

TFG-Proyecto de infraestructuras hidráulicas urbanas para el Sector SUP-2 ESTE del Plan General de Sagunto (Valencia) – Red de distribución de agua potable única

Anejo de cálculos hidráulicos

Curso: 2013/2014
Fecha de presentación: 06/2014
Universidad Politécnica de Valencia (UPV)
Escuela técnica superior de ingenieros de caminos, canales y puertos (ETSICCP)
Grado en Ingeniería de Obras Públicas (GIOP)
Tutor: José Ferrer Polo
Cotutor: Daniel Aguado García
Autora: Carmen Hernández de Vega



Índice

1. Introducción 5

2. Obtención de datos previos..... 5

3. Bases para el cálculo hidráulico y resultados..... 6

4. Comprobación de incendio..... 16

5. Tabla resumen de resultados..... 26

6. Elementos y accesorios de la red 26

1. Introducción

En el presente documento se mostrará el procedimiento realizado en los cálculos hidráulicos y posteriormente los resultados y conclusiones obtenidos.

2. Obtención de datos previos

Puesto que la zona aún no está construida, se ha calculado una población ficticia a abastecer. Esto significa que la red diseñada funcionará correctamente solo con una población igual o menor a la ficticia.

Para realizar el cálculo se ha partido de la información urbanística de la zona y se ha supuesto lo siguiente:

- Las viviendas unifamiliares adosadas constarán de una parcela de 300 m² de los cuales 200 m² corresponderán a jardín y los otros 100 m² a la superficie ocupada por la vivienda. Esta constara de 200 m² repartidos en dos plantas. Se considerará que en cada una vivirán 4 personas.
- Las viviendas colectivas constaran de una planta baja de 4 metros de altura y cuatro plantas con viviendas de 3 metros de altura cada una, siendo la altura total del edificio 16 metros. En cada planta habrá dos viviendas con cuatro personas en cada una, siendo 32 el número total de personas por cada vivienda colectiva. Se considerará la superficie ocupada en planta igual a 240 m² siendo 100m² por vivienda y 40 m² para zonas comunes y ascensor.
- De la superficie destinada a viviendas colectivas, un 35% se considerará superficie no útil o común. Por tanto la superficie real ocupada por las viviendas será el 65% de la total.
- La superficie destinada a un uso deportivo recreativo, se considerará un campo de fútbol. Por tanto, se le aplicará una dotación de riego.
- La superficie destinada a un uso educativo cultural se considerará como un instituto .
- Los jardines y zonas verdes se regarán durante 6 horas.
- La presión de la red existente en los puntos de conexión es de 40 m.c.a.

Destacar, que si alguno de estos supuestos no se cumplen deberá de revisarse la red, ya que podrá estar sobredimensionada o no aportar el servicio requerido. Bajo los supuestos anteriores y mediante la siguiente metodología, se ha obtenido que los habitantes que ocupan las viviendas unifamiliares adosadas forman un total de 640 (Tabla 1.).

$$Sup_{vivienda} = \frac{Sup_{total}}{3}$$
 La vivienda únicamente ocupa 100 m² de 300 m².

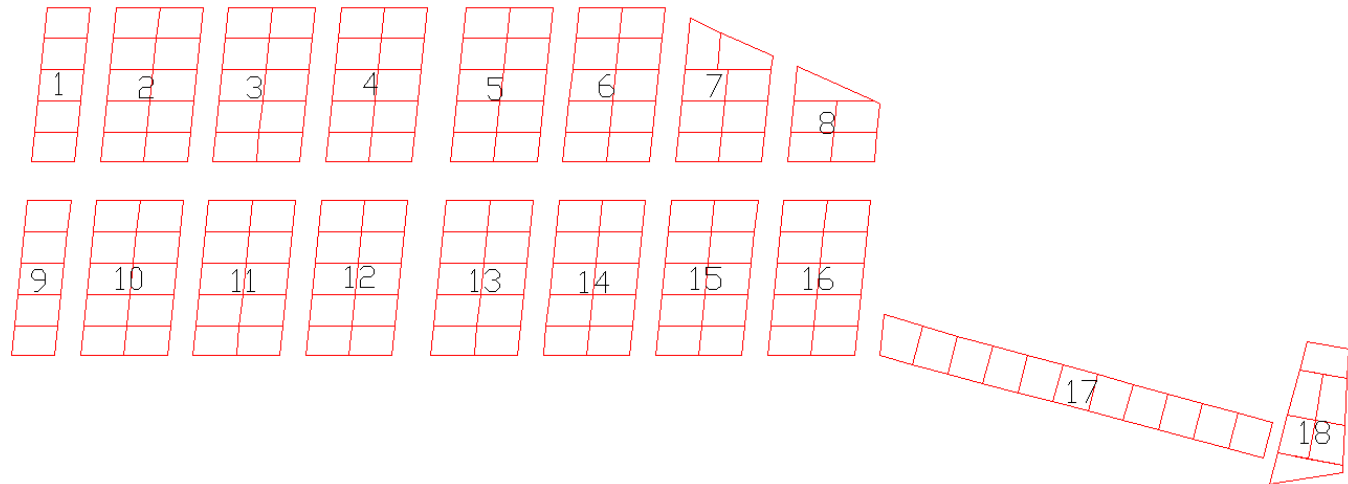
$$Viviendas = \frac{Sup_{vivienda}}{100}$$

$$Hab = Viviendas * 4$$

Para comprobar que los cálculos son correctos se ha realizado un cálculo de la fachada que deberían tener dichas viviendas mediante el siguiente procedimiento.

$$Fachada = \frac{Perimetro}{Viviendas}$$

Cabe destacar que en las áreas 1, 9, 17 y 18 esta fachada no es real, ya que en las tres primeras únicamente cabe una hilera de viviendas y en la 18 la distribución es diferente, por esta razón se ha calculado a mano. Sin embargo, estas fachadas no son reales y se ha comprobado realizando la distribución de viviendas en AutoCAD (Dibujo 1.).



Dibujo 1. Distribución de viviendas unifamiliares adosadas.

VIVIENDAS UNIFAMILIARES ADOSADAS						
	Superficie total (m²)	Superficie vivienda (m²)	Viviendas	Habitantes	Perímetro (m)	Fachada
1	1465	488	5	20	186	38 14
2	2927	976	10	39	226	23
3	2929	976	10	39	226	23
4	2929	976	10	39	226	23
5	2930	977	10	39	226	23
6	2929	976	10	39	226	23
7	2368	789	8	32	200	25
8	1460	487	5	19	155	32
9	1464	488	5	20	186	38 14
10	2929	976	10	39	226	23
11	2930	977	10	39	226	23
12	2929	976	10	39	226	23
13	2928	976	10	39	226	23
14	2929	976	10	39	226	23
15	2930	977	10	39	226	23
16	2929	976	10	39	226	23
17	3349	1116	11	45	412	37 16
18	1671	557	6	22	182	33 21
Total			160	640		

Tabla 1. Cálculo de habitantes de viviendas unifamiliares adosadas.

Para calcular los habitantes en las viviendas colectivas se ha utilizado un procedimiento similar, llegando a obtener 4640 habitantes en total (Tabla 2.).

$$Sup_{vivienda} = Sup_{Total} * 0.65$$

Las viviendas únicamente ocupan un 65% del total.

$$Viviendas = \frac{Sup_{vivienda}}{240}$$

Las viviendas ocupan 240 m².

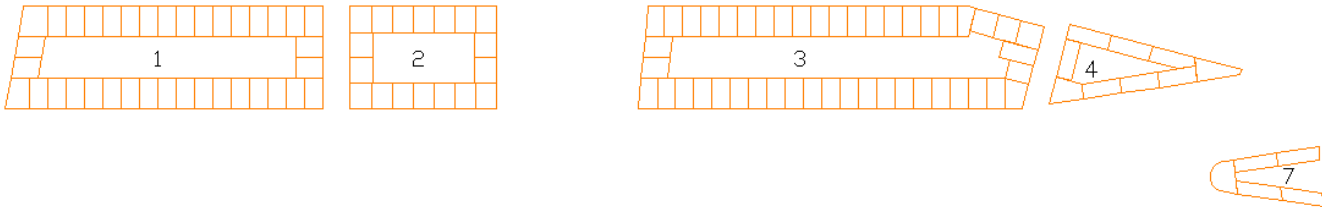
$$Hab = Viviendas * 8 * 4$$

En cada vivienda colectiva hay 8 viviendas con 4 habitantes en cada una.

Igual que en el caso anterior, para comprobar que los cálculos son correctos se ha realizado un cálculo de la fachada que deberían tener dichas viviendas mediante el siguiente procedimiento.

$$Fachada = \frac{Perímetro}{Viviendas}$$

Cabe destacar que en las áreas 6 y 7 esta fachada no es real, ya que la distribución es un poco más compleja, por esta razón se ha calculado a mano. Sin embargo, estas fachadas no son reales y se ha comprobado realizando la distribución de viviendas en AutoCAD (Dibujo 2.).



Dibujo 2. Distribución de viviendas colectivas.

VIVIENDAS COLECTIVAS						
	Superficie total (m²)	Superficie vivienda (m²)	Viviendas	Habitantes	Perímetro (m)	Fachada
1	13593	8836	37	1178	539	15
2	6489	4218	18	562	326	19
3	16988	11042	46	1472	632	14
4	3361	2185	9	291	298	33
5	7584	4930	21	657	424	21
6	3418	2222	9	296	321	35 28
7	2001	1301	5	173	172	32 26
		34732	145	4640		

Tabla 2. Cálculo de habitantes de viviendas colectivas.

Por otra parte, se ha supuesto que el instituto alberga a 600 alumnos y se han realizado los cálculos según el criterios de la NTE-IFA: con un núcleo urbano de entre 1001 y 6000 habitantes se considerará por cada 100 plazas se pueden tomar 17 viviendas equivalentes (Tabla 3.).

Colegio	
600	Alumnos
102	vivendas equivalentes
408	habitantes equivalentes

Tabla 3. Cálculo habitantes equivalentes del colegio

Además, se ha considerado que la zona de suelo dedicada a un uso terciario tendrá un consumo equivalente al de 4 viviendas, es decir a 16 habitantes.

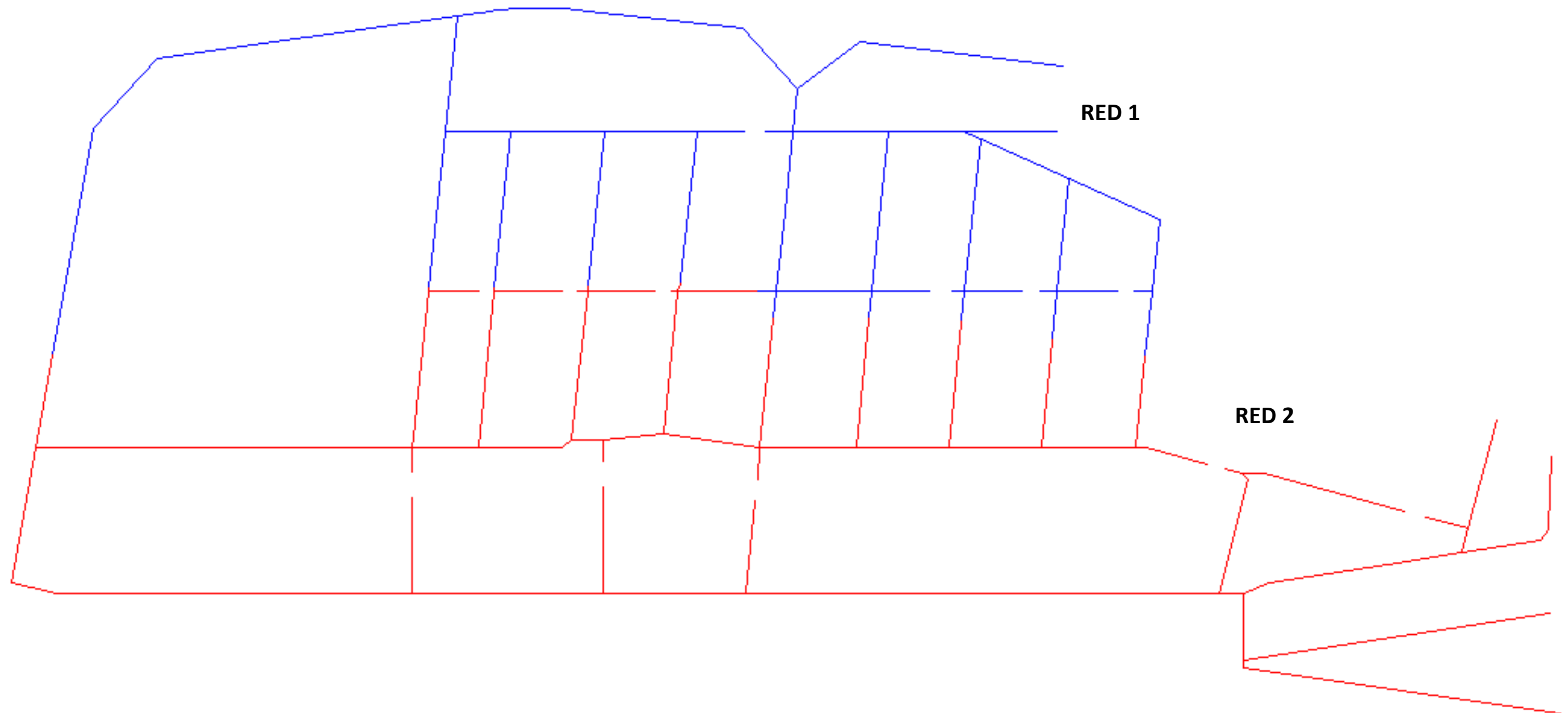
Por último, se han definido las dotaciones tanto de riego como de abastecimiento. Se considerará como dotación de abastecimiento 200 l/hab/día para ambos tipos de vivienda y 6 l/m²/día para riego. Cabe destacar que se ha planteado un riego únicamente a lo largo de 6 horas.

3. Bases para el cálculo hidráulico y resultados

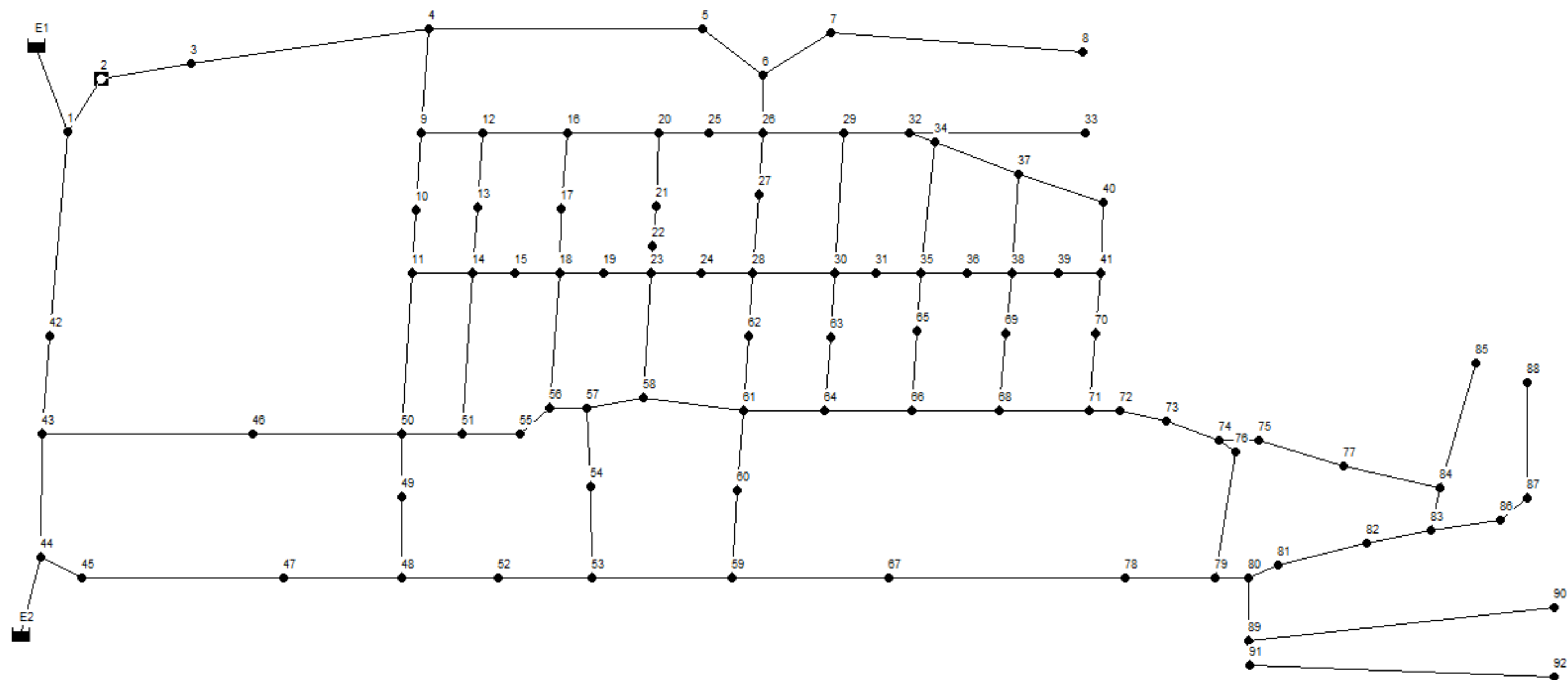
Se ha decidido utilizar tuberías de polietileno (PE 100) debido a la baja densidad del material la cual facilita su colocación en obra por su bajo peso, además su elevada resistencia disminuye o elimina los problemas por golpes o corrosión. Por otra parte, en el norte del sector a trabajar se encuentra una ligera curva de gran diámetro, la cual podrá cubrirse de forma sencilla continua gracias a que este material puede ser curvado en frio. Por último, cabe destacar que este tipo de tuberías aceptan la unión por electrofusión, la cual permite una unión más rápida y puede ser aplicada en tubos de diferente diámetro.

A continuación se explicará el procedimiento de cálculo realizado mostrando los cálculos intermedios y posteriormente se mostraran los resultados finales obtenidos en una tabla resumen (Tabla 16.).

En primer lugar, para simplificar el cálculo, ya que tenemos dos entradas de agua a la red, esta se ha dividido en dos y posteriormente se ha ramificado. Además, se han numerado todos los nudos, identificando con una comilla (') aquellos nudos dobles. A continuación se muestra el esquema de la red dividida (Dibujo 3.) y otro con la numeración de nudos (Dibujo 4.).



Dibujo 2. Esquema de la red dividida y ramificada.



Dibujo 3. Esquema con la numeración de nudos.

Puesto que se ha decidido que las conducciones estén enterradas en el centro de la calzada, se ha realizado el dibujo en AutoCAD para así poder obtener la longitud de dichas conducciones (L). Además, mediante la distribución de viviendas realizada anteriormente, se han asignado las viviendas abastecidas por cada tramo (Nº unifamiliares y Nº colectivas), incluyendo las viviendas equivalentes del colegio (Colegio). Con estos datos se han obtenido el número de viviendas totales mediante la siguiente fórmula:

$$N^{\circ} \text{ total viviendas} = N^{\circ} \text{ unifamiliares} + (N^{\circ} \text{ colectivas} * 4 * 2) + \text{Colegio}$$

Cabe destacar que estas viviendas ya incluyen las 8 viviendas que hay en una vivienda colectiva. A continuación, se han multiplicado dichas viviendas por 4 para así obtener el número de habitantes a abastecer.

El coeficiente punta (Kp) se ha obtenido mediante las interpolaciones necesarias a partir de los valores de la siguiente tabla (Tabla 4.).

Habitantes	Kp
10	19
16	14
24	10
56	6
64	5
72	5
112	4
120	4
128	4
168	3
176	3
184	3
216	3
1500	2

Tabla 4. Tabla para interpolar los coeficientes punta

Para calcular el caudal de las viviendas, se ha calculado el caudal medio (Qm) mediante la siguiente fórmula:

$$Qm_{viviendas} = \frac{Dotación * Personas \text{ por vivienda}}{86400}$$

A continuación se adjunta una tabla con los resultados (Tabla 5.):

Viviendas	
Personas por vivienda	4
Dotación (l/hab/día)	200
Qm (l/s)	0.00926

Tabla 5. Tabla de resultados del caudal medio de viviendas

Mediante este valor de caudal medio obtendremos, para cada uno de los tramos de tubería, el caudal circulante correspondiente al abastecimiento de las viviendas (Q_{viviendas}) mediante la siguiente fórmula:

$$Q_{viviendas} = Kp * Qm_{viviendas} * N^{\circ} \text{ viviendas}$$

Por otra parte, para calcular el caudal medio de riego para el campo de futbol, las viviendas unifamiliares y las zonas verdes, debe tenerse en cuenta la superficie a abastecer y las horas de abastecimiento. Por tanto la fórmula a utilizar será:

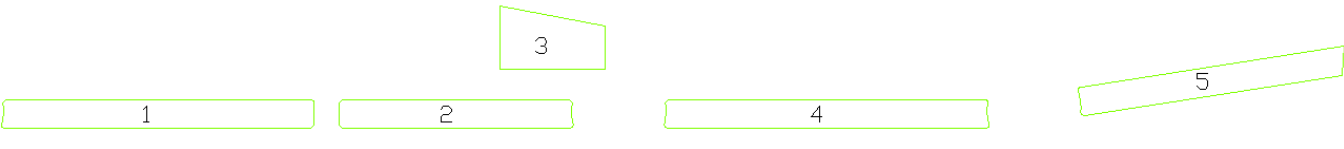
$$Qm_{riego} = \frac{Dotación * \frac{Sup_{riego}}{N^{\circ} \text{ hidrantes}}}{86400} * \frac{24}{N^{\circ} \text{ horas}_{riego}}$$

Obteniendo así la siguiente tabla de resultados (Tabla 6.):

Dotación (l/m2/día)	6	Horas	6
	Superficie (m ²)	Hidrantes	
Campo de futbol	8250	2	Qm ₁ (l/s) 1.1458
Unifamiliar	200	1	Qm ₂ (l/s) 0.0556
Jardín 1	3587	2	Qm ₃ (l/s) 0.4982
Jardín 2	2681	1	Qm ₄ (l/s) 0.7448
Jardín 3	2250	1	Qm ₅ (l/s) 0.6251
Jardín 4	3716	2	Qm ₆ (l/s) 0.5161
Jardín 5	3074	1	Qm ₇ (l/s) 0.8539

Tabla 6. Tabla de resultados del caudal medio de riego

Para situar los jardines se adjunta un esquema (Dibujo 5.)



Dibujo 5. Identificación de jardines

Para calcular el caudal de riego tanto de los jardines como del campo de futbol, se ha utilizado la siguiente fórmula:

$$Q_{riego \text{ jardín}} = Qm_{riego \text{ jardín}} * N^{\circ} \text{ hidrantes}$$

$$Q_{riego \text{ campo}} = Qm_{riego \text{ campo}} * N^{\circ} \text{ hidrantes}$$

Sin embargo, para calcular el caudal de riego de las viviendas unifamiliares se ha utilizado la siguiente variante:

$$Q_{\text{riego viviendas}} = Q_{m_{\text{riego}}} * N^{\circ} \text{ unifamiliares}$$

Por último, obtendremos el caudal total como suma de los anteriores (Q_{max}):

$$Q_{\text{max}} = Q_{\text{viviendas}} + Q_{\text{riego jardín}} + Q_{\text{riego campo}} + Q_{\text{riego viviendas}}$$

A continuación se muestra de cada una de las redes una tabla resumen con los resultados de los procedimientos explicados hasta ahora (Tabla 7. y Tabla 8.):

RED 1															
		Viviendas						Viviendas		Campo de futbol		Riego unifamiliares			
Nudos del tramo	L (m)	Nº unifamiliares	Nº colectivas	Instituto	Nº total viviendas	Habitantes	Kp	Q (l/s)	Q (m3/s)	Q (l/s)	Q (m3/s)	Q (l/s)	Q (m3/s)	Qmax (l/s)	Qmax (m3/s)
1_42	131									2.292	2.29E-03			2.292	2.29E-03
1_2	54	77	30	102	419	1676	2.71	10.509	1.05E-02			4.278	4.28E-03	14.787	1.48E-02
2_4	172	77	30	102	419	1676	2.71	10.509	1.05E-02			4.278	4.28E-03	14.787	1.48E-02
4_5	162	47	18		191	764	3.09	5.471	5.47E-03			2.611	2.61E-03	8.082	8.08E-03
5_6	46	47	9		119	476	3.82	4.207	4.21E-03			2.611	2.61E-03	6.818	6.82E-03
6_7	44		4		32	128	8.94	2.649	2.65E-03					2.649	2.65E-03
7_8	116		4		32	128	8.94	2.649	2.65E-03					2.649	2.65E-03
4_9	67	30	12		126	504	3.75	4.373	4.37E-03			1.667	1.67E-03	6.039	6.04E-03
9_10	89	5			5	20	18.71	0.866	8.66E-04			0.278	2.78E-04	1.144	1.14E-03
9_12	37	25	10		105	420	4.06	3.946	3.95E-03			1.389	1.39E-03	5.335	5.33E-03
12_13	89	5			5	20	18.71	0.866	8.66E-04			0.278	2.78E-04	1.144	1.14E-03
12_16	53	20	8		84	336	4.57	3.552	3.55E-03			1.111	1.11E-03	4.663	4.66E-03
16_17	88	10			10	40	18.51	1.714	1.71E-03			0.556	5.56E-04	2.269	2.27E-03
16_20	52	10	6		58	232	5.49	2.946	2.95E-03			0.556	5.56E-04	3.501	3.50E-03
20_21	84	10			10	40	18.51	1.714	1.71E-03			0.556	5.56E-04	2.269	2.27E-03
21_22	2														
20_25	39		3		24	96	10.06	2.236	2.24E-03					2.236	2.24E-03
6_26	24	47	5		87	348	4.49	3.620	3.62E-03			2.611	2.61E-03	6.231	6.23E-03
26_25'	15														
26_28	91	11			11	44	17.76	1.809	1.81E-03			0.611	6.11E-04	2.420	2.42E-03
28_24	11														
28_62	15	1			1	4	18.86	0.175	1.75E-04			0.056	5.56E-05	0.230	2.30E-04
28_30'	54														
26_29	54	36	5		76	304	4.76	3.350	3.35E-03			2.000	2.00E-03	5.350	5.35E-03
29_30	91	12			12	48	17.01	1.890	1.89E-03			0.667	6.67E-04	2.557	2.56E-03
30_63	15	2			2	8	18.82	0.349	3.49E-04			0.111	1.11E-04	0.460	4.60E-04
30_31	51														
29_32	42	24	3		48	192	6.70	2.976	2.98E-03			1.333	1.33E-03	4.310	4.31E-03

32_33	53	2	16	64	14.02	2.077	2.08E-03					2.077	2.08E-03
32_34	11	24	24	96	10.06	2.236	2.24E-03			1.333	1.33E-03	3.569	3.57E-03
34_35	87	11	11	44	17.76	1.809	1.81E-03			0.611	6.11E-04	2.420	2.42E-03
35_31'	2												
35_65	17	2	2	8	18.82	0.349	3.49E-04			0.111	1.11E-04	0.460	4.60E-04
35_36	43												
34_37	55	13	13	52	16.27	1.958	1.96E-03			0.722	7.22E-04	2.680	2.68E-03
37_38	64	8	8	32	18.59	1.377	1.38E-03			0.444	4.44E-04	1.821	1.82E-03
38_36'	10												
38_69	27	2	2	8	18.82	0.349	3.49E-04			0.111	1.11E-04	0.460	4.60E-04
38_39	43												
37_40	56	4	4	16	18.74	0.694	6.94E-04			0.222	2.22E-04	0.916	9.16E-04
40_41	41	4	4	16	18.74	0.694	6.94E-04			0.222	2.22E-04	0.916	9.16E-04
41_39'	10												
41_70	37	2	2	8	18.82	0.349	3.49E-04			0.111	1.11E-04	0.460	4.60E-04

Tabla 7. Tabla de resultados de la red 1.

RED 2															
		Viviendas				Viviendas				Riego		Riego unifamiliares			
Nudos del tramo	L (m)	Nº unifamiliares	Nº colectivas	Protegido	Nº viviendas	Habitantes	Kp	Q (l/s)	Q (m3/s)	Q (l/s)	Q (m3/s)	Q (l/s)	Q (m3/s)	Qmax (l/s)	Qmax (m3/s)
44_43	77	69	45	4	433	1732	2.70	10.824	1.08E-02			3.833	3.83E-03	14.657	1.47E-02
43_42'	53														
43_50	213	69	42	4	409	1636	2.72	10.283	1.03E-02			3.833	3.83E-03	14.117	1.41E-02
50_49	9														
50_11	82	5			5	20	18.71	0.866	8.66E-04			0.278	2.78E-04	1.144	1.14E-03
11_10'	2														
11_14	37														
14_13'	2														
14_15	52														
50_51	37	64	26	4	276	1104	2.80	7.162	7.16E-03			3.556	3.56E-03	10.718	1.07E-02
51_14'	89	5			5	20	18.71	0.866	8.66E-04			0.278	2.78E-04	1.144	1.14E-03
51_55	48	59	24	4	255	1020	2.82	6.650	6.65E-03			3.278	3.28E-03	9.928	9.93E-03
55_56	7	59	20	4	223	892	2.84	5.859	5.86E-03			3.278	3.28E-03	9.137	9.14E-03
56_18	84	10			10	40	18.51	1.714	1.71E-03			0.556	5.56E-04	2.269	2.27E-03
18_15'	1														
18_17'	3														
18_19'	50														

56_57	18	49	20	4	213	852	2.87	5.665	5.66E-03			2.722	2.72E-03	8.387	8.39E-03
57_54'	11														
57_58	34	49	20	4	213	852	2.87	5.665	5.66E-03			2.722	2.72E-03	8.387	8.39E-03
58_23	81	10			10	40	18.51	1.714	1.71E-03			0.556	5.56E-04	2.269	2.27E-03
23_19	1														
23_22'	5														
23_24'	45														
58_61	56	39	20	4	203	812	2.97	5.588	5.59E-03			2.167	2.17E-03	7.754	7.75E-03
61_60'	4														
61_62'	38	9			9	36	18.55	1.546	1.55E-03			0.500	5.00E-04	2.046	2.05E-03
61_64	54	30	20		190	760	3.10	5.460	5.46E-03			1.667	1.67E-03	7.127	7.13E-03
64_63'	74	8			8	32	18.59	1.377	1.38E-03			0.444	4.44E-04	1.821	1.82E-03
64_66	53	22	16		150	600	3.51	4.870	4.87E-03			1.222	1.22E-03	6.092	6.09E-03
66_65'	72	8			8	32	18.59	1.377	1.38E-03			0.444	4.44E-04	1.821	1.82E-03
66_68	53	14	12		110	440	3.94	4.010	4.01E-03			0.778	7.78E-04	4.788	4.79E-03
68_69'	62	8			8	32	18.59	1.377	1.38E-03			0.444	4.44E-04	1.821	1.82E-03
68_71	53	6	7		62	248	5.31	3.046	3.05E-03			0.333	3.33E-04	3.379	3.38E-03
71_70'	52	3			3	12	18.78	0.522	5.22E-04			0.167	1.67E-04	0.688	6.88E-04
71_72	7	3	3		27	108	9.64	2.410	2.41E-03			0.167	1.67E-04	2.577	2.58E-03
72_73	51	3	3		27	108	9.64	2.410	2.41E-03			0.167	1.67E-04	2.577	2.58E-03
44_45	26	14	70		574	2296	2.61	13.857	1.39E-02	4.252	4.25E-03	0.778	7.78E-04	18.887	1.89E-02
45_48	201	14	70		574	2296	2.61	13.857	1.39E-02	4.252	4.25E-03	0.778	7.78E-04	18.887	1.89E-02
48_49	72		4		32	128	8.94	2.649	2.65E-03					2.649	2.65E-03
48_53	108	14	50		414	1656	2.71	10.397	1.04E-02	3.256	3.26E-03	0.778	7.78E-04	14.430	1.44E-02
53_54	76		3		24	96	10.06	2.236	2.24E-03					2.236	2.24E-03
53_59	80	14	40		334	1336	2.76	8.550	8.55E-03	2.511	2.51E-03	0.778	7.78E-04	11.839	1.18E-02
59_60	78		2		16	64	14.02	2.077	2.08E-03					2.077	2.08E-03
59_79	268	14	38		318	1272	2.78	8.171	8.17E-03	1.886	1.89E-03	0.778	7.78E-04	10.835	1.08E-02
79_76	66	7	9		79	316	4.69	3.429	3.43E-03			0.389	3.89E-04	3.818	3.82E-03
76_74	5	7	3		31	124	9.08	2.606	2.61E-03			0.389	3.89E-04	2.995	3.00E-03
74_73'	5														
74_75	13	7	3		31	124	9.08	2.606	2.61E-03			0.389	3.89E-04	2.995	3.00E-03
75_77	95	6	3		30	120	9.22	2.561	2.56E-03			0.333	3.33E-04	2.895	2.89E-03
79_80	14	7	9		79	316	4.69	3.429	3.43E-03	0.854	8.54E-04	0.389	3.89E-04	4.672	4.67E-03
80_81	16	7	4		39	156	7.96	2.874	2.87E-03	0.854	8.54E-04	0.389	3.89E-04	4.117	4.12E-03
81_83	110	7	4		39	156	7.96	2.874	2.87E-03	0.854	8.54E-04	0.389	3.89E-04	4.117	4.12E-03
83_84	14	4			4	16	18.74	0.694	6.94E-04			0.222	2.22E-04	0.916	9.16E-04
84_77'	25	1			1	4	18.86	0.175	1.75E-04			0.056	5.56E-05	0.230	2.30E-04
84_85	63	3			3	12	18.78	0.522	5.22E-04			0.167	1.67E-04	0.688	6.88E-04
83_86	45	3			3	12	18.78	0.522	5.22E-04			0.167	1.67E-04	0.688	6.88E-04
86_87	8	2			2	8	18.82	0.349	3.49E-04			0.111	1.11E-04	0.460	4.60E-04
87_88	41	2			2	8	18.82	0.349	3.49E-04			0.111	1.11E-04	0.460	4.60E-04

80_89	38	5	40	160	7.82	2.896	2.90E-03	2.896	2.90E-03
89_90	175	2	16	64	14.02	2.077	2.08E-03	2.077	2.08E-03
89_91	4	3	24	96	10.06	2.236	2.24E-03	2.236	2.24E-03
91_92	181	3	24	96	10.06	2.236	2.24E-03	2.236	2.24E-03

Tabla 8. Tabla de resultados de la red 2.

Los diámetros de la red deberán cumplir los siguientes criterios, por tanto elegiremos el mayor de los tres:

- Diámetro mínimo recomendado por la NTE-IFA según la tabla siguiente (Tabla 9.):

Habitantes	D distribución (mm)	D arterias (mm)
1000 - 6000	80	125

Tabla 9. Diámetros mínimos de la NTE-IFA.

Cabe destacar que en este punto tomaremos la población equivalente (Tabla 10.), es decir:

$$P_{eq} = P_{unifamiliares} + P_{colectivas} + P_{colegio} + P_{terciario}$$

Población	
Unifamiliares	640
Colectivas	4640
Instituto	408
Terciario	16
Total	5704

Tabla 10. Cálculo de población equivalente.

- Diámetro mínimo según el tipo de hidrante:
Puesto que la población abastecida es mayor de 5000 habitantes se debe utilizar un hidrante tipo 100 mm, por tanto el diámetro mínimo requerido es de 150 mm.
- Diámetro mínimo que cumpla los criterios de Mougny:

$$V_{max} (m/s) = 1.5 * \sqrt{D (m)} + 0.05$$

Se debe tener en cuenta que en DN del polietileno es el diámetro exterior, pero el que debe cumplir los criterios anteriores es el interior. A continuación se muestran las tablas de resultados (Tabla 11. y Tabla 12.):

RED 1								
	NTE-IFA		Hidrante		Mougny			
Nudos del tramo	Dmin (mm)	Dmin (mm) NORMALIZADO	Dmin (mm)	Dmin (mm) NORMALIZADO	Dmin (mm)	D (mm)	e (mm)	DN (mm)
1_42	80	83.0	80	83.0	83.0	83.0	3.5	90
1_2	125	129.2	150	166.2	166.2	166.2	6.9	180
2_4	125	129.2	150	166.2	166.2	166.2	6.9	180
4_5	125	129.2	150	166.2	129.2	166.2	6.9	180
5_6	125	129.2	150	166.2	129.2	166.2	6.9	180
6_7	80	83.0	150	166.2	83.0	166.2	6.9	180
7_8	80	83.0	150	166.2	83.0	166.2	6.9	180
4_9	125	129.2	150	166.2	115.4	166.2	6.9	180
9_10	80	83.0	150	166.2	69.2	166.2	6.9	180
9_12	80	83.0	150	166.2	115.4	166.2	6.9	180
12_13	80	83.0	150	166.2	69.2	166.2	6.9	180
12_16	80	83.0	150	166.2	101.6	166.2	6.9	180
16_17	80	83.0	150	166.2	83.0	166.2	6.9	180
16_20	80	83.0	150	166.2	101.6	166.2	6.9	180
20_21	80	83.0	150	166.2	83.0	166.2	6.9	180
21_22	80	83.0	150	166.2	69.2	166.2	6.9	180
20_25	80	83.0	150	166.2	83.0	166.2	6.9	180
6_26	125	129.2	150	166.2	115.4	166.2	6.9	180
26_25'	80	83.0	150	166.2	69.2	166.2	6.9	180
26_28	80	83.0	150	166.2	83.0	166.2	6.9	180
28_24	80	83.0	150	166.2	69.2	166.2	6.9	180
28_62	80	83.0	150	166.2	69.2	166.2	6.9	180
28_30'	80	83.0	150	166.2	69.2	166.2	6.9	180
26_29	125	129.2	150	166.2	115.4	166.2	6.9	180
29_30	80	83.0	150	166.2	83.0	166.2	6.9	180
30_63	80	83.0	150	166.2	69.2	166.2	6.9	180
30_31	80	83.0	150	166.2	69.2	166.2	6.9	180
29_32	125	129.2	150	166.2	101.6	166.2	6.9	180
32_33	80	83.0	150	166.2	83.0	166.2	6.9	180
32_34	80	83.0	150	166.2	101.6	166.2	6.9	180
34_35	80	83.0	150	166.2	83.0	166.2	6.9	180

35_31'	80	83.0	150	166.2	69.2	166.2	6.9	180
35_65	80	83.0	150	166.2	69.2	166.2	6.9	180
35_36	80	83.0	150	166.2	69.2	166.2	6.9	180
34_37	80	83.0	150	166.2	83.0	166.2	6.9	180
37_38	80	83.0	150	166.2	69.2	166.2	6.9	180
38_36'	80	83.0	150	166.2	69.2	166.2	6.9	180
38_69	80	83.0	150	166.2	69.2	166.2	6.9	180
38_39	80	83.0	150	166.2	69.2	166.2	6.9	180
37_40	80	83.0	150	166.2	69.2	166.2	6.9	180
40_41	80	83.0	150	166.2	69.2	166.2	6.9	180
41_39'	80	83.0	150	166.2	69.2	166.2	6.9	180
41_70	80	83.0	150	166.2	69.2	166.2	6.9	180

Tabla 11. Determinación de diámetros de la red 1.

RED 2								
	NTE-IFA		Hidrante		Mougnie			
Nudos del tramo	Dmin (mm)	Dmin (mm) NORMALIZADO	Dmin (mm)	Dmin (mm) NORMALIZADO	Dmin (mm)	D (mm)	e (mm)	DN (mm)
44_43	125	129.2	150	166.2	166.2	166.2	6.9	180
43_42'	80	83.0	150	166.2	69.2	166.2	6.9	180
43_50	125	129.2	150	166.2	166.2	166.2	6.9	180
50_49	80	83.0	150	166.2	69.2	166.2	6.9	180
50_11	80	83.0	150	166.2	69.2	166.2	6.9	180
11_10'	80	83.0	150	166.2	69.2	166.2	6.9	180
11_14	80	83.0	150	166.2	69.2	166.2	6.9	180
14_13'	80	83.0	150	166.2	69.2	166.2	6.9	180
14_15	80	83.0	150	166.2	69.2	166.2	6.9	180
50_51	125	129.2	150	166.2	147.6	166.2	6.9	180
51_14'	80	83.0	150	166.2	69.2	166.2	6.9	180
51_55	128	129.2	150	166.2	147.6	166.2	6.9	180
55_56	80	83.0	150	166.2	147.6	166.2	6.9	180
56_18	80	83.0	150	166.2	83.0	166.2	6.9	180
18_15'	80	83.0	150	166.2	69.2	166.2	6.9	180
18_17'	80	83.0	150	166.2	69.2	166.2	6.9	180
18_19'	80	83.0	150	166.2	69.2	166.2	6.9	180
56_57	80	83.0	150	166.2	147.6	166.2	6.9	180
57_54'	80	83.0	150	166.2	69.2	166.2	6.9	180
57_58	80	83.0	150	166.2	147.6	166.2	6.9	180
58_23	80	83.0	150	166.2	83.0	166.2	6.9	180
23_19	80	83.0	150	166.2	69.2	166.2	6.9	180
23_22'	80	83.0	150	166.2	69.2	166.2	6.9	180

23_24'	80	83.0	150	166.2	69.2	166.2	6.9	180
58_61	80	83.0	150	166.2	129.2	166.2	6.9	180
61_60'	80	83.0	150	166.2	69.2	166.2	6.9	180
61_62'	80	83.0	150	166.2	83.0	166.2	6.9	180
61_64	80	83.0	150	166.2	129.2	166.2	6.9	180
64_63'	80	83.0	150	166.2	69.2	166.2	6.9	180
64_66	80	83.0	150	166.2	115.4	166.2	6.9	180
66_65'	80	83.0	150	166.2	69.2	166.2	6.9	180
66_68	80	83.0	150	166.2	115.4	166.2	6.9	180
68_69'	80	83.0	150	166.2	69.2	166.2	6.9	180
68_71	80	83.0	150	166.2	101.6	166.2	6.9	180
71_70'	80	83.0	150	166.2	69.2	166.2	6.9	180
71_72	80	83.0	150	166.2	83.0	166.2	6.9	180
72_73	80	83.0	150	166.2	83.0	166.2	6.9	180
44_45	125	129.2	80	83.0	184.6	184.6	7.7	200
45_48	125	129.2	80	83.0	184.6	184.6	7.7	200
48_49	80	83.0	150	166.2	83.0	166.2	6.9	180
48_53	125	129.2	80	83.0	166.2	166.2	6.9	180
53_54	80	83.0	150	166.2	83.0	166.2	6.9	180
53_59	125	129.2	80	83.0	166.2	166.2	6.9	180
59_60	80	83.0	150	166.2	83.0	166.2	6.9	180
59_79	80	83.0	80	83.0	147.6	147.6	6.2	160
79_76	80	83.0	150	166.2	101.6	166.2	6.9	180
76_74	80	83.0	150	166.2	101.6	166.2	6.9	180
74_73'	80	83.0	150	166.2	69.2	166.2	6.9	180
74_75	80	83.0	150	166.2	101.6	166.2	6.9	180
75_77	80	83.0	150	166.2	83.0	166.2	6.9	180
79_80	80	83.0	80	83.0	101.6	101.6	4.2	110
80_81	80	83.0	80	83.0	101.6	101.6	4.2	110
81_83	80	83.0	80	83.0	101.6	101.6	4.2	110
83_84	80	83.0	150	166.2	69.2	166.2	6.9	180
84_77'	80	83.0	150	166.2	69.2	166.2	6.9	180
84_85	80	83.0	150	166.2	69.2	166.2	6.9	180
83_86	80	83.0	150	166.2	69.2	166.2	6.9	180
86_87	80	83.0	150	166.2	69.2	166.2	6.9	180
87_88	80	83.0	150	166.2	69.2	166.2	6.9	180
80_89	80	83.0	150	166.2	83.0	166.2	6.9	180
89_90	80	83.0	150	166.2	83.0	166.2	6.9	180
89_91	80	83.0	150	166.2	83.0	166.2	6.9	180
91_92	80	83.0	150	166.2	83.0	166.2	6.9	180

Tabla 12. Determinación de diámetros de la red 2.

A continuación se comprobará que la red diseñada tiene presión suficiente para abastecer a toda la población. Puesto que no se conoce la presión de la red existente a la que se conectará, se ha supuesto un valor de presión en ambas bocas de entrada de 40 m.c.a. y se ha seguido realizando el siguiente cálculo:

$$S = \frac{\pi * (D/1000)^2}{4}$$

$$V = \frac{Q_{max}}{S * 1000}$$

Se ha supuesto una viscosidad de $1.15 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$ (v) correspondiente a una temperatura de entre 15 y 20°C, una rugosidad de 0.1 mm (ε) y pérdidas de carga localizadas nulas.

$$Re = \frac{V * (D/1000)}{v}$$

$$\frac{1}{\sqrt{f}} = -2 * \log_{10} \left(\frac{\varepsilon/D}{3.71} + \frac{2.51}{Re * \sqrt{f}} \right)$$

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

$$P_n = P_{n-1} - \Delta h - Cota_{n-1} + Cota_n$$

A continuación se muestran las tablas de resultados (Tabla 13. y Tabla 14.)

RED 1												Cota 1	Pin (mca)
												12.93	40.00
Nudos del tramo	L (m)	D (mm)	e (mm)	DN (mm)	S (m ²)	Qmax (l/s)	V (m/s)	Re	f	Δh (m)	Cota (m)	P (mca)	
1_42	131	83.0	3.5	90	0.005	2.292	0.424	30569.31	0.02633	3.79E-04	13.05	39.74	
1_2	54	166.2	6.9	180	0.022	14.787	0.682	98507.22	0.02076	1.58E-04	12.61	39.52	
2_4	172	166.2	6.9	180	0.022	14.787	0.682	98507.22	0.02076	5.08E-04	11.40	37.80	
4_5	162	166.2	6.9	180	0.022	8.082	0.373	53840.28	0.02259	1.56E-04	9.97	36.22	
5_6	46	166.2	6.9	180	0.022	6.818	0.314	45419.87	0.02323	3.26E-05	9.87	36.09	
6_7	44	166.2	6.9	180	0.022	2.649	0.122	17646.44	0.02788	5.62E-06	9.67	35.88	
7_8	116	166.2	6.9	180	0.022	2.649	0.122	17646.44	0.02788	1.48E-05	9.20	35.40	
4_9	67	166.2	6.9	180	0.022	6.039	0.278	40231.87	0.02372	3.76E-05	11.60	37.97	
9_10	89	166.2	6.9	180	0.022	1.144	0.053	7619.25	0.03399	2.59E-06	11.81	38.17	
9_12	37	166.2	6.9	180	0.022	5.335	0.246	35536.90	0.02425	1.66E-05	11.30	37.65	
12_13	89	166.2	6.9	180	0.022	1.144	0.053	7619.25	0.03399	2.59E-06	11.54	37.89	
12_16	53	166.2	6.9	180	0.022	4.663	0.215	31062.64	0.02486	1.86E-05	10.85	37.18	
16_17	88	166.2	6.9	180	0.022	2.269	0.105	15118.23	0.02884	8.55E-06	11.10	37.42	
16_20	52	166.2	6.9	180	0.022	3.501	0.161	23324.66	0.02629	1.10E-05	10.40	36.72	
20_21	84	166.2	6.9	180	0.022	2.269	0.105	15118.23	0.02884	8.13E-06	10.70	37.01	

21_22	2	166.2	6.9	180	0.022							10.70	
20_25	39	166.2	6.9	180	0.022	2.236	0.103	14895.43	0.02894	3.69E-06	10.70	37.02	
6_26	24	166.2	6.9	180	0.022	6.231	0.287	41510.54	0.02359	1.44E-05	9.95	36.15	
26_25'	15	166.2	6.9	180	0.022						10.70		
26_28	91	166.2	6.9	180	0.022	2.420	0.112	16122.30	0.02843	9.91E-06	10.30	36.49	
28_24	11	166.2	6.9	180	0.022						10.38		
28_62	15	166.2	6.9	180	0.022	0.230	0.011	1533.47	0.05394	2.79E-08	10.26	36.45	
28_30'	54	166.2	6.9	180	0.022						10.02		
26_29	54	166.2	6.9	180	0.022	5.350	0.247	35638.25	0.02423	2.44E-05	9.78	35.96	
29_30	91	166.2	6.9	180	0.022	2.557	0.118	17034.06	0.02809	1.09E-05	10.02	36.19	
30_63	15	166.2	6.9	180	0.022	0.460	0.021	3062.13	0.04361	9.04E-08	10.01	36.18	
30_31	51	166.2	6.9	180	0.022						9.81		
29_32	42	166.2	6.9	180	0.022	4.310	0.199	28709.45	0.02523	1.29E-05	9.63	35.79	
32_33	53	166.2	6.9	180	0.022	2.077	0.096	13836.48	0.02943	4.39E-06	9.37	35.53	
32_34	11	166.2	6.9	180	0.022	3.569	0.165	23777.62	0.02619	2.30E-06	9.61	35.77	
34_35	87	166.2	6.9	180	0.022	2.420	0.112	16122.30	0.02843	9.43E-06	9.80	35.95	
35_31'	2	166.2	6.9	180	0.022						9.81		
35_65	17	166.2	6.9	180	0.022	0.460	0.021	3062.13	0.04361	1.02E-07	10.76	36.91	
35_36	43	166.2	6.9	180	0.022						9.60		
34_37	55	166.2	6.9	180	0.022	2.680	0.124	17853.51	0.02781	7.17E-06	9.44	35.59	
37_38	64	166.2	6.9	180	0.022	1.821	0.084	12133.07	0.03033	4.22E-06	9.55	35.70	
38_36'	10	166.2	6.9	180	0.022						9.61		
38_69	27	166.2	6.9	180	0.022	0.460	0.021	3062.13	0.04361	1.62E-07	9.47	35.62	
38_39	43	166.2	6.9	180	0.022						9.20		
37_40	56	166.2	6.9	180	0.022	0.916	0.042	6105.02	0.03599	1.10E-06	9.27	35.42	
40_41	41	166.2	6.9	180	0.022	0.916	0.042	6105.02	0.03599	8.15E-07	9.13	35.28	
41_39'	10	166.2	6.9	180	0.022						9.21		
41_70	37	166.2	6.9	180	0.022	0.460	0.021	3062.13	0.04361	2.23E-07	9.04	35.19	

Tabla 13. Cálculo de presiones de la red 1.

RED 2												Cota 44	Pin (mca)
												13.35	40.00
Nudos del tramo	L (m)	D (mm)	e (mm)	DN (mm)	S (m ²)	Qmax (l/s)	V (m/s)	Re	f	Δh (m)	Cota (m)	P (mca)	
44_43	77	166.2	6.9	180	0.022	14.657	0.676	97640.53	0.02078	2.25E-04	13.15	39.57	
43_42'	53	166.2	6.9	180	0.022						13.05		
43_50	213	166.2	6.9	180	0.022	14.117	0.651	94041.04	0.02088	5.78E-04	11.55	37.40	
50_49	9	166.2	6.9	180	0.022						11.53		
50_11	82	166.2	6.9	180	0.022	1.144	0.053	7619.25	0.03399	2.38E-06	11.81	37.65	
11_10'	2	166.2	6.9	180	0.022						11.81		
11_14	37	166.2	6.9	180	0.022						11.55		
14_13'	2	166.2	6.9	180	0.022						11.54		
14_15	52	166.2	6.9	180	0.022						11.12		

50_51	37	166.2	6.9	180	0.022	10.718	0.494	71398.77	0.02166	6.05E-05	11.29	37.08
51_14'	89	166.2	6.9	180	0.022	1.144	0.053	7619.25	0.03399	2.57E-06	11.55	37.33
51_55	48	166.2	6.9	180	0.022	9.928	0.458	66134.58	0.02190	6.74E-05	10.95	36.67
55_56	7	166.2	6.9	180	0.022	9.137	0.421	60864.11	0.02217	8.56E-06	10.93	36.64
56_18	84	166.2	6.9	180	0.022	2.269	0.105	15118.23	0.02884	8.13E-06	11.11	36.81
18_15'	1	166.2	6.9	180	0.022						11.12	
18_17'	3	166.2	6.9	180	0.022						11.10	
18_19'	50	166.2	6.9	180	0.022						11.72	
56_57	18	166.2	6.9	180	0.022	8.387	0.387	55869.95	0.02246	1.81E-05	10.80	36.49
57_54'	11	166.2	6.9	180	0.022						10.79	
57_58	34	166.2	6.9	180	0.022	8.387	0.387	55869.95	0.02246	3.52E-05	10.56	36.22
58_23	81	166.2	6.9	180	0.022	2.269	0.105	15118.23	0.02884	7.80E-06	10.71	36.36
23_19	1	166.2	6.9	180	0.022						11.72	
23_22'	5	166.2	6.9	180	0.022						10.70	
23_24'	45	166.2	6.9	180	0.022						10.38	
58_61	56	166.2	6.9	180	0.022	7.754	0.357	51657.39	0.02274	4.95E-05	10.14	35.75
61_60'	4	166.2	6.9	180	0.022						10.13	
61_62'	38	166.2	6.9	180	0.022	2.046	0.094	13628.05	0.02953	3.04E-06	10.26	35.86
61_64	54	166.2	6.9	180	0.022	7.127	0.329	47475.84	0.02306	4.14E-05	9.82	35.39
64_63'	74	166.2	6.9	180	0.022	1.821	0.084	12133.07	0.03033	4.83E-06	10.01	35.57
64_66	53	166.2	6.9	180	0.022	6.092	0.281	40583.74	0.02368	3.01E-05	9.51	35.05
66_65'	72	166.2	6.9	180	0.022	1.821	0.084	12133.07	0.03033	4.70E-06	10.76	36.29
66_68	53	166.2	6.9	180	0.022	4.788	0.221	31896.56	0.02473	1.94E-05	9.19	34.71
68_69'	62	166.2	6.9	180	0.022	1.821	0.084	12133.07	0.03033	4.05E-06	9.47	34.98
68_71	53	166.2	6.9	180	0.022	3.379	0.156	22511.20	0.02648	1.05E-05	8.88	34.39
71_70'	52	166.2	6.9	180	0.022	0.688	0.032	4585.99	0.03888	6.19E-07	9.04	34.55
71_72	7	166.2	6.9	180	0.022	2.577	0.119	17167.07	0.02804	7.89E-07	8.86	34.37
72_73	51	166.2	6.9	180	0.022	2.577	0.119	17167.07	0.02804	6.15E-06	8.67	34.17
44_45	26	184.6	7.7	200	0.027	18.887	0.706	113278.69	0.02017	7.32E-05	13.10	39.68
45_48	201	184.6	7.7	200	0.027	18.887	0.706	113278.69	0.02017	5.58E-04	11.28	37.30
48_49	72	166.2	6.9	180	0.022	2.649	0.122	17646.44	0.02788	9.23E-06	11.53	37.54
48_53	108	166.2	6.9	180	0.022	14.430	0.665	96130.06	0.02082	3.05E-04	10.55	36.26
53_54	76	166.2	6.9	180	0.022	2.236	0.103	14895.43	0.02894	7.15E-06	10.79	36.50
53_59	80	166.2	6.9	180	0.022	11.839	0.546	78866.31	0.02136	1.57E-04	9.97	35.53
59_60	78	166.2	6.9	180	0.022	2.077	0.096	13836.48	0.02943	6.48E-06	10.13	35.68
59_79	268	147.6	6.2	160	0.017	10.835	0.633	81275.62	0.02155	8.00E-04	8.36	33.12
79_76	66	166.2	6.9	180	0.022	3.818	0.176	25432.69	0.02584	1.61E-05	7.62	32.36
76_74	5	166.2	6.9	180	0.022	2.995	0.138	19953.75	0.02715	8.57E-07	7.65	32.39
74_73'	5	166.2	6.9	180	0.022						8.67	
74_75	13	166.2	6.9	180	0.022	2.995	0.138	19953.75	0.02715	2.10E-06	7.54	32.28
75_77	95	166.2	6.9	180	0.022	2.895	0.133	19283.02	0.02735	1.41E-05	7.56	32.28
79_80	14	101.6	4.2	110	0.008	4.672	0.576	50909.16	0.02390	5.61E-05	8.24	32.94
80_81	16	101.6	4.2	110	0.008	4.117	0.508	44862.13	0.02433	4.94E-05	8.14	32.79
81_83	110	101.6	4.2	110	0.008	4.117	0.508	44862.13	0.02433	3.46E-04	7.27	31.58
83_84	14	166.2	6.9	180	0.022	0.916	0.042	6105.02	0.03599	2.82E-07	7.30	31.60
84_77'	25	166.2	6.9	180	0.022	0.230	0.011	1533.47	0.05394	4.61E-08	7.56	31.86

84_85	63	166.2	6.9	180	0.022	0.688	0.032	4585.99	0.03888	7.60E-07	7.53	31.83
83_86	45	166.2	6.9	180	0.022	0.688	0.032	4585.99	0.03888	5.45E-07	7.05	31.35
86_87	8	166.2	6.9	180	0.022	0.460	0.021	3062.13	0.04361	4.56E-08	7.04	31.34
87_88	41	166.2	6.9	180	0.022	0.460	0.021	3062.13	0.04361	2.45E-07	7.12	31.42
80_89	38	166.2	6.9	180	0.022	2.896	0.133	19290.39	0.02735	5.68E-06	8.04	32.74
89_90	175	166.2	6.9	180	0.022	2.077	0.096	13836.48	0.02943	1.45E-05	6.95	31.63
89_91	4	166.2	6.9	180	0.022	2.236	0.103	14895.43	0.02894	4.15E-07	8.01	32.70
91_92	181	166.2	6.9	180	0.022	2.236	0.103	14895.43	0.02894	1.70E-05	6.80	31.48

Tabla 14. Cálculo de presiones de la red 2.

Puesto que la mayor altura de viviendas es de 16 m, correspondiente a las viviendas colectivas, y es necesario garantizar una presión mínima de 15 m.c.a en las acometidas, la presión mínima requerida para abastecer a toda la población es de 31 m.c.a. Como se puede observar en las dos tablas anteriores (Tabla 13. y Tabla 14.) en ningún caso la presión es inferior a este valor, por tanto la red diseñada es adecuada.

Para concluir, se ha determinado que la presión nominal de las conducciones, la cual para tubos de polietileno es igual a la presión de funcionamiento admisible, sea de 6 bar. Aunque la máxima presión calculada haya sido 3.9 bar (39.74 en el nudo 42), se ha decidido escoger tubos de presión nominal de 6 bar porque los de menores presiones no tienen diámetros tan pequeños debido a la imposibilidad de realizar conductos con tan poco espesor.

4. Comprobación de incendio

La comprobación de incendio debe hacerse sobre la red mallada. Por tanto, se volverá a cerrar y se introducirá en un software de modelación de redes (en este caso EPANET). Para ello, será necesario definir la demanda de cada nudo, considerando que el coeficiente punta es el correspondiente al de toda la población, en este caso 2, quedando los nudos con las siguientes demandas (Tabla 15.):

Nudo	Nº viviendas	Q (l/s)
1	6	0.115
2		
3	51	0.944
4	56	1.037
5	5	0.093
6		
7	2	0.037
8	2	0.037
9	5	0.093
10	2	0.037
11	2	0.037
12	5	0.093
13	2	0.037
14	2	0.037
15		

16	9	0.167
17	2	0.037
18	4	0.074
19		
20	6	0.111
21	6	0.111
22		
23	4	0.074
24		
25	2	0.037
26	3	0.056
27	6	0.111
28	2	0.037
29	8	0.148
30	4	0.074

31			62	6	0.111
32	1	0.019	63	6	0.111
33	1	0.019	64	8	0.148
34	5	0.093	65	6	0.111
35	4	0.074	66	9	0.167
36			67	13	0.237
37	5	0.093	68	8	0.148
38	2	0.037	69	6	0.111
39			70	3	0.056
40	1	0.019	71	3	0.056
41	2	0.037	72	4	0.074
42	6	0.115	73	2	0.037
43	3	0.056	74	1	0.019
44	2	0.037	75	5	0.093
45	8	0.142	76	3	0.056
46	9	0.167	77	4	0.074
47	12	0.216	78	7	0.130
48	5	0.093	79	3	0.056
49	1	0.019	80		
50	9	0.167	81	1	0.019
51	6	0.111	82	7	0.122
52	8	0.149	83	1	0.019
53	5	0.093	84	2	0.037
54	2	0.037	85	2	0.037
55	2	0.037	86	1	0.019
56	6	0.111	87	1	0.019
57			88	1	0.019
58	6	0.111	89		
59	9	0.174	90	2	0.037
60	1	0.019	91		
61	6	0.111	92	3	0.056

Tabla 15. Cálculo de demandas para la comprobación de incendio.

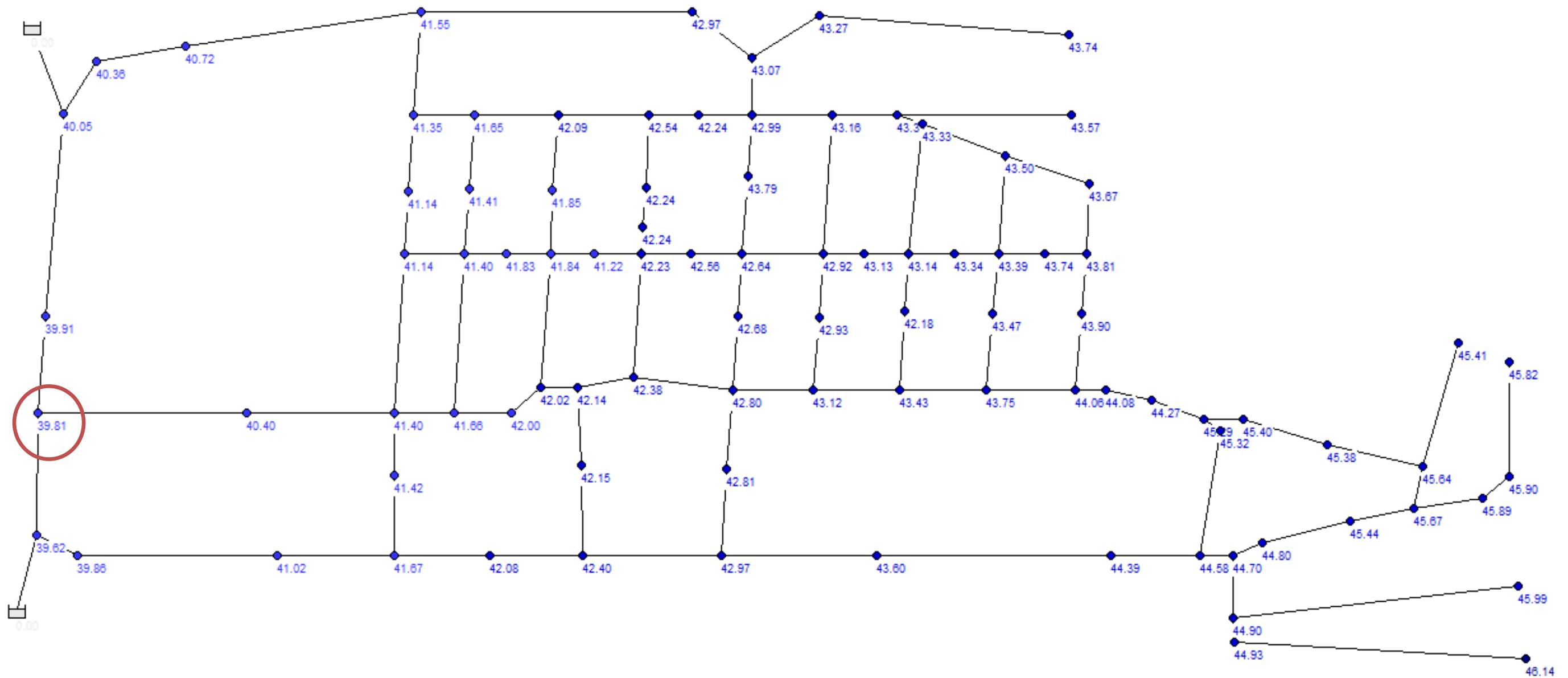
Tal y como se puede observar en el Dibujo 6. los nudos consecutivos más desfavorables son el 44 y el 43 por tener las presiones más bajas, por tanto se les incluirá el caudal de incendio y se comprobará que ningún nudo de la red tiene una presión menor a 10 m.c.a. Tal y como puede apreciarse en el Dibujo 7. la presión casi no varía, por tanto se han realizado también las siguientes comprobaciones en los nudos más alejados:

- Caudal de incendio en los nudos 8 y 7 (Dibujo 8.)
- Caudal de incendio en los nudos 33 y 32 (Dibujo 9.)
- Caudal de incendio en los nudos 85 y 84 (Dibujo 10.)
- Caudal de incendio en los nudos 88 y 87 (Dibujo 11.)
- Caudal de incendio en los nudos 90 y 89 (Dibujo 12)
- Caudal de incendio en los nudos 92 y 91 (Dibujo 13)

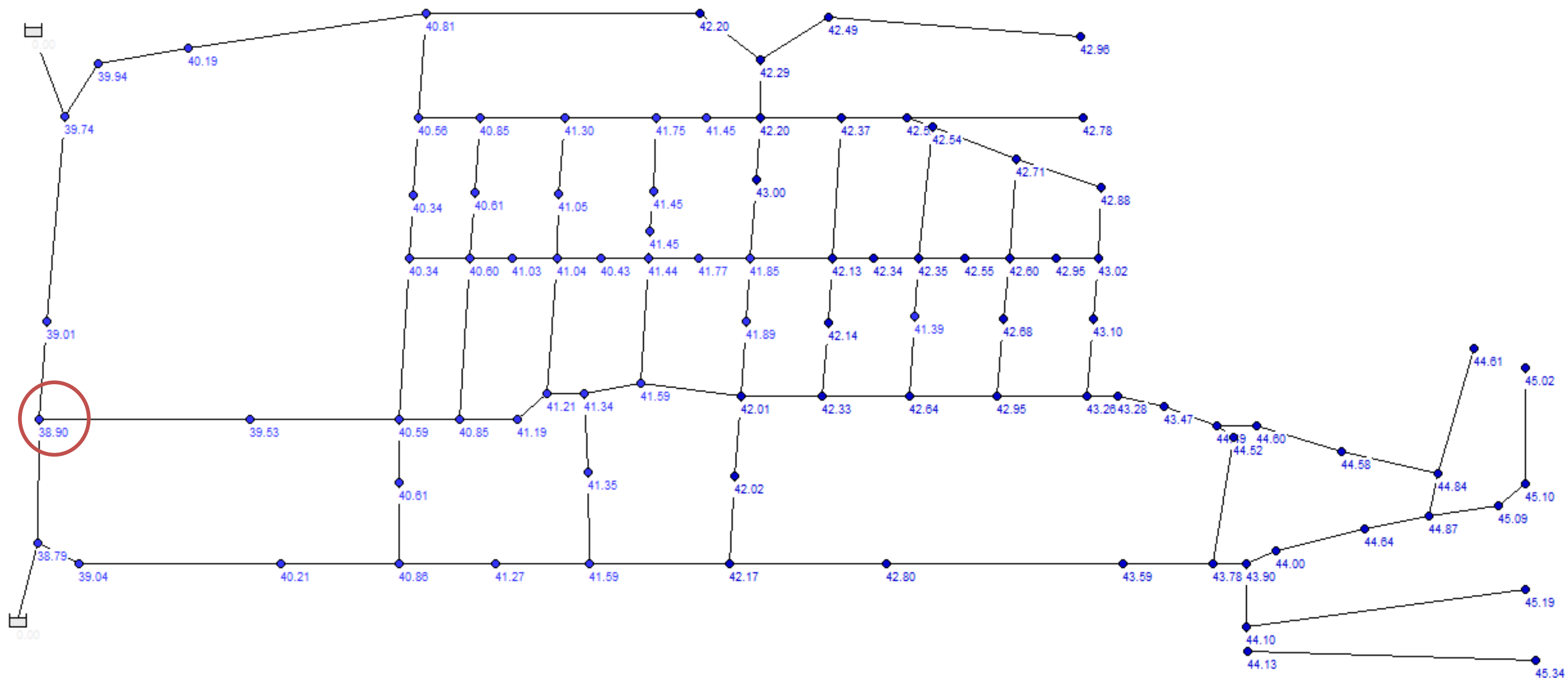
Tal y como se puede observar en los esquema, las presiones cumplen el requisito de ser mayores de 10 m.c.a, por tanto el diseño de la red es válido.

Antes de realizar la comprobación de incendio deberá comprobarse que, una vez mayada la red las presiones siguen estando por debajo de 31 m.c.a. Se adjunta a continuación un esquema con los resultados (Dibujo 6.).

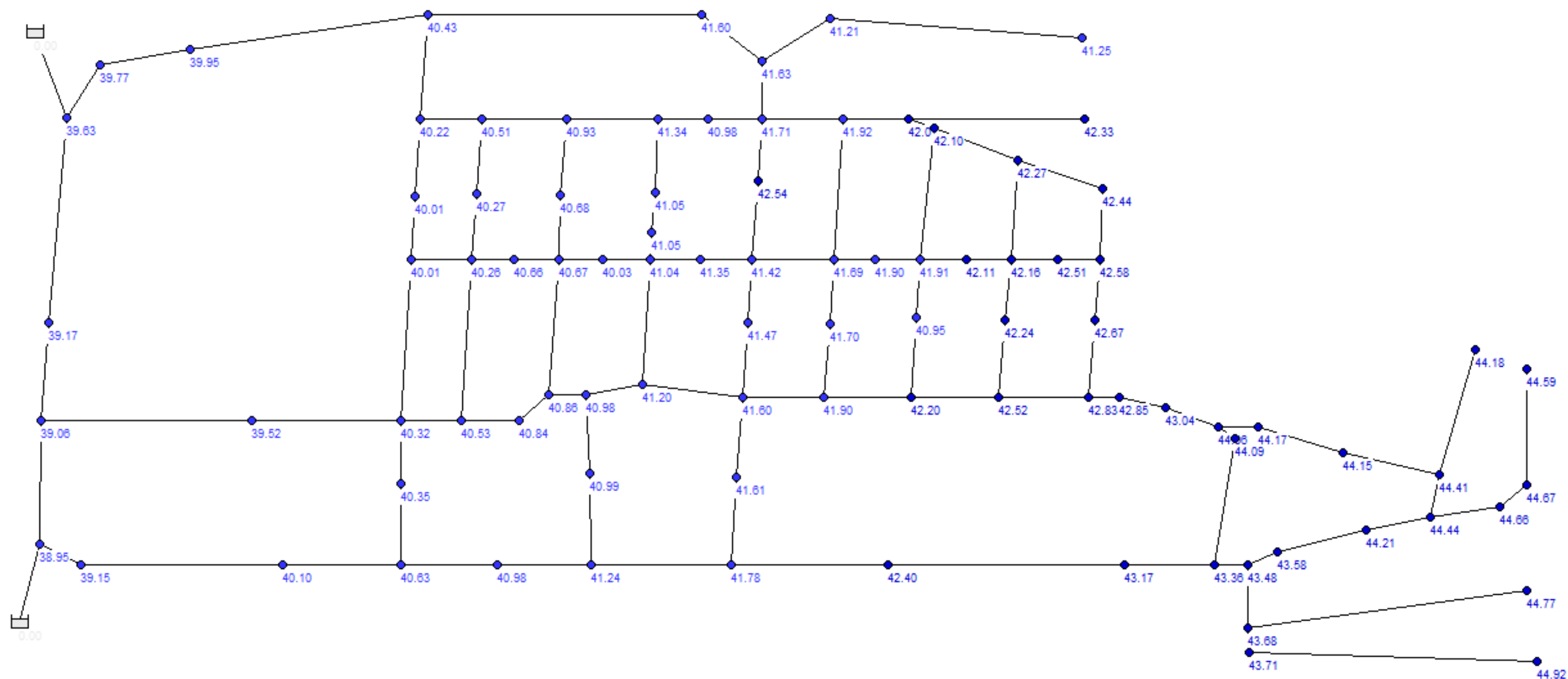
Una vez comprobado, se procede a realizar la comprobación de incendio. Esta debe hacerse incluyendo el caudal de incendio en la demanda base de aquellos nudos consecutivos más desfavorables. Ya que se ha escogido anteriormente un hidrante de tipo 100 mm, nuestro caudal de incendio será 16,66 l/s.



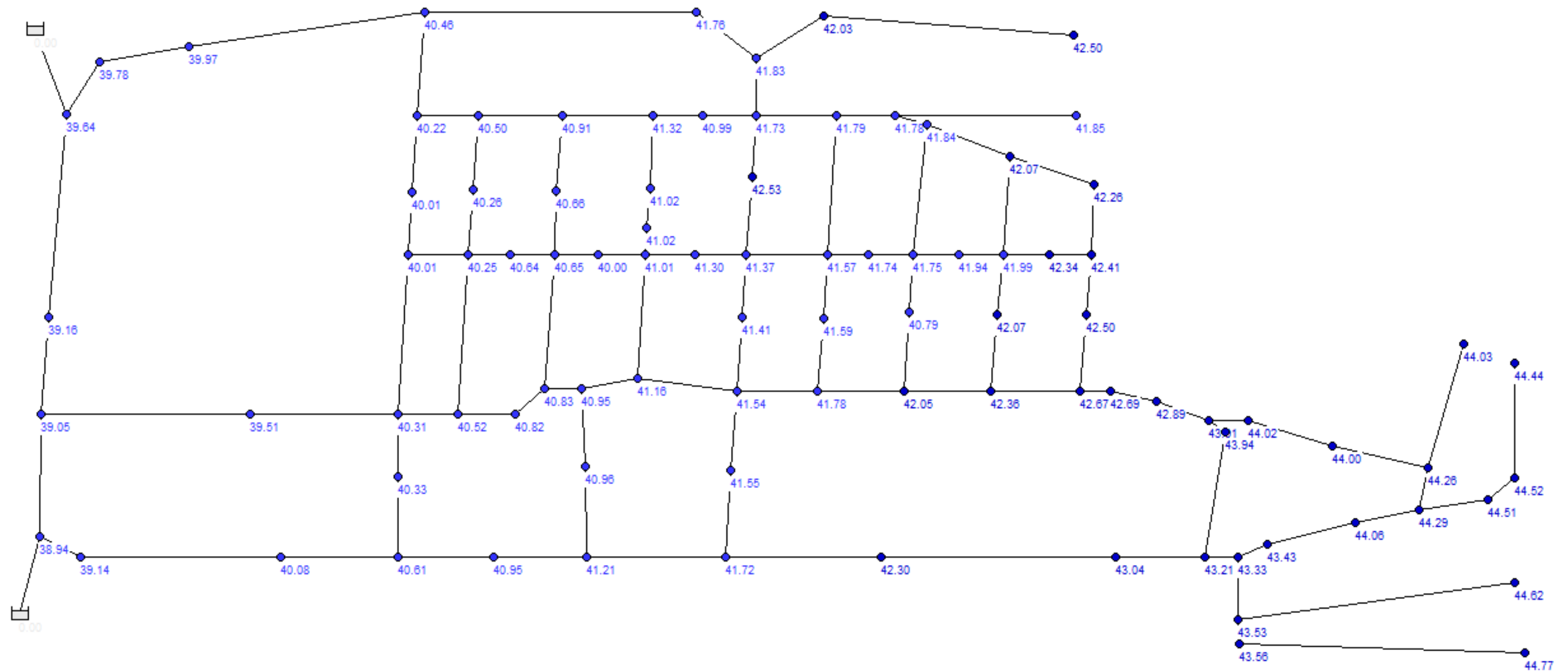
Dibujo 6. Cálculo de presiones para la red mayada.



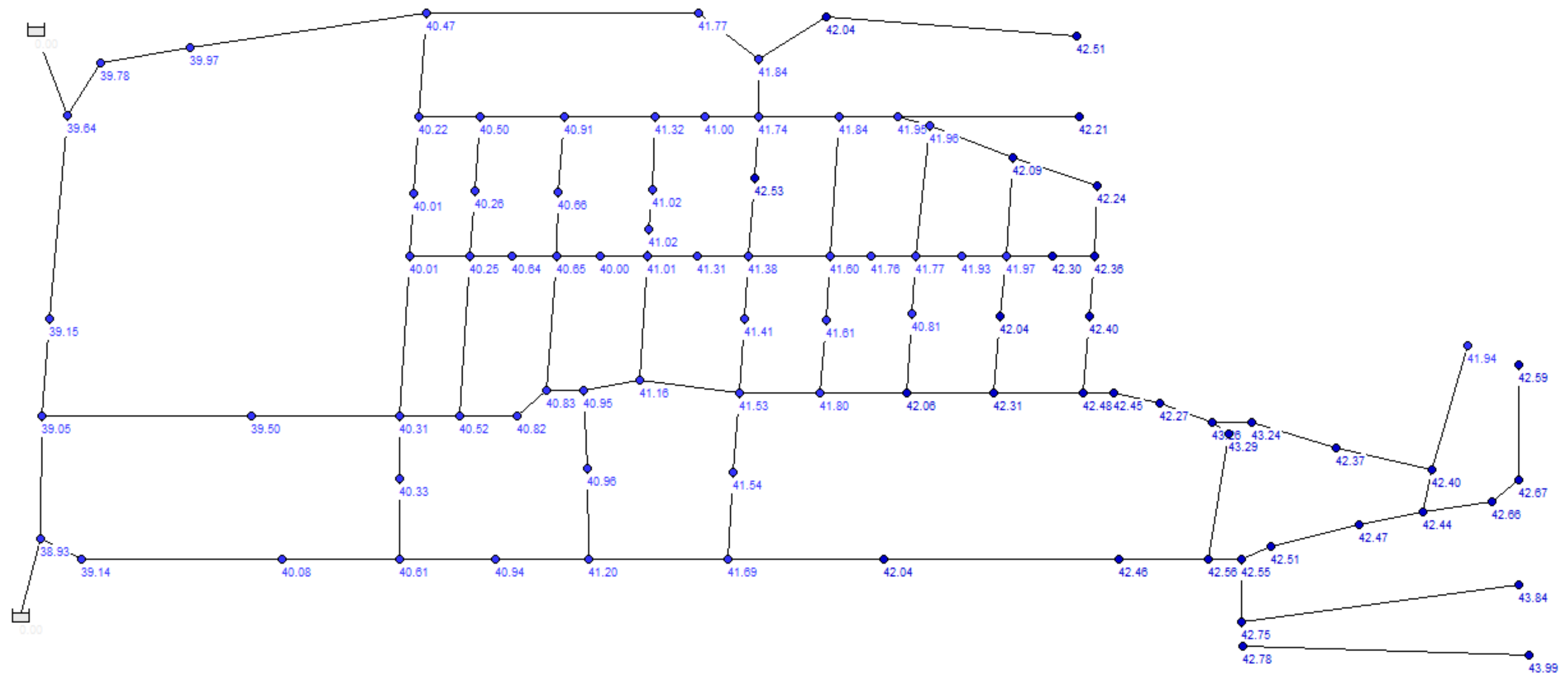
Dibujo 7. Comprobación de incendio de los nudos 44 y 43.



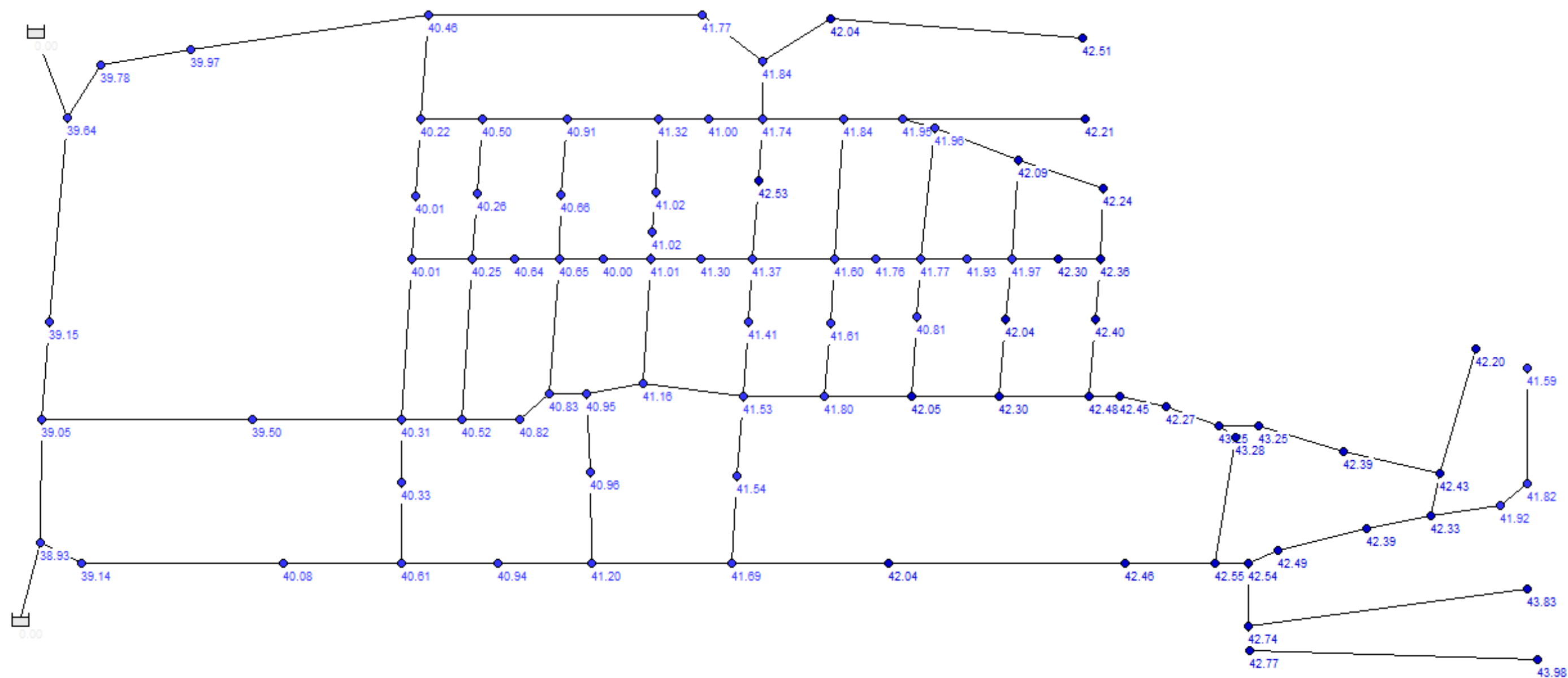
Dibujo 8. Comprobación de incendio de los nudos 8 y 7.



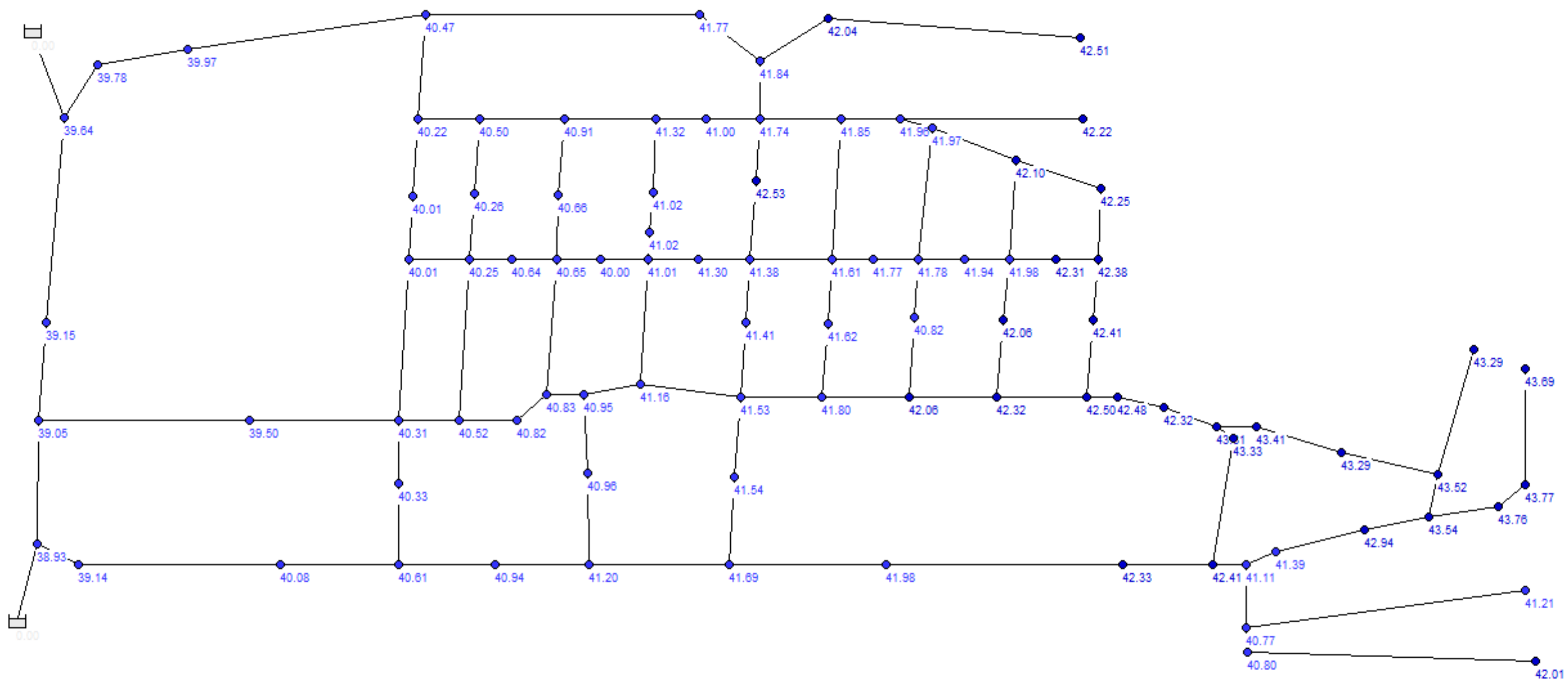
Dibujo 9. Comprobación de incendio de los nudos 33 y 32.



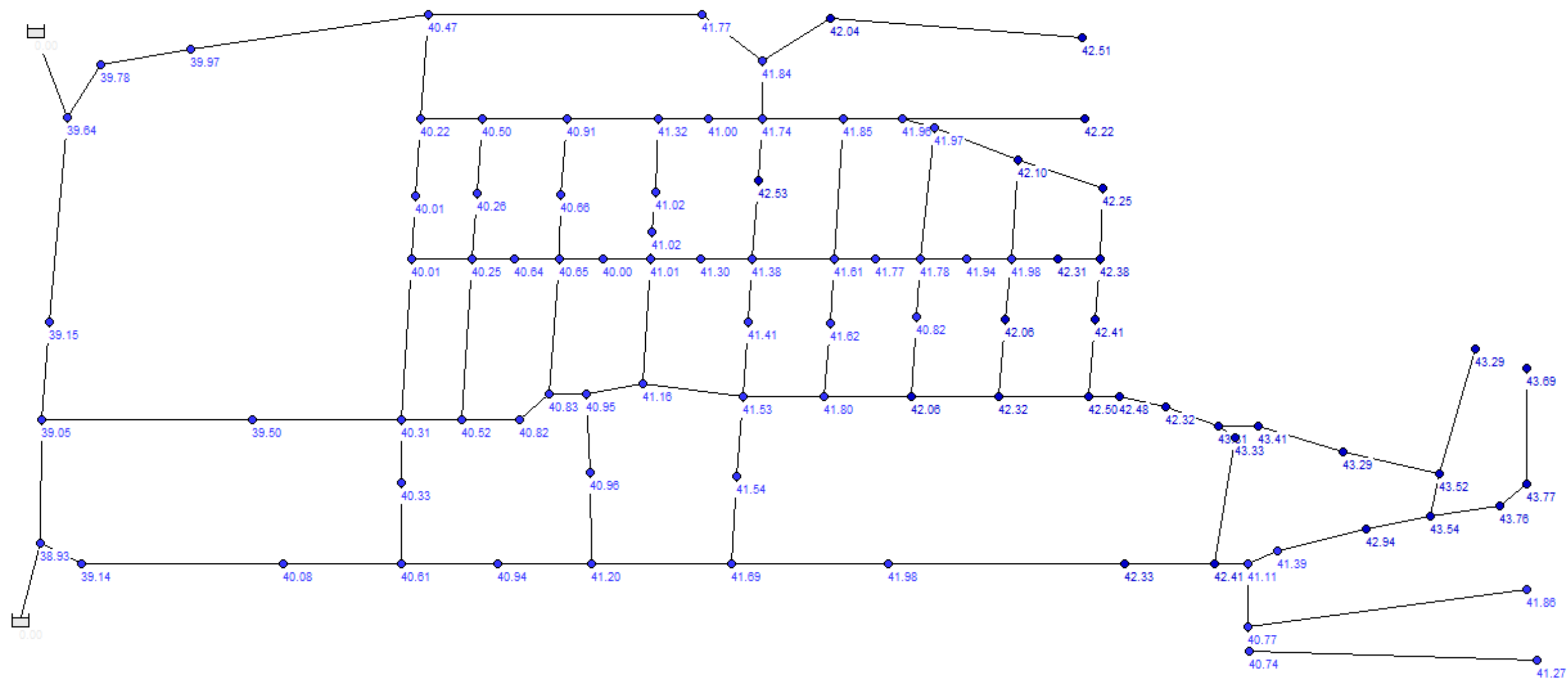
Dibujo 10. Comprobación de incendio de los nudos 85 y 84.



Dibujo 11. Comprobación de incendio de los nudos 88 y 87.



Dibujo 12. Comprobación de incendio de los nudos 90 y 89.



Dibujo 13. Comprobación de incendio de los nudos 92 y 91.

5. Tabla resumen de resultados

A continuación se adjunta una tabla con los resultados obtenidos más importantes (Tabla 16.):

RED 1					
PN 6					
Nudos del tramo	DN (mm)				
1_42	90				
1_2	180				
2_4	180				
4_5	180				
5_6	180				
6_7	180				
7_8	180				
4_9	180				
9_10	180				
9_12	180				
12_13	180				
12_16	180				
16_17	180				
16_20	180				
20_21	180				
21_22	180				
20_25	180				
6_26	180				
26_25'	180				
26_28	180				
28_24	180				
28_62	180	35_65	180		
28_30'	180	35_36	180		
26_29	180	34_37	180		
29_30	180	37_38	180		
30_63	180	38_36'	180		
30_31	180	38_69	180		
29_32	180	38_39	180		
32_33	180	37_40	180		
32_34	180	40_41	180		
34_35	180	41_39'	180		
35_31'	180	41_70	180		

RED 2					
PN 6					
Nudos del tramo	DN (mm)				
44_43	180				
43_42'	180	68_69'	180		
43_50	180	68_71	180		
50_49	180	71_70'	180		
50_11	180	71_72	180		
11_10'	180	72_73	180		
11_14	180	44_45	200		
14_13'	180	45_48	200		
14_15	180	48_49	180		
50_51	180	48_53	180		
51_14'	180	53_54	180		
51_55	180	53_59	180		
55_56	180	59_60	180		
56_18	180	59_79	160		
18_15'	180	79_76	180		
18_17'	180	76_74	180		
18_19'	180	74_73'	180		
56_57	180	74_75	180		
57_54'	180	75_77	180		
57_58	180	79_80	110		
58_23	180	80_81	110		
23_19	180	81_83	110		
23_22'	180	83_84	180		
23_24'	180	84_77'	180		
58_61	180	84_85	180		
61_60'	180	83_86	180		
61_62'	180	86_87	180		
61_64	180	87_88	180		
64_63'	180	80_89	180		
64_66	180	89_90	180		
66_65'	180	89_91	180		
66_68	180	91_92	180		

Tabla 16. Resumen de resultados.

6. Elementos y accesorios de la red

La red debe disponer de hidrantes, válvulas, desagües y ventosas según lo que digan las normas correspondientes.

En primer lugar, los hidrantes deben de estar situados en lugares accesibles, fuera del espacio público destinado al estacionamiento de vehículos y a la circulación, y como máximo a 200 metros entre ellos según el CTE DB-SI (R.D. 314/2006). Además, deben de estar señalizados correctamente conforme a lo establecido por la Norma UNE 23033.

Para distribuir las válvulas, ventosas y desagües, se han seguido los criterios de la Norma UNE-EN 805:2000. Es decir, se han instalado tres válvulas en las tes y en cada tramo aislado se ha colocado una ventoda en el punto más alto y un desagüe en el punto más bajo.