

ANEXO I CÁLCULOS

ÍNDICE – ANEXO I CÁLCULOS

1	CÁLCULOS DE LA RED DE ABASTECIMIENTO.....	4-16
1	ANTECEDENTES	4-5
1.1	OBJETO.....	4
1.2	SITUACIÓN DE LA RED DE EVACUACION	4
1.3	DESCRIPCIÓN DE LA RED.....	4-5
2	DIMENSIONAMIENTO DE LA RED	5-16
2.1	DATOS DE PARTIDA.....	5-6
2.2	RESOLUCIÓN	6-7
3	RESULTADOS	7-16
2	CÁLCULOS DE LA RED DE SANEAMIENTO.....	17-26
1	ANTECEDENTES	17
1.1	OBJETO.....	17
1.2	SITUACIÓN DE LA RED DE EVACUACION	17
1.3	DESCRIPCIÓN DE LOS COLECTORES	17
2	DIMENSIONAMIENTO DE LA RED	17
2.1	AGUAS FECALES	17
2.1.1	DATOS DE PARTIDA.....	17-18
2.1.2	RESOLUCIÓN	18-21
3	RESULTADOS	22
2.2	AGUAS PLUVIALES	23
2.2.1	DATOS DE PARTIDA.....	23
2.2.2	RESOLUCIÓN	23-25
3	RESULTADOS	26
3	CÁLCULOS DE LA RED DE ENERGÍA ELÉCTRICA	27-34
1	ANTECEDENTES	27
1.1	OBJETO.....	27
1.2	SITUACIÓN DE LA RED DE ENERGIA ELECTRICA.....	27
1.3	ACOMETIDA SUBTERRANEA.....	27
2	DIMENSIONAMIENTO DE LA RED	27
2.1	DATOS DE PARTIDA.....	27-31
3	COMPROBACION TRAF0	31-32
4	RESULTADOS	32-34
4	CÁLCULOS ALUMBRADO PÚBLICO.....	35-41
1	ANTECEDENTES	327

1.1	OBJETO.....	327
1.2	SITUACIÓN DE LA RED DE ALUMBRADO PUBLICO.....	327
2	DIMENSIONAMIENTO DE LA RED	327-37
2.1	DATOS DE PARTIDA.....	327
2.1.1	REDES SUBTERRANEAS.....	327
2.1.2	TUBOS	327-36
2.1.3	LUMINARIAS	36-37
3	RESULTADOS	37-41

1 CÁLCULOS DE LA RED DE ABASTECIMIENTO

1-ANTECEDENTES

1.1-Objeto

Instalación de la red de Abastecimiento de acuerdo a la normativa Municipal del servicio de Abastecimiento de Agua Potable en Zestoa y la normativa de Aguas de Gipuzkoa.

1.2- Situación de la red de evacuación

La red de abastecimiento Agote II también abastece a dos polígonos situados en el sector Agote I como bien se puede apreciar en el plano R.01 Red de abastecimiento de agua.

La situación se hará en el eje de la calle, bajo calzada.

1.3-Descripción de los colectores

Los materiales utilizados para la red de abastecimiento serán tuberías de POLIETILENO de geometría circular y una rugosidad de 0,025 mm.

Polietileno de alta densidad para la red principal, y polietileno de baja densidad para las acometidas.

El diámetro a utilizar se ha calculado de forma que la velocidad en la conducción no exceda de 3,50 m/s para evitar así fenómenos de erosión y ruido y que supere los 0,50 m/s para evitar sedimentaciones y estancamientos.

La pendiente será mayor que el 1% ya que si no es así dará problemas de sedimentación por escasa velocidad.

El diámetro a utilizar se ha calculado de forma que la velocidad en la conducción este dentro de los valores anteriormente mencionados.

2-DIMENSIONAMIENTO DE LA RED

2.1-Datos de partida

Se seguirá la norma descrita en el documento básico HS de Salubridad sección HS 4-Suministro de agua y también la norma UNE 23500.

La red se diferenciará entre nudos de paso y nudos de consumo.

Los hidrantes para incendios deberán cumplir la normativa NBE-CPI/91 (Norma Básica de la Edificación. Condiciones de Protección contra Incendios) del antiguo MOPT y el Reglamento de instalaciones de protección contra incendios del Ministerio de Industria y Energía (R.D. 1942/1993).

Datos conocidos:

Presión inicial 40 m.c.a.

Presión mínima de consumo 35 m.c.a.

Presión mínima de paso 10 m.c.a.

Presión mínima hidrantes 10 m.c.a.

Presión mínima bocas de riego 10 m.c.a.

Caudal inicial punto 1 = 61,56 l/s.

Tramos	Longitud (m)	Tramos	Longitud (m)
1-21	7,23	10-12	1,64
1-2	90,45	12-13	4
2-3	30,4	12-14	28,81
2-4	14,58	14-15	7,23
4-5	4,75	14-16	18,83
4-7	27,45	16-17	8,24
7-6	8,24	16-18	17,2
7-9	8	18-19	10,85
9-8	7,23	18-20	51,52
9-10	26,16	18-22	23,14
10-11	7,23	18-23	25

Nudo	Caudal (l/s)	Nudo	Caudal (l/s)
1	61,05	12	0
21	3,46	13	8,3
2	0	14	0
3	1,1	15	5,5
4	0	16	0
5	8,3	17	2,2
6	2,2	18	0
7	0	19	3,85
8	5,5	20	3,85
9	0	22	7,27
10	0	23	7,27
11	2,75		

Nudo	Cota (m)	Nudo	Cota (m)
1	37,8	12	40
21	35,61	13	40
2	42,2	14	40
3	46,72	15	40,35
4	42,2	16	40
5	42,15	17	40
7	41,5	18	40
6	41,45	19	40,73
9	40,75	20	42,13
8	40,75	22	40,32
10	40	23	42,7
11	40,1		

2.2-Resolución

Se resolverá el problema mediante el Método de la pendiente hidráulica mínima.

Criterios de diseño:

Calcularemos la pendiente hidráulica (j) en todos los tramos de la red y nos quedaremos con el valor más pequeño, ya que este valor establecerá la mínima pendiente con la que se podrá diseñar la red con seguridad. De este modo, obtendremos la pérdida de carga real (h_f) y determinaremos con exactitud la H_{min} del punto que estamos analizando, después hay que repetir el proceso mencionado anteriormente con el dato obtenido y volver a sacar la pendiente hidráulica (j) más desfavorable.

Utilizaremos la fórmula de Darcy Weisbach:

$$hf = \frac{L}{D} \times f \times \frac{v^2}{2g}$$

Teniendo en cuenta que la pendiente hidráulica es:

$$j = \frac{hf}{L}$$

Sustituyendo dicho valor en la ecuación de Darcy Weisbach y sabiendo que $Q = v \times A$ y que se trata de una tubería de geometría circular dónde $A = \frac{D^2 \times \pi}{4}$, nos quedaría que:

$$hf = \frac{L}{D} \times f \times \frac{v^2}{2g}$$

$$\frac{hf}{L} = \frac{f \times v^2}{D \times 2g} = \frac{f \times \left(\frac{4Q}{\pi \times D^2}\right)^2}{D \times 2g}$$

$$\frac{hf}{L} = \frac{f \times \frac{16Q^2}{\pi^2 \times D^2}}{D \times 2g} = \frac{f \times 16Q}{D \times 2g \times (\pi^2 \times D^4)}$$

$$\frac{hf}{L} = \frac{f \times 8Q^2}{\pi^2 \times g \times D^5}$$

La pendiente hidráulica (j) que aparece en la fórmula se ha calculado mediante el criterio de la pendiente hidráulica uniforme para redes ramificadas:

$$j = \frac{hf}{L} = \frac{H \text{ cabecera} - H_{min}}{L}$$

Mediante la fórmula de Darcy Weisbach sacaríamos el diámetro requerido y la nueva pendiente hidráulica (j) para el diámetro comercial que hemos elegido.

3-RESULTADOS

NUDOS DE CONSUMO:

- Cálculo primero de la pendiente hidráulica mínima:

Nudos de consumo	B (m.c.a.) $P/\gamma + Z$	hf max (m.c.a.)	L (m)	J (m/m)
1	40+37,80=77,80			
2	35+42,20=77,20	0,6	90,45	0,0066
4	35+42,20=77,20	0,6	105,03	0,0057
7	35+41,50=76,50	1,3	132,48	0,0098
9	35+40,75=75,75	2,05	140,48	0,0146
10	35+40=75	2,8	166,64	0,0168
12	35+40=75	2,8	168,28	0,0166
14	35+40=75	2,8	197,09	0,0142
16	35+40=75	2,8	215,92	0,013
18	35+40=75	2,8	233,12	0,012

	j inicial (m/m)	Q (l/s)	D (mm)	Dcomercial (mm)	j final (m/m)	hf (m.c.a.)	B (m.c.a.) Bf=Bi-hf	P (m.c.a.) >35 m.c.a.	V (m/s) 0,5-3,5 m/s
TRAMO 1-2	0,0057	58,1	250,15	250	0,005745	0,52	77,28	35,1	1,18

- Cálculo segundo de la pendiente hidráulica mínima:

Nudos de consumo	B (m.c.a.) $P/\gamma + Z$	hf max (m.c.a.)	L (m)	J (m/m)
2	77,28			
4	35+42,20=77,20	0,08	14,58	0,00548
7	35+41,50=76,50	0,78	42,03	0,018
9	35+40,75=75,75	1,53	50,03	0,03
10	35+40=75	2,28	76,19	0,0299
12	35+40=75	2,28	77,83	0,029
14	35+40=75	2,28	106,64	0,021
16	35+40=75	2,28	125,47	0,018
18	35+40=75	2,28	142,67	0,016

	j inicial (m/m)	Q (l/s)	D (mm)	Dcomercial (mm)	j final (m/m)	hf (m.c.a.)	B (m.c.a.) Bf=Bi-hf	P (m.c.a.) >35 m.c.a.	V (m/s) 0,5-3,5 m/s
TRAMO 2-9	0,00548	57	250	250	0,00553	0,2766	77	36,25	1,16

- Cálculo tercero de la pendiente hidráulica mínima:

Nudos de consumo	B (m.c.a.) $P/\gamma + Z$	hf max (m.c.a.)	L (m)	J (m/m)
9	77			
10	35+40=75	2	26,16	0,076
12	35+40=75	2	27,8	0,072
14	35+40=75	2	56,61	0,035
16	35+40=75	2	75,44	0,026
18	35+40=75	2	92,64	0,0215

	j inicial (m/m)	Q (l/s)	D (mm)	Dcomercial (mm)	j final (m/m)	hf (m.c.a.)	B (m.c.a.) Bf=Bi-hf	P (m.c.a.) >35 m.c.a.	V (m/s) 0,5-3,5 m/s
TRAMO 9-10	0,0215	41	167	200	0,0087	0,2278	76,77	36,77	1,3

- Cálculo cuarto de la pendiente hidráulica mínima:

Nudos de consumo	B (m.c.a.) $P/\gamma + Z$	hf max (m.c.a.)	L (m)	J (m/m)
10	76,77			
12	35+40=75	1,77	1,64	1,07
14	35+40=75	1,77	30,45	0,058
16	35+40=75	1,77	49,28	0,036
18	35+40=75	1,77	66,48	0,0266

	j inicial (m/m)	Q (l/s)	D (mm)	Dcomercial (mm)	j final (m/m)	hf (m.c.a.)	B (m.c.a.) Bf=Bi-hf	P (m.c.a.) >35 m.c.a.	V (m/s) 0,5-3,5 m/s
TRAMO 10-12	0,0266	38,25	155,11	200	0,0074	0,0122	76,75	36,75	1,21

- Cálculo quinto de la pendiente hidráulica mínima:

Nudos de consumo	B (m.c.a.) $P/\gamma + Z$	hf max (m.c.a.)	L (m)	J (m/m)
12	76,75			
14	35+40=75	1,75	28,81	0,0607
16	35+40=75	1,75	47,64	0,0367
18	35+40=75	1,75	64,84	0,027

	j inicial (m/m)	Q (l/s)	D (mm)	Dcomercial (mm)	j final (m/m)	hf (m.c.a.)	B (m.c.a.) Bf=Bi-hf	P (m.c.a.) >35 m.c.a.	V (m/s) 0,5-3,5 m/s
TRAMO 12-14	0,027	29,95	138	150	0,018	0,518	76,23	36,23	1,64

- Cálculo sexto de la pendiente hidráulica mínima:

Nudos de consumo	B (m.c.a.) P/γ + Z	hf max (m.c.a.)	L (m)	J (m/m)
14	76,23			
16	35+40=75	1,23	18,83	0,065
18	35+40=75	1,23	36,03	0,034

	j inicial (m/m)	Q (l/s)	D (mm)	Dcomercial (mm)	j final (m/m)	hf (m.c.a.)	B (m.c.a.) Bf=Bi-hf	P (m.c.a.) >35 m.c.a.	V (m/s) 0,5-3,5 m/s
TRAMO 14-16	0,034	24,45	123	125	0,0307	0,578	75,65	35,65	1,95

- Cálculo séptimo de la pendiente hidráulica mínima:

Nudos de consumo	B (m.c.a.) P/γ + Z	hf max (m.c.a.)	L (m)	J (m/m)
16	75,65			
18	35+40=75	0,65	17,2	0,037

	j inicial (m/m)	Q (l/s)	D (mm)	Dcomercial (mm)	j final (m/m)	hf (m.c.a.)	B (m.c.a.) Bf=Bi-hf	P (m.c.a.) >35 m.c.a.	V (m/s) 0,5-3,5 m/s
TRAMO 16-18	0,037	22,25	117	125	0,0258	0,43	75,22	35,22	1,8

ACOMETIDAS A PARCELA:

- Cálculo primero de la pendiente hidráulica mínima:

Nudos de consumo	B (m.c.a.) $P/\gamma + Z$	hf max (m.c.a.)	L (m)	J (m/m)
10	76,77			
11	75,10	1,67	7,23	0,23

	j inicial (m/m)	Q (l/s)	D (mm)	Dcomercial (mm)	j final (m/m)	hf (m.c.a.)	B (m.c.a.) Bf=Bi-hf	P (m.c.a.) >35 m.c.a.	V (m/s) 0,5-3,5 m/s
TRAMO 10-11	0,23	2,7	35	40	0,12	0,876	75,90	35,8	2,15

- Cálculo segundo de la pendiente hidráulica mínima, se trata de un hidrante:

Nudos de consumo	B (m.c.a.) $P/\gamma + Z$	hf max (m.c.a.)	L (m)	J (m/m)
12	76,75			
13	50	26,75	4	6,68

	j inicial (m/m)	Q (l/s)	D (mm)	Dcomercial (mm)	j final (m/m)	hf (m.c.a.)	B (m.c.a.) Bf=Bi-hf	P (m.c.a.) >10 m.c.a.	V (m/s) 0,5-3,5 m/s
TRAMO 12-13	6,68	8,3	28	63	0,114	0,458	76,30	36,29	2,66

Se opta por la tubería de 63 mm porque las de 32 y 40 no cumplían con el requisito de la velocidad máxima.

- Cálculo tercero de la pendiente hidráulica mínima:

Nudos de consumo	B (m.c.a.) $P/\gamma + Z$	hf max (m.c.a.)	L (m)	J (m/m)
14	76,23			
15	75,35	0,88	7,23	0,122

	j inicial (m/m)	Q (l/s)	D (mm)	Dcomercial (mm)	j final (m/m)	hf (m.c.a.)	B (m.c.a.) Bf=Bi-hf	P (m.c.a.) >35 m.c.a.	V (m/s) 0,5-3,5 m/s
TRAMO 14-15	0,122	5,5	53	63	0,050	0,36	75,86	35,51	1,76

- Cálculo cuarto de la pendiente hidráulica mínima, se trata de una boca de riego:

Nudos de consumo	B (m.c.a.) $P/\gamma + Z$	hf max (m.c.a.)	L (m)	J (m/m)
16	75,65			
17	50	25,65	8,24	3,11

	j inicial (m/m)	Q (l/s)	D (mm)	Dcomercial (mm)	j final (m/m)	hf (m.c.a.)	B (m.c.a.) Bf=Bi-hf	P (m.c.a.) >10 m.c.a.	V (m/s) 0,5-3,5 m/s
TRAMO 16-17	3,11	2,2	19,14	32	0,238	1,96	73,68	33,68	2,73

- Cálculo quinto de la pendiente hidráulica mínima:

Nudos de consumo	B (m.c.a.) $P/\gamma + Z$	hf max (m.c.a.)	L (m)	J (m/m)
18	75,22			
19	75,73	0,51	10,85	0,047

	j inicial (m/m)	Q (l/s)	D (mm)	Dcomercial (mm)	j final (m/m)	hf (m.c.a.)	B (m.c.a.) Bf=Bi-hf	P (m.c.a.)	V (m/s) 0,5-3,5 m/s
TRAMO 18-19	0,047	3,85	55	63	0,025	0,268	75	34,25	1,23

- Cálculo sexto de la pendiente hidráulica mínima:

Nudos de consumo	B (m.c.a.) $P/\gamma + Z$	hf max (m.c.a.)	L (m)	J (m/m)
18	75,22			
20	77,13	1,91	51,52	0,037

	j inicial (m/m)	Q (l/s)	D (mm)	Dcomercial (mm)	j final (m/m)	hf (m.c.a.)	B (m.c.a.) Bf=Bi-hf	P (m.c.a.)	V (m/s) 0,5-3,5 m/s
TRAMO 18-20	0,037	3,85	58	63	0,025	1,20	74,02	31,89	1,23

- Cálculo séptimo de la pendiente hidráulica mínima:

Nudos de consumo	B (m.c.a.) $P/\gamma + Z$	hf max (m.c.a.)	L (m)	J (m/m)
18	75,22			
22	75,32	0,10	23,14	0,0043

	j inicial (m/m)	Q (l/s)	D (mm)	Dcomercial (mm)	j final (m/m)	hf (m.c.a.)	B (m.c.a.) Bf=Bi-hf	P (m.c.a.)	V (m/s) 0,5-3,5 m/s
TRAMO 18-22	0,0043	7,27	114,80	125	0,0028	0,065	75,15	34,83	0,59

- Cálculo octavo de la pendiente hidráulica mínima:

Nudos de consumo	B (m.c.a.) $P/\gamma + Z$	hf max (m.c.a.)	L (m)	J (m/m)
18	75,22			
23	77,70	2,48	25	0,099

	j inicial (m/m)	Q (l/s)	D (mm)	Dcomercial (mm)	j final (m/m)	hf (m.c.a.)	B (m.c.a.) Bf=Bi-hf	P (m.c.a.)	V (m/s) 0,5-3,5 m/s
TRAMO 18-23	0,099	7,27	61,29	63	0,086	2,16	73,06	30,36	2,33

- Cálculo noveno de la pendiente hidráulica mínima:

Nudos de consumo	B (m.c.a.) $P/\gamma + Z$	hf max (m.c.a.)	L (m)	J (m/m)
2	77,28			
3	81,72	4,44	30,40	0,146

	j inicial (m/m)	Q (l/s)	D (mm)	Dcomercial (mm)	j final (m/m)	hf (m.c.a.)	B (m.c.a.) Bf=Bi-hf	P (m.c.a.)	V (m/s) 0,5-3,5 m/s
TRAMO 2-3	0,146	1,1	26	50	0,00638	0,194	77,08	30,38	0,56

- Cálculo décimo de la pendiente hidráulica mínima:

Nudos de consumo	B (m.c.a.) $P/\gamma + Z$	hf max (m.c.a.)	L (m)	J (m/m)
1	77,8			
21	70,61	7,19	7,23	0,99

	j inicial (m/m)	Q (l/s)	D (mm)	Dcomercial (mm)	j final (m/m)	hf (m.c.a.)	B (m.c.a.) Bf=Bi-hf	P (m.c.a.) >35 m.c.a.	V (m/s) 0,5-3,5 m/s
TRAMO 1-21	0,99	3,46	29	40	0,193	1,39	76,40	40,79	2,75

Se opta por la tubería de 40 mm porque la de 32 no cumplía con el requisito de la velocidad máxima.

- Cálculo onceavo de la pendiente hidráulica mínima, se trata de un hidrante:

Nudos de consumo	B (m.c.a.) $P/\gamma + Z$	hf max (m.c.a.)	L (m)	J (m/m)
4	77,20			
5	52,15	25,05	4,75	5,27

	j inicial (m/m)	Q (l/s)	D (mm)	Dcomercial (mm)	j final (m/m)	hf (m.c.a.)	B (m.c.a.) Bf=Bi-hf	P (m.c.a.) >10 m.c.a.	V (m/s) 0,5-3,5 m/s
TRAMO 4-5	5,27	8,3	29,31	63	0,114	0,54	76,65	34,51	2,66

Se opta por la tubería de 63 mm porque las de 32 y 40 no cumplían con el requisito de la velocidad máxima.

- Cálculo doceavo de la pendiente hidráulica mínima, se trata de una boca de riego:

Nudos de consumo	B (m.c.a.) $P/\gamma + Z$	hf max (m.c.a.)	L (m)	J (m/m)
7	76,5			
6	51,45	25,05	8,24	3,04

	j inicial (m/m)	Q (l/s)	D (mm)	Dcomercial (mm)	j final (m/m)	hf (m.c.a.)	B (m.c.a.) Bf=Bi-hf	P (m.c.a.) >10 m.c.a.	V (m/s) 0,5-3,5 m/s
TRAMO 7-6	3,04	2,2	19,23	32	0,238	1,133	75,36	34	2,73

Se opta por la tubería de 32 mm porque la de 20 no cumple con el requisito de la velocidad máxima.

- Cálculo treceavo de la pendiente hidráulica mínima:

Nudos de consumo	B (m.c.a.) $P/\gamma + Z$	hf max (m.c.a.)	L (m)	J (m/m)
9	77			
8	75,75	1,25	7,23	0,172

	j inicial (m/m)	Q (l/s)	D (mm)	Dcomercial (mm)	j final (m/m)	hf (m.c.a.)	B (m.c.a.) Bf=Bi-hf	P (m.c.a.) >35 m.c.a.	V (m/s) 0,5-3,5 m/s
TRAMO 9-8	0,172	5,5	49	50	0,160	1,158	75,84	35,09	2,80

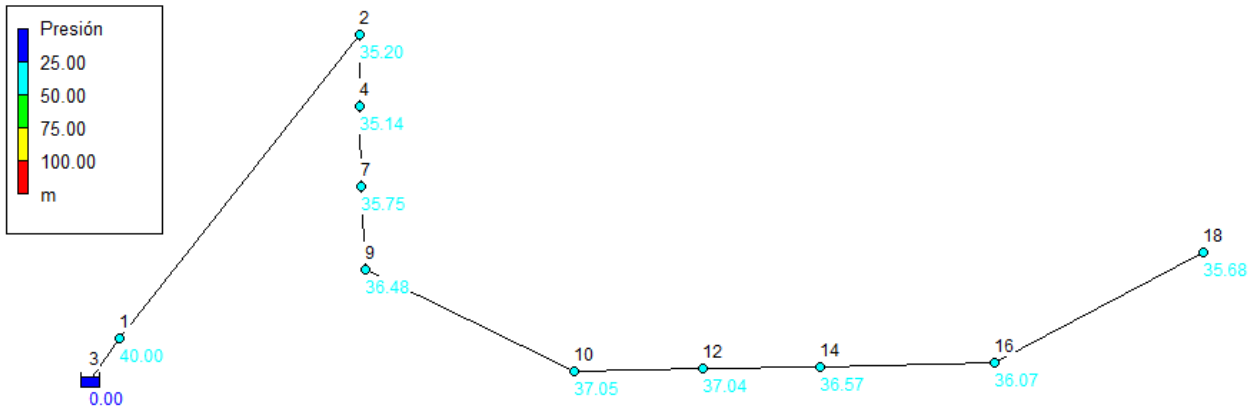
Los datos obtenidos cumplen con la presión mínima establecida y la velocidad está dentro de los valores 0,50-3,50 m/s.

Para la comprobación de los resultados obtenidos usaremos el programa Epanet, ya que las dimensiones obtenidas en un principio se estima que no son las ideales y la red estará sobredimensionada. Mediante este programa obtendremos diámetros más definidos para la red de abastecimiento actual y se comprobará también las presiones y velocidades.

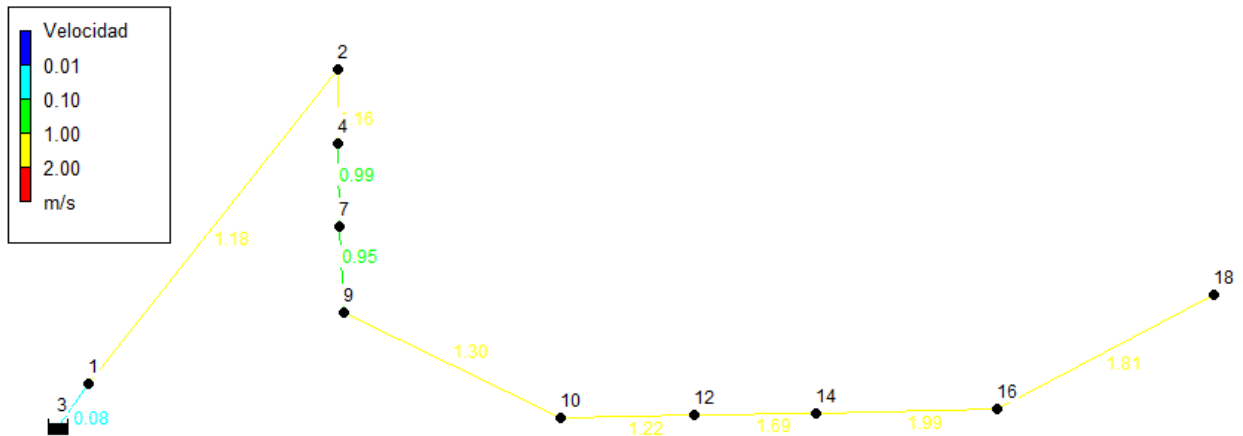
La red la forman válvulas esféricas y codos pero se estima que las pérdidas que generan estas piezas especiales son del 1-2%. Es decir, son pérdidas muy pequeñas que apenas cambian el resultado final.

Resultados obtenidos en Epanet:

NUDOS:



LÍNEAS:



Comprobamos que efectivamente se cumplen las presiones y las velocidades están dentro de los límites 0,50-3,50 m/s.

2 CÁLCULOS DE LA RED DE SANEAMIENTO

1-ANTECEDENTES

1.1-Objeto

Instalación de redes separativas para aguas fecales y aguas pluviales proyectadas de acuerdo a las Normas Básicas para las Instalaciones de Alcantarillado y Saneamiento.

1.2- Situación de la red de evacuación

La situación se hará en el eje de la calle, bajo calzada.

1.3-Descripción de los colectores

Los materiales utilizados para la red de saneamiento serán tuberías de PVC de geometría circular, con un coeficiente de Manning (n) de 0,009 mm.

2-DIMENSIONAMIENTO DE LA RED

2.1-Aguas Fecales

2.1.1-Datos de partida

Se estima que el caudal de aguas fecales es constante, por lo que se pueden admitir velocidades mínimas para materiales de PVC de 0,60 m/s y velocidades máximas de 5,00 m/s.

La pendiente deberá ser mayor al 2% ya que si no es así dará problemas de sedimentación por escasa velocidad.

El diámetro a utilizar se ha calculado de forma que la velocidad en la conducción este dentro de los valores anteriormente citados.

Para la determinación de las relaciones entre el caudal y el caudal de llenado, se estima que la relación h_c/D será del 70%, ya que las tuberías no trabajarán al 100% dado que se trata de aguas fecales.

2.1.2-Resolución

$$h/D=0,7 \text{ (70\%)}$$

Por lo que obtendríamos que $Q_c/Q_{ll}=0,837 \text{ m}^3/\text{s}$ y $V_c/V_{ll}=1,120 \text{ m/s}$

h/D	Q_c/Q_{ll}	v_c/v_{ll}
0,700	0,837	1,120
0,710	0,853	1,123
0,720	0,868	1,126
0,730	0,883	1,129

Utilizaremos la fórmula de Manning para la resolución:

$$Q_{ll} = \frac{1}{n} \times \frac{\pi \times D^2}{4} \times \left(\frac{D}{4}\right)^{\frac{2}{3}} \times \sqrt{j}$$

Dónde:

Q_{ll} = Caudal de llenado en m^3/s

n = Número de Manning (PVC=0,009)

A = Área $\left(\frac{\pi \times D^2}{4}\right)$ en m^2

R = Radio hidráulico $\left(\frac{D}{4}\right)$ en m

j = Pendiente

Para ello determinaremos el caudal real (Q_c) para sacar el caudal de llenado (Q_{ll}) y así obtener el valor del diámetro comercial mediante Manning y poder sacar así los valores reales de Q_c y V_c .

Después comprobaremos si cumplen los requisitos mencionados anteriormente para poder dar por correcto el cálculo.

Cálculo del caudal real (Qc):

Cuando en una vivienda o local tenemos varios aparatos de fontanería instalados (ducha, lavadero, lavabo, WC, etc.), el cálculo de caudal instantáneo es la suma de todos los caudales instantáneos de agua fría y agua caliente vertidos por cada aparato.

La norma de instalaciones interiores de suministro de agua (NIA) nos facilita los caudales mínimos de los aparatos de fontanería que podría haber en un recinto interior:

Tipo de aparato	Caudal mínimo instalado de agua fría (l/s)	Caudal mínimo instalado de agua caliente (l/s)
Lavabo	0,1	0,065
Inodoro con cisterna	0,1	-
Bidé	0,1	0,065
Ducha	0,2	0,1
Grifo aislado	0,15	0,1
Grifo garaje	0,2	-
Fregadero doméstico	0,2	0,1
Lavadora	0,2	0,15
Lavavajillas	0,15	0,1
Bañera	0,3	0,2

Sin embargo el caudal real de esa vivienda es menor que el resultado de hacer esta suma, ya que, evidentemente, nunca están todos los aparatos funcionando simultáneamente.

Es por este motivo que hay que considerar un factor de simultaneidad que viene dado por la siguiente fórmula y que aparece descrita en el documento básico HS de Salubridad sección HS 5- Evacuación de aguas:

$$K = 1/(\sqrt{n^\circ \text{ aparatos} - 1})$$

NOTA: Para números de aparatos mayor a 26, se debe considerar siempre $K=0,2$.

Cálculo del caudal real (Qc) de una vivienda conociendo el caudal instantáneo (Qi) y el coeficiente de simultaneidad según el número de aparatos (K):

$$Qc = Qi \times K$$

Suposiciones de demanda del caudal:

- Caserío “Guardi-Zarra”:

	Número aparatos	Suma de caudales agua fría y agua caliente (l/s)
Lavabo	2	0,33
Inodoro con cisterna	3	0,3
Bidé	2	0,33
Ducha	2	0,6
Grifo garaje	1	0,2
Fregadero doméstico	2	0,6
Lavadora	1	0,35
Lavavajillas	1	0,25
Bañera	1	0,5
TOTAL	15	3,46 l/s

- Parcela P.II.1:

	Número aparatos	Suma de caudales agua fría y agua caliente (l/s)
Lavabo	8	1,32
Inodoro con cisterna	8	0,8
Bidé	1	0,165
Ducha	8	2,4
Grifo garaje	4	0,8
TOTAL	29	5,5 l/s

- Parcela P.II.2:

	Número aparatos	Suma de caudales agua fría y agua caliente (l/s)
Lavabo	16	2,64
Inodoro con cisterna	16	1,6
Bidé	8	1,32
Ducha	16	4,8
Grifo garaje	8	1,6
TOTAL	64	12 l/s

- Parcela P.II.3:

	Número aparatos	Suma de caudales agua fría y agua caliente (l/s)
Lavabo	2	0,33

Inodoro con cisterna	2	0,2
Bidé	1	0,165
Ducha	2	0,6
TOTAL	7	1,3 l/s

- Parcelas de Equipamiento deportivo (E.D.) y de Equipamiento social y comercial (E.S. y C.):

	Número aparatos	Suma de caudales agua fría y agua caliente (l/s)
Lavabo	2	0,33
Inodoro con cisterna	2	0,2
Bidé	1	0,165
Ducha	2	0,6
Grifo garaje	1	0,2
TOTAL	8	1,5 l/s

- Valores de “K” obtenidos:

	Nº aparatos	$K = 1/(\sqrt{n^\circ \text{ aparatos}} - 1)$	Caudal (l/s)	Caudal real Qc (l/s)
Caserío	15	0,2672	3,46	0,9245
Parcela P.II.1	29	0,2	5,5	1,1
Parcela P.II.2	64	0,2	12	2,4
Parcela P.II.3	7	0,4082	1,3	0,53
Parcela E.D.	8	0,3779	1,5	0,57
Parcela E.S. y C.	8	0,3779	1,5	0,57

3-RESULTADOS

➤ Cálculo diámetro tuberías:

	j (%)	Qc (m3/s)	Q llenado (m3/s)	D (mm)	Dcomercial (mm)	V (m/S)
CASERIO	3	0,0009245	0,0011	39,71	40	1
E.S. y C.	13,3	0,00057	0,0007	25,33	25	1,53
E.D.	6,45	0,00057	0,0007	29,02	32	1,25
P.II.1	14	0,0011	0,0013	32	32	1,85
P.II.2	3	0,0012	0,0014	44	50	1,16
P.II.2	3,5	0,0012	0,0014	43	50	1,25
P.II.3	3	0,00053	0,00063	33	40	1
B8	2,9	0,0011	0,0013	43	50	1,14
B9	3,3	0,0023	0,0027	55	63	1,42
B10	2,3	0,0035	0,0042	69	75	1,33
C7	6,1	0,00057	0,00068	29	32	0,94
A1	8,9	0,00517	0,0061	62	63	2,24
A2	12,8	0,00092	0,0011	30	32	1,77
A3	8	0,0061	0,0072	67	75	2,48
A4	7,4	0,0061	0,0072	68	75	2,38
A5	3,5	0,0061	0,0072	78	90	1,85
A6	5,4	0,0061	0,0072	72	75	2,03

Resultando la velocidad del fluido entre los valores de 0,60 m/s y 5 m/s.

NOTA: A pesar de que el diámetro comercial del caserío nos sale de 40 mm, se opta por poner una tubería de diámetro de 32 mm, ya que como calado de llenado se ha escogido 70% y sabiendo que el caudal de fecales es caudal constante, se sabe que la tubería de 32 mm puede llevar el caudal fecal del caserío sin riesgo alguno aunque el calado aumente en un 90%.

2.2-Aguas Pluviales

2.2.1-Datos de partida

La velocidad de circulación es un factor determinante para establecer la sección necesaria. Debemos tomar unos valores límite para que la evacuación sea correcta. Los valores mínimos se establecen en base a evitar sedimentaciones o depósitos que a la larga reducirán la capacidad o sección de la tubería, añadida a la producción de olores por la fermentación generada por los sedimentos. Estableceremos como velocidad mínima 1 m/s y máxima de 6 m/s.

La pendiente deberá ser mayor al 1% ya que si no es así dará problemas de sedimentación por escasa velocidad.

El diámetro a utilizar se ha calculado de forma que la velocidad en la conducción este dentro de los valores anteriormente citados.

Para la resolución de las aguas pluviales se ha tenido en cuenta el documento básico HS de Salubridad, sección HS 5- Evacuación de aguas.

2.2.2. Resolución

Para la determinación del caudal que podría precipitar en la cuenca de 31,78 km² se ha utilizado el “Ábaco de la confederación del Norte”, ya que mediante este ábaco se obtendríamos el caudal específico en función de la superficie de la cuenca. Se estima como periodo de retorno T= 50 años, ya que en el municipio de Zestoa no son muy abundantes las precipitaciones, por este motivo se estima que pasa 1 por cada 50 años, es decir, se estima que la probabilidad de que ocurra esto será del 2%.

Para el dimensionamiento de las tuberías de los colectores A, B y F, se utilizará la fórmula de Manning:

$$Ql = \frac{1}{n} \times A \times R^{2/3} \times \sqrt{j}$$

Dónde:

$$Q_{II} = \text{Caudal de llenado en m}^3/\text{s} = \left(\frac{Q_c}{0,977}\right)$$

n = Número de Manning (PVC=0,009)

$$A = \text{Área} \left(\frac{\pi x D^2}{4}\right) \text{ en m}^2$$

$$R = \text{Radio hidráulico} \left(\frac{D}{4}\right) \text{ en m}$$

j = Pendiente

Para ello determinaremos el caudal real (Q_c) para sacar el caudal de llenado (Q_{II}) y así obtener el valor del diámetro comercial mediante Manning y poder sacar así los valores reales de Q_c y V_c .

Después comprobaremos si cumplen los requisitos mencionados anteriormente para poder dar por correcto el cálculo.

Para la determinación de las relaciones entre el caudal y el caudal de llenado, se estima que la relación h_c/D será del 80%, ya que las tuberías no trabajarán al 100% en épocas de lluvia a excepción de que ocurra una tempestad fuerte que hemos estimado que ocurrirá 1 por cada 50 años.

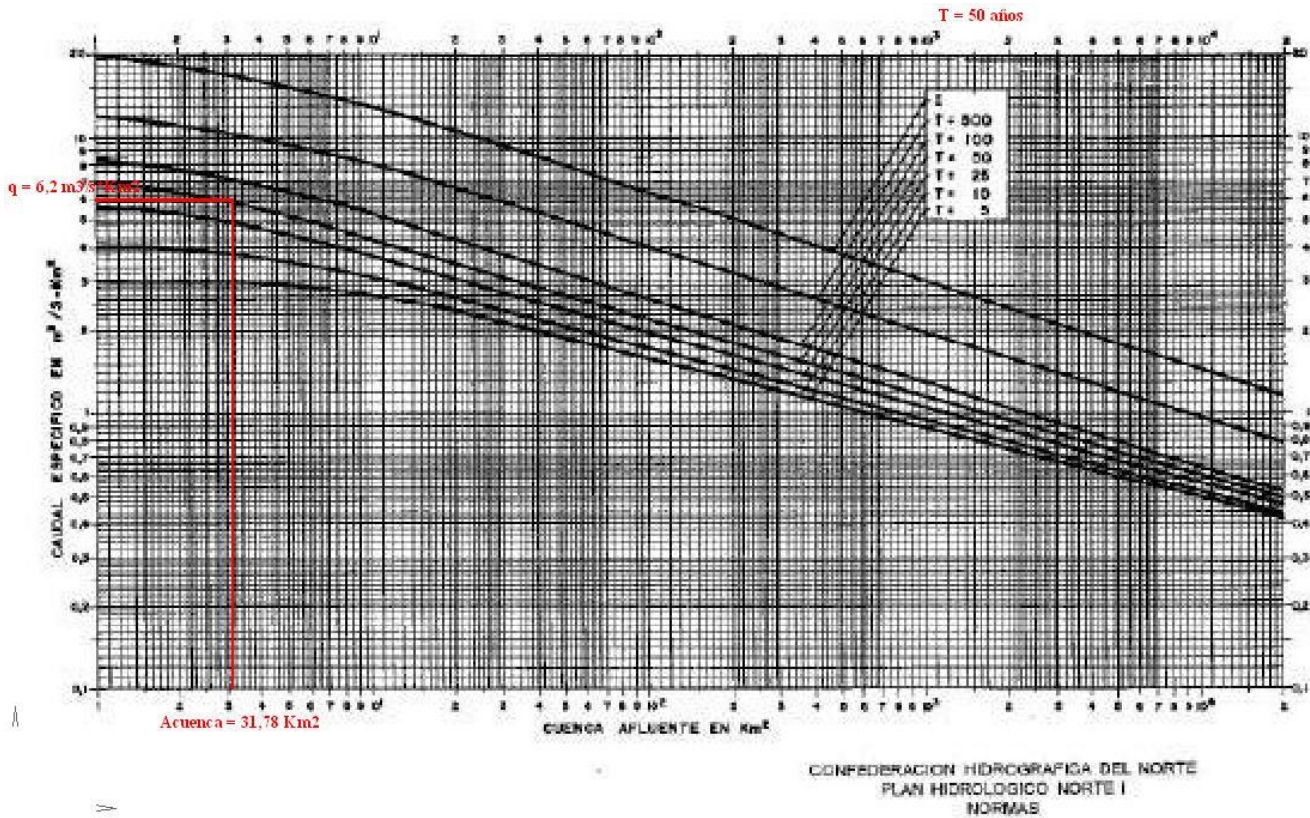
$$h/D=0,8 \text{ (80\%)}$$

Por lo que obtendríamos que $Q_c/Q_{II}=0,977 \text{ m}^3/\text{s}$ y $V_c/V_{II}=1,140 \text{ m/s}$

h/D	Q_c/Q_{II}	vc/v_{II}
0,800	0,977	1,140
0,810	0,989	1,140
0,820	1,000	1,140
0,830	1,011	1,139

Cálculo caudal real (Qc):

Superficie cuenca=31,78 km²



T=50 años

Obtendríamos que el valor del caudal específico será de $q=6,2 \frac{m^3}{s \times km^2}$. Para obtener el caudal en función de la superficie:

$$Q_c = q \times A \left(\frac{m^3}{s} \right)$$

3-RESULTADOS

COLECTOR A

El colector A consta de 3 acometidas y una de ellas tiene pendiente diferente.

COLECTOR B

El colector B lo componen 4 acometidas, y las tuberías tienen pendientes de valor similar, por lo que se cogerá como pendiente constante 2,73%.

COLECTOR F

El colector F consta de 3 acometidas de misma pendiente, y otra que enlaza el colector a otra red de pluviales con diferente pendiente.

COLECTORES	j (%)	A (km ²)	Qc (m ³ /s)	Qllenado (m ³ /s)	D (mm)	Dcomercial (mm)	V (m/s)
F1	9	0,000969	0,006	0,0061	61	63	2,39
F2	9	0,000969	0,006	0,0061	61	63	2,39
F3	9	0,000969	0,006	0,0061	61	63	2,39
F4	5,2	0,000969	0,006	0,0061	68	75	2,04
B5	2,73	0,001357	0,0084	0,0086	87	90	1,66
B6	2,73	0,001357	0,0084	0,0086	87	90	1,66
B7	2,73	0,001357	0,0084	0,0086	87	90	1,66
B8	2,73	0,001357	0,0084	0,0086	87	90	1,66
A3	8,7	0,000234	0,00145	0,00148	36	40	1,72
A4	1	0,000437	0,0027	0,00277	69	75	0,89
A5	1	0,000311	0,0019	0,00197	61	63	0,79

Resultando la velocidad del fluido entre los valores de 1m/s y 6m/s.

3 CÁLCULOS DE LA RED DE ENERGÍA ELÉCTRICA

1-ANTECEDENTES

1.1-Objeto

Instalación de la red de energía eléctrica de acuerdo a las normas ITC-BT-07.

1.2- Situación de la red de energía eléctrica

La situación se hará en el eje de la calle, mediante conducciones subterráneas.

1.3-Acometida subterránea

Este tipo de instalación se realizará de acuerdo con lo indicado en la ITC-BT-07.

Se tendrá en cuenta las separaciones mínimas indicadas en la ITC-BT-07 de los cruces y paralelismos con otras canalizaciones de agua, gas, líneas de telecomunicaciones y con otros conductores de energía eléctrica.

2-DIMENSIONAMIENTO DE LA RED

2.1-Datos de partida

Como bien se puede observar en el plano R1.04, hay un transformador en el polígono de Agote I. Este transformador abastece a la vivienda P.R.2, al almacén P.I.1 y a los pabellones P.I.2, P.I.3 Y P.I.4.

El transformador tiene las siguientes características:

- Datos del transformador:

La energía se transportará en corriente alterna, ya que así es más fácil variar la tensión.

Las tensiones nominales usualmente utilizadas en las distribuciones de corriente alterna serán de 420 V entre fases para las redes trifásicas de 4 conductores (L1+L2+L3+T).

Concepto	Valor	Unidad
Potencia	250	KVA
Tensión Línea Secundaria	420	V
Tensión Cortocircuito	4	%

Para el cálculo eléctrico de los nuevos establecimientos que son los establecimientos P.R.3, P.R.4, la vivienda P.R.5, y los pabellones P.II.1, P.II.2 y P.II.3, se debe comprobar si el transformador existente es válido. Para ello debe cumplir las siguientes condiciones:

- 1) $P_{total} < P_{trafo}$
- 2) $V_2 = 420V$
- 3) $I_{suministro\ establecimientos} < I_{trafo}$

Siendo;

P=Potencia

V=Tensión

I= Intensidad

Necesidades de suministro de dichos establecimientos:

Parcela	Potencia	Suministro A	Tensión
P.R.2	15,00 KW	Vivienda	B.T.
P.I.1	23,20 KW	Almacén	B.T.
P.I.2	54,55 KW	Pabellón	B.T.
P.I.3	12,00 KW	Pabellón	B.T.
P.I.4	16,00 KW	Pabellón	B.T.
P.R.3	12,00 KW	E.S. y C.	B.T.
P.R.4	10,00 KW	E.D.	B.T.
P.R.5	15,00 KW	Vivienda	B.T.
P.II.1	---	Pabellón	M.T.
P.II.2	---	Pabellón	M.T.
P.II.3	39,25 KW	Pabellón	B.T.
A.P.	15,00 KW	Alumbrado Público	B.T.

La resultante de la suma de los establecimientos en baja tensión nos da 212 KW.

Dentro del dimensionamiento de protecciones, conductores o juegos de barras de una red eléctrica subterránea, uno de los parámetros de importancia a determinar es el nivel de la corriente de cortocircuito que se estaría presentando en distintos puntos del sistema.

La corriente de cortocircuito calculada dentro del diseño de un sistema eléctrico interior, define el mínimo valor de ruptura que deben tener los elementos involucrados en la falla de cortocircuito.

La sección nominal del cable de B.T. será de 95 mm² (205x4 conductores), según ITC-BT 07, tabla 11- Intensidad máxima admisible, en amperios, en servicio permanente para cables con conductores de aluminio en instalaciones al aire en galerías ventiladas (temperatura ambiente 40°), pero como se suelen sobredimensionar para futuras conexiones, se pondrán de 240 mm² y 3 tubos de diámetro 160 mm.

Se abastecerá también con baja tensión al caserío “Guardi-Zarra” con 2 conductores en B.T. de 16 mm² y 2 tubos de 160 mm². La conducción se hará mediante cables de cobre (Cu).

Los tubos irán enterrados y a una profundidad mínima de 0,90 m, medidos desde la cota superior del tubo.

La conducción eléctrica en todo el polígono; exceptuando la conexión al caserío “Guardi-Zarra”; se hará mediante cables de aluminio (Al) ya que la instalación es de B.T.

Los coeficientes de caída de tensión para un cable trifásico de aluminio y de 240mm² de sección nominal son de $\Delta U 0,8=0,30$ y $\Delta U 1=0,28$ como bien se puede apreciar en la tabla siguiente:

Tabla de ΔU (caída de tensión) por km y por Amperio				
Sección (mm ²)	f.p. (Cobre)		f.p. (Aluminio)	
	0,8	1		
1,5	21,27	26,94		
2,5	13,1	16,23		
4	8,23	10,16		
6	5,59	6,87		
10	3,34	4,06		
16	2,13	2,56	3,48	4,24
25	1,38	1,62	2,21	2,66
35	1,01	1,17	1,62	1,93
50	0,77	0,86	1,22	1,42
70	0,56	0,6	0,87	0,98
95	0,42	0,43	0,65	0,71
120	0,35	0,34	0,53	0,56
150	0,3	0,28	0,44	0,46
185	0,26	0,22	0,37	0,37
240	0,21	0,17	0,3	0,28

Se estima como longitud de línea 300 metros hasta el centro de seccionamiento, ya que aquí es el punto de alimentación más lejano.

- Datos acometida:

Concepto	Valor	Unidad
Material línea	Al	
Sección línea	240	mm ²
Longitud línea	300	m
ΔU 0,8	0,3	
ΔU 1	0,28	

La conducción desde el transformador hasta el centro de seccionamiento se hará en M.T y con 4 conductores de 150 mm², según ITC-BT 07, tabla 11- Intensidad máxima admisible, en amperios, en servicio permanente para cables con conductores de aluminio en instalaciones al aire en galerías ventiladas (temperatura ambiente 40°), y mediante 3 tubos de 200 mm de diámetro.

Las conducciones desde el centro de seccionamiento a las parcelas P.II.1 Y P.II.2 serán independientes de este proyecto, ya que son parcelas privadas. Cada propietario se deberá encargar de su propio suministro.

3-COMPRÓBACION TRAF0

Primera condición:

$$P_{total} < P_{trafo}$$

$$212000W < 250000W$$

CUMPLE

Segunda condición:

Como se trata de una red trifásica, y además es de B.T, dicha tensión es de 420V, y la tensión de línea secundaria del trafo se corresponde con este valor, por lo que:

$$V_2 = 420V$$

$$420V = 420V$$

CUMPLE

Tercera condición:

Debemos sacar la intensidad del transformador y la del suministro de nuestros establecimientos:

- Intensidad suministro establecimientos:

$$S_n = V \times I$$

$$I = S_n / V = (212 \times 1000) / 420V = 504,76A$$

- Intensidad transformador:

$$S_n = V \times I$$

$$I = S_n / V = (250 \times 1000) / 420V = 595,23A$$

Dónde;

SN= Potencia

V=Tensión

I=Intensidad

Por lo que:

Isum. está. < Itrafo

504,76 < 595,23

CUMPLE

Conclusión:

Nos sirve el trafo ya existente en AgoteI.

4- RESULTADOS

- Resolución transformador

Intensidad de la corriente de corto circuito (Icc):

$$I_{cc} = S_{cc} / (\sqrt{3} \times V_L) = (250 \times 1000) \text{ VA} / (\sqrt{3} \times (0,04 \times 420)) \text{ A} = 8592 \text{ A.}$$

Dónde;

- V_L =Tensión nominal= Tensión línea secundaria * Tensión de corto circuito
- S_{cc} =Potencia de corto circuito

Los transformadores trifásicos se conectan a tierra a través de una impedancia (resistencia, o reactancia).

Impedancia:

$$Z_1 = \text{Tensión línea secundaria} / (\sqrt{3} \times I_{cc}) = 420 \text{ V} / (\sqrt{3} \times 8592) \text{ A} = \underline{\underline{2,822E -2 \text{ Ohm.}}}$$

Reactancia:

$$X1 = Z1 / (\sqrt{1,04}) = 2,822E-2 \text{ Ohm} / (\sqrt{1,04}) = 2,768E-2 \text{ Ohm.}$$

Resistencia:

$$R1 = 0,2 \times X1 = 0,2 \times 2,768E-2 = 5,535E-3 \text{ Ohm.}$$

- Resultados transformador:

Icc	8592	A
Z1	2,82E-02	Ohm
X1	2,77E-02	Ohm
R1	5,54E-03	Ohm

- Resolución acometida:

$$Xa = ((Au0,8 - (Au1 \times 0,8)) \times \text{Long. línea}) / (0,6 \times 1000 \times \sqrt{3})$$

$$Xa = ((0,30 - (0,28 \times 0,8)) \times 300) / (1,04E3) = 2,194E-2 \text{ Ohm.}$$

$$Ra = (Au1 \times \text{Long. línea}) / (\sqrt{3} \times 1000) = (0,28 \times 300) / (1,73E3) = 4,85E-2 \text{ Ohm.}$$

$$\underline{Za} = \sqrt{(Xa)^2 + (Ra)^2} = \sqrt{(2,194E-2)^2 + (4,85E-2)^2} = \underline{5,323E-2 \text{ Ohm.}}$$

- Resultados acometida:

Za	5,323E-02	Ohm
Xa	2,194E-02	Ohm
Ra	4,850E-02	Ohm

- Resolución caja protección:

$$\underline{Ztotal} = Z1 + Za = 2,822E-2 + 5,323E-2 = \underline{8,14E-2 \text{ Ohm.}}$$

Intensidad de corto circuito de la caja de protección (Icc c.p.):

$$Icc \text{ c.p.} = \text{Tensión línea secundaria} / (Ztotal \times \sqrt{3}) = 420 \text{ V} / (8,14E-2 \times \sqrt{3}) \text{ Ohm}$$

$$\underline{Icc \text{ c.p.} = 2979 \text{ A}}$$

- Resultados caja de protección:

Ztotal 1	Z1+Za	8,15E-02	Ohm
Icc Caja Proteccion		2977	A

4 CÁLCULOS ALUMBRADO PÚBLICO

1-ANTECEDENTES

1.1-Objeto

Instalación de la red de alumbrado público proyectada de acuerdo a la ITC-BT-07, ITC.BT.21, UNE 21123, UNE-EN 50086-2-4 y UNE-EN 60598 -2 -3.

1.2- Situación de la red

La situación se hará en el eje de la calle, bajo calzada.

2-DIMENSIONAMIENTO DE LA RED

2.1-Datos de partida

2.1.1-Redes subterráneas

Se emplearán sistemas y materiales análogos a los de las redes subterráneas de distribución reguladas en la ITC-BT-07. Los cables serán de las características especificadas en la UNE 21123, e irán entubados. Los tubos para las canalizaciones subterráneas deben ser los indicados en la ITC.BT.21 y el grado de protección mecánica el indicado en la dicha instrucción, y podrán ir hormigonados en zanja o no. Cuando vayan hormigonados el grado de resistencia al impacto será ligero según UNE-EN 50086-2-4.

2.1.2- Tubos

Los tubos irán enterrados a una profundidad de 0,40 m del nivel del suelo medidos desde la cota superior del tubo y su diámetro interior no será inferior a 60 mm. Se colocará una cinta de señalización que advierta de la existencia de cables de alumbrado exterior, situada a una distancia mínima del nivel del suelo de 0,20 m y a 0,25 m por encima del tubo.

En los cruzamientos de calzadas, la canalización, además de entubada, irá hormigonada y se instalará como mínimo un tubo de reserva.

La sección mínima a emplear en los conductores de cobre, incluido el neutro, será de 6 mm². Por lo que la sección nominal será de 4 cables de instalación trifásica (L1+L2+L3+N) x 6 mm². Ya que los tubos de la instalación se deben sobredimensionar, se opta por poner 2 tubos de TPC de 110 mm.

Los empalmes y derivaciones deberán realizarse en cajas de bornes adecuadas situadas dentro de los soportes de las luminarias, y a una altura mínima de 0,3 m sobre el nivel del suelo o en una arqueta registrable, que garanticen, en ambos casos la continuidad, el aislamiento y la estanqueidad del conductor.

La tensión asignada de 0,6/1KV. El conductor neutro de cada circuito que parte del cuadro, no podrá ser utilizado por ningún otro circuito.

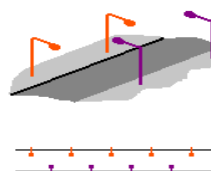
2.1.3-Luminarias

Las luminarias utilizadas en el alumbrado exterior serán conformes a la norma UNE-EN 60598 -2 -3.

La farola será del tipo ONYX-2. Con un flujo de lámpara de 10000 lm y una altura de 8 metros, las características de la cabeza se pueden apreciar en el plano R.08.

Disposición de luminarias:

La disposición de luminarias se hará en Tresbolillo. Ésta disposición consiste en la colocación de las luminarias en ambos lados de la vía al tresbolillo o en zigzag.



Cómo es habitual en el alumbrado público, se utilizarán lámparas de vapor de sodio a alta presión (SAP). Su eficacia luminosa está comprendida entre los 90 y los 130 lm/W, no siendo prácticamente afectada por las variaciones en la temperatura ambiente, y alcanzando una vida útil superior a las 20.000 horas.

3-RESULTADOS

El cálculo de iluminancias se hará mediante el “Método de los lúmenes o del factor de utilización”.

La finalidad de este método es calcular la distancia de separación adecuada entre las luminarias que garantice un nivel de iluminancia medio determinado.



Datos de entrada:

- 1) Nivel de iluminancia media (E_m):

El tipo de vía será de la clase D, ya que aproximadamente circularán de 100 a 500 coches por día, y el ancho de calzada que es de 6,50 m está dentro de las características de este tipo de vía.

Según la tabla siguiente obtendríamos que la iluminancia media será de 28 lux y la luminancia media de 1,7 cd/m².

Tipo de vía	Iluminancia media (lux)	Luminancia media (cd/m ²)
D	28	1,7

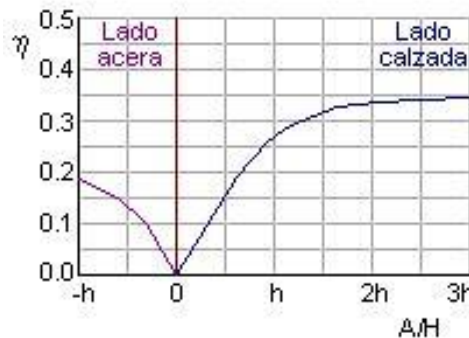
2) Como bien hemos mencionado anteriormente, el flujo de lámpara (Φ_L) será de 10.000 lm, y la altura entra dentro de los valores a la que corresponde dicho flujo.

Flujo de la lámpara (lm)	Altura (m)
$3000 \leq \Phi_L < 10000$	$6 \leq H < 8$
$10000 \leq \Phi_L < 20000$	$8 \leq H < 10$
$20000 \leq \Phi_L < 40000$	$10 \leq H < 12$
≥ 40000	≥ 12

3) Será una vía limpia, ya que no tendrá mucho tránsito de vehículos, y la luminaria será cerrada como bien se aprecia en el plano R.08. Por lo que el factor de mantenimiento (fm) nos dará un valor de 0.80, siendo siempre menor que la unidad.

Características de la vía	Luminaria abierta	Luminaria cerrada
Limpia	0.75	0.80
Media	0.68	0.70
Sucia	0.65	0.68

4) Para el cálculo del factor de utilización (η), es necesaria la utilización de la siguiente gráfica. Dicha gráfica se constituye por curvas que suministran los fabricantes de las luminarias para así poder sacar el factor de utilización (η):

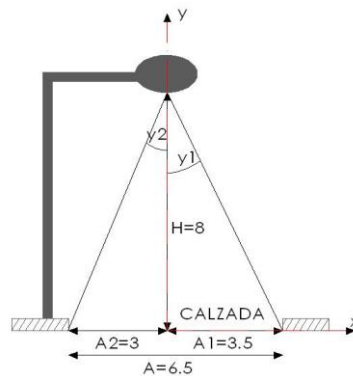


Siendo:

A/H: anchura/altura

h=altura

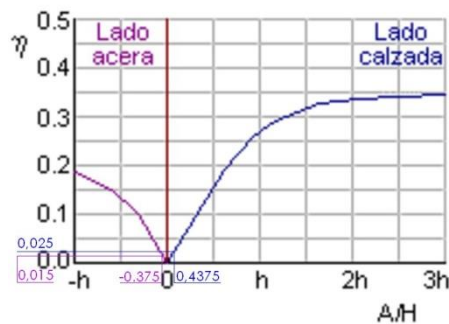
Como bien se puede observar en el siguiente dibujo, tendremos dos anchuras, una desde un extremo de la calzada al punto medio de la luminaria (a la izquierda del eje, valor negativo), y la otra lo restante (a la derecha del eje, valor positivo). Siendo la anchura total de la vía de 6,50 metros.



Deducimos lo siguiente:

$$A2/H=3/8=-0.375$$

$$A1/H=3,5/8=0,4375$$



Si metemos los datos en la gráfica, obtendríamos que $\eta = \eta_1 + \eta_2 = 0,025 + 0,015$

$$\mathbf{\eta = 0.04}$$

- 5) Una vez fijados los datos de entrada, podemos proceder al cálculo de la separación (d) entre las luminarias utilizando la expresión de la iluminancia media (E_m):

$$E_m = (\eta \times f_m \times \Phi L) / (A \times d)$$

Dónde:

- E_m es la iluminancia media sobre la calzada que queremos conseguir.
- η es el factor de utilización de la instalación.
- f_m es el factor de mantenimiento.
- Φ_L es el flujo luminoso de la lámpara.
- A es la anchura a iluminar de la calzada que en disposición bilateral pareada es la mitad ($A/2$) y toda (A) en disposiciones unilateral y tresbolillo.
- d es la separación entre las luminarias y la incógnita a resolver.

Si sustituimos los datos de entrada en la ecuación obtendríamos lo siguiente:

$$E_m = (\eta \times f_m \times \Phi_L) / (A \times d)$$

$$1,7 = (0,04 \times 0,80 \times 10000) / (6,50 \times d)$$

$$\mathbf{d = 28,96 \approx 30 \text{ metros.}}$$

- 6) Finalmente, tras las fases anteriores, entrada de datos y cálculo, solo queda comprobar si el resultado está dentro de los límites. Si es así habremos acabado y si no variaremos los datos de entrada y volveremos a empezar. Si la divergencia es grande es recomendable cambiar el flujo de la lámpara.

$$E_m = 28$$

$$d/h = 28,96/8 = 3,62$$

E_m (lux)	Separación / Altura
$2 \leq E_m < 7$	$5 \leq d/h < 4$
$7 \leq E_m < 15$	$4 \leq d/h < 3.5$
$15 \leq E_m \leq 30$	$3.5 \leq d/h < 2$

Como el resultado está dentro de los límites, no hará falta hacer ninguna variación. El resultado es correcto.

- 7) El siguiente paso será calcular el número de luminarias necesarias en nuestra zona de Agote II, y para ello utilizaremos la siguiente fórmula:

$$N1 = (L/D) + 1$$

Dónde;

- L es la longitud de la vía a iluminar
- D es la distancia entre luminarias (d)

Por lo que nos quedaría que:

$$N1 = (305,54/30) + 1$$

$$N1 = 11.18 \approx 12 \text{ luminarias.}$$

Zestoa, mayo 2013

A handwritten signature in black ink, written diagonally. The name 'Joanna González' is clearly legible within the signature.

Fdo.: Joanna González Caballero
Ingeniera de Obras Públicas