ANEJO Nº 9

CALCULOS HIDRÁULICOS Y MECÁNICOS DE LA RED DE RIEGO

INDICE DEL ANEJO Nº 9
CALCULOS HIDRÁULICOS Y MECÁNICOS DE LA RED DE RIEGO

1. AGRUPACIONES DE RIEGO 3
1.1. RELACIÓN DE PARCELAS CATASTRALES AGRUPADAS POR HIDRANTE Y TOMA 3
2. CALCULOS HIDRAULICOS DE LAS REDES DE RIEGO 3
2.1. ESQUEMA DE LA RED 3
2.2. CRITERIOS PARA EL DIMENSIONADO. VALORES LÍMITE 4
2.3. METODOLOGÍA DE TRABAJO 6
2.4. CÁLCULO DE CAUDALES DE LÍNEA 6
2.5. CRITERIOS UTILIZADOS EN EL DIMENSIONADO DE LAS TUBERÍAS 11
2.6. DETERMINACIÓN DE LAS PRESIONES DE CONSIGNA 12
2.7. DIMENSIONADO ÓPTIMO DE LA RED MEDIANTE GESTAR 16
2.8. COMPROBACIÓN DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS CON GESTAR 16
2.8.1. ESTUDIO DEL COMPORTAMIENTO DE LA RED FRENTE A INCREMENTOS DE SIMULTANEIDAD 17
2.8.2. TABLA RESUMEN COMPARATIVA DEL DIMENSIONADO DE TUBERIAS POR GESTAR Y DIMENSIONADO ADOPTADO 19
2.9. TABLA DE RESULTADOS DEL DIMENSIONADO DE LA RED ADOPTADO .. 23
2.10. CUADRO RESUMEN DE TUBERÍAS 29
2.11. TABLA RESUMEN DE PRESIONES EN HIDRANTE 30
2.12. HIDRANTES CON PRESIONES INFERIORES A LAS DE CONSIGNA 33
2.13. CALCULO HIDRÁULICO DE LA RED TERCIARIA Y TOMAS DE RIEGO ... 34
2.13.1. DESCRIPCIÓN Y CRITERIOS DIMENSIONADO DE LAS TOMAS DE RIEGO ... 34
2.13.2. DESCRIPCIÓN Y CRITERIOS DIMENSIONADO DE LAS TUBERÍAS TERCIARIAS 36
2.13.3. TABLA DE CALCULO DE LAS TOMAS Y RED TERCIARIA 37
3. CALCULO DE TRANSITORIOS EN LA RED DE RIEGO 43
3.1. DATOS UTILIZADOS EN EL CALCULO 43
3.2. METODOLOGÍA 43
3.3. CALCULO Y RESULTADOS 46
4. CALCULO DE VENTOSAS EN LA RED DE RIEGO 47
4.1. INTRODUCCIÓN 47

4.2. CRITERIOS SEGUIDOS PARA LA UBICACIÓN DE LAS VENTOSAS 47
4.3. DIMENSIONAMIENTO DE LOS PURGADORES Y VENTOSAS DE GRAN ORIFICIO 48
4.3.1. DIMENSIONAMIENTO DE PURGADORES 49
4.3.2. DIMENSIONAMIENTO DE VENTOSAS DE GRAN ORIFICIO 52
4.3.3. DIMENSIONADO DE VENTOSAS PARA LA EXPULSIÓN DEL AIRE (FASE DE LLENADO DE LA RED) 53
4.3.4. RESUMEN DEL DIMENSIONAMIENTO DEL PURGADOR Y VENTOSA 55
4.3.5. INSTALACIÓN 57
4.3.6. MANTENIMIENTO 58
4.3.7. DIMENSIONADO DE LA VENTOSA PARA LA ADMISIÓN DEL AIRE (FASE DE VACIADO DE LA RED) 59
4.4. RELACIÓN DE VENTOSAS A INSTALAR 64
5. CALCULO DE DESAGÜES 67
6. VALVULERÍA EN LA RED DE RIEGO. CORTE Y REGULACIÓN. 69
6.1. VÁLVULAS DE CORTE EN LAS REDES DE DISTRIBUCIÓN: 70
6.2. VÁLVULAS REDUCTORAS DE PRESIÓN 70
7. PIEZAS ESPECIALES DE LA RED DE RIEGO 74
8. ARQUETAS 77
8.1. ARQUETAS PREFABRICADAS 77
8.2. ARQUETAS DE HORMIGÓN “IN SITU” 78
9. ANCLAJES 79
9.1. DETERMINACIÓN DE LOS EMPUJES 79
9.2. EMPUJES PRODUCIDOS POR LA PRESIÓN 79
9.2.1. TAPONES Y BRIDAS CIEGAS 79
9.2.2. REDUCCIONES 80
9.2.3. CURVAS Y CODOS 80
9.2.4. TES 81
9.3. EMPUJES PRODUCIDOS POR LA VELOCIDAD 81
9.4. RELACIÓN ENTRE EL ESFUERZO DINÁMICO Y EL ESTATICO 81
9.5. DIMENSIONADO DE LOS ANCLAJES 82
10. MOVIMIENTO DE TIERRAS 87
10.1. ESTUDIO GEOTÉCNICO. EXCAVABILIDAD Y ESTABILIDAD DE TALUDES87
10.2. TABLA RESUMEN DE LOS VOLUMENES DE EXCAVACIÓN EN ZANJA .. 89
10.3. TABLA RESUMEN DE LOS VOLUMENES DE RELLENO DE ZANJA 91

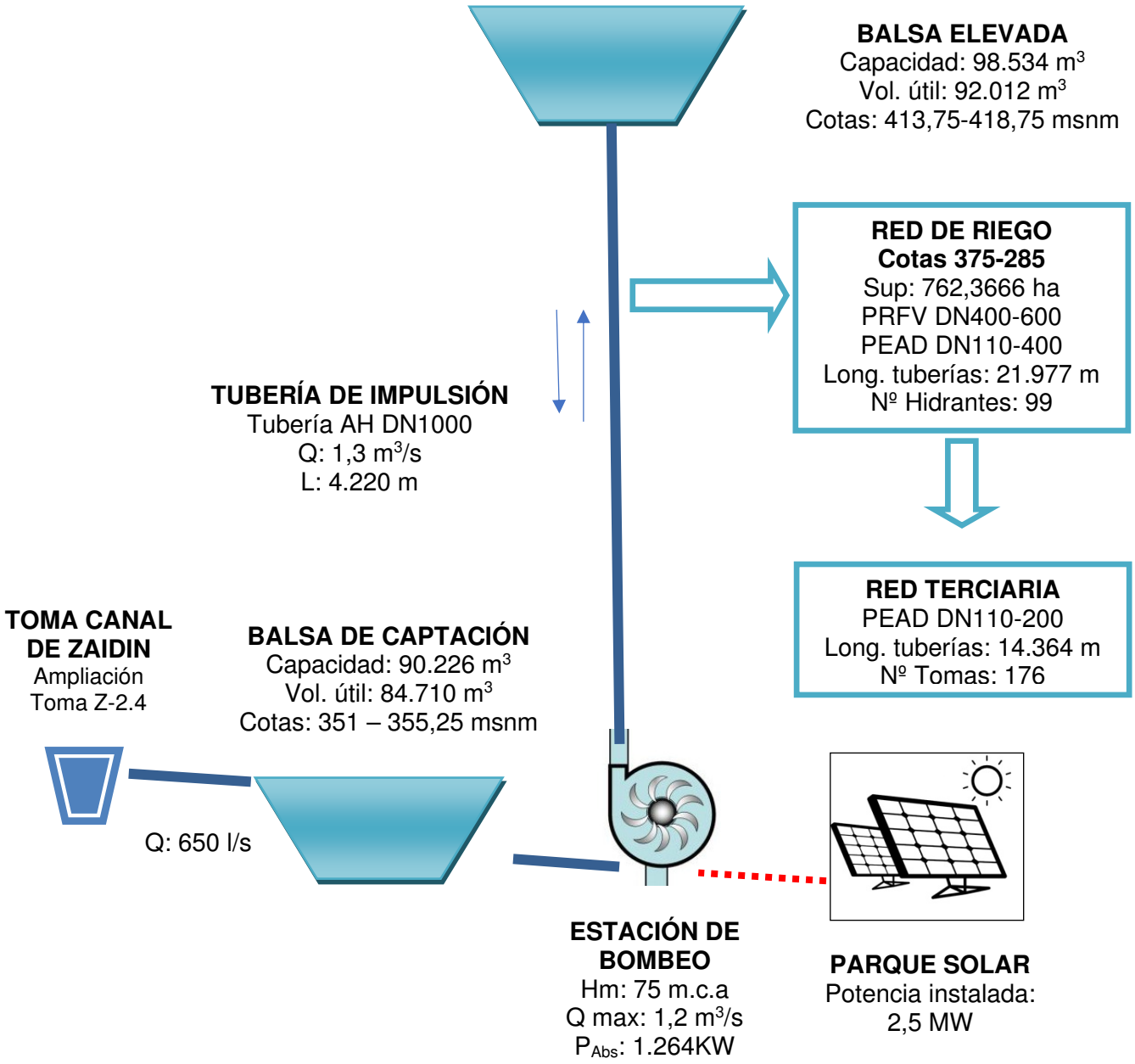
1. AGRUPACIONES DE RIEGO

1.1. RELACIÓN DE PARCELAS CATASTRALES AGRUPADAS POR HIDRANTE Y TOMA

Se incluye la relación completa de parcelas catastrales beneficiarias de la presente actuación en el Anexo 1 al presente anejo.

2. CALCULOS HIDRAULICOS DE LAS REDES DE RIEGO

2.1. ESQUEMA DE LA RED



2.2. CRITERIOS PARA EL DIMENSIONADO. VALORES LÍMITE

- **Materiales y diámetros:**

Los materiales utilizados en el diseño de la red han sido de PEAD, para diámetros de tubería inferiores o iguales a 400 mm, mientras que serán de poliéster reforzado con fibra de vidrio (PRFV), para diámetros iguales o superiores a 400 mm.

En el caso de la tubería de impulsión se ha optado por la instalación de tubería de acero helicosoldado.

- **Timbrajes:**

El timbraje mínimo de las tuberías diseñadas se ha establecido en una presión nominal de 10 Atm para las tuberías de la red general y 8 Atm para la red terciaria, después de hidrante. En el caso que nos ocupa la red de distribución se alimenta indistintamente a través del bombeo o bien a través de la balsa elevada durante los momentos en los que no se realiza bombeo. La situación más limitante a efectos de cálculo de timbrajes se producirá durante los periodos de bombeo, siendo este escenario el que se ha previsto para la determinación del timbraje de las tuberías según el siguiente criterio:

- Presión nominal (PN) > Altura manométrica del bombeo (PE) + presión de margen de seguridad (PS)
- Presión de margen de seguridad = 5 m.c.a.

La altura manométrica del bombeo se determina a partir de los siguientes valores:

- Nivel medio de balsa de captación: ..... 353 m.s.n.m.
- Presión nominal de bombeo: ..... 75 m.c.a.
- Altura piezométrica de bombeo: ..... 428 m.s.n.m.

Considerando un margen de seguridad de 5 m.c.a. obtenemos que toda aquella tubería que se sitúe por debajo de la cota 332 m.s.n.m. deberá adoptar un timbraje superior a PN-10.

En el caso de las tuberías en redes de distribución con balsa sin bombeo se establecen los siguientes criterios:

- **Criterios hidráulicos:**

- Tipo de líquido.....agua limpia a una temperatura de 15º.
- Viscosidad cinemática del agua a 15º ..... 1,14 x 10-6 m2/s.

- Velocidades:
    - Velocidad máxima:..... 2,0 m/s.
    - Velocidad mínima: ..... 0,5 m/s.
- Presión mínima a la entrada de hidrante (riego por aspersión) ..... 40 m.c.a.
- Presión mínima a la salida de hidrante (riego por aspersión) ..... 35 m.c.a.
- Presión mínima en el aspersor más desfavorable ..... 25 m.c.a.
- Fórmula de cálculo de pérdidas de carga..... Prandtl-Colebrook.
- Rugosidad (ka)
    - PEAD.....0,003 mm.
    - PRFV.....0,01 mm.
    - AH .....0,09 mm

- **Formulación:**

Las tuberías se han calculado a partir de los caudales de diseño obtenidos a través de la formulación de Clement mediante la fórmula de Darcy-Weisbach de expresión:

$$H_f = f * \frac{L}{D} * \frac{V^2}{2 * g}$$

donde:

Hf = Pérdida de carga en mca.

f = Factor de fricción (adimensional).

L = Longitud del tramo en m.

D = Diámetro interior de la tubería en m.

V = Velocidad de la tubería en m/sg.

g = Aceleración de la gravedad 9,8 m/s^2.

El factor de fricción se ha calculado por la fórmula de White-Colebrook, de expresión:

$$\frac{1}{\sqrt{f}} = -2\log\left(\frac{2{,}51}{\mathrm{Re}\sqrt{f}} + \frac{Ka}{3{,}71D}\right)$$

donde:

Re = Nº de Reynolds.

Ka = Coeficiente de rugosidad absoluta.

2.3. METODOLOGÍA DE TRABAJO

1.- Diseño de la red en Autocad y generación de la topología de la red mediante el programa GESTARCAD.

2.- Importación de los valores de superficie, dotación, cota y presión de consigna de cada uno de los hidrantes de la red.

3.- Cálculo de los caudales de diseño, utilizando para ello la formulación de Clement con las garantías de suministro establecidas según número de hidrantes abiertos.

4.- Dimensionado de las conducciones y elementos de bombeo mediante técnicas de optimización tipo "Serie Económica" (Multiplicadores de Lagrange), obteniéndose la definición de los diámetros y materiales a emplear en la red bajo los dos escenarios posibles, es decir alimentación directa desde la balsa elevada y suministro a la red durante las horas de bombeo.

5.- Revisión de los resultados obtenidos por Gestar:

- Comparación de los resultados obtenidos en los dimensionados realizados desde balsa y desde bombeo.
- Identificación de tramos limitantes, con márgenes de incremento de simultaneidad muy pequeños.
- Identificación de tramos sobredimensionados no justificados desde un punto de vista económico frente a la reducción de pérdida de carga.

2.4. CÁLCULO DE CAUDALES DE LÍNEA

El cálculo de los caudales en línea o caudales de diseño a partir de los cuales se ha realizado el dimensionado óptimo de la red, se han obtenido según la fórmula de Clement:

$$Q_d = \frac{Q_c}{R} + U \cdot \sqrt{p \cdot (1-p) \cdot \sum n_i \cdot Q_i^2}$$

Dónde:

Q_d (Caudal de diseño de Clement): corresponde al caudal de diseño del tramo calculado aplicando la fórmula de Clement.

Q_c (Caudal característico): es el resultado del producto entre la superficie regada por el tramo de cálculo por el caudal ficticio continuo.

Q_i: (Caudal de la toma tipo i): Caudal asignado a cada toma o hidrante, calculado en el Anejo "Parámetros básicos de riego y dotaciones".

p (Probabilidad media apertura hidrante): es la probabilidad de que un hidrante en ese tramo esté abierto.

$$p = \frac{Qc}{R\sum n_i \cdot Q_i}$$

R (Rendimiento de la red)

- En presión natural ..... Teórica del 87,5 % (21 de 24 horas)

  Adoptamos en la red de presión natural un rendimiento del 87,5% (21 de 24 horas) en previsión de días de viento y para prever evitar el riego horas de excesiva evaporación.

U: La calidad de funcionamiento. Garantía de suministro:

- Tramo con 4 o menos tomas.....100 %
- Tramo con menos de 15 tomas..... 95% (U=1,645)
- Tramos que contengan entre 15 y 25 tomas .....92% (U=1,41)
- Tramos con más de 25 tomas .....90% (U=1,28)

Los caudales de diseño obtenidos con la formulación de Clement, aplicando las garantías de suministro indicadas, son los siguientes:

Denominación Tubería	Caudal acumulado	Caudal Clèment	Caudal diseño	Hidrantes acumulados	Superficie acumulada	Simulta-neidad
	(m3/s)	(m3/s)	(m3/s)	Nº	ha	%
T.IMP.TR02	0,461	0,2555	**0,2831**	15	222,1357	61,4%
T.IMP.TR03	0,479	0,2622	**0,2831**	16	230,5981	59,1%
T.IMP.TR04	0,497	0,2652	**0,2831**	17	234,2551	57,0%
T.IMP.TR05	1,409	0,6041	**0,6041**	69	552,1515	42,9%
T.IMP.TR06	1,433	0,6104	**0,6104**	70	560,3091	42,6%
T.IMP.TR07	1,921	0,7277	**0,7277**	95	758,0152	37,9%
T.IMP.TR08	1,951	0,7353	**0,7353**	97	768,5327	37,7%
T.IMP.TR09	1,989	0,7495	**0,7495**	98	786,9817	37,7%
T.IMP.TR10	2,018	0,7417	**0,7495**	99	801,2897	37,1%
T1.TR01	0,03	0,0283	**0,03**	2	10,5175	100,0%
T1.TR02	0,015	0,018	**0,015**	1	4,9566	100,0%
T2	0,018	0,0254	**0,018**	1	8,4624	100,0%
T3.TR01	0,488	0,2037	**0,2122**	25	197,7061	43,5%
T3.TR02	0,473	0,2122	**0,2122**	24	194,4953	44,9%
T3.TR03	0,455	0,2057	**0,2057**	23	186,7807	45,2%
T3.TR04	0,437	0,1993	**0,1993**	22	179,1463	45,6%
T3.TR05	0,407	0,19	**0,19**	20	167,7418	46,7%
T3.TR06	0,242	0,1674	**0,1674**	10	108,763	69,2%
T3.TR07	0,227	0,165	**0,165**	9	106,3022	72,7%
T3.TR08	0,212	0,1601	**0,1601**	8	100,9453	75,5%
T3.TR09	0,194	0,1537	**0,1537**	7	94,3608	79,2%
T3.TR10	0,162	0,1341	**0,1341**	6	76,8948	82,8%

Denominación Tubería	Caudal acumulado	Caudal Clèment	Caudal diseño	Hidrantes acumulados	Superficie acumulada	Simulta-neidad
	(m3/s)	(m3/s)	(m3/s)	Nº	ha	%
T3.TR11	0,147	0,1307	**0,132**	5	73,3335	89,8%
T3.TR12	0,132	0,1266	**0,132**	4	69,1627	100,0%
T3.TR13	0,083	0,0854	**0,083**	3	42,0507	100,0%
T3.TR14	0,018	0,0255	**0,018**	1	8,5157	100,0%
T3.01	0,015	0,0127	**0,015**	1	2,4608	100,0%
T3.02.TR01	0,03	0,0295	**0,03**	2	11,4045	100,0%
T3.02.TR02	0,015	0,0194	**0,015**	1	5,8214	100,0%
T3.03	0,015	0,0187	**0,015**	1	5,3569	100,0%
T3.04.TR01	0,165	0,0927	**0,0927**	10	58,9788	56,2%
T3.4TR02	0,15	0,088	**0,088**	9	54,7355	58,7%
T3.04.TR03	0,135	0,083	**0,083**	8	50,3632	61,5%
T3.04.TR04	0,117	0,0754	**0,0754**	7	44,212	64,4%
T3.04.TR05	0,099	0,0647	**0,066**	6	35,2787	66,7%
T3.04.TR06	0,084	0,0597	**0,066**	5	31,37	78,6%
T3.04.TR07	0,066	0,0508	**0,066**	4	24,9935	100,0%
T3.04.TR08	0,051	0,0431	**0,051**	3	19,1701	100,0%
T3.04.TR09	0,033	0,0299	**0,033**	2	10,6471	100,0%
T3.04.TR10	0,015	0,0147	**0,015**	1	3,2664	100,0%
T3.05.TR1	0,065	0,0761	**0,065**	2	33,535	100,0%
T3.05.TR2	0,024	0,0335	**0,024**	1	10,984	100,0%
T3.06	0,049	0,074	**0,049**	1	27,112	100,0%
T5.TR01	0,9120	0,4960	**0,2948**	52	317,8964	32,3%
T5.TR02	0,8760	0,2768	**0,278**	50	301,0425	31,7%
T5.TR03	0,858	0,2780	**0,278**	49	293,5970	32,4%
T5.TR04	0,809	0,2596	**0,260**	47	272,0451	32,1%
T5.TR05	0,569	0,1939	**0,194**	35	195,5537	34,1%
T5.TR06	0,521	0,1720	**0,172**	33	170,7781	33,0%
T5.TR07	0,506	0,1682	**0,168**	32	166,2393	33,2%
T5.TR08	0,491	0,1647	**0,165**	31	162,0274	33,5%
T5.TR09	0,461	0,1493	**0,149**	30	145,5554	32,4%
T5.TR10	0,446	0,1445	**0,145**	29	139,8448	32,4%
T5.TR11	0,428	0,1385	**0,139**	28	133,0002	32,4%
T5.TR12	0,410	0,1307	**0,131**	27	123,9109	31,9%
T5.TR13	0,380	0,1226	**0,124**	25	114,5120	32,6%
T5.TR14	0,362	0,1240	**0,124**	24	108,3577	34,3%
T5.TR15	0,347	0,1205	**0,121**	23	104,4573	34,7%
T5.TR16	0,332	0,1159	**0,116**	22	99,3764	34,9%
T5.TR17	0,314	0,1096	**0,110**	21	92,8174	34,9%
T5.TR18	0,281	0,0985	**0,099**	19	81,0009	35,1%
T5.TR19	0,273	0,0978	**0,098**	18	80,2437	35,8%
T5.TR20	0,258	0,0939	**0,094**	17	76,1643	36,4%
T5.TR21	0,246	0,0929	**0,093**	16	75,0482	37,8%
T5.TR22	0,234	0,0905	**0,091**	15	72,3921	38,7%
T5.TR23	0,186	0,0889	**0,089**	12	55,6464	47,8%
T5.TR24	0,171	0,0879	**0,088**	11	54,8322	51,4%
T5.TR25	0,153	0,0786	**0,079**	10	46,9126	51,4%
T5.TR26	0,135	0,0710	**0,071**	9	40,9024	52,6%
T5.TR27	0,117	0,0626	**0,063**	8	34,4028	53,5%

Denominación Tubería	Caudal acumulado	Caudal Clèment	Caudal diseño	Hidrantes acumulados	Superficie acumulada	Simulta-neidad
	(m3/s)	(m3/s)	(m3/s)	Nº	ha	%
T5.TR28	0,102	0,0556	**0,060**	7	28,7581	58,8%
T5.TR29	0,087	0,0484	**0,060**	6	23,2422	69,0%
T5.TR30	0,072	0,0422	**0,060**	5	18,7745	83,3%
T5.TR31	0,060	0,0386	**0,060**	4	16,1047	100,0%
T5.TR32	0,045	0,0319	**0,045**	3	11,8258	100,0%
T5.TR33	0,027	0,0195	**0,027**	2	5,5843	100,0%
T5.TR34	0,015	0,0153	**0,015**	1	3,5249	100,0%
T5.01.TR01	0,036	0,0391	**0,036**	2	16,8564	100,0%
T5.01.TR02	0,018	0,0267	**0,018**	1	9,5668	100,0%
T5.02.TR01	0,049	0,0533	**0,049**	2	21,5519	100,0%
T5.02.TR02	0,018	0,0237	**0,018**	1	7,2079	100,0%
T5.03.TR01	0,225	0,1164	**0,1164**	11	70,9389	51,7%
T5.03.TR02	0,207	0,1097	**0,1097**	10	64,7038	53,0%
T5.03.TR03	0,189	0,1008	**0,1008**	9	56,0755	53,3%
T5.03.TR04	0,159	0,0909	**0,0909**	8	49,3526	57,2%
T5.03.TR05	0,107	0,0708	**0,074**	6	37,0410	69,2%
T5.03.TR06	0,092	0,0654	**0,074**	5	32,4560	80,4%
T5.03.TR07	0,074	0,0566	**0,074**	4	25,6635	100,0%
T5.03.TR08	0,045	0,0278	**0,045**	3	9,6005	100,0%
T5.03.TR09	0,030	0,0203	**0,03**	2	5,6490	100,0%
T5.03.TR10	0,015	0,0161	**0,015**	1	3,9025	100,0%
T5.03.01.TR01	0,052	0,0429	**0,052**	2	12,3116	100,0%
T5.03.01.TR02	0,037	0,0382	**0,037**	1	8,9303	100,0%
T5.03.02	0,015	0,0107	**0,015**	1	1,7465	100,0%
T5.04.TR01	0,048	0,0561	**0,048**	2	24,7756	100,0%
T5.04.TR02	0,030	0,0453	**0,03**	1	16,6080	100,0%
T5.05	0,015	0,0154	**0,015**	1	3,5675	100,0%
T5.06	0,015	0,0167	**0,015**	1	4,2119	100,0%
T5.07	0,015	0,0164	**0,015**	1	4,0794	100,0%
T5.08	0,015	0,0195	**0,015**	1	5,8314	100,0%
T5.09	0,012	0,0119	**0,012**	1	2,6561	100,0%
T5.10	0,015	0,0182	**0,015**	1	5,0809	100,0%
T5.11.TR01	0,048	0,0396	**0,048**	3	16,7457	100,0%
T5.11.TR02	0,030	0,0276	**0,03**	2	9,5994	100,0%
T5.11.TR03	0,018	0,0227	**0,018**	1	6,6036	100,0%
T5.11.02	0,012	0,0126	**0,012**	1	2,9958	100,0%
T5.12	0,018	0,0218	**0,018**	1	6,0588	100,0%
T5.13	0,012	0,0119	**0,012**	1	2,6698	100,0%
T5.14	0,008	0,0051	**0,008**	1	0,7572	100,0%
T5.16	0,012	0,0076	**0,012**	1	1,1161	100,0%
T5.18	0,015	0,0072	**0,015**	1	0,8142	100,0%
T5.20	0,015	0,0168	**0,015**	1	4,2789	100,0%
T5.22	0,018	0,0221	**0,018**	1	6,2415	100,0%
T7.TR01	0,461	0,2555	**0,2831**	15	222,1357	61,4%
T7.TR02	0,414	0,2831	**0,2831**	14	208,7527	68,4%
T7.TR03	0,372	0,2591	**0,2591**	13	185,7697	69,7%
T7.TR04	0,357	0,2542	**0,2542**	12	180,0007	71,2%
T7.TR05	0,325	0,2372	**0,2372**	11	162,5907	73,0%

Denominación Tubería	Caudal acumulado	Caudal Clèment	Caudal diseño	Hidrantes acumulados	Superficie acumulada	Simulta-neidad
	(m3/s)	(m3/s)	(m3/s)	Nº	ha	%
T7.TR06	0,3	0,2246	**0,2246**	10	148,8627	74,9%
T7.TR07	0,285	0,2199	**0,2199**	9	143,3741	77,2%
T7.TR08	0,219	0,1873	**0,1873**	7	112,1461	85,5%
T7.TR09	0,166	0,1496	**0,1496**	6	82,8341	90,1%
T7.TR10	0,146	0,1394	**0,1394**	5	72,0711	95,5%
T7.TR11	0,128	0,1317	**0,128**	4	63,9343	100,0%
T7.TR12	0,057	0,0526	**0,057**	3	24,6193	100,0%
T7.TR13	0,039	0,042	**0,039**	2	17,0612	100,0%
T7.TR14	0,024	0,0358	**0,024**	1	12,886	100,0%
T7.01	0,047	0,0526	**0,047**	1	13,383	100,0%
T7.02.TR01	0,066	0,0723	**0,066**	2	31,228	100,0%
T7.02.TR02	0,029	0,0435	**0,029**	1	15,775	100,0%
T7.03	0,025	0,0376	**0,025**	1	13,728	100,0%
T7.05	0,053	0,08	**0,053**	1	29,312	100,0%
T7.07	0,015	0,0166	**0,015**	1	4,1752	100,0%
TH.10	0,018	0,0226	**0,018**	1	6,4996	100,0%
TH.22	0,018	0,0227	**0,018**	1	6,5590	100,0%
TH.24	0,015	0,0161	**0,015**	1	3,9004	100,0%
TH.30	0,018	0,0262	**0,018**	1	9,0893	100,0%
TH.43	0,015	0,0162	**0,015**	1	3,9515	100,0%
TH.51	0,018	0,0256	**0,018**	1	8,6283	100,0%
TH.53	0,015	0,0190	**0,015**	1	5,5525	100,0%
TH.55	0,024	0,0292	**0,024**	1	8,1576	100,0%
TH.59	0,015	0,0191	**0,015**	1	5,5831	100,0%
TH.60	0,018	0,0243	**0,018**	1	7,6344	100,0%
TH.64	0,015	0,017	**0,015**	1	4,3723	100,0%
TH.65	0,018	0,022	**0,018**	1	6,1512	100,0%
TH.74	0,032	0,0481	**0,032**	1	17,466	100,0%
TH.75	0,015	0,0153	**0,015**	1	3,5613	100,0%
TH.83	0,029	0,0418	**0,029**	1	14,308	100,0%
TH.94	0,018	0,025	**0,018**	1	8,1368	100,0%
TH.95	0,032	0,048	**0,032**	1	17,41	100,0%

Asociando estos caudales de diseño a cada conducción se tiene la siguiente simultaneidad de diseño de la red:

Simultaneidad Global de diseño= Caudal de diseño / Caudal acumulado

Simultaneidad Global de diseño = *0,7495 m^3/s / 2,018 m^3/s =* ***37,1 %***

La baja simultaneidad obtenida se debe fundamentalmente a dos aspectos singulares de esta actuación:

- Fincas con riego instalado mediante motor de combustión con caudales de riego muy superiores a los teóricos necesarios. Al dotar a estos hidrantes de los caudales que tienen instalados suponen una reducción importante de la jornada de riego en estos

hidrantes dando como resultado una reducción de la probabilidad de apertura del hidrante y en consecuencia una reducción del caudal de diseño de la red.

- Presencia de un gran número de agrupaciones de riego con poca superficie donde se les ha asignado una dotación mínima. La jornada de riego en estos hidrantes también es muy baja lo que hace reducir significativamente los caudales de diseño de la red.

2.5. CRITERIOS UTILIZADOS EN EL DIMENSIONADO DE LAS TUBERÍAS

Determinados los caudales en línea o de diseño se ha realizado bajo las condiciones y parámetros hidráulicos fijados en los puntos anteriores, el dimensionado de las conducciones mediante técnicas de optimización tipo “Serie Económica” (Multiplicadores de Lagrange), obteniéndose la definición de los diámetros y materiales a emplear en la red.

El objetivo es obtener un diseño óptimo de las redes que permita garantizar en cada uno de los hidrantes las presiones mínimas de consigna, con el mínimo coste posible de las instalaciones a proyectar.

Para la determinación de las características de las tuberías a instalar se ha utilizado el módulo de dimensionado optimo económico implementado en la herramienta informática GESTAR.

Para ello y una vez introducida la topología y altimetría de la red mediante el programa GESTARCAD, e importados los valores de superficie, dotación, cota y presión de consigna de cada uno de los hidrantes de la red, se han calculado los caudales de diseño para todas las conducciones del sistema, utilizando para ello la formulación de Clement con las garantías de suministro según número de hidrantes establecidas.

Partiendo de los caudales de diseño obtenidos, las presiones de consigna de cada hidrante (presión mínima nominal requerida para el riego por aspersión, más el máximo desnivel entre parcela y el hidrante), los costes de instalación de las conducciones según material, diámetro y timbraje, períodos de amortización y tasa de interés, se ha realizado, mediante el módulo de dimensionado optimo económico, el dimensionado de la red obteniéndose así la definición de los diámetros y materiales a emplear en la red.

Para la optimización de la red analizada se ha partido de una serie de parámetros de diseño que a continuación resumimos:

- Datos económicos:

  Periodo de amortización .....25 años

  Tasa de interés 4%

- Caudales de diseño:

  Caudal ficticio continuo .....0,60 l/s·ha

  Rendimiento red presión natural (21 horas de 24)..... 0,875

  Caudales de línea .....según formulación de Clement

- Materiales adoptados en el cálculo:

  Para tuberías con ∅ < 400 mm..... PEAD PN10-PN16

  Para tuberías con ∅ ≥ 400 mm..... PRFV PN10-PN16

- Criterios para el dimensionado

  Velocidad máxima en conducciones .....2,0 m/s

  Velocidad mínima en conducciones.....0,5 m/s

  Perdidas singulares 5%

  Margen de seguridad en el timbraje de tuberías..... 5 m

  Altura piezométrica de la balsa elevada.....416,25 m

  (nivel medio de la balsa elevada)

  Altura piezométrica Bombeo directo .....424 m

- Presiones de consigna: (Presión mínima en hidrante + Desnivel máximo en la finca)

  Presión mínima recomendada en entrada de hidrante....40 m

  Presión mínima en parcela .....35 m

  Presión mínima en aspersor más desfavorable .....25 m

2.6. DETERMINACIÓN DE LAS PRESIONES DE CONSIGNA

La determinación de las presiones de consigna es un paso fundamental para el correcto dimensionado de las redes de riego.

Mediante la presión de consigna se establece la presión mínima que se deberá satisfacer en cada uno de los hidrantes para garantizar la presión mínima suficiente para la realización del riego por aspersión de manera satisfactoria en cualquier punto de las fincas abastecidas, considerando en el cálculo todas las pérdidas de carga posibles del sistema.

Los requisitos de presión mínima considerados en el cálculo han sido de 40 m.c.a. en entrada de hidrante de manera que la presión mínima en el aspersor más desfavorable no sea nunca inferior a 25 m.c.a.

El cálculo de las presiones de consigna se realizará según la siguiente expresión:

Presión consigna ENTRADA HIDRANTE= Presión mínima en aspersor más desfavorable + Altura del portaspersor + Perdida de carga en parcela + Desnivel entre cota máxima de finca y cota hidrante + pérdidas de carga en hidrante

- Presión mínima aspersor más desfavorable:

  Presión mínima en aspersor más desfavorable .....25 m

  Altura del portaspersor ..... 2 m

- Perdida de carga en parcela

  En tuberías principales del módulo ..... 1 m por cada 100 m.

  En ramales y tuberías portaspersores ..... 5 m

  En calderería y valvulería módulo.....1,5 m

- Perdida de carga en hidrante

  En filtro cazapiedras .....1,5 m.

  En calderería hidrante .....0,5 m

  En electroválvula y contador (variable, ver tabla)..... 0,5-2 m

En la siguiente tabla se determinan las presiones de consigna en función de los criterios de diseño y garantías de presión establecidas

Nº Hidrante	Dota-cion	Tamaño Hid PN	Cota Hidrante	Cota máxima de finca	Perdida carga hidro-valvula	Perdida carga total en Hidrante	Dist. a pto. alto parcela	Perdida carga tuberías parcela	Presión de Consigna
	l/s	(")	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)
H-01	12	3"	288,1	289,0	1,02	3,02	22	8,7	**37,6**
H-02	15	4"	287,5	294,1	1,59	3,59	166	10,2	**45,4**
H-03	18	4"	308,3	313,0	0,95	2,95	118	9,7	**42,3**
H-04	12	3"	304,8	306,8	1,02	3,02	51	9,0	**39,1**
H-05	15	4"	311,6	322,7	1,59	3,59	278	11,3	**51,0**
H-06	15	4"	313,1	322,9	1,59	3,59	245	11,0	**49,4**
H-07	15	4"	315,8	317,4	1,59	3,59	41	8,9	**39,1**
H-08	15	4"	319,2	324,0	1,59	3,59	119	9,7	**43,0**
H-09	18	4"	320,1	324,5	0,95	2,95	111	9,6	**42,0**
H-10	18	4"	318,7	320,2	0,95	2,95	38	8,9	**38,4**
H-11	18	4"	321,0	321,2	0,95	2,95	6	8,6	**36,7**
H-12	18	4"	308,5	318,2	0,95	2,95	242	10,9	**48,5**
H-13	12	3"	309,3	312,8	1,02	3,02	88	9,4	**40,9**
H-14	18	4"	307,6	312,0	0,95	2,95	109	9,6	**41,9**
H-15	15	4"	310,4	313,9	1,59	3,59	86	9,4	**41,4**
H-16	12	3"	310,3	313,8	1,02	3,02	87	9,4	**40,9**
H-17	8	3"	310,6	313,9	0,45	2,45	83	9,3	**40,1**
H-18	12	3"	307,3	309,0	1,02	3,02	42	8,9	**38,6**
H-19	15	4"	304,1	309,0	1,59	3,59	123	9,7	**43,2**
H-20	15	4"	309,9	316,4	1,59	3,59	163	10,1	**45,2**
H-21	18	4"	319,9	326,7	0,95	2,95	170	10,2	**45,0**

Nº Hidrante	Dota-cion	Tamaño Hid PN	Cota Hidrante	Cota máxima de finca	Perdida carga hidro-valvula	Perdida carga total en Hidrante	Dist. a pto. alto parcela	Perdida carga tuberías parcela	Presión de Consigna
	l/s	(")	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)
H-22	18	4"	313,1	315,0	0,95	2,95	46	9,0	**38,8**
H-23	15	4"	320,6	321,8	1,59	3,59	30	8,8	**38,6**
H-24	15	4"	315,2	318,1	1,59	3,59	72	9,2	**40,7**
H-25	15	4"	317,2	325,1	1,59	3,59	198	10,5	**47,0**
H-26	15	4"	317,7	323,0	1,59	3,59	133	9,8	**43,7**
H-27	15	4"	314,9	317,8	1,59	3,59	73	9,2	**40,8**
H-28	18	4"	324,4	327,6	0,95	2,95	81	9,3	**40,5**
H-29	15	4"	324,2	324,7	1,59	3,59	13	8,6	**37,7**
H-30	18	4"	321,4	330,4	0,95	2,95	225	10,8	**47,7**
H-31	30	6"	326,7	335,0	0,61	2,61	208	10,6	**46,5**
H-32	18	4"	324,0	326,8	0,95	2,95	71	9,2	**40,0**
H-33	15	4"	324,7	329,3	1,59	3,59	116	9,7	**42,9**
H-34	15	4"	332,8	337,6	1,59	3,59	121	9,7	**43,1**
H-35	15	4"	332,8	341,9	1,59	3,59	227	10,8	**48,4**
H-36	24	4"	339,0	344,9	1,70	3,70	148	10,0	**44,6**
H-37	15	4"	329,8	351,5	1,59	3,59	542	13,9	**64,2**
H-38	18	4"	345,2	348,1	0,95	2,95	73	9,2	**40,1**
H-39	71	8"	344,0	347,6	1,21	3,21	90	9,4	**41,2**
H-40	20	4"	347,6	352,8	1,18	3,18	130	9,8	**43,2**
H-41	53	6"	352,6	375,4	1,89	3,89	570	14,2	**65,9**
H-42	30	6"	339,8	348,0	0,61	2,61	204	10,5	**46,3**
H-43	15	4"	320,3	326,8	1,59	3,59	163	10,1	**45,3**
H-44	18	4"	332,3	344,6	0,95	2,95	306	11,6	**51,8**
H-45	29	6"	334,2	344,4	0,57	2,57	256	11,1	**48,8**
H-46	15	4"	342,2	342,4	1,59	3,59	4	8,5	**37,3**
H-47	37	6"	345,0	345,1	0,92	2,92	2	8,5	**36,5**
H-48	15	4"	344,8	345,5	1,59	3,59	17	8,7	**38,0**
H-49	30	6"	343,8	345,8	0,61	2,61	49	9,0	**38,6**
H-50	18	4"	337,6	347,3	0,95	2,95	243	10,9	**48,6**
H-51	18	4"	346,4	352,4	0,95	2,95	150	10,0	**44,0**
H-52	18	4"	348,6	352,8	0,95	2,95	104	9,5	**41,7**
H-53	15	4"	352,8	354,3	1,59	3,59	30	8,8	**38,9**
H-54	18	4"	332,3	353,3	0,95	2,95	100	9,5	**58,5**
H-55	24	4"	349,0	353,5	1,70	3,70	112	9,6	**42,8**
H-56	18	4"	347,2	347,2	0,95	2,95	-1	8,5	**36,4**
H-57	18	4"	338,3	345,5	0,95	2,95	181	10,3	**45,5**
H-58	15	4"	331,9	334,8	1,59	3,59	73	9,2	**40,7**
H-59	15	4"	346,3	348,5	1,59	3,59	54	9,0	**39,8**
H-60	18	4"	350,3	352,1	0,95	2,95	45	9,0	**38,7**
H-61	18	4"	352,3	354,4	0,95	2,95	52	9,0	**39,0**

Nº Hidrante	Dota-cion	Tamaño Hid PN	Cota Hidrante	Cota máxima de finca	Perdida carga hidro-valvula	Perdida carga total en Hidrante	Dist. a pto. alto parcela	Perdida carga tuberías parcela	Presión de Consigna
	l/s	(")	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)
H-62	15	4"	350,0	350,8	1,59	3,59	20	8,7	**38,1**
H-63	15	4"	340,3	351,5	1,59	3,59	279	11,3	**51,0**
H-64	15	4"	341,7	350,5	1,59	3,59	221	10,7	**48,1**
H-65	18	4"	345,2	348,7	0,95	2,95	87	9,4	**40,8**
H-66	18	4"	342,0	349,7	0,95	2,95	191	10,4	**46,0**
H-67	18	4"	339,1	341,6	0,95	2,95	63	9,1	**39,6**
H-68	15	4"	338,8	342,7	1,59	3,59	98	9,5	**42,0**
H-69	15	4"	338,3	339,1	1,59	3,59	21	8,7	**38,1**
H-70	18	4"	329,0	337,7	0,95	2,95	218	10,7	**47,3**
H-71	15	4"	324,5	324,6	1,59	3,59	3	8,5	**37,2**
H-72	18	4"	325,2	330,6	0,95	2,95	136	9,9	**43,2**
H-73	18	4"	327,7	334,4	0,95	2,95	168	10,2	**44,8**
H-74	32	6"	327,3	334,2	0,69	2,69	172	10,2	**44,8**
H-75	15	4"	320,4	322,8	1,59	3,59	59	9,1	**40,1**
H-76	15	4"	319,8	330,9	1,59	3,59	277	11,3	**50,9**
H-77	49	6"	321,0	333,2	1,62	3,62	304	11,5	**52,3**
H-78	18	4"	308,7	324,2	0,95	2,95	388	12,4	**55,8**
H-79	41	6"	315,2	320,3	1,13	3,13	128	9,8	**43,0**
H-80	24	4"	309,4	317,0	1,70	3,70	189	10,4	**46,6**
H-81	15	4"	325,0	343,4	1,59	3,59	460	13,1	**60,1**
H-82	15	4"	338,0	361,8	1,59	3,59	594	14,4	**66,8**
H-83	29	6"	351,1	361,1	0,57	2,57	249	11,0	**48,5**
H-84	15	4"	347,4	359,6	1,59	3,59	305	11,5	**52,3**
H-85	15	4"	338,7	349,6	1,59	3,59	272	11,2	**50,7**
H-86	18	4"	347,9	353,8	0,95	2,95	148	10,0	**43,9**
H-87	18	4"	348,7	355,6	0,95	2,95	165	10,2	**45,0**
H-88	33	6"	350,9	367,6	0,73	2,73	115	9,7	**54,1**
H-89	47	6"	351,6	360,0	1,49	3,49	265	11,2	**48,0**
H-90	31	6"	351,4	359,0	0,65	2,65	120	9,7	**44,9**
H-91	18	4"	352,7	360,0	0,95	2,95	130	9,8	**45,0**
H-92	42	6"	353,5	367,2	1,19	3,19	415	12,7	**54,6**
H-93	15	4"	352,4	354,1	1,59	3,59	230	10,8	**41,1**
H-94	38	6"	349,1	357,7	0,97	2,97	350	12,0	**48,5**
H-95	32	6"	355,2	374,9	0,69	2,69	380	12,3	**59,7**
H-96	25	6"	354,2	362,1	1,85	3,85	270	11,2	**48,0**
H-97	15	4"	355,3	369,5	1,59	3,59	430	12,8	**55,6**
H-98	29	6"	369,8	380,0	0,57	2,57	250	11,0	**48,8**
H-99	37	6"	377,7	378,0	0,92	2,92	0	8,5	**36,7**
						Presión media consigna			**44,9**

2.7. DIMENSIONADO ÓPTIMO DE LA RED MEDIANTE GESTAR

Descritos los parámetros utilizados en el cálculo e introducidos todos los datos necesarios para el cálculo se ha procedido a realizar el dimensionado óptimo económico de las conducciones mediante el módulo de Gestar de optimización de la red a la demanda.

Para la realización del dimensionado se han simulado los dos escenarios posibles que se producirán durante la fase de explotación:

Escenario 1: Riego por presión natural desde la balsa elevada. Se realiza el cálculo para un nivel medio de agua embalsada con una altura de agua de 2 metros obteniéndose una **cota de cálculo de 416,25 m.c.a.**

Escenario 2: Periodos diarios en los que se esté elevando agua a la balsa elevada. La altura nominal de bombeo es de 75 m.c.a., valor obtenido para una situación media con las balsas de captación y elevada a nivel medio y un caudal de bombeo equivalente al de diseño y considerando además una pérdida de carga en la estación de bombeo de 7,5 metros. Para el cálculo de las presiones dinámicas en la red durante el bombeo **se adopta una altura manométrica de 423 m.c.a**., como resultado de la siguiente expresión: Balsa a nivel medio (cota 353) + Presión de bombeo (75 m.c.a.) – Perdidas de carga en estación de bombeo (5 m)

2.8. COMPROBACIÓN DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS CON GESTAR

Al objeto de optimizar los costes de las redes de riego, así como para garantizar un correcto funcionamiento de las redes de riego se ha realizado una comprobación de las tuberías obtenidas mediante Gestar de todas las conducciones de la red:

- **Garantizar que la red pueda funcionar correctamente ante incrementos puntuales de simultaneidad,** especialmente en aquellas conducciones donde se han obtenido unas simultaneidades muy bajas y las velocidades obtenidas para las tuberías dimensionadas.
- **Optimizar diámetros en aquellos casos donde Gestar ha sobredimensionado la red** para minimizar pérdidas de carga obteniendo velocidades incluso inferiores a las mínimas establecidas de 0,5 m/s. Se analiza la diferencia de pérdida de carga que se produce en el caso de disminuir diámetro y se estudia si el incremento de coste de la red esta justificado frente a la reducción de pérdida de carga, analizando además la superficie que se vería afectada.

- **Homogeneizar diámetros en tuberías terminales.** En aquellos casos donde no exista problemas de presión se ha establecido el siguiente criterio homogéneo de asignación de diámetros en función del caudal de diseño:
  - Caudal de entre 8 l/s y 12 l/s: PEAD DN110
  - Caudal de 15 l/s: PEAD DN125
  - Caudal de 18 l/s: PEAD DN140

2.8.1. ESTUDIO DEL COMPORTAMIENTO DE LA RED FRENTE A INCREMENTOS DE SIMULTANEIDAD

En el dimensionado que realiza Gestar únicamente se tiene en cuenta el caudal de diseño de la tubería, adoptando en el caso de la no existencia de déficits de presión aguas abajo el diámetro mínimo necesario para garantizar el transporte de dicho caudal. Existen ocasiones donde la simultaneidad máxima admisible por la tubería para una velocidad máxima de 2 m/s se aproxima o iguala prácticamente a la simultaneidad de diseño de Clement limitando o imposibilitando en estos casos un correcto funcionamiento de la red en el caso de ligeros incrementos de simultaneidad.

En el diseño de la red se ha considerado que toda conducción deberá garantizar la posibilidad de incrementar el caudal transportado hasta un 20% del obtenido por Clement.

Por otro lado la simultaneidad mínima que deberá garantizar la tubería será del 50%.

En la siguiente tabla mostramos los tramos en los que, teniendo en cuenta las premisas establecidas, se ha aumentado el diámetro de la tubería obtenida por el dimensionado de Gestar

Tramo calculado	Caudal acumul.	Caudal diseño Clement	Simult. Diseño	Tubería dimensionado Gestar	Simult Maxima Tub. Gestar	Vel.	Tubería adoptada	Simult Maxima Tub. adoptada	Vel.
	(m3/s)	(m3/s)	(%)			m/s			m/s
T3.TR01	0,488	0,212	43%	450_(PEAD-10)	51%	1,72	450 PRFV-10	68%	1,28
T3.TR02	0,473	0,212	45%	450_(PEAD-10)	52%	1,72	400 PRFV-10	55%	1,63
T3.TR03	0,455	0,206	45%	450_(PEAD-10)	54%	1,67	400 PRFV-10	57%	1,58
T3.TR04	0,437	0,199	46%	450_(PEAD-10)	57%	1,61	400 PRFV-10	60%	1,53
T3.TR05	0,407	0,190	47%	400_(PEAD-10)	48%	1,95	400 PRFV-10	64%	1,46
T3.04.TR01	0,165	0,093	56%	280_(PEAD-10)	58%	1,94	315_(PEAD-10)	73%	1,53
T5.TR01	0,912	0,295	32%	500 PRFV-10	44%	1,47	600 PRFV-10	60%	1,09
T5.TR02	0,876	0,278	32%	500 PRFV-10	46%	1,39	600 PRFV-10	62%	1,02
T5.TR03	0,858	0,278	32%	500 PRFV-10	47%	1,39	600 PRFV-10	63%	1,02
T5.TR04	0,809	0,260	32%	500 PRFV-10	50%	1,30	500 PRFV-10	50%	1,30

Tramo calculado	Caudal acumul.	Caudal diseño Clement	Simult. Diseño	Tubería dimensionado Gestar	Simult Maxima Tub. Gestar	Vel.	Tubería adoptada	Simult Maxima Tub. adoptada	Vel.
	(m3/s)	(m3/s)	(%)			m/s			m/s
T5.TR05	0,569	0,194	34%	400_(PEAD-10)	34%	1,99	450 PRFV-10	58%	1,17
T5.TR06	0,521	0,172	33%	400_(PEAD-10)	37%	1,76	450 PRFV-10	64%	1,04
T5.TR07	0,506	0,168	33%	400_(PEAD-10)	39%	1,72	450 PRFV-10	65%	1,02
T5.TR08	0,491	0,165	34%	400_(PEAD-12,5)	37%	1,80	450 PRFV-10	67%	0,99
T5.TR09	0,461	0,149	32%	400_(PEAD-12,5)	40%	1,63	400 PRFV-16	56%	1,16
T5.TR10	0,446	0,145	32%	400_(PEAD-12,5)	41%	1,58	400 PRFV-16	57%	1,13
T5.TR11	0,428	0,139	32%	355_(PEAD-12,5)	34%	1,92	400 PRFV-16	60%	1,08
T5.TR12	0,410	0,131	32%	355_(PEAD-12,5)	35%	1,81	400 PRFV-16	63%	1,02
T5.TR13	0,380	0,124	33%	355_(PEAD-12,5)	38%	1,72	400 PRFV-16	67%	0,97
T5.TR14	0,362	0,124	34%	355_(PEAD-12,5)	40%	1,72	400 PRFV-16	71%	0,97
T5.TR15	0,347	0,121	35%	355_(PEAD-12,5)	42%	1,67	400 PRFV-16	74%	0,94
T5.TR16	0,332	0,116	35%	355_(PEAD-12,5)	43%	1,61	400_(PEAD-12,5)	55%	1,27
T5.TR17	0,314	0,110	35%	315_(PEAD-12,5)	36%	1,93	400_(PEAD-12,5)	58%	1,20
T5.TR18	0,281	0,099	35%	315_(PEAD-12,5)	40%	1,74	400_(PEAD-12,5)	65%	1,08
T5.TR19	0,273	0,098	36%	315_(PEAD-12,5)	42%	1,73	400_(PEAD-12,5)	67%	1,07
T5.TR20	0,258	0,094	36%	315_(PEAD-12,5)	44%	1,66	355_(PEAD-12,5)	56%	1,30
T5.TR21	0,246	0,093	38%	315_(PEAD-12,5)	46%	1,64	355_(PEAD-12,5)	59%	1,29
T5.TR22	0,234	0,091	39%	315_(PEAD-12,5)	48%	1,60	355_(PEAD-12,5)	62%	1,26
T5.TR23	0,186	0,089	48%	280_(PEAD-12,5)	48%	1,98	315_(PEAD-12,5)	61%	1,57
T5.TR24	0,171	0,088	51%	280_(PEAD-12,5)	52%	1,96	315_(PEAD-12,5)	66%	1,55
T5.TR25	0,153	0,079	51%	280_(PEAD-12,5)	59%	1,75	315_(PEAD-12,5)	74%	1,39
T5.TR26	0,135	0,071	53%	250_(PEAD-12,5)	53%	1,99	315_(PEAD-12,5)	84%	1,25
T5.03.TR01	0,225	0,116	52%	315_(PEAD-10)	54%	1,92	355_(PEAD-10)	68%	1,51
T5.03.TR02	0,207	0,110	53%	315_(PEAD-10)	58%	1,81	355_(PEAD-10)	74%	1,43

En los anexos 2 y 3 se adjuntan las tablas de los resultados de los dimensionados mediante Gestar de la red de tuberías bajo los dos escenarios posibles, es decir, suministro de agua a presión desde balsa elevada o suministro durante las horas de bombeo.

En dichas tablas se detallan todos los parámetros de funcionamiento de las tuberías, analizándose las modificaciones planteadas atendiendo por un lado al criterio anteriormente expuesto de simultaneidad máxima admisible y por otro lado al de optimización de diámetros.

En cuanto a la optimización de diámetros se han tenido en cuenta los dos escenarios posibles identificándose las superficies que quedaban por debajo de las presiones de consigna en ambos escenarios determinando si la superficie afectada justificaba o no

Ya hemos advertido anteriormente que en un total de cuatro hidrantes ha sido necesaria la reducción de la presión de consigna en los valores indicados dado que no es

posible bajo ninguna configuración de diámetros de conducción razonables alcanzar esas presiones de consigna con la altura piezométrica disponible.

Ajustadas las presiones de consigna se obtiene una solución técnicamente factible, si bien en ciertas ocasiones no es económicamente justificable.

Existe un gran número de casos en los que disminuyendo ligeramente la presión de consigna en determinados hidrantes se produce una disminución de los diámetros de las tuberías con el consiguiente ahorro económico de la instalación.

2.8.2. TABLA RESUMEN COMPARATIVA DEL DIMENSIONADO DE TUBERIAS POR GESTAR Y DIMENSIONADO ADOPTADO

En la siguiente tabla se muestra el resumen del resultado de los dimensionados de las redes mediante Gestar para los dos escenarios posibles y la tubería finalmente adoptada atendiendo a la revisión del cálculo realizado a partir de los criterios anteriormente expuestos de garantía de buen funcionamiento de la red ante incrementos de simultaneidad, optimización de diámetros con tramos sobredimensionados no justificados y homogeneidad de tuberías en función del caudal en tramos terminales de la red

Nombre Tubería	Long.	Caudal (//s)	Simulta-neidad Diseño	Dimensionado Gestar desde Balsa Elevada Escenario 1 (Cota 416,25)	Dimensionado Gestar desde Balsa Elevada Escenario 2 (Hm: 423 m)	Tubería Adoptada en el proyecto
T1.TR01	57,27	30	100,0%	160_(PEAD-10)	160_(PEAD-10)	**160_(PEAD-10)**
T1.TR02	383,95	15	100,0%	125_(PEAD-10)	125_(PEAD-10)	**125_(PEAD-10)**
T2	107,41	18	100,0%	125_(PEAD-10)	125_(PEAD-10)	**140_(PEAD-10)**
T3.TR01	144,35	212	43,5%	450_(PEAD-10)	450_(PEAD-10)	**450 PRFV-10**
T3.TR02	25,7	212	44,9%	450_(PEAD-10)	450_(PEAD-10)	**400 PRFV-10**
T3.TR03	43,49	206	45,2%	450_(PEAD-10)	450_(PEAD-10)	**400 PRFV-10**
T3.TR04	124,8	199	45,6%	450_(PEAD-10)	450_(PEAD-10)	**400 PRFV-10**
T3.TR05	81	190	46,7%	400_(PEAD-10)	400_(PEAD-10)	**400 PRFV-10**
T3.TR06	417,33	167	69,2%	400_(PEAD-10)	400_(PEAD-10)	**400_(PEAD-10)**
T3.TR07	119,86	165	72,7%	400_(PEAD-10)	400_(PEAD-10)	**400_(PEAD-10)**
T3.TR08	723,92	160	75,5%	400_(PEAD-10)	400_(PEAD-10)	**400_(PEAD-10)**
T3.TR09	72,76	154	79,2%	400_(PEAD-10)	400_(PEAD-10)	**400_(PEAD-10)**
T3.TR10	262,97	134	82,8%	355_(PEAD-10)	355_(PEAD-12,5)	**355_(PEAD-12,5)**
T3.TR11	138,26	132	89,8%	355_(PEAD-10)	355_(PEAD-12,5)	**355_(PEAD-12,5)**
T3.TR12	267,67	132	100,0%	355_(PEAD-10)	355_(PEAD-12,5)	**355_(PEAD-12,5)**
T3.TR13	86,18	83	100,0%	280_(PEAD-10)	280_(PEAD-12,5)	**280_(PEAD-12,5)**
T3.TR14	495,9	18	100,0%	160_(PEAD-12,5)	140_(PEAD-12,5)	**140_(PEAD-12,5)**
T3.01	246,74	15	100,0%	180_(PEAD-10)	180_(PEAD-10)	**140_(PEAD-10)**
T3.02.TR01	176,5	30	100,0%	160_(PEAD-10)	160_(PEAD-10)	**160_(PEAD-10)**
T3.02.TR02	307,34	15	100,0%	125_(PEAD-10)	125_(PEAD-10)	**125_(PEAD-10)**
T3.03	46,72	15	100,0%	125_(PEAD-10)	125_(PEAD-10)	**125_(PEAD-10)**
T3.04.TR01	108,4	93	56,2%	280_(PEAD-10)	280_(PEAD-10)	**315_(PEAD-10)**

Nombre Tubería	Long.	Caudal (//s)	Simulta-neidad Diseño	Dimensionado Gestar desde Balsa Elevada Escenario 1 (Cota 416,25)	Dimensionado Gestar desde Balsa Elevada Escenario 2 (Hm: 423 m)	Tubería Adoptada en el proyecto
T3.04.TR02	12,48	88	58,7%	280_(PEAD-10)	280_(PEAD-10)	315_(PEAD-10)
T3.04.TR03	132,42	83	61,5%	280_(PEAD-10)	280_(PEAD-10)	280_(PEAD-10)
T3.04.TR04	210,11	75	64,4%	250_(PEAD-10)	250_(PEAD-10)	250_(PEAD-10)
T3.04.TR05	353,81	66	66,7%	250_(PEAD-10)	250_(PEAD-10)	250_(PEAD-10)
T3.04.TR06	15,33	66	78,6%	250_(PEAD-10)	250_(PEAD-10)	250_(PEAD-10)
T3.04.TR07	21,1	66	100,0%	250_(PEAD-10)	250_(PEAD-10)	250_(PEAD-10)
T3.04.TR08	268,26	51	100,0%	225_(PEAD-10)	225_(PEAD-10)	225_(PEAD-10)
T3.04.TR09	545,18	33	100,0%	180_(PEAD-10)	180_(PEAD-10)	180_(PEAD-12,5)
T3.04.TR10	8,16	15	100,0%	125_(PEAD-10)	110_(PEAD-12,5)	125_(PEAD-12,5)
T3.05.TR1	56	65	100,0%	250_(PEAD-12,5)	250_(PEAD-12,5)	250_(PEAD-12,5)
T3.05.TR2	340,23	24	100,0%	160_(PEAD-12,5)	160_(PEAD-12,5)	160_(PEAD-12,5)
T3.06	43,57	49	100,0%	225_(PEAD-10)	225_(PEAD-12,5)	225_(PEAD-12,5)
T5.TR01	256,54	295	32,3%	500 PRFV-10	500 PRFV-10	600 PRFV-10
T5.TR02	160,83	278	31,7%	500 PRFV-10	500 PRFV-10	600 PRFV-10
T5.TR03	189,54	278	32,4%	500 PRFV-10	500 PRFV-10	600 PRFV-10
T5.TR04	167,32	260	32,1%	500 PRFV-10	500 PRFV-10	500 PRFV-10
T5.TR05	468,99	194	34,1%	400_(PEAD-10)	400_(PEAD-10)	450 PRFV-10
T5.TR06	107,16	172	33,0%	400_(PEAD-10)	400_(PEAD-10)	450 PRFV-10
T5.TR07	140,29	168	33,2%	400_(PEAD-10)	400_(PEAD-10)	450 PRFV-10
T5.TR08	245,77	165	33,5%	400_(PEAD-12,5)	400_(PEAD-12,5)	450 PRFV-10
T5.TR09	47,73	149	32,4%	400_(PEAD-12,5)	400_(PEAD-12,5)	400 PRFV-16
T5.TR10	75,15	145	32,4%	400_(PEAD-12,5)	400_(PEAD-12,5)	400 PRFV-16
T5.TR11	210,65	139	32,4%	355_(PEAD-12,5)	355_(PEAD-12,5)	400 PRFV-16
T5.TR12	155,05	131	31,9%	355_(PEAD-12,5)	355_(PEAD-12,5)	400 PRFV-16
T5.TR13	155,11	124	32,6%	355_(PEAD-12,5)	355_(PEAD-12,5)	400 PRFV-16
T5.TR14	203,71	124	34,3%	355_(PEAD-12,5)	355_(PEAD-12,5)	400 PRFV-16
T5.TR15	72,67	121	34,7%	355_(PEAD-12,5)	355_(PEAD-12,5)	400 PRFV-16
T5.TR16	18,31	116	34,9%	355_(PEAD-12,5)	355_(PEAD-12,5)	400_(PEAD-12,5)
T5.TR17	288,6	110	34,9%	315_(PEAD-12,5)	315_(PEAD-12,5)	400_(PEAD-12,5)
T5.TR18	193,58	99	35,1%	315_(PEAD-12,5)	315_(PEAD-12,5)	400_(PEAD-12,5)
T5.TR19	16,44	98	35,8%	315_(PEAD-12,5)	315_(PEAD-12,5)	400_(PEAD-12,5)
T5.TR20	71,54	94	36,4%	315_(PEAD-12,5)	315_(PEAD-12,5)	355_(PEAD-12,5)
T5.TR21	10,75	93	37,8%	315_(PEAD-12,5)	315_(PEAD-12,5)	355_(PEAD-12,5)
T5.TR22	78,92	91	38,7%	315_(PEAD-12,5)	315_(PEAD-12,5)	355_(PEAD-12,5)
T5.TR23	73,72	89	47,8%	280_(PEAD-12,5)	280_(PEAD-12,5)	315_(PEAD-12,5)
T5.TR24	359,17	88	51,4%	280_(PEAD-12,5)	280_(PEAD-12,5)	315_(PEAD-12,5)
T5.TR25	336,56	79	51,4%	280_(PEAD-12,5)	280_(PEAD-12,5)	315_(PEAD-12,5)
T5.TR26	85,53	71	52,6%	250_(PEAD-12,5)	250_(PEAD-12,5)	315_(PEAD-12,5)
T5.TR27	124,77	63	53,5%	250_(PEAD-12,5)	250_(PEAD-12,5)	250_(PEAD-12,5)
T5.TR28	310,31	60	58,8%	250_(PEAD-12,5)	250_(PEAD-12,5)	250_(PEAD-12,5)
T5.TR29	93,5	60	69,0%	250_(PEAD-12,5)	250_(PEAD-12,5)	250_(PEAD-12,5)
T5.TR30	130,05	60	83,3%	250_(PEAD-12,5)	250_(PEAD-12,5)	250_(PEAD-12,5)
T5.TR31	21,02	60	100,0%	250_(PEAD-12,5)	250_(PEAD-12,5)	250_(PEAD-12,5)
T5.TR32	448,39	45	100,0%	200_(PEAD-12,5)	200_(PEAD-12,5)	200_(PEAD-12,5)
T5.TR33	310,01	27	100,0%	180_(PEAD-16)	180_(PEAD-16)	180_(PEAD-16)
T5.TR34	112,1	15	100,0%	125_(PEAD-16)	125_(PEAD-16)	125_(PEAD-16)
T5.01.TR01	157,56	36	100,0%	180_(PEAD-10)	180_(PEAD-10)	180_(PEAD-10)

Nombre Tubería	Long.	Caudal (//s)	Simulta-neidad Diseño	Dimensionado Gestar desde Balsa Elevada Escenario 1 (Cota 416,25)	Dimensionado Gestar desde Balsa Elevada Escenario 2 (Hm: 423 m)	Tubería Adoptada en el proyecto
T5.01.TR02	167,32	18	100,0%	140_(PEAD-10)	125_(PEAD-10)	140_(PEAD-10)
T5.02.TR01	61,18	49	100,0%	225_(PEAD-10)	225_(PEAD-10)	225_(PEAD-10)
T5.02.TR02	18,84	18	100,0%	125_(PEAD-10)	125_(PEAD-10)	140_(PEAD-10)
T5.03.TR01	124,27	116	51,7%	315_(PEAD-10)	315_(PEAD-10)	355_(PEAD-10)
T5.03.TR02	50,63	110	53,0%	315_(PEAD-10)	315_(PEAD-10)	355_(PEAD-10)
T5.03.TR03	278,02	101	53,3%	315_(PEAD-10)	315_(PEAD-10)	315_(PEAD-10)
T5.03.TR04	29,91	91	57,2%	280_(PEAD-10)	280_(PEAD-10)	315_(PEAD-10)
T5.03.TR05	59,28	74	69,2%	250_(PEAD-10)	250_(PEAD-10)	250_(PEAD-10)
T5.03.TR06	373,46	74	80,4%	250_(PEAD-10)	250_(PEAD-10)	250_(PEAD-10)
T5.03.TR07	18,25	74	100,0%	250_(PEAD-10)	250_(PEAD-10)	250_(PEAD-10)
T5.03.TR08	377,37	45	100,0%	200_(PEAD-12,5)	200_(PEAD-12,5)	200_(PEAD-12,5)
T5.03.TR09	153,11	30	100,0%	180_(PEAD-12,5)	180_(PEAD-12,5)	180_(PEAD-12,5)
T5.03.TR10	28,93	15	100,0%	110_(PEAD-12,5)	110_(PEAD-12,5)	125_(PEAD-12,5)
T5.03.01.TR01	18,66	52	100,0%	225_(PEAD-10)	225_(PEAD-10)	225_(PEAD-10)
T5.03.01.TR02	4,39	37	100,0%	180_(PEAD-10)	180_(PEAD-10)	200_(PEAD-10)
T5.03.02	87,45	15	100,0%	110_(PEAD-12,5)	110_(PEAD-12,5)	125_(PEAD-12,5)
T5.04.TR01	57,67	48	100,0%	200_(PEAD-10)	200_(PEAD-10)	200_(PEAD-10)
T5.04.TR02	266,28	30	100,0%	160_(PEAD-10)	160_(PEAD-10)	160_(PEAD-10)
T5.05	245,54	15	100,0%	110_(PEAD-12,5)	110_(PEAD-12,5)	125_(PEAD-12,5)
T5.06	20,08	15	100,0%	125_(PEAD-10)	125_(PEAD-10)	125_(PEAD-10)
T5.07	210,38	15	100,0%	125_(PEAD-16)	125_(PEAD-16)	125_(PEAD-12,5)
T5.08	38,55	15	100,0%	110_(PEAD-12,5)	110_(PEAD-12,5)	125_(PEAD-12,5)
T5.09	45,92	12	100,0%	110_(PEAD-12,5)	110_(PEAD-12,5)	110_(PEAD-12,5)
T5.10	273,07	15	100,0%	110_(PEAD-12,5)	110_(PEAD-12,5)	125_(PEAD-12,5)
T5.11.TR01	133,71	48	100,0%	225_(PEAD-12,5)	225_(PEAD-12,5)	225_(PEAD-12,5)
T5.11.TR02	209,69	30	100,0%	180_(PEAD-12,5)	180_(PEAD-12,5)	200_(PEAD-12,5)
T5.11.TR03	197,33	18	100,0%	140_(PEAD-12,5)	140_(PEAD-12,5)	140_(PEAD-12,5)
T5.11.02	63,68	12	100,0%	110_(PEAD-12,5)	110_(PEAD-12,5)	110_(PEAD-12,5)
T5.12	286,74	18	100,0%	140_(PEAD-12,5)	140_(PEAD-12,5)	140_(PEAD-12,5)
T5.13	95,42	12	100,0%	125_(PEAD-16)	125_(PEAD-16)	110_(PEAD-12,5)
T5.14	45,64	8	100,0%	110_(PEAD-12,5)	110_(PEAD-12,5)	110_(PEAD-12,5)
T5.16	76,77	12	100,0%	110_(PEAD-12,5)	110_(PEAD-12,5)	110_(PEAD-12,5)
T5.18	33,53	15	100,0%	110_(PEAD-12,5)	110_(PEAD-12,5)	125_(PEAD-12,5)
T5.20	27,48	15	100,0%	160_(PEAD-12,5)	160_(PEAD-12,5)	125_(PEAD-12,5)
T5.22	25,58	18	100,0%	140_(PEAD-12,5)	140_(PEAD-12,5)	140_(PEAD-12,5)
T7.TR01	146,68	283	61,4%	600 PRFV-10	500 PRFV-10	600 PRFV-10
T7.TR02	366,83	283	68,4%	600 PRFV-10	500 PRFV-10	600 PRFV-10
T7.TR03	17,41	259	69,7%	500 PRFV-10	500 PRFV-10	500 PRFV-10
T7.TR04	407,29	254	71,2%	500 PRFV-10	500 PRFV-10	500 PRFV-10
T7.TR05	158,26	237	73,0%	500 PRFV-10	500 PRFV-10	500 PRFV-10
T7.TR06	227,92	225	74,9%	500 PRFV-10	400 PRFV-10	450 PRFV-10
T7.TR07	104,59	220	77,2%	500 PRFV-10	400 PRFV-10	450 PRFV-10
T7.TR08	142,76	187	85,5%	500 PRFV-10	400_(PEAD-10)	400 PRFV-10
T7.TR09	527,53	150	90,1%	355_(PEAD-10)	355_(PEAD-10)	355_(PEAD-10)
T7.TR10	18,27	139	95,5%	355_(PEAD-10)	355_(PEAD-10)	355_(PEAD-10)
T7.TR11	487,15	128	100,0%	355_(PEAD-10)	355_(PEAD-10)	355_(PEAD-10)
T7.TR12	225,49	57	100,0%	250_(PEAD-10)	225_(PEAD-10)	250_(PEAD-10)

Nombre Tubería	Long.	Caudal (//s)	Simulta-neidad Diseño	Dimensionado Gestar desde Balsa Elevada Escenario 1 (Cota 416,25)	Dimensionado Gestar desde Balsa Elevada Escenario 2 (Hm: 423 m)	Tubería Adoptada en el proyecto
T7.TR13	537,62	39	100,0%	225_(PEAD-10)	200_(PEAD-10)	**225_(PEAD-10)**
T7.TR14	303,92	24	100,0%	160_(PEAD-10)	160_(PEAD-10)	**160_(PEAD-10)**
T7.01	193,49	47	100,0%	200_(PEAD-10)	200_(PEAD-10)	**200_(PEAD-10)**
T7.02.TR01	519,38	66	100,0%	355_(PEAD-10)	400_(PEAD-10)	**315_(PEAD-10)**
T7.02.TR02	472,64	29	100,0%	315_(PEAD-10)	280_(PEAD-10)	**250_(PEAD-10)**
T7.03	156,24	25	100,0%	160_(PEAD-10)	160_(PEAD-10)	**160_(PEAD-10)**
T7.05	49,69	53	100,0%	315_(PEAD-10)	250_(PEAD-10)	**250_(PEAD-10)**
T7.07	107,92	15	100,0%	180_(PEAD-10)	140_(PEAD-10)	**140_(PEAD-10)**
TH.10	18,5	18	100,0%	140_(PEAD-12,5)	140_(PEAD-12,5)	**140_(PEAD-12,5)**
TH.22	12,55	18	100,0%	140_(PEAD-12,5)	140_(PEAD-12,5)	**140_(PEAD-12,5)**
TH.24	14,38	15	100,0%	110_(PEAD-12,5)	110_(PEAD-12,5)	**125_(PEAD-12,5)**
TH.30	17,3	18	100,0%	140_(PEAD-12,5)	140_(PEAD-12,5)	**140_(PEAD-12,5)**
TH.43	11,66	15	100,0%	110_(PEAD-12,5)	110_(PEAD-12,5)	**125_(PEAD-12,5)**
TH.51	13,26	18	100,0%	125_(PEAD-10)	125_(PEAD-10)	**140_(PEAD-10)**
TH.53	12,51	15	100,0%	125_(PEAD-10)	125_(PEAD-10)	**125_(PEAD-10)**
TH.55	12,806	24	100,0%	160_(PEAD-10)	160_(PEAD-10)	**160_(PEAD-10)**
TH.59	25,24	15	100,0%	125_(PEAD-10)	125_(PEAD-10)	**125_(PEAD-10)**
TH.60	20,5	18	100,0%	125_(PEAD-10)	125_(PEAD-10)	**140_(PEAD-10)**
TH.64	15,83	15	100,0%	125_(PEAD-10)	125_(PEAD-10)	**125_(PEAD-10)**
TH.65	9,35	18	100,0%	125_(PEAD-10)	125_(PEAD-10)	**140_(PEAD-10)**
TH.74	12,77	32	100,0%	180_(PEAD-10)	180_(PEAD-10)	**200_(PEAD-10)**
TH.75	14,63	15	100,0%	125_(PEAD-10)	110_(PEAD-12,5)	**125_(PEAD-12,5)**
TH.83	6,53	29	100,0%	160_(PEAD-10)	160_(PEAD-10)	**160_(PEAD-10)**
TH.94	15,69	18	100,0%	125_(PEAD-10)	125_(PEAD-10)	**140_(PEAD-10)**
TH.95	27,98	32	100,0%	180_(PEAD-10)	180_(PEAD-10)	**200_(PEAD-10)**

Las celas sombreadas en morado identifican a las tuberías cuyo dimensionado Gestar ha sido diferente entre los dos escenarios simulados, es decir desde balsa o desde bombeo.

Las celdas sombreadas en verde identifican las tuberías cuyo dimensionado adoptado difiere de los resultados obtenidos por el dimensionado Gestar, basándonos en los criterios fijados anteriormente.

2.9. TABLA DE RESULTADOS DEL DIMENSIONADO DE LA RED ADOPTADO

Se resumen en la siguiente tabla los resultados del dimensionado de la configuración de tuberías de la red adoptado en la que aparecen por tramo los siguientes aspectos: Denominación de la tubería en Gestar, longitud, caudal, DN, material y timbraje, velocidad, pérdida de carga y presión en nodo final.

Tramo calculado	Long.	Nudo final	Caudal Diseño Clement	Tubería	Veloc.	Pérdida carga unitaria	Perdidas de carga acumul.	Presión dinámica en hidrante
	(m)		m3/s		(m/s)	(mca)	(mca)	(mca)
T.IMP.TR01	10	NU5	1,300	**1000_(ACH-16)**	**1,65**	0,02	0,02	
T.IMP.TR02	199	NU1	1,146	**1000_(ACH-16)**	**1,45**	0,29	0,31	
T.IMP.TR03	172	H-86	1,140	**1000_(ACH-16)**	**1,45**	0,25	0,56	**74,5**
T.IMP.TR04	194	NU2	1,137	**1000_(ACH-16)**	**1,44**	0,28	0,84	
T.IMP.TR05	68	NU15	0,807	**1000_(ACH-16)**	**1,02**	0,05	0,89	
T.IMP.TR06	512	NU14	0,800	**1000_(ACH-16)**	**1,01**	0,38	1,26	
T.IMP.TR07	318	NU13	0,645	**1000_(ACH-16)**	**0,82**	0,15	1,42	
T.IMP.TR08	352	H-88	0,625	**1000_(ACH-16)**	**0,79**	0,16	1,58	**70,5**
T.IMP.TR09	21	NU12	0,587	**1000_(ACH-16)**	**0,75**	0,01	1,59	
T.IMP.TR10	2384	BALSA	0,558	**1000_(ACH-16)**	**0,71**	0,88	2,47	
T1.TR01	57	H-84	0,030	**160_(PEAD-10)**	**1,92**	1,19	2,61	**73,0**
T1.TR02	384	H-85	0,015	**125_(PEAD-10)**	**1,57**	7,46	10,08	**74,2**
T2	107	H-87	0,018	**140_(PEAD-10)**	**1,51**	1,68	1,99	**72,3**
T3.TR01	144	H-62	0,212	**450 PRFV-10**	**1,28**	0,36	1,63	**71,4**
T3.TR02	26	H-61	0,212	**400 PRFV-10**	**1,63**	0,12	1,74	**69,0**
T3.TR03	43	NU16	0,206	**400 PRFV-10**	**1,58**	0,19	1,93	
T3.TR04	125	NU17	0,199	**400 PRFV-10**	**1,53**	0,50	2,43	
T3.TR05	81	NU19	0,190	**400 PRFV-10**	**1,46**	0,30	2,73	
T3.TR06	417	NU21	0,167	**400_(PEAD-10)**	**1,71**	2,45	5,17	
T3.TR07	120	NU23	0,165	**400_(PEAD-10)**	**1,69**	0,68	5,85	
T3.TR08	724	H-73	0,160	**400_(PEAD-10)**	**1,64**	3,91	9,76	**85,5**
T3.TR09	73	NU24	0,154	**400_(PEAD-10)**	**1,57**	0,36	10,12	
T3.TR10	263	NU25	0,134	**355_(PEAD-12,5)**	**1,86**	2,15	12,28	
T3.TR11	138	H-76	0,132	**355_(PEAD-12,5)**	**1,83**	1,10	13,37	**89,8**
T3.TR12	268	NU26	0,132	**355_(PEAD-12,5)**	**1,83**	2,13	15,50	
T3.TR13	86	NU27	0,083	**280_(PEAD-12,5)**	**1,85**	0,90	16,40	
T3.TR14	496	H-78	0,018	**140_(PEAD-12,5)**	**1,61**	9,11	25,51	**88,8**

Tramo calculado	Long.	Nudo final	Caudal Diseño Clement	Tubería	Veloc.	Pérdida carga unitaria	Perdidas de carga acumul.	Presión dinámica en hidrante
	(m)		m3/s		(m/s)	(mca)	(mca)	(mca)
T3.01	247	H-82	0,015	**140_(PEAD-10)**	**1,25**	2,78	7,95	**77,0**
T3.02.TR01	177	NU18	0,030	**160_(PEAD-10)**	**1,92**	3,68	6,11	
T3.02.TR02	307	H-58	0,015	**125_(PEAD-10)**	**1,57**	5,97	12,08	**79,0**
T3.03	47	H-81	0,015	**125_(PEAD-10)**	**1,57**	0,91	6,76	**91,2**
T3.04.TR01	108	H-63	0,093	**315_(PEAD-10)**	**1,53**	0,67	3,39	**79,3**
T3.04.TR02	12	NU20	0,088	**315_(PEAD-10)**	**1,45**	0,07	3,46	
T3.04.TR03	132	NU22	0,083	**280_(PEAD-10)**	**1,73**	1,18	4,64	
T3.04.TR04	210	H-66	0,075	**250_(PEAD-10)**	**1,98**	2,71	7,35	**73,6**
T3.04.TR05	354	H-68	0,066	**250_(PEAD-10)**	**1,73**	3,58	10,93	**73,3**
T3.04.TR06	15	H-67	0,066	**250_(PEAD-10)**	**1,73**	0,16	11,09	**72,8**
T3.04.TR07	21	H-69	0,066	**250_(PEAD-10)**	**1,73**	0,21	11,30	**73,4**
T3.04.TR08	268	H-70	0,051	**225_(PEAD-10)**	**1,65**	2,83	14,13	**79,9**
T3.04.TR09	545	H-72	0,033	**180_(PEAD-12,5)**	**1,79**	8,99	23,12	**74,7**
T3.04.TR10	8	H-71	0,015	**125_(PEAD-12,5)**	**1,68**	0,19	23,31	**75,2**
T3.05.TR1	56	H-79	0,065	**250_(PEAD-12,5)**	**1,82**	0,65	17,05	**90,8**
T3.05.TR2	340	H-80	0,024	**160_(PEAD-12,5)**	**1,64**	5,54	22,59	**91,0**
T3.06	44	H-77	0,049	**225_(PEAD-12,5)**	**1,70**	0,50	16,00	**86,0**
T5.TR01	257	NU3	0,295	**600 PRFV-10**	**1,09**	0,35	1,19	
T5.TR02	161	H-56	0,278	**600 PRFV-10**	**1,02**	0,20	1,39	**74,4**
T5.TR03	190	NU31	0,278	**600 PRFV-10**	**1,02**	0,23	1,63	
T5.TR04	167	NU32	0,260	**500 PRFV-10**	**1,30**	0,38	2,01	
T5.TR05	469	NU33	0,194	**450 PRFV-10**	**1,17**	0,99	3,00	
T5.TR06	107	H-35	0,172	**450 PRFV-10**	**1,04**	0,18	3,18	**87,0**
T5.TR07	140	NU34	0,168	**450 PRFV-10**	**1,02**	0,23	3,41	
T5.TR08	246	H-31	0,165	**450 PRFV-10**	**0,99**	0,39	3,80	**92,5**
T5.TR09	48	H-33	0,149	**400 PRFV-16**	**1,16**	0,12	3,91	**94,4**
T5.TR10	75	H-32	0,145	**400 PRFV-16**	**1,13**	0,17	4,09	**94,9**
T5.TR11	211	NU35	0,139	**400 PRFV-16**	**1,08**	0,45	4,54	
T5.TR12	155	NU36	0,131	**400 PRFV-16**	**1,02**	0,30	4,83	
T5.TR13	155	H-28	0,124	**400 PRFV-16**	**0,97**	0,27	5,10	**93,5**
T5.TR14	204	NU37	0,124	**400 PRFV-16**	**0,97**	0,35	5,46	
T5.TR15	73	NU38	0,121	**400 PRFV-16**	**0,94**	0,12	5,57	

Tramo calculado	Long.	Nudo final	Caudal Diseño Clement	Tubería	Veloc.	Pérdida carga unitaria	Perdidas de carga acumul.	Presión dinámica en hidrante
	(m)		m3/s		(m/s)	(mca)	(mca)	(mca)
T5.TR16	18	NU39	0,116	**400_(PEAD-12,5)**	**1,27**	0,06	5,64	
T5.TR17	289	H-20	0,110	**400_(PEAD-12,5)**	**1,20**	0,91	6,55	**106,6**
T5.TR18	194	NU40	0,099	**400_(PEAD-12,5)**	**1,08**	0,50	7,05	
T5.TR19	16	NU41	0,098	**400_(PEAD-12,5)**	**1,07**	0,04	7,09	
T5.TR20	72	NU42	0,094	**355_(PEAD-12,5)**	**1,30**	0,30	7,39	
T5.TR21	11	NU43	0,093	**355_(PEAD-12,5)**	**1,29**	0,04	7,44	
T5.TR22	79	NU44	0,091	**355_(PEAD-12,5)**	**1,26**	0,31	7,75	
T5.TR23	74	NU45	0,089	**315_(PEAD-12,5)**	**1,57**	0,49	8,24	
T5.TR24	359	H-11	0,088	**315_(PEAD-12,5)**	**1,55**	2,35	10,60	**91,4**
T5.TR25	337	H-09	0,079	**315_(PEAD-12,5)**	**1,39**	1,80	12,40	**90,5**
T5.TR26	86	NU46	0,071	**315_(PEAD-12,5)**	**1,25**	0,38	12,78	
T5.TR27	125	H-08	0,063	**250_(PEAD-12,5)**	**1,75**	1,35	14,12	**89,7**
T5.TR28	310	H-07	0,060	**250_(PEAD-12,5)**	**1,68**	3,10	17,22	**90,0**
T5.TR29	94	H-06	0,060	**250_(PEAD-12,5)**	**1,68**	0,93	18,15	**91,7**
T5.TR30	130	NU47	0,060	**250_(PEAD-12,5)**	**1,68**	1,30	19,45	
T5.TR31	21	NU48	0,060	**250_(PEAD-12,5)**	**1,68**	0,21	19,66	
T5.TR32	448	NU49	0,045	**200_(PEAD-12,5)**	**1,97**	7,78	27,44	
T5.TR33	310	H-01	0,027	**180_(PEAD-16)**	**1,59**	4,33	31,77	**103,1**
T5.TR34	112	H-02	0,015	**125_(PEAD-16)**	**1,83**	3,14	34,91	**100,6**
T5.01.TR01	158	H-57	0,036	**180_(PEAD-10)**	**1,82**	2,57	3,77	**80,9**
T5.01.TR02	167	H-50	0,018	**140_(PEAD-10)**	**1,51**	2,62	6,39	**79,0**
T5.02.TR01	61	H-90	0,049	**225_(PEAD-10)**	**1,59**	0,60	2,23	**69,4**
T5.02.TR02	19	H-91	0,018	**140_(PEAD-10)**	**1,51**	0,30	2,52	**67,8**
T5.03.TR01	124	H-52	0,116	**355_(PEAD-10)**	**1,51**	0,67	2,67	**71,7**
T5.03.TR02	51	NU51	0,110	**355_(PEAD-10)**	**1,43**	0,24	2,92	
T5.03.TR03	278	H-49	0,101	**315_(PEAD-10)**	**1,67**	2,00	4,91	**74,3**
T5.03.TR04	30	NU52	0,091	**315_(PEAD-10)**	**1,50**	0,18	5,09	
T5.03.TR05	59	H-46	0,074	**250_(PEAD-10)**	**1,94**	0,74	5,83	**75,0**
T5.03.TR06	373	H-44	0,074	**250_(PEAD-10)**	**1,94**	4,66	10,49	**80,2**
T5.03.TR07	18	H-45	0,074	**250_(PEAD-10)**	**1,94**	0,23	10,72	**78,1**
T5.03.TR08	377	NU53	0,045	**200_(PEAD-12,5)**	**1,97**	6,55	17,27	
T5.03.TR09	153	NU54	0,030	**180_(PEAD-12,5)**	**1,62**	2,12	19,39	
T5.03.TR10	29	H-26	0,015	**125_(PEAD-12,5)**	**1,68**	0,66	20,05	**85,3**
T5.03.01.TR01	19	H-48	0,052	**225_(PEAD-10)**	**1,69**	0,20	5,30	**72,9**
T5.03.01.TR02	4	H-47	0,037	**200_(PEAD-10)**	**1,51**	0,05	5,34	**72,7**

Tramo calculado	Long.	Nudo final	Caudal Diseño Clement	Tubería	Veloc.	Pérdida carga unitaria	Perdidas de carga acumul.	Presión dinámica en hidrante
	(m)		m3/s		(m/s)	(mca)	(mca)	(mca)
T5.03.02	87	H-27	0,015	**125_(PEAD-12,5)**	**1,68**	2,00	21,38	**86,7**
T5.04.TR01	58	H-54	0,048	**200_(PEAD-10)**	**1,96**	0,96	3,96	**86,7**
T5.04.TR02	266	H-42	0,030	**160_(PEAD-10)**	**1,92**	5,55	9,51	**73,7**
T5.05	246	H-25	0,015	**125_(PEAD-12,5)**	**1,68**	5,60	10,44	**95,4**
T5.06	20	H-34	0,015	**125_(PEAD-10)**	**1,57**	0,39	3,80	**86,4**
T5.07	210	H-19	0,015	**125_(PEAD-12,5)**	**1,68**	4,80	11,89	**107,0**
T5.08	39	H-29	0,015	**125_(PEAD-12,5)**	**1,68**	0,88	5,71	**93,1**
T5.09	46	H-18	0,012	**110_(PEAD-12,5)**	**1,74**	1,30	8,73	**107,0**
T5.10	273	H-23	0,015	**125_(PEAD-12,5)**	**1,68**	6,23	11,81	**90,6**
T5.11.TR01	134	H-14	0,048	**225_(PEAD-12,5)**	**1,66**	1,48	9,23	**106,2**
T5.11.TR02	210	NU50	0,030	**200_(PEAD-12,5)**	**1,31**	1,74	10,97	
T5.11.TR03	197	H-12	0,018	**140_(PEAD-12,5)**	**1,61**	3,63	14,60	**99,9**
T5.11.02	64	H-13	0,012	**110_(PEAD-12,5)**	**1,74**	1,80	12,77	**100,9**
T5.12	287	H-21	0,018	**140_(PEAD-12,5)**	**1,61**	5,27	11,82	**91,3**
T5.13	95	H-04	0,012	**110_(PEAD-12,5)**	**1,74**	2,69	22,14	**96,1**
T5.14	46	H-17	0,008	**110_(PEAD-12,5)**	**1,16**	0,62	7,67	**104,7**
T5.16	77	H-16	0,012	**110_(PEAD-12,5)**	**1,74**	2,17	9,56	**103,1**
T5.18	34	H-15	0,015	**125_(PEAD-12,5)**	**1,68**	0,77	9,01	**103,6**
T5.20	27	H-05	0,015	**125_(PEAD-12,5)**	**1,68**	0,63	20,29	**91,1**
T5.22	26	H-03	0,018	**140_(PEAD-12,5)**	**1,61**	0,47	27,91	**86,8**

Tramo calculado	Long.	Nudo final	Caudal Diseño Clement	Tubería	Veloc.	Pérdida carga unitaria	Perdidas de carga acumul.	Presión dinámica en hidrante
	(m)		m3/s		(m/s)	(mca)	(mca)	(mca)
TH.10	19	H-10	0,018	**140_(PEAD-12,5)**	**1,61**	0,34	13,12	**91,2**
TH.22	13	H-22	0,018	**140_(PEAD-12,5)**	**1,61**	0,23	5,87	**104,0**
TH.24	14	H-24	0,015	**125_(PEAD-12,5)**	**1,68**	0,33	5,78	**102,0**
TH.30	17	H-30	0,018	**140_(PEAD-12,5)**	**1,61**	0,32	4,85	**96,7**
TH.43	12	H-43	0,015	**125_(PEAD-12,5)**	**1,68**	0,27	17,53	**85,2**
TH.51	13	H-51	0,018	**140_(PEAD-10)**	**1,51**	0,21	3,13	**73,5**
TH.53	13	H-53	0,015	**125_(PEAD-10)**	**1,57**	0,24	2,25	**67,9**
T7.TR01	147	NU4	0,283	**600 PRFV-10**	**1,04**	0,19	0,21	
T7.TR02	367	H-92	0,283	**600 PRFV-10**	**1,04**	0,47	0,67	**68,8**
T7.TR03	17	H-93	0,259	**500 PRFV-10**	**1,29**	0,04	0,71	**69,9**
T7.TR04	407	NU6	0,254	**500 PRFV-10**	**1,27**	0,90	1,61	
T7.TR05	158	NU7	0,237	**500 PRFV-10**	**1,18**	0,31	1,92	
T7.TR06	228	H-97	0,225	**450 PRFV-10**	**1,36**	0,63	2,55	**65,2**
T7.TR07	105	NU8	0,220	**450 PRFV-10**	**1,33**	0,28	2,83	
T7.TR08	143	NU9	0,187	**400 PRFV-10**	**1,44**	0,51	3,34	
T7.TR09	528	H-40	0,150	**355_(PEAD-10)**	**1,95**	4,51	7,85	**67,6**
T7.TR10	18	NU10	0,139	**355_(PEAD-10)**	**1,81**	0,14	7,98	
T7.TR11	487	H-39	0,128	**355_(PEAD-10)**	**1,67**	3,12	11,10	**67,9**
T7.TR12	225	H-38	0,057	**250_(PEAD-10)**	**1,49**	1,75	12,85	**65,0**
T7.TR13	538	NU11	0,039	**225_(PEAD-10)**	**1,26**	3,48	16,33	
T7.TR14	304	H-36	0,024	**160_(PEAD-10)**	**1,54**	4,22	20,55	**63,5**
T7.01	193	H-89	0,047	**200_(PEAD-10)**	**1,92**	3,09	3,30	**68,1**
T7.02.TR01	519	H-99	0,066	**315_(PEAD-10)**	**1,09**	1,72	4,55	**40,7**
T7.02.TR02	473	H-98	0,029	**250_(PEAD-10)**	**0,76**	1,07	5,62	**47,6**
T7.03	156	H-96	0,025	**160_(PEAD-10)**	**1,60**	2,34	4,25	**64,5**
T7.05	50	H-41	0,053	**250_(PEAD-10)**	**1,39**	0,34	3,68	**66,7**
T7.07	108	H-37	0,015	**140_(PEAD-10)**	**1,25**	1,22	17,55	**75,7**

Tramo calculado	Long.	Nudo final	Caudal Diseño Clement	Tubería	Veloc.	Pérdida carga unitaria	Perdidas de carga acumul.	Presión dinámica en hidrante
	(m)		m3/s		(m/s)	(mca)	(mca)	(mca)
TH.55	13	H-55	0,024	**160_(PEAD-10)**	**1,54**	0,18	1,07	**72,9**
TH.59	25	H-59	0,015	**125_(PEAD-10)**	**1,57**	0,49	6,60	**70,1**
TH.60	21	H-60	0,018	**140_(PEAD-10)**	**1,51**	0,32	2,25	**70,5**
TH.64	16	H-64	0,015	**125_(PEAD-10)**	**1,57**	0,31	3,77	**77,5**
TH.65	9	H-65	0,018	**140_(PEAD-10)**	**1,51**	0,15	4,79	**73,0**
TH.74	13	H-74	0,032	**200_(PEAD-10)**	**1,31**	0,10	10,23	**85,5**
TH.75	15	H-75	0,015	**125_(PEAD-12,5)**	**1,68**	0,33	12,61	**90,0**
TH.83	7	H-83	0,029	**160_(PEAD-10)**	**1,86**	0,13	1,72	**70,2**
TH.94	16	H-94	0,018	**140_(PEAD-10)**	**1,51**	0,25	8,23	**65,7**
TH.95	28	H-95	0,032	**200_(PEAD-10)**	**1,31**	0,22	1,83	**66,0**

Las celdas sombreadas en naranja se corresponden con los hidrantes cuya presión dinamina obtenida en el dimensionado es inferior a la de consigna.

En el apartado dedicado al análisis y resultados de las presiones en hidrante se analizan en detalle estos hidrantes críticos determinando la superficie afectada por las bajas presiones, la justificación del dimensionado adoptado.

2.10. CUADRO RESUMEN DE TUBERÍAS

RED DE TUBERÍAS DE DISTRIBUCIÓN (PEAD Y PRFV):

	DN	TIMBRAJE			TOTAL
		PN 10	PN 12,5	PN 16	
TUBERIAS DE PEAD PE100	110		327,4		**327,4**
	125	825,7	967,1	112,0	**1.904,8**
	140	707,1	1.067,2		**1.774,3**
	160	974,9	340,2		**1.315,1**
	180	157,6	698,3	310,0	**1.165,9**
	200	294,1	1.035,2		**1.329,3**
	225	885,9	177,3		**1.063,2**
	250	1.797,9	735,7		**2.533,6**
	280	132,4	86,2		**218,6**
	315	950,7	854,8		**1.805,5**
	355	1.207,9	830,1		**2.038,0**
	400	1.328,3	520,3		**1.848,6**
TOTAL TUBERIA PEAD PE100		**9.262,5**	**7.639,8**	**422,0**	**17.324,3**

	DN	TIMBRAJE			TOTAL
		PN 10	PN 12,5	PN 16	
TUBERÍAS DE PRFV SN1000	400	416,3		919,9	1.336,2
	450	1.445,1			1.445,1
	500	750,3			750,3
	600	1.120,8			1.120,8
TOTAL TUBERIA PRFV SN10000		**3.732,5**		**919,9**	**4.652,4**

TOTAL TUBERÍAS RED DISTRIBUCIÓN	**12.995,0**	**7.639,8**	**1.341,9**	**21.976,7**

TUBERÍA DE IMPULSIÓN (ACERO HELICOSOLADO):

	DN	TIMBRAJE			TOTAL
		PN 10	PN 12,5	PN 16	
TUBERIA DE ACH	1016			4.220,4	4.220,4

2.11. TABLA RESUMEN DE PRESIONES EN HIDRANTE

Realizado el dimensionado optimo hidráulico de las redes de riego para los dos escenarios contemplados obtenemos las siguientes presiones a la entrada de hidrante:

Nº Hidrante	Sup. catastral cultivo	Dotación Hidrante	Tamaño Hidrante	Cota Hidrante	Presión de Consigna	Presión desde Balsa Elevada	Presión desde Bombeo
	(ha)	(l/s)	(")	(m)	(m)	(m)	(m)
H-01	1,7592	12	3"	288,1	37,6	**95,0**	**103,1**
H-02	3,1668	15	4"	287,5	45,4	**92,5**	**100,6**
H-03	6,4458	18	4"	308,3	42,3	**78,7**	**86,8**
H-04	1,7635	12	3"	304,8	39,1	**88,0**	**96,1**
H-05	4,2031	15	4"	311,6	51,0	**83,0**	**91,1**
H-06	4,4074	15	4"	313,1	49,4	**83,7**	**91,7**
H-07	5,5114	15	4"	315,8	39,1	**81,9**	**90,0**
H-08	5,6237	15	4"	319,2	43,0	**81,6**	**89,7**
H-09	5,4750	18	4"	320,1	42,0	**82,4**	**90,5**
H-10	6,3889	18	4"	318,7	38,4	**83,1**	**91,2**
H-11	7,2811	18	4"	321,0	36,7	**83,3**	**91,4**
H-12	6,2904	18	4"	308,5	48,5	**91,8**	**99,9**
H-13	2,8112	12	3"	309,3	40,9	**92,8**	**100,9**
H-14	6,9665	18	4"	307,6	41,9	**98,1**	**106,2**
H-15	0,8491	15	4"	310,4	41,4	**95,5**	**103,6**
H-16	1,0128	12	3"	310,3	40,9	**95,0**	**103,1**
H-17	0,6362	8	3"	310,6	40,1	**96,6**	**104,7**
H-18	2,4592	12	3"	307,3	38,6	**98,9**	**107,0**
H-19	4,0252	15	4"	304,1	43,2	**98,9**	**107,0**
H-20	5,5814	15	4"	309,9	45,2	**98,4**	**106,6**
H-21	5,6993	18	4"	319,9	45,0	**83,2**	**91,3**
H-22	6,2941	18	4"	313,1	38,8	**95,9**	**104,0**
H-23	4,4346	15	4"	320,6	38,6	**82,5**	**90,6**
H-24	2,9099	15	4"	315,2	40,7	**93,9**	**102,0**
H-25	3,3477	15	4"	317,2	47,0	**87,2**	**95,4**
H-26	3,8500	15	4"	317,7	43,7	**77,1**	**85,3**
H-27	1,7234	15	4"	314,9	40,8	**78,6**	**86,7**
H-28	5,8231	18	4"	324,4	40,5	**85,4**	**93,5**
H-29	5,7171	15	4"	324,2	37,7	**85,0**	**93,1**
H-30	8,6529	18	4"	321,4	47,7	**88,6**	**96,7**
H-31	15,7421	30	6"	326,7	46,5	**84,4**	**92,5**
H-32	6,7268	18	4"	324,0	40,0	**86,8**	**94,9**
H-33	5,3822	15	4"	324,7	42,9	**86,3**	**94,4**
H-34	4,0700	15	4"	332,8	43,1	**78,3**	**86,4**
H-35	3,1663	15	4"	332,8	48,4	**78,9**	**87,0**

Nº Hidrante	Sup. catastral cultivo	Dotación Hidrante	Tamaño Hidrante	Cota Hidrante	Presión de Consigna	Presión desde Balsa Elevada	Presión desde Bombeo
	(ha)	(l/s)	(")	(m)	(m)	(m)	(m)
H-36	13,4618	24	4"	339,0	44,6	54,7	63,5
H-37	3,8796	15	4"	329,8	64,2	66,9	75,7
H-38	7,3566	18	4"	345,2	40,1	56,2	65,0
H-39	39,0974	71	8"	344,0	41,2	59,1	67,9
H-40	10,4063	20	4"	347,6	43,2	58,7	67,6
H-41	27,3503	53	6"	352,6	65,9	57,7	66,7
H-42	14,3423	30	6"	339,8	46,3	65,6	73,7
H-43	3,9815	15	4"	320,3	45,3	77,1	85,2
H-44	6,5480	18	4"	332,3	51,8	72,1	80,2
H-45	13,4639	29	6"	334,2	48,8	70,0	78,1
H-46	4,6319	15	4"	342,2	37,3	66,9	75,0
H-47	8,7758	37	6"	345,0	36,5	64,5	72,7
H-48	3,3241	15	4"	344,8	38,0	64,8	72,9
H-49	6,3814	30	6"	343,8	38,6	66,2	74,3
H-50	9,1860	18	4"	337,6	48,6	70,9	79,0
H-51	8,5442	18	4"	346,4	44,0	65,4	73,5
H-52	6,2216	18	4"	348,6	41,7	63,6	71,7
H-53	5,3067	15	4"	352,8	38,9	59,8	67,9
H-54	8,1469	18	4"	332,3	58,5	78,6	86,7
H-55	8,1218	24	4"	349,0	42,8	65,1	72,9
H-56	6,9972	18	4"	347,2	36,4	66,3	74,4
H-57	7,1322	18	4"	338,3	45,5	72,8	80,9
H-58	5,6367	15	4"	331,9	40,7	71,6	79,0
H-59	5,2206	15	4"	346,3	39,8	62,6	70,1
H-60	7,6399	18	4"	350,3	38,7	63,0	70,5
H-61	7,5036	18	4"	352,3	39,0	61,5	69,0
H-62	3,0144	15	4"	350,0	38,1	63,9	71,4
H-63	3,4898	15	4"	340,3	51,0	71,9	79,3
H-64	3,6702	15	4"	341,7	48,1	70,1	77,5
H-65	5,6862	18	4"	345,2	40,8	65,6	73,0
H-66	8,2163	18	4"	342,0	46,0	66,2	73,6
H-67	5,7449	18	4"	339,1	39,6	65,4	72,8
H-68	3,8917	15	4"	338,8	42,0	65,8	73,3
H-69	5,3636	15	4"	338,3	38,1	65,9	73,4
H-70	8,3647	18	4"	329,0	47,3	72,4	79,9
H-71	3,3035	15	4"	324,5	37,2	67,7	75,2
H-72	6,8025	18	4"	325,2	43,2	67,2	74,7
H-73	6,6094	18	4"	327,7	44,8	78,3	85,5
H-74	16,4832	32	6"	327,3	44,8	78,2	85,5
H-75	3,1187	15	4"	320,4	40,1	82,8	90,0

Nº Hidrante	Sup. catastral cultivo	Dotación Hidrante	Tamaño Hidrante	Cota Hidrante	Presión de Consigna	Presión desde Balsa Elevada	Presión desde Bombeo
	(ha)	(l/s)	(")	(m)	(m)	(m)	(m)
H-76	3,6838	15	4"	319,8	50,9	**82,6**	**89,8**
H-77	26,2394	49	6"	321,0	52,3	**78,9**	**86,0**
H-78	7,0552	18	4"	308,7	55,8	**81,7**	**88,8**
H-79	22,2241	41	6"	315,2	43,0	**83,6**	**90,8**
H-80	11,0871	24	4"	309,4	46,6	**83,9**	**91,0**
H-81	5,2490	15	4"	325,0	60,1	**83,9**	**91,2**
H-82	1,8581	15	4"	338,0	66,8	**69,7**	**77,0**
H-83	13,0706	29	6"	351,1	48,5	**62,8**	**70,2**
H-84	4,6614	15	4"	347,4	52,3	**65,9**	**73,0**
H-85	4,7757	15	4"	338,7	50,7	**67,1**	**74,2**
H-86	4,2335	18	4"	347,9	43,9	**66,1**	**74,5**
H-87	8,0704	18	4"	348,7	45,0	**63,6**	**72,3**
H-88	16,9962	33	6"	350,9	54,1	**63,8**	**70,5**
H-89	13,7846	47	6"	351,6	48,0	**59,1**	**68,1**
H-90	13,6257	31	6"	351,4	44,9	**61,2**	**69,4**
H-91	7,1057	18	4"	352,7	45,0	**59,6**	**67,8**
H-92	22,4519	42	6"	353,5	54,6	**59,8**	**68,8**
H-93	5,7823	15	4"	352,4	41,1	**60,9**	**69,9**
H-94	7,8276	38	6"	349,1	48,5	**56,8**	**65,7**
H-95	16,8294	32	6"	355,2	59,7	**57,0**	**66,0**
H-96	14,4813	25	6"	354,2	48,0	**55,5**	**64,5**
H-97	5,4758	15	4"	355,3	55,6	**56,1**	**65,2**
H-98	14,9830	29	6"	369,8	48,8	**38,6**	**47,6**
H-99	15,1433	37	6"	377,7	36,7	**31,7**	**40,7**
Total	**765,3099**				44,9	**73,8**	**81,8**

Se identifican en rojo las presiones donde se han obtenido unas presiones dinámicas inferiores a las de consigna en ambos escenarios.

Se analizan en el siguiente apartado las superficies que se verían afectadas en estos hidrantes por bajas presiones.

2.12. HIDRANTES CON PRESIONES INFERIORES A LAS DE CONSIGNA

En el siguiente apartado identificamos y estudiamos en mayor profundidad aquellos hidrantes en los que se ha obtenido una presión inferior a la de consigna para los dos escenarios calculados.

	Superficie hidrante (ha)	Cota máxima	Presión de Consigna	Presión desde Balsa	Presión desde Bombeo	Superficie con presión inferior a la de consigna desde Balsa	Superficie con presión inferior a la de consigna desde el Bombeo
H-41	**29,3124**	375,4	**65,9**	**57,7**	**66,7**	0,15	0,00
H-95	**17,4104**	374,9	**59,7**	**57,0**	**66,0**	0,10	0,00
H-98	**15,7746**	380,0	**48,8**	**38,6**	**47,6**	1,60	0,25
H-99	**15,4527**	378,0	**36,7**	**31,7**	**40,7**	1,30	0,00
TOTAL						**3,15**	**0,25**

La superficie total que tendrá una presión en aspersor inferior a 2,5 kg en la simulación realizada con los caudales de diseño de la red de Clement y bajo el escenario de suministro de agua por presión natural desde balsa teniendo en cuenta todas las pérdidas de carga que se producirán en parcela e hidrante será de 3,15 ha repartidas en 4 hidrantes lo que representa un 0,4% de la superficie. Durante las horas en las que se este elevando agua a la balsa elevada a través del bombeo solar la presión incrementará en la red unos 9 m.c.a. lo que supondrá que tan solo una superficie de 0,25 ha en el hidrante H-98 tendrá una presión mínima inferior a la fijada como mínima admisible.

2.13. CALCULO HIDRÁULICO DE LA RED TERCIARIA Y TOMAS DE RIEGO

El objetivo de este punto es la definición, diseño cálculo y dimensionado de la valvulería de regulación y medición de caudales para cada una de las fincas o parcelas integrantes en los hidrantes compartidos o agrupaciones de propietarios que comparten un mismo hidrante y a las que denominaremos tomas en parcela, si bien toda la valvulería necesaria para la regulación y medición de caudales se dispondrá en el interior de la caseta del hidrante.

Desde cada una de las tomas que conforman el hidrante comparto se instalarán las correspondientes tuberías individuales, que serán de PEAD PN8, y que serán las encargadas de conectar la toma con la parcela concreta a la que abastecerá, donde únicamente se dejará la tubería en superficie con un tapón final o brida ciega. A esta red de tuberías que van desde el hidrante hasta cada parcela de los hidrantes de agrupación se le denominará red terciaria.

Cada una de las tomas diseñadas contará con válvula de corte de compuerta o de bola en función del diámetro, válvula con limitador de caudal y presión y caudalímetro.

2.13.1. DESCRIPCIÓN Y CRITERIOS DIMENSIONADO DE LAS TOMAS DE RIEGO

El objetivo de este punto es la definición, diseño y dimensionado de las tomas de riego, garantizando la disposición de tomas individuales dotadas de contador de caudal independiente en hidrante para cada uno de los propietarios integrantes de cada hidrante de agrupación o compartido.

- **Valvulería de las tomas de riego:**

Se dispondrá de una toma de riego compuesta por una válvula de corte, electroválvula con limitador de caudal y presión y contador woltman, para cada uno de los propietarios que conforman el hidrante compartido o de agrupación. Toda la valvulería correspondiente a cada una de las denominadas tomas de riego irán alojadas en la caseta del hidrante.

- **Identificación y nomenclatura de las tomas de riego:**

Las tomas en parcela se identificarán con el número de identificación asignado por la propia comunidad de regantes Nuestra Señora de la Alegría a cada uno de los regantes que integran dicha comunidad con el objeto de facilitar su identificación y gestión futura de datos.

- **Cálculo de la dotación de las tomas de riego:**

La dotación de caudal de cada una de las tomas que integran el hidrante compartido se establece en función del tipo de riego previsto en la parcela (goteo o aspersión), de la superficie de la toma, y de los caudales necesarios para las instalaciones tipo, que de acuerdo con lo indicado en el apartado 3,6 será de 18,5 l/s y ha en el caso de parcelas pequeñas de riego por aspersión y de 4 l/s y ha en el caso de parcelas de riego por goteo.

- Dotación toma riego aspersión = Superficie de la Toma (ha) x 18 l/s·ha
- Dotación toma riego por goteo = Superficie de la Toma (ha) x 4 l/s·ha

Se establece una dotación mínima en riego por goteo de 2 l/s, de forma que en todas aquellas tomas donde el caudal teórico calculado por la formula anterior sea inferior a 2 l/s se les asignará dicha dotación mínima.

En el caso de las tomas para riego por aspersión no se aplica ninguna dotación mínima asignándose la que se obtenga del cálculo de la formula anterior.

- **Tipo de riego (por turnos o a la demanda)**

En función del número de tomas que tiene el hidrante, las dotaciones de las tomas, la dotación del hidrante se determina si se requerirá la distribución del riego por turnos dentro del hidrante (en el caso de hidrantes compartidos para el riego por aspersión) o podrá realizarse un riego a la demanda (en el caso de tomas para riego por goteo con baja dotación donde el caudal asignado al hidrante permitirá el riego simultaneo de hasta un 75 % de las tomas).

- **Dimensionado de tomas:**

A partir de las dotaciones calculadas se dimensionarán la valvulería a instalar en función de los caudales máximos indicados en la siguiente tabla. El tamaño mínimo de la válvula será de 2”.

En la siguiente tabla se muestran los caudales máximos fijados para cada toma el número de tomas a instalar:

Tamaño (")	Caudal máximo (l/s)	Nº de Tomas
2"	6	83
3"	15	92
4"	28	1
TOTAL		**176**

2.13.2. DESCRIPCIÓN Y CRITERIOS DIMENSIONADO DE LAS TUBERÍAS TERCIARIAS

La red de tuberías terciaria se ha calculado de forma que se garanticen en todos los casos los parámetros óptimos de funcionamiento en cuanto a velocidad, estableciéndose una velocidad máxima de 1,8 m/s.

- **Materiales, diámetros y timbrajes:**

El material utilizado en el diseño de la red de tuberías en parcela será el PEAD, estableciéndose un diámetro mínimo de 50 mm. El timbraje en todas las tuberías proyectadas en la red en parcela se establece en 8 Atm.

- **Criterios hidráulicos:**

Tipo de líquido: ..... agua limpia a una temperatura de 15º.

Viscosidad cinemática del agua a 15º ..... 1,14 x 10^{-6} m^2/s.

Velocidades:

Velocidad máxima: ..... 1,8 m/s.

Velocidad mínima: ..... 0,5 m/s.

Fórmula de cálculo de pérdidas de carga:..... Prandtl-Colebrook.

Rugosidad del PEAD (ka) ..... 0,001 mm.

- **Formulación:**

Las tuberías se han calculado a partir de los caudales de diseño obtenidos a través de la formulación de Clement mediante la fórmula de Darcy-Weisbach de expresión:

$$H_f = f * \frac{L}{D} * \frac{V^2}{2 * g}$$

donde:

Hf = Pérdida de carga en mca.

f = Factor de fricción (adimensional).

L = Longitud del tramo en m.

D = Diámetro interior de la tubería en m.

V = Velocidad de la tubería en m/sg.

g = Aceleración de la gravedad 9,8 m/s^2.

El factor de fricción se ha calculado por la fórmula de White Colebrook, de expresión:

$$\frac{1}{\sqrt{f}} = -2\log\left(\frac{2{,}51}{\mathrm{Re}\sqrt{f}} + \frac{Ka}{3{,}71D}\right)$$

donde:

Re = Nº de Reynolds.

Ka = Coeficiente de rugosidad absoluta.

En base a los parámetros y criterios hidráulicos establecidos se obtiene que las tuberías a instalar en función de la superficie y caudal máximo seguirán la siguiente relación. Se indican también los resultados del calculo

Tubería	Caudal máximo (l/s)	Longitud (m)
PEAD 50 PN8	2,7	**4.537**
PEAD 63 PN8	4,3	**756**
PEAD 75 PN8	6,2	**455**
PEAD 90 PN8	8,9	**0**
PEAD 110 PN8	14,0	**0**
PEAD 125 PN8	18,1	**7.982**
PEAD 140 PN8	22,7	**0**
PEAD 160 PN8	29,6	**436**
PEAD 200 PN8	37,5	**198**
TOTAL		**14.364**

2.13.3. TABLA DE CALCULO DE LAS TOMAS Y RED TERCIARIA

En la siguiente tabla se identifican todas las tomas y tuberías terciarias que será necesario instalar indicando las superficies, dotaciones asignadas, dimensionado de las electroválvulas y tuberías a instalar así como el cálculo de velocidades y perdidas de carga originadas.

Se calculan también las tuberías en aquellos hidrantes donde aun siendo individuales se requerirá de la instalación de tubería terciaria. Se trata de hidrantes donde su emplazamiento no coincide con el punto de suministro de agua a la explotación por criterios de accesibilidad. Se trata de fincas con riego instalado donde se asegura el suministro de caudal en su cabezal pero que por cuestiones de accesibilidad al hidrante se ha optado por su emplazamiento junto a un camino y la instalación de tubería terciaria hasta el cabezal. En estos casos se dimensiona la tubería terciaria pero no se le instalará toma.

Hidrante	Nº Toma	DIMENSIONADO TOMAS			DIMENSIONADO TUBERÍA TERCIARIA			
		Dotación Toma (l/s)	Tamaño Toma	Turnos o demanda	Long Tub. 3ª	DN Tubería	Vel. (m/s)	Perdida carga
H-01	22	2	2"	Demanda	**185**	PEAD 50 PN8	1,32	0,64
H-01	40	2	2"	Demanda	**105**	PEAD 50 PN8	1,32	0,36
H-01	44	3	2"	Demanda	**98**	PEAD 63 PN8	1,24	0,94
H-01	152	2	2"	Demanda	**5**	PEAD 50 PN8	1,32	0,07
H-01	337	2	2"	Demanda	**142**	PEAD 50 PN8	1,32	1,96
H-01	457	2	2"	Demanda	**135**	PEAD 50 PN8	1,32	1,86
H-01	458	2	2"	Demanda	**88**	PEAD 50 PN8	1,32	1,21
H-03	181	15	3"	Turnos	**59**	PEAD 125 PN8	1,57	0,35
H-03	57c	15	3"	Turnos	**345**	PEAD 125 PN8	1,57	0,86
H-05	291	15	3"	Turnos	**16**	PEAD 125 PN8	1,57	0,07
H-05	356	6	2"	Demanda	**105**	PEAD 75 PN8	1,75	1,58
H-05	290a	15	3"	Turnos	**5**	PEAD 125 PN8	1,57	0,02
H-06	126	2	2"	Demanda	**196**	PEAD 50 PN8	1,32	2,70
H-06	158d	2	2"	Demanda	**54**	PEAD 50 PN8	1,32	0,19
H-06	1a	15	3"	Turnos	**5**	PEAD 125 PN8	1,57	0,03
H-06	1b	5	2"	Demanda	**22**	PEAD 75 PN8	1,46	0,23
H-07	91	15	Hid. Indiv.	Demanda	**10**	PEAD 125 PN8	1,57	0,07
H-08	102	15	Hid. Indiv.	Demanda	**30**	PEAD 125 PN8	1,57	0,21
H-09	276	15	3"	Turnos	**5**	PEAD 125 PN8	1,57	0,03
H-09	364	15	3"	Turnos	**25**	PEAD 125 PN8	1,57	0,11
H-09	449	15	3"	Turnos	**5**	PEAD 125 PN8	1,57	0,03
H-10	310	15	3"	Turnos	**13**	PEAD 125 PN8	1,57	0,04
H-10	316	15	3"	Turnos	**61**	PEAD 125 PN8	1,57	0,37
H-10	352	15	3"	Turnos	**5**	PEAD 125 PN8	1,57	0,02
H-11	70	15	3"	Turnos	**197**	PEAD 125 PN8	1,57	1,18
H-11	395	15	3"	Turnos	**37**	PEAD 125 PN8	1,57	0,19
H-11	290b	15	3"	Turnos	**41**	PEAD 125 PN8	1,57	0,18
H-12	431	15	3"	Turnos	**22**	PEAD 125 PN8	1,57	0,07
H-12	350c	15	3"	Turnos	**15**	PEAD 125 PN8	1,57	0,10
H-12	68b	15	3"	Turnos	**5**	PEAD 125 PN8	1,57	0,03
H-13	113	2	2"	Demanda	**213**	PEAD 50 PN8	1,32	0,73
H-13	192	2	2"	Demanda	**45**	PEAD 50 PN8	1,32	0,16
H-13	231	2	2"	Demanda	**91**	PEAD 50 PN8	1,32	0,31
H-13	238	2	2"	Demanda	**86**	PEAD 50 PN8	1,32	1,19
H-13	241	2	2"	Demanda	**5**	PEAD 50 PN8	1,32	0,02
H-13	261	2	2"	Demanda	**5**	PEAD 50 PN8	1,32	0,07
H-13	272	5	2"	Demanda	**123**	PEAD 75 PN8	1,46	1,31
H-13	295	2	2"	Demanda	**55**	PEAD 50 PN8	1,32	0,19
H-13	344	2	2"	Demanda	**92**	PEAD 50 PN8	1,32	1,27
H-14	198	15	3"	Turnos	**17**	PEAD 125 PN8	1,57	0,04

Hidrante	Nº Toma	DIMENSIONADO TOMAS			DIMENSIONADO TUBERÍA TERCIARIA			
		Dotación Toma (l/s)	Tamaño Toma	Turnos o demanda	Long Tub. 3ª	DN Tubería	Vel. (m/s)	Perdida carga
H-14	199	15	3"	Turnos	**42**	PEAD 125 PN8	1,57	0,10
H-14	249	15	3"	Turnos	**5**	PEAD 125 PN8	1,57	0,03
H-14	436	15	3"	Turnos	**123**	PEAD 125 PN8	1,57	0,38
H-14	362c	15	3"	Turnos	**36**	PEAD 125 PN8	1,57	0,22
H-14	419	15	3"	Turnos	**161**	PEAD 125 PN8	1,57	0,60
H-15	93(120)	2	2"	Demanda	**65**	PEAD 50 PN8	1,32	0,22
H-15	93(121)	2	2"	Demanda	**19**	PEAD 50 PN8	1,32	0,07
H-15	93(122)	2	2"	Demanda	**5**	PEAD 50 PN8	1,32	0,02
H-15	93(123)	2	2"	Demanda	**14**	PEAD 50 PN8	1,32	0,05
H-15	93(125)	2	2"	Demanda	**45**	PEAD 50 PN8	1,32	0,16
H-15	93(127)	2	2"	Demanda	**20**	PEAD 50 PN8	1,32	0,07
H-15	93(128)	2	2"	Demanda	**19**	PEAD 50 PN8	1,32	0,07
H-15	93(130)	2	2"	Demanda	**48**	PEAD 50 PN8	1,32	0,17
H-16	93(124)	2	2"	Demanda	**85**	PEAD 50 PN8	1,32	0,29
H-16	93(126)	2	2"	Demanda	**31**	PEAD 50 PN8	1,32	0,11
H-16	93(129)	2	2"	Demanda	**10**	PEAD 50 PN8	1,32	0,03
H-16	93(131)	2	2"	Demanda	**10**	PEAD 50 PN8	1,32	0,03
H-16	93(132)	2	2"	Demanda	**43**	PEAD 50 PN8	1,32	0,15
H-16	93(133)	2	2"	Demanda	**10**	PEAD 50 PN8	1,32	0,03
H-16	93(134)	2	2"	Demanda	**5**	PEAD 50 PN8	1,32	0,02
H-16	93(135)	2	2"	Demanda	**60**	PEAD 50 PN8	1,32	0,21
H-16	93(136)	2	2"	Demanda	**98**	PEAD 50 PN8	1,32	0,34
H-17	93(137)	2	2"	Demanda	**121**	PEAD 50 PN8	1,32	0,42
H-17	93(138)	2	2"	Demanda	**21**	PEAD 50 PN8	1,32	0,07
H-17	93(139)	2	2"	Demanda	**36**	PEAD 50 PN8	1,32	0,12
H-17	93(23)	2	2"	Demanda	**91**	PEAD 50 PN8	1,32	0,31
H-17	93(77)	2	2"	Demanda	**57**	PEAD 50 PN8	1,32	0,79
H-18	97	2	2"	Demanda	**10**	PEAD 50 PN8	1,32	0,14
H-18	109	2	2"	Demanda	**49**	PEAD 50 PN8	1,32	0,17
H-18	151	2	2"	Demanda	**91**	PEAD 50 PN8	1,32	0,31
H-18	204	2	2"	Demanda	**80**	PEAD 50 PN8	1,32	1,10
H-18	252	2	2"	Demanda	**15**	PEAD 50 PN8	1,32	0,05
H-18	392	4	2"	Demanda	**5**	PEAD 63 PN8	1,66	0,08
H-18	411	2	2"	Demanda	**48**	PEAD 50 PN8	1,32	0,66
H-19	52	15	3"	Turnos	**51**	PEAD 125 PN8	1,57	0,19
H-19	400	15	3"	Turnos	**5**	PEAD 125 PN8	1,57	0,02
H-20	321	15	3"	Turnos	**13**	PEAD 125 PN8	1,57	0,09
H-20	224b	15	3"	Turnos	**5**	PEAD 125 PN8	1,57	0,02
H-21	115	15	3"	Turnos	**5**	PEAD 125 PN8	1,57	0,02
H-21	369	15	3"	Turnos	**5**	PEAD 125 PN8	1,57	0,03

Hidrante	Nº Toma	DIMENSIONADO TOMAS			DIMENSIONADO TUBERÍA TERCIARIA			
		Dotación Toma (l/s)	Tamaño Toma	Turnos o demanda	Long Tub. 3ª	DN Tubería	Vel. (m/s)	Perdida carga
H-21	307b	15	3"	Turnos	**157**	PEAD 125 PN8	1,57	0,69
H-21	350b	15	3"	Turnos	**14**	PEAD 125 PN8	1,57	0,03
H-22	118	15	3"	Turnos	**86**	PEAD 125 PN8	1,57	0,44
H-22	302b	15	3"	Turnos	**10**	PEAD 125 PN8	1,57	0,07
H-23	98	15	3"	Turnos	**5**	PEAD 125 PN8	1,57	0,02
H-23	166	4	2"	Demanda	**101**	PEAD 63 PN8	1,66	1,66
H-23	262	2	2"	Demanda	**5**	PEAD 50 PN8	1,32	0,07
H-23	383	2	2"	Demanda	**78**	PEAD 50 PN8	1,32	1,08
H-23	397	2	2"	Demanda	**161**	PEAD 50 PN8	1,32	2,22
H-23	307a	15	3"	Turnos	**153**	PEAD 125 PN8	1,57	0,57
H-24	73	15	3"	Turnos	**318**	PEAD 125 PN8	1,57	0,97
H-24	454	15	3"	Turnos	**15**	PEAD 125 PN8	1,57	0,02
H-24	442	5	2"	Demanda	**5**	PEAD 75 PN8	1,46	0,05
H-25	19	2	2"	Demanda	**29**	PEAD 50 PN8	1,32	0,40
H-25	137	4	2"	Demanda	**120**	PEAD 63 PN8	1,66	1,98
H-25	258	2	Hid. Indiv.	Demanda		PEAD 50 PN8	1,32	0,00
H-25	332	15	3"	Turnos	**101**	PEAD 125 PN8	1,57	0,61
H-25	298	2	2"	Demanda	**96**	PEAD 50 PN8	1,32	0,33
H-25	340	2	2"	Demanda	**97**	PEAD 50 PN8	1,32	1,34
H-25	423	2	2"	Demanda	**48**	PEAD 50 PN8	1,32	0,66
H-25	424	2	2"	Demanda	**30**	PEAD 50 PN8	1,32	0,41
H-26	330	15	3"	Turnos	**128**	PEAD 125 PN8	1,57	0,56
H-26	120b	15	3"	Turnos	**52**	PEAD 125 PN8	1,57	0,27
H-27	75	2	2"	Demanda	**60**	PEAD 50 PN8	1,32	0,21
H-27	111	2	2"	Demanda	**5**	PEAD 50 PN8	1,32	0,02
H-27	154	15	3"	Turnos	**61**	PEAD 125 PN8	1,57	0,12
H-27	206	2	2"	Demanda	**33**	PEAD 50 PN8	1,32	0,46
H-27	294	2	2"	Demanda	**5**	PEAD 50 PN8	1,32	0,02
H-27	357	2	2"	Demanda	**62**	PEAD 50 PN8	1,32	0,21
H-29	86	15	3"	Turnos	**5**	PEAD 125 PN8	1,57	0,03
H-29	246	15	3"	Demanda	**139**	PEAD 125 PN8	1,57	0,83
H-29	402b	15	3"	Turnos	**5**	PEAD 125 PN8	1,57	0,03
H-32	29	15	3"	Turnos	**5**	PEAD 125 PN8	1,57	0,03
H-32	322	15	3"	Turnos	**5**	PEAD 125 PN8	1,57	0,03
H-33	85	15	3"	Turnos	**134**	PEAD 125 PN8	1,57	0,50
H-33	108	2	2"	Demanda	**15**	PEAD 50 PN8	1,32	0,21
H-33	409	15	3"	Turnos	**21**	PEAD 125 PN8	1,57	0,08
H-33	350a	15	3"	Turnos	**111**	PEAD 125 PN8	1,57	0,49
H-34	84	15	3"	Turnos	**14**	PEAD 125 PN8	1,57	0,07
H-34	214	15	3"	Turnos	**5**	PEAD 125 PN8	1,57	0,01

Hidrante	Nº Toma	DIMENSIONADO TOMAS			DIMENSIONADO TUBERÍA TERCIARIA			
		Dotación Toma (l/s)	Tamaño Toma	Turnos o demanda	Long Tub. 3ª	DN Tubería	Vel. (m/s)	Perdida carga
H-34	429	4	2"	Demanda	**79**	PEAD 63 PN8	1,66	1,30
H-34	402a	15	3"	Turnos	**41**	PEAD 125 PN8	1,57	0,10
H-35	89	2	2"	Demanda	**5**	PEAD 50 PN8	1,32	0,07
H-35	139	15	3"	Turnos	**49**	PEAD 125 PN8	1,57	0,22
H-35	254	3	2"	Demanda	**94**	PEAD 63 PN8	1,24	0,90
H-35	266	4	2"	Demanda	**5**	PEAD 63 PN8	1,66	0,08
H-37	315	15	3"	Turnos	**5**	PEAD 125 PN8	1,57	0,02
H-37	336	15	3"	Turnos	**330**	PEAD 125 PN8	1,57	0,82
H-37	349	6	2"	Demanda	**168**	PEAD 75 PN8	1,75	2,52
H-37	351	15	3"	Turnos	**32**	PEAD 125 PN8	1,57	0,12
H-43	71	2	2"	Demanda	**5**	PEAD 50 PN8	1,32	0,07
H-43	145	2	2"	Demanda	**10**	PEAD 50 PN8	1,32	0,14
H-43	218	15	3"	Turnos	**136**	PEAD 125 PN8	1,57	0,82
H-43	342	4	2"	Demanda	**55**	PEAD 63 PN8	1,66	0,91
H-44	100	18	Hid. Indiv.	Demanda	**534**	PEAD 140 PN8	1,51	2,98
H-45	158c	26	Hid. Indiv.	Demanda	**73**	**PEAD 160 PN8**	1,67	0,39
H-47	379a	18	Hid. Indiv.	Demanda	**108**	PEAD 140 PN8	1,51	0,60
H-48	404a	15	3"	Turnos	**5**	PEAD 125 PN8	1,57	0,03
H-48	62b	15	3"	Turnos	**710**	PEAD 125 PN8	1,57	2,63
H-49	78	15	3"	Turnos	**10**	PEAD 125 PN8	1,57	0,04
H-49	130b	15	3"	Turnos	**70**	PEAD 125 PN8	1,57	0,48
H-52	386	18	Hid. Indiv.	Demanda	**72**	PEAD 140 PN8	1,51	0,36
H-53	217	15	3"	Turnos	**5**	PEAD 125 PN8	1,57	0,02
H-53	226	15	3"	Turnos	**148**	PEAD 125 PN8	1,57	0,89
H-53	184	15	3"	Turnos	**132**	PEAD 125 PN8	1,57	0,40
H-54	61	15	3"	Turnos	**5**	PEAD 125 PN8	1,57	0,03
H-54	374	15	3"	Turnos	**290**	PEAD 125 PN8	1,57	1,28
H-54	193a	15	3"	Turnos	**5**	PEAD 125 PN8	1,57	0,03
H-58	292	15	3"	Turnos	**5**	PEAD 125 PN8	1,57	0,02
H-58	391	15	3"	Turnos	**10**	PEAD 125 PN8	1,57	0,07
H-58	158a	15	3"	Turnos	**230**	PEAD 125 PN8	1,57	1,01
H-62	45	15	3"	Turnos	**22**	PEAD 125 PN8	1,57	0,13
H-62	58	15	3"	Turnos	**22**	PEAD 125 PN8	1,57	0,07
H-65	48	15	3"	Turnos	**25**	PEAD 125 PN8	1,57	0,09
H-65	155	15	3"	Turnos	**5**	PEAD 125 PN8	1,57	0,03
H-66	162	18	Hid. Indiv.	Demanda	**144**	PEAD 140 PN8	1,51	0,80
H-67	219	18	Hid. Indiv.	Demanda	**193**	PEAD 140 PN8	1,51	0,96
H-68	220	15	3"	Turnos	**5**	PEAD 125 PN8	1,57	0,03
H-68	456	4	2"	Demanda	**37**	PEAD 63 PN8	1,66	0,61
H-68	359	2	2"	Demanda	**206**	PEAD 50 PN8	1,32	0,71

Hidrante	Nº Toma	DIMENSIONADO TOMAS			DIMENSIONADO TUBERÍA TERCIARIA			
		Dotación Toma (l/s)	Tamaño Toma	Turnos o demanda	Long Tub. 3ª	DN Tubería	Vel. (m/s)	Perdida carga
H-73	354	15	3"	Turnos	**5**	PEAD 125 PN8	1,57	0,03
H-73	396	15	3"	Turnos	**140**	PEAD 125 PN8	1,57	0,84
H-75	208	4	2"	Demanda	**5**	PEAD 63 PN8	1,66	0,08
H-75	289	15	3"	Turnos	**20**	PEAD 125 PN8	1,57	0,07
H-76	412	15	3"	Turnos	**296**	PEAD 125 PN8	1,57	1,30
H-76	404b	15	3"	Turnos	**5**	PEAD 125 PN8	1,57	0,03
H-78	128	15	3"	Turnos	**247**	PEAD 125 PN8	1,57	0,37
H-78	333	15	3"	Turnos	**182**	PEAD 125 PN8	1,57	1,09
H-78	360	4	2"	Demanda	**157**	PEAD 63 PN8	1,66	2,59
H-80	3	18	4"	Turnos	**5**	PEAD 140 PN8	1,51	0,02
H-80	110	2	2"	Demanda	**13**	PEAD 50 PN8	1,32	0,18
H-82	296	15	3"	Turnos	**5**	PEAD 125 PN8	1,57	0,02
H-82	430	2	2"	Demanda	**310**	PEAD 50 PN8	1,32	1,07
H-82	211b	2	2"	Demanda	**360**	PEAD 50 PN8	1,32	4,97
H-84	112	15	3"	Turnos	**5**	PEAD 125 PN8	1,57	0,03
H-84	168	2	2"	Demanda	**196**	PEAD 50 PN8	1,32	0,68
H-84	169	15	3"	Turnos	**251**	PEAD 125 PN8	1,57	0,93
H-84	211a	15	3"	Turnos	**85**	PEAD 125 PN8	1,57	0,59
H-85	27	6	2"	Demanda	**32**	PEAD 75 PN8	1,75	0,48
H-85	43	15	3"	Turnos	**15**	PEAD 125 PN8	1,57	0,02
H-85	50	15	3"	Turnos	**28**	PEAD 125 PN8	1,57	0,09
H-85	205	15	3"	Turnos	**60**	PEAD 125 PN8	1,57	0,22
H-85	274	15	3"	Turnos	**61**	PEAD 125 PN8	1,57	0,19
H-90	120a	24	Hid. Indiv.	Demanda	**134**	**PEAD 160 PN8**	1,54	0,62
H-92	314	37	Hid. Indiv.	Demanda	**198**	**PEAD 200 PN8**	1,51	0,71
H-94	68a	18	Hid. Indiv.	Demanda	**42**	PEAD 140 PN8	1,51	0,21
H-95	193b	28	Hid. Indiv.	Demanda	**229**	**PEAD 160 PN8**	1,79	1,43
H-97	132	15	3"	Turnos	**264**	PEAD 125 PN8	1,57	1,82
H-97	366b	15	3"	Turnos	**5**	PEAD 125 PN8	1,57	0,03

3. CALCULO DE TRANSITORIOS EN LA RED DE RIEGO

Para el cálculo de la sobrepresión máxima generada en el bombeo se ha considerado la tubería de impulsión como una impulsión directa a balsa si bien en nuestro caso se trata de una impulsión que abastece a la red a la vez que impulsa el caudal a la balsa elevada por lo que los efectos del potencial golpe de ariete generado se verán atenuados por las redes.

3.1. DATOS UTILIZADOS EN EL CALCULO

Datos de la conducción:

D_{ext} (mm)	1016
Espesor (mm)	7,1
Material	Acero
ε	2,10E+10
Longitud (m)	4220
K	**0,48**

Datos de la instalación:

H_g =	69	mca
ΔH_L =	5	mca
Δh_l =	1	mca
H_m =	**75**	**mca**
Q =	1200	l/s
v =	**1,52**	**m/s**
i =	**1,78**	**%**

3.2. METODOLOGÍA

En primer lugar, se debe diferenciar entre paradas de la bomba lentas y rápidas. Para ello se compara el tiempo de parada de la bomba con el tiempo que la onda de presión necesita para recorrer la longitud de la tubería en su recorrido de ida y vuelta.

$$\text{Tiempo crítico Tc} = \frac{2L}{a}$$

Dependiendo de si el tiempo de parada es mayor o menor que el tiempo crítico de la tubería, el golpe de ariete provocado se calcula con expresiones obtenidas por diferentes

autores.

Parada lenta $T_{parada} > \frac{2L}{a}$ Formula de Michaud

Parada rápida $T_{parada} < \frac{2L}{a}$ Fórmula de Allievi

Donde L es la longitud en metros y a es la celeridad de la onda, que se obtiene aplicando la siguiente expresión:

$$a = \frac{9900}{\sqrt{48{,}3 + K_1 \cdot \frac{D}{e}}}$$

Siendo: D→ Diámetro interior de la tubería.

e→ Espesor de la tubería.

K_1→ Coeficiente que depende del material de la tubería.

Las expresiones para el cálculo de la sobrepresión máxima por parada de bomba se reflejan a continuación:

- Para $T > \frac{2L}{a}$ (parada lenta), fórmula de Michaud:

$$\Delta H = \frac{2 \cdot L \cdot v}{g \cdot T}$$

- Para $T < \frac{2L}{a}$ (parada rápida), fórmula de Allievi:

$$\Delta H = \frac{a \cdot v}{g}$$

ΔH = Incremento de presión o de altura, golpe de ariete.

L = Longitud de la tubería.

v = velocidad de circulación del agua antes del cierre.

g = aceleración de la gravedad.

T = Tiempo de parada de la bomba.

Por último, para estimar el tiempo de parada de una bomba, se utiliza la ecuación de Mendiluce, basada en un gran número de experiencias con impulsiones. Su expresión es la siguiente:

$$T = C + \frac{K_2 \cdot L \cdot v}{g \cdot H_m}$$

H_m = Altura manométrica de la impulsión.

L = Longitud de la impulsión.

v = Velocidad de circulación del agua antes de la parada.

g = Aceleración de la gravedad.

K_2 = Coeficiente adimensional que depende de la longitud de la impulsión.

C = Coeficiente que depende de la relación entre la altura manométrica de la impulsión y la longitud de la misma.

3.3. CALCULO Y RESULTADOS

Frecuencia de propagación de la onda de presión

$$a = \frac{9900}{\sqrt{48.3 + K \cdot \frac{D}{e}}}$$

a = 919,3 m/s

T = 9,2 s

$$\frac{2 \cdot L}{a}$$

L (m)	K
< 500	2
≈ 500	1,75
500 < L < 1500	1,5
≈ 1500	1,25
> 1500	1

Tiempo de parada del agua

$$T = C + \frac{K \cdot L \cdot v}{g \cdot H_m}$$

K = 1

C = 1

T = 9,7 s

Cierre
LENTO

i	C
< 20%	1
≈ 25%	0,8
≈ 30%	0,6
≈ 40%	0,4
> 50%	0

Longitud Crítica

$$L_c = \frac{aT}{2}$$

Lc = 4473,4 m

Instalación
CORTA

SOBREPRESIÓN DE GOLPE DE ARIETE

Fórmula	MICHAUD

ΔP = 134,6 mca

$$\text{Michaud } \Delta H = \frac{2 \cdot L \cdot v}{g \cdot T}$$

Se obtiene una sobrepresión máxima de 134,6 m.c.a. Para atenuar la onda de presión se diseñan los siguientes elementos a instalar en la estación de bombeo.

- 4 ventosas trifuncionales de 6”.
- 1 válvula antiariete de alivio rápido de 8”
- 1 Calderín hidroneumático de 2150 mm. de diámetro y 5130 mm de altura, equipando boca de hombre de 500 mm. y con compresor de aire comprimido y depósito de 500 litros, con un volumen de 15 m^3

4. CALCULO DE VENTOSAS EN LA RED DE RIEGO

4.1. INTRODUCCIÓN

Una de las causas que origina sobrepresiones en las redes de riego a presión es la acumulación de aire en las tuberías. El movimiento repentino de estas acumulaciones puede producir rápidos cambios de velocidad en el agua transportada, comprimiendo el aire acumulado y originando altas presiones en esos puntos. Asimismo, el vaciado rápido de una tubería, intencionada o accidentalmente (rotura), puede crear succión y vacío dentro de la línea, llegando en ocasiones a producir el colapso de las tuberías.

Para facilitar la correcta evacuación del aire se han proyectado las rasantes de las tuberías con una pendiente mínima ascendente del 3 ‰ y descendente del 5 ‰.

Asimismo, una vez concentrado el aire en los puntos altos de la red, se eliminará éste mediante la colocación de una serie de ventosas (trifuncionales o simples) de diferentes tamaños, en las operaciones de llenado y vaciado. La disposición de estas ventosas, así como el cálculo de sus correspondientes diámetros son el objeto del presente apartado.

4.2. CRITERIOS SEGUIDOS PARA LA UBICACIÓN DE LAS VENTOSAS

Los criterios seguidos para la colocación de las ventosas han sido los siguientes:

- Puntos altos de la conducción
- Reducción de pendiente en los tramos ascendentes
- Aumento de pendiente en los tramos descendentes
- Grandes ramales de pendiente uniforme. La separación entre ventosas no será superior a 500 m en la medida de lo posible.
- Reducción de diámetro. Cuando el agua entra en un cono de reducción se pueden desprender del agua burbujas de aire.
- A continuación de válvulas de corte.

La ubicación de las ventosas en las redes se especifica en los planos nº7 Definición geométrica de la red y nº8 Perfiles longitudinales. Se ha procurado en la medida de lo posible, ubicar las ventosas en arquetas que se vayan a ejecutar o en zonas que entorpezcan lo menos posible (márgenes de campos o de caminos, terrenos sin cultivar, etc) y procurando no ubicarlas en medio de campos de cultivo.

4.3. DIMENSIONAMIENTO DE LOS PURGADORES Y VENTOSAS DE GRAN ORIFICIO

El correcto dimensionado de las ventosas debe realizarse de acuerdo con las prestaciones para las que se haya seleccionado el elemento. En este sentido, el dimensionado es completamente diferente si lo solicitado es un purgador para la continua eliminación de las burbujas de aire arrastradas a lo largo de la conducción, o si lo deseado es instalar una ventosa de aireación para los procesos de llenado y vaciado de las tuberías.

En cualquier caso, dicho dimensionado depende de criterios técnicos determinados en proyecto atendiendo al diámetro del orificio de salida del aire, dato a determinar para asegurar un adecuado flujo de aire. Asimismo, estos criterios tienen en cuenta otros parámetros básicos para el correcto dimensionado de la válvula como: el máximo caudal de aire que será necesario evacuar o admitir, la presión diferencial a través del orificio o las características del material de la tubería.

En movimiento permanente, a una ventosa se le deben exigir una serie de características que garanticen el normal funcionamiento de la instalación:

- Gran capacidad de expulsión de aire durante el llenado de la conducción.
- Gran capacidad de admisión de aire durante el vaciado o drenaje de esta o ante una rotura de la conducción.
- Capacidad discreta de eliminación del aire acumulado bajo presión en los puntos altos.

Durante un transitorio hidráulico, a las ventosas se les debe exigir las siguientes prestaciones:

- Gran capacidad de admisión de aire para evitar la generación de presiones negativas en puntos críticos.
- Capacidad discreta de eliminación de aire, para evitar que las posibles bolsas de aire creadas generen picos de presión muy elevados.

En los apartados siguientes se detalla la metodología aplicada para el dimensionamiento de los diferentes tipos de elementos de purga y aireación.

Respecto a la modelización matemática para determinar las ecuaciones características que caracterizan el funcionamiento de las ventosas y entender así su comportamiento, al ser el aire un fluido compresible cuyos fenómenos que se producen en su movimiento son más complejos que si fuera un fluido incompresible (agua), suele hacerse una analogía entre el

flujo de aire a través de una ventosa y el flujo isoentrópico en toberas (Wylie y Streeter, 1982; Chaudhry, 1987).

4.3.1. DIMENSIONAMIENTO DE PURGADORES

Como se ha descrito en el apartado anterior, las ventosas de pequeño orificio o purgadores automáticos están diseñadas para eliminar las pequeñas cantidades de aire que se van almacenando en determinados puntos de la instalación durante su funcionamiento normal.

El normal funcionamiento de la red implica que esta se encuentra presurizada, por lo que estos elementos permiten la salida de pequeñas cantidades de aire a la presión de trabajo de la conducción.

A la hora de dimensionar el purgador, en primer lugar, se debe determinar la presión de trabajo. Esta presión será la que exista en la tubería en el punto donde se va a colocar el purgador y coincidirá con la presión diferencial, puesto que la presión exterior es la presión atmosférica.

Seguidamente, se estima el caudal máximo de aire a evacuar. Normalmente el caudal que el purgador deberá evacuar será como máximo la cantidad total de aire disuelto en el agua a la temperatura de trabajo, partiendo del supuesto en el que todo el aire disuelto es liberado, posicionando el dimensionado del lado de la seguridad.

El caudal de aire a purgar es desconocido por lo que, para estimarlo, una correcta aproximación se basa en considerar una cantidad de aire disuelta en el agua equivalente al 2% del caudal de agua transportado por la conducción, ya que esta cantidad es, aproximadamente, la correspondiente al aire disuelto en el agua para una temperatura de 15 °C.

Los purgadores funcionan como una ventosa en fase de expulsión, con la diferencia que habitualmente trabajan en la denominada zona sónica. Dicha zona sónica acontece cuando la diferencia de presiones entre el interior y el exterior es superior a 0,9 bar, es decir, prácticamente siempre. En estas condiciones, las características de expulsión de aire vienen dadas por la siguiente ecuación:

$$Q_{purga} = cte \cdot A_{exp} \cdot P_t^*$$

Sustituyendo valores se obtiene:

$$Q(Nm^3/min) = 0{,}007912 \cdot D(mm) \cdot P_t^*(bar)$$

Donde:

- Q = es el caudal másico de aire medido como caudal volumétrico (Nm3/min) medido en condiciones de referencia (P = 1 atm y tª = 20 °C)
- D = el diámetro del orificio del purgador (mm)
- P*t = presión absoluta del aire en el interior de la conducción (bar)

Una vez conocido el caudal máximo de aire a evacuar y la presión en el interior de la conducción en condiciones de trabajo de la red, se determina el diámetro mínimo del orificio del purgador (d), despejando de la ecuación anterior se obtiene:

$$\mathrm{D\ (mm)} = \sqrt{\frac{\mathrm{Q\ (Nm^3/min)}}{0{,}007912 \cdot p_t^*(bar)}}$$

Antes de proceder con el dimensionamiento del orificio del purgador se establecen los siguientes criterios de partida:

- El caudal de purga se establece a partir del caudal máximo de agua que puede circular en cada tubería. Se obtiene como el 2% del caudal máximo de agua según la sección de la conducción, estableciéndose para ello, una velocidad máxima de 2,50 m/s para todas las secciones utilizadas en la red.

$$Q_{purga} = 2\% \cdot Q_{\,agua}$$

- Por otra parte, la presión nominal (PN) de trabajo se establece para cada tipo de tubería a instalar en la red, encontrándose dos valores: PN 10 y PN 12,5 por lo que se calcularán en cada caso los purgadores en base a esta presión nominal.

En la siguiente tabla se exponen los resultados obtenidos del cálculo del diámetro mínimo del purgador, para cada sección de tubería que va a ser instalada en la red:

DIMENSIONAMIENTO DEL DIÁMETRO ORIFICIO DEL PURGADOR						
DN	**PN**	**v**	**Q. agua**	**Q. purga**	**Q. purga**	**d**
mm	bar	m/s	l/s	l/s	Nm3/min	mm
160	12,5	2,5	50,27	1,01	0,06	0,78
200	12,5	2,5	78,54	1,57	0,09	0,98
250	12,5	2,5	122,72	2,45	0,15	1,22
315	12,5	2,5	194,83	3,90	0,23	1,54

DIMENSIONAMIENTO DEL DIÁMETRO ORIFICIO DEL PURGADOR						
DN	**PN**	**v**	**Q. agua**	**Q. purga**	**Q. purga**	**d**
mm	bar	m/s	l/s	l/s	Nm3/min	mm
400	12,5	2,5	314,16	6,28	0,38	1,95
450	12,5	2,5	397,61	7,95	0,48	2,20
450	10	2,5	397,61	7,95	0,48	2,46
500	10	2,5	490,87	9,82	0,59	2,73
600	10	2,5	706,86	14,14	0,85	3,27
700	10	2,5	962,11	19,24	1,15	3,82
800	10	2,5	1256,64	25,13	1,51	4,37
900	10	2,5	1590,43	31,81	1,91	4,91
1000	10	2,5	1963,50	39,27	2,36	5,46
1100	10	2,5	2375,83	47,52	2,85	6,00
1300	10	2,5	3318,31	66,37	3,98	7,09
1400	10	2,5	3848,45	76,97	4,62	7,64
1600	2,5	2,5	5026,55	100,53	6,03	17,46

Tabla 1.- Dimensionamiento del diámetro del orificio del purgador.

Una vez determinado el diámetro mínimo del orificio del purgador, se acude a los catálogos de los fabricantes para establecer en cada caso el diámetro del purgador a instalar, mostrados en la siguiente tabla:

DIÁMETRO COMERCIAL PURGADOR				
DN	**PN**	**Qpurga**	**d**	**d**
mm	bar	l/s	mm	conexión
160	12,5	1,01	0,80	5/34"
200	12,5	1,57	1,00	5/64"
250	12,5	2,45	1,25	5/64"
315	12,5	3,90	1,57	5/64"
400	12,5	6,28	1,99	1/4"
450	12,5	7,95	2,24	1/4"
450	10	7,95	2,46	1/4"
500	10	9,82	2,73	1/4"

DIÁMETRO COMERCIAL PURGADOR				
DN	**PN**	**Qpurga**	**d**	**d**
mm	bar	l/s	mm	conexión
600	10	14,14	2,99	1/4"
700	10	19,24	3,49	1/4"
800	10	25,13	3,99	1/4"
900	10	31,81	4,91	1/4"
1000	10	39,27	5,46	1/4"
1100	10	47,52	6,00	1/4"
1300	10	66,37	7,09	2x1/4"
1400	10	76,97	7,64	2x1/4"
1600	2,5	100,53	17,46	2x1/4"

Tabla 2.- Elección de la conexión comercial del purgador.

4.3.2. DIMENSIONAMIENTO DE VENTOSAS DE GRAN ORIFICIO

Como ya se ha mencionado en apartados anteriores, durante el proceso de llenado de la red debe permitirse la salida del aire para evitar sobrepresiones, mientras que durante el vaciado debe dejarse entrar el aire para evitar depresiones. Con este objetivo se instalan de manera estratégica las ventosas de gran orificio.

Tanto el llenado de la red como su vaciado son procesos que se llevan a cabo de manera normal con el trabajo de la red, por ejemplo: para llevar a cabo tareas de mantenimiento o a causa de la parada invernal en la que se realiza el drenaje de la red con el fin de evitar que el agua se congele en el interior de las tuberías y se produzcan depósitos de sedimentos. A parte de estas dos situaciones, puede darse un tercer caso en el cual se produce un vaciado de la tubería. Esta aparece como consecuencia de una rotura inesperada en la red. Es por ello por lo que en este apartado se analizarán por separado el dimensionado de las ventosas considerando las siguientes hipótesis de trabajo:

- Llenado de la tubería
- Vaciado de la tubería por los desagües
- Posible rotura de la tubería

4.3.3. DIMENSIONADO DE VENTOSAS PARA LA EXPULSIÓN DEL AIRE (FASE DE LLENADO DE LA RED)

La operación de llenado de una conducción supone la expulsión del aire contenido en su interior a la atmósfera y su sustitución por agua, realizándose fundamentalmente a través de las ventosas distribuidas a lo largo de su trazado. Éstas deben estar colocadas en todos aquellos puntos donde pueda quedar aire atrapado durante el llenado, tal y como se describió anteriormente.

Durante el proceso de llenado, el aire que ocupa la tubería debe ser evacuado a la atmósfera a medida que el agua avanza por el interior de la conducción. Esto debe hacerse de forma controlada y eficazmente para evitar sobrepresiones y golpes de ariete, de forma que el agua pueda llenar completamente la conducción sin dejar aire atrapado.

Si el orificio de salida de la ventosa es demasiado pequeño, la ventosa no será capaz de expulsar la cantidad suficiente de aire y éste se comprimirá dentro de la tubería, lo que daría lugar a importantes sobrepresiones las cuales pueden ser perjudiciales para la instalación. Por el contrario, si el orifico de la ventosa es demasiado grande, el aire se expulsa con mucha rapidez y, en consecuencia, la columna de agua alcanza una gran velocidad. Cuando el agua llega a la posición de la ventosa, el flotador de la ventosa cierra la salida del aire bruscamente generando un golpe de ariete pudiendo ser muy peligroso para la integridad de la instalación.

En consecuencia, la elección del tamaño de la ventosa a instalar para que el funcionamiento de la red durante el proceso de llenado sea el correcto, se realizará de forma que se permita la salida de aire, pero a su vez, se limitará la velocidad del agua a un valor que produzca un golpe de ariete aceptable cuando cierre la salida del aire. Se ha de determinar el caudal máximo de agua de llenado de tal manera que, al llegar el agua a la ventosa, el golpe de ariete producido por el cierre del orificio de salida del aire, y que se transmite a la tubería principal a través de la columna de agua que la ocupa, no origine en esta última una sobrepresión que pueda llegar a generar una rotura.

El caudal de llenado de la tubería ($Q_{llenado}$) será el correspondiente al obtenido para una velocidad de llenado de 0,40 m/s y, por lo tanto, será el mismo que el caudal volumétrico de aire evacuado en las condiciones del interior de la tubería, es decir, a una presión de expulsión (P_{exp}) del orden de 1,50 m.c.a. Las unidades de medida del caudal de aire de llenado se deberán transponer a las condiciones normales ($Q_{aire\ atm}$), puesto que es expulsado a la atmósfera donde la presión será la presión atmosférica P_{atm}, = 10,20 m.c.a. Dicha presión se

indica en las curvas de funcionamiento de las ventosas proporcionadas por los fabricantes. Se utilizará la siguiente expresión:

$$Q_{aire\ atm} = \frac{P^*_{exp} \cdot Q_{llenado}}{P^*_{atm}}$$

Donde:

- $Q_{aire\ atm}$ = caudal de aire que sale de la conducción a condiciones de presión atmosférica (P_{atm} = 10,20 m.c.a.)
- P^*_{exp} = presión del aire expulsado de la conducción durante el llenado de la tubería
- P^*_{atm} = presión del aire en condiciones atmosféricas
- P* indica que se trata de una presión absoluta

El correcto funcionamiento de las ventosas, tal y como se ha descrito, se basa en la premisa de que el caudal de llenado de la conducción ($Q_{llenado}$) no supere los parámetros prefijados en el cálculo.

Para determinar el diámetro nominal de cada ventosa se deberá hacer uso de la información de catálogo proporcionado por los fabricantes en cada caso. De esta manera se toman los siguientes valores de referencia según catálogo comercial para una presión interna de 1,50 m.c.a.:

DN	Q_{aire}
mm	l/s
25	42
50	152
80	424
100	622
150	1.414
200	2.829

Tabla.- Diámetro nominal de las ventosas para la expulsión de aire según catálogo del fabricante.

En la siguiente tabla se recogen para cada diámetro de tubo a instalar y una velocidad de llenado de 0,40 m/s, los cálculos de: el caudal de llenado ($Q_{llenado}$) del tubo según la sección y la velocidad establecida, el caudal de aire de salida ($Q_{expulsión}$) correspondiente a cada ventosa y la transformación a caudal de aire ($Q_{aire\ atm}$) a expulsar de la conducción al exterior en condiciones de presión ambiental:

Dimensionado del DN ve las ventosas para la fase de llenado de la red								
DN tubería	v llenado	Q llenado	Q expulsión	P exp	P* atm	P*exp	Q aire atm	DN ventosa
mm	m/s	l/s	l/s	m.c.a.	m.c.a.	m.c.a.	l/s	mm
160	0,40	8,04	8,04	1,50	10,20	11,70	9,23	25
200	0,40	12,57	12,57	1,50	10,20	11,70	14,41	25
250	0,40	19,63	19,63	1,50	10,20	11,70	22,52	25
315	0,40	31,17	31,17	1,50	10,20	11,70	35,76	25
400	0,40	50,27	50,27	1,50	10,20	11,70	57,66	50
450	0,40	63,62	63,62	1,50	10,20	11,70	72,97	50
500	0,40	78,54	78,54	1,50	10,20	11,70	90,09	50
600	0,40	113,10	113,10	1,50	10,20	11,70	129,73	80
700	0,40	153,94	153,94	1,50	10,20	11,70	176,58	80
800	0,40	201,06	201,06	1,50	10,20	11,70	230,63	80
900	0,40	254,47	254,47	1,50	10,20	11,70	291,89	80
1000	0,40	314,16	314,16	1,50	10,20	11,70	360,36	80
1100	0,40	380,13	380,13	1,50	10,20	11,70	436,03	100
1200	0,40	452,39	452,39	1,50	10,20	11,70	518,92	100
1300	0,40	530,93	530,93	1,50	10,20	11,70	609,01	2x80
1400	0,40	615,75	615,75	1,50	10,20	11,70	706,30	2x80
1600	0,40	804,25	804,25	1,50	10,20	11,70	922,52	2x100

Dimensionado del DN de ventosas para expulsión del aire. Fase de llenado.

4.3.4. RESUMEN DEL DIMENSIONAMIENTO DEL PURGADOR Y VENTOSA

Como resumen se expone la metodología llevada a cabo en los apartados anteriores:

- Se ha determinado el diámetro de las ventosas a instalar para expulsar el aire durante la fase de llenado de la conducción. El caudal de llenado es aquel valor para el cual la velocidad del agua en la conducción principal sea de 0,40 m/s. Se escoge aquella ventosa capaz de expulsar el caudal necesario con la restricción de una tener presión máxima del aire en el interior de la tubería de 1,50 m.c.a.
- Se ha determinado el diámetro de la ventosa para la fase de vaciado controlado de la conducción mediante los correspondientes desagües, para un caudal de vaciado estimando una velocidad de vaciado máxima de 0,40 m/s y una depresión en el interior soportada por la tubería de -3,50 m.c.a.
- Se ha determinado el tamaño de la ventosa en caso de vaciado como consecuencia de una rotura franca y una depresión de -3,50 m.c.a. en el interior de la tubería.

- Una vez calculados los caudales de vaciado y de llenado de las conducciones se procede a dimensionar el DN de la ventosa en cada caso realizando la elección en base a la situación más desfavorable.
- Para evitar fallos por roturas recurrentes como consecuencia de posibles aumentos de velocidad en las conexiones, se establece como medida de seguridad que el **diámetro mínimo para la ventosa más pequeña sea de 50 mm.**

A continuación, se expone una tabla en la que se indican los tamaños de las ventosas que se han obtenido en los cálculos para las tres situaciones planteadas: fase de llenado de la conducción, fase de vaciado controlado y situación de vaciado debido a una rotura franca; señalando la última columna el diámetro de ventosa escogido teniendo como criterio el caso más desfavorable:

ELECCIÓN DEL DN DE LA VENTOSA EN BASE A LOS TRES CASOS				
DN tubería	**DN llenado**	**DN vaciado**	**DN rotura**	**DN instalar**
mm	mm	mm	mm	**mm**
160	25	25	25	**50**
200	25	25	25	**50**
250	25	25	25	**50**
315	25	25	50	**50**
400	50	25	50	**50**
450	50	25	50	**50**
500	50	25	80	**80**
600	50	50	80	**80**
700	80	50	100	**100**
800	80	50	150	**150**
900	80	50	150	**150**
1000	80	50	150	**150**

Elección del DN de las ventosas para cada DN de tubería.

Finalmente se muestra una tabla resumen en la que se indican los caudales mínimos exigidos a la ventosa para la admisión y expulsión del aire, así como el DN escogido en base a la información proporcionada por los fabricantes. Además, para cada ventosa se asocia el tamaño del purgador, considerando el diámetro mínimo de purga que debe tener y el caudal de purga mínimo que requiere:

RESUMEN DE LOS PURGADORES Y VENTOSAS A INSTALAR PARA CADA DN DE TUBERÍA		
TUBERÍA	**PURGADOR**	**VENTOSA**

Material	DN	PN	Q. purga	Diámetro mínimo orificio purga	Diámetro conexión purgador	Expulsión (ΔP = 1,50 m.c.a.) Qexp	Admisión (ΔP=-3,50 m.c.a.) Qadm	DN
	mm	bar	l/s	mm	"	l/s	l/s	mm
PEAD	160	12,5	1,01	0,80	5/34"	9,23	5,28	**50**
PEAD	200	12,5	1,57	1,00	5/64"	14,41	8,25	**50**
PEAD	250	12,5	2,45	1,25	5/64"	22,52	12,90	**50**
PEAD	315	12,5	3,90	1,57	5/64"	35,76	20,48	**50**
PEAD	400	12,5	6,28	1,99	1/4"	57,66	33,02	**50**
PRFV	450	12,5	7,95	2,24	1/4"	72,97	41,79	**50**
PRFV	450	10	7,95	2,46	1/4"	72,97	41,79	**50**
PRFV	500	10	9,82	2,73	1/4"	90,09	51,59	**80**
PRFV	600	10	14,14	2,99	1/4"	129,73	74,29	**80**
PRFV	700	10	19,24	3,49	1/4"	176,58	101,12	**100**
PRFV	800	10	25,13	3,99	1/4"	230,63	132,07	**150**
PRFV	900	10	31,81	4,91	1/4"	291,89	167,15	**150**
PRFV	1000	10	39,27	5,46	1/4"	360,36	206,36	**150**

Tabla 3.- Resumen de los purgadores y ventosas a instalar.

4.3.5. INSTALACIÓN

Las ventosas deben instalarse en lugares de fácil acceso que permitan su inspección y mantenimiento de forma sencilla. Para la correcta instalación de las ventosas se colocará una válvula de seccionamiento (de mariposa o compuerta) aguas arriba de esta y de diámetro nominal igual al de la ventosa. Esto permite realizar labores de mantenimiento o revisión con la instalación en servicio o permitir el seccionamiento de la ventosa en caso de que se produjera una avería con la consiguiente fuga de agua.

Lógicamente, las ventosas deben situarse siempre en posición vertical y en la parte superior de la tubería. Cuando la localización de la ventosa está próxima a un hidrante se instalarán ambos elementos conjuntamente, instalándose directamente en el tramo vertical recto con objeto de permitir una correcta salida del aire.

Las ventosas se alojarán en arquetas prefabricadas o fabricadas *in situ*, según el caso, convenientemente ventiladas evitando así problemas de contrapresiones, es decir, depresiones o sobrepresiones cuando se encuentre admitiendo o expulsando aire.

En relación con la conexión de la ventosa con la conducción donde se inserta, la ventosa deberá conectarse a la tubería a través de una derivación en "T" del mismo diámetro que la tubería principal y con diámetro de salida vertical igual al indicado en la siguiente tabla:

DN tubería	DN salida vertical
mm	mm
160	50
200	50
250	50
315	50
400	50
450	50
500	80
600	80
700	100
800	150
900	150
1000	150

DN de la salida vertical para conexión de la ventosa y al tubería.

Finalmente, se realiza el tramo vertical en una pieza de reducción que discurre entre la salida vertical y con diámetro según el indicado en la tabla anterior hasta alcanzar la ventosa y que terminará con un diámetro de brida igual a ésta. El tramo vertical, de altura variable según cada caso en particular, se realizará en calderería de acero de calidad S-235-JR.

4.3.6. MANTENIMIENTO

Puesto que las ventosas se consideran como equipo de funcionamiento automático, requieren un mantenimiento e inspección periódica.

Dicho mantenimiento consiste en:

- Limpieza de las partes internas
- Comprobación del correcto estado del flotador y de las juntas de cierre
- Comprobación del estado de los orificios de entrada y salida
- Verificación de que los orificios no se encuentran obstruidos

La falta o ausencia total de mantenimiento puede originar problemas tales como la rigidez de las partes móviles o la adherencia del flotador en posición de cierre de la ventosa. Esto puede originar que la ventosa no abra tras un largo periodo de tiempo en el que haya

permanecido cerrada o que, durante el proceso de llenado, la ventosa no cierre en el momento adecuado originando una importante salida de agua a través de esta.

Debajo de cada ventosa se instalará una válvula de aislamiento del mismo diámetro que la ventosa, protegiendo la conducción en caso de rotura o avería de la ventosa.

4.3.7. DIMENSIONADO DE LA VENTOSA PARA LA ADMISIÓN DEL AIRE (FASE DE VACIADO DE LA RED)

El problema de la admisión de aire en la fase de vaciado de la red presenta una compilación añadida puesto que, como se ha dicho en apartados anteriores, el vaciado de las conducciones puede darse a través de un proceso voluntario y de manera controlada, debido a una parada programada de la instalación o, por el contrario, de manera involuntaria al producirse una rotura en el sistema de conducciones.

En el caso de que la admisión de aire esté originada por una parada voluntaria de la instalación, el caudal de aire admitido estará controlado por la velocidad a la que se produce el vaciado de la conducción, por medio de la apertura de los correspondientes desagües dispuestos en puntos estratégicos de la red.

Por el contrario, si la admisión de aire está originada por una rotura de la conducción, el aire admitido depende de las características de dicha rotura. Este caso es el acontecimiento que genera mayores caudales y depresiones en la instalación y, por tanto, mayores problemas.

Por este motivo a continuación, se realiza el dimensionado de las ventosas en fase de admisión con dos hipótesis de trabajo:

- Vaciado de la conducción a través de los desagües
- Vaciado de la conducción como consecuencia de una rotura franca

<u>Dimensionado de la ventosa en caso de vaciado controlado de la conducción</u>

En este caso el vaciado se realiza a través de los desagües colocados en los puntos bajos del perfil junto con las ventosas de gran orificio localizadas en los puntos altos de la conducción para la admisión del aire.

Al abrirse una válvula de vaciado en el desagüe, aguas abajo de esta, la presión corresponde a la presión atmosférica de manera que, si en la tubería no se produjera la admisión de aire atmosférico, no sólo no se produciría el vaciado del agua contenida, sino que se generarían depresiones en la tubería las cuales podrían ocasionar su colapso.

Como consecuencia de lo expuesto, la operación de vaciado de la conducción exige la instalación de ventosas que permita la entrada del aire para llenar el vacío generado por la salida del agua evitando el colapso de la tubería.

El caudal de agua que es drenado de la conducción por las válvulas de vaciado de los desagües debe ser sustituido con igual un caudal de aire de igual dimensión introducido a través de las ventosas de gran orificio. Por ello, dimensionado de la ventosa de gran orificio para el vaciado de la conducción deberá realizarse de tal forma que la sección del orificio permita la entrada suficiente de aire de tal manera que no se produzca una depresión importante en el interior de la tubería.

Como premisa para el dimensionamiento de las ventosas en la fase de vaciado controlado de la conducción se establece que:

- La presión máxima de depresión tolerada por las tuberías afectadas por el vaciado del agua es de 3,50 m.c.a.
- En primer lugar, se calculará el caudal máximo que, por gravedad, puede fluir hacia la correspondiente válvula de vaciado completamente abierta.
- El caudal máximo de agua drenado deberá ser igual al caudal de aire que entra por todas las válvulas de admisión de aire que trabajen simultáneamente en el tramo estudiado.
- Para una serie de diámetros continuos de conducción se colocará el mismo diámetro de desagüe, por lo que el caudal que el caudal circulante por dichas conducciones será igual al que circula por la válvula del desagüe.
- La velocidad máxima del agua vaciada por los desagües se establece en 0,40 m/s.

El caudal de mencionado ha de ser determinado para condiciones normales con el fin de calcular el diámetro de la ventosa, mediante la siguiente expresión:

$$Q_{aire\ atm} = \frac{P^*_{exp} \cdot Q_{llenado}}{P^*_{atm}}$$

Con respecto a la presión de admisión (P^*_{exp}) se estima una depresión máxima de 3,50 m.c.a. soportada por la tubería, resultando un valor absoluto de:

$$P^*_{adm} = -3{,}50\ m.c.a. + 10{,}20\ m.c.a. = \ 6{,}70\ m.c.a.$$

Con la diferencia de presión establecida (-3,50 m.c.a.) y con el caudal de aire que debe admitir la ventosa para sustituir el caudal de agua que es evacuado por la válvula de vaciado, se selecciona la ventosa más adecuada respecto a los datos que suministran los fabricantes.

De esta forma, haciendo uso de la información de un catálogo proporcionado por un fabricante de ventosas, para una presión interna de -3,50 m.c.a., se obtiene el diámetro nominal (DN) de la ventosa correspondiente:

DN	Q entrada
mm	l/s
25	71
50	311
80	650
100	877
150	2.263
200	3.678
250	5.941
300	8.488
350	11.600
400	16.409

Diámetro nominal de ventosas para la admisión de aire según catálogo del fabricante.

En función de la sección de los desagües y del caudal de vaciado evacuado por estos dichos se elabora la siguiente tabla con el diámetro nominal de la ventosa para la admisión de aire para cada caso:

Dimensionado del DN ve las ventosas para la fase de vaciado de la red									
DN tubería	v vaciado	Q vaciado	DN desagüe	Q admisión	P exp	P* atm	P*exp	Q aire atm	DN ventosa
mm	m/s	l/s	mm	l/s	m.c.a.	m.c.a.	m.c.a.	l/s	mm
160	0,40	8,04	50	8,04	-3,50	10,20	6,70	5,28	25
200	0,40	12,57	50	12,57	-3,50	10,20	6,70	8,25	25
250	0,40	19,63	80	19,63	-3,50	10,20	6,70	12,90	25
315	0,40	31,17	100	31,17	-3,50	10,20	6,70	20,48	25
400	0,40	50,27	150	50,27	-3,50	10,20	6,70	33,02	25
450	0,40	63,62	150	63,62	-3,50	10,20	6,70	41,79	25
500	0,40	78,54	150	78,54	-3,50	10,20	6,70	51,59	25
600	0,40	113,10	200	113,10	-3,50	10,20	6,70	74,29	50
700	0,40	153,94	200	153,94	-3,50	10,20	6,70	101,12	50
800	0,40	201,06	200	201,06	-3,50	10,20	6,70	132,07	50
900	0,40	254,47	200	254,47	-3,50	10,20	6,70	167,15	50
1000	0,40	314,16	200	314,16	-3,50	10,20	6,70	206,36	50
1100	0,40	380,13	200	380,13	-3,50	10,20	6,70	249,70	50

Dimensionado del DN ve las ventosas para la fase de vaciado de la red									
DN tubería	**v vaciado**	**Q vaciado**	**DN desagüe**	**Q admisión**	**P exp**	**P* atm**	**P*exp**	**Q aire atm**	**DN ventosa**
mm	m/s	l/s	mm	l/s	m.c.a.	m.c.a.	m.c.a.	l/s	mm
1200	0,40	452,39	400	452,39	-3,50	10,20	6,70	297,16	50

Selección del DN de la ventosa por DN de tubería en fase de vaciado controlado.

Dimensionado de la ventosa en caso de vaciado por rotura franca de la conducción

En el caso de que se produjera una rotura franca en un punto de la instalación, se tiene en cuenta en el proceso de cálculo el total del caudal circulante por la conducción, siendo este el caudal necesario a admitir por la ventosa en el punto de la rotura.

A partir de la pendiente hidráulica disponible y de las características de la instalación, se puede determinar el caudal máximo que puede salir por la rotura a causa de la rotura.

Se emplea la fórmula de Hazen-Williams, con un coeficiente $C_{H\text{-}W}$ en función del material de la tubería, adoptándose en caso del PEAD y del PRFV de 150. En dicha fórmula se aplica una mayoración de las pérdidas continuas en un 5% para tener en cuenta las pérdidas de carga singularidades, por lo que la expresión queda:

$$\Delta H = 1{,}05 \cdot \frac{10{,}62 \cdot L \cdot Q^{1{,}85}}{C_{HW}^{1{,}85} \cdot D^{4{,}87}}$$

Donde:

- Q: es el caudal de aire en la admisión durante el vaciado de la tubería (m3/s)
- L: es la longitud de la tubería (m)
- CH-W: coeficiente de Hazen-William en función del tipo de material (150)
- D: diámetro de la tubería (m)

Despejando en la fórmula, se obtiene el caudal de aire admitido por la ventosa:

$$Q_{aire}(m^3/s) = \sqrt[1{,}85]{\frac{\Delta H \cdot D^{4.87} \cdot C_{H-W}^{1{,}85}}{L \cdot 1{,}05 \cdot 10{,}62}}$$

El anterior caudal máximo es el que se considera como caudal máximo admitido por la ventosa (Q_{admin}) por encima del punto de rotura.

Esta metodología de cálculo presenta varios problemas:

- Establecer la pendiente hidráulica para introducir en la fórmula. Si se asume la máxima pendiente existente en toda la instalación, se estaría sobredimensionando las ventosas de todos los diámetros de tuberías y tramos de la red.
- El caudal de rotura es variable. Depende del punto de la red donde se produzca la rotura y del tipo, si es una rotura franca o parcial.

Por lo mencionado, se establece una pendiente media de cálculo para todas las tuberías de la red del 1,00% (0,01 m/m).

Este caudal hay que pasarlo a condiciones normales para determinar el diámetro de la ventosa como ya se ha hecho en apartados anteriores, mediante la siguiente expresión:

$$Q_{aire\ atm} = \frac{P^*_{exp} \cdot Q_{llenado}}{P^*_{atm}}$$

Con respecto a la presión de admisión (P^*_{exp}) se estima una depresión máxima de 3,50 m.c.a. soportada por la tubería, resultando un valor absoluto de:

$$P^*_{adm} = -3{,}50\ m.c.a. + 10{,}20\ m.c.a. = \ 6{,}70\ m.c.a.$$

Con la diferencia de presión establecida (-3,5 m.c.a.) y con el caudal de aire que debe admitir la ventosa para suplir el caudal de agua que sale por la rotura, se selecciona la ventosa más adecuada respecto a los datos que proporcionan los fabricantes.

A continuación, se elabora una tabla donde se indica, para cada diámetro de tubo y con las pendientes establecidas:

- El caudal estimado debido a una rotura franca del tubo correspondiente con la pendiente establecida
- El caudal de admisión que le correspondería a la ventosa.
- La transformación a caudal a admitir por la ventosa para la presión de -3,5 m.c.a.
- El diámetro de ventosa que le corresponde a cada tubo conforme a los datos proporcionados por los fabricantes

DN tubería	Pendiente	Q rotura franca (100 %)	Q. adm ventosa	P exp	P*atm	P*exp	Q aire atm	DN ventosa
mm	m/m	l/s	l/s	m.c.a.	m.c.a.	m.c.a.	l/s	mm
160	0,01	27,15	27,15	-3,50	10,20	6,70	17,83	25
200	0,01	48,85	48,85	-3,50	10,20	6,70	32,09	25
250	0,01	87,90	87,90	-3,50	10,20	6,70	57,74	25
315	0,01	161,52	161,52	-3,50	10,20	6,70	106,10	50
400	0,01	302,93	302,93	-3,50	10,20	6,70	198,98	50
450	0,01	413,05	413,05	-3,50	10,20	6,70	271,32	50
500	0,01	545,07	545,07	-3,50	10,20	6,70	358,04	80
600	0,01	880,83	880,83	-3,50	10,20	6,70	578,59	80
700	0,01	1.321,68	1.321,68	-3,50	10,20	6,70	868,16	100
800	0,01	1.878,39	1.878,39	-3,50	10,20	6,70	1.233,84	150
900	0,01	2.561,19	2.561,19	-3,50	10,20	6,70	1.682,35	150
1000	0,01	3.379,83	3.379,83	-3,50	10,20	6,70	2.220,08	150

Selección del DN de la ventosa para cada DN de tubería en caso de rotura franca.

4.4. RELACIÓN DE VENTOSAS A INSTALAR

Se proyecta la instalación de un total de 69 ventosas en la red de riego, además de las previstas en la estación de bombeo.

En la siguiente tabla se indica la relación de ventosas a instalar en la red de riego, su ubicación y tamaño adoptado.

Tubería	Ventosa
T.2 - pk 107.406 - (140_(PEAD-10))	DN50
T.3 - pk 1164.000 - (400_(PEAD-10))	DN50
T.3 - pk 1533.712 - (400_(PEAD-10))	DN50
T.3 - pk 2250.342 - (355_(PEAD-12,5))	DN50
T.3 - pk 2586.768 - (140_(PEAD-12,5))	DN50
T.3 - pk 3016.465 - (140_(PEAD-12,5))	DN50
T.3 - pk 725.000 - (400_(PEAD-10))	DN50
T.3.1 - pk 245.797 - (140_(PEAD-10))	DN50
T.3.2 - pk 0.000 - (160_(PEAD-10))	DN50
T.3.3 - pk 60.682 - (125_(PEAD-10))	DN50
T.3.4 - pk 1078,442 - (225_(PEAD-10))	DN50
T.3.4 - pk 1678,174 - (125_(PEAD-12,5))	DN50
T.3.4 - pk 272,552 - (250_(PEAD-10))	DN50

Tubería	Ventosa
T.3.4 - pk 835,474 - (250_(PEAD-10))	DN50
T.3.5 - pk 32.186 - (250_(PEAD-12,5))	DN50
T.3.6 - pk 43,571 - (225_(PEAD-12,5))	DN50
T.5 - pk 1790.136 - (400 PRFV-16)	DN50
T.5 - pk 3043.276 - (400_(PEAD-12,5))	DN50
T.5 - pk 4094.628 - (315_(PEAD-12,5))	DN50
T.5 - pk 4564.313 - (250_(PEAD-12,5))	DN50
T.5 - pk 4841.960 - (250_(PEAD-12,5))	DN50
T.5 - pk 5379.668 - (180_(PEAD-16))	DN50
T.5 - pk 5727.925 - (125_(PEAD-16))	DN50
T.5.10 - pk 273.066 - (125_(PEAD-12,5))	DN50
T.5.11 - pk 540.730 - (140_(PEAD-12,5))	DN50
T.5.11.2 - pk 63.675 - (110_(PEAD-12,5))	DN50
T.5.12 - pk 283.404 - (140_(PEAD-12,5))	DN50
T.5.14 - pk 45.635 - (110_(PEAD-12,5))	DN50
T.5.16 - pk 76.770 - (110_(PEAD-12,5))	DN50
T.5.18 - pk 33.526 - (125_(PEAD-12,5))	DN50
T.5.2 - pk 80.017 - (140_(PEAD-10))	DN50
T.5.20 - pk 27469 - (125_(PEAD-12,5))	DN50
T.5.3 - pk 504.163 - (250_(PEAD-10))	DN50
T.5.3 - pk 893.432 - (250_(PEAD-10))	DN50
T.5.4 - pk 323.951 - (160_(PEAD-10))	DN50
T.5.7 - pk 38055 - (110_(PEAD-12,5))	DN50
T.5.9 - pk 45.924 - (110_(PEAD-12,5))	DN50
T.7 - pk 2465.000 - (355_(PEAD-10))	DN50
T.7 - pk 2830.778 - (225_(PEAD-10))	DN50
T.7 - pk 3197.744 - (225_(PEAD-10))	DN50
T.7 - pk 3672.373 - (160_(PEAD-10))	DN50
T.7.1 - pk 193.229 - (200_(PEAD-10))	DN50
T.7.2 - pk 398.000 - (315_(PEAD-10))	DN50
T.7.2 - pk 519.397 - (250_(PEAD-10))	DN50
TH.59 - pk 25,243 - (125_(PEAD-10))	DN50
TH.74 - pk 12,772 - (200_(PEAD-10))	DN50
TH.95 - pk 25,978 - (200_(PEAD-10))	DN50
T.3 - pk 1673.294 - (400_(PEAD-10))	DN80
T.3 - pk 213.534 - (400 PRFV-10)	DN80
T.3 - pk 363.064 - (400 PRFV-10)	DN80
T.5 - pk 1300.000 - (450 PRFV-10)	DN80
T.5 - pk 2385.522 - (400 PRFV-16)	DN80
T.5 - pk 3815.119 - (315_(PEAD-12,5))	DN80
T.5 - pk 417.372 - (600 PRFV-10)	DN80
T.5 - pk 774.232 - (450 PRFV-10)	DN80
T.5.3 - pk 39.479 - (355_(PEAD-10))	DN80

Tubería	Ventosa
T.7 - pk 1773.214 - (355_(PEAD-10))	DN80
T.5 - pk 0.000 - (600 PRFV-10)	DN100
T.7 - pk 1096.973 - (450 PRFV-10)	DN100
T.7 - pk 514.018 - (500 PRFV-10)	DN100
T.IMP - pk 1348.497 - (1000_(ACH-16))	DN150
T.IMP - pk 2258.460 - (1000_(ACH-16))	DN150
T.IMP - pk 2365.537 - (1000_(ACH-16))	DN150
T.IMP - pk 2550.000 - (1000_(ACH-16))	DN150
T.IMP - pk 3319.440 - (1000_(ACH-16))	DN150
T.IMP - pk 3707.460 - (1000_(ACH-16))	DN150
T.IMP - pk 633.270 - (1000_(ACH-16))	DN150
T.IMP - pk 830.939 - (1000_(ACH-16))	DN150
T.IMP - pk 868.887 - (1000_(ACH-16))	DN150

En la siguiente tabla se resumen el número de ventosas a instalar en la red en función de su tamaño:

Tamaño	Número
2”	47
3”	10
4”	3
6”	9

5. CALCULO DE DESAGÜES

Con el objeto de facilitar el vaciado de las tuberías se han colocado desagües en los puntos más bajos de éstas, donde se produce una inflexión entre una tubería descendente y otra ascendente. Además, estos puntos se han tratado de localizados en puntos relativamente cercanos a colectores o desagües a cielo abierto con objeto de facilitar la evacuación del caudal, que en ocasiones será considerable. Se aconseja el vaciado de la red de tuberías en invierno, para evitar roturas de tuberías.

El dimensionado de los desagües se ha realizado en función del diámetro del conducto principal según los criterios siguientes:

Diámetro de la tubería — Diámetro del desagüe

∅ de la tubería ≤ 200 mm ..... 80 mm

∅ de la tubería ≥ 225 mm y < = de 355 mm ..... 100 mm

∅ de la tubería ≥ 400 mm y <= de 600 mm ..... 150 mm

∅ de la tubería ≥ 700 mm y <= de 1000 mm ..... 250 mm

La ejecución completa de estas unidades de obra se llevará a cabo tal y como se describe en el plano de detalle nº 10.3. Desagües

La unidad se compone de una “T” de derivación de acero con salida embridada a 2, 3, 4 o 6”, válvula de compuerta y un tramo de tubería de PEAD PN10 de longitud necesaria para alcanzar una evacuación de aguas natural y una arqueta prefabricada en tubería de hormigón de Ø 1 m y longitud 1 m. La ubicación de los desagües se especifica en los planos nº7 Definición geométrica de la red y nº8 Perfiles longitudinales. Se proyecta la instalación de un total de 31 desagües en la red de riego cuya ubicación y tamaño adoptado de detalla en la siguiente tabla:

Tubería	Desagües
T.IMP - pk 1895.115 - (1000_(ACH-16))	DN250
T.IMP - pk 198.934 - (1000_(ACH-16))	DN250
T.IMP - pk 2550.000 - (1000_(ACH-16))	DN250
T.IMP - pk 830.939 - (1000_(ACH-16))	DN250
T.3 - pk 1164.000 - (400_(PEAD-10))	DN150
T.3 - pk 1546.169 - (400_(PEAD-10))	DN150
T.5 - pk 1129.295 - (450 PRFV-10)	DN150
T.5 - pk 2003.290 - (400 PRFV-16)	DN150

Tubería	Desagües
T.5 - pk 715.121 - (500 PRFV-10)	DN150
T.7 - pk 1324.892 - (450 PRFV-10)	DN150
T.7 - pk 699.520 - (500 PRFV-10)	DN150
T.3.4 - pk 102,592 - (315_(PEAD-10))	DN100
T.3.4 - pk 950,133 - (225_(PEAD-10))	DN100
T.5 - pk 3328.159 - (355_(PEAD-12,5))	DN100
T.7 - pk 2720.000 - (250_(PEAD-10))	DN100
T.1 - pk 441.221 - (125_(PEAD-10))	DN80
T.3 - pk 2700.553 - (140_(PEAD-12,5))	DN80
T.3.2 - pk 483.905 - (125_(PEAD-10))	DN80
T.3.4 - pk 1447,114 - (180_(PEAD-12,5))	DN80
T.3.5 - pk 383.792 - (160_(PEAD-12,5))	DN80
T.5 - pk 5326.853 - (180_(PEAD-16))	DN80
T.5 - pk 5739.221 - (125_(PEAD-16))	DN80
T.5.1 - pk 324.879 - (140_(PEAD-10))	DN80
T.5.11 - pk 133.710 - (200_(PEAD-12,5))	DN80
T.5.13 - pk 95.351 - (110_(PEAD-12,5))	DN80
T.5.3.2 - pk 87.454 - (125_(PEAD-12,5))	DN80
T.5.5 - pk 245.542 - (125_(PEAD-12,5))	DN80
T.5.7 - pk 210.379 - (125_(PEAD-12,5))	DN80
T.7.2 - pk 992.054 - (250_(PEAD-10))	DN80
T.7.3 - pk 156.242 - (160_(PEAD-10))	DN80
T.7.7 - pk 107.916 - (140_(PEAD-10))	DN80

El número y dimensión de los desagües proyectados se detalla en la siguiente tabla:

Diámetro de la tubería	Diámetro del desagüe	Total
$\varnothing_{\text{de la tubería}} \leq 200$ mm	80 mm	16
$\varnothing_{\text{de la tubería}} \geq 225$ mm y < de 355 mm	100 mm	4
$\varnothing_{\text{de la tubería}} \geq 400$ mm y < de 600 mm	150 mm	7
$\varnothing_{\text{de la tubería}} \geq 700$ mm y < de 1000 mm	250 mm	4
TOTAL		**31**

6. VALVULERÍA EN LA RED DE RIEGO. CORTE Y REGULACIÓN.

Se instalarán válvulas de corte al inicio de todos los ramales más importantes, así como en las tuberías principales cada cierta distancia de manera que se pueda sectorizar y aislar determinados tramos de tubería en caso de ser necesario por roturas, reparaciones o mantenimiento, permitiendo así el uso generalizado del resto de la red.

También se instalarán válvulas de corte a la entrada y salida de la tubería de la hinca bajo la línea del ferrocarril.

Como criterios generales para el dimensionado y características de las válvulas de corte se seguirán las siguientes premisas:

- En cuanto a las características de las válvulas a instalar:
  - Para tuberías de ∅ ≤ a 50 mm (en ventosas de 2”) se instalará válvula de bola roscada de acero inoxidable.
  - Para tuberías de ∅ ≤ a 300 mm se instalará válvula de compuerta con cierre elástico
  - Para tuberías de ∅ > a 300 mm se instalará válvula de mariposa de eje centrado con mariposa de acero inoxidable.
  - En hidrantes con ∅ ≤ a 150 mm se instalarán válvulas de compuerta con cierre elástico
- En cuanto al tipo de instalación:
  - Para válvulas de ∅ ≤ 200 mm tanto válvulas de corte como válvulas en desagües se instalarán con eje extensible y volante de accionamiento en superficie, protegidas mediante arqueta prefabricada de hormigón de 1000 mm de diámetro.
  - Para válvulas de ∅ > 200 mm se instalarán protegidas por arqueta de obra de fábrica de hormigón armado.
- En cuanto al montaje de carretes:
  - Las válvulas de ∅ ≤ 200 mm se instalarán sin carrete.
  - Para válvulas de ∅ > 200 mm se instalarán con carrete de desmontaje.

Se describen en este punto el número, características y ubicación de los elementos de maniobra, corte y regulación de las redes de tuberías.

6.1. VÁLVULAS DE CORTE EN LAS REDES DE DISTRIBUCIÓN:

Teniendo en cuenta los criterios anteriormente descritos se proyecta la instalación de un total de 8 válvulas de corte en la red de distribución según la siguiente distribución y tamaño:

- Válvulas de mariposa con carrete de desmontaje:
  - 4 Válvulas DN 1000 en la tubería de impulsión: 2 en el cruce del FFCC con hinca y otras 2 en el cruce con hinca de la A-22 y N-240.
  - 2 Válvulas de DN600: en la T.5 pk 0. y en la T.7 pk 0.
  - 1 Válvula DN450: en la T.5 pk 1+300 junto a la válvula reductora de presión.
  - 1 Válvula DN400 en la T.3 pk 0+363 junto a la válvula reductora de presión.

- Válvulas de compuerta con carrete de desmontaje:
  - 1 Válvula DN250 en la T.5.3 pk 0+893 junto a la válvula reductora de presión.

Todas las válvulas serán PN16 e irán alojadas en arquetas de hormigón “in situ”.

No se incluyen en la relación anterior la valvulería de corte de la estación de bombeo ni balsa elevada.

6.2. VÁLVULAS REDUCTORAS DE PRESIÓN

Las válvulas reductoras de presión por pistón regulan la presión “aguas abajo” de la conducción en la que se instalan a un valor prefijado, sin influir las variaciones de presión “aguas arriba” o de las fluctuaciones de caudal.

Los terrenos por los que discurren las redes de distribución presentan importantes oscilaciones de cota que requieren la instalación en una gran parte del trazado, tuberías con timbraje PN-16.

La finalidad de su instalación es la protección de los elementos de la red frente a sobrepresiones garantizando un mejor funcionamiento de las electroválvulas pilotadas aguas abajo manteniendo siempre una presión máxima en la red inferior a 8 Atm. A pesar de conseguir reducir la presión por debajo de 10 Atm en toda la red se ha establecido del lado de la seguridad mantener el timbraje que se obtendría en el caso de la no instalación de estos elementos de regulación.

Analizadas las redes se concluye que únicamente serán necesarias la instalación de válvulas reductoras en las tuberías T3 y T5. A continuación se describe la ubicación exacta de cada una de las válvulas reductoras proyectadas, así como su dimensionado y características.

Para su dimensionado se ha utilizado la siguiente tabla de un determinado fabricante en la que se indican los caudales máximos recomendados para un óptimo funcionamiento en régimen continuo.

CAUDALES

Tamaño de la válvula	mm	40 (1½")	50 (2")	65 (2½")	80 (3")	100 (4")	150 (6")	200 (8")	250 (10")	300 (12")
Caudal recomendado para funcionamiento continuo (m³/h)		25	40	40	90	160	350	480	970	1400
Caudal mínimo recomendado (m³/h)									<1	
Factor de caudal	Kv	43	43	43	103	167	407	676	1160	1600

En las siguientes tablas se especifican los puntos de instalación de las válvulas:

VALVULA REDUCTORA DE PRESION Nº1 (TUBERÍA T.3 – Tramo 05)	
Ubicación	
Denominación de la tubería	T.3 – Tramo 05
Punto kilometrico	0+363
Determinación tarado de la valvula	
Altura manométrica máxima (Durante bombeo)	423
Cota válvula (m)	344
Altura piezometrica en la válvula (Nivel máximo de balsa -Cota válvula)	79
Cota punto más bajo de la red aguas abajo de la válvula	309
Altura piezometrica en el punto más bajo (Nivel máximo de balsa -Cota punto más bajo)	114
Altura piezometrica máxima deseada en el punto más desfavorable	90,0
Reducción de presión necesaria (Altura piezometrica máxima - 90)	24
Presión de tarado de la válvula = Altura piezometrica en valvula reductora - (Altura piezométrica máxima - 90)	**55**
Dimensionado de la válvula	
Caudal diseño de la tubería (m³/h)	684 (190 l/s)
Caudal acumulado ramal (m³/h	1.465 (407 l/s)
Simultaneidad de diseño	48%
Tamaño de la válvula (")	12"

VALVULA REDUCTORA DE PRESION Nº1 (TUBERÍA T.3 – Tramo 05)	
Q. máximo de funcionamiento de la válvula (m^3/h)	1.400
Simultaneidad	95%

VALVULA REDUCTORA DE PRESION Nº2	
Ubicación	
Denominación de la tubería	T.5 – Tramo 06
Punto kilométrico	1+300
Determinación tarado de la válvula	
Altura manométrica máxima (Durante bombeo)	423
Cota válvula (m)	333
Altura piezometrica en la válvula (Nivel máximo de balsa -Cota válvula)	90
Cota punto más bajo de la red aguas abajo de la válvula	288
Altura piezometrica en el punto más bajo	130
(Nivel máximo de balsa -Cota punto más bajo)	
Altura piezometrica máxima admisible para timbraje PN10	95,0
(margen de seguridad 5m)	
Reducción de presión necesaria (Altura piezométrica máxima - 95)	35
Presión de tarado de la válvula = Altura piezométrica en válvula reductora - (Altura piezométrica máxima - 95)	**55,0**
Dimensionado de la válvula	
Caudal diseño de la tubería (m^3/h)	619
Caudal acumulado ramal (m^3/h)	1.875
Simultaneidad de diseño de la tubería	33%
Tamaño de la válvula (")	12"
Q. Máximo recomendado de la válvula (m^3/h)	1.400
Simultaneidad máxima admisible por la válvula	74,6%

En los dos casos obtenemos la necesidad de instalar válvulas de 12”.

VALVULA REDUCTORA DE PRESION Nº3	
Ubicación	
Denominación de la tubería	T.5.3 – Tramo 07
Punto kilométrico	0+890
Determinación tarado de la válvula	
Altura manométrica máxima (Durante bombeo)	423
Cota válvula (m)	334
Altura piezométrica en la válvula (Nivel máximo de balsa -Cota válvula)	89

VALVULA REDUCTORA DE PRESION Nº3	
Cota punto más bajo de la red aguas abajo de la válvula	317
Altura piezometrica en el punto más bajo	106
(Nivel máximo de balsa -Cota punto más bajo)	
Altura piezometrica máxima admisible para timbraje PN10	90,0
(margen de seguridad 5m)	
Reducción de presión necesaria (Altura piezométrica máxima - 95)	16
Presión de tarado de la válvula = Altura piezométrica en válvula reductora - (Altura piezométrica máxima - 95)	**73,0**
Dimensionado de la válvula	
Caudal diseño de la tubería (m^3/h)	266
Caudal acumulado ramal (m^3/h)	266
Simultaneidad de diseño de la tubería	100%
Tamaño de la válvula (")	6"
Q. Máximo recomendado de la válvula (m^3/h)	350
Simultaneidad máxima admisible por la válvula	131 %

7. PIEZAS ESPECIALES DE LA RED DE RIEGO

Las redes de riego se han proyectado en 3 materiales distintos para cada uno de los cuales se han definido diferentes soluciones en cuanto a las piezas especiales:

En el caso de la tubería de impulsión de AH DN1000 se ejecutarán todas las salidas de la tubería tanto para ramales como para salidas de hidrante y valvulería en calderería mediante el soldado a la tubería principal de la pieza especial con el diámetro necesario y salida embridada para valvulería.

En el caso de las tuberías de PRFV se diseñarán todas las piezas especiales en calderería, tanto de codos como TES para la salida de ramales, hidrantes, ventosas y desagües.

En el caso de las tuberías de PEAD las piezas especiales se realizarán en PEAD salvo casos puntuales como cuellos de cisne o tuberías para el paso de hincas que serán en calderería.

El tipo de calderería a utilizar en las piezas especiales será Acero en Calderería, al carbono de tipo S-275-JR según Norma de Fabricación UNE EN 10025:1994, con espesores de chapa de hasta 13 mm, según el diámetro de la tubería y timbraje. Con soldaduras realizadas bajo procedimiento homologado ASME. Tratamiento de acabado mediante Granallado de superficie hasta rugosidad SA 2,5 y posterior recubrimiento de pintura de polvo Epoxy alimentario, interior de 300 micras y exterior de 200 micras.

En la siguiente tabla se muestran los pesos calculados para cada uno de los diámetros:

DN(mm)	mm.	pulgadas	grueso pared	peso (kg/m)
100	101,6	4	4,8	12,03
125	127	5	4,8	15,03
150	152,4	6	4,8	18,04
180	177,8	7	4,8	21,05
200	203,2	8	4,8	24,05
250	254	10	4,8	30,07
315	317,5	12,5	4,8	37,58
355	355,6	14	4,8	42,09
400	406,4	16	5,6	56,13
450	457,2	18	5,6	63,14
500	508	20	5,6	70,16
600	609,6	24	6,4	96,22
700	711,2	28	7,9	138,56
800	812,8	32	7,9	158,35

Para tuberías de menos de 300 mm de diámetro la longitud de la pieza de derivación será de 0,3 m, mientras que para las tuberías de más de 300 milímetros se adoptará el siguiente criterio de definición de la pieza:

Longitudes de las piezas	Entrada	DN/2 +	0,3
	Salida	DN/2 +	0,3
	Derivación 1	Constante =	0,3
	Derivación 2	Constante =	0,3

En la siguiente tabla se definen los pesos calculados de las piezas especiales a instalar en la red de acuerdo con los criterios de dimensionado establecidos:

Ubicación y descripción de la pieza especial	Peso (kg)
T.3 Derivación a H-62 (TE 450-125-400)	**70,81**
T.3 Derivación a H-61 (TE 400-140-400)	**61,54**
T.3 Derivación a H-60 (TE 400-140-400)	**61,54**
T.3 Derivación a T.3.2 (TE 400-160-400)	**61,54**
T.3 Derivación a T.3.4 (TE 400-315-400)	**67,40**
T.5 Derivación a T.5.1 (TE 600-180-600)	**121,77**
T.5 Derivación a H-56 (TE 600-140-600)	**120,87**
T.5 Derivación a T.5.2 (TE 600-140-500)	**101,73**
T.5 Derivación a Desagüe (TE 500-150-500)	**82,59**
T.5 Derivación a Desagüe (TE 500-150-500)	**71,71**
T.5 Derivación a T.5.3 y H-53 (TE 500-125-355-450)	**88,87**
T.5 Derivación a T.5.4 (TE 450-200-450)	**73,51**
T.5 Derivación a H-35 (TE 450-125-450)	**70,81**
T.5 Derivación a T.5.6 (TE 450-125-450)	**70,81**
T.5 Derivación a H-33 (TE 400-125-400)	**60,64**
T.5 Derivación a H-32 (TE 400-150-400)	**61,54**
T.5 Derivación a H-30 (TE 400-150-400)	**61,54**
T.5 Derivación a T.5.5 Y T.5.8 (TE 400-125-400-110)	**64,24**
T.5 Derivación a H-28 (TE 400-150-400)	**61,54**
T.5 Derivación a H-24 (TE 400-125-400)	**60,64**
T.5 Derivación a T.5.10 (TE 400-125-400)	**60,64**
T.5 Derivación a H-22 (TE 400-150-400)	**60,64**
T.7 Derivación a T.7.1 (TE 600-200-600)	**122,67**
T.7 Derivación a H-92 (TE 600-150-500)	**101,73**
T.7 Derivación a H-93 (TE 500-100-500)	**80,78**
T.7 Derivación a Desagüe (TE 500-150-500)	**82,59**
T.7 Derivación a H-95 (TE 500-125-500)	**81,68**
T.7 Derivación a T.7.3 (TE 500-150-450)	**50,76**
T.7 Derivación a H-97 y Desague (TE 450-100-450-150)	**75,32**
T.7 Derivación a T.7.2 (TE 450-315-450)	**77,57**
T.7 Derivación a H-41 (TE 450-250-355)	**62,27**
TOTAL PESO PIEZAS ESPECIALES	**2.352,27**

En el caso de los codos se adopta una longitud equivalente al doble del diámetro sobre la tubería que se instala. En total será necesaria la instalación en las tuberías de PRFV de 14 codos con un peso de 497 kg.

El resto de elementos proyectados en acero se corresponderán con cuellos de cisne en la red, arquetas de válvulas, derivaciones a desagües y ventosas, para los que se ha determinado un peso de 1.319 kg.

El peso total de las piezas en calderería previstas en las tuberías de PRFV asciende a 4.168 kg.

En el caso de la tubería de impulsión se han medido el peso de las piezas especiales que será necesario realizar como injertos soldados a la propia tubería para las ventosas y desagües y salidas a ramales e hidrantes. Se calcula que el peso total de estas piezas especiales asciende a 2.042 kg.

8. ARQUETAS

8.1. ARQUETAS PREFABRICADAS

En los **hidrantes** se instalarán arquetas prefabricada tipo caseta de hormigón armado, una grande de 2,5x1,5x2,2 y otra más pequeña de dimensiones 2x1x1,9. Contarán con una pendiente en la cubierta del 2% y apertura de 1,80 x1,2 para el montaje de una puerta de doble hoja de chapa metálica bicromada de 3mm con cerradura individual para cada hoja. La caseta irá provista de una chapa perforada de acero galvanizado para la división en dos partes del interior de la caseta.

Se contempla la instalación de dos tipos de caseta en función del tamaño y características de valvulería a instalar. De esta forma se proyectan el siguiente número de casetas:

- 61 casetas prefabricadas de hormigón de 2x1x1,9: Hidrantes de 3” y 4” individuales y compartidos hasta un máximo de 3 tomas.
- 38 casetas prefabricadas de hormigón de 2,5x1,5x2,2: Hidrantes de 6” y 8” individuales y compartidos de cualquier tamaño con más de 3 tomas.

Las **arquetas** para ventosas y desagües serán de tubos de hormigón en masa con unión “machihembrada”, de uno o varios tubos, distinguiéndose entre las arquetas para las ventosas y para los desagües:

- Arqueta formada por un tubo de 60cm de diámetro interior para alojar las ventosas de 2, y 3”.
- Arqueta formada por dos o más tubos de 100 cm de diámetro interior para alojar las válvulas de desagüe y ventosas de 4 y 6” pulgadas.

Se instalarán un total de 57 arquetas prefabricadas de 60 cm y 43 arquetas prefabricadas de 100 cm, distribuidas de la siguiente forma:

Características de la arqueta	En Ventosas	En Desagües	Total
Arqueta de hormigón prefabricado ∅ 600	57	0	57
Arqueta de hormigón prefabricado ∅ 1000	12	31	43
TOTAL	**69**	**31**	**100**

8.2. ARQUETAS DE HORMIGÓN "IN SITU"

Serán de las dimensiones que se especifica en los planos de detalle según la siguiente tipología: Arquetas con muros y soleras de 25 cm de espesor para arquetas de menos de 3 metros de altura y de muros de 30cm para arquetas de entre 3 y 4 m de altura, de hormigón HA-25/P/20/IIa y armado en cada cara con malla electrosoldada # 20 x 20 cm ∅ 10mm y # 20 x 20 cm ∅ 12mm respectivamente, de acero B-500T.

Servirán para el alojamiento de la valvulería de corte y regulación de la red. En total se proyecta la construcción de 8 arquetas en la red cuyas características y ubicación de las mismas se detallan a continuación:

	Longitud (m)	Ancho (m)	Alto (m)
Arqueta V.R.P. 1 (T.5 pk 1500)	5	2.5	2.5
Arqueta V.R.P. 2 (T.3 pk 363)	4.5	4.5	1.6
Arqueta V.R.P. 3 (T.5.3 pk 893)	3.5	3.5	2.5
Arqueta valvula corte T5 pk0	2.5	2.5	2.5
Arqueta entrada hinca FFCC	3	3	4.7
Arqueta salida hinca FFCC	3	3	4.7
Arqueta entrada hinca A-22 y Ac.Valcarca	3	3	3.2
Arqueta salida hinca A-22 y Ac.Valcarca	3	3	5.2

9. ANCLAJES

Para el dimensionado de **anclajes**, se ha partido de la situación más desfavorable en cuanto a esfuerzos, tomándose las presiones de prueba de las tuberías (1,4xPN).

Por otro lado, y ante la imposibilidad de caracterizar geotécnicamente todos los puntos donde van los anclajes, se opta en el cálculo por escoger una presión admisible que considera las características de un terreno entre arcilloso semiduro y arcilloso blando, por lo que se ha tomado una presión admisible de 1,50 Kg/cm^2.

Todos los hormigones utilizados para la realización de los anclajes serán del tipo HM-20/B/20/IIa y encofrados en obra. Con las premisas establecidas, se proyecta la colocación de los anclajes necesarios en aquellos puntos singulares de la red que lo requieran (codos, tes y reducciones), con las especificaciones detalladas en el documento PLANOS y en el Anejo de “Cálculos mecánicos de las tuberías”.

9.1. DETERMINACIÓN DE LOS EMPUJES

En los accesorios y válvulas, se producen dos tipos de esfuerzos que tenderán a deformarlos y a separarlos de los tubos. Las causas son las siguientes:

- La presión del agua, la cual actúa aunque la circulación esté interrumpida.

- Las fuerzas de inercia debidas a cambios en la dirección del agua conducida.

Este segundo esfuerzo, no es importante como se demostrará en el apartado correspondiente. Las diferentes fórmulas justificativas y el proceso de cálculo desarrollado se ha extraído del texto *"Tuberías. Tomo III", José María Mayol Mallorquí.*

9.2. EMPUJES PRODUCIDOS POR LA PRESIÓN

Las acciones originadas por la presión del líquido en los accesorios son independientes del líquido conducido (densidad, viscosidad) y del material de la tubería (rugosidad) así como del tipo de unión. Solamente es función de la presión y, por consiguiente, varían de acuerdo con las oscilaciones de aquella (producidas en la puesta en marcha y parada de las bombas, apertura o cierre de válvulas, etc.).

9.2.1. TAPONES Y BRIDAS CIEGAS

La presión del agua ejerce un esfuerzo que tiende a desplazar a estos accesorios separándolos de la tubería. El esfuerzo tiene lugar en dirección del eje del tubo y vale:

$$F = \pi \cdot \frac{D^2}{4} \cdot P$$

En la que: - *D*: es el diámetro interior en cm.

- *P*: es la presión del líquido en Kg/cm^2.

- *F*: es el esfuerzo, que tiende a separar el accesorio en Kg.

9.2.2. REDUCCIONES

La acción producida por la presión del agua tiene tendencia a desplazar la reducción en el sentido de los diámetros decrecientes. El esfuerzo tiene lugar en dirección del eje del tubo y se determina a partir de la siguiente expresión:

$$F = \left(\frac{\pi \cdot D_1^2}{4} \cdot P\right) - \left(\frac{\pi \cdot D_2^2}{4} \cdot P\right) = \frac{\pi}{4}\left(D_1^2 - D_2^2\right)P$$

En la que: - D_1: es el diámetro mayor interior en cm.

- D_2: es el diámetro menor interior en cm.

- *P*: es la presión del líquido en Kg/cm^2.

- *F*: es el esfuerzo, que tiende a separar el accesorio en Kg.

9.2.3. CURVAS Y CODOS

En dirección del eje de simetría de una curva o codo se produce un esfuerzo que equilibra las acciones que la tubería ejerce sobre ellos. El esfuerzo se obtiene de la expresión:

$$F = \frac{\pi}{2} D^2 \cdot P \cdot sen\left(\frac{\alpha}{2}\right)$$

En la que: - *D*: es el diámetro interior en cm.

- *P*: es la presión del líquido en Kg/cm^2.

- *F*: es el esfuerzo, que tiende a separar el accesorio en Kg.

- α: es el ángulo del codo o de la curva en grados.

9.2.4. TES

En dirección del eje del ramal lateral de la "Te" se produce un esfuerzo, que al igual que en el primer apartado se obtiene con la expresión:

$$F = \pi \cdot \frac{D_2^2}{4} \cdot P$$

En la que: - D_2: es el diámetro interior del ramal lateral de la "Te", en cm.

- P: es la presión del líquido en Kg/cm^2.

- F: es el esfuerzo, que tiende a desplazar la "Te", en Kg.

9.3. EMPUJES PRODUCIDOS POR LA VELOCIDAD

La variación de la dirección de la velocidad produce en la masa del líquido que circula una variación de cantidad de movimiento, que a su vez es producida por un impulso mecánico. Igualando el impulso mecánico (causa) a la variación de cantidad de movimiento (efecto), se obtiene la expresión que nos calcula la acción dinámica en una curva o codo:

$$F = \frac{\pi \cdot \gamma \cdot D^2 \cdot v^2 \cdot sen\left(\frac{\alpha}{2}\right)}{2 \cdot g}$$

De donde: - *D*: diámetro interior en cm.

- *v*: velocidad del líquido en m/s.

- *F*: esfuerzo dinámico Kg.

- α: ángulo del codo o de la curva en grados.

- *g*: aceleración de la gravedad en m/s^2.

- γ: peso específico del agua en Kg/m^3.

9.4. RELACIÓN ENTRE EL ESFUERZO DINÁMICO Y EL ESTATICO

Considerando como peso específico del agua 1.000 Kg/m^3 y $g \cong 10$ m/s^2. Si relacionamos los apartados anteriores y si se llama *K* a la relación entre el esfuerzo dinámico (F_d) y el esfuerzo estático (F_e), tras realizar las correcciones correspondientes para compatibilizar las unidades, tenemos:

$$K = \frac{F_d}{F_e} = \frac{\dfrac{\pi \cdot \gamma \cdot D^2 \cdot v^2 \cdot sen\left(\dfrac{\alpha}{2}\right)}{2 \cdot g}}{\dfrac{\pi}{2} D^2 \cdot P \cdot sen\left(\dfrac{\alpha}{2}\right)} \cong \frac{v^2}{100 \cdot P}$$

Del anejo de cálculos hidráulicos se obtiene que la velocidad del agua en este tipo de conducciones se encuentra entre el rango de 0,5-2,0 m/s, y las presiones que se originan en la red no son superiores a 80 m.c.a ≅ 8 Kg/cm^2, por lo tanto *K* tiene valores muy pequeños (≅0,01 en el peor de los casos, velocidad máxima y presión mínima, *v*=2,0 m/s y *P*=3,0 Kg/cm^2) y se puede concluir, por tanto, que la influencia del esfuerzo dinámico es despreciable comparada con el estático.

9.5. DIMENSIONADO DE LOS ANCLAJES

Con el anclaje conseguimos unas reacciones exteriores que superan el empuje de la tubería. Se diseñan anclajes de hormigón, dado que la capacidad portante del relleno de la zanja no es capaz de absorber el empuje activo de la tubería. La igualdad que relaciona el empuje que es capaz de soportar un anclaje enterrado en una zanja con sus dimensiones principales es:

$$R = (V \cdot \gamma \cdot \mu) + (S \cdot C)$$

De donde:
- *V*: Volumen de hormigón necesario, en m^3.
- *S*: Superficie del anclaje en contacto con el lateral de la zanja, en cm^2.
- *R*: Esfuerzo estático Kg.
- *μ*: 0,323, coeficiente de rozamiento (terreno-hormigón).
- *γ*: peso específico del hormigón, 2300 Kg/m^3.
- *C*: Capacidad portante del terreno en Kg/cm^2.

Se calcula una superficie de apoyo, tal que el esfuerzo unitario producido por el codo, te, reducción o tapón no supere la tensión admisible del terreno.

Para el cálculo de la situación más desfavorable se han tomado las presiones de prueba de las tuberías (1,4xPN). Esto provoca que los esfuerzos sean calculados con un margen de seguridad, en relación con las presiones nominales. Esta solución se justifica ya que interesa que los elementos que resistirán estos esfuerzos no sean un punto débil dentro de la

instalación. En todos los casos el bloque de hormigón debe quedar centrado en relación con la pieza especial. Por lo tanto, deberá excavarse lo suficiente en el punto correspondiente a cada anclaje.

La profundidad extra a excavar se corresponderá con la mitad de la altura de hormigón necesaria, menos la mitad del diámetro exterior de la tubería y menos los 15 cm de la cama de gravilla. Ante la imposibilidad de caracterizar geotécnicamente todos los puntos donde deben instalarse los anclajes dimensionados, se opta en el cálculo por escoger una presión admisible que considerará las características de un **terreno entre arcilloso semiduro y arcilloso blando**, por lo que se ha tomado una presión admisible de **1,50 Kg/cm²**.

Todos los hormigones utilizados para la realización de los anclajes serán del tipo HM-20/F/20/XC2 y encofrados en obra. Con las premisas establecidas, se proyecta la colocación de los anclajes necesarios en aquellos puntos singulares de la red que lo requieran, con las especificaciones detalladas en el **Plano de Anclajes** y las dimensiones que se presentan en las tablas siguientes.

DIMENSIONES en cm DE LOS ANCLAJES PARA TES PN10:				
Diámetro de la derivación de la TE en mm	ESFUERZO (Kg)	DIMENSIONES (cm)		
		L	H	B
800	70.372	220	220	50
700	53.878	190	190	50
600	39.584	165	165	50
500	27.489	135	135	50
400	17.593	110	110	40
315	10.910	85	85	40
250	6.872	70	70	40
200	4.398	55	55	40
180	3.563	50	50	40
160	2.815	45	45	30
140	2.155	40	40	30
125	1.718	40	40	30
110	1.330	30	30	30
90	891	30	30	30
75	619	30	30	30

Nota: L longitud, H altura y B profundidad.

Presión admisible del terreno considerada para el cálculo: 1,5 Kg/cm^2

Anclajes calculados para una presión de pruebas de 14 Kg/cm^2

Tabla 1. Valores de los esfuerzos y dimensiones de los anclajes en las "T".

DIMENSIONES en cm DE LOS ANCLAJES PARA LAS REDUCCIONES PN10:

DN mayor (mm)	DN menor (mm)	ESFUERZO (Kg)	DIMENSIONES (cm)		
			L	H	B
800	700	16.493	105	105	60
700	600	14.294	100	100	60
600	500	12.095	90	90	50
500	400	9.896	85	85	40
400	315	6.683	70	70	40
315	250	4.038	55	55	40
250	200	2.474	45	45	30
200	180	836	30	30	30
180	160	748	30	30	30
160	140	660	30	30	30
140	125	437	25	25	25
125	110	388	25	25	25
110	90	440	25	25	25
90	75	272	25	25	25
250	90	5.982	65	65	40
250	180	3.310	50	50	40
400	250	10.721	85	85	40
500	180	23.926	130	130	50
700	500	26.389	135	135	60
500	300	17.593	110	110	50
250	160	4.057	55	55	40
315	110	9.580	80	80	40
250	110	5.542	60	60	40

Notas: L longitud, H altura y B profundidad.

Presión admisible del terreno considerada para el cálculo: 1,5 Kg/cm^2

Anclajes calculados para una presión de pruebas de 14 Kg/cm^2

Tabla 2. Valores de los esfuerzos y dimensiones de los anclajes en las reducciones. Al estar en nuestro caso, la mayoría de las reducciones incluidas en las tes o dobles tes (cruces), se anclarán de la misma forma estas piezas, cuando posean alguna de las reducciones detalladas en la tabla, en el mismo sentido de circulación del agua.

CÁLCULO DE LOS ESFUERZOS "F" EN LOS CODOS en Kg

TIMBRAJE PN 10	ÁNGULO DEL CODO EN º					
DN TUBERÍA (mm)	15	30	45	60	75	90
800	18.371	36.427	53.860	70.372	85.679	99.521
700	14.065	27.889	41.237	53.878	65.598	76.195
600	10.334	20.490	30.296	39.584	48.195	55.980
500	7.176	14.229	21.039	27.489	33.468	38.875
400	4.593	9.107	13.465	17.593	21.420	24.880
315	2.848	5.648	8.350	10.910	13.284	15.430
250	1.794	3.557	5.260	6.872	8.367	9.719
200	1.148	2.277	3.366	4.398	5.355	6.220
180	930	1.844	2.727	3.563	4.338	5.038
160	735	1.457	2.154	2.815	3.427	3.981
140	563	1.116	1.649	2.155	2.624	3.048
125	449	889	1.315	1.718	2.092	2.430
110	347	689	1.018	1.330	1.620	1.882
90	233	461	682	891	1.084	1.260
75	161	320	473	619	753	875

Tabla 3. Valores de los esfuerzos en los codos.

DIMENSIONES en cm DE LOS ANCLAJES PARA CODOS de entre:

TIMBRAJE PN10	5--15º			16--30º			31--45º			46--60º			61--75º			76--90º		
DN TUBERÍA (mm)	L	H	B	L	H	B	L	H	B	L	H	B	L	H	B	L	H	B
800	115	115	60	160	160	60	190	190	60	220	220	60	240	240	60	260	260	60
700	100	100	60	140	140	60	170	170	60	190	190	60	210	210	60	225	225	60
600	85	85	60	120	120	60	145	145	60	165	165	60	180	180	60	195	195	60
500	70	70	50	100	100	50	120	120	50	135	135	50	150	150	50	165	165	50
400	55	55	50	80	80	50	95	95	50	110	110	50	120	120	50	130	130	50
315	45	45	40	65	65	40	75	75	40	85	85	40	95	95	40	100	100	40
250	35	35	30	50	50	30	60	60	30	70	70	30	75	75	30	80	80	30
200	30	30	30	40	40	30	50	50	30	55	55	30	60	60	30	65	65	30
180	30	30	30	35	35	30	45	45	30	50	50	30	55	55	30	60	60	30
160	30	30	30	35	35	30	40	40	30	45	45	30	50	50	30	55	55	30
140	30	30	30	35	35	30	40	40	30	45	45	30	50	50	30	55	55	30
125	30	30	30	35	35	30	40	40	30	45	45	30	50	50	30	55	55	30
110	25	25	25	25	25	25	30	30	30	30	30	30	35	35	30	35	35	30
90	25	25	25	25	25	25	25	25	25	30	30	30	30	30	30	30	30	30
75	25	25	25	25	25	25	25	25	25	30	30	30	30	30	30	30	30	30

Notas: L longitud, H altura y B profundidad.

Presión admisible del terreno considerada para el cálculo: 1,5 Kg/cm^2

Anclajes calculados para una presión de pruebas de 14 Kg/cm^2

Tabla 4. Dimensiones de los anclajes en los codos.

IMPORTANTE: En el caso de que existiera alguna pieza especial no contemplada en las anteriores tablas o que se considerara necesario en la fase de ejecución anclar algún elemento más, se seguirán en todo momento las indicaciones de la DIRECCIÓN FACULTATIVA.

10. MOVIMIENTO DE TIERRAS

El cálculo del movimiento de tierras se ha realizado a partir de las secciones tipo y especificaciones de relleno de zanja definidas en el plano nº09 Secciones de zanja tipo.

Para cada diámetro y material se definen unas dimensiones específicas de zanja, y una configuración especifica en cuanto a los materiales de relleno.

10.1. ESTUDIO GEOTÉCNICO. EXCAVABILIDAD Y ESTABILIDAD DE TALUDES

Recopilamos de manera resumida los aspectos más significativos del estudio geotécnico realizado en cuanto a la excavabilidad de los terrenos y la estabilidad de los taludes y que determinarán por un lado la configuración más apropiada de los equipos de trabajo y el diseño de las secciones tipo con las que calcular el movimiento de tierras de las zanjas.

En el estudio geotécnico se establecen 3 tipologías de terreno atendiendo a la excavabilidad y estabilidad de taludes y que se detallan a continuación:

ZONA A: Las excavaciones podrán realizarse en su totalidad con medios convencionales pero potentes.

Hasta la profundidad considerada, es decir en torno a 2,5 – 3 m) se verán afectados suelos finos (UG-IB) y parte del sustrato rocoso en mayor o menor medida alterado (UG-II). En la mayor parte de los casos las excavaciones podrán realizarse en condiciones secas al no haberse reconocido rezumes de agua, por lo que la estabilidad de las mismas no se verá comprometida. Dado el carácter temporal de las excavaciones, podrán establecerse taludes de inclinación subverticales 1H:4V (70º) hasta llegar a la profundidad deseada.

Para la parte superior que afecte al suelo vegetal-tierra de labor (UG-0), de no ser retirado de la excavación, deberán tenderse hasta inclinaciones de 1H:1V (45º).

Durante la apertura de la zanja se recomienda por seguridad acumular los materiales extraídos a una distancia de al menos 1 metro del talud de excavación.

Subzona A1: Atendiendo a criterios topográficos y geológicos, como se ha expuesto anteriormente, se ha definido esta subzona para delimitar aquellos tramos de la red de tuberías donde la excavabilidad será más costosa.

En este caso, las excavaciones podrán realizarse con medios convencionales pero potentes debiendo preverse el uso del martillo picador en caso de aparecer cercanas a la superficie intercalaciones de espesor significativo de areniscas, limolitas o argilitas dentro de la UG-II.

En cuanto a la estabilidad de las zanjas abiertas en la Subzona A1, a tenor de lo observado durante los ensayos de campo y dada la ausencia de agua en las mismas, se considera una buena estabilidad de las excavaciones, pudiendo establecer para taludes temporales inclinaciones subverticales 1H:4V (70º).

Para la parte superior del suelo vegetal-tierra de labor (UG-0), de no ser retirado de la excavación, se considera aplicar una inclinación 1H:1V.

Durante la apertura de la zanja se recomienda por seguridad acumular los materiales extraídos a 1 metro del talud de excavación.

ZONA B: Atendiendo a criterios geológicos y topográficos, como se ha expuesto en el apartado anterior, se ha definido esta zona para delimitar aquellos tramos de la red de tuberías que atravesarán suelos blandos saturados en agua, es decir, tramos que presentarán una mala estabilidad.

La excavación de las zanjas en esta zona podrá realizarse con medios convencionales.

La apertura de zanjas en estos tramos afectará mayoritariamente a suelos de consistencia blanda de la UG-IB. En aquellas zanjas con profundidades superiores a 1,2 a 2 metros, será previsible cortar un nivel de agua subsuperficial que satura parte de la UG-IB y por debajo del mismo los suelos aparecen muy blandos y saturados.

Las excavaciones en esta zona podrán plantearse mediante métodos convencionales, aplicando taludes muy tendidos (2,5H:1V a 3H:1V), en especial si las zanjas alcanzan profundidades superiores a 1,5 m.

Alternativamente las excavaciones podrían realizarse al amparo del sostenimiento de los taludes bien mediante entibaciones cuajadas y/o por tablestacados hincados, debidamente apuntalados.

En cualquiera de las dos opciones deberán preverse medidas de achique que permitan rebajar el nivel de agua para trabajar en condiciones secas. Dada la permeabilidad del terreno podrán aplicarse bombeos convencionales en su fondo.

En el fondo de la zanja, en caso de confirmarse la presencia de suelos blandos-muy blandos, para mejorar la capacidad de soporte del terreno y garantizar un mejor apoyo de la tubería, deberá realizarse una estabilización del mismo. A tales efectos, puede contemplarse la disposición únicamente de una capa de bolos que en parte se claven en los suelos blandos o complementarla con la colocación de un geotextil en la base de la capa de bolos. El espesor de la capa de bolos debería ser del orden de 0,5 m.

Dado que la presencia de agua en el terreno puede estar directamente relacionada o al menos influenciada por el riego, consideramos que serían las épocas de no riego las más adecuadas para la realización de las zanjas en la Zona B.

Durante la apertura de la zanja se recomienda por seguridad acumular los materiales extraídos a una distancia de al menos 1 m del talud de excavación.

10.2. TABLA RESUMEN DE LOS VOLUMENES DE EXCAVACIÓN EN ZANJA

Para la realización del cálculo se han tenido en cuenta las secciones tipo definidas, la excavabilidad y estabilidad del terreno y las alturas de rasante extraídas de los perfiles longitudinales generados a partir del levantamiento topográfico realizado.

En la siguiente tabla se muestran de manera resumida los resultados de la cubicación realizada del movimiento de tierras clasificados en función de la excavabilidad del terreno y en la que se indican además las pendientes de los taludes adoptados en el cálculo en función de la estabilidad de los terrenos.

El detalle de los resultados de cada tubería se muestra en el apartado de mediciones auxiliares del presupuesto.

TUBERÍA	Longitud de tubería (m)	Volumen de excavación en zanja (m3)	Terreno normal (m3)	Terreno duro (m3)	Terreno blando (m3)
Pte del talud			**1H:4V**	**1H:5V**	**1H:1V**
T.IMP	4.220,3	54.158,2	41.450,8	12.707,4	0,0
T.1	441,2	2.369,9	0,0	0,0	2.369,9
T.2	107,4	287,3	287,3	0,0	0,0
T.3	3.016,5	8.742,4	4.192,3	4.550,1	0,0
T.3.1	245,8	617,8	617,8	0,0	0,0
T.3.2	483,9	2.103,7	1.898,0	205,7	0,0
T.3.3	60,7	221,5	221,5	0,0	0,0
T.3.4	1.678,2	4.651,5	1.156,7	2.048,7	1.446,1

TUBERÍA	Longitud de tubería (m)	Volumen de excavación en zanja (m3)	Terreno normal (m3)	Terreno duro (m3)	Terreno blando (m3)
Pte del talud			**1H:4V**	**1H:5V**	**1H:1V**
T.3.5	396,3	644,5	0,0	644,5	0,0
T.3.6	43,6	102,1	102,1	0,0	0,0
T.5	5.748,9	20.306,4	15.887,7	0,0	4.418,6
T.5.1	324,9	1.563,8	0,0	0,0	1.563,8
T.5.2	80,0	223,4	223,4	0,0	0,0
T.5.3	1.491,4	4.009,5	4.009,5	0,0	0,0
T.5.3.1	23,1	58,5	58,5	0,0	0,0
T.5.3.2	87,5	203,5	203,5	0,0	0,0
T.5.4	324,0	1.646,0	0,0	0,0	1.646,0
T.5.5	245,5	520,3	520,3	0,0	0,0
T.5.6	20,1	30,6	30,6	0,0	0,0
T.5.7	210,4	376,8	376,8	0,0	0,0
T.5.8	38,6	103,7	103,7	0,0	0,0
T.5.9	45,9	74,4	74,4	0,0	0,0
T.5.10	273,1	519,2	519,2	0,0	0,0
T.5.11	540,7	1.253,2	1.253,2	0,0	0,0
T.5.11.2	63,7	137,6	137,6	0,0	0,0
T.5.12	283,4	528,0	528,0	0,0	0,0
T.5.13	95,4	233,7	233,7	0,0	0,0
T.5.14	45,6	73,8	73,8	0,0	0,0
T.5.16	76,8	149,6	149,6	0,0	0,0
T.5.18	33,5	71,0	71,0	0,0	0,0
T.5.20	27,5	80,2	80,2	0,0	0,0
T.5.22	25,6	124,4	124,4	0,0	0,0
T.7	3.672,4	12.626,0	6.686,6	5.939,5	0,0
T.7.1	193,2	359,2	359,2	0,0	0,0
T.7.2	992,1	2.894,9	0,0	2.894,9	0,0
T.7.3	156,2	274,3	274,3	0,0	0,0
T.7.5	49,7	114,3	0,0	114,3	0,0
T.7.7	107,9	204,9	0,0	204,9	0,0
TH.10	20,7	38,7	38,7	0,0	0,0
TH.22	17,6	36,6	36,6	0,0	0,0
TH.24	21,3	51,7	51,7	0,0	0,0
TH.43	11,7	19,8	19,8	0,0	0,0
TH.51	13,3	26,9	26,9	0,0	0,0
TH.53	12,5	20,9	20,9	0,0	0,0
TH.59	25,2	44,6	44,6	0,0	0,0
TH.60	21,6	100,5	100,5	0,0	0,0
TH.64	15,8	24,1	24,1	0,0	0,0
TH.65	9,3	10,5	10,5	0,0	0,0
TH.75	12,8	9,3	9,3	0,0	0,0

TUBERÍA	Longitud de tubería (m)	Volumen de excavación en zanja (m3)	Terreno normal (m3)	Terreno duro (m3)	Terreno blando (m3)
Pte del talud			**1H:4V**	**1H:5V**	**1H:1V**
TH.95	21,6	24,8	24,8	0,0	0,0
Total	**26.174,1**	**123.068,4**	**82.314,0**	**29.309,9**	**11.444,5**
Porcentaje			**66,9%**	**23,8%**	**9,3%**

Si bien en el estudio geotécnico no se indica con precisión que porcentaje del terreno duro es ripable y cual requiere del uso de martillo neumático se ha considerado razonable de acuerdo con la información disponible que un 20% del suelo duro será no ripable, requiriendo del uso de martillo neumático. Partiendo del volumen calculado de suelo duro obtenemos que un 80%, 23.447.9 m^3 serán ripables y el resto, **5.862 m^3 requerirán del uso de martillo**.

10.3. TABLA RESUMEN DE LOS VOLUMENES DE RELLENO DE ZANJA

Tubería	Relleno Bolos	Cama Gravilla 6/20mm	Gravilla 6/20mm sobre cama	Relleno seleccionado no compactado	Relleno Ordinario	Material sobrante
	m3	m3	m3	m3	m3	m3
T.IMP		975,82	2.061,05	6.364,62	41.645,75	6.147,83
T.1	132,4	49,64	0,00	328,20	1.986,17	55,50
T.2		10,27	0,00	45,33	230,02	11,92
T.3		347,06	390,10	1.496,96	6.220,99	1.024,44
T.3.1		23,50	0,00	103,73	486,80	27,29
T.3.2		51,03	0,00	294,76	1.750,61	58,35
T.3.3		5,80	0,00	24,94	190,03	6,55
T.3.4	91,6	168,32	12,51	902,04	3.496,72	252,73
T.3.5		37,45	0,00	165,02	433,17	46,35
T.3.6		4,17	0,00	20,90	75,25	5,90
T.5	181,4	747,74	1.809,05	2.967,71	14.114,27	3.224,39
T.5.1	97,5	36,55	0,00	258,77	1.261,94	43,13
T.5.2		7,65	0,00	37,30	175,73	10,37
T.5.3		157,10	52,23	757,19	2.963,50	288,81
T.5.3.1		2,20	0,00	10,99	44,44	3,08
T.5.3.2		8,36	0,00	35,94	158,07	9,44
T.5.4	97,2	36,44	0,00	262,45	1.339,90	43,61
T.5.5		23,48	0,00	100,92	392,88	26,49
T.5.6		1,92	0,00	8,25	20,14	2,17
T.5.7		20,12	0,00	86,47	267,64	22,70
T.5.8		4,84	4,71	23,60	65,72	14,40
T.5.9		4,39	0,00	18,36	51,23	4,83
T.5.10		26,11	0,00	112,23	377,55	29,46
T.5.11		51,71	0,00	244,63	941,92	66,65

Tubería	Relleno Bolos	Cama Gravilla 6/20mm	Gravilla 6/20mm sobre cama	Relleno seleccionado no compactado	Relleno Ordinario	Material sobrante
	m3	m3	m3	m3	m3	m3
T.5.11.2		6,09	0,00	25,46	105,44	6,69
T.5.12		27,10	0,00	119,60	376,90	31,46
T.5.13		9,12	0,00	38,12	185,58	10,02
T.5.14		4,36	0,00	18,24	50,75	4,80
T.5.16		7,34	0,00	30,69	110,81	8,07
T.5.18		3,21	0,00	13,78	53,62	3,62
T.5.20		2,63	0,00	11,29	65,91	2,96
T.5.22		2,45	0,00	10,80	110,72	2,84
T.7		498,14	1.076,44	1.778,34	8.796,92	2.050,77
T.7.1		18,48	0,00	89,58	245,05	24,55
T.7.2		109,33	52,69	498,82	2.170,39	225,70
T.7.3		14,94	0,00	68,17	188,10	18,08
T.7.5		4,70	0,00	23,08	84,09	7,13
T.7.7		10,20	0,00	43,09	149,91	11,86
TH.10		1,98	0,00	8,74	27,64	2,30
TH.22		1,68	0,00	7,43	27,24	1,96
TH.24		2,04	0,00	8,75	40,65	2,30
TH.43		1,12	0,00	4,79	13,72	1,26
TH.51		1,27	0,00	5,60	19,86	1,47
TH.53		1,20	0,00	5,14	14,39	1,35
TH.59		2,41	0,00	10,38	31,54	2,72
TH.60		2,06	0,00	9,10	89,00	2,40
TH.64		1,51	0,00	6,51	15,89	1,71
TH.65		0,89	0,00	3,94	5,48	1,04
TH.75		1,22	0,00	5,25	2,71	1,38
TH.95		2,06	0,00	10,00	12,05	2,74
Total	**600,08**	**3.539,22**	**5.458,78**	**17.525,99**	**91.684,81**	**13.857,57**

ANEXO Nº1.- AGRUPACIONES DE RIEGO ORDENDADAS POR HIDRANTE Y TOMA

Hid.	Toma	Referencia Catastral	Pol.	Parcela	Sup. Censo C.R. (ha)	Sup. Catastro Regadío (ha)
H-01	22	22218A01600417	16	417	0,0062	**0,0000**
H-01	40	22218A01900118	19	118	0,1102	**0,1113**
H-01	44	22218A01900003	19	3	0,6304	**0,5472**
H-01	152	22218A01600008	16	8	0,2716	**0,2249**
H-01	337	22218A01600447	16	447	0,3023	**0,1950**
H-01	457	22218A01600469	16	469	0,4203	**0,3703**
H-01	458	22218A01600002	16	2	0,3184	**0,3105**
H-02	49	22218A01900004	19	4	3,5249	**3,1668**
H-03	181	22218A01600067	16	67	2,2277	**2,2280**
H-03	57a	22218A01600422	16	422	2,9333	**3,0630**
H-03	57b	22218A01600418	16	418	0,1335	**0,1368**
H-03	57c	22218A01600068	16	68	0,9470	**1,0180**
H-04	94	22218A01900082	19	82	0,2775	**0,0000**
H-04	94	22218A01900085	19	85	0,0488	**0,0371**
H-04	94	22218A01900086	19	86	0,0878	**0,0733**
H-04	94	22218A01900087	19	87	0,0871	**0,0793**
H-04	94	22218A01900088	19	88	0,1150	**0,1011**
H-04	94	22218A01900090	19	90	0,1117	**0,1031**
H-04	94	22218A01900091	19	91	0,0954	**0,0892**
H-04	94	22218A01900092	19	92	0,0842	**0,0748**
H-04	94	22218A01900093	19	93	0,1295	**0,0000**
H-04	94	22218A01900096	19	96	0,1288	**0,1284**
H-04	94	22218A01900097	19	97	0,1331	**0,0000**
H-04	94	22218A01900099	19	99	0,2539	**0,2405**
H-04	94	22218A01900100	19	100	0,1431	**0,1319**
H-04	94	22218A01900101	19	101	0,0899	**0,0863**
H-04	94	22218A01900102	19	102	0,0692	**0,0677**
H-04	94	22218A01900103	19	103	0,0660	**0,0571**
H-04	94	22218A01900104	19	104	0,1803	**0,1248**
H-04	94	22218A01900105	19	105	0,0441	**0,0446**
H-04	94	22218A01900106	19	106	0,0582	**0,0588**
H-04	94	22218A01900107	19	107	0,0548	**0,0478**
H-04	94	22218A01900108	19	108	0,1070	**0,1049**
H-04	94	22218A01900148	19	148	0,0814	**0,1128**
H-04	94	22218A01900146	19	146	0,2230	**0,0000**
H-05	291	22218A01600071	16	71	1,2675	**1,2488**
H-05	356	22218A01600070	16	70	1,3395	**1,3209**
H-05	290a	22218A01600072	16	72	1,6719	**1,6334**
H-06	126	22218A01600445	16	445	0,4851	**0,4770**
H-06	158d	22218A01900007	19	7	0,2280	**0,2262**
H-06	1a	22218A01900006	19	6	2,6272	**2,6280**
H-06	1b	22218A01900151	19	151	1,1274	**1,0762**
H-07	91	22218A01900005	19	5	2,4242	**2,4281**
H-07	91	22218A01900008	19	8	1,0378	**1,0220**
H-07	91	22218A01900009	19	9	2,0539	**2,0613**
H-08	102	22218A01600076	16	76	3,3663	**3,3301**

Hid.	Toma	Referencia Catastral	Pol.	Parcela	Sup. Censo C.R. (ha)	Sup. Catastro Regadío (ha)
H-08	102	22218A01900012	19	12	2,2784	**2,2936**
H-09	276	22218A01600083	16	83	2,0703	**1,6059**
H-09	364	22218A01800001	18	1	1,7903	**1,7414**
H-09	449	22218A01600082	16	82	2,1496	**2,1277**
H-10	310	22218A01900014	19	14	2,3973	**2,2687**
H-10	316	22218A01900017	19	17	2,8403	**2,8626**
H-10	352	22218A01900016	19	16	1,2620	**1,2576**
H-11	70	22218A01900020	19	20	2,1599	**1,7462**
H-11	395	22218A01900021	19	21	3,3043	**3,0979**
H-11	290b	22218A01900024	19	24	2,4554	**2,4370**
H-12	431	22218A02000181	20	181	1,0275	**1,0184**
H-12	350c	22218A01900010	19	10	2,7762	**2,4826**
H-12	350c	22218A02000001	20	1	0,3891	**0,4003**
H-12	68b	22218A01900013	19	13	2,4108	**2,3891**
H-13	113	22218A01900111	19	111	0,1117	**0,1088**
H-13	113	22218A01900143	19	143	0,0613	**0,0000**
H-13	192	22218A01900111	19	111	0,1730	**0,1685**
H-13	231	22218A01900114	19	114	0,1841	**0,1065**
H-13	238	22218A01900015	19	15	0,2583	**0,2580**
H-13	241	22218A01900111	19	111	0,1433	**0,1395**
H-13	261	22218A01900112	19	112	0,2909	**0,2347**
H-13	272	22218A02000182	20	182	1,1198	**1,0998**
H-13	295	22218A01900113	19	113	0,1739	**0,2312**
H-13	344	22218A01900115	19	115	0,4795	**0,4642**
H-14	198	22218A02000176	20	176	0,4334	**0,2346**
H-14	199	22218A02000175	20	175	0,4333	**0,4484**
H-14	249	22218A01900019	19	19	1,8630	**1,8526**
H-14	249	22218A01900022	19	22	0,5694	**0,5719**
H-14	419	22218A02000003	20	3	0,5637	**0,5504**
H-14	436	22218A02000183	20	183	1,0339	**1,0501**
H-14	362c	22218A01900018	19	18	2,2496	**2,2585**
H-15	93(120)	22218A01900120	19	120	0,1394	**0,2006**
H-15	93(121)	22218A01900121	19	121	0,1006	**0,1302**
H-15	93(122)	22218A01900122	19	122	0,0633	**0,0616**
H-15	93(123)	22218A01900123	19	123	0,1837	**0,1658**
H-15	93(125)	22218A01900125	19	125	0,0732	**0,0619**
H-15	93(127)	22218A01900127	19	127	0,0959	**0,0688**
H-15	93(128)	22218A01900128	19	128	0,0751	**0,0750**
H-15	93(130)	22218A01900130	19	130	0,0830	**0,0852**
H-16	93(124)	22218A01900124	19	124	0,1343	**0,0950**
H-16	93(126)	22218A01900126	19	126	0,1729	**0,1341**
H-16	93(129)	22218A01900129	19	129	0,1028	**0,1045**
H-16	93(131)	22218A01900131	19	131	0,1643	**0,1563**
H-16	93(132)	22218A01900132	19	132	0,1194	**0,1182**
H-16	93(133)	22218A01900133	19	133	0,1043	**0,1014**
H-16	93(134)	22218A01900134	19	134	0,0722	**0,0683**
H-16	93(135)	22218A01900135	19	135	0,1412	**0,1343**

Hid.	Toma	Referencia Catastral	Pol.	Parcela	Sup. Censo C.R. (ha)	Sup. Catastro Regadío (ha)
H-16	93(136)	22218A01900136	19	135	0,1047	**0,1007**
H-17	93(137)	22218A01900137	19	137	0,0870	**0,0553**
H-17	93(138)	22218A01900138	19	138	0,1242	**0,1177**
H-17	93(139)	22218A01900139	19	139	0,0917	**0,0838**
H-17	93(23)	22218A01900023	19	23	0,0625	**0,0000**
H-17	93(77)	22218A01900077	19	77	0,3918	**0,3794**
H-18	97	22218A02000005	20	5	0,4077	**0,4339**
H-18	109	22218A02000160	20	160	0,2439	**0,2415**
H-18	151	22218A02000177	20	177	0,2475	**0,2500**
H-18	204	22218A02000171	20	171	0,2531	**0,2482**
H-18	252	22218A02000161	20	161	0,2487	**0,2569**
H-18	392	22218A02000162	20	162	0,2374	**0,2340**
H-18	392	22218A02000163	20	163	0,1635	**0,0000**
H-18	392	22218A02000164	20	164	0,5919	**0,5837**
H-18	411	22218A02000178	20	178	0,2624	**0,2110**
H-19	52	22218A02000006	20	6	1,6319	**1,5910**
H-19	400	22218A02000004	20	4	0,4635	**0,4731**
H-19	400	22218A02000007	20	7	1,9840	**1,9611**
H-20	321	22218A01900030	19	30	4,0136	**3,8420**
H-20	224b	22218A01900026	19	26	1,7441	**1,7394**
H-21	115	22218A01900028	19	28	1,2687	**1,1844**
H-21	369	22218A01900027	19	27	1,3031	**1,2007**
H-21	307b	22218A01900025	19	25	2,5500	**2,3599**
H-21	350b	22218A01900032	19	32	0,9370	**0,9543**
H-22	118	22218A02000009	20	9	2,7256	**2,6783**
H-22	302b	22218A02000010	20	10	3,8334	**3,6158**
H-23	98	22218A01900035	19	35	1,7940	**1,8019**
H-23	166	22218A01900075	19	75	0,7741	**0,3228**
H-23	262	22218A01900076	19	76	0,4569	**0,3928**
H-23	383	22218A01900119	19	119	0,4211	**0,3976**
H-23	383	22218A01900147	19	147	0,0306	**0,0000**
H-23	397	22218A01900031	19	31	0,4207	**0,3430**
H-23	307a	22218A01900029	19	29	1,1835	**1,1765**
H-24	73	22218A02000008	20	8	1,0362	**0,5542**
H-24	442	22218A02000012	20	12	1,1612	**0,9646**
H-24	454	22218A02000172	20	172	1,7030	**1,3911**
H-25	19	22218A02000150	20	150	0,3598	**0,3445**
H-25	137	22218A02000019	20	19	0,8738	**0,7839**
H-25	258	22218A02000018	20	18	0,3856	**0,3522**
H-25	298	22218A02000148	20	148	0,1138	**0,0985**
H-25	332	22218A02000017	20	17	0,7337	**0,7129**
H-25	340	22218A02000015	20	15	0,3966	**0,3898**
H-25	423	22218A02000147	20	147	0,2881	**0,2618**
H-25	424	22218A02000149	20	149	0,4161	**0,4041**
H-26	330	22218A02000014	20	14	2,3490	**2,3306**
H-26	330	22218A02000165	20	165	0,1834	**0,1951**
H-26	120b	22218A02000025	20	25	1,3701	**1,3243**

Hid.	Toma	Referencia Catastral	Pol.	Parcela	Sup. Censo C.R. (ha)	Sup. Catastro Regadío (ha)
H-27	75	22218A02000167	20	167	0,1091	**0,0964**
H-27	111	22218A02000152	20	152	0,1982	**0,1945**
H-27	154	22218A02000151	20	151	0,8623	**0,8496**
H-27	206	22218A02000153	20	153	0,0215	**0,0000**
H-27	206	22218A02000169	20	169	0,2433	**0,2778**
H-27	294	22218A02000168	20	168	0,2082	**0,2030**
H-27	357	22218A02000166	20	166	0,1039	**0,1021**
H-28	460	22218A01900036	19	36	6,1543	**5,8231**
H-29	86	22218A02000021	20	21	1,4424	**1,4596**
H-29	246	22218A02000016	20	16	2,8398	**2,9166**
H-29	402b	22218A02000022	20	22	1,5492	**1,3409**
H-30	51	22218A02000023	20	23	1,6407	**1,8990**
H-30	51	22218A02000027	20	27	5,4460	**4,7670**
H-30	51	22218A02000030	20	30	1,1309	**1,1371**
H-30	51	22218A02000032	20	32	0,8717	**0,8498**
H-31	280	22218A01900045	19	45	16,4715	**15,7421**
H-32	29	22218A02000037	20	37	3,2536	**3,1378**
H-32	322	22218A02000028	20	28	3,5910	**3,5890**
H-33	85	22218A02000048	20	48	0,8915	**0,8707**
H-33	85	22218A02000050	20	50	0,8582	**0,8533**
H-33	108	22218A02000158	20	158	0,3076	**0,2072**
H-33	409	22218A01900038	19	38	1,1859	**1,0215**
H-33	350a	22218A02000036	20	36	2,4674	**2,4295**
H-34	84	22218A01900081	19	81	1,3074	**1,3758**
H-34	214	22218A01900080	19	80	0,9466	**0,9312**
H-34	429	22218A02000049	20	49	1,0031	**0,8647**
H-34	402a	22218A01900079	19	79	0,9548	**0,8983**
H-35	89	22218A01900116	19	116	0,5021	**0,5011**
H-35	139	22218A01900053	19	53	2,5054	**1,4793**
H-35	254	22218A01900117	19	117	0,6346	**0,4553**
H-35	266	22218A01900051	19	51	0,8967	**0,7306**
H-36	30	22218A01800002	18	2	10,5283	**11,2466**
H-36	30	22218A01800006	18	6	2,3580	**2,2152**
H-37	315	22218A01800004	18	4	0,7661	**0,7662**
H-37	315	22218A01900084	19	84	0,4380	**0,4383**
H-37	336	22218A01600191	16	191	0,1236	**0,0000**
H-37	336	22218A01600192	16	192	0,3358	**0,3218**
H-37	349	22218A01800003	18	3	1,3869	**1,2284**
H-37	351	22218A01800005	18	5	1,1248	**1,1249**
H-38	320	22218A01800007	18	7	5,4541	**5,2767**
H-38	320	22218A01900042	19	42	2,1040	**2,0799**
H-39	427a	22218A01900041	19	41	32,6164	**32,6106**
H-39	427a	22218A01900046	19	46	5,7262	**5,5960**
H-39	427a	22218A01900052	19	52	0,5315	**0,4578**
H-39	427a	22218A01900054	19	54	0,4405	**0,4330**
H-40	366a	22218A01900047	19	47	10,7633	**10,4063**
H-41	229	22218A01900110	19	110	13,6152	**13,1651**

Hid.	Toma	Referencia Catastral	Pol.	Parcela	Sup. Censo C.R. (ha)	Sup. Catastro Regadío (ha)
H-41	229	22218A01900142	19	142	0,1937	**0,1724**
H-41	229	22218A01800017	18	17	15,5035	**14,0128**
H-42	130a	22218A01900050	19	50	6,7313	**4,6313**
H-42	130a	22218A01900055	19	55	9,8762	**9,7110**
H-43	71	22218A02000184	20	184	0,4056	**0,4000**
H-43	145	22218A02000170	20	170	0,4075	**0,4061**
H-43	218	22218A02000026	20	26	2,2605	**2,2702**
H-43	342	22218A02000020	20	20	0,8779	**0,9052**
H-44	100	22218A02000031	20	31	0,6842	**0,6815**
H-44	100	22218A02000033	20	33	4,9957	**4,9114**
H-44	100	22218A02000051	20	51	1,1126	**0,9551**
H-45	158c	22218A02000024	20	24	8,3598	**7,5180**
H-45	158c	22218A02000039	20	39	2,2504	**2,1927**
H-45	158c	22218A02000041	20	41	5,4532	**3,7532**
H-46	185a	22218A02000045	20	45	4,5850	**4,6319**
H-47	379a	22218A02000042	20	42	6,7598	**6,8558**
H-47	379a	22218A02000130	20	130	2,1705	**1,9200**
H-48	404a	22218A02000128	20	128	2,2108	**2,1541**
H-48	62b	22218A02000043	20	43	1,1705	**1,1700**
H-49	78	22218A02000053	20	53	1,1216	**1,0851**
H-49	130b	22218A02000055	20	55	5,6013	**5,2963**
H-50	379b	22218A02000125	20	125	2,1806	**1,9798**
H-50	379b	22218A02000121	20	121	0,3279	**0,3569**
H-50	379b	22218A02000122	20	122	5,2563	**5,2513**
H-50	379b	22218A02000126	20	126	0,7781	**0,7859**
H-50	379b	22218A02000127	20	127	1,0239	**0,8121**
H-51	158b	22218A02000115	20	115	1,0501	**1,0498**
H-51	158b	22218A02000123	20	123	7,5782	**7,4944**
H-52	386	22218A02000057	20	57	2,9359	**3,0440**
H-52	386	22218A02000061	20	61	3,2992	**3,1776**
H-53	184	22218A02000113	20	113	1,0133	**1,0224**
H-53	217	22218A02000116	20	116	1,6861	**1,3842**
H-53	226	22218A02000059	20	59	2,8531	**2,9001**
H-54	61	22218A02000065	20	65	2,2050	**2,2124**
H-54	374	22218A02000081	20	81	2,5745	**2,5522**
H-54	193a	22218A02000063	20	63	3,3881	**3,3823**
H-55	107a	22218A02000097	20	97	1,7096	**1,7010**
H-55	107a	22218A02000099	20	99	0,8686	**0,8809**
H-55	107a	22218A02000100	20	100	5,5794	**5,5399**
H-56	303	22218A02000117	20	117	5,6352	**5,5508**
H-56	303	22218A02000118	20	118	1,8103	**1,4464**
H-57	302a	22218A02000156	20	156	6,3847	**6,3885**
H-57	302a	22218A02000157	20	157	0,9049	**0,7437**
H-58	292	22218A02100222	21	222	1,7176	**1,7151**
H-58	391	22218A02100226	21	226	1,5769	**1,5722**
H-58	158a	22218A02100118	21	118	2,5269	**2,3494**
H-59	251	22218A02100124	21	124	1,9049	**1,7239**

Hid.	Toma	Referencia Catastral	Pol.	Parcela	Sup. Censo C.R. (ha)	Sup. Catastro Regadío (ha)
H-59	251	22218A02100125	21	125	3,3520	**3,1682**
H-59	251	22218A02100126	21	126	0,3262	**0,3285**
H-60	138	22218A02100143	21	143	0,8774	**0,8971**
H-60	138	22218A02100144	21	144	6,7570	**6,7428**
H-61	53	22218A02100142	21	142	3,3406	**3,2187**
H-61	53	22218A02100150	21	150	2,2484	**2,2656**
H-61	53	22218A02100151	21	151	1,2261	**1,1200**
H-61	53	22218A02100208	21	208	0,8995	**0,8993**
H-62	45	22218A02100147	21	147	0,7479	**0,8572**
H-62	45	22218A02100149	21	149	1,4653	**1,3345**
H-62	58	22218A02100145	21	145	0,9264	**0,8227**
H-62	58	22218A02100146	21	146	0,0712	**0,0000**
H-63	362a	22218A02100141	21	141	4,2433	**3,4898**
H-64	54	22218A02100139	21	139	4,3723	**3,6702**
H-65	48	22218A02100127	21	127	1,6333	**1,4535**
H-65	155	22218A02100120	21	120	4,5179	**4,2327**
H-66	162	22218A02000124	20	124	0,1622	**0,1245**
H-66	162	22218A02100114	21	114	1,3514	**0,8735**
H-66	162	22218A02100117	21	117	6,8083	**6,4636**
H-66	162	22218A02100128	21	128	0,4202	**0,5506**
H-66	162	22218A02100131	21	131	0,1535	**0,2041**
H-66	162	22218A02100133	21	133	0,0377	**0,0000**
H-67	219	22218A02100110	21	110	6,1391	**5,7449**
H-67	219	22218A02100251	21	251	0,2374	**0,0000**
H-68	220	22218A02100112	21	112	0,2376	**0,2374**
H-68	220	22218A02100229	21	229	2,7061	**2,8060**
H-68	359	22218A02100205	21	205	0,1996	**0,2535**
H-68	456	22218A02100106	21	106	0,7654	**0,5948**
H-69	194	22218A02100108	21	108	5,8234	**5,3636**
H-70	394	22218A02100100	21	100	3,8854	**3,7065**
H-70	394	22218A02100103	21	103	4,6376	**4,6582**
H-71	437	22218A02100218	21	218	3,2664	**3,3035**
H-72	318	22218A02100094	21	94	1,7131	**0,0000**
H-72	318	22218A02100095	21	95	5,6676	**5,3382**
H-73	354	22218A02500090	25	90	3,6982	**3,5476**
H-73	396	22218A02500091	25	91	2,8863	**3,0618**
H-74	185b	22218A02500089	25	89	4,1020	**3,3061**
H-74	185b	22218A02500094	25	94	4,5417	**4,3063**
H-74	185b	22218A02500095	25	95	0,6942	**0,6942**
H-74	185b	22218A02500096	25	96	4,0724	**4,0777**
H-74	185b	22218A02500098	25	98	0,9669	**0,9748**
H-74	185b	22218A02500099	25	99	0,8845	**0,9109**
H-74	185b	22218A02500104	25	104	1,0272	**1,0413**
H-74	185b	22218A02500107	25	107	1,1775	**1,1719**
H-75	208	22218A02500228	25	228	0,8379	**0,7039**
H-75	289	22218A02500229	25	229	2,7234	**2,4148**
H-76	412	22218A02500085	25	85	2,5538	**2,0742**

Hid.	Toma	Referencia Catastral	Pol.	Parcela	Sup. Censo C.R. (ha)	Sup. Catastro Regadío (ha)
H-76	404b	22218A02500083	25	83	1,6170	**1,6096**
H-77	317	22218A02500080	25	80	11,8222	**11,4179**
H-77	317	22218A02500082	25	82	3,1476	**2,7622**
H-77	317	22218A02500084	25	84	4,7368	**4,6887**
H-77	317	22218A02500088	25	88	1,5462	**1,5516**
H-77	317	22218A02500110	25	110	5,8595	**5,8190**
H-78	128	22218A02100238	21	238	1,6803	**1,0899**
H-78	333	22218A02100091	21	91	5,8521	**5,5610**
H-78	360	22218A02100227	21	227	0,9833	**0,4043**
H-79	422	22218A02500071	25	71	10,0031	**10,0174**
H-79	422	22218A02500072	25	72	8,4064	**8,4129**
H-79	422	22218A02500073	25	73	4,1418	**3,7938**
H-80	3	22218A02500065	25	65	10,6767	**10,6581**
H-80	110	22218A02500206	25	206	0,3076	**0,2834**
H-81	224a	22218A02500137	25	137	5,3569	**5,2490**
H-82	296	22218A02500138	25	138	1,9362	**1,6312**
H-82	430	22218A02500149	25	149	0,0691	**0,2269**
H-82	211b	22218A02500151	25	151	0,4555	**0,0000**
H-83	107b	22218A02100172	21	172	4,3821	**3,8084**
H-83	107b	22218A02100173	21	173	5,9186	**5,7732**
H-83	107b	22218A02100174	21	174	4,0077	**3,4890**
H-84	112	22218A02100167	21	167	1,5093	**0,8843**
H-84	168	22218A02100211	21	211	0,2403	**0,2516**
H-84	169	22218A02100169	21	169	0,5685	**0,5782**
H-84	211a	22218A02100163	21	163	0,5557	**0,0000**
H-84	211a	22218A02100164	21	164	2,6871	**2,6876**
H-85	27	22218A02100159	21	159	1,4193	**1,3839**
H-85	43	22218A02100160	21	160	0,3611	**0,2831**
H-85	50	22218A02100204	21	204	0,5162	**0,5166**
H-85	205	22218A02100161	21	161	1,6792	**1,3375**
H-85	274	22218A02100152	21	152	0,9808	**0,9651**
H-86	278	22218A02000103	20	103	1,1765	**1,5788**
H-86	278	22218A02000173	20	173	1,2817	**1,2770**
H-86	278	22218A02000174	20	174	1,1988	**1,1724**
H-87	140	22218A02000095	20	95	5,8537	**5,5679**
H-87	140	22218A02000098	20	98	2,6087	**2,5025**
H-88	107d	22218A02100086	21	86	0,8001	**0,0000**
H-88	107d	22218A02100087	21	87	4,4327	**4,4489**
H-88	107d	22218A02100116	21	116	5,1035	**5,0987**
H-88	107d	22218A02100153	21	153	2,2457	**2,2796**
H-88	107d	22218A02100154	21	154	0,6873	**0,7033**
H-88	107d	22218A02100155	21	155	0,9232	**0,9181**
H-88	107d	22218A02100175	21	175	3,1764	**2,5547**
H-88	107d	22218A02100176	21	176	1,0802	**0,9929**
H-89	107c	22218A02000074	20	74	2,2491	**3,1437**
H-89	107c	22218A02000101	20	101	10,8877	**10,3861**
H-89	107c	22218A02000106	20	106	0,2462	**0,2548**

Hid.	Toma	Referencia Catastral	Pol.	Parcela	Sup. Censo C.R. (ha)	Sup. Catastro Regadío (ha)
H-90	120a	22218A02000110	20	110	1,9033	**1,8467**
H-90	120a	22218A02000067	20	67	1,8512	**1,8803**
H-90	120a	22218A02000109	20	109	9,2776	**8,9345**
H-90	120a	22218A02000111	20	111	0,3511	**0,0000**
H-90	120a	22218A02000114	20	114	0,9606	**0,9642**
H-91	362b	22218A02000066	20	66	3,4512	**3,4861**
H-91	362b	22218A02000071	20	71	3,7567	**3,6196**
H-92	314	22218A02000076	20	76	20,3969	**19,5766**
H-92	314	22218A02000086	20	86	2,5862	**2,8753**
H-93	171	22218A01900064	19	64	5,7690	**5,7823**
H-94	68a	22218A01800013	18	13	2,3564	**1,8976**
H-94	68a	22218A01800016	18	16	0,3003	**0,0000**
H-94	68a	22218A01800056	18	56	0,0546	**0,0000**
H-94	68a	22218A01900048	19	48	4,3869	**4,2995**
H-94	68a	22218A01900049	19	49	1,0386	**1,0516**
H-95	193b	22218A01900063	19	63	9,2580	**9,1040**
H-95	193b	22218A01800035	18	35	8,1524	**7,7254**
H-96	427b	22218A01800036	18	36	0,8310	**1,9407**
H-96	427b	22218A01900057	19	57	6,1175	**5,7858**
H-96	427b	22218A01900061	19	61	4,3159	**4,3123**
H-96	427b	22218A01900062	19	62	2,4638	**2,4425**
H-97	132	22218A01800020	18	20	4,8297	**4,8297**
H-97	366b	22218A01900058	19	58	0,6589	**0,6461**
H-98	438	22218A01600352	16	352	0,8912	**0,7268**
H-98	438	22218A01600348	16	348	4,8250	**5,0001**
H-98	438	22218A01800011	18	11	9,7157	**9,2561**
H-98	438	22218A01800055	18	55	0,3427	**0,0000**
H-99	18	22218A01800014	18	14	15,4527	**15,1433**
					801,2938	**762,3666**