

ANEJO N°8 RED DE SANEAMIENTO

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. CÁLCULO DE LA DEMANDA	1
2.1 CARACTERÍSTICAS Y DOTACIONES APLICADAS	1
2.2 CAUDALES DE DISEÑO.....	1
3. DESCRIPCIÓN DE LA RED DISEÑADA.....	3
3.1 CONEXIONES EXTERIORES	3
3.2 RED INTERIOR	4
4. CÁLCULO HIDRÁULICO DE LA RED DE SANEAMIENTO	5
4.1 MÉTODO DE CÁLCULO EMPLEADO	5
4.2 BASE TEÓRICA.....	5
4.3 IDENTIFICACIÓN DE NUDOS Y ASIGNACIÓN DE CAUDALES	6
4.4 RESULTADOS OBTENIDOS.....	9
4.4.1 RESULTADOS OBTENIDOS EN COLECTOR 1.....	10
4.4.2 RESULTADOS OBTENIDOS EN COLECTOR 2.....	11
4.4.3 RESULTADOS OBTENIDOS EN COLECTOR 3.....	13
4.4.4 RESULTADOS OBTENIDOS EN COLECTOR 4.....	13
5. CÁLCULO MECÁNICO DE LAS TUBERÍAS	14
5.1 ACCIONES	14
5.1.1 ACCIONES GRAVITATORIAS.....	14
5.1.2 ACCIONES DEL TERRENO.....	14
5.1.3 ACCIONES DEL TRÁFICO.....	14
5.2 RESULTADOS DEL CÁLCULO.....	15

1. INTRODUCCIÓN

El presente anejo tiene por objeto el diseño de la red interior de evacuación de aguas residuales, adaptándose a las demandas de agua previstas en las parcelas de la urbanización.

2. CÁLCULO DE LA DEMANDA

2.1 CARACTERÍSTICAS Y DOTACIONES APLICADAS

Partiendo de la demanda de agua potable del nuevo ámbito, obtenida en el anejo 7, *red de abastecimiento de agua potable*, se deduce el caudal de aguas residuales a evacuar como el 100 % de la demanda de agua de abastecimiento. No se han contemplado las posibles pérdidas en usos consuntivos que no deriven en la red de saneamiento para contemplar la situación más desfavorable.

2.2 CAUDALES DE DISEÑO

Al igual que para la red de abastecimiento, se denomina caudal medio de suministro al caudal medio instantáneo correspondiente al ámbito de actuación considerado, aplicando las dotaciones por superficie indicadas en la siguiente tabla:

PARCELA	SUPERFICIE NETA PARCELA	DOTACIÓN	CONSUMO DIARIO	CAUDAL MEDIO
PCT-1				
M3	2.568 m ²	800 l/100m ²	20,54 m³/día	0,24 l/s
M4	2.568 m ²	800 l/100m ²	20,54 m³/día	0,24 l/s
M5	3.799 m ²	800 l/100m ²	30,40 m³/día	0,35 l/s
PCT-2				
M6	2.570 m ²	800 l/100m ²	20,56 m³/día	0,24 l/s
M7	1.656 m ²	800 l/100m ²	13,25 m³/día	0,15 l/s
M8	3.231 m ²	800 l/100m ²	25,85 m³/día	0,30 l/s
M9	2.135 m ²	800 l/100m ²	17,08 m³/día	0,20 l/s
M10	6.027 m ²	800 l/100m ²	48,22 m³/día	0,56 l/s
M11	2.275 m ²	800 l/100m ²	18,20 m³/día	0,21 l/s
M16	947 m ²	800 l/100m ²	7,58 m³/día	0,09 l/s
PCT-3				

PARCELA	SUPERFICIE NETA PARCELA	DOTACIÓN	CONSUMO DIARIO	CAUDAL MEDIO
M12	1.264 m ²	800 l/100m ²	10,12 m ³ /día	0,12 l/s
M13	3.995 m ²	800 l/100m ²	31,96 m ³ /día	0,37 l/s
M14	1.905 m ²	800 l/100m ²	15,24 m ³ /día	0,18 l/s
M15	1.905 m ²	800 l/100m ²	15,24 m ³ /día	0,18 l/s
PCT-4				
M1-A	15.603 m ²	800 l/100m ²	124,83 m ³ /día	1,44 l/s
M1-B	6.457 m ²	800 l/100m ²	51,66 m ³ /día	0,60 l/s
PCT-5				
M2	6.551 m ²	800 l/100m ²	52,41 m ³ /día	0,61 l/s
EQUIPAMIENTOS				
EQ1	3.162 m ²	800 l/100m ²	25,30 m ³ /día	0,29 l/s
EQ2	1.496 m ²	800 l/100m ²	11,97 m ³ /día	0,14 l/s
EQ3	847 m ²	800 l/100m ²	6,78 m ³ /día	0,08 l/s
EQ4	2.267 m ²	800 l/100m ²	18,14 m ³ /día	0,21 l/s
EQ5	3.231 m ²	800 l/100m ²	25,85 m ³ /día	0,30 l/s

Se denomina caudal punta al caudal de cálculo resultante de aplicar al caudal medio el coeficiente punta instantáneo (C_p) correspondiente

$$Q_p = Q_m \cdot C_p$$

Así, para cada parcela, se obtienen los siguientes caudales punta:

PARCELA	CAUDAL MEDIO	COEF. PUNTA	CAUDAL PUNTA
M3	0,24 l/s	3,0	0,72 l/s
M4	0,24 l/s	3,0	0,72 l/s
M5	0,35 l/s	3,0	1,05 l/s
M6	0,24 l/s	3,0	0,72 l/s
M7	0,15 l/s	3,0	0,45 l/s

PARCELA	CAUDAL MEDIO	COEF. PUNTA	CAUDAL PUNTA
M8	0,30 l/s	3,0	0,90 l/s
M9	0,20 l/s	3,0	0,60 l/s
M10	0,56 l/s	3,0	1,68 l/s
M11	0,21 l/s	3,0	0,63 l/s
M16	0,09 l/s	3,0	0,27 l/s
M12	0,12 l/s	3,0	0,36 l/s
M13	0,37 l/s	3,0	1,11 l/s
M14	0,18 l/s	3,0	0,54 l/s
M15	0,18 l/s	3,0	0,54 l/s
M1-A	1,44 l/s	3,0	4,32 l/s
M1-B	0,60 l/s	3,0	1,80 l/s
M2	0,61 l/s	3,0	1,83 l/s
EQ1	0,29 l/s	3,0	0,87 l/s
EQ2	0,14 l/s	3,0	0,42 l/s
EQ3	0,08 l/s	3,0	0,24 l/s
EQ4	0,21 l/s	3,0	0,63 l/s
EQ5	0,30 l/s	3,0	0,90 l/s

3. DESCRIPCIÓN DE LA RED DISEÑADA

3.1 CONEXIONES EXTERIORES

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

- Fase 1.1:

La red de aguas residuales de la fase 1.1 conectará prácticamente en su totalidad con la Avenida de la Pecuaria. La zona entre la avenida de la Pecuaria y el Camino Amapolas desahogará a la red prevista en la banda de servicio de la Avenida de la Pecuaria, pendiente de ejecutar por la empresa EMA. La zona del Intra conectará con la red existente en la mediana de la Avenida de la Pecuaria, mediante el colector C-4 de 315 mm de diámetro.

De forma provisional, se conectará la red de saneamiento que discurre por la acera del equipamiento E5 (ramal A-2.4) y por la manzana M9 (inicio del colector C2) a la red existente en el Camino de las Gardenias.

- Fase 1.2:

La red de la fase 1.2 conectará a la red de saneamiento del Camino de Cinamomos. Esta red existente, se sustituirá por una conducción de 400 mm de diámetro hasta la conexión con el colector existente en el camino de las Malvas. En esta fase, se llevará a cabo la anulación del colector que discurre por el camino de las Gardenias mediante el desvío del mismo al colector A-2.2.

- Fase 2:

Al igual que en la fase 1.2, se ha previsto que parte de la red de la fase 2 conecte con la red del Camino de Cinamomos. Esta red se renovará mediante la ejecución de un colector de 400 mm de diámetro.

El resto de la red de residuales de la Fase 2, en la Zona Oeste del ámbito, evacuará hacia la Avenida de la Pecuaria.

3.2 RED INTERIOR

La red de saneamiento proyectada se ejecutará con PVC de pared estructurada para saneamiento SN 8. La red de saneamiento proyectada tiene una longitud total de 3.215 m, dividida en cuatro colectores:

- Colector C-1, que evacuará a la red prevista en la Avenida de la Pecuaria. (Pozo P-1.10)
- Colector C-2, con conexión a la red existente en Camino de Cinamomos-Camino de las Gardenias. (Pozo P-2.23)
- Colector C-3, con punto de conexión a la red existente en Avenida de la Pecuaria. (Pozo P-3.7)
- Colector C-4, con conexión al saneamiento existente en la Avenida de la Pecuaria. (Pozo P-4.3)

La red se ha proyectado con una pendiente longitudinal mínima de 0,50 % y alcanza una pendiente máxima del 2,00 %.

Generalmente, la red de saneamiento discurrirá por las aceras de los viales. Para ejecutarla, se excavará una zanja, cuyas dimensiones variarán en función de la profundidad y el tamaño del tubo. No se permitirá la ejecución de estas canalizaciones sobre terraplén sin zanja.

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

Se proyectan pozos de registro en los cambios de trazado de la red y cada 40 m (máximo) en tramos rectos. Los pozos serán circulares de 100 cm de diámetro interior, prefabricados de PVC, de acuerdo a las especificaciones de los técnicos de EMA. Los pozos irán provistos con tapa de 60 cm de diámetro de fundición dúctil y patés de polipropileno.

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

4. CÁLCULO HIDRÁULICO DE LA RED DE SANEAMIENTO

4.1 MÉTODO DE CÁLCULO EMPLEADO

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

4.2 BASE TEÓRICA

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

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

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

Donde:

- Q caudal (m³/s)
- v velocidad del fluido (m/s)
- A sección de la lámina de fluido (m²)
- R_h radio hidráulico de la lámina de fluido (m)
- S_o pendiente de la solera del canal (desnivel por longitud de conducción)
- n coeficiente de Manning. Para PVC $n=0.012$

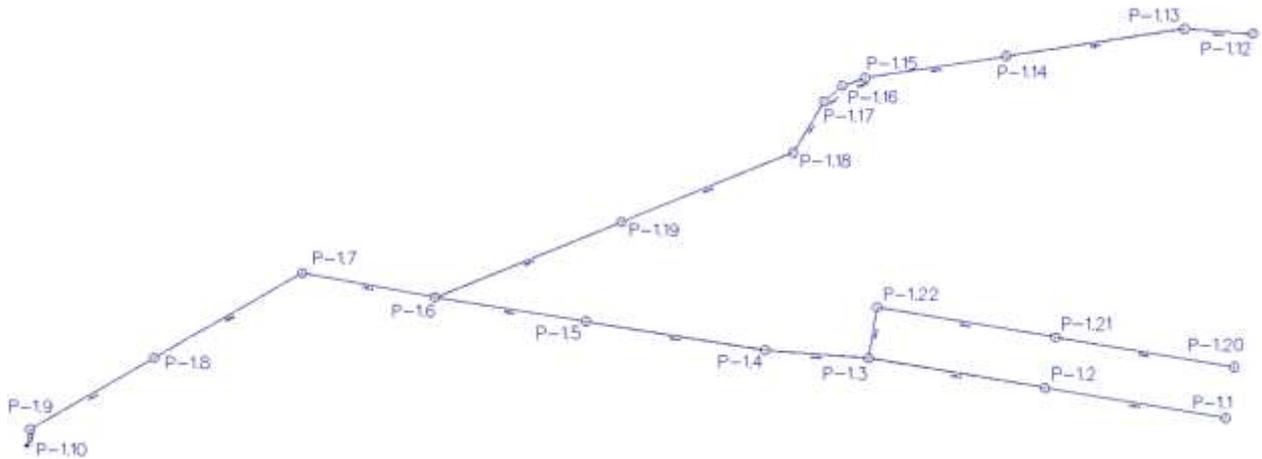
Se ha dimensionado el diámetro de la canalización con capacidad suficiente para transportar el caudal previsto sin que su calado supere el 80% de la altura total del tubo.

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

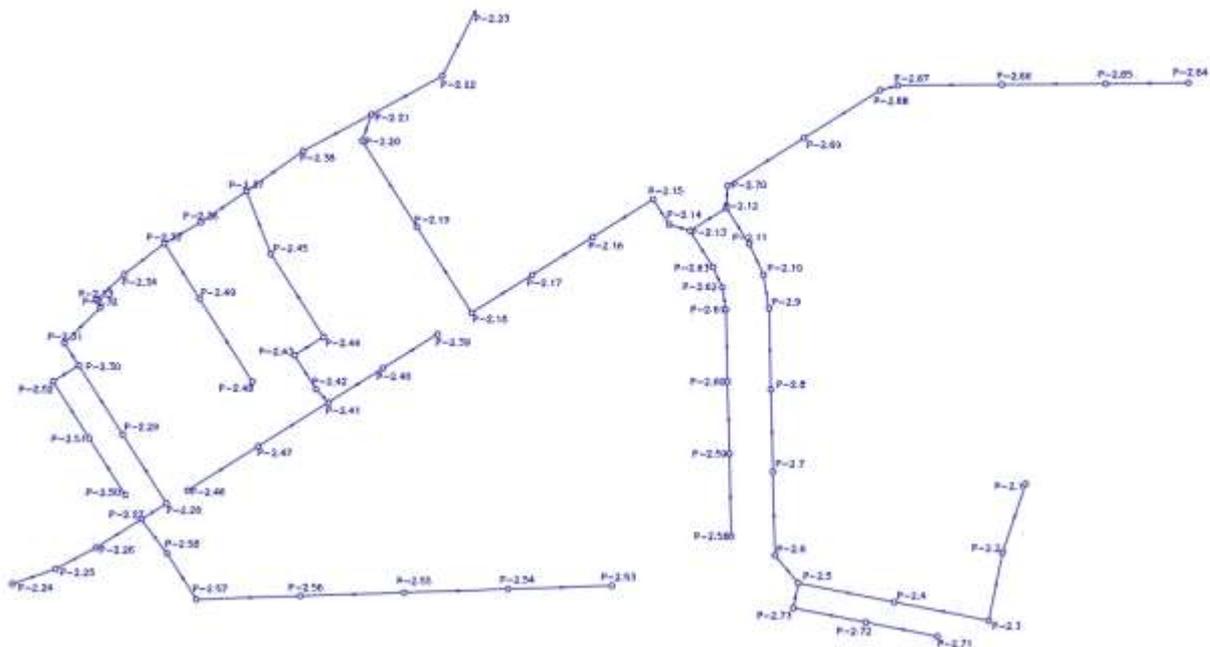
El material utilizado para esta instalación es tubo de PVC con pared estructurada de doble capa, lisa interior y corrugada exterior. El diámetro a utilizar se ha calculado de forma que la velocidad en la conducción no exceda la velocidad máxima y supere la velocidad mínima establecida para el cálculo. Además, ha de aunarse esta condición con la implantación de un diámetro mínimo de 315 mm, dimensión recomendada para evitar atascos en redes de saneamiento.

4.3 IDENTIFICACIÓN DE NUDOS Y ASIGNACIÓN DE CAUDALES

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

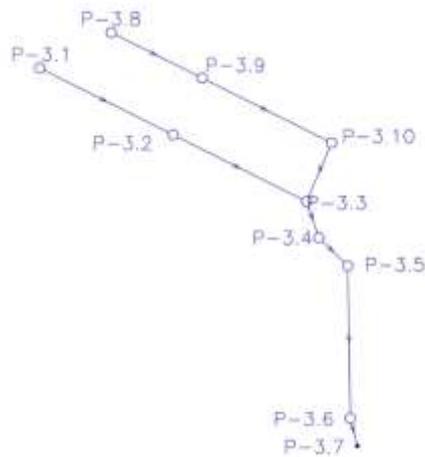


Identificación de nudos del Colector 1

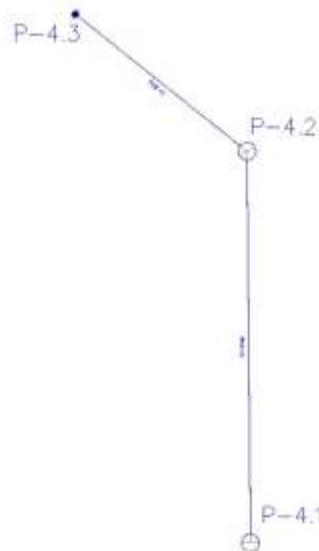


Identificación de nudos del Colector 2

La autenticidad de este documento puede ser comprobada mediante el CEV: 1416126245323012103 en www.gjjon.es/cev



Identificación de nudos del Colector 3



Identificación de nudos del Colector 4

La asignación de caudales se lleva a cabo mediante la aplicación de la tabla de demandas, cuyo resultado agregado nudo a nudo para el caudal punta en cada colector es el que se detalla en las siguientes tablas.

Colector 1:

PARCELA	Nudo	Caudal fijado (l/s)
EQ5 (1)	P-1.12	0,90
M-11 (1)	P-1.14	0,21
M-10 (2)	P-1.6	0,42
M-10 (2)	P-1.1	0,42
M-10 (2)	P-1.3	0,42
EQ5 (1)	P-1.20	0,90
M-11 (2)	P-1.21	0,18
M-11 (3)	P-1.22	0,24
M-10 (2)	P-1.4	0,42

Colector 2:

Parcela	Nudo	Caudal fijado (l/s)
M1-A (1)	P-2.55	2,16
M1-A (2)	P-2.56	2,16
M1-B	P-2.53	1,80
M2 (1)	P-2.60	0,93
M2(2)	P-2.58	0,9
M3 (1)	P-2.46	0,36
M3 (2)	P-2.47	0,36
M4 (1)	P-2.39	0,36
M4 (2)	P-2.40	0,36
M5 (1)	P-2.7	0,53
M5 (2)	P-2.8	0,52
M6	P-2.16	0,72
M7	P-2.11	0,45
M8 (1)	P-2.65	0,3
M8 (2)	P-2.66	0,3
M8 (3)	P-2.67	0,3
M9 (1)	P-2.1	0,3
M9 (2)	P-2.4	0,3
M13 (1)	P-2.24	0,55
M13 (2)	P-2.50	0,56

Parcela	Nudo	Caudal fijado (l/s)
M14 (1)	P-2.29	0,27
M14 (2)	P-2.48	0,27
M15	P-2.19	0,54
M16	P-2.71	0,27
EQ-3	P-2.63	0,24
EQ-4	P-2.64	0,63

Colector 3:

PARCELA	Nudo	Caudal fijado (l/s)
EQ2	P-3.6	0,42
M12	P-3.2	0,36
M13 (3)	P-3.8	0,37

Colector 4:

PARCELA	Nudo	Caudal fijado (l/s)
EQ1	P-4.1	0,87

4.4 RESULTADOS OBTENIDOS

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

Colector	Ramas	Diámetro Nominal (DN)	Velocidad obtenida	Velocidad máxima/mínima recomendada
Colector 1	8	315	0,67 m/s	3,00 m/s
	100	315	0,51 m/s	0,30 m/s
Colector 2	71	400	1,05 m/s	3,00 m/s
	29	315	0,35 m/s	0,30 m/s
Colector 3	72	315	0,61 m/s	3,00 m/s
	71	315	0,34 m/s	0,30 m/s

Colector	Ramas	Diámetro Nominal (DN)	Velocidad obtenida	Velocidad máxima/mínima recomendada
Colector 4	78	315	0,49 m/s	3,00 m/s
	79	315	0,38 m/s	0,30 m/s

4.4.1 Resultados obtenidos en Colector 1

A continuación, se presentan los resultados obtenidos para las distintas ramas del Colector 1:

Rama	Nudo Orig.	Nudo Dest.	Long. (m)	n Rug(mm)/f	Pte (%)	Dn (mm)	Dint (mm)	QII (l/s)	VII (m/s)	Q (l/s)	V (m/s)	Y (mm)
1	P-1.12	P-1.13	17,26	0,012	1,1	315	299,6	109,48	1,55	1	0,53	20
2	P-1.13	P-1.14	45,29	0,012	1,1	315	299,6	109,48	1,55	1	0,53	20
3	P-1.14	P-1.15	35,89	0,012	1,06	315	299,6	107,7	1,53	1,11	0,53	21
4	P-1.15	P-1.16	6,1	0,012	1,15	315	299,6	111,84	1,59	1,11	0,54	20
5	P-1.16	P-1.17	5,97	0,012	1,17	315	299,6	112,99	1,6	1,11	0,54	20
6	P-1.17	P-1.18	15,17	0,012	1,14	315	299,6	111,29	1,58	1,11	0,54	20
7	P-1.18	P-1.19	46,61	0,012	1,97	315	299,6	146,68	2,08	1,11	0,67	18
8	P-1.19	P-1.6	50,49	0,012	2,03	315	299,6	148,67	2,11	1,11	0,67	18
11	P-1.1	P-1.2	45,94	0,012	2	315	299,6	147,63	2,09	1	0,63	17
12	P-1.2	P-1.3	45,08	0,012	2	315	299,6	147,63	2,09	1	0,63	17
13	P-1.20	P-1.21	45,51	0,012	1,52	315	299,6	128,55	1,82	1	0,58	18
14	P-1.21	P-1.22	45,51	0,012	1,49	315	299,6	127,61	1,81	1,08	0,6	19
15	P-1.22	P-1.3	13,1	0,012	1,53	315	299,6	128,98	1,83	1,32	0,64	21
96	P-1.7	P-1.8	43,16	0,012	0,48	400	380,4	136,49	1,2	4,11	0,56	45
97	P-1.8	P-1.9	35,94	0,012	0,5	400	380,4	139,64	1,23	4,11	0,57	44
98	P-1.9	P-1.10	4,18	0,012	0,48	400	380,4	136,57	1,2	4,11	0,56	45
99	P-1.4	P-1.5	45,6	0,012	0,81	315	299,6	94,04	1,33	2,58	0,6	34
100	P-1.5	P-1.6	38,42	0,012	0,52	315	299,6	75,32	1,07	2,58	0,51	37
101	P-1.6	P-1.7	33,92	0,012	0,5	315	299,6	73,81	1,05	4,11	0,58	47
102	P-1.3	P-1.4	25,97	0,012	0,77	315	299,6	91,62	1,3	2,16	0,56	31

4.4.2 Resultados obtenidos en Colector 2

A continuación, se muestra el listado de resultados de velocidades obtenidas para las distintas ramas:

Rama	Nudo Orig.	Nudo Dest.	Long. (m)	n Rug(mm)/f	Pte (%)	Dn (mm)	Dint (mm)	QII (l/s)	VII (m/s)	Q (l/s)	V (m/s)	Y (mm)
9	P-2.3	P-2.4	46,28	0,012	1,99	315	299,6	147,19	2,09	0,3	0,5	11
10	P-2.4	P-2.5	47,08	0,012	1,71	315	299,6	136,59	1,94	0,6	0,54	15
16	P-2.58	P-2.59	40	0,012	0,52	315	299,6	75,64	1,07	0,9	0,39	22
17	P-2.59	P-2.60	35,01	0,012	1,8	315	299,6	140,05	1,99	0,9	0,6	17
18	P-2.60	P-2.61	35,01	0,012	1,8	315	299,6	140,05	1,99	1,83	0,74	24
19	P-2.61	P-2.62	10,88	0,012	1,65	315	299,6	134,29	1,9	1,83	0,7	24
20	P-2.62	P-2.63	10,88	0,012	1,75	315	299,6	137,97	1,96	1,83	0,72	24
21	P-2.63	P-2.13	20,69	0,012	1,84	315	299,6	141,47	2,01	2,07	0,76	25
22	P-2.64	P-2.65	39,82	0,012	2,01	315	299,6	147,98	2,1	0,63	0,59	15
23	P-2.65	P-2.66	50,01	0,012	2	315	299,6	147,63	2,09	0,93	0,63	17
24	P-2.66	P-2.67	50	0,012	0,5	315	299,6	73,81	1,05	1,23	0,41	26
25	P-2.67	P-2.68	8,75	0,012	0,57	315	299,6	78,91	1,12	1,53	0,46	28
26	P-2.68	P-2.69	43,38	0,012	0,51	315	299,6	74,34	1,05	1,53	0,44	29
27	P-2.69	P-2.70	43,38	0,012	0,51	315	299,6	74,34	1,05	1,53	0,44	29
28	P-2.70	P-2.12	10,83	0,012	0,46	315	299,6	70,92	1,01	1,53	0,42	30
29	P-2.48	P-2.49	47,58	0,012	1	315	299,6	104,19	1,48	0,27	0,35	11
30	P-2.49	P-2.35	31,59	0,012	1,01	315	299,6	105,07	1,49	0,27	0,36	11
31	P-2.42	P-2.43	19,46	0,012	0,98	400	380,4	194,99	1,72	1,44	0,55	23
32	P-2.43	P-2.44	16,65	0,012	0,96	400	380,4	193,46	1,7	1,44	0,54	23
33	P-2.44	P-2.45	47,58	0,012	1,01	400	380,4	198,19	1,74	1,44	0,56	23
40	P-2.39	P-2.40	31	0,012	1	315	299,6	104,39	1,48	0,36	0,38	13
41	P-2.40	P-2.41	31,03	0,012	1	315	299,6	104,34	1,48	0,72	0,44	17
42	P-2.46	P-2.47	40,1	0,012	1	315	299,6	104,25	1,48	0,36	0,38	13
43	P-2.47	P-2.41	39,97	0,012	0,98	315	299,6	103,11	1,46	0,72	0,44	17
44	P-2.24	P-2.25	22	0,012	2	315	299,6	147,63	2,09	0,55	0,54	13
45	P-2.25	P-2.26	22	0,012	2	315	299,6	147,63	2,09	0,55	0,54	13
46	P-2.26	P-2.27	25,73	0,012	1,98	315	299,6	146,98	2,08	0,55	0,54	13
47	P-2.27	P-2.28	14,4	0,012	0,35	400	380,4	116,27	1,02	6,67	0,57	61
48	P-2.28	P-2.29	39,53	0,012	1,47	400	380,4	239,02	2,1	6,67	0,95	43
49	P-2.29	P-2.30	39,68	0,012	1,13	400	380,4	210,13	1,85	6,94	0,89	47
50	P-2.30	P-2.31	12,89	0,012	1,16	400	380,4	212,84	1,87	7,5	0,92	48
51	P-2.50	P-2.51	32,5	0,012	0,98	315	299,6	103,58	1,47	0,56	0,43	16
52	P-2.51	P-2.52	32,5	0,012	1,02	315	299,6	105,19	1,49	0,56	0,43	16
53	P-2.52	P-2.30	14,6	0,012	1,03	315	299,6	105,81	1,5	0,56	0,44	16

Rama	Nudo Orig.	Nudo Dest.	Long. (m)	n Rug(mm)/f	Pte (%)	Dn (mm)	Dint (mm)	QII (l/s)	VII (m/s)	Q (l/s)	V (m/s)	Y (mm)
54	P-2.53	P-2.54	50	0,012	1,04	315	299,6	106,45	1,51	1,8	0,59	26
55	P-2.54	P-2.55	50	0,012	0,98	315	299,6	103,34	1,47	1,8	0,59	27
56	P-2.55	P-2.56	50	0,012	1	315	299,6	104,39	1,48	3,96	0,74	39
57	P-2.56	P-2.57	50	0,012	0,98	315	299,6	103,34	1,47	6,12	0,84	49
58	P-2.57	P-2.58	26,42	0,012	1,02	315	299,6	105,52	1,5	6,12	0,84	48
59	P-2.58	P-2.27	20,56	0,012	0,97	315	299,6	102,96	1,46	6,12	0,83	49
61	P-2.33	P-2.34	18,41	0,012	0,49	400	380,4	137,97	1,21	7,5	0,67	59
62	P-2.34	P-2.35	24,4	0,012	0,49	400	380,4	138,39	1,22	7,5	0,67	59
64	P-2.37	P-2.38	33,78	0,012	0,5	400	380,4	139,98	1,23	9,21	0,71	65
65	P-2.38	P-2.21	37,11	0,012	0,51	400	380,4	141,2	1,24	9,21	0,72	65
66	P-2.21	P-2.22	38,83	0,012	0,49	400	380,4	138,04	1,21	16,44	0,84	88
68	P-2.1	P-2.2	35,01	0,012	2	315	299,6	147,63	2,09	0,3	0,5	11
69	P-2.2	P-2.3	33,76	0,012	2,01	315	299,6	148,17	2,1	0,3	0,5	11
73	P-2.41	P-2.42	8,76	0,012	1,03	400	380,4	200,01	1,76	1,44	0,56	23
74	P-2.71	P-2.72	35	0,012	1,34	315	299,6	120,97	1,72	0,27	0,41	11
75	P-2.72	P-2.73	35,57	0,012	1,35	315	299,6	121,27	1,72	0,27	0,41	11
76	P-2.73	P-2.5	12,32	0,012	1,35	315	299,6	121,17	1,72	0,27	0,41	11
77	P-2.45	P-2.37	32,53	0,012	1,01	400	380,4	198,74	1,75	1,44	0,56	23
80	P-2.6	P-2.7	40,57	0,012	2	400	380,4	278,84	2,45	0,87	0,64	17
81	P-2.7	P-2.8	40,01	0,012	2	400	380,4	279,05	2,46	1,4	0,71	20
82	P-2.8	P-2.9	39,3	0,012	2,01	400	380,4	279,78	2,46	1,92	0,74	22
83	P-2.9	P-2.10	16,44	0,012	2,01	400	380,4	279,56	2,46	1,92	0,74	22
84	P-2.10	P-2.11	16,44	0,012	2,01	400	380,4	279,56	2,46	1,92	0,74	22
85	P-2.11	P-2.12	20,69	0,012	1,98	400	380,4	277,78	2,44	2,37	0,81	25
86	P-2.12	P-2.13	20,72	0,012	0,48	400	380,4	137,08	1,21	3,9	0,55	43
87	P-2.13	P-2.14	10,41	0,012	0,58	400	380,4	149,78	1,32	5,97	0,66	51
88	P-2.14	P-2.15	14,5	0,012	0,48	400	380,4	137,1	1,21	5,97	0,63	53
89	P-2.15	P-2.16	34,3	0,012	0,5	400	380,4	138,92	1,22	5,97	0,62	52
90	P-2.16	P-2.17	34,3	0,012	0,5	400	380,4	138,92	1,22	6,69	0,65	56
91	P-2.17	P-2.18	34,6	0,012	0,49	400	380,4	138,31	1,22	6,69	0,65	56
92	P-2.18	P-2.19	49,3	0,012	1,01	400	380,4	198,72	1,75	6,69	0,84	47
93	P-2.19	P-2.20	49,3	0,012	0,99	400	380,4	196,72	1,73	7,23	0,85	49
94	P-2.20	P-2.21	13,53	0,012	1,4	400	380,4	233,82	2,06	7,23	0,97	45
95	P-2.6	P-2.5	17,51	0,012	1,96	315	299,6	146,31	2,08	0,87	0,6	16
71	P-2.22	P-2.23	34,77	0,009	0,52	400	380,4	189,3	1,67	16,44	1,05	75
73	P-2.35	P-2.36	20,34	0,012	0,54	400	380,4	145,1	1,28	7,77	0,7	59
73	P-2.36	P-2.37	26,52	0,012	0,49	400	380,4	138,14	1,22	7,77	0,68	60
73	P-2.32	P-2.33	4,15	0,012	0,53	400	380,4	143,65	1,26	7,5	0,7	58

Rama	Nudo Orig.	Nudo Dest.	Long. (m)	n Rug(mm)/f	Pte (%)	Dn (mm)	Dint (mm)	QII (l/s)	VII (m/s)	Q (l/s)	V (m/s)	Y (mm)
73	P-2.31	P-2.32	24,32	0,012	1,18	400	380,4	214,72	1,89	7,5	0,91	48

4.4.3 Resultados obtenidos en Colector 3

Del cálculo realizado, se obtienen los distintos valores de velocidad para cada una de las ramas del colector 3:

Rama	Nudo Orig.	Nudo Dest.	Long. (m)	n Rug(mm)/f	Pte (%)	Dn (mm)	Dint (mm)	QII (l/s)	VII (m/s)	Q (l/s)	V (m/s)	Y (mm)
34	P-3.8	P-3.9	23,16	0,012	0,82	315	299,6	94,55	1,34	1,11	0,48	22
35	P-3.9	P-3.10	33	0,012	0,79	315	299,6	92,66	1,31	1,11	0,47	22
36	P-3.10	P-3.3	14,63	0,012	0,82	315	299,6	94,54	1,34	1,11	0,48	22
37	P-3.3	P-3.4	8,79	0,012	0,8	315	299,6	93,15	1,32	1,47	0,52	26
38	P-3.4	P-3.5	9,22	0,012	0,76	315	299,6	90,97	1,29	1,47	0,5	26
39	P-3.5	P-3.6	35	0,012	0,89	315	299,6	98,24	1,39	1,47	0,53	25
70	P-3.1	P-3.2	33,98	0,012	0,82	315	299,6	94,76	1,34	0,36	0,35	13
71	P-3.2	P-3.3	33,98	0,012	0,79	315	299,6	93,06	1,32	0,36	0,34	13
72	P-3.6	P-3.7	6,57	0,012	1,07	315	299,6	107,77	1,53	1,89	0,61	27

4.4.4 Resultados obtenidos en Colector 4

A continuación, se muestra el listado de resultados obtenidos para las distintas ramas del colector 4:

Rama	Nudo Orig.	Nudo Dest.	Long. (m)	n Rug(mm)/f	Pte (%)	Dn (mm)	Dint (mm)	QII (l/s)	VII (m/s)	Q (l/s)	V (m/s)	Y (mm)
78	P-4.1	P-4.2	50	0,012	1	315	285,2	91,54	1,43	0,87	0,49	19
79	P-4.2	P-4.3	27,9	0,012	0,5	315	285,2	30,02	1,02	0,87	0,38	23

5. CÁLCULO MECÁNICO DE LAS TUBERÍAS

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

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

MATERIAL	DIÁMETRO (mm)	RECUBRIMIENTO MIN. TUBERÍA (m)	RECUBRIMIENTO MAX. TUBERÍA (m)
PVC	315	0,80	2,75
PVC	400	0,94	3,26

5.1 ACCIONES

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

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

5.1.1 Acciones gravitatorias.

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

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

5.1.2 Acciones del terreno.

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

5.1.3 Acciones del tráfico.

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

5.2 RESULTADOS DEL CÁLCULO

Para el dimensionamiento mecánico de los tubos de PVC de pared estructurada se ha aplicado el método de la norma ATV-A-127.

Se adjuntan a continuación los resultados obtenidos para las tuberías de saneamiento.

Cálculo mecánico de tuberías.

Titulo: PROY. URBANIZACIÓN MILLA DEL CONOCIMIENTO MARGARITA SALAS

Autor: COMPÁS CONSULTORES, S.L.

Hoja: 1

PARÁMETROS DE CÁLCULO

CARACTERÍSTICAS DEL TUBO:

Tipo de conducto:	Saneamiento.
Material:	PVC CORRUGADO.
Clase de material:	SN-8.
Norma:	ATV A 127.
Diámetro normalizado:	315
Diámetro exterior:	315,0 mm.
Diámetro interior:	285,0 mm.
Espesor:	14,9 mm.
Módulo elasticidad Et:	2.000,0 N/mm ² .
Módulo elasticidad LP Et:	970,0 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:

Coeficiente de seguridad clase B:

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

CONDICIONES DE LA ZANJA:

Tipo de instalación:	Tipo 2: Instalación en zanja terraplenada.
Tipo de instalación (subtipo):	Zanja terraplenada.
Altura recubrimiento por encima de la generatriz superior (H1):	1,75 m.
Altura del recubrimiento por encima del terraplén (H2):	1,0 m.
Anchura de la zanja al nivel de la generatriz superior (B):	1,32 m.
Ángulo de las paredes de la zanja (BETA):	90,0 grados.

NIVEL FREÁTICO:

No existe nivel freático.

CARACTERÍSTICAS DEL APOYO:

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

Cálculo mecánico de tuberías.

Titulo: PROY. URBANIZACIÓN MILLA DEL CONOCIMIENTO MARGARITA SALAS

Autor: COMPÁS CONSULTORES, S.L.

Hoja: 2

CARACTERÍSTICAS DE LOS SUELOS:**Zona1:**

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

Zona2:

Tipo de suelo:	Grupo 1.
% Compactación:	90,0%.
E2:	6,0 N/mm 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 60 (PESADO).
Número de ejes:	3
Distancia entre ejes:	2 m.
Distancia entre ruedas:	2 m.
Tipo de firme:	Normal.
Coefficiente (Fi):	1,2
Altura equivalente de tierras:	0,0 m.

Cálculo mecánico de tuberías.

Título: PROY. URBANIZACIÓN MILLA DEL CONOCIMIENTO MARGARITA SALAS

Autor: COMPÁS CONSULTORES, S.L.

Hoja: 3

CARGAS QUE SE EMPLEARÁN EN LOS CÁLCULOS:

Cargas debidas a la tierra:

Coefficiente carga de tierras (Cz):	1,0
Coefficiente carga de tierras (Cz90):	1,0
Coefficiente (Cn):	0,0
Coefficiente (Cn90):	0,0
Carga vertical tierras (Pe):	35,0 kN/m2.

Cargas debidas al tráfico:

Valor FA	100
Valor FE	500
Valor rA:	0,25
Valor rE:	1,82
Carga máx. de Boussinesq (Pf):	18,98 kN/m2.
Factor de corrección (af):	1,0
Carga vertical tráfico (P):	18,96 kN/m2.
Factor de impacto (FI):	1,2
Carga vertical mayorada (Pv):	22,75 kN/m2.

DISTRIBUCIÓN DE CARGAS:

Corrección E2:

Relación B/D:	4,1905
Coefficiente ALFA_bi:	0,0000
Coefficiente ALFA_b:	1,0000
Coefficiente f (HF=00,00):	1,0000
Compactación Dpr:	90,0 %.

	<u>Tensión</u>	<u>Def. c/p.</u>	<u>Def. l/p.</u>
Módulo corregido E2' (N/mm2):	6,0000	4,0000	4,0000

Relación de rigidez:

Rigidez del tubo Sr (N/mm2):	0,0640	0,0640	0,0310
Factor de corrección TAU:	1,0857	1,1094	1,1094
Rigidez horizontal SBH (N/mm2):	3,9084	2,6626	2,6626
Rigidez sistema Tubo-Suelo VRB:	0,0164	0,0240	0,0117
Relación Pr. lateral-Pr. Vertical K2:	0,4000	0,4000	0,4000
Rigidez vert. relleno SBV:	6,0000	4,0000	4,0000
Coef. reacción relleno lat. K*:	1,0137	0,9272	1,0754
Coef. def. diam. vert. Cv*:	-0,0184	-0,0240	-0,0145
Relación de rigidez Vs:	0,5790	0,6679	0,5362

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':	0,5000	0,7500	0,7500
Máximo factor de concentración	1,2755	1,4641	1,4641
Factor concentración LANDA_R:	0,8578	0,9261	0,8726
Factor concentración LANDA_B:	1,0474	1,0246	1,0425

Influencia de la anchura de la zanja:

Factor concentración LANDA_RG:	0,8578	0,9261	0,8726
--------------------------------	--------	--------	--------

Factor límite del factor de concentración:

Límite superior LANDA_f0:	3,5875	3,5875	3,5875
Límite inferior LANDA_fu:	0,1971	0,1971	0,1971

Cálculo mecánico de tuberías.

Título: PROY. URBANIZACIÓN MILLA DEL CONOCIMIENTO MARGARITA SALAS

Autor: COMPÁS CONSULTORES, S.L.

Hoja: 4

CARGAS DE CÁLCULO:

	<u>Tensión</u>	<u>Def. c/p.</u>	<u>Def. l/p.</u>
Carga vertical sobre tubo Qvt:	52,7773	32,4120	53,2943
Componente carga relleno Qh:	15,9235	15,6051	15,8546
Componente carga deformación Qh*:	37,3584	15,5840	40,2636

CÁLCULO DE ESFUERZOS:

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

<u>Momentos (kN*m/m)</u>	<u>Clave</u>	<u>Riñones</u>	<u>Base</u>
Por carga vertical:	0,290	-0,290	0,290
Por carga horizontal:	-0,087	0,087	-0,087
Por reacción horizontal:	-0,149	0,171	-0,149
Por peso propio:	0,002	-0,002	0,002
Por peso del agua:	0,006	-0,006	0,007
Suma de momentos:	0,061	-0,040	0,063
<u>Axiales (kN/m)</u>	<u>Clave</u>	<u>Riñones</u>	<u>Base</u>
Por carga vertical:	0,000	1,682	11,085
Por carga horizontal:	-2,360	0,000	0,000
Por reacción horizontal:	-3,195	0,000	0,000
Por peso propio:	0,005	0,000	0,000
Por peso del agua:	0,128	0,000	0,000
Suma de axiales:	-5,422	1,682	11,085

CÁLCULO DE TENSIONES Y DEFORMACIONES:

Cálculo de los factores de corrección por curvatura:

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

Cálculo de tensiones:

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

Tensión en la clave:	3,3840 N/mm ² .
Tensión en los riñones:	3,2092 N/mm ² .
Tensión en la base:	7,3105 N/mm ² .

Cálculo de deformaciones:

	<u>Corto plazo</u>	<u>Largo plazo</u>	
Variación del diámetro:	-1,8651	-5,1752	mm.
Acortamiento relativo del diámetro vertical:	0,6291	1,7457	%.

CÁLCULO DE LA ESTABILIDAD:

	<u>Corto plazo</u>	<u>Largo plazo</u>	
<u>Carga de tierras:</u>			
Carga crítica de abolladura:	0,8256	0,5750	N/mm ² .
<u>Presión del agua exterior:</u>			
Coefficiente ALFA_d:	7,7500	9,9315	
Presión del agua extrema:	0,0000	0,0000	N/mm ² .
Valor crítico de Pa:	0,4960	0,0000	N/mm ² .

Cálculo mecánico de tuberías.

Titulo: PROY. URBANIZACIÓN MILLA DEL CONOCIMIENTO MARGARITA SALAS

Autor: COMPÁS CONSULTORES, S.L.

Hoja: 5

VERIFICACIÓN:**Verificación de tensión:**

	<u>Coef. calculado</u>		<u>Coef. requerido</u>
	<u>Corto Plazo</u>		
NU Clave:	26,5957		2,0000
NU Riñones:	28,0440		2,0000
NU Base	12,3110		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:	25,4724	10,7886	2,0000
NU Presión Agua externa:	0,0000	0,0000	2,0000
NU simultáneas:	25,4724	10,7886	2,0000

Verificación de deformación:

	<u>Valor calculado</u>		<u>Valor admisible</u>
	<u>Corto Plazo</u>	<u>Largo plazo</u>	
Acortamiento relativo:	0,6291	1,7457	6,0000

CONCLUSIÓN:**TUBO VÁLIDO.**

Cálculo mecánico de tuberías.

Título: PROY. URBANIZACIÓN MILLA DEL CONOCIMIENTO MARGARITA SALAS

Autor: COMPÁS CONSULTORES, S.L.

Hoja: 1

PARÁMETROS DE CÁLCULO**CARACTERÍSTICAS DEL TUBO:**

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

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

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

CONDICIONES DE LA ZANJA:

Tipo de instalación:	Tipo 1: Instalación en zanja o terraplén.
Tipo de instalación (subtipo):	Zanja estrecha.
Altura del relleno (H):	0,8 m.
Anchura de la zanja (B):	0,82 m.
Ángulo del talud (BETA):	90,0 grados.

NIVEL FREÁTICO:

No existe nivel freático.

CARACTERÍSTICAS DEL APOYO:

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

Cálculo mecánico de tuberías.

Título: PROY. URBANIZACIÓN MILLA DEL CONOCIMIENTO MARGARITA SALAS

Autor: COMPÁS CONSULTORES, S.L.

Hoja: 2

CARACTERÍSTICAS DE LOS SUELOS:**Zona1:**

Tipo de suelo:	Grupo 2.
% Compactación:	90,0%.
E1:	3,0 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:	90,0%.
E2:	6,0 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 60 (PESADO).
Número de ejes:	3
Distancia entre ejes:	2 m.
Distancia entre ruedas:	2 m.
Tipo de firme:	Normal.
Coefficiente (Fi):	1,2
Altura equivalente de tierras:	0,0 m.

Cálculo mecánico de tuberías.

Título: PROY. URBANIZACIÓN MILLA DEL CONOCIMIENTO MARGARITA SALAS

Autor: COMPÁS CONSULTORES, S.L.

Hoja: 3

CARGAS QUE SE EMPLEARÁN EN LOS CÁLCULOS:

Cargas debidas a la tierra:

Coefficiente carga de tierras (Cz):	0,84
Coefficiente carga de tierras (Cz90):	0,84
Coefficiente (Cn):	0,0
Coefficiente (Cn90):	0,0
Carga vertical tierras (Pe):	13,47 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):	70,37 kN/m2.
Factor de corrección (af):	0,87
Carga vertical tráfico (P):	60,87 kN/m2.
Factor de impacto (FI):	1,2
Carga vertical mayorada (Pv):	73,05 kN/m2.

DISTRIBUCIÓN DE CARGAS:

Corrección E2:

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

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

Relación de rigidez:

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

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

Factores de concentración:

	<u>Tensión</u>	<u>Def. c/p.</u>	<u>Def. l/p.</u>
Descarga relativa efectiva a':	0,5919	0,8878	0,8878
Máximo factor de concentración	1,2032	1,3247	1,3247
Factor concentración LANDA_R:	0,9393	1,0014	0,9572
Factor concentración LANDA_B:	1,0202	0,9995	1,0143

Influencia de la anchura de la zanja:

Factor concentración LANDA_RG:	0,9676	1,0008	0,9771
--------------------------------	--------	--------	--------

Factor límite del factor de concentración:

Límite superior LANDA_f0:	3,8800	3,8800	3,8800
Límite inferior LANDA_fu:	0,5246	0,5246	0,5246

Cálculo mecánico de tuberías.

Titulo: PROY. URBANIZACIÓN MILLA DEL CONOCIMIENTO MARGARITA SALAS

Autor: COMPÁS CONSULTORES, S.L.

Hoja: 4

CARGAS DE CÁLCULO:

	<u>Tensión</u>	<u>Def. c/p.</u>	<u>Def. l/p.</u>
Carga vertical sobre tubo Qvt:	86,0786	13,4779	86,2074
Componente carga relleno Qh:	6,7560	6,6445	6,7239
Componente carga deformación Qh*:	81,1447	6,4900	86,6332

CÁLCULO DE ESFUERZOS:

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

<u>Momentos (kN*m/m)</u>	<u>Clave</u>	<u>Riñones</u>	<u>Base</u>
Por carga vertical:	0,473	-0,473	0,473
Por carga horizontal:	-0,037	0,037	-0,037
Por reacción horizontal:	-0,323	0,371	-0,323
Por peso propio:	0,002	-0,002	0,002
Por peso del agua:	0,006	-0,006	0,007
Suma de momentos:	0,120	-0,073	0,122
<u>Axiales (kN/m)</u>	<u>Clave</u>	<u>Riñones</u>	<u>Base</u>
Por carga vertical:	0,000	2,743	18,080
Por carga horizontal:	-1,001	0,000	0,000
Por reacción horizontal:	-6,940	0,000	0,000
Por peso propio:	0,005	0,000	0,000
Por peso del agua:	0,128	0,000	0,000
Suma de axiales:	-7,808	2,743	18,080

CÁLCULO DE TENSIONES Y DEFORMACIONES:

Cálculo de los factores de corrección por curvatura:

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

Cálculo de tensiones:

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

Tensión en la clave:	7,3198 N/mm ² .
Tensión en los riñones:	5,8023 N/mm ² .
Tensión en la base:	13,3917 N/mm ² .

Cálculo de deformaciones:

	<u>Corto plazo</u>	<u>Largo plazo</u>	
Variación del diámetro:	-0,7127	-10,2810	mm.
Acortamiento relativo del diámetro vertical:	0,2404	3,4679	%.

CÁLCULO DE LA ESTABILIDAD:

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

Cálculo mecánico de tuberías.

Titulo: PROY. URBANIZACIÓN MILLA DEL CONOCIMIENTO MARGARITA SALAS

Autor: COMPÁS CONSULTORES, S.L.

Hoja: 5

VERIFICACIÓN:**Verificación de tensión:**

	<u>Coef. calculado</u>		<u>Coef. requerido</u>
	<u>Corto Plazo</u>		
NU Clave:	12,2953		2,0000
NU Riñones:	15,5111		2,0000
NU Base	6,7206		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:	64,1633	6,9861	2,0000
NU Presión Agua externa:	0,0000	0,0000	2,0000
NU simultáneas:	64,1633	6,9861	2,0000

Verificación de deformación:

	<u>Valor calculado</u>		<u>Valor admisible</u>
	<u>Corto Plazo</u>	<u>Largo plazo</u>	
Acortamiento relativo:	0,2404	3,4679	6,0000

CONCLUSIÓN:**TUBO VÁLIDO.**

Cálculo mecánico de tuberías.

Título: PROY. URBANIZACIÓN MILLA DEL CONOCIMIENTO MARGARITA SALAS

Autor: COMPÁS CONSULTORES, S.L.

Hoja: 1

PARÁMETROS DE CÁLCULO

CARACTERÍSTICAS DEL TUBO:

Tipo de conducto:	Saneamiento.
Material:	PVC CORRUGADO.
Clase de material:	SN-8.
Norma:	ATV A 127.
Diámetro normalizado:	400
Diámetro exterior:	400,0 mm.
Diámetro interior:	364,0 mm.
Espesor:	18,0 mm.
Módulo elasticidad Et:	2.000,0 N/mm ² .
Módulo elasticidad LP Et:	970,0 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:

Coeficiente de seguridad clase B:

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

CONDICIONES DE LA ZANJA:

Tipo de instalación:	Tipo 2: Instalación en zanja terraplenada.
Tipo de instalación (subtipo):	Zanja terraplenada.
Altura recubrimiento por encima de la generatriz superior (H1):	2,26 m.
Altura del recubrimiento por encima del terraplén (H2):	1,0 m.
Anchura de la zanja al nivel de la generatriz superior (B):	1,5 m.
Ángulo de las paredes de la zanja (BETA):	90,0 grados.

NIVEL FREÁTICO:

No existe nivel freático.

CARACTERÍSTICAS DEL APOYO:

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

Cálculo mecánico de tuberías.

Titulo: PROY. URBANIZACIÓN MILLA DEL CONOCIMIENTO MARGARITA SALAS

Autor: COMPÁS CONSULTORES, S.L.

Hoja: 2

CARACTERÍSTICAS DE LOS SUELOS:**Zona1:**

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

Zona2:

Tipo de suelo:	Grupo 1.
% Compactación:	90,0%.
E2:	6,0 N/mm 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 60 (PESADO).
Número de ejes:	3
Distancia entre ejes:	2 m.
Distancia entre ruedas:	2 m.
Tipo de firme:	Normal.
Coefficiente (Fi):	1,2
Altura equivalente de tierras:	0,0 m.

Cálculo mecánico de tuberías.

Título: PROY. URBANIZACIÓN MILLA DEL CONOCIMIENTO MARGARITA SALAS

Autor: COMPÁS CONSULTORES, S.L.

Hoja: 3

CARGAS QUE SE EMPLEARÁN EN LOS CÁLCULOS:

Cargas debidas a la tierra:

Coefficiente carga de tierras (Cz):	1,0
Coefficiente carga de tierras (Cz90):	1,0
Coefficiente (Cn):	0,0
Coefficiente (Cn90):	0,0
Carga vertical tierras (Pe):	45,2 kN/m2.

Cargas debidas al tráfico:

Valor FA	100
Valor FE	500
Valor rA:	0,25
Valor rE:	1,82
Carga máx. de Boussinesq (Pf):	15,86 kN/m2.
Factor de corrección (af):	1,0
Carga vertical tráfico (P):	15,85 kN/m2.
Factor de impacto (FI):	1,2
Carga vertical mayorada (Pv):	19,02 kN/m2.

DISTRIBUCIÓN DE CARGAS:

Corrección E2:

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

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

Relación de rigidez:

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

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

Factores de concentración:

	<u>Tensión</u>	<u>Def. c/p.</u>	<u>Def. l/p.</u>
Descarga relativa efectiva a':	0,5455	0,8182	0,8182
Máximo factor de concentración	1,3049	1,5030	1,5030
Factor concentración LANDA_R:	0,8794	0,9502	0,8939
Factor concentración LANDA_B:	1,0402	1,0166	1,0354

Influencia de la anchura de la zanja:

Factor concentración LANDA_RG:	0,8895	0,9543	0,9028
--------------------------------	--------	--------	--------

Factor límite del factor de concentración:

Límite superior LANDA_f0:	3,5110	3,5110	3,5110
Límite inferior LANDA_fu:	0,2106	0,2106	0,2106

Cálculo mecánico de tuberías.

Titulo: PROY. URBANIZACIÓN MILLA DEL CONOCIMIENTO MARGARITA SALAS

Autor: COMPÁS CONSULTORES, S.L.

Hoja: 4

CARGAS DE CÁLCULO:

	<u>Tensión</u>	<u>Def. c/p.</u>	<u>Def. l/p.</u>
Carga vertical sobre tubo Qvt:	59,2292	43,1348	59,8294
Componente carga relleno Qh:	20,4065	19,9804	20,3192
Componente carga deformación Qh*:	39,0160	21,2689	42,2658

CÁLCULO DE ESFUERZOS:

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

<u>Momentos (kN*m/m)</u>	<u>Clave</u>	<u>Riñones</u>	<u>Base</u>
Por carga vertical:	0,529	-0,529	0,529
Por carga horizontal:	-0,182	0,182	-0,182
Por reacción horizontal:	-0,252	0,290	-0,252
Por peso propio:	0,003	-0,003	0,004
Por peso del agua:	0,012	-0,013	0,015
Suma de momentos:	0,109	-0,074	0,113
<u>Axiales (kN/m)</u>	<u>Clave</u>	<u>Riñones</u>	<u>Base</u>
Por carga vertical:	0,000	2,408	15,868
Por carga horizontal:	-3,858	0,000	0,000
Por reacción horizontal:	-4,256	0,000	0,000
Por peso propio:	0,008	0,000	0,000
Por peso del agua:	0,208	0,000	0,000
Suma de axiales:	-7,898	2,408	15,868

CÁLCULO DE TENSIONES Y DEFORMACIONES:

Cálculo de los factores de corrección por curvatura:

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

Cálculo de tensiones:

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

Tensión en la clave:	4,1301 N/mm ² .
Tensión en los riñones:	4,0129 N/mm ² .
Tensión en la base:	8,8384 N/mm ² .

Cálculo de deformaciones:

	<u>Corto plazo</u>	<u>Largo plazo</u>	
Variación del diámetro:	-3,3533	-7,1411	mm.
Acortamiento relativo del diámetro vertical:	0,8868	1,8885	%.

CÁLCULO DE LA ESTABILIDAD:

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

Cálculo mecánico de tuberías.

Titulo: PROY. URBANIZACIÓN MILLA DEL CONOCIMIENTO MARGARITA SALAS

Autor: COMPÁS CONSULTORES, S.L.

Hoja: 5

VERIFICACIÓN:**Verificación de tensión:**

	<u>Coef. calculado</u>		<u>Coef. requerido</u>
	<u>Corto Plazo</u>		
NU Clave:	21,7915		2,0000
NU Riñones:	22,4279		2,0000
NU Base	10,1829		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:	18,8113	9,4450	2,0000
NU Presión Agua externa:	0,0000	0,0000	2,0000
NU simultáneas:	18,8113	9,4450	2,0000

Verificación de deformación:

	<u>Valor calculado</u>		<u>Valor admisible</u>
	<u>Corto Plazo</u>	<u>Largo plazo</u>	
Acortamiento relativo:	0,8868	1,8885	6,0000

CONCLUSIÓN:**TUBO VÁLIDO.**

Cálculo mecánico de tuberías.

Título: PROY. URBANIZACIÓN MILLA DEL CONOCIMIENTO MARGARITA SALAS

Autor: COMPÁS CONSULTORES, S.L.

Hoja: 1

PARÁMETROS DE CÁLCULO**CARACTERÍSTICAS DEL TUBO:**

Tipo de conducto:	Saneamiento.
Material:	PVC CORRUGADO.
Clase de material:	SN-8.
Norma:	ATV A 127.
Diámetro normalizado:	400
Diámetro exterior:	400,0 mm.
Diámetro interior:	364,0 mm.
Espesor:	18,0 mm.
Módulo elasticidad Et:	2.000,0 N/mm ² .
Módulo elasticidad LP Et:	970,0 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 B:**

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

CONDICIONES DE LA ZANJA:

Tipo de instalación:	Tipo 1: Instalación en zanja o terraplén.
Tipo de instalación (subtipo):	Zanja estrecha.
Altura del relleno (H):	0,94 m.
Anchura de la zanja (B):	1,1 m.
Ángulo del talud (BETA):	90,0 grados.

NIVEL FREÁTICO:

No existe nivel freático.

CARACTERÍSTICAS DEL APOYO:

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

Cálculo mecánico de tuberías.

Título: PROY. URBANIZACIÓN MILLA DEL CONOCIMIENTO MARGARITA SALAS

Autor: COMPÁS CONSULTORES, S.L.

Hoja: 2

CARACTERÍSTICAS DE LOS SUELOS:**Zona1:**

Tipo de suelo:	Grupo 2.
% Compactación:	90,0%.
E1:	3,0 N/mm 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:	90,0%.
E2:	6,0 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 60 (PESADO).
Número de ejes:	3
Distancia entre ejes:	2 m.
Distancia entre ruedas:	2 m.
Tipo de firme:	Normal.
Coefficiente (Fi):	1,2
Altura equivalente de tierras:	0,0 m.

Cálculo mecánico de tuberías.

Título: PROY. URBANIZACIÓN MILLA DEL CONOCIMIENTO MARGARITA SALAS

Autor: COMPÁS CONSULTORES, S.L.

Hoja: 3

CARGAS QUE SE EMPLEARÁN EN LOS CÁLCULOS:

Cargas debidas a la tierra:

Coefficiente carga de tierras (Cz):	0,86
Coefficiente carga de tierras (Cz90):	0,86
Coefficiente (Cn):	0,0
Coefficiente (Cn90):	0,0
Carga vertical tierras (Pe):	16,16 kN/m2.

Cargas debidas al tráfico:

Valor FA	100
Valor FE	500
Valor rA:	0,25
Valor rE:	1,82
Carga máx. de Boussinesq (Pf):	55,12 kN/m2.
Factor de corrección (af):	0,89
Carga vertical tráfico (P):	49,1 kN/m2.
Factor de impacto (FI):	1,2
Carga vertical mayorada (Pv):	58,92 kN/m2.

DISTRIBUCIÓN DE CARGAS:

Corrección E2:

Relación B/D:	2,7500
Coefficiente ALFA_bi:	0,6667
Coefficiente ALFA_b:	0,8611
Coefficiente f (HF=00,00):	1,0000
Compactación Dpr:	90,0 %.

	<u>Tensión</u>	<u>Def. c/p.</u>	<u>Def. l/p.</u>
Módulo corregido E2' (N/mm2):	5,1667	3,4444	3,4444

Relación de rigidez:

Rigidez del tubo Sr (N/mm2):	0,0640	0,0640	0,0310
Factor de corrección TAU:	1,3052	1,3878	1,3878
Rigidez horizontal SBH (N/mm2):	4,0463	2,8682	2,8682
Rigidez sistema Tubo-Suelo VRB:	0,0158	0,0223	0,0108
Relación Pr. lateral-Pr. Vertical K2:	0,4000	0,4000	0,4000
Rigidez vert. relleno SBV:	5,1667	3,4444	3,4444
Coef. reacción relleno lat. K*:	1,0206	0,9454	1,0872
Coef. def. diam. vert. Cv*:	-0,0180	-0,0228	-0,0137
Relación de rigidez Vs:	0,6889	0,8151	0,6567

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':	0,5806	0,8710	0,8710
Máximo factor de concentración	1,1895	1,3033	1,3033
Factor concentración LANDA_R:	0,9352	0,9938	0,9508
Factor concentración LANDA_B:	1,0216	1,0021	1,0164

Influencia de la anchura de la zanja:

Factor concentración LANDA_RG:	0,9622	0,9964	0,9713
--------------------------------	--------	--------	--------

Factor límite del factor de concentración:

Límite superior LANDA_f0:	3,8590	3,8590	3,8590
Límite inferior LANDA_fu:	0,5473	0,5473	0,5473

Cálculo mecánico de tuberías.

Título: PROY. URBANIZACIÓN MILLA DEL CONOCIMIENTO MARGARITA SALAS

Autor: COMPÁS CONSULTORES, S.L.

Hoja: 4

CARGAS DE CÁLCULO:

	<u>Tensión</u>	<u>Def. c/p.</u>	<u>Def. l/p.</u>
Carga vertical sobre tubo Qvt:	74,4710	16,0989	74,6181
Componente carga relleno Qh:	8,2026	8,0762	8,1690
Componente carga deformación Qh*:	67,6348	7,5844	72,2405

CÁLCULO DE ESFUERZOS:

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

<u>Momentos (kN*m/m)</u>	<u>Clave</u>	<u>Riñones</u>	<u>Base</u>
Por carga vertical:	0,666	-0,666	0,666
Por carga horizontal:	-0,073	0,073	-0,073
Por reacción horizontal:	-0,438	0,503	-0,438
Por peso propio:	0,003	-0,003	0,004
Por peso del agua:	0,012	-0,013	0,015
Suma de momentos:	0,169	-0,106	0,173
<u>Axiales (kN/m)</u>	<u>Clave</u>	<u>Riñones</u>	<u>Base</u>
Por carga vertical:	0,000	3,027	19,952
Por carga horizontal:	-1,551	0,000	0,000
Por reacción horizontal:	-7,379	0,000	0,000
Por peso propio:	0,008	0,000	0,000
Por peso del agua:	0,208	0,000	0,000
Suma de axiales:	-8,713	3,027	19,952

CÁLCULO DE TENSIONES Y DEFORMACIONES:

Cálculo de los factores de corrección por curvatura:

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

Cálculo de tensiones:

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

Tensión en la clave:	7,0720 N/mm ² .
Tensión en los riñones:	5,7004 N/mm ² .
Tensión en la base:	12,7071 N/mm ² .

Cálculo de deformaciones:

	<u>Corto plazo</u>	<u>Largo plazo</u>	
Variación del diámetro:	-1,0806	-11,1082	mm.
Acortamiento relativo del diámetro vertical:	0,2858	2,9376	%.

CÁLCULO DE LA ESTABILIDAD:

	<u>Corto plazo</u>	<u>Largo plazo</u>	
<u>Carga de tierras:</u>			
Carga crítica de abolladura:	0,8569	0,5968	N/mm ² .
<u>Presión del agua exterior:</u>			
Coefficiente ALFA_d:	7,9700	10,2030	
Presión del agua extrema:	0,0000	0,0000	N/mm ² .
Valor crítico de Pa:	0,5101	0,0000	N/mm ² .

Cálculo mecánico de tuberías.

Titulo: PROY. URBANIZACIÓN MILLA DEL CONOCIMIENTO MARGARITA SALAS

Autor: COMPÁS CONSULTORES, S.L.

Hoja: 5

VERIFICACIÓN:**Verificación de tensión:**

	<u>Coef. calculado</u>		<u>Coef. requerido</u>
	<u>Corto Plazo</u>		
NU Clave:	12,7263		2,0000
NU Riñones:	15,7883		2,0000
NU Base	7,0826		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:	53,2266	7,9975	2,0000
NU Presión Agua externa:	0,0000	0,0000	2,0000
NU simultáneas:	53,2266	7,9975	2,0000

Verificación de deformación:

	<u>Valor calculado</u>		<u>Valor admisible</u>
	<u>Corto Plazo</u>	<u>Largo plazo</u>	
Acortamiento relativo:	0,2858	2,9376	6,0000

CONCLUSIÓN:**TUBO VÁLIDO.**