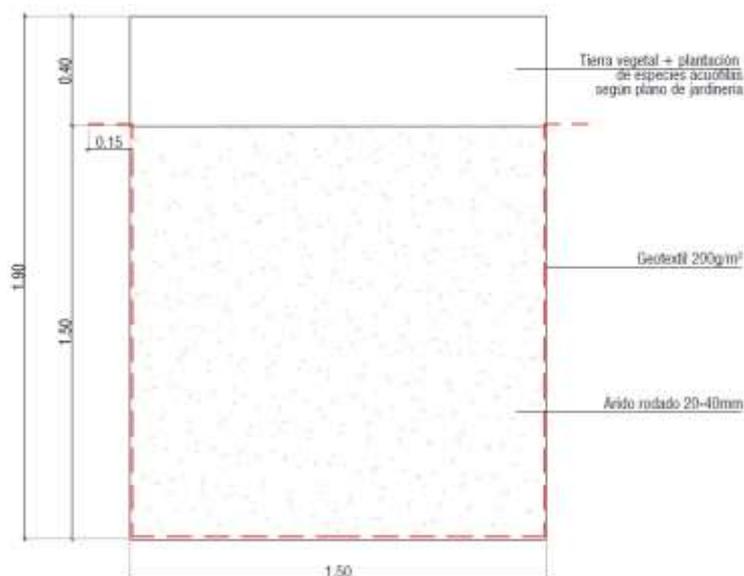
Consiste en elementos lineales de captación y almacenaje temporal de la escorrentía facilitando su posterior infiltración al subsuelo.

Además de ayudar a reducir el volumen de escorrentía, se preserva el equilibrio natural del agua en el entorno y sirven como mecanismo de riego pasivo para las zonas arboladas o con vegetación cercanas.

La ejecución de esta zanja consiste en:

1. **Excavación:** se acotará la zona de excavación y se procederá a la misma, con unas dimensiones de 190 cm de profundidad y 150 cm de anchura.
2. **Nivelación del terreno:** tras la excavación, se nivelará el fondo de la zanja con una pendiente longitudinal máxima del 3%.
3. **Geotextil:** se colocará un geotextil que recubra el fondo y las paredes de la zanja.
4. **Relleno:** se rellenará la zanja con árido de canto rodado de granulometría 20-40 mm.
5. **Plantación especies acuófilas:** los últimos 40 cm de zanja se rellenarán con tierra vegetal en la que se plantarán especies acuófilas, según se define en el Anejo nº 9.

Se ha previsto la ejecución de este tipo de SUDS en algunas zonas verdes, para almacenaje del agua procedente de los viales anexos, conectados a través de los drenes filtrantes. Se ha previsto un aliviadero conectado a la red general de aguas pluviales para situaciones de grandes lluvias, de forma que se garantice que el agua almacenada no supera el nivel establecido.



### 2.3.1 Estimación del volumen disponible en la zanja de infiltración – jardín de lluvia

Para la estimación del volumen disponible en las zanjas de infiltración se ha empleado la ya mencionada *Guía Básica de Diseño de Sistemas de Gestión Sostenible de Aguas Pluviales en Zonas Verdes y otros Espacios Públicos*, del Ayuntamiento de Madrid.

Se obtiene un volumen de 0,67 m<sup>3</sup>/ml de zanja de infiltración – jardín de lluvia.

## 2.4 LAGO DE LA PECUARIA. Balsa de laminación

El lago de la pecuaria es el elemento fundamental del sistema de drenaje urbano sostenible que se ha diseñado para la zona verde del Ágora, correspondiente a la fase 2.2. Recoge no sólo las aguas pluviales de esta zona verde, sino también las aguas de escorrentía de las aceras colindantes de los ejes 5 y 7.

Tiene una superficie aproximada de 770 m<sup>2</sup> y una capacidad neta de acumulación de aguas pluviales de 470 m<sup>3</sup>. Esta capacidad puede llegar hasta casi 800 m<sup>3</sup> en eventos fuera del periodo de retorno de la balsa produciendo una inundación controlada hasta la cota del aliviadero. Su régimen será, por tanto, variable y dependerá de la pluviometría acumulada. Se ha previsto la ejecución de un aliviadero conectado a la red general de aguas pluviales, garantizando la rápida evacuación en caso de situaciones pluviométricas extraordinarias.

El lago tendrá varias funciones como son: el facilitar la biodiversidad con especies acuófilas y la atracción que generan sobre la avifauna local; estética y recreativa al crear una zona de atracción para los paseantes; laminadora de las avenidas en fenómenos de lluvia y drenante al facilitar la infiltración del agua en el terreno. En esta última función, sabemos que queda limitada por la impermeabilidad de las capas medias de la zona, lo que por otro lado permitirá disfrutar de la lámina de agua un mayor número de días al año.

El fondo del lago se rellenará por debajo de su cota de vacío con 40 cm de material drenante formada por grava de canto rodado de granulometría 25-30 mm. Sobre este fondo se colocará piedra de cara plana de altura media 20 cm de tal manera cuando el lago se encuentre vacío el aspecto del mismo sea el de un suelo empedrado, sin los habituales problemas de lodos en este tipo de actuaciones.

En el plano 9.3 se recoge una sección tipo de este lago.

### **3. DESCRIPCIÓN DE LA RED CONVENCIONAL DISEÑADA**

---

#### **3.1 CONEXIONES EXTERIORES**

---

La red de aguas pluviales propuesta conecta con la red de saneamiento de aguas pluviales existente en el entorno del ámbito de actuación. Debido a la orografía del terreno y a la configuración geométrica de la urbanización proyectada, se ha previsto la conexión de la red de saneamiento en distintos puntos, en función de la fase de actuación y de la geometría de la red:

- Fase 1.1:

La fase 1.1 conectará prácticamente en su totalidad con la Avenida de la Pecuaria: La zona entre la avenida de la Pecuaria y el Camino Amapolas desahogará a la red existente en la Avenida de la Pecuaria, mediante el colector C-1.

El tramo de colector C-2 desahogará, de forma provisional hasta que se ejecuten las siguientes fases, a la red existente en el Camino de las Gardenias.

La zona del Intra conectará, mediante el colector C-3, con la red prevista al sur de la Avenida de la Pecuaria, pendiente de ejecutar por la empresa EMA.

- Fase 1.2:

La fase 1.2 conectará a la red de la fase 2.

- Fase 2:

La fase 2 se ha previsto que conecte la red prevista al sur de la Avenida de la Pecuaria, pendiente de ejecutar por la empresa EMA.

Las escorrentías de un tramo del Camino de Cinamomos, el situado más al norte, se recogerán mediante sumideros que conectarán a la red de pluviales existente en el mismo.

## 3.2 RED INTERIOR

La red se ha dividido en tres colectores principales. En esta red está previsto que se desagüen tanto las aguas pluviales de los viales como del interior de las parcelas resultantes.

La red se ejecutará con PVC de pared estructurada para saneamiento SN8 para diámetros hasta 800 mm y en hormigón armado centrifugado para diámetros superiores. La longitud total de la red es de 5.630 m, con el siguiente desglose:

- DN 315: 3.110 m
- DN 400: 1.250 m
- DN 500: 545 m
- DN 630: 240 m
- DN 800: 235 m
- DN 1000: 91 m
- DN 1200: 159 m

La red se ha proyectado con una pendiente longitudinal mínima de 0,3% para los tramos de tubería de hormigón y del 0,5% para los tramos de tubería plástica. La máxima pendiente alcanzada es del 3,5 %.

La red principal discurre, en términos generales, por el centro del vial. La red secundaria discurre bajo acera o bajo aparcamiento. Será de PVC de diámetro 315 mm.

Para ejecutar la red, se excavará una zanja con taludes de seguridad que en función de la altura, serán como mínimo:

Altura máxima	Talud mínimo
1,30 < H < 3,50 m	Entibación cuajada
> 3,50 m	Prezanja 3H:2V + entibación cuajada

La tubería se apoyará sobre una cama de arena de 10 cm de espesor, una vez colocada se envolverá con la misma arena hasta 30 cm por encima de la generatriz superior del tubo en tongadas de 10 cm. El resto de la zanja se rellenará con suelo seleccionado, compactado al 98% del Proctor Modificado.

Cuando la tubería sea de hormigón el apoyo se realizará sobre una cama de hormigón HM-20 hasta los riñones. Para el diámetro 1.000 mm, se envolverá el resto de la tubería con arena hasta 30 cm por encima de la generatriz superior del tubo en tongadas de 10 cm de espesor. Para el diámetro 1.200 mm, se envolverá el resto de la tubería con el mismo hormigón HM-20 de la cama, hasta 30

cm por encima de la generatriz superior del tubo. El resto de la zanja se rellenará con suelo seleccionado, compactado al 98% del Proctor Modificado.

Se proyectan pozos de registro en los cambios de trazado de la red y cada 50 m (máximo) en tramos rectos. Los pozos serán circulares de 100 cm de diámetro interior, prefabricados de PVC, para los tramos de tubería plástica. Los pozos en los tramos de red con tubería de hormigón serán circulares de 120 cm de diámetro interior, compuestos por una base de hormigón HA-35 ejecutada "in situ" y el resto hasta alcanzar la cota prevista se ejecutarán mediante elementos prefabricados de hormigón armado. La coronación del pozo estará formada por una pieza troncocónica de diámetro variable entre 60 cm y 120 cm, de hormigón prefabricado y 1,00 m de altura. Todos los pozos irán provistos con tapa de 60 cm de diámetro de fundición dúctil y patés de polipropileno.

La red de evacuación de aguas residuales se ejecutará según lo dispuesto por el pliego de condiciones técnicas de este proyecto y las normas de saneamiento del Canal de Isabel II, al ser una norma de reconocido prestigio.

### 3.3 ESTUDIO HIDROLÓGICO

---

En el anejo nº 2 Climatología e Hidrología se ha realizado la estimación de los caudales que se producirán dentro del ámbito de actuación, con los cuales se dimensiona la red de aguas pluviales.

### 3.4 CÁLCULO HIDRÁULICO DE LA RED DE PLUVIALES

---

El cálculo hidráulico de la red de pluviales del ámbito se adjunta en el Anexo 3.1 "Cálculos hidráulicos" de este Anejo.

### 3.5 CÁLCULO MECÁNICO DE LAS TUBERÍAS DE PLUVIALES

---

La comprobación mecánica de las tuberías de la red de pluviales, se adjunta en el Anexo 3.2 "Cálculos mecánicos" del presente Anejo.

### 3.6 DISEÑO DE SUMIDEROS

---

Para el desagüe del agua de escorrentía superficial se proyectan sumideros horizontales.

Para la comprobación de los sumideros se estudia el caso pésimo que corresponde a un aporte de 10,50 l/s, repartidos en dos sumideros. 5,25 l/s (cada sumidero).

Aplicando la fórmula de vertedero conforme a lo dispuesto en la instrucción 5.2-IC "Drenaje superficial".

$$Q(l/s) = \frac{L \cdot H^{3/2}}{60}$$

Donde, en el caso a estudio:

$$Q = 2 \cdot 5,25 \text{ l/s} = 10,50 \text{ l/s (obstrucción total de un sumidero)}$$

$$L = 159,11 \text{ cm}$$

Por tanto,

$$H = 3,01 \text{ cm (admisible)}$$

Los sumideros serán de paredes de fábrica de ladrillo macizo, enlucido y enfoscado interiormente, de dimensiones interiores 60 x 35 cm y 70 cm de profundidad, realizado sobre solera de hormigón en masa HM-20/P/20/Ila de 10 cm de espesor.

La acometida de los sumideros se ejecutará mediante tuberías de PVC de pared estructurada y 200 mm de diámetro que conectarán a arquetas de 40 x 80 cm. Estas arquetas se ejecutarán con paredes de fábrica de ladrillo, enlucido y enfoscado sobre solera de hormigón HM-20/P/20/Ila y estará provista de marco y tapa de fundición dúctil clase C-250 que irá rotulada con el logo de EMA.

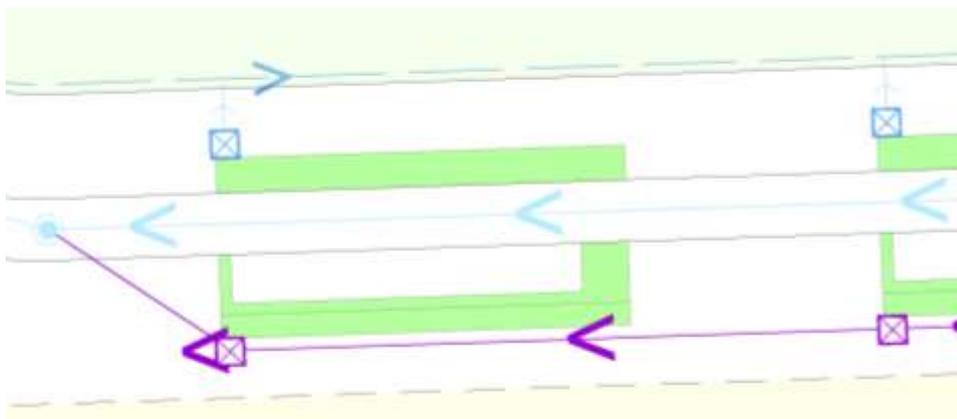
#### **4. FUNCIONAMIENTO SUDS - RED CONVENCIONAL DE AGUAS PLUVIALES**

En los apartados anteriores se han descrito las principales características de los elementos que componen el sistema de drenaje de las aguas pluviales de la urbanización. A continuación se describirá el funcionamiento de este sistema mixto que se propone (SUDS y red convencional). En el plano 9.2 de planta de drenaje urbano se recoge la relación entre ambos sistemas.

La red de aguas pluviales está compuesta por los colectores principales, que discurren por el eje de los viales, y a los cuales únicamente conectan los ramales secundarios. Los ramales secundarios se ubican paralelos al principal de cada vial, en general, a ambos lados. Se encargan de conducir las aguas recogidas por los distintos elementos (acometidas de parcelas, sumideros, Sistema Estocolmo) a la red principal. Esta red se recoge con detalle en los planos 8.2 y 8.3.

Según las escorrentías superficiales de los viales, se prevé la colocación de:

- Sumideros: siempre recogerán, como mínimo, la escorrentía procedente de calzada.
- Sumideros-rebosaderos: estos elementos se ejecutarán conectados a las zonas de sistema Estocolmo, alimentando el mismo y sirviendo a la vez a la evacuación del agua almacenada a la red convencional, una vez superado el nivel máximo.
- Rebosaderos: ejecutados igualmente conectados a las zonas de sistema Estocolmo, permitiendo el rebose a la red convencional o a dren filtrante, en caso de superar la capacidad máxima de almacenamiento del sistema Estocolmo.



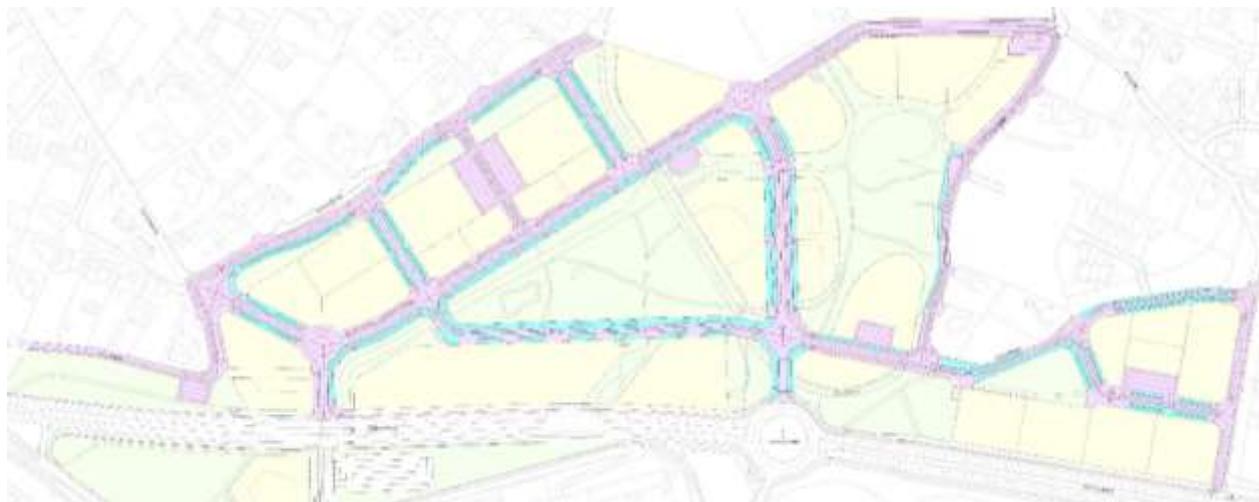
*Ejemplo distintas conexiones de rebosaderos en eje 5.  
Azul: conexión a SUD. Morado: conexión a red.*

Como se ha indicado anteriormente, la relación entre los SUDS y la red convencional de recogida de aguas pluviales se recoge en el plano 9.2. Asimismo, se han incluido varias secciones transversales en el plano 9.3 “Detalles” que recogen las conexiones entre los distintos elementos previstos.

Para periodos de lluvias extraordinarias, durante los cuales los sistemas de drenaje urbano sostenible previstos en las zonas verdes lleguen a su máxima capacidad, se ha previsto la ejecución de un aliviadero, conectado a la red convencional de aguas pluviales, que garantice la rápida evacuación de las aguas, evitando de esta forma zonas anegadas.

#### **4.1 RELACIÓN DE SUPERFICIES RECOGIDAS POR SUDS Y RED CONVENCIONAL EN VIALES**

Se ha realizado una estimación de las superficies de los viales que está previsto sean recogidas por los SUDS y la superficie cuya escorrentía es directamente conducida a la red de aguas pluviales.



*Morado: escorrentía recogida por la red convencional.  
Azul: escorrentía recogida por SUDS.*

Por fases, la distribución de superficies recogidas por cada sistema es la siguiente:

SISTEMA	FASE 1.1		FASE 1.2		FASE 2	
	Superficie (m <sup>2</sup> )	%	Superficie (m <sup>2</sup> )	%	Superficie (m <sup>2</sup> )	%
SUDS	3.436,63	29,82%	2.355,81	16,38%	7.660,44	28,69%
Red convencional	8.086,68	70,18%	12.028,68	83,62%	19.041,22	71,31%
<b>TOTAL</b>	<b>11.523,31</b>	<b>100,00%</b>	<b>14.384,50</b>	<b>100,00%</b>	<b>26.701,66</b>	<b>100,00%</b>

En las fases 1.1 y 2 la superficie recogida por los SUDS se encuentra en torno al 30% del total, porcentaje que baja hasta un 16% en la fase 1.2. Esto es debido a la configuración de los viales y las zonas verdes: mientras que en las fases 1.1 y 2 hay zonas verdes a lo largo de varios viales, en la fase 1.2 las zonas verdes se encuentran intercaladas con parcelas lucrativas, impidiendo la ejecución de sistemas de drenaje urbano sostenible.

En el cómputo global del ámbito de actuación, la escorrentía producida en el 25% de la superficie de los viales se recoge a través de SUDS:

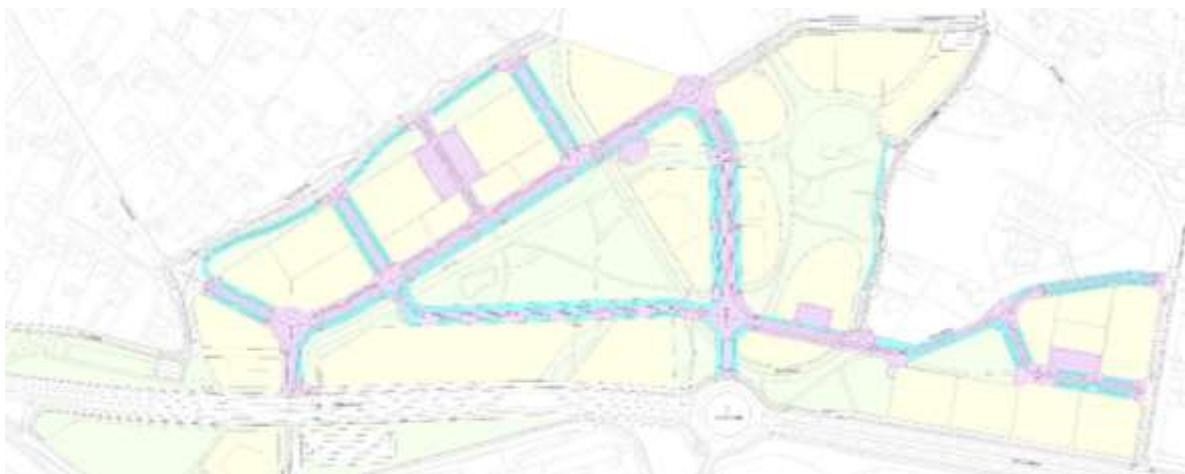
SISTEMA	SUPERFICIE (m <sup>2</sup> )	%
SUDS	13.452,89	25,57%
Red convencional	39.156,59	74,43%
<b>TOTAL</b>	<b>52.609,47</b>	<b>100,00%</b>

Este porcentaje de agua de lluvia tratada a través de los SUDS se eleva hasta un 36% en el caso de tener sólo en cuenta las calles de nueva creación y las no perimetrales, descartándose las existentes y las perimetrales al ser menos viable el desarrollo del sistema propuesto por las condiciones preexistentes:

SISTEMA	SUPERFICIE (m <sup>2</sup> )	%
SUDS	13.452,89	36,01%
Red convencional	23.905,44	63,99%
<b>TOTAL</b>	<b>37.358,33</b>	<b>100,00%</b>

A continuación se muestra el desglose por fases:

SISTEMA	FASE 1.1		FASE 1.2		FASE 2	
	Superficie (m <sup>2</sup> )	%	Superficie (m <sup>2</sup> )	%	Superficie (m <sup>2</sup> )	%
SUDS	3.436,63	32,30%	2.355,81	33,07%	7.660,44	39,09%
Red convencional	7.201,72	67,70%	4.767,88	66,93%	11.935,84	60,91%
<b>TOTAL</b>	<b>10.638,35</b>	<b>100,00%</b>	<b>7.123,69</b>	<b>100,00%</b>	<b>19.596,28</b>	<b>100,00%</b>



*Morado: escorrentía recogida por la red convencional.  
Azul: escorrentía recogida por SUDS.*

## 4.2 CAPACIDAD DE LOS SUDS

A continuación se indica el volumen que son capaces de absorber cada uno de los SUDS previstos, conforme a la capacidad calculada en apartados anteriores.

SUDS		FASE 1.1		FASE 1.2		FASE 2	
		LONGITUD (m)	VOLUMEN (m <sup>3</sup> )	LONGITUD (m)	VOLUMEN (m <sup>3</sup> )	LONGITUD (m)	VOLUMEN (m <sup>3</sup> )
SISTEMA ESTOCOLMO	0,80 m	149	35,76	75	18	301	72,24
	0,90 m	77	20,79	128	34,56	-	-
	1,00 m	124	37,2	-	-	569	170,7
	1,20 m	-	-	-	-	32	11,52
	1,40 m	169	70,98	-	-	-	-
	1,80 m	-	-	106	57,24	278	150,12
DREN FILTRANTE		109	28,34	118	30,68	844	219,44
ZANJA INFILTRACIÓN - JARDÍN LLUVIA		-	-	22	14,74	106	71,02
<b>TOTAL</b>			<b>193,07</b>		<b>155,22</b>		<b>695,04</b>

Además, como se ha indicado previamente, la capacidad neta de acumulación de aguas pluviales del Lago de la Pecuaria asciende a 470 m<sup>3</sup>, que pueden llegar hasta casi 800 m<sup>3</sup> en eventos de precipitaciones extraordinarias.

De acuerdo al desglose anterior, el volumen total para cada sistema es:

SUDS	VOLUMEN TOTAL (m <sup>3</sup> )
Sistema estocolmo	679,11
Dren filtrante	278,46
Zanja infiltración - jardín lluvia	85,76
Lago de la pecuaria	800
<b>TOTAL</b>	<b>1.843,33</b>

El carácter de todos los Sistemas de Drenaje Urbano Sostenible propuestos tienen una función principal de laminación, ya que por las características del terreno subyacente la infiltración esperable en el terreno será de poca entidad.

Respecto a la capacidad de laminación de los mismos, en el anejo de climatología e hidrológica se justifica que históricamente la precipitación media máxima en un periodo de 24 horas corresponde al mes de julio con 86,50 mm acumulados.

En función de la superficie total conectada a SUDS (14.463,25 m<sup>2</sup>) se obtiene que los sistemas de drenaje urbano sostenible son capaces de laminar el episodio de precipitación máxima diaria con un resguardo del sistema del 47,3%, mejorando notablemente las condiciones mínimas establecidas por las recomendaciones del Canal de Isabel II.

**En cualquier caso, todos los sistemas de drenaje estarán conectados a la red convencional de aguas pluviales, garantizando la rápida evacuación del agua en eventos extraordinarios.**

## ANEXO 3.1 – CÁLCULOS HIDRÁULICOS

## ÍNDICE

---

1. INTRODUCCIÓN .....	1
2. CÁLCULOS HIDRÁULICOS .....	1
2.1 MÉTODO DE CÁLCULO EMPLEADO .....	1
2.2 BASE TEÓRICA .....	1
2.3 IDENTIFICACIÓN DE NUDOS Y ASIGNACIÓN DE CAUDALES .....	2
2.4 RESULTADOS OBTENIDOS.....	5
2.4.1 RESULTADOS OBTENIDOS EN COLECTOR C.1 .....	5
2.4.2 RESULTADOS OBTENIDOS EN COLECTOR C.2 .....	6
2.4.3 RESULTADOS OBTENIDOS EN COLECTOR C.3 .....	8

## 1. INTRODUCCIÓN

---

En el presente anexo se realiza la comprobación hidráulica de los colectores de la red interior de recogida de aguas pluviales.

## 2. CÁLCULOS HIDRÁULICOS

---

### 2.1 MÉTODO DE CÁLCULO EMPLEADO

---

Como herramienta de cálculo numérico se ha empleado el programa DMELECT, Software de instalaciones para Arquitectura, Ingeniería y Construcción, desarrollado por DMELECT, S.L. con el fin de disponer de una herramienta para el cálculo, entre otras cosas, del comportamiento hidráulico en redes de evacuación de agua.

### 2.2 BASE TEÓRICA

---

Para el cálculo de conducciones de saneamiento, se emplea la fórmula de Manning - Strickler.

$$Q = \frac{A \cdot R_h^{2/3} \cdot S_o^{1/2}}{n}$$
$$v = \frac{R_h^{2/3} \cdot S_o^{1/2}}{n}$$

Donde:

$Q$	caudal (m <sup>3</sup> /s)
$v$	velocidad del fluido (m/s)
$A$	sección de la lámina de fluido (m <sup>2</sup> )
$R_h$	radio hidráulico de la lámina de fluido (m)
$S_o$	pendiente de la solera del canal (desnivel por longitud de conducción)
$n$	coeficiente de Manning. Para PVC: $n=0.012$ Para Hormigón: $n=0.013$

Se ha dimensionado el diámetro de la canalización con capacidad suficiente para transportar el caudal previsto sin que su calado supere el 80% de la altura total del tubo.

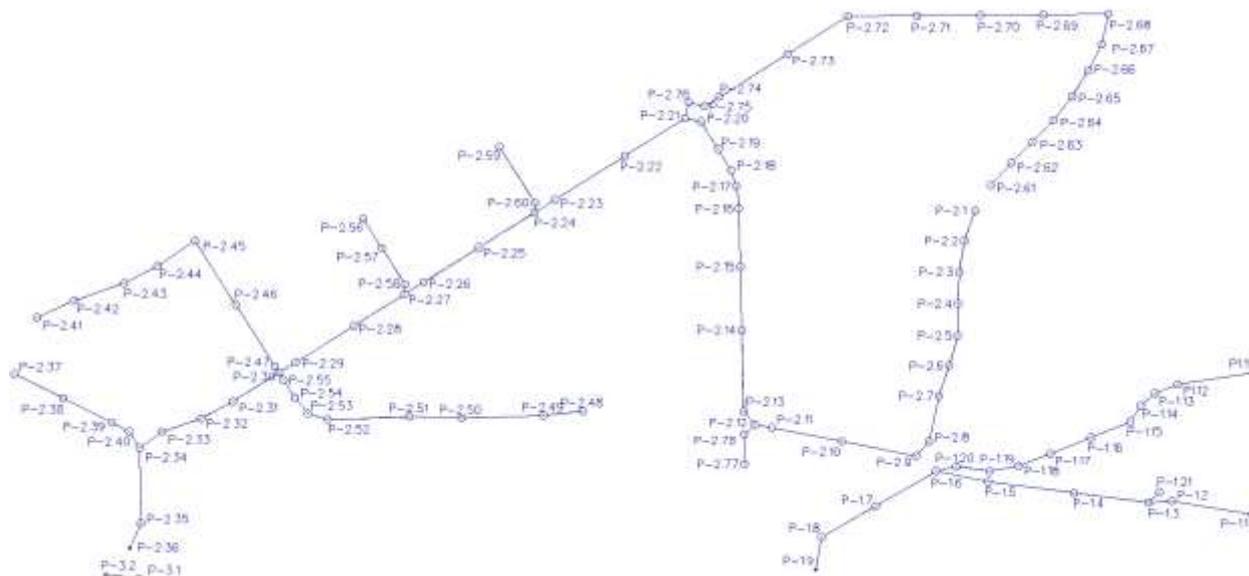
La velocidad de la tubería deberá quedar por encima del mínimo establecido (0,5 m/s), para evitar sedimentación, incrustaciones y estancamiento, y por debajo del máximo (3 m/s), para que no se produzca erosión o daños a la conducción.

El material utilizado para esta instalación es tubo de PVC hasta diámetro de 800 mm. Para tuberías con diámetro superior a 800 mm se empleará tubo de hormigón armado. El diámetro a utilizar se ha

calculado de forma que la velocidad en la conducción no exceda la velocidad máxima y supere la velocidad mínima establecida para el cálculo. Además, ha de aunarse esta condición con la implantación de un diámetro mínimo de 315 mm, dimensión recomendada para evitar atascos en redes de saneamiento.

## 2.3 IDENTIFICACIÓN DE NUDOS Y ASIGNACIÓN DE CAUDALES

De cara a interpretar los resultados de los cálculos la numeración de los nudos del modelo es la siguiente:



La asignación de caudales se lleva a cabo mediante la aplicación de la tabla de demandas, cuyo resultado agregado nudo a nudo para el caudal punta es:

### Colector C-1:

POZO - NUDO	CAUDAL FIJADO (l/s)
<b>COLECTOR C-1</b>	
P1.1	104,70
P1.3	114,15
P1.4	38,33
P1.6	38,33
P1.8	25,36
<b>ALCANTARILLA A1.2</b>	
P1.12	41,42
P1.15	4,46
P1.18	11,81

POZO - NUDO	CAUDAL FIJADO (l/s)
P1.21	14,40
ALCANTARILLA A1.3	
P1.22	12,24

**Colector C-2:**

POZO - NUDO	CAUDAL FIJADO (l/s)
COLECTOR C-2	
P2.1	2,60
P2.2	2,27
P2.3	1,83
P2.4	1,53
P2.5	1,82
P2.6	1,69
P2.7	2,11
P2.8	3,30
P2.10	11,91
P2.11	54,64
P2.12	4,55
P2.14	18,00
P2.15	28,33
P2.16	80,25
P2.19	11,65
P2.20	6,68
P2.21	1,45
P2.22	20,48
P2.23	15,28
P2.25	19,51
P2.26	8,68
P2.28	15,37
P2.29	12,15
P2.31	6,32
P2.33	10,27
P2.35	29,62
ALCANTARILLA A2.1	
P2.37	35,64
P2.39	56,60
P2.40	6,13

POZO – NUDO	CAUDAL FIJADO (l/s)
<b>ALCANTARILLA A2.2</b>	
P2.41	7,07
P2.43	12,51
P2.45	14,66
P2.46	75,87
P2.47	45,07
<b>ALCANTARILLA A2.3</b>	
P2.48	60,32
P2.50	14,31
P2.51	0,00
P2.52	126,37
P2.54	5,17
P2.55	3,30
<b>ALCANTARILLA A2.4</b>	
P2.56	26,60
P2.57	22,86
P2.58	3,27
<b>ALCANTARILLA A2.5</b>	
P2.59	46,67
P2.60	9,48
<b>ALCANTARILLA A2.6</b>	
P2.61	1,04
P2.62	2,52
P2.63	2,13
P2.64	2,65
P2.65	2,42
P2.66	29,18
P2.67	2,40
P2.69	18,71
P2.70	6,24
P2.71	24,07
P2.72	30,58
P2.73	27,74
P2.74	41,88
P2.75	2,24
P2.76	54,01
<b>ALCANTARILLA A2.7</b>	

POZO – NUDO	CAUDAL FIJADO (l/s)
P2.77	6,49
P2.78	5,15

### Colector C-3:

POZO – NUDO	CAUDAL FIJADO (l/s)
COLECTOR C-1	
P3.1	36,28

## 2.4 RESULTADOS OBTENIDOS

Del cálculo realizado, se obtienen los distintos valores de velocidad en las ramas y de presión en los nudos, obteniendo los siguientes resultados pésimos de velocidad:

Colector	Rama	Diámetro Nominal (DN)	Velocidad obtenida	Velocidad máxima/mínima recomendada
C-1	74	800	1,99 m/s	3,00 m/s
	6	400	1,16 m/s	0,50 m/s
C-2	36	400	2,11 m/s	3,00 m/s
	30	400	0,82 m/s	0,50 m/s
C-3	49	400	1,34 m/s	3,00 m/s
				0,50 m/s

### 2.4.1 Resultados obtenidos en Colector C.1

A continuación se presentan los resultados obtenidos para las distintas ramas y nudos, para el Colector 1:

Rama	Nudo Origen	Nudo Dest.	Long. (m)	Material	n Rug(mm/f)	Pte. (%)	DN (mm)	Dint (mm)	QII (l/s)	VII (m/s)	Q (l/s)	V (m/s)	Y (mm)
6	P-1.22	P-1.4	9,16	PVC	0,012	1,53	400	380,4	244,02	2,15	12,24	<b>1,16</b>	57
50	P1.12	P1.13	48,1	PVC	0,012	1,52	400	380,4	243,11	2,14	41,42	1,63	107
51	P1.13	P-1.14	15,01	PVC	0,012	1,47	400	380,4	238,87	2,1	41,42	1,6	107
52	P-1.14	P-1.15	11,54	PVC	0,012	1,47	400	380,4	239,47	2,11	41,42	1,6	107
53	P-1.15	P-1.16	11,55	PVC	0,012	1,56	400	380,4	246,31	2,17	45,88	1,69	111

Rama	Nudo Origen	Nudo Dest.	Long. (m)	Material	n Rug(mm/f)	Pte. (%)	DN (mm)	Dint (mm)	QII (l/s)	VII (m/s)	Q (l/s)	V (m/s)	Y (mm)
54	P-1.16	P-1.17	26,05	PVC	0,012	1,5	400	380,4	241,44	2,12	45,88	1,66	113
55	P-1.18	P-1.19	20,84	PVC	0,012	1,49	400	380,4	240,68	2,12	57,69	1,76	126
56	P-1.19	P-1.20	18,17	PVC	0,012	0,99	400	380,4	196,42	1,73	57,69	1,52	142
57	P-1.20	P-1.21	20,73	PVC	0,012	0,96	400	380,4	193,82	1,71	57,69	1,5	142
58	P-1.21	P-1.7	12,6	PVC	0,012	1,03	400	380,4	200,43	1,76	72,09	1,62	157
64	P-1.2	P-1.3	50	PVC	0,012	0,5	500	475,4	252,84	1,42	184,18	1,52	307
65	P-1.3	P-1.4	14,03	PVC	0,012	0,5	630	599,2	468,22	1,66	298,33	1,74	352
66	P-1.4	P-1.5	45,9	PVC	0,012	0,52	630	599,2	479,28	1,7	348,9	1,82	387
72	P-1.7	P-1.8	42,58	PVC	0,012	0,49	630	599,2	465,49	1,65	459,32	1,68	560
73	P-1.8	P-1.9	38,24	PVC	0,012	0,5	800	760,8	883,16	1,94	484,68	1,98	404
74	P-1.9	P-1.10	20	PVC	0,012	0,5	800	760,8	885,95	1,95	484,68	<b>1,99</b>	404
75	P-1.5	P-1.6	52,94	PVC	0,012	0,49	630	599,2	464,5	1,65	348,9	1,76	400
76	P-1.6	P-1.7	32,54	PVC	0,012	0,52	630	599,2	479,09	1,7	387,23	1,83	422
98	P-1.17	P-1.18	26,47	PVC	0,012	1,51	400	380,4	242,56	2,13	45,88	1,66	111
20	P-1.1	P-1.2	51,39	PVC	0,012	0,51	400	380,4	140,35	1,23	104,7	1,32	251

## 2.4.2 Resultados obtenidos en Colector C.2

A continuación se presentan los resultados obtenidos para las distintas ramas, para el Colector 2:

Rama	Nudo Origen	Nudo Dest.	Long. (m)	Material	n Rug(mm/f)	Pte. (%)	DN (mm)	Dint (mm)	QII (l/s)	VII (m/s)	Q (l/s)	V (m/s)	Y (mm)
1	P-2.9	P-2.10	46,27	PVC	0,012	1,51	400	364	215,81	2,07	17,15	1,27	68
2	P-2.77	P-2.78	18,23	PVC	0,012	1,04	400	364	179,14	1,72	6,49	0,84	47
3	P-2.78	P-2.12	8,99	PVC	0,012	0,89	400	364	165,48	1,59	11,64	0,94	64
4	P-2.13	P-2.14	50,01	PVC	0,012	1,48	400	364	213,44	2,05	99,89	2,03	175
5	P-2.14	P-2.15	39	PVC	0,012	1	500	451,8	312,17	1,95	117,89	1,81	192
7	P-2.12	P-2.13	10,9	PVC	0,012	1,47	400	364	212,6	2,04	99,89	2,02	175
8	P-2.23	P-2.24	15,14	PVC	0,012	0,46	800	775	894,97	1,9	529,82	1,97	436
9	P-2.27	P-2.28	36,28	H.A.	0,013	0,39	1.000	1.000	1.489,38	1,9	666,89	1,84	470
10	P-2.30	P-2.31	33,17	H.A.	0,013	0,3	1.200	1.200	2.140,83	1,89	1.059,06	1,89	600
11	P-2.31	P-2.32	22,17	H.A.	0,013	0,32	1.200	1.200	2.190,85	1,94	1.065,38	1,94	593
12	P-2.32	P-2.33	25	H.A.	0,013	0,28	1.200	1.200	2.062,98	1,82	1.065,38	1,84	614
13	P-2.33	P-2.34	17,06	H.A.	0,013	0,29	1.200	1.200	2.110,58	1,87	1.075,65	1,87	607
14	P-2.34	P-2.35	46,34	H.A.	0,013	0,3	1.200	1.200	2.143,06	1,89	1.174,02	1,93	637
15	P-2.35	P-2.36	16,78	H.A.	0,013	0,3	1.200	1.200	2.128,25	1,88	1.203,64	1,94	652
16	P-2.60	P-2.24	6,05	PVC	0,012	0,5	400	364	123,54	1,19	56,15	1,16	173
17	P-2.58	P-2.27	6,03	PVC	0,012	0,5	400	364	123,73	1,19	52,73	1,14	167
18	P-2.46	P-2.47	44,5	PVC	0,012	0,49	500	451,8	219,49	1,37	110,11	1,37	229

Rama	Nudo Origen	Nudo Dest.	Long. (m)	Material	n Rug(mm/f)	Pte. (%)	DN (mm)	Dint (mm)	QII (l/s)	VII (m/s)	Q (l/s)	V (m/s)	Y (mm)
19	P-2.59	P-2.60	40,7	PVC	0,012	0,52	400	364	126,03	1,21	46,67	1,13	155
20	P-2.56	P-2.57	21,56	PVC	0,012	0,51	400	364	125,32	1,2	26,6	0,98	115
21	P-2.37	P-2.38	33,5	PVC	0,012	1,49	400	364	214,34	2,06	35,64	1,57	100
22	P-2.1	P-2.2	19,49	PVC	0,012	2,67	400	364	286,65	2,75	2,6	0,94	25
23	P-2.2	P-2.3	19,51	PVC	0,012	2,77	400	364	291,93	2,81	4,87	1,09	32
24	P-2.3	P-2.4	19,51	PVC	0,012	2,77	400	364	291,93	2,81	6,7	1,21	37
25	P-2.4	P-2.5	19,5	PVC	0,012	2,72	400	364	289,26	2,78	8,23	1,28	41
26	P-2.5	P-2.6	19,48	PVC	0,012	2,77	400	364	292,19	2,81	10,05	1,35	46
27	P-2.6	P-2.7	19,52	PVC	0,012	2,72	400	364	289,15	2,78	11,74	1,42	49
30	P-2.61	P-2.62	18,46	PVC	0,012	3,47	400	364	326,78	3,14	1,04	<b>0,82</b>	16
31	P-2.62	P-2.63	18,46	PVC	0,012	3,52	400	364	329,28	3,16	3,56	1,11	26
32	P-2.63	P-2.64	18,49	PVC	0,012	3,52	400	364	329,09	3,16	5,69	1,26	33
33	P-2.64	P-2.65	18,47	PVC	0,012	3,52	400	364	329,26	3,16	8,34	1,42	39
34	P-2.65	P-2.66	18,47	PVC	0,012	3,47	400	364	326,68	3,14	10,76	1,51	44
35	P-2.66	P-2.67	18,46	PVC	0,012	2,98	400	364	302,93	2,91	39,94	2,07	89
36	P-2.67	P2.68	18,93	PVC	0,012	3,01	400	364	304,53	2,93	42,34	<b>2,11</b>	91
37	P2.68	P-2.69	39,76	PVC	0,012	0,93	400	364	169,25	1,63	42,34	1,38	126
38	P-2.72	P-2.73	43,32	PVC	0,012	0,51	500	451,8	222,46	1,39	121,94	1,42	240
39	P-2.21	P-2.22	43,66	PVC	0,012	0,5	800	775	934,4	1,98	494,06	2	402
40	P-2.48	P-2.49	24,31	PVC	0,012	0,99	500	451,8	310,16	1,93	60,32	1,51	134
41	P-2.49	P-2.50	50,03	PVC	0,012	1	500	451,8	312,09	1,95	60,32	1,52	134
42	P-2.50	P-2.51	31,75	PVC	0,012	1,01	500	451,8	313,42	1,96	74,63	1,62	150
43	P-2.51	P-2.52	50,01	PVC	0,012	1	500	451,8	312,16	1,95	74,63	1,62	150
44	P-2.52	P-2.53	12,54	PVC	0,012	1,04	500	451,8	317,82	1,98	201	2,08	265
45	P-2.53	P-2.54	12,53	PVC	0,012	1,04	500	451,8	317,97	1,98	201	2,08	265
46	P-2.54	P-2.55	13,4	PVC	0,012	0,97	500	451,8	307,48	1,92	206,17	2,03	277
47	P-2.8	P-2.9	12,27	PVC	0,012	2,77	400	364	292,12	2,81	17,15	1,57	59
48	P-2.11	P-2.12	10	PVC	0,012	1,5	400	364	214,87	2,06	83,7	1,94	158
60	P-2.41	P-2.42	25	PVC	0,012	1,52	400	364	216,3	2,08	7,07	1	44
61	P-2.42	P-2.43	32,43	PVC	0,012	1,48	400	364	213,45	2,05	7,07	0,98	45
62	P-2.43	P-2.44	22,81	PVC	0,012	1,53	400	364	217,35	2,09	19,58	1,34	73
67	P-2.16	P-2.17	13,79	PVC	0,012	0,8	630	590	568,06	2,08	226,47	1,97	259
68	P-2.17	P-2.18	10,5	PVC	0,012	0,76	630	590	555,17	2,03	226,47	1,93	263
69	P-2.18	P-2.19	15	PVC	0,012	0,73	630	590	544,63	1,99	226,47	1,91	266
70	P-2.19	P-2.20	19,9	PVC	0,012	0,7	630	590	533,5	1,95	238,12	1,89	277
71	P-2.20	P-2.21	9,9	PVC	0,012	0,61	630	590	495,16	1,81	244,8	1,81	295
77	P-2.10	P-2.11	43,75	PVC	0,012	1,51	400	364	215,51	2,07	29,06	1,47	89
78	P-2.15	P-2.16	35,71	PVC	0,012	0,98	500	451,8	309,08	1,93	146,22	1,91	220

Rama	Nudo Origen	Nudo Dest.	Long. (m)	Material	n Rug(mm/f)	Pte. (%)	DN (mm)	Dint (mm)	QII (l/s)	VII (m/s)	Q (l/s)	V (m/s)	Y (mm)
79	P-2.69	P-2.70	38,5	PVC	0,012	1,51	400	364	215,34	2,07	61,05	1,8	134
80	P-2.70	P-2.71	38,5	PVC	0,012	1,45	400	364	211,59	2,03	67,29	1,81	141
81	P-2.71	P-2.72	42,42	PVC	0,012	0,52	400	364	126,35	1,21	91,36	1,3	235
84	P-2.75	P-2.76	9,9	PVC	0,012	0,51	500	451,8	221,86	1,38	193,8	1,48	344
85	P-2.76	P-2.21	9,9	PVC	0,012	0,51	630	590	452,02	1,65	247,81	1,69	313
86	P-2.22	P-2.23	50	PVC	0,012	0,5	800	775	930,73	1,97	514,54	2,01	416
87	P-2.24	P-2.25	40	PVC	0,012	0,5	800	775	930,73	1,97	585,97	2,07	450
88	P-2.25	P-2.26	40	PVC	0,012	0,5	800	775	930,73	1,97	605,48	2,07	465
89	P-2.26	P-2.27	13,92	PVC	0,012	0,5	800	775	933,41	1,98	614,16	2,08	465
90	P-2.57	P-2.58	26,23	PVC	0,012	0,5	400	364	123,52	1,19	49,46	1,13	162
91	P-2.28	P-2.29	42,2	H.A.	0,013	0,4	1.000	1.000	1.521,75	1,94	682,26	1,88	470
92	P-2.29	P-2.30	12,02	H.A.	0,013	0,42	1.000	1.000	1.546,35	1,97	694,41	1,91	470
93	P-2.55	P-2.30	4,9	PVC	0,012	1,02	500	451,8	315,33	1,97	209,47	2,08	274
94	P-2.47	P-2.30	4,91	PVC	0,012	0,61	500	451,8	243,96	1,52	155,18	1,6	265
95	P-2.38	P-2.39	33,5	PVC	0,012	1,52	400	364	216,47	2,08	35,64	1,56	99
96	P-2.39	P-2.40	11,6	PVC	0,012	1,38	400	364	206,05	1,98	92,24	1,92	171
97	P-2.40	P-2.34	11,98	PVC	0,012	1,5	400	364	215,05	2,07	98,37	2,03	173
97	P-2.7	P-2.8	28,54	PVC	0,009	2,77	400	364	389,25	3,74	13,85	1,83	46
97	P-2.44	P-2.45	27,83	PVC	0,012	1,51	400	364	215,53	2,07	19,58	1,33	73
97	P-2.45	P-2.46	46,76	PVC	0,012	0,49	400	364	123,05	1,18	34,24	1,02	131
97	P-2.73	P-2.74	49,68	PVC	0,012	0,5	500	451,8	221,45	1,38	149,68	1,46	277
97	P-2.74	P-2.75	10,4	PVC	0,012	0,48	500	451,8	216,42	1,35	191,56	1,44	350

### 2.4.3 Resultados obtenidos en Colector C.3

A continuación, se presentan los resultados obtenidos para las distintas ramas, para el Colector 3:

Rama	Nudo Origen	Nudo Dest.	Long. (m)	Material	n Rug(mm/f)	Pte. (%)	DN (mm)	Dint (mm)	QII (l/s)	VII (m/s)	Q (l/s)	V (m/s)	Y (mm)
49	P-3.1	P-2.36	19,55	PVC	0,012	0,97	400	380,4	194,55	1,71	36,28	1,34	111

## ANEXO 3.2 – CÁLCULOS MECÁNICOS

## ÍNDICE

---

1.	CONSIDERACIONES GENERALES.....	1
1.1	INTRODUCCIÓN .....	1
1.2	ACCIONES .....	1
1.2.1	ACCIONES GRAVITATORIAS. ....	1
1.2.2	ACCIONES DEL TERRENO. ....	2
1.2.3	ACCIONES DEL TRÁFICO. ....	2
1.3	CÁLCULO DE TUBERÍAS ENTERRADAS DE HORMIGÓN .....	2
1.4	CÁLCULO DE TUBERÍAS DE PVC.....	2
2.	RESULTADOS DE CÁLCULO .....	3
2.1	TUBERÍAS DE HORMIGÓN .....	3
2.2	TUBERÍAS DE PVC .....	12

## 1. CONSIDERACIONES GENERALES

---

### 1.1 INTRODUCCIÓN

---

En el presente anexo se realiza la comprobación mecánica de las conducciones en cada una de sus secciones más desfavorables, con el objetivo de comprobar su correcto funcionamiento.

Para la comprobación se ha considerado la sección más desfavorable para cada diámetro empleado. Así, se han comprobado las siguientes secciones:

MATERIAL	DIÁMETRO (mm)	ALTURA DE RELLENO (m)
PVC	315	0,93
		1,22
PVC	400	1,07
		3,46
PVC	500	1,34
		3,30
PVC	630	0,83
		2,19
PVC	800	0,67
		2,10
HORMIGÓN	1.000	2,56
HORMIGÓN	1.200	5,32

### 1.2 ACCIONES

---

A los efectos de este documento se entiende por acción toda causa capaz de originar una sollicitación o efecto en la tubería.

Las acciones que se han considerado en el cálculo mecánico de las tuberías son las siguientes:

#### 1.2.1 Acciones gravitatorias.

Son tanto las producidas por los elementos constructivos de la tubería como las que puedan actuar por razón de su uso. Entre ellas están:

- Peso propio. Carga debida al peso de la tubería.

- Cargas permanentes o cargas muertas. Son las debidas a los pesos de los posibles elementos constructivos o instalaciones fijas que tenga que soportar la tubería.
- Sobrecargas de uso. Son las derivadas del uso de la tubería y cuya magnitud y/o posición puede ser variable a lo largo del tiempo.

### **1.2.2 Acciones del terreno.**

Son las acciones producidas tanto por el empuje activo como por el empuje pasivo del terreno. En su determinación deben tenerse en cuenta las condiciones de instalación de la tubería, así como que ésta sea rígida o flexible, el tipo de apoyo, el tipo de relleno, la naturaleza del terreno, etc.

### **1.2.3 Acciones del tráfico.**

Son las producidas por la acción de los vehículos que puedan transitar sobre la tubería.

## **1.3 CÁLCULO DE TUBERÍAS ENTERRADAS DE HORMIGÓN**

---

Para el dimensionamiento mecánico de los tubos de hormigón se utilizará la norma UNE EN 127916.

La comprobación de que, actuando únicamente las acciones externas (terreno, sobrecargas móviles o fijas, y otras si existen), las tensiones producidas en la pared del tubo no superen las admisibles para la clase de tubo a emplear, en función de la clasificación utilizada.

## **1.4 CÁLCULO DE TUBERÍAS DE PVC**

---

El dimensionamiento mecánico de los tubos de PVC de pared corrugada se utiliza el método de la norma ATV-A-127.

## 2. RESULTADOS DE CÁLCULO

---

### 2.1 TUBERÍAS DE HORMIGÓN

---

Para el cálculo de la tubería de hormigón de 1.000 mm, se han supuesto dos hipótesis de cargas no simultáneas:

Hipótesis 1: Carga de tráfico según la IAP-2011.

Hipótesis 2: Sobrecarga de 4 t/m<sup>2</sup>.

Los resultados obtenidos se adjuntan en las siguientes páginas, obteniéndose para la siguiente clase de tubo para cada una de las hipótesis seleccionadas:

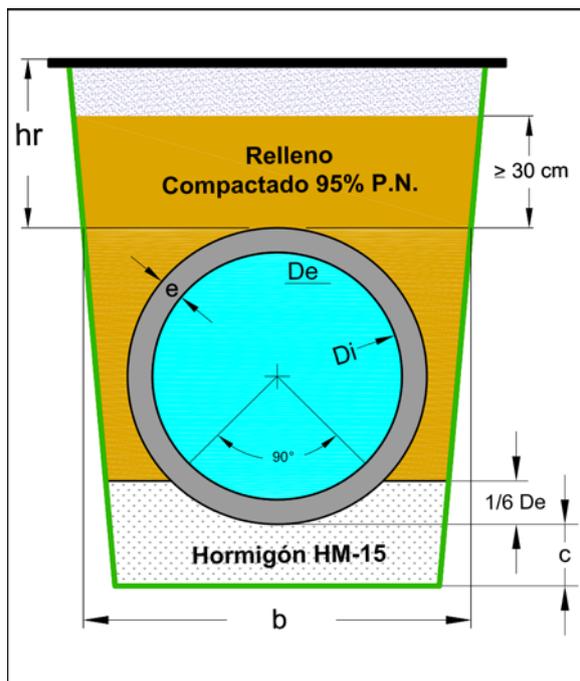
TUBERÍA	HIPÓTESIS	CLASIFICACIÓN TIPO E	CLASIFICACIÓN TIPO A
HA-DN-1.000 mm	Hipótesis 1	CLASE 90	CLASE II
	Hipótesis 2	<b>CLASE 90</b>	<b>CLASE III</b>
HA-DN-1.200 mm	Hipótesis 1	CLASE 135	CLASE III
	Hipótesis 2	<b>CLASE 135</b>	<b>CLASE IV</b>

## DATOS DE SERVICIO

Diámetro interior, $D_i$	1000 mm
Espesor, $e$	120 mm
Diámetro Exterior, $D_e$	1240 mm
Altura de relleno, $h_r$	2,56 m
Ancho de zanja mínimo UNE-EN 1610	3,07 m
Ancho de zanja, $b$	3,07 m
Factor de apoyo terraplén	3,2
Factor de apoyo progresivo	3,2
Talud de la zanja	70 °

### Tipo de apoyo

Apoyo en hormigón 90° con relleno compactado 95% PN  
Factor de apoyo fijo zanja 2,3



*Se supera la anchura de transición. La instalación se calcula en condición de terraplén*

### Carga puntual

Carga	0 t
Distancia	0 m

### Carga distribuida

Carga	0 t/m <sup>2</sup>
-------	--------------------

### Terreno

Tipo de terreno	Arenas y gravas
$\lambda\mu'$	0,17
$\lambda$	0,33
Peso específico, $\gamma_r$	17,6 kN/m <sup>3</sup>
Tipo de base	Suelo Natural Ordinario

### Cargas de tráfico

Tráfico automovilístico	IAP 2011
Tráfico ferroviario	Ninguna
Velocidad de proyecto	Velocidad no mayor de 120 km/h
Tráfico de aeronaves	Ninguno

## CÁLCULOS FINALES

### Identificación de proyecto

Cliente Urbanización "Milla Conocimiento". Gijón.  
Obra Colector hormigón HA DN-1.000

### Carga total

Zanja y zanja progresiva	155,56 <i>kN/m</i>
Terraplén	113,78 <i>kN/m</i>

### Carga mínima de rotura

En condición de zanja (tradicional)	74,2 <i>kN/m<sup>2</sup></i>
En condición de zanja (FA progresivo)	53,42 <i>kN/m<sup>2</sup></i>
En condición de terraplén	53,42 <i>kN/m<sup>2</sup></i>

*La condición en terraplén es favorable frente a la condición en zanja por los empujes laterales activos del terreno, que incrementan el FA y la inferior carga del prisma central, de ancho De (considerablemente menor al ancho de zanja, b).*

### Carga mínima de fisuración

En condición de zanja (tradicional)	49,47 <i>kN/m<sup>2</sup></i>
En condición de zanja (FA progresivo)	35,61 <i>kN/m<sup>2</sup></i>
En condición de terraplén	35,61 <i>kN/m<sup>2</sup></i>

### Clase resistente (clasificación tipo A)

Zanja	CLASE II
-------	----------

Å

### Clase resistente (clasificación tipo E)

Zanja	CLASE 90
-------	----------

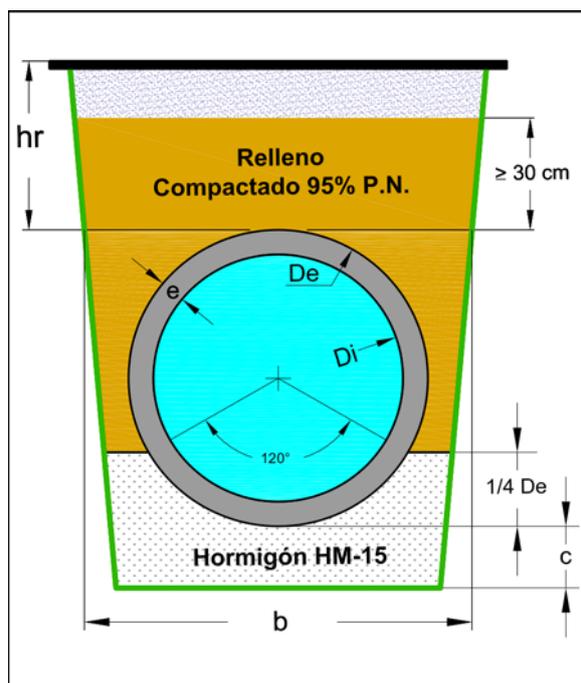
**AVISO:** Esta Asociación no se responsabiliza del uso inadecuado de este programa de cálculo. Los resultados deben ser revisados por un técnico competente.

## DATOS DE SERVICIO

Diámetro interior, $D_i$	1000 mm
Espesor, $e$	120 mm
Diámetro Exterior, $D_e$	1240 mm
Altura de relleno, $h_r$	2,56 m
Ancho de zanja mínimo UNE-EN 1610	3,07 m
Ancho de zanja, $b$	3,07 m
Factor de apoyo terraplén	4
Factor de apoyo progresivo	4
Talud de la zanja	70 °

### Tipo de apoyo

Apoyo en hormigón 120° con relleno compactado 95% PN  
Factor de apoyo fijo zanja 2,8



*Se supera la anchura de transición. La instalación se calcula en condición de terraplén*

### Carga puntual

Carga	0 t
Distancia	0 m

### Carga distribuida

Carga	4 t/m <sup>2</sup>
-------	--------------------

### Terreno

Tipo de terreno	Arenas y gravas
$\lambda\mu'$	0,17
$\lambda$	0,33
Peso específico, $\gamma_r$	17,6 kN/m <sup>3</sup>
Tipo de base	Suelo Natural Ordinario

### Cargas de tráfico

Tráfico automovilístico	Ninguno
Tráfico ferroviario	Ninguna
Velocidad de proyecto	Velocidad no mayor de 120 km/h
Tráfico de aeronaves	Ninguno

## CÁLCULOS FINALES

### Identificación de proyecto

Cliente Urbanización "Milla Conocimiento". Gijón.  
Obra Colector hormigón HA DN-1.000

### Carga total

Zanja y zanja progresiva	212,93 <i>kN/m</i>
Terraplén	156,23 <i>kN/m</i>

### Carga mínima de rotura

En condición de zanja (tradicional)	83,69 <i>kN/m<sup>2</sup></i>
En condición de zanja (FA progresivo)	58,59 <i>kN/m<sup>2</sup></i>
En condición de terraplén	58,59 <i>kN/m<sup>2</sup></i>

*La condición en terraplén es favorable frente a la condición en zanja por los empujes laterales activos del terreno, que incrementan el FA y la inferior carga del prisma central, de ancho De (considerablemente menor al ancho de zanja, b).*

### Carga mínima de fisuración

En condición de zanja (tradicional)	55,8 <i>kN/m<sup>2</sup></i>
En condición de zanja (FA progresivo)	39,06 <i>kN/m<sup>2</sup></i>
En condición de terraplén	39,06 <i>kN/m<sup>2</sup></i>

### Clase resistente (clasificación tipo A)

Zanja CLASE III

### Clase resistente (clasificación tipo E)

Zanja CLASE 90

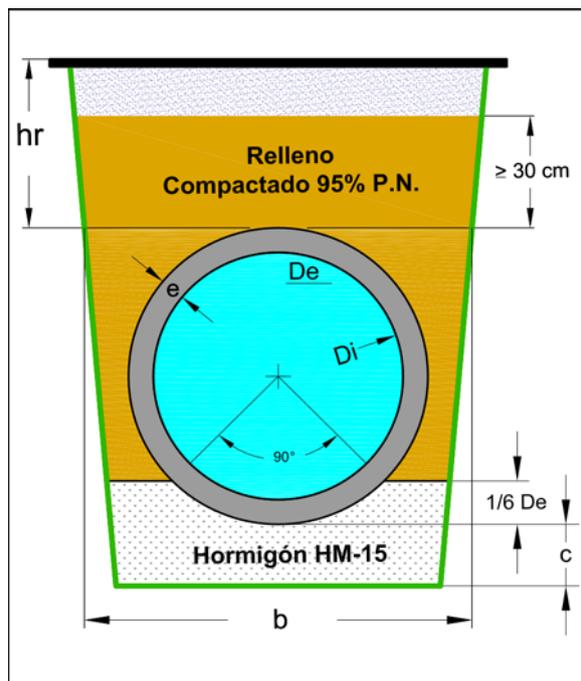
**AVISO:** Esta Asociación no se responsabiliza del uso inadecuado de este programa de cálculo. Los resultados deben ser revisados por un técnico competente.

## DATOS DE SERVICIO

Diámetro interior, $D_i$	1200 mm
Espesor, $e$	135 mm
Diámetro Exterior, $D_e$	1470 mm
Altura de relleno, $h_r$	5,32 m
Ancho de zanja mínimo UNE-EN 1610	2,32 m
Ancho de zanja, $b$	2,32 m
Factor de apoyo terraplén	3,03
Factor de apoyo progresivo	2,63
Talud de la zanja	90 °

### Tipo de apoyo

Apoyo en hormigón 90° con relleno compactado 95% PN  
Factor de apoyo fijo zanja 2,3



La instalación se calculará en condición de zanja con Factor de apoyo variable

### Carga puntual

Carga	0 t
Distancia	0 m

### Carga distribuida

Carga	0 t/m <sup>2</sup>
-------	--------------------

### Terreno

Tipo de terreno	Arenas y gravas
$\lambda\mu'$	0,17
$\lambda$	0,33
Peso específico, $\gamma_r$	17,6 kN/m <sup>3</sup>
Tipo de base	Suelo Natural Ordinario

### Cargas de tráfico

Tráfico automovilístico	IAP 2011
Tráfico ferroviario	Ninguna
Velocidad de proyecto	Velocidad no mayor de 120 km/h
Tráfico de aeronaves	Ninguno

## CÁLCULOS FINALES

### Identificación de proyecto

Cliente Urbanización "Milla Conocimiento". Gijón.  
Obra Colector hormigón HA DN-1.200

### Carga total

Zanja y zanja progresiva	170,17 <i>kN/m</i>
Terraplén	227,79 <i>kN/m</i>

### Carga mínima de rotura

En condición de zanja (tradicional)	92,48 <i>kN/m<sup>2</sup></i>
En condición de zanja (FA progresivo)	80,9 <i>kN/m<sup>2</sup></i>
En condición de terraplén	93,84 <i>kN/m<sup>2</sup></i>

*La instalación se calculará en condición de zanja con  
Factor de apoyo variable*

### Carga mínima de fisuración

En condición de zanja (tradicional)	61,66 <i>kN/m<sup>2</sup></i>
En condición de zanja (FA progresivo)	53,93 <i>kN/m<sup>2</sup></i>
En condición de terraplén	62,56 <i>kN/m<sup>2</sup></i>

### Clase resistente (clasificación tipo A)

Zanja	CLASE III
-------	-----------

### Clase resistente (clasificación tipo E)

Zanja	CLASE 135
-------	-----------

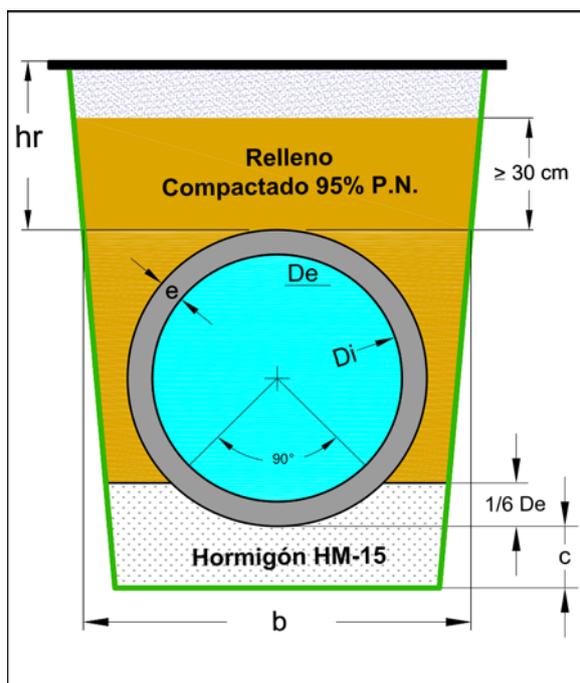
**AVISO:** Esta Asociación no se responsabiliza del uso  
inadecuado de este programa de cálculo. Los  
resultados deben ser revisados por un técnico  
competente.

## DATOS DE SERVICIO

Diámetro interior, $D_i$	1200 mm
Espesor, $e$	135 mm
Diámetro Exterior, $D_e$	1470 mm
Altura de relleno, $h_r$	5,32 m
Ancho de zanja mínimo UNE-EN 1610	2,32 m
Ancho de zanja, $b$	2,32 m
Factor de apoyo terraplén	3,01
Factor de apoyo progresivo	2,56
Talud de la zanja	90 °

### Tipo de apoyo

Apoyo en hormigón 90° con relleno compactado 95% PN  
Factor de apoyo fijo zanja 2,3



La instalación se calculará en condición de zanja con Factor de apoyo variable

### Carga puntual

Carga	0 t
Distancia	0 m

### Carga distribuida

Carga	4 t/m <sup>2</sup>
-------	--------------------

### Terreno

Tipo de terreno	Arenas y gravas
$\lambda\mu'$	0,17
$\lambda$	0,33
Peso específico, $\gamma_r$	17,6 kN/m <sup>3</sup>
Tipo de base	Suelo Natural Ordinario

### Cargas de tráfico

Tráfico automovilístico	Ninguno
Tráfico ferroviario	Ninguna
Velocidad de proyecto	Velocidad no mayor de 120 km/h
Tráfico de aeronaves	Ninguno

## CÁLCULOS FINALES

### Identificación de proyecto

Cliente Urbanización "Milla Conocimiento". Gijón.  
Obra Colector hormigón HA DN-1.200

### Carga total

Zanja y zanja progresiva	193,41 <i>kN/m</i>
Terraplén	306,28 <i>kN/m</i>

### Carga mínima de rotura

En condición de zanja (tradicional)	105,11 <i>kN/m<sup>2</sup></i>
En condición de zanja (FA progresivo)	94,39 <i>kN/m<sup>2</sup></i>
En condición de terraplén	127,3 <i>kN/m<sup>2</sup></i>

*La instalación se calculará en condición de zanja con Factor de apoyo variable*

### Carga mínima de fisuración

En condición de zanja (tradicional)	70,08 <i>kN/m<sup>2</sup></i>
En condición de zanja (FA progresivo)	62,92 <i>kN/m<sup>2</sup></i>
En condición de terraplén	84,87 <i>kN/m<sup>2</sup></i>

### Clase resistente (clasificación tipo A)

Zanja	CLASE IV
-------	----------

### Clase resistente (clasificación tipo E)

Zanja	CLASE 135
-------	-----------

**AVISO:** Esta Asociación no se responsabiliza del uso inadecuado de este programa de cálculo. Los resultados deben ser revisados por un técnico competente.

## 2.2 TUBERÍAS DE PVC

---

Se adjuntan a continuación los cálculos de las tuberías de PVC corrugado. Los resultados de la comprobación son los siguientes:

MATERIAL	CLASE	DIÁMETRO (mm)	RESULTADO
PVC	SN 8	400	VÁLIDO
PVC	SN 8	500	VÁLIDO
PVC	SN 8	630	VÁLIDO
PVC	SN 8	800	VÁLIDO

## **Cálculo mecánico de tuberías.**

Titulo: PROY. URBANIZACIÓN MILLA DEL CONOCIMIENTO MARGARITA SALAS

Autor: COMPAS CONSULTORES, S.L.

Hoja: 1

### **PARÁMETROS DE CÁLCULO**

#### **CARACTERÍSTICAS DEL TUBO:**

Tipo de conducto:	Saneamiento.
Material:	PVC CORRUGADO.
Clase de material:	SN-8.
Norma:	ATV A 127.
Diámetro normalizado:	315
Diámetro exterior:	315,0 mm.
Diámetro interior:	285,0 mm.
Espesor:	14,9 mm.
Módulo elasticidad Et:	2.000,0 N/mm <sup>2</sup> .
Módulo elasticidad LP Et:	970,0 N/mm <sup>2</sup> .
Peso específico GAMMA:	13,8 kN/m <sup>3</sup> .
Rotura flexotracción:	90,0 N/mm <sup>2</sup> .
Rotura flexotracción l/p:	50,0 N/mm <sup>2</sup> .
Rigidez circunferencial específica:	8,0 kN/m <sup>2</sup> .

#### **CLASE DE SEGURIDAD:**

##### **Coefficiente de seguridad clase B:**

Frente a fallo por rotura:	2.
Frente a la inestabilidad:	2.
Deformación admisible a largo plazo:	6%.

#### **CONDICIONES DE LA ZANJA:**

Tipo de instalación:	Tipo 1: Instalación en zanja o terraplén.
Tipo de instalación (subtipo):	Zanja estrecha.
Altura del relleno (H):	1,22 m.
Anchura de la zanja (B):	0,82 m.
Ángulo del talud (BETA):	90,0 grados.

#### **NIVEL FREÁTICO:**

No existe nivel freático.

#### **CARACTERÍSTICAS DEL APOYO:**

Tipo de apoyo:	Tipo III: Tubo con apoyo granular hasta la clave del tubo.
Ángulo de apoyo:	180,0 grados.
Altura J del apoyo:	0,0 m.
Relación de proyección:	1,0

---

**Cálculo mecánico de tuberías.**

Título: PROY. URBANIZACIÓN MILLA DEL CONOCIMIENTO MARGARITA SALAS

Autor: COMPAS CONSULTORES, S.L.

Hoja: 2

---

**CARACTERÍSTICAS DE LOS SUELOS:****Zona1:**

Tipo de suelo:	Grupo 2.
% Compactación:	90,0%.
E1:	3,0 N/mm <sup>2</sup> .
GAMMA 1:	20,0 kN/m <sup>3</sup> .
Ángulo rozamiento interno Ro:	30,0
Ángulo rozamiento relleno Ro':	20,0

**Zona2:**

Tipo de suelo:	Grupo 1.
% Compactación:	90,0%.
E2:	6,0 N/mm <sup>2</sup> .
GAMMA 2:	20,0 kN/m <sup>3</sup> .
Coefficiente empuje K1:	0,5
Coefficiente empuje K2:	0,4

**Zona3:**

Tipo de suelo:	Grupo 3.
% Compactación:	100%.
E3:	14,0 N/mm <sup>2</sup> .

**Zona4:**

Tipo de suelo:	Grupo 3.
% Compactación:	100%.
E4:	14,0 N/mm <sup>2</sup> .

**SOBRECARGAS VERTICALES (TRÁFICO):**

Tipo de sobrecarga:	Concentrada.
Tipo de vehículo:	HT 60 (PESADO).
Número de ejes:	3
Distancia entre ejes:	2 m.
Distancia entre ruedas:	2 m.
Tipo de firme:	Normal.
Coefficiente (Fi):	1,2
Altura equivalente de tierras:	0,0 m.

## Cálculo mecánico de tuberías.

Título: PROY. URBANIZACIÓN MILLA DEL CONOCIMIENTO MARGARITA SALAS

Autor: COMPAS CONSULTORES, S.L.

Hoja: 3

### CARGAS QUE SE EMPLEARÁN EN LOS CÁLCULOS:

#### Cargas debidas a la tierra:

Coefficiente carga de tierras (Cz):	0,77
Coefficiente carga de tierras (Cz90):	0,77
Coefficiente (Cn):	0,0
Coefficiente (Cn90):	0,0
Carga vertical tierras (Pe):	18,84 kN/m2.

#### Cargas debidas al tráfico:

Valor FA	100
Valor FE	500
Valor rA:	0,25
Valor rE:	1,82
Carga máx. de Boussinesq (Pf):	39,06 kN/m2.
Factor de corrección (af):	0,95
Carga vertical tráfico (P):	37,28 kN/m2.
Factor de impacto (FI):	1,2
Carga vertical mayorada (Pv):	44,74 kN/m2.

### DISTRIBUCIÓN DE CARGAS:

#### Corrección E2:

Relación B/D:	2,6032
Coefficiente ALFA_bi:	0,6667
Coefficiente ALFA_b:	0,8448
Coefficiente f (HF=00,00):	1,0000
Compactación Dpr:	90,0 %.

	<u>Tensión</u>	<u>Def. c/p.</u>	<u>Def. l/p.</u>
Módulo corregido E2' (N/mm2):	5,0688	3,3792	3,3792

#### Relación de rigidez:

Rigidez del tubo Sr (N/mm2):	0,0640	0,0640	0,0310
Factor de corrección TAU:	1,3464	1,4408	1,4408
Rigidez horizontal SBH (N/mm2):	4,0948	2,9213	2,9213
Rigidez sistema Tubo-Suelo VRB:	0,0156	0,0219	0,0106
Relación Pr. lateral-Pr. Vertical K2:	0,4000	0,4000	0,4000
Rigidez vert. relleno SBV:	5,0688	3,3792	3,3792
Coef. reacción relleno lat. K*:	1,0230	0,9497	1,0900
Coef. def. diam. vert. Cv*:	-0,0178	-0,0225	-0,0135
Relación de rigidez Vs:	0,7082	0,8411	0,6783

Valor Ch1 (2*alfa=180):	0,0833
Valor Ch2 (2*alfa=180):	-0,0658
Valor Cv1 (2*alfa=180):	-0,0833
Valor Cv2 (2*alfa=180):	0,0640

#### Factores de concentración:

	<u>Tensión</u>	<u>Def. c/p.</u>	<u>Def. l/p.</u>
Descarga relativa efectiva a':	0,5919	0,8878	0,8878
Máximo factor de concentración	1,2542	1,4090	1,4090
Factor concentración LANDA_R:	0,9304	1,0016	0,9515
Factor concentración LANDA_B:	1,0232	0,9995	1,0162

#### Influencia de la anchura de la zanja:

Factor concentración LANDA_RG:	0,9628	1,0009	0,9741
--------------------------------	--------	--------	--------

#### Factor límite del factor de concentración:

Límite superior LANDA_f0:	3,8170	3,8170	3,8170
Límite inferior LANDA_fu:	0,3994	0,3994	0,3994

## **Cálculo mecánico de tuberías.**

Titulo: PROY. URBANIZACIÓN MILLA DEL CONOCIMIENTO MARGARITA SALAS

Autor: COMPAS CONSULTORES, S.L.

Hoja: 4

### **CARGAS DE CÁLCULO:**

	<u>Tensión</u>	<u>Def. c/p.</u>	<u>Def. l/p.</u>
Carga vertical sobre tubo Qvt:	62,8807	18,8571	63,0935
Componente carga relleno Qh:	8,9712	8,7921	8,9181
Componente carga deformación Qh*:	55,1478	9,5591	59,0487

### **CÁLCULO DE ESFUERZOS:**

Tipo III ->  $2 \cdot \alpha = 180$

<u>Momentos (kN*m/m)</u>	<u>Clave</u>	<u>Riñones</u>	<u>Base</u>
Por carga vertical:	0,345	-0,345	0,345
Por carga horizontal:	-0,049	0,049	-0,049
Por reacción horizontal:	-0,219	0,252	-0,219
Por peso propio:	0,002	-0,002	0,002
Por peso del agua:	0,006	-0,006	0,007
Suma de momentos:	0,084	-0,052	0,086
<u>Axiales (kN/m)</u>	<u>Clave</u>	<u>Riñones</u>	<u>Base</u>
Por carga vertical:	0,000	2,004	13,208
Por carga horizontal:	-1,330	0,000	0,000
Por reacción horizontal:	-4,717	0,000	0,000
Por peso propio:	0,005	0,000	0,000
Por peso del agua:	0,128	0,000	0,000
Suma de axiales:	-5,913	2,004	13,208

### **CÁLCULO DE TENSIONES Y DEFORMACIONES:**

#### Cálculo de los factores de corrección por curvatura:

Factor ALFA_ki:	1,0335
Factor ALFA_ka:	0,9665

#### Cálculo de tensiones:

(Tensión de flexotracción en las condiciones de la instalación):

Tensión en la clave:	5,0099 N/mm <sup>2</sup> .
Tensión en los riñones:	4,1605 N/mm <sup>2</sup> .
Tensión en la base:	9,5340 N/mm <sup>2</sup> .

#### Cálculo de deformaciones:

	<u>Corto plazo</u>	<u>Largo plazo</u>	
Variación del diámetro:	-1,0498	-7,0075	mm.
Acortamiento relativo del diámetro vertical:	0,3541	2,3637	%.

### **CÁLCULO DE LA ESTABILIDAD:**

	<u>Corto plazo</u>	<u>Largo plazo</u>	
<u>Carga de tierras:</u>			
Carga crítica de abolladura:	0,8648	0,6023	N/mm <sup>2</sup> .
<u>Presión del agua exterior:</u>			
Coefficiente ALFA_d:	7,9800	10,1468	
Presión del agua extrema:	0,0000	0,0000	N/mm <sup>2</sup> .
Valor crítico de Pa:	0,5107	0,0000	N/mm <sup>2</sup> .

---

**Cálculo mecánico de tuberías.**

Titulo: PROY. URBANIZACIÓN MILLA DEL CONOCIMIENTO MARGARITA SALAS

Autor: COMPAS CONSULTORES, S.L.

Hoja: 5

---

**VERIFICACIÓN:****Verificación de tensión:**

	<u>Coef. calculado</u>		<u>Coef. requerido</u>
	<u>Corto Plazo</u>		
NU Clave:	17,9646		2,0000
NU Riñones:	21,6319		2,0000
NU Base	9,4399		2,0000

**Verificación de la estabilidad:**

	<u>Coef. calculado</u>		<u>Coef. requerido</u>
	<u>Corto Plazo</u>	<u>Largo Plazo</u>	
NU Carga tierras:	45,8601	9,5454	2,0000
NU Presión Agua externa:	0,0000	0,0000	2,0000
NU simultáneas:	45,8601	9,5454	2,0000

**Verificación de deformación:**

	<u>Valor calculado</u>		<u>Valor admisible</u>
	<u>Corto Plazo</u>	<u>Largo plazo</u>	
Acortamiento relativo:	0,3541	2,3637	6,0000

**CONCLUSIÓN:****TUBO VÁLIDO.**

---

**Cálculo mecánico de tuberías.**

Título: PROY. URBANIZACIÓN MILLA DEL CONOCIMIENTO MARGARITA SALAS

Autor: COMPÁS CONSULTORES,S.L.

Hoja: 1

---

**PARÁMETROS DE CÁLCULO****CARACTERÍSTICAS DEL TUBO:**

Tipo de conducto:	Saneamiento.
Material:	PVC CORRUGADO.
Clase de material:	SN-8.
Norma:	ATV A 127.
Diámetro normalizado:	315
Diámetro exterior:	315,0 mm.
Diámetro interior:	285,0 mm.
Espesor:	14,9 mm.
Módulo elasticidad Et:	2.000,0 N/mm <sup>2</sup> .
Módulo elasticidad LP Et:	970,0 N/mm <sup>2</sup> .
Peso específico GAMMA:	13,8 kN/m <sup>3</sup> .
Rotura flexotracción:	90,0 N/mm <sup>2</sup> .
Rotura flexotracción l/p:	50,0 N/mm <sup>2</sup> .
Rigidez circunferencial específica:	8,0 kN/m <sup>2</sup> .

**CLASE DE SEGURIDAD:****Coefficiente de seguridad clase B:**

Frente a fallo por rotura:	2.
Frente a la inestabilidad:	2.
Deformación admisible a largo plazo:	6%.

**CONDICIONES DE LA ZANJA:**

Tipo de instalación:	Tipo 1: Instalación en zanja o terraplén.
Tipo de instalación (subtipo):	Zanja estrecha.
Altura del relleno (H):	0,93 m.
Anchura de la zanja (B):	0,82 m.
Ángulo del talud (BETA):	90,0 grados.

**NIVEL FREÁTICO:**

No existe nivel freático.

**CARACTERÍSTICAS DEL APOYO:**

Tipo de apoyo:	Tipo III: Tubo con apoyo granular hasta la clave del tubo.
Ángulo de apoyo:	180,0 grados.
Altura J del apoyo:	0,0 m.
Relación de proyección:	1,0

---

**Cálculo mecánico de tuberías.**

Titulo: PROY. URBANIZACIÓN MILLA DEL CONOCIMIENTO MARGARITA SALAS

Autor: COMPÁS CONSULTORES,S.L.

Hoja: 2

---

**CARACTERÍSTICAS DE LOS SUELOS:****Zona1:**

Tipo de suelo:	Grupo 2.
% Compactación:	90,0%.
E1:	3,0 N/mm2.
GAMMA 1:	20,0 kN/m3.
Ángulo rozamiento interno Ro:	30,0
Ángulo rozamiento relleno Ro':	20,0

**Zona2:**

Tipo de suelo:	Grupo 1.
% Compactación:	90,0%.
E2:	6,0 N/mm2.
GAMMA 2:	20,0 kN/m3.
Coefficiente empuje K1:	0,5
Coefficiente empuje K2:	0,4

**Zona3:**

Tipo de suelo:	Grupo 3.
% Compactación:	100%.
E3:	14,0 N/mm2.

**Zona4:**

Tipo de suelo:	Grupo 3.
% Compactación:	100%.
E4:	14,0 N/mm2.

**SOBRECARGAS VERTICALES (TRÁFICO):**

Tipo de sobrecarga:	Concentrada.
Tipo de vehículo:	HT 60 (PESADO).
Número de ejes:	3
Distancia entre ejes:	2 m.
Distancia entre ruedas:	2 m.
Tipo de firme:	Normal.
Coefficiente (Fi):	1,2
Altura equivalente de tierras:	0,0 m.

## Cálculo mecánico de tuberías.

Título: PROY. URBANIZACIÓN MILLA DEL CONOCIMIENTO MARGARITA SALAS

Autor: COMPÁS CONSULTORES,S.L.

Hoja: 3

### CARGAS QUE SE EMPLEARÁN EN LOS CÁLCULOS:

#### Cargas debidas a la tierra:

Coefficiente carga de tierras (Cz):	0,82
Coefficiente carga de tierras (Cz90):	0,82
Coefficiente (Cn):	0,0
Coefficiente (Cn90):	0,0
Carga vertical tierras (Pe):	15,24 kN/m2.

#### Cargas debidas al tráfico:

Valor FA	100
Valor FE	500
Valor rA:	0,25
Valor rE:	1,82
Carga máx. de Boussinesq (Pf):	55,99 kN/m2.
Factor de corrección (af):	0,9
Carga vertical tráfico (P):	50,57 kN/m2.
Factor de impacto (FI):	1,2
Carga vertical mayorada (Pv):	60,68 kN/m2.

### DISTRIBUCIÓN DE CARGAS:

#### Corrección E2:

Relación B/D:	2,6032
Coefficiente ALFA_bi:	0,6667
Coefficiente ALFA_b:	0,8448
Coefficiente f (HF=00,00):	1,0000
Compactación Dpr:	90,0 %.

	<u>Tensión</u>	<u>Def. c/p.</u>	<u>Def. l/p.</u>
Módulo corregido E2' (N/mm2):	5,0688	3,3792	3,3792

#### Relación de rigidez:

Rigidez del tubo Sr (N/mm2):	0,0640	0,0640	0,0310
Factor de corrección TAU:	1,3464	1,4408	1,4408
Rigidez horizontal SBH (N/mm2):	4,0948	2,9213	2,9213
Rigidez sistema Tubo-Suelo VRB:	0,0156	0,0219	0,0106
Relación Pr. lateral-Pr. Vertical K2:	0,4000	0,4000	0,4000
Rigidez vert. relleno SBV:	5,0688	3,3792	3,3792
Coef. reacción relleno lat. K*:	1,0230	0,9497	1,0900
Coef. def. diam. vert. Cv*:	-0,0178	-0,0225	-0,0135
Relación de rigidez Vs:	0,7082	0,8411	0,6783

Valor Ch1 (2*alfa=180):	0,0833
Valor Ch2 (2*alfa=180):	-0,0658
Valor Cv1 (2*alfa=180):	-0,0833
Valor Cv2 (2*alfa=180):	0,0640

#### Factores de concentración:

	<u>Tensión</u>	<u>Def. c/p.</u>	<u>Def. l/p.</u>
Descarga relativa efectiva a':	0,5919	0,8878	0,8878
Máximo factor de concentración	1,2212	1,3544	1,3544
Factor concentración LANDA_R:	0,9360	1,0015	0,9551
Factor concentración LANDA_B:	1,0213	0,9995	1,0150

#### Influencia de la anchura de la zanja:

Factor concentración LANDA_RG:	0,9658	1,0008	0,9760
--------------------------------	--------	--------	--------

#### Factor límite del factor de concentración:

Límite superior LANDA_f0:	3,8605	3,8605	3,8605
Límite inferior LANDA_fu:	0,4800	0,4800	0,4800

## **Cálculo mecánico de tuberías.**

Titulo: PROY. URBANIZACIÓN MILLA DEL CONOCIMIENTO MARGARITA SALAS

Autor: COMPÁS CONSULTORES,S.L.

Hoja: 4

### **CARGAS DE CÁLCULO:**

	<u>Tensión</u>	<u>Def. c/p.</u>	<u>Def. l/p.</u>
Carga vertical sobre tubo Qvt:	75,4023	15,2512	75,5577
Componente carga relleno Qh:	7,4857	7,3525	7,4469
Componente carga deformación Qh*:	69,4766	7,5017	74,2375

### **CÁLCULO DE ESFUERZOS:**

Tipo III ->  $2 \cdot \alpha = 180$

<u>Momentos (kN*m/m)</u>	<u>Clave</u>	<u>Riñones</u>	<u>Base</u>
Por carga vertical:	0,414	-0,414	0,414
Por carga horizontal:	-0,041	0,041	-0,041
Por reacción horizontal:	-0,276	0,318	-0,276
Por peso propio:	0,002	-0,002	0,002
Por peso del agua:	0,006	-0,006	0,007
Suma de momentos:	0,104	-0,064	0,106
<u>Axiales (kN/m)</u>	<u>Clave</u>	<u>Riñones</u>	<u>Base</u>
Por carga vertical:	0,000	2,403	15,838
Por carga horizontal:	-1,110	0,000	0,000
Por reacción horizontal:	-5,942	0,000	0,000
Por peso propio:	0,005	0,000	0,000
Por peso del agua:	0,128	0,000	0,000
Suma de axiales:	-6,919	2,403	15,838

### **CÁLCULO DE TENSIONES Y DEFORMACIONES:**

#### Cálculo de los factores de corrección por curvatura:

Factor ALFA_ki:	1,0335
Factor ALFA_ka:	0,9665

#### Cálculo de tensiones:

(Tensión de flexotracción en las condiciones de la instalación):

Tensión en la clave:	6,2920 N/mm <sup>2</sup> .
Tensión en los riñones:	5,0635 N/mm <sup>2</sup> .
Tensión en la base:	11,6475 N/mm <sup>2</sup> .

#### Cálculo de deformaciones:

	<u>Corto plazo</u>	<u>Largo plazo</u>	
Variación del diámetro:	-0,8238	-8,8100	mm.
Acortamiento relativo del diámetro vertical:	0,2779	2,9717	%.

### **CÁLCULO DE LA ESTABILIDAD:**

	<u>Corto plazo</u>	<u>Largo plazo</u>	
<u>Carga de tierras:</u>			
Carga crítica de abolladura:	0,8648	0,6023	N/mm <sup>2</sup> .
<u>Presión del agua exterior:</u>			
Coefficiente ALFA_d:	7,9800	10,1468	
Presión del agua extrema:	0,0000	0,0000	N/mm <sup>2</sup> .
Valor crítico de Pa:	0,5107	0,0000	N/mm <sup>2</sup> .

---

**Cálculo mecánico de tuberías.**

Titulo: PROY. URBANIZACIÓN MILLA DEL CONOCIMIENTO MARGARITA SALAS

Autor: COMPÁS CONSULTORES,S.L.

Hoja: 5

---

**VERIFICACIÓN:****Verificación de tensión:**

	<u>Coef. calculado</u>		<u>Coef. requerido</u>
	<u>Corto Plazo</u>		
NU Clave:	14,3038		2,0000
NU Riñones:	17,7743		2,0000
NU Base	7,7270		2,0000

**Verificación de la estabilidad:**

	<u>Coef. calculado</u>		<u>Coef. requerido</u>
	<u>Corto Plazo</u>	<u>Largo Plazo</u>	
NU Carga tierras:	56,7029	7,9708	2,0000
NU Presión Agua externa:	0,0000	0,0000	2,0000
NU simultáneas:	56,7029	7,9708	2,0000

**Verificación de deformación:**

	<u>Valor calculado</u>		<u>Valor admisible</u>
	<u>Corto Plazo</u>	<u>Largo plazo</u>	
Acortamiento relativo:	0,2779	2,9717	6,0000

**CONCLUSIÓN:****TUBO VÁLIDO.**

---

**Cálculo mecánico de tuberías.**

Título: PROY. URBANIZACIÓN MILLA DEL CONOCIMIENTO MARGARITA SALAS

Autor: COMPÁS CONSULTORES, S.L.

Hoja: 1

---

**PARÁMETROS DE CÁLCULO****CARACTERÍSTICAS DEL TUBO:**

Tipo de conducto:	Saneamiento.
Material:	PVC CORRUGADO.
Clase de material:	SN-8.
Norma:	ATV A 127.
Diámetro normalizado:	400
Diámetro exterior:	400,0 mm.
Diámetro interior:	364,0 mm.
Espesor:	18,0 mm.
Módulo elasticidad Et:	2.000,0 N/mm <sup>2</sup> .
Módulo elasticidad LP Et:	970,0 N/mm <sup>2</sup> .
Peso específico GAMMA:	13,8 kN/m <sup>3</sup> .
Rotura flexotracción:	90,0 N/mm <sup>2</sup> .
Rotura flexotracción I/p:	50,0 N/mm <sup>2</sup> .
Rigidez circunferencial específica:	8,0 kN/m <sup>2</sup> .

**CLASE DE SEGURIDAD:**

<b><u>Coeficiente de seguridad clase B:</u></b>	
Frente a fallo por rotura:	2.
Frente a la inestabilidad:	2.
Deformación admisible a largo plazo:	6%.

**CONDICIONES DE LA ZANJA:**

Tipo de instalación:	Tipo 2: Instalación en zanja terraplenada.
Tipo de instalación (subtipo):	Zanja terraplenada.
Altura recubrimiento por encima de la generatriz superior (H1):	2,46 m.
Altura del recubrimiento por encima del terraplén (H2):	1,0 m.
Anchura de la zanja al nivel de la generatriz superior (B):	1,5 m.
Ángulo de las paredes de la zanja (BETA):	90,0 grados.

**NIVEL FREÁTICO:**

No existe nivel freático.

**CARACTERÍSTICAS DEL APOYO:**

Tipo de apoyo:	Tipo III: Tubo con apoyo granular hasta la clave del tubo.
Ángulo de apoyo:	180,0 grados.
Altura J del apoyo:	0,0 m.
Relación de proyección:	1,0

---

**Cálculo mecánico de tuberías.**

Titulo: PROY. URBANIZACIÓN MILLA DEL CONOCIMIENTO MARGARITA SALAS

Autor: COMPÁS CONSULTORES, S.L.

Hoja: 2

---

**CARACTERÍSTICAS DE LOS SUELOS:****Zona1:**

Tipo de suelo:	Grupo 2.
% Compactación:	90,0%.
E1:	3,0 N/mm <sup>2</sup> .
GAMMA 1:	20,0 kN/m <sup>3</sup> .
Ángulo rozamiento interno Ro:	30,0
Ángulo rozamiento relleno Ro':	0,0

**Zona2:**

Tipo de suelo:	Grupo 1.
% Compactación:	90,0%.
E2:	6,0 N/mm <sup>2</sup> .
GAMMA 2:	20,0 kN/m <sup>3</sup> .
Coefficiente empuje K1:	0,5
Coefficiente empuje K2:	0,4

**Zona3:**

Tipo de suelo:	Grupo 3.
% Compactación:	100%.
E3:	14,0 N/mm <sup>2</sup> .

**Zona4:**

Tipo de suelo:	Grupo 3.
% Compactación:	100%.
E4:	14,0 N/mm <sup>2</sup> .

**SOBRECARGAS VERTICALES (TRÁFICO):**

Tipo de sobrecarga:	Concentrada.
Tipo de vehículo:	HT 60 (PESADO).
Número de ejes:	3
Distancia entre ejes:	2 m.
Distancia entre ruedas:	2 m.
Tipo de firme:	Normal.
Coefficiente (Fi):	1,2
Altura equivalente de tierras:	0,0 m.

## Cálculo mecánico de tuberías.

Título: PROY. URBANIZACIÓN MILLA DEL CONOCIMIENTO MARGARITA SALAS

Autor: COMPÁS CONSULTORES, S.L.

Hoja: 3

### CARGAS QUE SE EMPLEARÁN EN LOS CÁLCULOS:

#### Cargas debidas a la tierra:

Coefficiente carga de tierras (Cz):	1,0
Coefficiente carga de tierras (Cz90):	1,0
Coefficiente (Cn):	0,0
Coefficiente (Cn90):	0,0
Carga vertical tierras (Pe):	49,2 kN/m2.

#### Cargas debidas al tráfico:

Valor FA	100
Valor FE	500
Valor rA:	0,25
Valor rE:	1,82
Carga máx. de Boussinesq (Pf):	14,79 kN/m2.
Factor de corrección (af):	1,0
Carga vertical tráfico (P):	14,79 kN/m2.
Factor de impacto (FI):	1,2
Carga vertical mayorada (Pv):	17,74 kN/m2.

### DISTRIBUCIÓN DE CARGAS:

#### Corrección E2:

Relación B/D:	3,7500
Coefficiente ALFA_bi:	0,0000
Coefficiente ALFA_b:	0,9167
Coefficiente f (HF=00,00):	1,0000
Compactación Dpr:	90,0 %.

	<u>Tensión</u>	<u>Def. c/p.</u>	<u>Def. l/p.</u>
Módulo corregido E2' (N/mm2):	5,5000	3,6667	3,6667

#### Relación de rigidez:

Rigidez del tubo Sr (N/mm2):	0,0640	0,0640	0,0310
Factor de corrección TAU:	1,1350	1,1690	1,1690
Rigidez horizontal SBH (N/mm2):	3,7455	2,5719	2,5719
Rigidez sistema Tubo-Suelo VRB:	0,0171	0,0249	0,0121
Relación Pr. lateral-Pr. Vertical K2:	0,4000	0,4000	0,4000
Rigidez vert. relleno SBV:	5,5000	3,6667	3,6667
Coef. reacción relleno lat. K*:	1,0050	0,9186	1,0697
Coef. def. diam. vert. Cv*:	-0,0190	-0,0245	-0,0148
Relación de rigidez Vs:	0,6130	0,7121	0,5706

Valor Ch1 (2*alfa=180):	0,0833
Valor Ch2 (2*alfa=180):	-0,0658
Valor Cv1 (2*alfa=180):	-0,0833
Valor Cv2 (2*alfa=180):	0,0640

#### Factores de concentración:

	<u>Tensión</u>	<u>Def. c/p.</u>	<u>Def. l/p.</u>
Descarga relativa efectiva a':	0,5455	0,8182	0,8182
Máximo factor de concentración	1,3102	1,5124	1,5124
Factor concentración LANDA_R:	0,8784	0,9497	0,8931
Factor concentración LANDA_B:	1,0405	1,0168	1,0356

#### Influencia de la anchura de la zanja:

Factor concentración LANDA_RG:	0,8885	0,9539	0,9020
--------------------------------	--------	--------	--------

#### Factor límite del factor de concentración:

Límite superior LANDA_f0:	3,4810	3,4810	3,4810
Límite inferior LANDA_fu:	0,1989	0,1989	0,1989

## **Cálculo mecánico de tuberías.**

Titulo: PROY. URBANIZACIÓN MILLA DEL CONOCIMIENTO MARGARITA SALAS

Autor: COMPÁS CONSULTORES, S.L.

Hoja: 4

### **CARGAS DE CÁLCULO:**

	<u>Tensión</u>	<u>Def. c/p.</u>	<u>Def. l/p.</u>
Carga vertical sobre tubo Qvt:	61,4599	46,9328	62,1237
Componente carga relleno Qh:	22,0776	21,6098	21,9810
Componente carga deformación Qh*:	39,5785	23,2610	42,9425

### **CÁLCULO DE ESFUERZOS:**

Tipo III ->  $2 \cdot \alpha = 180$

<u>Momentos (kN*m/m)</u>	<u>Clave</u>	<u>Riñones</u>	<u>Base</u>
Por carga vertical:	0,549	-0,549	0,549
Por carga horizontal:	-0,197	0,197	-0,197
Por reacción horizontal:	-0,256	0,294	-0,256
Por peso propio:	0,003	-0,003	0,004
Por peso del agua:	0,012	-0,013	0,015
Suma de momentos:	0,111	-0,074	0,115
<u>Axiales (kN/m)</u>	<u>Clave</u>	<u>Riñones</u>	<u>Base</u>
Por carga vertical:	0,000	2,498	16,466
Por carga horizontal:	-4,174	0,000	0,000
Por reacción horizontal:	-4,318	0,000	0,000
Por peso propio:	0,008	0,000	0,000
Por peso del agua:	0,208	0,000	0,000
Suma de axiales:	-8,276	2,498	16,466

### **CÁLCULO DE TENSIONES Y DEFORMACIONES:**

#### Cálculo de los factores de corrección por curvatura:

Factor ALFA_ki:	1,0317
Factor ALFA_ka:	0,9683

#### Cálculo de tensiones:

(Tensión de flexotracción en las condiciones de la instalación):

Tensión en la clave:	4,1288 N/mm <sup>2</sup> .
Tensión en los riñones:	4,0696 N/mm <sup>2</sup> .
Tensión en la base:	9,0216 N/mm <sup>2</sup> .

#### Cálculo de deformaciones:

	<u>Corto plazo</u>	<u>Largo plazo</u>	
Variación del diámetro:	-3,6674	-7,2554	mm.
Acortamiento relativo del diámetro vertical:	0,9699	1,9187	%.

### **CÁLCULO DE LA ESTABILIDAD:**

	<u>Corto plazo</u>	<u>Largo plazo</u>	
<u>Carga de tierras:</u>			
Carga crítica de abolladura:	0,8114	0,5651	N/mm <sup>2</sup> .
<u>Presión del agua exterior:</u>			
Coefficiente ALFA_d:	7,6900	9,9336	
Presión del agua extrema:	0,0000	0,0000	N/mm <sup>2</sup> .
Valor crítico de Pa:	0,4922	0,0000	N/mm <sup>2</sup> .

**Cálculo mecánico de tuberías.**

Titulo: PROY. URBANIZACIÓN MILLA DEL CONOCIMIENTO MARGARITA SALAS

Autor: COMPÁS CONSULTORES, S.L.

Hoja: 5

**VERIFICACIÓN:**

Verificación de tensión:

	<u>Coef. calculado</u>		<u>Coef. requerido</u>
	<u>Corto Plazo</u>		
NU Clave:	21,7979		2,0000
NU Riñones:	22,1150		2,0000
NU Base	9,9760		2,0000

Verificación de la estabilidad:

	<u>Coef. calculado</u>		<u>Coef. requerido</u>
	<u>Corto Plazo</u>	<u>Largo Plazo</u>	
NU Carga tierras:	17,2890	9,0962	2,0000
NU Presión Agua externa:	0,0000	0,0000	2,0000
NU simultáneas:	17,2890	9,0962	2,0000

Verificación de deformación:

	<u>Valor calculado</u>		<u>Valor admisible</u>
	<u>Corto Plazo</u>	<u>Largo plazo</u>	
Acortamiento relativo:	0,9699	1,9187	6,0000

**CONCLUSIÓN:**

**TUBO VÁLIDO.**

## **Cálculo mecánico de tuberías.**

Titulo: PROY. URBANIZACIÓN MILLA DEL CONOCIMIENTO MARGARITA SALAS

Autor: COMPÁS CONSULTORES, S.L.

Hoja: 1

### **PARÁMETROS DE CÁLCULO**

#### **CARACTERÍSTICAS DEL TUBO:**

Tipo de conducto:	Saneamiento.
Material:	PVC CORRUGADO.
Clase de material:	SN-8.
Norma:	ATV A 127.
Diámetro normalizado:	400
Diámetro exterior:	400,0 mm.
Diámetro interior:	364,0 mm.
Espesor:	18,0 mm.
Módulo elasticidad Et:	2.000,0 N/mm <sup>2</sup> .
Módulo elasticidad LP Et:	970,0 N/mm <sup>2</sup> .
Peso específico GAMMA:	13,8 kN/m <sup>3</sup> .
Rotura flexotracción:	90,0 N/mm <sup>2</sup> .
Rotura flexotracción I/p:	50,0 N/mm <sup>2</sup> .
Rigidez circunferencial específica:	8,0 kN/m <sup>2</sup> .

#### **CLASE DE SEGURIDAD:**

##### **Coefficiente de seguridad clase B:**

Frente a fallo por rotura:	2.
Frente a la inestabilidad:	2.
Deformación admisible a largo plazo:	6%.

#### **CONDICIONES DE LA ZANJA:**

Tipo de instalación:	Tipo 1: Instalación en zanja o terraplén.
Tipo de instalación (subtipo):	Zanja estrecha.
Altura del relleno (H):	1,07 m.
Anchura de la zanja (B):	1,1 m.
Ángulo del talud (BETA):	90,0 grados.

#### **NIVEL FREÁTICO:**

No existe nivel freático.

#### **CARACTERÍSTICAS DEL APOYO:**

Tipo de apoyo:	Tipo III: Tubo con apoyo granular hasta la clave del tubo.
Ángulo de apoyo:	180,0 grados.
Altura J del apoyo:	0,0 m.
Relación de proyección:	1,0

---

**Cálculo mecánico de tuberías.**

Titulo: PROY. URBANIZACIÓN MILLA DEL CONOCIMIENTO MARGARITA SALAS

Autor: COMPÁS CONSULTORES, S.L.

Hoja: 2

---

**CARACTERÍSTICAS DE LOS SUELOS:****Zona1:**

Tipo de suelo:	Grupo 2.
% Compactación:	90,0%.
E1:	3,0 N/mm2.
GAMMA 1:	20,0 kN/m3.
Ángulo rozamiento interno Ro:	30,0
Ángulo rozamiento relleno Ro':	0,0

**Zona2:**

Tipo de suelo:	Grupo 1.
% Compactación:	90,0%.
E2:	6,0 N/mm2.
GAMMA 2:	20,0 kN/m3.
Coefficiente empuje K1:	0,5
Coefficiente empuje K2:	0,4

**Zona3:**

Tipo de suelo:	Grupo 3.
% Compactación:	100%.
E3:	14,0 N/mm2.

**Zona4:**

Tipo de suelo:	Grupo 3.
% Compactación:	100%.
E4:	14,0 N/mm2.

**SOBRECARGAS VERTICALES (TRÁFICO):**

Tipo de sobrecarga:	Concentrada.
Tipo de vehículo:	HT 60 (PESADO).
Número de ejes:	3
Distancia entre ejes:	2 m.
Distancia entre ruedas:	2 m.
Tipo de firme:	Normal.
Coefficiente (Fi):	1,2
Altura equivalente de tierras:	0,0 m.

## Cálculo mecánico de tuberías.

Título: PROY. URBANIZACIÓN MILLA DEL CONOCIMIENTO MARGARITA SALAS

Autor: COMPÁS CONSULTORES, S.L.

Hoja: 3

### CARGAS QUE SE EMPLEARÁN EN LOS CÁLCULOS:

#### Cargas debidas a la tierra:

Coefficiente carga de tierras (Cz):	1,0
Coefficiente carga de tierras (Cz90):	1,0
Coefficiente (Cn):	0,0
Coefficiente (Cn90):	0,0
Carga vertical tierras (Pe):	21,4 kN/m2.

#### Cargas debidas al tráfico:

Valor FA	100
Valor FE	500
Valor rA:	0,25
Valor rE:	1,82
Carga máx. de Boussinesq (Pf):	46,0 kN/m2.
Factor de corrección (af):	0,92
Carga vertical tráfico (P):	42,39 kN/m2.
Factor de impacto (FI):	1,2
Carga vertical mayorada (Pv):	50,87 kN/m2.

### DISTRIBUCIÓN DE CARGAS:

#### Corrección E2:

Relación B/D:	2,7500
Coefficiente ALFA_bi:	0,0000
Coefficiente ALFA_b:	0,5833
Coefficiente f (HF=00,00):	1,0000
Compactación Dpr:	90,0 %.

	<u>Tensión</u>	<u>Def. c/p.</u>	<u>Def. l/p.</u>
Módulo corregido E2' (N/mm2):	3,5000	2,3333	2,3333

#### Relación de rigidez:

Rigidez del tubo Sr (N/mm2):	0,0640	0,0640	0,0310
Factor de corrección TAU:	1,3850	1,4469	1,4469
Rigidez horizontal SBH (N/mm2):	2,9085	2,0257	2,0257
Rigidez sistema Tubo-Suelo VRB:	0,0220	0,0316	0,0153
Relación Pr. lateral-Pr. Vertical K2:	0,4000	0,4000	0,4000
Rigidez vert. relleno SBV:	3,5000	2,3333	2,3333
Coef. reacción relleno lat. K*:	0,9487	0,8553	1,0268
Coef. def. diam. vert. Cv*:	-0,0226	-0,0286	-0,0176
Relación de rigidez Vs:	0,8097	0,9603	0,7566

Valor Ch1 (2*alfa=180):	0,0833
Valor Ch2 (2*alfa=180):	-0,0658
Valor Cv1 (2*alfa=180):	-0,0833
Valor Cv2 (2*alfa=180):	0,0640

#### Factores de concentración:

	<u>Tensión</u>	<u>Def. c/p.</u>	<u>Def. l/p.</u>
Descarga relativa efectiva a':	0,8571	1,2857	1,2857
Máximo factor de concentración	1,3221	1,4997	1,4997
Factor concentración LANDA_R:	0,9909	1,0647	1,0040
Factor concentración LANDA_B:	1,0030	0,9784	0,9987

#### Influencia de la anchura de la zanja:

Factor concentración LANDA_RG:	0,9947	1,0378	1,0023
--------------------------------	--------	--------	--------

#### Factor límite del factor de concentración:

Límite superior LANDA_f0:	3,8395	3,8395	3,8395
Límite inferior LANDA_fu:	0,5093	0,5093	0,5093

## **Cálculo mecánico de tuberías.**

Titulo: PROY. URBANIZACIÓN MILLA DEL CONOCIMIENTO MARGARITA SALAS

Autor: COMPÁS CONSULTORES, S.L.

Hoja: 4

### **CARGAS DE CÁLCULO:**

	<u>Tensión</u>	<u>Def. c/p.</u>	<u>Def. l/p.</u>
Carga vertical sobre tubo Qvt:	72,1567	22,2082	72,3203
Componente carga relleno Qh:	10,1859	9,9753	10,1485
Componente carga deformación Qh*:	58,7918	10,4627	63,8400

### **CÁLCULO DE ESFUERZOS:**

Tipo III ->  $2 \cdot \alpha = 180$

<u>Momentos (kN*m/m)</u>	<u>Clave</u>	<u>Riñones</u>	<u>Base</u>
Por carga vertical:	0,645	-0,645	0,645
Por carga horizontal:	-0,091	0,091	-0,091
Por reacción horizontal:	-0,380	0,437	-0,380
Por peso propio:	0,003	-0,003	0,004
Por peso del agua:	0,012	-0,013	0,015
Suma de momentos:	0,188	-0,133	0,192
<u>Axiales (kN/m)</u>	<u>Clave</u>	<u>Riñones</u>	<u>Base</u>
Por carga vertical:	0,000	2,933	19,332
Por carga horizontal:	-1,926	0,000	0,000
Por reacción horizontal:	-6,414	0,000	0,000
Por peso propio:	0,008	0,000	0,000
Por peso del agua:	0,208	0,000	0,000
Suma de axiales:	-8,123	2,933	19,332

### **CÁLCULO DE TENSIONES Y DEFORMACIONES:**

#### Cálculo de los factores de corrección por curvatura:

Factor ALFA_ki:	1,0317
Factor ALFA_ka:	0,9683

#### Cálculo de tensiones:

(Tensión de flexotracción en las condiciones de la instalación):

Tensión en la clave:	8,1524 N/mm <sup>2</sup> .
Tensión en los riñones:	7,0045 N/mm <sup>2</sup> .
Tensión en la base:	13,5587 N/mm <sup>2</sup> .

#### Cálculo de deformaciones:

	<u>Corto plazo</u>	<u>Largo plazo</u>	
Variación del diámetro:	-2,0644	-13,3171	mm.
Acortamiento relativo del diámetro vertical:	0,5459	3,5217	%.

### **CÁLCULO DE LA ESTABILIDAD:**

	<u>Corto plazo</u>	<u>Largo plazo</u>	
<u>Carga de tierras:</u>			
Carga crítica de abolladura:	0,7201	0,5015	N/mm <sup>2</sup> .
<u>Presión del agua exterior:</u>			
Coefficiente ALFA_d:	6,9600	9,2306	
Presión del agua extrema:	0,0000	0,0000	N/mm <sup>2</sup> .
Valor crítico de Pa:	0,4454	0,0000	N/mm <sup>2</sup> .

---

**Cálculo mecánico de tuberías.**

Titulo: PROY. URBANIZACIÓN MILLA DEL CONOCIMIENTO MARGARITA SALAS

Autor: COMPÁS CONSULTORES, S.L.

Hoja: 5

---

**VERIFICACIÓN:****Verificación de tensión:**

	<u>Coef. calculado</u>		<u>Coef. requerido</u>
	<u>Corto Plazo</u>		
NU Clave:	11,0396		2,0000
NU Riñones:	12,8489		2,0000
NU Base	6,6378		2,0000

**Verificación de la estabilidad:**

	<u>Coef. calculado</u>		<u>Coef. requerido</u>
	<u>Corto Plazo</u>	<u>Largo Plazo</u>	
NU Carga tierras:	32,4259	6,9345	2,0000
NU Presión Agua externa:	0,0000	0,0000	2,0000
NU simultáneas:	32,4259	6,9345	2,0000

**Verificación de deformación:**

	<u>Valor calculado</u>		<u>Valor admisible</u>
	<u>Corto Plazo</u>	<u>Largo plazo</u>	
Acortamiento relativo:	0,5459	3,5217	6,0000

**CONCLUSIÓN:****TUBO VÁLIDO.**

---

**Cálculo mecánico de tuberías.**

Título: PROY. URBANIZACIÓN MILLA DEL CONOCIMIENTO MARGARITA SALAS

Autor: COMPÁS CONSULTORES, S.L.

Hoja: 1

---

**PARÁMETROS DE CÁLCULO****CARACTERÍSTICAS DEL TUBO:**

Tipo de conducto:	Saneamiento.
Material:	PVC CORRUGADO.
Clase de material:	SN-8.
Norma:	ATV A 127.
Diámetro normalizado:	500
Diámetro exterior:	500,0 mm.
Diámetro interior:	452,0 mm.
Espesor:	24,1 mm.
Módulo elasticidad Et:	1.800,0 N/mm <sup>2</sup> .
Módulo elasticidad LP Et:	875,0 N/mm <sup>2</sup> .
Peso específico GAMMA:	13,8 kN/m <sup>3</sup> .
Rotura flexotracción:	90,0 N/mm <sup>2</sup> .
Rotura flexotracción l/p:	50,0 N/mm <sup>2</sup> .
Rigidez circunferencial específica:	8,0 kN/m <sup>2</sup> .

**CLASE DE SEGURIDAD:****Coefficiente de seguridad clase B:**

Frente a fallo por rotura:	2.
Frente a la inestabilidad:	2.
Deformación admisible a largo plazo:	6%.

**CONDICIONES DE LA ZANJA:**

Tipo de instalación:	Tipo 2: Instalación en zanja terraplenada.
Tipo de instalación (subtipo):	Zanja terraplenada.
Altura recubrimiento por encima de la generatriz superior (H1):	1,0 m.
Altura del recubrimiento por encima del terraplén (H2):	2,3 m.
Anchura de la zanja al nivel de la generatriz superior (B):	1,6 m.
Ángulo de las paredes de la zanja (BETA):	90,0 grados.

**NIVEL FREÁTICO:**

No existe nivel freático.

**CARACTERÍSTICAS DEL APOYO:**

Tipo de apoyo:	Tipo III: Tubo con apoyo granular hasta la clave del tubo.
Ángulo de apoyo:	180,0 grados.
Altura J del apoyo:	0,0 m.
Relación de proyección:	1,0

---

**Cálculo mecánico de tuberías.**

Titulo: PROY. URBANIZACIÓN MILLA DEL CONOCIMIENTO MARGARITA SALAS

Autor: COMPÁS CONSULTORES, S.L.

Hoja: 2

---

**CARACTERÍSTICAS DE LOS SUELOS:****Zona1:**

Tipo de suelo:	Grupo 2.
% Compactación:	90,0%.
E1:	3,0 N/mm2.
GAMMA 1:	20,0 kN/m3.
Ángulo rozamiento interno Ro:	30,0
Ángulo rozamiento relleno Ro':	0,0

**Zona2:**

Tipo de suelo:	Grupo 1.
% Compactación:	90,0%.
E2:	6,0 N/mm2.
GAMMA 2:	20,0 kN/m3.
Coefficiente empuje K1:	0,5
Coefficiente empuje K2:	0,4

**Zona3:**

Tipo de suelo:	Grupo 3.
% Compactación:	100%.
E3:	14,0 N/mm2.

**Zona4:**

Tipo de suelo:	Grupo 3.
% Compactación:	100%.
E4:	14,0 N/mm2.

**SOBRECARGAS VERTICALES (TRÁFICO):**

Tipo de sobrecarga:	Concentrada.
Tipo de vehículo:	HT 60 (PESADO).
Número de ejes:	3
Distancia entre ejes:	2 m.
Distancia entre ruedas:	2 m.
Tipo de firme:	Normal.
Coefficiente (Fi):	1,2
Altura equivalente de tierras:	0,0 m.

## Cálculo mecánico de tuberías.

Título: PROY. URBANIZACIÓN MILLA DEL CONOCIMIENTO MARGARITA SALAS

Autor: COMPÁS CONSULTORES, S.L.

Hoja: 3

### CARGAS QUE SE EMPLEARÁN EN LOS CÁLCULOS:

#### Cargas debidas a la tierra:

Coefficiente carga de tierras (Cz):	1,0
Coefficiente carga de tierras (Cz90):	1,0
Coefficiente (Cn):	0,0
Coefficiente (Cn90):	0,0
Carga vertical tierras (Pe):	20,0 kN/m2.

#### Cargas debidas al tráfico:

Valor FA	100
Valor FE	500
Valor rA:	0,25
Valor rE:	1,82
Carga máx. de Boussinesq (Pf):	15,64 kN/m2.
Factor de corrección (af):	1,0
Carga vertical tráfico (P):	15,63 kN/m2.
Factor de impacto (FI):	1,2
Carga vertical mayorada (Pv):	18,76 kN/m2.

### DISTRIBUCIÓN DE CARGAS:

#### Corrección E2:

Relación B/D:	3,2000
Coefficiente ALFA_bi:	0,0000
Coefficiente ALFA_b:	0,7333
Coefficiente f (HF=00,00):	1,0000
Compactación Dpr:	90,0 %.

	<u>Tensión</u>	<u>Def. c/p.</u>	<u>Def. l/p.</u>
Módulo corregido E2' (N/mm2):	4,4000	2,9333	2,9333

#### Relación de rigidez:

Rigidez del tubo Sr (N/mm2):	0,0640	0,0640	0,0311
Factor de corrección TAU:	1,2408	1,2882	1,2882
Rigidez horizontal SBH (N/mm2):	3,2757	2,2672	2,2672
Rigidez sistema Tubo-Suelo VRB:	0,0195	0,0282	0,0137
Relación Pr. lateral-Pr. Vertical K2:	0,4000	0,4000	0,4000
Rigidez vert. relleno SBV:	4,4000	2,9333	2,9333
Coef. reacción relleno lat. K*:	0,9761	0,8859	1,0475
Coef. def. diam. vert. Cv*:	-0,0208	-0,0266	-0,0163
Relación de rigidez Vs:	0,6983	0,8202	0,6523

Valor Ch1 (2*alfa=180):	0,0833
Valor Ch2 (2*alfa=180):	-0,0658
Valor Cv1 (2*alfa=180):	-0,0833
Valor Cv2 (2*alfa=180):	0,0640

#### Factores de concentración:

	<u>Tensión</u>	<u>Def. c/p.</u>	<u>Def. l/p.</u>
Descarga relativa efectiva a':	0,6818	1,0227	1,0227
Máximo factor de concentración	1,3779	1,6021	1,6021
Factor concentración LANDA_R:	0,9315	1,0091	0,9451
Factor concentración LANDA_B:	1,0228	0,9970	1,0183

#### Influencia de la anchura de la zanja:

Factor concentración LANDA_RG:	0,9498	1,0067	0,9597
--------------------------------	--------	--------	--------

#### Factor límite del factor de concentración:

Límite superior LANDA_f0:	3,5050	3,5050	3,5050
Límite inferior LANDA_fu:	0,2566	0,2566	0,2566

## **Cálculo mecánico de tuberías.**

Titulo: PROY. URBANIZACIÓN MILLA DEL CONOCIMIENTO MARGARITA SALAS

Autor: COMPÁS CONSULTORES, S.L.

Hoja: 4

### **CARGAS DE CÁLCULO:**

	<u>Tensión</u>	<u>Def. c/p.</u>	<u>Def. l/p.</u>
Carga vertical sobre tubo Qvt:	37,7549	20,1334	37,9537
Componente carga relleno Qh:	10,1826	9,9757	10,1464
Componente carga deformación Qh*:	26,9139	8,9987	29,1283

### **CÁLCULO DE ESFUERZOS:**

Tipo III ->  $2 \cdot \alpha = 180$

<u>Momentos (kN*m/m)</u>	<u>Clave</u>	<u>Riñones</u>	<u>Base</u>
Por carga vertical:	0,521	-0,521	0,521
Por carga horizontal:	-0,140	0,140	-0,140
Por reacción horizontal:	-0,269	0,309	-0,269
Por peso propio:	0,006	-0,007	0,008
Por peso del agua:	0,022	-0,025	0,029
Suma de momentos:	0,140	-0,104	0,148
<u>Axiales (kN/m)</u>	<u>Clave</u>	<u>Riñones</u>	<u>Base</u>
Por carga vertical:	0,000	1,907	12,568
Por carga horizontal:	-2,392	0,000	0,000
Por reacción horizontal:	-3,648	0,000	0,000
Por peso propio:	0,013	0,000	0,000
Por peso del agua:	0,322	0,000	0,000
Suma de axiales:	-5,706	1,907	12,568

### **CÁLCULO DE TENSIONES Y DEFORMACIONES:**

#### Cálculo de los factores de corrección por curvatura:

Factor ALFA_ki:	1,0342
Factor ALFA_ka:	0,9658

#### Cálculo de tensiones:

(Tensión de flexotracción en las condiciones de la instalación):

Tensión en la clave:	3,7030 N/mm <sup>2</sup> .
Tensión en los riñones:	3,4853 N/mm <sup>2</sup> .
Tensión en la base:	6,8254 N/mm <sup>2</sup> .

#### Cálculo de deformaciones:

	<u>Corto plazo</u>	<u>Largo plazo</u>	
Variación del diámetro:	-1,9838	-6,8285	mm.
Acortamiento relativo del diámetro vertical:	0,4222	1,4533	%.

### **CÁLCULO DE LA ESTABILIDAD:**

	<u>Corto plazo</u>	<u>Largo plazo</u>	
<u>Carga de tierras:</u>			
Carga crítica de abolladura:	0,7618	0,5312	N/mm <sup>2</sup> .
<u>Presión del agua exterior:</u>			
Coefficiente ALFA_d:	7,2600	9,4337	
Presión del agua extrema:	0,0000	0,0000	N/mm <sup>2</sup> .
Valor crítico de Pa:	0,4646	0,0000	N/mm <sup>2</sup> .

---

**Cálculo mecánico de tuberías.**

Titulo: PROY. URBANIZACIÓN MILLA DEL CONOCIMIENTO MARGARITA SALAS

Autor: COMPÁS CONSULTORES, S.L.

Hoja: 5

---

**VERIFICACIÓN:****Verificación de tensión:**

	<u>Coef. calculado</u>		<u>Coef. requerido</u>
	<u>Corto Plazo</u>		
NU Clave:	24,3045		2,0000
NU Riñones:	25,8230		2,0000
NU Base	13,1860		2,0000

**Verificación de la estabilidad:**

	<u>Coef. calculado</u>		<u>Coef. requerido</u>
	<u>Corto Plazo</u>	<u>Largo Plazo</u>	
NU Carga tierras:	37,8395	13,9951	2,0000
NU Presión Agua externa:	0,0000	0,0000	2,0000
NU simultáneas:	37,8395	13,9951	2,0000

**Verificación de deformación:**

	<u>Valor calculado</u>		<u>Valor admisible</u>
	<u>Corto Plazo</u>	<u>Largo plazo</u>	
Acortamiento relativo:	0,4222	1,4533	6,0000

**CONCLUSIÓN:****TUBO VÁLIDO.**

---

**Cálculo mecánico de tuberías.**

Título: PROY. URBANIZACIÓN MILLA DEL CONOCIMIENTO MARGARITA SALAS

Autor: COMPÁS CONSULTORES, S.L.

Hoja: 1

---

**PARÁMETROS DE CÁLCULO****CARACTERÍSTICAS DEL TUBO:**

Tipo de conducto:	Saneamiento.
Material:	PVC CORRUGADO.
Clase de material:	SN-8.
Norma:	ATV A 127.
Diámetro normalizado:	500
Diámetro exterior:	500,0 mm.
Diámetro interior:	452,0 mm.
Espesor:	24,1 mm.
Módulo elasticidad Et:	1.800,0 N/mm <sup>2</sup> .
Módulo elasticidad LP Et:	875,0 N/mm <sup>2</sup> .
Peso específico GAMMA:	13,8 kN/m <sup>3</sup> .
Rotura flexotracción:	90,0 N/mm <sup>2</sup> .
Rotura flexotracción l/p:	50,0 N/mm <sup>2</sup> .
Rigidez circunferencial específica:	8,0 kN/m <sup>2</sup> .

**CLASE DE SEGURIDAD:****Coefficiente de seguridad clase B:**

Frente a fallo por rotura:	2.
Frente a la inestabilidad:	2.
Deformación admisible a largo plazo:	6%.

**CONDICIONES DE LA ZANJA:**

Tipo de instalación:	Tipo 1: Instalación en zanja o terraplén.
Tipo de instalación (subtipo):	Zanja estrecha.
Altura del relleno (H):	1,34 m.
Anchura de la zanja (B):	1,6 m.
Ángulo del talud (BETA):	90,0 grados.

**NIVEL FREÁTICO:**

No existe nivel freático.

**CARACTERÍSTICAS DEL APOYO:**

Tipo de apoyo:	Tipo III: Tubo con apoyo granular hasta la clave del tubo.
Ángulo de apoyo:	180,0 grados.
Altura J del apoyo:	0,0 m.
Relación de proyección:	1,0

---

**Cálculo mecánico de tuberías.**

Titulo: PROY. URBANIZACIÓN MILLA DEL CONOCIMIENTO MARGARITA SALAS

Autor: COMPÁS CONSULTORES, S.L.

Hoja: 2

---

**CARACTERÍSTICAS DE LOS SUELOS:****Zona1:**

Tipo de suelo:	Grupo 2.
% Compactación:	90,0%.
E1:	3,0 N/mm <sup>2</sup> .
GAMMA 1:	20,0 kN/m <sup>3</sup> .
Ángulo rozamiento interno Ro:	30,0
Ángulo rozamiento relleno Ro':	0,0

**Zona2:**

Tipo de suelo:	Grupo 1.
% Compactación:	90,0%.
E2:	6,0 N/mm <sup>2</sup> .
GAMMA 2:	20,0 kN/m <sup>3</sup> .
Coefficiente empuje K1:	0,5
Coefficiente empuje K2:	0,4

**Zona3:**

Tipo de suelo:	Grupo 3.
% Compactación:	100%.
E3:	14,0 N/mm <sup>2</sup> .

**Zona4:**

Tipo de suelo:	Grupo 3.
% Compactación:	100%.
E4:	14,0 N/mm <sup>2</sup> .

**SOBRECARGAS VERTICALES (TRÁFICO):**

Tipo de sobrecarga:	Concentrada.
Tipo de vehículo:	HT 60 (PESADO).
Número de ejes:	3
Distancia entre ejes:	2 m.
Distancia entre ruedas:	2 m.
Tipo de firme:	Normal.
Coefficiente (Fi):	1,2
Altura equivalente de tierras:	0,0 m.

## Cálculo mecánico de tuberías.

Título: PROY. URBANIZACIÓN MILLA DEL CONOCIMIENTO MARGARITA SALAS

Autor: COMPÁS CONSULTORES, S.L.

Hoja: 3

### CARGAS QUE SE EMPLEARÁN EN LOS CÁLCULOS:

#### Cargas debidas a la tierra:

Coefficiente carga de tierras (Cz):	1,0
Coefficiente carga de tierras (Cz90):	1,0
Coefficiente (Cn):	0,0
Coefficiente (Cn90):	0,0
Carga vertical tierras (Pe):	26,8 kN/m2.

#### Cargas debidas al tráfico:

Valor FA	100
Valor FE	500
Valor rA:	0,25
Valor rE:	1,82
Carga máx. de Boussinesq (Pf):	35,22 kN/m2.
Factor de corrección (af):	0,96
Carga vertical tráfico (P):	33,67 kN/m2.
Factor de impacto (FI):	1,2
Carga vertical mayorada (Pv):	40,4 kN/m2.

### DISTRIBUCIÓN DE CARGAS:

#### Corrección E2:

Relación B/D:	3,2000
Coefficiente ALFA_bi:	0,0000
Coefficiente ALFA_b:	0,7333
Coefficiente f (HF=00,00):	1,0000
Compactación Dpr:	90,0 %.

	<u>Tensión</u>	<u>Def. c/p.</u>	<u>Def. l/p.</u>
Módulo corregido E2' (N/mm2):	4,4000	2,9333	2,9333

#### Relación de rigidez:

Rigidez del tubo Sr (N/mm2):	0,0640	0,0640	0,0311
Factor de corrección TAU:	1,2408	1,2882	1,2882
Rigidez horizontal SBH (N/mm2):	3,2757	2,2672	2,2672
Rigidez sistema Tubo-Suelo VRB:	0,0195	0,0282	0,0137
Relación Pr. lateral-Pr. Vertical K2:	0,4000	0,4000	0,4000
Rigidez vert. relleno SBV:	4,4000	2,9333	2,9333
Coef. reacción relleno lat. K*:	0,9761	0,8859	1,0475
Coef. def. diam. vert. Cv*:	-0,0208	-0,0266	-0,0163
Relación de rigidez Vs:	0,6983	0,8202	0,6523

Valor Ch1 (2*alfa=180):	0,0833
Valor Ch2 (2*alfa=180):	-0,0658
Valor Cv1 (2*alfa=180):	-0,0833
Valor Cv2 (2*alfa=180):	0,0640

#### Factores de concentración:

	<u>Tensión</u>	<u>Def. c/p.</u>	<u>Def. l/p.</u>
Descarga relativa efectiva a':	0,6818	1,0227	1,0227
Máximo factor de concentración	1,2484	1,3915	1,3915
Factor concentración LANDA_R:	0,9459	1,0072	0,9552
Factor concentración LANDA_B:	1,0180	0,9976	1,0149

#### Influencia de la anchura de la zanja:

Factor concentración LANDA_RG:	0,9603	1,0053	0,9672
--------------------------------	--------	--------	--------

#### Factor límite del factor de concentración:

Límite superior LANDA_f0:	3,7990	3,7990	3,7990
Límite inferior LANDA_fu:	0,5087	0,5087	0,5087

## **Cálculo mecánico de tuberías.**

Titulo: PROY. URBANIZACIÓN MILLA DEL CONOCIMIENTO MARGARITA SALAS

Autor: COMPÁS CONSULTORES, S.L.

Hoja: 4

### **CARGAS DE CÁLCULO:**

	<u>Tensión</u>	<u>Def. c/p.</u>	<u>Def. l/p.</u>
Carga vertical sobre tubo Qvt:	66,1368	26,9423	66,3201
Componente carga relleno Qh:	12,9134	12,6941	12,8801
Componente carga deformación Qh*:	51,9523	12,6225	55,9787

### **CÁLCULO DE ESFUERZOS:**

Tipo III ->  $2 \cdot \alpha = 180$

<u>Momentos (kN*m/m)</u>	<u>Clave</u>	<u>Riñones</u>	<u>Base</u>
Por carga vertical:	0,913	-0,913	0,913
Por carga horizontal:	-0,178	0,178	-0,178
Por reacción horizontal:	-0,519	0,596	-0,519
Por peso propio:	0,006	-0,007	0,008
Por peso del agua:	0,022	-0,025	0,029
Suma de momentos:	0,244	-0,171	0,252
<u>Axiales (kN/m)</u>	<u>Clave</u>	<u>Riñones</u>	<u>Base</u>
Por carga vertical:	0,000	3,341	22,017
Por carga horizontal:	-3,034	0,000	0,000
Por reacción horizontal:	-7,042	0,000	0,000
Por peso propio:	0,013	0,000	0,000
Por peso del agua:	0,322	0,000	0,000
Suma de axiales:	-9,741	3,341	22,017

### **CÁLCULO DE TENSIONES Y DEFORMACIONES:**

#### Cálculo de los factores de corrección por curvatura:

Factor ALFA_ki:	1,0342
Factor ALFA_ka:	0,9658

#### Cálculo de tensiones:

(Tensión de flexotracción en las condiciones de la instalación):

Tensión en la clave:	6,4740 N/mm <sup>2</sup> .
Tensión en los riñones:	5,7452 N/mm <sup>2</sup> .
Tensión en la base:	11,7071 N/mm <sup>2</sup> .

#### Cálculo de deformaciones:

	<u>Corto plazo</u>	<u>Largo plazo</u>	
Variación del diámetro:	-2,7827	-13,1230	mm.
Acortamiento relativo del diámetro vertical:	0,5922	2,7930	%.

### **CÁLCULO DE LA ESTABILIDAD:**

	<u>Corto plazo</u>	<u>Largo plazo</u>	
<u>Carga de tierras:</u>			
Carga crítica de abolladura:	0,7618	0,5312	N/mm <sup>2</sup> .
<u>Presión del agua exterior:</u>			
Coefficiente ALFA_d:	7,2600	9,4337	
Presión del agua extrema:	0,0000	0,0000	N/mm <sup>2</sup> .
Valor crítico de Pa:	0,4646	0,0000	N/mm <sup>2</sup> .

---

**Cálculo mecánico de tuberías.**

Titulo: PROY. URBANIZACIÓN MILLA DEL CONOCIMIENTO MARGARITA SALAS

Autor: COMPÁS CONSULTORES, S.L.

Hoja: 5

---

**VERIFICACIÓN:****Verificación de tensión:**

	<u>Coef. calculado</u>		<u>Coef. requerido</u>
	<u>Corto Plazo</u>		
NU Clave:	13,9018		2,0000
NU Riñones:	15,6654		2,0000
NU Base	7,6876		2,0000

**Verificación de la estabilidad:**

	<u>Coef. calculado</u>		<u>Coef. requerido</u>
	<u>Corto Plazo</u>	<u>Largo Plazo</u>	
NU Carga tierras:	28,2767	8,0091	2,0000
NU Presión Agua externa:	0,0000	0,0000	2,0000
NU simultáneas:	28,2767	8,0091	2,0000

**Verificación de deformación:**

	<u>Valor calculado</u>		<u>Valor admisible</u>
	<u>Corto Plazo</u>	<u>Largo plazo</u>	
Acortamiento relativo:	0,5922	2,7930	6,0000

**CONCLUSIÓN:****TUBO VÁLIDO.**

## **Cálculo mecánico de tuberías.**

Titulo: PROY. URBANIZACIÓN MILLA DEL CONOCIMIENTO MARGARITA SALAS

Autor: COMPÁS CONSULTORES, S.L.

Hoja: 1

### **PARÁMETROS DE CÁLCULO**

#### **CARACTERÍSTICAS DEL TUBO:**

Tipo de conducto:	Saneamiento.
Material:	PVC CORRUGADO.
Clase de material:	SN-8.
Norma:	ATV A 127.
Diámetro normalizado:	600
Diámetro exterior:	649,0 mm.
Diámetro interior:	590,0 mm.
Espesor:	29,6 mm.
Módulo elasticidad Et:	1.800,0 N/mm <sup>2</sup> .
Módulo elasticidad LP Et:	875,0 N/mm <sup>2</sup> .
Peso específico GAMMA:	13,8 kN/m <sup>3</sup> .
Rotura flexotracción:	90,0 N/mm <sup>2</sup> .
Rotura flexotracción l/p:	50,0 N/mm <sup>2</sup> .
Rigidez circunferencial específica:	8,0 kN/m <sup>2</sup> .

#### **CLASE DE SEGURIDAD:**

<u>Coeficiente de seguridad clase B:</u>	
Frente a fallo por rotura:	2.
Frente a la inestabilidad:	2.
Deformación admisible a largo plazo:	6%.

#### **CONDICIONES DE LA ZANJA:**

Tipo de instalación:	Tipo 2: Instalación en zanja terraplenada.
Tipo de instalación (subtipo):	Zanja terraplenada.
Altura recubrimiento por encima de la generatriz superior (H1):	1,19 m.
Altura del recubrimiento por encima del terraplén (H2):	1,0 m.
Anchura de la zanja al nivel de la generatriz superior (B):	1,73 m.
Ángulo de las paredes de la zanja (BETA):	90,0 grados.

#### **NIVEL FREÁTICO:**

No existe nivel freático.

#### **CARACTERÍSTICAS DEL APOYO:**

Tipo de apoyo:	Tipo III: Tubo con apoyo granular hasta la clave del tubo.
Ángulo de apoyo:	180,0 grados.
Altura J del apoyo:	0,0 m.
Relación de proyección:	1,0

---

**Cálculo mecánico de tuberías.**

Titulo: PROY. URBANIZACIÓN MILLA DEL CONOCIMIENTO MARGARITA SALAS

Autor: COMPÁS CONSULTORES, S.L.

Hoja: 2

---

**CARACTERÍSTICAS DE LOS SUELOS:****Zona1:**

Tipo de suelo:	Grupo 2.
% Compactación:	90,0%.
E1:	3,0 N/mm2.
GAMMA 1:	20,0 kN/m3.
Ángulo rozamiento interno Ro:	30,0
Ángulo rozamiento relleno Ro':	0,0

**Zona2:**

Tipo de suelo:	Grupo 1.
% Compactación:	90,0%.
E2:	6,0 N/mm2.
GAMMA 2:	20,0 kN/m3.
Coefficiente empuje K1:	0,5
Coefficiente empuje K2:	0,4

**Zona3:**

Tipo de suelo:	Grupo 3.
% Compactación:	100%.
E3:	14,0 N/mm2.

**Zona4:**

Tipo de suelo:	Grupo 3.
% Compactación:	100%.
E4:	14,0 N/mm2.

**SOBRECARGAS VERTICALES (TRÁFICO):**

Tipo de sobrecarga:	Concentrada.
Tipo de vehículo:	HT 60 (PESADO).
Número de ejes:	3
Distancia entre ejes:	2 m.
Distancia entre ruedas:	2 m.
Tipo de firme:	Normal.
Coefficiente (Fi):	1,2
Altura equivalente de tierras:	0,0 m.

## Cálculo mecánico de tuberías.

Título: PROY. URBANIZACIÓN MILLA DEL CONOCIMIENTO MARGARITA SALAS

Autor: COMPÁS CONSULTORES, S.L.

Hoja: 3

### CARGAS QUE SE EMPLEARÁN EN LOS CÁLCULOS:

#### Cargas debidas a la tierra:

Coefficiente carga de tierras (Cz):	1,0
Coefficiente carga de tierras (Cz90):	1,0
Coefficiente (Cn):	0,0
Coefficiente (Cn90):	0,0
Carga vertical tierras (Pe):	23,8 kN/m2.

#### Cargas debidas al tráfico:

Valor FA	100
Valor FE	500
Valor rA:	0,25
Valor rE:	1,82
Carga máx. de Boussinesq (Pf):	23,19 kN/m2.
Factor de corrección (af):	0,99
Carga vertical tráfico (P):	23,06 kN/m2.
Factor de impacto (FI):	1,2
Carga vertical mayorada (Pv):	27,67 kN/m2.

### DISTRIBUCIÓN DE CARGAS:

#### Corrección E2:

Relación B/D:	2,6656
Coefficiente ALFA_bi:	0,0000
Coefficiente ALFA_b:	0,5552
Coefficiente f (HF=00,00):	1,0000
Compactación Dpr:	90,0 %.

	<u>Tensión</u>	<u>Def. c/p.</u>	<u>Def. l/p.</u>
Módulo corregido E2' (N/mm2):	3,3313	2,2209	2,2209

#### Relación de rigidez:

Rigidez del tubo Sr (N/mm2):	0,0640	0,0640	0,0311
Factor de corrección TAU:	1,4216	1,4868	1,4868
Rigidez horizontal SBH (N/mm2):	2,8414	1,9812	1,9812
Rigidez sistema Tubo-Suelo VRB:	0,0225	0,0323	0,0157
Relación Pr. lateral-Pr. Vertical K2:	0,4000	0,4000	0,4000
Rigidez vert. relleno SBV:	3,3313	2,2209	2,2209
Coef. reacción relleno lat. K*:	0,9431	0,8491	1,0220
Coef. def. diam. vert. Cv*:	-0,0229	-0,0290	-0,0179
Relación de rigidez Vs:	0,8375	0,9952	0,7831

Valor Ch1 (2*alfa=180):	0,0833
Valor Ch2 (2*alfa=180):	-0,0658
Valor Cv1 (2*alfa=180):	-0,0833
Valor Cv2 (2*alfa=180):	0,0640

#### Factores de concentración:

	<u>Tensión</u>	<u>Def. c/p.</u>	<u>Def. l/p.</u>
Descarga relativa efectiva a':	0,9006	1,3508	1,3508
Máximo factor de concentración	1,3873	1,6005	1,6005
Factor concentración LANDA_R:	1,0018	1,0849	1,0174
Factor concentración LANDA_B:	0,9994	0,9717	0,9942

#### Influencia de la anchura de la zanja:

Factor concentración LANDA_RG:	1,0010	1,0472	1,0096
--------------------------------	--------	--------	--------

#### Factor límite del factor de concentración:

Límite superior LANDA_f0:	3,6715	3,6715	3,6715
Límite inferior LANDA_fu:	0,4401	0,4401	0,4401

## **Cálculo mecánico de tuberías.**

Título: PROY. URBANIZACIÓN MILLA DEL CONOCIMIENTO MARGARITA SALAS

Autor: COMPÁS CONSULTORES, S.L.

Hoja: 4

### **CARGAS DE CÁLCULO:**

	<u>Tensión</u>	<u>Def. c/p.</u>	<u>Def. l/p.</u>
Carga vertical sobre tubo Qvt:	51,4987	24,9225	51,7039
Componente carga relleno Qh:	12,1101	11,8464	12,0609
Componente carga deformación Qh*:	37,1478	11,1028	40,5168

### **CÁLCULO DE ESFUERZOS:**

Tipo III ->  $2 \cdot \alpha = 180$

<u>Momentos (kN*m/m)</u>	<u>Clave</u>	<u>Riñones</u>	<u>Base</u>
Por carga vertical:	1,206	-1,206	1,206
Por carga horizontal:	-0,283	0,283	-0,283
Por reacción horizontal:	-0,630	0,724	-0,630
Por peso propio:	0,013	-0,015	0,017
Por peso del agua:	0,049	-0,056	0,063
Suma de momentos:	0,355	-0,270	0,372
<u>Axiales (kN/m)</u>	<u>Clave</u>	<u>Riñones</u>	<u>Base</u>
Por carga vertical:	0,000	3,388	22,330
Por carga horizontal:	-3,706	0,000	0,000
Por reacción horizontal:	-6,559	0,000	0,000
Por peso propio:	0,021	0,000	0,000
Por peso del agua:	0,546	0,000	0,000
Suma de axiales:	-9,698	3,388	22,330

### **CÁLCULO DE TENSIONES Y DEFORMACIONES:**

#### Cálculo de los factores de corrección por curvatura:

Factor ALFA_ki:	1,0322
Factor ALFA_ka:	0,9678

#### Cálculo de tensiones:

(Tensión de flexotracción en las condiciones de la instalación):

Tensión en la clave:	5,8454 N/mm <sup>2</sup> .
Tensión en los riñones:	5,2665 N/mm <sup>2</sup> .
Tensión en la base:	9,6100 N/mm <sup>2</sup> .

#### Cálculo de deformaciones:

	<u>Corto plazo</u>	<u>Largo plazo</u>	
Variación del diámetro:	-3,6209	-13,9507	mm.
Acortamiento relativo del diámetro vertical:	0,5916	2,2795	%.

### **CÁLCULO DE LA ESTABILIDAD:**

	<u>Corto plazo</u>	<u>Largo plazo</u>	
<u>Carga de tierras:</u>			
Carga crítica de abolladura:	0,7122	0,4965	N/mm <sup>2</sup> .
<u>Presión del agua exterior:</u>			
Coefficiente ALFA_d:	6,8700	9,1332	
Presión del agua extrema:	0,0000	0,0000	N/mm <sup>2</sup> .
Valor crítico de Pa:	0,4397	0,0000	N/mm <sup>2</sup> .

---

**Cálculo mecánico de tuberías.**

Título: PROY. URBANIZACIÓN MILLA DEL CONOCIMIENTO MARGARITA SALAS

Autor: COMPÁS CONSULTORES, S.L.

Hoja: 5

---

**VERIFICACIÓN:****Verificación de tensión:**

	<u>Coef. calculado</u>		<u>Coef. requerido</u>
	<u>Corto Plazo</u>		
NU Clave:	15,3966		2,0000
NU Riñones:	17,0893		2,0000
NU Base	9,3652		2,0000

**Verificación de la estabilidad:**

	<u>Coef. calculado</u>		<u>Coef. requerido</u>
	<u>Corto Plazo</u>	<u>Largo Plazo</u>	
NU Carga tierras:	28,5751	9,6034	2,0000
NU Presión Agua externa:	0,0000	0,0000	2,0000
NU simultáneas:	28,5751	9,6034	2,0000

**Verificación de deformación:**

	<u>Valor calculado</u>		<u>Valor admisible</u>
	<u>Corto Plazo</u>	<u>Largo plazo</u>	
Acortamiento relativo:	0,5916	2,2795	6,0000

**CONCLUSIÓN:****TUBO VÁLIDO.**

---

**Cálculo mecánico de tuberías.**

Título: PROY. URBANIZACIÓN MILLA DEL CONOCIMIENTO MARGARITA SALAS

Autor: COMPÁS CONSULTORES, S.L.

Hoja: 1

---

**PARÁMETROS DE CÁLCULO****CARACTERÍSTICAS DEL TUBO:**

Tipo de conducto:	Saneamiento.
Material:	PVC CORRUGADO.
Clase de material:	SN-8.
Norma:	ATV A 127.
Diámetro normalizado:	600
Diámetro exterior:	649,0 mm.
Diámetro interior:	590,0 mm.
Espesor:	29,6 mm.
Módulo elasticidad Et:	1.800,0 N/mm <sup>2</sup> .
Módulo elasticidad LP Et:	875,0 N/mm <sup>2</sup> .
Peso específico GAMMA:	13,8 kN/m <sup>3</sup> .
Rotura flexotracción:	90,0 N/mm <sup>2</sup> .
Rotura flexotracción l/p:	50,0 N/mm <sup>2</sup> .
Rigidez circunferencial específica:	8,0 kN/m <sup>2</sup> .

**CLASE DE SEGURIDAD:****Coefficiente de seguridad clase B:**

Frente a fallo por rotura:	2.
Frente a la inestabilidad:	2.
Deformación admisible a largo plazo:	6%.

**CONDICIONES DE LA ZANJA:**

Tipo de instalación:	Tipo 1: Instalación en zanja o terraplén.
Tipo de instalación (subtipo):	Zanja estrecha.
Altura del relleno (H):	0,83 m.
Anchura de la zanja (B):	1,73 m.
Ángulo del talud (BETA):	90,0 grados.

**NIVEL FREÁTICO:**

No existe nivel freático.

**CARACTERÍSTICAS DEL APOYO:**

Tipo de apoyo:	Tipo III: Tubo con apoyo granular hasta la clave del tubo.
Ángulo de apoyo:	180,0 grados.
Altura J del apoyo:	0,0 m.
Relación de proyección:	1,0

---

**Cálculo mecánico de tuberías.**

Título: PROY. URBANIZACIÓN MILLA DEL CONOCIMIENTO MARGARITA SALAS

Autor: COMPÁS CONSULTORES, S.L.

Hoja: 2

---

**CARACTERÍSTICAS DE LOS SUELOS:****Zona1:**

Tipo de suelo:	Grupo 2.
% Compactación:	90,0%.
E1:	3,0 N/mm <sup>2</sup> .
GAMMA 1:	20,0 kN/m <sup>3</sup> .
Ángulo rozamiento interno Ro:	30,0
Ángulo rozamiento relleno Ro':	0,0

**Zona2:**

Tipo de suelo:	Grupo 1.
% Compactación:	90,0%.
E2:	6,0 N/mm <sup>2</sup> .
GAMMA 2:	20,0 kN/m <sup>3</sup> .
Coefficiente empuje K1:	0,5
Coefficiente empuje K2:	0,4

**Zona3:**

Tipo de suelo:	Grupo 3.
% Compactación:	100%.
E3:	14,0 N/mm <sup>2</sup> .

**Zona4:**

Tipo de suelo:	Grupo 3.
% Compactación:	100%.
E4:	14,0 N/mm <sup>2</sup> .

**SOBRECARGAS VERTICALES (TRÁFICO):**

Tipo de sobrecarga:	Concentrada.
Tipo de vehículo:	HT 60 (PESADO).
Número de ejes:	3
Distancia entre ejes:	2 m.
Distancia entre ruedas:	2 m.
Tipo de firme:	Normal.
Coefficiente (Fi):	1,2
Altura equivalente de tierras:	0,0 m.

## Cálculo mecánico de tuberías.

Título: PROY. URBANIZACIÓN MILLA DEL CONOCIMIENTO MARGARITA SALAS

Autor: COMPÁS CONSULTORES, S.L.

Hoja: 3

### CARGAS QUE SE EMPLEARÁN EN LOS CÁLCULOS:

#### Cargas debidas a la tierra:

Coefficiente carga de tierras (Cz):	1,0
Coefficiente carga de tierras (Cz90):	1,0
Coefficiente (Cn):	0,0
Coefficiente (Cn90):	0,0
Carga vertical tierras (Pe):	16,6 kN/m2.

#### Cargas debidas al tráfico:

Valor FA	100
Valor FE	500
Valor rA:	0,25
Valor rE:	1,82
Carga máx. de Boussinesq (Pf):	66,47 kN/m2.
Factor de corrección (af):	0,81
Carga vertical tráfico (P):	53,97 kN/m2.
Factor de impacto (FI):	1,2
Carga vertical mayorada (Pv):	64,77 kN/m2.

### DISTRIBUCIÓN DE CARGAS:

#### Corrección E2:

Relación B/D:	2,6656
Coefficiente ALFA_bi:	0,0000
Coefficiente ALFA_b:	0,5552
Coefficiente f (HF=00,00):	1,0000
Compactación Dpr:	90,0 %.

	<u>Tensión</u>	<u>Def. c/p.</u>	<u>Def. l/p.</u>
Módulo corregido E2' (N/mm2):	3,3313	2,2209	2,2209

#### Relación de rigidez:

Rigidez del tubo Sr (N/mm2):	0,0640	0,0640	0,0311
Factor de corrección TAU:	1,4216	1,4868	1,4868
Rigidez horizontal SBH (N/mm2):	2,8414	1,9812	1,9812
Rigidez sistema Tubo-Suelo VRB:	0,0225	0,0323	0,0157
Relación Pr. lateral-Pr. Vertical K2:	0,4000	0,4000	0,4000
Rigidez vert. relleno SBV:	3,3313	2,2209	2,2209
Coef. reacción relleno lat. K*:	0,9431	0,8491	1,0220
Coef. def. diam. vert. Cv*:	-0,0229	-0,0290	-0,0179
Relación de rigidez Vs:	0,8375	0,9952	0,7831

Valor Ch1 (2*alfa=180):	0,0833
Valor Ch2 (2*alfa=180):	-0,0658
Valor Cv1 (2*alfa=180):	-0,0833
Valor Cv2 (2*alfa=180):	0,0640

#### Factores de concentración:

	<u>Tensión</u>	<u>Def. c/p.</u>	<u>Def. l/p.</u>
Descarga relativa efectiva a':	0,9006	1,3508	1,3508
Máximo factor de concentración	1,2074	1,3194	1,3194
Factor concentración LANDA_R:	1,0012	1,0574	1,0122
Factor concentración LANDA_B:	0,9996	0,9809	0,9959

#### Influencia de la anchura de la zanja:

Factor concentración LANDA_RG:	1,0007	1,0319	1,0068
--------------------------------	--------	--------	--------

#### Factor límite del factor de concentración:

Límite superior LANDA_f0:	3,8755	3,8755	3,8755
Límite inferior LANDA_fu:	0,7071	0,7071	0,7071

## **Cálculo mecánico de tuberías.**

Título: PROY. URBANIZACIÓN MILLA DEL CONOCIMIENTO MARGARITA SALAS

Autor: COMPÁS CONSULTORES, S.L.

Hoja: 4

### **CARGAS DE CÁLCULO:**

	<u>Tensión</u>	<u>Def. c/p.</u>	<u>Def. l/p.</u>
Carga vertical sobre tubo Qvt:	81,3763	17,1295	81,4773
Componente carga relleno Qh:	9,2333	9,1089	9,2090
Componente carga deformación Qh*:	68,0391	6,8103	73,8612

### **CÁLCULO DE ESFUERZOS:**

Tipo III ->  $2 \cdot \alpha = 180$

<u>Momentos (kN*m/m)</u>	<u>Clave</u>	<u>Riñones</u>	<u>Base</u>
Por carga vertical:	1,905	-1,905	1,905
Por carga horizontal:	-0,216	0,216	-0,216
Por reacción horizontal:	-1,153	1,325	-1,153
Por peso propio:	0,013	-0,015	0,017
Por peso del agua:	0,049	-0,056	0,063
Suma de momentos:	0,598	-0,435	0,616
<u>Axiales (kN/m)</u>	<u>Clave</u>	<u>Riñones</u>	<u>Base</u>
Por carga vertical:	0,000	5,354	35,285
Por carga horizontal:	-2,825	0,000	0,000
Por reacción horizontal:	-12,013	0,000	0,000
Por peso propio:	0,021	0,000	0,000
Por peso del agua:	0,546	0,000	0,000
Suma de axiales:	-14,272	5,354	35,285

### **CÁLCULO DE TENSIONES Y DEFORMACIONES:**

#### Cálculo de los factores de corrección por curvatura:

Factor ALFA_ki:	1,0322
Factor ALFA_ka:	0,9678

#### Cálculo de tensiones:

(Tensión de flexotracción en las condiciones de la instalación):

Tensión en la clave:	10,0723 N/mm <sup>2</sup> .
Tensión en los riñones:	8,4785 N/mm <sup>2</sup> .
Tensión en la base:	15,7123 N/mm <sup>2</sup> .

#### Cálculo de deformaciones:

	<u>Corto plazo</u>	<u>Largo plazo</u>	
Variación del diámetro:	-2,2210	-25,4318	mm.
Acortamiento relativo del diámetro vertical:	0,3629	4,1555	%.

### **CÁLCULO DE LA ESTABILIDAD:**

	<u>Corto plazo</u>	<u>Largo plazo</u>	
<u>Carga de tierras:</u>			
Carga crítica de abolladura:	0,7122	0,4965	N/mm <sup>2</sup> .
<u>Presión del agua exterior:</u>			
Coefficiente ALFA_d:	6,8700	9,1332	
Presión del agua extrema:	0,0000	0,0000	N/mm <sup>2</sup> .
Valor crítico de Pa:	0,4397	0,0000	N/mm <sup>2</sup> .

---

**Cálculo mecánico de tuberías.**

Título: PROY. URBANIZACIÓN MILLA DEL CONOCIMIENTO MARGARITA SALAS

Autor: COMPÁS CONSULTORES, S.L.

Hoja: 5

---

**VERIFICACIÓN:****Verificación de tensión:**

	<u>Coef. calculado</u>		<u>Coef. requerido</u>
	<u>Corto Plazo</u>		
NU Clave:	8,9354		2,0000
NU Riñones:	10,6151		2,0000
NU Base	5,7280		2,0000

**Verificación de la estabilidad:**

	<u>Coef. calculado</u>		<u>Coef. requerido</u>
	<u>Corto Plazo</u>	<u>Largo Plazo</u>	
NU Carga tierras:	41,5754	6,0941	2,0000
NU Presión Agua externa:	0,0000	0,0000	2,0000
NU simultáneas:	41,5754	6,0941	2,0000

**Verificación de deformación:**

	<u>Valor calculado</u>		<u>Valor admisible</u>
	<u>Corto Plazo</u>	<u>Largo plazo</u>	
Acortamiento relativo:	0,3629	4,1555	6,0000

**CONCLUSIÓN:****TUBO VÁLIDO.**

---

**Cálculo mecánico de tuberías.**

Título: PROY. URBANIZACIÓN MILLA DEL CONOCIMIENTO MARGARITA SALAS

Autor: COMPÁS CONSULTORES, S.L.

Hoja: 1

---

**PARÁMETROS DE CÁLCULO****CARACTERÍSTICAS DEL TUBO:**

Tipo de conducto:	Saneamiento.
Material:	PVC CORRUGADO.
Clase de material:	SN-8.
Norma:	ATV A 127.
Diámetro normalizado:	800
Diámetro exterior:	856,0 mm.
Diámetro interior:	775,0 mm.
Espesor:	40,35 mm.
Módulo elasticidad Et:	1.800,0 N/mm <sup>2</sup> .
Módulo elasticidad LP Et:	875,0 N/mm <sup>2</sup> .
Peso específico GAMMA:	13,8 kN/m <sup>3</sup> .
Rotura flexotracción:	90,0 N/mm <sup>2</sup> .
Rotura flexotracción l/p:	50,0 N/mm <sup>2</sup> .
Rigidez circunferencial específica:	8,0 kN/m <sup>2</sup> .

**CLASE DE SEGURIDAD:**

<b><u>Coefficiente de seguridad clase B:</u></b>	
Frente a fallo por rotura:	2.
Frente a la inestabilidad:	2.
Deformación admisible a largo plazo:	6%.

**CONDICIONES DE LA ZANJA:**

Tipo de instalación:	Tipo 2: Instalación en zanja terraplenada.
Tipo de instalación (subtipo):	Zanja terraplenada.
Altura recubrimiento por encima de la generatriz superior (H1):	1,1 m.
Altura del recubrimiento por encima del terraplén (H2):	1,0 m.
Anchura de la zanja al nivel de la generatriz superior (B):	1,9 m.
Ángulo de las paredes de la zanja (BETA):	90,0 grados.

**NIVEL FREÁTICO:**

No existe nivel freático.

**CARACTERÍSTICAS DEL APOYO:**

Tipo de apoyo:	Tipo III: Tubo con apoyo granular hasta la clave del tubo.
Ángulo de apoyo:	180,0 grados.
Altura J del apoyo:	0,0 m.
Relación de proyección:	1,0

---

**Cálculo mecánico de tuberías.**

Titulo: PROY. URBANIZACIÓN MILLA DEL CONOCIMIENTO MARGARITA SALAS

Autor: COMPÁS CONSULTORES, S.L.

Hoja: 2

---

**CARACTERÍSTICAS DE LOS SUELOS:****Zona1:**

Tipo de suelo:	Grupo 2.
% Compactación:	90,0%.
E1:	3,0 N/mm <sup>2</sup> .
GAMMA 1:	20,0 kN/m <sup>3</sup> .
Ángulo rozamiento interno Ro:	30,0
Ángulo rozamiento relleno Ro':	0,0

**Zona2:**

Tipo de suelo:	Grupo 1.
% Compactación:	90,0%.
E2:	6,0 N/mm <sup>2</sup> .
GAMMA 2:	20,0 kN/m <sup>3</sup> .
Coefficiente empuje K1:	0,5
Coefficiente empuje K2:	0,4

**Zona3:**

Tipo de suelo:	Grupo 3.
% Compactación:	100%.
E3:	14,0 N/mm <sup>2</sup> .

**Zona4:**

Tipo de suelo:	Grupo 3.
% Compactación:	100%.
E4:	14,0 N/mm <sup>2</sup> .

**SOBRECARGAS VERTICALES (TRÁFICO):**

Tipo de sobrecarga:	Concentrada.
Tipo de vehículo:	HT 60 (PESADO).
Número de ejes:	3
Distancia entre ejes:	2 m.
Distancia entre ruedas:	2 m.
Tipo de firme:	Normal.
Coefficiente (Fi):	1,2
Altura equivalente de tierras:	0,0 m.

## Cálculo mecánico de tuberías.

Título: PROY. URBANIZACIÓN MILLA DEL CONOCIMIENTO MARGARITA SALAS

Autor: COMPÁS CONSULTORES, S.L.

Hoja: 3

### CARGAS QUE SE EMPLEARÁN EN LOS CÁLCULOS:

#### Cargas debidas a la tierra:

Coefficiente carga de tierras (Cz):	1,0
Coefficiente carga de tierras (Cz90):	1,0
Coefficiente (Cn):	0,0
Coefficiente (Cn90):	0,0
Carga vertical tierras (Pe):	22,0 kN/m2.

#### Cargas debidas al tráfico:

Valor FA	100
Valor FE	500
Valor rA:	0,25
Valor rE:	1,82
Carga máx. de Boussinesq (Pf):	23,98 kN/m2.
Factor de corrección (af):	0,99
Carga vertical tráfico (P):	23,78 kN/m2.
Factor de impacto (FI):	1,2
Carga vertical mayorada (Pv):	28,54 kN/m2.

### DISTRIBUCIÓN DE CARGAS:

#### Corrección E2:

Relación B/D:	2,2196
Coefficiente ALFA_bi:	0,0000
Coefficiente ALFA_b:	0,4065
Coefficiente f (HF=00,00):	1,0000
Compactación Dpr:	90,0 %.

	<u>Tensión</u>	<u>Def. c/p.</u>	<u>Def. l/p.</u>
Módulo corregido E2' (N/mm2):	2,4393	1,6262	1,6262

#### Relación de rigidez:

Rigidez del tubo Sr (N/mm2):	0,0640	0,0640	0,0311
Factor de corrección TAU:	1,7044	1,7932	1,7932
Rigidez horizontal SBH (N/mm2):	2,4944	1,7496	1,7496
Rigidez sistema Tubo-Suelo VRB:	0,0257	0,0366	0,0178
Relación Pr. lateral-Pr. Vertical K2:	0,4000	0,4000	0,4000
Rigidez vert. relleno SBV:	2,4393	1,6262	1,6262
Coef. reacción relleno lat. K*:	0,9108	0,8136	0,9966
Coef. def. diam. vert. Cv*:	-0,0250	-0,0312	-0,0195
Relación de rigidez Vs:	1,0492	1,2603	0,9803

Valor Ch1 (2*alfa=180):	0,0833
Valor Ch2 (2*alfa=180):	-0,0658
Valor Cv1 (2*alfa=180):	-0,0833
Valor Cv2 (2*alfa=180):	0,0640

#### Factores de concentración:

	<u>Tensión</u>	<u>Def. c/p.</u>	<u>Def. l/p.</u>
Descarga relativa efectiva a':	1,2299	1,8448	1,8448
Máximo factor de concentración	1,4525	1,6921	1,6921
Factor concentración LANDA_R:	1,0791	1,1808	1,1050
Factor concentración LANDA_B:	0,9736	0,9397	0,9650

#### Influencia de la anchura de la zanja:

Factor concentración LANDA_RG:	1,0322	1,0735	1,0427
--------------------------------	--------	--------	--------

#### Factor límite del factor de concentración:

Límite superior LANDA_f0:	3,6850	3,6850	3,6850
Límite inferior LANDA_fu:	0,5347	0,5347	0,5347

## **Cálculo mecánico de tuberías.**

Título: PROY. URBANIZACIÓN MILLA DEL CONOCIMIENTO MARGARITA SALAS

Autor: COMPÁS CONSULTORES, S.L.

Hoja: 4

### **CARGAS DE CÁLCULO:**

	<u>Tensión</u>	<u>Def. c/p.</u>	<u>Def. l/p.</u>
Carga vertical sobre tubo Qvt:	51,2467	23,6171	51,4776
Componente carga relleno Qh:	11,9919	11,6936	11,9161
Componente carga deformación Qh*:	35,7536	9,7014	39,4282

### **CÁLCULO DE ESFUERZOS:**

Tipo III ->  $2 \cdot \alpha = 180$

<u>Momentos (kN*m/m)</u>	<u>Clave</u>	<u>Riñones</u>	<u>Base</u>
Por carga vertical:	2,069	-2,069	2,069
Por carga horizontal:	-0,484	0,484	-0,484
Por reacción horizontal:	-1,045	1,201	-1,045
Por peso propio:	0,031	-0,035	0,040
Por peso del agua:	0,112	-0,127	0,143
Suma de momentos:	0,682	-0,546	0,722
<u>Axiales (kN/m)</u>	<u>Clave</u>	<u>Riñones</u>	<u>Base</u>
Por carga vertical:	0,000	4,428	29,181
Por carga horizontal:	-4,819	0,000	0,000
Por reacción horizontal:	-8,290	0,000	0,000
Por peso propio:	0,037	0,000	0,000
Por peso del agua:	0,941	0,000	0,000
Suma de axiales:	-12,130	4,428	29,181

### **CÁLCULO DE TENSIONES Y DEFORMACIONES:**

#### Cálculo de los factores de corrección por curvatura:

Factor ALFA_ki:	1,0335
Factor ALFA_ka:	0,9665

#### Cálculo de tensiones:

(Tensión de flexotracción en las condiciones de la instalación):

Tensión en la clave:	7,2059 N/mm <sup>2</sup> .
Tensión en los riñones:	6,6140 N/mm <sup>2</sup> .
Tensión en la base:	11,4139 N/mm <sup>2</sup> .

#### Cálculo de deformaciones:

	<u>Corto plazo</u>	<u>Largo plazo</u>	
Variación del diámetro:	-4,6757	-19,9450	mm.
Acortamiento relativo del diámetro vertical:	0,5818	2,4816	%.

### **CÁLCULO DE LA ESTABILIDAD:**

	<u>Corto plazo</u>	<u>Largo plazo</u>	
<u>Carga de tierras:</u>			
Carga crítica de abolladura:	0,6693	0,4666	N/mm <sup>2</sup> .
<u>Presión del agua exterior:</u>			
Coefficiente ALFA_d:	6,3700	8,6568	
Presión del agua extrema:	0,0000	0,0000	N/mm <sup>2</sup> .
Valor crítico de Pa:	0,4077	0,0000	N/mm <sup>2</sup> .

---

**Cálculo mecánico de tuberías.**

Titulo: PROY. URBANIZACIÓN MILLA DEL CONOCIMIENTO MARGARITA SALAS

Autor: COMPÁS CONSULTORES, S.L.

Hoja: 5

---

**VERIFICACIÓN:****Verificación de tensión:**

	<u>Coef. calculado</u>		<u>Coef. requerido</u>
	<u>Corto Plazo</u>		
NU Clave:	12,4898		2,0000
NU Riñones:	13,6074		2,0000
NU Base	7,8851		2,0000

**Verificación de la estabilidad:**

	<u>Coef. calculado</u>		<u>Coef. requerido</u>
	<u>Corto Plazo</u>	<u>Largo Plazo</u>	
NU Carga tierras:	28,3378	9,0645	2,0000
NU Presión Agua externa:	0,0000	0,0000	2,0000
NU simultáneas:	28,3378	9,0645	2,0000

**Verificación de deformación:**

	<u>Valor calculado</u>		<u>Valor admisible</u>
	<u>Corto Plazo</u>	<u>Largo plazo</u>	
Acortamiento relativo:	0,5818	2,4816	6,0000

**CONCLUSIÓN:****TUBO VÁLIDO.**

## **Cálculo mecánico de tuberías.**

Titulo: PROY. URBANIZACIÓN MILLA DEL CONOCIMIENTO MARGARITA SALAS

Autor: COMPÁS CONSULTORES, S.L.

Hoja: 1

### **PARÁMETROS DE CÁLCULO**

#### **CARACTERÍSTICAS DEL TUBO:**

Tipo de conducto:	Saneamiento.
Material:	PVC CORRUGADO.
Clase de material:	SN-8.
Norma:	ATV A 127.
Diámetro normalizado:	800
Diámetro exterior:	856,0 mm.
Diámetro interior:	775,0 mm.
Espesor:	40,35 mm.
Módulo elasticidad Et:	1.800,0 N/mm <sup>2</sup> .
Módulo elasticidad LP Et:	875,0 N/mm <sup>2</sup> .
Peso específico GAMMA:	13,8 kN/m <sup>3</sup> .
Rotura flexotracción:	90,0 N/mm <sup>2</sup> .
Rotura flexotracción l/p:	50,0 N/mm <sup>2</sup> .
Rigidez circunferencial específica:	8,0 kN/m <sup>2</sup> .

#### **CLASE DE SEGURIDAD:**

##### **Coefficiente de seguridad clase B:**

Frente a fallo por rotura:	2.
Frente a la inestabilidad:	2.
Deformación admisible a largo plazo:	6%.

#### **CONDICIONES DE LA ZANJA:**

Tipo de instalación:	Tipo 1: Instalación en zanja o terraplén.
Tipo de instalación (subtipo):	Zanja estrecha.
Altura del relleno (H):	0,67 m.
Anchura de la zanja (B):	1,9 m.
Ángulo del talud (BETA):	90,0 grados.

#### **NIVEL FREÁTICO:**

No existe nivel freático.

#### **CARACTERÍSTICAS DEL APOYO:**

Tipo de apoyo:	Tipo III: Tubo con apoyo granular hasta la clave del tubo.
Ángulo de apoyo:	180,0 grados.
Altura J del apoyo:	0,0 m.
Relación de proyección:	1,0

---

**Cálculo mecánico de tuberías.**

Título: PROY. URBANIZACIÓN MILLA DEL CONOCIMIENTO MARGARITA SALAS

Autor: COMPÁS CONSULTORES, S.L.

Hoja: 2

---

**CARACTERÍSTICAS DE LOS SUELOS:****Zona1:**

Tipo de suelo:	Grupo 2.
% Compactación:	90,0%.
E1:	3,0 N/mm <sup>2</sup> .
GAMMA 1:	20,0 kN/m <sup>3</sup> .
Ángulo rozamiento interno Ro:	30,0
Ángulo rozamiento relleno Ro':	0,0

**Zona2:**

Tipo de suelo:	Grupo 1.
% Compactación:	90,0%.
E2:	6,0 N/mm <sup>2</sup> .
GAMMA 2:	20,0 kN/m <sup>3</sup> .
Coefficiente empuje K1:	0,5
Coefficiente empuje K2:	0,4

**Zona3:**

Tipo de suelo:	Grupo 3.
% Compactación:	100%.
E3:	14,0 N/mm <sup>2</sup> .

**Zona4:**

Tipo de suelo:	Grupo 3.
% Compactación:	100%.
E4:	14,0 N/mm <sup>2</sup> .

**SOBRECARGAS VERTICALES (TRÁFICO):**

Tipo de sobrecarga:	Concentrada.
Tipo de vehículo:	HT 60 (PESADO).
Número de ejes:	3
Distancia entre ejes:	2 m.
Distancia entre ruedas:	2 m.
Tipo de firme:	Normal.
Coefficiente (Fi):	1,2
Altura equivalente de tierras:	0,0 m.

## Cálculo mecánico de tuberías.

Título: PROY. URBANIZACIÓN MILLA DEL CONOCIMIENTO MARGARITA SALAS

Autor: COMPÁS CONSULTORES, S.L.

Hoja: 3

### CARGAS QUE SE EMPLEARÁN EN LOS CÁLCULOS:

#### Cargas debidas a la tierra:

Coefficiente carga de tierras (Cz):	1,0
Coefficiente carga de tierras (Cz90):	1,0
Coefficiente (Cn):	0,0
Coefficiente (Cn90):	0,0
Carga vertical tierras (Pe):	13,4 kN/m2.

#### Cargas debidas al tráfico:

Valor FA	100
Valor FE	500
Valor rA:	0,25
Valor rE:	1,82
Carga máx. de Boussinesq (Pf):	93,07 kN/m2.
Factor de corrección (af):	0,69
Carga vertical tráfico (P):	64,02 kN/m2.
Factor de impacto (FI):	1,2
Carga vertical mayorada (Pv):	76,82 kN/m2.

### DISTRIBUCIÓN DE CARGAS:

#### Corrección E2:

Relación B/D:	2,2196
Coefficiente ALFA_bi:	0,0000
Coefficiente ALFA_b:	0,4065
Coefficiente f (HF=00,00):	1,0000
Compactación Dpr:	90,0 %.

	<u>Tensión</u>	<u>Def. c/p.</u>	<u>Def. l/p.</u>
Módulo corregido E2' (N/mm2):	2,4393	1,6262	1,6262

#### Relación de rigidez:

Rigidez del tubo Sr (N/mm2):	0,0640	0,0640	0,0311
Factor de corrección TAU:	1,7044	1,7932	1,7932
Rigidez horizontal SBH (N/mm2):	2,4944	1,7496	1,7496
Rigidez sistema Tubo-Suelo VRB:	0,0257	0,0366	0,0178
Relación Pr. lateral-Pr. Vertical K2:	0,4000	0,4000	0,4000
Rigidez vert. relleno SBV:	2,4393	1,6262	1,6262
Coef. reacción relleno lat. K*:	0,9108	0,8136	0,9966
Coef. def. diam. vert. Cv*:	-0,0250	-0,0312	-0,0195
Relación de rigidez Vs:	1,0492	1,2603	0,9803

Valor Ch1 (2*alfa=180):	0,0833
Valor Ch2 (2*alfa=180):	-0,0658
Valor Cv1 (2*alfa=180):	-0,0833
Valor Cv2 (2*alfa=180):	0,0640

#### Factores de concentración:

	<u>Tensión</u>	<u>Def. c/p.</u>	<u>Def. l/p.</u>
Descarga relativa efectiva a':	1,2299	1,8448	1,8448
Máximo factor de concentración	1,1959	1,2983	1,2983
Factor concentración LANDA_R:	1,0437	1,1023	1,0623
Factor concentración LANDA_B:	0,9854	0,9659	0,9792

#### Influencia de la anchura de la zanja:

Factor concentración LANDA_RG:	1,0178	1,0416	1,0253
--------------------------------	--------	--------	--------

#### Factor límite del factor de concentración:

Límite superior LANDA_f0:	3,8995	3,8995	3,8995
Límite inferior LANDA_fu:	0,8046	0,8046	0,8046

## **Cálculo mecánico de tuberías.**

Título: PROY. URBANIZACIÓN MILLA DEL CONOCIMIENTO MARGARITA SALAS

Autor: COMPÁS CONSULTORES, S.L.

Hoja: 4

### **CARGAS DE CÁLCULO:**

	<u>Tensión</u>	<u>Def. c/p.</u>	<u>Def. l/p.</u>
Carga vertical sobre tubo Qvt:	90,4612	13,9572	90,5624
Componente carga relleno Qh:	8,7060	8,6013	8,6728
Componente carga deformación Qh*:	74,4633	4,3578	81,6138

### **CÁLCULO DE ESFUERZOS:**

Tipo III ->  $2 \cdot \alpha = 180$

<u>Momentos (kN*m/m)</u>	<u>Clave</u>	<u>Riñones</u>	<u>Base</u>
Por carga vertical:	3,652	-3,652	3,652
Por carga horizontal:	-0,351	0,351	-0,351
Por reacción horizontal:	-2,176	2,501	-2,176
Por peso propio:	0,031	-0,035	0,040
Por peso del agua:	0,112	-0,127	0,143
Suma de momentos:	1,267	-0,962	1,306
<u>Axiales (kN/m)</u>	<u>Clave</u>	<u>Riñones</u>	<u>Base</u>
Por carga vertical:	0,000	7,816	51,511
Por carga horizontal:	-3,498	0,000	0,000
Por reacción horizontal:	-17,266	0,000	0,000
Por peso propio:	0,037	0,000	0,000
Por peso del agua:	0,941	0,000	0,000
Suma de axiales:	-19,785	7,816	51,511

### **CÁLCULO DE TENSIONES Y DEFORMACIONES:**

#### Cálculo de los factores de corrección por curvatura:

Factor ALFA_ki:	1,0335
Factor ALFA_ka:	0,9665

#### Cálculo de tensiones:

(Tensión de flexotracción en las condiciones de la instalación):

Tensión en la clave:	13,6231 N/mm <sup>2</sup> .
Tensión en los riñones:	11,6466 N/mm <sup>2</sup> .
Tensión en la base:	20,5343 N/mm <sup>2</sup> .

#### Cálculo de deformaciones:

	<u>Corto plazo</u>	<u>Largo plazo</u>	
Variación del diámetro:	-2,1003	-41,2848	mm.
Acortamiento relativo del diámetro vertical:	0,2613	5,1368	%.

### **CÁLCULO DE LA ESTABILIDAD:**

	<u>Corto plazo</u>	<u>Largo plazo</u>	
<u>Carga de tierras:</u>			
Carga crítica de abolladura:	0,6693	0,4666	N/mm <sup>2</sup> .
<u>Presión del agua exterior:</u>			
Coefficiente ALFA_d:	6,3700	8,6568	
Presión del agua extrema:	0,0000	0,0000	N/mm <sup>2</sup> .
Valor crítico de Pa:	0,4077	0,0000	N/mm <sup>2</sup> .

---

**Cálculo mecánico de tuberías.**

Título: PROY. URBANIZACIÓN MILLA DEL CONOCIMIENTO MARGARITA SALAS

Autor: COMPÁS CONSULTORES, S.L.

Hoja: 5

---

**VERIFICACIÓN:****Verificación de tensión:**

	<u>Coef. calculado</u>		<u>Coef. requerido</u>
	<u>Corto Plazo</u>		
NU Clave:	6,6064		2,0000
NU Riñones:	7,7276		2,0000
NU Base	4,3829		2,0000

**Verificación de la estabilidad:**

	<u>Coef. calculado</u>		<u>Coef. requerido</u>
	<u>Corto Plazo</u>	<u>Largo Plazo</u>	
NU Carga tierras:	47,9506	5,1524	2,0000
NU Presión Agua externa:	0,0000	0,0000	2,0000
NU simultáneas:	47,9506	5,1524	2,0000

**Verificación de deformación:**

	<u>Valor calculado</u>		<u>Valor admisible</u>
	<u>Corto Plazo</u>	<u>Largo plazo</u>	
Acortamiento relativo:	0,2613	5,1368	6,0000

**CONCLUSIÓN:****TUBO VÁLIDO.**

# ANEXO 3.3 – SISTEMA ESTOCOLMO

## **1. ÁRIDO MACHAQUEO CON GRANULOMETRÍA 32-63 MM**

---

**PRODUKTIONSKONTROLL Stenmaterial** Sidan 1 av 1

Beställare <b>Skanska Vällsta kross</b>	Provtagningsdatum <b>2007-10-11</b>	Analys start <b>2007-10-11</b>
Björn Eliasson Målarvägen 194 91 UPPLANDS-VÄSBY	Ankomstdatum <b>2007-10-11</b>	Analys slut <b>2007-10-11</b>
Produkt <b>32-63 mm, K</b>	Referens	Idnummer
Leverantör <b>Skanska Vällsta kross</b>	Provtagningsplats	
Entreprenör <b>Skanska Sverige AB</b>	Provtagare	
Objekt <b>Produktionskontroll</b>	Märkning <b>Larv kross</b>	

**KORNSTORLEK - SS - EN 933-1 [E]**

Passerad mängd, vikts-%



Provresultat	Medel- värde	Fraktion (mm)	Notering
Kommentar			
SS - EN 933-1 Kornstorleksfördelning			
Tvättning och siktning			
Graderingstal D60 / D10 Cu-tal	1,4		
SS-EN 933-4 LT-Index (%)	34		
Analyserad fraktion : 31,5 - 63			
Kornlängd 31-80 mm vikt-%[EA]	22,2%		
<p><span style="color: red;">■</span> Avvikelse på stenstorlek max 5 % gäller både ovan respektive under angivet storleksspann 32-63 mm.</p> <p>Minsta tillåtna stenstorlek, 16 mm Största tillåtna stenstorlek, 80 mm</p>			Ort och datum <b>Upplands Väsby 2007-10-11</b>   <b>Lars Stenlid, Projektledare</b> Underskriften är en elektronisk signatur

Laboratoriet är miljöcertifierat enligt SS-EN ISO 14001.

Provresultat avser endast till laboratoriet levererat prov.

[E] = Enkelprov [EA] = Ej ackrediterad metod

Denna rapport får endast återges i sin helhet, om inte utfärdande laboratorium i förväg skriftligen godkänt annat.

Mätosäkerhetslista och metodavstegslista har överlämnats vid kontraktsgenombgång.

<b>Skanska Sverige AB</b>	Besöksadress	Telefon nr	Org. nr	E-post adress
Teknik,väg och asfalt,lab. Vällsta	Vällsta, Målarvägen	08/59077392	556033-9086	
Målarvägen	Styrelsens säte	Telefax nr	VAT nr	Internetadress
194 91 Upplands Väsby	Malmö	08/59077367	663000-0229	

## 2. GRANULOMETRÍA TIERRA VEGETAL

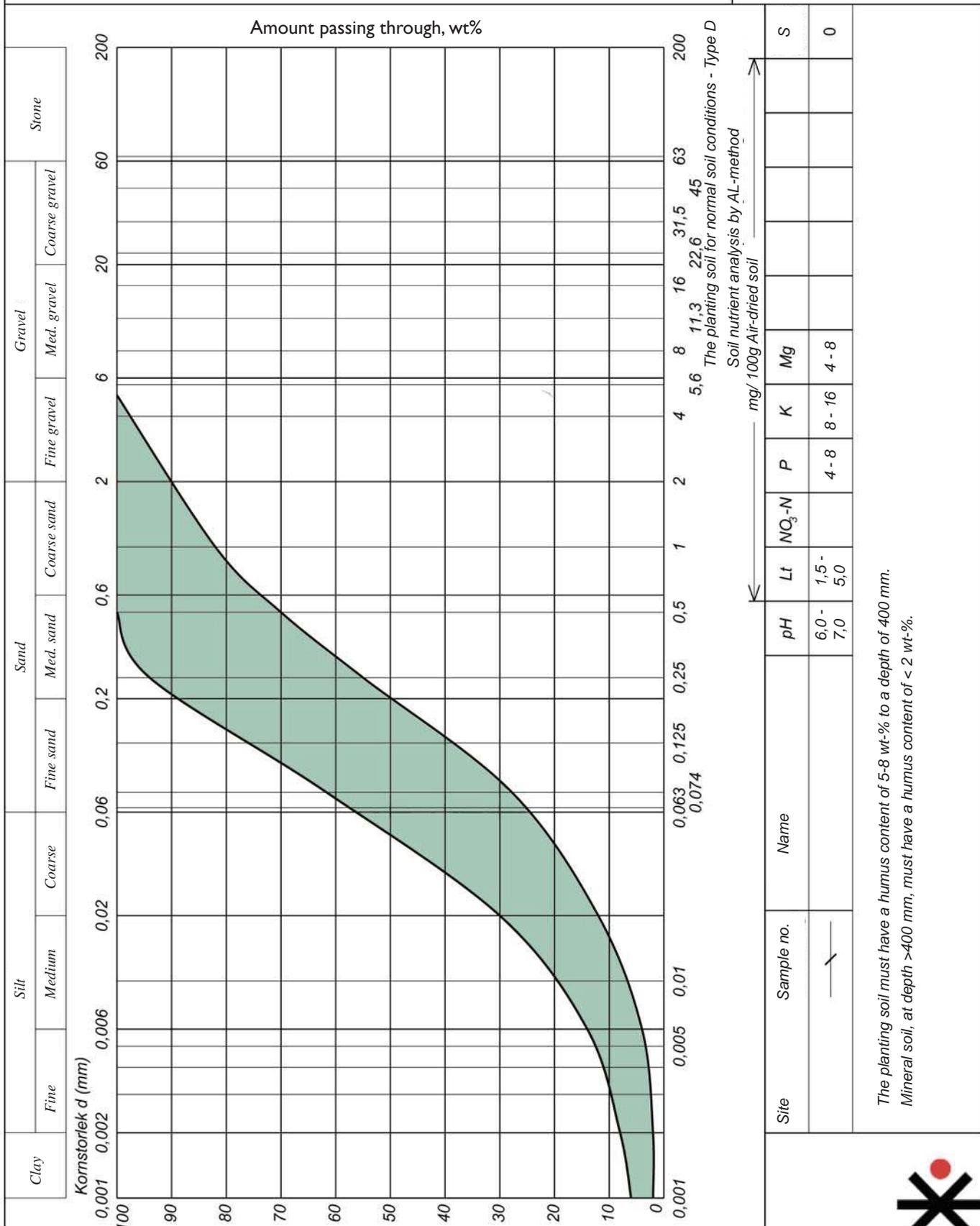
---

# Particle size distribution

enl. SS027123 och SS027124

**SWECO GEOLAB**

Project:	Planting soil type D	Date:	2006-12-04
Project no.:		Sampling date:	
Client:		Löp-nr:	...
		Gransk./Sign:	



The planting soil must have a humus content of 5-8 wt-% to a depth of 400 mm.  
Mineral soil, at depth >400 mm, must have a humus content of < 2 wt-%.

SWECO GEOLAB, Gjørwellsgatan 22, Box 34044  
100 26 STOCKHOLM, Tel 08-695 60 00, Fax 08-695 63 60  
geolab@sweco.se, www.sweco.se/geolab, Ingår i SWECO VBB AB

