

ANEJO Nº 10.- DIMENSIONADO DE LOS COLECTORES GENERALES

ANEJO Nº 10.- DIMENSIONADO DE LOS COLECTORES GENERALES

ÍNDICE

1	DESCRIPCIÓN Y TRAZADO	1
1.1	INTRODUCCIÓN Y OBJETIVO	1
1.2	DESCRIPCIÓN DEL TRAZADO Y TUBERÍAS	1
1.2.1	DESCRIPCIÓN DE TRAMOS Y PUNTOS SINGULARES.....	1
1.2.2	REORGANIZACIÓN DE CONDUCCIONES (EBAR CONSTITUCIÓN)	4
1.2.3	LISTADO DE TRAZADO EN PLANTA	4
1.2.4	LISTADO DE TRAZADO EN ALZADO	7
1.2.5	HORMIGÓN EN CONDUCCIONES	10
1.2.6	LISTADO DE SECCIONES TIPO UTILIZADAS.....	10
2	DIMENSIONADO HIDRÁULICO DE LOS COLECTORES GENERALES	13
2.1	INTRODUCCIÓN	13
2.2	BASES TEÓRICAS PARA EL DISEÑO HIDRAULICO	13
2.2.1	PÉRDIDAS EN CONDUCCIONES	13
2.2.2	PÉRDIDAS LOCALIZADAS.....	16
2.2.3	VERTEDEROS	16
2.2.4	VENTOSAS	17
2.2.5	CÁLCULOS EN RÉGIMEN TRANSITORIO	17
2.3	CÁLCULOS DE LAS CONDUCCIONES EN LÁMINA LIBRE	18
2.3.1	TRAMO ARQUETA DE ROTURA – EBAR DE VIAL	18
2.3.2	EMISARIO	19
2.4	CALCULOS DE BOMBEO E IMPULSIONES	23
2.4.1	BOMBEO DE PLAZA CONSTITUCIÓN E IMPULSIÓN	23
2.4.2	EBAR E IMPULSIÓN DESDE VIAL DE BENICARLO.....	46
3	CÁLCULOS MECÁNICOS DE CONDUCCIONES	56
3.1	INTRODUCCIÓN Y OBJETIVO	56
3.2	HIPÓTESIS DE CÁLCULO	57
3.2.1	ZONIFICACIÓN	58
3.3	METODOLOGÍA GENERAL DE CÁLCULO	60
3.4	METODOLOGÍA PARTICULAR DE LA DIRECTRIZ ATV – A 127	61
3.4.1	OBTENCIÓN DE LOS DATOS NECESARIOS PARA EL CÁLCULO	61
3.4.2	DETERMINACIÓN DE LAS ACCIONES	64
3.4.3	DISTRIBUCIÓN DE LAS CARGAS	68
3.4.4	DETERMINACIÓN DE LAS SOLICITACIONES	72

3.4.5	DEFINICIÓN DE LOS COEFICIENTES DE SEGURIDAD	74
3.5	CÁLCULOS DE LAS SECCIONES MÁS DESFAVORABLES.....	75
3.6	CÁLCULO ADICIONAL CON EL PROGRAMA HOBAS	76
3.6.1	CÁLCULOS DE COMPROBACIÓN HOBAS	76

APÉNDICE Nº 1.- CÁLCULOS HIDRÁULICOS DE CONDUCCIÓN EN GRAVEDAD (EJE 2)

APÉNDICE Nº 2.- CÁLCULOS HIDRÁULICOS TRANSITORIOS DE IMPULSIONES CON CEBELMAIL 381

- IMPULSIÓN EBAR CONSTITUCIÓN - ARQUETA DE ROTURA DE CARGA
- IMPULSIÓN EBAR VIAL – EDAR PEÑÍSCOLA

APÉNDICE Nº 3.- CÁLCULOS MECÁNICOS DE CONDUCCIONES DE ENTRADA A LA E.B.A.R. DE
CONSTITUCIÓN

1 DESCRIPCIÓN Y TRAZADO

1.1 INTRODUCCIÓN Y OBJETIVO

En este anejo se realiza en primer lugar una descripción de los colectores generales diseñados durante la redacción del Proyecto de Construcción de la E.D.A.R. de Peñíscola.

Se han previsto distintos tipos de tuberías en Poliéster Reforzado con Fibra de Vidrio con diámetro variable entre 600 y 900 mm.

El anejo tiene por objeto realizar el cálculo hidráulico y mecánico de las tuberías consideradas para los colectores generales de Peñíscola (Castellón), determinando los coeficientes de seguridad al aplastamiento y a la rotura por presión interior.

1.2 DESCRIPCIÓN DEL TRAZADO Y TUBERÍAS

A continuación se realiza una descripción del trazado tramo a tramo, detallando posteriormente puntos singulares y listando:

- Ubicación de los codos, desagües y ventosas, previstos en función del punto kilométrico.
- Pendientes de cada tubería en función del punto kilométrico.
- Ubicación de las secciones tipo en función del punto kilométrico.

1.2.1 DESCRIPCIÓN DE TRAMOS Y PUNTOS SINGULARES

En primer lugar, se realiza un listado resumen de tuberías, que se ha agrupado siguiendo el esquema inicial del proyecto constructivo, numerando los tramos en la media en la que el agua residual recorre el colector:

Eje (nº)	P.K. Inicio (m)	P.K. Final (m)	Longitud (m)	Tipo	Origen	Final
0	0+000	0+396	396	IMPULSIÓN	EBAR CONSTITUCIÓN	CARRER DE MESTRE BAYARRI (A LA ALTURA DEL PARKING JUNTO AV. PIGMALION)
1	0+000	0+1915	1915	IMPULSIÓN	CARRER DE MESTRE BAYARRI (A LA ALTURA DEL PARKING JUNTO AV. PIGMALION)	ROTURA DE CARGA
2	0+000	0+1072	1072	GRAVEDAD	ROTURA DE CARGA	EBAR VIAL
3	0+000	4+386	4386	IMPULSIÓN	EBAR VIAL	E.D.A.R.
4	0+000	7+581	7581	GRAVEDAD (CONDUCCIÓN FORZADA)	E.D.A.R.	EMISARIO SUBMARINO

Es destacable, fuera del trazado propiamente urbano, alguna de las características del viario por el que discurren las conducciones.

Por ejemplo, el hecho de que en el Eje 1 y también en el Eje 2, la tubería discurrirá por el camino vecinal asfaltado que aparece en la siguiente fotografía, y que debido a su mínima pendiente, ha obligado a un diseño en alzado en forma de "diente de sierra" para obtener unas mínimas pendientes razonables para la tubería de impulsión. Además, este camino se caracteriza por disponer en uno de sus márgenes de un carril bici protegido con barrera de hormigón tipo New Jersey que habrá de mantenerse:



Detalle de la bionda separadora de vial para tráfico rodado y el carril bici

Por otro lado, en la zona del Eje3, se sucederán distintas hincas bajo carretera nacional, peaje y autopista, además de diferentes pasos de cierto compromiso:



Vista del terraplén conformante del tronco de la AP-7, a la altura del viaducto posterior a la hinca previsto bajo la vía de comunicación



Detalle de una zona con estrechez por la presencia de una nave agrícola entre las hincas proyectadas en la N-340 y la AP-7

Por otro lado, tras el paso en hincas por la AP-7 existe un fuerte abadenado en el trazado en planta, que ha obligado como en el resto de puntos bajos a la ubicación de un desagüe. Se señala dicho punto, dado que la orografía desfavorable, se debe en este caso al paso de una riera, a través de un camino hormigonado que servirá de salvaguarda a la tubería tras su reposición:



Vista en primer plano del camino hormigonado por el que discurre el trazado

1.2.2 REORGANIZACIÓN DE CONDUCCIONES (EBAR CONSTITUCIÓN)

También es mencionable la reorganización de tuberías municipales que se prevé en el entorno de la Plaza Constitución. Se reordenan los caudales provenientes de los colectores de las Calles Irta, Mestre Bayarri, Avinguda d'Espanya, Avinguda d'Akra Leuke. El reordenamiento, que incluye la reutilización del paso bajo L'Estany del colector de Carrer Mestre Bayarri, también contempla el paso paralelo y adyacente del Emisario bajo dicho cauce.

El diagrama completo se puede observar en el Plano EB-01.- Reordenación de tuberías, del Documento nº 2. En el mismo, se detallan las cotas de los pozos de registro en los nuevos tramos proyectados.

En resumen, se prevén dos acometidas a la EBAR Constitución (colector proveniente de Mestre Bayarri en Ø 800 mm y colector Irta en Ø 500 mm), con una profundidad máxima entorno a los 4 m respecto a la cota de urbanización.

Asimismo, se prevén los diferentes sistemas de alivio de seguridad de la EBAR, tanto en presión (con destino el Emisario de la EDAR) como en gravedad (con destino L'Estany). El primero se prevé en PRFV Ø 600 mm, mientras que el segundo se prevé en PVC Ø 600 mm.

1.2.3 LISTADO DE TRAZADO EN PLANTA

Se ha optado por una alineación lo más rectilínea posible, teniendo en cuenta que la deflexión angular permitida por la norma de referencia en tuberías de PRFV (ASTM D4161 e ISO DIS8639, también recogida en la UNE-EN 1796) es de 2º hasta Ø 900 mm y 3º hasta Ø 500 mm. No obstante, los fabricantes pueden asegurar mayores deflexiones homologadas, si bien desde el punto de vista de proyecto se ha optado por no sobrepasar estas cifras.

La deflexión angular máxima (giro) de cada unión, medida como la variación entre los ejes de tubos adyacentes, no debe exceder de los valores anteriores, si bien las tuberías se deben unir alineadas en forma recta y posteriormente pueden ser deflectadas angularmente por los condicionantes de la zanja.

Asimismo, los codos utilizados, una vez confirmado el tipo de fabricación, se han tabulado, en base a los siguientes grados de alineación entre entrada y salida: 60º / 45º / 30º / 22,5º / 11,25º

Se ha seguido una tabulación lo más estricta posible, sin perder de vista que al tratarse de tubería de fabricación no estandarizada en cuanto a giros de codos, éstos se fabrican a partir de los siguientes puntos base: 30º y 60º. De esta manera por adición o sustracción del nº de grados que peticione el constructor, se realiza cualquier escalón intermedio sin ningún tipo de limitación.

En la tubería en gravedad, los cambios de alineación se realizarán en los pozos de registro previstos, siendo el resto alineaciones rectas o con las deflexiones angulares previstas en la norma. En las tuberías a presión o en conducción forzada por gravedad, los codos previstos (93), que se explican aquí redundantemente a la guitarra de los planos, son los siguientes:

Eje (nº)	P.K. (m)	Ø (mm)	Codo (º)
0	0+052	600	60
0	0+071	600	22,5
0	0+115	600	22,5

Eje (nº)	P.K. (m)	Ø (mm)	Codo (º)
0	0+337	600	11
1	0+060	600	30
1	0+491	600	11
1	0+530	600	45
1	0+631	600	11
1	0+855	600	11
1	0+906	600	11
1	1+030	600	45
1	1+036	600	45
1	1+075	600	45
1	1+084	600	45
1	1+165	600	11
1	1+232	600	11
1	1+279	600	11
1	1+439	600	45
1	1+447	600	45
1	1+531	600	45
1	1+540	600	45
3	0+004	800	30
3	0+029	800	30
3	0+437	800	45
3	0+445	800	30
3	0+485	800	60
3	0+600	800	11
3	0+708	800	11
3	1+099	800	11
3	1+221	800	30
3	1+261	800	11
3	1+296	800	11
3	1+423	800	11
3	1+502	800	30
3	2+746	800	11
3	2+828	800	11
3	2+943	800	45
3	2+963	800	30
3	3+369	800	30
3	3+376	800	45

Eje (nº)	P.K. (m)	Ø (mm)	Codo (º)
3	3+900	800	45
3	3+909	800	45
3	4+007	800	11
3	4+046	800	45
3	4+057	800	45
3	4+089	800	11
3	4+272	800	45
3	4+296	800	45
3	4+374	800	45
3	4+384	800	45
4	0+073	700	45
4	0+112	700	11
4	0+209	700	45
4	0+219	700	45
4	0+743	700	45
4	0+750	700	45
4	1+156	700	30
4	1+173	700	45
4	1+291	700	11
4	1+357	700	11
4	2+617	700	30
4	2+696	700	11
4	2+820	700	11
4	2+857	700	11
4	2+897	700	30
4	3+020	700	11
4	3+411	700	11
4	3+520	700	11
4	3+633	700	60
4	3+674	700	30
4	3+681	700	45
4	4+137	700	45
4	4+142	700	30
4	4+415	700	11
4	4+490	700	11
4	4+540	700	22,5
4	4+590	700	45

Eje (nº)	P.K. (m)	Ø (mm)	Codo (º)
4	4+655	700	11
4	4+893	700	22,5
4	5+136	700	11
4	5+185	700	11
4	5+597	700	45
4	5+605	700	45
4	5+690	700	45
4	5+698	700	45
4	5+859	700	11
4	5+906	700	11
4	5+973	700	11
4	6+053	700	45
4	6+062	700	45
4	6+102	700	45
4	6+108	700	45
4	6+230	700	11
4	6+282	700	11
4	6+608	700	45
4	6+647	700	11
4	7+078	700	30
4	7+196	700	11
4	7+413	700	22,5
4	7+462	700	90
4	7+486	700	90
4	7+520	700	45
4	7+532	700	45
4	7+559	700	90
4	7+582	700	90

1.2.4 LISTADO DE TRAZADO EN ALZADO

En este apartado, se realiza un resumen de las distintas pendientes adoptadas en el trazado, incluyendo la ubicación de los desagües y ventosas previstos al efecto de vaciado de tubería, mantenimiento y desalojo de volúmenes de aire ocluidos en la misma:

Eje	P.K. Inicial (m)	P.K. Final (m)	Pendiente (%)	Ø (mm)	P.Nom. (bar)	Desagüe en P.K. Final	Ventosa en P.K. Final
0	0+000	0+009	-0,23	600	10	Sí	
0	0+009	0+295	0,30	600	10		Sí
0	0+295	0+395	-0,50	600	10		

Eje	P.K. Inicial (m)	P.K. Final (m)	Pendiente (%)	Ø (mm)	P.Nom. (bar)	Desagüe en P.K. Final	Ventosa en P.K. Final
1	0+000	0+220	0,15	600	10		sí
1	0+220	0+330	-0,30	600	10	sí	
1	0+330	0+630	0,15	600	10		sí
1	0+630	0+750	-0,30	600	10	sí	
1	0+750	0+950	0,30	600	10		sí
1	0+950	1+050	-0,30	600	10	sí	
1	1+050	1+531	0,58	600	10		sí
1	1+531	1+1951	0,50	600	10		
2	0+000	1+072	-0,15	900	1		
3	0+000	0+300	1,00	800	10		
3	0+300	0+714	1,08	800	10		sí
3	0+714	0+764	-1,00	800	10	sí	
3	0+764	0+903	1,47	800	10		
3	0+903	0+999	2,29	800	10		
3	0+999	1+256	0,50	800	10		
3	1+256	1+670	0,80	800	10		sí
3	1+670	1+963	1,17	800	10		
3	1+963	2+380	1,52	800	10		sí
3	2+380	2+480	-0,30	800	10	sí	
3	2+480	2+762	0,50	800	10		
3	2+762	2+819	1,00	800	10		sí
3	2+819	2+942	-0,30	800	10	sí	
3	2+942	3+207	1,46	800	10		
3	3+207	3+375	0,75	800	10		
3	3+375	3+450	1,00	800	10		sí
3	3+450	3+520	-0,50	800	10		
3	3+520	3+640	-7,56	800	10		
3	3+640	3+680	-1,00	800	10	sí	
3	3+680	3+710	4,18	800	10		
3	3+710	3+958+	1,75	800	10		
3	3+958+	4+054	1,11	800	10		
3	4+054	4+059	16,51	800	10		
3	4+059	4+162	0,41	800	10		
3	4+162	4+211	3,63	800	10		
3	4+211	4+216	29,33	800	10		
3	4+216	4+386	0,50	800	10		
4	0+000	0+059	-0,41	700	6		

Eje	P.K. Inicial (m)	P.K. Final (m)	Pendiente (%)	Ø (mm)	P.Nom. (bar)	Desagüe en P.K. Final	Ventosa en P.K. Final
4	0+059	0+160	-1,11	700	6		
4	0+160	0+409	-1,75	700	6		
4	0+409	0+440	-4,18	700	6	SÍ	
4	0+440	0+479	7,56	700	6		
4	0+479	0+599	1,00	700	6		
4	0+599	0+669	0,50	700	6		SÍ
4	0+669	0+750	-1,00	700	6		
4	0+750	0+912	-0,75	700	6		
4	0+912	1+173	-1,46	700	6	SÍ	
4	1+173	1+300	0,30	700	6		SÍ
4	1+300	1+357	-1,00	700	6		
4	1+357	1+373	-4,29	700	6		
4	1+373	1+660	-0,50	700	6	SÍ	
4	1+660	1+738	0,30	700	6		SÍ
4	1+738	2+180	-1,52	700	6		
4	2+180	2+449	-1,17	700	6		SÍ
4	2+449	2+820	-0,80	700	6		
4	2+820	3+118	-0,50	700	6		
4	3+118	3+216	-2,29	700	6		
4	3+216	3+355	-1,47	700	6	SÍ	
4	3+355	3+405	1,00	700	6		SÍ
4	3+405	3+819	-1,08	700	6		
4	3+819	4+176	-1,00	700	6	SÍ	
4	4+176	4+540	0,15	700	6		SÍ
4	4+540	5+184	0,15	700	6		SÍ
4	5+184	5+605	-0,50	700	6		SÍ
4	5+605	6+085	-0,58	700	6	SÍ	
4	6+085	6+186	0,30	700	6		SÍ
4	6+186	6+386	-0,30	700	6	SÍ	
4	6+386	6+506	0,30	700	6		SÍ
4	6+506	6+806	-0,15	700	6	SÍ	
4	6+806	6+916	0,30	700	6		SÍ
4	6+916	7+135	-0,15	700	6	SÍ	
4	7+135	7+447	0,12	700	6		SÍ
4	7+447	7+582	-0,50	700	6	SÍ	

1.2.5 HORMIGÓN EN CONDUCCIONES

Se ha previsto la utilización de hormigón in-situ para las soleras de limpieza en arquetas de desagües, ventosas, rotura de carga, macizado en el paso de la rambla y en los codos necesarios.

Dada la mínima pendiente de las tuberías proyectadas, todos los anclajes se preverán exclusivamente como complemento a codos horizontales, no siendo necesarios en el caso de la tubería PN1 del Eje2, ni para los codos de 11° de la tubería del emisario. Siguiendo pautas de adición de peso del prontuario de tuberías de Uralita, el recuento de hormigón en codos es el siguiente:

DN/Codo	11°		22,5°		30°		45°		60°		90°	
	Nº Uds.	m³/ud	Nº Uds.	m³/ud	Nº Uds.	m³/ud	Nº Uds.	m³/ud	Nº Uds.	m³/ud	Nº Uds.	m³/ud
Ø 600 PN 10 Eje 0	1	-	2	-	-	-	-	-	1	1,00	-	-
Ø 600 PN 10 Eje 1	7	0,50	-	-	1	0,70	9	0,85	-	-	-	-
Ø 800 PN 10 Eje 3	10	0,75	-	-	7	2,50	11	3,80	1	6,00	-	-
Ø 700 PN 6 Eje 4	21	-	3	0,45	6	0,60	20	0,90	1	1,20	4	1,60

1.2.6 LISTADO DE SECCIONES TIPO UTILIZADAS

Es necesario mencionar que todas las tuberías utilizadas en el diseño de los colectores generales son de PRFV (Poliéster Reforzado con Fibra de Vidrio), en diámetros que van desde los 600 hasta 900 mm, tanto en PN6 como en PN10 para el caso de las impulsiones y la conducción forzada en gravedad del emisario. Sólo existen unas excepciones, en los pasos particulares de hincas (camisa previa de chapa).

En el documento de Planos, pueden observarse los detalles de las secciones tipo, en las que se han respetado siempre 10 cm de cama de apoyo, así como un tendido de taludes en zanjas de 1H:3V, para las zonas no entibadas ni tablestacadas.

En la zona de turbas y terrenos subyacentes de mala calidad, se ha previsto una ligera mejora del terreno para asegurar la correcta colocación de la tubería y evitar asentamientos futuros. Este tramo abarca el Eje 0 y los primeros mil metros del Eje 1.

A continuación se incluye un listado de las secciones tipo en función de cada P.K. de referencia:

Eje (nº)	P.K. Inicio (m)	P.K. Final (m)	Sección Tipo	Tipo
0	0+000	0+052	0-1	IMPULSIÓN
0	0+052	0+396	0-2	IMPULSIÓN
1	0+000	0+530	0-2	IMPULSIÓN
1	0+530	1+000	A	IMPULSIÓN
1	1+000	1+951	B	IMPULSIÓN
2	0+000	0+1072	C	GRAVEDAD
3	0+000	2+762	D	IMPULSIÓN
3	2+762	2+819	HINCA	IMPULSIÓN - HINCA
3	2+819	3+375	D	IMPULSIÓN
3	3+375	3+450	HINCA	IMPULSIÓN-HINCA
3	3+450	3+520	D	IMPULSIÓN
3	3+520	3+640	HINCA	IMPULSIÓN-HINCA

3	3+640	4+060	D	IMPULSIÓN
3	4+060	4+386	E	IMPULSIÓN
4	0+000	0+070	F	GRAVEDAD (CONDUCCIÓN FORZADA)
4	0+070	0+479	D	GRAVEDAD (CONDUCCIÓN FORZADA)
4	0+479	0+599	HINCA	GRAVEDAD - HINCA (CONDUCCIÓN FORZADA)
4	0+599	0+669	D	GRAVEDAD (CONDUCCIÓN FORZADA)
4	0+669	0+744	HINCA	GRAVEDAD - HINCA (CONDUCCIÓN FORZADA)
4	0+744	1+300	D	GRAVEDAD (CONDUCCIÓN FORZADA)
4	1+300	1+357	HINCA	GRAVEDAD - HINCA (CONDUCCIÓN FORZADA)
4	1+357	4+142	D	GRAVEDAD (CONDUCCIÓN FORZADA)
4	4+142	5+136	C	GRAVEDAD (CONDUCCIÓN FORZADA)
4	5+136	6+050	B	GRAVEDAD (CONDUCCIÓN FORZADA)
4	6+050	7+080	A	GRAVEDAD (CONDUCCIÓN FORZADA)
4	7+080	7+462	0-2	GRAVEDAD (CONDUCCIÓN FORZADA)
4	7+462	7+581	ZANJA UNICA HASTA EMISARIO	GRAVEDAD (CONDUCCIÓN FORZADA)

A continuación se muestra la ubicación de cada eje, sobrepuestos sobre una ortofotografía de la zona, en la que también se muestran las distintas estaciones de bombeo proyectadas (Constitución y Vial), la arqueta de rotura de carga, que aparece entre el eje 1 y el eje 2, así la ubicación de hincas y antigua estación de pretratamiento y bombo de Ayuntamiento, sobre la que sólo se actúa para dejarla fuera de servicio y rehabilitar el espacio.



Vista general del trazado proyectado, en la que se observan los 4 ejes principales: Eje 1 Impulsión, Eje 2 Gravedad, Eje 3 Impulsión, Eje 4 Emisario. Asimismo, se observan las hincas, las dos EBAR previstas de nueva construcción (Vial y Constitución), así como la ubicación de la EBAR Ayuntamiento, que actualmente impulsa el vertido municipal al emisario submarino. Esta EBAR quedará fuera de uso, tras su rehabilitación interior.

2 DIMENSIONADO HIDRÁULICO DE LOS COLECTORES GENERALES

2.1 INTRODUCCIÓN

En los siguientes apartados se comprueba la validez del diseño hidráulico previsto para el sistema general de colectores, con los caudales previstos en este proyecto.

2.2 BASES TEÓRICAS PARA EL DISEÑO HIDRAULICO

El dimensionamiento hidráulico consiste en la determinación de las variables hidráulicas principales en el conjunto del sistema. La formulación empleada puede ser resumida en las siguientes categorías:

- o Pérdidas en conducciones.
- o Pérdidas localizadas.
- o Vertederos.
- o Rejas y tamices

2.2.1 PÉRDIDAS EN CONDUCCIONES

2.2.1.1 LÁMINA LIBRE: TUBERÍA A SECCIÓN PARCIALMENTE LLENA.

Para el caso de tuberías a sección parcialmente llena, en este proyecto se utiliza:

- o La fórmula de Colebrook-White basada en la teoría de Prandtl-Karman sobre turbulencias y la ecuación de Darcy-Weirsbach, desarrollada para el caso de tuberías llenas.
- o Las correcciones de Thormann y Franke que tienen en cuenta la fricción del aire ocluido.

La fórmula de Colebrook-White es la siguiente:

$$Q = \frac{\pi \cdot D^2}{4 \cdot 10^6} \left(-2 \cdot \log \left(\frac{2.51 \cdot 10^6 \cdot \nu}{D \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot J \cdot D}} + \frac{K}{3.71 \cdot D} \right) \right) \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot J \cdot D}$$

Siendo:

- Q = Caudal (l/s)
- D = Diámetro interior (mm)
- ν = viscosidad cinemática (m²/s), dependiente de la temperatura y el tipo y cantidad de materia en suspensión. Usualmente se toma $\nu = 1,31 \times 10^{-6}$ m²/s
- J: Pérdida de carga (m/km)
- K: Rugosidad absoluta de la superficie interior, en función de la siguiente tabla (Guía Técnica sobre Redes de Saneamiento y Drenaje Urbano, CEDEX):

Tipo	Rugosidad absoluta (mm)	
	Mínimo	Máximo
Fundición	0,60	0,80
Hormigón	0,60	1,15
Gres	0,50	1,00
PVC	0,10	0,25
PE/PP	0,10	0,25

Tipo	Rugosidad absoluta (mm)	
	Mínimo	Máximo
PRFV	0,10	0,25

Los valores mínimos corresponden a tuberías en muy buen estado, y los valores máximos son tuberías en muy mal estado. Para los cálculos se toma un valor medio de 0,18.

Para conocer los valores correspondientes a distintas alturas de llenado en la conducción, se aplica el procedimiento propuesto por Thormann y Franke:

1) Relación de caudales:

$$\frac{Q}{Q_p} = \frac{(2\beta - \text{sen}2\beta)^{1,625}}{9,69(\beta + \gamma \text{sen}\beta)^{0,625}}$$

2) Relación de velocidades medias:

$$\frac{V}{V_p} = \left[\frac{2\beta - \text{sen}2\beta}{2(\beta + \gamma \text{sen}\beta)} \right]^{0,625}$$

Siendo:

- Q = Caudal a sección llena (l/s)
- Qp = Caudal a sección parcialmente llena (l/s)
- V = velocidad media a sección llena (m/s)
- Vp = velocidad media a sección parcialmente llena (m/s)
- 2β = arco de la sección mojada (rad)
- Y = coeficiente experimental de Thorman dado por las siguientes expresiones, en función del parámetro η = h/d, para tener en cuenta el rozamiento entre el líquido y el aire del interior del conducto:
 - Para η ≤ 0,5; $Y = 0$
 - Para η > 0,5; $\gamma = \frac{\eta - 0,5}{3} + \frac{20(\eta - 0,5)^3}{3}$

Partiendo de dos de los cuatro valores de Q, D, V, J, se obtienen los valores de las otras dos. Posteriormente, a partir de uno de los tres valores de las relaciones Q'/Q, h/d, V'/V se obtienen los valores de las otras dos. En el caso que nos ocupa, generalmente procederemos de manera que podamos calcular la velocidad de circulación y la altura de la lámina de agua.

2.2.1.2 CONDUCCIONES EN PRESIÓN: TUBERÍA A SECCIÓN LLENA.

Como se ha mencionado anteriormente, en canalizaciones a presión (sección llena) puede utilizarse la fórmula de Colebrook-White basada en la teoría de Prandtl-Karman sobre turbulencias y la ecuación de Darcy-Weirsbach, desarrollada para el caso de tuberías llenas, quedando:

o Colebrook y White

$$\frac{1}{\sqrt{\lambda}} = -2 \cdot \log \left(\frac{k_a}{3,71 \cdot D} + \frac{2,51}{\text{Re} \cdot \sqrt{\lambda}} \right)$$

Siendo:

- λ =factor de fricción de Darcy-Weisbach (adimensional)
 - k_a = rugosidad absoluta equivalente (m)
 - $Re = N^\circ$ Reynolds, $v \cdot D/\nu$
 - D = Diámetro interior (m)
- o Darcy-Weisbach

$$I = \frac{\lambda V^2}{D 2g}$$

Siendo:

- I = Pérdida de carga (m/m)
- λ =factor de fricción de Darcy-Weisbach
- V = velocidad media (m/s)
- D = Diámetro interior (m)
- g = aceleración de la gravedad (usualmente 9,81 m/s²)
- $Re = N^\circ$ Reynolds, $v \cdot D/\nu$

Eliminando λ entre las ecuaciones de Colebrook-White y la de Darcy-Weisbach, se obtiene la fórmula ya mencionada en el apartado anterior de este anejo:

$$Q = \frac{\pi \cdot D^2}{4 \cdot 10^6} \left(-2 \cdot \log \left(\frac{2.51 \cdot 10^6 \cdot \nu}{D \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot J \cdot D}} + \frac{K}{3.71 \cdot D} \right) \right) \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot J \cdot D}$$

Siendo:

- Q = Caudal l/s
- D = Diámetro interior (m)
- ν = viscosidad cinemática (m²/s)
- J : Pérdida de carga (m/m)
- K : Rugosidad absoluta de la superficie interior, equivalente a la de Nikuradse (mm).

En este proyecto, se utilizan la fórmula expuesta anteriormente por las siguientes razones:

- o La fórmula de Colebrook es la más completa y correcta en todos los casos.
- o Otras fórmulas simplificadas (Manning, Hazen Williams y Meyer Peter) permiten una flexibilidad elevada a la hora de dimensionar, mientras que la fórmula de Colebrook puede emplearse para afinar la cota piezométrica, sobre todo cuando nos encontramos con tuberías de diámetro pequeño y con longitudes elevadas en las que una pequeña desviación en la pérdida unitaria puede dar lugar a errores importantes.

2.2.2 PÉRDIDAS LOCALIZADAS

Pueden calcularse como un porcentaje del término de velocidad o como una longitud de conducción equivalente; en este proyecto se ha optado por el primer caso, con los siguientes coeficientes de pérdida localizada:

$$\Delta h = K \cdot \frac{v^2}{2 \cdot g}$$

- 1) Compuertas o orificios sumergidos, $K = 0,62$
- 2) Codos en ángulo. Para un relación de r/d de 1,5 se toma el coeficiente k de acuerdo a la tabla:

Ángulo	22,5°	45°	60°	90°	136°	180°
K	0,10	0,17	0,22	0,29	0,36	0,43

- 3) Entrada en depósito o arqueta, $K = 1,0$
- 4) Salida de depósito o arqueta, $K = 0,5$
- 5) Válvulas. Como norma general, se toman los coeficientes propuestos por el fabricante. Caso de no disponer de dichos datos se considera que las válvulas trabajan en general, completamente abiertas, aplicando por ello los siguientes coeficientes.
 - Válvulas de compuerta o mariposa: 0,12
 - Válvula de retención: 1,5

2.2.3 VERTEDEROS

Para el cálculo de la línea piezométrica se necesita además conocer la altura de la lámina de agua en los vertederos. El caudal de los mismos viene dado por la fórmula general:

$$Q = \mu l h \sqrt{2gh}$$

- o Q es el caudal, en m^3/s .
- o μ es el coeficiente de caudal de vertedero..
- o L es la longitud del umbral de vertido, en m.
- o h es la altura de lámina, en m.
- o g es la aceleración de la gravedad, en m/s^2 .

Para un vertedero rectangular en pared delgada sobre un canal, sin contracción lateral y con vertido en lámina libre, el coeficiente de caudal puede calcularse por la fórmula de Rehbock:

$$\mu = \frac{2}{3} \left(0,605 + \frac{1}{1050h} \right) + 0,08 \frac{h}{p}$$

donde P es la altura de pared de agua.

2.2.4 VENTOSAS

Las ventosas son elementos fundamentales en la protección de las conducciones a presión como las contempladas en este proyecto. El procedimiento de cálculo elegido tiene en cuenta dos situaciones:

$$Q = 1,2916 \cdot 10^{-5} \cdot C \cdot S^{0,54} \cdot D^{2,63}$$

- o Vaciado brusco de la tubería por rotura de la misma, de acuerdo a la siguiente fórmula:
, donde:

- S es la pendiente de la tubería en m/m.
- D es el diámetro interior de la tubería en mm.
- C es un coeficiente de pérdida de carga.
- Q es el caudal de agua en vaciado en m³/h.

- o Llenado de la tubería mediante la puesta en marcha de una bomba, de acuerdo a la siguiente fórmula:

$$Q_a = A_o \cdot C_o \cdot \left[\frac{2 \cdot \Delta P}{W} \right]^{0,5} \cdot 36 \cdot 10^4$$

, donde:

- A es el área del orificio de la ventosa en mm
- C_o es el coeficiente del orificio (0,7)
- ΔP es la diferencia de presión a través del orificio en mca
- W es la densidad del aire en Kg/cm²
- Q_a es el caudal de aire en m³/h

2.2.5 CÁLCULOS EN RÉGIMEN TRANSITORIO

La evolución de los transitorios de presiones creados en una conducción por perturbaciones que sobrevienen de manera programada o inapropiada en uno o varios de sus puntos puede dar lugar a efectos indeseables que conviene prever para evitar sus efectos, a veces de proporciones desastrosas. Los elementos adecuados de protección, su ubicación y su comportamiento, deben ser cuidadosamente estudiados con el fin de mantener segura en todo momento la instalación.

Para ello, se ha utilizado en este proyecto el paquete informático DYAGATS (Diseño Y Análisis del Golpe de Ariete en Tubería Simple) desarrollado en el Grupo Multidisciplinar de Modelación de Fluidos del Departamento de Ingeniería Hidráulica y Medio Ambiente de la Universidad Politécnica de Valencia.

Como su propio nombre indica, el paquete permite analizar el transitorio (golpe de ariete) que acontece en una tubería simple (impulsión y/o gravedad) cuando una o más perturbaciones desvían el sistema de su régimen estacionario.

Este análisis se realiza mediante la solución conjunta de las ecuaciones que llevan a cabo la gestión de las ondas de presión en el interior de las tuberías y de las ecuaciones que expresan las condiciones de contorno o comportamiento de los dispositivos que inician y/o modifican las perturbaciones.

No es objetivo de este apartado extendernos más en la descripción de la metodología que utiliza el DYAGATS, y por ello se remite al manual de este software especializado para profundizar más en sus bases teóricas.

2.3 CÁLCULOS DE LAS CONDUCCIONES EN LÁMINA LIBRE

En este proyecto modificado, se han definido dos ejes cuyo funcionamiento hidráulico es en lámina libre:

- o Tramo por gravedad desde la arqueta de rotura de carga hasta el bombeo de Vial de Benicarló.
- o Emisario terrestre, que aunque tendrá un funcionamiento mixto como lámina libre y sección llena, se incluye en este apartado también.

2.3.1 TRAMO ARQUETA DE ROTURA – EBAR DE VIAL

Como se ha comentado anteriormente, este eje (denominado eje 2), se proyecta mediante tubería de PRFV de diámetro 900 mm, con una única pendiente del 0,15%.

Discurre en toda su longitud (1072 m) por la carretera local que comunica las poblaciones de Peñíscola y Benicarló. Se proyectan 26 pozos de registro en los cambios de dirección y en distancias inferiores a 50 m en tramos rectos.

Las bases de partida de esta conducción son las definidas en el anejo de dimensionamiento de este proyecto:

Caudales de diseño	Fase I y T.Baja	Fase I y T.Alta	Fase II y T.Alta	
- Diario	10.000,00	20.000,00	27.356,00	m ³ /d
- Máximo	833,33	1.666,67	2.279,67	m ³ /h
- Medio	416,67	833,33	1.139,84	m ³ /h

Los resultados obtenidos en el dimensionado hidráulico son:

Resultados

- Caudal máximo en colector	2.989,06	m ³ /h
- Caudal (resguardo 25%)	2.581,09	m ³ /h
- Caudal a sección llena	2.989,06	m ³ /h

	Velocidades (m/sg)	Calados (mm)	% de llenado
Sección llena	1,31	900,00	100,00%
Qmedio en fase I y t.baja	0,93	224,57	24,95%
Qmáximo en fase I y t.baja	1,13	323,00	35,89%
Qmáximo en fase I y t.alta	1,33	481,89	53,54%
Qmáximo en fase II y t.alta	1,40	603,93	67,10%

2.3.2 EMISARIO

2.3.2.1 EMISARIO MARINO

El efluente es vertido al mar a través de un emisario submarino existente. Los datos que se han podido recopilar sobre esta infraestructura son:

- o Conducción:
 - Longitud: 2060 ml Ø 600 mm, fibrocemento
 - Longitud difusores: 132 ml Ø 400 mm, fibrocemento
 - Longitud total: 2192 ml
 - Cota de inicio: -1,10 m
 - Cota final: -16,42 m
 - Lastre: Peso propio tubería
- o Bombeo del emisario, mediante tres bombas centrífugas (2+1) sumergibles FLYGT mod CP-3201-LT con impulsor 624. El motor es de 22 kW a 965 rpm. Actualmente sólo 2 se encuentran en funcionamiento.

Se conocen de este bombeo y emisario, los siguientes puntos de funcionamiento:

Caudal (l/s)	Altura (mca)	Nº de bombas en servicio (Ud)
320	4,3	1
425	7,6	2
480	9,5	3

Con estos puntos, se ha podido estimar una curva resistente del emisario ($H = H_0 + K \cdot Q^2$). Se ha resuelto y se han obtenido las constantes correspondientes:

- $H_0 = 0,14$
- $K = 3,1346 \times 10^{-6}$

, estando la variable Q expresada m^3/h

Con esta curva se obtiene los siguientes puntos de funcionamiento del emisario marino existente con los caudales de diseño de este proyecto:

Caudal (m ³ /h)	Sobrecarga necesaria (mca)
2.500,00	19,73
1.833,34	10,68
1.250,00	5,04
Caudal m ³ /h	Altura mca
833,33	2,32
416,67	0,68

2.3.2.2 EMISARIO TERRESTRE

El emisario terrestre necesita para transportar los caudales previstos, al menos, de una conducción en PRFV PN 6 Ø 700 mm. La justificación de este diámetro, respecto al Ø 600 mm previsto en el proyecto de licitación se realiza a continuación.

De la tabla de sobrecarga necesaria del apartado anterior, en conjunción con el longitudinal del emisario incluido en los planos, se puede concluir, que el emisario terrestre funcionará en parte o por completo como conducción a sección llena según diferentes hipótesis de caudales consideradas. La longitud total prevista para conectar el depósito de agua tratada con el emisario subterráneo existente es de 7.835 m. Esta longitud se compone de 7.586 m de emisario, más 249 m de conducción de salida dentro de la parcela de la E.D.A.R.

Se han estudiado diversos puntos de funcionamiento, resumiéndose a continuación las longitudes del emisario terrestre contadas desde el punto de entronque con el emisario marino (de aguas abajo a aguas arriba), para las que funcionará a sección llena según el caudal transportado:

Caudal m ³ /h	Longitud de emisario terrestre a sección llena (m)
2.500,00	5.231
1.833,34	4.281
1.250,00	3.676
833,33	2.091

Estas longitudes necesarias, están asociadas únicamente a la consideración de pérdidas correspondientes al emisario marino. Sin embargo, la realidad supondrá unas pérdidas adicionales correspondientes al transporte de caudales por el propio emisario terrestre.

Se pueden estimar estas pérdidas por rozamiento en el emisario terrestre, mediante la formulación de Prandt – Coolebrok, en primer lugar para un diámetro 600 mm según la previsión del proyecto de licitación:

Caudal	833,33	1.250,00	1.833,34	2.500,00	m ³ /h
Diámetro	0,6	0,6	0,6	0,6	m
Nº Reynolds	0,000	562.464	749.954	1.124.929	
Viscosidad cinemática	1,31x10 ⁻⁶	0,00000131	0,00000131	0,00000131	m
Coefficiente Ks	0,1	0,1	0,1	0,1	mm
Valor de f	0,01558	0,01495	0,01460	0,01420	
Velocidad en tubería	0,819	1,228	1,637	2,456	m/s
Pérdida	0,001	0,002	0,003	0,0073	m/m

De este análisis, se puede observar por ejemplo, que para transportar 2500 m³/h, se necesita una altura asociada a las pérdidas del emisario terrestre de 0,0073 x 5231 = 38,18 m.c.a, que sumada a la correspondiente del emisario (19,73 m.c.a), suma un total de 57,91 m.c.a a contar desde el nivel +0,00 m.

Por tanto, en este primer análisis, se comprende rápidamente que si el vertedero de salida de la EDAR está a la cota 46,00 aproximadamente, no es posible en la Fase II aliviar el caudal punta de la EDAR por el emisario.

Con el mismo procedimiento (cota máxima de carga en emisario en +46,00 m), se ha determinado que el máximo caudal que podría ser aliviado desde la EDAR por un emisario terrestre Ø600 mm en conjunción con el emisario marino existente, es aproximadamente 1.920 m³/h.

Caudal m ³ /h	Longitud de emisario terrestre a sección llena (m)
1.920,00	7.835

Caudal	1.920,00	m ³ /h
Diámetro	0,6	m
Nº Reynolds	863.945	
Viscosidad cinemática	0,00000131	m
Coefficiente Ks	0,1	mm
Valor de f	0,01445	
Velocidad en tubería	1,886	m/s
Pérdida	0,00437	m/m

Por tanto, se justifica como imprescindible el cambio de este emisario terrestre de Ø600 a Ø700 mm, en cuyo caso sí se permitirá poder aliviar el caudal máximo, existiendo un margen de 1,24 m hasta la cota que define el vertido del efluente tratado en la E.D.A.R.:

Caudal	2.500,00	m ³ /h
Diámetro	0,7	m
Nº Reynolds	964.225	
Viscosidad cinemática	0,00000131	m
Coefficiente Ks	0,1	mm
Valor de f	0,1405	
Velocidad en tubería	1,804	m/s
Perdida	0,0033	m/m
Longitud total	7.586	m
Máxima pérdida en emisario terrestre	25,03	mca
Perdida en emisario marino	19,73	mca
Perdida total	44,76	mca

El mínimo tiempo teórico de llenado del emisario de Ø700 será:

- Volumen de la tubería: 7.835 m x 0,3701 m² = 2.900 m³.
- Máximo caudal de diseño: 2.500 m³/h.
- Mínimo tiempo de llenado: 1,16 h = 69,60 minutos.

Para evacuar el aire del emisario durante el llenado, será necesario colocar ventosas trifuncionales, de acuerdo al siguiente cálculo:

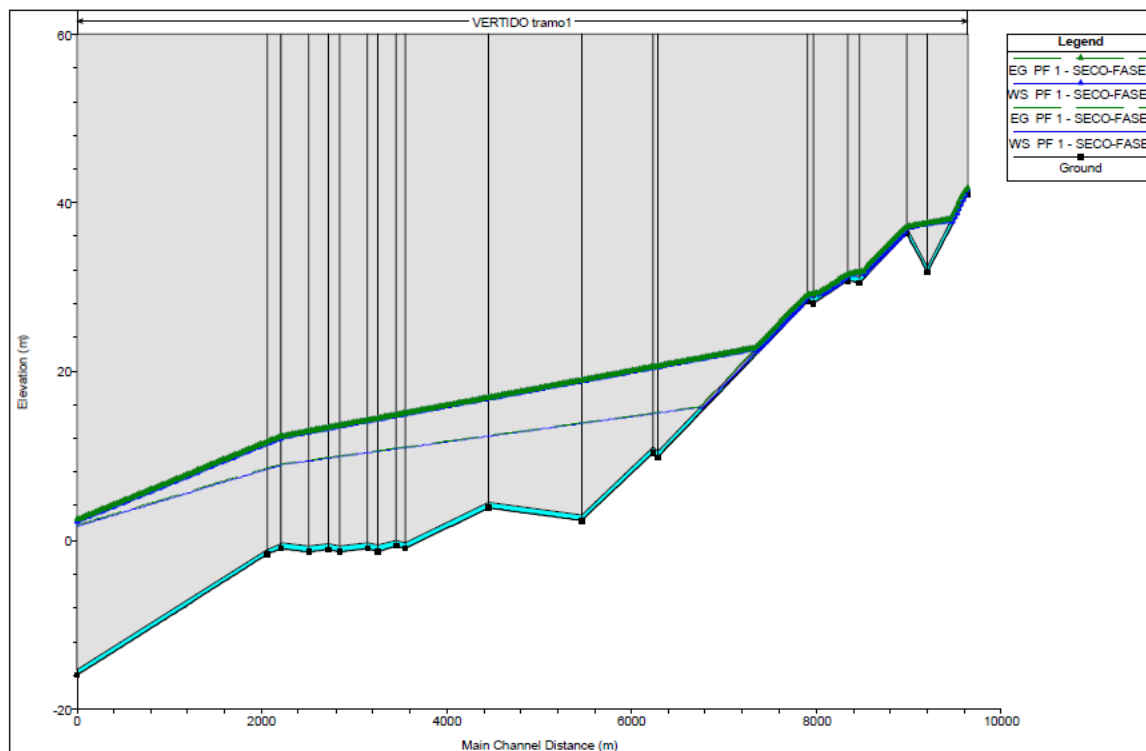
$$Q_a = A_o \cdot C_o \cdot \left[\frac{2 \cdot \Delta P}{W} \right]^{0.5} \cdot 36 \cdot 10^4$$

- Ventosa adoptada	4	Pulgadas
	101,6	mm
- Área del orificio de la ventosa:	0,0081	m ²
- Coeficiente del orificio (Co):	0,7	
- Diferencia de presión a través del orificio (AP):	1,5	m.c.a.
- Densidad del aire (W):	1,2	Kg/cm ³
- Caudal de aire (Qa):	3.230,34	m ³ /h

El tiempo de vaciado de la tubería, es un problema más complejo de determinar, aunque mucho menos crítico que el llenado del emisario. En este caso, queda asegurada la correcta aducción de aire a la tubería, y además no existen regímenes transitorios por ausencia de impulsiones o posibilidades de cierre brusco de válvulas.

Por ello, las ventosas de 4 pulgadas definidas son suficientes y se encuentran ubicadas en los puntos altos absolutos, altos relativos e intermedios definidos en planos.

Asimismo se cuenta con un cálculo alternativo con HEC-RAS, del que se desprende que el dimensionamiento del Emisario que se propone en este Apartado es adecuado.



2.4 CALCULOS DE BOMBEO E IMPULSIONES

2.4.1 BOMBEO DE PLAZA CONSTITUCIÓN E IMPULSIÓN

Esta instalación e impulsión se ubica en uno de los parterres perimetrales de la Plaza Constitución, para permitir el bombeo de los caudales aportados por los colectores de saneamiento principales del municipio. Precisa a su vez de una cierta reordenación de tuberías municipales indicada en el documento nº 2 Planos. Asimismo, cuenta con un bombeo de seguridad en forma de alivio y una segunda conducción de seguridad en gravedad más elevada.

Las bases de partida para el diseño de esta EBAR son:

Caudal a bombear	FASE I		FASE II	
	T.BAJA	T.ALTA	T. Alta	
- Diario	10.000,00	20.000,00	23.100,00	m ³ /d
- Máximo	833,33	1.666,67	1.925,00	m ³ /h
- Medio	416,67	833,33	962,50	m ³ /h

La EBAR se sitúa en un parterre situado al Noroeste de la rotonda de Plaza Constitución, conformando un pozo de bombeo al abrigo de pantallas de hormigón armado hasta 13 m de profundidad para asegurar un correcto empotramiento y permitir así la excavación del vaciado.

Parterre de
ubicación de la EBAR



Se procede a la reorganización de colectores municipales, para unificar en esta nueva EBAR todos los vertidos de la zona e impulsarlos por medio de una tubería de PRFV Ø 600 mm PN 10 hasta la arqueta de rotura de carga.



En el parterre que actualmente se encuentra acerado perimetralmente, se prevé la construcción de un pequeño edificio prefabricado y un cerramiento con valla protegido por un seto perimetral en la zona de la cámara de bombeo y calderín anti-ariete.



Respecto a los equipos a instalar, se pueden diferenciar en:

- Equipos Eléctricos (en el edificio sobre rasante)
 - Transformador eléctrico
 - Centro de seccionamiento y cuadros eléctricos
 - Grupo electrógeno de emergencia
- Equipos Mecánicos
 - 4 bombas principales de impulsión
 - 2 bombas auxiliares de alivio de seguridad
 - 2 trituradores de sólidos
 - Compuertas verticales de seccionamiento
 - Manómetros, válvulas de corte y antirretornos en inicio de conducciones
 - Calderín antiarriete en nueva conducción Ø 600 mm

El conjunto funcionará en configuración normal con 3+1 bombas, dividiéndose la operación en 2 pozos de bombeo con vertedero superior de seguridad.

También existe una antigua cámara de elevación en la E.P.A.R. Ayuntamiento, que será adecuada a nivel de obra civil y equipos según los requerimientos de la obra, una vez que quede fuera de servicio.

2.4.1.1 RÉGIMEN PERMANENTE

Las pérdidas de carga por rozamiento se estudian mediante el procedimiento indicado en el apartado de bases teóricas, considerando además un 10% de pérdidas singulares. La impulsión proyectada es una tubería de PRFV de Ø600 PN 10 con longitud total de 2.347 m, distribuido en 396 m (Eje 0) y 1.951 m (Eje 1), hasta la arqueta de rotura de carga hidráulica.

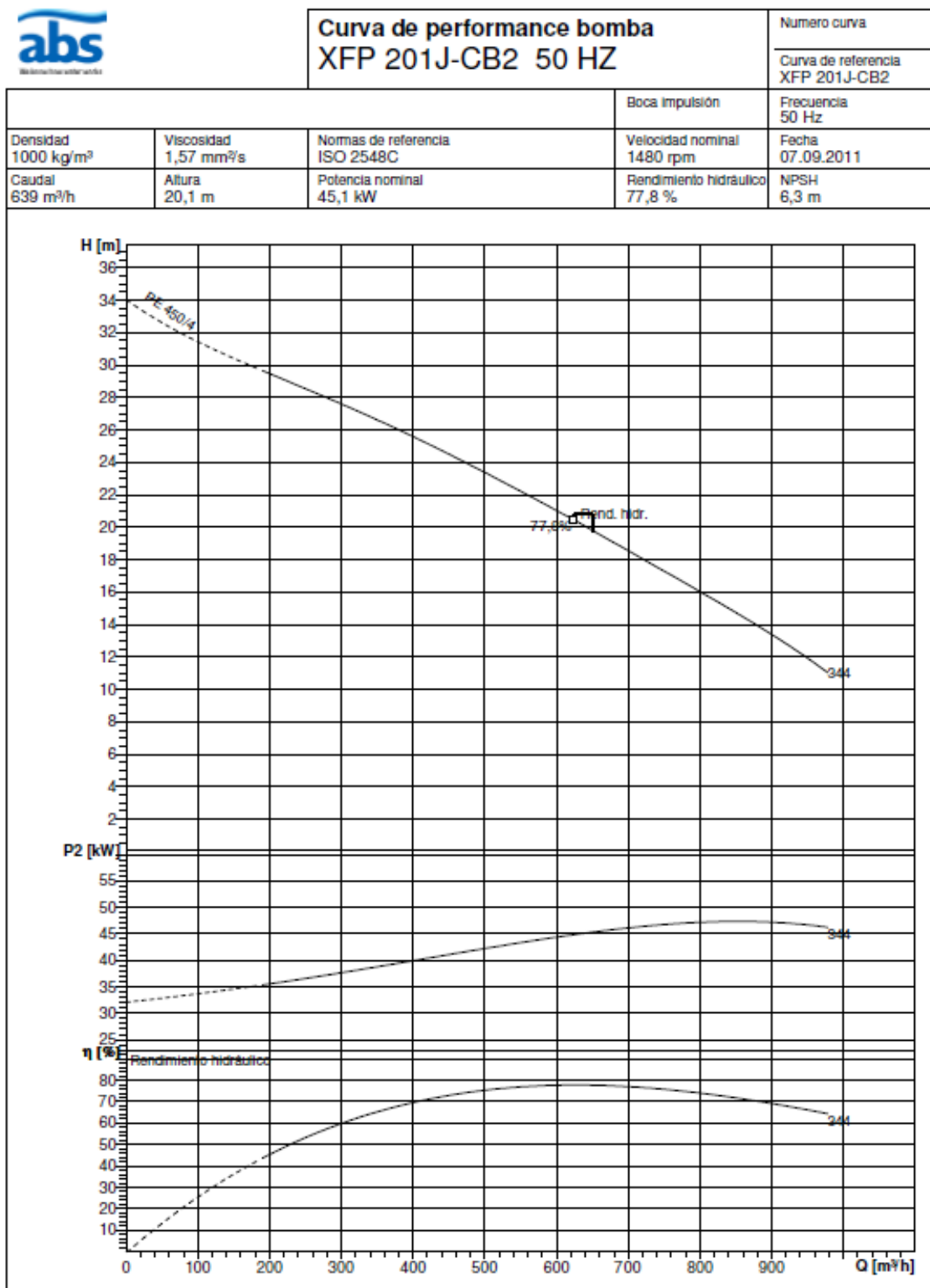
Dado que el longitudinal de la impulsión es bastante llano, se ha dispuesto tramos en forma de "dientes de sierra" para facilitar la evacuación del aire en los puntos altos donde se situaran las correspondientes ventosas.

	FASE I		FASE II	
	T.BAJA	T.ALTA	T.ALTA	
<i>Altura geométrica (Hg)</i>				
Cota de trabajo en EBAR de Constitución	-3,00	-3,00	-3,00	msnm
Cota en final del tramo	4,75	4,75	4,75	msnm
Altura geométrica de trabajo	7,75	7,75	7,75	m.c.a.
<i>Pérdidas de carga en la conducción (Ha) (Según Prandt - Coolebrok)</i>				
Nº de impulsiones	1	1	1	Uds
Caudal	0,231	0,463	0,535	m ³ /sg
Diámetro	0,6	0,6	0,6	m
Nº Reynolds	374.976	749.953	866.195	
Viscosidad cinemática	0,00000131	0,00000131	0,00000131	m ² /sg
Coefficiente Ks	0,0002	0,0002	0,0002	m
Valor de f	0,01688	0,01615	0,01605	
Velocidad en tubería	0,819	1,637	1,891	m/sg
Perdida	0,001	0,004	0,005	m/m
Longitud tubería	2.347,00	2.347,00	2.347,00	m
Pérdida en la conducción (rozamiento)	2,26	8,63	11,44	m
<i>Pérdidas singulares (10 %) (Hs)</i>	0,23	0,86	1,14	m
Altura manométrica de trabajo	10,23	17,25	20,34	m
Tiempo de retención hidráulico	0,80	0,40	0,34	horas

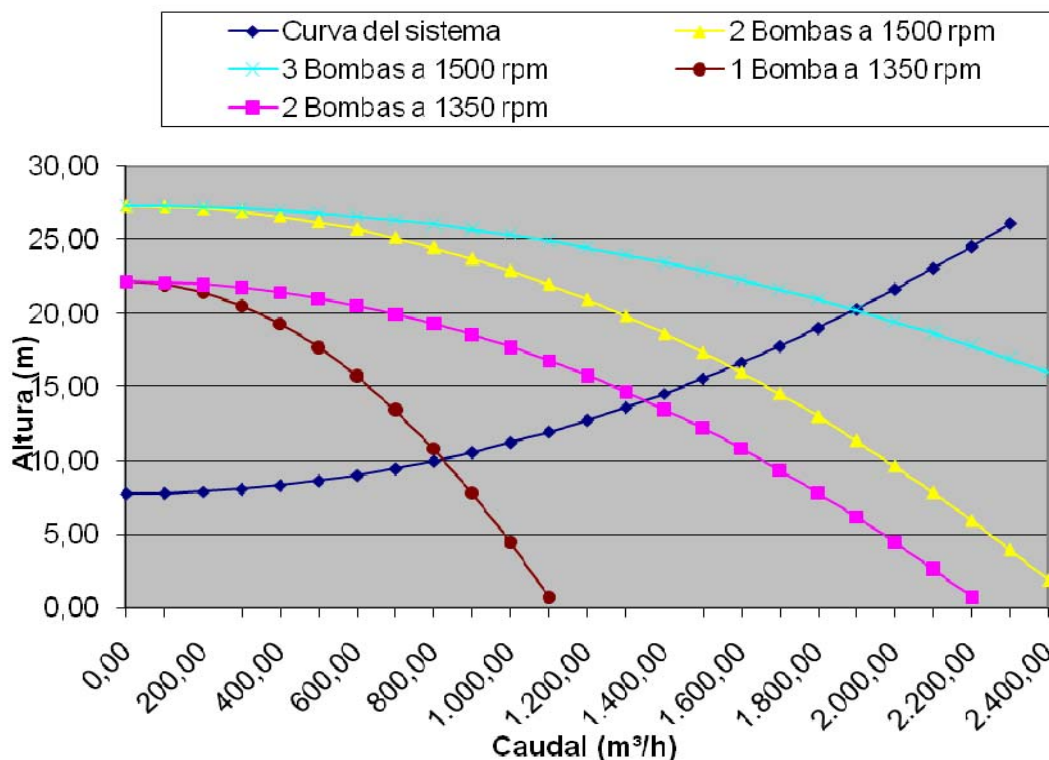
Las bombas propuestas para impulsar los caudales de diseños son 3+1 bombas de caudal unitario 640 m³/h a 20 mca y potencia nominal de 45 kw.

Dos bombas se podrán regular mediante variador de frecuencia y la tercera mediante un arrancador estático. Estas bombas propuestas en el proyecto para la EBAR Constitución tienen la siguiente curva característica:

En la siguiente grafica se representa las curvas de la impulsión y las estimadas para las bombas, con funcionamiento conjunto a 1500 rpm, para los caudales de la fase I y fase II.



Curvas del Sistema EBAR Constitución



Los puntos de funcionamiento estimados son los siguientes:

Puntos de funcionamiento estimados a 1350 rpm		
Caudal (m³/h)	Altura (mca)	Nº bombas
820,00	10,1	1
1350,00	14,7	2

Puntos de funcionamiento estimados a 1500 rpm		
Caudal (m³/h)	Altura (mca)	Nº bombas
1.590,00	16,45	2
1.900,00	20,3	3

La potencia hidráulica y eléctrica absorbida, tanto para los puntos anteriores como para cualquier otro punto intermedio, se obtiene aplicando dichos puntos de funcionamiento en las curvas de las bombas, en las que se observan tanto las potencias teóricas como los rendimientos estimados.

2.4.1.2 ALIVIO DE SEGURIDAD AL EMISARIO

La impulsión desde la EBAR Constitución hasta la salida al Emisario presenta una longitud de 2.020 m, con un diámetro Ø600 mm; más una longitud de 132 m asociada a los difusores (de DN-400). En total, se consideran 2.192 m con un diámetro "equivalente" de DN-600. La cota de lámina de agua en origen (nivel "de consigna" en el bombeo Constitución) se estima en -3'00 m.

La cota de lámina de agua en la descarga del Emisario se estima en 0 m. En total, habría una diferencia geométrica de 3 mca.

Además, habría unas pérdidas localizadas en la salida por los difusores de $K_v=12$. Adicionalmente a estas pérdidas se consideran otras tantas (en el bombeo, piezas varias...) con un coeficiente de 5, de modo que el coeficiente total final adoptado es de 17. Se adopta una rugosidad absoluta de 0.1 mm.

Los caudales punta de diseño son:

- Fase I: 463 l/s (1.666 m³/h)
- Fase II: 535 l/s (1.925 m³/h)

En estas condiciones, de ausencia de vertido por el emisario proveniente de la E.D.A.R. se presenta el siguiente comportamiento de la instalación:

➤ **Fase I:**

Para 463 l/s, se da el siguiente funcionamiento hidráulico:

- velocidad: 1,63 m/s
- Reynolds: 982.516 (para viscosidad de 0.0000010 m²/s, equivalentes a una T^o de 20°C)
- coeficiente de fricción: 0.0144
- pérdidas por fricción: 7,19 mca
- pérdidas localizadas: 2,32 mca
- pérdidas totales: 9,51 mca
- altura manométrica: 12,51 mca

Para 2+0 bombas se daría el siguiente funcionamiento unitario:

- caudal unitario: 231,5 l/s → 833 m³/h
- altura manométrica: 12.51 mca
- potencia requerida: 47,36 kW (con rendimiento estimado del 60%)

➤ **Fase II:**

Para 535 l/s, se da el siguiente funcionamiento hidráulico:

- velocidad: 1,89 m/s
- Reynolds: 1.135.305 (para viscosidad de 0,0000010 m²/s, equivalentes a una T^o de 20°C)
- coeficiente de fricción: 0,0142
- pérdidas por fricción: 9,52 mca
- pérdidas localizadas: 3,10 mca
- pérdidas totales: 12,62 mca
- altura manométrica: 15,62 mca

Para 2+0 bombas se daría el siguiente funcionamiento unitario:

- caudal: 267,50 l/s → 963 m³/h

- altura manométrica: 15,62 mca
- potencia requerida: 68,31 kW (con rendimiento estimado del 60%)

Dado el funcionamiento eventual de estas bombas, y las incertidumbres acerca de las condiciones del Emisario Submarino por su elevada antigüedad, se proponen 2+0 bombas con un motor ligeramente mayor que el estrictamente necesario, en el siguiente punto de funcionamiento:

- caudal: 275 l/s → 990 m³/h
- altura manométrica: 17 mca
- potencia motor: 75 kW

En principio, estas bombas servirían también para la Fase II.

2.4.1.3 FUNCIONAMIENTO EN SITUACIÓN DE LLUVIA

En este apartado, se estudia el condicionante que supone el hecho de que la red de colectores municipales que acometerá en un futuro a la EBAR Constitución sea de tipo unitario. Por ello, puede originarse un caudal de entrada en el bombeo mayor que el estrictamente residual.

La capacidad de elevación de las 3+1 bombas principales, está limitada al caudal de agua residual que puede proporcionar la zona del municipio que vierte hacia la EBAR de Constitución, según el estudio realizado y los datos proporcionados por el Ayuntamiento.

No obstante, se ha previsto un bombeo de seguridad para aliviar directamente a la zona final del Emisario Terrestre, en el caso de que por diferentes causas no se pueda bombear a la conducción de impulsión Ø600 mm que tiene como destino la arqueta de rotura de Carga situada a las afueras del núcleo urbano.

Precisamente por esta razón, dichas bombas podrán asumir un rol adicional, en virtud del cual impulsen ciertos caudales directamente al Emisario en episodios de lluvia.

SITUACIÓN ACTUAL:

Los colectores más importantes que confluyen en la zona son:

- Colector Mestre Bayarri: DN-1000. La pendiente se sitúa entorno al 3 por mil.
- Colector Irtá: DN-500. La pendiente se adopta similar, del 3 por mil.

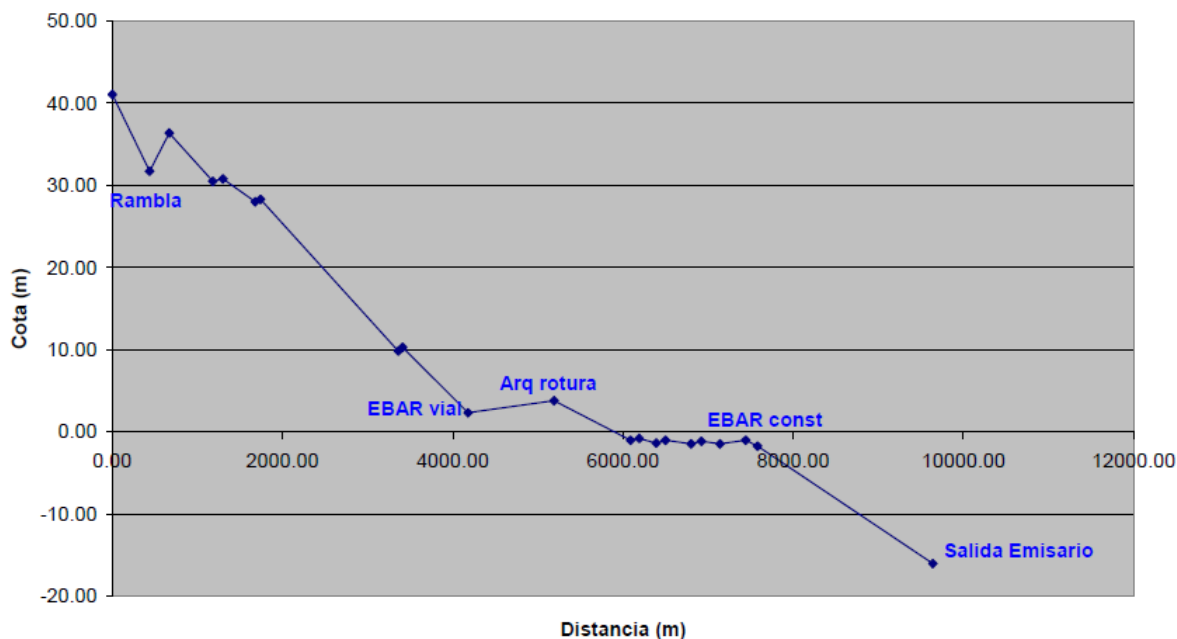
Los caudales máximos que pueden transportar estos colectores son 1.300 l/s para el Mestre Bayarri, y 206 l/s para el Irtá. En total supone unos 1.500 l/s, calculados para régimen uniforme empleando la fórmula de Manning con $n=0,014$.

Este caudal se puede generar en una cuenca de 220.000 m² (asimilable al entorno entre la Avda. Estación, Pigmalión, Camino Peñíscola-Benicarló, C/ Akra Leuke, C/ Papa Luna) con un coeficiente de escorrentía de 0,40, y una lluvia máxima de 75 mm/d (equivalente a un periodo de retorno de 2 años); lo que no considera la zona playa norte, el núcleo antiguo, o la zona de urbanizaciones hacia la ladera de la sierra. La intensidad de lluvia asociada al periodo de retorno de 2 años, se deduce de los datos de la estación pluviométrica de Cáliz próxima a Peñíscola.

FUNCIONAMIENTO DEL EMISARIO SUBMARINO:

En primer lugar, se indica a continuación una comprobación del funcionamiento hidráulico del Emisario, realizada mediante el programa HEC-RAS, a partir de los datos indicados en el punto anterior; además de los datos del nuevo tramo terrestre a ejecutar.

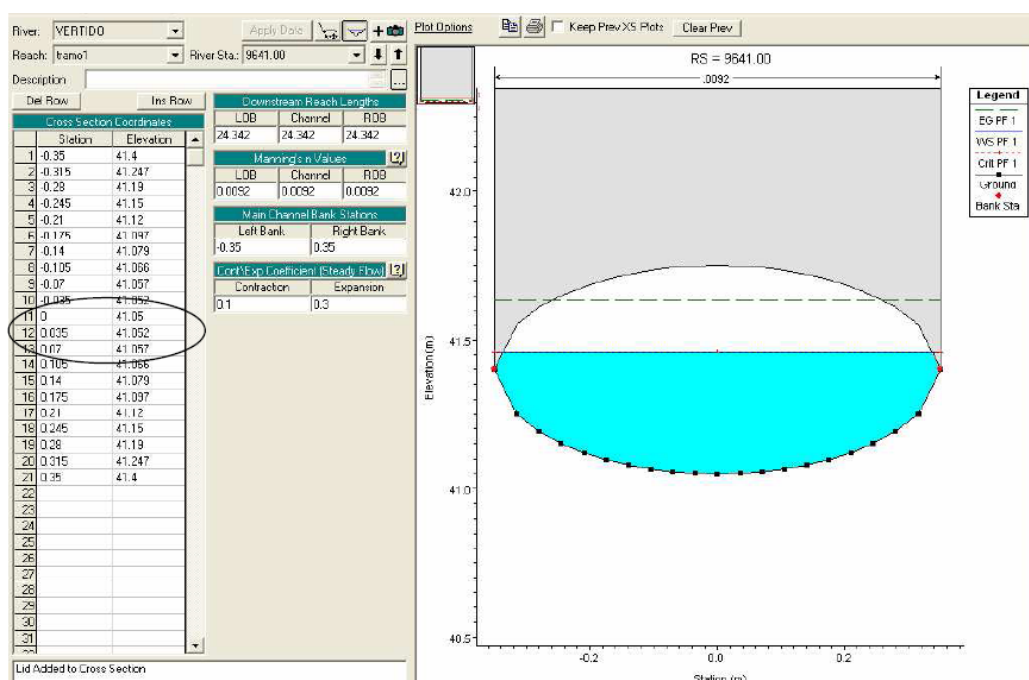
El perfil longitudinal del Emisario presenta un primer tramo de mayor pendiente (hasta aproximadamente el bombeo Vial Benicarló), y un tramo posterior más llano hasta el mar.



Se han definido una serie de secciones básicas, asociadas a los puntos altos y bajos relativos del perfil longitudinal del Emisario. Cada sección se define según lo indicado en la siguiente tabla:

PK	Sección HEC-RAS	ZRasante	Diámetro	Comentario
0.00	9641.00	41.05	700	EDAR
438.16	9202.84	31.74	700	
668.00	8973.00	36.36	700	
1180.00	8461.00	30.50	700	
1300.00	8341.00	30.80	700	
1680.00	7961.00	28.02	700	
1740.00	7901.00	28.32	700	
3360.00	6281.00	9.85	700	
3410.00	6231.00	10.30	700	
4180.00	5461.00	2.34	700	EBAR VIAL
5190.00	4451.00	3.81	700	ARQUETA ROTURA
6090.00	3551.00	-1.00	700	
6190.00	3451.00	-0.77	700	
6390.00	3251.00	-1.34	700	
6500.00	3141.00	-0.99	700	
6800.00	2841.00	-1.44	700	
6920.00	2721.00	-1.12	700	
7140.00	2501.00	-1.44	700	
7139.00	2202.00	-1.00	600	
7440.00	2201.00	-1.00	600	EBAR Constitución
7581.00	2060.00	-1.70	600	
9641.00	0.00	-16.00	600	Salida difusores

Se indica expresamente el aspecto de la sección 9641 (P.K. 0+000) introducida en el programa, siendo similar el planteamiento para el conjunto de secciones básicas indicadas.



NOTA: Se han interpolado secciones de modo que haya como máximo 25 m de separación.

Se ha adoptado un número de Manning de 0,010 en el tramo de Emisario terrestre y de 0,098 en el tramo de Emisario Marino. Esto es así para que las pérdidas por fricción aplicando Manning (que es la formulación que emplea HEC-RAS para las pérdidas por fricción) sea similar a la empleada con la fórmula de Darcy-Weisbach (típica forma de calcular las pérdidas en conductos cerrados).

Adoptando una rugosidad absoluta de 0,1 mm, para la situación asociada a la Fase I (caudal de 463 l/s), resulta una pendiente de pérdidas calculada con la fórmula de Darcy de 0,0015 m/m para el caso del Emisario Terrestre (diámetro interior 700 mm), y de 0,0032 m/m para el caso del Emisario Submarino (diámetro interior 600 mm).

$$\left(\frac{\Delta H}{L}\right)_{DN=700} = \frac{f v^2}{D 2g} = \frac{0.0142 \cdot 1.203^2}{700 \cdot 2g} = 0.00150364$$

$$\left(\frac{\Delta H}{L}\right)_{DN=600} = \frac{f v^2}{D 2g} = \frac{0.0144 \cdot 1.637^2}{600 \cdot 2g} = 0.00328028$$

Las pendientes de pérdidas calculadas con HEC-RAS son similares a las anteriormente indicadas.

Condiciones de contorno:

- Caudales: Variables según el Escenario
- Condiciones de calado aguas arriba: Determinadas según un calado crítico; aunque no es determinante puesto que se trata de un flujo a presión condicionado desde aguas abajo.

- Condiciones de calado aguas abajo: Nivel de lámina de agua en la salida de difusores a cota 0 m más ZZZ m, que se calcula ex profeso para tener en cuenta la pérdida localizada en los difusores con una K de 12. Este nivel es el que fija el comportamiento de la instalación.

FUNCIONAMIENTO EN TIEPO SECO:

Caso A) Fase I

Caudal: 0,463 m³/s desde la sección 9641

Nivel de lámina de agua en la salida del Emisario:
$$K \frac{\left(\frac{Q}{A(DN - 600)} \right)^2}{2g} = 12 \frac{1.637^2}{2g} = 1.640$$

Caso B) Fase II

Caudal: 0.535 m³/s desde la sección 9641

Nivel de lámina de agua en la salida del Emisario:
$$K \frac{\left(\frac{Q}{A(DN - 600)} \right)^2}{2g} = 12 \frac{1.892^2}{2g} = 2.189$$

A continuación se muestran los resultados de la simulación para ambos casos:

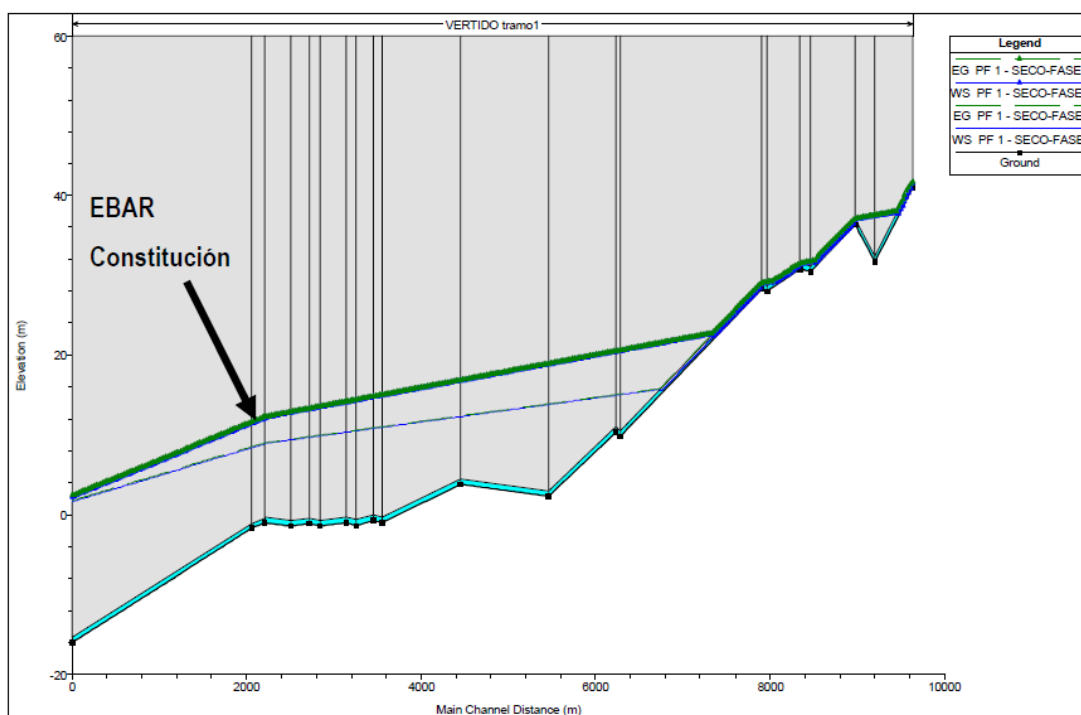
Fase I

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
tramo1	9641	PF 1	0.46	41.05	41.48	41.48	41.66	0.003184	1.89	0.24	0.66	0.92
tramo1	9202.84	PF 1	0.46	31.74	37.26	32.17	37.34	0.001499	1.2	0.38		0.16
tramo1	8973	PF 1	0.46	36.36	36.79	36.79	36.97	0.003189	1.89	0.24	0.66	0.92
tramo1	8461	PF 1	0.46	30.5	31.53	30.93	31.61	0.001499	1.2	0.38		0.38
tramo1	8341	PF 1	0.46	30.8	31.23	31.23	31.41	0.00319	1.89	0.24	0.66	0.92
tramo1	7961	PF 1	0.46	28.02	28.96	28.45	29.03	0.001499	1.2	0.38		0.4
tramo1	7901	PF 1	0.46	28.32	28.75	28.75	28.93	0.003193	1.89	0.24	0.66	0.92
tramo1	6281	PF 1	0.46	9.85	15.05	10.28	15.12	0.001499	1.2	0.38		0.17
tramo1	6231	PF 1	0.46	10.3	14.97	10.73	15.04	0.001499	1.2	0.38		0.18
tramo1	5461	PF 1	0.46	2.34	13.82	2.77	13.89	0.001499	1.2	0.38		0.11
tramo1	4451	PF 1	0.46	3.81	12.3	4.24	12.38	0.001499	1.2	0.38		0.13
tramo1	3551	PF 1	0.46	-1	10.95	-0.57	11.03	0.001499	1.2	0.38		0.11
tramo1	3451	PF 1	0.46	-0.77	10.8	-0.34	10.88	0.001499	1.2	0.38		0.11
tramo1	3251	PF 1	0.46	-1.34	10.5	-0.91	10.58	0.001499	1.2	0.38		0.11
tramo1	3141	PF 1	0.46	-0.99	10.34	-0.56	10.41	0.001499	1.2	0.38		0.11
tramo1	2841	PF 1	0.46	-1.44	9.89	-1.01	9.96	0.001499	1.2	0.38		0.11
tramo1	2721	PF 1	0.46	-1.12	9.71	-0.69	9.78	0.001499	1.2	0.38		0.12
tramo1	2501	PF 1	0.46	-1.44	9.38	-1.01	9.45	0.001499	1.2	0.38		0.12
tramo1	2202	PF 1	0.46	-1.05	8.93	-0.62	9	0.001499	1.2	0.38		0.12
tramo1	2201	PF 1	0.46	-1	8.86	-0.55	8.99	0.003278	1.64	0.28		0.17
tramo1	2060	PF 1	0.46	-1.7	8.39	-1.25	8.53	0.003279	1.64	0.28		0.16
tramo1	0	PF 1	0.46	-16	1.64	-15.55	1.78	0.003278	1.64	0.28		0.12

Fase II

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
tramo1	9641	PF 1	0.54	41.05	41.51	41.51	41.72	0.003435	2.01	0.27	0.65	0.94
tramo1	9202.84	PF 1	0.54	31.74	37.42	32.2	37.52	0.002045	1.41	0.38		0.19
tramo1	8973	PF 1	0.54	36.36	36.82	36.82	37.03	0.003439	2.01	0.27	0.65	0.94
tramo1	8461	PF 1	0.54	30.5	31.63	30.96	31.74	0.002046	1.41	0.38		0.42
tramo1	8341	PF 1	0.54	30.8	31.26	31.26	31.47	0.00344	2.01	0.27	0.65	0.94
tramo1	7961	PF 1	0.54	28.02	29.03	28.48	29.13	0.002045	1.41	0.38		0.45
tramo1	7901	PF 1	0.54	28.32	28.78	28.78	28.99	0.003409	2	0.27	0.65	0.94
tramo1	6281	PF 1	0.54	9.85	20.48	10.32	20.58	0.002045	1.41	0.38		0.14
tramo1	6231	PF 1	0.54	10.3	20.38	10.76	20.48	0.002046	1.41	0.38		0.14
tramo1	5461	PF 1	0.54	2.34	18.8	2.8	18.9	0.002045	1.41	0.38		0.11
tramo1	4451	PF 1	0.54	3.81	16.74	4.27	16.84	0.002046	1.41	0.38		0.12
tramo1	3551	PF 1	0.54	-1	14.89	-0.54	15	0.002045	1.41	0.38		0.11
tramo1	3451	PF 1	0.54	-0.77	14.69	-0.3	14.79	0.002046	1.41	0.38		0.11
tramo1	3251	PF 1	0.54	-1.34	14.28	-0.88	14.38	0.002046	1.41	0.38		0.11
tramo1	3141	PF 1	0.54	-0.99	14.06	-0.53	14.16	0.002046	1.41	0.38		0.12
tramo1	2841	PF 1	0.54	-1.44	13.44	-0.98	13.54	0.002046	1.41	0.38		0.12
tramo1	2721	PF 1	0.54	-1.12	13.2	-0.66	13.3	0.002046	1.41	0.38		0.12
tramo1	2501	PF 1	0.54	-1.44	12.75	-0.98	12.85	0.002046	1.41	0.38		0.12
tramo1	2202	PF 1	0.54	-1.05	12.13	-0.59	12.23	0.002045	1.41	0.38		0.12
tramo1	2201	PF 1	0.54	-1	12.04	-0.52	12.22	0.004473	1.92	0.28		0.17
tramo1	2060	PF 1	0.54	-1.7	11.4	-1.22	11.59	0.004474	1.92	0.28		0.17
tramo1	0	PF 1	0.54	-16	2.19	-15.52	2.38	0.004473	1.92	0.28		0.14

Al mostrarse las secciones no interpoladas, es más visual observar la línea piezométrica resultante:



Vista del funcionamiento del Emisario para las Fases I y II, en seco

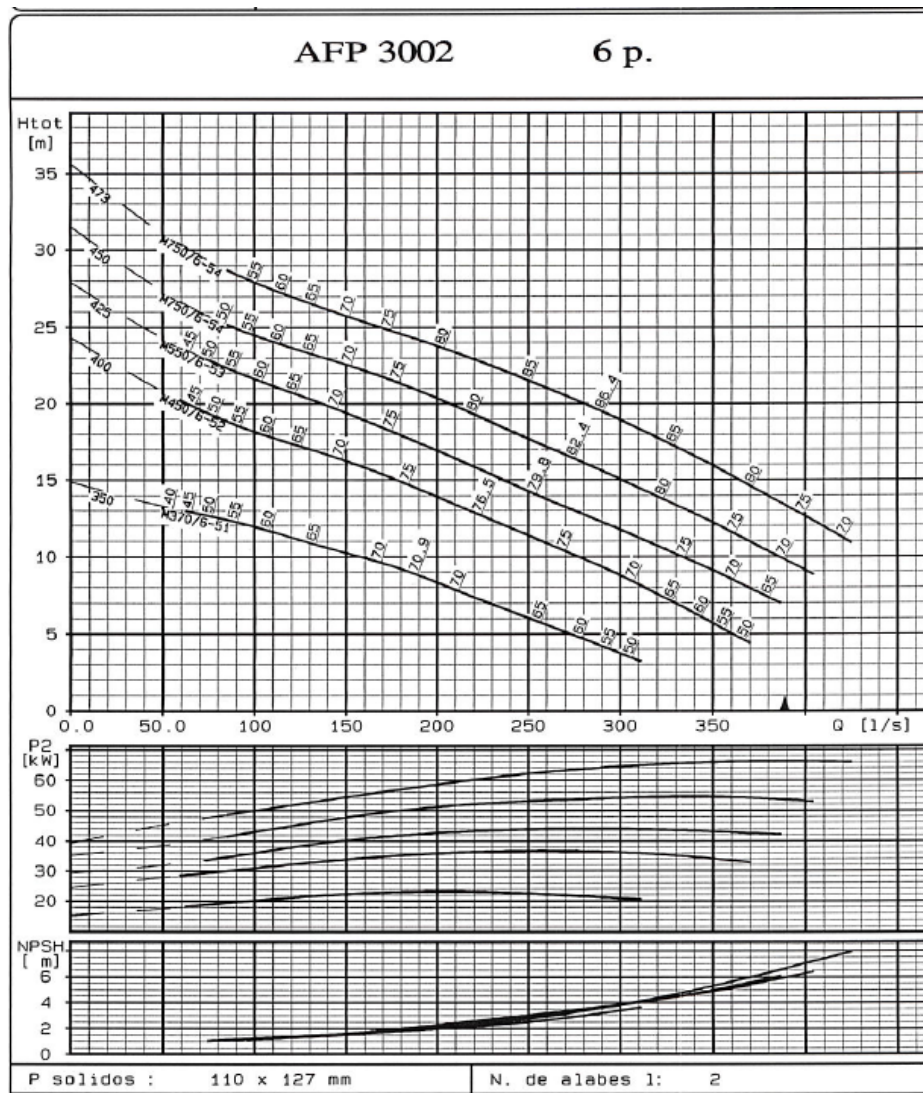
Se observa cómo sube la línea piezométrica entre el funcionamiento para la Fase I y para la Fase II. El bombeo de Constitución no aporta nada de caudal aliviado. La cota piezométrica a la altura del bombeo Constitución se sitúa entorno a 9 mca (Fase I) y 12 mca (Fase II).

FUNCIONAMIENTO EN TIEMPO LLUVIOSO:

Caso A) Fase I:

Caudal: 0,458 m³/s desde la sección 9641

Adicionalmente, se considera un aporte de caudal desde la sección 2201, que se corresponde con el alivio desde el bombeo de la Constitución. Este alivio de 300 l/s se ha estimado a partir de la curva de funcionamiento de las bombas dispuestas en el bombeo de alivio al Emisario (tipo AFP3002- ME750 de 75 kW).



Detalle de la familia de curvas de la serie de bombas 3002

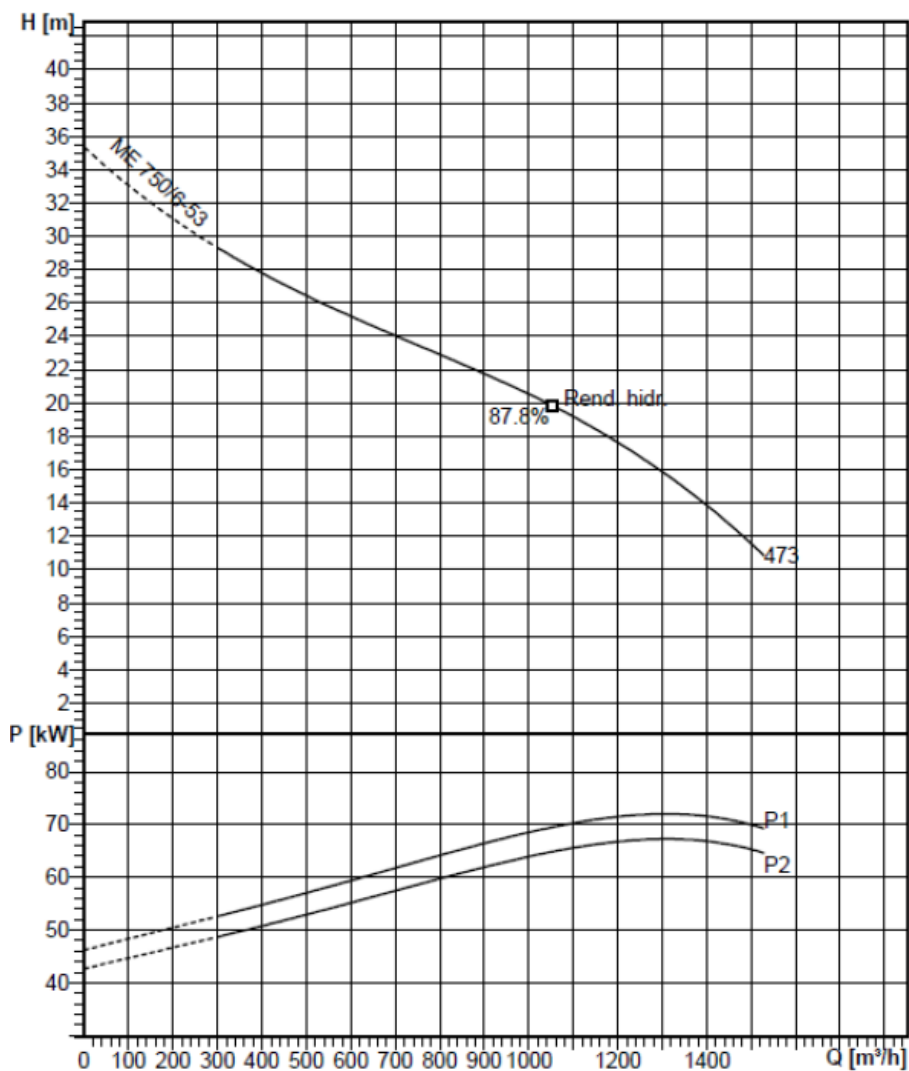
Puntos aproximados (para dos bombas):

- Q tot = 780 l/s Q=389 l/s (1400 m³/h). H = 14,0 mca
- Q tot = 560 l/s Q=278 l/s (1000 m³/h). H = 20,7 mca
- Q tot = 330 l/s Q=167 l/s (600 m³/h). H = 25,0 mca
- Q tot = 220 l/s Q=111 l/s (400 m³/h). H = 28,0 mca

Para un caudal aliviado (con las dos bombas) de 300 l/s, la altura manométrica en el entorno de conexión al emisario puede situarse en el entorno de 25 mca.

Nivel de lámina de agua en la salida del Emisario:

$$K \frac{\left(\frac{Q}{A(DN - 600)} \right)^2}{2g} = 12 \frac{2.69^2}{2g} = 4.45$$



Punto de funcionamiento del modelo concreto escogido para el proyecto, incluyendo su rendimiento

Caso B) Fase II;

Caudal: 0,633 m³/s desde la sección 9641

Adicionalmente, se considera un aporte de caudal desde la sección 2201, que se corresponde con el alivió desde el bombeo de la Constitución. Este alivió de 275 l/s se ha estimado a partir de la curva de funcionamiento de las bombas dispuestas en el bombeo de alivió al Emisario (tipo AFP3002- ME750 de 75 kW) – ver curva indicada en Fase I.

Para un caudal aliviado (con las dos bombas) de 275 l/s, la altura manométrica en el entorno de conexión al emisario puede situarse en el entorno de 27 mca.

Nivel de lámina de agua en la salida del Emisario:

$$K \frac{\left(\frac{Q}{A(DN - 600)} \right)^2}{2g} = 12 \frac{2.77^2}{2g} = 4.71$$

Fase I

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
tramo1	9641	PF 1	0.46	41.05	41.48	41.48	41.66	0.003228	1.9	0.24	0.66	0.93
tramo1	9202.84	PF 1	0.46	31.74	37.27	32.17	37.35	0.001532	1.22	0.38	0.66	0.17
tramo1	8973	PF 1	0.46	36.36	36.79	36.79	36.97	0.003233	1.9	0.24	0.66	0.93
tramo1	8461	PF 1	0.46	30.5	34.41	30.93	34.48	0.001532	1.22	0.38	0.66	0.2
tramo1	8341	PF 1	0.46	30.8	34.22	31.23	34.3	0.001532	1.22	0.38	0.66	0.21
tramo1	7961	PF 1	0.46	28.02	33.64	28.45	33.72	0.001532	1.22	0.38	0.66	0.16
tramo1	7901	PF 1	0.46	28.32	33.55	28.75	33.62	0.001532	1.22	0.38	0.66	0.17
tramo1	6281	PF 1	0.46	9.85	31.07	10.28	31.14	0.001532	1.22	0.38	0.66	0.08
tramo1	6231	PF 1	0.46	10.3	30.99	10.73	31.07	0.001532	1.22	0.38	0.66	0.09
tramo1	5461	PF 1	0.46	2.34	29.81	2.77	29.89	0.001532	1.22	0.38	0.66	0.07
tramo1	4451	PF 1	0.46	3.81	28.26	4.24	28.34	0.001532	1.22	0.38	0.66	0.08
tramo1	3551	PF 1	0.46	-1	26.88	-0.57	26.96	0.001532	1.22	0.38	0.66	0.07
tramo1	3451	PF 1	0.46	-0.77	26.73	-0.34	26.81	0.001532	1.22	0.38	0.66	0.07
tramo1	3251	PF 1	0.46	-1.34	26.42	-0.91	26.5	0.001532	1.22	0.38	0.66	0.07
tramo1	3141	PF 1	0.46	-0.99	26.25	-0.56	26.33	0.001532	1.22	0.38	0.66	0.07
tramo1	2841	PF 1	0.46	-1.44	25.8	-1.01	25.87	0.001532	1.22	0.38	0.66	0.07
tramo1	2721	PF 1	0.46	-1.12	25.61	-0.69	25.69	0.001532	1.22	0.38	0.66	0.08
tramo1	2501	PF 1	0.46	-1.44	25.27	-1.01	25.35	0.001532	1.22	0.38	0.66	0.08
tramo1	2202	PF 1	0.46	-1.05	24.81	-0.62	24.89	0.001532	1.22	0.38	0.66	0.08
tramo1	2201	PF 1	0.76	-1	24.48	-0.45	24.86	0.009097	2.73	0.28	0.66	0.17
tramo1	2060	PF 1	0.76	-1.7	23.19	-1.15	23.57	0.009099	2.73	0.28	0.66	0.17
tramo1	0	PF 1	0.76	-16	4.45	-15.45	4.83	0.009098	2.73	0.28	0.66	0.19

Fase II

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
tramo1	9641	PF 1	0.54	41.05	41.51	41.51	41.72	0.003435	2.01	0.27	0.65	0.94
tramo1	9202.84	PF 1	0.54	31.74	40.57	32.2	40.67	0.002045	1.41	0.38	0.65	0.15
tramo1	8973	PF 1	0.54	36.36	40.1	36.82	40.2	0.002046	1.41	0.38	0.65	0.23
tramo1	8461	PF 1	0.54	30.5	39.05	30.96	39.15	0.002046	1.41	0.38	0.65	0.15
tramo1	8341	PF 1	0.54	30.8	38.81	31.26	38.91	0.002046	1.41	0.38	0.65	0.16
tramo1	7961	PF 1	0.54	28.02	38.03	28.48	38.13	0.002045	1.41	0.38	0.65	0.14
tramo1	7901	PF 1	0.54	28.32	37.91	28.78	38.01	0.002046	1.41	0.38	0.65	0.15
tramo1	6281	PF 1	0.54	9.85	34.59	10.32	34.69	0.002045	1.41	0.38	0.65	0.09
tramo1	6231	PF 1	0.54	10.3	34.49	10.76	34.59	0.002046	1.41	0.38	0.65	0.09
tramo1	5461	PF 1	0.54	2.34	32.91	2.8	33.02	0.002045	1.41	0.38	0.65	0.08
tramo1	4451	PF 1	0.54	3.81	30.85	4.27	30.95	0.002046	1.41	0.38	0.65	0.09
tramo1	3551	PF 1	0.54	-1	29.01	-0.54	29.11	0.002045	1.41	0.38	0.65	0.08
tramo1	3451	PF 1	0.54	-0.77	28.8	-0.3	28.9	0.002046	1.41	0.38	0.65	0.08
tramo1	3251	PF 1	0.54	-1.34	28.39	-0.88	28.49	0.002046	1.41	0.38	0.65	0.08
tramo1	3141	PF 1	0.54	-0.99	28.17	-0.53	28.27	0.002046	1.41	0.38	0.65	0.08
tramo1	2841	PF 1	0.54	-1.44	27.55	-0.98	27.65	0.002046	1.41	0.38	0.65	0.08
tramo1	2721	PF 1	0.54	-1.12	27.31	-0.66	27.41	0.002046	1.41	0.38	0.65	0.08
tramo1	2501	PF 1	0.54	-1.44	26.86	-0.98	26.96	0.002046	1.41	0.38	0.65	0.08
tramo1	2202	PF 1	0.54	-1.05	26.24	-0.59	26.35	0.002045	1.41	0.38	0.65	0.09
tramo1	2201	PF 1	0.78	-1	25.91	-0.45	26.31	0.00963	2.81	0.28	0.65	0.17
tramo1	2060	PF 1	0.78	-1.7	24.55	-1.14	24.95	0.009632	2.81	0.28	0.65	0.18
tramo1	0	PF 1	0.78	-16	4.71	-15.44	5.11	0.00963	2.81	0.28	0.65	0.2

Al igual que en el caso anterior, resulta más interesante observar la línea piezométrica resultante:

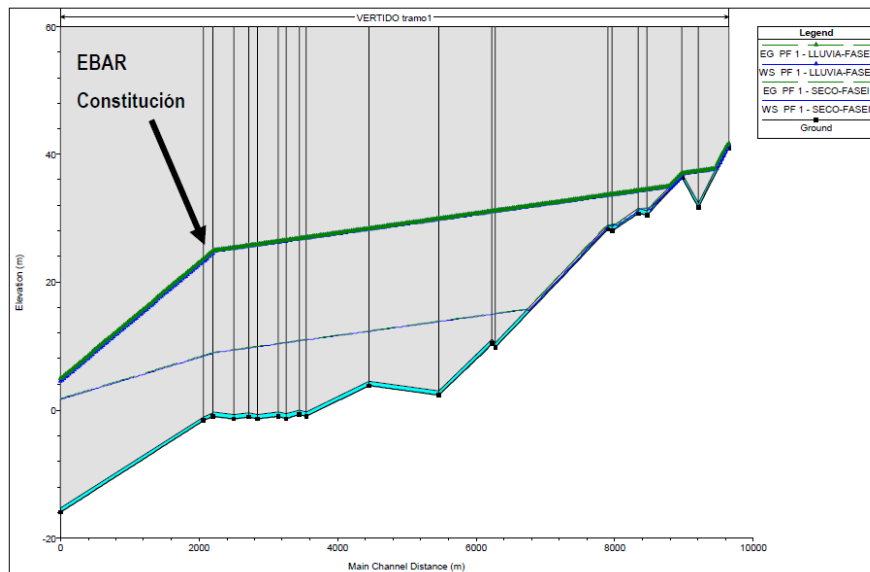


Diagrama de funcionamiento del Emisario para la Fase I, en seco y en tiempo lluvioso

Se observa cómo sube la línea piezométrica entre el funcionamiento en seco y en tiempo lluvioso para la Fase II. El bombeo de Constitución aporta hasta unos 275 l/s de caudal aliviado, haciendo que suba la piezométrica de unos 12 mca hasta unos 27 mca. Se está en el límite de afectar a la evacuación de agua por parte de la EDAR – la piezométrica está a punto de subir por encima de la salida de la EDAR.

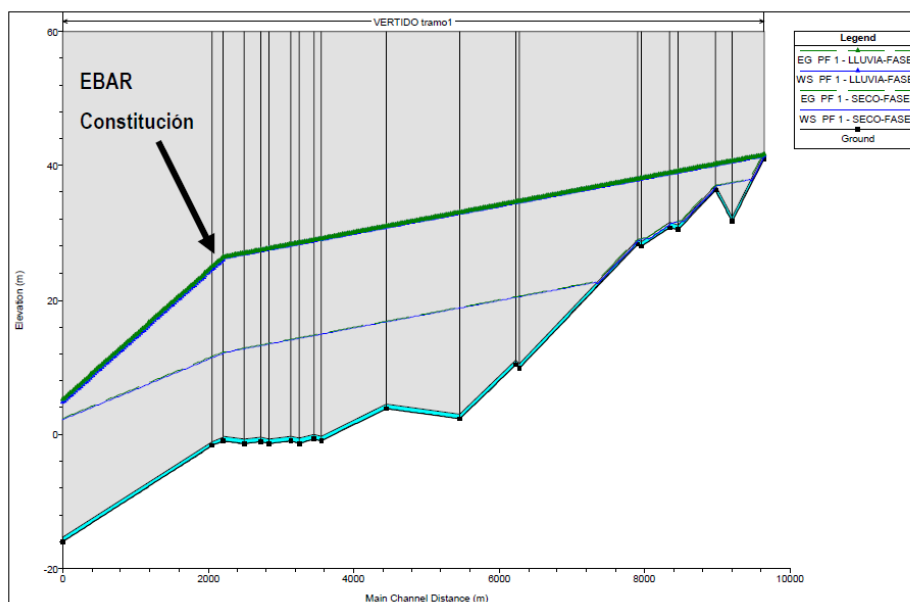


Diagrama de funcionamiento del Emisario para la Fase II, en seco y en tiempo lluvioso

En conclusión, el bombeo de alivio al Emisario presenta una capacidad de evacuación de caudal en tiempo de lluvia relativamente limitada.

Asumiendo aportes unitarios al bombeo del orden de 1500 l/s, en la Fase I, se elevarían a la EDAR 463 l/s y en la Fase II, se elevarían 535 l/s. De esta manera, teniendo en cuenta una capacidad máxima de evacuación al Emisario sin comprometer el vertido de la E.D.A.R. de en el entorno de 275 l/s, el resto de caudal hasta 1.500 l/s se aliviaría por gravedad al Estany.

2.4.1.4 RÉGIMEN TRANSITORIO

Se ha realizado una modelización de la conducción en base a la topografía real, velocidades de flujo, características de las bombas y geometrías, concluyéndose con el análisis del régimen transitorio para este tramo (EBAR Constitución – Rotura de Carga).

El criterio utilizado por ser el generalizado entre distintos fabricantes de calderines, es el de calcular las máximas depresiones posibles, en base a la Cota generatriz superior de las conducciones, menos 2 m.c.a. Por tanto, en el caso concreto de la EBAR Constitución y su tramo en impulsión, dado el diámetro de 0,6 m, la máxima depresión admisible será de 0,14 kg/cm².

Se pretenden determinar así, las sobrepresiones y depresiones que se originarán en el sistema por parada de bombas en caso de fallo técnico. Se utilizan los siguientes datos de partida:

- Perfil longitudinal
- Características de las bombas y del calderín de protección
- Características de las tuberías

Se contempla en el estudio un sistema formado por diferentes nodos y tramos intermedios. Realmente, podría considerarse más nodos y tramos, incluyendo en el estudio las válvulas de ventosa, pero la empírica aconseja modelizar el fenómeno del transitorio sin tener en cuenta el efecto beneficioso de estos elementos de protección, para tener una cierta seguridad en el diseño propuesto.

A continuación se incluye el cálculo efectuado con el programa DYAGATS 2.0, específico para análisis de golpe de ariete en tubería simple. Los parámetros de la impulsión son los siguientes:

TRAMO	1	2	3	4
Longitud (m)	206,54	816,75	891,8601	431,85
Diametro (m)	0,5892	0,5892	0,5892	0,5892
Espesor (m)	0,0134	0,0134	0,0134	0,0134
Rugosidad (mm)	0,01	0,01	0,01	0,01
Fricción	0	0	0	0
Modulo Young (MPa)	64999,99	65000	65000	65000
Cota Inicial (m)	-1,8	-0,94	-1	-1,67
Cota Final (m)	-0,94	-1	-1,67	4,07
Celeridad (m/seg)	899,3164	948,3447	913,7264	940,1806

El nudo 1 corresponde al bombeo de Constitución en el horizonte fase II (caudal máximo 1.925 m³/h).

Se introducen las características principales tanto de la bomba como del calderín, adoptando los siguientes parámetros de cálculo para el nudo 1:

Elemento	Nudo 1
Caudal de régimen(m ³ /seg)	0,535
Diferencia descarga-aspiración(m)	7,75
Altura de aspiración(m)	2
Curva de Altura - Caudal	
Coeficiente A	21,231

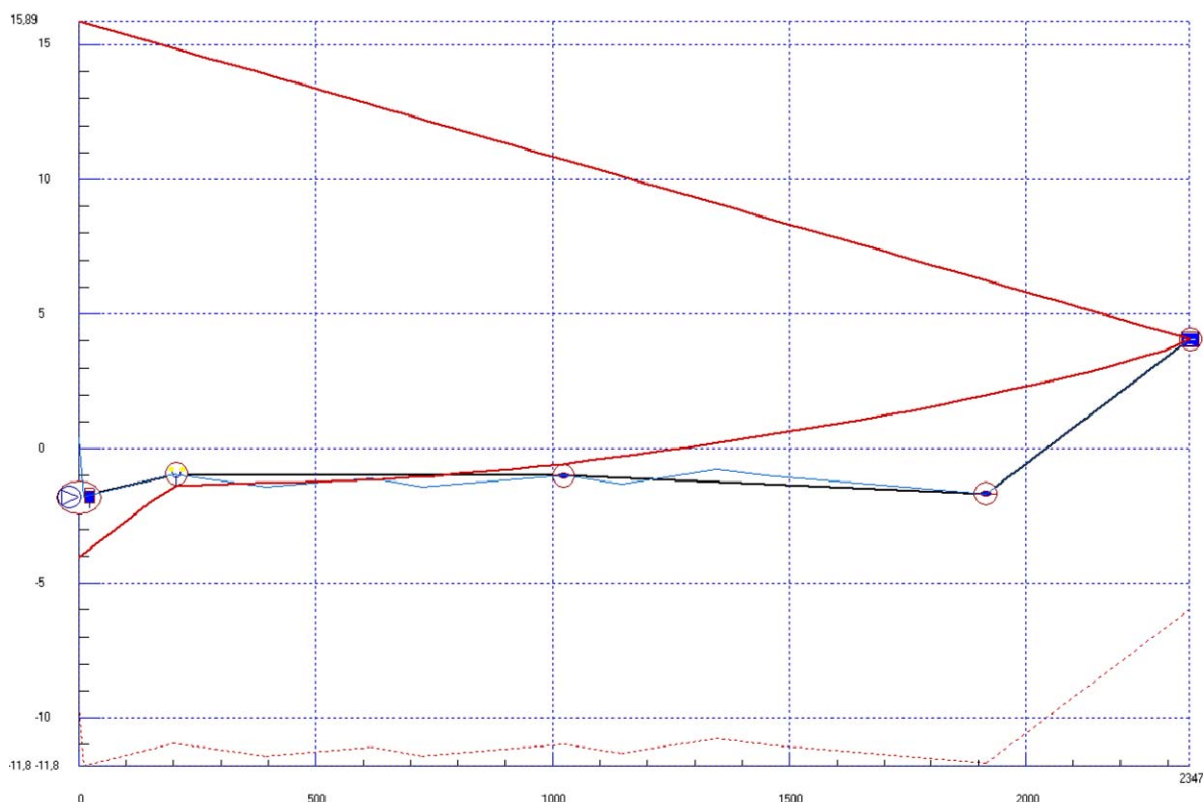
Coeficiente B	0
Coeficiente C	14,835
Curva de Rendimiento - Caudal	
Coeficiente D	2,9907
Coeficiente E	-2,795
Velocidad de giro (rpm)	2900
Inercia (Kg·m ²)	0,7298
Tiempo de desconexión (seg)	0
Tiempo de arranque (seg)	0
Número de bombas	3
Calderín	
Altura (m)	4,5
Sección (m ²)	5
Profundidad (mca)	3,5
Altura de la base (m)	1,4
Pérdidas en la entrada (m/(m ³ /seg) ²)	100
Pérdidas en la salida (m/(m ³ /seg) ²)	0,4

Ventosa		Nudo 2
Coeficiente de admisión (m ³ /(min*bar))		100
Coeficiente de expulsión (m ³ /(min*bar))		2
Válvula de Alivio		
Presión de tarado (mca)		30
Coeficiente de pérdidas (m/(m ³ /seg) ²)		0

Depósito		Nudo 5
Nivel (m)		0

El nudo 2, tal y como se observa, se modeliza una de las ventosas a colocar dado el perfil extremadamente plano de la conducción. El nudo 5 se caracteriza como depósito aguas abajo.

Efectuado el cálculo en el programa, se obtienen los siguientes resultados gráficos y numéricos:



Cálculo con un calderín de 22,5 m³

PRESIONES MÁXIMAS Y MÍNIMAS EN PUNTOS DEL PERFIL

PUNTO	Longitud (m)	Cota (m)	P máx. (mca)	P mín. (mca)
1	0	0	15,492	-4,4285
2	10	-2	17,6416	-2,0946
3	200	-1	15,8246	-0,5166
4	396	-1	15,3373	0,1578
5	616	-1	13,8992	-0,0417
6	726	-1	13,6751	0,4026
7	1026	-1	11,724	0,4416
8	1146	-1	11,4395	1,0263
9	1346	-1	9,8621	0,973
10	1446	-1	9,6087	1,4805
11	1916	-2	9,8055	2,5819
12	2347	4	0	0

A la vista de los resultados se extraen las siguientes conclusiones:

- La presión máxima calculada es admisible.
- Se trata de un cierre lento, razón por la cual se aplica la formulación de MICHAUD

- No se producirá cavitación, por cuanto no se alcanzan presiones negativas relativas en la fase de depresión, excepto en la zona inicial del mismo.
- Se alcanzan presiones negativas mayores a la admisible, y eso a pesar de instalar un calderín extremadamente grande.

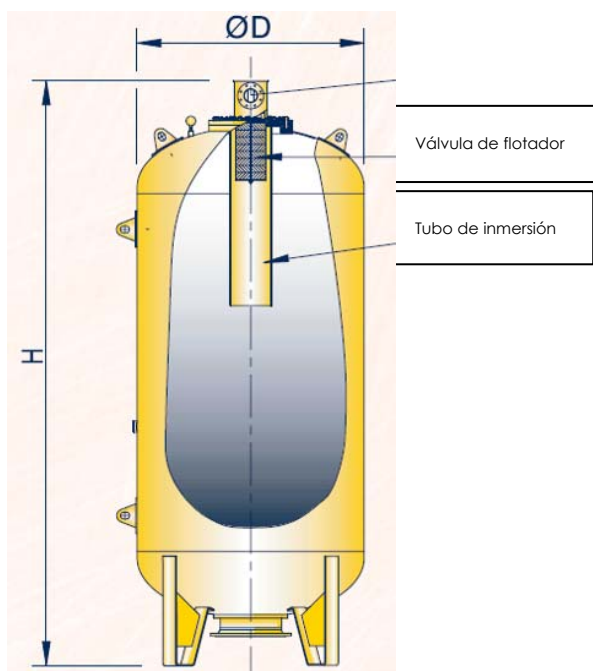
A este efecto, y en primer lugar para minimizar todavía más el riesgo de cavitación, se adoptará como dispositivo indirecto de control del golpe de ariete, ventosas trifuncionales.

Sin embargo, dado que el calderín dimensionado es excesivamente grande (22,5 m³), se llega a la conclusión de que el trazado excesivamente plano, provoca una inadaptación del programa de cálculo al mismo.

De esta manera, se observa que lo lógico sería bombear contra una chimenea de equilibrio, en tanto que simplificaría el proceso, no existiría ningún tipo de golpe de ariete y probablemente fuese más económico. Pero al encontrarse la EBAR en una zona urbana, esta opción se desecha por tratarse de aguas residuales.

Por ello, se ha buscado una solución mixta, que se expone a continuación y que permite un funcionamiento en chimenea en parte del proceso y en presión en el resto. Este sistema patentado, aúna un volumen razonable con un funcionamiento sencillo. Se explica a continuación su funcionamiento:

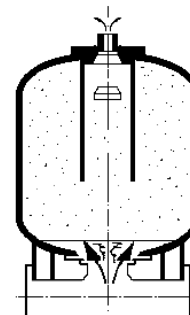
- El dispositivo consiste en una vejiga vertical conectada a un tubo que permite la aducción de aire en determinadas fases del funcionamiento.
- La entrada de aire se permite mediante una válvula flotante, que se regula automáticamente
- El proceso se divide en tres fases a efectos de funcionamiento:
 - Como vejiga de aire comprimido cuando la cámara atrapa el aire
 - Como chimenea cuando el flotador permite conexión atmosférica con el exterior
 - Como válvula de alivio cuando todo el volumen para agua residual ha sido enviado a la tubería
- La conexión no tiene riesgos de obstrucción con agua residual.



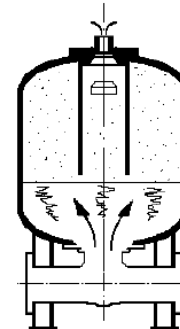
A continuación se muestran gráficamente los procesos de este calderín mixto:

OPERACIÓN AL INICIO DEL BOMBEO:

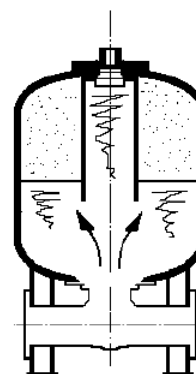
- Expulsión de aire con el flotador liberando la sección de salida



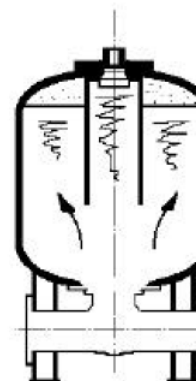
- Funcionamiento como chimenea de equilibrio, para el volumen de aire inicial contenido en el calderín



- Cierre de la válvula de flotador y funcionamiento como calderín

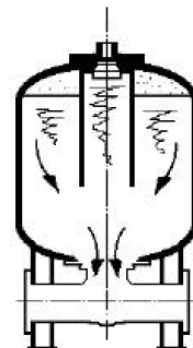


- Fase de máxima presión, comprimiendo el aire interior hasta la presión nominal prevista

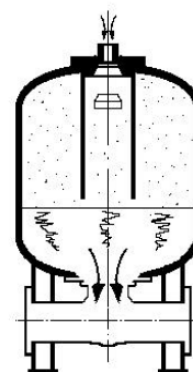


OPERACIÓN TRAS LA PARADA DE BOMBAS:

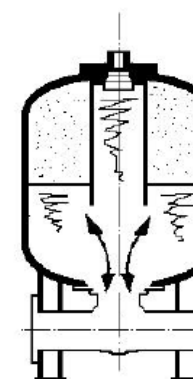
- Tras la parada de bombas, la energía elástica que se necesita para evitar la depresión en la tubería es proporcionada por la descompresión del aire comprimido en fases anteriores. A la vez, el calderín se va vaciando, aportando el volumen pedido por la conducción.



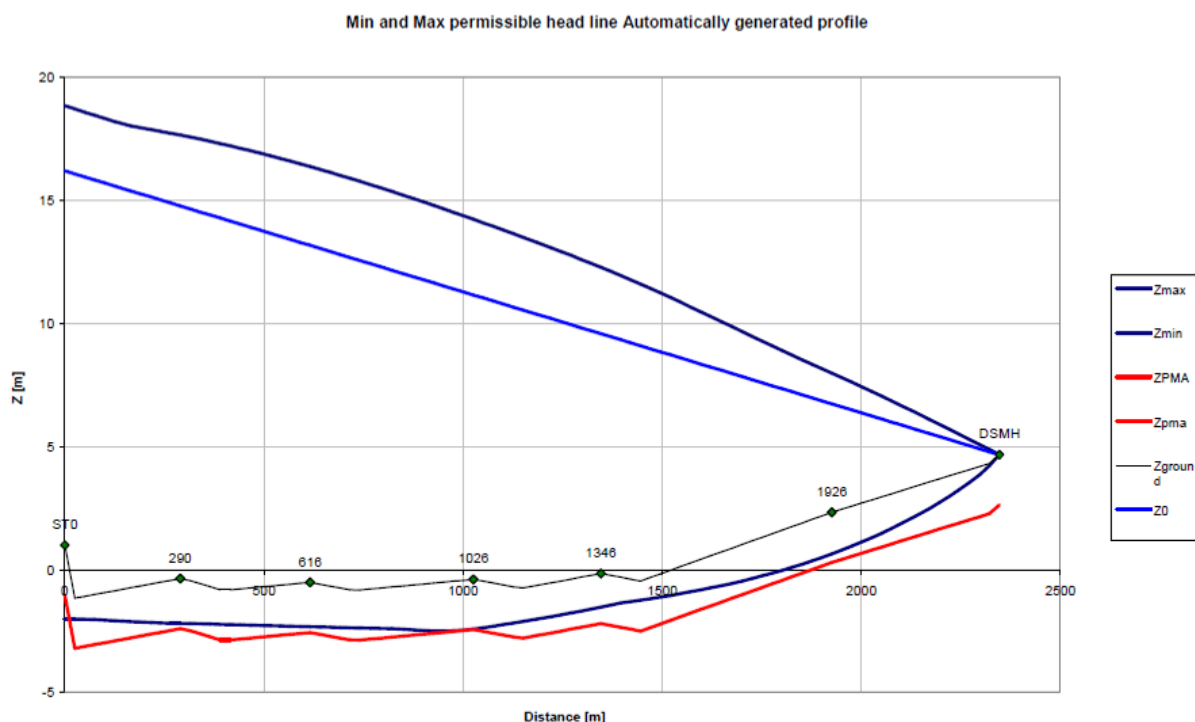
- Llegados al punto de diseño que marca el tubo de aducción, el funcionamiento es en chimenea de equilibrio, ocupándose la válvula de flotador de abrir a presión atmosférica el recipiente.



- Al final del proceso, hasta llegar a una situación de equilibrio, o hasta que las bombas se pongan de nuevo en marcha, se produce una fase de oscilaciones, con amplitud de valores cada vez menor.



El resultado, calculado a continuación, y que se muestra en el Apéndice 2 de este documento, arroja la siguiente gráfica de presiones envolventes:



A consecuencia del cálculo, se obtiene como idóneo un **calderín mixto de 8 m³, PN 6 con toma Ø 500 mm, altura 5,6 m y diámetro 1,5 m**. De esta manera, se valida igualmente la tubería de PRFV PN10, puesto que:

- La sobrepresión máxima en el P.K. 0+000 alcanza 1,8 kg/cm², lo cual supone un Factor de Seguridad de 5,55 que se considera más que suficiente ya que además no sobrepasa 1,5 veces la Presión máxima de funcionamiento en régimen permanente.
- No se obtienen depresiones, siendo la presión mínima del orden de 0,0 kg/cm² alrededor del P.K. 1+000. Este resultado aporta una mínima garantía sobre el límite depresivo admitido de -0,14 kg/cm².
- La presión máxima de funcionamiento en régimen permanente es de 1,5 kg/cm² en el tramo inferior más desfavorable, con lo cual se cumple $PN_{diseño} > 1,5 PN_{max}$.

El peso estimado para este equipo es de unos 2.800 kg, funcionando con el sistema mixto descrito, al abrigo del continente metálico de acero.

2.4.1.5 INSTALACIONES AUXILIARES

Se incluyen también otros sistemas de protección de la conducción como ventosas y desagües de vaciado.

También se ha realizado un dimensionado de los venteos necesarios para evitar acumulaciones de aire en puntos altos (absolutos o relativos) y que a su vez proporcionan una aducción de aire suficiente que evite depresiones en situaciones transitorias de régimen.

Las ventosas se han dimensionado contemplando el caso de vaciado brusco de la tubería por rotura de la misma, comprobando el diámetro elegido para el caso de llenado de la tubería con bomba sin variación de frecuencia.

Se explica a continuación la ventosa necesaria para permitir un llenado y vaciado lento de la tubería en régimen de funcionamiento ordinario:

CALCULO DE LAS VENTOSAS

Llenado de la tubería

FASE I		FASE II
T.BAJA	T.ALTA	T. Alta

Formulación:

$$Q_a = A_o \cdot C_o \cdot \left[\frac{2 \cdot \Delta P}{W} \right]^{0,5} \cdot 36 \cdot 10^4$$

Ventosa recomendada	3	3	3	Pulgadas
	76,2	76,2	76,2	mm
Area del orificio de la ventosa	0,0046	0,0046	0,0046	m ²
Coficiente del orificio (Co)	0,7	0,7	0,7	
Diferencia de presión a traves del orifici	1,5	1,5	1,5	m.c.a.
Densidad del aire (W)	1,2	1,2	1,2	Kg/cm ³
Caudal de aire (Qa)	1.817,06	1.817,06	1.817,06	m ³ /h

Este caudal es superior al caudal de una bomba

Vaciado de la tubería

Se supone que el vaciado se debe a una rotura de la tubería

Formulación

$$Q = 1,2916 \cdot 10^{-5} \cdot C \cdot S^{0,54} \cdot D^{2,63}$$

Pendiente de la tubería (S)	0,0033	0,0033	0,0033	m/m
Diámetro interior de la tubería (D)	600	600	600	mm
Coficiente de pérdida de carga (C)	130	130	130	
Caudal de agua en vaciado (Q)	1.555,09	1.555,09	1.555,09	m³/h
Ventosa minima recomendada	3	3	3	Pulgadas
	76,2	76,2	76,2	mm
Area del orificio de la ventosa	0,0046	0,0046	0,0046	m²
Coficiente del orificio (Co)	0,7	0,7	0,7	
Diferencia de presión a traves del orificic	3,5	3,5	3,5	m.c.a.
Densidad del aire (W)	1,2	1,2	1,2	Kg/cm³
Caudal de aire (Qa)	2.775,61	2.775,61	2.775,61	m³/h

Se adoptarán ventosas de 3" separadas a una distancia máxima de 700 metros en los puntos más altos de la tubería, y en todos los cambios de pendiente de la tubería.

Comprobación de vaciado a traves de la válvula situada en la EBAR

Diámetro de la válvula	250	250	250	mm
Altura geométrica	7,75	7,75	7,75	m.c..a.
Máxima velocidad de descarga (en el supuesto de apertura no controlada, sin pérdidas en válvula y totalmente abierta)	12,33	12,33	12,33	m/sg
Máximo caudal	0,61	0,61	0,61	m³/sg
	2.179,08	2.179,08	2.179,08	m³/h

2.4.2 EBAR E IMPULSIÓN DESDE VIAL DE BENICARLO

2.4.2.1 CAUDALES DE DISEÑO

Para este bombeo, se consideran los siguientes caudales de diseño:

FASE I		FASE II
T.BAJA	T.ALTA	T.ALTA

Caudal a bombear				
- Diario	10.000,00	20.000,00	30.000,00	m³/d
- Máximo	833,33	1.666,67	2.500,00	m³/h
- Medio	416,67	833,33	1.250,00	m³/h

Las obras civiles de la estación de bombeo e impulsiones se diseñan para los caudales del escenario temporal denominado fase II.

Para que sea compatible con el esquema adoptado con la EDAR, los equipos electromecánicos del bombeo serán los necesarios para el servicio de la Fase I, que recoge el horizonte a 5 años vista. En

todo caso, deberá considerarse el funcionamiento en la fase II, comprobando la ampliación de los equipos necesarios para atender al incremento de caudal.

2.4.2.2 RÉGIMEN PERMANENTE

Las pérdidas de carga por rozamiento se estudian mediante el procedimiento indicado en el apartado de bases teóricas, considerando además un 10% de pérdidas singulares. La impulsión proyectada es una tubería de PRFV de Ø800 PN 10 con longitud total de 4.386 m.

Dado que el longitudinal de la impulsión es ascendente de forma homogénea, para facilitar la evacuación del aire en los puntos altos relativos se prevé la colocación de ventosas de forma periódica.

<u>Altura geométrica (H_g)</u>	FASE I		FASE II	
	T.BAJA	T.ALTA	T.ALTA	
Cota mínima en EBAR de Vial	1,00	1,00	1,00	msnm
Cota de trabajo en EBAR de Vial	2,20	2,20	2,20	msnm
Cota en EDAR	51,55	51,55	51,55	msnm
Altura geométrica máxima	50,55	50,55	50,55	m.c.a.
Altura geométrica de trabajo	49,35	49,35	49,35	m.c.a.

Pérdidas de carga en la conducción (H) (Según Prandt - Coolebrok)

Nº de impulsiones	1	1	1	Uds
Caudal	0,231	0,463	0,694	m ³ /sg
Diámetro	0,8	0,8	0,8	m
Nº Reynolds	281.232	562.464	843.697	
Viscosidad cinemática	0,00000131	0,00000131	0,00000131	m ² /sg
Coefficiente Ks	0,0002	0,0002	0,0002	m
Valor de f	0,01674	0,01573	0,01533	
Velocidad en tubería	0,461	0,921	1,382	m/sg
Perdida	0,000	0,001	0,002	m/m
Longitud tubería	4.386,50	4.386,50	4.386,50	m
Pérdida en la conducción (rozamiento)	0,99	3,73	8,18	m

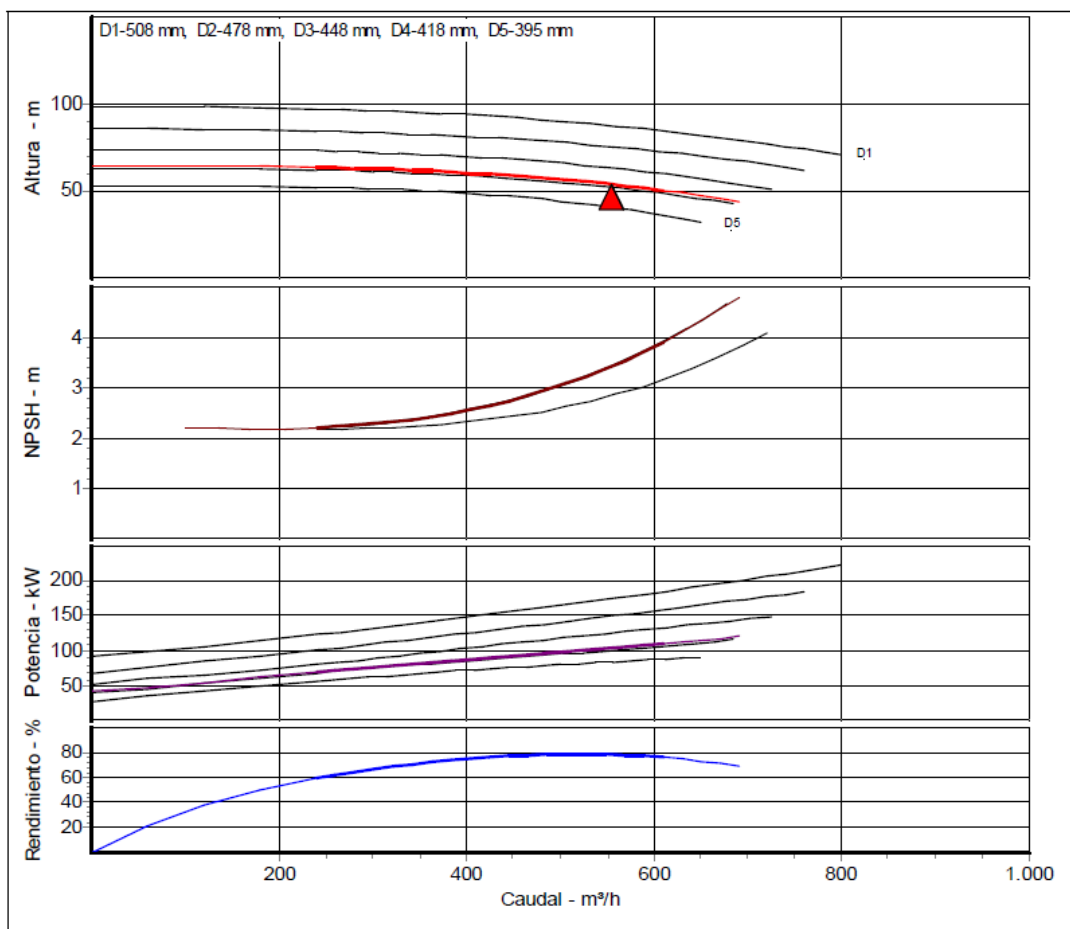
Cálculo de las pérdidas de carga contabilizando los elementos singulares (SEGÚN FORMULA GENERAL H=KQ²/2g)

Codos				
- De 11,50° (11 codos)	0,77	0,77	0,77	
- De 45° y 30° (16 codos)	2,72	2,72	2,72	
- De 90° (1 Codo)	0,29	0,29	0,29	
Válvula de retención	1,50	1,50	1,50	
Válvula de compuerta	0,12	0,12	0,12	
Ktotal	5,40	5,40	5,40	
Caudal	0,23	0,46	0,69	m ³ /sg
Diámetro	0,800	0,800	0,800	m
Velocidad	0,46	0,92	1,38	m/sg
Pérdida	0,06	0,23	0,53	m

<u>Pérdidas singulares (10 %) (Hs)</u>	0,10	0,37	0,82	m
(Para estar del lado de la seguridad, tomamos un valor de pérdidas singulares del 10 %)				
Altura manométrica máxima	51,64	54,65	59,55	m
Altura manométrica de trabajo	50,44	53,45	58,35	m
Tiempo de retención hidráulico en la im	2,65	1,32	0,88	horas
Volumen de agua en la tubería	2.204,90	2.204,90	2.204,90	m ³

Las bombas propuestas para impulsar los caudales de diseños son 3+1 bombas con capacidad para bombear holgadamente y con un rendimiento óptimo un caudal unitario en el entorno de 555 m³/h a 55 mca (Temporada Alta - Fase I). Para ello precisan una potencia de 132 kW. En el futuro se cambiarán los motores de las 4 bombas por unos superiores, así como impulsor, acoplamiento, bancada y protección y se instalará una bomba más igual a las ampliadas, de modo que cada una dará 625 m³/h, hasta alcanzar con 4 unidades los 2.500 m³/h requeridos en las Fase II con un altura en torno a los 59 m.c.a. La información de la bomba seleccionada, y proporcionada por uno de los fabricantes, es la siguiente:

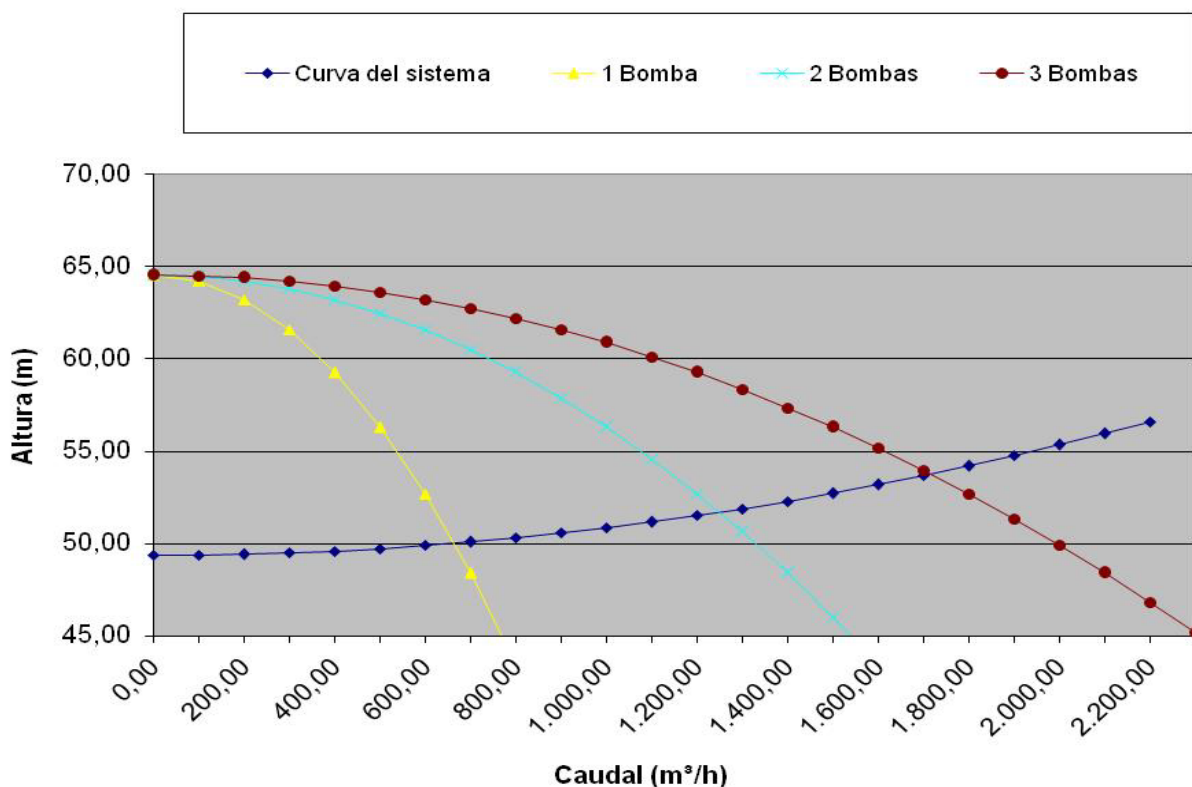
Modelo bomba: DBSA 20050D	Velocidad nominal: 1450 RPM, Eléctrico 50 Hz	Caudal servicio :	554,4 m ³ /h
Tipo: DBSA - Bombas con cuerpo de voluta, una etapa, con	Diá. impulsor: 422 mm	Altura servicio :	54 m
	Temperatura: 20 °C	Rendimiento :	78,2 %
Curva N°.: L122.28306.52.0	Viscosidad: 1,01 mm ² /s	Potencia absorbida	104,3 kW
N° impulsor L122.28306.52.0	Densidad: 998.2 ka/m ³	NPSH Requerido :	3,43 m
Pos.: 2	Fluido: Agua	Potencia a final curva:	110,5 kW
Su Ref.:	Tolerancia: ISO 9906 Grado 2	Válvula impulsión cerrada	64,57 m



Del mismo modo que en la EBAR de Constitución, dos de las bombas se podrán regular mediante variador de frecuencia y las restantes mediante arrancadores estáticos.

Cuando las 3 unidades funcionen juntas para la Fase I actual prevista (Temporada Alta), el punto de trabajo teórico sería 1.667 m³/h a 55 m.c.a.

En la siguiente grafica se representa las curvas de la impulsión y las estimadas para las bombas, con funcionamiento conjunto a plena potencia sin variación de frecuencia:



Los puntos de funcionamiento teórico máximo de las bombas, en su corte con la curva del sistema son los siguientes:

Puntos de funcionamiento teórico máximo		
Caudal (m ³ /h)	Altura (mca)	Nº bombas
1.710,0	53,7	3
1.250,0	51,7	2
680,0	50,0	1

Los puntos de funcionamiento del sistema, se tabulan en los siguientes caudales, determinados por las condiciones de contorno de la Fase I (Temporada Alta → Q=20.000 m³/día y Temporada Baja Q=10.000 m³/día), funcionando el conjunto con variación de frecuencia en al menos una de las bombas, de manera que se reduce su potencia neta y por ende desciende en la curva el punto de funcionamiento efectivo:

Puntos de funcionamiento estimados a menores rpm con V.Frec.		
Caudal (m ³ /h)	Altura (mca)	Nº bombas
1.667,0	53,5	3
833,0	50,4	2

2.4.2.3 CÁLCULO DEL RÉGIMEN TRANSITORIO

Se ha realizado una modelización de la conducción en base a la topografía real, velocidades de flujo, características de las bombas y geometrías, concluyéndose con el análisis del régimen transitorio para este tramo (EBAR Vial - EDAR).

El criterio utilizado por ser el generalizado entre distintos fabricantes de calderines, es el de calcular las máximas depresiones posibles, en base a la Cota generatriz superior de las conducciones, menos 2 m.c.a. Por tanto, en el caso concreto de la EBAR Vial y su tramo en impulsión, dado el diámetro de 0,8 m, la máxima depresión admisible será de 0,12 kg/cm².

Se pretenden determinar así, las sobrepresiones y depresiones que se originarán en el sistema por parada de bombas en caso de fallo técnico. Se utilizan los siguientes datos de partida:

- Perfil longitudinal
- Características de las bombas y del calderín de protección
- Características de las tuberías

Se contempla en el estudio un sistema formado por diferentes nodos y tramos intermedios. Realmente, podría considerarse más nodos y tramos, incluyendo en el estudio las válvulas de ventosa, pero la empírica aconseja modelizar el fenómeno del transitorio sin tener en cuenta el efecto beneficioso de estos elementos de protección, para tener una cierta seguridad en el diseño propuesto.

A continuación se incluye el cálculo efectuado con el programa DYAGATS 2.0, específico para análisis de golpe de ariete en tubería simple. Los parámetros de la impulsión son los siguientes:

VARIABLES(Unid.)/Tramo	TRAMO 1	TRAMO 2	TRAMO 3	TRAMO 4	TRAMO 5	TRAMO 6	TRAMO 7
Longitud (m)	640,36	1035,09	701,76	464,9199	605,27	228,0701	710,53
Diámetro (m)	0,7852	0,7852	0,7852	0,7852	0,7852	0,7852	0,7852
Espesor (m)	0,0174	0,0174	0,0174	0,0174	0,0174	0,0174	0,0174
Rugosidad (mm)	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Fricción	0	0	0	0	0	0	0
Modulo Young (MPa)	9999,998	9999,999	9999,999	9999,999	9999,999	9999,999	9999,999
Cota Inicial (m)	2,9	9,6	18,573	28,31	30,86	36,36	31,78
Cota Final (m)	9,6	18,573	28,31	30,86	36,36	31,78	49,35
Celeridad (m/seg)	447,4462	447,4462	447,4462	447,4462	447,4462	447,4462	447,4462

El nudo 1 corresponde al bombeo de Vial en el horizonte fase I (caudal máximo 1.667 m³/h).

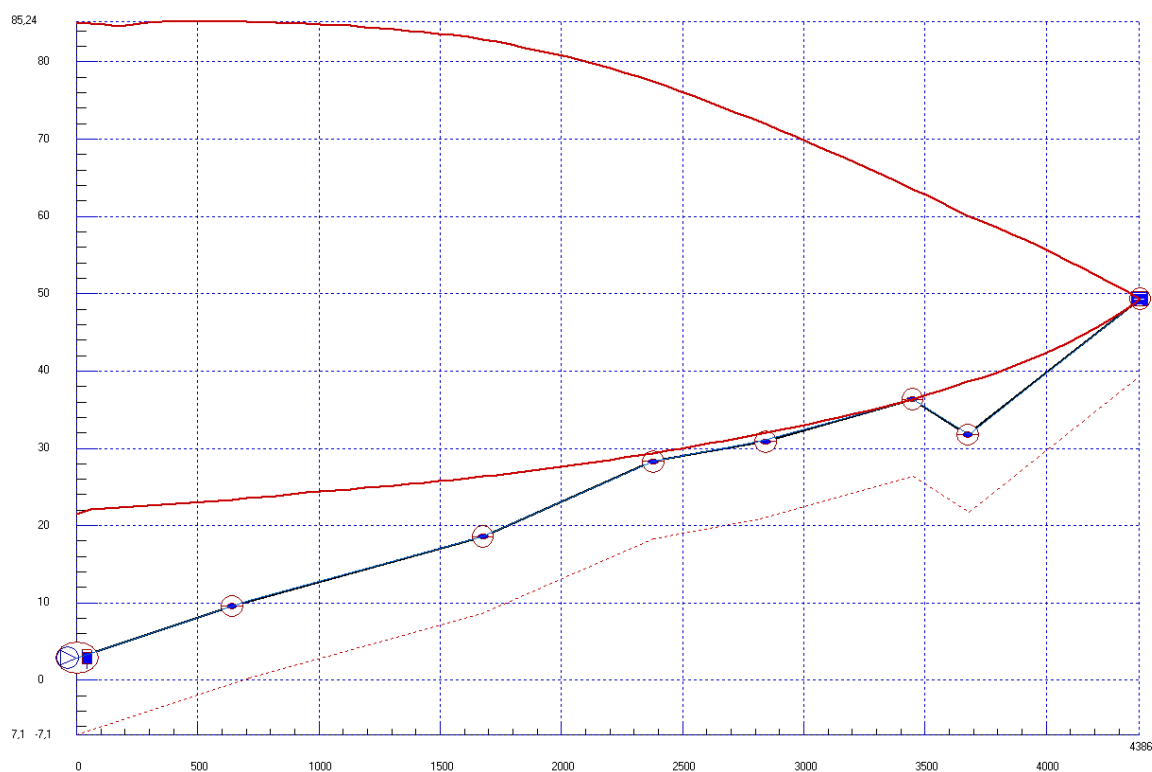
Se introducen las características principales tanto de la bomba como del calderín, adoptando los siguientes parámetros de cálculo para el nudo 1:

Elemento	Nudo 1
Caudal de régimen(m ³ /seg)	0,463
Diferencia descarga-aspiración(m)	46,45
Altura de aspiración(m)	0
Curva de Altura - Caudal	
Coefficiente A	62,139
Coefficiente B	0
Coefficiente C	57,973

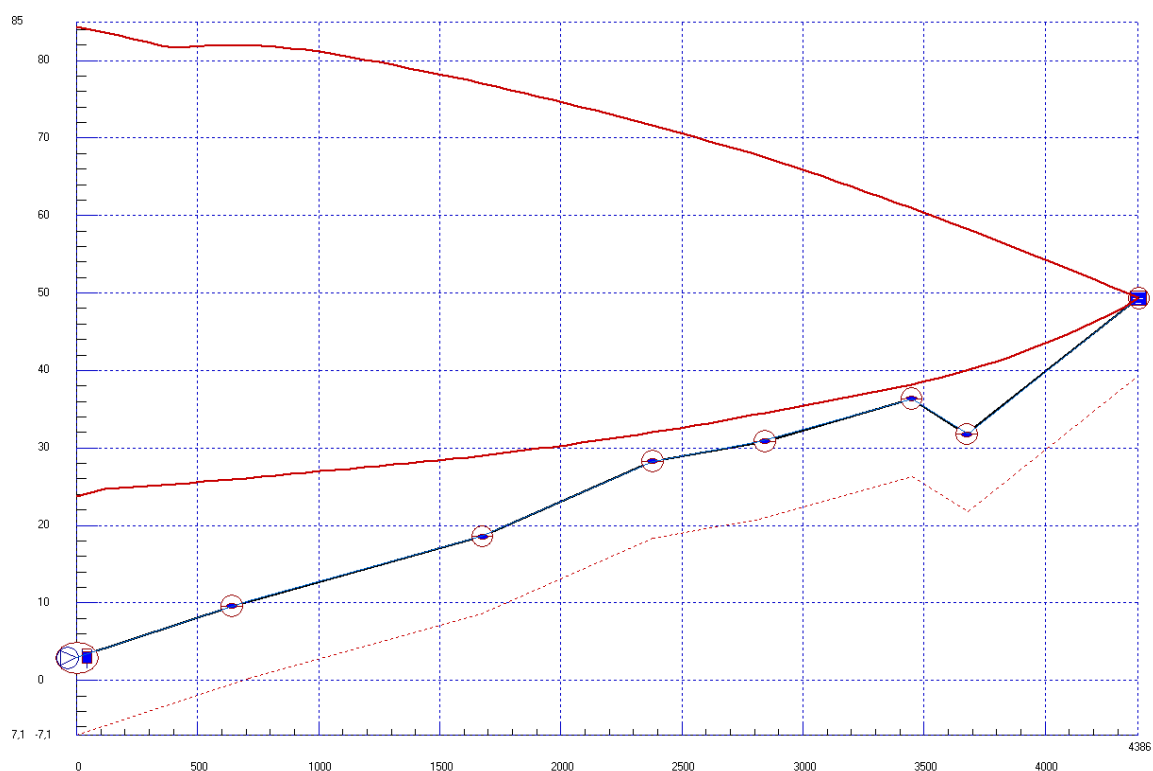
Curva de Rendimiento - Caudal	
Coeficiente D	3,4557
Coeficiente E	-3,7319
Velocidad de giro (rpm)	2900
Inercia (Kg·m ²)	2,6303
Tiempo de desconexión (seg)	0
Tiempo de arranque (seg)	0
Número de bombas	3
Calderín	
Altura (m)	5
Sección (m ²)	4
Profundidad (mca)	2
Altura de la base (m)	0,9
Pérdidas en la entrada (m/(m ³ /seg) ²)	0,4
Pérdidas en la salida (m/(m ³ /seg) ²)	0,4

Depósito	Nudo 8
Nivel (m)	0

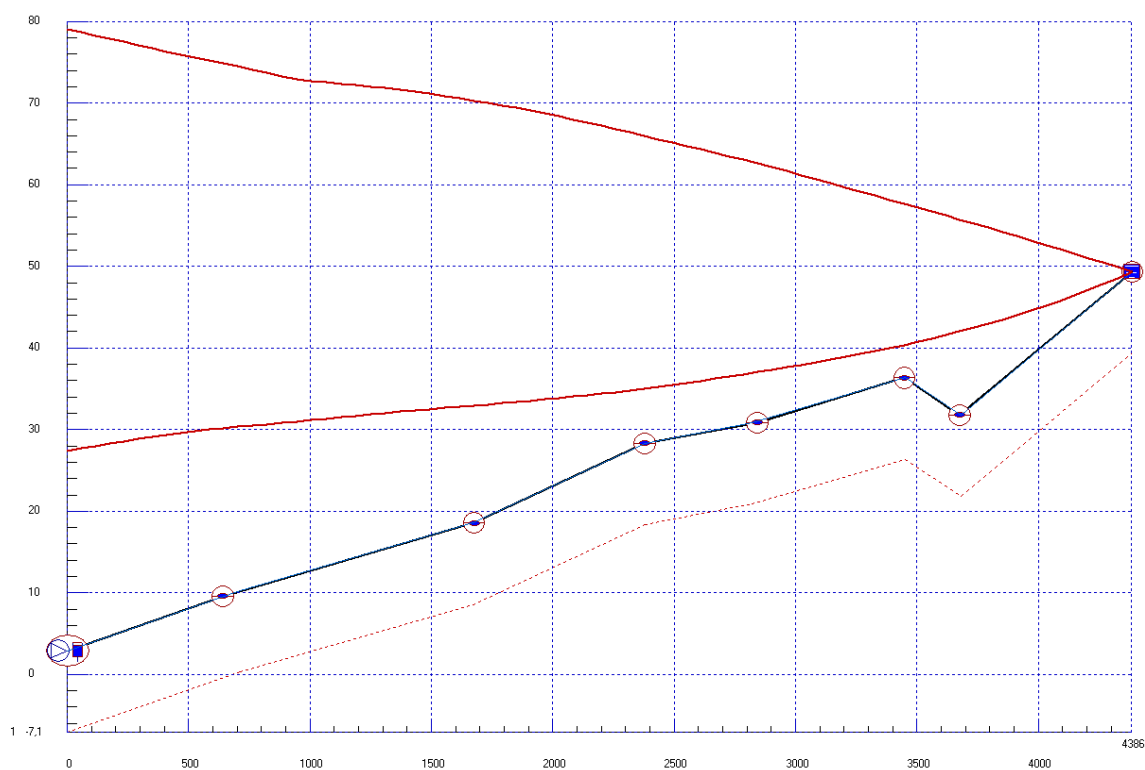
El nudo 8 se caracteriza como depósito aguas abajo. Efectuado el cálculo en el programa, se obtienen los siguientes resultados gráficos, para diversas tipologías de calderines entre 12 y 20 m³:



Cálculo con un calderín de 12 m³



Cálculo con un calderín de 15 m³



Cálculo con un calderín de 20 m³

Se observa, que para un calderín de 12 m³, no se obtiene un factor admisible de seguridad frente a las presiones mínimas, estando cerca de presiones negativas peligrosas.

Respecto a los calderines de 15 y 20 m³, se obtienen respectivamente los siguientes resultados numéricos, que se procede a estudiar:

PRESIONES MÁXIMAS Y MÍNIMAS EN PUNTOS DEL PERFIL (20 m³)

PUNTO	Longitud (m)	Cota (m)	P máx. (mca)	P mín. (mca)
1	0	3	76,16	24,50
2	714	10	64,12	20,08
3	1670	19	51,77	14,36
4	2380	28	37,66	6,72
5	2819	31	31,91	6,09
6	3450	36	21,25	3,99
7	3680	32	23,93	10,27
8	4386	49	0	0

PRESIONES MÁXIMAS Y MÍNIMAS EN PUNTOS DEL PERFIL (15 m³)

PUNTO	Longitud (m)	Cota (m)	P máx. (mca)	P mín. (mca)
1	0	3	81,52	20,84
2	714	10	71,62	15,84
3	1670	19	58,52	10,41
4	2380	28	43,31	3,69
5	2819	31	36,85	3,53
6	3450	36	24,56	1,84
7	3680	32	26,45	8,29
8	4386	49	0	0

A la vista de los resultados se extraen las siguientes conclusiones para la fase I:

- La presión máxima calculada es admisible.
- Se trata de un cierre lento, razón por la cual se aplica la formulación de MICHAUD
- No se producirá cavitación, por cuanto no se alcanzan presiones negativas relativas en la fase de depresión.

A este efecto, y en orden a minimizar todavía más el riesgo de cavitación, se adoptará como dispositivo indirecto de control del golpe de ariete, ventosas trifuncionales.

A consecuencia del cálculo, se han ido iterando diferente soluciones hasta elegir como idóneo un calderín de 15 m³, PN 10 con toma Ø 400 mm, altura útil 5,3 m y diámetro 1,9 m. De esta manera, se valida igualmente la tubería de PRFV PN10, puesto que:

- La sobrepresión máxima en el P.K. 0+000 alcanza 8,15 kg/cm², lo cual supone un Factor de Seguridad de 1,20 que se considera suficiente ya que además no sobrepasa 1,5 veces la Presión máxima de funcionamiento en régimen permanente.

- No se obtienen depresiones, siendo la presión mínima del orden de 0,2 kg/cm² alrededor del P.K. 3+450. Este resultado aporta una mínima garantía sobre el límite depresivo admitido de - 0,12 kg/cm².
- La presión máxima de funcionamiento en régimen permanente es de 5,6 kg/cm² en el tramo inferior más desfavorable, con lo cual se cumple PN_{diseño} > 1,5 PN_{max}.

El peso estimado para este equipo es de unos 5.000 kg, funcionando sin vejiga de aire a presión, al abrigo del continente metálico de acero.

Asimismo, se ha realizado un dimensionado con un programa alternativo, utilizado por los fabricantes a los que se ha pedido oferta para previsión del calderín necesario que asegure la limitación de presiones máximas y negativas en el tramo de estudio. Este análisis, que arroja resultados muy similares a los efectuados con el programa DYAGATS con el calderín comentado, se incluye como anexo en el Apéndice 2 de este documento.

2.4.2.4 INSTALACIONES AUXILIARES

Se incluyen también otros sistemas de protección de la conducción como ventosas y desagües de vaciado.

También se ha realizado un dimensionado de los venteos necesarios para evitar acumulaciones de aire en puntos altos (absolutos o relativos) y que a su vez proporcionan una aducción de aire suficiente que evite depresiones en situaciones transitorias de régimen.

Las ventosas se han dimensionado contemplando el caso de vaciado brusco de la tubería por rotura de la misma, comprobando el diámetro elegido para el caso de llenado de la tubería con bomba sin variación de frecuencia.

Se explica a continuación la ventosa necesaria para permitir un llenado y vaciado lento de la tubería en régimen de funcionamiento ordinario:

Vaciado de la tubería

Se supone que el vaciado se debe a una rotura de la tubería

Formulación

$$Q = 1,2916 \cdot 10^{-5} \cdot C \cdot S^{0,54} \cdot D^{2,63}$$

Pendiente de la tubería (S)	0,0113	0,0113	0,0113	m/m
Diámetro interior de la tubería (D)	800	800	800	mm
Coficiente de pérdida de carga (C)	130	130	130	
Caudal de agua en vaciado (Q)	6.438,40	6.438,40	6.438,40	m ³ /h
Ventosa adoptada	5	5	5	Pulgadas
	127	127	127	mm
Area del orificio de la ventosa	0,0127	0,0127	0,0127	m ²
Coficiente del orificio (Co)	0,7	0,7	0,7	
Diferencia de presión a traves del orifici	3,5	3,5	3,5	m.c.a.
Densidad del aire (W)	1,2	1,2	1,2	Kg/cm ³
Caudal de aire (Qa)	7.710,03	7.710,03	7.710,03	m ³ /h

Llenado de la tubería

Formulación:

$$Q_a = A_o \cdot C_o \cdot \left[\frac{2 \cdot \Delta P}{W} \right]^{0.5} \cdot 36 \cdot 10^4$$

Ventosa recomienda	5	5	5	Pulgadas
	127	127	127	mm
Area del orificio de la ventosa	0,0127	0,0127	0,0127	m ²
Coefficiente del orificio (Co)	0,7	0,7	0,7	
Diferencia de presión a través del orificio	1,5	1,5	1,5	m.c.a.
Densidad del aire (W)	1,2	1,2	1,2	Kg/cm ³
Caudal de aire (Qa)	5.047,40	5.047,40	5.047,40	m ³ /h

Este caudal es superior al caudal de una bomba

Se adoptarán ventosas de 5" separadas a una distancia máxima de 700 metros en los puntos más altos de la tubería, y en todos los cambios de pendiente de la tubería.

3 CÁLCULOS MECÁNICOS DE CONDUCCIONES

3.1 INTRODUCCIÓN Y OBJETIVO

Se proyectan tuberías de diferentes diámetros ($\varnothing 600 - \varnothing 900$) en Poliéster Reforzado con Fibra de Vidrio (PRFV) tanto para las conducciones que transportan el agua residual desde el municipio hasta la E.D.A.R., como para el emisario terrestre que conduce el agua tratada hasta el emisario submarino existente.

Asimismo, existen otros materiales (PVC Corrugado) y diámetros menores utilizados ($\varnothing 500 - \varnothing 800$) para las tuberías reordenadas en la zona de Plaza Constitución. Igualmente, se utilizan otros materiales para reposiciones de tuberías de pequeño diámetro interceptadas (PEAD, Fundición...etc).

El presente anejo tiene por objeto realizar el cálculo mecánico de las tuberías de mayor relevancia consideradas en el proyecto de construcción para los colectores generales de la E.D.A.R. de Peñíscola (Castellón).

Se determinan los coeficientes de seguridad al aplastamiento y a la rotura por presión interior, puesto que eventuales depresiones serían justificadas debidamente por el fabricante de la tubería finalmente escogido en función de sus espesores y procedimientos de fabricación. Además, el cálculo hidráulico en régimen transitorio, evita este fenómeno mediante la instalación de calderines en los puntos necesarios.

Las tuberías, como cualquier estructura enterrada, son elementos que van a estar sometidos a determinadas sollicitaciones mecánicas. Aparte de la presión interna que deberán soportar, también existirán cargas externas como el peso propio de las tierras de relleno, el tráfico rodado que pueda circular sobre las tuberías y otras cargas permanentes u ocasionales.

Las conducciones que serían susceptibles de análisis son las que presentan mayor probabilidad de sufrir la problemática citada debido a la profundidad a la que se encuentran. Dentro de todos los materiales proyectados, tanto para colectores como para la EDAR, se estudian los más desfavorables, que son:

- COLECTORES
 - PRFV DN600-800 PN10 en Impulsión (Ejes 0, 1 y 3)
 - PRFV DN900 PN1 en Gravedad (Eje 2)
 - PRFV DN700 PN6 en Emisario de retorno (Eje 4)

- E.D.A.R.
 - FD DN 150-800 PN10
 - ACERO INOXIDABLE AISI
 - PEAD DN20-200 PN10
 - PVC DN150-200 SN-4

Como se observa, en el proyecto existen diferentes tuberías dentro de la E.D.A.R. que se encontrarán hormigonadas, como por ejemplo las de fangos en acero AISI-316 y la Fundición Dúctil embebida bajo la solera del decantador. Dadas las condiciones macizadas de hormigón y las elevadas resistencias mecánicas de las tuberías de carácter metálico, solamente se calcularán las de carácter plástico, de acuerdo a las mayores profundidades en las que se encuentren, considerando con ello que se cubre la hipótesis solicitante más desfavorable.

3.2 HIPÓTESIS DE CÁLCULO

Para el cálculo de las tuberías plásticas anteriores se utiliza la norma alemana ATV – A127. Asimismo se realiza un cálculo particular con el programa HOBAS para ciertas tuberías de PRFV. De esta manera se tendrá analizado todo el espectro de distintos materiales incluidos en el proyecto, con un contraste de cálculo con HOBAS para colectores y otro para la EDAR.

Para ello, es necesario contar las características del terreno, según se desprende de las conclusiones del estudio geotécnico:

A lo largo de la traza de los colectores se diferencian las siguientes zonas a efectos de interacción con el cálculo mecánico de los colectores:

- Zona I (EBAR Constitución – Arqueta de Rotura de Carga): formada por materiales con abundante materia orgánica y asociados a la aparición muy superficial del nivel freático; se trata de turbas o arcillas ricas en materia orgánica. Se considera del lado de la seguridad, debido a sus peores condiciones respecto al resto de terrenos atravesados por el trazado, que esta zona llega hasta la ubicación de la arqueta de rotura de carga. Se aplicará un nivel freático de entre 60 y 80 cm de profundidad. Esta zona, comprende los Ejes 0 y 1 delineados en planos.
- Zona II (Arqueta de Rotura de carga – Entorno superior a la EBAR de Vial): Se atraviesan materiales arcillosos o arcillo-arenosos con presencia de gravas dispersas y asociados a la aparición de un nivel freático localizado a 1,60 m de profundidad. Si bien supera el entorno de la EBAR de Vial, se aplica como final de este material en el trazado dicha EBAR, dada su buena competencia y su pequeña interacción por nivel freático (pequeñas profundidades de la tubería). Esta zona comprende el Eje 2 delineado en planos.
- Zona III (E.B.A.R de Vial hasta la EDAR): Se desarrolla al principio en un nivel de arcillas cementadas con presencia de conglomerados. En este tipo de material, la estabilidad de la zanja será buena e incluso puede ser necesario el uso de medios mecánicos para romper los niveles encostrados. En una segunda subzona más cercana a la parcela de la EDAR, los materiales también con buena competencia están formados por materiales detríticos, con predominio de gravas y conglomerado fuertemente cementado, así como margas calcáreas variablemente cementadas y calizas con intercalaciones margosas y arcillosas. Esta zona comprende el Eje 3 delineado en planos.

También en la ortofotografía con superposición de traza, se observa que la zona de turbas saturadas alcanza las pestañas de planos correspondientes al Eje 0 y al Eje 1:



3.2.1 ZONIFICACIÓN

Todas las conducciones discurren por la misma zanja: Ø 600-900 mm, variando únicamente su clase resistente a funcionamiento en presión, desde PN-1 hasta PN-10:

- Existe **1 tubería de impulsión** desde Peñíscola hasta la EDAR que consta de 2 tramos diferenciados. En primer lugar el correspondiente al Eje 0 con una tubería de impulsión PN10 Ø 600 mm, que se transforma en el Eje 1 a partir del entorno del parking localizado entre las calles Mestre Bayarre y Pigmalión. En este tramo, la tubería también es PRFV en PN10 Ø 600 mm. Este tramo llega a la arqueta de rotura de carga y se corresponde en gran medida con las turbas saturadas, especialmente hasta el P.K. 1+000 en el que se abandona el núcleo urbano.
- Al final del Eje 1 **la impulsión rompe su carga hidráulica** y llega en gravedad hasta la EBAR de Vial. Allí incorpora caudales, y de esta manera se dirige impulsada hacia la E.D.A.R. con una tubería PN10 Ø 800 mm. Todo este tramo se puede considerar arcilloso y calcáreo, en ambos casos con competencia suficiente para el apoyo de la tubería.
- Respecto al **Emisario de vuelta PN6 Ø 700 mm**, parte de su P.K. 0+000 (En sentido inverso a la impulsión) y llega hasta Peñíscola, atravesándola hasta conectar con el emisario submarino existente. Por tanto, dispone de un poco más de longitud. También atraviesa los mismos materiales que las tuberías de impulsión, al tratarse de la misma zanja.

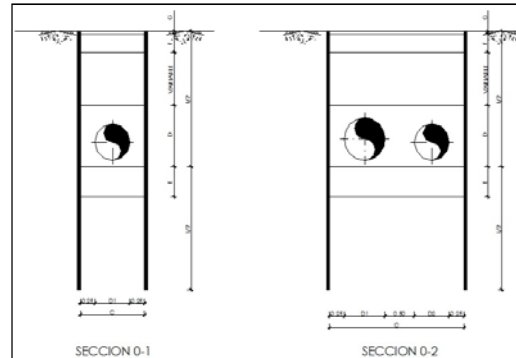
Previa a la zonificación, se ha realizado un cálculo de las coberturas mínimas y máximas que se alcanzan para cada tramo y que se presenta a continuación.

PEÑISCOLA

RECUBRIMIENTOS Y SECCIONES

CONDUCCIÓN EJE 0: PRFV Ø 600 PN10
EMISARIO DE RETORNO EJE 4: PRFV Ø 700 PN6

SECCIONES TIPO:



SECCION	D.ORIGEN	D.PARCIAL	PROFUNDIDADES				DIÁMETRO TUBERÍA IMPULSIÓN	DIÁMETRO TUBERÍA RETORNO	SECCION TIPO
			Cota Roja	Recub. Impulsión	Recub. Retorno	Rasante			
1	0,000	0,000	2,514	1,814	-	2,414	0,600	-	0-1
2	10,000	10,000	2,386	1,686	-	2,286	0,600	-	0-1
3	20,000	10,000	2,340	1,640	-	2,240	0,600	-	0-1
4	30,000	10,000	2,232	1,532	-	2,132	0,600	-	0-1
5	40,000	10,000	2,162	1,462	-	2,062	0,600	-	0-1
6	50,000	10,000	2,208	1,508	-	2,108	0,600	-	0-1
7	60,000	10,000	2,246	1,546	-	2,146	0,600	-	0-1
8	70,000	10,000	2,268	1,568	-	2,168	0,600	-	0-1
9	80,000	10,000	2,273	1,573	1,473	2,173	0,600	0,700	0-2
10	90,000	10,000	2,253	1,553	1,453	2,153	0,600	0,700	0-2
11	100,000	10,000	2,244	1,544	1,444	2,144	0,600	0,700	0-2
12	110,000	10,000	2,226	1,526	1,426	2,126	0,600	0,700	0-2
13	120,000	10,000	2,240	1,540	1,440	2,140	0,600	0,700	0-2
14	130,000	10,000	2,239	1,539	1,439	2,139	0,600	0,700	0-2
15	140,000	10,000	2,228	1,528	1,428	2,128	0,600	0,700	0-2
16	150,000	10,000	2,219	1,519	1,419	2,119	0,600	0,700	0-2
17	160,000	10,000	2,204	1,504	1,404	2,104	0,600	0,700	0-2
18	170,000	10,000	2,215	1,515	1,415	2,115	0,600	0,700	0-2
19	180,000	10,000	2,215	1,515	1,415	2,115	0,600	0,700	0-2
20	190,000	10,000	2,215	1,515	1,415	2,115	0,600	0,700	0-2
21	200,000	10,000	2,215	1,515	1,415	2,115	0,600	0,700	0-2
22	210,000	10,000	2,185	1,485	1,385	2,085	0,600	0,700	0-2
23	220,000	10,000	2,200	1,500	1,400	2,100	0,600	0,700	0-2
24	230,000	10,000	2,514	1,814	1,714	2,414	0,600	0,700	0-2
25	240,000	10,000	2,386	1,686	1,586	2,286	0,600	0,700	0-2
26	250,000	10,000	2,340	1,640	1,540	2,240	0,600	0,700	0-2
27	260,000	10,000	2,232	1,532	1,432	2,132	0,600	0,700	0-2
28	270,000	10,000	2,162	1,462	1,362	2,062	0,600	0,700	0-2
29	280,000	10,000	2,208	1,508	1,408	2,108	0,600	0,700	0-2
30	290,000	10,000	2,246	1,546	1,446	2,146	0,600	0,700	0-2
31	300,000	10,000	2,268	1,568	1,468	2,168	0,600	0,700	0-2
32	310,000	10,000	2,273	1,573	1,473	2,173	0,600	0,700	0-2
33	320,000	10,000	2,253	1,553	1,453	2,153	0,600	0,700	0-2
34	330,000	10,000	2,244	1,544	1,444	2,144	0,600	0,700	0-2
35	340,000	10,000	2,226	1,526	1,426	2,126	0,600	0,700	0-2
36	350,000	10,000	2,240	1,540	1,440	2,140	0,600	0,700	0-2
37	360,000	10,000	2,239	1,539	1,439	2,139	0,600	0,700	0-2
38	370,000	10,000	2,228	1,528	1,428	2,128	0,600	0,700	0-2
39	380,000	10,000	2,219	1,519	1,419	2,119	0,600	0,700	0-2
40	390,000	10,000	2,204	1,504	1,404	2,104	0,600	0,700	0-2
41	395,574	5,574	2,215	1,515	1,415	2,115	0,600	0,700	0-2

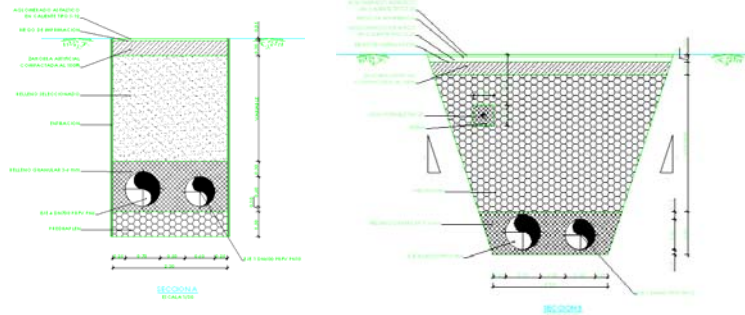
RECUB. MÍNIMO IMPULSION:	1,462	RECUBRIMIENTO MÁXIMO IMPULSION:	1,814
RECUBRIM. MÍNIMO RETORNO:	1,362	RECUBRIMIENTO MÁXIMO RETORNO:	1,714

PEÑISCOLA

IMPULSIÓN EJE 1: PRFV Ø 600 PN10
EMISARIO DE RETORNO EJE 4: PRFV Ø 700 PN6

RECUBRIMIENTOS Y SECCIONES

SECCIONES TIPO



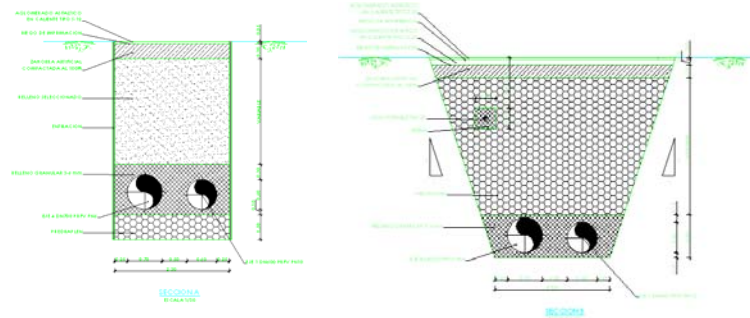
SECCION	D.ORIGEN	D.PARCIAL	PROFUNDIDADES				DIÁMETRO TUBERÍA IMPULSIÓN	DIÁMETRO TUBERÍA RETORNO	SECCION TIPO
			Cota Roja	Recub. Impulsión	Recub. Retorno	Rasante			
1	0,000	0,000	2,514	1,814	1,714	2,414	0,600	0,700	A
2	10,000	10,000	2,386	1,686	1,586	2,286	0,600	0,700	A
3	20,000	10,000	2,340	1,640	1,540	2,240	0,600	0,700	A
4	30,000	10,000	2,232	1,532	1,432	2,132	0,600	0,700	A
5	40,000	10,000	2,162	1,462	1,362	2,062	0,600	0,700	A
6	50,000	10,000	2,208	1,508	1,408	2,108	0,600	0,700	A
7	60,000	10,000	2,246	1,546	1,446	2,146	0,600	0,700	A
8	70,000	10,000	2,268	1,568	1,468	2,168	0,600	0,700	A
9	80,000	10,000	2,273	1,573	1,473	2,173	0,600	0,700	A
10	90,000	10,000	2,253	1,553	1,453	2,153	0,600	0,700	A
11	100,000	10,000	2,244	1,544	1,444	2,144	0,600	0,700	A
12	110,000	10,000	2,226	1,526	1,426	2,126	0,600	0,700	A
13	120,000	10,000	2,240	1,540	1,440	2,140	0,600	0,700	A
14	130,000	10,000	2,239	1,539	1,439	2,139	0,600	0,700	A
15	140,000	10,000	2,228	1,528	1,428	2,128	0,600	0,700	A
16	150,000	10,000	2,219	1,519	1,419	2,119	0,600	0,700	A
17	160,000	10,000	2,204	1,504	1,404	2,104	0,600	0,700	A
18	170,000	10,000	2,215	1,515	1,415	2,115	0,600	0,700	A
19	180,000	10,000	2,215	1,515	1,415	2,115	0,600	0,700	A
20	190,000	10,000	2,215	1,515	1,415	2,115	0,600	0,700	A
21	200,000	10,000	2,215	1,515	1,415	2,115	0,600	0,700	A
22	210,000	10,000	2,185	1,485	1,385	2,085	0,600	0,700	A
23	220,000	10,000	2,200	1,500	1,400	2,100	0,600	0,700	A
24	230,000	10,000	2,215	1,515	1,415	2,115	0,600	0,700	A
25	240,000	10,000	2,244	1,544	1,444	2,144	0,600	0,700	A
26	250,000	10,000	2,281	1,581	1,481	2,181	0,600	0,700	A
27	260,000	10,000	2,312	1,612	1,512	2,212	0,600	0,700	A
28	270,000	10,000	2,337	1,637	1,537	2,237	0,600	0,700	A
29	280,000	10,000	2,325	1,625	1,525	2,225	0,600	0,700	A
30	290,000	10,000	2,343	1,643	1,543	2,243	0,600	0,700	A
31	300,000	10,000	2,367	1,667	1,567	2,267	0,600	0,700	A
32	310,000	10,000	2,403	1,703	1,603	2,303	0,600	0,700	A
33	320,000	10,000	2,455	1,755	1,655	2,355	0,600	0,700	A
34	330,000	10,000	2,518	1,818	1,718	2,418	0,600	0,700	A
35	340,000	10,000	2,474	1,774	1,674	2,374	0,600	0,700	A
36	350,000	10,000	2,471	1,771	1,671	2,371	0,600	0,700	A
37	360,000	10,000	2,493	1,793	1,693	2,393	0,600	0,700	A
38	370,000	10,000	2,475	1,775	1,675	2,375	0,600	0,700	A
39	380,000	10,000	2,469	1,769	1,669	2,369	0,600	0,700	A
40	390,000	10,000	2,454	1,754	1,654	2,354	0,600	0,700	A
41	400,000	10,000	2,439	1,739	1,639	2,339	0,600	0,700	A
42	410,000	10,000	2,424	1,724	1,624	2,324	0,600	0,700	A
43	420,000	10,000	2,409	1,709	1,609	2,309	0,600	0,700	A
44	430,000	10,000	2,394	1,694	1,594	2,294	0,600	0,700	A
45	440,000	10,000	2,379	1,679	1,579	2,279	0,600	0,700	A
46	450,000	10,000	2,360	1,660	1,560	2,260	0,600	0,700	A
47	460,000	10,000	2,349	1,649	1,549	2,249	0,600	0,700	A
48	470,000	10,000	2,335	1,635	1,535	2,235	0,600	0,700	A
49	480,000	10,000	2,320	1,620	1,520	2,220	0,600	0,700	A
50	490,000	10,000	2,305	1,605	1,505	2,205	0,600	0,700	A
51	500,000	10,000	2,290	1,590	1,490	2,190	0,600	0,700	A
52	510,000	10,000	2,228	1,528	1,428	2,128	0,600	0,700	A
53	520,000	10,000	2,142	1,442	1,342	2,042	0,600	0,700	A
54	530,000	10,000	2,118	1,418	1,318	2,018	0,600	0,700	A
55	540,000	10,000	2,101	1,401	1,301	2,001	0,600	0,700	A
56	550,000	10,000	2,151	1,451	1,351	2,051	0,600	0,700	A
57	560,000	10,000	2,189	1,489	1,389	2,089	0,600	0,700	A
58	570,000	10,000	2,208	1,508	1,408	2,108	0,600	0,700	A
59	580,000	10,000	2,200	1,500	1,400	2,100	0,600	0,700	A

PEÑISCOLA

IMPULSIÓN EJE 1: PRFV Ø 600 PN10

EMISARIO DE RETORNO EJE 4: PRFV Ø 700 PN6

SECCIONES TIPO



RECUBRIMIENTOS Y SECCIONES

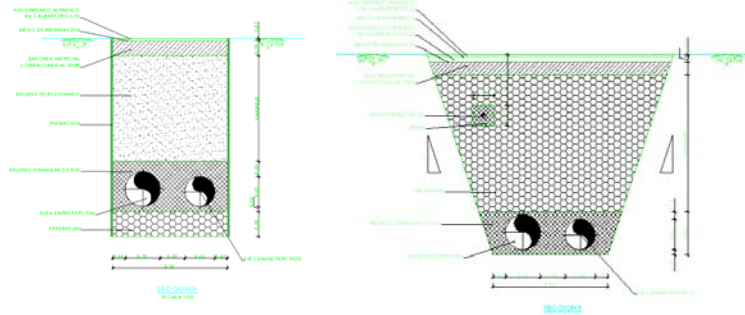
SECCION	D.ORIGEN	D.PARCIAL	PROFUNDIDADES				DIÁMETRO TUBERÍA IMPULSIÓN	DIÁMETRO TUBERÍA RETORNO	SECCION TIPO
			Cota Roja	Recub. Impulsión	Recub. Retorno	Rasante			
60	590,000	10,000	2,184	1,484	1,384	2,084	0,600	0,700	A
61	600,000	10,000	2,173	1,473	1,373	2,073	0,600	0,700	A
62	610,000	10,000	2,163	1,463	1,363	2,063	0,600	0,700	A
63	620,000	10,000	2,154	1,454	1,354	2,054	0,600	0,700	A
64	630,000	10,000	2,145	1,445	1,345	2,045	0,600	0,700	A
65	640,000	10,000	2,181	1,481	1,381	2,081	0,600	0,700	A
66	650,000	10,000	2,217	1,517	1,417	2,117	0,600	0,700	A
67	660,000	10,000	2,253	1,553	1,453	2,153	0,600	0,700	A
68	670,000	10,000	2,289	1,589	1,489	2,189	0,600	0,700	A
69	680,000	10,000	2,324	1,624	1,524	2,224	0,600	0,700	A
70	690,000	10,000	2,360	1,660	1,560	2,260	0,600	0,700	A
71	700,000	10,000	2,396	1,696	1,596	2,296	0,600	0,700	A
72	710,000	10,000	2,432	1,732	1,632	2,332	0,600	0,700	A
73	720,000	10,000	2,468	1,768	1,668	2,368	0,600	0,700	A
74	730,000	10,000	2,504	1,804	1,704	2,404	0,600	0,700	A
75	740,000	10,000	2,540	1,840	1,740	2,440	0,600	0,700	A
76	750,000	10,000	2,575	1,875	1,775	2,475	0,600	0,700	A
77	760,000	10,000	2,551	1,851	1,751	2,451	0,600	0,700	A
78	770,000	10,000	2,527	1,827	1,727	2,427	0,600	0,700	A
79	780,000	10,000	2,503	1,803	1,703	2,403	0,600	0,700	A
80	790,000	10,000	2,479	1,779	1,679	2,379	0,600	0,700	A
81	800,000	10,000	2,455	1,755	1,655	2,355	0,600	0,700	A
82	810,000	10,000	2,430	1,730	1,630	2,330	0,600	0,700	A
83	820,000	10,000	2,406	1,706	1,606	2,306	0,600	0,700	A
84	830,000	10,000	2,382	1,682	1,582	2,282	0,600	0,700	A
85	840,000	10,000	2,358	1,658	1,558	2,258	0,600	0,700	A
86	850,000	10,000	2,334	1,634	1,534	2,234	0,600	0,700	A
87	860,000	10,000	2,310	1,610	1,510	2,210	0,600	0,700	A
88	870,000	10,000	2,291	1,591	1,491	2,191	0,600	0,700	A
89	880,000	10,000	2,280	1,580	1,480	2,180	0,600	0,700	A
90	890,000	10,000	2,268	1,568	1,468	2,168	0,600	0,700	A
91	900,000	10,000	2,257	1,557	1,457	2,157	0,600	0,700	A
92	910,000	10,000	2,246	1,546	1,446	2,146	0,600	0,700	A
93	920,000	10,000	2,234	1,534	1,434	2,134	0,600	0,700	A
94	930,000	10,000	2,223	1,523	1,423	2,123	0,600	0,700	A
95	940,000	10,000	2,212	1,512	1,412	2,112	0,600	0,700	A
96	950,000	10,000	2,201	1,501	1,401	2,101	0,600	0,700	A
97	960,000	10,000	2,249	1,549	1,449	2,149	0,600	0,700	A
98	970,000	10,000	2,298	1,598	1,498	2,198	0,600	0,700	A
99	980,000	10,000	2,331	1,631	1,531	2,231	0,600	0,700	A
100	990,000	10,000	2,404	1,704	1,604	2,304	0,600	0,700	A
101	1,000,000	10,000	2,453	1,753	1,653	2,353	0,600	0,700	A
102	1,010,000	10,000	2,444	1,744	1,644	2,344	0,600	0,700	B
103	1,020,000	10,000	2,485	1,785	1,685	2,385	0,600	0,700	B
104	1,030,000	10,000	2,434	1,734	1,634	2,334	0,600	0,700	B
105	1,040,000	10,000	2,369	1,669	1,569	2,269	0,600	0,700	B
106	1,050,000	10,000	2,440	1,740	1,640	2,340	0,600	0,700	B
107	1,060,000	10,000	2,429	1,729	1,629	2,329	0,600	0,700	B
108	1,070,000	10,000	2,418	1,718	1,618	2,318	0,600	0,700	B
109	1,080,000	10,000	2,389	1,689	1,589	2,289	0,600	0,700	B
110	1,090,000	10,000	2,384	1,684	1,584	2,284	0,600	0,700	B
111	1,100,000	10,000	2,379	1,679	1,579	2,279	0,600	0,700	B
112	1,110,000	10,000	2,373	1,673	1,573	2,273	0,600	0,700	B
113	1,120,000	10,000	2,368	1,668	1,568	2,268	0,600	0,700	B
114	1,130,000	10,000	2,363	1,663	1,563	2,263	0,600	0,700	B
115	1,140,000	10,000	2,360	1,660	1,560	2,260	0,600	0,700	B
116	1,150,000	10,000	2,358	1,658	1,558	2,258	0,600	0,700	B
117	1,160,000	10,000	2,357	1,657	1,557	2,257	0,600	0,700	B
118	1,170,000	10,000	2,342	1,642	1,542	2,242	0,600	0,700	B

PEÑISCOLA

IMPULSIÓN EJE 1: PRFV Ø 600 PN10
EMISARIO DE RETORNO EJE 4: PRFV Ø 700 PN6

RECUBRIMIENTOS Y SECCIONES

SECCIONES TIPO



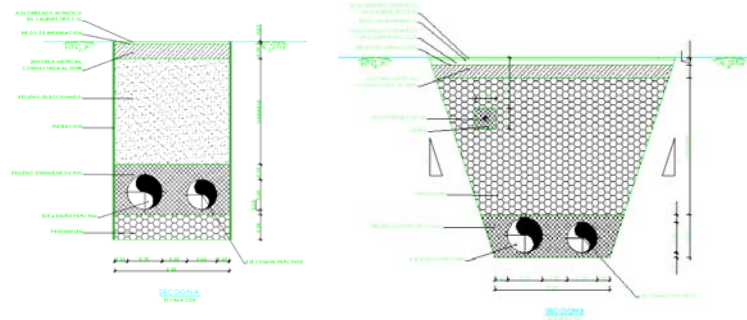
SECCION	D.ORIGEN	D.PARCIAL	PROFUNDIDADES				DIÁMETRO TUBERÍA IMPULSIÓN	DIÁMETRO TUBERÍA RETORNO	SECCION TIPO
			Cota Roja	Recub. Impulsión	Recub. Retorno	Rasante			
119	1.180,000	10,000	2,317	1,617	1,517	2,217	0,600	0,700	B
120	1.190,000	10,000	2,292	1,592	1,492	2,192	0,600	0,700	B
121	1.200,000	10,000	2,361	1,661	1,561	2,261	0,600	0,700	B
122	1.210,000	10,000	2,352	1,652	1,552	2,252	0,600	0,700	B
123	1.220,000	10,000	2,243	1,543	1,443	2,143	0,600	0,700	B
124	1.230,000	10,000	2,101	1,401	1,301	2,001	0,600	0,700	B
125	1.240,000	10,000	2,073	1,373	1,273	1,973	0,600	0,700	B
126	1.250,000	10,000	2,060	1,360	1,260	1,960	0,600	0,700	B
127	1.260,000	10,000	2,039	1,339	1,239	1,939	0,600	0,700	B
128	1.270,000	10,000	1,999	1,299	1,199	1,899	0,600	0,700	B
129	1.280,000	10,000	1,960	1,260	1,160	1,860	0,600	0,700	B
130	1.290,000	10,000	1,920	1,220	1,120	1,820	0,600	0,700	B
131	1.300,000	10,000	1,881	1,181	1,081	1,781	0,600	0,700	B
132	1.310,000	10,000	1,841	1,141	1,041	1,741	0,600	0,700	B
133	1.320,000	10,000	1,802	1,102	1,002	1,702	0,600	0,700	B
134	1.330,000	10,000	1,761	1,061	0,961	1,661	0,600	0,700	B
135	1.340,000	10,000	1,721	1,021	0,921	1,621	0,600	0,700	B
136	1.350,000	10,000	1,682	0,982	0,882	1,582	0,600	0,700	B
137	1.360,000	10,000	1,642	0,942	0,842	1,542	0,600	0,700	B
138	1.370,000	10,000	1,603	0,903	0,803	1,503	0,600	0,700	B
139	1.380,000	10,000	1,563	0,863	0,763	1,463	0,600	0,700	B
140	1.390,000	10,000	1,524	0,824	0,724	1,424	0,600	0,700	B
141	1.400,000	10,000	1,484	0,784	0,684	1,384	0,600	0,700	B
142	1.410,000	10,000	1,445	0,745	0,645	1,345	0,600	0,700	B
143	1.420,000	10,000	1,405	0,705	0,605	1,305	0,600	0,700	B
144	1.430,000	10,000	1,406	0,706	0,606	1,306	0,600	0,700	B
145	1.440,000	10,000	1,409	0,709	0,609	1,309	0,600	0,700	B
146	1.450,000	10,000	1,403	0,703	0,603	1,303	0,600	0,700	B
147	1.460,000	10,000	1,410	0,710	0,610	1,310	0,600	0,700	B
148	1.470,000	10,000	1,425	0,725	0,625	1,325	0,600	0,700	B
149	1.480,000	10,000	1,441	0,741	0,641	1,341	0,600	0,700	B
150	1.490,000	10,000	1,471	0,771	0,671	1,371	0,600	0,700	B
151	1.500,000	10,000	1,502	0,802	0,702	1,402	0,600	0,700	B
152	1.510,000	10,000	1,575	0,875	0,775	1,475	0,600	0,700	B
153	1.520,000	10,000	1,763	1,063	0,963	1,663	0,600	0,700	B
154	1.530,000	10,000	2,366	1,666	1,566	2,266	0,600	0,700	B
155	1.540,000	10,000	2,504	1,804	1,704	2,404	0,600	0,700	B
156	1.550,000	10,000	2,445	1,745	1,645	2,345	0,600	0,700	B
157	1.560,000	10,000	2,394	1,694	1,594	2,294	0,600	0,700	B
158	1.570,000	10,000	2,381	1,681	1,581	2,281	0,600	0,700	B
159	1.580,000	10,000	2,371	1,671	1,571	2,271	0,600	0,700	B
160	1.590,000	10,000	2,360	1,660	1,560	2,260	0,600	0,700	B
161	1.600,000	10,000	2,351	1,651	1,551	2,251	0,600	0,700	B
162	1.610,000	10,000	2,341	1,641	1,541	2,241	0,600	0,700	B
163	1.620,000	10,000	2,336	1,636	1,536	2,236	0,600	0,700	B
164	1.630,000	10,000	2,324	1,624	1,524	2,224	0,600	0,700	B
165	1.640,000	10,000	2,307	1,607	1,507	2,207	0,600	0,700	B
166	1.650,000	10,000	2,286	1,586	1,486	2,186	0,600	0,700	B
167	1.660,000	10,000	2,264	1,564	1,464	2,164	0,600	0,700	B
168	1.670,000	10,000	2,242	1,542	1,442	2,142	0,600	0,700	B
169	1.680,000	10,000	2,216	1,516	1,416	2,116	0,600	0,700	B
170	1.690,000	10,000	2,165	1,465	1,365	2,065	0,600	0,700	B
171	1.700,000	10,000	2,103	1,403	1,303	2,003	0,600	0,700	B
172	1.710,000	10,000	2,047	1,347	1,247	1,947	0,600	0,700	B
173	1.720,000	10,000	1,968	1,268	1,168	1,868	0,600	0,700	B
174	1.730,000	10,000	1,904	1,204	1,104	1,804	0,600	0,700	B
175	1.740,000	10,000	1,850	1,150	1,050	1,750	0,600	0,700	B
176	1.750,000	10,000	1,795	1,095	0,995	1,695	0,600	0,700	B
177	1.760,000	10,000	1,740	1,040	0,940	1,640	0,600	0,700	B

PEÑISCOLA

RECUBRIMIENTOS Y SECCIONES

IMPULSIÓN EJE 1: PRFV Ø 600 PN10
EMISARIO DE RETORNO EJE 4: PRFV Ø 700 PN6

SECCIONES TIPO



SECCION	D.ORIGEN	D.PARCIAL	PROFUNDIDADES				DIÁMETRO TUBERÍA IMPULSIÓN	DIÁMETRO TUBERÍA RETORNO	SECCION TIPO
			Cota Roja	Recub. Impulsión	Recub. Retorno	Rasante			
178	1.770,000	10,000	1,687	0,987	0,887	1,587	0,600	0,700	B
179	1.780,000	10,000	1,639	0,939	0,839	1,539	0,600	0,700	B
180	1.790,000	10,000	1,628	0,928	0,828	1,528	0,600	0,700	B
181	1.800,000	10,000	1,622	0,922	0,822	1,522	0,600	0,700	B
182	1.810,000	10,000	1,628	0,928	0,828	1,528	0,600	0,700	B
183	1.820,000	10,000	1,643	0,943	0,843	1,543	0,600	0,700	B
184	1.830,000	10,000	1,647	0,947	0,847	1,547	0,600	0,700	B
185	1.840,000	10,000	1,650	0,950	0,850	1,550	0,600	0,700	B
186	1.850,000	10,000	1,663	0,963	0,863	1,563	0,600	0,700	B
187	1.860,000	10,000	1,679	0,979	0,879	1,579	0,600	0,700	B
188	1.870,000	10,000	1,731	1,031	0,931	1,631	0,600	0,700	B
189	1.880,000	10,000	1,805	1,105	1,005	1,705	0,600	0,700	B
190	1.890,000	10,000	1,895	1,195	1,095	1,795	0,600	0,700	B
191	1.900,000	10,000	1,992	1,292	1,192	1,892	0,600	0,700	B
192	1.910,000	10,000	2,057	1,357	1,257	1,957	0,600	0,700	B
193	1.920,000	10,000	2,043	1,343	1,243	1,943	0,600	0,700	B
194	1.930,000	10,000	1,990	1,290	1,190	1,890	0,600	0,700	B
195	1.940,000	10,000	1,937	1,237	1,137	1,837	0,600	0,700	B
196	1.950,000	10,000	1,884	1,184	1,084	1,784	0,600	0,700	B
197	1.951,300	1,300	1,876	1,176	1,076	1,776	0,600	0,700	B

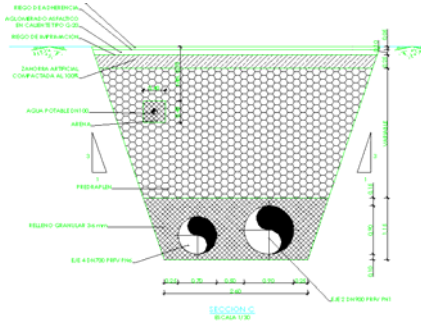
RECUB. MINIMO IMPULSION:	0,703	RECUBRIMIENTO MAXIMO IMPULSION:	1,804
RECUBRIM. MINIMO RETORNO:	0,603	RECUBRIMIENTO MAXIMO RETORNO:	1,775

PEÑISCOLA

RECUBRIMIENTOS Y SECCIONES

COLECTOR DE GRAVEDAD EJE 2: PRFV Ø 900 PN1
 EMISARIO DE RETORNO EJE 4: PRFV Ø 700 PN6

SECCIONES TIPO:



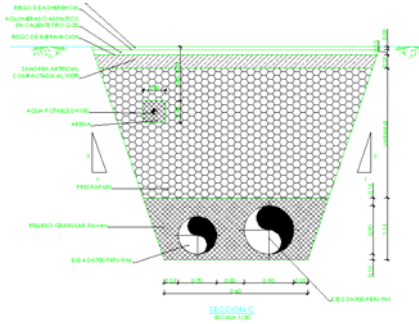
SECCION	D.ORIGEN	D.PARCIAL	PROFUNDIDADES				DIÁMETRO TUBERÍA GRAVEDAD	DIÁMETRO TUBERÍA RETORNO	SECCION TIPO
			Cota Roja	Recub. Impulsión	Recub. Retorno	Rasante			
1	0,000	0,000	1,900	0,900	1,100	1,800	0,900	0,700	C
2	10,000	10,000	1,911	0,911	1,111	1,811	0,900	0,700	C
3	20,000	10,000	1,922	0,922	1,122	1,822	0,900	0,700	C
4	30,000	10,000	1,933	0,933	1,133	1,833	0,900	0,700	C
5	40,000	10,000	1,944	0,944	1,144	1,844	0,900	0,700	C
6	50,000	10,000	1,955	0,955	1,155	1,855	0,900	0,700	C
7	60,000	10,000	1,965	0,965	1,165	1,865	0,900	0,700	C
8	70,000	10,000	1,976	0,976	1,176	1,876	0,900	0,700	C
9	80,000	10,000	1,987	0,987	1,187	1,887	0,900	0,700	C
10	90,000	10,000	1,998	0,998	1,198	1,898	0,900	0,700	C
11	100,000	10,000	2,009	1,009	1,209	1,909	0,900	0,700	C
12	110,000	10,000	2,019	1,019	1,219	1,919	0,900	0,700	C
13	120,000	10,000	2,033	1,033	1,233	1,933	0,900	0,700	C
14	130,000	10,000	2,048	1,048	1,248	1,948	0,900	0,700	C
15	140,000	10,000	2,049	1,049	1,249	1,949	0,900	0,700	C
16	150,000	10,000	2,049	1,049	1,249	1,949	0,900	0,700	C
17	160,000	10,000	2,054	1,054	1,254	1,954	0,900	0,700	C
18	170,000	10,000	2,057	1,057	1,257	1,957	0,900	0,700	C
19	180,000	10,000	2,060	1,060	1,260	1,960	0,900	0,700	C
20	190,000	10,000	2,063	1,063	1,263	1,963	0,900	0,700	C
21	200,000	10,000	2,066	1,066	1,266	1,966	0,900	0,700	C
22	210,000	10,000	2,069	1,069	1,269	1,969	0,900	0,700	C
23	220,000	10,000	2,072	1,072	1,272	1,972	0,900	0,700	C
24	230,000	10,000	2,075	1,075	1,275	1,975	0,900	0,700	C
25	240,000	10,000	2,078	1,078	1,278	1,978	0,900	0,700	C
26	250,000	10,000	2,081	1,081	1,281	1,981	0,900	0,700	C
27	260,000	10,000	2,084	1,084	1,284	1,984	0,900	0,700	C
28	270,000	10,000	2,087	1,087	1,287	1,987	0,900	0,700	C
29	280,000	10,000	2,090	1,090	1,290	1,990	0,900	0,700	C
30	290,000	10,000	2,093	1,093	1,293	1,993	0,900	0,700	C
31	300,000	10,000	2,092	1,092	1,292	1,992	0,900	0,700	C
32	310,000	10,000	2,106	1,106	1,306	2,006	0,900	0,700	C
33	320,000	10,000	2,112	1,112	1,312	2,012	0,900	0,700	C
34	330,000	10,000	2,128	1,128	1,328	2,028	0,900	0,700	C
35	340,000	10,000	2,147	1,147	1,347	2,047	0,900	0,700	C
36	350,000	10,000	2,129	1,129	1,329	2,029	0,900	0,700	C
37	360,000	10,000	2,121	1,121	1,321	2,021	0,900	0,700	C
38	370,000	10,000	2,108	1,108	1,308	2,008	0,900	0,700	C
39	380,000	10,000	2,086	1,086	1,286	1,986	0,900	0,700	C
40	390,000	10,000	2,067	1,067	1,267	1,967	0,900	0,700	C
41	400,000	10,000	2,051	1,051	1,251	1,951	0,900	0,700	C
42	410,000	10,000	2,037	1,037	1,237	1,937	0,900	0,700	C
43	420,000	10,000	2,016	1,016	1,216	1,916	0,900	0,700	C
44	430,000	10,000	2,009	1,009	1,209	1,909	0,900	0,700	C
45	440,000	10,000	1,992	0,992	1,192	1,892	0,900	0,700	C
46	450,000	10,000	1,976	0,976	1,176	1,876	0,900	0,700	C
47	460,000	10,000	1,962	0,962	1,162	1,862	0,900	0,700	C
48	470,000	10,000	1,946	0,946	1,146	1,846	0,900	0,700	C
49	480,000	10,000	1,939	0,939	1,139	1,839	0,900	0,700	C
50	490,000	10,000	1,943	0,943	1,143	1,843	0,900	0,700	C
51	500,000	10,000	1,954	0,954	1,154	1,854	0,900	0,700	C
52	510,000	10,000	1,973	0,973	1,173	1,873	0,900	0,700	C
53	520,000	10,000	2,006	1,006	1,206	1,906	0,900	0,700	C
54	530,000	10,000	2,020	1,020	1,220	1,920	0,900	0,700	C
55	540,000	10,000	2,089	1,089	1,289	1,989	0,900	0,700	C
56	550,000	10,000	2,111	1,111	1,311	2,011	0,900	0,700	C
57	560,000	10,000	2,102	1,102	1,302	2,002	0,900	0,700	C
58	570,000	10,000	2,209	1,209	1,409	2,109	0,900	0,700	C
59	580,000	10,000	2,210	1,210	1,410	2,110	0,900	0,700	C

PEÑISCOLA

RECUBRIMIENTOS Y SECCIONES

COLECTOR DE GRAVEDAD EJE 2: PRFV Ø 900 PN1
 EMISARIO DE RETORNO EJE 4: PRFV Ø 700 PN6

SECCIONES TIPO:



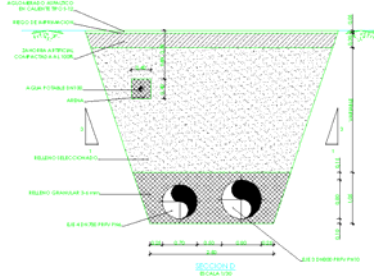
SECCION	D.ORIGEN	D.PARCIAL	PROFUNDIDADES				DIÁMETRO TUBERÍA GRAVEDAD	DIÁMETRO TUBERÍA RETORNO	SECCION TIPO
			Cota Roja	Recub. Impulsión	Recub. Retorno	Rasante			
61	600.000	10.000	2,315	1,315	1,515	2,215	0,900	0,700	C
62	610.000	10.000	2,346	1,346	1,546	2,246	0,900	0,700	C
63	620.000	10.000	2,239	1,239	1,439	2,139	0,900	0,700	C
64	630.000	10.000	2,181	1,181	1,381	2,081	0,900	0,700	C
65	640.000	10.000	2,167	1,167	1,367	2,067	0,900	0,700	C
66	650.000	10.000	2,145	1,145	1,345	2,045	0,900	0,700	C
67	660.000	10.000	2,179	1,179	1,379	2,079	0,900	0,700	C
68	670.000	10.000	2,164	1,164	1,364	2,064	0,900	0,700	C
69	680.000	10.000	2,129	1,129	1,329	2,029	0,900	0,700	C
70	690.000	10.000	2,095	1,095	1,295	1,995	0,900	0,700	C
71	700.000	10.000	2,085	1,085	1,285	1,985	0,900	0,700	C
72	710.000	10.000	2,091	1,091	1,291	1,991	0,900	0,700	C
73	720.000	10.000	2,134	1,134	1,334	2,034	0,900	0,700	C
74	730.000	10.000	2,167	1,167	1,367	2,067	0,900	0,700	C
75	740.000	10.000	2,200	1,200	1,400	2,100	0,900	0,700	C
76	750.000	10.000	2,233	1,233	1,433	2,133	0,900	0,700	C
77	760.000	10.000	2,266	1,266	1,466	2,166	0,900	0,700	C
78	770.000	10.000	2,299	1,299	1,499	2,199	0,900	0,700	C
79	780.000	10.000	2,332	1,332	1,532	2,232	0,900	0,700	C
80	790.000	10.000	2,368	1,368	1,568	2,268	0,900	0,700	C
81	800.000	10.000	2,404	1,404	1,604	2,304	0,900	0,700	C
82	810.000	10.000	2,436	1,436	1,636	2,336	0,900	0,700	C
83	820.000	10.000	2,460	1,460	1,660	2,360	0,900	0,700	C
84	830.000	10.000	2,478	1,478	1,678	2,378	0,900	0,700	C
85	840.000	10.000	2,489	1,489	1,689	2,389	0,900	0,700	C
86	850.000	10.000	2,499	1,499	1,699	2,399	0,900	0,700	C
87	860.000	10.000	2,512	1,512	1,712	2,412	0,900	0,700	C
88	870.000	10.000	2,530	1,530	1,730	2,430	0,900	0,700	C
89	880.000	10.000	2,550	1,550	1,750	2,450	0,900	0,700	C
90	890.000	10.000	2,561	1,561	1,761	2,461	0,900	0,700	C
91	900.000	10.000	2,559	1,559	1,759	2,459	0,900	0,700	C
92	910.000	10.000	2,562	1,562	1,762	2,462	0,900	0,700	C
93	920.000	10.000	2,559	1,559	1,759	2,459	0,900	0,700	C
94	930.000	10.000	2,557	1,557	1,757	2,457	0,900	0,700	C
95	940.000	10.000	2,555	1,555	1,755	2,455	0,900	0,700	C
96	950.000	10.000	2,553	1,553	1,753	2,453	0,900	0,700	C
97	960.000	10.000	2,551	1,551	1,751	2,451	0,900	0,700	C
98	970.000	10.000	2,548	1,548	1,748	2,448	0,900	0,700	C
99	980.000	10.000	2,546	1,546	1,746	2,446	0,900	0,700	C
100	990.000	10.000	2,544	1,544	1,744	2,444	0,900	0,700	C
101	1.000.000	10.000	2,534	1,534	1,734	2,434	0,900	0,700	C
102	1.010.000	10.000	2,531	1,531	1,731	2,431	0,900	0,700	C
103	1.020.000	10.000	2,534	1,534	1,734	2,434	0,900	0,700	C
104	1.030.000	10.000	2,547	1,547	1,747	2,447	0,900	0,700	C
105	1.040.000	10.000	2,561	1,561	1,761	2,461	0,900	0,700	C
106	1.050.000	10.000	2,535	1,535	1,735	2,435	0,900	0,700	C
107	1.060.000	10.000	2,484	1,484	1,684	2,384	0,900	0,700	C
108	1.070.000	10.000	3,054	2,054	2,254	2,954	0,900	0,700	C
109	1.072.384	2,384	3,185	2,185	2,385	3,085	0,900	0,700	C

RECUB. MINIMO IMPULSION:	0,900	RECUBRIMIENTO MAXIMO IMPULSION:	2,185
RECUBRIM. MINIMO RETORNO:	1,100	RECUBRIMIENTO MAXIMO RETORNO:	2,385

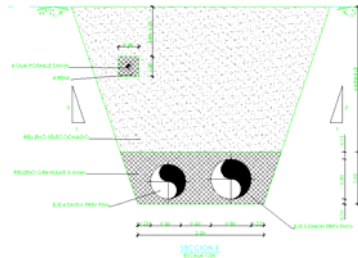
PEÑISCOLA

IMPULSION EJE 3: PRFV Ø 800 PN10
 EMISARIO DE RETORNO EJE 4: PRFV Ø 700 PN6

SECCIONES TIPO:



RECUBRIMIENTOS Y SECCIONES

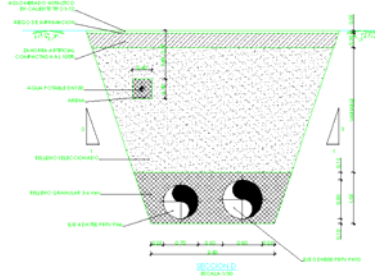


SECCION	D.ORIGEN	D.PARCIAL	PROFUNDIDADES				DIÁMETRO TUBERÍA IMPULSIÓN	DIÁMETRO TUBERÍA RETORNO	SECCION TIPO
			Cota Roja	Recub. Impulsión	Recub. Retorno	Rasante			
1	0,000	0,000	2,817	1,917	2,017	2,717	0,800	0,700	D
2	10,000	10,000	2,718	1,818	1,918	2,618	0,800	0,700	D
3	20,000	10,000	2,723	1,823	1,923	2,623	0,800	0,700	D
4	30,000	10,000	2,082	1,182	1,282	1,982	0,800	0,700	D
5	40,000	10,000	2,100	1,200	1,300	2,000	0,800	0,700	D
6	50,000	10,000	2,144	1,244	1,344	2,044	0,800	0,700	D
7	60,000	10,000	2,222	1,322	1,422	2,122	0,800	0,700	D
8	70,000	10,000	2,236	1,336	1,436	2,136	0,800	0,700	D
9	80,000	10,000	2,243	1,343	1,443	2,143	0,800	0,700	D
10	90,000	10,000	2,246	1,346	1,446	2,146	0,800	0,700	D
11	100,000	10,000	2,225	1,325	1,425	2,125	0,800	0,700	D
12	110,000	10,000	2,181	1,281	1,381	2,081	0,800	0,700	D
13	120,000	10,000	2,135	1,235	1,335	2,035	0,800	0,700	D
14	130,000	10,000	2,089	1,189	1,289	1,989	0,800	0,700	D
15	140,000	10,000	2,058	1,158	1,258	1,958	0,800	0,700	D
16	150,000	10,000	2,027	1,127	1,227	1,927	0,800	0,700	D
17	160,000	10,000	1,987	1,087	1,187	1,887	0,800	0,700	D
18	170,000	10,000	1,945	1,045	1,145	1,845	0,800	0,700	D
19	180,000	10,000	1,891	0,991	1,091	1,791	0,800	0,700	D
20	190,000	10,000	1,874	0,974	1,074	1,774	0,800	0,700	D
21	200,000	10,000	1,878	0,978	1,078	1,778	0,800	0,700	D
22	210,000	10,000	1,870	0,970	1,070	1,770	0,800	0,700	D
23	220,000	10,000	1,868	0,968	1,068	1,768	0,800	0,700	D
24	230,000	10,000	1,870	0,970	1,070	1,770	0,800	0,700	D
25	240,000	10,000	1,872	0,972	1,072	1,772	0,800	0,700	D
26	250,000	10,000	1,883	0,983	1,083	1,783	0,800	0,700	D
27	260,000	10,000	1,897	0,997	1,097	1,797	0,800	0,700	D
28	270,000	10,000	1,910	1,010	1,110	1,810	0,800	0,700	D
29	280,000	10,000	1,941	1,041	1,141	1,841	0,800	0,700	D
30	290,000	10,000	1,990	1,090	1,190	1,890	0,800	0,700	D
31	300,000	10,000	2,026	1,126	1,226	1,926	0,800	0,700	D
32	310,000	10,000	2,044	1,144	1,244	1,944	0,800	0,700	D
33	320,000	10,000	2,052	1,152	1,252	1,952	0,800	0,700	D
34	330,000	10,000	2,051	1,151	1,251	1,951	0,800	0,700	D
35	340,000	10,000	2,055	1,155	1,255	1,955	0,800	0,700	D
36	350,000	10,000	2,061	1,161	1,261	1,961	0,800	0,700	D
37	360,000	10,000	2,067	1,167	1,267	1,967	0,800	0,700	D
38	370,000	10,000	2,067	1,167	1,267	1,967	0,800	0,700	D
39	380,000	10,000	2,065	1,165	1,265	1,965	0,800	0,700	D
40	390,000	10,000	2,070	1,170	1,270	1,970	0,800	0,700	D
41	400,000	10,000	2,088	1,188	1,288	1,988	0,800	0,700	D
42	410,000	10,000	2,097	1,197	1,297	1,997	0,800	0,700	D
43	420,000	10,000	2,099	1,199	1,299	1,999	0,800	0,700	D
44	430,000	10,000	2,108	1,208	1,308	2,008	0,800	0,700	D
45	440,000	10,000	2,106	1,206	1,306	2,006	0,800	0,700	D
46	450,000	10,000	2,138	1,238	1,338	2,038	0,800	0,700	D
47	460,000	10,000	2,076	1,176	1,276	1,976	0,800	0,700	D
48	470,000	10,000	1,954	1,054	1,154	1,854	0,800	0,700	D
49	480,000	10,000	1,836	0,936	1,036	1,736	0,800	0,700	D
50	490,000	10,000	1,717	0,817	0,917	1,617	0,800	0,700	D
51	500,000	10,000	1,640	0,740	0,840	1,540	0,800	0,700	D
52	510,000	10,000	1,617	0,717	0,817	1,517	0,800	0,700	D
53	520,000	10,000	1,598	0,698	0,798	1,498	0,800	0,700	D
54	530,000	10,000	1,593	0,693	0,793	1,493	0,800	0,700	D
55	540,000	10,000	1,599	0,699	0,799	1,499	0,800	0,700	D
56	550,000	10,000	1,575	0,675	0,775	1,475	0,800	0,700	D
57	560,000	10,000	1,633	0,733	0,833	1,533	0,800	0,700	D
58	570,000	10,000	1,697	0,797	0,897	1,597	0,800	0,700	D
59	580,000	10,000	1,804	0,904	1,004	1,704	0,800	0,700	D
60	590,000	10,000	1,911	1,011	1,111	1,811	0,800	0,700	D
61	600,000	10,000	1,989	1,089	1,189	1,889	0,800	0,700	D
62	610,000	10,000	2,007	1,107	1,207	1,907	0,800	0,700	D
63	620,000	10,000	2,020	1,120	1,220	1,920	0,800	0,700	D
64	630,000	10,000	2,045	1,145	1,245	1,945	0,800	0,700	D
65	640,000	10,000	2,051	1,151	1,251	1,951	0,800	0,700	D
66	650,000	10,000	2,055	1,155	1,255	1,955	0,800	0,700	D
67	660,000	10,000	2,055	1,155	1,255	1,955	0,800	0,700	D
68	670,000	10,000	2,077	1,177	1,277	1,977	0,800	0,700	D

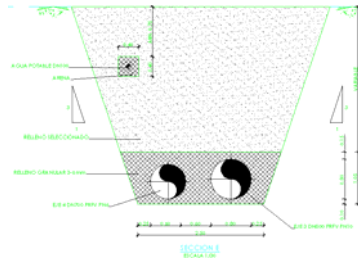
PEÑISCOLA

IMPULSION EJE 3: PRFV Ø 800 PN10
 EMISARIO DE RETORNO EJE 4: PRFV Ø 700 PN6

SECCIONES TIPO:



RECUBRIMIENTOS Y SECCIONES

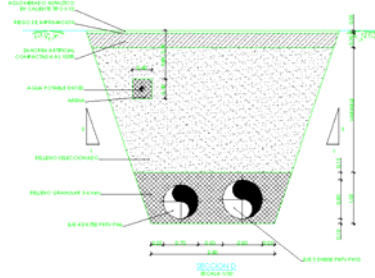


SECCION	D.ORIGEN	D.PARCIAL	PROFUNDIDADES				DIÁMETRO TUBERÍA IMPULSIÓN	DIÁMETRO TUBERÍA RETORNO	SECCION TIPO
			Cota Roja	Recub. Impulsión	Recub. Retorno	Rasante			
70	690,000	10,000	2,038	1,138	1,238	1,938	0,800	0,700	D
71	700,000	10,000	1,960	1,060	1,160	1,860	0,800	0,700	D
72	710,000	10,000	1,871	0,971	1,071	1,771	0,800	0,700	D
73	720,000	10,000	1,663	0,763	0,863	1,563	0,800	0,700	D
74	730,000	10,000	1,481	0,681	0,681	1,381	0,800	0,700	D
75	740,000	10,000	1,529	0,629	0,729	1,429	0,800	0,700	D
76	750,000	10,000	1,650	0,750	0,850	1,550	0,800	0,700	D
77	760,000	10,000	1,785	0,885	0,985	1,685	0,800	0,700	D
78	770,000	10,000	1,787	0,887	0,987	1,687	0,800	0,700	D
79	780,000	10,000	1,706	0,806	0,906	1,606	0,800	0,700	D
80	790,000	10,000	1,644	0,744	0,844	1,544	0,800	0,700	D
81	800,000	10,000	1,579	0,679	0,779	1,479	0,800	0,700	D
82	810,000	10,000	1,591	0,691	0,791	1,491	0,800	0,700	D
83	820,000	10,000	1,628	0,728	0,828	1,528	0,800	0,700	D
84	830,000	10,000	1,633	0,733	0,833	1,533	0,800	0,700	D
85	840,000	10,000	1,594	0,694	0,794	1,494	0,800	0,700	D
86	850,000	10,000	1,595	0,695	0,795	1,495	0,800	0,700	D
87	860,000	10,000	1,649	0,749	0,849	1,549	0,800	0,700	D
88	870,000	10,000	1,706	0,806	0,906	1,606	0,800	0,700	D
89	880,000	10,000	1,738	0,838	0,938	1,638	0,800	0,700	D
90	890,000	10,000	1,801	0,901	1,001	1,701	0,800	0,700	D
91	900,000	10,000	1,848	0,948	1,048	1,748	0,800	0,700	D
92	910,000	10,000	1,947	1,047	1,147	1,847	0,800	0,700	D
93	920,000	10,000	2,006	1,106	1,206	1,906	0,800	0,700	D
94	930,000	10,000	2,037	1,137	1,237	1,937	0,800	0,700	D
95	940,000	10,000	2,028	1,128	1,228	1,928	0,800	0,700	D
96	950,000	10,000	1,976	1,076	1,176	1,876	0,800	0,700	D
97	960,000	10,000	1,867	0,967	1,067	1,767	0,800	0,700	D
98	970,000	10,000	1,762	0,862	0,962	1,662	0,800	0,700	D
99	980,000	10,000	1,689	0,789	0,889	1,589	0,800	0,700	D
100	990,000	10,000	1,658	0,758	0,858	1,558	0,800	0,700	D
101	1,000,000	10,000	1,630	0,730	0,830	1,530	0,800	0,700	D
102	1,010,000	10,000	1,652	0,752	0,852	1,552	0,800	0,700	D
103	1,020,000	10,000	1,673	0,773	0,873	1,573	0,800	0,700	D
104	1,030,000	10,000	1,671	0,771	0,871	1,571	0,800	0,700	D
105	1,040,000	10,000	1,667	0,767	0,867	1,567	0,800	0,700	D
106	1,050,000	10,000	1,678	0,778	0,878	1,578	0,800	0,700	D
107	1,060,000	10,000	1,717	0,817	0,917	1,617	0,800	0,700	D
108	1,070,000	10,000	1,756	0,856	0,956	1,656	0,800	0,700	D
109	1,080,000	10,000	1,768	0,868	0,968	1,668	0,800	0,700	D
110	1,090,000	10,000	1,771	0,871	0,971	1,671	0,800	0,700	D
111	1,100,000	10,000	1,778	0,878	0,978	1,678	0,800	0,700	D
112	1,110,000	10,000	1,817	0,917	1,017	1,717	0,800	0,700	D
113	1,120,000	10,000	1,860	0,960	1,060	1,760	0,800	0,700	D
114	1,130,000	10,000	1,890	0,990	1,090	1,790	0,800	0,700	D
115	1,140,000	10,000	1,922	1,022	1,122	1,822	0,800	0,700	D
116	1,150,000	10,000	1,898	0,998	1,098	1,798	0,800	0,700	D
117	1,160,000	10,000	1,875	0,975	1,075	1,775	0,800	0,700	D
118	1,170,000	10,000	1,856	0,956	1,056	1,756	0,800	0,700	D
119	1,180,000	10,000	1,895	0,995	1,095	1,795	0,800	0,700	D
120	1,190,000	10,000	1,832	0,932	1,032	1,732	0,800	0,700	D
121	1,200,000	10,000	1,781	0,881	0,981	1,681	0,800	0,700	D
122	1,210,000	10,000	1,741	0,841	0,941	1,641	0,800	0,700	D
123	1,220,000	10,000	1,715	0,815	0,915	1,615	0,800	0,700	D
124	1,230,000	10,000	1,664	0,764	0,864	1,564	0,800	0,700	D
125	1,240,000	10,000	1,646	0,746	0,846	1,546	0,800	0,700	D
126	1,250,000	10,000	1,659	0,759	0,859	1,559	0,800	0,700	D
127	1,260,000	10,000	1,604	0,704	0,804	1,504	0,800	0,700	D
128	1,270,000	10,000	1,647	0,747	0,847	1,547	0,800	0,700	D
129	1,280,000	10,000	1,689	0,789	0,889	1,589	0,800	0,700	D
130	1,290,000	10,000	1,731	0,831	0,931	1,631	0,800	0,700	D
131	1,300,000	10,000	1,820	0,920	1,020	1,720	0,800	0,700	D
132	1,310,000	10,000	1,868	0,968	1,068	1,768	0,800	0,700	D
133	1,320,000	10,000	1,917	1,017	1,117	1,817	0,800	0,700	D
134	1,330,000	10,000	1,975	1,075	1,175	1,875	0,800	0,700	D
135	1,340,000	10,000	2,002	1,102	1,202	1,902	0,800	0,700	D
136	1,350,000	10,000	2,043	1,143	1,243	1,943	0,800	0,700	D
137	1,360,000	10,000	2,062	1,162	1,262	1,962	0,800	0,700	D

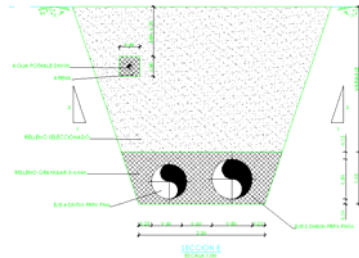
PEÑISCOLA

IMPULSION EJE 3: PRFV Ø 800 PN10
 EMISARIO DE RETORNO EJE 4: PRFV Ø 700 PN6

SECCIONES TIPO:



RECUBRIMIENTOS Y SECCIONES

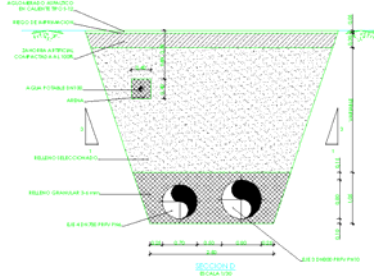


SECCION	D.ORIGEN	D.PARCIAL	PROFUNDIDADES				DIÁMETRO TUBERÍA IMPULSIÓN	DIÁMETRO TUBERÍA RETORNO	SECCION TIPO
			Cota Roja	Recub. Impulsión	Recub. Retorno	Rasante			
139	1.380.000	10,000	2,073	1,173	1,273	1,973	0,800	0,700	D
140	1.390.000	10,000	2,090	1,190	1,290	1,990	0,800	0,700	D
141	1.400.000	10,000	2,086	1,186	1,286	1,986	0,800	0,700	D
142	1.410.000	10,000	2,076	1,176	1,276	1,976	0,800	0,700	D
143	1.420.000	10,000	2,066	1,166	1,266	1,966	0,800	0,700	D
144	1.430.000	10,000	2,042	1,142	1,242	1,942	0,800	0,700	D
145	1.440.000	10,000	2,044	1,144	1,244	1,944	0,800	0,700	D
146	1.450.000	10,000	2,028	1,128	1,228	1,928	0,800	0,700	D
147	1.460.000	10,000	2,029	1,129	1,229	1,929	0,800	0,700	D
148	1.470.000	10,000	2,047	1,147	1,247	1,947	0,800	0,700	D
149	1.480.000	10,000	2,015	1,115	1,215	1,915	0,800	0,700	D
150	1.490.000	10,000	1,991	1,091	1,191	1,891	0,800	0,700	D
151	1.500.000	10,000	2,002	1,102	1,202	1,902	0,800	0,700	D
152	1.510.000	10,000	1,929	1,029	1,129	1,829	0,800	0,700	D
153	1.520.000	10,000	1,865	0,965	1,065	1,765	0,800	0,700	D
154	1.530.000	10,000	1,827	0,927	1,027	1,727	0,800	0,700	D
155	1.540.000	10,000	1,840	0,940	1,040	1,740	0,800	0,700	D
156	1.550.000	10,000	1,843	0,943	1,043	1,743	0,800	0,700	D
157	1.560.000	10,000	1,771	0,871	0,971	1,671	0,800	0,700	D
158	1.570.000	10,000	1,747	0,847	0,947	1,647	0,800	0,700	D
159	1.580.000	10,000	1,738	0,838	0,938	1,638	0,800	0,700	D
160	1.590.000	10,000	1,729	0,829	0,929	1,629	0,800	0,700	D
161	1.600.000	10,000	1,752	0,852	0,952	1,652	0,800	0,700	D
162	1.610.000	10,000	1,739	0,839	0,939	1,639	0,800	0,700	D
163	1.620.000	10,000	1,724	0,824	0,924	1,624	0,800	0,700	D
164	1.630.000	10,000	1,695	0,795	0,895	1,595	0,800	0,700	D
165	1.640.000	10,000	1,658	0,758	0,858	1,558	0,800	0,700	D
166	1.650.000	10,000	1,623	0,723	0,823	1,523	0,800	0,700	D
167	1.660.000	10,000	1,589	0,689	0,789	1,489	0,800	0,700	D
168	1.670.000	10,000	1,569	0,669	0,769	1,469	0,800	0,700	D
169	1.680.000	10,000	1,542	0,642	0,742	1,442	0,800	0,700	D
170	1.690.000	10,000	1,568	0,668	0,768	1,468	0,800	0,700	D
171	1.700.000	10,000	1,641	0,741	0,841	1,541	0,800	0,700	D
172	1.710.000	10,000	1,678	0,778	0,878	1,578	0,800	0,700	D
173	1.720.000	10,000	1,753	0,853	0,953	1,653	0,800	0,700	D
174	1.730.000	10,000	1,812	0,912	1,012	1,712	0,800	0,700	D
175	1.740.000	10,000	1,836	0,936	1,036	1,736	0,800	0,700	D
176	1.750.000	10,000	1,866	0,966	1,066	1,766	0,800	0,700	D
177	1.760.000	10,000	1,903	1,003	1,103	1,803	0,800	0,700	D
178	1.770.000	10,000	1,920	1,020	1,120	1,820	0,800	0,700	D
179	1.780.000	10,000	1,930	1,030	1,130	1,830	0,800	0,700	D
180	1.790.000	10,000	1,883	0,983	1,083	1,783	0,800	0,700	D
181	1.800.000	10,000	1,844	0,944	1,044	1,744	0,800	0,700	D
182	1.810.000	10,000	1,808	0,908	1,008	1,708	0,800	0,700	D
183	1.820.000	10,000	1,774	0,874	0,974	1,674	0,800	0,700	D
184	1.830.000	10,000	1,754	0,854	0,954	1,654	0,800	0,700	D
185	1.840.000	10,000	1,729	0,829	0,929	1,629	0,800	0,700	D
186	1.850.000	10,000	1,705	0,805	0,905	1,605	0,800	0,700	D
187	1.860.000	10,000	1,707	0,807	0,907	1,607	0,800	0,700	D
188	1.870.000	10,000	1,704	0,804	0,904	1,604	0,800	0,700	D
189	1.880.000	10,000	1,680	0,780	0,880	1,580	0,800	0,700	D
190	1.890.000	10,000	1,724	0,824	0,924	1,624	0,800	0,700	D
191	1.900.000	10,000	1,735	0,835	0,935	1,635	0,800	0,700	D
192	1.910.000	10,000	1,755	0,855	0,955	1,655	0,800	0,700	D
193	1.920.000	10,000	1,763	0,863	0,963	1,663	0,800	0,700	D
194	1.930.000	10,000	1,767	0,867	0,967	1,667	0,800	0,700	D
195	1.940.000	10,000	1,701	0,801	0,901	1,601	0,800	0,700	D
196	1.950.000	10,000	1,682	0,782	0,882	1,582	0,800	0,700	D
197	1.960.000	10,000	1,744	0,844	0,944	1,644	0,800	0,700	D
198	1.970.000	10,000	1,798	0,898	0,998	1,698	0,800	0,700	D
199	1.980.000	10,000	1,852	0,952	1,052	1,752	0,800	0,700	D
200	1.990.000	10,000	1,911	1,011	1,111	1,811	0,800	0,700	D
201	2.000.000	10,000	1,966	1,066	1,166	1,866	0,800	0,700	D
202	2.010.000	10,000	2,024	1,124	1,224	1,924	0,800	0,700	D
203	2.020.000	10,000	2,081	1,181	1,281	1,981	0,800	0,700	D
204	2.030.000	10,000	2,114	1,214	1,314	2,014	0,800	0,700	D
205	2.040.000	10,000	2,137	1,237	1,337	2,037	0,800	0,700	D
206	2.050.000	10,000	2,158	1,258	1,358	2,058	0,800	0,700	D

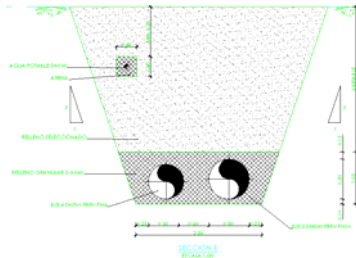
PEÑISCOLA

IMPULSION EJE 3: PRFV Ø 800 PN10
 EMISARIO DE RETORNO EJE 4: PRFV Ø 700 PN6

SECCIONES TIPO:



RECUBRIMIENTOS Y SECCIONES

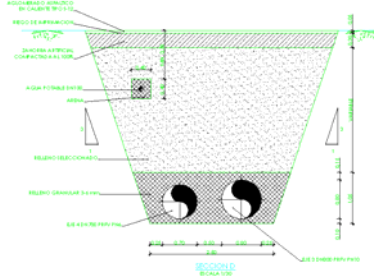


SECCION	D.ORIGEN	D.PARCIAL	PROFUNDIDADES				DIÁMETRO TUBERÍA IMPULSIÓN	DIÁMETRO TUBERÍA RETORNO	SECCION TIPO
			Cota Roja	Recub. Impulsión	Recub. Retorno	Rasante			
208	2.070.000	10,000	2,277	1,377	1,477	2,177	0,800	0,700	D
209	2.080.000	10,000	2,355	1,455	1,555	2,255	0,800	0,700	D
210	2.090.000	10,000	2,335	1,435	1,535	2,235	0,800	0,700	D
211	2.100.000	10,000	2,342	1,442	1,542	2,242	0,800	0,700	D
212	2.110.000	10,000	2,355	1,455	1,555	2,255	0,800	0,700	D
213	2.120.000	10,000	2,394	1,494	1,594	2,294	0,800	0,700	D
214	2.130.000	10,000	2,403	1,503	1,603	2,303	0,800	0,700	D
215	2.140.000	10,000	2,336	1,436	1,536	2,236	0,800	0,700	D
216	2.150.000	10,000	2,294	1,394	1,494	2,194	0,800	0,700	D
217	2.160.000	10,000	2,243	1,343	1,443	2,143	0,800	0,700	D
218	2.170.000	10,000	2,176	1,276	1,376	2,076	0,800	0,700	D
219	2.180.000	10,000	2,106	1,206	1,306	2,006	0,800	0,700	D
220	2.190.000	10,000	2,030	1,130	1,230	1,930	0,800	0,700	D
221	2.200.000	10,000	1,936	1,036	1,136	1,836	0,800	0,700	D
222	2.210.000	10,000	1,887	0,987	1,087	1,787	0,800	0,700	D
223	2.220.000	10,000	1,831	0,931	1,031	1,731	0,800	0,700	D
224	2.230.000	10,000	1,831	0,931	1,031	1,731	0,800	0,700	D
225	2.240.000	10,000	1,837	0,937	1,037	1,737	0,800	0,700	D
226	2.250.000	10,000	1,868	0,968	1,068	1,768	0,800	0,700	D
227	2.260.000	10,000	1,942	1,042	1,142	1,842	0,800	0,700	D
228	2.270.000	10,000	1,972	1,072	1,172	1,872	0,800	0,700	D
229	2.280.000	10,000	1,952	1,052	1,152	1,852	0,800	0,700	D
230	2.290.000	10,000	1,918	1,018	1,118	1,818	0,800	0,700	D
231	2.300.000	10,000	1,897	0,997	1,097	1,797	0,800	0,700	D
232	2.310.000	10,000	1,830	0,930	1,030	1,730	0,800	0,700	D
233	2.320.000	10,000	1,784	0,884	0,984	1,684	0,800	0,700	D
234	2.330.000	10,000	1,736	0,836	0,936	1,636	0,800	0,700	D
235	2.340.000	10,000	1,716	0,816	0,916	1,616	0,800	0,700	D
236	2.350.000	10,000	1,704	0,804	0,904	1,604	0,800	0,700	D
237	2.360.000	10,000	1,673	0,773	0,873	1,573	0,800	0,700	D
238	2.370.000	10,000	1,630	0,730	0,830	1,530	0,800	0,700	D
239	2.380.000	10,000	1,584	0,684	0,784	1,484	0,800	0,700	D
240	2.390.000	10,000	1,625	0,725	0,825	1,525	0,800	0,700	D
241	2.400.000	10,000	1,670	0,770	0,870	1,570	0,800	0,700	D
242	2.410.000	10,000	1,716	0,816	0,916	1,616	0,800	0,700	D
243	2.420.000	10,000	1,761	0,861	0,961	1,661	0,800	0,700	D
244	2.430.000	10,000	1,807	0,907	1,007	1,707	0,800	0,700	D
245	2.440.000	10,000	1,852	0,952	1,052	1,752	0,800	0,700	D
246	2.450.000	10,000	1,898	0,998	1,098	1,798	0,800	0,700	D
247	2.460.000	10,000	1,943	1,043	1,143	1,843	0,800	0,700	D
248	2.470.000	10,000	1,989	1,089	1,189	1,889	0,800	0,700	D
249	2.480.000	10,000	2,034	1,134	1,234	1,934	0,800	0,700	D
250	2.490.000	10,000	2,000	1,100	1,200	1,900	0,800	0,700	D
251	2.500.000	10,000	1,965	1,065	1,165	1,865	0,800	0,700	D
252	2.510.000	10,000	1,930	1,030	1,130	1,830	0,800	0,700	D
253	2.520.000	10,000	1,896	0,996	1,096	1,796	0,800	0,700	D
254	2.530.000	10,000	1,861	0,961	1,061	1,761	0,800	0,700	D
255	2.540.000	10,000	1,827	0,927	1,027	1,727	0,800	0,700	D
256	2.550.000	10,000	1,792	0,892	0,992	1,692	0,800	0,700	D
257	2.560.000	10,000	1,758	0,858	0,958	1,658	0,800	0,700	D
258	2.570.000	10,000	1,723	0,823	0,923	1,623	0,800	0,700	D
259	2.580.000	10,000	1,689	0,789	0,889	1,589	0,800	0,700	D
260	2.590.000	10,000	1,654	0,754	0,854	1,554	0,800	0,700	D
261	2.600.000	10,000	1,620	0,720	0,820	1,520	0,800	0,700	D
262	2.610.000	10,000	1,585	0,685	0,785	1,485	0,800	0,700	D
263	2.620.000	10,000	1,551	0,651	0,751	1,451	0,800	0,700	D
264	2.630.000	10,000	1,516	0,616	0,716	1,416	0,800	0,700	D
265	2.640.000	10,000	1,493	0,634	0,693	1,393	0,800	0,700	D
266	2.650.000	10,000	1,541	0,641	0,741	1,441	0,800	0,700	D
267	2.660.000	10,000	1,537	0,637	0,737	1,437	0,800	0,700	D
268	2.670.000	10,000	1,550	0,650	0,750	1,450	0,800	0,700	D
269	2.680.000	10,000	1,562	0,662	0,762	1,462	0,800	0,700	D
270	2.690.000	10,000	1,593	0,693	0,793	1,493	0,800	0,700	D
271	2.700.000	10,000	1,619	0,719	0,819	1,519	0,800	0,700	D
272	2.710.000	10,000	1,635	0,735	0,835	1,535	0,800	0,700	D
273	2.720.000	10,000	1,668	0,768	0,868	1,568	0,800	0,700	D
274	2.730.000	10,000	1,778	0,878	0,978	1,678	0,800	0,700	D
275	2.740.000	10,000	1,888	0,988	1,088	1,788	0,800	0,700	D

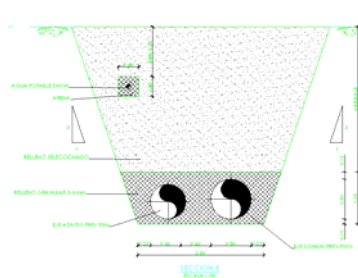
PEÑISCOLA

IMPULSION EJE 3: PRFV Ø 800 PN10
 EMISARIO DE RETORNO EJE 4: PRFV Ø 700 PN6

SECCIONES TIPO:



RECUBRIMIENTOS Y SECCIONES

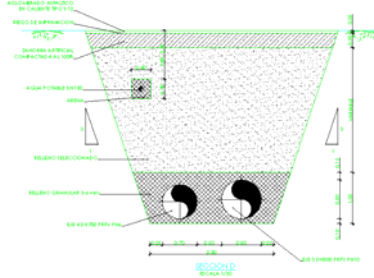


SECCION	D.ORIGEN	D.PARCIAL	PROFUNDIDADES				DIÁMETRO TUBERÍA IMPULSIÓN	DIÁMETRO TUBERÍA RETORNO	SECCION TIPO
			Cota Roja	Recub. Impulsión	Recub. Retorno	Rasante			
277	2.760.000	10,000	1,912			1,812	0,800	0,700	HINCA
278	2.770.000	10,000	2,181			2,081	0,800	0,700	HINCA
279	2.780.000	10,000	4,672			4,572	0,800	0,700	HINCA
280	2.790.000	10,000	4,545			4,445	0,800	0,700	HINCA
281	2.800.000	10,000	4,148			4,048	0,800	0,700	HINCA
282	2.810.000	10,000	1,554			1,454	0,800	0,700	HINCA
283	2.820.000	10,000	1,510	0,610	0,710	1,410	0,800	0,700	D
284	2.830.000	10,000	1,638	0,738	0,838	1,538	0,800	0,700	D
285	2.840.000	10,000	1,685	0,785	0,885	1,585	0,800	0,700	D
286	2.850.000	10,000	1,737	0,837	0,937	1,637	0,800	0,700	D
287	2.860.000	10,000	1,789	0,889	0,989	1,689	0,800	0,700	D
288	2.870.000	10,000	1,841	0,941	1,041	1,741	0,800	0,700	D
289	2.880.000	10,000	1,892	0,992	1,092	1,792	0,800	0,700	D
290	2.890.000	10,000	1,944	1,044	1,144	1,844	0,800	0,700	D
291	2.900.000	10,000	1,996	1,096	1,196	1,896	0,800	0,700	D
292	2.910.000	10,000	2,047	1,147	1,247	1,947	0,800	0,700	D
293	2.920.000	10,000	2,099	1,199	1,299	1,999	0,800	0,700	D
294	2.930.000	10,000	2,151	1,251	1,351	2,051	0,800	0,700	D
295	2.940.000	10,000	2,404	1,504	1,604	2,304	0,800	0,700	D
296	2.950.000	10,000	2,099	1,199	1,299	1,999	0,800	0,700	D
297	2.960.000	10,000	2,051	1,151	1,251	1,951	0,800	0,700	D
298	2.970.000	10,000	1,982	1,082	1,182	1,882	0,800	0,700	D
299	2.980.000	10,000	1,929	1,029	1,129	1,829	0,800	0,700	D
300	2.990.000	10,000	1,887	0,987	1,087	1,787	0,800	0,700	D
301	3.000.000	10,000	1,862	0,962	1,062	1,762	0,800	0,700	D
302	3.010.000	10,000	1,821	0,921	1,021	1,721	0,800	0,700	D
303	3.020.000	10,000	1,807	0,907	1,007	1,707	0,800	0,700	D
304	3.030.000	10,000	1,766	0,866	0,966	1,666	0,800	0,700	D
305	3.040.000	10,000	1,845	0,945	1,045	1,745	0,800	0,700	D
306	3.050.000	10,000	1,904	1,004	1,104	1,804	0,800	0,700	D
307	3.060.000	10,000	1,988	1,088	1,188	1,888	0,800	0,700	D
308	3.070.000	10,000	1,938	1,038	1,138	1,838	0,800	0,700	D
309	3.080.000	10,000	1,940	1,040	1,140	1,840	0,800	0,700	D
310	3.090.000	10,000	1,947	1,047	1,147	1,847	0,800	0,700	D
311	3.100.000	10,000	1,970	1,070	1,170	1,870	0,800	0,700	D
312	3.110.000	10,000	1,996	1,096	1,196	1,896	0,800	0,700	D
313	3.120.000	10,000	1,974	1,074	1,174	1,874	0,800	0,700	D
314	3.130.000	10,000	1,939	1,039	1,139	1,839	0,800	0,700	D
315	3.140.000	10,000	1,898	0,998	1,098	1,798	0,800	0,700	D
316	3.150.000	10,000	2,592	1,692	1,792	2,492	0,800	0,700	D
317	3.160.000	10,000	2,793	1,893	1,993	2,693	0,800	0,700	D
318	3.170.000	10,000	2,955	2,055	2,155	2,855	0,800	0,700	D
319	3.180.000	10,000	2,940	2,040	2,140	2,840	0,800	0,700	D
320	3.190.000	10,000	2,832	1,932	2,032	2,732	0,800	0,700	D
321	3.200.000	10,000	2,145	1,245	1,345	2,045	0,800	0,700	D
322	3.210.000	10,000	1,652	0,752	0,852	1,552	0,800	0,700	D
323	3.220.000	10,000	1,564	0,664	0,764	1,464	0,800	0,700	D
324	3.230.000	10,000	1,589	0,689	0,789	1,489	0,800	0,700	D
325	3.240.000	10,000	1,614	0,714	0,814	1,514	0,800	0,700	D
326	3.250.000	10,000	1,657	0,757	0,857	1,557	0,800	0,700	D
327	3.260.000	10,000	1,742	0,842	0,942	1,642	0,800	0,700	D
328	3.270.000	10,000	1,841	0,941	1,041	1,741	0,800	0,700	D
329	3.280.000	10,000	1,918	1,018	1,118	1,818	0,800	0,700	D
330	3.290.000	10,000	1,993	1,093	1,193	1,893	0,800	0,700	D
331	3.300.000	10,000	2,055	1,155	1,255	1,955	0,800	0,700	D
332	3.310.000	10,000	2,113	1,213	1,313	2,013	0,800	0,700	D
333	3.320.000	10,000	2,173	1,273	1,373	2,073	0,800	0,700	D
334	3.330.000	10,000	2,212	1,312	1,412	2,112	0,800	0,700	D
335	3.340.000	10,000	2,240	1,340	1,440	2,140	0,800	0,700	D
336	3.350.000	10,000	2,262	1,362	1,462	2,162	0,800	0,700	D
337	3.360.000	10,000	2,281	1,381	1,481	2,181	0,800	0,700	D
338	3.370.000	10,000	2,301	1,401	1,501	2,201	0,800	0,700	HINCA
339	3.380.000	10,000	2,345			2,245	0,800	0,700	HINCA
340	3.390.000	10,000	5,395			5,295	0,800	0,700	HINCA
341	3.400.000	10,000	9,428			9,328	0,800	0,700	HINCA
342	3.410.000	10,000	12,112			12,012	0,800	0,700	HINCA
343	3.420.000	10,000	12,105			12,005	0,800	0,700	HINCA
344	3.430.000	10,000	7,562			7,462	0,800	0,700	HINCA

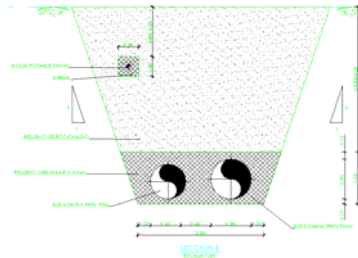
PEÑISCOLA

IMPULSION EJE 3: PRFV Ø 800 PN10
 EMISARIO DE RETORNO EJE 4: PRFV Ø 700 PN6

SECCIONES TIPO:



RECUBRIMIENTOS Y SECCIONES

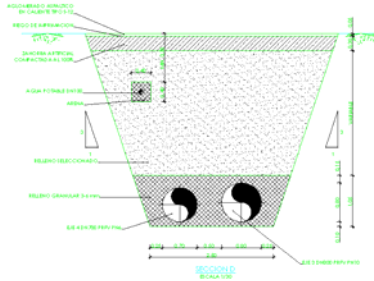


SECCION	D.ORIGEN	D.PARCIAL	PROFUNDIDADES				DIÁMETRO TUBERÍA IMPULSIÓN	DIÁMETRO TUBERÍA RETORNO	SECCION TIPO
			Cota Roja	Recub. Impulsión	Recub. Retorno	Rasante			
346	3.450.000	10,000	1,508			1,408	0,800	0,700	HINCA
347	3.460.000	10,000	1,462	0,662	0,662	1,362	0,800	0,700	D
348	3.470.000	10,000	1,567	0,667	0,767	1,467	0,800	0,700	D
349	3.480.000	10,000	1,677	0,777	0,877	1,577	0,800	0,700	D
350	3.490.000	10,000	1,771	0,871	0,971	1,671	0,800	0,700	D
351	3.500.000	10,000	1,821	0,921	1,021	1,721	0,800	0,700	D
352	3.510.000	10,000	1,882	0,982	1,082	1,782	0,800	0,700	D
353	3.520.000	10,000	1,988			1,888	0,800	0,700	HINCA
354	3.530.000	10,000	2,615			2,515	0,800	0,700	HINCA
355	3.540.000	10,000	2,952			2,852	0,800	0,700	HINCA
356	3.550.000	10,000	2,954			2,854	0,800	0,700	HINCA
357	3.560.000	10,000	2,955			2,855	0,800	0,700	HINCA
358	3.570.000	10,000	2,956			2,856	0,800	0,700	HINCA
359	3.580.000	10,000	2,957			2,857	0,800	0,700	HINCA
360	3.590.000	10,000	2,958			2,858	0,800	0,700	HINCA
361	3.600.000	10,000	2,960			2,860	0,800	0,700	HINCA
362	3.610.000	10,000	2,961			2,861	0,800	0,700	HINCA
363	3.620.000	10,000	2,962			2,862	0,800	0,700	HINCA
364	3.630.000	10,000	2,807			2,707	0,800	0,700	HINCA
365	3.640.000	10,000	2,124			2,024	0,800	0,700	HINCA
366	3.650.000	10,000	1,848	0,948	1,048	1,748	0,800	0,700	D
367	3.660.000	10,000	1,672	0,772	0,872	1,572	0,800	0,700	D
368	3.670.000	10,000	1,580	0,680	0,780	1,480	0,800	0,700	D
369	3.680.000	10,000	1,863	0,963	1,063	1,763	0,800	0,700	D
370	3.690.000	10,000	1,616	0,716	0,816	1,516	0,800	0,700	D
371	3.700.000	10,000	1,477	0,677	0,677	1,377	0,800	0,700	D
372	3.710.000	10,000	1,587	0,687	0,787	1,487	0,800	0,700	D
373	3.720.000	10,000	1,840	0,940	1,040	1,740	0,800	0,700	D
374	3.730.000	10,000	2,094	1,194	1,294	1,994	0,800	0,700	D
375	3.740.000	10,000	1,800	0,900	1,000	1,700	0,800	0,700	D
376	3.750.000	10,000	1,692	0,792	0,892	1,592	0,800	0,700	D
377	3.760.000	10,000	1,724	0,824	0,924	1,624	0,800	0,700	D
378	3.770.000	10,000	1,755	0,855	0,955	1,655	0,800	0,700	D
379	3.780.000	10,000	1,738	0,838	0,938	1,638	0,800	0,700	D
380	3.790.000	10,000	1,691	0,791	0,891	1,591	0,800	0,700	D
381	3.800.000	10,000	1,651	0,751	0,851	1,551	0,800	0,700	D
382	3.810.000	10,000	1,611	0,711	0,811	1,511	0,800	0,700	D
383	3.820.000	10,000	1,561	0,661	0,761	1,461	0,800	0,700	D
384	3.830.000	10,000	1,517	0,617	0,717	1,417	0,800	0,700	D
385	3.840.000	10,000	1,486	0,623	0,686	1,386	0,800	0,700	D
386	3.850.000	10,000	1,493	0,619	0,693	1,393	0,800	0,700	D
387	3.860.000	10,000	1,520	0,620	0,720	1,420	0,800	0,700	D
388	3.870.000	10,000	1,556	0,656	0,756	1,456	0,800	0,700	D
389	3.880.000	10,000	1,592	0,692	0,792	1,492	0,800	0,700	D
390	3.890.000	10,000	1,687	0,787	0,887	1,587	0,800	0,700	D
391	3.900.000	10,000	1,780	0,880	0,980	1,680	0,800	0,700	D
392	3.910.000	10,000	1,798	0,898	0,998	1,698	0,800	0,700	D
393	3.920.000	10,000	1,751	0,851	0,951	1,651	0,800	0,700	D
394	3.930.000	10,000	1,707	0,807	0,907	1,607	0,800	0,700	D
395	3.940.000	10,000	1,622	0,722	0,822	1,522	0,800	0,700	D
396	3.950.000	10,000	1,563	0,663	0,763	1,463	0,800	0,700	D
397	3.960.000	10,000	1,492	0,692	0,692	1,392	0,800	0,700	D
398	3.970.000	10,000	1,464	0,664	0,664	1,364	0,800	0,700	D
399	3.980.000	10,000	1,447	0,647	0,647	1,347	0,800	0,700	D
400	3.990.000	10,000	1,433	0,633	0,633	1,333	0,800	0,700	D
401	4.000.000	10,000	1,450	0,650	0,650	1,350	0,800	0,700	D
402	4.010.000	10,000	1,497	0,697	0,697	1,397	0,800	0,700	D
403	4.020.000	10,000	1,500	0,600	0,700	1,400	0,800	0,700	D
404	4.030.000	10,000	1,527	0,627	0,727	1,427	0,800	0,700	D
405	4.040.000	10,000	1,596	0,696	0,796	1,496	0,800	0,700	D
406	4.050.000	10,000	1,721	0,821	0,921	1,621	0,800	0,700	D
407	4.060.000	10,000	1,504	0,604	0,704	1,404	0,800	0,700	E
408	4.070.000	10,000	1,587	0,687	0,787	1,487	0,800	0,700	E
409	4.080.000	10,000	1,603	0,703	0,803	1,503	0,800	0,700	E
410	4.090.000	10,000	1,537	0,637	0,737	1,437	0,800	0,700	E
411	4.100.000	10,000	1,469	0,769	0,869	1,369	0,800	0,700	E
412	4.110.000	10,000	1,421	0,721	0,821	1,321	0,800	0,700	E
413	4.120.000	10,000	1,378	0,678	0,778	1,278	0,800	0,700	E

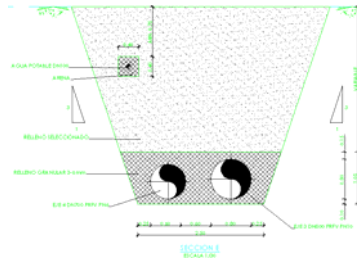
PEÑISCOLA

IMPULSION EJE 3: PRFV Ø 800 PN10
 EMISARIO DE RETORNO EJE 4: PRFV Ø 700 PN6

SECCIONES TIPO:



RECUBRIMIENTOS Y SECCIONES



SECCION	D.ORIGEN	D.PARCIAL	PROFUNDIDADES				DIÁMETRO TUBERÍA IMPULSIÓN	DIÁMETRO TUBERÍA RETORNO	SECCION TIPO
			Cota Roja	Recub. Impulsión	Recub. Retorno	Rasante			
415	4.140,000	10,000	1,383	0,683	0,783	1,283	0,800	0,700	E
416	4.150,000	10,000	1,444	0,744	0,844	1,344	0,800	0,700	E
417	4.160,000	10,000	1,574	0,674	0,774	1,474	0,800	0,700	E
418	4.170,000	10,000	2,259	1,359	1,459	2,159	0,800	0,700	E
419	4.180,000	10,000	2,123	1,223	1,323	2,023	0,800	0,700	E
420	4.190,000	10,000	1,911	1,011	1,111	1,811	0,800	0,700	E
421	4.200,000	10,000	1,709	0,809	0,909	1,609	0,800	0,700	E
422	4.210,000	10,000	1,510	0,610	0,710	1,410	0,800	0,700	E
423	4.220,000	10,000	1,641	0,741	0,841	1,541	0,800	0,700	E
424	4.230,000	10,000	1,677	0,777	0,877	1,577	0,800	0,700	E
425	4.240,000	10,000	1,611	0,711	0,811	1,511	0,800	0,700	E
426	4.250,000	10,000	1,557	0,657	0,757	1,457	0,800	0,700	E
427	4.260,000	10,000	1,577	0,677	0,777	1,477	0,800	0,700	E
428	4.270,000	10,000	1,521	0,621	0,721	1,421	0,800	0,700	E
429	4.280,000	10,000	1,018	0,618	0,718	0,918	0,800	0,700	E
430	4.290,000	10,000	1,145	0,745	0,845	1,045	0,800	0,700	E
431	4.300,000	10,000	1,403	1,003	1,103	1,303	0,800	0,700	E
432	4.310,000	10,000	1,616	0,716	0,816	1,516	0,800	0,700	E
433	4.320,000	10,000	1,827	0,927	1,027	1,727	0,800	0,700	E
434	4.330,000	10,000	2,104	1,204	1,304	2,004	0,800	0,700	E
435	4.340,000	10,000	1,966	1,066	1,166	1,866	0,800	0,700	E
436	4.350,000	10,000	1,881	0,981	1,081	1,781	0,800	0,700	E
437	4.360,000	10,000	1,806	0,906	1,006	1,706	0,800	0,700	E
438	4.370,000	10,000	1,737	0,837	0,937	1,637	0,800	0,700	E
439	4.380,000	10,000	1,661	0,761	0,861	1,561	0,800	0,700	E
440	4.386,497	6,497	1,600	0,700	0,800	1,500	0,800	0,700	E

RECUB. MÍNIMO IMPULSIÓN:	0,600	RECUBRIMIENTO MÁXIMO IMPULSIÓN:	2,055
RECUBRIM. MÍNIMO RETORNO:	0,633	RECUBRIMIENTO MÁXIMO RETORNO:	2,155

Se hace constar que en el diseño se ha respetado en la tubería de mayor generatriz superior al menos 60 cm de recubrimiento. La única excepción, se produce en el Eje 3, entre los P.K. 4+280 al 4+300 y del 4+100 al 4+150. En estos puntos, debido a que existen unos pequeños aterrazamientos dentro de los límites de la propia parcela de la E.D.A.R. y que el trazado ya no discurre por camino, se ha optado por un recubrimiento menor, que se atenuará con un recubrimiento en tierras de 50 y 20 cm respectivamente para alcanzar los 60 teóricos iniciales.

Asimismo, a la vista del resultado de caracterización geotécnica, puede ser interesante la ejecución de una base granular gruesa en la zona de turbas saturadas, para obtener una base de apoyo nivelada competente. Se puede completar con un geotextil de envoltura sobre la misma y hastiales laterales, para evitar la contaminación del granular fino de apoyo.

Como se observa en el detalle inferior de secciones, el talud proyectado es 1H:3V en general, salvo entibación y tablestacado en el primer tramo de nivel freático alto y turbas. El relleno será granular hasta 30 cm por encima de clave con carácter general y con 15 cm puntualmente en secciones especiales como por ejemplo la del vial Benicarló – Peñíscola que subyacerá sobre otra capa granular gruesa. Sobre el relleno granular fino se rellenará con material seleccionado de la propia excavación con un índice de compactación medio de al menos el 95 % de su P.M.:

Los coeficientes frente a fallos por ruptura son 2,5 como mínimo. El trazado discurre en general por caminos, por lo que se supone como hipótesis mínima un vehículo de 30 ton con 3 ejes como tren de cargas. En los casos en que existen situaciones intermedias de freático (nivel a una cota intermedia entre el fondo de zanja y generatriz superior), del lado de la seguridad, se aplica el freático sensiblemente por encima de dicha generatriz.

En las zanjas compartidas, se establece una anchura intermedia ligeramente superior a la mitad de la anchura total, puesto que el programa no permite la introducción de zanjas compuestas con tuberías de diferentes diámetros.

En el caso de la E.D.A.R. se han calculado las siguientes tuberías, con las cotas que se apuntan a continuación respecto a las generatrices superiores:

- o PRFV DN500 PN10 SN-10.000 (Prof. Max. = -3,80 m) Tuberías de salida de agua decantada
- o PRFV DN700 PN6 SN-10.000 (Prof. Max. = -4,30 m) Tubería de entrada a decantador
- o PEAD DN200 PN10 SN-10.000 (Prof. Max. = -3,50 m) Proceso en tramo de máxima profundidad
- o PVC DN200 SN-4 (Prof. Max. = -2,50 m) Recogida de Pluviales en tramo de máxima profundidad
- o PRFV DN600 PN6 SN-10000 (Prof. Max. = -3,00 m) Tubería de By-pass en extremo de parcela

En particular se han introducido trenes de carga superiores para conseguir hipótesis más desfavorables con las tuberías de mayor diámetro, dado que son las más críticas (39 ton). Además, se ha considerado que el material de relleno es el correspondiente al de excavación, hasta llegar al paquete de firmes de la E.D.A.R. siempre del lado de la seguridad. Esta hipótesis que asegura integridad de la tubería a medio y largo plazo, no será nunca alcanzable en obra.

A continuación se indica una tabla resumen de las hipótesis de cálculo utilizadas en el Anejo, en la que se demuestra la idoneidad de la tubería proyectada para la situación más desfavorable de cada tramo, así como las condiciones de instalación en función del tipo de zanja:

	CASO 1	CASO 2	CASO 3	CASO 4	CASO 5	CASO 6
TRAMO ESTUDIADO	Eje 1 Paralelo con Eje 4	Eje 1 Paralelo con Eje 4	Eje 1 Paralelo con Eje 4	Eje 1 Paralelo con Eje 4	Eje 2 Paralelo con Eje 4	Eje 2 Paralelo con Eje 4
CARACTERÍSTICAS	Max. Recub.	Min. Recub.	Max. Recub.	Min. Recub.	Max. Recub.	Min. Recub.
Flujo	Agua Residual	Agua Residual	Agua Residual	Agua Residual	Agua Residual	Agua Residual
Material	PRFV	PRFV	PRFV	PRFV	PRFV	PRFV
Clase	PN10 SN-10.000	PN6 SN-10.000	PN10 SN-10.000	PN6 SN-10.000	PN6 SN-10.000	PN1 SN-10.000
Diámetro Nominal (mm)	600	700	600	700	700	900
CONDICIONES DE ZANJA	Sección tipo A	Sección tipo A	Sección tipo B	Sección tipo B	Sección tipo C	Sección tipo C
Altura de relleno sobre C.G.S. (m)	1,753	1,301	1,804	0,603	2,385	0,900
Anchura de zanja (m)	1,20	1,30	1,60	1,70	1,70	2,10
Ángulo de talud (°)	90	90	71,56	71,56	71,56	71,56
Nivel Freático (-m)	0,80	0,80	1,60	-	-	-
Tipo de apoyo	III	III	III	III	III	III
Ángulo de apoyo (°)	180°	180°	180°	180°	180°	180°
CARACTERÍSTICAS DEL SUELO						
Relleno general	Entibado	Entibado				
Tipo de suelo	Grupo 1	Grupo 1	Grupo 1	Grupo 1	Grupo 1	Grupo 1
% Compactación (P.N.)	95%	95%	95%	95%	95%	95%
Zona 2 (entorno de tubería)						
Tipo de suelo	Grupo 1	Grupo 1	Grupo 1	Grupo 1	Grupo 1	Grupo 1
% Compactación (P.N.)	95%	95%	95%	95%	95%	95%
Zona 3 (hastiales)						
Tipo de suelo	Grupo 4	Grupo 4	Grupo 4	Grupo 4	Grupo 3	Grupo 3
% Compactación (P.N.)	-	-	-	-	-	-
Zona 4 (fondo excavación)						
Tipo de suelo	Grupo 4	Grupo 4	Grupo 4	Grupo 4	Grupo 4	Grupo 4
% Compactación (P.N.)	-	-	-	-	-	-
Tren de cargas (ton)	HT 30 (30 t)	HT 30 (30 t)	HT 30 (30 t)	HT 30 (30 t)	HT 30 (30 t)	HT 30 (30 t)
TUBO VÁLIDO	sí	sí	sí	sí	sí	sí

	CASO 7	CASO 8	CASO 9	CASO 10	CASO 11	CASO 12
TRAMO ESTUDIADO	Eje 3 Paralelo con Eje 4	Eje 3 Paralelo con Eje 4	Eje 3 Paralelo con Eje 4	Eje 3 Paralelo con Eje 4	Eje 0 Paralelo con Eje 4	Eje 0 Paralelo con Eje 4
CARACTERÍSTICAS	Max. Recub.	Min. Recub.	Max. Recub.	Min. Recub.	Max. Recub.	Min. Recub.
Flujo	Agua Residual	Agua Residual	Agua Residual	Agua Residual	Agua Residual	Agua Residual
Material	PRFV	PRFV	PRFV	PRFV	PRFV	PRFV
Clase	PN6 SN-10.000	PN10 SN-10.000	PN6 SN-10.000	PN10 SN-10.000	PN10 SN-10.000	PN6 SN-10.000
Diámetro Nominal (mm)	700	800	700	800	600	700
CONDICIONES DE ZANJA	Sección tipo D	Sección tipo D	Sección tipo E	Sección tipo E	Sección tipo 0	Sección tipo 0
Altura de relleno sobre C.G.S. (m)	2,155	0,600	1,459	0,604	1,814	1,362
Anchura de zanja (m)	1,70	1,90	1,70	1,90	1,15	1,15
Ángulo de talud (°)	71,56	71,56	71,56	71,56	90	90
Nivel Freático (-m)	-	-	-	-	0,80	0,60
Tipo de apoyo	III	III	III	III	III	III
Ángulo de apoyo (°)	180°	180°	180°	180°	180°	180°
CARACTERÍSTICAS DEL SUELO						
Relleno general					Tablestacado	Tablestacado
Tipo de suelo	Grupo 1	Grupo 1	Grupo 1	Grupo 1	Grupo 1	Grupo 1
% Compactación (P.N.)	95%	95%	95%	95%	95%	95%
Zona 2 (entorno de tubería)						
Tipo de suelo	Grupo 1	Grupo 1	Grupo 1	Grupo 1	Grupo 1	Grupo 1
% Compactación (P.N.)	95%	95%	95%	95%	95%	95%
Zona 3 (hastiales)						
Tipo de suelo	Grupo 3	Grupo 3	Grupo 3	Grupo 3	Grupo 4	Grupo 4
% Compactación (P.N.)	-	-	-	-	-	-
Zona 4 (fondo excavación)						
Tipo de suelo	Grupo 3	Grupo 3	Grupo 3	Grupo 3	Grupo 4	Grupo 4
% Compactación (P.N.)	-	-	-	-	-	-
Tren de cargas (ton)	HT 30 (30 t)	HT 30 (30 t)	HT 30 (30 t)	HT 30 (30 t)	HT 30 (30 t)	HT 30 (30 t)
TUBO VÁLIDO	sí	sí	sí	sí	sí	sí



DRAGADOS



	EDAR 1	EDAR 2
TRAMO ESTUDIADO	E.D.A.R.	E.D.A.R.
CARACTERÍSTICAS	Max. Recub.	Max. Recub.
Flujo	Proceso	Pluviales
Material	PEAD	PVC
Clase	PE 100 PN10	SN-4
Diámetro Nominal (mm)	200	200
CONDICIONES DE ZANJA		
Altura de relleno sobre C.G.S. (m)	3,50	2,50
Anchura de zanja (m)	1,33	1,00
Ángulo de talud (°)	75	75
Nivel Freático (-m)	-	-
Tipo de apoyo	I	I
Ángulo de apoyo (°)	90	90
CARACTERÍSTICAS DEL SUELO		
<u>Relleno general</u>		
Tipo de suelo	Grupo 3	Grupo 3
% Compactación (P.N.)	100%	100%
<u>Zona 2 (entorno de tubería)</u>		
Tipo de suelo	Grupo 3	Grupo 3
% Compactación (P.N.)	95%	95%
<u>Zona 3 (hastiales)</u>		
Tipo de suelo	Grupo 3	Grupo 3
% Compactación (P.N.)	-	-
<u>Zona 4 (fondo excavación)</u>		
Tipo de suelo	Grupo 3	Grupo 3
% Compactación (P.N.)	-	-
Tren de cargas (ton)	HT 30 (30 t)	HT 30 (30 t)
TUBO VÁLIDO	sí	sí

3.3 METODOLOGÍA GENERAL DE CÁLCULO

El procedimiento seguido para realizar los cálculos de las tuberías de PEAD, PRFV y PVC se basa en la directriz alemana ATV – A 127 “Directriz para el análisis estático de canalizaciones tubulares para aguas residuales”. Esta norma está a su vez en concordancia con la norma UNE 53331 IN “Tuberías de poli(cloruro de vinilo) (PVC) no plastificado y polietileno (PE) de alta y media densidad: Criterio para la comprobación de los tubos a utilizar en conducciones con y sin presión sometidos a cargas externas”. Adicionalmente, se podría comprobar la tubería de Fundición Dúctil por la normativa AWWA C150, pero como se ha comentado no es necesario dado su carácter embebido dentro de hormigón y sus elevadas resistencias.

Para la metodología de cálculo de una eventual tubería de Hormigón Armado, al margen de estar dimensionada para el aguante de la presión con refuerzo de virola, se habría de contar con el programa facilitado por la Asociación Española de Fabricantes de Tubos de Hormigón Armado (ATHA). Para ello se detallarían las cargas contempladas en el punto más desfavorable del colector en la hincia y la clasificación mínima resistente del tubo, bien según la normativa española UNE o la americana ASTM. Esto sucedería si se contase con sustituir el encamisado de acero proyectado por tubería de hormigón, especial para hincia.

Para la tubería plástica, el cálculo se ha realizado con la aplicación informática (Cálculo Mecánico de Tuberías, versión 3.0e) desarrollada por la Cátedra Ingeniería Sanitaria y Ambiental de la E.T.S. de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos de Madrid.

Adicionalmente se realiza una comprobación en colaboración con el Departamento Técnico de Uralita utilizando el programa informático Hobas Easy Pipe que también sigue la metodología de cálculo que se especifica en la norma alemana ATV-A 127:2000.

Este método consiste en verificar el comportamiento de una tubería enterrada, calculando las cargas totales producidas por la acción de las tierras y vehículos que actúan sobre la tubería (en virtud de hipótesis de reparto de las reacciones en la tubería, según el tipo de apoyo), comparando por un lado las tensiones calculadas, con las tensiones producidas en el ensayo de tres aristas, en el caso de tuberías rígidas, o con la tensión de rotura de diseño, en el caso de las tuberías flexibles, viendo el coeficiente de seguridad resultante.

El método permite la elección de diversos parámetros por el usuario, y presuponen, como es lógico, que los valores característicos de los materiales han sido asegurados a través de los ensayos correspondientes establecidos en la norma de fabricación, y que existe una supervisión sobre la construcción de la obra.

Se contemplan en estas normas los casos de instalación más normales, es decir, los casos de tubería enterrada. Cuando la conducción esté instalada sobre apoyos discontinuos, colgada u otras condiciones especiales, se deben emplear métodos de cálculo adecuados, en función de los esfuerzos previstos.

Las etapas para la verificación de los tubos a utilizar son:

1. Obtención de los datos necesarios para el cálculo sobre:
 - a. Tubo: material y sección a calcular
 - b. Condiciones de la instalación y tipo de apoyo
 - c. Características de los suelos

2. Determinación de las acciones actuantes:
 - a. Carga de tierras
 - b. Carga concentrada (tráfico)
 - c. Sobrecargas repartidas
3. Distribución de las cargas
4. Determinación de las solicitaciones:
 - a. Esfuerzos
 - b. Tensiones
 - c. Deformaciones
5. Verificación de la tubería seleccionada en función de los coeficientes de seguridad adoptados para cada tipo de sollicitación

3.4 METODOLOGÍA PARTICULAR DE LA DIRECTRIZ ATV – A 127

Se desarrollarán a continuación cada uno de estos apartados de cálculo, según la norma alemana.

3.4.1 OBTENCIÓN DE LOS DATOS NECESARIOS PARA EL CÁLCULO

Para proceder al cálculo de los esfuerzos a que está sometida la conducción y poder elegir el tubo adecuado a utilizar, es necesario disponer de los siguientes datos:

Características de los tubos

- Diámetro interior, d (en milímetros)
- Espesor de la pared, e (en milímetros)
- Diámetro exterior, $D = d + 2 \cdot e$ (en milímetros)
- Módulo de elasticidad a flexión transversal (a corto y largo plazo) E_i (en N/mm^2)
- Peso específico γ_R (en kN/m^3)
- Tensión de rotura del material a flexotracción o carga de rotura al aplastamiento σ_R (en N/mm^2)
- Tensión de rotura por alargamiento "e" en tubos calculados con la rigidez circunferencial específica

Clase de seguridad requerida

La norma ATV establece dos clases de seguridad según el tipo de daños potenciales que pueden ocasionarse ante un eventual fallo. Así tenemos:

- Clase A: Normal
En este caso, un posible fallo implicaría:
 - Riesgo de contaminación de aguas subterráneas
 - Interrupción importante del servicio
 - Importantes daños económicos
- Clase B: Reducida
En este caso, un posible fallo implicaría:

- Ningún riesgo de contaminación de aguas subterráneas
- Breve interrupción del servicio
- Leves daños económicos

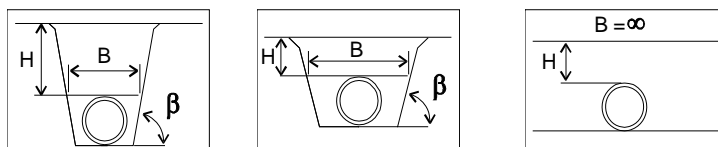
Los coeficientes frente a fallos por ruptura según el material utilizado son 2,5 para la clase A y 2,0 para la clase B.

Características de la instalación

Para la determinación de las presiones debidas a las tierras se necesita conocer:

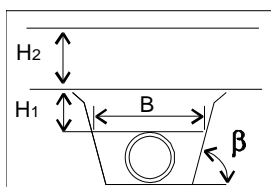
- Condiciones de la Zanja: Se consideran a efectos de cálculo tres tipos de instalación
 - Tipo 1: Instalación en zanja o bajo terraplén

Comprende la instalación en zanja estrecha ($1 < B/D < 4$), en zanja ancha ($B/D > 4$) y bajo terraplén.



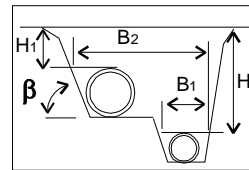
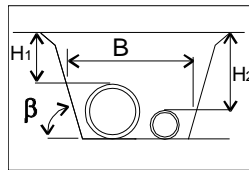
Los datos a conocer son:

- Altura del recubrimiento por encima de la generatriz superior del tubo, H (en m)
 - Anchura de la zanja al nivel de la generatriz superior del tubo, B (en m).
 - Ángulo de inclinación de las paredes de la zanja, β
- Tipo 2: Instalación en zanja terraplenada



Los datos a conocer son:

- Altura del recubrimiento por encima de la generatriz superior del tubo hasta el nivel del suelo natural, H_1 (en m)
 - Altura del recubrimiento en terraplén, H_2 (en m)
 - Anchura de la zanja al nivel de la generatriz superior del tubo, B (en m)
 - Ángulo de inclinación de las paredes de la zanja, β
- Tipo 3: Instalación de dos conducciones en la misma zanja
- Los datos a conocer son idénticos a los mencionados anteriormente, pero para cada una de las dos conducciones



- **Características del Apoyo:** Se considera a efectos de cálculo tres tipos de apoyo. En todos los casos el dato a conocer es el ángulo de apoyo 2α :

- Apoyo tipo 1: Apoyo sobre cama granular

Las reacciones se consideran en dirección vertical y distribuidas rectangularmente. El ángulo de apoyo podrá adoptar uno de los siguientes valores: 60° , 90° y 120° .

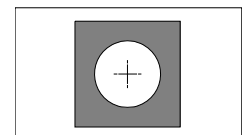
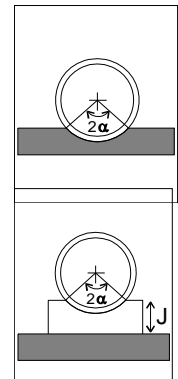
- Apoyo tipo 2: Apoyo sólido

Este tipo de apoyo no puede ser utilizado con tubos flexibles. Las reacciones se consideran en dirección radial y distribuidas uniformemente. El ángulo de apoyo podrá adoptar uno de los siguientes valores: 90° , 120° y 180° .

- Apoyo tipo 3: Tubo con apoyo granular hasta clave de tubo

Es el tipo indicado para tubos flexibles.

Las reacciones se consideran orientativas en dirección vertical y distribuidas rectangularmente. En este caso el ángulo de apoyo valdrá siempre 180° .



Nivel freático

La metodología de la norma ATV obliga a definir si existe presencia del nivel freático que pueda afectar a la instalación.

En caso afirmativo, debe establecerse el valor del parámetro H_f que es la distancia en metros por debajo del nivel del suelo natural a la que se encuentra el nivel freático.

Características de los suelos

La calidad de los suelos juega un papel importante en el comportamiento mecánico de las tuberías, por tanto es necesario definir sus características.

Las características de los suelos necesarias para el cálculo de las cargas de tierra son:

- Peso específico de las tierras de relleno, γ (kN/m^3)
- Ángulo de rozamiento del relleno con las paredes de la zanja, σ (en grados)
- Coeficiente de empuje lateral de las tierras de relleno K_1 y K_2
- Módulos de compresión en las diferentes zonas de relleno y de la zanja E_1 , E_2 , E_3 y E_4 (en N/mm^2)

En cada obra pueden conocerse las características del suelo, y en los casos en que no se disponga de datos de ensayos, pueden emplearse los proporcionados en la tabla que se muestra a continuación.

La norma ATV considera cuatro grupos de suelos, atendiendo a su naturaleza:

- Grupo 1: No cohesivos. Se incluyen en este grupo las gravas y arenas sueltas (Porcentaje de finos $\leq 0,06$ mm inferior al 5%)
- Grupo 2: Poco cohesivos. Se incluyen en este grupo las gravas y arenas poco arcillosas o limosas (Porcentaje de finos $\leq 0,06$ mm entre el 5% y el 15%)
- Grupo 3: Medianamente cohesivos. Se incluyen en este grupo las gravas y arenas arcillosas o limosas (Porcentaje de finos $\leq 0,06$ mm entre el 15% y el 40%)
- Grupo 4: Cohesivos. Se incluyen en este grupo las arcillas, los limos y los suelos con mezcla de componentes orgánicos

GRUPO	Peso Específico	Ángulo de rozamiento interno ρ'	Módulo de deformación (secante) E_B N/mm ² según los grados de compactación D_{pr} en (%)					
	kN/m ³		85	90	92	95	97	100
	γ_B							
G1	20	35	2,5	6,0	9	16	23	40
G2	20	30	1,2	3,0	4	8	11	20
G3	20	25	0,8	2,0	3	5	8	14
G4	20	20	0,6	1,5	2	4	6	10

A partir del ángulo de rozamiento interno ρ de las tierras del relleno, se establece el ángulo de rozamiento de relleno con las paredes de la zanja ρ' distinguiéndose cuatro casos:

- A. Relleno de la zanja por capas compactada normalmente (sin verificación del grado de compactación)

$$\rho' = \frac{2}{3} \rho$$

- B. Relleno de la zanja compactando por capas en la zona del tubo y sin compactar el resto de la zanja. Se tomará:

$$\rho' = \frac{1}{3} \rho$$

- C. Zanja entibada, sin compactado posterior a la retirada de las tablas. Se adoptará:

$$\rho' = 0$$

- D. Relleno de la zanja compactando por capas en toda la altura de la zanja y con verificación de un grado de compactación mayor o igual al 100%.

$$\rho' = \rho$$

Para la programación, los módulos de compresión EB pueden determinarse aplicando la expresión:

$$E_B = \frac{2,74 \cdot 10^{-7}}{G} \cdot e^{0,188 \cdot D_{pr}}, \text{ donde } G, \text{ es la cifra del grupo de suelos (por ej., para el Grupo 1, } G = 1)$$

3.4.2 DETERMINACIÓN DE LAS ACCIONES

Las tuberías pueden quedar sometidas a esfuerzo por los casos de carga que se estudian en los apartados siguientes, y que son:

- Carga por acción de las tierras
- Carga por la acción del tráfico

- Carga por otras fuerzas de superficie

Los casos de carga por la acción del peso propio y llenado de agua tienen un tratamiento diferenciado.

El proceso de cálculo seguido por la ATV consiste en calcular en primer lugar los valores de la carga media sobre el plano de la clave del tubo para tierras y tráfico, con independencia del tipo de material y, posteriormente, obtener, en función de las distintas deformaciones del tubo y del suelo que le rodea, las variaciones de la carga media calculada.

Determinación de la presión vertical de tierras y otras cargas verticales

Las paredes de las zanjas justifican el empleo de la teoría del silo. Según ésta se obtiene la carga media vertical debida a la acción de las tierras en una sección horizontal de la zanja a una distancia H de la superficie, de acuerdo con la fórmula:

$$P_E = \chi \cdot \gamma_B \cdot H, \text{ donde:}$$

- P_E = carga del terreno, en kN/m²
- χ = Factor de reducción de la carga de relleno según la teoría del silo
- γ_B = Peso específico del terreno kN/m³
- H = Altura del relleno sobre la clave del tubo, en metros

Para una fuerza repartida uniformemente, P_0 , la carga vertical viene dada por la expresión:

$$P_E = \chi_0 \cdot P_0$$

en la que χ_0 representa el factor de reducción de una carga de superficie según la teoría del silo.

A medida que aumenta la anchura de zanja B, χ y χ_0 se van aproximando a 1. En el caso de terraplén se obtiene la expresión:

$$P_E = \gamma_B \cdot H + P_0$$

χ y χ_0 son los factores de reducción de carga del relleno en zanja y en el caso de cargas de superficie respectivamente.

De acuerdo con la teoría del silo, se obtienen las expresiones:

$$\chi = \frac{1 - e^{-2 \cdot \frac{H}{B} \cdot K_1 \cdot \text{tg} \rho'}}{2 \cdot \frac{H}{B} \cdot K_1 \cdot \text{tg} \rho'}$$

$$\chi_0 = e^{-2 \cdot \frac{H}{B} \cdot K_1 \cdot \text{tg} \rho'}$$

De estas expresiones puede observarse que tienen un carácter decisivo para la reducción de la carga del suelo, la carga lateral sobre las paredes de la zanja, expresada por la relación K_1 entre la carga de superficie unitaria horizontal y la vertical producida por el relleno y el ángulo de rozamiento efectivo de las paredes ρ' .

Igualmente puede deducirse sencillamente que para el caso de instalación en terraplenes χ y χ_0 valdrán 1. Si para el relleno de la zanja por encima de la zona de la conducción se emplea un tipo distinto de tierra del excavado, se tomará el valor del ángulo de rozamiento ρ' que corresponda a ésta.

Para el caso de una instalación en zanja terraplenada se calcula el valor χ igual que para el caso en zanja, tomando como valor de $H = H_1$.

Posteriormente calculamos los coeficientes:

$$C_z = 1 - \frac{\beta}{90} \cdot (1 - \chi)$$

$$C_{n90} = e^{-2 \cdot \frac{H_1}{B} \cdot K_1 \cdot \gamma \rho'}$$

$$C_n = 1 - \frac{\beta}{90} \cdot (1 - C_{n90})$$

La carga media vertical debida a la acción de las tierras es, en el caso de zanja terraplenada:

$$P_E = (C_z \cdot \gamma_1 \cdot H_1 + C_n \cdot \gamma_2 \cdot H_2)$$

Determinación de la carga vertical debida a la acción del tráfico

Como cargas de tráfico puntuales, pueden adoptarse las que se definen en la siguiente tabla:

Vehículo	F_A	F_E	r_A	r_E
Peso Total (t)	(kN)	(kN)	(m)	(m)
60	100	500	0,25	1,82
39	65	350	0,21	1,82
30	50	250	0,18	1,82
26	50	250	0,18	1,82
12	40	80	0,15	2,26

La carga F_A corresponde a la rueda situada directamente por encima del tubo y la carga F_E a la suma de las ruedas restantes. El radio r_A es la superficie circular en relación con la superficie de apoyo de la rueda, y r_E es la distancia media horizontal hasta la clave del tubo.

La determinación de cargas como consecuencia de las acciones del tráfico y otras fuerzas de superficie concentradas, se calcula según el procedimiento indicado por Boussinesq-Holl-Newmark.

$P = a_F \cdot P_F$, en kN/m², siendo:

$$P_F = \frac{F_A}{r_A^2 - \pi} \cdot \left[1 - \left(\frac{1}{1 + \left(\frac{r_A}{H} \right)^2} \right)^{\frac{3}{2}} \right] + \frac{3 \cdot F_E}{2 \cdot \pi \cdot H^2} \cdot \left[\frac{1}{1 + \left(\frac{r_E}{H} \right)^2} \right]^{\frac{3}{2}}$$

$$a_F = 1 - \frac{0.9}{0.9 + \frac{4 \cdot H^2 + H^6}{1.1 \cdot d_m^{\frac{3}{5}}}}$$

$$d_m = \frac{D + d}{2}$$

- P_F es la carga máxima según Boussinesq por la acción de las ruedas considerando las superficies de apoyo de las mismas
- a_F es un factor de corrección para tener en cuenta los casos de pequeñas alturas de recubrimiento (siempre $> 0,5m$), con un reparto de carga según una inclinación 2:1
- D , d y d_m son los diámetros: exterior, interior y medio

Para valores de h comprendidos entre 0 y 0,5 m, es preciso tener en cuenta consideraciones especiales.

La ecuación anterior por la que se determina el valor de a_F es válida dentro de unos límites:

- $H > 0,5$ m
- $d_m < 5$ m

No deben considerarse cargas horizontales del suelo como consecuencia de las cargas de tráfico. Las cargas resultantes de la acción del tráfico, han de ser multiplicadas por el factor de choque φ . De esta forma obtenemos el valor de la carga vertical debida a la acción del tráfico:

$P_v = \varphi \cdot P$, siendo:

- P_v = carga vertical de tráfico mayorada en kN/m^2
- φ = factor de choque o de impacto
- P = carga vertical debida al tráfico en kN/m^2

El factor de choque será:

Tráfico (t)	φ
60	1,2
39	1,4
30	1,4
26	1,4
12	1,5

Cargas de superficie concentradas

Puede ocurrir que además de las cargas debido al tráfico y a las tierras del recubrimiento, la tubería se encuentre sometida a otro tipo de sobrecargas situadas en superficie de forma concentrada (por ejemplo: un contenedor, un muro, etc.)

En este caso, el procedimiento a seguir según la norma ATV consiste simplemente en establecer el valor de sobrecarga P_o (en kN) y corregirlo con los coeficientes χ_0 y χ_{0c} .

$$\chi_0 = e^{-2 \frac{H}{B} K_1 \gamma_g \rho'}$$

$$\chi_{0c} = 1 - \frac{B}{90} \cdot (1 - \chi_0)$$

3.4.3 DISTRIBUCIÓN DE LAS CARGAS

Como consecuencia de la distinta deformación del tubo y del suelo que lo rodea, las cargas medias calculadas en los dos apartados anteriores experimentan unas variaciones. La norma ATV cuantifica esta variación mediante un factor de concentración α_R para la carga sobre el tubo y el factor α_B para la carga sobre el terreno adyacente.

Las magnitudes que influyen en el factor de concentración son:

- La descarga relativa efectiva a'
- El recubrimiento relativo H/D
- La relación de rigidez v_s
- La anchura relativa de zanja B/D
- La relación K_2 de la carga horizontal del relleno, en la zona lateral del tubo, a la carga vertical del relleno

Una vez calculados todos estos parámetros conforme se describe minuciosamente en la norma ATV, se llega a obtener la carga vertical total sobre el tubo q_{vt} y su distribución, así como la distribución de carga horizontal q_h . El procedimiento seguido en la norma ATV contempla los siguientes escalones de cálculo:

a) Corrección del módulo de deformación E_2 (módulo de deformación efectivo)

1. Debido a la estrechez de la zanja:

$$E_2' = f \cdot \alpha_B \cdot E_{20}, \text{ siendo:}$$

El valor de α_{Bi} dependerá del tipo de compactación de la zanja, adoptando los valores:

- Compactación A1: compactado normal de zanja, por capas y sin verificación del grado de compactación. $\alpha_{Bi} = 2/3$
- Compactación A2: por capas en la zona del tubo y sin compactar por encima del tubo. $\alpha_{Bi} = 1/3$
- Compactación A3: zanja entibada, sin compactado posterior a la retirada de las tablas. $\alpha_{Bi} = 0$
- Compactación A4: relleno de zanja compactando por capas toda la altura de la zanja y con verificación del grado de compactación $> 100\%$ Próctor Normal. $\alpha_{Bi} = 1$

2. Debido a la influencia freática:

Con carácter general se calculará el valor del coeficiente "f" con la expresión:

$$f = \frac{D_{pr} - 75}{20} \leq 1$$

Siendo: $D_{pr} = \%$ compactación Próctor ($D_{pr} > 75$)

Si la profundidad a la que se encuentra la base del tubo es mayor a la que se encuentra el nivel freático, el valor de "f" será 1.

Con estos parámetros obtenemos el valor de E_2 corregido (E_2')

Para el cálculo de las tensiones se adoptará:

$$E_2' = f \cdot \alpha_B \cdot E_2 \text{ (N/mm}^2\text{)}$$

Para el cálculo de las deformaciones se adopta:

$$E_2' = \frac{2}{3} \cdot f \cdot \alpha_B \cdot E_2 \text{ (N/mm}^2\text{)}$$

b) Relación de rigidez entre el tubo y el terreno

La rigidez del tubo viene definida por la expresión:

$$S_R = \frac{E_t \cdot I}{r_m^3} \text{ (N/mm}^2\text{)}, \text{ siendo:}$$

- E_t = Módulo de elasticidad del material del tubo (N/mm²)
- I = momento de inercia, calculado como (mm⁴/mm)
- r_m = radio medio (mm)

Calculamos el parámetro auxiliar Δf :

$$\Delta f = \frac{\frac{B}{D} - 1}{1,154 + 0,444 \cdot \left(\frac{B}{D} - 1\right)} \leq 1,44$$

El factor de corrección de la rigidez en la zona de influencia será:

$$\tau = \frac{1,44}{\Delta f + (1,44 - \Delta f) \cdot \frac{E_2'}{E_3}}$$

La rigidez horizontal del relleno de la zona hasta la clave del tubo valdrá:

$$S_{BH} = 0,6 \cdot \tau \cdot E_2' \text{ (N/mm}^2\text{)}$$

y la rigidez horizontal del sistema tubo-suelo se puede obtener mediante la expresión:

$$v_{RB} = \frac{S_R}{S_{BH}}$$

La relación de la presión lateral y la presión vertical del relleno hasta la clave del tubo, vendrá definida por el coeficiente K_2 , que se selecciona de la tabla siguiente:

Grupo Suelo	$v_{RB} > 0,1$	$v_{RB} < 0,1$
G1	0,5	0,4
G2	0,5	0,3
G3	0,5	0,2
G4	0,5	0,1

La rigidez vertical del relleno de la zona hasta la clave del tubo valdrá entonces:

$$S_{BV} = \frac{E_2'}{a} \text{ (N/mm}^2\text{)}$$

Siendo "a" la descarga relativa.

El coeficiente de reacción del relleno lateral del tubo se calcula entonces con la expresión:

$$K^* = \frac{C_{h1}}{v_{RB} - C_{h2}}$$

Los valores de los coeficientes C_{h1} y C_{h2} , pueden adoptarse de la siguiente tabla, en función del ángulo de apoyo:

Ángulo de apoyo (2α)	C_{h1}	C_{h2}	C_{v1}	C_{v2}
60°	0,1026	-0,0658	-0,1053	0,064
90°	0,0956	-0,0658	-0,0966	0,064
120°	0,0891	-0,0658	-0,0893	0,064
180°	0,0833	-0,0658	-0,0833	0,064

Se calcula el coeficiente de deformación del diámetro vertical:

$$C_V^* = C_{v1} + C_{v2} \cdot K^*$$

y la relación de rigidez (reacción lateral) entre el tubo y el terreno:

$$v_s = \frac{S_R}{|C_V^*| \cdot S_{BV}}$$

c) Factores de concentración

Calculamos el valor del factor máximo de concentración, denominado por la norma max λ mediante la expresión:

$$\max \lambda = 1 + \frac{\frac{H}{D}}{\frac{3,5}{a} + \frac{2,2}{\frac{E_4}{E_1} \cdot (a' - 0,25)} + \frac{H}{D} \cdot \left(\frac{0,62}{a'} + \frac{1,6}{\frac{E_4}{E_1} \cdot (a' - 0,25)} \right)}, \text{ siendo: } a' = a \cdot \frac{E_1}{E_2} > 0,25$$

Se calcula el factor de concentración por encima del tubo λ_R :

$$\lambda_R = \frac{\max \lambda \cdot V_s + \frac{V_{S1}}{1 - \lambda_0} \cdot \lambda_0 \cdot (\max \lambda - 1)}{V_s + \frac{V_{S1}}{1 - \lambda_0} \cdot (\max \lambda - 1)} \leq 4, \text{ siendo:}$$

$$\lambda_0 = \frac{4 \cdot K_2}{K_2 + 3} \quad \text{y} \quad V_s = \frac{1 - K_2}{1 - \frac{1}{4 \cdot a'}}$$

También se calcula el factor de concentración en el terreno junto al tubo λ_B :

$$\lambda_B = \frac{4 - \lambda_R}{3}$$

d) Influencia de la anchura relativa de la zanja

Para determinar la influencia de la anchura relativa de la zanja, se procederá de la siguiente forma:

- Si $1 < B/D < 4 \rightarrow \lambda_{RG} = \frac{\lambda_R - 1}{3} \cdot \frac{B}{D} + \frac{4 - \lambda_R}{3}$
- Si $B/D > 4 \rightarrow \lambda_{RG} = \lambda_R$

e) Valor límite del factor de concentración

- Valor límite superior
 - $\lambda_{f0} = 4 - 0,1 \cdot H$, para $H \leq 10$ m
 - $\lambda_{f0} = 2,5$, para $H \geq 10$ m
- Valor límite inferior: $\lambda_{fi} = \frac{1 - e^{-Z_{10}}}{Z_{10}}$, siendo:

$$Z_{10} = \frac{2 \cdot H \cdot 0,5 \cdot \operatorname{tg}\left(\frac{\rho \cdot \pi}{180}\right)}{D} \text{ , donde:}$$

- ρ : ángulo de rozamiento interno
- d : diámetro exterior

f) Carga vertical sobre el tubo

Para la distribución de carga vertical se distinguen dos zonas:

- La zona encima del tubo: en esta zona, con independencia del caso de instalación, y para todos los tipos de tubos, se supone que la carga va dirigida verticalmente y distribuida en forma rectangular
- La periferia del tubo: la distribución de la carga en la periferia del tubo depende del tipo de apoyo, de la compactación del relleno hasta la clave del tubo y de la deformación del propio tubo

La carga vertical sobre el tubo valdrá por tanto:

$$q_{vt} = \lambda_{RG} \cdot (C_Z \cdot \gamma_1 \cdot H + \chi_{0C} \cdot P_0) + P_v \text{ , siendo:}$$

- P_E la carga de tierras
- P_0 las cargas de superficie concentradas
- P_v la carga debida a tráfico

En caso de instalación en zanja, la expresión anterior valdrá:

$$q_{vt} = \lambda_R \cdot (\gamma_1 \cdot H + P_0) + P_v \text{ (kN/m}^2\text{)}$$

En caso de zanja terraplenada, la expresión general será:

$$q_{vt} = \lambda_{RG} \cdot (C_Z \cdot \gamma_1 \cdot H_1 + C_Z \cdot \gamma_2 \cdot H_2 + \chi_{0C} \cdot P_0) + P_v \text{ (kN/m}^2\text{)}$$

g) Carga horizontal sobre el tubo

La carga horizontal se compone de la parte q_h consecuencia de la carga vertical del relleno y, en determinados casos, de la reacción q_h^* debida a la deformación del tubo.

La carga lateral q_h , en el tipo de apoyo II, existe únicamente por encima de la cama y depende de la carga vertical del relleno.

La componente de la carga debida al relleno se calcula mediante la expresión:

$$q_h = K_2 \cdot \lambda_B \cdot (\chi \cdot \gamma_B \cdot H + \chi_0 \cdot P_0) + K_2 \cdot \gamma_1 \cdot \frac{D}{2} \quad (kN/m^2)$$

y en zanja terraplenada

$$q_h = K_2 \cdot \lambda_B \cdot (C_Z \cdot \gamma_1 \cdot H_1 + C_n \cdot \gamma_2 \cdot H_2) + K_2 \cdot \gamma_1 \cdot \frac{D}{2} \quad (kN/m^2)$$

La componente de la carga debido a la deformación del tubo será:

$$q_h^* = K^* \cdot (q_{vt} - q_h) \quad (kN/m^2)$$

La carga de la reacción q_h^* resultante de la deformación del tubo se toma en forma de una parábola con ángulo de abertura 120°.

En el cálculo puede tenerse en cuenta la reacción resultante de la deformación del tubo como consecuencia del peso propio y del agua que contiene.

3.4.4 DETERMINACIÓN DE LAS SOLICITACIONES

La Norma ATV calcula los esfuerzos, tensiones y deformaciones en la dirección anular, suponiendo que es uniforme la distribución de la carga, así como la reacción en la dirección longitudinal del tubo.

Esfuerzos

En correspondencia con las distribuciones de carga, en la periferia del tubo, se determinan los momentos flectores M y las fuerzas axiales N debidas a las cargas externas, así como las debidas al peso propio y al peso del agua contenida. Las fuerzas cortantes son despreciables.

Las cargas que se tienen en cuenta para el cálculo de los momentos flectores y fuerzas axiales son:

- o La carga vertical total
- o La carga horizontal
- o La reacción horizontal
- o El peso propio
- o El peso del agua

Los cálculos se hacen para la clave, base y riñones del tubo.

Se obtienen los coeficientes de momentos "m" y de los esfuerzos axiales "n", que son función del tipo y ángulo de apoyo, en la siguiente tabla:

Apoyo Tipo/2ti	Sección	Coeficientes de momentos					Coeficientes de axiles				
		m _{vt}	m _h	m _{q[*]}	m _t	m _w	n _{vt}	n _h	n _{q[*]}	n _t	n _w
I/60°	Clave	+0,286	-0,250	-0,181	+0,459	+0,229	+0,080	-1,000	-0,577	+0,417	+0,708
	Riñones	-0,293	+0,250	+0,208	-0,529	-0,264	-1,000	0	0	-1,571	+0,215
	Base	+0,377	-0,250	-0,181	+0,840	+0,420	+0,080	-1,000	-0,577	-0,417	+1,292
I/90°	Clave	+0,274	-0,250	-0,181	+0,419	+0,210	+0,053	-1,000	-0,577	+0,333	+0,667
	Riñones	-0,279	+0,250	+0,208	-0,485	-0,243	-1,000	0	0	-1,571	+0,215
	Base	+0,314	-0,250	-0,181	+0,642	+0,321	-0,053	-1,000	-0,577	-0,333	+1,333
I/120°	Clave	+0,261	-0,250	-0,181	+0,381	+0,190	0,027	-1,000	-0,577	+0,250	+0,625
	Riñones	-0,265	+0,250	+0,208	-0,440	-0,220	-1,000	0	0	-1,571	+0,215
	Base	+0,275	-0,250	-0,181	+0,520	+0,260	-0,027	-1,000	-0,577	-0,250	-1,375
II/90°	Clave	+0,266	-0,245		+0,396	+0,198	+0,038	-0,989		+0,285	+0,643
	Riñones	-0,271	+0,244		-0,460	-0,230	-1,000	0		-1,571	+0,215
	Base	+0,277	-0,224		+0,524	+0,262	-0,452	-0,718		-1,587	+0,707
II/120°	Clave	0,240	-0,232		+0,314	+0,517	-0,020	-0,960		+0,105	+0,552
	Riñones	-0,240	+0,228		-0,362	-0,181	-1,000	0		-1,571	+0,215
	Base	+0,202	-0,187		+0,291	+0,145	-0,558	-0,540		-1,918	+0,541
II/180°	Clave	+0,163	-0,163		+0,071	+0,035	-0,212	-0,788		-0,500	+0,250
	Riñones	-0,125	+0,125		0	0	-1,000	0		-1,571	+0,215
	Base	+0,087	-0,087		-0,071	-0,035	-0,788	-0,212		-2,642	+0,179
III/180°	Clave	+0,250	-0,250	-0,181	+0,345	+0,172	0	-1,000	-0,577	+0,167	+0,583
	Riñones	-0,250	+0,250	+0,208	-0,393	-0,196	-1,000	0	0	-1,571	+0,215
	Base	+0,250	-0,250	-0,181	+0,441	+0,220	0	-1,000	-0,577	-0,167	+1,417

Con los coeficientes m y n, se obtienen los esfuerzos, de acuerdo con las siguientes ecuaciones:

- o Por carga vertical total q_{vt}:

$$M_{qvt} = m_{qvt} \cdot q_{vt} \cdot r_m^2 \quad \left(\frac{kN \cdot m}{m} \right)$$

$$N_{qvt} = n_{qvt} \cdot q_{vt} \cdot r_m \quad \left(\frac{kN}{m} \right)$$

- o Por carga horizontal q_h:

$$M_{qh} = m_{qh} \cdot q_h \cdot r_m^2 \quad \left(\frac{kN \cdot m}{m} \right)$$

$$N_{qh} = n_{qh} \cdot q_h \cdot r_m \quad \left(\frac{kN}{m} \right)$$

- o Por reacción horizontal q_h^{*}:

$$M_{qh}^* = m_{qh}^* \cdot q_h^* \cdot r_m^2 \quad \left(\frac{kN \cdot m}{m} \right)$$

$$N_{qh}^* = n_{qh}^* \cdot q_h^* \cdot r_m \quad \left(\frac{kN}{m} \right)$$

- o Por peso propio:

$$M_g = m_g \cdot \gamma_R \cdot e \cdot r_m^2 \quad \left(\frac{kN \cdot m}{m} \right)$$

$$N_g = n_g \cdot \gamma_R \cdot e \cdot r_m \quad \left(\frac{kN}{m} \right)$$

- o Por peso del agua:

$$M_w = m_w \cdot \gamma_w \cdot r_m^3 \quad \left(\frac{kN \cdot m}{m} \right)$$

$$N_w = n_w \cdot \gamma_w \cdot r_m^2 \quad \left(\frac{kN}{m} \right)$$

Para obtener los valores finales de momento (M) y axil (N) totales actuantes, se realiza el sumatorio de momentos y axiles. Este cálculo se realizará tres veces, para clave, riñones y base.

Tensiones

Con los esfuerzos calculados anteriormente se determinan las tensiones con la siguiente expresión:

$$\sigma = \frac{N}{A} \pm \frac{M}{W^*} \cdot \alpha_k, \text{ donde:}$$

- o M = Suma de los momentos (clave, riñones y base) en kN·m/m
- o N = Suma de los axiles (clave, riñones y base) en kN/m
- o A = Área de la sección en cm²
- o W* = Momento resistente de la sección en cm³/m, $W^* = \frac{1 \cdot e^3}{6}$
- o α_k será:
 - En la clave y en la base: $\alpha_{ki} = 1 + \frac{1}{3} \cdot \frac{e}{r_m} = \frac{3 \cdot d_i + 5 \cdot e}{3 \cdot d_i + 3 \cdot e}$
 - En los riñones: $\alpha_{ka} = 1 - \frac{1}{3} \cdot \frac{e}{r_m} = \frac{3 \cdot d_i + e}{3 \cdot d_i + 3 \cdot e}$

Con d_i = diámetro interior del tubo en cm

Deformaciones

Con la distribución de carga en la periferia del tubo según el tipo de apoyo III, se calcula la variación de diámetro vertical ΔD_v como consecuencia de las cargas externas.

$$\Delta D_v = C^*_v \cdot 2 \cdot r_m \cdot \frac{q_{vt} - q_h}{S_R}$$

Con el valor de ΔD_v puede calcularse la deformación relativa según la expresión:

$$\delta_v = \frac{\Delta D_v}{2 \cdot r_m} (\%)$$

3.4.5 DEFINICIÓN DE LOS COEFICIENTES DE SEGURIDAD

Según la interacción de la deformación del tubo y la deformación del terreno, los tubos se clasifican en rígidos y flexibles.

En los tubos rígidos las cargas no originan deformaciones que produzcan efectos en la distribución de la carga. Para su dimensionado tiene carácter decisivo la verificación de la tensión.

En los tubos flexibles su deformación influye de manera esencial en la distribución de la carga, pues el terreno colabora en el sistema portante. Para su dimensionado tiene carácter decisivo la verificación de la deformación y, en determinados casos, la verificación de la estabilidad.

- o Verificación de la tensión

La tensión σ calculada según el apartado 2.4.2., ha de compararse con el valor de σ_R , dada en función de la clase de seguridad requerida. De la relación entre ambas tensiones resulta el coeficiente de seguridad v :

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

- o Verificación de la carga admisible

Para tubos con una carga de aplastamiento definida w , se puede calcular el coeficiente de seguridad a través de un factor de apoyo K , según la ecuación:

$$v = \frac{w}{W_1} \cdot K$$

, teniendo $W_1 = q_{vt} \cdot D$

Siendo q_{vt} la carga vertical total sobre el tubo y K los valores de la siguiente tabla, cuando de forma simplificada se efectúan los cálculos sin contemplar el peso propio, el peso del agua contenida, ni la carga lateral del relleno.

Tipo de apoyo	2α	K
I	60	1,59
	90	1,91
	120	2,18
II	90	2,17
	120	2,5
	180	3,69

- o Verificación de la deformación

Para tubos flexibles ha de compararse la variación del diámetro vertical calculada según la metodología anteriormente expuesta, con su valor admisible.

Para la comprobación a largo plazo el valor admisible de Deflexión vertical es el 6%.

El valor correspondiente a corto plazo, que sirve para la comprobación inmediatamente después del montaje, se calcula sin la carga de tráfico.

- o Verificación de la estabilidad

La comprobación de la estabilidad sirve para calcular el coeficiente de seguridad entre la carga crítica y la carga existente. Esto se lleva a cabo teniendo en cuenta la influencia de la carga del terreno, la presión externa de las aguas del suelo, y la superposición de ambas.

3.5 CÁLCULOS DE LAS SECCIONES MÁS DESFAVORABLES

A continuación se incluyen los cálculos efectuados con los programas descritos, para cada una de las secciones desfavorables y cada tipo de material proyectado:

Cálculo mecánico de tuberías.

Título: Eje 1 DN 600 Max Recub Sección A

Autor:

Hoja: 1

PARÁMETROS DE CÁLCULO**CARACTERÍSTICAS DEL TUBO:**

Tipo de conducto:	Abastecimiento.
Material:	PRV (Centrifugado).
Clase de material:	PN10-SN 10.000.
Norma:	ATV A 127.
Diámetro normalizado:	600
Diámetro exterior:	616,0 mm.
Diámetro interior:	587,6 mm.
Espesor:	14,2 mm.
Módulo elasticidad Et:	110.000,0 N/mm ² .
Módulo elasticidad LP Et:	65.000,0 N/mm ² .
Peso específico GAMMA:	19,0 kN/m ³ .
Rotura flexotracción:	130,0 N/mm ² .
Rotura flexotracción l/p:	90,0 N/mm ² .
Rigidez circunferencial específica:	10,0 kN/m ² .

CLASE DE SEGURIDAD:

<u>Coeficiente de seguridad clase A:</u>	
Frente a fallo por rotura:	2,5.
Frente a la inestabilidad:	2,5.
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):	1,75 m.
Anchura de la zanja (B):	1,2 m.
Ángulo del talud (BETA):	90,0 grados.

NIVEL FREÁTICO:

Altura nivel freático:	0,8 m.
------------------------	--------

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: Eje 1 DN 600 Max Recub Sección A

Autor:

Hoja: 2

CARACTERÍSTICAS DE LOS SUELOS:**Zona1:**

Tipo de suelo:	Grupo 1.
% Compactación:	95,0%.
E1:	16,0 N/mm ² .
GAMMA 1:	20,0 kN/m ³ .
Ángulo rozamiento interno Ro:	35,0
Ángulo rozamiento relleno Ro':	0,0

Zona2:

Tipo de suelo:	Grupo 1.
% Compactación:	95,0%.
E2:	16,0 N/mm ² .
GAMMA 2:	20,0 kN/m ³ .
Coefficiente empuje K1:	0,5
Coefficiente empuje K2:	0,4

Zona3:

Tipo de suelo:	Grupo 4.
% Compactación:	100%.
E3:	10,0 N/mm ² .

Zona4:

Tipo de suelo:	Grupo 4.
% Compactación:	100%.
E4:	10,0 N/mm ² .

SOBRECARGAS VERTICALES (TRÁFICO):

Tipo de sobrecarga:	Concentrada.
Tipo de vehículo:	HT 30 (MEDIO).
Número de ejes:	3
Distancia entre ejes:	2 m.
Distancia entre ruedas:	2 m.
Tipo de firme:	Normal.
Coefficiente (Fi):	1,4
Altura equivalente de tierras:	0,0 m.

Cálculo mecánico de tuberías.

Titulo: Eje 1 DN 600 Max Recub Sección A

Autor:

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):	35,06 kN/m2.

Cargas debidas al tráfico:

Valor FA	50
Valor FE	250
Valor rA:	0,18
Valor rE:	1,82
Carga máx. de Boussinesq (Pf):	13,91 kN/m2.
Factor de corrección (af):	0,98
Carga vertical tráfico (P):	13,68 kN/m2.
Factor de impacto (FI):	1,4
Carga vertical mayorada (Pv):	19,15 kN/m2.

DISTRIBUCIÓN DE CARGAS:

Corrección E2:

Relación B/D:	1,9481
Coefficiente ALFA_bi:	0,0000
Coefficiente ALFA_b:	0,3160
Coefficiente f (HF=00,80):	1,0000
Compactación Dpr:	95,0 %.

	<u>Tensión</u>	<u>Def. c/p.</u>	<u>Def. l/p.</u>
Módulo corregido E2' (N/mm2):	5,0563	3,3709	3,3709

Relación de rigidez:

Rigidez del tubo Sr (N/mm2):	0,0800	0,0800	0,0473
Factor de corrección TAU:	1,4039	1,6281	1,6281
Rigidez horizontal SBH (N/mm2):	4,2592	3,2929	3,2929
Rigidez sistema Tubo-Suelo VRB:	0,0188	0,0243	0,0144
Relación Pr. lateral-Pr. Vertical K2:	0,4000	0,4000	0,4000
Rigidez vert. relleno SBV:	5,0563	3,3709	3,3709
Coef. reacción relleno lat. K*:	0,9848	0,9246	1,0392
Coef. def. diam. vert. Cv*:	-0,0203	-0,0241	-0,0168
Relación de rigidez Vs:	0,7805	0,9837	0,8353

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':	3,1644	4,7466	4,7466
Máximo factor de concentración	1,5298	1,8103	1,8103
Factor concentración LANDA_R:	1,0477	1,1453	1,0907
Factor concentración LANDA_B:	0,9841	0,9516	0,9698

Influencia de la anchura de la zanja:

Factor concentración LANDA_RG:	1,0151	1,0459	1,0287
--------------------------------	--------	--------	--------

Factor límite del factor de concentración:

Límite superior LANDA_f0:	3,7371	3,7371	3,7371
Límite inferior LANDA_fu:	0,4334	0,4334	0,4334

Cálculo mecánico de tuberías.

Titulo: Eje 1 DN 600 Max Recub Sección A

Autor:

Hoja: 4

CARGAS DE CÁLCULO:

	<u>Tensión</u>	<u>Def. c/p.</u>	<u>Def. l/p.</u>
Carga vertical sobre tubo Qvt:	54,7364	36,6703	55,2120
Componente carga relleno Qh:	16,2649	15,8086	16,0642
Componente carga deformación Qh*:	37,8880	19,2884	40,6833

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:	1,210	-1,210	1,210
Por carga horizontal:	-0,360	0,360	-0,360
Por reacción horizontal:	-0,606	0,697	-0,606
Por peso propio:	0,008	-0,009	0,011
Por peso del agua:	0,045	-0,052	0,058
Suma de momentos:	0,297	-0,215	0,312
<u>Axiales (kN/m)</u>	<u>Clave</u>	<u>Riñones</u>	<u>Base</u>
Por carga vertical:	0,000	3,499	23,063
Por carga horizontal:	-4,836	0,000	0,000
Por reacción horizontal:	-6,500	0,000	0,000
Por peso propio:	0,013	0,000	0,000
Por peso del agua:	0,515	0,000	0,000
Suma de axiales:	-10,808	3,499	23,063

CÁLCULO DE TENSIONES Y DEFORMACIONES:

Cálculo de los factores de corrección por curvatura:

Factor ALFA_ki:	1,0159
Factor ALFA_ka:	0,9841

Cálculo de tensiones:

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

Tensión en la clave:	8,2320 N/mm ² .
Tensión en los riñones:	6,5275 N/mm ² .
Tensión en la base:	11,0680 N/mm ² .

Cálculo de deformaciones:

	<u>Corto plazo</u>	<u>Largo plazo</u>	
Variación del diámetro:	-3,7416	-8,2687	mm.
Acortamiento relativo del diámetro vertical:	0,6292	1,3904	%.

CÁLCULO DE LA ESTABILIDAD:

	<u>Corto plazo</u>	<u>Largo plazo</u>	
<u>Carga de tierras:</u>			
Carga crítica de abolladura:	1,0265	0,7891	N/mm ² .
<u>Presión del agua exterior:</u>			
Coefficiente ALFA_d:	8,3600	10,3933	
Presión del agua extrema:	0,0126	0,0126	N/mm ² .
Valor crítico de Pa:	0,6688	0,4913	N/mm ² .

Cálculo mecánico de tuberías.

Titulo: Eje 1 DN 600 Max Recub Sección A

Autor:

Hoja: 5

VERIFICACIÓN:**Verificación de tensión:**

	<u>Coef. calculado</u>		<u>Coef. requerido</u>
	<u>Corto Plazo</u>		
NU Clave:	15,7919		2,0000
NU Riñones:	19,9156		2,0000
NU Base	11,7455		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:	27,9930	14,2920	2,5000
NU Presión Agua externa:	53,0373	38,9628	2,5000
NU simultáneas:	18,3225	10,4564	2,5000

Verificación de deformación:

	<u>Valor calculado</u>		<u>Valor admisible</u>
	<u>Corto Plazo</u>	<u>Largo plazo</u>	
Acortamiento relativo:	0,6292	1,3904	6,0000

CONCLUSIÓN:**TUBO VÁLIDO.**

Cálculo mecánico de tuberías.

Titulo: Eje 2 DN 900 Min Recub Sección C

Autor:

Hoja: 1

PARÁMETROS DE CÁLCULO**CARACTERÍSTICAS DEL TUBO:**

Tipo de conducto:	Saneamiento.
Material:	PRV (Centrifugado).
Clase de material:	PN1-SN 10.000.
Norma:	ATV A 127.
Diámetro normalizado:	900
Diámetro exterior:	924,0 mm.
Diámetro interior:	883,0 mm.
Espesor:	20,5 mm.
Módulo elasticidad Et:	110.000,0 N/mm ² .
Módulo elasticidad LP Et:	65.000,0 N/mm ² .
Peso específico GAMMA:	19,0 kN/m ³ .
Rotura flexotracción:	130,0 N/mm ² .
Rotura flexotracción l/p:	90,0 N/mm ² .
Rigidez circunferencial específica:	10,0 kN/m ² .

CLASE DE SEGURIDAD:

<u>Coeficiente de seguridad clase A:</u>	
Frente a fallo por rotura:	2,5.
Frente a la inestabilidad:	2,5.
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):	0,9 m.
Anchura de la zanja (B):	2,1 m.
Ángulo del talud (BETA):	72,0 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: Eje 2 DN 900 Min Recub Sección C

Autor:

Hoja: 2

CARACTERÍSTICAS DE LOS SUELOS:**Zona1:**

Tipo de suelo:	Grupo 1.
% Compactación:	95,0%.
E1:	16,0 N/mm ² .
GAMMA 1:	20,0 kN/m ³ .
Ángulo rozamiento interno Ro:	35,0
Ángulo rozamiento relleno Ro':	0,0

Zona2:

Tipo de suelo:	Grupo 1.
% Compactación:	95,0%.
E2:	16,0 N/mm ² .
GAMMA 2:	20,0 kN/m ³ .
Coefficiente empuje K1:	0,5
Coefficiente empuje K2:	0,4

Zona3:

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

Zona4:

Tipo de suelo:	Grupo 4.
% Compactación:	100%.
E4:	10,0 N/mm ² .

SOBRECARGAS VERTICALES (TRÁFICO):

Tipo de sobrecarga:	Concentrada.
Tipo de vehículo:	HT 30 (MEDIO).
Número de ejes:	3
Distancia entre ejes:	2 m.
Distancia entre ruedas:	2 m.
Tipo de firme:	Normal.
Coefficiente (Fi):	1,4
Altura equivalente de tierras:	0,0 m.

Cálculo mecánico de tuberías.

Titulo: Eje 2 DN 900 Min Recub Sección C

Autor:

Hoja: 4

CARGAS DE CÁLCULO:

	<u>Tensión</u>	<u>Def. c/p.</u>	<u>Def. l/p.</u>
Carga vertical sobre tubo Qvt:	52,4684	18,3936	52,6043
Componente carga relleno Qh:	10,8863	10,7723	10,8436
Componente carga deformación Qh*:	43,0143	7,4187	44,8943

CÁLCULO DE ESFUERZOS:

Tipo III -> 2*alfa=180

<u>Momentos (kN*m/m)</u>	<u>Clave</u>	<u>Riñones</u>	<u>Base</u>
Por carga vertical:	2,617	-2,617	2,617
Por carga horizontal:	-0,543	0,543	-0,543
Por reacción horizontal:	-1,553	1,785	-1,553
Por peso propio:	0,027	-0,031	0,034
Por peso del agua:	0,153	-0,175	0,196
Suma de momentos:	0,701	-0,494	0,751
<u>Axiales (kN/m)</u>	<u>Clave</u>	<u>Riñones</u>	<u>Base</u>
Por carga vertical:	0,000	5,038	33,206
Por carga horizontal:	-4,862	0,000	0,000
Por reacción horizontal:	-11,085	0,000	0,000
Por peso propio:	0,029	0,000	0,000
Por peso del agua:	1,163	0,000	0,000
Suma de axiales:	-14,755	5,038	33,206

CÁLCULO DE TENSIONES Y DEFORMACIONES:**Cálculo de los factores de corrección por curvatura:**

Factor ALFA_ki:	1,0153
Factor ALFA_ka:	0,9847

Cálculo de tensiones:

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

Tensión en la clave:	9,4366N/mm ² .
Tensión en los riñones:	7,1921 N/mm ² .
Tensión en la base:	12,5042 N/mm ² .

Cálculo de deformaciones:

	<u>Corto plazo</u>	<u>Largo plazo</u>	
Variación del diámetro:	-1,7872	-11,4400	mm.
Acortamiento relativo del diámetro vertical:	0,2001	1,2807	%.

CÁLCULO DE LA ESTABILIDAD:

	<u>Corto plazo</u>	<u>Largo plazo</u>	
<u>Carga de tierras:</u>			
Carga crítica de abolladura:	1,1378	0,8746	N/mm ² .
<u>Presión del agua exterior:</u>			
Coficiente ALFA_d:	8,9300	11,2054	
Presión del agua extrema:	0,0000	0,0124	N/mm ² .
Valor crítico de Pa:	0,7144	0,5328	N/mm ² .

Cálculo mecánico de tuberías.

Titulo: Eje 2 DN 900 Min Recub Sección C

Autor:

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):	18,0 kN/m2.

Cargas debidas al tráfico:

Valor FA	50
Valor FE	250
Valor rA:	0,18
Valor rE:	1,82
Carga máx. de Boussinesq (Pf):	30,59 kN/m2.
Factor de corrección (af):	0,8
Carga vertical tráfico (P):	24,6 kN/m2.
Factor de impacto (FI):	1,4
Carga vertical mayorada (Pv):	34,44 kN/m2.

DISTRIBUCIÓN DE CARGAS:**Corrección E2:**

Relación B/D:	2,2727
Coefficiente ALFA_bi:	0,0000
Coefficiente ALFA_b:	0,4242
Coefficiente f (HF=00,00):	1,0000
Compactación Dpr:	95,0 %.

	<u>Tensión</u>	<u>Def. c/p.</u>	<u>Def. l/p.</u>
Módulo corregido E2' (N/mm2):	6,7879	4,5253	4,5253

Relación de rigidez:

Rigidez del tubo Sr (N/mm2):	0,0800	0,0800	0,0473
Factor de corrección TAU:	1,3339	1,4899	1,4899
Rigidez horizontal SBH (N/mm2):	5,4324	4,0453	4,0453
Rigidez sistema Tubo-Suelo VRB:	0,0147	0,0198	0,0117
Relación Pr. lateral-Pr. Vertical K2:	0,4000	0,4000	0,4000
Rigidez vert. relleno SBV:	6,7879	4,5253	4,5253
Coef. reacción relleno lat. K*:	1,0344	0,9734	1,0750
Coef. def. diam. vert. Cv*:	-0,0171	-0,0210	-0,0145
Relación de rigidez Vs:	0,6894	0,8418	0,7206

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':	2,3571	3,5357	3,5357
Máximo factor de concentración	1,2120	1,3257	1,3257
Factor concentración LANDA_R:	1,0040	1,0515	1,0218
Factor concentración LANDA_B:	0,9987	0,9828	0,9927

Influencia de la anchura de la zanja:

Factor concentración LANDA_RG:	1,0017	1,0219	1,0093
--------------------------------	--------	--------	--------

Factor límite del factor de concentración:

Límite superior LANDA_f0:	3,8650	3,8650	3,8650
Límite inferior LANDA_fu:	0,7249	0,7249	0,7249

Cálculo mecánico de tuberías.

Titulo: Eje 2 DN 900 Min Recub Sección C

Autor:

Hoja: 5

VERIFICACIÓN:**Verificación de tensión:**

	<u>Coef. calculado</u>		<u>Coef. requerido</u>
	<u>Corto Plazo</u>		
NU Clave:	13,7761		2,0000
NU Riñones:	18,0753		2,0000
NU Base	10,3965		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:	61,8565	16,6262	2,5000
NU Presión Agua externa:	0,0000	0,0000	2,5000
NU simultáneas:	61,8565	16,6262	2,5000

Verificación de deformación:

	<u>Valor calculado</u>		<u>Valor admisible</u>
	<u>Corto Plazo</u>	<u>Largo plazo</u>	
Acortamiento relativo:	0,2001	1,2807	6,0000

CONCLUSIÓN:**TUBO VÁLIDO.**

Cálculo mecánico de tuberías.

Título: Eje 2 DN 700 Max Recub Sección C

Autor:

Hoja: 1

PARÁMETROS DE CÁLCULO**CARACTERÍSTICAS DEL TUBO:**

Tipo de conducto:	Abastecimiento.
Material:	PRV (Centrifugado).
Clase de material:	PN6-SN 10.000.
Norma:	ATV A 127.
Diámetro normalizado:	700
Diámetro exterior:	718,0 mm.
Diámetro interior:	685,6 mm.
Espesor:	16,2 mm.
Módulo elasticidad Et:	110.000,0 N/mm ² .
Módulo elasticidad LP Et:	65.000,0 N/mm ² .
Peso específico GAMMA:	19,0 kN/m ³ .
Rotura flexotracción:	130,0 N/mm ² .
Rotura flexotracción l/p:	90,0 N/mm ² .
Rigidez circunferencial específica:	10,0 kN/m ² .

CLASE DE SEGURIDAD:

<u>Coeficiente de seguridad clase A:</u>	
Frente a fallo por rotura:	2,5.
Frente a la inestabilidad:	2,5.
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):	2,39 m.
Anchura de la zanja (B):	1,7 m.
Ángulo del talud (BETA):	71,56 grados.

NIVEL FREÁTICO:

Altura nivel freático:	1,6 m.
------------------------	--------

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: Eje 2 DN 700 Max Recub Sección C

Autor:

Hoja: 2

CARACTERÍSTICAS DE LOS SUELOS:**Zona1:**

Tipo de suelo:	Grupo 1.
% Compactación:	95,0%.
E1:	16,0 N/mm ² .
GAMMA 1:	20,0 kN/m ³ .
Ángulo rozamiento interno Ro:	35,0
Ángulo rozamiento relleno Ro':	0,0

Zona2:

Tipo de suelo:	Grupo 1.
% Compactación:	95,0%.
E2:	16,0 N/mm ² .
GAMMA 2:	20,0 kN/m ³ .
Coefficiente empuje K1:	0,5
Coefficiente empuje K2:	0,4

Zona3:

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

Zona4:

Tipo de suelo:	Grupo 4.
% Compactación:	100%.
E4:	10,0 N/mm ² .

SOBRECARGAS VERTICALES (TRÁFICO):

Tipo de sobrecarga:	Concentrada.
Tipo de vehículo:	HT 30 (MEDIO).
Número de ejes:	3
Distancia entre ejes:	2 m.
Distancia entre ruedas:	2 m.
Tipo de firme:	Normal.
Coefficiente (Fi):	1,4
Altura equivalente de tierras:	0,0 m.

Cálculo mecánico de tuberías.

Titulo: Eje 2 DN 700 Max Recub Sección C

Autor:

Hoja: 4

CARGAS DE CÁLCULO:

	<u>Tensión</u>	<u>Def. c/p.</u>	<u>Def. l/p.</u>
Carga vertical sobre tubo Qvt:	62,6582	48,9679	63,1348
Componente carga relleno Qh:	21,9951	21,5812	21,8557
Componente carga deformación Qh*:	42,3166	26,8473	44,5811

CÁLCULO DE ESFUERZOS:

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

<u>Momentos (kN*m/m)</u>	<u>Clave</u>	<u>Riñones</u>	<u>Base</u>
Por carga vertical:	1,885	-1,885	1,885
Por carga horizontal:	-0,662	0,662	-0,662
Por reacción horizontal:	-0,921	1,059	-0,921
Por peso propio:	0,013	-0,015	0,016
Por peso del agua:	0,072	-0,082	0,092
Suma de momentos:	0,386	-0,260	0,410
<u>Axiales (kN/m)</u>	<u>Clave</u>	<u>Riñones</u>	<u>Base</u>
Por carga vertical:	0,000	4,673	30,796
Por carga horizontal:	-7,629	0,000	0,000
Por reacción horizontal:	-8,469	0,000	0,000
Por peso propio:	0,018	0,000	0,000
Por peso del agua:	0,701	0,000	0,000
Suma de axiales:	-15,379	4,673	30,796

CÁLCULO DE TENSIONES Y DEFORMACIONES:

Cálculo de los factores de corrección por curvatura:

Factor ALFA_ki:	1,0156
Factor ALFA_ka:	0,9844

Cálculo de tensiones:

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

Tensión en la clave:	8,0150 N/mm ² .
Tensión en los riñones:	6,1497 N/mm ² .
Tensión en la base:	11,4129 N/mm ² .

Cálculo de deformaciones:

	<u>Corto plazo</u>	<u>Largo plazo</u>	
Variación del diámetro:	-4,8827	-8,5897	mm.
Acortamiento relativo del diámetro vertical:	0,7039	1,2382	%.

CÁLCULO DE LA ESTABILIDAD:

	<u>Corto plazo</u>	<u>Largo plazo</u>	
<u>Carga de tierras:</u>			
Carga crítica de abolladura:	1,1555	0,8882	N/mm ² .
<u>Presión del agua exterior:</u>			
Coefficiente ALFA_d:	9,0900	11,2707	
Presión del agua extrema:	0,0114	0,0114	N/mm ² .
Valor crítico de Pa:	0,7272	0,5328	N/mm ² .

Cálculo mecánico de tuberías.

Titulo: Eje 2 DN 700 Max Recub Sección C

Autor:

Hoja: 3

CARGAS QUE SE EMPLEARÁN EN LOS CÁLCULOS:**Cargas debidas a la tierra:**

Coeficiente carga de tierras (Cz):	1,0
Coeficiente carga de tierras (Cz90):	1,0
Coeficiente (Cn):	0,0
Coeficiente (Cn90):	0,0
Carga vertical tierras (Pe):	47,7 kN/m2.

Cargas debidas al tráfico:

Valor FA	50
Valor FE	250
Valor rA:	0,18
Valor rE:	1,82
Carga máx. de Boussinesq (Pf):	10,83 kN/m2.
Factor de corrección (af):	1,0
Carga vertical tráfico (P):	10,79 kN/m2.
Factor de impacto (FI):	1,4
Carga vertical mayorada (Pv):	15,11 kN/m2.

DISTRIBUCIÓN DE CARGAS:**Corrección E2:**

Relación B/D:	2,3677
Coeficiente ALFA_bi:	0,0000
Coeficiente ALFA_b:	0,4559
Coeficiente f (HF=01,60):	1,0000
Compactación Dpr:	95,0 %.

	<u>Tensión</u>	<u>Def. c/p.</u>	<u>Def. l/p.</u>
Módulo corregido E2' (N/mm2):	7,2943	4,8629	4,8629

Relación de rigidez:

Rigidez del tubo Sr (N/mm2):	0,0800	0,0800	0,0473
Factor de corrección TAU:	1,2832	1,4300	1,4300
Rigidez horizontal SBH (N/mm2):	5,6159	4,1724	4,1724
Rigidez sistema Tubo-Suelo VRB:	0,0142	0,0192	0,0113
Relación Pr. lateral-Pr. Vertical K2:	0,4000	0,4000	0,4000
Rigidez vert. relleno SBV:	7,2943	4,8629	4,8629
Coef. reacción relleno lat. K*:	1,0407	0,9803	1,0800
Coef. def. diam. vert. Cv*:	-0,0167	-0,0206	-0,0142
Relación de rigidez Vs:	0,6568	0,8001	0,6855

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':	2,1935	3,2902	3,2902
Máximo factor de concentración	1,3809	1,5885	1,5885
Factor concentración LANDA_R:	0,9932	1,0583	1,0151
Factor concentración LANDA_B:	1,0023	0,9806	0,9950

Influencia de la anchura de la zanja:

Factor concentración LANDA_RG:	0,9969	1,0266	1,0069
--------------------------------	--------	--------	--------

Factor límite del factor de concentración:

Límite superior LANDA_f0:	3,6423	3,6423	3,6423
Límite inferior LANDA_fu:	0,3879	0,3879	0,3879

Cálculo mecánico de tuberías.

Titulo: Eje 2 DN 700 Max Recub Sección C

Autor:

Hoja: 5

VERIFICACIÓN:**Verificación de tensión:**

	<u>Coef. calculado</u>		<u>Coef. requerido</u>
	<u>Corto Plazo</u>		
NU Clave:	16,2195		2,0000
NU Riñones:	21,1392		2,0000
NU Base	11,3906		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:	23,5968	14,0688	2,5000
NU Presión Agua externa:	63,5664	46,5731	2,5000
NU simultáneas:	17,2087	10,8049	2,5000

Verificación de deformación:

	<u>Valor calculado</u>		<u>Valor admisible</u>
	<u>Corto Plazo</u>	<u>Largo plazo</u>	
Acortamiento relativo:	0,7039	1,2382	6,0000

CONCLUSIÓN:**TUBO VÁLIDO.**

Cálculo mecánico de tuberías.

Título: Eje 1 DN 700 Min Recub Sección B

Autor:

Hoja: 1

PARÁMETROS DE CÁLCULO**CARACTERÍSTICAS DEL TUBO:**

Tipo de conducto:	Abastecimiento.
Material:	PRV (Centrifugado).
Clase de material:	PN6-SN 10.000.
Norma:	ATV A 127.
Diámetro normalizado:	700
Diámetro exterior:	718,0 mm.
Diámetro interior:	685,6 mm.
Espesor:	16,2 mm.
Módulo elasticidad Et:	110.000,0 N/mm ² .
Módulo elasticidad LP Et:	65.000,0 N/mm ² .
Peso específico GAMMA:	19,0 kN/m ³ .
Rotura flexotracción:	130,0 N/mm ² .
Rotura flexotracción l/p:	90,0 N/mm ² .
Rigidez circunferencial específica:	10,0 kN/m ² .

CLASE DE SEGURIDAD:

<u>Coeficiente de seguridad clase A:</u>	
Frente a fallo por rotura:	2,5.
Frente a la inestabilidad:	2,5.
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):	0,6 m.
Anchura de la zanja (B):	1,7 m.
Ángulo del talud (BETA):	71,56 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: Eje 1 DN 700 Min Recub Sección B

Autor:

Hoja: 2

CARACTERÍSTICAS DE LOS SUELOS:**Zona1:**

Tipo de suelo:	Grupo 1.
% Compactación:	95,0%.
E1:	16,0 N/mm ² .
GAMMA 1:	20,0 kN/m ³ .
Ángulo rozamiento interno Ro:	35,0
Ángulo rozamiento relleno Ro':	0,0

Zona2:

Tipo de suelo:	Grupo 1.
% Compactación:	95,0%.
E2:	16,0 N/mm ² .
GAMMA 2:	20,0 kN/m ³ .
Coefficiente empuje K1:	0,5
Coefficiente empuje K2:	0,4

Zona3:

Tipo de suelo:	Grupo 4.
% Compactación:	100%.
E3:	10,0 N/mm ² .

Zona4:

Tipo de suelo:	Grupo 4.
% Compactación:	100%.
E4:	10,0 N/mm ² .

SOBRECARGAS VERTICALES (TRÁFICO):

Tipo de sobrecarga:	Concentrada.
Tipo de vehículo:	HT 30 (MEDIO).
Número de ejes:	3
Distancia entre ejes:	2 m.
Distancia entre ruedas:	2 m.
Tipo de firme:	Normal.
Coefficiente (Fi):	1,4
Altura equivalente de tierras:	0,0 m.

Cálculo mecánico de tuberías.

Titulo: Eje 1 DN 700 Min Recub Sección B

Autor:

Hoja: 3

CARGAS QUE SE EMPLEARÁN EN LOS CÁLCULOS:

Cargas debidas a la tierra:

Coficiente carga de tierras (Cz):	1,0
Coficiente carga de tierras (Cz90):	1,0
Coficiente (Cn):	0,0
Coficiente (Cn90):	0,0
Carga vertical tierras (Pe):	12,06 kN/m2.

Cargas debidas al tráfico:

Valor FA	50
Valor FE	250
Valor rA:	0,18
Valor rE:	1,82
Carga máx. de Boussinesq (Pf):	60,04 kN/m2.
Factor de corrección (af):	0,66
Carga vertical tráfico (P):	39,6 kN/m2.
Factor de impacto (FI):	1,4
Carga vertical mayorada (Pv):	55,44 kN/m2.

DISTRIBUCIÓN DE CARGAS:

Corrección E2:

Relación B/D:	2,3677
Coficiente ALFA_bi:	0,0000
Coficiente ALFA_b:	0,4559
Coficiente f (HF=00,00):	1,0000
Compactación Dpr:	95,0 %.

	<u>Tensión</u>	<u>Def. c/p.</u>	<u>Def. l/p.</u>
Módulo corregido E2' (N/mm2):	7,2943	4,8629	4,8629

Relación de rigidez:

Rigidez del tubo Sr (N/mm2):	0,0800	0,0800	0,0473
Factor de corrección TAU:	1,1424	1,3101	1,3101
Rigidez horizontal SBH (N/mm2):	4,9999	3,8224	3,8224
Rigidez sistema Tubo-Suelo VRB:	0,0160	0,0209	0,0124
Relación Pr. lateral-Pr. Vertical K2:	0,4000	0,4000	0,4000
Rigidez vert. relleno SBV:	7,2943	4,8629	4,8629
Coef. reacción relleno lat. K*:	1,0183	0,9605	1,0657
Coef. def. diam. vert. Cv*:	-0,0181	-0,0218	-0,0151
Relación de rigidez Vs:	0,6050	0,7536	0,6439

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':	2,1935	3,2902	3,2902
Máximo factor de concentración	1,1768	1,2721	1,2721
Factor concentración LANDA_R:	0,9847	1,0261	0,9985
Factor concentración LANDA_B:	1,0051	0,9913	1,0005

Influencia de la anchura de la zanja:

Factor concentración LANDA_RG:	0,9930	1,0119	0,9993
--------------------------------	--------	--------	--------

Factor límite del factor de concentración:

Límite superior LANDA_f0:	3,9096	3,9096	3,9096
Límite inferior LANDA_fu:	0,7560	0,7560	0,7560

Cálculo mecánico de tuberías.

Titulo: Eje 1 DN 700 Min Recub Sección B

Autor:

Hoja: 5

VERIFICACIÓN:**Verificación de tensión:**

	<u>Coef. calculado</u>		<u>Coef. requerido</u>
	<u>Corto Plazo</u>		
NU Clave:	10,7948		2,0000
NU Riñones:	15,0280		2,0000
NU Base	8,3830		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:	90,6284	12,5971	2,5000
NU Presión Agua externa:	0,0000	0,0000	2,5000
NU simultáneas:	90,6284	12,5971	2,5000

Verificación de deformación:

	<u>Valor calculado</u>		<u>Valor admisible</u>
	<u>Corto Plazo</u>	<u>Largo plazo</u>	
Acortamiento relativo:	0,1241	1,9095	6,0000

CONCLUSIÓN:**TUBO VÁLIDO.**

Cálculo mecánico de tuberías.

Titulo: Eje 1 DN 700 Min Recub Sección B

Autor:

Hoja: 4

CARGAS DE CÁLCULO:

	<u>Tensión</u>	<u>Def. c/p.</u>	<u>Def. l/p.</u>
Carga vertical sobre tubo Qvt:	67,4133	12,2034	67,4893
Componente carga relleno Qh:	7,7207	7,6541	7,6984
Componente carga deformación Qh*:	60,7869	4,3695	63,7170

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:	2,028	-2,028	2,028
Por carga horizontal:	-0,232	0,232	-0,232
Por reacción horizontal:	-1,324	1,521	-1,324
Por peso propio:	0,013	-0,015	0,016
Por peso del agua:	0,072	-0,082	0,092
Suma de momentos:	0,556	-0,371	0,580
<u>Axiales (kN/m)</u>	<u>Clave</u>	<u>Riñones</u>	<u>Base</u>
Por carga vertical:	0,000	5,027	33,133
Por carga horizontal:	-2,678	0,000	0,000
Por reacción horizontal:	-12,165	0,000	0,000
Por peso propio:	0,018	0,000	0,000
Por peso del agua:	0,701	0,000	0,000
Suma de axiales:	-14,124	5,027	33,133

CÁLCULO DE TENSIONES Y DEFORMACIONES:

Cálculo de los factores de corrección por curvatura:

Factor ALFA_ki:	1,0156
Factor ALFA_ka:	0,9844

Cálculo de tensiones:

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

Tensión en la clave:	12,0428 N/mm ² .
Tensión en los riñones:	8,6505 N/mm ² .
Tensión en la base:	15,5075 N/mm ² .

Cálculo de deformaciones:

	<u>Corto plazo</u>	<u>Largo plazo</u>	
Variación del diámetro:	-0,8612	-13,2464	mm.
Acortamiento relativo del diámetro vertical:	0,1241	1,9095	%.

CÁLCULO DE LA ESTABILIDAD:

	<u>Corto plazo</u>	<u>Largo plazo</u>	
<u>Carga de tierras:</u>			
Carga crítica de abolladura:	1,1060	0,8502	N/mm ² .
<u>Presión del agua exterior:</u>			
Coefficiente ALFA_d:	8,7500	10,9819	
Presión del agua extrema:	0,0000	0,0086	N/mm ² .
Valor crítico de Pa:	0,7000	0,4830	N/mm ² .

Cálculo mecánico de tuberías.

Título: Eje 1 DN 600 Max Recub Sección B

Autor:

Hoja: 1

PARÁMETROS DE CÁLCULO**CARACTERÍSTICAS DEL TUBO:**

Tipo de conducto:	Abastecimiento.
Material:	PRV (Centrifugado).
Clase de material:	PN10-SN 10.000.
Norma:	ATV A 127.
Diámetro normalizado:	600
Diámetro exterior:	616,0 mm.
Diámetro interior:	587,6 mm.
Espesor:	14,2 mm.
Módulo elasticidad Et:	110.000,0 N/mm ² .
Módulo elasticidad LP Et:	65.000,0 N/mm ² .
Peso específico GAMMA:	19,0 kN/m ³ .
Rotura flexotracción:	130,0 N/mm ² .
Rotura flexotracción l/p:	90,0 N/mm ² .
Rigidez circunferencial específica:	10,0 kN/m ² .

CLASE DE SEGURIDAD:

<u>Coeficiente de seguridad clase A:</u>	
Frente a fallo por rotura:	2,5.
Frente a la inestabilidad:	2,5.
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):	1,8 m.
Anchura de la zanja (B):	1,6 m.
Ángulo del talud (BETA):	71,56 grados.

NIVEL FREÁTICO:

Altura nivel freático:	1,6 m.
------------------------	--------

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: Eje 1 DN 600 Max Recub Sección B

Autor:

Hoja: 2

CARACTERÍSTICAS DE LOS SUELOS:**Zona1:**

Tipo de suelo:	Grupo 1.
% Compactación:	95,0%.
E1:	16,0 N/mm ² .
GAMMA 1:	20,0 kN/m ³ .
Ángulo rozamiento interno Ro:	35,0
Ángulo rozamiento relleno Ro':	0,0

Zona2:

Tipo de suelo:	Grupo 1.
% Compactación:	95,0%.
E2:	16,0 N/mm ² .
GAMMA 2:	20,0 kN/m ³ .
Coefficiente empuje K1:	0,5
Coefficiente empuje K2:	0,4

Zona3:

Tipo de suelo:	Grupo 4.
% Compactación:	100%.
E3:	10,0 N/mm ² .

Zona4:

Tipo de suelo:	Grupo 4.
% Compactación:	100%.
E4:	10,0 N/mm ² .

SOBRECARGAS VERTICALES (TRÁFICO):

Tipo de sobrecarga:	Concentrada.
Tipo de vehículo:	HT 30 (MEDIO).
Número de ejes:	3
Distancia entre ejes:	2 m.
Distancia entre ruedas:	2 m.
Tipo de firme:	Normal.
Coefficiente (Fi):	1,4
Altura equivalente de tierras:	0,0 m.

Cálculo mecánico de tuberías.

Titulo: Eje 1 DN 600 Max Recub Sección B

Autor:

Hoja: 3

CARGAS QUE SE EMPLEARÁN EN LOS CÁLCULOS:**Cargas debidas a la tierra:**

Coficiente carga de tierras (Cz):	1,0
Coficiente carga de tierras (Cz90):	1,0
Coficiente (Cn):	0,0
Coficiente (Cn90):	0,0
Carga vertical tierras (Pe):	36,08 kN/m2.

Cargas debidas al tráfico:

Valor FA	50
Valor FE	250
Valor rA:	0,18
Valor rE:	1,82
Carga máx. de Boussinesq (Pf):	13,59 kN/m2.
Factor de corrección (af):	0,99
Carga vertical tráfico (P):	13,39 kN/m2.
Factor de impacto (FI):	1,4
Carga vertical mayorada (Pv):	18,75 kN/m2.

DISTRIBUCIÓN DE CARGAS:**Corrección E2:**

Relación B/D:	2,5974
Coficiente ALFA_bi:	0,0000
Coficiente ALFA_b:	0,5325
Coficiente f (HF=01,60):	1,0000
Compactación Dpr:	95,0 %.

	<u>Tensión</u>	<u>Def. c/p.</u>	<u>Def. l/p.</u>
Módulo corregido E2' (N/mm2):	8,5195	5,6797	5,6797

Relación de rigidez:

Rigidez del tubo Sr (N/mm2):	0,0800	0,0800	0,0473
Factor de corrección TAU:	1,0637	1,2119	1,2119
Rigidez horizontal SBH (N/mm2):	5,4374	4,1297	4,1297
Rigidez sistema Tubo-Suelo VRB:	0,0147	0,0194	0,0114
Relación Pr. lateral-Pr. Vertical K2:	0,4000	0,4000	0,4000
Rigidez vert. relleno SBV:	8,5195	5,6797	5,6797
Coef. reacción relleno lat. K*:	1,0346	0,9780	1,0784
Coef. def. diam. vert. Cv*:	-0,0171	-0,0207	-0,0143
Relación de rigidez Vs:	0,5496	0,6802	0,5827

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':	1,8780	2,8171	2,8171
Máximo factor de concentración	1,3051	1,4740	1,4740
Factor concentración LANDA_R:	0,9542	1,0081	0,9694
Factor concentración LANDA_B:	1,0153	0,9973	1,0102

Influencia de la anchura de la zanja:

Factor concentración LANDA_RG:	0,9756	1,0043	0,9837
--------------------------------	--------	--------	--------

Factor límite del factor de concentración:

Límite superior LANDA_f0:	3,7294	3,7294	3,7294
Límite inferior LANDA_fu:	0,4249	0,4249	0,4249

Cálculo mecánico de tuberías.

Titulo: Eje 1 DN 600 Max Recub Sección B

Autor:

Hoja: 4

CARGAS DE CÁLCULO:

	<u>Tensión</u>	<u>Def. c/p.</u>	<u>Def. l/p.</u>
Carga vertical sobre tubo Qvt:	53,9449	36,2364	54,2368
Componente carga relleno Qh:	17,1165	16,8568	17,0434
Componente carga deformación Qh*:	38,1033	18,9537	40,1079

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:	1,192	-1,192	1,192
Por carga horizontal:	-0,378	0,378	-0,378
Por reacción horizontal:	-0,610	0,701	-0,610
Por peso propio:	0,008	-0,009	0,011
Por peso del agua:	0,045	-0,052	0,058
Suma de momentos:	0,258	-0,174	0,273
<u>Axiales (kN/m)</u>	<u>Clave</u>	<u>Riñones</u>	<u>Base</u>
Por carga vertical:	0,000	3,449	22,729
Por carga horizontal:	-5,090	0,000	0,000
Por reacción horizontal:	-6,537	0,000	0,000
Por peso propio:	0,013	0,000	0,000
Por peso del agua:	0,515	0,000	0,000
Suma de axiales:	-11,098	3,449	22,729

CÁLCULO DE TENSIONES Y DEFORMACIONES:

Cálculo de los factores de corrección por curvatura:

Factor ALFA_ki:	1,0159
Factor ALFA_ka:	0,9841

Cálculo de tensiones:

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

Tensión en la clave:	7,0095 N/mm ² .
Tensión en los riñones:	5,3445 N/mm ² .
Tensión en la base:	9,8424 N/mm ² .

Cálculo de deformaciones:

	<u>Corto plazo</u>	<u>Largo plazo</u>	
Variación del diámetro:	-2,9830	-6,6839	mm.
Acortamiento relativo del diámetro vertical:	0,5016	1,1239	%.

CÁLCULO DE LA ESTABILIDAD:

	<u>Corto plazo</u>	<u>Largo plazo</u>	
<u>Carga de tierras:</u>			
Carga crítica de abolladura:	1,1496	0,8837	N/mm ² .
<u>Presión del agua exterior:</u>			
Coefficiente ALFA_d:	9,0100	11,1952	
Presión del agua extrema:	0,0051	0,0051	N/mm ² .
Valor crítico de Pa:	0,7208	0,5292	N/mm ² .

Cálculo mecánico de tuberías.

Titulo: Eje 1 DN 600 Max Recub Sección B

Autor:

Hoja: 5

VERIFICACIÓN:**Verificación de tensión:**

	<u>Coef. calculado</u>		<u>Coef. requerido</u>
	<u>Corto Plazo</u>		
NU Clave:	18,5463		2,0000
NU Riñones:	24,3242		2,0000
NU Base	13,2081		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:	31,7243	16,2931	2,5000
NU Presión Agua externa:	140,7813	103,3647	2,5000
NU simultáneas:	25,8901	14,0745	2,5000

Verificación de deformación:

	<u>Valor calculado</u>		<u>Valor admisible</u>
	<u>Corto Plazo</u>	<u>Largo plazo</u>	
Acortamiento relativo:	0,5016	1,1239	6,0000

CONCLUSIÓN:**TUBO VÁLIDO.**

Cálculo mecánico de tuberías.

Titulo: Eje 1 DN 700 Min Recub Sección A BIS.mec

Autor:

Hoja: 1

PARÁMETROS DE CÁLCULO**CARACTERÍSTICAS DEL TUBO:**

Tipo de conducto:	Abastecimiento.
Material:	PRV (Centrifugado).
Clase de material:	PN6-SN 10.000.
Norma:	ATV A 127.
Diámetro normalizado:	700
Diámetro exterior:	718,0 mm.
Diámetro interior:	685,6 mm.
Espesor:	16,2 mm.
Módulo elasticidad Et:	110.000,0 N/mm ² .
Módulo elasticidad LP Et:	65.000,0 N/mm ² .
Peso específico GAMMA:	19,0 kN/m ³ .
Rotura flexotracción:	130,0 N/mm ² .
Rotura flexotracción l/p:	90,0 N/mm ² .
Rigidez circunferencial específica:	10,0 kN/m ² .

CLASE DE SEGURIDAD:

<u>Coeficiente de seguridad clase A:</u>	
Frente a fallo por rotura:	2,5.
Frente a la inestabilidad:	2,5.
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):	1,3 m.
Anchura de la zanja (B):	1,3 m.
Ángulo del talud (BETA):	90,0 grados.

NIVEL FREÁTICO:

Altura nivel freático:	0,8 m.
------------------------	--------

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: Eje 1 DN 700 Min Recub Sección A BIS.mec

Autor:

Hoja: 2

CARACTERÍSTICAS DE LOS SUELOS:**Zona1:**

Tipo de suelo:	Grupo 1.
% Compactación:	95,0%.
E1:	16,0 N/mm ² .
GAMMA 1:	20,0 kN/m ³ .
Ángulo rozamiento interno Ro:	35,0
Ángulo rozamiento relleno Ro':	0,0

Zona2:

Tipo de suelo:	Grupo 1.
% Compactación:	95,0%.
E2:	16,0 N/mm ² .
GAMMA 2:	20,0 kN/m ³ .
Coefficiente empuje K1:	0,5
Coefficiente empuje K2:	0,4

Zona3:

Tipo de suelo:	Grupo 4.
% Compactación:	100%.
E3:	10,0 N/mm ² .

Zona4:

Tipo de suelo:	Grupo 4.
% Compactación:	100%.
E4:	10,0 N/mm ² .

SOBRECARGAS VERTICALES (TRÁFICO):

Tipo de sobrecarga:	Concentrada.
Tipo de vehículo:	HT 30 (MEDIO).
Número de ejes:	3
Distancia entre ejes:	2 m.
Distancia entre ruedas:	2 m.
Tipo de firme:	Normal.
Coefficiente (Fi):	1,4
Altura equivalente de tierras:	0,0 m.

Cálculo mecánico de tuberías.

Titulo: Eje 1 DN 700 Min Recub Sección A BIS.mec

Autor:

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):	26,02 kN/m2.

Cargas debidas al tráfico:

Valor FA	50
Valor FE	250
Valor rA:	0,18
Valor rE:	1,82
Carga máx. de Boussinesq (Pf):	18,46 kN/m2.
Factor de corrección (af):	0,94
Carga vertical tráfico (P):	17,31 kN/m2.
Factor de impacto (FI):	1,4
Carga vertical mayorada (Pv):	24,23 kN/m2.

DISTRIBUCIÓN DE CARGAS:

Corrección E2:

Relación B/D:	1,8106
Coefficiente ALFA_bi:	0,0000
Coefficiente ALFA_b:	0,2702
Coefficiente f (HF=00,80):	1,0000
Compactación Dpr:	95,0 %.

	<u>Tensión</u>	<u>Def. c/p.</u>	<u>Def. l/p.</u>
Módulo corregido E2' (N/mm2):	4,3231	2,8821	2,8821

Relación de rigidez:

Rigidez del tubo Sr (N/mm2):	0,0800	0,0800	0,0473
Factor de corrección TAU:	1,5543	1,8087	1,8087
Rigidez horizontal SBH (N/mm2):	4,0316	3,1278	3,1278
Rigidez sistema Tubo-Suelo VRB:	0,0198	0,0256	0,0151
Relación Pr. lateral-Pr. Vertical K2:	0,4000	0,4000	0,4000
Rigidez vert. relleno SBV:	4,3231	2,8821	2,8821
Coef. reacción relleno lat. K*:	0,9726	0,9116	1,0295
Coef. def. diam. vert. Cv*:	-0,0211	-0,0250	-0,0174
Relación de rigidez Vs:	0,8791	1,1122	0,9420

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':	3,7010	5,5515	5,5515
Máximo factor de concentración	1,5015	1,7640	1,7640
Factor concentración LANDA_R:	1,0794	1,1831	1,1296
Factor concentración LANDA_B:	0,9735	0,9390	0,9568

Influencia de la anchura de la zanja:

Factor concentración LANDA_RG:	1,0214	1,0495	1,0350
--------------------------------	--------	--------	--------

Factor límite del factor de concentración:

Límite superior LANDA_f0:	3,8049	3,8049	3,8049
Límite inferior LANDA_fu:	0,5666	0,5666	0,5666

Cálculo mecánico de tuberías.

Titulo: Eje 1 DN 700 Min Recub Sección A BIS.mec

Autor:

Hoja: 4

CARGAS DE CÁLCULO:

	<u>Tensión</u>	<u>Def. c/p.</u>	<u>Def. l/p.</u>
Carga vertical sobre tubo Qvt:	50,8106	27,3074	51,1640
Componente carga relleno Qh:	13,0047	12,6447	12,8303
Componente carga deformación Qh*:	36,7715	13,3666	39,4642

CÁLCULO DE ESFUERZOS:

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

<u>Momentos (kN*m/m)</u>	<u>Clave</u>	<u>Riñones</u>	<u>Base</u>
Por carga vertical:	1,528	-1,528	1,528
Por carga horizontal:	-0,391	0,391	-0,391
Por reacción horizontal:	-0,801	0,920	-0,801
Por peso propio:	0,013	-0,015	0,016
Por peso del agua:	0,072	-0,082	0,092
Suma de momentos:	0,421	-0,313	0,444
<u>Axiales (kN/m)</u>	<u>Clave</u>	<u>Riñones</u>	<u>Base</u>
Por carga vertical:	0,000	3,789	24,973
Por carga horizontal:	-4,511	0,000	0,000
Por reacción horizontal:	-7,359	0,000	0,000
Por peso propio:	0,018	0,000	0,000
Por peso del agua:	0,701	0,000	0,000
Suma de axiales:	-11,151	3,789	24,973

CÁLCULO DE TENSIONES Y DEFORMACIONES:

Cálculo de los factores de corrección por curvatura:

Factor ALFA_ki:	1,0156
Factor ALFA_ka:	0,9844

Cálculo de tensiones:

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

Tensión en la clave:	9,0843 N/mm ² .
Tensión en los riñones:	7,2841 N/mm ² .
Tensión en la base:	11,8617 N/mm ² .

Cálculo de deformaciones:

	<u>Corto plazo</u>	<u>Largo plazo</u>	
Variación del diámetro:	-3,1732	-9,7951	mm.
Acortamiento relativo del diámetro vertical:	0,4574	1,4120	%.

CÁLCULO DE LA ESTABILIDAD:

	<u>Corto plazo</u>	<u>Largo plazo</u>	
<u>Carga de tierras:</u>			
Carga crítica de abolladura:	1,0004	0,7690	N/mm ² .
<u>Presión del agua exterior:</u>			
Coefficiente ALFA_d:	8,2400	10,2170	
Presión del agua extrema:	0,0086	0,0086	N/mm ² .
Valor crítico de Pa:	0,6592	0,4830	N/mm ² .

Cálculo mecánico de tuberías.

Titulo: Eje 1 DN 700 Min Recub Sección A BIS.mec

Autor:

Hoja: 5

VERIFICACIÓN:**Verificación de tensión:**

	<u>Coef. calculado</u>		<u>Coef. requerido</u>
	<u>Corto Plazo</u>		
NU Clave:	14,3104		2,0000
NU Riñones:	17,8472		2,0000
NU Base	10,9596		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:	36,6363	15,0310	2,5000
NU Presión Agua externa:	76,6512	56,1612	2,5000
NU simultáneas:	24,7884	11,8575	2,5000

Verificación de deformación:

	<u>Valor calculado</u>		<u>Valor admisible</u>
	<u>Corto Plazo</u>	<u>Largo plazo</u>	
Acortamiento relativo:	0,4574	1,4120	6,0000

CONCLUSIÓN:**TUBO VÁLIDO.**

Cálculo mecánico de tuberías.

Título: Eje 3 DN 800 Min Recub Sección E

Autor:

Hoja: 1

PARÁMETROS DE CÁLCULO**CARACTERÍSTICAS DEL TUBO:**

Tipo de conducto:	Abastecimiento.
Material:	PRV (Centrifugado).
Clase de material:	PN10-SN 10.000.
Norma:	ATV A 127.
Diámetro normalizado:	800
Diámetro exterior:	820,0 mm.
Diámetro interior:	783,2 mm.
Espesor:	18,4 mm.
Módulo elasticidad Et:	110.000,0 N/mm ² .
Módulo elasticidad LP Et:	65.000,0 N/mm ² .
Peso específico GAMMA:	19,0 kN/m ³ .
Rotura flexotracción:	130,0 N/mm ² .
Rotura flexotracción l/p:	90,0 N/mm ² .
Rigidez circunferencial específica:	10,0 kN/m ² .

CLASE DE SEGURIDAD:

<u>Coeficiente de seguridad clase A:</u>	
Frente a fallo por rotura:	2,5.
Frente a la inestabilidad:	2,5.
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):	0,6 m.
Anchura de la zanja (B):	1,9 m.
Ángulo del talud (BETA):	72,0 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: Eje 3 DN 800 Min Recub Sección E

Autor:

Hoja: 2

CARACTERÍSTICAS DE LOS SUELOS:**Zona1:**

Tipo de suelo:	Grupo 1.
% Compactación:	95,0%.
E1:	16,0 N/mm ² .
GAMMA 1:	20,0 kN/m ³ .
Ángulo rozamiento interno Ro:	35,0
Ángulo rozamiento relleno Ro':	0,0

Zona2:

Tipo de suelo:	Grupo 1.
% Compactación:	95,0%.
E2:	16,0 N/mm ² .
GAMMA 2:	20,0 kN/m ³ .
Coefficiente empuje K1:	0,5
Coefficiente empuje K2:	0,4

Zona3:

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

Zona4:

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

SOBRECARGAS VERTICALES (TRÁFICO):

Tipo de sobrecarga:	Concentrada.
Tipo de vehículo:	HT 30 (MEDIO).
Número de ejes:	3
Distancia entre ejes:	2 m.
Distancia entre ruedas:	2 m.
Tipo de firme:	Normal.
Coefficiente (Fi):	1,4
Altura equivalente de tierras:	0,0 m.

Cálculo mecánico de tuberías.

Titulo: Eje 3 DN 800 Min Recub Sección E

Autor:

Hoja: 4

CARGAS DE CÁLCULO:

	<u>Tensión</u>	<u>Def. c/p.</u>	<u>Def. l/p.</u>
Carga vertical sobre tubo Qvt:	65,8002	12,2978	65,8857
Componente carga relleno Qh:	8,1041	8,0318	8,0782
Componente carga deformación Qh*:	59,8525	4,1665	62,2805

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:	2,582	-2,582	2,582
Por carga horizontal:	-0,318	0,318	-0,318
Por reacción horizontal:	-1,701	1,954	-1,701
Por peso propio:	0,019	-0,022	0,024
Por peso del agua:	0,107	-0,122	0,137
Suma de momentos:	0,690	-0,453	0,725
<u>Axiales (kN/m)</u>	<u>Clave</u>	<u>Riñones</u>	<u>Base</u>
Por carga vertical:	0,000	5,605	36,941
Por carga horizontal:	-3,211	0,000	0,000
Por reacción horizontal:	-13,683	0,000	0,000
Por peso propio:	0,023	0,000	0,000
Por peso del agua:	0,915	0,000	0,000
Suma de axiales:	-15,955	5,605	36,941

CÁLCULO DE TENSIONES Y DEFORMACIONES:

Cálculo de los factores de corrección por curvatura:

Factor ALFA_ki:	1,0155
Factor ALFA_ka:	0,9845

Cálculo de tensiones:

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

Tensión en la clave:	11,5424 N/mm ² .
Tensión en los riñones:	8,2162 N/mm ² .
Tensión en la base:	15,0493 N/mm ² .

Cálculo de deformaciones:

	<u>Corto plazo</u>	<u>Largo plazo</u>	
Variación del diámetro:	-0,8787	-13,9029	mm.
Acortamiento relativo del diámetro vertical:	0,1109	1,7545	%.

CÁLCULO DE LA ESTABILIDAD:

	<u>Corto plazo</u>	<u>Largo plazo</u>	
<u>Carga de tierras:</u>			
Carga crítica de abolladura:	1,1460	0,8810	N/mm ² .
<u>Presión del agua exterior:</u>			
Coefficiente ALFA_d:	9,0000	11,2296	
Presión del agua extrema:	0,0000	0,0039	N/mm ² .
Valor crítico de Pa:	0,7200	0,4830	N/mm ² .

Cálculo mecánico de tuberías.

Titulo: Eje 3 DN 800 Min Recub Sección E

Autor:

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):	12,06 kN/m2.

Cargas debidas al tráfico:

Valor FA	50
Valor FE	250
Valor rA:	0,18
Valor rE:	1,82
Carga máx. de Boussinesq (Pf):	60,04 kN/m2.
Factor de corrección (af):	0,64
Carga vertical tráfico (P):	38,39 kN/m2.
Factor de impacto (FI):	1,4
Carga vertical mayorada (Pv):	53,74 kN/m2.

DISTRIBUCIÓN DE CARGAS:

Corrección E2:

Relación B/D:	2,3171
Coefficiente ALFA_bi:	0,0000
Coefficiente ALFA_b:	0,4390
Coefficiente f (HF=00,00):	1,0000
Compactación Dpr:	95,0 %.

	<u>Tensión</u>	<u>Def. c/p.</u>	<u>Def. l/p.</u>
Módulo corregido E2' (N/mm2):	7,0244	4,6829	4,6829

Relación de rigidez:

Rigidez del tubo Sr (N/mm2):	0,0800	0,0800	0,0473
Factor de corrección TAU:	1,3092	1,4608	1,4608
Rigidez horizontal SBH (N/mm2):	5,5177	4,1044	4,1044
Rigidez sistema Tubo-Suelo VRB:	0,0145	0,0195	0,0115
Relación Pr. lateral-Pr. Vertical K2:	0,4000	0,4000	0,4000
Rigidez vert. relleno SBV:	7,0244	4,6829	4,6829
Coef. reacción relleno lat. K*:	1,0374	0,9767	1,0774
Coef. def. diam. vert. Cv*:	-0,0169	-0,0208	-0,0143
Relación de rigidez Vs:	0,6736	0,8215	0,7036

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':	2,2778	3,4167	3,4167
Máximo factor de concentración	1,2020	1,3094	1,3094
Factor concentración LANDA_R:	0,9999	1,0449	1,0161
Factor concentración LANDA_B:	1,0000	0,9850	0,9946

Influencia de la anchura de la zanja:

Factor concentración LANDA_RG:	1,0000	1,0197	1,0071
--------------------------------	--------	--------	--------

Factor límite del factor de concentración:

Límite superior LANDA_f0:	3,9096	3,9096	3,9096
Límite inferior LANDA_fu:	0,7816	0,7816	0,7816

Cálculo mecánico de tuberías.

Titulo: Eje 3 DN 800 Min Recub Sección E

Autor:

Hoja: 5

VERIFICACIÓN:**Verificación de tensión:**

	<u>Coef. calculado</u>		<u>Coef. requerido</u>
	<u>Corto Plazo</u>		
NU Clave:	11,2628		2,0000
NU Riñones:	15,8225		2,0000
NU Base	8,6383		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:	93,1910	13,3712	2,5000
NU Presión Agua externa:	0,0000	0,0000	2,5000
NU simultáneas:	93,1910	13,3712	2,5000

Verificación de deformación:

	<u>Valor calculado</u>		<u>Valor admisible</u>
	<u>Corto Plazo</u>	<u>Largo plazo</u>	
Acortamiento relativo:	0,1109	1,7545	6,0000

CONCLUSIÓN:**TUBO VÁLIDO.**

Cálculo mecánico de tuberías.

Título: Eje 3 DN 700 Max Recub Sección E

Autor:

Hoja: 1

PARÁMETROS DE CÁLCULO**CARACTERÍSTICAS DEL TUBO:**

Tipo de conducto:	Abastecimiento.
Material:	PRV (Centrifugado).
Clase de material:	PN6-SN 10.000.
Norma:	ATV A 127.
Diámetro normalizado:	700
Diámetro exterior:	718,0 mm.
Diámetro interior:	685,6 mm.
Espesor:	16,2 mm.
Módulo elasticidad Et:	110.000,0 N/mm ² .
Módulo elasticidad LP Et:	65.000,0 N/mm ² .
Peso específico GAMMA:	19,0 kN/m ³ .
Rotura flexotracción:	130,0 N/mm ² .
Rotura flexotracción l/p:	90,0 N/mm ² .
Rigidez circunferencial específica:	10,0 kN/m ² .

CLASE DE SEGURIDAD:

<u>Coeficiente de seguridad clase A:</u>	
Frente a fallo por rotura:	2,5.
Frente a la inestabilidad:	2,5.
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):	1,46 m.
Anchura de la zanja (B):	1,7 m.
Ángulo del talud (BETA):	72,0 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: Eje 3 DN 700 Max Recub Sección E

Autor:

Hoja: 2

CARACTERÍSTICAS DE LOS SUELOS:**Zona1:**

Tipo de suelo:	Grupo 1.
% Compactación:	95,0%.
E1:	16,0 N/mm ² .
GAMMA 1:	20,0 kN/m ³ .
Ángulo rozamiento interno Ro:	35,0
Ángulo rozamiento relleno Ro':	0,0

Zona2:

Tipo de suelo:	Grupo 1.
% Compactación:	95,0%.
E2:	16,0 N/mm ² .
GAMMA 2:	20,0 kN/m ³ .
Coefficiente empuje K1:	0,5
Coefficiente empuje K2:	0,4

Zona3:

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

Zona4:

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

SOBRECARGAS VERTICALES (TRÁFICO):

Tipo de sobrecarga:	Concentrada.
Tipo de vehículo:	HT 30 (MEDIO).
Número de ejes:	3
Distancia entre ejes:	2 m.
Distancia entre ruedas:	2 m.
Tipo de firme:	Normal.
Coefficiente (Fi):	1,4
Altura equivalente de tierras:	0,0 m.

Cálculo mecánico de tuberías.

Titulo: Eje 3 DN 700 Max Recub Sección E

Autor:

Hoja: 4

CARGAS DE CÁLCULO:

	<u>Tensión</u>	<u>Def. c/p.</u>	<u>Def. l/p.</u>
Carga vertical sobre tubo Qvt:	51,0742	29,9506	51,3641
Componente carga relleno Qh:	14,5703	14,3186	14,4855
Componente carga deformación Qh*:	37,9883	15,3241	39,8288

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:	1,536	-1,536	1,536
Por carga horizontal:	-0,438	0,438	-0,438
Por reacción horizontal:	-0,827	0,951	-0,827
Por peso propio:	0,013	-0,015	0,016
Por peso del agua:	0,072	-0,082	0,092
Suma de momentos:	0,355	-0,244	0,379
<u>Axiales (kN/m)</u>	<u>Clave</u>	<u>Riñones</u>	<u>Base</u>
Por carga vertical:	0,000	3,809	25,102
Por carga horizontal:	-5,054	0,000	0,000
Por reacción horizontal:	-7,603	0,000	0,000
Por peso propio:	0,018	0,000	0,000
Por peso del agua:	0,701	0,000	0,000
Suma de axiales:	-11,937	3,809	25,102

CÁLCULO DE TENSIONES Y DEFORMACIONES:

Cálculo de los factores de corrección por curvatura:

Factor ALFA_ki:	1,0156
Factor ALFA_ka:	0,9844

Cálculo de tensiones:

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

Tensión en la clave:	7,5114 N/mm ² .
Tensión en los riñones:	5,7187 N/mm ² .
Tensión en la base:	10,3453 N/mm ² .

Cálculo de deformaciones:

	<u>Corto plazo</u>	<u>Largo plazo</u>	
Variación del diámetro:	-2,7870	-7,6740	mm.
Acortamiento relativo del diámetro vertical:	0,4018	1,1062	%.

CÁLCULO DE LA ESTABILIDAD:

	<u>Corto plazo</u>	<u>Largo plazo</u>	
<u>Carga de tierras:</u>			
Carga crítica de abolladura:	1,1555	0,8882	N/mm ² .
<u>Presión del agua exterior:</u>			
Coficiente ALFA_d:	9,0900	11,2707	
Presión del agua extrema:	0,0000	0,0039	N/mm ² .
Valor crítico de Pa:	0,7272	0,4830	N/mm ² .

Cálculo mecánico de tuberías.

Titulo: Eje 3 DN 700 Max Recub Sección E

Autor:

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):	29,18 kN/m2.

Cargas debidas al tráfico:

Valor FA	50
Valor FE	250
Valor rA:	0,18
Valor rE:	1,82
Carga máx. de Boussinesq (Pf):	16,37 kN/m2.
Factor de corrección (af):	0,96
Carga vertical tráfico (P):	15,7 kN/m2.
Factor de impacto (FI):	1,4
Carga vertical mayorada (Pv):	21,98 kN/m2.

DISTRIBUCIÓN DE CARGAS:

Corrección E2:

Relación B/D:	2,3677
Coefficiente ALFA_bi:	0,0000
Coefficiente ALFA_b:	0,4559
Coefficiente f (HF=00,00):	1,0000
Compactación Dpr:	95,0 %.

	<u>Tensión</u>	<u>Def. c/p.</u>	<u>Def. l/p.</u>
Módulo corregido E2' (N/mm2):	7,2943	4,8629	4,8629

Relación de rigidez:

Rigidez del tubo Sr (N/mm2):	0,0800	0,0800	0,0473
Factor de corrección TAU:	1,2832	1,4300	1,4300
Rigidez horizontal SBH (N/mm2):	5,6159	4,1724	4,1724
Rigidez sistema Tubo-Suelo VRB:	0,0142	0,0192	0,0113
Relación Pr. lateral-Pr. Vertical K2:	0,4000	0,4000	0,4000
Rigidez vert. relleno SBV:	7,2943	4,8629	4,8629
Coef. reacción relleno lat. K*:	1,0407	0,9803	1,0800
Coef. def. diam. vert. Cv*:	-0,0167	-0,0206	-0,0142
Relación de rigidez Vs:	0,6568	0,8001	0,6855

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':	2,1935	3,2902	3,2902
Máximo factor de concentración	1,3780	1,5813	1,5813
Factor concentración LANDA_R:	0,9933	1,0579	1,0150
Factor concentración LANDA_B:	1,0022	0,9807	0,9950

Influencia de la anchura de la zanja:

Factor concentración LANDA_RG:	0,9969	1,0264	1,0069
--------------------------------	--------	--------	--------

Factor límite del factor de concentración:

Límite superior LANDA_f0:	3,7812	3,7812	3,7812
Límite inferior LANDA_fu:	0,5334	0,5334	0,5334

Cálculo mecánico de tuberías.

Titulo: Eje 3 DN 700 Max Recub Sección E

Autor:

Hoja: 5

VERIFICACIÓN:**Verificación de tensión:**

	<u>Coef. calculado</u>		<u>Coef. requerido</u>
	<u>Corto Plazo</u>		
NU Clave:	17,3071		2,0000
NU Riñones:	22,7326		2,0000
NU Base	12,5661		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:	38,5798	17,2928	2,5000
NU Presión Agua externa:	0,0000	0,0000	2,5000
NU simultáneas:	38,5798	17,2928	2,5000

Verificación de deformación:

	<u>Valor calculado</u>		<u>Valor admisible</u>
	<u>Corto Plazo</u>	<u>Largo plazo</u>	
Acortamiento relativo:	0,4018	1,1062	6,0000

CONCLUSIÓN:**TUBO VÁLIDO.**

Cálculo mecánico de tuberías.

Titulo: Eje 3 DN 800 Min Recub Sección D

Autor:

Hoja: 1

PARÁMETROS DE CÁLCULO**CARACTERÍSTICAS DEL TUBO:**

Tipo de conducto:	Abastecimiento.
Material:	PRV (Centrifugado).
Clase de material:	PN10-SN 10.000.
Norma:	ATV A 127.
Diámetro normalizado:	800
Diámetro exterior:	820,0 mm.
Diámetro interior:	783,2 mm.
Espesor:	18,4 mm.
Módulo elasticidad Et:	110.000,0 N/mm ² .
Módulo elasticidad LP Et:	65.000,0 N/mm ² .
Peso específico GAMMA:	19,0 kN/m ³ .
Rotura flexotracción:	130,0 N/mm ² .
Rotura flexotracción l/p:	90,0 N/mm ² .
Rigidez circunferencial específica:	10,0 kN/m ² .

CLASE DE SEGURIDAD:

<u>Coeficiente de seguridad clase A:</u>	
Frente a fallo por rotura:	2,5.
Frente a la inestabilidad:	2,5.
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):	0,6 m.
Anchura de la zanja (B):	1,9 m.
Ángulo del talud (BETA):	72,0 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: Eje 3 DN 800 Min Recub Sección D

Autor:

Hoja: 2

CARACTERÍSTICAS DE LOS SUELOS:**Zona1:**

Tipo de suelo:	Grupo 1.
% Compactación:	95,0%.
E1:	16,0 N/mm ² .
GAMMA 1:	20,0 kN/m ³ .
Ángulo rozamiento interno Ro:	35,0
Ángulo rozamiento relleno Ro':	0,0

Zona2:

Tipo de suelo:	Grupo 1.
% Compactación:	95,0%.
E2:	16,0 N/mm ² .
GAMMA 2:	20,0 kN/m ³ .
Coefficiente empuje K1:	0,5
Coefficiente empuje K2:	0,4

Zona3:

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

Zona4:

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

SOBRECARGAS VERTICALES (TRÁFICO):

Tipo de sobrecarga:	Concentrada.
Tipo de vehículo:	HT 30 (MEDIO).
Número de ejes:	3
Distancia entre ejes:	2 m.
Distancia entre ruedas:	2 m.
Tipo de firme:	Normal.
Coefficiente (Fi):	1,4
Altura equivalente de tierras:	0,0 m.

Cálculo mecánico de tuberías.

Titulo: Eje 3 DN 800 Min Recub Sección D

Autor:

Hoja: 4

CARGAS DE CÁLCULO:

	<u>Tensión</u>	<u>Def. c/p.</u>	<u>Def. l/p.</u>
Carga vertical sobre tubo Qvt:	65,9966	12,2360	66,0815
Componente carga relleno Qh:	8,0801	8,0083	8,0543
Componente carga deformación Qh*:	60,0812	4,1290	62,5171

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:	2,590	-2,590	2,590
Por carga horizontal:	-0,317	0,317	-0,317
Por reacción horizontal:	-1,707	1,962	-1,707
Por peso propio:	0,019	-0,022	0,024
Por peso del agua:	0,107	-0,122	0,137
Suma de momentos:	0,692	-0,455	0,727
<u>Axiales (kN/m)</u>	<u>Clave</u>	<u>Riñones</u>	<u>Base</u>
Por carga vertical:	0,000	5,622	37,052
Por carga horizontal:	-3,201	0,000	0,000
Por reacción horizontal:	-13,735	0,000	0,000
Por peso propio:	0,023	0,000	0,000
Por peso del agua:	0,915	0,000	0,000
Suma de axiales:	-15,998	5,622	37,052

CÁLCULO DE TENSIONES Y DEFORMACIONES:

Cálculo de los factores de corrección por curvatura:

Factor ALFA_ki:	1,0155
Factor ALFA_ka:	0,9845

Cálculo de tensiones:

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

Tensión en la clave:	11,5788 N/mm ² .
Tensión en los riñones:	8,2377 N/mm ² .
Tensión en la base:	15,0940 N/mm ² .

Cálculo de deformaciones:

	<u>Corto plazo</u>	<u>Largo plazo</u>	
Variación del diámetro:	-0,8708	-13,9558	mm.
Acortamiento relativo del diámetro vertical:	0,1099	1,7612	%.

CÁLCULO DE LA ESTABILIDAD:

	<u>Corto plazo</u>	<u>Largo plazo</u>	
<u>Carga de tierras:</u>			
Carga crítica de abolladura:	1,1460	0,8810	N/mm ² .
<u>Presión del agua exterior:</u>			
Coficiente ALFA_d:	9,0000	11,2296	
Presión del agua extrema:	0,0000	0,0039	N/mm ² .
Valor crítico de Pa:	0,7200	0,4830	N/mm ² .

Cálculo mecánico de tuberías.

Titulo: Eje 3 DN 800 Min Recub Sección D

Autor:

Hoja: 3

CARGAS QUE SE EMPLEARÁN EN LOS CÁLCULOS:

Cargas debidas a la tierra:

Coeficiente carga de tierras (Cz):	1,0
Coeficiente carga de tierras (Cz90):	1,0
Coeficiente (Cn):	0,0
Coeficiente (Cn90):	0,0
Carga vertical tierras (Pe):	12,0 kN/m2.

Cargas debidas al tráfico:

Valor FA	50
Valor FE	250
Valor rA:	0,18
Valor rE:	1,82
Carga máx. de Boussinesq (Pf):	60,56 kN/m2.
Factor de corrección (af):	0,64
Carga vertical tráfico (P):	38,57 kN/m2.
Factor de impacto (FI):	1,4
Carga vertical mayorada (Pv):	54,0 kN/m2.

DISTRIBUCIÓN DE CARGAS:

Corrección E2:

Relación B/D:	2,3171
Coeficiente ALFA_bi:	0,0000
Coeficiente ALFA_b:	0,4390
Coeficiente f (HF=00,00):	1,0000
Compactación Dpr:	95,0 %.

	<u>Tensión</u>	<u>Def. c/p.</u>	<u>Def. l/p.</u>
Módulo corregido E2' (N/mm2):	7,0244	4,6829	4,6829

Relación de rigidez:

Rigidez del tubo Sr (N/mm2):	0,0800	0,0800	0,0473
Factor de corrección TAU:	1,3092	1,4608	1,4608
Rigidez horizontal SBH (N/mm2):	5,5177	4,1044	4,1044
Rigidez sistema Tubo-Suelo VRB:	0,0145	0,0195	0,0115
Relación Pr. lateral-Pr. Vertical K2:	0,4000	0,4000	0,4000
Rigidez vert. relleno SBV:	7,0244	4,6829	4,6829
Coef. reacción relleno lat. K*:	1,0374	0,9767	1,0774
Coef. def. diam. vert. Cv*:	-0,0169	-0,0208	-0,0143
Relación de rigidez Vs:	0,6736	0,8215	0,7036

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':	2,2778	3,4167	3,4167
Máximo factor de concentración	1,2013	1,3083	1,3083
Factor concentración LANDA_R:	0,9999	1,0448	1,0160
Factor concentración LANDA_B:	1,0000	0,9851	0,9947

Influencia de la anchura de la zanja:

Factor concentración LANDA_RG:	1,0000	1,0197	1,0070
--------------------------------	--------	--------	--------

Factor límite del factor de concentración:

Límite superior LANDA_f0:	3,9100	3,9100	3,9100
Límite inferior LANDA_fu:	0,7825	0,7825	0,7825

Cálculo mecánico de tuberías.

Titulo: Eje 3 DN 800 Min Recub Sección D

Autor:

Hoja: 5

VERIFICACIÓN:**Verificación de tensión:**

	<u>Coef. calculado</u>		<u>Coef. requerido</u>
	<u>Corto Plazo</u>		
NU Clave:	11,2274		2,0000
NU Riñones:	15,7810		2,0000
NU Base	8,6127		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:	93,6617	13,3316	2,5000
NU Presión Agua externa:	0,0000	0,0000	2,5000
NU simultáneas:	93,6617	13,3316	2,5000

Verificación de deformación:

	<u>Valor calculado</u>		<u>Valor admisible</u>
	<u>Corto Plazo</u>	<u>Largo plazo</u>	
Acortamiento relativo:	0,1099	1,7612	6,0000

CONCLUSIÓN:**TUBO VÁLIDO.**

Cálculo mecánico de tuberías.

Título: Eje 3 DN 700 Max Recub Sección D

Autor:

Hoja: 1

PARÁMETROS DE CÁLCULO**CARACTERÍSTICAS DEL TUBO:**

Tipo de conducto:	Abastecimiento.
Material:	PRV (Centrifugado).
Clase de material:	PN6-SN 10.000.
Norma:	ATV A 127.
Diámetro normalizado:	700
Diámetro exterior:	718,0 mm.
Diámetro interior:	685,6 mm.
Espesor:	16,2 mm.
Módulo elasticidad Et:	110.000,0 N/mm ² .
Módulo elasticidad LP Et:	65.000,0 N/mm ² .
Peso específico GAMMA:	19,0 kN/m ³ .
Rotura flexotracción:	130,0 N/mm ² .
Rotura flexotracción l/p:	90,0 N/mm ² .
Rigidez circunferencial específica:	10,0 kN/m ² .

CLASE DE SEGURIDAD:

<u>Coeficiente de seguridad clase A:</u>	
Frente a fallo por rotura:	2,5.
Frente a la inestabilidad:	2,5.
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):	2,16 m.
Anchura de la zanja (B):	1,7 m.
Ángulo del talud (BETA):	72,0 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: Eje 3 DN 700 Max Recub Sección D

Autor:

Hoja: 2

CARACTERÍSTICAS DE LOS SUELOS:**Zona1:**

Tipo de suelo:	Grupo 1.
% Compactación:	95,0%.
E1:	16,0 N/mm ² .
GAMMA 1:	20,0 kN/m ³ .
Ángulo rozamiento interno Ro:	35,0
Ángulo rozamiento relleno Ro':	0,0

Zona2:

Tipo de suelo:	Grupo 1.
% Compactación:	95,0%.
E2:	16,0 N/mm ² .
GAMMA 2:	20,0 kN/m ³ .
Coefficiente empuje K1:	0,5
Coefficiente empuje K2:	0,4

Zona3:

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

Zona4:

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

SOBRECARGAS VERTICALES (TRÁFICO):

Tipo de sobrecarga:	Concentrada.
Tipo de vehículo:	HT 30 (MEDIO).
Número de ejes:	3
Distancia entre ejes:	2 m.
Distancia entre ruedas:	2 m.
Tipo de firme:	Normal.
Coefficiente (Fi):	1,4
Altura equivalente de tierras:	0,0 m.

Cálculo mecánico de tuberías.

Titulo: Eje 3 DN 700 Max Recub Sección D

Autor:

Hoja: 4

CARGAS DE CÁLCULO:

	<u>Tensión</u>	<u>Def. c/p.</u>	<u>Def. l/p.</u>
Carga vertical sobre tubo Qvt:	59,3462	44,3541	59,8169
Componente carga relleno Qh:	20,1551	19,7452	20,0174
Componente carga deformación Qh*:	40,7848	24,1241	42,9832

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:	1,785	-1,785	1,785
Por carga horizontal:	-0,606	0,606	-0,606
Por reacción horizontal:	-0,888	1,021	-0,888
Por peso propio:	0,013	-0,015	0,016
Por peso del agua:	0,072	-0,082	0,092
Suma de momentos:	0,375	-0,254	0,399
<u>Axiales (kN/m)</u>	<u>Clave</u>	<u>Riñones</u>	<u>Base</u>
Por carga vertical:	0,000	4,426	29,168
Por carga horizontal:	-6,991	0,000	0,000
Por reacción horizontal:	-8,162	0,000	0,000
Por peso propio:	0,018	0,000	0,000
Por peso del agua:	0,701	0,000	0,000
Suma de axiales:	-14,434	4,426	29,168

CÁLCULO DE TENSIONES Y DEFORMACIONES:

Cálculo de los factores de corrección por curvatura:

Factor ALFA_ki:	1,0156
Factor ALFA_ka:	0,9844

Cálculo de tensiones:

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

Tensión en la clave:	7,8199 N/mm ² .
Tensión en los riñones:	6,0008 N/mm ² .
Tensión en la base:	11,0590 N/mm ² .

Cálculo de deformaciones:

	<u>Corto plazo</u>	<u>Largo plazo</u>	
Variación del diámetro:	-4,3874	-8,2818	mm.
Acortamiento relativo del diámetro vertical:	0,6325	1,1939	%.

CÁLCULO DE LA ESTABILIDAD:

	<u>Corto plazo</u>	<u>Largo plazo</u>	
<u>Carga de tierras:</u>			
Carga crítica de abolladura:	1,1555	0,8882	N/mm ² .
<u>Presión del agua exterior:</u>			
Coficiente ALFA_d:	9,0900	11,2707	
Presión del agua extrema:	0,0000	0,0039	N/mm ² .
Valor crítico de Pa:	0,7272	0,4830	N/mm ² .

Cálculo mecánico de tuberías.

Titulo: Eje 3 DN 700 Max Recub Sección D

Autor:

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):	43,1 kN/m2.

Cargas debidas al tráfico:

Valor FA	50
Valor FE	250
Valor rA:	0,18
Valor rE:	1,82
Carga máx. de Boussinesq (Pf):	11,79 kN/m2.
Factor de corrección (af):	0,99
Carga vertical tráfico (P):	11,71 kN/m2.
Factor de impacto (FI):	1,4
Carga vertical mayorada (Pv):	16,39 kN/m2.

DISTRIBUCIÓN DE CARGAS:

Corrección E2:

Relación B/D:	2,3677
Coefficiente ALFA_bi:	0,0000
Coefficiente ALFA_b:	0,4559
Coefficiente f (HF=00,00):	1,0000
Compactación Dpr:	95,0 %.

	<u>Tensión</u>	<u>Def. c/p.</u>	<u>Def. l/p.</u>
Módulo corregido E2' (N/mm2):	7,2943	4,8629	4,8629

Relación de rigidez:

Rigidez del tubo Sr (N/mm2):	0,0800	0,0800	0,0473
Factor de corrección TAU:	1,2832	1,4300	1,4300
Rigidez horizontal SBH (N/mm2):	5,6159	4,1724	4,1724
Rigidez sistema Tubo-Suelo VRB:	0,0142	0,0192	0,0113
Relación Pr. lateral-Pr. Vertical K2:	0,4000	0,4000	0,4000
Rigidez vert. relleno SBV:	7,2943	4,8629	4,8629
Coef. reacción relleno lat. K*:	1,0407	0,9803	1,0800
Coef. def. diam. vert. Cv*:	-0,0167	-0,0206	-0,0142
Relación de rigidez Vs:	0,6568	0,8001	0,6855

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':	2,1935	3,2902	3,2902
Máximo factor de concentración	1,4574	1,7043	1,7043
Factor concentración LANDA_R:	0,9925	1,0638	1,0165
Factor concentración LANDA_B:	1,0025	0,9787	0,9945

Influencia de la anchura de la zanja:

Factor concentración LANDA_RG:	0,9966	1,0291	1,0075
--------------------------------	--------	--------	--------

Factor límite del factor de concentración:

Límite superior LANDA_f0:	3,6768	3,6768	3,6768
Límite inferior LANDA_fu:	0,4177	0,4177	0,4177

Cálculo mecánico de tuberías.

Titulo: Eje 3 DN 700 Max Recub Sección D

Autor:

Hoja: 5

VERIFICACIÓN:**Verificación de tensión:**

	<u>Coef. calculado</u>		<u>Coef. requerido</u>
	<u>Corto Plazo</u>		
NU Clave:	16,6242		2,0000
NU Riñones:	21,6638		2,0000
NU Base	11,7552		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:	26,0515	14,8492	2,5000
NU Presión Agua externa:	0,0000	0,0000	2,5000
NU simultáneas:	26,0515	14,8492	2,5000

Verificación de deformación:

	<u>Valor calculado</u>		<u>Valor admisible</u>
	<u>Corto Plazo</u>	<u>Largo plazo</u>	
Acortamiento relativo:	0,6325	1,1939	6,0000

CONCLUSIÓN:**TUBO VÁLIDO.**

Cálculo mecánico de tuberías.

Titulo: Eje 0 DN600 Max Recub Sección 0

Autor:

Hoja: 2

CARACTERÍSTICAS DE LOS SUELOS:**Zona1:**

Tipo de suelo:	Grupo 1.
% Compactación:	95,0%.
E1:	16,0 N/mm ² .
GAMMA 1:	20,0 kN/m ³ .
Ángulo rozamiento interno Ro:	35,0
Ángulo rozamiento relleno Ro':	0,0

Zona2:

Tipo de suelo:	Grupo 1.
% Compactación:	95,0%.
E2:	16,0 N/mm ² .
GAMMA 2:	20,0 kN/m ³ .
Coefficiente empuje K1:	0,5
Coefficiente empuje K2:	0,4

Zona3:

Tipo de suelo:	Grupo 4.
% Compactación:	100%.
E3:	10,0 N/mm ² .

Zona4:

Tipo de suelo:	Grupo 4.
% Compactación:	100%.
E4:	10,0 N/mm ² .

SOBRECARGAS VERTICALES (TRÁFICO):

Tipo de sobrecarga:	Concentrada.
Tipo de vehículo:	HT 30 (MEDIO).
Número de ejes:	3
Distancia entre ejes:	2 m.
Distancia entre ruedas:	2 m.
Tipo de firme:	Normal.
Coefficiente (Fi):	1,4
Altura equivalente de tierras:	0,0 m.

Cálculo mecánico de tuberías.

Titulo: Eje 0 DN600 Max Recub Sección 0

Autor:

Hoja: 1

PARÁMETROS DE CÁLCULO**CARACTERÍSTICAS DEL TUBO:**

Tipo de conducto:	Abastecimiento.
Material:	PRV (Centrifugado).
Clase de material:	PN10-SN 10.000.
Norma:	ATV A 127.
Diámetro normalizado:	600
Diámetro exterior:	616,0 mm.
Diámetro interior:	587,6 mm.
Espesor:	14,2 mm.
Módulo elasticidad Et:	110.000,0 N/mm ² .
Módulo elasticidad LP Et:	65.000,0 N/mm ² .
Peso específico GAMMA:	19,0 kN/m ³ .
Rotura flexotracción:	130,0 N/mm ² .
Rotura flexotracción l/p:	90,0 N/mm ² .
Rigidez circunferencial específica:	10,0 kN/m ² .

CLASE DE SEGURIDAD:

<u>Coeficiente de seguridad clase A:</u>	
Frente a fallo por rotura:	2,5.
Frente a la inestabilidad:	2,5.
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):	1,81 m.
Anchura de la zanja (B):	1,15 m.
Ángulo del talud (BETA):	90,0 grados.

NIVEL FREÁTICO:

Altura nivel freático:	0,8 m.
------------------------	--------

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: Eje 0 DN600 Max Recub Sección 0

Autor:

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):	36,28 kN/m2.

Cargas debidas al tráfico:

Valor FA	50
Valor FE	250
Valor rA:	0,18
Valor rE:	1,82
Carga máx. de Boussinesq (Pf):	13,53 kN/m2.
Factor de corrección (af):	0,99
Carga vertical tráfico (P):	13,34 kN/m2.
Factor de impacto (FI):	1,4
Carga vertical mayorada (Pv):	18,67 kN/m2.

DISTRIBUCIÓN DE CARGAS:**Corrección E2:**

Relación B/D:	1,8669
Coefficiente ALFA_bi:	0,0000
Coefficiente ALFA_b:	0,2890
Coefficiente f (HF=00,80):	1,0000
Compactación Dpr:	95,0 %.

	<u>Tensión</u>	<u>Def. c/p.</u>	<u>Def. l/p.</u>
Módulo corregido E2' (N/mm2):	4,6234	3,0823	3,0823

Relación de rigidez:

Rigidez del tubo Sr (N/mm2):	0,0800	0,0800	0,0473
Factor de corrección TAU:	1,4866	1,7276	1,7276
Rigidez horizontal SBH (N/mm2):	4,1239	3,1949	3,1949
Rigidez sistema Tubo-Suelo VRB:	0,0194	0,0250	0,0148
Relación Pr. lateral-Pr. Vertical K2:	0,4000	0,4000	0,4000
Rigidez vert. relleno SBV:	4,6234	3,0823	3,0823
Coef. reacción relleno lat. K*:	0,9777	0,9170	1,0335
Coef. def. diam. vert. Cv*:	-0,0207	-0,0246	-0,0172
Relación de rigidez Vs:	0,8348	1,0546	0,8941

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':	3,4607	5,1910	5,1910
Máximo factor de concentración	1,5909	1,9022	1,9022
Factor concentración LANDA_R:	1,0714	1,1798	1,1209
Factor concentración LANDA_B:	0,9762	0,9401	0,9597

Influencia de la anchura de la zanja:

Factor concentración LANDA_RG:	1,0206	1,0519	1,0349
--------------------------------	--------	--------	--------

Factor límite del factor de concentración:

Límite superior LANDA_f0:	3,7279	3,7279	3,7279
Límite inferior LANDA_fu:	0,4233	0,4233	0,4233

Cálculo mecánico de tuberías.

Titulo: Eje 0 DN600 Max Recub Sección 0

Autor:

Hoja: 4

CARGAS DE CÁLCULO:

	<u>Tensión</u>	<u>Def. c/p.</u>	<u>Def. l/p.</u>
Carga vertical sobre tubo Qvt:	55,6978	38,1647	56,2166
Componente carga relleno Qh:	16,6306	16,1063	16,3912
Componente carga deformación Qh*:	38,1965	20,2275	41,1615

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:	1,231	-1,231	1,231
Por carga horizontal:	-0,368	0,368	-0,368
Por reacción horizontal:	-0,611	0,702	-0,611
Por peso propio:	0,008	-0,009	0,011
Por peso del agua:	0,045	-0,052	0,058
Suma de momentos:	0,306	-0,222	0,321
<u>Axiales (kN/m)</u>	<u>Clave</u>	<u>Riñones</u>	<u>Base</u>
Por carga vertical:	0,000	3,561	23,468
Por carga horizontal:	-4,945	0,000	0,000
Por reacción horizontal:	-6,553	0,000	0,000
Por peso propio:	0,013	0,000	0,000
Por peso del agua:	0,515	0,000	0,000
Suma de axiales:	-10,970	3,561	23,468

CÁLCULO DE TENSIONES Y DEFORMACIONES:

Cálculo de los factores de corrección por curvatura:

Factor ALFA_ki:	1,0159
Factor ALFA_ka:	0,9841

Cálculo de tensiones:

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

Tensión en la clave:	8,4695 N/mm ² .
Tensión en los riñones:	6,7513 N/mm ² .
Tensión en la base:	11,3454 N/mm ² .

Cálculo de deformaciones:

	<u>Corto plazo</u>	<u>Largo plazo</u>	
Variación del diámetro:	-4,0358	-8,5939	mm.
Acortamiento relativo del diámetro vertical:	0,6786	1,4451	%.

CÁLCULO DE LA ESTABILIDAD:

	<u>Corto plazo</u>	<u>Largo plazo</u>	
<u>Carga de tierras:</u>			
Carga crítica de abolladura:	1,0111	0,7773	N/mm ² .
<u>Presión del agua exterior:</u>			
Coficiente ALFA_d:	8,2800	10,2720	
Presión del agua extrema:	0,0132	0,0132	N/mm ² .
Valor crítico de Pa:	0,6624	0,4856	N/mm ² .

Cálculo mecánico de tuberías.

Titulo: Eje 0 DN600 Max Recub Sección 0

Autor:

Hoja: 5

VERIFICACIÓN:**Verificación de tensión:**

	<u>Coef. calculado</u>		<u>Coef. requerido</u>
	<u>Corto Plazo</u>		
NU Clave:	15,3492		2,0000
NU Riñones:	19,2555		2,0000
NU Base	11,4584		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:	26,4937	13,8261	2,5000
NU Presión Agua externa:	50,1059	36,7311	2,5000
NU simultáneas:	17,3303	10,0450	2,5000

Verificación de deformación:

	<u>Valor calculado</u>		<u>Valor admisible</u>
	<u>Corto Plazo</u>	<u>Largo plazo</u>	
Acortamiento relativo:	0,6786	1,4451	6,0000

CONCLUSIÓN:**TUBO VÁLIDO.**

Cálculo mecánico de tuberías.

Título: Eje 0 DN700 Min Recub Sección 0

Autor:

Hoja: 1

PARÁMETROS DE CÁLCULO**CARACTERÍSTICAS DEL TUBO:**

Tipo de conducto:	Abastecimiento.
Material:	PRV (Centrifugado).
Clase de material:	PN6-SN 10.000.
Norma:	ATV A 127.
Diámetro normalizado:	700
Diámetro exterior:	718,0 mm.
Diámetro interior:	685,6 mm.
Espesor:	16,2 mm.
Módulo elasticidad Et:	110.000,0 N/mm ² .
Módulo elasticidad LP Et:	65.000,0 N/mm ² .
Peso específico GAMMA:	19,0 kN/m ³ .
Rotura flexotracción:	130,0 N/mm ² .
Rotura flexotracción l/p:	90,0 N/mm ² .
Rigidez circunferencial específica:	10,0 kN/m ² .

CLASE DE SEGURIDAD:

<u>Coeficiente de seguridad clase A:</u>	
Frente a fallo por rotura:	2,5.
Frente a la inestabilidad:	2,5.
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):	1,36 m.
Anchura de la zanja (B):	1,3 m.
Ángulo del talud (BETA):	90,0 grados.

NIVEL FREÁTICO:

Altura nivel freático:	0,6 m.
------------------------	--------

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: Eje 0 DN700 Min Recub Sección 0

Autor:

Hoja: 2

CARACTERÍSTICAS DE LOS SUELOS:**Zona1:**

Tipo de suelo:	Grupo 1.
% Compactación:	95,0%.
E1:	16,0 N/mm ² .
GAMMA 1:	20,0 kN/m ³ .
Ángulo rozamiento interno Ro:	35,0
Ángulo rozamiento relleno Ro':	0,0

Zona2:

Tipo de suelo:	Grupo 1.
% Compactación:	95,0%.
E2:	16,0 N/mm ² .
GAMMA 2:	20,0 kN/m ³ .
Coefficiente empuje K1:	0,5
Coefficiente empuje K2:	0,4

Zona3:

Tipo de suelo:	Grupo 4.
% Compactación:	100%.
E3:	10,0 N/mm ² .

Zona4:

Tipo de suelo:	Grupo 4.
% Compactación:	100%.
E4:	10,0 N/mm ² .

SOBRECARGAS VERTICALES (TRÁFICO):

Tipo de sobrecarga:	Concentrada.
Tipo de vehículo:	HT 30 (MEDIO).
Número de ejes:	3
Distancia entre ejes:	2 m.
Distancia entre ruedas:	2 m.
Tipo de firme:	Normal.
Coefficiente (Fi):	1,4
Altura equivalente de tierras:	0,0 m.

Cálculo mecánico de tuberías.

Titulo: Eje 0 DN700 Min Recub Sección 0

Autor:

Hoja: 3

CARGAS QUE SE EMPLEARÁN EN LOS CÁLCULOS:**Cargas debidas a la tierra:**

Coficiente carga de tierras (Cz):	1,0
Coficiente carga de tierras (Cz90):	1,0
Coficiente (Cn):	0,0
Coficiente (Cn90):	0,0
Carga vertical tierras (Pe):	27,24 kN/m2.

Cargas debidas al tráfico:

Valor FA	50
Valor FE	250
Valor rA:	0,18
Valor rE:	1,82
Carga máx. de Boussinesq (Pf):	17,56 kN/m2.
Factor de corrección (af):	0,95
Carga vertical tráfico (P):	16,63 kN/m2.
Factor de impacto (FI):	1,4
Carga vertical mayorada (Pv):	23,28 kN/m2.

DISTRIBUCIÓN DE CARGAS:**Corrección E2:**

Relación B/D:	1,8106
Coficiente ALFA_bi:	0,0000
Coficiente ALFA_b:	0,2702
Coficiente f (HF=00,60):	1,0000
Compactación Dpr:	95,0 %.

	<u>Tensión</u>	<u>Def. c/p.</u>	<u>Def. l/p.</u>
Módulo corregido E2' (N/mm2):	4,3231	2,8821	2,8821

Relación de rigidez:

Rigidez del tubo Sr (N/mm2):	0,0800	0,0800	0,0473
Factor de corrección TAU:	1,5543	1,8087	1,8087
Rigidez horizontal SBH (N/mm2):	4,0316	3,1278	3,1278
Rigidez sistema Tubo-Suelo VRB:	0,0198	0,0256	0,0151
Relación Pr. lateral-Pr. Vertical K2:	0,4000	0,4000	0,4000
Rigidez vert. relleno SBV:	4,3231	2,8821	2,8821
Coef. reacción relleno lat. K*:	0,9726	0,9116	1,0295
Coef. def. diam. vert. Cv*:	-0,0211	-0,0250	-0,0174
Relación de rigidez Vs:	0,8791	1,1122	0,9420

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':	3,7010	5,5515	5,5515
Máximo factor de concentración	1,5140	1,7831	1,7831
Factor concentración LANDA_R:	1,0805	1,1856	1,1313
Factor concentración LANDA_B:	0,9732	0,9381	0,9562

Influencia de la anchura de la zanja:

Factor concentración LANDA_RG:	1,0218	1,0502	1,0355
--------------------------------	--------	--------	--------

Factor límite del factor de concentración:

Límite superior LANDA_f0:	3,7957	3,7957	3,7957
Límite inferior LANDA_fu:	0,5534	0,5534	0,5534

Cálculo mecánico de tuberías.

Titulo: Eje 0 DN700 Min Recub Sección 0

Autor:

Hoja: 4

CARGAS DE CÁLCULO:

	<u>Tensión</u>	<u>Def. c/p.</u>	<u>Def. l/p.</u>
Carga vertical sobre tubo Qvt:	51,1118	28,6062	51,4853
Componente carga relleno Qh:	13,4755	13,0938	13,2912
Componente carga deformación Qh*:	36,6064	14,1411	39,3204

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:	1,537	-1,537	1,537
Por carga horizontal:	-0,405	0,405	-0,405
Por reacción horizontal:	-0,797	0,916	-0,797
Por peso propio:	0,013	-0,015	0,016
Por peso del agua:	0,072	-0,082	0,092
Suma de momentos:	0,419	-0,312	0,443
<u>Axiales (kN/m)</u>	<u>Clave</u>	<u>Riñones</u>	<u>Base</u>
Por carga vertical:	0,000	3,812	25,121
Por carga horizontal:	-4,674	0,000	0,000
Por reacción horizontal:	-7,326	0,000	0,000
Por peso propio:	0,018	0,000	0,000
Por peso del agua:	0,701	0,000	0,000
Suma de axiales:	-11,281	3,812	25,121

CÁLCULO DE TENSIONES Y DEFORMACIONES:

Cálculo de los factores de corrección por curvatura:

Factor ALFA_ki:	1,0156
Factor ALFA_ka:	0,9844

Cálculo de tensiones:

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

Tensión en la clave:	9,0412 N/mm ² .
Tensión en los riñones:	7,2635 N/mm ² .
Tensión en la base:	11,8358 N/mm ² .

Cálculo de deformaciones:

	<u>Corto plazo</u>	<u>Largo plazo</u>	
Variación del diámetro:	-3,3571	-9,7594	mm.
Acortamiento relativo del diámetro vertical:	0,4839	1,4069	%.

CÁLCULO DE LA ESTABILIDAD:

	<u>Corto plazo</u>	<u>Largo plazo</u>	
<u>Carga de tierras:</u>			
Carga crítica de abolladura:	1,0004	0,7690	N/mm ² .
<u>Presión del agua exterior:</u>			
Coficiente ALFA_d:	8,2400	10,2170	
Presión del agua extrema:	0,0112	0,0112	N/mm ² .
Valor crítico de Pa:	0,6592	0,4830	N/mm ² .

Cálculo mecánico de tuberías.

Titulo: Eje 0 DN700 Min Recub Sección 0

Autor:

Hoja: 5

VERIFICACIÓN:**Verificación de tensión:**

	<u>Coef. calculado</u>		<u>Coef. requerido</u>
	<u>Corto Plazo</u>		
NU Clave:	14,3786		2,0000
NU Riñones:	17,8976		2,0000
NU Base	10,9836		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:	34,9729	14,9372	2,5000
NU Presión Agua externa:	58,8046	43,0853	2,5000
NU simultáneas:	21,9303	11,0918	2,5000

Verificación de deformación:

	<u>Valor calculado</u>		<u>Valor admisible</u>
	<u>Corto Plazo</u>	<u>Largo plazo</u>	
Acortamiento relativo:	0,4839	1,4069	6,0000

CONCLUSIÓN:**TUBO VÁLIDO.**

Cálculo mecánico de tuberías.

Titulo: EDAR PEÑÍSCOLA PEAD

Autor: VALTER-NOLTER

Hoja: 1

PARÁMETROS DE CÁLCULO**CARACTERÍSTICAS DEL TUBO:**

Tipo de conducto:	Abastecimiento.
Material:	POLIETILENO A.D..
Clase de material:	PE 100 (Banda Azul) PN 10.
Norma:	ATV A 127.
Diámetro normalizado:	200
Diámetro exterior:	200,0 mm.
Diámetro interior:	176,2 mm.
Espesor:	11,9 mm.
Módulo elasticidad Et:	1.000,0 N/mm ² .
Módulo elasticidad LP Et:	150,0 N/mm ² .
Peso específico GAMMA:	9,5 kN/m ³ .
Rotura flexotracción:	30,0 N/mm ² .
Rotura flexotracción l/p:	14,4 N/mm ² .
Rigidez circunferencial específica:	0,0 kN/m ² .

CLASE DE SEGURIDAD:

<u>Coeficiente de seguridad clase A:</u>	
Frente a fallo por rotura:	2,5.
Frente a la inestabilidad:	2,5.
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 ancha.
Altura del relleno (H):	3,5 m.
Anchura de la zanja (B):	1,33 m.
Ángulo del talud (BETA):	75,0 grados.

NIVEL FREÁTICO:

No existe nivel freático.

CARACTERÍSTICAS DEL APOYO:

Tipo de apoyo:	Tipo I: Apoyo sobre cama granular.
Ángulo de apoyo:	90,0 grados.
Relación de proyección:	1,0

Cálculo mecánico de tuberías.

Titulo: EDAR PEÑÍSCOLA PEAD

Autor: VALTER-NOLTER

Hoja: 2

CARACTERÍSTICAS DE LOS SUELOS:**Zona1:**

Tipo de suelo:	Grupo 3.
% Compactación:	100,0%.
E1:	14,0 N/mm ² .
GAMMA 1:	20,0 kN/m ³ .
Ángulo rozamiento interno Ro:	25,0
Ángulo rozamiento relleno Ro':	16,67

Zona2:

Tipo de suelo:	Grupo 3.
% Compactación:	95,0%.
E2:	5,0 N/mm ² .
GAMMA 2:	20,0 kN/m ³ .
Coefficiente empuje K1:	0,5
Coefficiente empuje K2:	0,2

Zona3:

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

Zona4:

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

SOBRECARGAS VERTICALES (TRÁFICO):

Tipo de sobrecarga:	Concentrada.
Tipo de vehículo:	HT 30 (MEDIO).
Número de ejes:	3
Distancia entre ejes:	2 m.
Distancia entre ruedas:	2 m.
Tipo de firme:	Normal.
Coefficiente (Fi):	1,4
Altura equivalente de tierras:	0,0 m.

Cálculo mecánico de tuberías.

Titulo: EDAR PEÑÍSCOLA PEAD

Autor: VALTER-NOLTER

Hoja: 3

CARGAS QUE SE EMPLEARÁN EN LOS CÁLCULOS:**Cargas debidas a la tierra:**

Coefficiente carga de tierras (Cz):	0,74
Coefficiente carga de tierras (Cz90):	0,69
Coefficiente (Cn):	0,0
Coefficiente (Cn90):	0,0
Carga vertical tierras (Pe):	52,03 kN/m2.

Cargas debidas al tráfico:

Valor FA	50
Valor FE	250
Valor rA:	0,18
Valor rE:	1,82
Carga máx. de Boussinesq (Pf):	7,3 kN/m2.
Factor de corrección (af):	1,0
Carga vertical tráfico (P):	7,3 kN/m2.
Factor de impacto (FI):	1,4
Carga vertical mayorada (Pv):	10,22 kN/m2.

DISTRIBUCIÓN DE CARGAS:**Corrección E2:**

Relación B/D:	6,6500			
Coefficiente ALFA_bi:	0,6667			
Coefficiente ALFA_b:	1,0000			
Coefficiente f (HF=00,00):	1,0000			
Compactación Dpr:	95,0 %.			
	<u>Tensión c/p</u>	<u>Tensión l/p</u>	<u>Def. c/p.</u>	<u>Def. l/p.</u>
Módulo corregido E2' (N/mm2):	5,0000	5,0000	3,3333	3,3333

Relación de rigidez:

Rigidez del tubo Sr (N/mm2):	0,1859	0,0279	0,1859	0,0279
Factor de corrección TAU:	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000
Rigidez horizontal SBH (N/mm2):	3,0000	3,0000	2,0000	2,0000
Rigidez sistema Tubo-Suelo VRB:	0,0620	0,0093	0,0929	0,0139
Relación Pr. lateral-Pr. Vertical K2:	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000
Rigidez vert. relleno SBV:	5,0000	5,0000	3,3333	3,3333
Coef. reacción relleno lat. K*:	0,7483	1,2731	0,5247	1,0446
Coef. def. diam. vert. Cv*:	-0,0487	-0,0151	-0,0497	-0,0164
Relación de rigidez Vs:	0,7632	0,3687	1,1217	0,5087

Valor Ch1 (2*alfa=90):	0,0956
Valor Ch2 (2*alfa=90):	-0,0658
Valor Cv1 (2*alfa=90):	-0,0966
Valor Cv2 (2*alfa=90):	0,0640

Factores de concentración:

	<u>Tensión c/p</u>	<u>Tensión l/p</u>	<u>Def. c/p.</u>	<u>Def. l/p.</u>
Descarga relativa efectiva a':	2,8000	2,8000	4,2000	4,2000
Máximo factor de concentración	2,0313	1,0082	2,5820	2,5820
Factor concentración LANDA_R:	0,9397	0,9889	1,1471	0,7651
Factor concentración LANDA_B:	1,0201	1,0037	0,9510	1,0783

Influencia de la anchura de la zanja:

Factor concentración LANDA_RG:	0,9397	0,9889	1,1471	0,7651
--------------------------------	--------	--------	--------	--------

Factor límite del factor de concentración:

Límite superior LANDA_f0:	3,4750	3,4750	3,4750	3,4750
Límite inferior LANDA_fu:	0,1225	0,1225	0,1225	0,1225

Cálculo mecánico de tuberías.

Titulo: EDAR PEÑÍSCOLA PEAD

Autor: VALTER-NOLTER

Hoja: 4

CARGAS DE CÁLCULO:

	<u>Tensión c/p</u>	<u>Tensión l/p</u>	<u>Def. c/p.</u>	<u>Def. l/p.</u>
Carga vertical sobre tubo Qvt:	59,1106	61,6700	59,6812	50,0253
Componente carga relleno Qh:	11,0150	10,8443	10,2958	11,6206
Componente carga deformación Qh*:	35,9877	64,7041	25,9143	40,1183

CÁLCULO DE ESFUERZOS:

Tipo I -> 2*alfa=90

<u>Momentos (kN*m/m)</u>	<u>Clave</u>	<u>Riñones</u>	<u>Base</u>
Por carga vertical:	0,134	-0,137	0,154
Por carga horizontal:	-0,023	0,023	-0,023
Por reacción horizontal:	-0,054	0,062	-0,054
Por peso propio:	0,000	0,000	0,001
Por peso del agua:	0,002	-0,002	0,002
Suma de momentos:	0,059	-0,054	0,080
<u>Axiales (kN/m)</u>	<u>Clave</u>	<u>Riñones</u>	<u>Base</u>
Por carga vertical:	0,285	-5,383	-0,285
Por carga horizontal:	-1,003	0,000	-1,003
Por reacción horizontal:	-1,891	0,000	-1,891
Por peso propio:	0,003	-0,016	-0,003
Por peso del agua:	0,055	0,018	0,111
Suma de axiales:	-2,550	-5,382	-3,073

CÁLCULO DE ESFUERZOS (LARGO PLAZO):

<u>Momentos (kN*m/m)</u>	<u>Clave</u>	<u>Riñones</u>	<u>Base</u>
Por carga vertical:	0,140	-0,143	0,161
Por carga horizontal:	-0,022	0,022	-0,022
Por reacción horizontal:	-0,097	0,112	-0,097
Por peso propio:	0,000	0,000	0,001
Por peso del agua:	0,002	-0,002	0,002
Suma de momentos:	0,023	-0,011	0,044
<u>Axiales (kN/m)</u>	<u>Clave</u>	<u>Riñones</u>	<u>Base</u>
Por carga vertical:	0,298	-5,617	-0,298
Por carga horizontal:	-0,988	0,000	-0,988
Por reacción horizontal:	-3,400	0,000	-3,400
Por peso propio:	0,003	-0,016	-0,003
Por peso del agua:	0,055	0,018	0,111
Suma de axiales:	-4,031	-5,615	-4,578

CÁLCULO DE TENSIONES Y DEFORMACIONES:

Cálculo de los factores de corrección por curvatura:

Factor ALFA_ki:	1,0436
Factor ALFA_ka:	0,9564

Cálculo de tensiones:

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

Tensión en la clave:	2,4143N/mm ² .
Tensión en los riñones:	1,7423 N/mm ² .
Tensión en la base:	3,2839 N/mm ² .

Cálculo de deformaciones:

	<u>Corto plazo</u>	<u>Largo plazo</u>	
Variación del diámetro:	-2,4059	-4,1255	mm.
Acortamiento relativo del diámetro vertical:	1,3208	2,2649	%.

CÁLCULO DE LA ESTABILIDAD:

	<u>Corto plazo</u>	<u>Largo plazo</u>	
<u>Carga de tierras:</u>			
Carga crítica de abolladura:	1,2195	0,4723	N/mm ² .
<u>Presión del agua exterior:</u>			
Coefficiente ALFA_d:	4,2800	8,7000	
Presión del agua extrema:	0,0000	0,0000	N/mm ² .
Valor crítico de Pa:	0,7956	0,2426	N/mm ² .

VERIFICACIÓN:

Verificación de tensión:

	<u>Coef. calculado</u>		<u>Coef. requerido</u>
	<u>Corto Plazo</u>	<u>Largo Plazo</u>	
NU Clave:	12,4258	21,9357	2,5000
NU Riñones:	17,2184	469,7460	2,5000
NU Base	9,1354	9,2218	2,5000

Verificación de la estabilidad:

	<u>Coef. calculado</u>		<u>Coef. requerido</u>
	<u>Corto Plazo</u>	<u>Largo Plazo</u>	
NU Carga tierras:	20,4333	9,4413	2,5000
NU Presión Agua externa:	0,0000	0,0000	2,5000
NU simultáneas:	20,4333	9,4413	2,5000

Verificación de deformación:

	<u>Valor calculado</u>		<u>Valor admisible</u>
	<u>Corto Plazo</u>	<u>Largo plazo</u>	
Acortamiento relativo:	1,3208	2,2649	6,0000

CONCLUSIÓN:

TUBO VÁLIDO.

Cálculo mecánico de tuberías.

Título: E.D.A.R. PEÑÍSCOLA

Autor: VALTER-NOLTER

Hoja: 1

PARÁMETROS DE CÁLCULO**CARACTERÍSTICAS DEL TUBO:**

Tipo de conducto:	Saneamiento.
Material:	PVC COMPACTO.
Clase de material:	SN 4.
Norma:	ATV A 127.
Diámetro normalizado:	200
Diámetro exterior:	200,0 mm.
Diámetro interior:	190,2 mm.
Espesor:	4,9 mm.
Módulo elasticidad Et:	3.600,0 N/mm ² .
Módulo elasticidad LP Et:	1.750,0 N/mm ² .
Peso específico GAMMA:	14,6 kN/m ³ .
Rotura flexotracción:	90,0 N/mm ² .
Rotura flexotracción l/p:	50,0 N/mm ² .
Rigidez circunferencial específica:	0,0 kN/m ² .

CLASE DE SEGURIDAD:

<u>Coeficiente de seguridad clase A:</u>	
Frente a fallo por rotura:	2,5.
Frente a la inestabilidad:	2,5.
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 ancha.
Altura del relleno (H):	2,5 m.
Anchura de la zanja (B):	1,0 m.
Ángulo del talud (BETA):	75,0 grados.

NIVEL FREÁTICO:

No existe nivel freático.

CARACTERÍSTICAS DEL APOYO:

Tipo de apoyo:	Tipo I: Apoyo sobre cama granular.
Ángulo de apoyo:	90,0 grados.
Relación de proyección:	1,0

Cálculo mecánico de tuberías.

Titulo: E.D.A.R. PEÑÍSCOLA

Autor: VALTER-NOLTER

Hoja: 2

CARACTERÍSTICAS DE LOS SUELOS:**Zona1:**

Tipo de suelo:	Grupo 3.
% Compactación:	100,0%.
E1:	14,0 N/mm ² .
GAMMA 1:	20,0 kN/m ³ .
Ángulo rozamiento interno Ro:	25,0
Ángulo rozamiento relleno Ro':	16,67

Zona2:

Tipo de suelo:	Grupo 3.
% Compactación:	95,0%.
E2:	5,0 N/mm ² .
GAMMA 2:	20,0 kN/m ³ .
Coefficiente empuje K1:	0,5
Coefficiente empuje K2:	0,2

Zona3:

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

Zona4:

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

SOBRECARGAS VERTICALES (TRÁFICO):

Tipo de sobrecarga:	Concentrada.
Tipo de vehículo:	HT 30 (MEDIO).
Número de ejes:	3
Distancia entre ejes:	2 m.
Distancia entre ruedas:	2 m.
Tipo de firme:	Normal.
Coefficiente (Fi):	1,4
Altura equivalente de tierras:	0,0 m.

Cálculo mecánico de tuberías.

Titulo: E.D.A.R. PEÑÍSCOLA

Autor: VALTER-NOLTER

Hoja: 3

CARGAS QUE SE EMPLEARÁN EN LOS CÁLCULOS:**Cargas debidas a la tierra:**

Coefficiente carga de tierras (Cz):	0,75
Coefficiente carga de tierras (Cz90):	0,7
Coefficiente (Cn):	0,0
Coefficiente (Cn90):	0,0
Carga vertical tierras (Pe):	37,66 kN/m2.

Cargas debidas al tráfico:

Valor FA	50
Valor FE	250
Valor rA:	0,18
Valor rE:	1,82
Carga máx. de Boussinesq (Pf):	10,39 kN/m2.
Factor de corrección (af):	1,0
Carga vertical tráfico (P):	10,38 kN/m2.
Factor de impacto (FI):	1,4
Carga vertical mayorada (Pv):	14,53 kN/m2.

DISTRIBUCIÓN DE CARGAS:**Corrección E2:**

Relación B/D:	5,0000
Coefficiente ALFA_bi:	0,6667
Coefficiente ALFA_b:	1,0000
Coefficiente f (HF=00,00):	1,0000
Compactación Dpr:	95,0 %.

	<u>Tensión</u>	<u>Def. c/p.</u>	<u>Def. l/p.</u>
Módulo corregido E2' (N/mm2):	5,0000	3,3333	3,3333

Relación de rigidez:

Rigidez del tubo Sr (N/mm2):	0,0395	0,0395	0,0192
Factor de corrección TAU:	1,0346	1,0412	1,0412
Rigidez horizontal SBH (N/mm2):	3,1037	2,0824	2,0824
Rigidez sistema Tubo-Suelo VRB:	0,0127	0,0190	0,0092
Relación Pr. lateral-Pr. Vertical K2:	0,2000	0,2000	0,2000
Rigidez vert. relleno SBV:	5,0000	3,3333	3,3333
Coef. reacción relleno lat. K*:	1,2175	0,9827	1,1104
Coef. def. diam. vert. Cv*:	-0,0187	-0,0204	-0,0122
Relación de rigidez Vs:	0,4228	0,5806	0,4707

Valor Ch1 (2*alfa=90):	0,0956
Valor Ch2 (2*alfa=90):	-0,0658
Valor Cv1 (2*alfa=90):	-0,0966
Valor Cv2 (2*alfa=90):	0,0640

Factores de concentración:

	<u>Tensión</u>	<u>Def. c/p.</u>	<u>Def. l/p.</u>
Descarga relativa efectiva a':	2,8000	4,2000	4,2000
Máximo factor de concentración	1,9824	2,5062	2,5062
Factor concentración LANDA_R:	0,7155	0,8223	0,7374
Factor concentración LANDA_B:	1,0948	1,0592	1,0875

Influencia de la anchura de la zanja:

Factor concentración LANDA_RG:	0,7155	0,8223	0,7374
--------------------------------	--------	--------	--------

Factor límite del factor de concentración:

Límite superior LANDA_f0:	3,6250	3,6250	3,6250
Límite inferior LANDA_fu:	0,1711	0,1711	0,1711

Cálculo mecánico de tuberías.

Título: E.D.A.R. PEÑÍSCOLA

Autor: VALTER-NOLTER

Hoja: 4

CARGAS DE CÁLCULO:

	<u>Tensión</u>	<u>Def. c/p.</u>	<u>Def. l/p.</u>
Carga vertical sobre tubo Qvt:	41,4779	30,9713	42,3027
Componente carga relleno Qh:	8,6472	8,3790	8,5923
Componente carga deformación Qh*:	39,9702	22,2022	37,4319

CÁLCULO DE ESFUERZOS:

Tipo I -> $2 \cdot \alpha = 90$

<u>Momentos (kN*m/m)</u>	<u>Clave</u>	<u>Riñones</u>	<u>Base</u>
Por carga vertical:	0,105	-0,107	0,121
Por carga horizontal:	-0,020	0,020	-0,020
Por reacción horizontal:	-0,067	0,077	-0,067
Por peso propio:	0,000	0,000	0,000
Por peso del agua:	0,002	-0,002	0,003
Suma de momentos:	0,020	-0,013	0,037
<u>Axiales (kN/m)</u>	<u>Clave</u>	<u>Riñones</u>	<u>Base</u>
Por carga vertical:	0,212	-3,995	-0,212
Por carga horizontal:	-0,833	0,000	-0,833
Por reacción horizontal:	-2,222	0,000	-2,222
Por peso propio:	0,002	-0,011	-0,002
Por peso del agua:	0,062	0,020	0,124
Suma de axiales:	-2,779	-3,986	-3,145

CÁLCULO DE TENSIONES Y DEFORMACIONES:

Cálculo de los factores de corrección por curvatura:

Factor ALFA_ki:	1,0170
Factor ALFA_ka:	0,9830

Cálculo de tensiones:

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

Tensión en la clave:	4,6224 N/mm ² .
Tensión en los riñones:	2,2989 N/mm ² .
Tensión en la base:	8,7495 N/mm ² .

Cálculo de deformaciones:

	<u>Corto plazo</u>	<u>Largo plazo</u>	
Variación del diámetro:	-2,2489	-4,1391	mm.
Acortamiento relativo del diámetro vertical:	1,1674	2,1485	%.

CÁLCULO DE LA ESTABILIDAD:

	<u>Corto plazo</u>	<u>Largo plazo</u>	
<u>Carga de tierras:</u>			
Carga crítica de abolladura:	0,5735	0,3999	N/mm ² .
<u>Presión del agua exterior:</u>			
Coficiente ALFA_d:	9,0600	11,8623	
Presión del agua extrema:	0,0000	0,0000	N/mm ² .
Valor crítico de Pa:	0,3578	0,0000	N/mm ² .

Cálculo mecánico de tuberías.

Titulo: E.D.A.R. PEÑÍSCOLA

Autor: VALTER-NOLTER

Hoja: 5

VERIFICACIÓN:**Verificación de tensión:**

	<u>Coef. calculado</u>		<u>Coef. requerido</u>
	<u>Corto Plazo</u>		
NU Clave:	19,4705		2,5000
NU Riñones:	39,1488		2,5000
NU Base	10,2863		2,5000

Verificación de la estabilidad:

	<u>Coef. calculado</u>		<u>Coef. requerido</u>
	<u>Corto Plazo</u>	<u>Largo Plazo</u>	
NU Carga tierras:	18,5183	9,4528	2,5000
NU Presión Agua externa:	0,0000	0,0000	2,5000
NU simultáneas:	18,5183	9,4528	2,5000

Verificación de deformación:

	<u>Valor calculado</u>		<u>Valor admisible</u>
	<u>Corto Plazo</u>	<u>Largo plazo</u>	
Acortamiento relativo:	1,1674	2,1485	6,0000

CONCLUSIÓN:**TUBO VÁLIDO.**

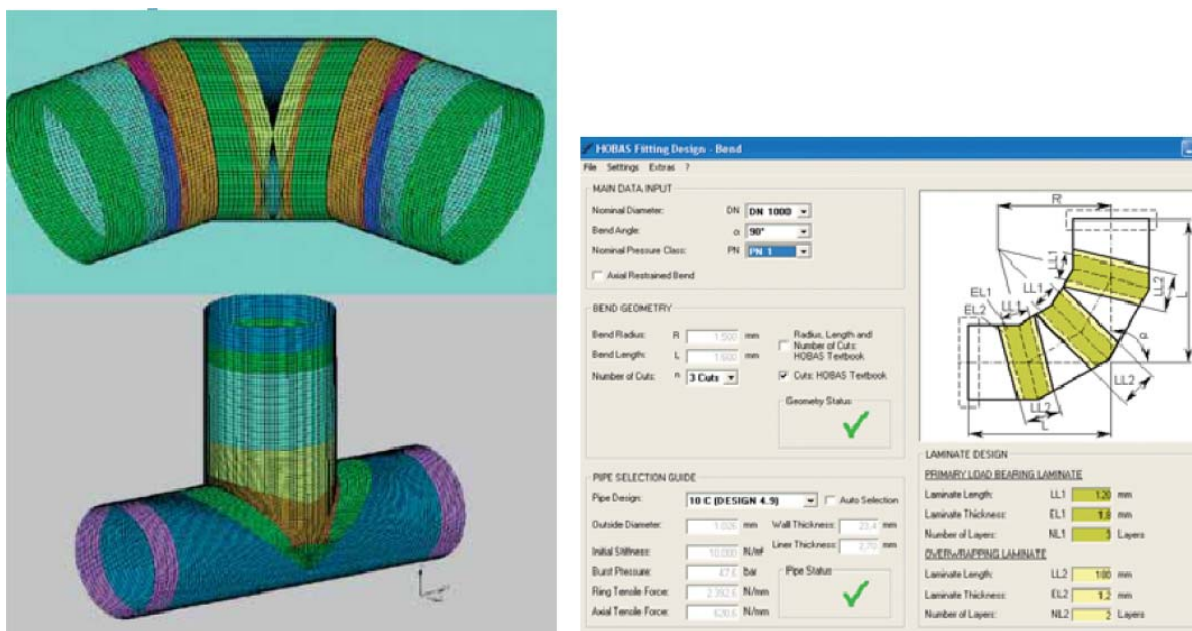
3.6 CÁLCULO ADICIONAL CON EL PROGRAMA HOBAS

El fundamento de este método (que ha sido utilizado para verificar las tuberías de poliéster centrifugado y reforzado con fibra) consiste en verificar el comportamiento de la tubería enterrada, calculando las cargas totales producidas por la acción de las tierras y vehículos que actúan sobre la tubería, comparando por un lado las tensiones calculadas con la tensión de rotura de diseño, de cuya comparación se deducen los coeficientes de seguridad.

Los pasos seguidos en la utilización del mismo, son idénticos a los ya explicados para la aplicación de la norma alemana (ATV – A 127), mediante el programa HOBAS de la casa IngSoft, diseñado por el ingeniero Ullrich Wallmann.

Tras el proceso de cálculo, la validez del tubo queda determinada si se cumplen dos condiciones:

- o Carga debida al terreno < Flexión circunferencial
- o Carga debida al terreno < Deformación anular



3.6.1 CÁLCULOS DE COMPROBACIÓN HOBAS

A continuación se incluyen los cálculos efectuados con el programa descrito para la sección desfavorable en PRFV (Profundidad mínima):

COLECTOR EJE 3
PRFV DN800 PN10 SN-10000 (PROF. MIN. = -0,604 M)
IMPULSIÓN. SECCIÓN E.

Calculations to ATV-DVWK-A 127, third edition, August 2000

Project: COLECTOR EJE 3
PRFV DN800 PN10 SN-10000 (PROF. MIN)
IMPULSIÓN. SECCIÓN E

Date: 08/09/2011

Input:

Safety factors

Safety class: A (normal case)
Allowable deflection: 6% (normal case)
A type predeformation: $\delta_{v,TypeA}$ 1,00 %
Local predeformation: $\delta_{v,local}$ 0,00 %

Pipe

HOBAS standard pipe
Pressure class: PN 10
Nominal stiffness: SN 10.000
Nominal diameter: DN 800
Outside diameter: OD 820 mm
Wall thickness: s 16,5 mm
Specific weight of the pipe material: γ_R 17,50 kN/m³
Coefficient of transversal contraction: ν 0,25 [1]

Soil

E1: Backfilling: Soil group: G2
Value from Table 8 in ATV A127: D_{PR1} 90,0 %
E20: Pipe zone: Soil group: G2
Value from Table 8 in ATV A127: D_{PR2} 97,0 %
E3: Native soil: Soil group: G3
Proctor density: D_{PR3} 95,0 %
E4: Below trench: Soil group G3
Proctor density: D_{PR4} 95,0 %

Installation

Trench width: b 1.900 mm
Slope angle: β 90,00 °
Cover condition: A3
Bedding condition: B4
Bedding angle: 180°

Load case combination 1

Description: Area with minimum cover
Cover depth: h 603 mm
Soil density: γ 20,00 kN/m³
Additional surface load: P_0 0,00 N/mm²

Maximum groundwater level above pipe bed:	$h_{W,max}$	0	mm
Minimum groundwater level above pipe bed:	$h_{W,min}$	0	mm
Internal pressure (short term):	$P_{I,K}$	0,00	bar
Internal pressure (long term):	$P_{I,L}$	0,00	bar
Water fill	Yes		
Density of medium:	γ_F	10,00	kN/m ³
Traffic load:	HLC 30 (road)		

Intermediate results for load case 1

Description: Area with minimum cover

Silo theory:

Soil load coefficient κ for trench load (Silo Theory): κ 1,000 [1]
 Soil load coefficient κ_0 for trench load (Silo Theory): κ_0 1,000 [1]

Load:

Groundwater level above crown: h_W 0 mm
 Stress due to soil load: P_{earth} 12,06 kN/m²
 Stress due to soil and surface loads: P_E 12,06 kN/m²
 Stress due to traffic load: P_{tr} 34,78 kN/m²

Deformation moduli E_S :

Backfilling elastic modulus under load: $E_{1,\sigma}$ 3,00 N/mm²
 Bedding elastic modulus under load: $E_{20,\sigma}$ 11,00 N/mm²
 Reduction factor for creep: f_1 1,000 [1]
 Reduction factor E_{20} (groundwater): f_2 1,000 [1]
 Reduction factor E_{20} (narrow trench): α_B 1,000 [1]
 Bedding elastic modulus (reduced) under load: $E_{2,\sigma}$ 11,00 N/mm²
 Native soil elastic modulus under load: $E_{3,\sigma}$ 5,21 N/mm²
 Elastic modulus of soil under pipe under load: $E_{4,\sigma}$ 5,21 N/mm²

Soil stiffness values:

Correction factor for horizontal bedding stiffness: ζ 0,683 [1]
 Horizontal bedding stiffness: S_{Bh} 4,510 [1]
 Vertical bedding stiffness: S_{Bv} 11,000 [1]

Bedding angle, effective relative projection and friction angle:

Bedding angle: 2α 180 °
 Effective projection: a' 0,273 [1]
 Internal friction angle: ϕ' 30,000 [1]
 Wall friction angle: δ 0,000 [1]

	Short-term:	Long-term:	Long-term:
	All loads	Soil loads,	other
		Traffic loads	loads

Characteristic values of pipe material and ring stiffness:

Pipe ring stiffness:	S_0	10,000	8,713	5,000	kN/m ²
Calculated ultimate strain for edge fibers:	ε_R	1,318	1,183	0,791	%
Calculated pipe material elastic modulus:	E_R	13.857,6	12.073,4	6.928,8	N/mm ²

Stiffness ratio:

System stiffness:	V_{PB}	0,0177	0,0155	0,0089	[1]
Ratio of stiffness:	V_S	0,3733	0,3582	---	[1]

Coefficients:

Soil pressure coefficient (bedding):	K_2	0,300	0,300	---	[1]
Coefficient for bedding reaction pressure:	K^*	0,997	1,025	---	[1]
Coefficient for vertical deflection:	c_V^*	-0,0195	-0,0177	---	[1]

Concentration factors λ_P and λ_S :

Coefficient K':	K'	1,000	1,000	---	[1]
Initial value:	λ_P	0,875	0,870	---	[1]
Under trench effect:	$\lambda_{Ptrench}$	0,945	0,943	---	[1]
Upper limit:	λ_{fu}	3,910	3,910	---	[1]
Lower limit:	λ_{fl}	0,815	0,815	---	[1]
Final value:	λ_{Pf}	0,945	0,943	---	[1]
Soil concentration factor:	λ_s	1,042	1,043	---	[1]

Pressure distribution at pipe circumference:

Total vertical load:	q_v	46,17	46,15	---	kN/m ²
Lateral pressure:	q_h	6,23	6,23	---	kN/m ²
Bedding reaction pressure (soil load):	q^*_h	39,83	40,92	---	kN/m ²
Bedding reaction pressure (water fill):	q^*_{hw}	3,03	3,39	---	kN/m ²

Section forces for load case 1, Crown

		Short term	Long term	
Moment due to total vertical load:	M_{qv}	1,863	1,862	kNm/m
Moment due to lateral pressure:	M_{qh}	-0,251	-0,252	kNm/m
Moment due to horiz. bedding reaction pressure:	M_{qh}^*	-1,164	-1,195	kNm/m
Moment due to horizontal bedding reaction (water fill):	M_{qw}^*	-0,088	-0,099	kNm/m
Moment due to dead weight:	M_g	0,016	0,016	kNm/m
Moment due to water fill:	M_w	0,112	0,112	kNm/m
Moment due to water pressure:	M_{pw}	0,000	0,000	kNm/m
Total moments:	ΣM	0,487	0,444	kNm/m
Total without water fill and pressure:	$\Sigma M'$	0,464	0,431	kNm/m
Axial force due to total vertical load:	N_{qv}	0,000	0,000	kN/m
Axial force due to lateral pressure:	N_{qh}	-2,503	-2,505	kN/m
Axial force due to horiz. bedding reaction pressure:	N_{qh}^*	-9,232	-9,485	kN/m
Axial force due to horizontal bedding reaction (water fill):	N_{qw}^*	-0,702	-0,786	kN/m
Axial force due to dead weight:	N_g	0,019	0,019	kN/m
Axial force due to water fill:	N_w	0,941	0,941	kN/m
Axial force due to water pressure:	N_{pw}	0,000	0,000	kN/m
Total axial forces:	ΣN	-11,477	-11,815	kN/m
Total without water fill and pressure:	$\Sigma N'$	-11,716	-11,970	kN/m

Section forces for load case 1, Springline

		Short term	Long term	
Moment due to total vertical load:	M_{qv}	-1,863	-1,862	kNm/m
Moment due to lateral pressure:	M_{qh}	0,251	0,252	kNm/m
Moment due to horiz. bedding reaction pressure:	M_{qh}^*	1,337	1,374	kNm/m
Moment due to horizontal bedding reaction (water fill):	M_{qw}^*	0,102	0,114	kNm/m
Moment due to dead weight:	M_g	-0,018	-0,018	kNm/m
Moment due to water fill:	M_w	-0,127	-0,127	kNm/m
Moment due to water pressure:	M_{pw}	0,000	0,000	kNm/m
Total moments:	ΣM	-0,318	-0,268	kNm/m
Total without water fill and pressure:	$\Sigma M'$	-0,293	-0,255	kNm/m
Axial force due to total vertical load:	N_{qv}	-18,549	-18,540	kN/m
Axial force due to lateral pressure:	N_{qh}	0,000	0,000	kN/m
Axial force due to horiz. bedding reaction pressure:	N_{qh}^*	0,000	0,000	kN/m
Axial force due to horizontal bedding reaction (water fill):	N_{qw}^*	0,000	0,000	kN/m
Axial force due to dead weight:	N_g	-0,182	-0,182	kN/m
Axial force due to water fill:	N_w	0,347	0,347	kN/m
Axial force due to water pressure:	N_{pw}	0,000	0,000	kN/m
Total axial forces:	ΣN	-18,384	-18,375	kN/m
Total without water fill and pressure:	$\Sigma N'$	-18,732	-18,722	kN/m

Section forces for load case 1, Bottom

		Short term	Long term	
Moment due to total vertical load:	M_{qv}	1,863	1,862	kNm/m
Moment due to lateral pressure:	M_{qh}	-0,251	-0,252	kNm/m
Moment due to horiz. bedding reaction pressure:	M_{qh}^*	-1,164	-1,195	kNm/m
Moment due to horizontal bedding reaction (water fill):	M_{qw}^*	-0,088	-0,099	kNm/m
Moment due to dead weight:	M_g	0,021	0,021	kNm/m
Moment due to water fill:	M_w	0,143	0,143	kNm/m
Moment due to water pressure:	M_{pw}	0,000	0,000	kNm/m
Total moments:	ΣM	0,523	0,479	kNm/m
Total without water fill and pressure:	$\Sigma M'$	0,469	0,436	kNm/m
Axial force due to total vertical load:	N_{qv}	0,000	0,000	kN/m
Axial force due to lateral pressure:	N_{qh}	-2,503	-2,505	kN/m
Axial force due to horiz. bedding reaction pressure:	N_{qh}^*	-9,232	-9,485	kN/m
Axial force due to horizontal bedding reaction (water fill):	N_{qw}^*	-0,702	-0,786	kN/m
Axial force due to dead weight:	N_g	-0,019	-0,019	kN/m
Axial force due to water fill:	N_w	2,287	2,287	kN/m
Axial force due to water pressure:	N_{pw}	0,000	0,000	kN/m
Total axial forces:	ΣN	-10,170	-10,508	kN/m
Total without water fill and pressure:	$\Sigma N'$	-11,754	-12,009	kN/m

Proof for load case combination 1, Short term

Strain proof:

Calculated ultimate strain due to soil/traffic loads:	$\varepsilon_{R,calc}$	1,318	%		
Ultimate strain for edge fibers, other loads:	$\varepsilon_{R,calc}$	1,318	%		
Internal:		Crown	Springline	Bottom	
Strain due to soil and traffic loads:	$\varepsilon_{qv,qh,qh^*,i}$	0,067	-0,052	0,067	%
Strain due to other loads:	$\varepsilon_{other,i}$	0,006	-0,007	0,013	%
Safety:	$\gamma_{\varepsilon BTi}$	17,93	---	16,51	[1]
Safety:	$\gamma_{\varepsilon BCi}$	---	22,21	---	[1]
External:		Crown	Springline	Bottom	
Strain due to soil and traffic loads:	$\varepsilon_{qv,qh,qh^*,a}$	-0,075	0,035	-0,075	%
Strain due to other loads:	$\varepsilon_{other,a}$	-0,006	0,007	-0,011	%
Safety:	$\gamma_{\varepsilon BTe}$	---	31,47	---	[1]
Safety:	$\gamma_{\varepsilon BCe}$	16,19	---	15,25	[1]
Required flexural tensile safety:	req γ_{BT}	2,00			[1]
Required flexural compressive safety:	req γ_{BC}	2,00			[1]

The strain safety factors determined are greater than the required factors.

Deflection proof:

Calculation method:		linear			
Ratio:		$I/(A_{rad} \cdot r_m^2)$	0,00014	[1]	
Ratio:		$I/(A_{rad} \cdot r_m^2) \cdot \kappa_q$	0,00017	[1]	
Resultant deflection coefficient:	c'_v	q_v -0,0833	q_h 0,0833	q_h^* 0,0640	[1]
Vertical diameter change:		Δd_v	7,8	mm	
Horizontal diameter change:		Δd_h	7,1	mm	
Relative vertical deformation:		δ_v	0,97	%	
Allowable deflection:		all d_v	6,00	%	

The deflection determined is less than the allowable deflection.

Stability proof (linear):

Total vertical load	q_v	46,2	kN/m ²
Reduction factor for soil/traffic load:	κ_{v2}	0,86	[1]
Critical buckling load (soil/traffic load):	crit q_v	1.038,9	kN/m ²
The buckling proof for water pressure does not apply, as there is neither groundwater nor a vacuum.			
Buckling safety:	γ_{buckl}	22,50	[1]
Required buckling safety:	req γ_{buckl}	2,00	[1]

The buckling safety factors determined are greater than required.

Proof for load case combination 1, Long term

Strain proof:

Calculated ultimate strain due to soil/traffic loads:	$\varepsilon_{R,calc}$	1,183	%		
Ultimate strain for edge fibers, other loads:	$\varepsilon_{R,calc}$	0,791	%		
Internal:		Crown	Springline	Bottom	
Strain due to soil and traffic loads:	$\varepsilon_{qv,qh,qh^*,i}$	0,071	-0,053	0,071	%
Strain due to other loads:	$\varepsilon_{other,i}$	0,009	-0,010	0,022	%
Safety:	$\gamma_{\varepsilon BTi}$	13,94	---	11,41	[1]
Safety:	$\gamma_{\varepsilon BCi}$	---	17,35	---	[1]
External:		Crown	Springline	Bottom	
Strain due to soil and traffic loads:	$\varepsilon_{qv,qh,qh^*,a}$	-0,081	0,033	-0,081	%
Strain due to other loads:	$\varepsilon_{other,a}$	-0,009	0,010	-0,019	%
Safety:	$\gamma_{\varepsilon BTe}$	---	24,44	---	[1]
Safety:	$\gamma_{\varepsilon BCe}$	12,59	---	10,86	[1]
Required flexural tensile safety:	req γ_{BT}	2,00			[1]
Required flexural compressive safety:	req γ_{BC}	2,00			[1]

The strain safety factors determined are greater than the required factors.

Deflection proof:

Calculation method:		linear			
Ratio:		$I/(A_{rad} \cdot r_m^2)$	0,00014	[1]	
Ratio:		$I/(A_{rad} \cdot r_m^2) \cdot \kappa_q$	0,00017	[1]	
Resultant deflection coefficient:	c'_v	q_v -0,0833	q_h 0,0833	q_h^* 0,0640	[1]
Vertical diameter change:		Δd_v	8,1	mm	
Horizontal diameter change:		Δd_h	7,3	mm	
Relative vertical deformation:		δ_v	1,01	%	
Allowable deflection:		all d_v	6,00	%	

The deflection determined is less than the allowable deflection.

Stability proof (linear):

Total vertical load	q_v	46,1	kN/m ²
Reduction factor for soil/traffic load:	κ_{v2}	0,87	[1]
Critical buckling load (soil/traffic load):	crit q_v	971,1	kN/m ²
The buckling proof for water pressure does not apply, as there is neither groundwater nor a vacuum.			
Buckling safety:	γ_{buckl}	21,04	[1]
Required buckling safety:	req γ_{buckl}	2,00	[1]

The buckling safety factors determined are greater than required.

APÉNDICE Nº 1.- CÁLCULOS HIDRÁULICOS DE CONDUCCIÓN EN GRAVEDAD (EJE 2)

Denominación

TRAMO POR GRAVEDAD

Tramo

Arqueta rotura - EBAR de Vial

Hipótesis

Formulación

Prandtl-Colebrook con coeficientes correctores de Thormann-Franke

Objeto

Comprobación de velocidades y calados

Caudales de diseño

- Medio en fase I y t.baja	416,67	m³/h
- Máximo en fase I y t.baja	833,33	m³/h
- Máximo en fase I y t.baja	1.666,67	m³/h
- Máximo en fase II y t.alta	2.279,67	m³/h

Características

- Material	PRFV	
- Diámetro	900	mm
- Fluido	Agua residual	
- Rugosidad	0,25	mm
- Coeficiente de Poisson	0,00000131	m²/sg
- Pendiente del tramo	0,15	%

Resultados

- Caudal máximo en colector	2.989,06	m³/h
- Caudal (resguardo 25%)	2.581,09	m³/h
- Caudal a sección llena	2.989,06	m³/h

	Velocidades (m/sg)	Calados (mm)	% de llenado
Sección llena	1,31	900,00	100,00%
Qmedio en fase I y t.baja	0,93	224,57	24,95%
Qmáximo en fase I y t.baja	1,13	323,00	35,89%
Qmáximo en fase I y t.baja	1,33	481,89	53,54%
Qmáximo en fase II y t.alta	1,40	603,93	67,10%

RELACION h/D	CALADO h mm	CAUDAL m³/h	VELOCIDAD m/sg
0,01	9,00	0,52	0,14
0,10	90,00	66,07	0,55
0,15	135,00	151,42	0,70
0,20	180,00	269,83	0,83
0,25	225,00	418,65	0,94
0,30	270,00	594,70	1,03
0,35	315,00	794,38	1,11
0,40	360,00	1.013,78	1,19
0,45	405,00	1.248,67	1,25
0,50	450,00	1.494,53	1,31
0,55	495,00	1.735,23	1,34
0,60	540,00	1.972,27	1,37
0,65	585,00	2.197,32	1,39
0,70	630,00	2.402,46	1,40
0,75	675,00	2.581,09	1,40
0,80	720,00	2.728,54	1,39
0,85	765,00	2.842,45	1,37
0,90	810,00	2.922,64	1,35
0,95	855,00	2.970,74	1,32
1,00	900,00	2.989,06	1,31

APÉNDICE Nº 2.- CÁLCULOS HIDRÁULICOS TRANSITORIOS DE IMPULSIONES CON CEBELMAIL 381

IMPULSIÓN EBAR CONSTITUCIÓN - ARQUETA DE ROTURA DE CARGA



Simulation report

*ebar_constitucion_sw_ps_peniscola_castellon
_v3*

Creation date : 22/10/2012 - 15:52:40

Model description

Network

SUMP : Tank
 Zground : -3 m
 Z0 : -1.5 m
PUMP : Simple node
 Zground : 1 m
PUMP - NRV : Loss coeff
 Alpha 1 (PUMP to NRV) : 3.5
 Alpha 2 (NRV to PUMP) : 1e+020
NRV : Simple node
 Zground : 1 m
NRV - ST0 : Loss coeff
 Alpha 1 (NRV to ST0) : 0
 Alpha 2 (ST0 to NRV) : 0
ST0 : Simple node
 Zground : 1 m
ST0 - 290 : Pipe
 Length : 290 m
 Pipe n° 1
 Zground : 1
290 : Simple node
 Zground : -0.357 m
290 - 616 : Pipe
 Length : 326 m
 Pipe n° 1
 Zground : 12
616 : Simple node
 Zground : -0.514 m
616 - 1026 : Pipe
 Length : 410 m
 Pipe n° 1
 Zground : 13
1026 : Simple node
 Zground : -0.394 m
1026 - 1346 : Pipe
 Length : 320 m
 Pipe n° 1
 Zground : 14
1346 : Simple node
 Zground : -0.154 m
1346 - 1926 : Pipe
 Length : 580 m
 Pipe n° 1
 Zground : 15
1926 : Simple node
 Zground : 2.333 m

1926 - DSMH : Pipe
 Length : 421 m
 Pipe n° 1
 Zground : 16_modif

DSMH : Tank
 Zground : 4.67 m
 Z0 : 4.67 m

NRV - ARAA : Loss coeff
 Alpha 1 (NRV to ARAA) : 0
 Alpha 2 (ARAA to NRV) : 0

ARAA : shaft-ARAA air vessel
 Zground : 2 m
 ZTube : 2.92 m
 Gas volume : 6.4 m³
 Gamma : 1.2
 Section : 1.739 m²
 alpha (During filling) : 2.37
 alpha (During emptying) : 1.85

SUMP - PUMP : Pump(43)
 Nominal head : 20.1 m
 Number of stages : 1
 Number of blades : 1
 Operation power_failure_t=1s
 Nominal flow : 0.1775 m³/s
 TDH points
 TDH Model double-parabola
 Motor standard
 N Nom. : 1480 tr/mn
 R nominal : 1
 Pd² : 1.876 kg.m²
 coeff : 6
 C (modèle double parabole, adimensionné par /Hnom) : 1.691542289
 B (modèle double parabole, adimensionné par*Qnom /Hnom) : -0.6914287313
 Q1 (modèle double parabole, adimensionné par /Qnom) : 1.994929577

SUMP - PUMP : Pump(44)
 Nominal head : 20.1 m
 Number of stages : 1
 Number of blades : 1
 Operation power_failure_t=1s
 Nominal flow : 0.1775 m³/s
 TDH points
 TDH Model double-parabola
 Motor standard
 N Nom. : 1480 tr/mn
 R nominal : 1
 Pd² : 1.876 kg.m²
 coeff : 6
 C (modèle double parabole, adimensionné par /Hnom) : 1.691542289
 B (modèle double parabole, adimensionné par*Qnom /Hnom) : -0.6914287313
 Q1 (modèle double parabole, adimensionné par /Qnom) : 1.994929577

SUMP - PUMP : Pump(45)

Nominal head : 20.1 m

Number of stages : 1

Number of blades : 1

Operation power_failure_t=1s

Nominal flow : 0.1775 m³/s

TDH points

TDH Model double-parabola

Motor standard

N Nom. : 1480 tr/mn

R nominal : 1

Pd² : 1.876 kg.m²

coeff : 6

C (modèle double parabole, adimensionné par /Hnom) : 1.691542289

B (modèle double parabole, adimensionné par*Qnom /Hnom) : -0.6914287313

Q1 (modèle double parabole, adimensionné par /Qnom) : 1.994929577

Pipe input

Pipe n° 1

k = 0.1 mm

phi = 600 mm

c = 500 m/s

Minimum allowable pressure = -0.2 bar

Maximum allowable pressure = 10 bar

Simulation constants

Time step 0.05000 s

Final time 200.00 s

Density 1000.00 kg/m³

Atmospheric pressure 10.33 m

Gravity 9.81 m/s²

Viscosity 1e-006 m²/s

Vapor pressure 0.23 m

Laws

Manoeuvres power_failure_t=1s

temps [s] Y/Ynom.

1 1

1 0

Caractéristiques des moteurs standard

N/Nnom. C/Cn.

0 2

0.8 2

1 1

1.03 0

Profils des conduites 1

PK [m] Z [m]

0.1	1
10	-1.197
20	-1.167
30	-1.137
40	-1.107
50	-1.077
60	-1.047
70	-1.017
80	-0.987
90	-0.957
100	-0.927
110	-0.897
120	-0.867
130	-0.837
140	-0.807
150	-0.777
160	-0.747
170	-0.717
180	-0.687
190	-0.657
200	-0.627
210	-0.597
220	-0.567
230	-0.537
240	-0.507
250	-0.477
260	-0.447
270	-0.417
280	-0.387
290	-0.357
300	-0.366
310	-0.416
320	-0.466
330	-0.516
340	-0.566
350	-0.616
360	-0.666
370	-0.716
380	-0.766
390	-0.816
396	-0.844
396.1	-0.844
406	-0.829
416	-0.814
426	-0.799
436	-0.784
446	-0.769
456	-0.754

466	-0.739
476	-0.724
486	-0.709
496	-0.694
506	-0.679
516	-0.664
526	-0.649
536	-0.634
546	-0.619
556	-0.604
566	-0.589
576	-0.574
586	-0.559
596	-0.544
606	-0.529
616	-0.514
626	-0.544
636	-0.574
646	-0.604
656	-0.634
666	-0.664
676	-0.694
686	-0.724
696	-0.754
706	-0.784
716	-0.814
726	-0.844
736	-0.829
746	-0.814
756	-0.799
766	-0.784
776	-0.769
786	-0.754
796	-0.739
806	-0.724
816	-0.709
826	-0.694
836	-0.679
846	-0.664
856	-0.649
866	-0.634
876	-0.619
886	-0.604
896	-0.589
906	-0.574
916	-0.559
926	-0.544
936	-0.529
946	-0.514
956	-0.499

966	-0.484
976	-0.469
986	-0.454
996	-0.439
1006	-0.424
1016	-0.409
1026	-0.394
1036	-0.424
1046	-0.454
1056	-0.484
1066	-0.514
1076	-0.544
1086	-0.574
1096	-0.604
1106	-0.634
1116	-0.664
1126	-0.694
1136	-0.724
1146	-0.754
1156	-0.724
1166	-0.694
1176	-0.664
1186	-0.634
1196	-0.604
1206	-0.574
1216	-0.544
1226	-0.514
1236	-0.484
1246	-0.454
1256	-0.424
1266	-0.394
1276	-0.364
1286	-0.334
1296	-0.304
1306	-0.274
1316	-0.244
1326	-0.214
1336	-0.184
1346	-0.154
1356	-0.184
1366	-0.214
1376	-0.244
1386	-0.274
1396	-0.304
1406	-0.334
1416	-0.364
1426	-0.394
1436	-0.424
1446	-0.454
1456	-0.396

1466	-0.338
1476	-0.28
1486	-0.222
1496	-0.164
1506	-0.106
1516	-0.048
1526	0.01
1536	0.068
1546	0.127
1556	0.185
1566	0.243
1576	0.301
1586	0.359
1596	0.417
1606	0.475
1616	0.533
1626	0.591
1636	0.649
1646	0.707
1656	0.765
1666	0.823
1676	0.881
1686	0.939
1696	0.997
1706	1.055
1716	1.113
1726	1.172
1736	1.23
1746	1.288
1756	1.346
1766	1.404
1776	1.462
1786	1.52
1796	1.578
1806	1.636
1816	1.694
1826	1.752
1836	1.81
1846	1.868
1856	1.926
1866	1.984
1876	2.042
1886	2.1
1896	2.158
1906	2.216
1916	2.275
1926	2.333
1936	2.383
1946	2.433
1956	2.484

1966	2.534
1976	2.584
1986	2.634
1996	2.684
2006	2.735
2016	2.785
2026	2.835
2036	2.885
2046	2.935
2056	2.985
2066	3.036
2076	3.086
2086	3.136
2096	3.186
2106	3.236
2116	3.286
2126	3.337
2136	3.387
2146	3.437
2156	3.487
2166	3.537
2176	3.588
2186	3.638
2196	3.688
2206	3.738
2216	3.788
2226	3.838
2236	3.889
2246	3.939
2256	3.989
2266	4.039
2276	4.089
2286	4.139
2296	4.19
2306	4.24
2316	4.29
2326	4.34
2336	4.39
2346	4.44
2347	4.447
Profils des conduites 12	
PK [m]	Z [m]
10	-0.366
20	-0.416
30	-0.466
40	-0.516
50	-0.566
60	-0.616
70	-0.666
80	-0.716

90	-0.766
100	-0.816
106	-0.844
106.1	-0.844
116	-0.829
126	-0.814
136	-0.799
146	-0.784
156	-0.769
166	-0.754
176	-0.739
186	-0.724
196	-0.709
206	-0.694
216	-0.679
226	-0.664
236	-0.649
246	-0.634
256	-0.619
266	-0.604
276	-0.589
286	-0.574
296	-0.559
306	-0.544
316	-0.529
326	-0.514
336	-0.544
346	-0.574
356	-0.604
366	-0.634
376	-0.664
386	-0.694
396	-0.724
406	-0.754
416	-0.784
426	-0.814
436	-0.844
446	-0.829
456	-0.814
466	-0.799
476	-0.784
486	-0.769
496	-0.754
506	-0.739
516	-0.724
526	-0.709
536	-0.694
546	-0.679
556	-0.664
566	-0.649

576	-0.634
586	-0.619
596	-0.604
606	-0.589
616	-0.574
626	-0.559
636	-0.544
646	-0.529
656	-0.514
666	-0.499
676	-0.484
686	-0.469
696	-0.454
706	-0.439
716	-0.424
726	-0.409
736	-0.394
746	-0.424
756	-0.454
766	-0.484
776	-0.514
786	-0.544
796	-0.574
806	-0.604
816	-0.634
826	-0.664
836	-0.694
846	-0.724
856	-0.754
866	-0.724
876	-0.694
886	-0.664
896	-0.634
906	-0.604
916	-0.574
926	-0.544
936	-0.514
946	-0.484
956	-0.454
966	-0.424
976	-0.394
986	-0.364
996	-0.334
1006	-0.304
1016	-0.274
1026	-0.244
1036	-0.214
1046	-0.184
1056	-0.154
1066	-0.184

1076	-0.214
1086	-0.244
1096	-0.274
1106	-0.304
1116	-0.334
1126	-0.364
1136	-0.394
1146	-0.424
1156	-0.454
1166	-0.396
1176	-0.338
1186	-0.28
1196	-0.222
1206	-0.164
1216	-0.106
1226	-0.048
1236	0.01
1246	0.068
1256	0.127
1266	0.185
1276	0.243
1286	0.301
1296	0.359
1306	0.417
1316	0.475
1326	0.533
1336	0.591
1346	0.649
1356	0.707
1366	0.765
1376	0.823
1386	0.881
1396	0.939
1406	0.997
1416	1.055
1426	1.113
1436	1.172
1446	1.23
1456	1.288
1466	1.346
1476	1.404
1486	1.462
1496	1.52
1506	1.578
1516	1.636
1526	1.694
1536	1.752
1546	1.81
1556	1.868
1566	1.926

1576	1.984
1586	2.042
1596	2.1
1606	2.158
1616	2.216
1626	2.275
1636	2.333
1646	2.383
1656	2.433
1666	2.484
1676	2.534
1686	2.584
1696	2.634
1706	2.684
1716	2.735
1726	2.785
1736	2.835
1746	2.885
1756	2.935
1766	2.985
1776	3.036
1786	3.086
1796	3.136
1806	3.186
1816	3.236
1826	3.286
1836	3.337
1846	3.387
1856	3.437
1866	3.487
1876	3.537
1886	3.588
1896	3.638
1906	3.688
1916	3.738
1926	3.788
1936	3.838
1946	3.889
1956	3.939
1966	3.989
1976	4.039
1986	4.089
1996	4.139
2006	4.19
2016	4.24
2026	4.29
2036	4.34
2046	4.39
2056	4.44
2057	4.447

Profils des conduites 13

PK [m]	Z [m]
10	-0.544
20	-0.574
30	-0.604
40	-0.634
50	-0.664
60	-0.694
70	-0.724
80	-0.754
90	-0.784
100	-0.814
110	-0.844
120	-0.829
130	-0.814
140	-0.799
150	-0.784
160	-0.769
170	-0.754
180	-0.739
190	-0.724
200	-0.709
210	-0.694
220	-0.679
230	-0.664
240	-0.649
250	-0.634
260	-0.619
270	-0.604
280	-0.589
290	-0.574
300	-0.559
310	-0.544
320	-0.529
330	-0.514
340	-0.499
350	-0.484
360	-0.469
370	-0.454
380	-0.439
390	-0.424
400	-0.409
410	-0.394
420	-0.424
430	-0.454
440	-0.484
450	-0.514
460	-0.544
470	-0.574
480	-0.604

490	-0.634
500	-0.664
510	-0.694
520	-0.724
530	-0.754
540	-0.724
550	-0.694
560	-0.664
570	-0.634
580	-0.604
590	-0.574
600	-0.544
610	-0.514
620	-0.484
630	-0.454
640	-0.424
650	-0.394
660	-0.364
670	-0.334
680	-0.304
690	-0.274
700	-0.244
710	-0.214
720	-0.184
730	-0.154
740	-0.184
750	-0.214
760	-0.244
770	-0.274
780	-0.304
790	-0.334
800	-0.364
810	-0.394
820	-0.424
830	-0.454
840	-0.396
850	-0.338
860	-0.28
870	-0.222
880	-0.164
890	-0.106
900	-0.048
910	0.01
920	0.068
930	0.127
940	0.185
950	0.243
960	0.301
970	0.359
980	0.417

990	0.475
1000	0.533
1010	0.591
1020	0.649
1030	0.707
1040	0.765
1050	0.823
1060	0.881
1070	0.939
1080	0.997
1090	1.055
1100	1.113
1110	1.172
1120	1.23
1130	1.288
1140	1.346
1150	1.404
1160	1.462
1170	1.52
1180	1.578
1190	1.636
1200	1.694
1210	1.752
1220	1.81
1230	1.868
1240	1.926
1250	1.984
1260	2.042
1270	2.1
1280	2.158
1290	2.216
1300	2.275
1310	2.333
1320	2.383
1330	2.433
1340	2.484
1350	2.534
1360	2.584
1370	2.634
1380	2.684
1390	2.735
1400	2.785
1410	2.835
1420	2.885
1430	2.935
1440	2.985
1450	3.036
1460	3.086
1470	3.136
1480	3.186

1490	3.236
1500	3.286
1510	3.337
1520	3.387
1530	3.437
1540	3.487
1550	3.537
1560	3.588
1570	3.638
1580	3.688
1590	3.738
1600	3.788
1610	3.838
1620	3.889
1630	3.939
1640	3.989
1650	4.039
1660	4.089
1670	4.139
1680	4.19
1690	4.24
1700	4.29
1710	4.34
1720	4.39
1730	4.44
1731	4.447

Profils des conduites 14

PK [m]	Z [m]
10	-0.424
20	-0.454
30	-0.484
40	-0.514
50	-0.544
60	-0.574
70	-0.604
80	-0.634
90	-0.664
100	-0.694
110	-0.724
120	-0.754
130	-0.724
140	-0.694
150	-0.664
160	-0.634
170	-0.604
180	-0.574
190	-0.544
200	-0.514
210	-0.484
220	-0.454

230	-0.424
240	-0.394
250	-0.364
260	-0.334
270	-0.304
280	-0.274
290	-0.244
300	-0.214
310	-0.184
320	-0.154
330	-0.184
340	-0.214
350	-0.244
360	-0.274
370	-0.304
380	-0.334
390	-0.364
400	-0.394
410	-0.424
420	-0.454
430	-0.396
440	-0.338
450	-0.28
460	-0.222
470	-0.164
480	-0.106
490	-0.048
500	0.01
510	0.068
520	0.127
530	0.185
540	0.243
550	0.301
560	0.359
570	0.417
580	0.475
590	0.533
600	0.591
610	0.649
620	0.707
630	0.765
640	0.823
650	0.881
660	0.939
670	0.997
680	1.055
690	1.113
700	1.172
710	1.23
720	1.288

730	1.346
740	1.404
750	1.462
760	1.52
770	1.578
780	1.636
790	1.694
800	1.752
810	1.81
820	1.868
830	1.926
840	1.984
850	2.042
860	2.1
870	2.158
880	2.216
890	2.275
900	2.333
910	2.383
920	2.433
930	2.484
940	2.534
950	2.584
960	2.634
970	2.684
980	2.735
990	2.785
1000	2.835
1010	2.885
1020	2.935
1030	2.985
1040	3.036
1050	3.086
1060	3.136
1070	3.186
1080	3.236
1090	3.286
1100	3.337
1110	3.387
1120	3.437
1130	3.487
1140	3.537
1150	3.588
1160	3.638
1170	3.688
1180	3.738
1190	3.788
1200	3.838
1210	3.889
1220	3.939

1230	3.989
1240	4.039
1250	4.089
1260	4.139
1270	4.19
1280	4.24
1290	4.29
1300	4.34
1310	4.39
1320	4.44
1321	4.447

Profils des conduites 15

PK [m]	Z [m]
10	-0.184
20	-0.214
30	-0.244
40	-0.274
50	-0.304
60	-0.334
70	-0.364
80	-0.394
90	-0.424
100	-0.454
110	-0.396
120	-0.338
130	-0.28
140	-0.222
150	-0.164
160	-0.106
170	-0.048
180	0.01
190	0.068
200	0.127
210	0.185
220	0.243
230	0.301
240	0.359
250	0.417
260	0.475
270	0.533
280	0.591
290	0.649
300	0.707
310	0.765
320	0.823
330	0.881
340	0.939
350	0.997
360	1.055
370	1.113

380	1.172
390	1.23
400	1.288
410	1.346
420	1.404
430	1.462
440	1.52
450	1.578
460	1.636
470	1.694
480	1.752
490	1.81
500	1.868
510	1.926
520	1.984
530	2.042
540	2.1
550	2.158
560	2.216
570	2.275
580	2.333
590	2.383
600	2.433
610	2.484
620	2.534
630	2.584
640	2.634
650	2.684
660	2.735
670	2.785
680	2.835
690	2.885
700	2.935
710	2.985
720	3.036
730	3.086
740	3.136
750	3.186
760	3.236
770	3.286
780	3.337
790	3.387
800	3.437
810	3.487
820	3.537
830	3.588
840	3.638
850	3.688
860	3.738
870	3.788

880	3.838
890	3.889
900	3.939
910	3.989
920	4.039
930	4.089
940	4.139
950	4.19
960	4.24
970	4.29
980	4.34
990	4.39
1000	4.44
1001	4.447

Profils des conduites 16_modif

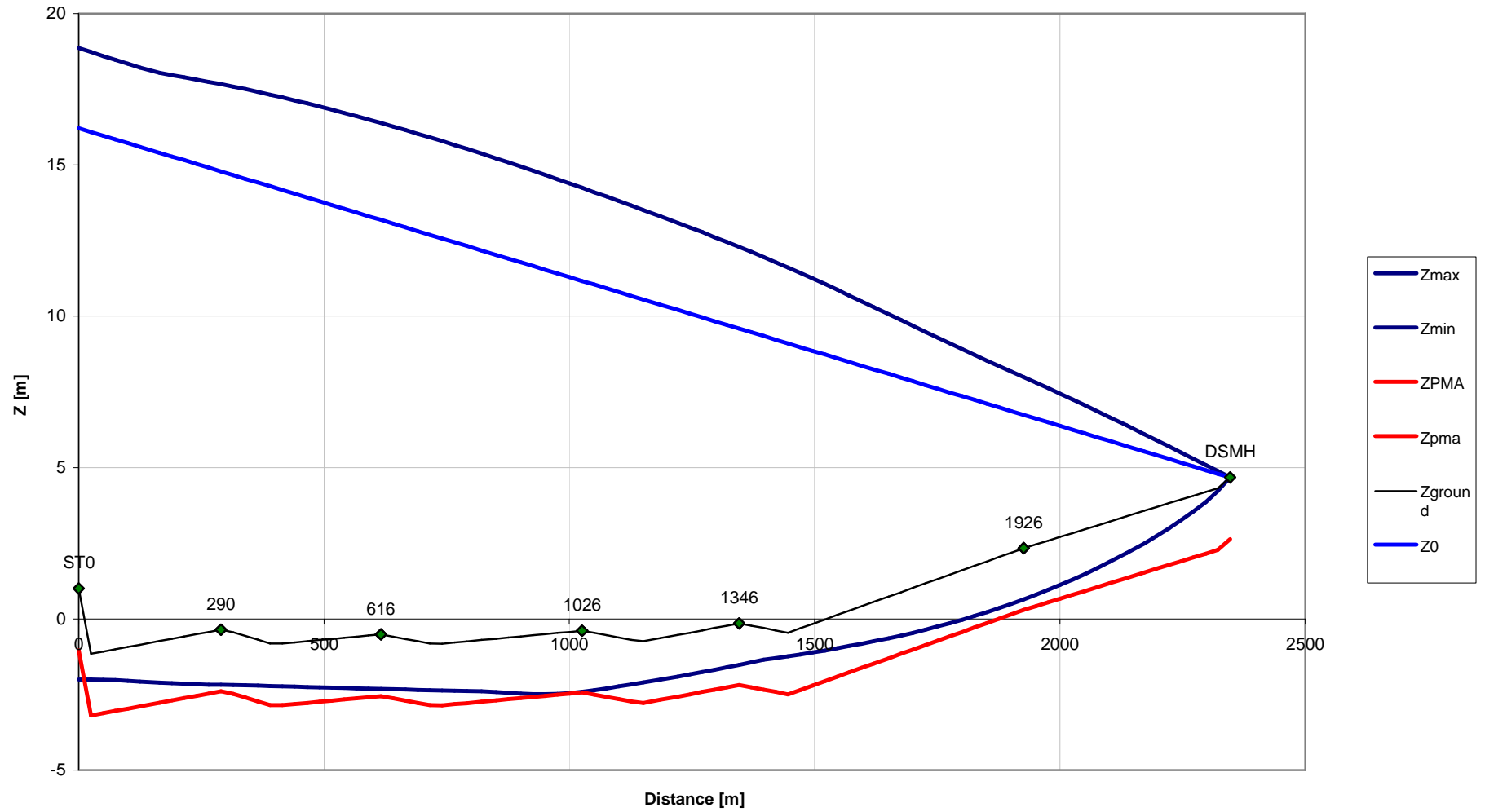
PK [m]	Z [m]
10	2.383
20	2.433
30	2.484
40	2.534
50	2.584
60	2.634
70	2.684
80	2.735
90	2.785
100	2.835
110	2.885
120	2.935
130	2.985
140	3.036
150	3.086
160	3.136
170	3.186
180	3.236
190	3.286
200	3.337
210	3.387
220	3.437
230	3.487
240	3.537
250	3.588
260	3.638
270	3.688
280	3.738
290	3.788
300	3.838
310	3.889
320	3.939
330	3.989
340	4.039

350	4.089
360	4.139
370	4.19
380	4.24
390	4.29
410	4.39
421	4.67

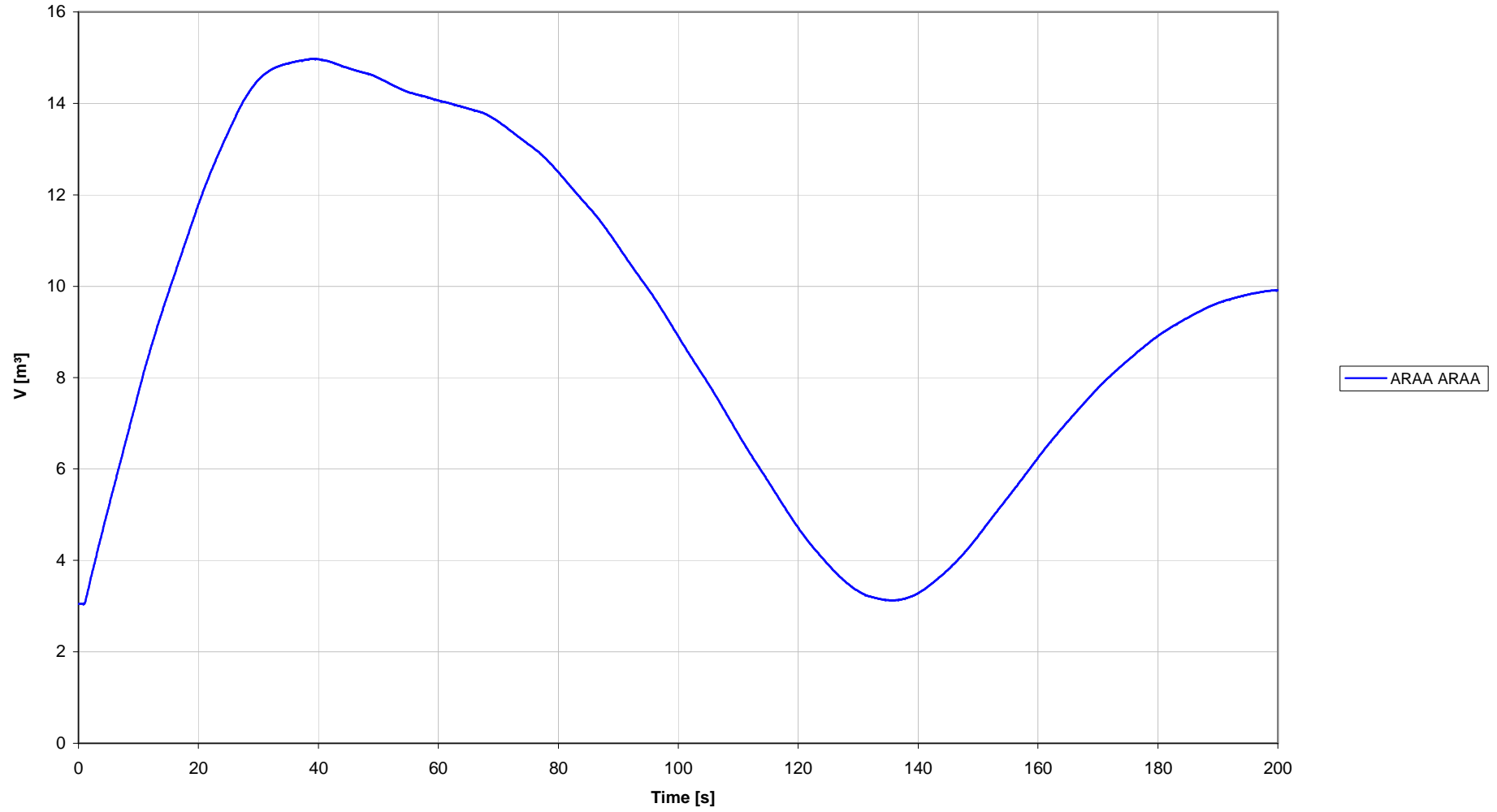
network events

Time	Component	Messages
6.35	Cheminée-ballon ARAA ARAA	Air vessel-> Surge shaft
10.7	Cheminée-ballon ARAA ARAA	start of dewatering
23.75	Conduite ST0->290	Pressure is too low
72.8	Conduite ST0->290	End of too low pressure
104.4	Cheminée-ballon ARAA ARAA	End of dewatering
111.75	Cheminée-ballon ARAA ARAA	Surge staff -> Air shaft
160.9	Cheminée-ballon ARAA ARAA	Air vessel-> Surge shaft
171.8	Cheminée-ballon ARAA ARAA	start of dewatering

Min and Max permissible head line Automatically generated profile



Volume-time history



APÉNDICE Nº 2.- CÁLCULOS HIDRÁULICOS TRANSITORIOS DE IMPULSIONES CON CEBELMAIL 381

IMPULSIÓN EBAR VIAL – EDAR PEÑÍSCOLA



Simulation report

ebar_vial_sw_ps_peniscola_castellon_v3

Creation date : 22/10/2012 - 15:27:37

Model description

CEBELMAIL
projetés de calcul des coûts de bétail

Version : 381

Network

BACH : Tank

Zground : -3.922 m

Z0 : 2.2 m

BACH - POMP : Pump

Nominal head : 59.55 m

Number of stages : 1

Number of blades : 1

Operation power_failure_t=1s

Nominal flow : 0.462963 m³/s

TDH points

TDH Model Ns

Motor standard

N Nom. : 1450 tr/mn

R nominal : 1

Pd₀ : 0 kg.m²

coeff : 2

C (modèle double parabole, adimensionné par /Hnom) : 0

B (modèle double parabole, adimensionné par*Qnom /Hnom) : 0

Q1 (modèle double parabole, adimensionné par /Qnom) : 0

POMP : Simple node

Zground : 3.803 m

POMP - NRV : Loss coeff

Alpha 1 (POMP to NRV) : 5

Alpha 2 (NRV to POMP) : 1e+020

NRV : Simple node

Zground : 3.803 m

NRV - ST0 : Loss coeff

Alpha 1 (NRV to ST0) : 0

Alpha 2 (ST0 to NRV) : 0

ST0 : Simple node

Zground : 3.803 m

ST0 - 714 : Pipe

Length : 714 m

Pipe n° 1

Zground : 1

714 : Simple node

Zground : 11.253 m

714 - 1670 : Pipe

Length : 956 m

Pipe n° 1

Zground : 12

1670 : Simple node

Zground : 19.474 m

1670 - 2819 : Pipe

Length : 1149 m

Pipe n° 1

Zground : 12

2819 : Simple node
Zground : 31.764 m
2819 - 3451 : Pipe
Length : 632 m
Pipe n° 1
Zground : 13
3451 : Simple node
Zground : 37.261 m
3451 - 4220 : Pipe
Length : 769 m
Pipe n° 1
Zground : 13
4220 : Simple node
Zground : 45.496 m
4220 - ESTP : Pipe
Length : 167 m
Pipe n° 1
Zground : 14
ESTP : Tank
Zground : 46.328 m
Z0 : 50.6 m
NRV - EUV : Loss coeff
Alpha 1 (NRV to EUV) : 0
Alpha 2 (EUV to NRV) : 0
EUV : Air vessel
Zground : 3.803 m
ZBase : 4.7 m
Capacity : 20 m³
Gas volume : 20 m³
Gamma : 1.2
Gas Pinitial : 1.6 bar
geometry : Vertical cylinder (D : 2500 mm)
k (During filling) : 6
k (During emptying) : 4
Diameter

Pipe input

Pipe n° 1
k = 0.1 mm
phi = 782.4 mm
c = 500 m/s
Minimum allowable pressure = -0.2 bar
Maximum allowable pressure = 10 bar

Simulation constants

Time step	0.05000 s
Final time	200.00 s
Density	1000.00 kg/m ³
Atmospheric pressure	10.33 m
Gravity	9.81 m/s ²
Viscosity	1e-006 m ² /s
Vapor pressure	0.23 m

Laws

Manoeuvres	power_failure_t=1s
temps [s]	Y/Ynom.
1	1
1	0

Caractéristiques des moteurs standard	
N/Nnom.	C/Cn.
0	2
0.8	2
1	1
1.03	0

Profils des conduites	1
PK [m]	Z [m]
0.1	3.803
10	3.903
20	4.003
30	4.103
40	4.203
50	4.303
60	4.403
70	4.503
80	4.603
90	4.703
100	4.803
110	4.903
120	5.003
130	5.103
140	5.203
150	5.303
160	5.403
170	5.503
180	5.603
190	5.703
200	5.803
210	5.903
220	6.003

230	6.103
240	6.203
250	6.303
260	6.403
270	6.503
280	6.603
290	6.703
300	6.803
310	6.911
320	7.018
330	7.126
340	7.233
350	7.341
360	7.448
370	7.556
380	7.663
390	7.771
400	7.878
410	7.986
420	8.093
430	8.201
440	8.308
450	8.416
460	8.523
470	8.631
480	8.738
490	8.846
500	8.953
510	9.061
520	9.168
530	9.276
540	9.383
550	9.491
560	9.598
570	9.706
580	9.813
590	9.921
600	10.028
610	10.136
620	10.243
630	10.351
640	10.458
650	10.566
660	10.673
670	10.781
680	10.888
690	10.996
700	11.103
710	11.211
714	11.253

720	11.193
730	11.093
740	10.993
750	10.893
760	10.793
770	10.843
780	10.99
790	11.137
800	11.285
810	11.432
820	11.579
830	11.727
840	11.874
850	12.022
860	12.169
870	12.316
880	12.464
890	12.611
900	12.758
910	12.964
920	13.193
930	13.422
940	13.651
950	13.88
960	14.11
970	14.339
980	14.568
990	14.797
1000	15.005
1010	15.055
1020	15.105
1030	15.155
1040	15.205
1050	15.255
1060	15.305
1070	15.355
1080	15.405
1090	15.455
1100	15.505
1110	15.555
1120	15.605
1130	15.655
1140	15.705
1150	15.755
1160	15.805
1170	15.855
1180	15.905
1190	15.955
1200	16.005
1210	16.055

1220	16.105
1230	16.155
1240	16.205
1250	16.255
1260	16.305
1270	16.355
1280	16.405
1290	16.455
1300	16.514
1310	16.594
1320	16.674
1330	16.754
1340	16.834
1350	16.914
1360	16.994
1370	17.074
1380	17.154
1390	17.234
1400	17.314
1410	17.394
1420	17.474
1430	17.554
1440	17.634
1450	17.714
1460	17.794
1470	17.874
1480	17.954
1490	18.034
1500	18.114
1510	18.194
1520	18.274
1530	18.354
1540	18.434
1550	18.514
1560	18.594
1570	18.674
1580	18.754
1590	18.834
1600	18.914
1610	18.994
1620	19.074
1630	19.154
1640	19.234
1650	19.314
1660	19.394
1670	19.474
1680	19.591
1690	19.707
1700	19.824
1710	19.941

1720	20.057
1730	20.174
1740	20.291
1750	20.407
1760	20.524
1770	20.641
1780	20.757
1790	20.874
1800	20.991
1810	21.107
1820	21.224
1830	21.341
1840	21.457
1850	21.574
1860	21.691
1870	21.807
1880	21.924
1890	22.041
1900	22.157
1910	22.274
1920	22.391
1930	22.507
1940	22.624
1950	22.741
1960	22.857
1970	22.998
1980	23.15
1990	23.301
2000	23.453
2010	23.604
2020	23.756
2030	23.907
2040	24.059
2050	24.211
2060	24.362
2070	24.514
2080	24.665
2090	24.817
2100	24.968
2110	25.12
2120	25.271
2130	25.423
2140	25.574
2150	25.726
2160	25.877
2170	26.029
2180	26.181
2190	26.332
2200	26.484
2210	26.635

2220	26.787
2230	26.938
2240	27.09
2250	27.241
2260	27.393
2270	27.544
2280	27.696
2290	27.847
2300	27.999
2310	28.151
2320	28.302
2330	28.454
2340	28.605
2350	28.757
2360	28.908
2370	29.06
2380	29.211
2390	29.19
2400	29.16
2410	29.13
2420	29.1
2430	29.07
2440	29.04
2450	29.01
2460	28.98
2470	28.95
2480	28.92
2490	28.97
2500	29.02
2510	29.07
2520	29.12
2530	29.17
2540	29.22
2550	29.27
2560	29.32
2570	29.37
2580	29.42
2590	29.47
2600	29.52
2610	29.57
2620	29.62
2630	29.67
2640	29.72
2650	29.77
2660	29.82
2670	29.87
2680	29.92
2690	29.97
2700	30.02
2710	30.07

2720	30.12
2730	30.17
2740	30.245
2750	30.674
2760	31.103
2770	31.274
2780	31.374
2790	31.474
2800	31.574
2810	31.674
2819	31.764
2820	31.762
2830	31.732
2840	31.702
2850	31.672
2860	31.642
2870	31.612
2880	31.582
2890	31.552
2900	31.522
2910	31.492
2920	31.462
2930	31.432
2940	31.402
2950	31.501
2960	31.648
2970	31.794
2980	31.94
2990	32.086
3000	32.233
3010	32.379
3020	32.525
3030	32.671
3040	32.817
3050	32.964
3060	33.11
3070	33.256
3080	33.402
3090	33.548
3100	33.695
3110	33.841
3120	33.987
3130	34.133
3140	34.279
3150	34.426
3160	34.572
3170	34.718
3180	34.864
3190	35.011
3200	35.157

3210	35.278
3220	35.353
3230	35.428
3240	35.502
3250	35.577
3260	35.651
3270	35.726
3280	35.8
3290	35.875
3300	35.95
3310	36.024
3320	36.099
3330	36.173
3340	36.248
3350	36.322
3360	36.397
3370	36.471
3380	36.559
3390	36.659
3400	36.759
3410	36.859
3420	36.959
3430	37.059
3440	37.159
3450	37.259
3451	37.261
3460	37.212
3470	37.162
3480	37.112
3490	37.062
3500	37.011
3510	36.961
3520	36.911
3530	36.811
3540	36.711
3550	36.611
3560	36.511
3570	36.411
3580	36.311
3590	36.211
3600	36.111
3610	36.011
3620	35.911
3630	35.811
3640	35.711
3650	34.955
3660	34.2
3670	33.444
3680	32.688
3690	33.028

3700	33.446
3710	35.424
3720	35.599
3730	35.773
3740	35.948
3750	36.123
3760	36.298
3770	36.473
3780	36.647
3790	36.822
3800	36.997
3810	37.172
3820	37.347
3830	37.521
3840	37.696
3850	37.871
3860	38.046
3870	38.221
3880	38.395
3890	38.57
3900	38.745
3910	38.92
3920	39.095
3930	39.269
3940	39.444
3950	39.619
3960	39.78
3970	39.891
3980	40.001
3990	40.112
4000	40.223
4010	40.333
4020	40.444
4030	40.555
4040	40.666
4050	40.776
4060	41.712
4070	41.753
4080	41.793
4090	41.834
4100	41.874
4110	41.915
4120	41.955
4130	41.996
4140	42.036
4150	42.077
4160	42.117
4170	42.416
4180	42.778
4190	43.141

4200	43.503
4210	43.866
4220	45.496
4230	45.546
4240	45.596
4250	45.646
4260	45.696
4270	45.746
4280	45.796
4290	45.846
4300	45.896
4310	45.946
4320	45.996
4330	46.046
4340	46.096
4350	46.146
4360	46.196
4370	46.246
4380	46.296
4387	46.328

Profils des conduites 12

PK [m]	Z [m]
10	19.591
20	19.707
30	19.824
40	19.941
50	20.057
60	20.174
70	20.291
80	20.407
90	20.524
100	20.641
110	20.757
120	20.874
130	20.991
140	21.107
150	21.224
160	21.341
170	21.457
180	21.574
190	21.691
200	21.807
210	21.924
220	22.041
230	22.157
240	22.274
250	22.391
260	22.507
270	22.624

280	22.741
290	22.857
300	22.998
310	23.15
320	23.301
330	23.453
340	23.604
350	23.756
360	23.907
370	24.059
380	24.211
390	24.362
400	24.514
410	24.665
420	24.817
430	24.968
440	25.12
450	25.271
460	25.423
470	25.574
480	25.726
490	25.877
500	26.029
510	26.181
520	26.332
530	26.484
540	26.635
550	26.787
560	26.938
570	27.09
580	27.241
590	27.393
600	27.544
610	27.696
620	27.847
630	27.999
640	28.151
650	28.302
660	28.454
670	28.605
680	28.757
690	28.908
700	29.06
710	29.211
720	29.19
730	29.16
740	29.13
750	29.1
760	29.07
770	29.04

780	29.01
790	28.98
800	28.95
810	28.92
820	28.97
830	29.02
840	29.07
850	29.12
860	29.17
870	29.22
880	29.27
890	29.32
900	29.37
910	29.42
920	29.47
930	29.52
940	29.57
950	29.62
960	29.67
970	29.72
980	29.77
990	29.82
1000	29.87
1010	29.92
1020	29.97
1030	30.02
1040	30.07
1050	30.12
1060	30.17
1070	30.245
1080	30.674
1090	31.103
1100	31.274
1110	31.374
1120	31.474
1130	31.574
1140	31.674
1149	31.764
1150	31.762
1160	31.732
1170	31.702
1180	31.672
1190	31.642
1200	31.612
1210	31.582
1220	31.552
1230	31.522
1240	31.492
1250	31.462
1260	31.432

1270	31.402
1280	31.501
1290	31.648
1300	31.794
1310	31.94
1320	32.086
1330	32.233
1340	32.379
1350	32.525
1360	32.671
1370	32.817
1380	32.964
1390	33.11
1400	33.256
1410	33.402
1420	33.548
1430	33.695
1440	33.841
1450	33.987
1460	34.133
1470	34.279
1480	34.426
1490	34.572
1500	34.718
1510	34.864
1520	35.011
1530	35.157
1540	35.278
1550	35.353
1560	35.428
1570	35.502
1580	35.577
1590	35.651
1600	35.726
1610	35.8
1620	35.875
1630	35.95
1640	36.024
1650	36.099
1660	36.173
1670	36.248
1680	36.322
1690	36.397
1700	36.471
1710	36.559
1720	36.659
1730	36.759
1740	36.859
1750	36.959
1760	37.059

1770	37.159
1780	37.259
1781	37.261
1790	37.212
1800	37.162
1810	37.112
1820	37.062
1830	37.011
1840	36.961
1850	36.911
1860	36.811
1870	36.711
1880	36.611
1890	36.511
1900	36.411
1910	36.311
1920	36.211
1930	36.111
1940	36.011
1950	35.911
1960	35.811
1970	35.711
1980	34.955
1990	34.2
2000	33.444
2010	32.688
2020	33.028
2030	33.446
2040	35.424
2050	35.599
2060	35.773
2070	35.948
2080	36.123
2090	36.298
2100	36.473
2110	36.647
2120	36.822
2130	36.997
2140	37.172
2150	37.347
2160	37.521
2170	37.696
2180	37.871
2190	38.046
2200	38.221
2210	38.395
2220	38.57
2230	38.745
2240	38.92
2250	39.095

2260	39.269
2270	39.444
2280	39.619
2290	39.78
2300	39.891
2310	40.001
2320	40.112
2330	40.223
2340	40.333
2350	40.444
2360	40.555
2370	40.666
2380	40.776
2390	41.712
2400	41.753
2410	41.793
2420	41.834
2430	41.874
2440	41.915
2450	41.955
2460	41.996
2470	42.036
2480	42.077
2490	42.117
2500	42.416
2510	42.778
2520	43.141
2530	43.503
2540	43.866
2550	45.496
2560	45.546
2570	45.596
2580	45.646
2590	45.696
2600	45.746
2610	45.796
2620	45.846
2630	45.896
2640	45.946
2650	45.996
2660	46.046
2670	46.096
2680	46.146
2690	46.196
2700	46.246
2710	46.296
2717	46.328
Profils des conduites 13	
PK [m]	Z [m]
9	37.212

19	37.162
29	37.112
39	37.062
49	37.011
59	36.961
69	36.911
79	36.811
89	36.711
99	36.611
109	36.511
119	36.411
129	36.311
139	36.211
149	36.111
159	36.011
169	35.911
179	35.811
189	35.711
199	34.955
209	34.2
219	33.444
229	32.688
239	33.028
249	33.446
259	35.424
269	35.599
279	35.773
289	35.948
299	36.123
309	36.298
319	36.473
329	36.647
339	36.822
349	36.997
359	37.172
369	37.347
379	37.521
389	37.696
399	37.871
409	38.046
419	38.221
429	38.395
439	38.57
449	38.745
459	38.92
469	39.095
479	39.269
489	39.444
499	39.619
509	39.78

519	39.891
529	40.001
539	40.112
549	40.223
559	40.333
569	40.444
579	40.555
589	40.666
599	40.776
609	41.712
619	41.753
629	41.793
639	41.834
649	41.874
659	41.915
669	41.955
679	41.996
689	42.036
699	42.077
709	42.117
719	42.416
729	42.778
739	43.141
749	43.503
759	43.866
769	45.496
779	45.546
789	45.596
799	45.646
809	45.696
819	45.746
829	45.796
839	45.846
849	45.896
859	45.946
869	45.996
879	46.046
889	46.096
899	46.146
909	46.196
919	46.246
929	46.296
936	46.328

Profils des conduites 14

PK [m]	Z [m]
10	45.546
20	45.596
30	45.646
40	45.696
50	45.746

60	45.796
70	45.846
80	45.896
90	45.946
100	45.996
110	46.046
120	46.096
130	46.146
140	46.196
150	46.246
160	46.296
167	46.328

Profils des conduites 12

PK [m] Z [m]

6	11.193
16	11.093
26	10.993
36	10.893
46	10.793
56	10.843
66	10.99
76	11.137
86	11.285
96	11.432
106	11.579
116	11.727
126	11.874
136	12.022
146	12.169
156	12.316
166	12.464
176	12.611
186	12.758
196	12.964
206	13.193
216	13.422
226	13.651
236	13.88
246	14.11
256	14.339
266	14.568
276	14.797
286	15.005
296	15.055
306	15.105
316	15.155
326	15.205
336	15.255
346	15.305
356	15.355

366	15.405
376	15.455
386	15.505
396	15.555
406	15.605
416	15.655
426	15.705
436	15.755
446	15.805
456	15.855
466	15.905
476	15.955
486	16.005
496	16.055
506	16.105
516	16.155
526	16.205
536	16.255
546	16.305
556	16.355
566	16.405
576	16.455
586	16.514
596	16.594
606	16.674
616	16.754
626	16.834
636	16.914
646	16.994
656	17.074
666	17.154
676	17.234
686	17.314
696	17.394
706	17.474
716	17.554
726	17.634
736	17.714
746	17.794
756	17.874
766	17.954
776	18.034
786	18.114
796	18.194
806	18.274
816	18.354
826	18.434
836	18.514
846	18.594
856	18.674

866	18.754
876	18.834
886	18.914
896	18.994
906	19.074
916	19.154
926	19.234
936	19.314
946	19.394
956	19.474
966	19.591
976	19.707
986	19.824
996	19.941
1006	20.057
1016	20.174
1026	20.291
1036	20.407
1046	20.524
1056	20.641
1066	20.757
1076	20.874
1086	20.991
1096	21.107
1106	21.224
1116	21.341
1126	21.457
1136	21.574
1146	21.691
1156	21.807
1166	21.924
1176	22.041
1186	22.157
1196	22.274
1206	22.391
1216	22.507
1226	22.624
1236	22.741
1246	22.857
1256	22.998
1266	23.15
1276	23.301
1286	23.453
1296	23.604
1306	23.756
1316	23.907
1326	24.059
1336	24.211
1346	24.362
1356	24.514

1366	24.665
1376	24.817
1386	24.968
1396	25.12
1406	25.271
1416	25.423
1426	25.574
1436	25.726
1446	25.877
1456	26.029
1466	26.181
1476	26.332
1486	26.484
1496	26.635
1506	26.787
1516	26.938
1526	27.09
1536	27.241
1546	27.393
1556	27.544
1566	27.696
1576	27.847
1586	27.999
1596	28.151
1606	28.302
1616	28.454
1626	28.605
1636	28.757
1646	28.908
1656	29.06
1666	29.211
1676	29.19
1686	29.16
1696	29.13
1706	29.1
1716	29.07
1726	29.04
1736	29.01
1746	28.98
1756	28.95
1766	28.92
1776	28.97
1786	29.02
1796	29.07
1806	29.12
1816	29.17
1826	29.22
1836	29.27
1846	29.32
1856	29.37

1866	29.42
1876	29.47
1886	29.52
1896	29.57
1906	29.62
1916	29.67
1926	29.72
1936	29.77
1946	29.82
1956	29.87
1966	29.92
1976	29.97
1986	30.02
1996	30.07
2006	30.12
2016	30.17
2026	30.245
2036	30.674
2046	31.103
2056	31.274
2066	31.374
2076	31.474
2086	31.574
2096	31.674
2105	31.764
2106	31.762
2116	31.732
2126	31.702
2136	31.672
2146	31.642
2156	31.612
2166	31.582
2176	31.552
2186	31.522
2196	31.492
2206	31.462
2216	31.432
2226	31.402
2236	31.501
2246	31.648
2256	31.794
2266	31.94
2276	32.086
2286	32.233
2296	32.379
2306	32.525
2316	32.671
2326	32.817
2336	32.964
2346	33.11

2356	33.256
2366	33.402
2376	33.548
2386	33.695
2396	33.841
2406	33.987
2416	34.133
2426	34.279
2436	34.426
2446	34.572
2456	34.718
2466	34.864
2476	35.011
2486	35.157
2496	35.278
2506	35.353
2516	35.428
2526	35.502
2536	35.577
2546	35.651
2556	35.726
2566	35.8
2576	35.875
2586	35.95
2596	36.024
2606	36.099
2616	36.173
2626	36.248
2636	36.322
2646	36.397
2656	36.471
2666	36.559
2676	36.659
2686	36.759
2696	36.859
2706	36.959
2716	37.059
2726	37.159
2736	37.259
2737	37.261
2746	37.212
2756	37.162
2766	37.112
2776	37.062
2786	37.011
2796	36.961
2806	36.911
2816	36.811
2826	36.711
2836	36.611

2846	36.511
2856	36.411
2866	36.311
2876	36.211
2886	36.111
2896	36.011
2906	35.911
2916	35.811
2926	35.711
2936	34.955
2946	34.2
2956	33.444
2966	32.688
2976	33.028
2986	33.446
2996	35.424
3006	35.599
3016	35.773
3026	35.948
3036	36.123
3046	36.298
3056	36.473
3066	36.647
3076	36.822
3086	36.997
3096	37.172
3106	37.347
3116	37.521
3126	37.696
3136	37.871
3146	38.046
3156	38.221
3166	38.395
3176	38.57
3186	38.745
3196	38.92
3206	39.095
3216	39.269
3226	39.444
3236	39.619
3246	39.78
3256	39.891
3266	40.001
3276	40.112
3286	40.223
3296	40.333
3306	40.444
3316	40.555
3326	40.666
3336	40.776

3346	41.712
3356	41.753
3366	41.793
3376	41.834
3386	41.874
3396	41.915
3406	41.955
3416	41.996
3426	42.036
3436	42.077
3446	42.117
3456	42.416
3466	42.778
3476	43.141
3486	43.503
3496	43.866
3506	45.496
3516	45.546
3526	45.596
3536	45.646
3546	45.696
3556	45.746
3566	45.796
3576	45.846
3586	45.896
3596	45.946
3606	45.996
3616	46.046
3626	46.096
3636	46.146
3646	46.196
3656	46.246
3666	46.296
3673	46.328

Profils des conduites 13

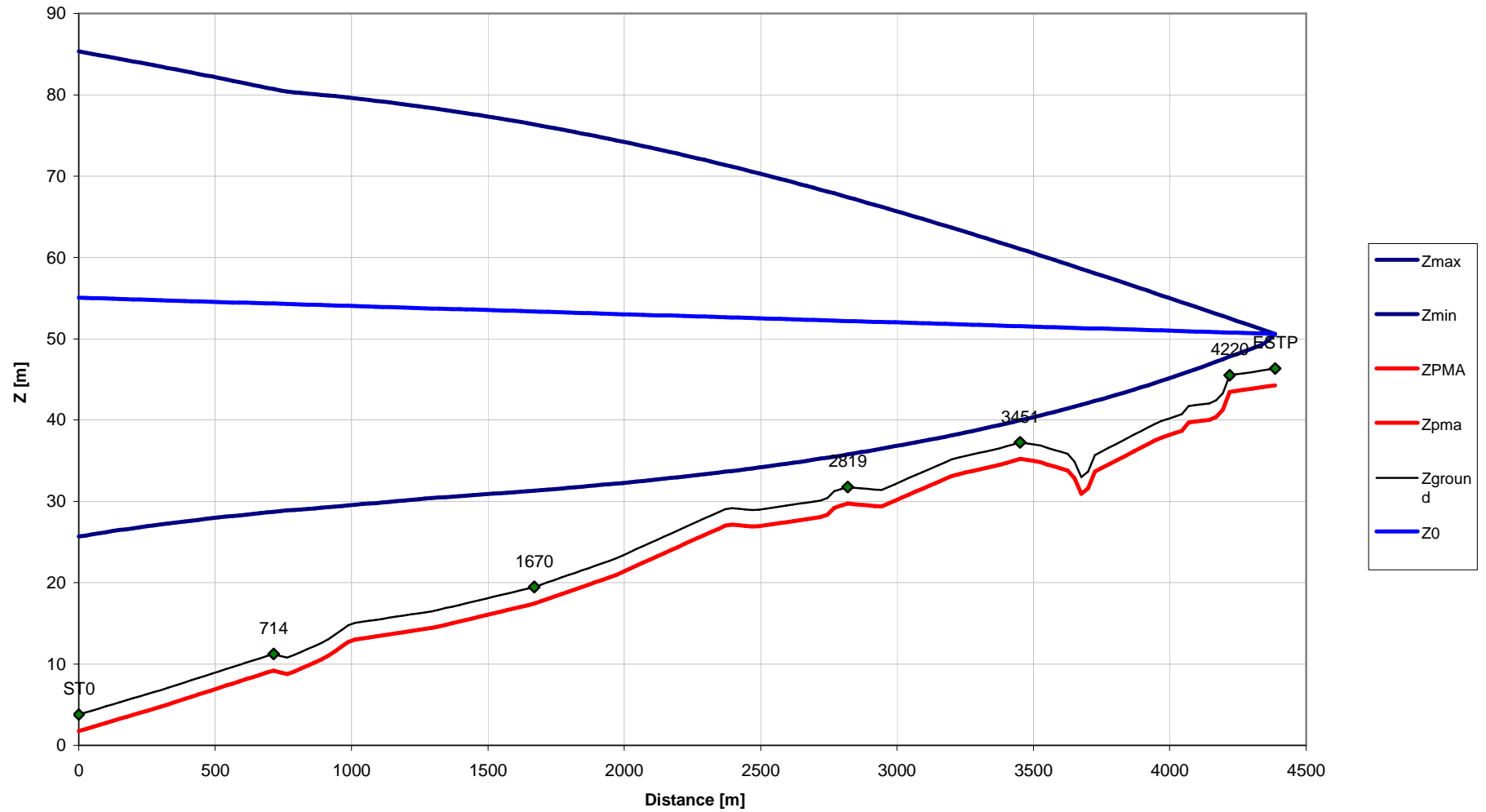
PK [m]	Z [m]
1	31.762
11	31.732
21	31.702
31	31.672
41	31.642
51	31.612
61	31.582
71	31.552
81	31.522
91	31.492
101	31.462
111	31.432
121	31.402
131	31.501

141	31.648
151	31.794
161	31.94
171	32.086
181	32.233
191	32.379
201	32.525
211	32.671
221	32.817
231	32.964
241	33.11
251	33.256
261	33.402
271	33.548
281	33.695
291	33.841
301	33.987
311	34.133
321	34.279
331	34.426
341	34.572
351	34.718
361	34.864
371	35.011
381	35.157
391	35.278
401	35.353
411	35.428
421	35.502
431	35.577
441	35.651
451	35.726
461	35.8
471	35.875
481	35.95
491	36.024
501	36.099
511	36.173
521	36.248
531	36.322
541	36.397
551	36.471
561	36.559
571	36.659
581	36.759
591	36.859
601	36.959
611	37.059
621	37.159
631	37.259

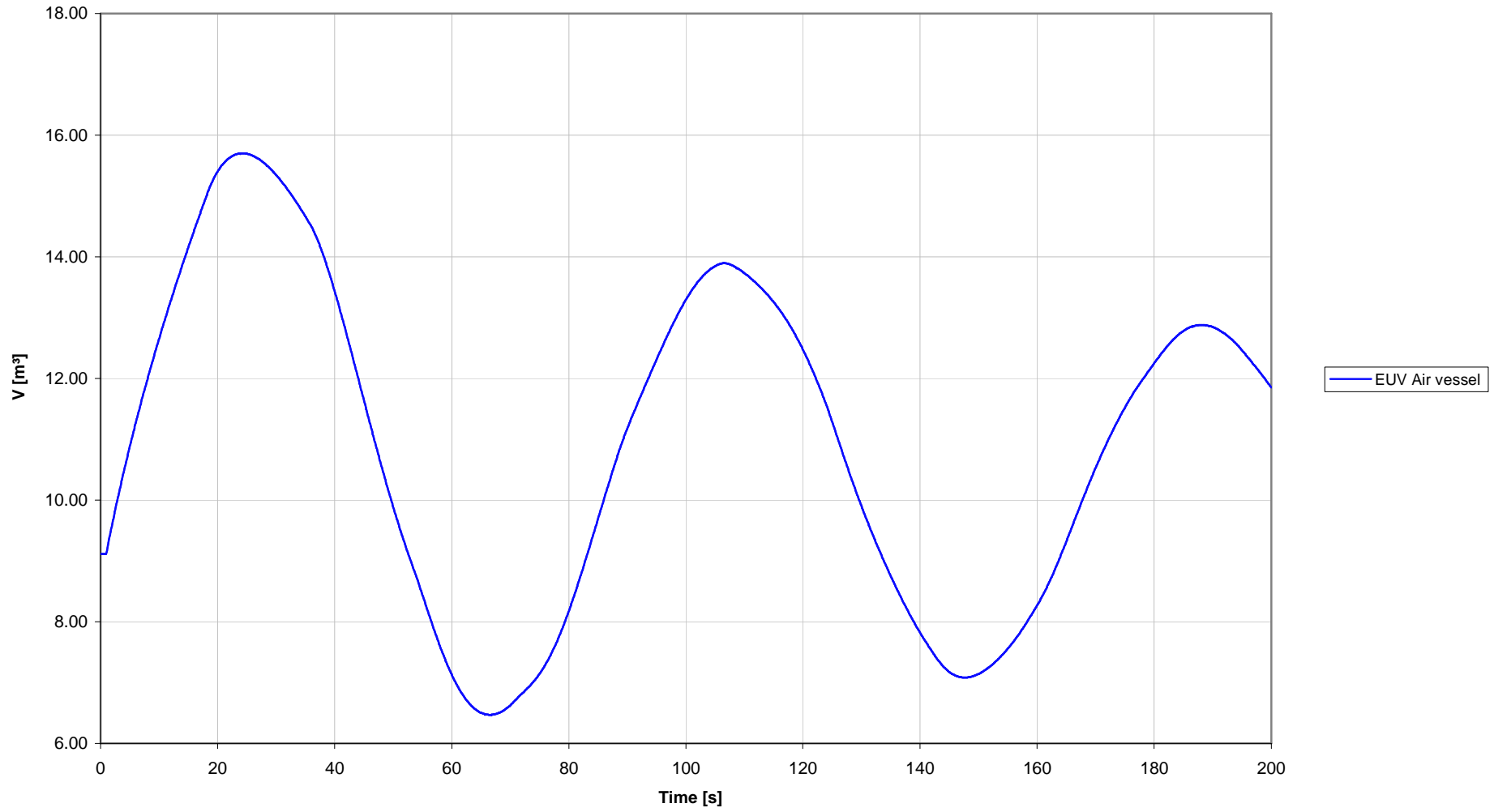
632	37.261
641	37.212
651	37.162
661	37.112
671	37.062
681	37.011
691	36.961
701	36.911
711	36.811
721	36.711
731	36.611
741	36.511
751	36.411
761	36.311
771	36.211
781	36.111
791	36.011
801	35.911
811	35.811
821	35.711
831	34.955
841	34.2
851	33.444
861	32.688
871	33.028
881	33.446
891	35.424
901	35.599
911	35.773
921	35.948
931	36.123
941	36.298
951	36.473
961	36.647
971	36.822
981	36.997
991	37.172
1001	37.347
1011	37.521
1021	37.696
1031	37.871
1041	38.046
1051	38.221
1061	38.395
1071	38.57
1081	38.745
1091	38.92
1101	39.095
1111	39.269
1121	39.444

1131	39.619
1141	39.78
1151	39.891
1161	40.001
1171	40.112
1181	40.223
1191	40.333
1201	40.444
1211	40.555
1221	40.666
1231	40.776
1241	41.712
1251	41.753
1261	41.793
1271	41.834
1281	41.874
1291	41.915
1301	41.955
1311	41.996
1321	42.036
1331	42.077
1341	42.117
1351	42.416
1361	42.778
1371	43.141
1381	43.503
1391	43.866
1401	45.496
1411	45.546
1421	45.596
1431	45.646
1441	45.696
1451	45.746
1461	45.796
1471	45.846
1481	45.896
1491	45.946
1501	45.996
1511	46.046
1521	46.096
1531	46.146
1541	46.196
1551	46.246
1561	46.296
1568	46.328

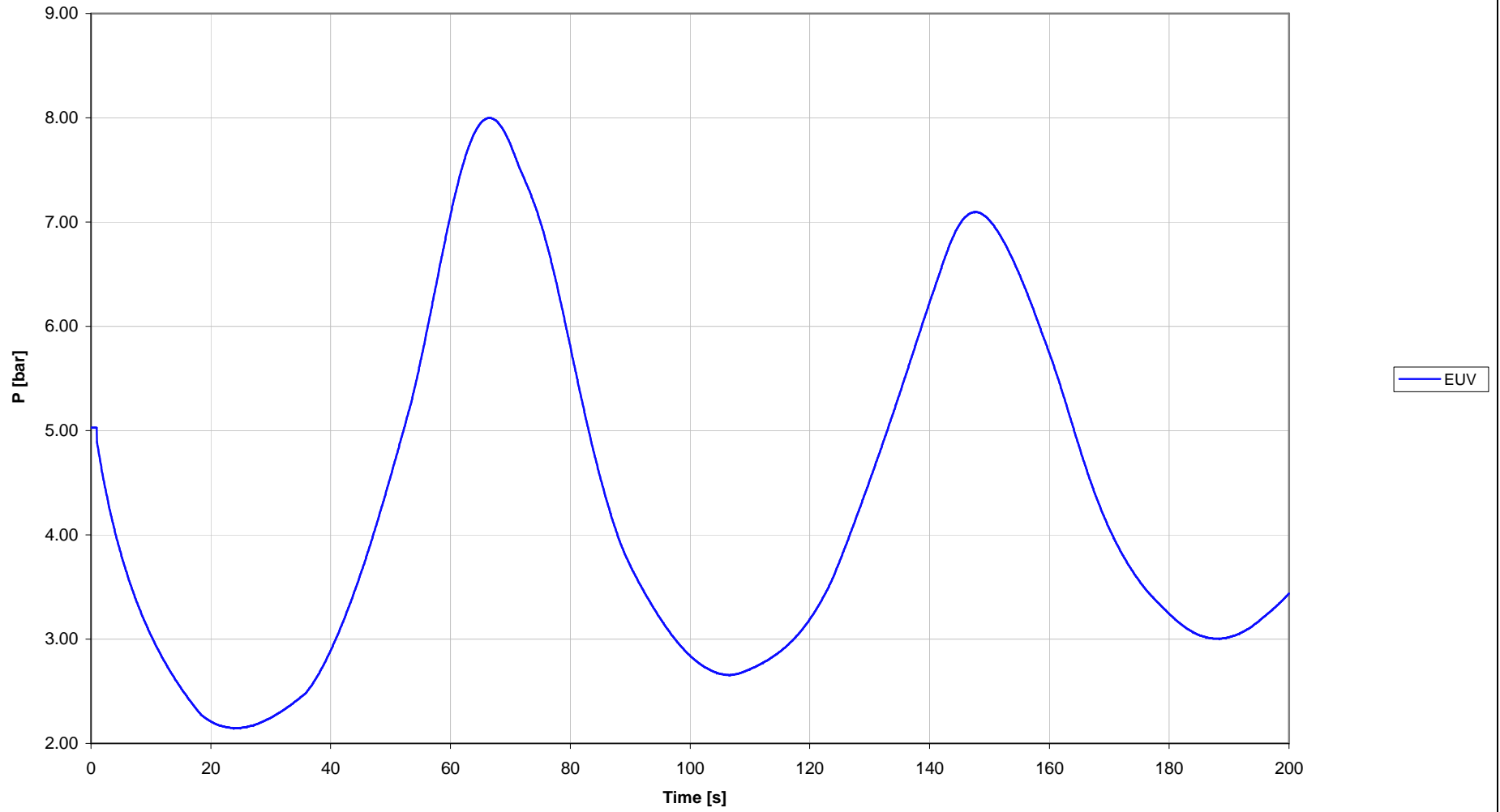
Min and Max permissible head line profil g n r  automatiquement



Volume-time history



Pressures-time history



APÉNDICE Nº 3.- CÁLCULOS MECÁNICOS DE LOS COLECTORES DE ENTRADA A LA E.B.A.R. DE CONSTITUCIÓN

A continuación se incluyen los cálculos efectuados con el programa y la metodología descrita en el Apartado 3.4 de este Anejo, para la sección de profundidad máxima de las tuberías que se sitúa en la acometida a la E.B.A.R. para el caso de los colectores provenientes de C/Irta y Meste Bayarri, y en el interior de la rotonda en el caso de la conducción de alivio al Estany.

Las tuberías proyectadas se prevén en PVC Corrugado, presentando las siguientes cotas de recubrimiento sobre Generatriz Superior:

CONDUCCIÓN	DIÁM. NOMINAL	C.G.S. ABSOLUTA	RECUBRIMIENTO (COTA URB. A +1,80 m)
Colector Irta	Ø 500	-1,40	3,20 m
Colector Bayarri	Ø 800	-1,50	3,30 m
Alivio a Estany	Ø 600	0,60	1,20 m

Cálculo mecánico de tuberías.

Titulo: Colector Calle Irta Peñíscola

Autor:

Hoja: 2

CARACTERÍSTICAS DE LOS SUELOS:**Zona1:**

Tipo de suelo:	Grupo 2.
% Compactación:	100,0%.
E1:	20,0 N/mm ² .
GAMMA 1:	20,0 kN/m ³ .
Ángulo rozamiento interno Ro:	30,0
Ángulo rozamiento relleno Ro':	20,0

Zona2:

Tipo de suelo:	Grupo 1.
% Compactación:	100,0%.
E2:	40,0 N/mm ² .
GAMMA 2:	20,0 kN/m ³ .
Coefficiente empuje K1:	0,5
Coefficiente empuje K2:	0,4

Zona3:

Tipo de suelo:	Grupo 4.
% Compactación:	100%.
E3:	10,0 N/mm ² .

Zona4:

Tipo de suelo:	Grupo 4.
% Compactación:	100%.
E4:	10,0 N/mm ² .

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.

Titulo: Colector Calle Irta Peñíscola

Autor:

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:	539,0 mm.
Diámetro interior:	476,0 mm.
Espesor:	31,5 mm.
Módulo elasticidad Et:	1.800,0 N/mm ² .
Módulo elasticidad LP Et:	875,0 N/mm ² .
Peso específico GAMMA:	13,8 kN/m ³ .
Rotura flexotracción:	90,0 N/mm ² .
Rotura flexotracción l/p:	50,0 N/mm ² .
Rigidez circunferencial específica:	8,0 kN/m ² .

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

Frente a fallo por rotura:	2,5.
Frente a la inestabilidad:	2,5.
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):	3,2 m.
Anchura de la zanja (B):	2,0 m.
Ángulo del talud (BETA):	60,0 grados.

NIVEL FREÁTICO:

Altura nivel freático:	2,0 m.
------------------------	--------

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: Colector Calle Irta Peñíscola

Autor:

Hoja: 3

CARGAS QUE SE EMPLEARÁN EN LOS CÁLCULOS:

Cargas debidas a la tierra:

Coefficiente carga de tierras (Cz):	0,84
Coefficiente carga de tierras (Cz90):	0,76
Coefficiente (Cn):	0,0
Coefficiente (Cn90):	0,0
Carga vertical tierras (Pe):	53,67 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):	16,2 kN/m2.
Factor de corrección (af):	1,0
Carga vertical tráfico (P):	16,19 kN/m2.
Factor de impacto (FI):	1,2
Carga vertical mayorada (Pv):	19,43 kN/m2.

DISTRIBUCIÓN DE CARGAS:

Corrección E2:

Relación B/D:	3,7106
Coefficiente ALFA_bi:	0,6667
Coefficiente ALFA_b:	0,9678
Coefficiente f (HF=02,00):	1,2500
Compactación Dpr:	100,0 %.

	<u>Tensión</u>	<u>Def. c/p.</u>	<u>Def. l/p.</u>
Módulo corregido E2' (N/mm2):	38,7137	32,2614	32,2614

Relación de rigidez:

Rigidez del tubo Sr (N/mm2):	0,0640	0,0640	0,0311
Factor de corrección TAU:	0,6334	0,6903	0,6903
Rigidez horizontal SBH (N/mm2):	14,7133	13,3617	13,3617
Rigidez sistema Tubo-Suelo VRB:	0,0043	0,0048	0,0023
Relación Pr. lateral-Pr. Vertical K2:	0,4000	0,4000	0,4000
Rigidez vert. relleno SBV:	38,7137	32,2614	32,2614
Coef. reacción relleno lat. K*:	1,1875	1,1801	1,2227
Coef. def. diam. vert. Cv*:	-0,0073	-0,0078	-0,0050
Relación de rigidez Vs:	0,2264	0,2551	0,1910

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':	0,5166	0,6199	0,6199
Máximo factor de concentración	1,0584	1,0793	1,0793
Factor concentración LANDA_R:	0,8458	0,8533	0,8109
Factor concentración LANDA_B:	1,0514	1,0489	1,0630

Influencia de la anchura de la zanja:

Factor concentración LANDA_RG:	0,8607	0,8674	0,8292
--------------------------------	--------	--------	--------

Factor límite del factor de concentración:

Límite superior LANDA_f0:	3,5200	3,5200	3,5200
Límite inferior LANDA_fu:	0,2823	0,2823	0,2823

Cálculo mecánico de tuberías.

Titulo: Colector Calle Irta Peñíscola

Autor:

Hoja: 4

CARGAS DE CÁLCULO:

	<u>Tensión</u>	<u>Def. c/p.</u>	<u>Def. l/p.</u>
Carga vertical sobre tubo Qvt:	65,6229	46,5595	63,9302
Componente carga relleno Qh:	24,7291	24,6756	24,9789
Componente carga deformación Qh*:	48,5598	25,8243	47,6255

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:	1,004	-1,004	1,004
Por carga horizontal:	-0,378	0,378	-0,378
Por reacción horizontal:	-0,538	0,618	-0,538
Por peso propio:	0,009	-0,010	0,012
Por peso del agua:	0,026	-0,030	0,033
Suma de momentos:	0,123	-0,048	0,133
<u>Axiales (kN/m)</u>	<u>Clave</u>	<u>Riñones</u>	<u>Base</u>
Por carga vertical:	0,000	3,491	23,007
Por carga horizontal:	-6,118	0,000	0,000
Por reacción horizontal:	-6,932	0,000	0,000
Por peso propio:	0,018	0,000	0,000
Por peso del agua:	0,357	0,000	0,000
Suma de axiales:	-12,676	3,491	23,007

CÁLCULO DE TENSIONES Y DEFORMACIONES:Cálculo de los factores de corrección por curvatura:

Factor ALFA_ki:	1,0424
Factor ALFA_ka:	0,9576

Cálculo de tensiones:

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

Tensión en la clave:	1,4652 N/mm ² .
Tensión en los riñones:	1,6238 N/mm ² .
Tensión en la base:	6,6360 N/mm ² .

Cálculo de deformaciones:

	<u>Corto plazo</u>	<u>Largo plazo</u>	
Variación del diámetro:	-1,3158	-3,1273	mm.
Acortamiento relativo del diámetro vertical:	0,2659	0,6320	%.

CÁLCULO DE LA ESTABILIDAD:

	<u>Corto plazo</u>	<u>Largo plazo</u>	
<u>Carga de tierras:</u>			
Carga crítica de abolladura:	1,8495	1,2895	N/mm ² .
<u>Presión del agua exterior:</u>			
Coefficiente ALFA_d:	10,9700	12,2654	
Presión del agua extrema:	0,0147	0,0147	N/mm ² .
Valor crítico de Pa:	0,7021	0,3816	N/mm ² .

Cálculo mecánico de tuberías.

Titulo: Colector Calle Irta Peñíscola

Autor:

Hoja: 5

VERIFICACIÓN:**Verificación de tensión:**

	<u>Coef. calculado</u>		<u>Coef. requerido</u>
	<u>Corto Plazo</u>		
NU Clave:	61,4243		2,5000
NU Riñones:	55,4254		2,5000
NU Base	13,5624		2,5000

Verificación de la estabilidad:

	<u>Coef. calculado</u>		<u>Coef. requerido</u>
	<u>Corto Plazo</u>	<u>Largo Plazo</u>	
NU Carga tierras:	39,7231	20,1703	2,5000
NU Presión Agua externa:	47,7768	25,9673	2,5000
NU simultáneas:	21,6896	11,3523	2,5000

Verificación de deformación:

	<u>Valor calculado</u>		<u>Valor admisible</u>
	<u>Corto Plazo</u>	<u>Largo plazo</u>	
Acortamiento relativo:	0,2659	0,6320	6,0000

CONCLUSIÓN:**TUBO VÁLIDO.**

Cálculo mecánico de tuberías.

Título: Colector Calle Mestre Bayarri Peñíscola

Autor:

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:	855,0 mm.
Diámetro interior:	766,0 mm.
Espesor:	44,5 mm.
Módulo elasticidad Et:	1.800,0 N/mm ² .
Módulo elasticidad LP Et:	875,0 N/mm ² .
Peso específico GAMMA:	13,8 kN/m ³ .
Rotura flexotracción:	90,0 N/mm ² .
Rotura flexotracción l/p:	50,0 N/mm ² .
Rigidez circunferencial específica:	8,0 kN/m ² .

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

Frente a fallo por rotura:	2,5.
Frente a la inestabilidad:	2,5.
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):	3,3 m.
Anchura de la zanja (B):	2,4 m.
Ángulo del talud (BETA):	60,0 grados.

NIVEL FREÁTICO:

Altura nivel freático:	2,1 m.
------------------------	--------

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: Colector Calle Mestre Bayarri Peñíscola

Autor:

Hoja: 2

CARACTERÍSTICAS DE LOS SUELOS:**Zona1:**

Tipo de suelo:	Grupo 2.
% Compactación:	100,0%.
E1:	20,0 N/mm ² .
GAMMA 1:	20,0 kN/m ³ .
Ángulo rozamiento interno Ro:	30,0
Ángulo rozamiento relleno Ro':	20,0

Zona2:

Tipo de suelo:	Grupo 1.
% Compactación:	100,0%.
E2:	40,0 N/mm ² .
GAMMA 2:	20,0 kN/m ³ .
Coefficiente empuje K1:	0,5
Coefficiente empuje K2:	0,4

Zona3:

Tipo de suelo:	Grupo 4.
% Compactación:	100%.
E3:	10,0 N/mm ² .

Zona4:

Tipo de suelo:	Grupo 4.
% Compactación:	100%.
E4:	10,0 N/mm ² .

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.

Titulo: Colector Calle Mestre Bayarri Peñíscola

Autor:

Hoja: 3

CARGAS QUE SE EMPLEARÁN EN LOS CÁLCULOS:

Cargas debidas a la tierra:

Coefficiente carga de tierras (Cz):	0,86
Coefficiente carga de tierras (Cz90):	0,79
Coefficiente (Cn):	0,0
Coefficiente (Cn90):	0,0
Carga vertical tierras (Pe):	56,62 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:	2,8070
Coefficiente ALFA_bi:	0,6667
Coefficiente ALFA_b:	0,8674
Coefficiente f (HF=02,10):	1,2500
Compactación Dpr:	100,0 %.

	<u>Tensión</u>	<u>Def. c/p.</u>	<u>Def. l/p.</u>
Módulo corregido E2' (N/mm2):	34,6979	28,9149	28,9149

Relación de rigidez:

Rigidez del tubo Sr (N/mm2):	0,0640	0,0640	0,0311
Factor de corrección TAU:	0,5303	0,5959	0,5959
Rigidez horizontal SBH (N/mm2):	11,0412	10,3378	10,3378
Rigidez sistema Tubo-Suelo VRB:	0,0058	0,0062	0,0030
Relación Pr. lateral-Pr. Vertical K2:	0,4000	0,4000	0,4000
Rigidez vert. relleno SBV:	34,6979	28,9149	28,9149
Coef. reacción relleno lat. K*:	1,1635	1,1571	1,2106
Coef. def. diam. vert. Cv*:	-0,0088	-0,0092	-0,0058
Relación de rigidez Vs:	0,2087	0,2394	0,1848

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':	0,5764	0,6917	0,6917
Máximo factor de concentración	1,0627	1,0831	1,0831
Factor concentración LANDA_R:	0,8403	0,8496	0,8112
Factor concentración LANDA_B:	1,0532	1,0501	1,0629

Influencia de la anchura de la zanja:

Factor concentración LANDA_RG:	0,9038	0,9094	0,8863
--------------------------------	--------	--------	--------

Factor límite del factor de concentración:

Límite superior LANDA_f0:	3,5050	3,5050	3,5050
Límite inferior LANDA_fu:	0,4004	0,4004	0,4004

Cálculo mecánico de tuberías.

Titulo: Colector Calle Mestre Bayarri Peñíscola

Autor:

Hoja: 4

CARGAS DE CÁLCULO:

	<u>Tensión</u>	<u>Def. c/p.</u>	<u>Def. l/p.</u>
Carga vertical sobre tubo Qvt:	69,9283	51,4886	68,9357
Componente carga relleno Qh:	27,2725	27,2027	27,4922
Componente carga deformación Qh*:	49,6285	28,1010	50,1710

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:	2,812	-2,812	2,812
Por carga horizontal:	-1,097	1,097	-1,097
Por reacción horizontal:	-1,445	1,660	-1,445
Por peso propio:	0,034	-0,039	0,044
Por peso del agua:	0,111	-0,126	0,142
Suma de momentos:	0,415	-0,220	0,456
<u>Axiales (kN/m)</u>	<u>Clave</u>	<u>Riñones</u>	<u>Base</u>
Por carga vertical:	0,000	6,029	39,738
Por carga horizontal:	-10,937	0,000	0,000
Por reacción horizontal:	-11,484	0,000	0,000
Por peso propio:	0,041	0,000	0,000
Por peso del agua:	0,938	0,000	0,000
Suma de axiales:	-21,442	6,029	39,738

CÁLCULO DE TENSIONES Y DEFORMACIONES:

Cálculo de los factores de corrección por curvatura:

Factor ALFA_ki:	1,0370
Factor ALFA_ka:	0,9630

Cálculo de tensiones:

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

Tensión en la clave:	2,2481 N/mm ² .
Tensión en los riñones:	2,6015 N/mm ² .
Tensión en la base:	8,1723 N/mm ² .

Cálculo de deformaciones:

	<u>Corto plazo</u>	<u>Largo plazo</u>	
Variación del diámetro:	-2,8142	-6,2208	mm.
Acortamiento relativo del diámetro vertical:	0,3509	0,7756	%.

CÁLCULO DE LA ESTABILIDAD:

	<u>Corto plazo</u>	<u>Largo plazo</u>	
<u>Carga de tierras:</u>			
Carga crítica de abolladura:	1,6268	1,1342	N/mm ² .
<u>Presión del agua exterior:</u>			
Coefficiente ALFA_d:	10,9600	12,6114	
Presión del agua extrema:	0,0163	0,0163	N/mm ² .
Valor crítico de Pa:	0,7014	0,3924	N/mm ² .

Cálculo mecánico de tuberías.

Título: Colector Calle Mestre Bayarri Peñíscola

Autor:

Hoja: 5

VERIFICACIÓN:**Verificación de tensión:**

	<u>Coef. calculado</u>		<u>Coef. requerido</u>
	<u>Corto Plazo</u>		
NU Clave:	40,0344		2,5000
NU Riñones:	34,5960		2,5000
NU Base	11,0128		2,5000

Verificación de la estabilidad:

	<u>Coef. calculado</u>		<u>Coef. requerido</u>
	<u>Corto Plazo</u>	<u>Largo Plazo</u>	
NU Carga tierras:	31,5954	16,4535	2,5000
NU Presión Agua externa:	43,0992	24,1077	2,5000
NU simultáneas:	18,2307	9,7792	2,5000

Verificación de deformación:

	<u>Valor calculado</u>		<u>Valor admisible</u>
	<u>Corto Plazo</u>	<u>Largo plazo</u>	
Acortamiento relativo:	0,3509	0,7756	6,0000

CONCLUSIÓN:**TUBO VÁLIDO.**

Cálculo mecánico de tuberías.

Titulo: Emisario Alivio Estany Peñíscola

Autor:

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:	584,0 mm.
Espesor:	32,5 mm.
Módulo elasticidad Et:	1.800,0 N/mm ² .
Módulo elasticidad LP Et:	875,0 N/mm ² .
Peso específico GAMMA:	13,8 kN/m ³ .
Rotura flexotracción:	90,0 N/mm ² .
Rotura flexotracción l/p:	50,0 N/mm ² .
Rigidez circunferencial específica:	8,0 kN/m ² .

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

Frente a fallo por rotura:	2,5.
Frente a la inestabilidad:	2,5.
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):	1,2 m.
Anchura de la zanja (B):	2,0 m.
Ángulo del talud (BETA):	60,0 grados.

NIVEL FREÁTICO:

Altura nivel freático:	0,1 m.
------------------------	--------

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: Emisario Alivio Estany Peñíscola

Autor:

Hoja: 2

CARACTERÍSTICAS DE LOS SUELOS:**Zona1:**

Tipo de suelo:	Grupo 2.
% Compactación:	100,0%.
E1:	20,0 N/mm ² .
GAMMA 1:	20,0 kN/m ³ .
Ángulo rozamiento interno Ro:	30,0
Ángulo rozamiento relleno Ro':	20,0

Zona2:

Tipo de suelo:	Grupo 1.
% Compactación:	100,0%.
E2:	40,0 N/mm ² .
GAMMA 2:	20,0 kN/m ³ .
Coefficiente empuje K1:	0,5
Coefficiente empuje K2:	0,4

Zona3:

Tipo de suelo:	Grupo 4.
% Compactación:	100%.
E3:	10,0 N/mm ² .

Zona4:

Tipo de suelo:	Grupo 4.
% Compactación:	100%.
E4:	10,0 N/mm ² .

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.

Titulo: Emisario Alivio Estany Peñíscola

Autor:

Hoja: 3

CARGAS QUE SE EMPLEARÁN EN LOS CÁLCULOS:**Cargas debidas a la tierra:**

Coefficiente carga de tierras (Cz):	0,93
Coefficiente carga de tierras (Cz90):	0,9
Coefficiente (Cn):	0,0
Coefficiente (Cn90):	0,0
Carga vertical tierras (Pe):	22,37 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):	39,82 kN/m2.
Factor de corrección (af):	0,93
Carga vertical tráfico (P):	36,84 kN/m2.
Factor de impacto (FI):	1,2
Carga vertical mayorada (Pv):	44,21 kN/m2.

DISTRIBUCIÓN DE CARGAS:**Corrección E2:**

Relación B/D:	3,0817
Coefficiente ALFA_bi:	0,6667
Coefficiente ALFA_b:	0,8980
Coefficiente f (HF=00,10):	1,2500
Compactación Dpr:	100,0 %.

	<u>Tensión</u>	<u>Def. c/p.</u>	<u>Def. l/p.</u>
Módulo corregido E2' (N/mm2):	35,9185	29,9321	29,9321

Relación de rigidez:

Rigidez del tubo Sr (N/mm2):	0,0640	0,0640	0,0311
Factor de corrección TAU:	0,5590	0,6224	0,6224
Rigidez horizontal SBH (N/mm2):	12,0464	11,1773	11,1773
Rigidez sistema Tubo-Suelo VRB:	0,0053	0,0057	0,0028
Relación Pr. lateral-Pr. Vertical K2:	0,4000	0,4000	0,4000
Rigidez vert. relleno SBV:	35,9185	29,9321	29,9321
Coef. reacción relleno lat. K*:	1,1714	1,1646	1,2146
Coef. def. diam. vert. Cv*:	-0,0083	-0,0088	-0,0056
Relación de rigidez Vs:	0,2139	0,2440	0,1867

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':	0,5568	0,6682	0,6682
Máximo factor de concentración	1,0441	1,0585	1,0585
Factor concentración LANDA_R:	0,8734	0,8805	0,8457
Factor concentración LANDA_B:	1,0422	1,0398	1,0514

Influencia de la anchura de la zanja:

Factor concentración LANDA_RG:	0,9121	0,9171	0,8930
--------------------------------	--------	--------	--------

Factor límite del factor de concentración:

Límite superior LANDA_f0:	3,8200	3,8200	3,8200
Límite inferior LANDA_fu:	0,6146	0,6146	0,6146

Cálculo mecánico de tuberías.

Titulo: Emisario Alivio Estany Peñíscola

Autor:

Hoja: 4

CARGAS DE CÁLCULO:

	<u>Tensión</u>	<u>Def. c/p.</u>	<u>Def. l/p.</u>
Carga vertical sobre tubo Qvt:	64,6136	20,5189	64,1843
Componente carga relleno Qh:	11,9231	11,9017	12,0056
Componente carga deformación Qh*:	61,7206	10,0357	63,3752

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:	1,482	-1,482	1,482
Por carga horizontal:	-0,274	0,274	-0,274
Por reacción horizontal:	-1,025	1,178	-1,025
Por peso propio:	0,014	-0,016	0,018
Por peso del agua:	0,048	-0,054	0,061
Suma de momentos:	0,246	-0,101	0,263
<u>Axiales (kN/m)</u>	<u>Clave</u>	<u>Riñones</u>	<u>Base</u>
Por carga vertical:	0,000	4,208	27,736
Por carga horizontal:	-3,612	0,000	0,000
Por reacción horizontal:	-10,788	0,000	0,000
Por peso propio:	0,023	0,000	0,000
Por peso del agua:	0,535	0,000	0,000
Suma de axiales:	-13,843	4,208	27,736

CÁLCULO DE TENSIONES Y DEFORMACIONES:Cálculo de los factores de corrección por curvatura:

Factor ALFA_ki:	1,0358
Factor ALFA_ka:	0,9642

Cálculo de tensiones:

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

Tensión en la clave:	2,8465 N/mm ² .
Tensión en los riñones:	2,1378 N/mm ² .
Tensión en la base:	7,7112 N/mm ² .

Cálculo de deformaciones:

	<u>Corto plazo</u>	<u>Largo plazo</u>	
Variación del diámetro:	-0,7150	-5,6568	mm.
Acortamiento relativo del diámetro vertical:	0,1180	0,9337	%.

CÁLCULO DE LA ESTABILIDAD:

	<u>Corto plazo</u>	<u>Largo plazo</u>	
<u>Carga de tierras:</u>			
Carga crítica de abolladura:	1,6916	1,1794	N/mm ² .
<u>Presión del agua exterior:</u>			
Coefficiente ALFA_d:	11,3000	12,9662	
Presión del agua extrema:	0,0142	0,0142	N/mm ² .
Valor crítico de Pa:	0,7232	0,4034	N/mm ² .

Cálculo mecánico de tuberías.

Título: Emisario Alivio Estany Peñíscola

Autor:

Hoja: 5

VERIFICACIÓN:**Verificación de tensión:**

	<u>Coef. calculado</u>		<u>Coef. requerido</u>
	<u>Corto Plazo</u>		
NU Clave:	31,6181		2,5000
NU Riñones:	42,0991		2,5000
NU Base	11,6714		2,5000

Verificación de la estabilidad:

	<u>Coef. calculado</u>		<u>Coef. requerido</u>
	<u>Corto Plazo</u>	<u>Largo Plazo</u>	
NU Carga tierras:	82,4390	18,3750	2,5000
NU Presión Agua externa:	50,7687	28,3181	2,5000
NU simultáneas:	31,4195	11,1439	2,5000

Verificación de deformación:

	<u>Valor calculado</u>		<u>Valor admisible</u>
	<u>Corto Plazo</u>	<u>Largo plazo</u>	
Acortamiento relativo:	0,1180	0,9337	6,0000

CONCLUSIÓN:**TUBO VÁLIDO.**