



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA



ESCUELA TÉCNICA  
SUPERIOR INGENIERÍA  
INDUSTRIAL VALENCIA

**TRABAJO FIN DE GRADO EN INGENIERÍA EN TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES**

**PROYECTO DE LAS INSTALACIONES  
HIDRÁULICAS Y DE EXTINCIÓN DE  
INCENDIOS DE UN CENTRO DE ESTUDIOS  
TECNOLÓGICO AVANZADO EN  
BENIMÀMET (VALÈNCIA)**

AUTORA: BEGOÑA BELDA RAMÓN

TUTOR: JORGE GARCÍA-SERRA GARCÍA

COTUTOR: JAVIER SORIANO OLIVARES

**Curso Académico: 2019-20**



## **RESUMEN**

Este proyecto se centra en el dimensionamiento de las instalaciones de fontanería, de evacuación de aguas residuales y pluviales y de los sistemas de bocas de incendio equipadas necesarias para la protección contra incendios en un centro de estudios tecnológicos avanzados en Benimàmet, así como el cálculo de necesidades de agua caliente sanitaria, el dimensionado de la instalación de apoyo a la producción de ACS mediante energía solar térmica y el cálculo de la instalación de suministro de gas natural al edificio. El diseño y cálculo de las instalaciones está condicionado por la distribución de los diferentes cuartos húmedos, dado que se trata de un centro con instalaciones vistas. Por otro lado, todas las instalaciones están condicionadas por los diferentes documentos del Código Técnico de la Edificación (CTE) DB-HS4, DB-HS5, DB-HE4 y DB-SI. Para la elaboración de este proyecto se han empleado los programas Excel, EPANET y CHEQ4.2.

**Palabras Clave:** Fontanería, ACS, evacuación aguas pluviales, evacuación aguas residuales, BIES, EPANET.

## RESUM

Aquest projecte està centrat en el dimensionament de les instal·lacions de fontaneria, d'evacuació d'aigües residuals i pluvials i dels sistemes de boques d'incendi equipades necessàries per a la protecció contra incendis en un centre d'estudis tecnològics avançats en Benimàmet, així com el càlcul de necessitats d'aigua calenta sanitària, el dimensionament de la instal·lació de suport a la producció d'ACS mitjançant energia solar tèrmica i el càlcul de la instal·lació de subministrament de gas natural a l'edifici. El disseny i càlcul de les instal·lacions està condicionat per la distribució de les diferents habitacions humides. D'altra banda, totes les instal·lacions estan condicionades pels diferents documents del Codi Tècnic de l'Edificació (CTE) DB-HS4, DB-HS5, DB-HE4 i DB-SI. Per a l'elaboració d'aquest projecte s'han emprat els programes Excel, EPANET i CHEQ4.2.

**Paraules clau:** Fontaneria, ACS, evacuació aigües pluvials, evacuació aigües residuals, BIES, EPANET.

## **ABSTRACT**

This project focuses on the dimensioning of plumbing, wastewater and stormwater evacuation facilities and the equipped fire hydrant systems necessary for fire protection in a center for advanced technological studies in Benimàmet, as well as the calculation of the sanitary hot water needs, the dimensioning of the installation to support the production of DHW using thermal solar energy and the calculation of the natural gas supply installation for the building. The design and calculation of the facilities is conditioned by the distribution of the different wet cores. On the other hand, all of the facilities are conditioned by the different documents of the Technical Building Code (CTE) DB-HS4, DB-HS5, DB-HE4 and DB-SI. Excel, EPANET and CHEQ4.2 have been used to develop this project.

**Keywords:** Plumbing, ACS, stormwater evacuation, wastewater evacuation, BIES, EPANET.



# ÍNDICE

- Memoria
- Presupuesto
- Planos

## **ÍNDICE DE LA MEMORIA**

CAPÍTULO 1.	Introducción .....	21
1.1	Antecedente.....	21
1.2	Objetivo.....	21
1.3	Información previa.....	21
1.3.1	Emplazamiento.....	21
1.3.2	Descripción general del edificio .....	22
1.3.2.1	Distribución de planta .....	23
1.3.3	Entorno.....	23
1.3.3.1	Urbanismo de la zona.....	23
1.3.3.2	Red de Distribución General de agua.....	24
1.3.3.3	Red de colectores de aguas residuales y pluviales.....	25
1.3.3.4	Red de Distribución de gas.....	26
CAPÍTULO 2.	Instalación de fontanería .....	27
2.1	Memoria descriptiva .....	27
2.1.1	Legislación aplicable.....	27
2.1.2	Descripción del edificio .....	27
2.1.2.1	Cuartos húmedos .....	27
2.1.3	Características de la instalación .....	28
2.1.3.1	Tipología de suministro .....	29
2.1.3.2	Elección de materiales para la instalación .....	29
2.1.3.3	Acometida .....	31
2.1.3.4	Contador.....	31
2.1.3.5	Filtro .....	32

2.1.3.6	Otros elementos.....	33
2.1.3.7	Ahorro de agua.....	33
2.2	Memoria de cálculo.....	33
2.2.1	Velocidad en las conducciones.....	33
2.2.2	Cálculo caudales y diámetros en las conducciones.....	34
2.2.3	Resumen de cálculo.....	35
2.2.4	Pérdidas de carga .....	38
2.2.5	Comprobación de presiones .....	41
CAPÍTULO 3.	Instalación de apoyo a la producción de Agua Caliente Sanitaria .....	43
3.1	Memoria descriptiva .....	43
3.1.1	Legislación aplicable .....	43
3.1.2	Características de la instalación .....	43
3.1.2.1	Ubicación de los elementos de la instalación .....	43
3.1.3	Panel solar .....	44
3.1.4	Acumulador solar .....	45
3.1.5	Apoyo a la producción de ACS.....	47
3.2	Memoria de cálculo.....	48
3.2.1	Volumen de ACS necesario .....	48
3.2.2	Contribución solar mínima .....	50
3.2.3	Superficie de captación .....	50
3.2.3.1	Producción centralizada .....	51
3.2.3.2	Producción distribuida .....	52
3.2.4	Separación y disposición de los captadores.....	54
3.2.5	Volúmenes de acumulación .....	55
3.3	Comprobación CHEQ 4.2.....	55
CAPÍTULO 4.	Instalación de evacuación .....	57
4.1	Memoria descriptiva .....	57
4.1.1	Legislación aplicable .....	57
4.1.2	Características de la instalación .....	57
4.1.2.1	Elección de materiales para la instalación .....	57
4.1.2.2	Instalación de aguas pluviales.....	60
4.1.2.3	Instalación de aguas residuales.....	61
4.2	Memoria de cálculo.....	65

4.2.1	Instalación de aguas pluviales .....	65
4.2.1.1	Intensidad pluviométrica .....	65
4.2.1.2	Patios .....	67
4.2.1.3	Cajas de escalera .....	69
4.2.1.4	Cubierta vegetal .....	71
4.2.2	Instalación de aguas residuales.....	79
4.2.2.1	Evacuación cuartos húmedos.....	79
4.2.2.2	Colectores hacia la red pública .....	85
4.2.2.3	Sala de equipos .....	85
CAPÍTULO 5.	Instalación de protección contra incendios .....	87
5.1	Memoria descriptiva .....	87
5.1.1	Legislación aplicable.....	87
5.1.2	Dotación de instalaciones .....	87
5.1.3	Características de la instalación de BIES .....	88
5.1.4	Estación de bombeo para la instalación de BIES.....	89
5.1.5	Depósito para la protección contra incendios .....	91
5.2	Memoria de cálculo.....	92
5.2.1	Diámetros y longitudes de las conducciones .....	93
5.2.2	Caudal a considerar para las BIES más desfavorables.....	95
5.2.3	Válvulas a la salida del depósito.....	95
5.2.4	Identificación de las BIES más desfavorables.....	96
5.2.5	Volumen del depósito para protección contra incendios .....	98
CAPÍTULO 6.	Instalación de gas .....	101
6.1	Memoria descriptiva .....	101
6.1.1	Legislación aplicable.....	101
6.1.2	Características de la instalación .....	101
6.1.2.1	Acometida .....	103
6.1.2.2	Armario de regulación.....	103
6.1.2.3	Contador.....	103
6.1.2.4	Elección de materiales para la instalación .....	103
6.2	Memoria de cálculo.....	104
6.2.1	Caudal de la instalación.....	104
6.2.2	Pérdida de carga y diámetro de las conducciones.....	104

6.2.3	Velocidad en las conducciones.....	106
6.2.4	Resumen de cálculo.....	106
CAPÍTULO 7.	Bibliografía .....	109
<b>ÍNDICE DEL PRESUPUESTO</b>		
CAPÍTULO 1.	Presupuesto Instalación de fontanería .....	113
1.1	Presupuesto instalación de fontanería unitario descompuesto.....	113
1.2	Presupuesto y mediciones de instalación de fontanería por partida .....	118
1.3	Resumen presupuesto de instalación de fontanería .....	120
CAPÍTULO 2.	Presupuesto Instalación de apoyo a la producción de ACS .....	121
2.1	Presupuesto instalación de ACS unitario descompuesto.....	121
2.2	Presupuesto y mediciones de instalación de ACS por partida .....	125
2.3	Resumen presupuesto de instalación de ACS .....	126
CAPÍTULO 3.	Presupuesto Instalación de evacuación .....	127
3.1	Presupuesto instalación de pluviales unitario descompuesto.....	127
3.2	Presupuesto y mediciones de instalación de pluviales por partida .....	133
3.3	Resumen presupuesto de instalación de pluviales .....	135
3.4	Presupuesto instalación de residuales unitario descompuesto.....	136
3.5	Presupuesto y mediciones de instalación de residuales por partida.....	143
3.6	Resumen presupuesto de instalación de residuales .....	145
CAPÍTULO 4.	Presupuesto Instalación de protección contra incendios .....	147
4.1	Presupuesto instalación de PCI unitario descompuesto.....	147
4.2	Presupuesto y mediciones de instalación de pCI por partida .....	153
4.3	Resumen presupuesto de instalación de PCI .....	155
CAPÍTULO 5.	Presupuesto Instalación de gas.....	157
5.1	Presupuesto instalación de gas unitario descompuesto.....	157
5.2	Presupuesto y mediciones de instalación de gas por partida.....	162
5.3	Resumen presupuesto de instalación de gas.....	164
CAPÍTULO 6.	Resumen del presupuesto.....	165
6.1	Presupuesto de ejecución material.....	165
6.2	Presupuesto de ejecución por contrata .....	165
<b>ÍNDICE DE PLANOS</b>		
CAPÍTULO 1.	Planos .....	168

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Plano de emplazamiento del edificio. Fuente: GoogleMaps .....	22
Figura 2. Sección esquemática del edificio y el entorno. Fuente: (Beltrán Rodríguez, 2020) ....	23
Figura 3. Plano de planta de ordenación en la superficie. Fuente: (Beltrán Rodríguez, 2020)...	24
Figura 4. Red de instalación de Aguas de Valencia previo a la construcción del Parque Lineal. Fuente: Aguas de Valencia .....	25
Figura 5. Colectores públicos donde verterán las redes de evacuación del edificio. Fuente: (Beltrán Rodríguez, 2020) .....	26
Figura 6. Red pública de gas. Fuente: (Beltrán Rodríguez, 2020) .....	26
Figura 7. Distribución de aparatos en baño. Fuente: (Beltrán Rodríguez, 2020).....	28
Figura 8. Distribución de aparatos en cafetería. Fuente: (Beltrán Rodríguez, 2020).....	28
Figura 9. Esquema unifilar de fontanería .....	29
Figura 10. Características tubería polietileno. Fuente: (Vivilnit, 2020).....	30
Figura 11. Características tubo multicapa. Fuente: (UPONOR, 2020).....	31
Figura 12. Perdida de presión en el contador general. Fuente: (CONTHIDRA, 2020).....	39
Figura 13. Pérdida de carga en el filtro. Fuente: (Culligan, 2020).....	40
Figura 14. Esquema unifilar ACS.....	44
Figura 15. Esquema de separación de captadores y medidas a tener en cuenta .....	54
Figura 16. Resultados CHEQ 4.2 .....	56
Figura 17. Cumplimiento DB-HE4.....	56
Figura 18. Características bombas para pluviales. Fuente: (EBARA, 2020).....	61
Figura 19. Características bombas para residuales. Fuente: (EBARA, 2020) .....	62
Figura 20. Características depósito residuales SANIRELEV MAXI SL-2A. Fuente: (EBARA, 2020)63	
Figura 21. Características depósito residuales SANIRELEV MAXI SL-3A. Fuente: (EBARA, 2020)63	
Figura 22. Características bombas para residuales. Fuente: (EBARA, 2020) .....	63
Figura 23. Subsistema de ventilación para instalación de aguas residuales. Fuente: (URALITA, 2019) .....	64
Figura 24. Válvula de aireación MAXIVENT para ventilación en evacuación de residuales. Fuente: (URALITA, 2019) .....	64

Figura 25. Mapa de isoyetas y zonas pluviométricas. Fuente: (DB-HS Salubridad, 2019) .....	66
Figura 26. Comprobación colector hacia la red pública en la evacuación de aguas residuales..	69
Figura 27. Armario instalaciones para protección contra incendios. Fuente: (EXPOWER, 2020) .....	88
Figura 28. Esquema depósito y estación de bombeo PCI .....	89
Figura 29. Mapa de grupos de bombeo para incendios. Fuente: (GRUNDFOS, 2020) .....	90
Figura 30. Características del grupo de bombeo para la protección contra incendios. Fuente: (GRUNDFOS, 2020).....	90
Figura 31. Depósito de protección contra incendios. Fuente: (Europlast, 2020) .....	92
Figura 32. Esquema instalación BIES. Fuente: EPANET .....	92
Figura 33. Diámetros de tubería y cotas de los nudos en protección contra incendios. Fuente: EPANET .....	95
Figura 34. Detalle elementos a la salida del depósito PCI .....	95
Figura 35. Identificación de presiones en BIES más desfavorables. Fuente: EPANET.....	96
Figura 36. Identificación de presiones en BIES más desfavorables. Fuente: EPANET.....	97
Figura 37. Identificación de presiones y caudales en las BIES más desfavorables con bomba comercial. Fuente: EPANET .....	98
Figura 38. Identificación de presiones y caudales en las BIES más favorables con bomba comercial. Fuente: EPANET .....	99
Figura 39. Esquema instalación receptora en locales destinados a uso público. Fuente: (Gas Natural, 1998) .....	102
Figura 40. Esquema de la instalación de gas. Fuente: Gas Natural.....	105

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Relación de superficies para la segunda planta .....	23
Tabla 2. Relación de superficies para la segunda planta .....	23
Tabla 3. Tabla 2.1 del DB-HS4. Fuente: (DB-HS Salubridad, 2019).....	27
Tabla 4. Aparatos por cuarto húmedo y caudales punta por aparato .....	28
Tabla 5. Resumen de materiales y diámetros empleados en las conducciones .....	31
Tabla 6. Características contador modelo MST. Fuente: (CONTHIDRA, 2020) .....	32
Tabla 7. Características filtro modelo EASY A 1". Fuente: (Culligan, 2020) .....	32
Tabla 8. Tabla 4.3 del DB-HS4 del CTE. Fuente: (DB-HS Salubridad, 2019).....	35
Tabla 9. Tabla 4.2 del DB-HS4 del CTE. Fuente: (DB-HS Salubridad, 2019).....	35
Tabla 10. Resumen cálculos por aparato .....	35
Tabla 11. resumen cálculo en la distribución interior de la cafetería.....	36
Tabla 12. Resumen de cálculo en la distribución interior de los baños.....	36
Tabla 13. Resumen cálculo conducciones primera planta .....	36
Tabla 14. Resumen cálculo montantes .....	36
Tabla 15. Resumen de cálculo planta en doble altura .....	37
Tabla 16. Resumen de cálculo desde punto de acometida hasta distribución.....	37
Tabla 17. Resumen de cálculo distribución agua caliente .....	37
Tabla 18. Resumen de cálculo distribución agua caliente desde cajas de escalera.....	38
Tabla 19. Resumen de cálculo de las pérdidas en las conducciones de agua fría .....	41
Tabla 20. Resumen de cálculo de las pérdidas en las conducciones de agua fría .....	41
Tabla 21. Resumen de cálculo de presiones a considerar en la instalación .....	42
Tabla 22. Características del captador solar Junkers FKT-2S. Fuente: (Junkers, 2020).....	45
Tabla 23. Características técnicas acumuladores solares en cubierta. Fuente: (Junkers, Acumuladores solares, 2020) .....	46
Tabla 24. Características técnicas acumuladores solares en cuarto húmedo. Fuente: (Junkers, Acumuladores solares, 2020) .....	47
Tabla 25. Demanda ACS a 60 según CTE DB-HE Anejo F. Fuente: (DB-HE Ahorro de Energía, 2019) .....	48

Tabla 26. Ocupación y demanda por meses para generación centralizada.....	49
Tabla 27. Agrupación por núcleos de los cuartos húmedos .....	49
Tabla 28. Ocupación y demanda por meses para generación distribuida .....	49
Tabla 29. Temperatura del agua de red. Fuente: Varias.....	50
Tabla 30. Energía solar incidente. Fuente: IDEA .....	51
Tabla 31. Energía aportada por el sol por m <sup>2</sup> .....	51
Tabla 32. Energía necesaria para cubrir la demanda de ACS con producción centralizada .....	51
Tabla 33. Estimación demanda cubierta en producción centralizada .....	52
Tabla 34. Demanda cubierta en producción centralizada .....	52
Tabla 35. Energía necesaria para cubrir la demanda de ACS con producción distribuida .....	53
Tabla 36. Estimación demanda cubierta en producción distribuida.....	53
Tabla 37. Demanda cubierta en producción distribuida.....	54
Tabla 38. Datos considerados por CHEQ 4.2. Fuente: CHEQ 4.2 .....	55
Tabla 39. Resultados CHEQ 4.2 .....	56
Tabla 40. Características tubería PVC (código B). Fuente: Norma UNE .....	58
Tabla 41. Características tuberías drenantes PVC (código U). Fuente: (ADEQUA, 2020) .....	58
Tabla 42. Características tubería PVC (código U). Fuente: Norma UNE.....	59
Tabla 43. Características tubería PP. Fuente: Norma UNE .....	60
Tabla 44. Tabla B.1 del DB-HS5. Fuente: (DB-HS Salubridad, 2019) .....	66
Tabla 45. Resultados diámetros de colectores de evacuación de patios.....	67
Tabla 46. Resultados colectores de evacuación de los patios .....	68
Tabla 47. Cálculo diámetro tubería de impulsión evacuación de aguas pluviales.....	69
Tabla 48. Resumen de cálculo de pérdidas de carga en conductos de evacuación de aguas residuales .....	69
Tabla 49. Tabla 4.7 del DB-HS5. Fuente: (DB-HS Salubridad, 2019) .....	70
Tabla 50. Tabla 4.8 del DB-HS5. Fuente: (DB-HS Salubridad, 2019) .....	70
Tabla 51. Resultado bajante pluviales escalera según Dawson y Hunter .....	70
Tabla 52. Tabla 4.9 del DB-HS5. Fuente: (DB-HS Salubridad, 2019) .....	71
Tabla 53. Resultados colector pluviales escalera según tablas de Thorman y Franke.....	71
Tabla 54. Resultados tuberías para drenaje de pluviales.....	73
Tabla 55. Tabla 4.9 del DB-HS5 adaptada a la pendiente de 3% .....	74
Tabla 56. Resultados diámetros de colectores de evacuación de toda la cubierta .....	76
Tabla 57. Resultados colectores de evacuación de la cubierta.....	78

Tabla 58. Resultados diámetros de colectores de evacuación hacia la red pública .....	79
Tabla 59. Resultados colectores de evacuación hacia la red pública.....	79
Tabla 60. Tabla 4.1 del DB-HS5 del CTE. Fuente: (DB-HS Salubridad, 2019).....	80
Tabla 61. Caudales instantáneos de descarga de aparatos. Fuente: (Fuertes, Jorge, López, & Iglesias, 2020).....	80
Tabla 62. Resultados diámetro derivaciones individuales evacuación aguas residuales .....	80
Tabla 63. Comprobación resultados derivaciones individuales residuales.....	81
Tabla 64. Tabla 4.3 del DB-HS5 del CTE. Fuente: (DB-HS Salubridad, 2019).....	81
Tabla 65. Resultados diámetros colectores horizontales de evacuación de aguas residuales...	82
Tabla 66. Comprobación diámetros colectores horizontales evacuación aguas residuales.....	83
Tabla 67. Tabla 4.4 del DB-HS5 del CTE. Fuente: (DB-HS Salubridad, 2019).....	83
Tabla 68. Resultado bajante evacuación aguas residuales .....	84
Tabla 69. Cálculo diámetro tubería de impulsión evacuación de aguas residuales.....	84
Tabla 70. Resumen de cálculo de pérdidas de carga en conductos de evacuación de aguas residuales .....	85
Tabla 71. Comprobación colector hacia la red pública en la evacuación de aguas residuales...	85
Tabla 72. Resultados evacuación de aguas residuales en sala de equipos.....	85
Tabla 73. Cálculo diámetro tubería de impulsión evacuación de aguas residuales.....	86
Tabla 74. Resumen de cálculo de pérdidas de carga en conductos de evacuación de aguas residuales .....	86
Tabla 75. Diámetros de tubería por tramo de instalación de BIES. Fuente: (Guía Técnica de Aplicación: RIPCI, 2017).....	93
Tabla 76. Longitudes de cada tramo de tubería en protección contra incendios .....	94
Tabla 77. Cotas de los nudos para la protección contra incendios.....	94
Tabla 78. Límite de caudal para la protección contra incendios.....	95
Tabla 79. Longitud de tramos a la entrada y factor de pérdidas de las válvulas en cada tramo	96
Tabla 80. Composición del gas natural. Fuente: (Gas Natural, 1998).....	101
Tabla 81. Potencias y caudales por aparato consumidor de gas .....	102
Tabla 82. Regulador de tipo en escuadra para instalación de gas. Fuente: (Gas Natural, 1998) .....	103
Tabla 83. Características tubería cobre para gas. Fuente: Gas Natural .....	104
Tabla 84. Exigencias de la instalación de gas. Fuente: (Gas Natural, 1998).....	105
Tabla 85. Resumen de cálculo instalación de gas .....	106
Tabla 86. Comprobación instalación de gas.....	107

Tabla 87. Resumen presupuesto de ejecución material ..... 165

Tabla 88. Resumen presupuesto de ejecución por contrata ..... 165

## ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1. Cálculo velocidad de circulación por las tuberías. ....	34
Ecuación 2. Cálculo caudal simultáneo .....	34
Ecuación 3. Cálculo factor de simultaneidad. Fuente: (Rubio Requena, 1973) .....	34
Ecuación 4. Cálculo diámetro teórico de las conducciones .....	34
Ecuación 5. Cálculo factor de fricción Swamee-Jain .....	38
Ecuación 6. Cálculo número d Reynolds .....	38
Ecuación 7. Cálculo pérdidas por fricción .....	38
Ecuación 8. Cálculo pérdidas localizadas .....	39
Ecuación 9. Cálculo energía necesaria .....	50
Ecuación 10. Cálculo energía aportada por el sol .....	50
Ecuación 11. Cálculo energía aportada por el sol .....	50
Ecuación 12. Cálculo distancia entre filas de paneles.....	54
Ecuación 13. Relación válida entre volumen de acumulación y área de captación.....	55
Ecuación 14. Ecuación de Manning.....	65
Ecuación 15. Ecuación de Dawson y Hunter .....	65
Ecuación 16. Corrección de área según la intensidad pluviométrica.....	66
Ecuación 17. Cálculo de caudal según la intensidad pluviométrica.....	66
Ecuación 18. Ecuación cálculo volumen depósito de recepción. Fuente: IF-UPV.....	69
Ecuación 19. Caudal aportado por una BIE .....	95
Ecuación 20. Coeficiente emisor de la BIE .....	97
Ecuación 21. Volumen depósito de protección contra incendios.....	99
Ecuación 22. Caudal nominal de un aparato de gas .....	104
Ecuación 23. Caudal nominal de un aparato de gas .....	104
Ecuación 24. Caudal nominal de un aparato de gas .....	105
Ecuación 25. Velocidad máxima del gas.....	106



# **MEMORIA**



# **CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN**

## **1.1 ANTECEDENTE**

El presente proyecto con título “Proyecto de las instalaciones hidráulicas y de extinción de incendios de un centro de estudios tecnológico avanzado en Benimàmet (València)” se realiza con el objetivo de finalizar los estudios en Grado en Ingeniería en Tecnologías Industriales en la Universitat Politècnica de València.

El edificio objeto resulta del diseño de Miguel Beltrán Rodríguez para el Trabajo Final de Máster, del Máster en Arquitectura.

## **1.2 OBJETIVO**

El objetivo del proyecto será el dimensionamiento de las instalaciones de fontanería, de apoyo a la producción de ACS, de evacuación de aguas residuales y pluviales y de los sistemas de bocas de incendio equipadas necesarias para la protección contra incendios en un centro de estudios tecnológicos avanzados en Benimàmet, así como el cálculo de la entrada de gas al edificio.

## **1.3 INFORMACIÓN PREVIA**

Se indican a continuación los datos de ubicación y características más importantes del entorno.

### **1.3.1 Emplazamiento**

El edificio se encuentra ubicado en Avenida Estación 67, en Benimàmet, pedanía de la ciudad de Valencia, en el distrito Poblados del Oeste (C.P 46035). Se muestra su ubicación en la Figura 1.

Sus coordenadas aproximadas son: 39° 29' 54,7" N 0° 25' 30" O. Y la altitud sobre el nivel del mar de 43 metros.





Figura 2. Sección esquemática del edificio y el entorno. Fuente: (Beltrán Rodríguez, 2020)

El edificio tiene una superficie de 10.500 m<sup>2</sup> en la primera planta y 1.047,5 m<sup>2</sup> en la doble altura.

### 1.3.2.1 Distribución de planta

En las tablas 1 y 2 se indica la relación de superficies en función del uso que va a tener, para cada una de las plantas. El edificio tiene una planta rectangular de 125 metros de ancho por 84 metros de largo.

PLANTA DOBLE ALTURA	
Estancia	Superficie (m2)
Baño	50
Escalera	65
Cocina	50
Zonas comunes	882,5
<b>TOTAL</b>	<b>1.047,5</b>

Tabla 1. Relación de superficies para la segunda planta

PRIMERA PLANTA	
Estancia	Superficie (m2)
Baño	250
Patio	1.550
Salas de máquina	100
Sala de conferencia	250
Despacho	450
Aula	1.900
Taller	600
Sala de grabación	100
Biblioteca	200
Escalera	215
Administración y secretaría	350
Pasillo	4.535
<b>TOTAL</b>	<b>10.500</b>

Tabla 2. Relación de superficies para la segunda planta

### 1.3.3 Entorno

#### 1.3.3.1 Urbanismo de la zona

El objetivo del Trabajo Final de Máster que incluye este edificio es el proyecto de la urbanización de la zona para incorporar de un edificio dotacional educativo.

Actualmente, en el Plan General de Ordenación Urbana (PGOU) el suelo está categorizado como Suelo No Urbanizable. Para llevar a cabo el proyecto de construcción se deberá presentar el proyecto de Declaración de Interés Comunitario (DIC) al Ayuntamiento de Valencia.

Como ya se ha comentado, la totalidad del edificio se encuentra soterrado. En la superficie de la zona solamente sobresalen las escaleras de acceso al edificio, alrededor de las cuales se han proyectado unas plataformas de hormigón, además de estas plataformas se han proyectado otras independientes con la finalidad de poder aprovechar el espacio superficial salvando el desnivel existente en la zona. En ellas se han proyectado zonas deportivas, zonas de recreo y parques infantiles, estando unas plataformas conectadas a otras por medio de caminos. El resto del espacio está ocupado por vegetación baja cercana al edificio y zonas verdes en la parte norte de la zona urbanizada. Todos estos detalles se muestran en la Figura 3.

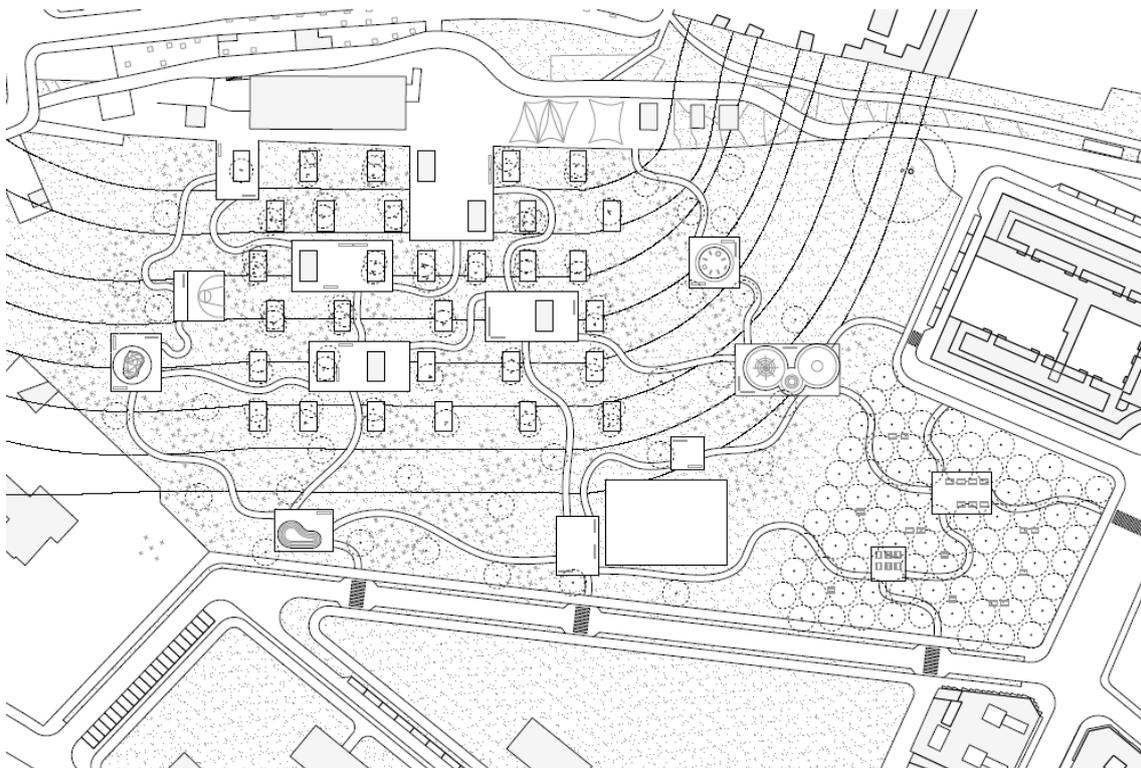


Figura 3. Plano de planta de ordenación en la superficie. Fuente: (Beltrán Rodríguez, 2020)

### 1.3.3.2 Red de Distribución General de agua

El barrio de Benimàmet sufrió en 2019 una regeneración urbanística con la construcción del Parque Lineal, como resultado del soterramiento de las vías del metro en dicha zona.

Según datos facilitados por la empresa Aguas de Valencia, durante la construcción del parque lineal las casas que había en los alrededores fueron demolidas y por lo tanto se anuló la tubería (PE 110) que pasaba por las viviendas (identificadas con los números 65 y 67 en la Figura 4), quedando actualmente las tuberías próximas a la parada de metro (PE 110 y PE 160) ciegas.

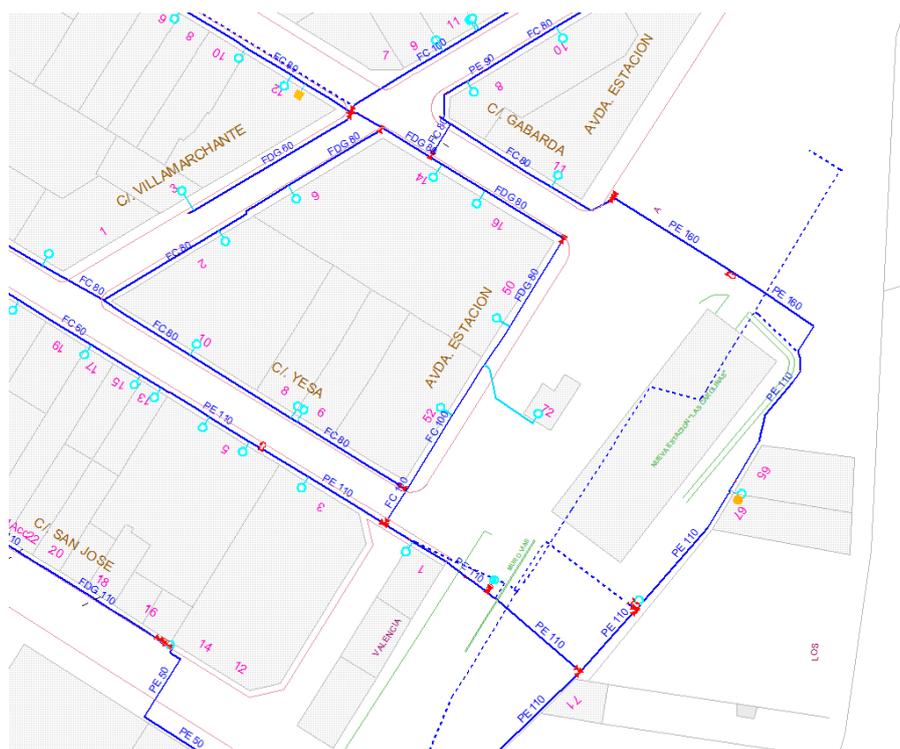


Figura 4. Red de instalación de Aguas de Valencia previo a la construcción del Parque Lineal. Fuente: Aguas de Valencia

Se planteará dicha acometida como continuación de la tubería de PE 110 que queda a la izquierda de la parada de metro “Les Carolines”. Dicha tubería debería volver a ponerse en funcionamiento para llevar agua al edificio objeto de este proyecto.

Se entenderá que dicha tubería está en funcionamiento para la propuesta de esta instalación de fontanería y que la presión al nivel de la calzada es del 25 mca en el punto de acceso al edificio. La presión normal en la red de Aguas de Valencia es de unos 30 mca, pero según se establece en el Reglamento de servicio de abastecimiento de agua potable en la ciudad de Valencia la presión mínima garantizada que ofrece la compañía en sus instalaciones es de 2,5 kp/cm<sup>2</sup> equivalente a 25 mca (Ciclo integral del agua, 2004).

En el plano F1 se puede observar la ubicación de dicha tubería de Aguas de Valencia en relación con el edificio.

### 1.3.3.3 Red de colectores de aguas residuales y pluviales

Actualmente, la zona se encuentra sin urbanizar, por lo que las redes de colectores serán definidas según las necesidades que surjan y suponiendo que estas redes acabarán conectadas a la red de evacuación municipal, estando esta separada en dos redes de evacuación independientes, una para aguas residuales y otra para aguas pluviales.

El punto de conexión más próximo a la red de evacuación discurrirá por una vía de nueva construcción. Dicha red se muestra en la figura 5, marcada en azul.



Figura 5. Colectores públicos donde verterán las redes de evacuación del edificio. Fuente: (Beltrán Rodríguez, 2020)

#### 1.3.3.4 Red de Distribución de gas

El punto más próximo de la red de distribución de gas se encuentra en el Carrer de Verdún a 100 metros del armario de regulación, tal y como muestra la figura 6.

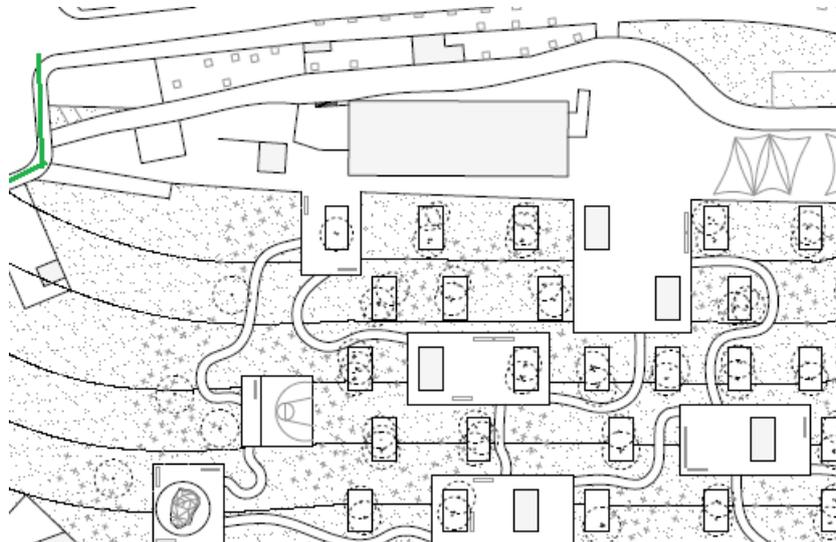


Figura 6. Red pública de gas. Fuente: (Beltrán Rodríguez, 2020)

## CAPÍTULO 2. INSTALACIÓN DE FONTANERÍA

### 2.1 MEMORIA DESCRIPTIVA

La instalación de fontanería incluye desde el punto de acometida de la Red de Distribución General hasta la distribución en el interior de edificio, incluyendo la distribución de agua caliente a partir de la salida de la caldera de acumulador solar, que conecta con la calera de apoyo.

#### 2.1.1 Legislación aplicable

Para la elaboración de este capítulo y la realización de los cálculos justificativos correspondientes, la normativa aplicable tanto para agua fría como para distribución de agua caliente en el interior de las viviendas es el Código Técnico de la Edificación (CTE), artículo 13. Exigencias básicas de salubridad (HS) en su apartado 13.4, Exigencia básica HS4: Suministro de agua.

#### 2.1.2 Descripción del edificio

El edificio se encuentra ubicado en el barrio de Benimàmet en la localidad de Valencia. Y está clasificado como edificio Docente. Esta distribuido en una primera planta y en una planta en doble altura, que cuentan con:

- **Planta primera:** 5 baños idénticos.
- **Planta en doble altura:** 1 baño (idéntico a los de la planta primera) y una cafetería.

##### 2.1.2.1 Cuartos húmedos

A continuación se indican los aparatos existentes en los cuartos húmedos existentes, así como indicar sus caudales punta tal y como se indica en la tabla 2.1 del DB-HS4 del CTE.

Tabla 2.1 Caudal instantáneo mínimo para cada tipo de aparato

Tipo de aparato	Caudal instantáneo mínimo de agua fría [dm <sup>3</sup> /s]	Caudal instantáneo mínimo de ACS [dm <sup>3</sup> /s]
Lavamanos	0,05	0,03
Lavabo	0,10	0,065
Ducha	0,20	0,10
Bañera de 1,40 m o más	0,30	0,20
Bañera de menos de 1,40 m	0,20	0,15
Bidé	0,10	0,065
Inodoro con cisterna	0,10	-
Inodoro con fluxor	1,25	-
Urinarios con grifo temporizado	0,15	-
Urinarios con cisterna (c/u)	0,04	-
Fregadero doméstico	0,20	0,10
Fregadero no doméstico	0,30	0,20
Lavavajillas doméstico	0,15	0,10
Lavavajillas industrial (20 servicios)	0,25	0,20
Lavadero	0,20	0,10
Lavadora doméstica	0,20	0,15
Lavadora industrial (8 kg)	0,60	0,40
Grifo aislado	0,15	0,10
Grifo garaje	0,20	-
Vertedero	0,20	-

Tabla 3. Tabla 2.1 del DB-HS4. Fuente: (DB-HS Salubridad, 2019)

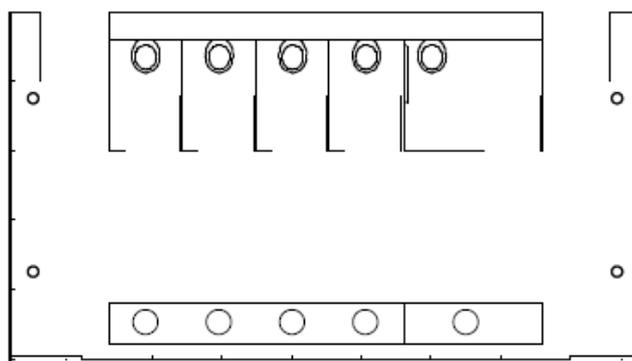


Figura 7. Distribución de aparatos en baño. Fuente: (Beltrán Rodríguez, 2020)

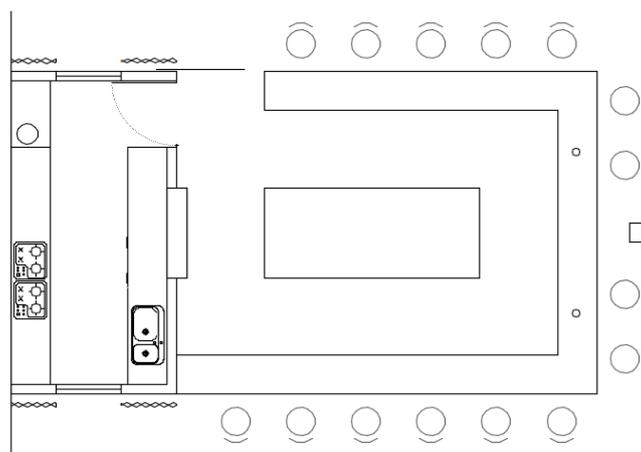


Figura 8. Distribución de aparatos en cafetería. Fuente: (Beltrán Rodríguez, 2020)

Con estos datos se tiene:

Tipo de cuarto húmedo	Número de aparatos	Aparatos	Q inst AF (l/s)	Q inst ACS (l/s)
Baño	10	Inodoro (x5)	0,50	-
		Lavabo (x5)	0,50	0,50
Cafetería	3	Fregadero	0,30	0,30
		Lavavajillas (x2)	0,30	0,30

Tabla 4. Aparatos por cuarto húmedo y caudales punta por aparato

Tanto para agua fría como para agua caliente se consideran los mismos caudales punta de los aparatos. Esto es debido a que si la temperatura de abastecimiento es menor a 60°C, los caudales para agua caliente se deben tomar igual que los fríos. La instalación permite alcanzar esta temperatura para cumplir con la normativa, pero utilizar los caudales considerando menor temperatura es más restrictivo.

### 2.1.3 Características de la instalación

En el presente apartado se van a indicar todas las características de la instalación de fontanería para suministrar el agua demandada en el edificio objeto de estudio.

La instalación será de tipo ramificada y las tuberías discurrirán por suelo técnico (completamente registrable) y debidamente impermeabilizado.

### 2.1.3.1 Tipología de suministro

La instalación de suministro de agua fría se realiza mediante aspiración directa desde la red pública de agua.

Como se justificará en la memoria de cálculo (apartado 2.2 de este documento), la instalación no precisa de la existencia de estación/es de bombeo ya que se garantiza que en el punto más desfavorable existe una presión mínima superior a 100 kPa para aparatos y superior 150 kPa para calentadores y/o acumuladores solares, que son los valores mínimos que exige el CTE.

Se debe tener en cuenta que la presión garantizada a la entrada a la parcela es de 25 mca y que el edificio se encuentra soterrado 9,6 metros por debajo de la cota de esta instalación, por lo que la entrada real de presión al edificio es de 34,6 mca. Dado que se trata de un suministro en directo, todas las presiones en el interior de la instalación estarán por debajo de esta por lo que nunca superaremos en ningún punto de consumo la presión máxima de 500 kPa (aproximadamente 50 mca) establecida por el CTE.

En el plano F5, se muestra el diagrama unifilar de la instalación de fontanería. La siguiente imagen muestra un esquema del plano.

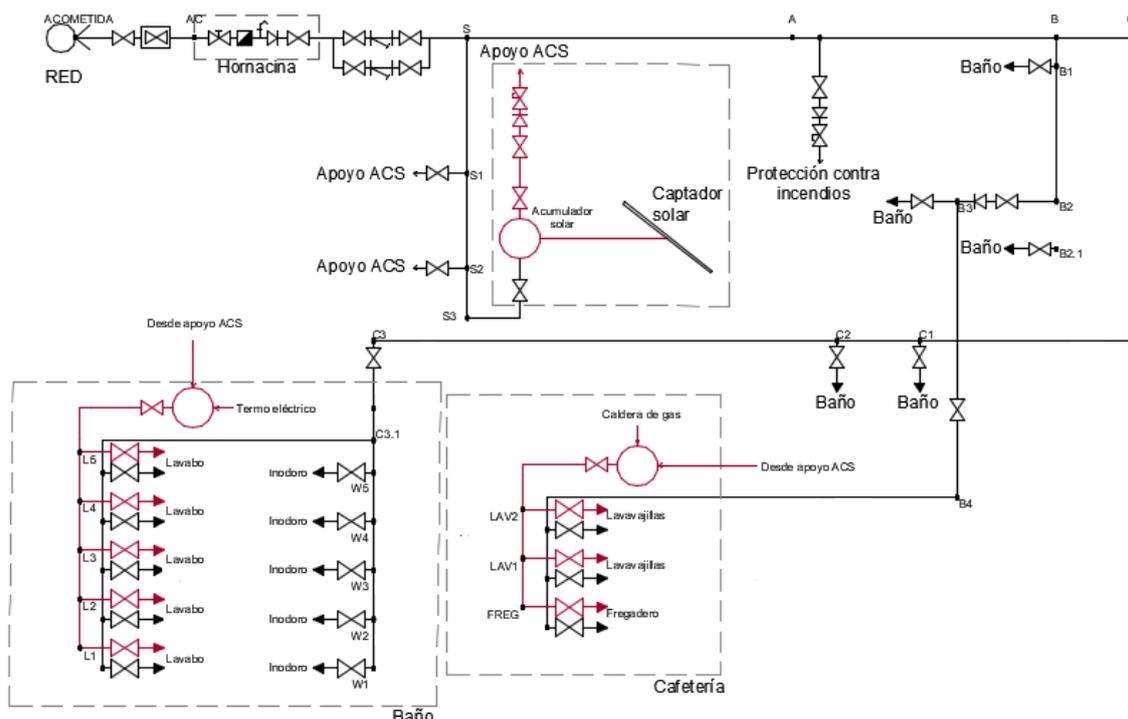


Figura 9. Esquema unifilar de fontanería

### 2.1.3.2 Elección de materiales para la instalación

Los materiales se escogen según las indicaciones del CTE, garantizando que su presión de trabajo sea un 50% superior a la máxima de servicio de la tubería y como mínimo 10 bar, a la temperatura de trabajo.

Como queda justificado en la memoria de cálculo la presión más elevada de la instalación se da para el baño que tiene como entrada el punto B1.1 de la instalación, con una presión de 31,3

mca. Por tanto, es suficiente seleccionar materiales que trabajen con una presión máxima de 10 bar, el mínimo marcado por el CTE.

Se propone una instalación completa de plásticos de modo que se garantice completamente la incompatibilidad entre materiales y la corrosión en el caso de tuberías metálicas. Además, estos materiales son más económicos y se evita el ruido en las conducciones derivado del paso de agua a presión.

Se debe tener en cuenta que el Código Técnico de la Edificación estable diámetros interiores mínimos de entrada a los aparatos y que en plásticos el diámetro nominal (DN) es el exterior, por lo que para comprobar que se cumple con el CTE se debe realizar con el diámetro interior.

En función de los materiales permitidos por el CTE, se seleccionan los siguientes materiales:

- **Tubo de acometida:** Esta conducción va desde la conexión con la red hasta la entrada al edificio. Se empleará una tubería de Polietileno PE-DN50 PN10 que cumple la norma UNE EN 12201:2003, tal y como exige el CTE. Dado que el edificio esta soterrado, no tiene una fachada como tal, esta conducción llegará hasta salir de la hornacina ubicada en una de las plataformas de hormigón. La ubicación de la hornacina se puede ver en el plano F1.

Diámetro nominal	Diámetro nominal	RELACION DIMENSIONAL ESTANDAR SDR (1)													
		SDR 41		SDR 26		SDR 21		SDR 17		SDR 13,6		SDR 11		SDR 9	
D	equivalente	PRESION NOMINAL PN													
		PN4		PN6		PN8		PN10		PN12,5		PN16		PN20	
		espesor	peso	espesor	peso	espesor	peso	espesor	peso	espesor	peso	espesor	peso	espesor	peso
		mínimo	medio	mínimo	medio	mínimo	medio	mínimo	medio	mínimo	medio	mínimo	medio	mínimo	medio
mm	pulgadas	mm	kg/m	mm	kg/m	mm	kg/m	mm	kg/m	mm	kg/m	mm	kg/m	mm	kg/m
20	1/2			-	-			2,3	0,14	2,3	0,14	2,3	0,14	2,3	0,14
25	3/4			-	-			2,3	0,17	2,3	0,17	2,3	0,17	2,8	0,20
32	1			-	-			2,3	0,23	2,4	0,24	3	0,28	3,6	0,33
40	1 1/4			-	-			2,4	0,30	3	0,36	3,7	0,44	4,5	0,52
50	1 1/2			-	-	2,4	0,38	3	0,46	3,7	0,56	4,6	0,68	5,6	0,81
63	2	2,3	0,47	2,5	0,50	3	0,59	3,8	0,73	4,7	0,89	5,8	1,07	7,1	1,28
75	2 1/2	2,3	0,56	2,9	0,69	3,6	0,84	4,5	1,03	5,6	1,26	6,8	1,51	8,4	1,81
90	3	2,3	0,68	3,5	0,99	4,3	1,20	5,4	1,49	6,7	1,82	8,2	2,18	10,1	2,61
110	4	2,7	0,96	4,2	1,45	5,3	1,80	6,6	2,21	8,1	2,68	10	3,23	12,3	3,88
125	5	3,1	1,25	4,8	1,89	6	2,32	7,4	2,83	9,2	3,45	11,4	4,20	14	5,01
140	5 1/2	3,5	1,57	5,4	2,38	6,7	2,91	8,3	3,55	10,3	4,33	12,7	5,24	15,7	6,30

Figura 10. Características tubería polietileno. Fuente: (Vivilnit, 2020)

- **Instalación general y de distribución:** Incluye toda la instalación interior al edificio, desde la llave de corte interior hasta los puntos de consumo. Esta instalación se realizará en Tubo Multicapa de rollo (Multicapa PE-X PN 10 de UPONOR) de diferentes diámetros, desde DN16 hasta DN50, según el caudal de diseño. Estas tuberías cumplen con la norma UNE 53961 EX:2002. Se emplearán tanto para distribución de agua fría como para agua caliente ya que soportan temperaturas de hasta 95°C, y la temperatura máxima de la instalación en el interior es de 60 °C.

Dimensión (mm)	Diámetro interior (mm)	Peso barra (gr/cm)	Volúmen agua (l/m)	Rugosidad (mm)	Conductiv. (W/mk)	Coficién. dilatación (m/mk)	Temperat. continua máx (°C)	Temperat. puntual máx (°C)	Fuerza trabajo máx (bar)
16 x 2,0	12	107	0,113	0,0004	0,4	25x10 <sup>-6</sup>	90	110	10
18 x 2,0	14	125	0,153	0,0004	0,4	25x10 <sup>-6</sup>	90	110	10
20 x 2,25	15,5	153	0,190	0,0004	0,4	25x10 <sup>-6</sup>	90	110	10
25 x 2,50	20	210	0,314	0,0004	0,4	25x10 <sup>-6</sup>	90	110	10
32 x 3,0	26	325	0,531	0,0004	0,4	25x10 <sup>-6</sup>	90	110	10
40 x 4,0	32	508	0,803	0,0004	0,4	25x10 <sup>-6</sup>	90	110	10
50 x 4,5	41	720	1,320	0,0004	0,4	25x10 <sup>-6</sup>	90	110	10
63 x 6,0	51	1220	2,042	0,0004	0,4	25x10 <sup>-6</sup>	90	110	10
75 x 7,5	60	1765	2,827	0,0004	0,4	25x10 <sup>-6</sup>	90	110	10
90 x 8,5	73	2556	4,185	0,0004	0,4	25x10 <sup>-6</sup>	90	110	10
110 x 10	90	3625	6,351	0,0004	0,4	25x10 <sup>-6</sup>	90	110	10

Figura 11. Características tubo multicapa. Fuente: (UPONOR, 2020)

A modo resumen:

Tramo	Material	Diámetro
Acometida	Polietileno (PE) PN10	DN63
Instalación general	Multicapa (PE-X) PN10	DN63-DN32
Derivación a cuarto húmedo	Multicapa (PE-X) PN10	DN32-DN16

Tabla 5. Resumen de materiales y diámetros empleados en las conducciones

Para los materiales plásticos el valor de rugosidad esta entre 0,0015 y 0,007 mm. Sin embargo, se tomará el valor de rugosidad 0,1 mm independientemente del material empleado, ya que se trata de un valor conservador empleado habitualmente en el cálculo de conducciones. De este modo se estará del lado de la seguridad.

### 2.1.3.3 Acometida

Como ya se ha comentado la acometida conecta la red de suministro con el edificio. Consta de diferentes elementos:

- **Collarín:** Permite la conexión a la red general sin cortar el suministro de agua.
- **Llave de corte exterior:** Se encontrará ubicada en la acera próxima al edificio. Permite el corte del suministro general al edificio. Es propiedad de la compañía suministradora. Tendrá un diámetro igual al del contador general, es decir, DN25.

### 2.1.3.4 Contador

La instalación cuenta con contador general ubicado en la hornacina, en el exterior del edificio. De este modo podrá ser consultado por la empresa de Aguas de Valencia sin necesidad de acceder al edificio.

La empresa Aguas de Valencia recomienda el uso de contadores de DN25 con llaves de DN25 para este tipo de edificios. Se utilizará un contador de la empresa CONTHIDRA S.L, en concreto, el modelo MST de DN25, o similar.

### Características Metrológicas Directiva 2014/327UE e ISO 4064:2014

Diámetro Nominal	DN	mm	25	25	30	40	50	
Caudal Permanente	$Q_1$	m <sup>3</sup> /h	6,3	10	10	16	25	
Ratio R	$Q_2/Q_1$		Ratio 80 H					
Caudal de Sobrecarga	$Q_2$	m <sup>3</sup> /h	7,88	12,5	12,5	20	30	
Caudal Transición (precisión ±2%)	$Q_2$	l/h	126	200	200	320	500	
Caudal Mínimo (precisión ± 5%)	$Q_1$	l/h	78,8	125	125	200	312,5	
Caudal de Arranque		l/h	25	27	27	63	90	
Presión nominal	PN	bar					16	

Tabla 6. Características contador modelo MST. Fuente: (CONTHIDRA, 2020)

Esta instalación tiene un caudal instantáneo de 2,00 l/s, que equivale a 7,19 m<sup>3</sup>/h. Como se puede observar en la tabla 6, el contador de DN25 y caudal permanente 10 m<sup>3</sup>/h sería válido, ya que el caudal instantáneo es muy superior al caudal mínimo exigido.

#### 2.1.3.5 Filtro

Los filtros se instalarán en una sala destinada a ubicar estos elementos, llamada en apartados anteriores, sala de máquinas, aguas abajo del contador general. Se instalará filtro doble, de modo que cuando exista mantenimiento del filtro, se garantice el filtrado que exige el CTE y se pueda garantizar continuidad en el suministro.

El filtro, según el CTE, debe ser de tipo Y con un umbral de filtrado entre 25 y 50 µm, con malla de acero inoxidable y con baño de plata para reducir la posible formación de bacterias y agentes patógenos.

La empresa Culligan España ofrece un filtro con las características que se muestran en la siguiente tabla y garantiza que cumple con los criterios establecidos por el CTE.

	1"	1 ½"	2"
Caudal con ΔP = 0.2 bar (m <sup>3</sup> /h)	6	8	9,5
Caudal con ΔP = 0.5 bar (m <sup>3</sup> /h)	10,8	13,3	14,9
DN	25	40	50
T. ambiente min/max (°C)	5 - 40		
T. agua min/max (°C)	5 - 80		
PN (bar)	16		
Grado de filtración (µm)	50 - 89 - 200 - 500		
Presión de trabajo mínima (bar)	1		
Presión max reducción entrada (bar)	25		
Intervalo de regulación reducción presión (bar)	1 - 6		
Consumo agua contralavado a 3 bar	ca. 15 l		
Tubería de descarga	DN50		
Elemento filtrante contralavado	Rotor Turboclean con chorros forzados y calibrado		
Alimentación	220V~ 24V - 50 Hz		
	Enchufe Shuko - cable alimentación 2 m aprox.		
Absorción de potencia max.	18 W		
Grado protección	IP20		
Peso de la expedición Kg	4,8	6	6,5

Tabla 7. Características filtro modelo EASY A 1". Fuente: (Culligan, 2020)

Dado el caudal de la instalación el filtro más apropiado es el modelo de 1" que equivale a un DN25 con grado de filtración de 50 µm, ya que el resto de grados de filtración no son compatibles con el CTE. Podría emplearse cualquier filtro de características similares.

### 2.1.3.6 Otros elementos

En este apartado comentamos el resto de elementos que se deben tener en cuenta.

- **Llave de corte general:** Es similar a la llave de corte exterior pero ubicada en el interior del edificio, para poder realizar el corte de suministro desde el interior. Debe ser accesible y estar señalada adecuadamente para permitir su identificación.
- **Válvula de retención general:** Se trata de una válvula antirretorno ubicada en la hornacina y que va acompañada de un grifo de prueba. Supone unas pérdidas de presión considerables que se estudiarán en la memoria de cálculo.
- **Válvulas antirretorno:** Además de la válvula de retención general deben instalarse válvulas de este tipo en la base de las montantes. En esta instalación solo existe una tubería de este tipo para alimentar a la planta en doble altura.
- **Otras válvulas:** Cada aparato dispondrá de una válvula de corte así como existirá una llave de corte a la entrada de cada cuarto húmedo. Se dispondrá también de válvulas de corte aguas arriba y debajo de cada filtro para poder aislarlo para su mantenimiento.

### 2.1.3.7 Ahorro de agua

El CTE obliga a la instalación de un circuito de retorno para el agua caliente en la distribución cuando la longitud de la tubería de ida al punto de consumo más alejado desde las calderas sea igual o mayor a 15 metros.

En este caso particular la distancia a los puntos de consumo más alejados es de 5 metros dado que se ubica una caldera de apoyo para cada uno de los cuartos húmedos, por lo que no es necesaria una instalación de retorno para ACS.

Por otro lado dado que se trata de un edificio público, y tal y como establece el CTE los lavabos y cisternas estarán dotados de dispositivos de ahorro de agua, como son las cisternas de media descarga y grifos con pulsador temporizado.

## 2.2 MEMORIA DE CÁLCULO

### 2.2.1 Velocidad en las conducciones

Para la realización de los cálculos es necesario establecer una velocidad de diseño. Esta velocidad de diseño debe estar comprendido entre 0,5 y 2,5 m/s, tal y como se recomienda para este tipo de instalaciones.

En este caso se ha tomado la decisión de tomar 1 m/s para todos los tramos de la instalación que es un valor común. Dado que las conducciones son plásticas no hubiese habido inconveniente en seleccionar una velocidad superior, ya que este tipo de tuberías no son ruidosas.

Una vez seleccionado el diámetro, tal y como se indicará más adelante en el apartado 2.2.3, se deberá comprobar que las velocidades obtenidas están dentro de los límites indicados, con la siguiente ecuación:

$$v = \frac{\text{Caudal} \left( \frac{m^3}{s} \right)}{\text{Área de paso} (m^2)} \quad (1)$$

*Ecuación 1. Cálculo velocidad de circulación por las tuberías.*

## 2.2.2 Cálculo caudales y diámetros en las conducciones

Es importante tener en cuenta que no existe demanda de agua en todos los puntos de consumo simultáneamente, por tanto, habrá que determinar un caudal de diseño (o caudal simultáneo) teniendo en cuenta ciertos coeficientes de simultaneidad entre aparatos, según la siguiente expresión:

$$Q_{sim} = k_n \cdot \sum Q_{punta} \quad (2)$$

*Ecuación 2. Cálculo caudal simultáneo*

Para cada conducción se tendrá en cuenta el número de aparatos instalados aguas abajo ( $n$ ), según la siguiente ecuación (Rubio Requena, 1973).

$$k_n = \frac{1}{\sqrt{(n-1)}} + \alpha [0,035 + 0,035 \log_{10}(\log_{10}(n))] \quad (3)$$

*Ecuación 3. Cálculo factor de simultaneidad. Fuente: (Rubio Requena, 1973)*

Donde  $\alpha$  puede tomar los siguientes valores en función del tipo de edificio estudiado:

- $\alpha=1$  Edificios de oficinas
- $\alpha=2$  Edificios de viviendas
- $\alpha=3$  Hoteles y hospitales
- $\alpha=4$  Enseñanza y cuarteles

Como este caso se trata de un centro de estudios de formación profesional, se tomará un  $\alpha=4$ .

Una vez determinado el caudal simultáneo para cada tramo de la instalación y teniendo en cuenta la velocidad de diseño, se puede obtener un diámetro teórico de las conducciones:

$$D_{int}(mm) = 1000 \cdot \sqrt{\frac{4 \cdot Q_{sim\ tramo} \left( \frac{m^3}{s} \right)}{v_{diseño} \left( \frac{m}{s} \right) \cdot \pi}} \quad (4)$$

*Ecuación 4. Cálculo diámetro teórico de las conducciones*

Una vez determinados los diámetros teóricos estos deben normalizarse a diámetros comerciales. Esta normalización se realizará aproximando al valor igual o inmediatamente superior de diámetro interior de las tuberías comerciales y se comprobará que todos los diámetros escogidos cumplen con los criterios mínimos establecidos en el CTE, tal y como se muestra en las siguientes tablas:

**Tabla 4.3 Diámetros mínimos de alimentación**

Tramo considerado	Diámetro nominal del tubo de alimentación	
	Acero (")	Cobre o plástico (mm)
Alimentación a cuarto húmedo privado: baño, aseo, cocina.	¾	20
Alimentación a derivación particular: vivienda, apartamento, local comercial	¾	20
Columna (montante o descendente)	¾	20
Distribuidor principal	1	25
< 50 kW	½	12
Alimentación equipos de climatización 50 - 250 kW	¾	20
250 - 500 kW	1	25
> 500 kW	1 ¼	32

Tabla 8. Tabla 4.3 del DB-HS4 del CTE. Fuente: (DB-HS Salubridad, 2019)

**Tabla 4.2 Diámetros mínimos de derivaciones a los aparatos**

Aparato o punto de consumo	Diámetro nominal del ramal de enlace	
	Tubo de acero (")	Tubo de cobre o plástico (mm)
Lavamanos	½	12
Lavabo, bidé	½	12
Ducha	½	12
Bañera <1,40 m	¾	20
Bañera >1,40 m	¾	20
Inodoro con cisterna	½	12
Inodoro con fluxor	1- 1 ½	25-40
Urinario con grifo temporizado	½	12
Urinario con cisterna	½	12
Fregadero doméstico	½	12
Fregadero industrial	¾	20
Lavavajillas doméstico	½ (rosca a ¾)	12
Lavavajillas industrial	¾	20
Lavadora industrial	1	25
Vertedero	¾	20

Tabla 9. Tabla 4.2 del DB-HS4 del CTE. Fuente: (DB-HS Salubridad, 2019)

### 2.2.3 Resumen de cálculo

A continuación se muestran los caudales, diámetros y velocidades obtenidos para cada uno de los aparatos existentes en la instalación. Estos valores son válidos tanto para agua fría como para agua caliente:

	Tramo	Qdiseño (l/s)	Vdiseño (m/s)	Dteórico (mm)	Material	DN (mm)	Dint (mm)	V (m/s)
Aparatos	Lavabo	0,10	1,00	11,28	Multicapa	PAP-DN 16	12,00	0,88
	Inodoro	0,10	1,00	11,28	Multicapa	PAP-DN 16	12,00	0,88
	Fregadero	0,30	1,00	19,54	Multicapa	PAP-DN 25	20,00	0,95
	Lavavajillas	0,15	1,00	13,82	Multicapa	PAP-DN 18	14,00	0,97

Tabla 10. Resumen cálculos por aparato

Se puede comprobar que todas las tuberías son de diámetro igual al mínimo exigido por el CTE (teniendo en cuenta que debe comprobarse el diámetro interior) y que las velocidades se encuentran por encima de 0,5 m/s, que es la velocidad mínima exigida en conducciones de este tipo.

Las siguientes tablas muestran las conducciones existentes en la primera planta, para la distribución de agua fría, en cada cuarto húmedo así como la distribución a estos:

	Tramo	Qdiseño (l/s)	Vdiseño(m/s)	Dteórico (mm)	Material	DN (mm)	Dint(mm)	V(m/s)
<b>BAR</b>	FREG-LAV1	0,30	1,00	19,54	Multicapa	PAP-DN 25	20,00	0,95
	LAV1-LAV 2	0,45	1,00	23,94	Multicapa	PAP-DN 32	26,00	0,85
	LAV2-B4	0,48	1,00	21,44	Multicapa	PAP-DN 32	26,00	0,91

Tabla 11. resumen cálculo en la distribución interior de la cafetería

	Tramo	Qdiseño (l/s)	Vdiseño(m/s)	Dteórico (mm)	Material	DN (mm)	Dint(mm)	V(m/s)
<b>BAÑO</b>	W1-W2	0,10	1,00	11,28	Multicapa	PAP-DN 16	12,00	0,88
	W2-W3	0,20	1,00	15,96	Multicapa	PAP-DN 25	20,00	0,64
	W3-W4	0,24	1,00	17,50	Multicapa	PAP-DN 25	20,00	0,77
	W4-W5	0,27	1,00	18,70	Multicapa	PAP-DN 25	20,00	0,87
	W5-X	0,31	1,00	19,84	Multicapa	PAP-DN 25	20,00	0,98
	L1-L2	0,10	1,00	11,28	Multicapa	PAP-DN 16	12,00	0,88
	L2-L3	0,20	1,00	15,96	Multicapa	PAP-DN 25	20,00	0,64
	L3-L4	0,24	1,00	17,50	Multicapa	PAP-DN 25	20,00	0,77
	L4-L5	0,27	1,00	18,70	Multicapa	PAP-DN 25	20,00	0,87
	L5-X	0,31	1,00	19,84	Multicapa	PAP-DN 25	20,00	0,98

Tabla 12. Resumen de cálculo en la distribución interior de los baños

En la tabla anterior el punto denominado como X hace referencia al punto de entrada al cuarto húmedo. Estos puntos son B1.1, B2, B3, C1.1, C2.1 y C3.1

	Tramo	Qdiseño (l/s)	Vdiseño(m/s)	Dteórico (mm)	Material	DN (mm)	Dint(mm)	V(m/s)
<b>PRIMERA PLANTA</b>	C3.1-C2	0,47	1,00	24,55	Multicapa	PAP-DN 32	26,00	0,89
	C2.1-C2	0,47	1,00	24,55	Multicapa	PAP-DN 32	26,00	0,89
	C2-C1	0,77	1,00	31,33	Multicapa	PAP-DN 40	32,00	0,96
	C1.1-C1	0,47	1,00	24,55	Multicapa	PAP-DN 32	26,00	0,89
	C1-C	1,05	1,00	36,53	Multicapa	PAP-DN 50	41,00	0,79
	C-B	1,05	1,00	36,53	Multicapa	PAP-DN 50	41,00	0,79
	B2.1-B2	0,47	1,00	24,55	Multicapa	PAP-DN 32	26,00	0,89
	B2-B1	0,97	1,00	35,09	Multicapa	PAP-DN 50	41,00	0,73
	B1.1-B1	0,47	1,00	24,55	Multicapa	PAP-DN 32	26,00	0,89
	B1-B	1,23	1,00	39,60	Multicapa	PAP-DN 50	41,00	0,93
B-A	2,00	1,00	50,44	Multicapa	PAP-DN 63	51,00	0,98	

Tabla 13. Resumen cálculo conducciones primera planta

La siguiente tabla muestra los datos obtenidos para la única tubería vertical de toda la instalación:

	Tramo	Qdiseño (l/s)	Vdiseño(m/s)	Dteórico (mm)	Material	DN (mm)	Dint(mm)	V(m/s)
<b>VERTICAL</b>	B3-B2	0,70	1,00	29,78	Multicapa	PAP-DN 40	32,00	0,87

Tabla 14. Resumen cálculo montantes

Se muestra a continuación los datos para la planta en doble altura:

	Tramo	Qdiseño (l/s)	Vdiseño(m/s)	Dteórico (mm)	Material	DN (mm)	Dint(mm)	V(m/s)
<b>DOBLE ALTURA</b>	B4-B3	0,48	1,00	24,75	Multicapa	PAP-DN 32	26,00	0,91

Tabla 15. Resumen de cálculo planta en doble altura

Por último, para la distribución de agua fría se muestran los datos de la instalación desde el punto de conexión con la red (acometida) hasta la salida del cuarto de máquinas.

	Tramo	Qdiseño (l/s)	Vdiseño (m/s)	Dteórico (mm)	Material	DN (mm)	Dint(mm)	V(m/s)
<b>HACIA ESCALERA</b>	S3-ESC3	0,47	1,00	24.46	Multicapa	PAP-DN 32	26,00	0,89
	S2-ESC2	0,7	1,00	29.85	Multicapa	PAP-DN 40	32,00	0,87
	S1-ESC1	0,47	1,00	24.46	Multicapa	PAP-DN 32	26,00	0,89
	S2-S3	0,47	1,00	24.46	Multicapa	PAP-DN 32	26,00	0,89
	S1-S2	0,97	1,00	35.09	Multicapa	PAP-DN 50	41,00	0,73
	S-S1	1,23	1,00	39.60	Multicapa	PAP-DN 50	41,00	0,93
	AC-S	2,00	1,00	50.46	Multicapa	PAP-DN 63	51,00	0,98
<b>EXTERIOR Y ENTRADA</b>	AC-A	2,00	1,00	50,46	Multicapa	PAP-DN 63	51,00	0,98
	ACOM.	2,00	1,00	50,46	Polietileno	PE-DN 63	55,40	0,83

Tabla 16. Resumen de cálculo desde punto de acometida hasta distribución

Se puede observar que para distribución de agua fría todas las conducciones salvo las que alimentan al último punto de consumo son superiores a 25 mm, por lo que se cumple con la tabla 4.3 del CTE. Además, se comprueba que todas las velocidades son superiores a la mínima permitida.

Por último, la siguiente tabla muestra los datos de distribución para agua caliente, desde la caldera de apoyo hasta los puntos de consumo. La instalación ha sido diseñada de forma que todos los cuartos húmedos iguales tengan la misma distribución, por lo que se muestran los datos para cada tipo de cuarto húmedo:

	Tramo	Qdiseño (l/s)	Vdiseño(m/s)	Dteórico (mm)	Material	DN (mm)	Dint(mm)	V(m/s)
<b>BAÑOS</b>	L1-L2	0,10	1,00	11,28	Multicapa	PAP-DN 16	12,00	0,88
	L2-L3	0,20	1,00	15,96	Multicapa	PAP-DN 25	20,00	0,64
	L3-L4	0,24	1,00	17,50	Multicapa	PAP-DN 25	20,00	0,77
	L4-L5	0,27	1,00	18,70	Multicapa	PAP-DN 25	20,00	0,87
<b>BAR</b>	FREG-LAV1	0,30	1,00	19,54	Multicapa	PAP-DN 25	20,00	0,95
	LAV1-LAV2	0,45	1,00	23,94	Multicapa	PAP-DN 32	26,00	0,85
	LAV2-B4	0,76	1,00	31,15	Multicapa	PAP-DN 40	32,00	0,95

Tabla 17. Resumen de cálculo distribución agua caliente

Se comprueba de igual modo que los diámetros de las tuberías par distribución de agua caliente cumplen con los diámetros mínimos del CTE y las velocidades son superiores a 0,5 m/s.

Por último, la siguiente tabla muestra las conducciones desde el acumulador solar centralizado hasta el acumulador de cada cuarto húmedo.

	Tramo	Qdiseño (l/s)	Vdiseño(m/s)	Dteórico (mm)	Material	DN (mm)	Dint(mm)	V(m/s)
ESC1	S1.1-S1.2	0,47	1,00	24,46	Multicapa	0,10	PAP-DN 32	26,00
	S1.2-S1.3	0,47	1,00	24,46	Multicapa	0,10	PAP-DN 32	26,00
	S1.3-CAL	0,31	1,00	19,87	Multicapa	0,10	PAP-DN 25	20,00
ESC2	S2.1-S2.2	0,70	1,00	29,85	Multicapa	0,10	PAP-DN 40	32,00
	S2.2-S2.3	0,70	1,00	29,85	Multicapa	0,10	PAP-DN 40	32,00
	S2.3-CC	0,48	1,00	24,72	Multicapa	0,10	PAP-DN 32	26,00
	S2.3-CAL	0,31	1,00	19,87	Multicapa	0,10	PAP-DN 25	20,00
	S2.3-S2.4	0,31	1,00	19,87	Multicapa	0,10	PAP-DN 25	20,00
	S2.4-CAL	0,31	1,00	19,87	Multicapa	0,10	PAP-DN 25	20,00
ESC3	S3.1-S3.2	0,47	1,00	24,46	Multicapa	0,10	PAP-DN 32	26,00
	S3.2-S3.3	0,47	1,00	24,46	Multicapa	0,10	PAP-DN 32	26,00
	S3.3-CAL	0,31	1,00	19,87	Multicapa	0,10	PAP-DN 25	20,00

Tabla 18. Resumen de cálculo distribución agua caliente desde cajas de escalera

## 2.2.4 Pérdidas de carga

Se tendrán en cuenta las siguientes pérdidas en la instalación:

- **Pérdidas por fricción:**

Se calcularán teniendo en cuenta el factor de fricción de Swamee-Jain:

$$f = \frac{0,25}{\left(\log\left(\frac{\varepsilon_r}{3,7} + \frac{5,74}{Re^{0,9}}\right)\right)^2} \quad (5)$$

Ecuación 5. Cálculo factor de fricción Swamee-Jain

Donde  $\varepsilon_r$  es la rugosidad, que como se ha comentado se tomará de 0,1 mm y Re es el número de Reynolds:

$$Re = \text{Diametro} \cdot \frac{\text{Velocidad}}{\text{Viscosidad cinemática}} \quad (6)$$

Ecuación 6. Cálculo número d Reynolds

Siendo la viscosidad cinemática 0,0000011 m<sup>2</sup>/s, y el diámetro y velocidad los mostraos en las tablas del apartado anterior.

Habiendo calculado el factor de fricción se calculan las pérdidas por fricción como:

$$h_f = \frac{8 \cdot f \cdot Q^2}{\pi^2 \cdot D^5 \cdot g} \cdot L_{cal} \quad (7)$$

Ecuación 7. Cálculo pérdidas por fricción

Teniendo en cuenta que  $L_{cal}$  hace referencia a la longitud real mayorada un 25%. De este modo se incluye en estas pérdidas de fricción las perdidas menores por la existencia de llaves, uniones y codos en las tuberías.

- **Pérdidas fijas localizadas:** Representan las pérdidas de presión en elementos característicos que provocan unas pérdidas más significativas que deben tenerse en cuenta.
  - o **Contador general:** Con el modelo seleccionado en la memoria descriptiva, se obtiene la siguiente gráfica a partir del catálogo del fabricante.

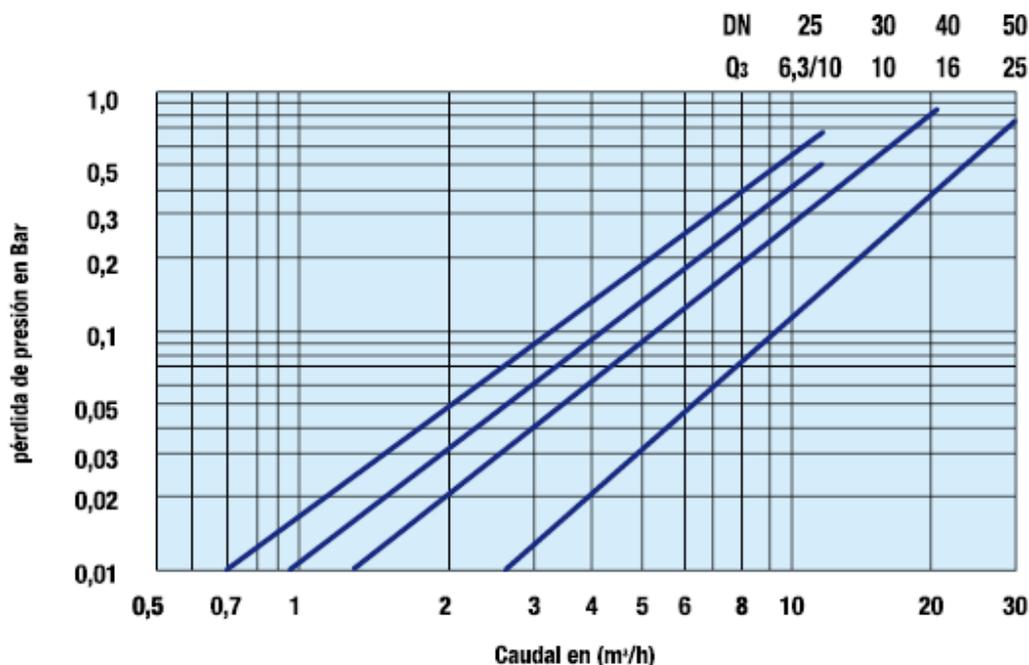


Figura 12. Pérdida de presión en el contador general. Fuente: (CONTHIDRA, 2020)

Entrando con el caudal de 7,19 m<sup>3</sup>/h, se obtiene una pérdida de carga de 0,3 bar que equivale a 3 mca aproximadamente.

- o **Válvula de retención general:** Se pueden realizar los cálculos de pérdidas con unos valores estándar para este tipo de elementos a partir de la siguiente ecuación:

$$h = k \cdot \frac{v^2}{2 \cdot g} \quad (8)$$

Ecuación 8. Cálculo pérdidas localizadas

Para este tipo de válvulas es común un valor de k de 4. Además, se tendrá en cuenta que tendrá un diámetro igual al del contador general por lo que habría que calcular la velocidad con la ecuación 1.

Con esto se obtiene una velocidad en la válvula de 4 m/s, por lo que se tiene unas pérdidas de 3,25 mca.

- o **Filtros:** Con el modelo seleccionado en la memoria descriptiva, se obtiene la siguiente gráfica a partir del catálogo del fabricante.

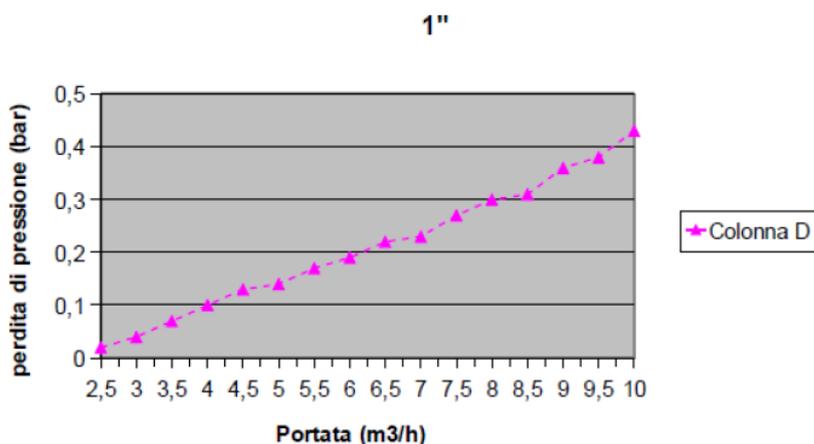


Figura 13. Pérdida de carga en el filtro. Fuente: (Culligan, 2020)

Entrando con el caudal de 7,19 m<sup>3</sup>/h, se obtiene una pérdida de carga de 0,28 bar que equivale a 2,8 mca aproximadamente.

- **Caldera solar y caldera de apoyo:** Para estas calderas se toma una pérdida de carga de 2 mca.

A continuación se muestra la tabla resumen de las pérdidas a tener en cuenta:

	Tramo	Lreal (m)	Lcalc(m)	Re	f	hf tramo (mca)	hloc (mca)
<b>BAÑO</b>	W1-W2	1,80	2,34	9645,75	0,04	0,33	-
	W2-W3	1,00	1,30	11574,90	0,04	0,05	-
	W3-W4	1,00	1,30	13926,60	0,04	0,07	-
	W4-W5	1,00	1,30	15892,34	0,04	0,09	-
	W5-X	0,50	0,65	17889,72	0,04	0,06	-
	L1-L2	2,10	2,73	9645,75	0,04	0,38	-
	L2-L3	1,00	1,30	11574,90	0,04	0,05	-
	L3-L4	1,00	1,30	13926,60	0,04	0,07	-
	L4-L5	1,00	1,30	15892,34	0,04	0,09	-
	L5-X	5,10	6,63	17889,72	0,04	0,58	-
<b>PRIMERA PLANTA</b>	C3-C2	3,20	4,16	21072,26	0,03	0,21	-
	C2.1-C2	3,40	4,42	21072,26	0,03	0,23	-
	C2-C1	30,30	39,39	27882,21	0,03	1,78	-
	C1.1-C1	3,40	4,42	21072,26	0,03	0,23	-
	C1-C	39,50	51,35	29593,38	0,03	1,18	-
	C-B	30,00	39,00	29593,38	0,03	0,90	-
	B2-B1	70,60	91,78	27303,53	0,03	1,81	-
	B1.1-B1	3,40	4,42	21072,26	0,03	0,22	-
	B1-B	18,50	23,13	34776,41	0,03	0,72	-
	B-A	18,00	22,50	45344,70	0,03	0,58	-
<b>BAR</b>	FREG-LAV1	1,00	1,30	17362,36	0,04	0,10	-
	LAV1-LAV 2	0,60	0,78	20033,49	0,03	0,04	-
	LAV2-B4	2,40	3,12	16069,16	0,03	0,16	-

	Tramo	Lreal (m)	Lcalc(m)	Re	f	hf tramo (mca)	hloc (mca)
<b>DOBLE ALTURA</b>	B4-B3	38,00	47,50	21425,54	0,03	2,52	-
<b>VERTICAL</b>	B3-B2	3,20	4,16	25189,07	0,03	0,15	-
<b>ESCALERA</b>	S3-ESC3	45,50	56,88	20923,87	0,03	2,89	
	S2-ESC2	16,00	20,00	25320,10	0,03	0,75	
	S1-ESC1	30,00	37,50	20923,87	0,03	1,91	
	S2-S3	20,00	25,00	20923,87	0,03	1,27	
	S1-S2	55,00	68,75	27303,53	0,03	1,36	
	S-S1	25,00	31,25	34776,41	0,03	0,97	
	AC-S	2,00	2,50	45391,78	0,03	0,06	
<b>EXTERIOR Y ENTRADA</b>	AC-A	19,00	23,75	45391,78	0,03	0,61	2,80
	ACOMETIDA	10,00	13,00	41786,66	0,03	0,21	6,20

Tabla 19. Resumen de cálculo de las pérdidas en las conducciones de agua fría

	Tramo	Lreal (m)	Lcalc(m)	Re	f	hf tramo (mca)	hloc (mca)
<b>ESC1</b>	S1.1-S1.2	9,00	11,25	20923,87	0,03	0,57	-
	S1.2-S1.3	0,50	0,63	20923,87	0,03	0,03	-
	S1.3-CAL	33,00	41,25	17941,10	0,04	3,62	-
<b>ESC2</b>	S2.1-S2.2	6,00	7,50	25320,10	0,03	0,28	-
	S2.2-S2.3	10,00	12,50	25320,10	0,03	0,47	-
	S2.3-CC	18,00	22,50	21369,06	0,03	1,19	-
	S2.3-CAL	28,00	35,00	17941,10	0,04	3,08	-
	S2.3-S2.4	3,00	3,75	17941,10	0,04	0,33	-
	S2.4-CAL	23,00	28,75	17941,10	0,04	2,53	-
<b>ESC3</b>	S3.1-S3.2	9,00	11,25	20923,87	0,03	0,57	-
	S3.2-S3.3	14,00	17,50	20923,87	0,03	0,89	-
	S3.3-CAL	32,00	40,00	17941,10	0,04	3,52	-
<b>BAÑO</b>	L1-L2	2,10	2,63	9645,75	0,04	0,37	-
	L2-L3	1,00	1,25	11574,90	0,04	0,05	-
	L3-L4	1,00	1,25	13926,60	0,04	0,07	-
	L4-L5	1,00	1,25	15892,34	0,04	0,09	-
<b>CAFETERIA</b>	FREG-LAV1	1,00	1,25	17362,36	0,04	0,10	-
	LAV1-LAV2	0,60	0,75	20033,49	0,03	0,04	-
	LAV2-B4	2,40	3,00	27563,07	0,03	0,13	-

Tabla 20. Resumen de cálculo de las pérdidas en las conducciones de agua fría

## 2.2.5 Comprobación de presiones

En este apartado se comprueba que se cumplen las presiones mínimas exigidas por el CTE para la entrada a aparatos de consumo y a calentadores, siendo estas de 10 y 15 mca respectivamente.

Los cuartos húmedos más desfavorables pueden ser el baño ubicado a partir del punto C2 o la cafetería ubicada en la doble altura. Se comprueban las presiones para los posibles aparatos más desfavorables, que son los más alejados del punto de entrada al cuarto húmedo y para las calderas de apoyo.

	Tramo	Pmin (mca)	Preal (mca)
<b>BAÑO C2</b>	Inodoro	10	18,74
	Lavabo	10	18,32
	Caldera eléctrica	15	19,23
<b>BAR</b>	Fregadero	10	15,01
	Caldera gas	15	15,11
<b>Escalera</b>	ESC1	15	15,23
	ESC2	15	17,49
	ESC3	15	18,84

Tabla 21. Resumen de cálculo de presiones a considerar en la instalación

Por tanto, se demuestra que las presiones de suministro quedan garantizadas con la instalación diseñada para agua fría. Se puede observar que la presión en la caldera de gas de la cafetería está muy próxima a la mínima, se tomará como válida ya que para su cálculo se ha considerado la presión de suministro más baja garantizada por la empresa distribuidora de aguas. Además, se observa que el punto más desfavorable de la instalación es la cafetería.

Para agua caliente, se tendrá en cuenta la presión en el calentadora la entrada (de la tabla 16) y las pérdidas de presión que se producen en las calderas. En este caso comprobamos para la cafetería, ya que se ha demostrado que es el punto más desfavorable:

En el caso de la fontanería de agua caliente, dado que la presión más desfavorable en la entrada al acumulador solar de cubierta es de 15 mca, teniendo en cuenta que en la bajada aumenta su presión en 12 mca (9 de altura del edificio y 3 de altura de la caja de escalera) suponiendo unas pérdidas en el acumulador de 4 mca, y otros 2 mca en el acumulador del cuarto húmedo, se cumpliría la presión mínima de 10 mca en cada aparato de los cuartos húmedos. Además, el acumulador de cada cuarto húmedo cuenta con una pequeña bomba para dar la presión necesaria en caso de presiones inferiores.

## **CAPÍTULO 3. INSTALACIÓN DE APOYO A LA PRODUCCIÓN DE AGUA CALIENTE SANITARIA**

### **3.1 MEMORIA DESCRIPTIVA**

La instalación de apoyo a la producción de agua caliente incluye desde el punto de producción mediante paneles solares hasta el acumulador solar y la caldera de apoyo, estando la distribución interior de agua caliente del edificio incluida en la memoria de fontanería. Se determinarán las necesidades de agua caliente en el edificio, la superficie de captación, estando excluido de este proyecto el cálculo de la instalación en circuito cerrado que circula por los paneles solares, pero sí se determinara el esquema de dicha instalación.

#### **3.1.1 Legislación aplicable**

Para la elaboración de este capítulo y la realización de los cálculos justificativos correspondientes, la normativa aplicable para la determinación del volumen de ACS necesario y la contribución solar mínima es el Código Técnico de la Edificación (CTE), artículo 15. Exigencias básicas de salubridad (HS) en su apartado 15.4, Exigencia básica HE4: Contribución solar mínima de agua caliente sanitaria, dado que la demanda de ACS es superior a 100 l/d.

Por otro lado, se hará uso del Pliego de Condiciones Técnicas del Instalaciones de Baja temperatura elaborado por el IDAE y Censolar, ya que como se justificará durante la memoria de cálculo, este Pliego ofrece datos más restrictivos para el dimensionado.

#### **3.1.2 Características de la instalación**

El abastecimiento de ACS para los cuartos húmedos descritos en el apartado 2.1.2.1 de este documento, será con los caudales mostrados en la Tabla 3.

##### **3.1.2.1 Ubicación de los elementos de la instalación**

La captación de energía solar para su aprovechamiento en Agua Caliente Sanitaria se realizará con 14 placas solares ubicadas en las cubiertas de las cajas de escalera, ya que al ser el edificio enterrado, estas cajas son las únicas posibilidades de instalación. La siguiente figura muestra un esquema de la instalación que podrá verse con mejor detalle en el plano C5:

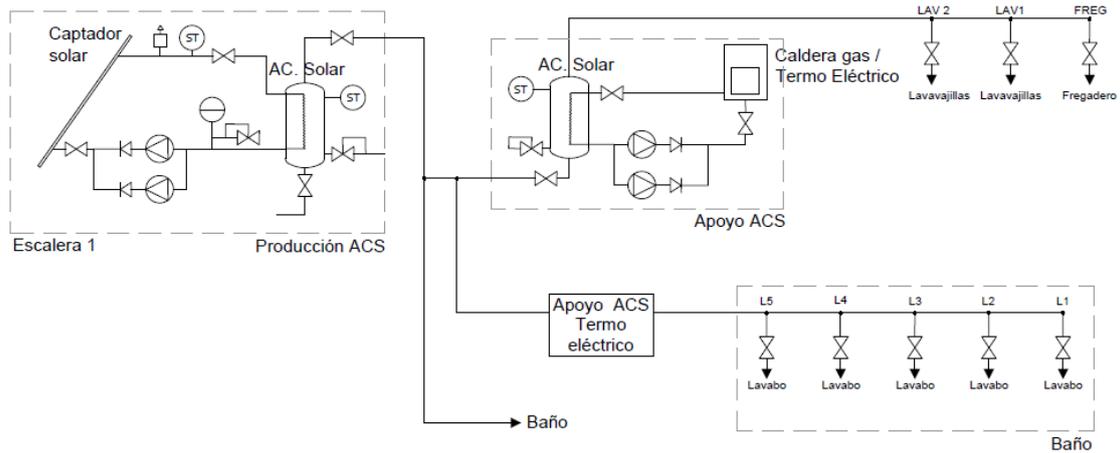


Figura 14. Esquema unifilar ACS

Se ha estudiado tanto la producción centralizada como la distribuida por grupos de escalera-cuartos húmedos, dada la superficie del edificio y la reducida demanda de ACS.

Tras este análisis que se desarrollará en el apartado 3.2.3 de este documento, la opción de instalación es distribuida por agrupación de escalera-cuartos húmedos (núcleos) con acumuladores solares tanto en cubierta como en cada uno de los cuartos húmedos. De este modo se reducen pérdidas de calor.

El esquema de la instalación se muestra en el plano C5. Tanto los intercambiadores de calor como las bombas de circulación necesarias se ubicarán en cubierta junto a los acumuladores, en unos cuartos preparados para ello.

### 3.1.3 Panel solar

Se utilizará una placa comercial Junkers, FKT-2S, o similar, cuyas características son las siguientes:



	Captadores Excellence
MODELO	FKT-2 S
Montaje	Vertical
Dimensiones (mm)	1175x2170x87
Área total (m <sup>2</sup> )	2,55
Área de apertura (m <sup>2</sup> )	2,426
Área del absorbedor (m <sup>2</sup> )	2,23
Volumen del absorbedor (l)	1,6
Peso en vacío (kg)	44
Presión trabajo máx. (bar)	10
Caudal nominal (l/h)	50
Material de la caja	Fibra de vidrio, con esquinas de plástico y chapa de acero tratada con aluminio y zinc
Aislamiento	Lana mineral, de 55 mm. de espesor
Absorbedor	Selectivo
Recubrimiento absorbedor	PVD
Circuito hidráulico	Doble serpentín
Curva de rendimiento instantáneo según EN 12975-2 (basada en el área de apertura)	
Factor de eficiencia n0	0,794
Coef. pérdidas línea (W/m <sup>2</sup> K)	3,863
Coef. pérdidas secundaria (W/m <sup>2</sup> K <sup>2</sup> )	0,013

Tabla 22. Características del captador solar Junkers FKT-2S. Fuente: (Junkers, 2020)

### 3.1.4 Acumulador solar

Los diferentes acumuladores solares de la instalación serán los siguientes o similares.

- **Acumuladores solares para cubierta:** De la marca Junkers los modelos SKE 500-5 y CV-M1, de 500 y 800 litros respectivamente. Y cuyas características técnicas se muestran a continuación:

Modelo	SKE 500-5	Modelo	CV-M1
	 <a href="#">Ficha del producto</a>		800
Alto (mm)	1870	Alto (mm)	1840
Diámetro o ancho (Ø / mm) x fondo (mm)	850	Diámetro o ancho (Ø / mm) x fondo (mm)	950
Espesor del aislamiento (mm)	-	Espesor del aislamiento (mm)	80
Conductividad térmica (W/m.K)	-	Conductividad térmica (W/m.K)	0,025
Espesor equivalente* (mm)	-	Intercambiadores	1
Intercambiadores	2	Volumen útil (l)	800
Volumen útil (l)	500	Tipo	serpentin
Intercambiador superior		Volumen del serpentín	18,1
Tipo	serpentin	Superficie de intercambio (m <sup>2</sup> )	2,7
Volumen del serpentín	8,8	Potencia máx. de intercambio (kW)	101
Superficie de intercambio (m <sup>2</sup> )	1,1	Peso en vacío (kg)	195
Potencia máx. de intercambio (kW)	38.3		
Caudal continuo (l/min)**	16		
Intercambiador inferior			
Tipo	serpentin		
Volumen del serpentín	10,9		
Superficie de intercambio (m <sup>2</sup> )	1,6		
Potencia máx. de intercambio (kW)	65		
Peso en vacío (kg)	192		
Pérdidas de energía (kWh/d)	205		
Pérdidas de energía (kWh/d)	3		

Tabla 23. Características técnicas acumuladores solares en cubierta. Fuente: (Junkers, Acumuladores solares, 2020)

- **Acumuladores solares en cuarto húmedo:** De la marca Junkers los modelos S-ZB75 y S-ZB90 de 75 y 90 litros respectivamente. Y cuyas características técnicas se muestran a continuación

Modelo	S-ZB solar	
	75	90
	  	 
Alto (mm)	675	735
Diámetro o ancho (Ø / mm) x fondo (mm)	540	540
Espesor del aislamiento (mm)	45	45
Conductividad térmica (W/m.K)	0,034	0,034
Intercambiadores	1	1
Volumen útil (l)	77	86
Tipo	serpentín	serpentín
Volumen del serpentín (l)	2,81	2,81
Superficie de intercambio (m <sup>2</sup> )	0,4	0,4
Potencia máx. de intercambio (kW)	11,2	11,2
Peso en vacío (kg)	32	37
Pérdidas de energía (kWh/d)	1,11	1,3

Tabla 24. Características técnicas acumuladores solares en cuarto húmedo. Fuente: (Junkers, Acumuladores solares, 2020)

### 3.1.5 Apoyo a la producción de ACS

A continuación de los acumuladores solares existirán elementos de apoyo a la producción de ACS, esto será:

- **Acumuladores eléctricos para instalación en baños:** Dada la poca demanda de agua caliente en los baños, se descarta la posibilidad de instalar calderas instantáneas y se opta por acumuladores eléctricos, de un volumen similar a los solares.
- **Calderas de gas para instalación en cafetería:** Dado que se dispone de instalación de gas en este cuarto del edificio, se opta por la instalación de una caldera de gas de 30 kW de potencia calorífica.

## 3.2 MEMORIA DE CÁLCULO

### 3.2.1 Volumen de ACS necesario

Para determinar el volumen total de ACS del edificio, se hace uso de las siguientes tablas del CTE DB-HE4.

En primer lugar la tabla 21 muestra la cantidad de agua consumida por día en diferentes tipos de uso.

Criterio de demanda	Litros/día-persona
Hospitales y clínicas	55
Ambulatorio y centro de salud	41
Hotel *****	69
Hotel ****	55
Hotel ***	41
Hotel/hostal **	34
Camping	21
Hostal/pensión *	28
Residencia	41
Centro penitenciario	28
Albergue	24
Vestuarios/Duchas colectivas	21
Escuela sin ducha	4
Escuela con ducha	21
Cuarteles	28
Fábricas y talleres	21
Oficinas	2
Gimnasios	21
Restaurantes	8
Cafeterías	1

Tabla 25. Demanda ACS a 60 según CTE DB-HE Anejo F. Fuente: (DB-HE Ahorro de Energía, 2019)

El edificio objeto es un edificio docente sin duchas, con cafetería, se tomará una demanda de 4 litros por persona y día para el edificio docente y de 1 litro por persona y día para la cafetería. Por lo que se contará con un total de 5 litros por persona y día, con una ocupación que varía en función del mes, dado que en agosto los centros educativos no están abiertos y que en julio la ocupación estará compuesta por todo el personal docente y administrativo, para la preparación del curso siguiente y el 20% de los alumnos, en función de presentación de documentación para matrícula de los próximos cursos y recuperaciones. La ocupación y demanda se muestran en la siguiente tabla:

Mes	Personal docente y administrativo	Alumnos	Total	Demanda (l/d)
Enero	30	240	270	1350
Febrero	30	240	270	1350
Marzo	30	240	270	1350
Abril	30	240	270	1350
Mayo	30	240	270	1350
Junio	30	240	270	1350
Julio	30	48	78	390
Agosto	0	0	0	0
Septiembre	30	240	270	1350
Octubre	30	240	270	1350
Noviembre	30	240	270	1350
Diciembre	30	240	270	1350

Tabla 26. Ocupación y demanda por meses para generación centralizada

Para el estudio de producción distribuida se van a considerar los siguientes núcleos húmedos:

Tipo	Baños	Cafetería
Núcleo 1	2	1
Núcleo 2	2	0
Núcleo 3	2	0

Tabla 27. Agrupación por núcleos de los cuartos húmedos

Cada núcleo está compuesto por los siguientes cuartos húmedos:

- **Núcleo 1:** Está agrupado en la caja de escalera 1 e incluye los baños B2, B3 y la cafetería.
- **Núcleo 2:** Está agrupado en la caja de escalera 2 e incluye los baños B1 y C1.
- **Núcleo 3:** Está agrupado en la caja de escalera 4 e incluye los baños C2 y C3.

Mes	Personal docente y administrativo	Alumnos	Total	Demanda (l/d)			
				Total	Núcleo 1	Núcleo 2	Núcleo 3
Enero	30	240	270	1350	630	360	360
Febrero	30	240	270	1350	630	360	360
Marzo	30	240	270	1350	630	360	360
Abril	30	240	270	1350	630	360	360
Mayo	30	240	270	1350	630	360	360
Junio	30	240	270	1350	630	360	360
Julio	30	48	78	390	182	104	104
Agosto	0	0	0	0	0	0	0
Septiembre	30	240	270	1350	630	360	360
Octubre	30	240	270	1350	630	360	360
Noviembre	30	240	270	1350	630	360	360
Diciembre	30	240	270	1350	630	360	360

Tabla 28. Ocupación y demanda por meses para generación distribuida

Para la obtención de la demanda se ha considerado que el total de los ocupantes harán uso de la cafetería y que los baños tendrán una ocupación igual para todos ellos.

Esta ocupación estacional, obligará a una mayor instalación de paneles, dado que los meses con más radiación son los que tienen a su vez menos demanda, por lo que para conseguir la

contribución solar mínima anual, será necesario cubrir una mayor demanda en los meses de menor radiación.

### 3.2.2 Contribución solar mínima

El DB-HE4 establece que sea cual sea la zona climática la exigencia debe ser del 70% como mínimo, excepto en el caso que la demanda sea inferior a 5000 litros/día, que se permite reducirla al 60%. Al tener una demanda de 1350 litros/día, la contribución mínima para este edificio es de 60%.

### 3.2.3 Superficie de captación

Para obtener la superficie de captación necesaria, primero se debe calcular la energía necesaria para cubrir dicha demanda de ACS, teniendo en cuenta la temperatura de agua fría (Temperatura del agua de red).

La energía necesaria se calcula de la siguiente forma:

$$E_{nec} = m \cdot C_p \cdot (60 - T_{agua\ fría}) \quad (9)$$

*Ecuación 9. Cálculo energía necesaria*

Los datos de temperatura de agua fría se pueden obtener de diferentes referencias:

Temperatura del agua de red												
Mes	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
CTE	10	11	12	13	15	17	19	20	18	16	14	11
IDAE	8	9	11	13	14	15	16	15	14	13	11	8

*Tabla 29. Temperatura del agua de red. Fuente: Varias*

De la tabla anterior se deduce que los valores ofrecidos por el IDAE son más restrictivos, dado que se necesitará mayor aporte de energía solar para calentar el agua. Por tanto se utilizarán estos valores para la determinación de energía a aportar.

En cuanto a la energía aportada por el sol

$$E_{aportada} = E_{solar} \cdot CP \cdot \eta \quad (10)$$

*Ecuación 10. Cálculo energía aportada por el sol*

Donde CP es el coeficiente de pérdidas en función del ángulo de azimut ( $\alpha$ ) y el ángulo de inclinación ( $\beta$ ). Teniendo en cuenta que la inclinación de las placas será la óptima ( $39^\circ$ , la latitud), este coeficiente solo depende del ángulo de azimut según la siguiente expresión:

$$CP = 1 - 3,5 \cdot 10^{-5} \alpha^2 \quad (11)$$

*Ecuación 11. Cálculo energía aportada por el sol*

Considerando la posición del edificio respecto al sur, los paneles presentaran un ángulo de azimut (desviación respecto al sur) de  $37^\circ$ , lo que equivale a un coeficiente de pérdidas del 95%. Y  $\eta$  es el rendimiento de la instalación, la placa presenta un rendimiento del 79,4%, pero se debe tener en cuenta que este rendimiento se ve reducido por las pérdidas en las conducciones y en los intercambiadores de calor, por lo que se tomara un rendimiento del 50%.

Los datos de energía proporcionados por el Sol se obtienen a partir del IDAE:

Energía solar incidente (MJ/m <sup>2</sup> ·día)											
Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
7,6	10,6	14,9	18,1	20,6	22,8	23,8	20,7	16,7	12	8,7	6,6

Tabla 30. Energía solar incidente. Fuente: IDAE

A partir de los datos de energía solar mostrados en la tabla 26 y la ecuación 10 se obtiene la energía mensual aportada por el sol:

Energía aportada por el sol (kWh/m <sup>2</sup> ·mes)											
Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
31,15	39,25	61,08	71,80	84,44	90,45	97,56	84,85	66,25	49,19	34,51	27,06
737,60											

Tabla 31. Energía aportada por el sol por m<sup>2</sup>

### 3.2.3.1 Producción centralizada

A partir de los datos de temperatura de agua de red proporcionados por el IDAE y de la ecuación 9 se obtienen los siguientes datos de energía necesaria a aportar para cubrir con la demanda de ACS a 60°.

Energía necesaria CTE		
Mes	Energía total mensual (kWh/mes)	Energía anual (kWh/año)
Enero	2527	23603
Febrero	2238	
Marzo	2381	
Abril	2210	
Mayo	2235	
Junio	2116	
Julio	618	
Agosto	0	
Septiembre	2163	
Octubre	2284	
Noviembre	2304	
Diciembre	2527	

Tabla 32. Energía necesaria para cubrir la demanda de ACS con producción centralizada

La energía aportada con solar deberá ser al menos un 60% de esta, es decir, **14162 kWh/año**. Conocida la energía necesaria anual, se obtiene un área de captación de 19,20 m<sup>2</sup>. El número mínimo de paneles a instalar son 9 (20,07 m<sup>2</sup>). Dado que Agosto no contribuye, es necesario aumentar el número de paneles hasta 12 paneles (26,76 m<sup>2</sup>), tras calcularse mediante un método iterativo, hasta que se llega a una demanda cubierta de mínimo 60%.

Se debe comprobar el cumplimiento del DB-HE4 del CTE Para 12 paneles se tiene:

Mes	Energía aportada por el sol (kWh/mes)	Demanda cubierta mensual (%)
Enero	834	33
Febrero	1050	47
Marzo	1634	69
Abril	1921	87
Mayo	2260	101
Junio	2420	114
Julio	2611	423
Agosto	0	0
Septiembre	1773	82
Octubre	1316	58
Noviembre	924	40
Diciembre	724	29

Tabla 33. Estimación demanda cubierta en producción centralizada

Se observa que hay meses que superan el 100%, lo cual no es posible, ya que cómo máximo se podrá cubrir la demanda, para lo cual habrá que reducir el número de paneles, cubriendo estos en los meses en los que hay una producción excesiva, para evitar sobrecalentamientos en la instalación. Finalmente se tiene:

Mes	Paneles	Área de captación (m <sup>2</sup> )	Energía aportada por el sol (kWh/mes)	Demanda cubierta mensual (%)	Contribución solar (%)
Enero	12	26,76	834	33	62
Febrero	12	26,76	1050	47	
Marzo	12	26,76	1634	69	
Abril	12	26,76	1921	87	
Mayo	11	24,53	2071	93	
Junio	10	22,3	2017	95	
Julio	2	4,46	435	70	
Agosto	0	0	0,00	0	
Septiembre	12	26,76	1773	82	
Octubre	12	26,76	1316	58	
Noviembre	12	26,76	924	40	
Diciembre	12	26,76	724	29	

Tabla 34. Demanda cubierta en producción centralizada

Por lo tanto, se cumple el CTE. Para evitar sobrecalentamientos, se deberá realizar un tapado parcial de la instalación: un panel en mayo, dos paneles en junio, 10 en julio y los 12 en agosto. De este modo se cumplirá el apartado 2.2.2 del DB-HE4.

### 3.2.3.2 Producción distribuida

A partir de los datos de temperatura de agua de red proporcionados por el IDAE y de la ecuación 9 se obtienen los siguientes datos de energía necesaria a aportar para cubrir con la demanda de ACS a 60° en los diferentes núcleos considerados.

Energía necesaria CTE				
Mes	Núcleo 1		Núcleos 2 y 3	
	Energía total mensual (kWh/mes)	Energía anual (kWh/año)	Energía total mensual (kWh/mes)	Energía anual (kWh/año)
Enero	1179	11015	674	6294
Febrero	1045		597	
Marzo	1111		635	
Abril	1031		589	
Mayo	1043		596	
Junio	988		564	
Julio	288		165	
Agosto	0		0	
Septiembre	1009		577	
Octubre	1066		609	
Noviembre	1075		614	
Diciembre	1179		674	

Tabla 35. Energía necesaria para cubrir la demanda de ACS con producción distribuida

Para realizar los cálculos se considera que cada uno de los núcleos debe cumplir con la contribución solar mínima. Posteriormente, se determinará la contribución global del sistema. Con esto se tendrá que aportar con solar **6609 kWh/año** para el núcleo 1 y **3777 kWh/año** para cada uno de los núcleos restantes.

Conocida la energía necesaria anual, se obtiene un área de captación de 8,96 m<sup>2</sup> para núcleo 1 y 5,12 m<sup>2</sup> en núcleos 2 y 3. El número mínimo de paneles a instalar son 5 (11,54 m<sup>2</sup>) para núcleo 1 y 3 (6,69 m<sup>2</sup>) para núcleos 2 y 3. Dado que Agosto no contribuye, es necesario aumentar el número de paneles hasta 6 paneles (13,38 m<sup>2</sup>) en núcleo 1, tras calcularse mediante un método iterativo, se llega en ambos tipos de núcleo a una solución de compromiso para obtener una contribución solar global de mínimo el 60%.

Se debe comprobar el cumplimiento del DB-HE4 del CTE Para 12 paneles se tiene:

Mes	Núcleo 1		Núcleos 2 y 3	
	Energía aportada por el sol (kWh/mes)	Demanda cubierta mensual (%)	Energía aportada por el sol (kWh/mes)	Demanda cubierta mensual (%)
Enero	417	35	278	41
Febrero	525	50	350	59
Marzo	817	74	545	86
Abril	961	93	640	109
Mayo	1130	108	753	126
Junio	1210	123	807	143
Julio	1305	453	870	528
Agosto	1135	0	757	0
Septiembre	886	88	591	102
Octubre	658	62	439	72
Noviembre	462	43	308	50
Diciembre	362	31	241	36

Tabla 36. Estimación demanda cubierta en producción distribuida

Se observa que hay meses que superan el 100%, lo cual no es posible, ya que cómo máximo se podrá cubrir la demanda, para lo cual habrá que reducir el número de paneles, cubriendo estos en los meses en los que hay una producción excesiva, para evitar sobrecalentamientos en la instalación. Finalmente se tiene:

Mes	Núcleo 1				Núcleos 2 y 3			
	Paneles	Energía aportada por el sol (kWh/mes)	Demanda cubierta mensual (%)	Cont. solar (%)	Paneles	Energía aportada por el sol (kWh/mes)	Demanda cubierta mensual (%)	Cont. solar (%)
Enero	6	417	35	64	4	278	41	64
Febrero	6	525	50		4	350	59	
Marzo	6	817	74		4	545	86	
Abril	6	961	93		4	480	82	
Mayo	5	942	90		4	565	95	
Junio	4	807	82		2	403	71	
Julio	1	218	75		0	0	0	
Agosto	0	0	0		0	0	0	
Septiembre	6	886	88		4	443	77	
Octubre	6	658	62		4	439	72	
Noviembre	6	462	43		4	308	50	
Diciembre	6	362	31		4	241	36	

Tabla 37. Demanda cubierta en producción distribuida

Se obtiene una contribución solar global del 64%. Se tiene un total de 14 paneles. Esta opción será la finalmente escogida para la instalación.

### 3.2.4 Separación y disposición de los captadores

Para determinar la separación entre filas de captadores se tiene en cuenta el siguiente esquema:

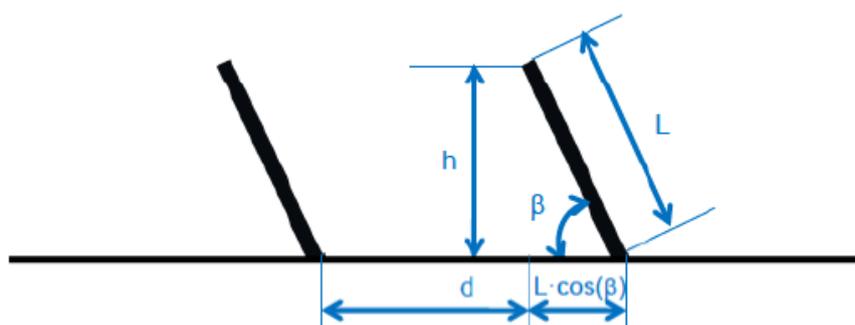


Figura 15. Esquema de separación de captadores y medidas a tener en cuenta

Sabiendo que L es 2,17 metros y  $\beta$  36,77° se tiene por trigonometría que  $L\cos\beta$  es 1,74 metros y h es 1,30 metros.

Por definición, teniendo en cuenta los datos del IDAE, d es:

$$d = \frac{h}{\tan(67 - \text{Latitud})} \quad (12)$$

Ecuación 12. Cálculo distancia entre filas de paneles

En el núcleo 1, se instalarán en grupos de 3 y en el núcleo 2 y 3 en grupos de 2. La distancia entre filas en ambos casos es de 2,6 metros.

### 3.2.5 Volúmenes de acumulación

Se calcula un volumen de acumulación para cada uno de los núcleos. Tal y como indica el CTE el volumen de acumulación debe cumplir la siguiente relación:

$$50 < \frac{V}{A} < 180 \quad (13)$$

*Ecuación 13. Relación válida entre volumen de acumulación y área de captación*

Tomando una relación V/A de 75, y teniendo en cuenta que el área de captadores para cada núcleo se obtiene que el volumen de acumulación necesario de 1005 litros para núcleo 1 y de 670 litros para el resto de núcleos.

Finalmente se decide emplear:

- **Núcleo 1:** Acumulador en cubierta de 800 litros, acumulador en cafetería de 90 litros y en baños de 75 litros. Con un volumen de acumulación total de 1040 litros.

- **Núcleos 2 y 3:** Acumulador en cubierta de 500 litros y acumuladores en baño de 90 litros. Con un volumen de acumulación total de 680 litros.

### 3.3 COMPROBACIÓN CHEQ 4.2

Se introducen los datos en el programa CHEQ 4.2 del IDAE, se va a comprobar la instalación como un conjunto de 14 paneles con 1350 l/día de demanda y 2610 litros como volumen de acumulación. Al elegir Valencia como ubicación el programa nos proporciona los siguientes datos:

	Rad(MJ/m2)	T.Red (°C)	T.Amb (°C)
Enero	9,1	10,0	10,4
Febrero	12,2	11,0	11,4
Marzo	16,8	12,0	12,6
Abril	21,9	13,0	14,5
Mayo	24,4	15,0	17,4
Junio	26,9	17,0	21,1
Julio	27,6	19,0	24,0
Agosto	23,8	20,0	24,5
Septiembre	19,0	18,0	22,3
Octubre	13,6	16,0	18,3
Noviembre	9,6	13,0	13,7
Diciembre	7,7	11,0	10,9
Promedio	17,7	14,6	16,8

Tabla 38. Datos considerados por CHEQ 4.2. Fuente: CHEQ 4.2

Se observa que los datos son los proporcionados por el CTE, menos restrictivos que los que hemos empleado.

Se indica que la instalación con acumulador centralizado e intercambiadores individuales. Esta instalación es diferente a la diseñada, pero es la más similar que ofrece el programa. El programa ofrece el captador FKT1-S de Junkers, siendo los valores muy similares a los del FKT2-S. Además se indican longitudes aproximadas de las tuberías obtenidas a partir de los planos adjuntos a este documento y que la caldera de apoyo será de tipo eléctrica y se ha indicado que la ocupación es de un 29% en julio y de un 0% en agosto.

Se obtienen los resultados:

Fracción Solar (%)	Demanda neta (kWh)	Demanda bruta (kWh)	Aporte solar (kWh)	Cons. auxiliar (kWh)	Reducción CO2 (kg)
64	22.610	22.610	14.542	19.386	5.192

Tabla 39. Resultados CHEQ 4.2

Se observa que se obtienen datos muy similares a los calculados con Excel.

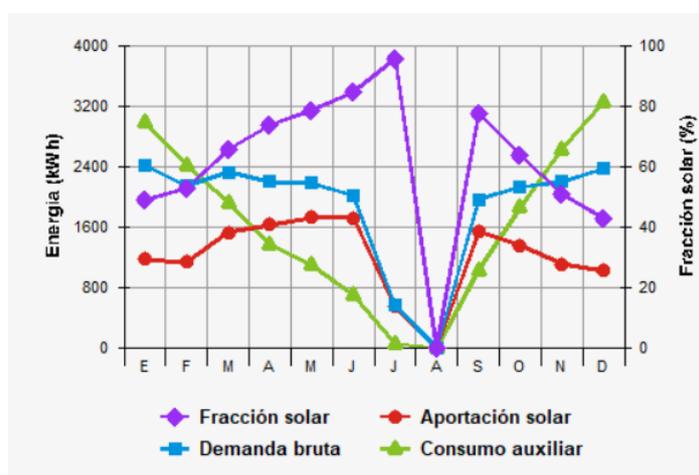


Figura 16. Resultados CHEQ 4.2

Sin embargo, se puede observar que a pesar del cómputo global ser similar, la contribución mensual si es diferente a la mostrada en los apartados anteriores. Esto puede ser debido a las diferencias entre la irradiancia solar y la temperatura de red considerada por el programa.

Por último, CHEQ nos confirma que la instalación cumple con las condiciones marcadas por el CTE:

**RESULTADO:**



**La instalación solar térmica especificada CUMPLE los requerimientos de contribución solar mínima exigida por la HE4**

Figura 17. Cumplimiento DB-HE4

## **CAPÍTULO 4. INSTALACIÓN DE EVACUACIÓN**

### **4.1 MEMORIA DESCRIPTIVA**

La instalación de evacuación o saneamiento de un edificio incluye la recogida de aguas residuales (descargas de aparatos ubicados en los cuartos húmedos) y las pluviales, para evitar malos olores y humedades en las edificaciones.

#### **4.1.1 Legislación aplicable**

Para la elaboración de este capítulo y la realización de los cálculos justificativos correspondientes, la normativa aplicable tanto para la evacuación de aguas pluviales como para la evacuación de aguas residuales de los edificios es el Código Técnico de la Edificación (CTE), Exigencias básicas de salubridad (HS) en su apartado Exigencia básica HS5: Evacuación de aguas.

#### **4.1.2 Características de la instalación**

La instalación pública de colectores consta de un sistema de recogida de pluviales y residuales de tipo separativo, es decir, el agua procedente de la descarga de aparatos y el agua procedente de pluviales se recoge de manera independiente cada una de ellas.

Sin embargo, dada la peculiaridad del edificio se derivará a cada colector las siguientes descargas:

- **Colector de pluviales:** Verterán a este colector las aguas pluviales recogidas en la cubierta vegetal, en la cubierta de cajas de escalera y en los patios del edificio.
- **Colector de residuales:** Verterán a este colector las aguas grises y negras procedentes de los aparatos ubicados en los cuartos húmedos.

Para la evacuación de pluviales y para la evacuación de pluviales de los patios será necesario la utilización de pozos de bombeo (de sistema separativo) ya que al estar el edificio soterrado es necesario un aumento de presión para poder realizar la evacuación a la red de alcantarillado pública.

En todo el perímetro del edificio, existe una red de canalones para evitar que llegue a la cubierta agua del parque lineal, esta instalación no se va a dimensionar, ya que es propiedad municipal y forma parte de la red de evacuación del parque situado sobre el edificio.

##### **4.1.2.1 Elección de materiales para la instalación**

Los materiales se escogen según las indicaciones del CTE. Se propone una instalación completa de PVC. Se debe tener en cuenta que el Código Técnico de la Edificación establece diámetros interiores mínimos para cada uno de los tramos de la instalación en función de diferentes parámetros y que en plásticos el diámetro nominal (DN) es el exterior, por lo que para comprobar que se cumple con el CTE se debe realizar con el diámetro interior. Para la obtención

de los diámetros mínimos se realizarán dos procedimientos, cumpliendo el CTE y con el cálculo en función de los caudales considerando flujo en lámina libre. Se seleccionará para cada tramo el valor más restrictivo, siendo este el mayor diámetro obtenido en alguno de los dos métodos.

En función de los materiales permitidos por el CTE, se seleccionan los siguientes materiales, con diferentes pendientes:

- **Instalación interior:** Esta parte de la instalación servirá a la evacuación de aguas pluviales y residuales en el interior del edificio. Estas conducciones estarán alojadas en suelo técnico, patinillos y ancladas en la pared, por tanto, quedarán reguladas por la normativa UNE-EN 1329-1:2014 para tuberías de PVC para evacuación de aguas en el interior de la estructura de los edificios instaladas al aire (código B). Discurrirán con una pendiente de 1%. La tabla siguiente muestra los diámetros comerciales más habituales.

DN	e (mm)	D <sub>int</sub> (mm)
PVC 50	3,0	44,0
PVC 63	3,0	57,0
PVC 75	3,0	69,0
PVC 90	3,0	84,0
PVC 110	3,2	103,6
PVC 125	3,2	118,6
PVC 160	3,2	153,6
PVC 200	3,9	192,2

Tabla 40. Características tubería PVC (código B). Fuente: Norma UNE

- **Tuberías drenantes (pluviales en cubierta vegetal):** Estos conductos distribuidos por la cubierta, son los encargados de drenar el agua de lluvia de la cubierta vegetal del edificio. Este tipo de sistemas no está contemplado en el CTE. Se realizará con tubos de ADEQUA, dicho fabricante especifica en catálogo que cumple la normativa UNE-EN 1401-1:12009 para tuberías de PVC-U para saneamiento enterrado sin presión (código U). Discurrirán con una pendiente de 1%.

DN	e (mm)	D <sub>int</sub> (mm)
U-PVC 110	4	102
U-PVC 160	7	146
U-PVC 200	9	182
U-PVC 250	11	228
U-PVC 315	15	285
U-PVC 400	18	364

Tabla 41. Características tuberías drenantes PVC (código U). Fuente: (ADEQUA, 2020)

- **Instalación exterior:** Esta parte de la instalación incluirá:
  - La instalación enterrada de colectores de pluviales para la evacuación de cubierta y la instalación montantes y colectores de residuales a la salida del edificio tras el bombeo hacia el exterior. Según la norma UNE-EN 1401-1:12009 para tuberías de PVC-U para saneamiento enterrado sin presión (código U). Discurrirán con una pendiente del 3% que coincide con la pendiente de la propia cubierta vegetal. La tabla siguiente muestra los diámetros comerciales más habituales.

DN	e (mm)	Dint (mm)
PVC 110	3,2	103,6
PVC 125	3,2	118,6
PVC 160	4,0	152,0
PVC 200	4,9	190,2
PVC 250	6,2	237,6
PVC 315	7,7	299,6
PVC 400	9,8	380,4
PVC 500	12,3	475,4

Tabla 42. Características tubería PVC (código U). Fuente: Norma UNE

- La instalación de canalones y bajantes instaladas al aire para la evacuación de las cajas de escalera. Según la norma UNE-EN 1329-1:2014 para tuberías de PVC-U para evacuación de aguas en el interior de la estructura de los edificios instaladas al aire (código B). Al estar ocultos tras la reja exterior de la caja de escalera se utilizará la pendiente máxima permitida por el CTE en el caso de los canalones que es 4%. Los diámetros nominales para canalones semicirculares son los establecidos en la Tabla 40.
- La instalación de colectores enterrados para la unión de los colectores de cajas de escalera con los colectores de evacuación de cubierta. Según la norma UNE-EN 1401-1:12009 para tuberías de PVC-U para saneamiento enterrado sin presión (código U) Al estar enterrados el CTE establece que la pendiente mínima para colectores enterrados es del 2%, siendo esta la empleada para las conducciones perpendiculares a la inclinación de la cubierta y 3% las que discurren en la misma dirección. Diámetros nominales iguales a los de la Tabla 41.

Para todos los conductos horizontales de la instalación se debe cumplir que la velocidad de circulación este comprendida entre 0,6 m/s, para que se produzcan los efectos de autolimpieza y 3 m/s para aguas residuales y 5 m/s para aguas pluviales (Monge Redondo, 2020)

Además, el grado de llenado de los conductos horizontales será del 50% para la recogida de aguas residuales y del 80% para aguas pluviales.

Para el caso de los conductos a presión se emplearán conductos de Polipropileno (PPR) según la norma UNE EN ISO 1874:2004.

DN	e (mm)	Dint (mm)
PPR-DN20	1.9	16.2
PPR-DN 25	2.3	20.4
PPR-DN 32	2.9	26.2
PPR-DN 40	3.7	32.6
PPR-DN 50	4.6	40.8
PPR-DN 63	5.8	51.4
PPR-DN 75	6.8	61.4
PPR-DN 90	8.2	73.6
PPR-DN 110	10	90.0
PPR-DN 125	11.4	102.2
PPR-DN 140	12.75	114.5
PPR-DN 160	14.6	130.8
PPR-DN 200	18.35	163.3
PPR-DN 250	22.7	204.6

Tabla 43. Características tubería PP. Fuente: Norma UNE

#### 4.1.2.2 Instalación de aguas pluviales

Parte de esta instalación discurrirá enterrada por toda la cubierta, para permitir el drenaje de la cubierta vegetal y evitar acumulaciones de agua que pudiesen poner en riesgo la propia estructura del edificio.

El interés de esta instalación es que la recogida de aguas pluviales se realiza por medio de tuberías drenantes. Este tipo de conductos son de PVC con el exterior corrugado, en cuyos valles se alojan ranuras que permiten la entrada del agua de lluvia y posteriormente su canalización hasta una bajante o un colector, en este caso drenan a un colector. Las ranuras pueden estar ubicadas en todo el perímetro del conducto (ranurado total), a 220° (ranurado parcial) o a 110° (mini ranurado). En el caso de esta instalación se seleccionan conductos con ranurado parcial.

Al estar ubicadas bajo la tierra del jardín de cubierta, estos conductos van recubiertos de una capa de geotextil, que impide la entrada de tierra al tubo, haciendo así una función filtrante. A pesar de la existencia de este geotextil, existe la necesidad de limpiar dichos conductos. Para ello se dispone al inicio de cada tramo un sumidero que permita su apertura y la introducción de un mecanismo de limpieza para la limpieza del tubo.

En todo el parque existe una red de riego pública (ya que todo el parque es propiedad municipal), que dispone de grifos de toma de agua en algunos puntos que permite la conexión de mangueras para la limpieza de estos conductos.

En el caso de evacuación de las cajas de escalera, esta evacuación se realizará por medio de canalones y una bajante, que permitirá una vez este al nivel de la cubierta vegetal evacuar el agua de estas escaleras a través de los colectores ubicados en la cubierta.

Por último, para el caso de los patios, la evacuación se realizará mediante canalones ubicados en todo el perímetro del patio, y mediante una red de colectores ubicados en el suelo técnico se llevará a unos depósitos de recepción ubicados en algunos patios. Existen 31 patios y 4 depósitos de recepción, por lo que habrá tres depósitos que evacuarán el agua de 8 patios y uno que evacuará el agua de 7 patios.

#### 4.1.2.2.1 Estaciones de bombeo

Una vez el agua de lluvia llegue al depósito de recepción deberá ser bombeada al exterior para llevarla a un pozo de registro a través de conductos a presión para continuar por colectores enterrados hasta la red pública de evacuación.

El caudal de las bombas de elevación y el volumen útil del depósito se obtienen en el apartado 4.2.1.4 de este capítulo. A partir de estos datos y de catálogos comerciales se seleccionan depósitos prefabricados de la empresa EBARA, que permite instalarlos con diferentes bombas en función de los caudales a evacuar y las alturas de elevación necesarias.

Para los depósitos de elevación se emplearán bombas de 16,4 y 18,8 l/s, en función de si recoge 7 u 8 patios (59 y 67,7 m<sup>3</sup>/h) de caudal nominal y una altura de bombeo de al menos 13,5 mca (igual que para residuales). La estación de bombeo constará de dos bombas idénticas, siendo una de ellas de reserva para su funcionamiento en caso de mantenimiento o reparación de la bomba principal.

Modelo	2 bombas tipo	kW	CV	Q=Caudal													
				l/min	333	400	500	600	667	700	800	900	1000	1333	1667	2000	2500
				m <sup>3</sup> /h	20	24	30	36	40	42	48	54	60	80	100	120	150
H=Altura manométrica total (m)																	
SL-5	100 DMLV 55,5	5,5	7,5	-	11,6	11,2	11	10,8	10,7	10,5	10,2	10	9,2	8,2	6,3	-	
	100 DML 55,5	5,5	7,5	-	18,6	17,9	17,2	16,8	16,5	16	15,2	14,9	13	11,5	10	-	
	100 DMLV 57,5	7,5	10	-	15,8	15,5	15,1	15	14,9	14,6	14,2	13,9	12,7	11,2	9,8	6,1	
	100 DML 57,5	7,5	10	-	-	20,6	20,3	20	19,8	18,9	18,4	18	16,3	14,9	13,5	11,3	
	100 DMLV 511	11	15	-	-	-	19,5	19,2	19,1	18,8	18,5	18,2	17,2	15,9	14,5	11,8	
	100 DML 511	11	15	-	-	-	-	-	-	26,1	25,5	25,2	23,5	22	20,2	17,5	
	100 DMLV 515L	15	20	-	-	-	24,5	24,2	24,1	23,8	23,6	23,4	22,8	21,9	20,7	18,3	

Figura 18. Características bombas para pluviales. Fuente: (EBARA, 2020)

La bomba 100 DMLV 57,5 es la seleccionada para la evacuación de 7 patios, que aporta una altura de bombeo de 13,9 mca para un caudal de 60 m<sup>3</sup>/h, el cual es superior al 125% exigido por el CTE.

Y la bomba 100 DML 57,5 es la seleccionada para la evacuación de 8 patios, que aporta una altura de bombeo de 17,15 mca para un caudal de 70 m<sup>3</sup>/h, el cual es superior al 125% exigido por el CTE.

En cuanto a los depósitos de recepción se empleará el mismo para la evacuación tanto de 7 como de 8 patios. Se selecciona el depósito SANIRELEV MAXI SL-3A de 2000 litros de volumen útil, lo que supone un margen de seguridad de 500 litros, siendo este depósito el mismo que el seleccionado para la instalación de residuales.

#### 4.1.2.3 Instalación de aguas residuales

La recogida de aguas residuales de los baños y cafetería se realizará por medio de una red de colectores ubicados en suelo técnico y en patinillos ubicados en cada cuarto de baño. Esta red de colectores conducirá las aguas residuales a unos depósitos de recepción ubicados en 2 patios del edificio a partir del cual se bombearán a un pozo de registro ubicado en la superficie para ser conducidos por colectores hacia la red de saneamiento pública. Estos colectores tendrán la pendiente de la cubierta, es decir, de un 3%.

Un depósito de recepción recoge el agua de 4 baños y una cafetería y el otro depósito recoge el agua de dos baños.

Además, existirá un depósito de recepción y una estación de bombeo en el patio contiguo a la sala donde se ubica el depósito y estación de bombeo para protección contra incendios y los filtros de la instalación de fontanería, esta estación solo funcionará en el caso de una fuga en alguno de estos elementos.

#### 4.1.2.3.1 Estaciones de bombeo

Una vez el agua de lluvia llegue al depósito de recepción deberá ser bombeada al exterior para llevarla a un pozo de registro a través de conductos a presión para continuar por colectores enterrados hasta la red pública de evacuación.

El caudal de las bombas de elevación y el volumen útil del depósito se obtienen en el apartado 4.2.2.4.3 de este capítulo. A partir de estos datos y de catálogos comerciales se seleccionan depósitos prefabricados de la empresa EBARA, que permite instalarlos con diferentes bombas en función de los caudales a evacuar y las alturas de elevación necesarias.

Para ambos depósitos de elevación se empleará la misma bomba de 4 l/s (14,4 m<sup>3</sup>/h) de caudal nominal y una altura de bombeo de al menos 13,5 mca. La estación de bombeo constará de dos bombas idénticas, siendo una de ellas de reserva para su funcionamiento en caso de mantenimiento o reparación de la bomba principal.

Modelo	2 bombas tipo	kW	CV	Q=Caudal																
				V/min	40	80	100	120	160	200	240	300	333	400	500	600	667	700	800	
				m <sup>3</sup> /h	2,4	4,8	6	7,2	9,6	12	14,4	18	20	24	30	36	40	42	48	
				H=Altura manométrica total (m)																
SL-2A	RIGHT 75	0,55	0,75		7,8	6,8	6,2	5,7	4,7	3,4		2	-	-	-	-	-	-	-	
	RIGHT 100	0,75	1		9,5	8,6	8,1	7,6	6,6	5,4		4,2	2	-	-	-	-	-	-	
	DW 75	0,55	0,75		-	-	8	7,5	7	6,3		5,7	4,8	4,2	3,4	2,2	-	-	-	
	DW 100	0,75	1		-	-	10,6	10,2	9,4	8,7		8	7,1	6,5	5,5	4	2,6	-	-	
	DW 150	1,1	1,5		-	-	13,1	12,6	12	11,3		10,5	9,5	9	7,7	5,9	4,2	3	2,4	
	DW 200	1,5	2		-	-	16,6	16,2	15,7	15		14,2	13,3	12,6	11,4	9,5	7,5	6	5,4	3,3
	DW VOX 75	0,55	0,75		-	-	6,3	6	5,5	5		4,4	3,5	2,8	1,6	-	-	-	-	-
	DW VOX 100	0,75	1		-	-	7,9	7,7	7,2	6,7		6,1	5,3	4,8	3,7	1,9	-	-	-	-
	DW VOX 150	1,1	1,5		-	-	10,2	9,9	9,5	9		8,5	7,6	7	6,1	4,1	2,1	-	-	-
	DW VOX 200	1,5	2		-	-	12,5	12,1	11,8	11,2		10,7	9,8	9,2	8,3	6,4	4,2	2,5	1,6	-
DW VOX 300	2,2	3		-	-	15,7	15,5	15	14,7		14,2	13,9	13,4	12,6	10,7	8,4	6,8	6,1	3,6	

Figura 19. Características bombas para residuales. Fuente: (EBARA, 2020)

Para el caudal necesario la bomba DW 200 es la seleccionada, que aporta una altura de bombeo de 14,2 mca.

En cuanto a los depósitos de recepción el depósito que recoge el agua de dos baños, se selecciona el depósito SANIRELEV MAXI SL-2A de 1060 litros de volumen útil. Y el de recogida de cuatro baños y la cafetería, y la sala de máquinas se selecciona el SANIRELEV SL-3A de 2000 litros de volumen útil.

### SANIRELEV MAXI SL-2A, incluye:

<b>Bombas</b>	2 bombas de funcionamiento alternativo
<b>Boyas</b>	5 interruptores de nivel con 5 m de cable.
<b>Válvulas de retención</b>	2 válvulas de retención a bola (antirretorno)
<b>Válvulas de cierre</b>	2 válvulas de cierre
<b>Boca de registro</b>	Boca de registro de Ø 750 mm
<b>Tubería de entrada</b>	Tubería de entrada en PVC de Ø 160 mm
<b>Toma de ventilación</b>	Toma de ventilación de Ø 80 mm
<b>Toma de impulsión</b>	Toma de impulsión de Ø 63 mm
<b>Salida de cables</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Toma salida de cables de bombas Ø32 mm</li> <li>• Toma salida de cables de sondas Ø20 mm</li> </ul>
<b>Volumen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Volumen total: 1.200 litros</li> <li>• Volumen útil: 1.060 litros</li> </ul>
<b>Kit de descarga</b>	Incluido.

### Dimensiones

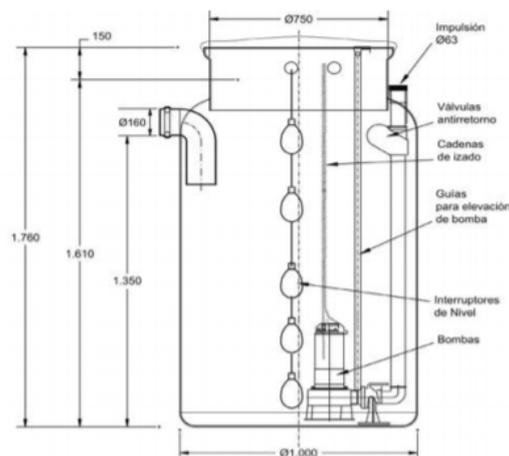


Figura 20. Características depósito residuales SANIRELEV MAXI SL-2A. Fuente: (EBARA, 2020)

### SANIRELEV MAXI SL-3A / SL-3B, incluye:

<b>Bombas</b>	2 bombas de funcionamiento alternativo
<b>Boyas</b>	5 interruptores de nivel con 5 m de cable
<b>Válvulas de retención</b>	2 válvulas de retención a bola (antirretorno)
<b>Válvulas de cierre</b>	2 válvulas de cierre
<b>Boca de registro</b>	Boca de registro de: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Ø 1.000 mm (3A)</li> <li>- Ø 1.200 mm (3B)</li> </ul>
<b>Tubería de entrada</b>	Tubería de entrada en PVC: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Ø 200 mm (3A)</li> <li>- Ø 300 mm (3B)</li> </ul>
<b>Toma de ventilación</b>	Toma de ventilación de Ø 80 mm
<b>Toma de impulsión</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Modelo SL-3A:                     <ul style="list-style-type: none"> <li>* Ø 63 mm con bombas DW / DW VOX</li> <li>* Ø 90 mm con bombas DML / DMLV</li> </ul> </li> <li>- Modelo SL-3B:                     <ul style="list-style-type: none"> <li>* Ø 90 mm</li> </ul> </li> </ul>
<b>Salida de cables</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Toma salida de cables de bombas Ø32 mm</li> <li>• Toma salida de cables de sondas Ø20 mm</li> </ul>
<b>Volumen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Volumen total: 2.500 litros</li> <li>• Volumen útil: 2.000 litros</li> </ul>
<b>Kit de descarga</b>	Incluido.

### Dimensiones

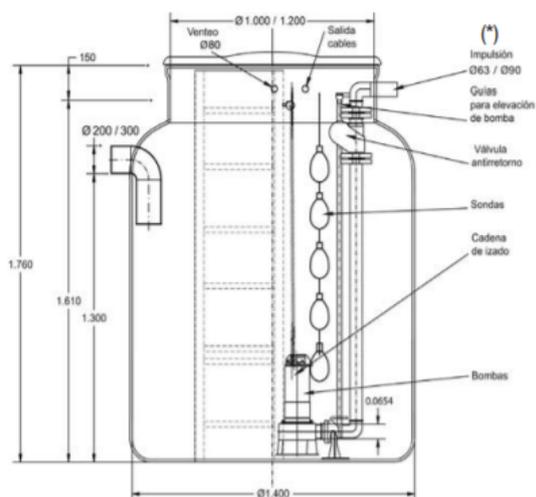


Figura 21. Características depósito residuales SANIRELEV MAXI SL-3A. Fuente: (EBARA, 2020)

Para este último caso la bomba de elevación debe superar al menos los 6,53 l/s (23,5 m<sup>3</sup>/h), por lo que la bomba de elevación será de mayores dimensiones.

Modelo	2 bombas tipo	kW	CV	Q=Caudal													
				l/min	333	400	500	600	667	700	800	900	1000	1333	1667	2000	2500
				m <sup>3</sup> /h	20	24	30	36	40	42	48	54	60	80	100	120	150
				H=Altura manométrica total (m)													
SL-5	100 DMLV 55,5	5,5	7,5	-	11,6	11,2	11	10,8	10,7	10,5	10,2	10	9,2	8,2	6,3	-	
	100 DML 55,5	5,5	7,5	-	18,6	17,9	17,2	16,8	16,5	16	15,2	14,9	13	11,5	10	-	
	100 DMLV 57,5	7,5	10	-	15,8	15,5	15,1	15	14,9	14,6	14,2	13,9	12,7	11,2	9,8	6,1	
	100 DML 57,5	7,5	10	-	-	20,6	20,3	20	19,8	18,9	18,4	18	16,3	14,9	13,5	11,3	
	100 DMLV 511	11	15	-	-	-	19,5	19,2	19,1	18,8	18,5	18,2	17,2	15,9	14,5	11,8	
	100 DML 511	11	15	-	-	-	-	-	-	26,1	25,5	25,2	23,5	22	20,2	17,5	
	100 DMLV 515L	15	20	-	-	-	24,5	24,2	24,1	23,8	23,6	23,4	22,8	21,9	20,7	18,3	

Figura 22. Características bombas para residuales. Fuente: (EBARA, 2020)

Por tanto se selecciona la bomba 100 DMLV 57.5, para un caudal de 24 m<sup>3</sup>/h y 15,8 mca de altura de bombeo. Esto significa que en caso de evacuar el depósito de PCI de 15 m<sup>3</sup>, la evacuación con esta bomba se podría realizar en 38 minutos.

#### 4.1.2.3.2 Subsistema de ventilación

Tal como indica el CTE es necesario instalar ventilación primaria en todos los edificios, sin embargo, dadas las características del edificio, existe una complejidad en instalar ventilación primaria tradicional, con salida a cubierta.

Para solventar este inconveniente se propone una instalación con válvulas de aireación instaladas en el falso techo de los cuartos húmedos y en el patinillo situado a espaldas de los inodoros. En el caso de los baños este falso techo estará abierto al patio mediante una rejilla.

Cada uno de los colectores de recogida de 5 inodoros y 5 lavabos dispondrá de una válvula de aireación que hará de ventilación secundaria, esta ventilación secundaria no es exigida por el CTE pero es recomendable para este tipo de colectores que recogen el agua de varios aparatos al mismo colector. Por lo que la instalación será similar a la que se muestra en la siguiente figura:

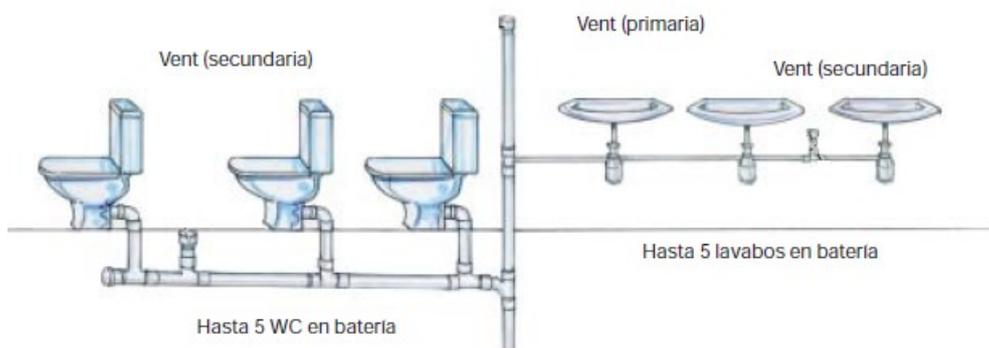


Figura 23. Subsistema de ventilación para instalación de aguas residuales. Fuente: (URALITA, 2019)

Por tanto, se instalará una válvula de ventilación primaria en el punto de unión de 5 inodoros y 5 lavabos en cada uno de los baños, además de la válvula en la bajante del edificio. Por otro lado, a modo de ventilación secundaria se empleará una válvula entre el último y el penúltimo aparato en cada uno de los colectores de recogida de aparatos. Para esta ventilación se emplearán válvulas de aireación MAXIVENT del fabricante URALITA, que permite ser instalados en conductos de entre 75 y 110 DN.



Figura 24. Válvula de aireación MAXIVENT para ventilación en evacuación de residuales. Fuente: (URALITA, 2019)

## 4.2 MEMORIA DE CÁLCULO

Para la determinación de los diámetros en las conducciones de saneamiento se hará uso de las siguientes ecuaciones y del CTE.

Se pueden obtener los diámetros de las conducciones horizontales cómo se indicará en los siguientes apartados por medio de ambos métodos, con el CTE y con las ecuaciones de Manning y Dawson y Hunter.

$$Q = \frac{1}{n} \cdot s^{\frac{1}{2}} \cdot R_h^{\frac{2}{3}} \cdot A_m \quad (14)$$

*Ecuación 14. Ecuación de Manning*

Donde  $n$  es el número de Manning (coeficiente de rugosidad), siendo este 0,01 para materiales plásticos como el PVC,  $s$  es la pendiente, que varía en función del tramo de la instalación entre 1-4%,  $R_h$  es el radio hidráulico y  $A_m$  es el área de la sección mojada. Conocido el caudal, tanto  $R_h$  como  $A_m$  dependen del diámetro del conducto. El grado de llenado en conductos horizontales es del 50% para residuales y 80% para pluviales.

Una vez calculados los diámetros se ajustarán a diámetros comerciales y se comprobará si cumple las condiciones con ayuda de las tablas de Thorman y Franke.

Para las tuberías verticales se aplicará la ecuación de Dawson y Hunter:

$$Q \left( \frac{l}{s} \right) = 3,15 \cdot 10^{-4} \cdot r^{\frac{5}{3}} \cdot (D(mm))^{\frac{8}{3}} \quad (15)$$

*Ecuación 15. Ecuación de Dawson y Hunter*

Donde  $r$  es la relación entre la sección ocupada por el agua y la sección total del conducto. Para bajantes de saneamiento es común tomar un grado de llenado de 1/3, tanto para pluviales como para residuales.

### 4.2.1 Instalación de aguas pluviales

#### 4.2.1.1 Intensidad pluviométrica

La ciudad de Valencia y con ella Benimàmet se encuentran ubicados entre las isoyetas 60 y 70, según el siguiente mapa de isoyetas y zonas pluviométricas del CTE.

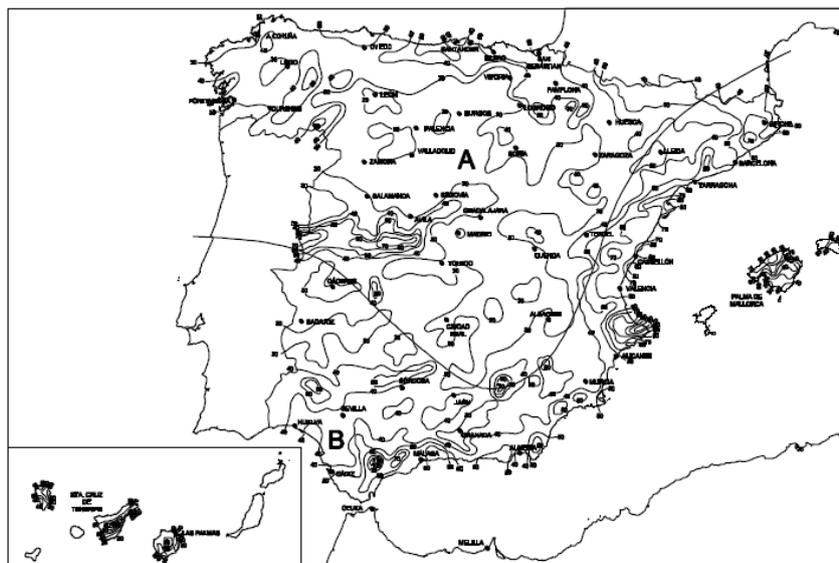


Figura 25. Mapa de isoyetas y zonas pluviométricas. Fuente: (DB-HS Salubridad, 2019)

Conocida la isoyeta, se determina la intensidad pluviométrica en la zona a partir de la siguiente tabla:

**Tabla B.1**  
**Intensidad Pluviométrica  $i$  (mm/h)**

Isoyeta	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120
Zona A	30	65	90	125	155	180	210	240	275	300	330	365
Zona B	30	50	70	90	110	135	150	170	195	220	240	265

Tabla 44. Tabla B.1 del DB-HS5. Fuente: (DB-HS Salubridad, 2019)

Se toma como valor de intensidad 150 mm/h, que es más desfavorable, en lugar de realizar una interpolación, de modo que consideramos unas lluvias más pronunciadas que es más restrictivo para calcular la evacuación.

Para poder obtener los diámetros de las conducciones de evacuación a partir del CTE, se deben corregir las superficies en función de la intensidad pluviométrica, dado que todas las tablas facilitadas están realizadas para 100 mm/h. Para realizar esta corrección:

$$A_{\text{corregida}}(m^2) = A_{\text{real}}(m^2) \cdot \frac{i \left(\frac{mm}{h}\right)}{100 \left(\frac{mm}{h}\right)} \quad (16)$$

Ecuación 16. Corrección de área según la intensidad pluviométrica

Por otro lado, para poder aplicar las fórmulas de Manning y Dawson y Gunter para la determinación de los diámetros de las conducciones es necesario transformar la intensidad pluviométrica en caudal, para ello se hace uso de la siguiente expresión, del llamado método racional (Ajuntament de València, 2016):

$$Q_{\text{pluviales}} \left(\frac{l}{s}\right) = \frac{C \cdot i \left(\frac{mm}{h}\right) \cdot A(m^2)}{3600} \quad (17)$$

Ecuación 17. Cálculo de caudal según la intensidad pluviométrica

Siendo C, el coeficiente de escorrentía, que para el tipo de cubierta que tiene el edificio se considera igual a la unidad, ya que se trata de una cubierta vegetal con poca cantidad de tierra, i la intensidad pluviométrica (se considerará la proporcionada por el CTE) y A el área de la superficie que se va a evacuar.

#### 4.2.1.2 Patios

El edificio cuenta con 31 patios exactamente idénticos y accesibles que cuentan con una superficie de 45 m<sup>2</sup> cada uno. Los patios están elevados

##### 4.2.1.2.1 Canalón

Cada patio cuenta con dos canalones que cubren todo su perímetro, de modo que cada uno de ellos recogerá el agua de lluvia de la mitad de la superficie del patio, esto es 22,5 m<sup>2</sup> que corregido son 33,75 m<sup>2</sup>. Con dicha superficie el CTE establece que el canalón puede tener una pendiente de 0.5% con un DN100, tal como se muestra en la tabla 49.

Estos canalones llevan el agua que recogen a un colector que conectara con una red de colectores ubicados en los pasillos del edificio.

##### 4.2.1.2.2 Colectores hacia depósito de recepción

Esta red de colectores estará formada por los colectores de 1 patio que se unen a la red de colectores de los pasillos y los diferentes tramos de estos que irán sumando caudal en función de los patios que se hayan conectado a ellos, que pueden ir desde 1 hasta 5 patios, por tanto, serán de tipo telescópico.

En este caso tendrán una pendiente de 1%, que es la pendiente mínima que exige el CTE para el caso de colectores no enterrados y de 2% en los tramos enterrados en los patios hasta el depósito de recepción. La determinación de su diámetro se hará por dos métodos, según el CTE y con la ecuación de Manning (14). Una vez obtenido por ambos métodos el DN se seleccionará aquel más restrictivo, es decir, el de diámetro superior y con ayuda de las tablas de Thorman y Franke se determinará si cumplen las condiciones exigidas.

Para la obtención de diámetros según el CTE se hace uso de la tabla 52 de este documento.

Colector		CTE			Manning			
		A (m <sup>2</sup> )	A <sub>cor</sub> (m <sup>2</sup> )	D <sub>CTE</sub> (mm)	Q <sub>pun</sub> (l/s)	D <sub>dis</sub> (mm)	D <sub>com</sub> (mm)	DN
COLECTOR AL AIRE (1%)	1P	45	67,5	DN90	1,88	64,13	69,00	PVC 75
	2P	90	135	DN110	3,75	83,16	84,00	PVC 90
	3P	135	202,5	DN110	5,63	96,82	103,60	PVC 110
	4P	180	270	DN125	7,50	107,85	118,60	PVC 125
	5P	225	337,5	DN160	9,38	117,26	118,60	PVC 125
COLECTOR ENTERRADO (2%)	2P	90	135	DN90	3,75	73,03	103,60	PVC 110
	3P	135	202,5	DN110	5,63	85,02	103,60	PVC 110
	4P	180	270	DN110	7,50	94,71	103,60	PVC 110
	5P	225	337,5	DN125	9,38	102,97	103,60	PVC 110

Tabla 45. Resultados diámetros de colectores de evacuación de patios

Los conductos marcados en rojo son más restrictivos, en el caso que ninguno de los dos métodos se encuentra marcado, es porque ambos obtienen el mismo resultado. Por lo tanto, se

seleccionarán dichos diámetros y se procede a calcular su idoneidad. En el caso de enterrados al tener más pendiente, permite diámetros más pequeños, sin embargo el diámetro no puede reducirse por lo que el diámetro tendrá que ser el mismo que en el caso de colectores al aire. Sin embargo, se determina su idoneidad para cada uno de los casos, ya que al tener normativas UNE diferentes para colectores al aire y enterrados los diámetros interiores no son exactamente iguales.

En el caso de un patio, el colector pasará de ser DN90 a DN110, ya que el canalón es de 100 y de este modo no se reduce la sección de los conductos. En el caso de colectores enterrados que recogen el agua de 5 patios, el DN tiene que pasar de DN160 a DN200, ya que el diámetro interior de los conductos enterrados para 160 es menor que para el caso de al aire, se aumenta la sección de modo que esta no se vea reducida.

Colector	D <sub>com</sub> (mm)	DN	Q <sub>II</sub> (m <sup>3</sup> /s)	v <sub>II</sub> (m <sup>3</sup> /s)	Q/Q <sub>II</sub>	γ/D	v/v <sub>II</sub>	v (m <sup>3</sup> /s)	
<b>COLECTOR AL AIRE (1%)</b>	1P	103,60	PVC 110	0,007	0,88	0,25	0,34	0,84	0,74
	2P	103,60	PVC 110	0,007	0,88	0,51	0,50	1,00	0,88
	3P	103,60	PVC 110	0,007	0,88	0,76	0,67	1,07	0,94
	4P	118,60	PVC 125	0,011	0,96	0,71	0,63	1,06	1,02
	5P	153,60	PVC 160	0,021	1,14	0,44	0,46	0,97	1,10
<b>COLECTOR ENTERRADO (2%)</b>	2P	103,60	PVC 110	0,010	1,24	0,36	0,41	0,92	1,14
	3P	103,60	PVC 110	0,010	1,24	0,54	0,52	1,01	1,25
	4P	118,60	PVC 125	0,015	1,35	0,50	0,50	1,00	1,35
	5P	190,20	PVC 200	0,053	1,86	0,18	0,28	0,76	1,41

Tabla 46. Resultados colectores de evacuación de los patios

Por tanto, los colectores tienen un diámetro nominal entre 110 y 200 mm, siendo para todos ellos el grado de llenado inferior al 80% (siendo el máximo 67%) y teniendo unas velocidades de circulación entre 0,74 y 1,41 m/s por lo que cumplen con los condicionantes establecidos.

#### 4.2.1.2.3 Depósito de recepción y sistema de bombeo y elevación

Cada depósito de recepción recibirá el agua de lluvia de 7 u 8 patios, lo cual se corresponde con un caudal punta de 13,2 l/s y 15 l/s. En el caso del a lluvia, este caudal puede mantenerse durante un largo periodo de tiempo, por lo tanto se considera que este es el caudal instantáneo a evacuar.

Tal como indica el CTE, el caudal de la bomba de pluviales debe ser de al menos 125% el caudal de aportación lo que se corresponde con 16,4 l/s para el caso de la bomba que evacua 7 patios y 18,75 l/s para el caso de la evacuación de 8 patios. Con estos caudales se seleccionan las bombas para evacuación de pluviales descritas en el apartado 4.1.2.3.1 de este capítulo.

Las bombas deberán elevar el agua a evacuar 10 metros de altura, más las pérdidas por fricción y pérdidas localizadas. Las pérdidas localizadas se estiman en 3 mca, estas pérdidas se ocasionan por las válvulas de retención y en el tramo de impulsión del depósito, que como indica el fabricante es de 63 mm, y posteriormente se adapta al necesario según los cálculos. Para las tuberías a presión se determinan los valores del mismo modo que en la instalación de fontanería.

Tramo	Qdiseño (l/s)	Vdiseño(m/s)	Dteórico (mm)	DN (mm)	Dint(mm)	V(m/s)
QB1	16,41	1,00	144,53	PPR-DN 160	130,8	1,37
QB2	18,75	1,00	154,51	PPR-DN 160	130,8	1,57

Tabla 47. Cálculo diámetro tubería de impulsión evacuación de aguas pluviales

Una vez determinado el diámetro necesario se determinan las pérdidas por fricción, para ello se mayor la longitud de las tuberías un 20% para tener en cuenta así las pérdidas menores.

Tramo	Lreal (m)	Lcalc(m)	Re	f	hf tramo (mca)
QB1	50,00	62,50	153925,60	0,02	0,87
QB2	50,00	62,50	175874,77	0,02	1,01

Tabla 48. Resumen de cálculo de pérdidas de carga en conductos de evacuación de aguas residuales

Por tanto, para el tramo QB1 se necesitará al menos una altura de 13,87 mca, y para el tramo QB2 de 14,01 mca.

Las bombas seleccionadas llevan un caudal de 16,7 y 19,4 l/s con alturas de bombeo de 13,9mca y 17,15 mca, lo que corresponde con un volumen útil de al menos 1252,5 y 1455 litros y cumple con las alturas de bombeo necesarias.

Para el caso del volumen útil de depósito de recepción, el CTE define una fórmula que no es adecuada, por lo tanto se hace uso de la siguiente expresión propuesta por el Departamento de Ingeniería Hidráulica y Medioambiente de la UPV en la asignatura Instalaciones de Fluidos.

$$V_{\text{útil}} = 75 \cdot Q_{\text{bombeo}} \quad (18)$$

Ecuación 18. Ecuación cálculo volumen depósito de recepción. Fuente: IF-UPV

#### 4.2.1.2.4 Colectores hacia la red pública de saneamiento

Estos colectores partirán del pozo de registro y se obtendrá su diámetro a partir de la ecuación de Manning para 16,7 y 19,4 l/s y una pendiente del 2%.

	Q (l/s)	DN	D <sub>int</sub> (mm)	Q <sub>II</sub> (m <sup>3</sup> /s)	v <sub>II</sub> (m <sup>2</sup> /s)	Q/Q <sub>II</sub>	y/D	v/v <sub>II</sub>	v (m <sup>2</sup> /s)
<b>7P</b>	16,7	PVC 200	190,20	0,053	1,86	0,317	0,381	0,89	1,65
<b>8P</b>	19,4	PVC 200	190,20	0,053	1,86	0,368	0,414	0,92	1,71
<b>16P</b>	38,8	PVC 250	237,60	0,095	2,15	0,406	0,439	0,95	2,05
<b>15P</b>	36,1	PVC 250	237,60	0,095	2,15	0,378	0,420	0,93	2,00

Figura 26. Comprobación colector hacia la red pública en la evacuación de aguas residuales

Se comprueba de este modo, que tanto el grado de llenado como la velocidad por el conducto cumplen con los condicionantes establecidos, es decir, el grado de llenado es inferior al 80% y la velocidad se encuentra entre 0,6 y 4 m/s.

#### 4.2.1.3 Cajas de escalera

El edificio cuenta con cuatro cajas de escaleras exactamente idénticas, de las cuales se debe evacuar el agua de pluviales de la cubierta, que cuenta con una superficie de 45 m<sup>2</sup>, dicha superficie corregida es 67,5 m<sup>2</sup>.

#### 4.2.1.3.1 Canalón

Se instalará un canalón en el lado corto inferior del perímetro de la escalera, de modo que la inclinación que se dé a esta parte de la cubierta favorezca la inclinación de los captadores solares.

**Tabla 4.7 Diámetro del canalón para un régimen pluviométrico de 100 mm/h**

Máxima superficie de cubierta en proyección horizontal (m <sup>2</sup> )				Diámetro nominal del canalón (mm)
Pendiente del canalón				
0.5 %	1 %	2 %	4 %	
35	45	65	95	100
60	80	115	165	125
90	125	175	255	150
185	260	370	520	200
335	475	670	930	250

Tabla 49. Tabla 4.7 del DB-HS5. Fuente: (DB-HS Salubridad, 2019)

Con esta tabla y el área corregida de 67,5 m<sup>2</sup> y una pendiente del 4% se obtiene un DN100 para el canalón. Dado que la superficie máxima que puede evacuar este canalón es de 95 m<sup>2</sup>, se deduce que está sobredimensionado y por lo tanto para canalones se prescinde de la determinación de diámetro por medio de la ecuación de Manning, ya que el objetivo es escoger la más restrictiva, pero en este caso el canalón se encontraría sobredimensionado.

#### 4.2.1.3.2 Bajante

Para determinar el diámetro de la bajante se hace uso de la ecuación de Dawson y Hunter (15) y de las tablas proporcionadas por el CTE.

**Tabla 4.8 Diámetro de las bajantes de aguas pluviales para un régimen pluviométrico de 100 mm/h**

Superficie en proyección horizontal servida (m <sup>2</sup> )	Diámetro nominal de la bajante (mm)
65	50
113	63
177	75
318	90
580	110
805	125
1.544	160
2.700	200

Tabla 50. Tabla 4.8 del DB-HS5. Fuente: (DB-HS Salubridad, 2019)

Con la tabla y una superficie corregida de 67,5 m<sup>2</sup> el diámetro mínimo propuesto por el CTE es de DN63. Por otro lado, mediante Dawson y Hunter:

	A(m <sup>2</sup> )	Q <sub>pun</sub> (l/s)	D (mm)	D <sub>com</sub> (mm)	DN	r
<b>BAJANTE</b>	45	1,875	51,72	57	PVC 63	0,195

Tabla 51. Resultado bajante pluviales escalera según Dawson y Hunter

Ambos métodos coinciden. Sin embargo el CTE establece que el diámetro no debe disminuir en sentido de la corriente, por lo que el DN110 sería el necesario a instalar.

#### 4.2.1.3.3 Colector

Para determinar el diámetro del colector se hace uso de las tablas proporcionadas por el CTE.

**Tabla 4.9 Diámetro de los colectores de aguas pluviales para un régimen pluviométrico de 100 mm/h**

Superficie proyectada (m <sup>2</sup> )			Diámetro nominal del colector (mm)
Pendiente del colector			
1 %	2 %	4 %	
125	178	253	90
229	323	458	110
310	440	620	125
614	862	1.228	160
1.070	1.510	2.140	200
1.920	2.710	3.850	250
2.016	4.589	6.500	315

Tabla 52. Tabla 4.9 del DB-HS5. Fuente: (DB-HS Salubridad, 2019)

El diámetro proporcionado para una superficie corregida de 67,5 m<sup>2</sup>, es DN90, independientemente de la inclinación escogida. Al ser enterrado, deberá tener al menos un 2% de pendiente tal y como exige el CTE, lo cual obliga a realizar una conexión con el colector de pluviales de la cubierta de 45° (ángulo de conexión normalizado), permitiendo aprovechar la inclinación del 3% de la cubierta.

Igual que ocurre en el caso de la bajante, la sección no puede reducirse en el sentido de la corriente. Por lo tanto, deberá tener al menos el mismo diámetro que la bajante, es decir DN110. En este caso, se calcula con la ecuación de Manning (1), para comprobar que este aumento de diámetro sigue cumpliendo con las condiciones marcadas, es decir, un grado de llenado inferior al 80% y una velocidad superior a 0,6 m/s, con una pendiente del 2%.

	DN	D <sub>int</sub> (mm)	Q <sub>II</sub> (m <sup>3</sup> /s)	v <sub>II</sub> (m <sup>3</sup> /s)	Q/Q <sub>II</sub>	y/D	v/v <sub>II</sub>	v (m <sup>3</sup> /s)
<b>COLECTOR</b>	PVC 110	103,6	0,0104	1,24	0,1796	0,281	0,76	0,94

Tabla 53. Resultados colector pluviales escalera según tablas de Thorman y Franke

Se observa que el diámetro seleccionado cumple con el grado de llenado inferior al 80%, siendo de 28% y una velocidad de 0,94 m/s, por lo que cumple la condición de autolimpieza.

#### 4.2.1.4 Cubierta vegetal

##### 4.2.1.4.1 Tubos dren

Dado que el CTE no contempla la evacuación de cubiertas vegetales, ni la utilización de este tipo de conductos, se procede a su cálculo únicamente con la ecuación de Manning (14) y se comprueba posteriormente con las tablas de Thorman y Franke.

Para la determinación de su diámetro se realiza el cálculo del caudal a evacuar según la superficie que recoge a partir del método racional y una vez conocidos los caudales, se calculan como los colectores, con un 1% de pendiente.

Con estas consideraciones se obtienen los siguientes diámetros para cada uno de los tramos que están identificados en el plano P1.

Proyecto de las instalaciones hidráulicas y de extinción de incendios de un centro de estudios tecnológico avanzado en Benimàmet (València)

	A (m <sup>2</sup> )	Q <sub>pun</sub> (l/s)	D (mm)	D <sub>com</sub> (mm)	DN	Q <sub>II</sub> (m <sup>3</sup> /s)	v <sub>II</sub> (m <sup>3</sup> /s)	Q/Q <sub>II</sub>	y/D	v/v <sub>II</sub>	v (m <sup>3</sup> /s)
P-1	114	4,75	90,9	102,0	U-PVC 110	0,007	0,87	0,671	0,607	1,06	0,92
P-2	102	4,23	87,0	102,0	U-PVC 110	0,007	0,87	0,597	0,556	1,03	0,89
P-3	64	2,67	73,2	102,0	U-PVC 110	0,007	0,87	0,377	0,420	0,93	0,81
P-4	92	3,83	83,9	102,0	U-PVC 110	0,007	0,87	0,541	0,525	1,02	0,88
P-5	65	2,71	73,6	102,0	U-PVC 110	0,007	0,87	0,383	0,426	0,93	0,81
P-6	101	4,21	86,8	102,0	U-PVC 110	0,007	0,87	0,594	0,556	1,03	0,89
P-7	64	2,67	73,2	102,0	U-PVC 110	0,007	0,87	0,377	0,420	0,93	0,81
P-8	92	3,83	83,9	102,0	U-PVC 110	0,007	0,87	0,541	0,525	1,02	0,88
P-9	64	2,67	73,2	102,0	U-PVC 110	0,007	0,87	0,377	0,420	0,93	0,81
P-10	91	3,79	83,5	102,0	U-PVC 110	0,007	0,87	0,536	0,519	1,01	0,88
P-11	109	4,54	89,4	102,0	U-PVC 110	0,007	0,87	0,642	0,587	1,05	0,91
P-12	114	4,75	90,9	102,0	U-PVC 110	0,007	0,87	0,671	0,607	1,06	0,92
P-13	106	4,42	88,4	102,0	U-PVC 110	0,007	0,87	0,624	0,575	1,04	0,90
P-14	81	3,38	79,9	102,0	U-PVC 110	0,007	0,87	0,477	0,482	0,99	0,86
P-15	70	2,92	75,7	102,0	U-PVC 110	0,007	0,87	0,412	0,445	0,95	0,82
P-16	68	2,81	74,7	102,0	U-PVC 110	0,007	0,87	0,397	0,433	0,94	0,81
P-17	59	2,46	71,0	102,0	U-PVC 110	0,007	0,87	0,347	0,401	0,91	0,79
P-18	66	2,75	74,0	102,0	U-PVC 110	0,007	0,87	0,388	0,426	0,93	0,81
P-19	69	2,85	75,1	102,0	U-PVC 110	0,007	0,87	0,403	0,439	0,95	0,82
P-20	66	2,75	74,0	102,0	U-PVC 110	0,007	0,87	0,388	0,426	0,93	0,81
P-21	68	2,81	74,7	102,0	U-PVC 110	0,007	0,87	0,397	0,433	0,94	0,81
P-22	114	4,75	90,9	102,0	U-PVC 110	0,007	0,87	0,671	0,607	1,06	0,92
P-23	87	3,63	82,1	102,0	U-PVC 110	0,007	0,87	0,512	0,506	1,00	0,87
P-24	93	3,85	84,0	102,0	U-PVC 110	0,007	0,87	0,544	0,525	1,02	0,88
P-25	309	12,88	132,1	146,0	U-PVC 160	0,018	1,10	0,699	0,620	1,06	1,17
P-26	140	5,81	98,0	102,0	U-PVC 110	0,007	0,87	0,821	0,713	1,08	0,94
P-27	103	4,27	87,3	102,0	U-PVC 110	0,007	0,87	0,603	0,562	1,04	0,90
P-28	94	3,90	84,4	102,0	U-PVC 110	0,007	0,87	0,550	0,531	1,02	0,88
P-29	88	3,65	82,3	102,0	U-PVC 110	0,007	0,87	0,515	0,506	1,00	0,87
P-30	137	5,69	97,2	102,0	U-PVC 110	0,007	0,87	0,803	0,697	1,07	0,93
P-31	92	3,81	83,7	102,0	U-PVC 110	0,007	0,87	0,539	0,519	1,01	0,88
P-32	87	3,63	82,1	102,0	U-PVC 110	0,007	0,87	0,512	0,506	1,00	0,87
P-33	93	3,85	84,0	102,0	U-PVC 110	0,007	0,87	0,544	0,525	1,02	0,88
P-34	131	5,44	95,6	102,0	U-PVC 110	0,007	0,87	0,768	0,667	1,07	0,93
P-35	92	3,81	83,7	102,0	U-PVC 110	0,007	0,87	0,539	0,519	1,01	0,88
P-36	88	3,65	82,3	102,0	U-PVC 110	0,007	0,87	0,515	0,506	1,00	0,87
P-37	136	5,65	97,0	102,0	U-PVC 110	0,007	0,87	0,798	0,689	1,07	0,93
P-38	130	5,42	95,5	102,0	U-PVC 110	0,007	0,87	0,765	0,667	1,07	0,93
P-39	308	12,83	131,9	146,0	U-PVC 160	0,018	1,10	0,697	0,620	1,06	1,17
P-40	92	3,81	83,7	102,0	U-PVC 110	0,007	0,87	0,539	0,519	1,01	0,88
P-41	87	3,60	81,9	102,0	U-PVC 110	0,007	0,87	0,509	0,500	1,00	0,87
P-42	139	5,77	97,8	102,0	U-PVC 110	0,007	0,87	0,815	0,709	1,08	0,94
P-43	90	3,73	83,0	102,0	U-PVC 110	0,007	0,87	0,527	0,512	1,01	0,88
P-44	466	19,42	154,1	182,0	U-PVC 200	0,033	1,27	0,586	0,550	1,03	1,31
P-45	93	3,85	84,0	102,0	U-PVC 110	0,007	0,87	0,544	0,525	1,02	0,88

	A (m <sup>2</sup> )	Q <sub>pun</sub> (l/s)	D (mm)	D <sub>com</sub> (mm)	DN	Q <sub>II</sub> (m <sup>3</sup> /s)	v <sub>II</sub> (m <sup>3</sup> /s)	Q/Q <sub>II</sub>	y/D	v/v <sub>II</sub>	v (m <sup>3</sup> /s)
P-46	88	3,67	82,5	102,0	U-PVC 110	0,007	0,87	0,518	0,506	1,00	0,87
P-47	92	3,83	83,9	102,0	U-PVC 110	0,007	0,87	0,541	0,525	1,02	0,88
P-48	295	12,29	129,8	146,0	U-PVC 160	0,018	1,10	0,667	0,600	1,05	1,16
P-49	93	3,85	84,0	102,0	U-PVC 110	0,007	0,87	0,544	0,525	1,02	0,88
P-50	66	2,75	74,0	102,0	U-PVC 110	0,007	0,87	0,388	0,426	0,93	0,81
P-51	70	2,90	75,5	102,0	U-PVC 110	0,007	0,87	0,409	0,439	0,95	0,82
P-52	45	1,88	64,1	102,0	U-PVC 110	0,007	0,87	0,265	0,346	0,85	0,74
P-53	69	2,88	75,3	102,0	U-PVC 110	0,007	0,87	0,406	0,439	0,95	0,82
P-54	44	1,81	63,3	102,0	U-PVC 110	0,007	0,87	0,256	0,339	0,84	0,73
P-55	69	2,85	75,1	102,0	U-PVC 110	0,007	0,87	0,403	0,439	0,95	0,82
P-56	23	0,96	49,9	102,0	U-PVC 110	0,007	0,87	0,135	0,245	0,71	0,62
P-57	29	1,19	54,0	102,0	U-PVC 110	0,007	0,87	0,168	0,272	0,75	0,65
P-58	45	1,88	64,1	102,0	U-PVC 110	0,007	0,87	0,265	0,346	0,85	0,74
P-59	276	11,48	126,5	146,0	U-PVC 160	0,018	1,10	0,623	0,575	1,04	1,14
P-60	97	4,04	85,5	102,0	U-PVC 110	0,007	0,87	0,571	0,543	1,03	0,89
P-61	90	3,75	83,2	102,0	U-PVC 110	0,007	0,87	0,530	0,512	1,01	0,88
P-62	96	3,98	85,0	102,0	U-PVC 110	0,007	0,87	0,562	0,537	1,02	0,88
P-63	113	4,71	90,6	102,0	U-PVC 110	0,007	0,87	0,665	0,600	1,05	0,91
P-64	87	3,63	82,1	102,0	U-PVC 110	0,007	0,87	0,512	0,506	1,00	0,87
P-65	93	3,85	84,0	102,0	U-PVC 110	0,007	0,87	0,544	0,525	1,02	0,88
P-66	87	3,63	82,1	102,0	U-PVC 110	0,007	0,87	0,512	0,506	1,00	0,87
P-67	93	3,85	84,0	102,0	U-PVC 110	0,007	0,87	0,544	0,525	1,02	0,88
P-68	160	6,67	103,2	146,0	U-PVC 160	0,018	1,10	0,362	0,414	0,92	1,01
P-69	166	6,92	104,6	146,0	U-PVC 160	0,018	1,10	0,375	0,420	0,93	1,02
P-70	112	4,67	90,3	102,0	U-PVC 110	0,007	0,87	0,659	0,594	1,05	0,91
P-71	71	2,96	76,1	102,0	U-PVC 110	0,007	0,87	0,418	0,445	0,95	0,82
P-72	111	4,63	90,0	102,0	U-PVC 110	0,007	0,87	0,653	0,594	1,05	0,91
P-73	161	6,69	103,3	146,0	U-PVC 160	0,018	1,10	0,363	0,414	0,92	1,01
P-74	131	5,46	95,7	102,0	U-PVC 110	0,007	0,87	0,771	0,675	1,07	0,93
P-75	163	6,77	103,8	146,0	U-PVC 160	0,018	1,10	0,368	0,414	0,92	1,01
P-76	131	5,46	95,7	102,0	U-PVC 110	0,007	0,87	0,771	0,675	1,07	0,93
P-77	163	6,77	103,8	146,0	U-PVC 160	0,018	1,10	0,368	0,414	0,92	1,01
P-78	116	4,81	91,3	102,0	U-PVC 110	0,007	0,87	0,680	0,607	1,06	0,92
P-79	102	4,23	87,0	102,0	U-PVC 110	0,007	0,87	0,597	0,556	1,03	0,89
P-80	115	4,77	91,0	102,0	U-PVC 110	0,007	0,87	0,674	0,607	1,06	0,92
P-81	101	4,21	86,8	102,0	U-PVC 110	0,007	0,87	0,594	0,556	1,03	0,89
P-82	113	4,71	90,6	102,0	U-PVC 110	0,007	0,87	0,665	0,600	1,05	0,91

Tabla 54. Resultados tuberías para drenaje de pluviales

Por tanto, los tubos dren (o drenantes) tienen un diámetro nominal entre 110 y 200 mm, siendo para todos ellos el grado de llenado inferior al 80% (siendo el máximo 71,3%) y teniendo unas velocidades de circulación entre 0,62 y 1,31 m/s por lo que cumplen con los condicionantes establecidos.

#### 4.2.1.4.2 Colectores

Los tubos dren van conectados a estos colectores al igual que los colectores de evacuación de cajas de escalera. Serán de tipo telescópico, ya que irán aumentando su sección en función de los tubos dren o colectores de evacuación de escalera que se conecten a ellos.

En este caso tendrán una pendiente del 3% que se corresponde con la pendiente de cubierta y la determinación de su diámetro se hará por dos métodos, según el CTE y con la ecuación de Manning. Una vez obtenido por ambos métodos el DN se seleccionará aquel más restrictivo, es decir, el de diámetro superior y con ayuda de las tablas de Thorman y Franke se determinará si cumplen las condiciones exigidas.

Para la obtención de diámetros según el CTE se hace uso de la tabla 45 de este documento. Interpolando entre 2% y 4% para obtener las superficies máximas a evacuar.

Superficie proyectada (m <sup>2</sup> ) Pendiente 3%	Diámetro nominal del colector (mm)
215,5	90
390,5	110
530	125
1045	160
1825	200
3280	250
5544,5	315

Tabla 55. Tabla 4.9 del DB-HS5 adaptada a la pendiente de 3%

Colector	CTE			Manning			
	A (m <sup>2</sup> )	A_cor (m <sup>2</sup> )	D_CTE (mm)	Qpun (l/s)	Ddis (mm)	Dcom (mm)	DN
CAP-1.1	114	171	DN90	4,75	74,0	103,6	PVC 110
CAP-1.2	216	323,25	DN110	8,98	93,9	103,6	PVC 110
CAP-1.3	280	419,25	DN125	11,65	103,5	103,6	PVC 110
CAP-1.4	372	557,25	DN160	15,48	115,2	118,6	PVC 125
CAP-1.5	437	654,75	DN160	18,19	122,4	152,0	PVC 160
CAP-1.6	538	806,25	DN160	22,40	132,3	152,0	PVC 160
CAP-1.7	602	902,25	DN160	25,06	138,0	152,0	PVC 160
CAP-1.8	694	1040,25	DN160	28,90	145,6	152,0	PVC 160
CAP-1.9	758	1136,25	DN200	31,56	150,5	152,0	PVC 160
CAP-1.10	849	1272,75	DN200	35,35	157,0	190,2	PVC 200
CAP-2.12	114	171	DN90	4,75	74,0	103,6	PVC 110
CAP-2.11	223	334,5	DN110	9,29	95,1	103,6	PVC 110
CAP-2.13	329	493,5	DN125	13,71	110,0	118,6	PVC 125
CAP-2.14	410	615	DN160	17,08	119,5	152,0	PVC 160
CAP-2.15	480	720	DN160	20,00	126,8	152,0	PVC 160
CAP-2.CUB1	525	787,5	DN160	21,88	131,1	152,0	PVC 160
CAP-2.16	592,5	888,75	DN160	24,69	137,2	152,0	PVC 160
CAP-2.17	651,5	977,25	DN160	27,15	142,2	152,0	PVC 160
CAP-2.18	717,5	1076,25	DN200	29,90	147,4	152,0	PVC 160
CAP-2.19	786	1179	DN200	32,75	152,6	190,2	PVC 200
CAP-2.20	852	1278	DN200	35,50	157,2	190,2	PVC 200

Proyecto de las instalaciones hidráulicas y de extinción de incendios de un centro de estudios tecnológico avanzado en Benimàmet (València)

Colector	CTE			Manning			
	A (m <sup>2</sup> )	A_cor (m <sup>2</sup> )	D_CTE (mm)	Qpun (l/s)	Ddis (mm)	Dcom (mm)	DN
CAP-2.21	919,5	1379,25	DN200	34,94	161,8	190,2	PVC 200
CAP-3.22	114	171	DN90	4,75	74,0	103,6	PVC 110
CAP-3.23	201	301,5	DN110	8,38	91,5	103,6	PVC 110
CAP-3.24	293,5	440,25	DN125	12,23	105,4	118,6	PVC 125
CAP-3.25	602,5	903,75	DN160	25,10	138,1	152,0	PVC 160
CAP-3.26	742	1113	DN200	30,92	149,3	152,0	PVC 160
CAP-3.27	844,5	1266,75	DN200	35,19	156,7	190,2	PVC 200
CAP-3.28	938	1407	DN200	39,08	163,0	190,2	PVC 200
CAP-3.29	1025,5	1538,25	DN200	42,73	168,6	190,2	PVC 200
CAP-3.30	1162	1743	DN200	48,42	176,6	190,2	PVC 200
CAP-4.31	91,5	137,25	DN90	3,81	68,1	103,6	PVC 110
CAP-4.32	178,5	267,75	DN110	7,44	87,5	103,6	PVC 110
CAP-4.33	271	406,5	DN125	11,29	102,3	103,6	PVC 110
CAP-4.34	401,5	602,25	DN160	16,73	118,6	118,6	PVC 125
CAP-4.35	493	739,5	DN160	20,54	128,1	152,0	PVC 160
CAP-4.36	580,5	870,75	DN160	24,19	136,2	152,0	PVC 160
CAP-4.37	716	1074	DN200	29,83	147,3	152,0	PVC 160
CAP-4.CUB2	761	1141,5	DN200	31,71	168,5	190,2	PVC 200
CAP-4.39	1069	1603,5	DN200	44,54	171,2	190,2	PVC 200
CAP-4.42	1207,5	1811,25	DN200	50,31	179,2	190,2	PVC 200
CAP-5.44	466	699	DN160	19,42	125,4	152,0	PVC 160
CAP-5.45	558,5	837,75	DN160	23,27	134,2	152,0	PVC 160
CAP-5.46	646,5	969,75	DN160	26,94	141,8	152,0	PVC 160
CAP-5.47	738,5	1107,75	DN200	30,77	149,0	152,0	PVC 160
CAP-5.38	868,5	1302,75	DN200	36,19	158,4	190,2	PVC 200
CAP-5.40	960	1440	DN200	40,00	164,4	190,2	PVC 200
CAP-5.41	1046,5	1569,75	DN200	43,60	169,8	190,2	PVC 200
CAP-5.43	1136	1704	DN200	47,33	175,1	190,2	PVC 200
CAP-6.56	23	34,5	DN90	0,96	40,6	103,6	PVC 110
CAP-6.57	51,5	77,25	DN90	2,15	54,9	103,6	PVC 110
CAP-6.58	96,5	144,75	DN90	4,02	69,5	103,6	PVC 110
CAP-6.CUB3	141,5	212,25	DN90	5,90	80,2	103,6	PVC 110
CAP-6.48	436,5	654,75	DN160	18,19	122,4	152,0	PVC 160
CAP-6.49	529	793,5	DN160	22,04	131,5	152,0	PVC 160
CAP-6.50	595	892,5	DN160	24,79	137,4	152,0	PVC 160
CAP-6.51	664,5	996,75	DN160	27,69	143,2	152,0	PVC 160
CAP-6.52	709,5	1064,25	DN200	29,56	146,8	152,0	PVC 160
CAP-6.53	778,5	1167,75	DN200	32,44	152,0	190,2	PVC 200
CAP-6.54	822	1233	DN200	34,25	155,1	190,2	PVC 200
CAP-6.55	890,5	1335,75	DN200	37,10	159,9	190,2	PVC 200
CAP-7.59	275,5	413,25	DN125	11,48	103,0	103,6	PVC 110
CAP-7.60	372,5	558,75	DN160	15,52	115,3	118,6	PVC 125
CAP-7.61	462,5	693,75	DN160	19,27	125,0	152,0	PVC 160
CAP-7.62	558	837	DN160	23,25	134,2	152,0	PVC 160

Colector	CTE			Manning			
	A (m <sup>2</sup> )	A <sub>cor</sub> (m <sup>2</sup> )	D <sub>CTE</sub> (mm)	Q <sub>pun</sub> (l/s)	D <sub>dis</sub> (mm)	D <sub>com</sub> (mm)	DN
CAP-8.63	113	169,5	DN90	4,71	73,7	103,6	PVC 110
CAP-8.64	200	300	DN110	8,33	91,3	103,6	PVC 110
CAP-8.65	292,5	438,75	DN125	12,19	105,3	118,6	PVC 125
CAP-8.66	379,5	569,25	DN160	15,81	116,1	118,6	PVC 125
CAP-8.67	472	708	DN160	19,67	126,0	152,0	PVC 160
CAP-8.CUB4	517	775,5	DN160	21,54	130,4	152,0	PVC 160
CAP-8.69	683	1024,5	DN160	28,46	144,7	152,0	PVC 160
CAP-8.70	795	1192,5	DN200	33,13	153,2	190,2	PVC 200
CAP-8.71	866	1299	DN200	36,08	158,2	190,2	PVC 200
CAP-8.72	977	1465,5	DN200	40,71	165,5	190,2	PVC 200
CAP-9.73	160,5	240,75	DN110	6,69	84,1	103,6	PVC 110
CAP-9.74	291,5	437,25	DN125	12,15	105,2	118,6	PVC 125
CAP-9.75	454	681	DN160	18,92	124,2	152,0	PVC 160
CAP-9.76	585	877,5	DN160	24,38	136,6	152,0	PVC 160
CAP-9.77	748	1121,25	DN200	31,15	149,7	152,0	PVC 160
CAP-9.68	908	1361,25	DN200	37,81	161,0	190,2	PVC 200
CAP-9.78	1023	1534,5	DN200	42,63	168,4	190,2	PVC 200
CAP-9.79	1124,5	1686,75	DN200	46,85	174,5	190,2	PVC 200
CAP-9.80	1239	1858,5	DN250	51,63	180,9	190,2	PVC 200
CAP-9.81	1340	2010	DN250	55,83	186,3	190,2	PVC 200
CAP-9.82	1453	2179,5	DN250	60,54	192,1	237,6	PVC 250

Tabla 56. Resultados diámetros de colectores de evacuación de toda la cubierta

Los conductos marcados en rojo son más restrictivos, en el caso que ninguno de los dos métodos se encuentra marcado, es porque ambos obtienen el mismo resultado. Por lo tanto se seleccionarán dichos diámetros y se procede a calcular su idoneidad. Por otro lado, las tuberías tachadas son las que no cumplen con la condición de no permitir una disminución de la sección.

Colector	D <sub>com</sub> (mm)	DN	Q <sub>II</sub> (m <sup>3</sup> /s)	v <sub>II</sub> (m <sup>3</sup> /s)	Q/Q <sub>II</sub>	γ/D	v/v <sub>II</sub>	v (m <sup>3</sup> /s)
CAP-1	190,2	PVC 200	0,065	2,27	0,547	0,525	1,02	2,32
CAP-1.1	103,6	PVC 110	0,013	1,52	0,372	0,420	0,93	1,41
CAP-1.2	103,6	PVC110	0,013	1,52	0,703	0,626	1,06	1,61
CAP-1.3	118,6	PVC125	0,018	1,66	0,635	0,581	1,05	1,74
CAP-1.4	152,0	PVC160	0,036	1,96	0,436	0,458	0,96	1,88
CAP-1.5	152,0	PVC160	0,036	1,96	0,512	0,506	1,00	1,96
CAP-1.6	152,0	PVC160	0,036	1,96	0,630	0,581	1,05	2,06
CAP-1.7	152,0	PVC160	0,036	1,96	0,706	0,626	1,06	2,08
CAP-1.8	152,0	PVC160	0,036	1,96	0,813	0,705	1,08	2,11
CAP-1.9	190,2	PVC200	0,065	2,27	0,489	0,488	0,99	2,25
CAP-1.10	190,2	PVC200	0,065	2,27	0,547	0,525	1,02	2,32
CAP-2	190,2	PVC 200	0,065	2,27	0,541	0,525	1,02	2,32
CAP-2.12	103,6	PVC 110	0,013	1,52	0,372	0,420	0,93	1,41
CAP-2.11	103,6	PVC110	0,013	1,52	0,727	0,640	1,07	1,62
CAP-2.13	118,6	PVC125	0,018	1,66	0,748	0,653	1,07	1,78
CAP-2.14	152,0	PVC160	0,036	1,96	0,481	0,488	0,99	1,94

Proyecto de las instalaciones hidráulicas y de extinción de incendios de un centro de estudios tecnológico avanzado en Benimàmet (València)

Colector	D <sub>com</sub> (mm)	DN	Q <sub>II</sub> (m <sup>3</sup> /s)	v <sub>II</sub> (m <sup>3</sup> /s)	Q/Q <sub>II</sub>	γ/D	v/v <sub>II</sub>	v (m <sup>3</sup> /s)
CAP-2.15	152,0	PVC160	0,036	1,96	0,563	0,537	1,02	2,00
CAP-2.CUB1	152,0	PVC160	0,036	1,96	0,616	0,568	1,04	2,04
CAP-2.16	152,0	PVC160	0,036	1,96	0,695	0,620	1,06	2,08
CAP-2.17	152,0	PVC160	0,036	1,96	0,764	0,667	1,07	2,09
CAP-2.18	190,2	PVC200	0,065	2,27	0,463	0,476	0,98	2,23
CAP-2.19	190,2	PVC200	0,065	2,27	0,507	0,500	1,00	2,27
CAP-2.20	190,2	PVC200	0,065	2,27	0,550	0,525	1,02	2,32
CAP-2.21	190,2	PVC200	0,065	2,27	0,593	0,556	1,03	2,34
CAP-3	190,2	PVC 200	0,065	2,27	0,750	0,653	1,07	2,43
CAP-3.22	103,6	PVC 110	0,013	1,52	0,372	0,420	0,93	1,41
CAP-3.23	103,6	PVC110	0,013	1,52	0,655	0,594	1,05	1,59
CAP-3.24	118,6	PVC125	0,018	1,66	0,667	0,600	1,05	1,74
CAP-3.25	152,0	PVC160	0,036	1,96	0,707	0,626	1,06	2,08
CAP-3.26	190,2	PVC200	0,065	2,27	0,479	0,482	0,99	2,25
CAP-3.27	190,2	PVC200	0,065	2,27	0,545	0,525	1,02	2,32
CAP-3.28	190,2	PVC200	0,065	2,27	0,605	0,562	1,04	2,36
CAP-3.29	190,2	PVC200	0,065	2,27	0,662	0,600	1,05	2,39
CAP-3.30	190,2	PVC200	0,065	2,27	0,750	0,653	1,07	2,43
CAP-4	190,2	PVC 200	0,065	2,27	0,779	0,675	1,07	2,43
CAP-4.31	103,6	PVC 110	0,013	1,52	0,298	0,367	0,87	1,32
CAP-4.32	103,6	PVC110	0,013	1,52	0,582	0,550	1,03	1,56
CAP-4.33	118,6	PVC125	0,018	1,66	0,616	0,568	1,04	1,73
CAP-4.34	152,0	PVC160	0,036	1,96	0,471	0,482	0,99	1,94
CAP-4.35	152,0	PVC160	0,036	1,96	0,578	0,543	1,03	2,02
CAP-4.36	152,0	PVC160	0,036	1,96	0,681	0,613	1,06	2,08
CAP-4.37	190,2	PVC200	0,065	2,27	0,462	0,476	0,98	2,23
CAP-4.39	190,2	PVC200	0,065	2,27	0,661	0,600	1,05	2,39
CAP-4.CUB2	190,2	PVC200	0,065	2,27	0,690	0,613	1,06	2,41
CAP-4.42	190,2	PVC200	0,065	2,27	0,779	0,675	1,07	2,43
CAP-5	190,2	PVC 200	0,065	2,27	0,733	0,646	1,07	2,43
CAP-5.44	190,2	PVC200	0,065	2,27	0,301	0,374	0,88	2,00
CAP-5.45	190,2	PVC200	0,065	2,27	0,360	0,414	0,92	2,09
CAP-5.46	190,2	PVC200	0,065	2,27	0,417	0,445	0,95	2,16
CAP-5.47	190,2	PVC200	0,065	2,27	0,476	0,482	0,99	2,25
CAP-5.38	190,2	PVC200	0,065	2,27	0,560	0,537	1,02	2,32
CAP-5.40	190,2	PVC200	0,065	2,27	0,619	0,568	1,04	2,36
CAP-5.41	190,2	PVC200	0,065	2,27	0,675	0,607	1,06	2,41
CAP-5.43	190,2	PVC200	0,065	2,27	0,733	0,646	1,07	2,43
CAP-6	190,2	PVC 200	0,065	2,27	0,574	0,543	1,03	2,34
CAP-6.56	103,6	PVC 110	0,013	1,52	0,075	0,181	0,60	0,91
CAP-6.57	103,6	PVC 110	0,013	1,52	0,168	0,272	0,75	1,14
CAP-6.58	103,6	PVC 110	0,013	1,52	0,315	0,381	0,89	1,35
CAP-6.CUB3	103,6	PVC 110	0,013	1,52	0,461	0,476	0,98	1,49
CAP-6.48	152,0	PVC160	0,036	1,96	0,512	0,506	1,00	1,96
CAP-6.49	152,0	PVC160	0,036	1,96	0,620	0,575	1,04	2,04

Colector	D <sub>com</sub> (mm)	DN	Q <sub>II</sub> (m <sup>3</sup> /s)	v <sub>II</sub> (m <sup>3</sup> /s)	Q/Q <sub>II</sub>	γ/D	v/v <sub>II</sub>	v (m <sup>3</sup> /s)
CAP-6.50	152,0	PVC160	0,036	1,96	0,698	0,620	1,06	2,08
CAP-6.51	152,0	PVC160	0,036	1,96	0,779	0,675	1,07	2,09
CAP-6.52	190,2	PVC200	0,065	2,27	0,458	0,470	0,97	2,21
CAP-6.53	190,2	PVC200	0,065	2,27	0,502	0,500	1,00	2,27
CAP-6.54	190,2	PVC200	0,065	2,27	0,530	0,519	1,01	2,30
CAP-6.55	190,2	PVC200	0,065	2,27	0,574	0,543	1,03	2,34
CAP-7	152,0	PVC 160	0,036	1,96	0,654	0,594	1,05	2,06
CAP-7.59	152,0	PVC160	0,036	1,96	0,323	0,387	0,89	1,74
CAP-7.60	152,0	PVC160	0,036	1,96	0,437	0,458	0,96	1,88
CAP-7.61	152,0	PVC160	0,036	1,96	0,542	0,525	1,02	2,00
CAP-7.62	152,0	PVC160	0,036	1,96	0,654	0,594	1,05	2,06
CAP-8	190,2	PVC 200	0,065	2,27	0,601	0,562	1,04	2,36
CAP-8.63	103,6	PVC 110	0,013	1,52	0,368	0,414	0,92	1,39
CAP-8.64	103,6	PVC110	0,013	1,52	0,652	0,594	1,05	1,59
CAP-8.65	118,6	PVC125	0,018	1,66	0,665	0,600	1,05	1,74
CAP-8.66	152,0	PVC160	0,036	1,96	0,445	0,464	0,97	1,90
CAP-8.67	152,0	PVC160	0,036	1,96	0,554	0,531	1,02	2,00
CAP-8.CUB4	190,2	PVC200	0,028	0,065	0,334	0,394	0,90	2,05
CAP-8.69	152,0	PVC160	0,018	0,036	0,801	0,697	1,07	2,09
CAP-8.70	190,2	PVC200	0,028	0,065	0,513	0,506	1,00	2,27
CAP-8.71	190,2	PVC200	0,028	0,065	0,559	0,531	1,02	2,32
CAP-8.72	190,2	PVC200	0,028	0,065	0,630	0,581	1,05	2,39
CAP-9	237,6	PVC 250	0,044	0,117	0,518	0,506	1,00	2,64
CAP-9.73	152,0	PVC160	0,018	0,036	0,188	0,289	0,77	1,51
CAP-9.74	152,0	PVC160	0,018	0,036	0,342	0,401	0,91	1,78
CAP-9.75	152,0	PVC160	0,018	0,036	0,532	0,519	1,01	1,98
CAP-9.76	152,0	PVC160	0,018	0,036	0,686	0,613	1,06	2,08
CAP-9.77	190,2	PVC200	0,028	0,065	0,482	0,488	0,99	2,25
CAP-9.68	190,2	PVC200	0,028	0,065	0,585	0,550	1,03	2,34
CAP-9.78	190,2	PVC200	0,028	0,065	0,660	0,594	1,05	2,39
CAP-9.79	190,2	PVC200	0,028	0,065	0,725	0,640	1,07	2,43
CAP-9.80	237,6	PVC250	0,044	0,117	0,442	0,464	0,97	2,56
CAP-9.81	237,6	PVC250	0,044	0,117	0,478	0,482	0,99	2,61
CAP-9.82	237,6	PVC250	0,044	0,117	0,518	0,506	1,00	2,64

Tabla 57. Resultados colectores de evacuación de la cubierta

Por tanto, los colectores tienen un diámetro nominal entre 110 y 250 mm, siendo para todos ellos el grado de llenado inferior al 80% (máximo 67,5%) y teniendo unas velocidades de circulación entre 0,91 y 2,66 m/s por lo que cumplen con los condicionantes establecidos.

Por último se obtienen del mismo modo los colectores horizontales que agrupan los anteriores para su posterior desviación a la red general de evacuación. Estos colectores tendrán una pendiente de 2% tan y como establece el CTE al estar enterrados, los que tienen una disposición perpendicular a la pendiente y 3% para los que están ubicados en el sentido de la pendiente. Se encuentran ubicados fuera de la cubierta, por lo que el descuelgue no es un problema como en el caso de los tubos drenantes.

Colector	Pendiente	CTE			Manning			
		A (m <sup>2</sup> )	A_cor (m <sup>2</sup> )	D_CTE (mm)	Qpun (l/s)	Ddis (mm)	Dcom (mm)	DN
SCAP1	3%	4858	7286,25	DN315	246,62	325,26	380,40	PVC 400
SCAP1.1	2%	1569	2352,75	DN250	74,15	223,63	237,60	PVC 250
SCAP1.2	2%	2488	3732	DN315	109,09	258,47	299,60	PVC 315
SCAP1.3	2%	3650	5475	DN315	196,31	322,17	380,40	PVC 400
SCAP2	3%	5270,5	7905,75	DN315	245,04	324,47	380,40	PVC 400
SCAP2.1	2%	2026,5	3039,75	DN250	84,44	234,79	237,60	PVC 250
SCAP2.4	2%	2584,5	3876,75	DN315	107,69	257,21	299,60	PVC 315
SCAP2.2	2%	3105	4657,5	DN315	96,64	246,98	299,60	PVC 315
SCAP2.3	2%	4082	6123	DN315	137,35	281,79	299,60	PVC 315

Tabla 58. Resultados diámetros de colectores de evacuación hacia la red pública

Los conductos marcados en rojo son más restrictivos, en el caso que ninguno de los dos métodos se encuentra marcado, es porque ambos obtienen el mismo resultado. Por lo tanto se seleccionarán dichos diámetros y se procede a calcular su idoneidad. En este caso los diámetros obtenidos con la ecuación de Manning son los seleccionados.

Colector	D <sub>com</sub> (mm)	DN	Q <sub>II</sub> (m <sup>3</sup> /s)	v <sub>II</sub> (m <sup>3</sup> /s)	Q/Q <sub>II</sub>	y/D	v/v <sub>II</sub>	v (m <sup>3</sup> /s)
SCAP1	380,40	PVC 400	0,41	3,61	0,60	0,562	1,04	3,75
SCAP1.1	237,60	PVC 250	0,10	2,15	0,78	0,675	1,07	2,30
SCAP1.2	299,60	PVC 315	0,18	2,51	0,62	0,568	1,04	2,61
SCAP1.3	380,40	PVC 400	0,33	2,95	0,59	0,550	1,03	3,03
SCAP2	380,40	PVC 400	0,41	3,61	0,60	0,556	1,03	3,72
SCAP2.1	237,60	PVC 250	0,10	2,15	0,88	0,766	1,07	2,30
SCAP2.4	299,60	PVC 315	0,18	2,51	0,61	0,562	1,04	2,61
SCAP2.2	299,60	PVC 315	0,18	2,51	0,55	0,525	1,02	2,56
SCAP2.3	299,60	PVC 315	0,18	2,51	0,78	0,675	1,07	2,69

Tabla 59. Resultados colectores de evacuación hacia la red pública

Por tanto, los colectores tienen un diámetro nominal entre 200 y 400 mm, siendo para todos ellos el grado de llenado inferior al 80% (siendo el máximo 78,1%) y teniendo unas velocidades de circulación entre 1,97 y 3,61 m/s por lo que cumplen con los condicionantes establecidos.

## 4.2.2 Instalación de aguas residuales

### 4.2.2.1 Evacuación cuartos húmedos

#### 4.2.2.1.1 Derivaciones individuales

Esta parte de la instalación se corresponde con la evacuación de cada uno de los aparatos. Estos diámetros mínimos exigidos vienen determinados por el CTE.

**Tabla 4.1 UDs correspondientes a los distintos aparatos sanitarios**

Tipo de aparato sanitario	Unidades de desagüe UD		Diámetro mínimo sifón y derivación individual (mm)	
	Uso privado	Uso público	Uso privado	Uso público
Lavabo	1	2	32	40
Bidé	2	3	32	40
Ducha	2	3	40	50
Bañera (con o sin ducha)	3	4	40	50
Inodoro	Con cisterna	4	5	100
	Con fluxómetro	8	10	100
Urinario	Pedestal	-	4	-
	Suspendido	-	2	-
	En batería	-	3.5	-
Fregadero	De cocina	3	6	40
	De laboratorio, restaurante, etc.	-	2	-
Lavadero	3	-	40	-
Vertedero	-	8	-	100
Fuente para beber	-	0.5	-	25
Sumidero sifónico	1	3	40	50
Lavavajillas	3	6	40	50
Lavadora	3	6	40	50
Cuarto de baño (lavabo, inodoro, bañera y bidé)	Inodoro con cisterna	7	-	100
	Inodoro con fluxómetro	8	-	100
Cuarto de aseo (lavabo, inodoro y ducha)	Inodoro con cisterna	6	-	100
	Inodoro con fluxómetro	8	-	100

Tabla 60. Tabla 4.1 del DB-HS5 del CTE. Fuente: (DB-HS Salubridad, 2019)

Los aparatos existentes en este edificio son: Inodoro con cisterna, lavabo, fregadero y lavavajillas. Por lo que, resumiendo las Unidades de Desagüe (UD) de cada uno y los diámetros mínimos para aparatos de uso público, según el CTE se muestran en la tabla 60.

Por otro lado, según algunos autores el caudal estimado para cada UD en el CTE no es adecuado, ya que estiman que es mayor. Por este motivo se tienen en cuenta los siguientes caudales:

	$Q_{inst}(l/s)$
<b>Lavabo</b>	0,75
<b>Bidé</b>	0,50
<b>Urinario</b>	1,00
<b>Inodoro</b>	1,50
<b>Ducha</b>	0,50
<b>Fregadero</b>	0,75
<b>Lavadero</b>	1,00
<b>Lavavajillas</b>	0,75
<b>Lavadora</b>	1,00
<b>Grifo</b>	0,75

Tabla 61. Caudales instantáneos de descarga de aparatos. Fuente: (Fuertes, Jorge, López, & Iglesias, 2020)

A partir de las tablas anteriores se determinará el diámetro de estas derivaciones individuales a partir de lo que marca el CTE y a partir de la ecuación de Manning para un grado de llenado del 50%.

	CTE			Método caudales			
	UD	DN	DNcomercial	Q (l/s)	D (mm)	Dcom(mm)	DN
<b>Inodoro</b>	5	100	PVC 110	1,50	73,92	84,00	PVC 90
<b>Lavabo</b>	2	40	PVC 50	0,75	57,00	69,00	PVC 75
<b>Lavavajillas</b>	6	50	PVC 50	0,75	57,00	69,00	PVC 75
<b>Fregadero</b>	6	50	PVC 50	0,75	57,00	69,00	PVC 75

Tabla 62. Resultados diámetro derivaciones individuales evacuación aguas residuales

Los diámetros indicados en rojo son los más restrictivos, por lo tanto se comprueba mediante las tablas de Thorman y Franke si cumplen las condiciones exigidas.

Colector	D <sub>com</sub> (mm)	DN	Q <sub>II</sub> (m <sup>3</sup> /s)	v <sub>II</sub> (m <sup>3</sup> /s)	Q/Q <sub>II</sub>	y/D	v/v <sub>II</sub>	v (m <sup>3</sup> /s)
Inodoro	103,60	PVC 110	0,007	0,88	0,203	0,301	0,79	0,69
Lavabo	69,00	PVC 75	0,002	0,67	0,300	0,374	0,88	0,60
Lavavajillas	69,00	PVC 75	0,002	0,67	0,300	0,374	0,88	0,60
Fregadero	69,00	PVC 75	0,002	0,67	0,300	0,374	0,88	0,60

Tabla 63. Comprobación resultados derivaciones individuales residuales

Se comprueba así que el grado de llenado es inferior a 50% y que la velocidad es igual o superior a 0,6 m/s. En este caso se obtiene una velocidad justa para cumplir la condición de autolimpieza por lo que se consideran adecuados.

#### 4.2.2.1.2 Colectores

Esta red de colectores incluye dos ramales en los baños de unión de inodoros y de lavabos y en la cafetería un ramal de unión de un fregadero y dos lavavajillas.

Por otro lado, se incluye la red de colectores ubicados en el suelo técnico del edificio, con una pendiente del 1%, que llevan el agua residual de los baños y la cafetería hasta los depósitos de recepción. Además, para la llegada al depósito de recepción, deben discurrir enterrados un tramo, con una pendiente del 2% tal y como establece el CTE.

Los diámetros exigidos por el CTE para colectores horizontales en función de las UD son:

Máximo número de UD			Diámetro (mm)
Pendiente			
1 %	2 %	4 %	
-	1	1	32
-	2	3	40
-	6	8	50
-	11	14	63
-	21	28	75
47	60	75	90
123	151	181	110
180	234	280	125
438	582	800	160
870	1.150	1.680	200

Tabla 64. Tabla 4.3 del DB-HS5 del CTE. Fuente: (DB-HS Salubridad, 2019)

Para la determinación del diámetro de los colectores a partir de la ecuación de Manning, se estima una simultaneidad a partir del número de aparatos que recoge, según las ecuaciones 2 y 3 de este documento. Para los tramos EW-4 y EW-5 se considera una pendiente del 2%, de modo que el diámetro se mantenga en 110 y no aumente, para poder instalar así válvulas de aireación.

Colector		CTE		Manning						
		UD	DN	Qinst (l/s)	n	k	Qsim (l/s)	D (mm)	Dcom (mm)	DN
COLECTOR AL AIRE (1%)	EW-1	5	90	1,50	1	1,000	1,50	73,92	84,00	PVC 90
	EW-2	10	90	3,00	2	1,000	3,00	95,87	103,60	PVC 110
	EW-3	15	90	4,50	3	0,802	3,61	102,75	103,60	PVC 110
	EW-4	20	75	6,00	4	0,686	4,12	94,81	103,60	PVC 110
	EW-5	25	75	7,50	5	0,618	4,64	99,11	103,60	PVC 110
	EL-1	2	90	0,75	1	1,000	0,75	57,00	69,00	PVC 75
	EL-2	4	90	1,50	2	1,000	1,50	73,92	84,00	PVC 90
	EL-3	6	90	2,25	3	0,802	1,80	79,23	84,00	PVC 90
	EL-4	8	90	3,00	4	0,686	2,06	83,25	84,00	PVC 90
	EL-5	10	90	3,75	5	0,618	2,32	87,03	103,60	PVC 110
	EC-1	6	90	0,75	1	1,000	0,75	57,00	69,00	PVC 75
	EC-2	12	90	1,50	2	1,000	1,50	73,92	84,00	PVC 90
	PE-1	35	90	11,3	10	0,473	5,33	118,88	153,60	PVC 160
	PE-2	18	90	2,3	3	0,802	1,80	79,23	84,00	PVC 90
CAR-1	70	90	22,5	20	0,385	8,67	142,74	153,60	PVC 160	
CAR-2	88	90	24,8	23	0,372	9,21	145,98	153,60	PVC 160	
COLECTOR ENTERRADO (2%)	PE-1	35	90	11,3	10	0,473	5,33	104,39	118,60	PVC 125
	CAR-1	70	90	22,5	20	0,385	8,67	125,34	152,00	PVC 160
	CAR-2	88	90	24,8	23	0,372	9,21	128,19	152,00	PVC 160

Tabla 65. Resultados diámetros colectores horizontales de evacuación de aguas residuales

Los conductos marcados en rojo son más restrictivos, en el caso que ninguno de los dos métodos se encuentra marcado, es porque ambos obtienen el mismo resultado. Por lo tanto se seleccionarán dichos diámetros y se procede a calcular su idoneidad.

Para el caso de los colectores EW-1 al ser el colector que recoge un inodoro, este diámetro no puede ser inferior al de la derivación individual, por tanto, será de PVC 110. En el caso de enterrados al tener más pendiente, permite diámetros más pequeños, sin embargo el diámetro no puede reducirse por lo que el diámetro tendrá que ser el mismo que en el caso de colectores al aire. Sin embargo, se determina su idoneidad para cada uno de los casos, ya que al tener normativas UNE diferentes para colectores al aire y enterrados los diámetros interiores no son exactamente iguales. Finalmente, los diámetros seleccionados se indican en la siguiente tabla y se comprueba su idoneidad.

Colector		D <sub>com</sub> (mm)	DN	Q <sub>II</sub> (m <sup>3</sup> /s)	v <sub>II</sub> (m <sup>3</sup> /s)	Q/Q <sub>II</sub>	y/D	v/v <sub>II</sub>	v (m <sup>3</sup> /s)
COLECTOR AL AIRE (1%)	EW-1	103,60	PVC 110	0,007	0,88	0,203	0,301	0,79	0,69
	EW-2	103,60	PVC 110	0,007	0,88	0,407	0,439	0,95	0,83
	EW-3	103,60	PVC 110	0,007	0,88	0,489	0,488	0,99	0,87
	EW-4	103,60	PVC 110	0,010	1,24	0,395	0,433	0,94	1,16
	EW-5	103,60	PVC 110	0,010	1,24	0,444	0,464	0,97	1,20
	EL-1	84,00	PVC 90	0,004	0,76	0,178	0,281	0,76	0,60
	EL-2	84,00	PVC 90	0,004	0,76	0,356	0,407	0,92	0,70
	EL-3	84,00	PVC 90	0,004	0,76	0,428	0,451	0,96	0,73
	EL-4	84,00	PVC 90	0,004	0,76	0,488	0,488	0,99	0,75
	EL-5	103,60	PVC 110	0,007	0,88	0,314	0,381	0,89	0,78
	EC-1	69,00	PVC 75	0,002	0,67	0,300	0,374	0,88	0,60
	EC-2	84,00	PVC 90	0,004	0,76	0,356	0,407	0,92	0,70
	PE-1	153,60	PVC 160	0,004	1,14	0,252	0,339	0,84	0,96
	PE-2	84,00	PVC 90	0,004	0,76	0,428	0,451	0,96	0,73
	CAR-1	153,60	PVC 160	0,021	1,14	0,411	0,445	0,95	1,08
CAR-2	153,60	PVC 160	0,021	1,14	0,437	0,458	0,96	1,09	
COLECTOR ENTERRADO (2%)	PE-1	190,20	PVC 200	0,053	1,86	0,101	0,211	0,65	1,21
	CAR-1	190,20	PVC 200	0,053	1,86	0,164	0,268	0,74	1,37
	CAR-2	190,20	PVC 200	0,053	1,86	0,175	0,276	0,76	1,41

Tabla 66. Comprobación diámetros colectores horizontales evacuación aguas residuales

Por tanto, los colectores tienen un diámetro nominal entre 75 y 200 mm, siendo para todos ellos el grado de llenado inferior al 50% (siendo el máximo 48,8%) y teniendo unas velocidades de circulación entre 0,60 y 1,41 m/s por lo que cumplen con los condicionantes establecidos.

#### 4.2.2.1.3 Bajantes

Solo existe una bajante en el edificio esta bajante recoge el agua de la cafetería y del baño, ubicados en la doble altura y que conecta con el colector CAR-2 que recoge el agua de dicha bajante y de 5 inodoros. El CTE indica el diámetro de las bajantes en función de las UD.

**Tabla 4.4 Diámetro de las bajantes según el número de alturas del edificio y el número de UD**

Máximo número de UD, para una altura de bajante de:		Máximo número de UD, en cada ramal para una altura de bajante de:		Diámetro (mm)
Hasta 3 plantas	Más de 3 plantas	Hasta 3 plantas	Más de 3 plantas	
10	25	6	6	50
19	38	11	9	63
27	53	21	13	75
135	280	70	53	90
360	740	181	134	110
540	1.100	280	200	125
1.208	2.240	1.120	400	160
2.200	3.600	1.680	600	200
3.800	5.600	2.500	1.000	250
6.000	9.240	4.320	1.650	315

Tabla 67. Tabla 4.4 del DB-HS5 del CTE. Fuente: (DB-HS Salubridad, 2019)

Además, en el caso de bajantes se empleará también la ecuación de Dawson y Hunter con un grado de llenado del 1/3.

	CTE		Dawson y Hunter			
	UD	DN	Q <sub>inst</sub> (l/s)	D (mm)	D <sub>com</sub> (mm)	DN
BAR-1	53	90	13,5	79,38	84,00	PVC 90

Tabla 68. Resultado bajante evacuación aguas residuales

Ambos métodos coinciden. Sin embargo el CTE establece que el diámetro no debe disminuir en sentido de la corriente, por lo que el DN110 sería el necesario a instalar, ya que la bajante recoge el agua de los colectores EW-5, EL-5 y PE-2 y para no disminuir este diámetro debe ser igual que el de EW-5.

#### 4.2.2.1.4 Depósito de recepción y sistema de bombeo y elevación

Para el dimensionado del depósito de recepción se debería conocer el caudal instantáneo de recogida de residuales, sin embargo, esto no es posible en este caso. Para el dimensionado se procede a partir de unas estimaciones.

Se estima que el momento de máxima evacuación coincide con un descanso para el almuerzo, donde se estima que cada baño podría ser utilizado 5 veces y que la cisterna de cada inodoro y el uso posterior del lavabo suponen una descarga de 12 litros. Lo que supone unos 250 litros por baño.

Para el depósito de recepción que recoge dos baños, se estima un volumen necesario de 500 litros, sobre dimensionando al doble este volumen, por seguridad se determina que el volumen útil a instalar es de al menos 1000 litros.

En cuanto al depósito de recepción de 4 baños y una cafetería se estima un volumen necesario de 1000 litros, y por seguridad se determina que el volumen útil a instalar es de al menos 2000 litros.

Con estos volúmenes útiles necesarios se obtienen los depósitos comerciales indicados en el apartado 4.1.2.2.1 de este documento. Dichos volúmenes comerciales son de 1060 litros y 2000 litros útiles. En el mismo capítulo se indican las características de la bomba de elevación necesaria.

En ambos casos se emplearán bombas que permiten la evacuación de un caudal de 4 l/s. Estas bombas permiten evacuar el agua del depósito completo en 4,5 y 8,5 minutos, respectivamente.

Las bombas de elevación impulsarán un caudal de 4 l/s por unos conductos a presión hasta un pozo de registro ubicado en la superficie fuera del edificio. En primer lugar, se determina el diámetro nominal adecuado a este caudal y una velocidad de 1 m/s y las pérdidas por fricción.

Las bombas deberán elevar el agua a evacuar 10 metros de altura, más las pérdidas por fricción y pérdidas localizadas. Las pérdidas localizadas se estiman en 3 mca, estas pérdidas se ocasionan por las válvulas de retención y en el tramo de impulsión del depósito, que como indica el fabricante es de 63 mm, y posteriormente se adapta al necesario según los cálculos. Para las tuberías a presión se determinan los valores del mismo modo que en la instalación de fontanería.

Tramo	Q <sub>diseño</sub> (l/s)	V <sub>diseño</sub> (m/s)	D <sub>teórico</sub> (mm)	DN (mm)	D <sub>int</sub> (mm)	V(m/s)
QB	4,00	1,00	71,36	PPR-DN 90	73,6	0,94

Tabla 69. Cálculo diámetro tubería de impulsión evacuación de aguas residuales

Una vez determinado el diámetro necesario se determinan las pérdidas por fricción, para ello se mayor la longitud de las tuberías un 20% para tener en cuenta así las pérdidas menores.

Tramo	Lreal (m)	Lcalc(m)	Re	f	hf tramo (mca)
QB	34,00	40,80	58459,12	0,02	0,5

Tabla 70. Resumen de cálculo de pérdidas de carga en conductos de evacuación de aguas residuales

Por tanto, para ambos casos se estima que la altura que deben dar las bombas es de al menos 13,5 mca.

#### 4.2.2.2 Colectores hacia la red pública

Estos colectores partirán del pozo de registro y se obtendrá su diámetro a partir de la ecuación de Manning para 4 l/s y una pendiente del 3%, que es la inclinación de la propia cubierta.

	DN	D <sub>int</sub> (mm)	Q <sub>II</sub> (m <sup>3</sup> /s)	v <sub>II</sub> (m <sup>2</sup> /s)	Q/Q <sub>II</sub>	y/D	v/v <sub>II</sub>	v (m <sup>2</sup> /s)
<b>COLECTOR</b>	PVC 110	103,6	0,0104	1,24	0,383	0,426	0,93	1,15

Tabla 71. Comprobación colector hacia la red pública en la evacuación de aguas residuales

Se comprueba de este modo, que tanto el grado de llenado como la velocidad por el conducto cumplen con los condicionantes establecidos, es decir, el grado de llenado es inferior al 50% y la velocidad está comprendida entre 0,6 y 3 m/s.

#### 4.2.2.2.1 Subsistema de ventilación

Existirá un subsistema de ventilación formado por válvulas de aireación para EW-5 y EL-5 y para la BAR-1, lo cual se realizará alargando las bajantes del mismo diámetro, siendo todas ellas de DN110. Además, se instalará otra entre el último y penúltimo aparato en cada cuarto húmedo. Esto es, entre EL-1 y EL-2 de DN75, EW-1 y EW-2 de DN110 y EC-1 y EC-2 de DN75.

#### 4.2.2.3 Sala de equipos

Esta sala de máquinas verterá a un pozo de recepción con estación de bombeo. Estos equipamientos son para evacuación en caso de fuga en alguno de los equipos presentes en esta como el depósito de PCI o el vaciado de dicho depósito. Al tratarse de caudales de fuga, estos son desconocidos, siendo el peor caso posible la rotura del depósito de PCI.

Este sistema de evacuación se trata como una recogida de aguas residuales, ya que al existir maquinarias, puede haber suciedad y grasas que es conveniente que vayan a tratamiento posterior a su recogida.

#### 4.2.2.3.1 Colector

Para determinar el DN de los colectores se va a proceder a la inversa, se establece el DN 110, que es el diámetro del colector hacia la red pública de saneamiento calculado para la evacuación de los cuartos húmedos, y con un grado de llenado del 50% y una pendiente del 2% se procede a la determinación del máximo caudal posible de entrada. En este caso se determinan sus características por medio de la ecuación de Manning, ya que se desconocen las unidades de descarga que suponen este tipo de fugas.

Colector	DN	Q <sub>II</sub> (m <sup>3</sup> /s)	v <sub>II</sub> (m <sup>3</sup> /s)	Q/Q <sub>II</sub>	y/D	v/v <sub>II</sub>	v (m <sup>3</sup> /s)	Q (l/s)
<b>Sala</b>	PVC 110	0,01	1,24	0,5	0,5	1	1,24	5,22

Tabla 72. Resultados evacuación de aguas residuales en sala de equipos

Por tanto, para un colector de DN 110, se permite un caudal de 5,22 l/s.

#### 4.2.2.3.2 Depósito de recepción y estación de bombeo

Dado un caudal máximo por el colector de 5,22 l/s, se tiene que para el caudal de bombeo es necesario 6,53 l/s, lo que supone un volumen útil para el depósito de recepción de 490 litros (18). Dado que el depósito de PCI es de volumen elevado se seleccionará un volumen mucho mayor, de 2000 litros de volumen útil.

Las bombas deberán elevar el agua a evacuar 10 metros de altura, más las pérdidas por fricción y pérdidas localizadas. Las pérdidas localizadas se estiman en 3 mca, estas pérdidas se ocasionan por las válvulas de retención y en el tramo de impulsión del depósito, que como indica el fabricante es de 63 mm, y posteriormente se adapta al necesario según los cálculos. Para las tuberías a presión se determinan los valores del mismo modo que en la instalación de fontanería.

Tramo	Qdiseño (l/s)	Vdiseño(m/s)	Dteórico (mm)	DN (mm)	Dint(mm)	V(m/s)
QB	6,53	1,00	91,18	PPR-DN125	102,2	0,8

Tabla 73. Cálculo diámetro tubería de impulsión evacuación de aguas residuales

Una vez determinado el diámetro necesario se determinan las pérdidas por fricción, para ello se mayor la longitud de las tuberías un 20% para tener en cuenta así las pérdidas menores.

Tramo	Lreal (m)	Lcalc(m)	Re	f	hf tramo (mca)
QB	25,00	30,00	73957,07	0,02	0,22

Tabla 74. Resumen de cálculo de pérdidas de carga en conductos de evacuación de aguas residuales

Por tanto, para ambos casos se estima que la altura que deben dar las bombas es de al menos 13,22 mca.

Para el caso de la evacuación de la sala de máquinas el pozo de registro conectará con el pozo de registro de aguas residuales existente.

## **CAPÍTULO 5. INSTALACIÓN DE PROTECCIÓN** **CONTRA INCENDIOS**

### 5.1 MEMORIA DESCRIPTIVA

La instalación hidráulica de protección contra incendios en este proyecto incluye toda la red de distribución desde la acometida hasta las bocas de incendio equipadas.

#### 5.1.1 Legislación aplicable

Para la elaboración de este capítulo y la realización de los cálculos justificativos correspondientes, la normativa aplicable es el Código Técnico de la Edificación (CTE), seguridad en caso de incendio (SI) en su apartado Exigencia básica SI4: Instalaciones de protección contra incendios y el Real Decreto 513/2017 Reglamento de Instalaciones de Protección Contra Incendios (RIPCI).

#### 5.1.2 Dotación de instalaciones

En Código Técnico de la Edificación establece los equipos e instalaciones que deben disponer los edificios para la protección contra incendios, según su uso.

Para un edificio de uso docente es necesaria la instalación de:

- **Bocas de incendio equipadas:** Dado que la superficie construida excede de 2.000 m<sup>2</sup>. Estas deben ser de 25mm tal y como indica el CTE. Las características que deben cumplir se especificaran en el apartado 5.1.3 de este documento.
- **Sistemas de detección y de alarma:** Dado que la superficie construida excede de 1.000 m<sup>2</sup>. El sistema de alarma deberá transmitir señales visuales y acústicas. Los pulsadores de alarma deben situarse de forma. La ubicación de los pulsadores de alarma será tal que cumpla que desde cualquier punto, considerado como origen de evacuación, hasta el pulsador, no supere los 25 metros. Esta condición es igual que para las BIES, por lo que irán instaladas en armarios conjuntos. Y deberán estar señaladas adecuadamente.
- **Sistema de detección de incendio:** Dado que la superficie construida excede los 5.000 m<sup>2</sup> estos sistemas deben instalarse en todo el edificio.
- **Hidrantes exteriores:** Dado que la superficie construida supera los 10.000 m<sup>2</sup> debe disponerse de dos hidrantes exteriores. En este caso en la ciudad de Valencia se garantiza una presencia de hidrantes exteriores suficiente en la red pública por lo que no será necesaria una instalación adicional.
- **Extintores portátiles:** Deben ubicarse en todas las edificaciones, independientemente de su uso, garantizando que no se encuentren a más de 15 metros del origen de evacuación. Se instalarán en armarios conjuntamente con las bocas de incendio y las alarmas tal y como se especifica en el apartado características de la instalación. Además,

se instalarán extintores en cada aula, despacho y resto de estancias del edificio. La ubicación de los extintores se especifica en el plano B1.

El presente capítulo se centra en el cálculo y dimensionamiento de la instalación hidráulica para abastecimiento de Bocas de Incendio Equipadas (BIES).

Todas las instalaciones contarán con la señalización de las instalaciones tal como indica el Reglamento de Instalaciones de Protección Contra Incendios. Esta señalización estará colocada de forma que sean visibles, claras y que no tapen los equipos que intentan señalizar entre 1,5 y 2,2 metros del suelo.

### 5.1.3 Características de la instalación de BIES

La instalación de BIES está compuesta por una red de tuberías para la alimentación del agua y las BIES necesarias para cumplir el RIPCI, con la disposición que se indica en el plano B1. Esta disposición cumple que la distancia de recorrido lineal desde cualquier punto de evacuación no exceda los 25 metros (radio de acción) y cumple con la distancia máxima entre BIES menor de 50 metros.

Las BIES a instalar serán de manguera semirrígida de 25 mm de diámetro interior. Con una longitud de 20 metros de manguera, siendo su radio de acción de 25 metros. Esta BIE tiene un factor K mínimo de 42 (lpm; bar) y un diámetro de la boquilla de 10 mm, conforme con la norma UNE-EN 671-1. Estará montada sobre soporte rígido, de modo que la boquilla y válvula de apertura queden a 1,5 metros sobre el nivel del suelo (Guía Técnica de Aplicación: RIPCI, 2017).

Dichas BIES garantizarán, como se estudia en la memoria de cálculo, un caudal durante una hora para los dos BIES hidráulicamente más desfavorables con una presión dinámica a su entrada comprendida entre 3 y 6 bar.

Se empleará el siguiente armario de EXPOWER, o similar, para instalar conjuntamente BIES, extintores portátiles y sistemas de alarma.

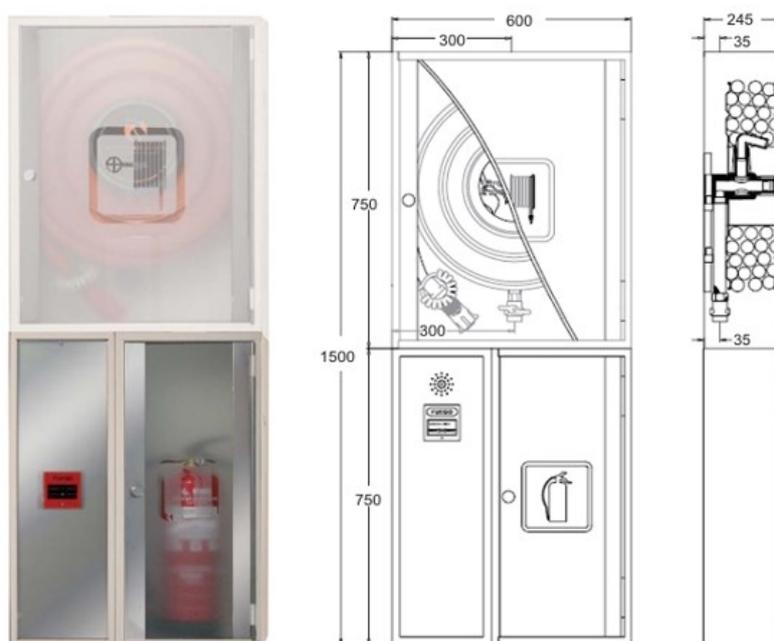


Figura 27. Armario instalaciones para protección contra incendios. Fuente: (EXPOWER, 2020)

Para cumplir con lo establecido en el RIPCI y que los pulsadores y la parte superior de los extintores este a una altura de entre 0,8 y 1,2 metros, se instalará sobre un apoyo que lo eleve 50 cm, que garantizará que la boquillas y válvula de apertura de la BIE estén a menos de 1,5 metros.

Existirá en conserjería y secretaría un centro de control de alarmas, de modo que cuando se active un pulsador de alarma, estos trabajadores comprueben que es cierto y activen las señales acústicas, esta funcionalidad estará desactivada cuando el centro esté cerrado, por lo que los detectores de alarmas activarán las alarmas acústicas. Este control de alarmas estará en comunicación con la policía local.

#### 5.1.4 Estación de bombeo para la instalación de BIES

La estación de bombeo estará formada por:

- **Bomba principal eléctrica:** Encargada de suministrar el caudal necesario a una presión suficiente de modo que se cumpla con la normativa establecida.
- **Bomba de reserva eléctrica:** Idéntica a la bomba principal. Entrará en funcionamiento cuando por cualquier motivo la bomba principal no haya entrado en funcionamiento.
- **Bomba auxiliar (Jockey):** Se trata de una bomba de apoyo para mantener la presión en la red de BIES frente a pequeñas demandas o la posible existencia de fugas. Su funcionamiento depende de la presión detectada en el calderín a la salida de la bomba.
- **Cuadro eléctrico:** Su función es controlar y proteger la instalación y los distintos elementos eléctricos que la componen, así como funciones de maniobra.
- **Grupo electrógeno:** Si la presión continúa bajando y no se ha activado ninguna bomba, significa que hay un fallo en la red eléctrica, en ese momento arranca el grupo electrógeno para arrancar la bomba de reserva eléctrica.
- **Accesorios:** Entre los que se encuentran el calderín (controla que la bomba jockey no esté arrancando y parando continuamente y permite la amortiguación de la instalación evitando variaciones bruscas de presión), las válvulas de seguridad (evitar que las bomba principal trabaje a caudal cero y se produzca un sobrecalentamiento del agua), válvulas antirretorno, presostatos (para el control de la presión en los diferentes puntos de la instalación), entre otros.

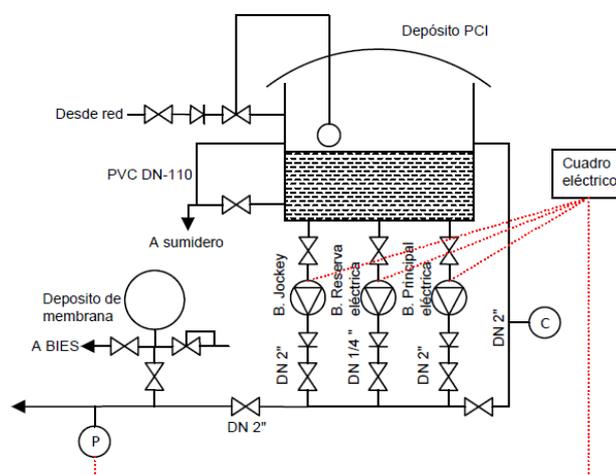


Figura 28. Esquema depósito y estación de bombeo PCI

Dados los datos obtenidos en la memoria de cálculo, la bomba principal debe aportar un caudal aproximado de 200 l/min (12 m<sup>3</sup>/h) y una presión de 52 mca. A partir del catálogo del fabricante Grundfos y sus grupos de bombeo para la protección contra incendios Fire Hydro CR:

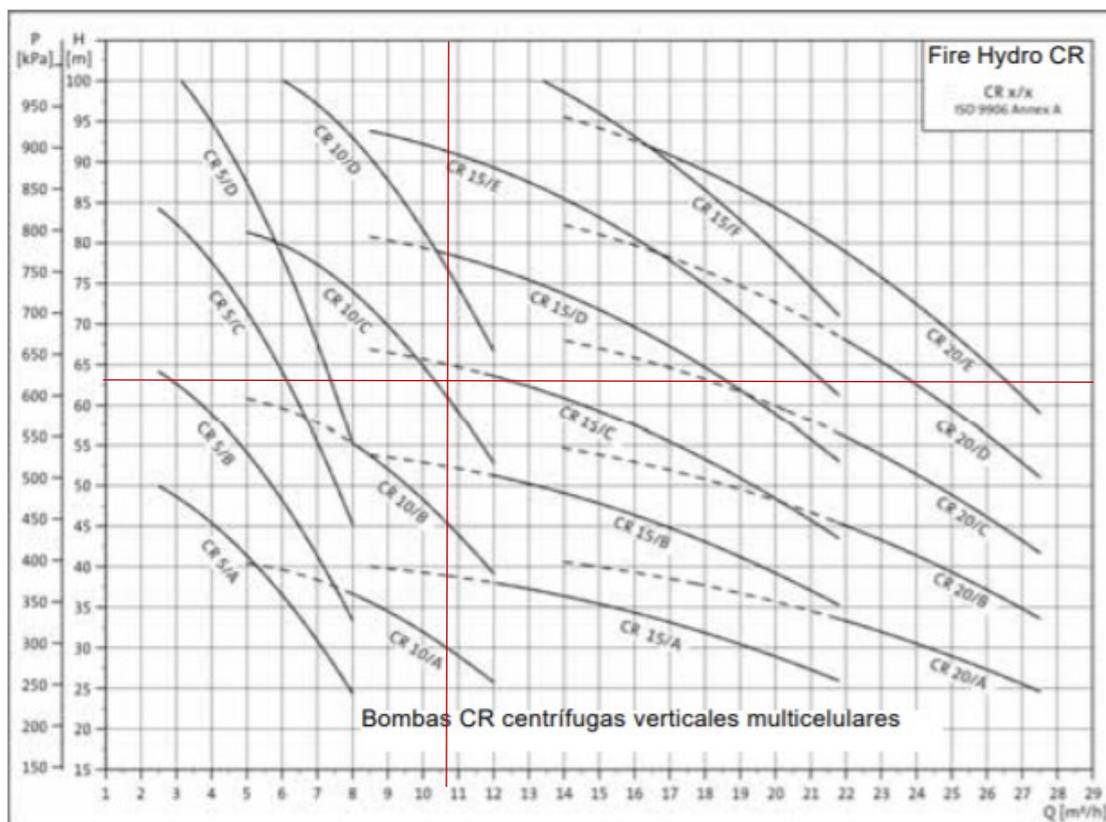


Figura 29. Mapa de grupos de bombeo para incendios. Fuente: (GRUNDFOS, 2020)

El grupo de bombeo apto para esta instalación es la CR 10/C, tal y como muestran las curvas del fabricante, con una bomba auxiliar tipo B, cuyas características son las siguientes:

Bomba principal CR 10				Caudal [m <sup>3</sup> /h] con una bomba principal en funcionamiento										Bomba jockey
Unidad	P <sub>2</sub> [kW]	I <sub>1/1</sub> [A]	Método de arranque	0	5	5,5	6	7	8	9	10	11	12	
FH CR 10/A	1,5	3,4	DOL	42	41	40	39	38	36	34	32	29	25	A
FH CR 10/B	2,2	4,7		61	61	60	59	57	55	52	48	44	39	B
<b>FH CR 10/C</b>	<b>3</b>	<b>6,4</b>		<b>82</b>	<b>81</b>	<b>80</b>	<b>79</b>	<b>77</b>	<b>74</b>	<b>70</b>	<b>65</b>	<b>59</b>	<b>52</b>	<b>B</b>
FH CR 10/D	4	8		103	101	101	100	97	93	88	82	75	67	C

Bomba jockey	Bomba jockey CR 3				Caudal de la bomba jockey [m <sup>3</sup> /h]									
	Bomba	P <sub>2</sub> [kW]	I <sub>1/1</sub> [A]	Método de arranque	0	1,7	2,1	2,5	2,9	3,3	3,7	4,1	4,5	
A	CR 3-10	0,75	1,9	DOL	66		52	48	43	37	31	29		
<b>B</b>	<b>CR 3-15</b>	<b>1,1</b>	<b>2,6</b>		<b>98</b>	<b>88</b>	<b>83</b>	<b>78</b>	<b>71</b>	<b>64</b>	<b>55</b>	<b>45</b>	<b>34</b>	
C	CR 3-17	1,5	3,4		113		98	92	84	77	66	55	43	

Figura 30. Características del grupo de bombeo para la protección contra incendios. Fuente: (GRUNDFOS, 2020)

Estos grupos incorporan la bomba principal, la bomba idéntica de reserva, la bomba auxiliar (Jockey), un panel de control para cada bomba. El fabricante indica que para el trabajo adecuado

de la bomba auxiliar se debe proveer a la instalación de dos calderines de membrana de 24 litros con PN16.

El funcionamiento es el siguiente (se indican unos rangos de presiones habituales, sin embargo, estos niveles de presiones se ajustan in situ en el momento de la instalación de los equipos y no tienen por qué ser exactamente las que se indican):

- El sistema de protección contra incendios detecta una caída de presión (por debajo de 7 bar), en ese momento el calderín ajusta esa caída de presión y la bomba Jockey arranca para reponer la presión en dicho calderín (hasta una presión de 9 bar), cuando se alcanza dicho nivel de presión la bomba Jockey para. En el cuadro eléctrico existe un control sobre el número de arranques de esta bomba, en caso de un excesivo número de arranques significa que existe una fuga persistente en el sistema que debe ser reparada.
- En caso de incendio, al abrirse una BIE la presión continúa descendiendo (baja de 5,5 bar) por lo que el sistema detecta que no es suficiente con la bomba Jockey y arranca la bomba principal, para permitir el funcionamiento adecuado de la BIE. Esta bomba no para automáticamente debe ser apagada de manera manual.
- En caso de que la presión continuase descendiendo (por debajo de 4,5 bar), significaría que no ha arrancado la bomba principal, por lo que arrancaría la bomba de reserva (idéntica a la principal) que aseguraría el funcionamiento adecuado de las BIES. Esta bomba secundaria o de reserva también debe ser parada manualmente.
- Si esta presión continuase bajando, significaría que ni bomba principal ni secundaria han arrancado, por lo que se determina que existe un fallo eléctrico y en ese momento arranca el grupo electrógeno para poder arrancar la bomba secundaria y que las BIES puedan trabajar en el punto de diseño.

La instalación dispondrá además de un circuito de prueba para poder comprobar que la instalación funciona correctamente. Además, para la actuación de la bomba de reserva se hace necesaria la instalación de un grupo electrógeno ubicado en una habitación construida en el mismo recinto donde se instalará el grupo de bombeo. Dicha habitación se encontrará aislada acústicamente, esto es necesario para evitar ruidos molestos durante las pruebas de mantenimiento de la instalación.

El grupo de bombeo tendrá aspiración directa desde la base del depósito y estará instalado en una sala reservada para esta finalidad tal y como se muestra en los planos adjuntos.

#### 5.1.5 Depósito para la protección contra incendios

Conociendo el volumen mínimo de 11,4 m<sup>3</sup>. Se realiza la selección de un depósito comercial.

Se empleará un depósito de 15 m<sup>3</sup>, de la empresa Europlast:

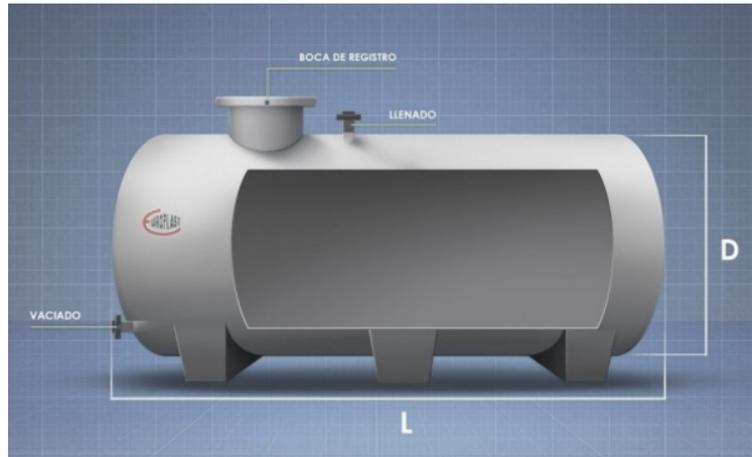


Figura 31. Depósito de protección contra incendios. Fuente: (Europlast, 2020)

Este depósito tiene un diámetro de 2,5 metros, una longitud de 3,2 metros. Para su funcionamiento conjunto con el grupo de bombeo para protección contra incendios, este estará situado a 2,5 metros sobre la cota inferior del edificio, permitiendo la instalación del grupo de bombeo en la parte inferior.

## 5.2 MEMORIA DE CÁLCULO

Para el desarrollo de la memoria de cálculo se hará uso del software EPANET 2.0. Para la introducción de los parámetros en el programa se hará uso del siguiente esquema:

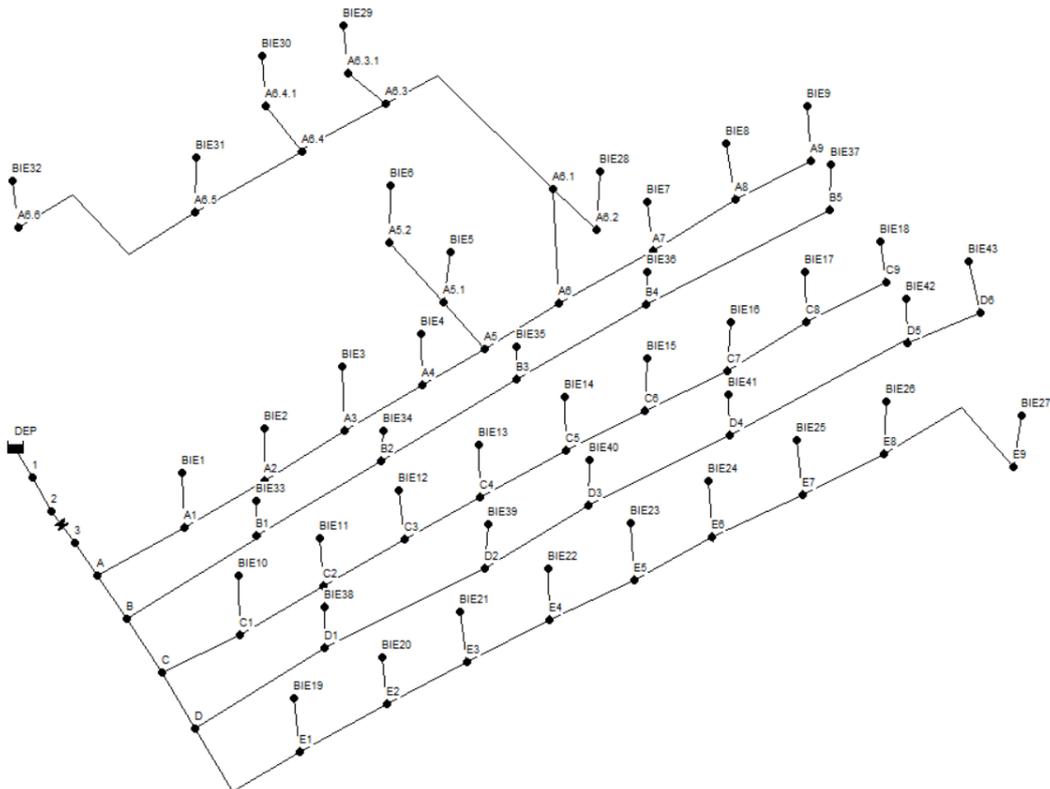


Figura 32. Esquema instalación BIES. Fuente: EPANET

### 5.2.1 Diámetros y longitudes de las conducciones

Para las instalaciones de BIES se recomiendan los siguientes diámetros de tubería en función del número de BIES que alimenta dicho tramo.

Alimenta	BIE 25 (Diámetro interior)	
	Pulgadas	mm
2 BIES	2"	53,1
1 BIE	1 ½"	41,9
Ramal (1 BIE)	1 ½"	41,9

Tabla 75. Diámetros de tubería por tramo de instalación de BIES. Fuente: (Guía Técnica de Aplicación: RIPCI, 2017)

Con esto, y teniendo en cuenta un incremento del 20% en las longitudes de las tuberías, indicadas en la tabla 76, para considerar las pérdidas menores, queda la siguiente información:

TRAMO	Dint (mm)	L(m)	Lcor(m)	TRAMO	Dint (mm)	L(m)	Lcor(m)
DEP-A	53,1	9	10,8	C1-C2	53,1	15	18
A-A1	53,1	6	7,2	C2-BIE11	41,9	1,5	1,8
A1-BIE1	41,9	1,5	1,8	C2-C3	53,1	10	12
A1-A2	53,1	17	20,4	C3-BIE12	41,9	1,5	1,8
A2-BIE2	41,9	1,5	1,8	C3-C4	53,1	13,5	16,2
A2-A3	53,1	18	21,6	C4-BIE13	41,9	1,5	1,8
A3-BIE3	41,9	1,5	1,8	C4-C5	53,1	11,5	13,8
A3-A4	53,1	25	30	C5-BIE14	41,9	1,5	1,8
A4-BIE4	41,9	1,5	1,8	C5-C6	53,1	18,5	22,2
A4-A5	53,1	3,5	4,2	C6-BIE15	41,9	1,5	1,8
A5-A5.1	53,1	0,5	0,6	C6-C7	53,1	13	15,6
A5.1-BIE5	41,9	1,5	1,8	C7-BIE16	41,9	1,5	1,8
A5.1-A5.2	41,9	8	9,6	C7-C8	53,1	22	26,4
A5.2-BIE6	41,9	1,5	1,8	C8-BIE17	41,9	1,5	1,8
A5-A6	53,1	15,5	18,6	C8-C9	41,9	11,5	13,8
A6-A6.1	53,1	11	13,2	C9-BIE18	41,9	1,5	1,8
A6.1-A6.2	41,9	3	3,6	C-D	53,1	15	18
A6.2-BIE28	41,9	1,5	1,8	D-D1	53,1	20	24
A6.1-A6.3	53,1	18	21,6	D1-BIE38	41,9	1,5	1,8
A6.3-A6.3.1	41,9	9	10,8	D1-D2	53,1	20	24
A6.3.1-BIE29	41,9	1,5	1,8	D2-BIE39	41,9	1,5	1,8
A6.3-A6.4	53,1	15,5	18,6	D2-D3	53,1	18	21,6
A6.4-A6.4.1	41,9	9	10,8	D3-BIE40	41,9	1,5	1,8
A6.4.1-BIE30	41,9	1,5	1,8	D3-D4	53,1	18	21,6
A6.4-A6.5	53,1	12,6	15,12	D4-BIE41	41,9	1,5	1,8
A6.5-BIE31	41,9	1,5	1,8	D4-D5	53,1	20	24
A6.5-A6.6	41,9	17,6	21,12	D5-BIE42	41,9	1,5	1,8
A6.6-BIE32	41,9	1,5	1,8	D5-D6	41,9	20	24
A6-A7	53,1	3,6	4,32	D6-BIE43	41,9	1,5	1,8
A7-BIE7	41,9	1,5	1,8	D-E1	53,1	33	39,6
A7-A8	53,1	15	18	E1-BIE19	41,9	1,5	1,8
A8-BIE8	41,9	1,5	1,8	E1-E2	53,1	15,5	18,6
A8-A9	41,9	18	21,6	E2-BIE20	41,9	1,5	1,8

TRAMO	Dint (mm)	L(m)	Lcor(m)	TRAMO	Dint (mm)	L(m)	Lcor(m)
A9-BIE9	41,9	1,5	1,8	E2-E3	53,1	17,5	21
A-B	53,1	15	18	E3-BIE21	41,9	1,5	1,8
B-B1	53,1	20	24	E3-E4	53,1	12	14,4
B1-BIE33	41,9	1,5	1,8	E4-BIE22	41,9	1,5	1,8
B1-B2	53,1	28	33,6	E4-E5	53,1	13	15,6
B2-BIE34	41,9	1,5	1,8	E5-BIE23	41,9	1,5	1,8
B2-B3	53,1	28	33,6	E5-E6	53,1	19,5	23,4
B3-BIE35	41,9	1,5	1,8	E6-BIE24	41,9	1,5	1,8
B3-B4	53,1	20	24	E6-E7	53,1	14,5	17,4
B4-BIE36	41,9	1,5	1,8	E7-BIE25	41,9	1,5	1,8
B4-B5	41,9	20	24	E7-E8	53,1	20	24
B5-BIE37	41,9	1,5	1,8	E8-BIE26	41,9	1,5	1,8
B-C	53,1	15	18	E8-E9	41,9	12	14,4
C-C1	53,1	3	3,6	E9-BIE27	41,9	1,5	1,8
C1-BIE10	41,9	1,5	1,8				

Tabla 76. Longitudes de cada tramo de tubería en protección contra incendios

Se considera que todas las tuberías tienen una rugosidad de 0,2 mm. Por otro lado, las cota a considerar son:

NUDOS	Cota (m)
Planta Baja	0
BIES Planta Baja	1,5
Doble Altura	3,2
BIES Doble Altura	4,7

Tabla 77. Cotas de los nudos para la protección contra incendios

La siguiente imagen muestra las cotas de los nudos y los diámetros por tramo, introducidos en EPANET 2.0

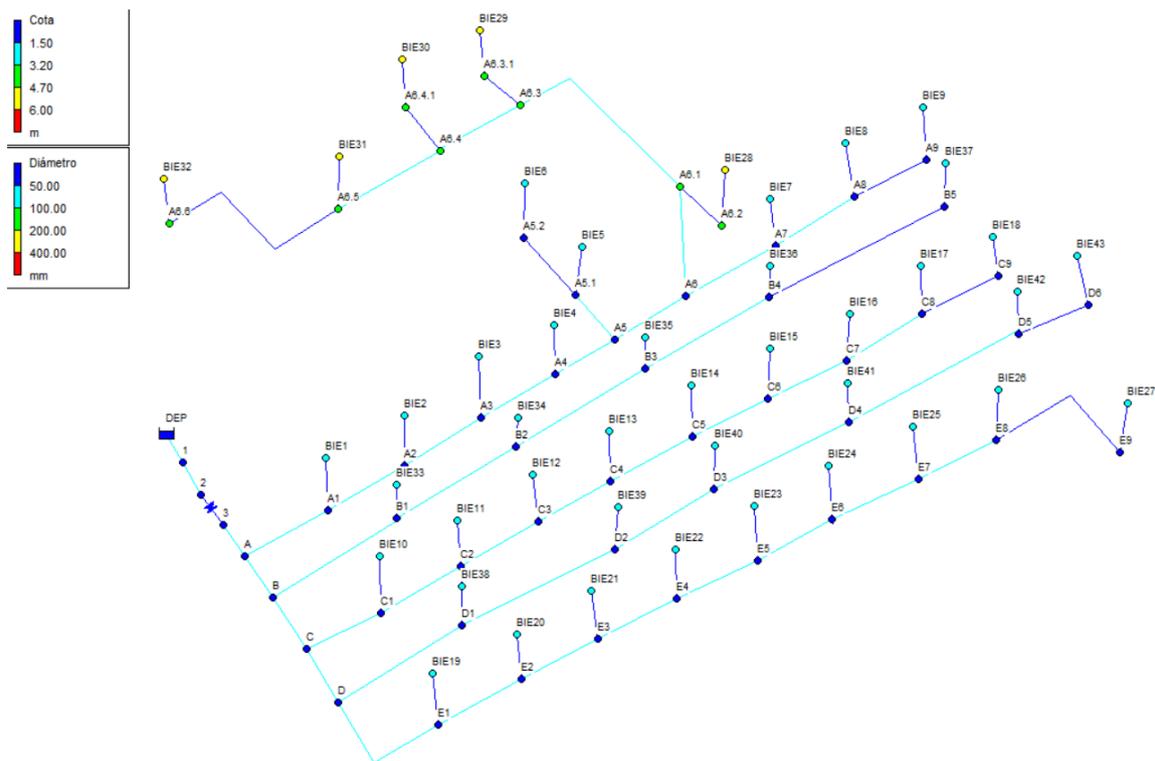


Figura 33. Diámetros de tubería y cotas de los nudos en protección contra incendios. Fuente: EPANET

### 5.2.2 Caudal a considerar para las BIES más desfavorables

Para la determinación de la altura de la bomba se indicará un caudal como demanda para las BIES más desfavorables. Posteriormente, este caudal variará al introducirse los datos comerciales de la bomba, cumpliendo que esté en un rango, que estará fijado por las presiones límites establecidas por el RIPCI.

$$Q(lpm) = K \cdot \sqrt{P(bar)} \quad (19)$$

Ecuación 19. Caudal aportado por una BIE

Presión	Caudal (l/min)
3 bar	72,75
6 bar	102,87

Tabla 78. Límite de caudal para la protección contra incendios

Para diseño se tomará la presión media de 4,5 bar (45,9 mca), que es un caudal de 89,1 l/min.

### 5.2.3 Válvulas a la salida del depósito

Para la salida del depósito se considerarán lo siguientes elementos:

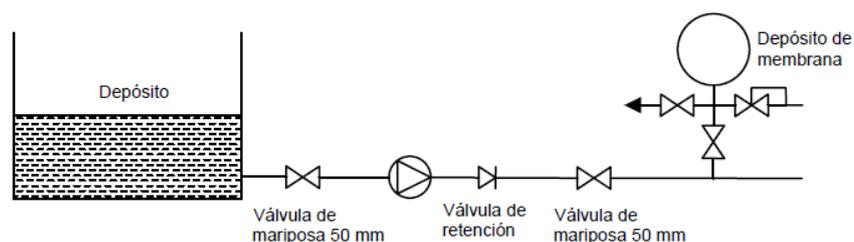


Figura 34. Detalle elementos a la salida del depósito PCI

- **Válvula de mariposa de 50 mm:** Con un factor de pérdidas igual a 0,5.
- **Estación de bombeo**
- **Válvula de retención y válvula de mariposa de 40 mm:** Con un factor de pérdidas de 7 y 0,5 respectivamente.
- **Calderín**

TRAMO	Dint (mm)	L(m)	Lcor(m)	k
DEP-1	53,1	4,5	5,4	0,5
1-2	40	0,1	0,12	7,5
3-4	53,1	4,5	5,4	0

Tabla 79. Longitud de tramos a la entrada y factor de pérdidas de las válvulas en cada tramo

### 5.2.4 Identificación de las BIES más desfavorables

Se evaluarán las parejas de BIES más desfavorables, fijando su caudal de 89,1 l/min y modificando la altura del depósito de alimentación hasta que se cumpla la presión en dichas BIES hasta 45,9 mca.

Las dos posibilidades para las BIES más desfavorables son las más alejadas del depósito, que son aquellas que tendrán una presión más desfavorable:

- **Conjunto formado por BIES 26 y 27**

Para la obtención de la presión necesaria, el depósito ficticio debería estar situado a una altura de 62,5 m.

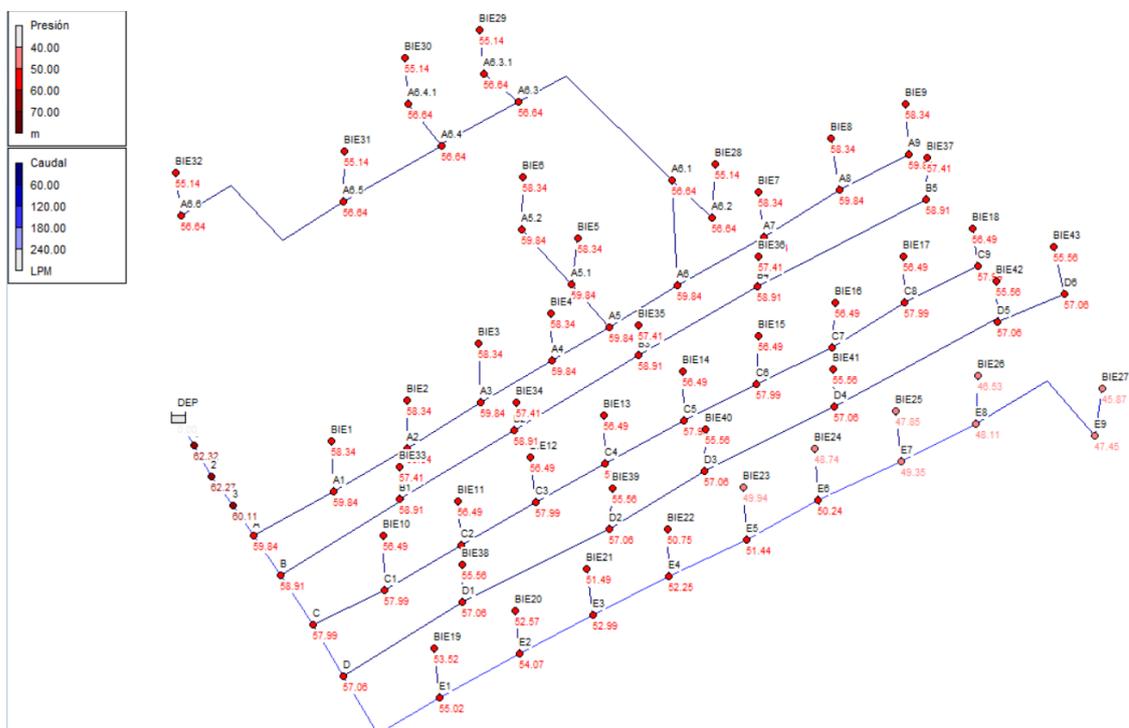


Figura 35. Identificación de presiones en BIES más desfavorables. Fuente: EPANET

- **Conjunto formado por BIES 31 y 32**

Para la obtención de la presión necesaria, el depósito ficticio debería estar situado a una altura de 63,2 m.

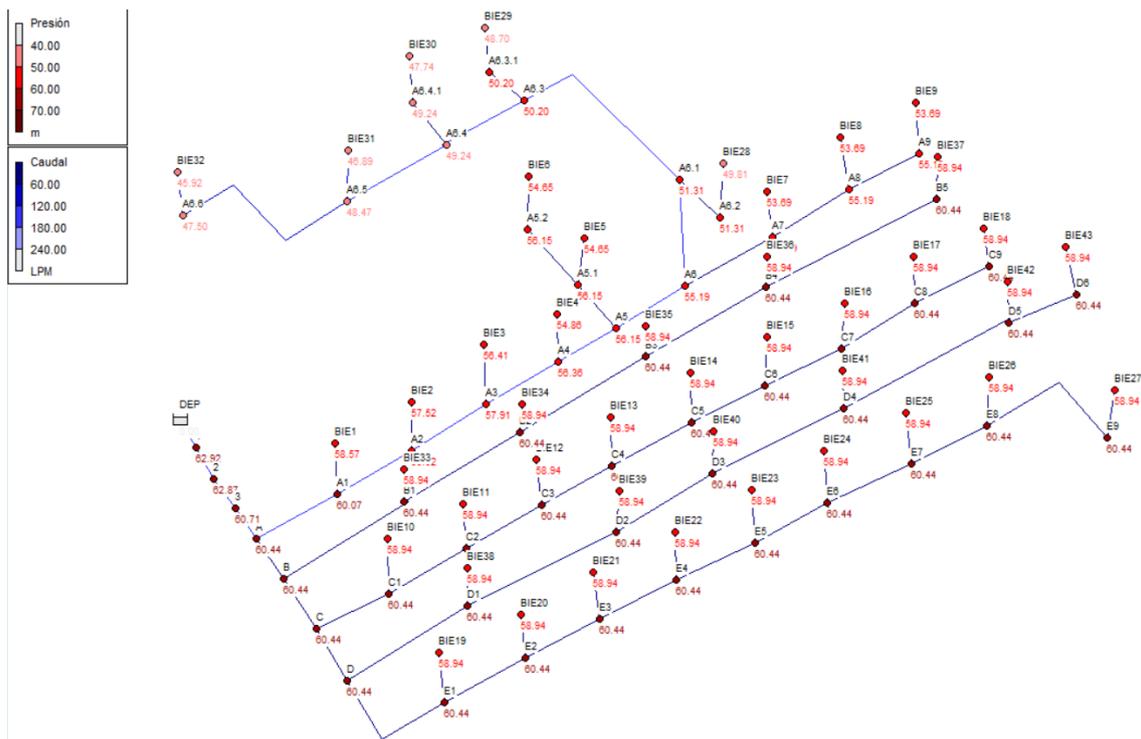


Figura 36. Identificación de presiones en BIES más desfavorables. Fuente: EPANET

De este modo la presión en la BIE más desfavorable es de 45,92 mca para una altura de depósito de 63,2 m, siendo el caso 2, formado por las BIES 31 y 32, el más desfavorable.

La bomba de incendios deberá ser capaz de aportar entre los 178,22 l/min con una presión aproximada de 63,2 mca. Con estos datos se procede a la selección de la bomba, indicada en el apartado 6.1.5 de este documento.

Una vez conocidas las BIES más desfavorables, se añade la curva de la bomba indicada en el apartado 6.1.5 de este documento y se sustituye la demanda de 89,1 l/min por el coeficiente emisor especificado:

$$K = 42 \frac{lpm}{\sqrt{bar}} = 13,15 \frac{lpm}{\sqrt{mca}} \quad (20)$$

Ecuación 20. Coeficiente emisor de la BIE

Con esto se simula el comportamiento real y se obtiene:

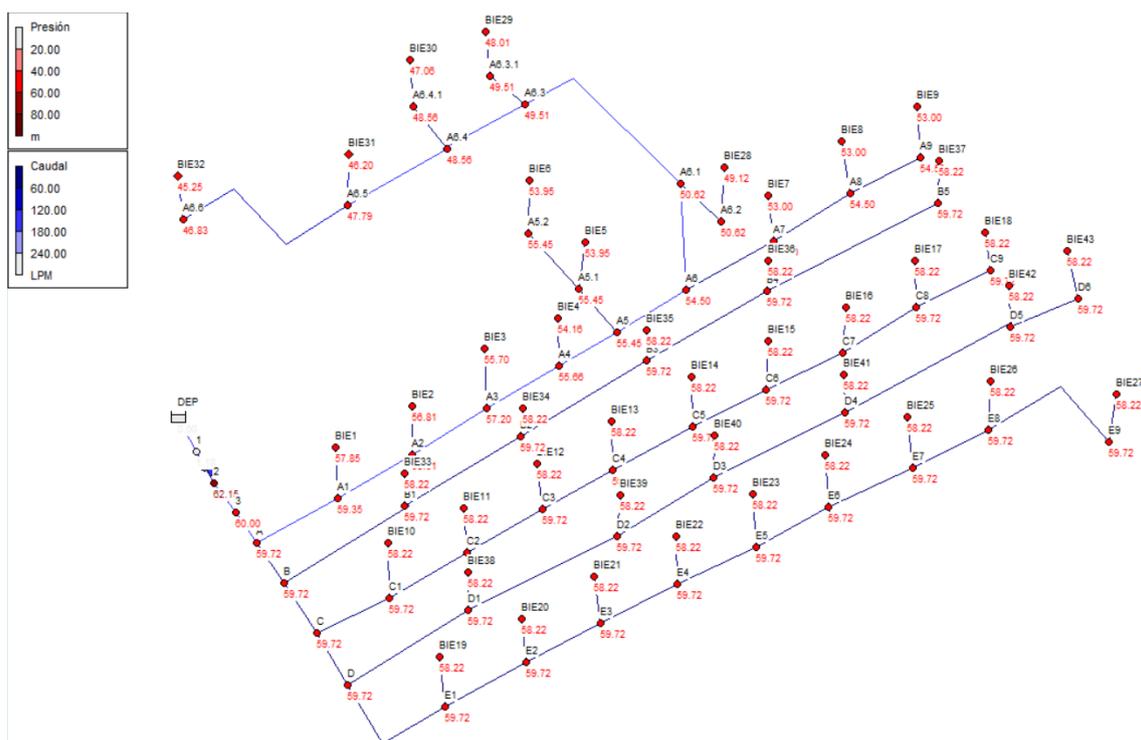


Figura 37. Identificación de presiones y caudales en las BIES más desfavorables con bomba comercial. Fuente: EPANET

Se obtienen para las BIES más desfavorables caudales de 88,46 y 89,39 l/min, lo cual se sitúa entre los límites establecidos, con una presión de 45,25 y 46,2 mca, estando las presiones también dentro de los límites. Con una presión aportada de la bomba de 62,15 mca.

### 5.2.5 Volumen del depósito para protección contra incendios

Según el RIPCI, la red de BIES deberá garantizar durante una hora, como mínimo, el caudal descargado por las dos BIES hidráulicamente más desfavorables.

Para asegurar que esta condición se cumpla para todas las parejas de BIES de la instalación una vez comprobada que las bombas son adecuadas, tal y como se demuestra en la figura 38, se cierran todas las BIES excepto las más favorables, para determinar el caudal máximo de la instalación.

La razón de este procedimiento es que las BIES más favorables (las más cercanas al depósito) serán las que trabajen a mayor presión y por tanto, tengan una mayor demanda de caudal. Al tener que garantizar el suministro durante una hora, esta es la posibilidad de mayor consumo y es para la que se debe garantizar dicho suministro. Una vez se garantice en este caso, el resto podrán trabajar más de una hora, cumpliendo así todas ellas con el RIPCI.

Las BIES más favorables en este caso son la BIE 1 y 2, en las cuales se establece el coeficiente emisor de 13,15, obtenido en la ecuación 20.

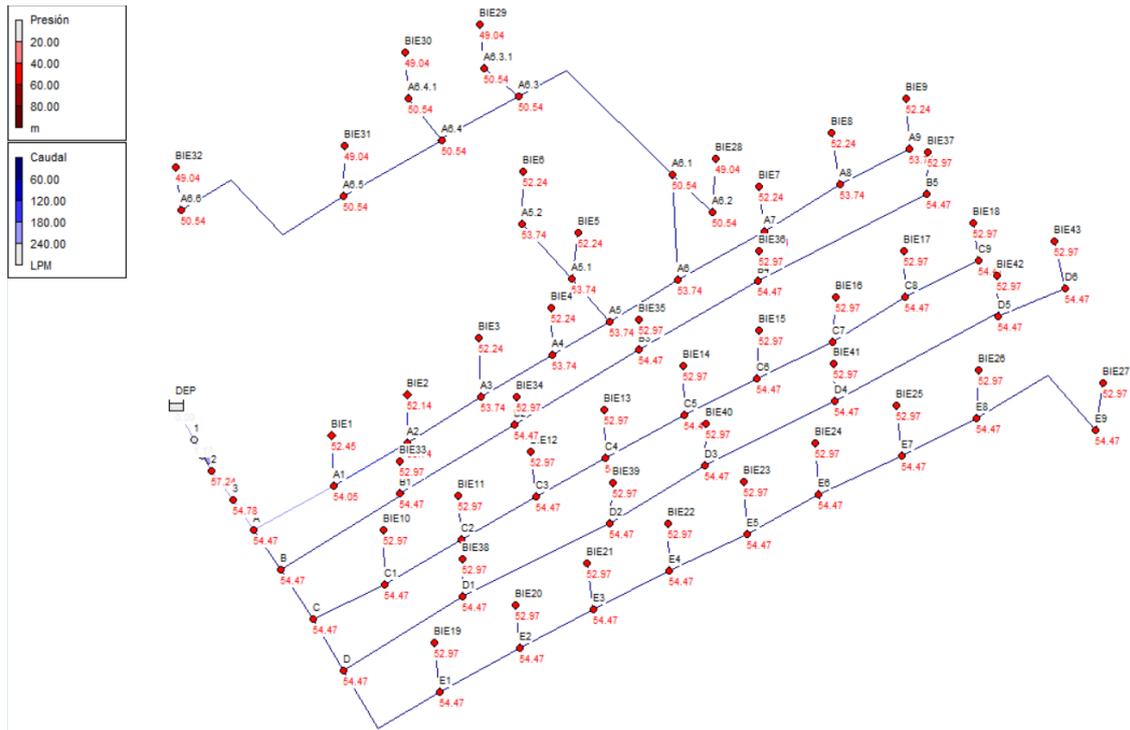


Figura 38. Identificación de presiones y caudales en las BIEs más favorables con bomba comercial. Fuente: EPANET

El caudal aportado por la bomba es 190,2 l/min, la BIE 1 tendrá un caudal de 95,24 l/min y la BIE 2 94,96 l/min. Y conocido el mayor caudal posible aportado por las bombas y sabiendo que el depósito debe tener un volumen tal que garantice que este caudal se mantenga durante una hora, se tiene que:

$$V_{\text{incendios}} = Q_{\text{max}} \left( \frac{\text{litros}}{\text{min}} \right) \cdot 60 \text{ (min)} \quad (21)$$

*Ecuación 21. Volumen depósito de protección contra incendios*

Con esto se obtiene que el volumen del depósito de incendios debe ser mínimo de 11.41 m<sup>3</sup>. Con este dato se busca un depósito comercial, con volumen superior, ya que este es el volumen útil, y el depósito tendrá un mínimo garantizado, para evitar la aspiración en vacío y debe tener un margen, por lo tanto se buscarán depósitos comerciales de 15 m<sup>3</sup>.



## **CAPÍTULO 6. INSTALACIÓN DE GAS**

### **6.1 MEMORIA DESCRIPTIVA**

La instalación de gas incluye desde el punto de acometida de la Red de Distribución General hasta la distribución en el interior de edificio.

#### **6.1.1 Legislación aplicable**

Para la elaboración de este capítulo y la realización de los cálculos justificativos correspondientes, la normativa aplicable es el RD 919/2006 sobre el Reglamento técnico de distribución y utilización de combustibles gaseosos y sus instrucciones técnicas complementarias ICG 01 a 11.

Por otro lado, se hará uso del Manual de Instalaciones Receptoras de Gas Natural, basado en el RD 1853/1993, que quedó derogado por el RD 919/2006, sin embargo, las instalaciones planteadas y las caídas máximas de presión permitidas continúan siendo válidas.

#### **6.1.2 Características de la instalación**

En todo el edificio, sólo existe consumo en la cocina de la cafetería. En esta parte de la instalación existe consumo por parte de 3 cocina-horno y una caldera de apoyo a la producción de ACS.

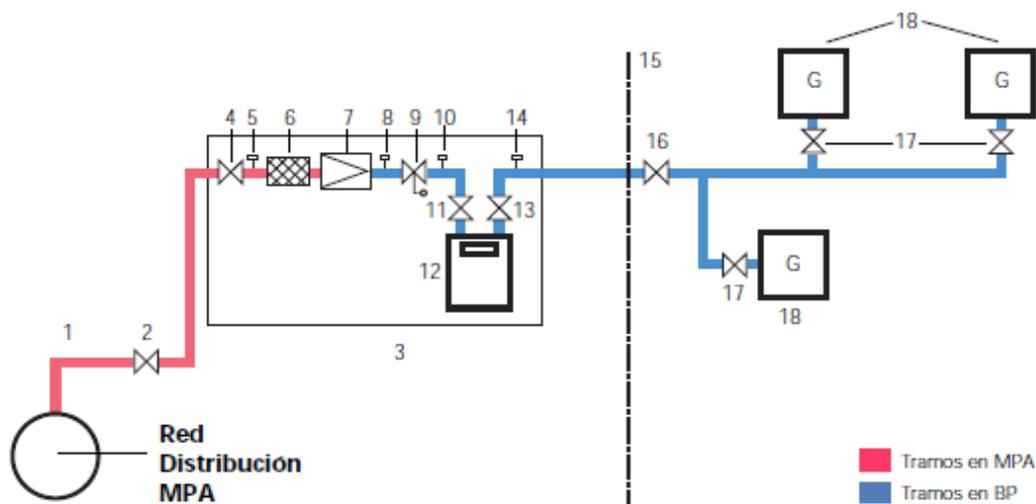
La composición del gas natural puede variar en función de su procedencia, se tienen en cuenta estas dos posibilidades (Gas Natural, 1998):

<b>Composición</b>	<b>Tipo 1</b>	<b>Tipo 2</b>
- Metano (CH <sub>4</sub> ):	85,2%	91,4%
- Etano (C <sub>2</sub> H <sub>6</sub> ):	13,6%	7,2%
- Hidrocarburos superiores:	0,4%	0,8%
- Nitrógeno (N <sub>2</sub> ):	0,8%	0,6%

*Tabla 80. Composición del gas natural. Fuente: (Gas Natural, 1998)*

Según indica Gas Natural, estos tienen un Poder Calorífico Superior (PCS) de 10.500 kcal/m<sup>3</sup> para el tipo 1 y 10.130 kcal/m<sup>3</sup> para el tipo 2 (Gas Natural, 1998).

La compañía suministradora indica que se dispone de gas Tipo 2, con una densidad relativa de 0,62.



1. Acometida.
2. Llave de acometida.
3. Armario del regulador y contador. El armario del regulador y contador se ubicará en el exterior, y si ello no es posible podrá ubicarse en el interior del local privado con autorización de la Empresa Suministradora.
4. Llave de regulador. Si la distancia hasta la llave de contador es corta, puede hacer las funciones de llave de contador.
5. Toma de presión a la entrada del regulador.
6. Filtro.
7. Regulador MPA/BP de modelo aceptado por el Grupo Gas Natural.
8. Toma de presión a la salida del regulador.
9. Válvula de seguridad por defecto de presión de rearme manual de modelo aceptado por el Grupo Gas Natural.
10. Toma de presión a la entrada del contador.
11. Llave de entrada del contador (si no hace sus funciones la llave de regulador).
12. Contador.
13. Llave de salida del contador (obligatoria a partir de G-16 incluido)
14. Toma de presión a la salida del contador.
15. Límite de local privado.
16. Llave de local privado. Puede estar situada en el exterior del local privado, pero ha de ser accesible desde el interior del mismo.
17. Llave de conexión de aparato.
18. Aparato de utilización.

Figura 39. Esquema instalación receptora en locales destinados a uso público. Fuente: (Gas Natural, 1998)

La acometida se realiza desde una red de media presión A (MPA) y al estar la cocina cercana al armario de regulación la distribución interior se realiza en baja presión, dado que la longitud de los conductos de distribución es reducida y por tanto las pérdidas asociadas serán reducidas.

La instalación cuenta con 2 placas de cocina de gas de 5,8 kW cada una, 2 hornos de 9 kW cada uno y una calientador de apoyo de 30 kW de gasto calorífico.

Tal como se indica en el apartado 6.2.1 de este capítulo, los elementos consumidores de gas en la instalación tienen los siguientes caudales nominales:

Aparato	PC (kW)	Q (m <sup>3</sup> /h)
PLACA	5,8	0,49
HORNO	9	0,76
CALDERA	30	2,55

Tabla 81. Potencias y caudales por aparato consumidor de gas

### 6.1.2.1 Acometida

La empresa suministradora realiza el suministro de gas en MPA garantizando 50 mbar en la llave de acometida. Esta llave de acometida está situada en la vía pública justo antes de la entrada al armario donde se ubica el armario de regulación y el contador.

El conducto de conexión desde el punto de acometida hasta el punto A de la instalación indicado en la figura 34, es propiedad de la compañía y se trata de un conducto enterrado de polietileno de DN32.

### 6.1.2.2 Armario de regulación

El armario de regulación es el elemento indicado como 3 en la figura 31. Aquí se encuentra el regulador de abonado para media presión A.

Este regulador se monta a la vez que la instalación receptora, intercalado entre la llave de abonado y el contador. En este caso se trata de un regulador con caudal inferior a 6 m<sup>3</sup>/h, dado que como se muestra en la memoria de cálculo anexa a este capítulo, el caudal de la acometida es de 4,185 m<sup>3</sup>/h. Será de tipo en escuadra.

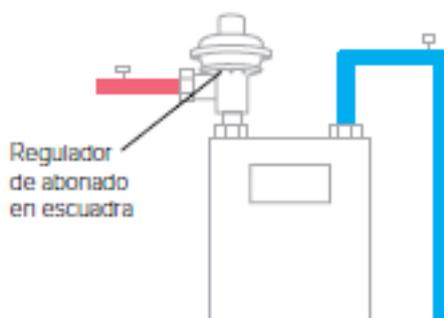


Tabla 82. Regulador de tipo en escuadra para instalación de gas. Fuente: (Gas Natural, 1998)

En el armario de regulación se instalará una válvula de seguridad por defecto de presión para caudal inferior a 6 m<sup>3</sup>/h. Esta válvula asegurará que se producirá una interrupción del suministro en caso de que la presión en este punto se encuentre por debajo de los 15 mbar.

### 6.1.2.3 Contador

El contador a instalar será de tipo G-4 que permite una circulación de caudal entre 0,04 y 6 m<sup>3</sup>/h. Este contador es de tipo pared deformable. Una ventaja de este tipo de contadores es que provocan una pérdida de carga reducida, lo que permite su uso para instalaciones receptoras de baja presión, que es el caso de esta instalación.

### 6.1.2.4 Elección de materiales para la instalación

Para todos los tramos de la instalación interior se emplearán tuberías de cobre, estos tubos deberán ser redondos sin soldadura suministrados en barra (estado duro) y no estando permitido el uso de tubo suministrado en rollo (estado blando). Este cobre cumplirá la normativa UNE 37-141. Las dimensiones de estos tubos se indican en la siguiente tabla:

Dext	Dint	Espesor	DN
12	10	1	10x12
15	13	1	13x15
18	16	1	16x18
22	20	1	20x22
28	26	1	26x28
35	33	1	33x35
42	40	1	40x42
54	51,6	1,2	51,6x54
64	61	1,5	61x64
76	73	1,5	73x76
89	85	2	85x89
108	104	2	104x108

Tabla 83. Características tubería cobre para gas. Fuente: Gas Natural

Para la instalación desde el punto de acometida hasta el armario de regulación se realizará en polietileno al estar la instalación enterrada, este tramo es propiedad de la compañía.

## 6.2 MEMORIA DE CÁLCULO

### 6.2.1 Caudal de la instalación

En primer lugar se debe conocer el caudal demandado por cada aparato de consumo, para ello se hace uso de la siguiente expresión:

$$Q_{\text{aparato}} = \frac{GC}{PCS} \quad (22)$$

Ecuación 22. Caudal nominal de un aparato de gas

Donde GC representa el gasto calorífico del aparato de gas expresado en kW y PCS es el poder calorífico superior del gas, expresado en KWh/m<sup>3</sup>(s).

Para calcular el caudal en cada tramo de la instalación se deben tener en cuenta la demanda de los aparatos aguas abajo y de este modo tener en cuenta un factor de simultaneidad para la determinación de este caudal. Tal como indica el Manual de Gas Natural, este caudal de simultaneidad se calcula como:

$$Q_{\text{simultáneo}} = A + B + \frac{C + D + \dots + N}{2} \quad (23)$$

Ecuación 23. Caudal nominal de un aparato de gas

Siendo A y B el caudal de los aparatos de mayor consumo y C,D...N el caudal del resto de aparatos.

### 6.2.2 Pérdida de carga y diámetro de las conducciones

Para tener en cuenta las pérdidas de carga derivadas de su paso por válvulas, codos y resto de accesorios se mayor la longitud de las conducciones en un 20%.

La siguiente imagen muestra el esquema de distribución de la instalación:

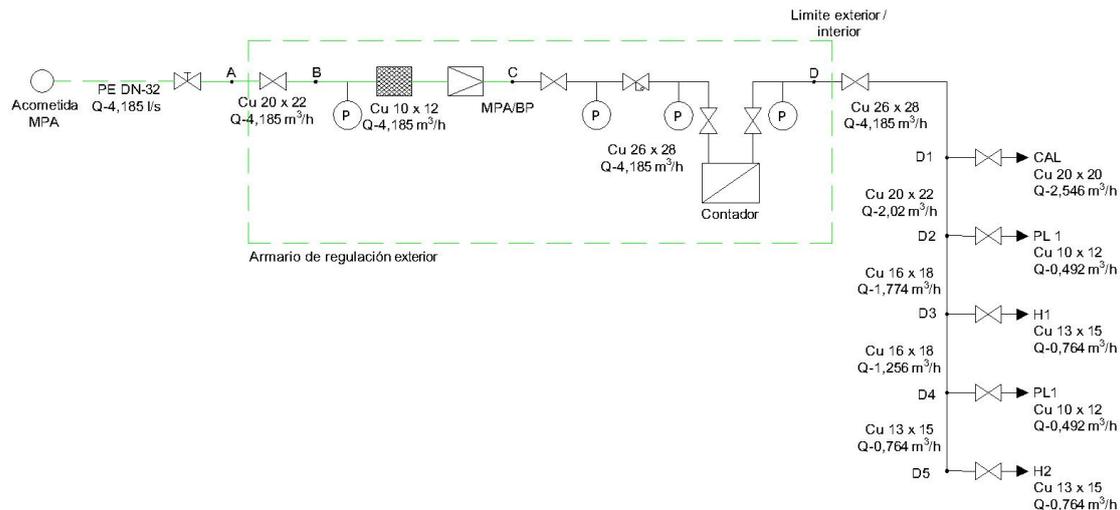


Figura 40. Esquema de la instalación de gas. Fuente: Gas Natural

Asociado a dicho esquema, se dispone de la siguiente tabla, que muestra las presiones mínimas que deben existir en los diferentes puntos de la instalación y las caídas de presión máximas admitidas.

Punto/Tramo	A	A-B	B	B-C Reg. abon.	C	C-D Contador y V.S. mín	D	D-E	E
P.mín. (mbar)	50		25	22 <sup>(1)</sup>	20,5		18,7		16,3
ΔP máx. (mbar)		25				Contador G-16 + G40 1,8		1,4 <sup>(2)</sup>	
Ø mín. (mm)		—						—	

<sup>(1)</sup> Presión de regulación.

<sup>(2)</sup> Este valor puede aumentarse hasta 2,0 mbar si corresponde colocar un contador de capacidad igual o inferior a G-6.

Tabla 84. Exigencias de la instalación de gas. Fuente: (Gas Natural, 1998)

De estas presiones mínimas, se toman como valores reales los 50 mbar en A ya que es el valor que garantiza la compañía suministradora, 20,5 bar en C a la salida del armario de regulación y 18,7 a la salida del contador (de este modo además de las pérdidas por fricción en los conductos, se tienen en cuenta las pérdidas de carga asociadas a los equipos). Además, dado que el contador a instalar es de tipo G-4 la caída de presión en el tramo C-D puede ser de 2 mbar en lugar de 1,8 mbar.

Para la determinación de las caídas de presión se empleará la expresión de Renouard para presiones en los conductos inferiores a 50 mbar:

$$P_1 - P_2 = 23200 \cdot d \cdot L \cdot \frac{Q^{1,82}}{D^{4,82}} \quad (24)$$

Ecuación 24. Caudal nominal de un aparato de gas

En estas ecuaciones  $P_1$  y  $P_2$  son las presiones absolutas al inicio y al final de un tramo de la instalación en mbar,  $d$  es la densidad relativa del gas,  $L$  la longitud equivalente (que se mayorará un 20%) en metros,  $Q$  el caudal en  $m^3(s)/h$  y  $D$  el diámetro interior de la conducción.

Conocidas las caídas de presión máximas permitidas en cada tramo, tal como muestra la tabla se determinará en primer lugar el diámetro, se buscará el diámetro comercial más próximo y se comprobarán que las presiones son adecuadas para ese diámetro seleccionado.

Dado que desde el punto D hasta los aparatos hay diferentes tramos, se utilizará un método de reparto de la pérdida de carga basado en el concepto de reparto de la pérdida de carga por metro lineal de conducto en la instalación.

### 6.2.3 Velocidad en las conducciones

La velocidad máxima admisible en las conducciones es de 20 m/s. Por tanto, una vez seleccionado el diámetro comercial, se debe comprobar que la velocidad no supera dicho valor, para ello se hace uso de la siguiente expresión:

$$V = 354 \cdot Q \left( \frac{m^3}{h} \right) \cdot P^{*-1} (bar) \cdot D^{-2} (mm) \quad (25)$$

*Ecuación 25. Velocidad máxima del gas*

Donde  $Q$  es el caudal que circula por el conducto,  $P$  la presión absoluta al final del tramo y  $D$  el diámetro interior del conducto.

### 6.2.4 Resumen de cálculo

A partir de las ecuaciones anteriores se procede a determinar el diámetro comercial de los conductos.

NUDO INI	NUDO FIN	$P_{min\_fin}$ (mbar)	$\Delta P_{diseño}$ (mbar)	L (m)	Leq (m)	Q ( $m^3/h$ )	D (mm)	Material	Tipo 2
-	A	50	-	-	-	-	-	-	-
A	B	25	25	100	120	4,185	17,33	Cu	20x22
B	C	20,5	4,5	1	1,2	4,185	9,51	Cu	10x12
C	D	18,7	1,8	1	1,2	4,185	11,50	Cu	13x15
D	D1		1,052	11,5	13,8	4,185	21,34	Cu	26x28
D1	CAL	16,3	0,027	0,3	0,36	2,546	17,69	Cu	20x22
D1	D2		0,183	2	2,4	2,020	16,21	Cu	20x22
D2	PL1	16,3	0,027	0,3	0,36	0,492	9,51	Cu	10x12
D2	D3		0,046	0,5	0,6	1,774	15,44	Cu	16x18
D3	H1	16,3	0,027	0,3	0,36	0,764	11,23	Cu	13x15
D3	D4		0,046	0,5	0,6	1,256	13,55	Cu	16x18
D4	PL2	16,3	0,027	0,3	0,36	0,492	9,51	Cu	10x12
D4	D5		0,046	0,5	0,6	0,764	11,23	Cu	13x15
D5	H2	16,3	0,027	0,3	0,36	0,764	11,23	Cu	13x15

*Tabla 85. Resumen de cálculo instalación de gas*

Se observa que el diámetro del tramo D-D1 es superior al diámetro anterior del tramo C-D, por lo que para evitar cambios en las dimensiones de los conductos, se aumenta el diámetro de este tramo C-D para que en baja presión no existan cambios bruscos de diámetro.

El tramo de media presión A antes del regulador pueden ser diámetros más reducidos que en baja presión, por lo que los tramos A-B y B-C se consideran adecuadas.

Con esto, se fijan los diámetros comerciales para cada tramo y se determina el incremento de presión producido, la presión al final del tramo y la velocidad de circulación del gas.

NUDO INI	NUDO FIN	Q (m <sup>3</sup> /h)	DN	Dint (mm)	$\Delta P$ (mbar)	$\Delta P_{\text{equip}}$ (mbar)	P2 (mbar)	V
A	B	4,185	20x22	20	12,517	-	37,483	3,52
B	C	4,185	10x12	10	3,536	13,447	20,500	14,33
C	D	4,185	26x28	26	0,035	1,765	18,700	2,12
D	D1	4,185	26x28	26	0,406	-	18,294	2,12
D1	CAL	2,546	20x22	20	0,015	-	18,278	2,18
D1	D2	2,020	20x22	20	0,067	-	18,212	1,73
D2	PL1	0,492	10x12	10	0,022	-	18,190	1,69
D2	D3	1,774	16x18	16	0,038	-	18,152	2,38
D3	H1	0,764	13x15	13	0,014	-	18,138	1,55
D3	D4	1,256	16x18	16	0,021	-	18,118	1,68
D4	PL2	0,492	10x12	10	0,022	-	18,096	1,69
D4	D5	0,764	13x15	13	0,023	-	18,074	1,55
D5	H2	0,764	13x15	13	0,014	-	18,060	1,55

Tabla 86. Comprobación instalación de gas

El término  $\Delta P_{\text{equip}}$  hace referencia a la pérdida de presión que provocan tanto el regulador como el contador, para dar la presión al final del tramo que asegura la compañía suministradora.

Se comprueba que tanto las presiones al final del conducto son superiores a las mínimas indicadas en la tabla 74, e igual ocurre con los incrementos de presión que ocurren. Por último, se observa que todas las velocidades están muy por debajo de los 20 m/s máximos posibles para la circulación del gas, por lo que se concluye que el diámetro de los conductos es adecuado.



## CAPÍTULO 7. BIBLIOGRAFÍA

- ADEQUA. (2020). Obtenido de Tubería de drenaje: [https://adequa.es/wp-content/uploads/2018/09/TUBERIA-DRENAJE\\_final.pdf](https://adequa.es/wp-content/uploads/2018/09/TUBERIA-DRENAJE_final.pdf)
- Ajuntament de València. (2016). Obtenido de Ordenanza municipal y normativa para obras de saneamiento: <https://www.ciclointegraldelagua.com/files/normativa/Ordenanza-Municipal-Saneamiento.pdf>
- Beltrán Rodríguez, M. (Julio de 2020). Centro de Estudios Tecnológicos Avanzados Groundscape. *Trabajo Final de Máster en Arquitectura*.
- Ciclo integral del agua. (14 de Septiembre de 2004). *Reglamento del Servicio de Abastecimiento de Agua Potable de la Ciudad de Valencia*. Valencia, Valencia, España.
- CONTHIDRA. (2020). *Contadores MST*. Obtenido de <https://cohisa.com/>
- Culligan. (2020). *Filtro EASY A 1"*. Obtenido de <https://www.culligan.es/>
- DB-HE Ahorro de Energía. (20 de Diciembre de 2019). *Código Técnico de la Edificación*. España.
- DB-HS Salubridad. (20 de Diciembre de 2019). *Código Técnico de la Edificación*. España.
- DB-SI Seguridad en Caso de Incendio. (20 de Diciembre de 2019). *Código Técnico de la Edificación*. España.
- EBARA. (2020). Obtenido de Evacuación aguas residuales y pluviales: [http://ebaras.es/wp-content/uploads/2015/03/SANIRELEVMAXI/Sanirelev\\_Maxi.pdf](http://ebaras.es/wp-content/uploads/2015/03/SANIRELEVMAXI/Sanirelev_Maxi.pdf)
- Europlast. (2020). *Depósitos prefabricados para la protección contra incendios*. Obtenido de <https://www.europlast-sl.com/>
- EXPOWER. (2020). *Grupo BIE Alarma Armario Sunglass 3v*. Obtenido de <http://www.expower.es/incendio.php?codigo=grupo-bie-alarma-armario-sunglass3v-vertical>
- Fuertes, V., García-Serra, J., López, G., & Iglesias, P. L. (2020). Instalaciones de producción y distribución de agua caliente sanitaria (A.C.S.). *Departamento de Ingeniería Hidráulica y Medio Ambiente*. Valencia, Valencia, España: Universitat Politècnica de València.
- Fuertes, V., García-Serra, J., López, G., & Iglesias, P. L. (2020). Instalaciones de suministro de agua en la edificación. *Departamento de Ingeniería Hidráulica y Medio Ambiente*. Valencia, Valencia, España: Universitat Politècnica de València.
- Fuertes, V., García-Serra, J., López, G., & Iglesias, P. L. (2020). Tipología de las instalaciones de fluidos. *Departamento de Ingeniería Hidráulica y Medio Ambiente*. Valencia, Valencia, España: Universitat Politècnica de Valencia.

- Fuertes, V., García-Serra, J., López, G., Iglesias, P. L., & Soriano, J. (2020). Análisis y diseño de instalaciones de fluidos. *Departamento de Instalaciones Hidráulicas y Medio Ambiente*. Valencia, Valencia, España: Universitat Politècnica de València.
- Fuertes, V., Jorge, G.-S., López, G., & Iglesias, P. L. (2020). Instalaciones de saneamiento en la edificación. *Departamento de Ingeniería Hidráulica y Medio Ambiente*. Valencia, Valencia, España: Universitat Politècnica de València.
- Gas Natural. (1998). *Manual de instalaciones receptoras*. España.
- GRUNDFOS. (2020). *Estaciones de bombeo para protección contra incendios FIRE HYDRO CR*. Obtenido de [https://es.grundfos.com/bombas\\_grundfos/bombas\\_sistemas\\_bombeo/fire-hydro-une/\\_jcr\\_content/tabbedpanel/brochures/download\\_list/downloads/download/file/file.res/Contra%20incendios\\_Fire%20Hydro%20CR%20UNE\\_Catalogo\\_0810.pdf](https://es.grundfos.com/bombas_grundfos/bombas_sistemas_bombeo/fire-hydro-une/_jcr_content/tabbedpanel/brochures/download_list/downloads/download/file/file.res/Contra%20incendios_Fire%20Hydro%20CR%20UNE_Catalogo_0810.pdf)
- Guía Técnica de Aplicación: RIPCI. (22 de Mayo de 2017). *Ministerio de Economía, Industria y Competitividad*. España.
- Junkers. (2020). *Acumuladores solares*. Obtenido de <https://www.junkers.es/>
- Junkers. (2020). Captador Solar FKT-2S. España.
- Monge Redondo, M. Á. (2020). *De las conducciones y algunos aspectos relacionados con su cálculo*. Obtenido de iagua: <https://www.iagua.es/blogs/miguel-angel-monge-redondo/conducciones-y-algunos-aspectos-relacionados-calculo>
- Reglamento de Instalaciones de Protección Contra Incendios. (12 de Junio de 2017). *BOE*. España.
- Rubio Requena, P. M. (1973). Instalaciones sanitarias. *Instalaciones sanitarias. Instalaciones de gases combustibles. Instalaciones de protección contra incendios*.
- UPONOR. (2020). Tubo Multicapa.
- URALITA. (2019). *Sistemas de ventilación y cierre hidráulico*.
- Vivilnit. (2020). Tubo Polietileno.

# **PRESUPUESTO**



## **CAPÍTULO 1. PRESUPUESTO INSTALACIÓN DE FONTANERÍA**

### 1.1 PRESUPUESTO INSTALACIÓN DE FONTANERIA UNITARIO DESCOMPUESTO

Código	Ud	Descripción	Total	
<b>1.1 Fontanería</b>				
<b>1.1.1 Acometidas</b>				
<b>1.1.1.1</b>	<b>Ud</b>	Acometida enterrada de abastecimiento de agua potable de 12,5 m de longitud, formada por tubo de polietileno PE 63, de 63 mm de diámetro exterior, PN=10 atm y 3,8 mm de espesor y llave de corte alojada en arqueta de obra de fábrica.		
6,781	m³	Hormigón HM-20/P/20/I, fabricado en central.	62,890 €	426,46 €
9,537	m³	Arena de 0 a 5 mm de diámetro.	10,390 €	99,09 €
1,000	Ud	Collarín de toma en carga de PP, para tubo de polietileno, de 63 mm de diámetro exterior, según UNE-EN ISO 15874-3.	2,570 €	2,57 €
12,500	m	Acometida de polietileno PE 63, de 63 mm de diámetro exterior, PN=10 atm y 3,8 mm de espesor, según UNE-EN 12201-2, incluso p/p de accesorios de conexión y piezas especiales.	3,010 €	37,63 €
56,000	Ud	Ladrillo cerámico perforado (panal), para revestir, 24x11,5x9 cm, según UNE-EN 771-1.	0,150 €	8,40 €
0,088	m³	Agua.	1,330 €	0,12 €
0,035	t	Mortero industrial para albañilería, de cemento, color gris, categoría M-5 (resistencia a compresión 5 N/mm²), suministrado en sacos, según UNE-EN 998-2.	27,400 €	0,96 €
0,045	t	Mortero industrial para albañilería, de cemento, color gris, con aditivo hidrófugo, categoría M-15 (resistencia a compresión 15 N/mm²), suministrado en sacos, según UNE-EN 998-2.	33,810 €	1,52 €
1,000	Ud	Marco y tapa de fundición dúctil de 50x50 cm, según Compañía Suministradora.	14,670 €	14,67 €
1,000	Ud	Válvula de esfera de latón niquelado para roscar de 2", con mando de cuadradillo.	24,570 €	24,57 €
0,300	m	Tubo de PVC liso, de varios diámetros.	5,030 €	1,51 €
11,328	h	Compresor portátil eléctrico 5 m³/min de caudal.	6,120 €	69,33 €
11,328	h	Martillo neumático.	3,620 €	41,01 €
31,239	h	Oficial 1ª construcción.	17,240 €	538,56 €
15,920	h	Peón ordinario construcción.	15,920 €	253,45 €
46,859	h	Oficial 1ª fontanero.	17,820 €	835,03 €
23,430	h	Ayudante fontanero.	16,100 €	377,22 €
5,000	%	Costes directos complementarios	2,732,100 €	136,61 €
		10,000 % Costes indirectos	2,868,710 €	<b>286,87 €</b>
<b>Precio total por Ud</b>				<b>3.155,58 €</b>

### 1.1.2 Tubos de alimentación

<b>1.1.2.1</b>	<b>m</b>	Tubería para alimentación de agua potable, colocada superficialmente, formada por tubo de polietileno/aluminio/polietileno reticulado (PE/Al/PE-X), de 63 mm de diámetro exterior y 5,8 mm de espesor.		
1,000	Ud	Material auxiliar para montaje y sujeción a la obra de las tuberías multicapa de polietileno/aluminio/polietileno reticulado (PE/Al/PE-X), de 63 mm de diámetro exterior.	0,710 €	0,71 €
1,000	m	Tubo de polietileno/aluminio/polietileno reticulado (PE/Al/PE-X), de 63 mm de diámetro exterior y 5,8 mm de espesor según UNE-EN ISO 21003-1, con el precio incrementado el 30% en concepto de accesorios y piezas especiales.	18,430 €	18,43 €
0,068	h	Oficial 1º fontanero.	17,820 €	1,21 €
0,068	h	Ayudante fontanero.	16,100 €	1,09 €
5,000	%	Costes directos complementarios	21,440 €	1,07 €
		10,000 % Costes indirectos	22,510 €	<b>2,25 €</b>
<b>Precio total por m</b>				<b>24,76 €</b>

### 1.1.3 Contadores

<b>1.1.3.1</b>	<b>Ud</b>	Instalación de contador general de agua de 1" DN 25 mm, colocado en hornacina, con llave de corte general de esfera.		
2,000	Ud	Válvula de esfera de latón niquelado para roscar de 1".	6,860 €	13,72 €
1,000	Ud	Grifo de comprobación de latón, para roscar, de 1".	6,440 €	6,44 €
1,000	Ud	Válvula de retención de latón para roscar de 1".	3,620 €	3,62 €
1,000	Ud	Marco y tapa de fundición dúctil de 30x30 cm, según Compañía Suministradora.	8,280 €	8,28 €
1,000	Ud	Material auxiliar para instalaciones de fontanería.	0,980 €	0,98 €
0,938	h	Oficial 1º fontanero.	17,820 €	16,72 €
0,469	h	Ayudante fontanero.	16,100 €	7,55 €
5,000	%	Costes directos complementarios	57,310 €	2,87 €
		10,000 % Costes indirectos	60,180 €	<b>6,02 €</b>
<b>Precio total por Ud</b>				<b>66,20 €</b>

<b>1.1.3.2</b>	<b>Ud</b>	Contador de agua fría de lectura directa, de chorro múltiple, caudal nominal de 10 m3/h, diámetro DN25, temperatura máxima 50 grados, presión máxima 16 bar, válvulas de esfera con conexiones roscadas hembra de DN25 de diámetro.		
1,000	Ud	Contador de agua fría de lectura directa	33,690 €	33,69 €
1,000	Ud	Material auxiliar para instalaciones de fontanería.	2,100 €	2,10 €
0,429	h	Oficial 1º fontanero	18,130 €	7,78 €
0,315	h	Ayudante fontanero.	16,400 €	5,17 €
5,000	%	Costes directos complementarios	48,740 €	2,44 €
		10,000 % Costes indirectos	51,180 €	<b>5,12 €</b>
<b>Precio total por Ud</b>				<b>56,30 €</b>

### 1.1.4 Montantes

<b>1.1.4.1</b>	<b>m</b>	Tubería para montante de fontanería, colocada superficialmente, formada por tubo de polietileno/aluminio/polietileno reticulado (PE/Al/PE-X), de 40 mm de diámetro exterior y 3,7 mm de espesor.		
1,000	Ud	Material auxiliar para montaje y sujeción a la obra de las tuberías multicapa de polietileno/aluminio/polietileno reticulado (PE/Al/PE-X), de 40 mm de diámetro exterior.	0,350 €	0,35 €

Proyecto de las instalaciones hidráulicas y de extinción de incendios de un centro de estudios tecnológico avanzado en Benimàmet (València)

1,000	m	Tubo de polietileno/aluminio/polietileno reticulado (PE/Al/PE-X), de 40 mm de diámetro exterior y 3,7 mm de espesor según UNE-EN ISO 21003-1, con el precio incrementado el 15% en concepto de accesorios y piezas especiales.	8,150 €	8,15 €
0,049	h	Oficial 1º fontanero.	17,820 €	0,87 €
0,049	h	Ayudante fontanero.	16,100 €	0,79 €
5,000	%	Costes directos complementarios	10,160 €	0,51 €
		10,000 % Costes indirectos	10,670 €	<b>1,07 €</b>
<b>Precio total por m</b>				<b>11,74 €</b>

**1.1.5 Instalación interior**

**1.1.5.1 m** Tubería para instalación interior de fontanería, colocada superficialmente, formada por tubo de polietileno/aluminio/polietileno reticulado (PE/Al/PE-X), de 16 mm de diámetro exterior y 2 mm de espesor.

1,000	Ud	Material auxiliar para montaje y sujeción a la obra de las tuberías multicapa de polietileno/aluminio/polietileno reticulado (PE/Al/PE-X), de 16 mm de diámetro exterior.	0,030 €	0,03 €
1,000	m	Tubo de polietileno/aluminio/polietileno reticulado (PE/Al/PE-X), de 16 mm de diámetro exterior y 2 mm de espesor según UNE-EN ISO 21003-1, con el precio incrementado el 10% en concepto de accesorios y piezas especiales.	0,740 €	0,74 €
0,030	h	Oficial 1º fontanero.	17,820 €	0,53 €
0,030	h	Ayudante fontanero.	16,100 €	0,48 €
5,000	%	Costes directos complementarios	1,780 €	0,09 €
		10,000 % Costes indirectos	1,870 €	<b>0,19 €</b>

**Precio total por m**

**2,06 €**

**1.1.5.2 m** Tubería para instalación interior de fontanería, colocada superficialmente, formada por tubo de polietileno/aluminio/polietileno reticulado (PE/Al/PE-X), de 25 mm de diámetro exterior y 2,5 mm de espesor.

1,000	Ud	Material auxiliar para montaje y sujeción a la obra de las tuberías multicapa de polietileno/aluminio/polietileno reticulado (PE/Al/PE-X), de 25 mm de diámetro exterior.	0,070 €	0,07 €
1,000	m	Tubo de polietileno/aluminio/polietileno reticulado (PE/Al/PE-X), de 25 mm de diámetro exterior y 2,5 mm de espesor según UNE-EN ISO 21003-1, con el precio incrementado el 10% en concepto de accesorios y piezas especiales.	1,620 €	1,62 €
0,040	h	Oficial 1º fontanero.	17,820 €	0,71 €
0,040	h	Ayudante fontanero.	16,100 €	0,64 €
5,000	%	Costes directos complementarios	3,040 €	0,15 €
		10,000 % Costes indirectos	3,190 €	<b>0,32 €</b>

**Precio total por m**

**3,51 €**

**1.1.5.3 m** Tubería para instalación interior de fontanería, colocada superficialmente, formada por tubo de polietileno/aluminio/polietileno reticulado (PE/Al/PE-X), de 32 mm de diámetro exterior y 3,1 mm de espesor.

1,000	Ud	Material auxiliar para montaje y sujeción a la obra de las tuberías multicapa de polietileno/aluminio/polietileno reticulado (PE/Al/PE-X), de 32 mm de diámetro exterior.	0,120 €	0,12 €
-------	----	---	---------	--------

Proyecto de las instalaciones hidráulicas y de extinción de incendios de un centro de estudios tecnológico avanzado en Benimàmet (València)

1,000	m	Tubo de polietileno/aluminio/polietileno reticulado (PE/Al/PE-X), de 32 mm de diámetro exterior y 3,1 mm de espesor según UNE-EN ISO 21003-1, con el precio incrementado el 10% en concepto de accesorios y piezas especiales.	2,730 €	2,73 €
0,050	h	Oficial 1º fontanero.	17,820 €	0,89 €
0,050	h	Ayudante fontanero.	16,100 €	0,81 €
5,000	%	Costes directos complementarios	4,550 €	0,23 €
		10,000 % Costes indirectos	4,780 €	<b>0,48 €</b>
<b>Precio total por m</b>				<b>5,26 €</b>
<b>1.1.5.4</b>	<b>m</b>	Tubería para instalación interior de fontanería, colocada superficialmente, formada por tubo de polietileno/aluminio/polietileno reticulado (PE/Al/PE-X), de 40 mm de diámetro exterior y 3,7 mm de espesor.		
1,000	Ud	Material auxiliar para montaje y sujeción a la obra de las tuberías multicapa de polietileno/aluminio/polietileno reticulado (PE/Al/PE-X), de 40 mm de diámetro exterior.	0,350 €	0,35 €
1,000	m	Tubo de polietileno/aluminio/polietileno reticulado (PE/Al/PE-X), de 40 mm de diámetro exterior y 3,7 mm de espesor según UNE-EN ISO 21003-1, con el precio incrementado el 10% en concepto de accesorios y piezas especiales.	7,800 €	7,80 €
0,050	h	Oficial 1º fontanero.	17,820 €	0,89 €
0,050	h	Ayudante fontanero.	16,100 €	0,81 €
2,000	%	Costes directos complementarios	9,850 €	0,20 €
		10,000 % Costes indirectos	10,050 €	<b>1,01 €</b>
<b>Precio total por m</b>				<b>11,06 €</b>
<b>1.1.5.5</b>	<b>m</b>	Tubería para instalación interior de fontanería, colocada superficialmente, formada por tubo de polietileno/aluminio/polietileno reticulado (PE/Al/PE-X), de 50 mm de diámetro exterior y 4,6 mm de espesor.		
1,000	Ud	Material auxiliar para montaje y sujeción a la obra de las tuberías multicapa de polietileno/aluminio/polietileno reticulado (PE/Al/PE-X), de 50 mm de diámetro exterior.	0,460 €	0,46 €
1,000	m	Tubo de polietileno/aluminio/polietileno reticulado (PE/Al/PE-X), de 50 mm de diámetro exterior y 4,6 mm de espesor según UNE-EN ISO 21003-1, con el precio incrementado el 10% en concepto de accesorios y piezas especiales.	10,200 €	10,20 €
0,060	h	Oficial 1º fontanero.	17,820 €	1,07 €
0,060	h	Ayudante fontanero.	16,100 €	0,97 €
5,000	%	Costes directos complementarios	12,700 €	0,64 €
		10,000 % Costes indirectos	13,340 €	<b>1,33 €</b>
<b>Precio total por m</b>				<b>14,67 €</b>
<b>1.1.6 Elementos</b>				
<b>1.1.6.1</b>	<b>Ud</b>	Válvula de compuerta de latón fundido, de diámetro 1".		
1,000	Ud	Válvula de compuerta de latón fundido, para roscar, de 1".	6,730 €	6,73 €
1,000	Ud	Material auxiliar para instalaciones de fontanería.	0,980 €	0,98 €
0,179	h	Oficial 1º fontanero.	17,820 €	3,19 €
0,179	h	Ayudante fontanero.	16,100 €	2,88 €
5,000	%	Costes directos complementarios	13,780 €	0,69 €

Proyecto de las instalaciones hidráulicas y de extinción de incendios de un centro de estudios tecnológico avanzado en Benimàmet (València)

		10,000	% Costes indirectos	14,470 €	<b>1,45 €</b>
<b>Precio total por Ud</b>				<b>15,92 €</b>	
<b>1.1.6.2</b>	<b>Ud</b>	Grifo de latón cromado, de 1/2" de diámetro.			
1,000	Ud	Válvula de asiendo de PE de 16 mm de diámetro		4,390 €	4,39 €
1,000	Ud	Material auxiliar para instalaciones de fontanería.		0,980 €	0,98 €
0,098	h	Oficial 1º fontanero.		17,820 €	1,75 €
0,098	h	Ayudante fontanero.		16,100 €	1,58 €
5,000	%	Costes directos complementarios		8,700 €	0,44 €
		10,000	% Costes indirectos	9,140 €	<b>0,91 €</b>
<b>Precio total por Ud</b>				<b>10,05 €</b>	
<b>1.1.6.3</b>	<b>Ud</b>	Válvula de retención de latón para roscar de 1".			
1,000	Ud	Válvula de retención de latón para roscar de 1".		3,620 €	3,62 €
1,000	Ud	Material auxiliar para instalaciones de fontanería.		0,980 €	0,98 €
0,146	h	Oficial 1º fontanero.		17,820 €	2,60 €
0,146	h	Ayudante fontanero.		16,100 €	2,35 €
5,000	%	Costes directos complementarios		9,550 €	0,48 €
		10,000	% Costes indirectos	10,030 €	<b>1,00 €</b>
<b>Precio total por Ud</b>				<b>11,03 €</b>	
<b>1.1.6.4</b>	<b>Ud</b>	Filtro retenedor de residuos de latón, con rosca de 1".			
1,000	Ud	Filtro retenedor de residuos de latón de tipo KY, con umbral de filtrado entre 25 y 50 micrometros, con maya de acero inoxidable y baño de plata, con rosca de 1", para una presión máxima de trabajo de 16 bar y una temperatura máxima de 110°C.		9,010 €	9,01 €
1,000	Ud	Material auxiliar para instalaciones de fontanería.		0,980 €	0,98 €
0,146	h	Oficial 1º fontanero.		17,820 €	2,60 €
0,146	h	Ayudante fontanero.		16,100 €	2,35 €
2,000	%	Costes directos complementarios		14,940 €	0,30 €
		10,000	% Costes indirectos	15,240 €	<b>1,52 €</b>
<b>Precio total por Ud</b>				<b>16,76 €</b>	
<b>1.1.6.5</b>	<b>Ud</b>	Válvula de compuerta de latón fundido, de diámetro 1".			
1,000	Ud	Válvula de compuerta de latón fundido, para roscar, de 1".		6,730 €	6,73 €
1,000	Ud	Material auxiliar para instalaciones de fontanería.		0,980 €	0,98 €
0,179	h	Oficial 1º fontanero.		17,820 €	3,19 €
0,179	h	Ayudante fontanero.		16,100 €	2,88 €
5,000	%	Costes directos complementarios		13,780 €	0,69 €
		10,000	% Costes indirectos	14,470 €	<b>1,45 €</b>
<b>Precio total por Ud</b>				<b>15,92 €</b>	

## 1.2 PRESUPUESTO Y MEDICIONES DE INSTALACIÓN DE FONTANERÍA POR PARTIDA

Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe
<b>1.1 Fontanería</b>					
<b>1.1.1 Acometidas</b>					
1.1.1.1	Ud	Acometida enterrada de abastecimiento de agua potable de 12,5 m de longitud, formada por tubo de polietileno PE 63, de 63 mm de diámetro exterior, PN=10 atm y 3,8 mm de espesor y llave de corte alojada en arqueta de obra de fábrica.			
Total Ud :			1,000	3.155,58	<b>3.155,58</b>
<b>Total 1.1.1 Acometidas</b>					<b>3.155,58</b>
<b>1.1.2 Tubos de alimentación</b>					
1.1.2.1	M	Tubería para alimentación de agua potable, colocada superficialmente, formada por tubo de polietileno/aluminio/polietileno reticulado (PE/Al/PE-X), de 63 mm de diámetro exterior y 5,8 mm de espesor.			
Total m :			18,000	24,76	<b>445,68</b>
<b>Total 1.1.2 Tubos de alimentación</b>					<b>445,68</b>
<b>1.1.3 Contadores</b>					
1.1.3.1	Ud	Instalación de contador general de agua de 1" DN 25 mm, colocado en hornacina, con llave de corte general de esfera.			
Total Ud :			1,000	66,20	<b>66,20</b>
1.1.3.2	Ud	Contador de agua fría de lectura directa, de chorro múltiple, caudal nominal de 10 m3/h, diámetro DN25, temperatura máxima 50 grados, presión máxima 16 bar, válvulas de esfera con conexiones roscadas hembra de DN25 de diámetro.			
Total Ud :			1,000	56,30	<b>56,30</b>
<b>Total 1.1.3 Contadores</b>					<b>122,50</b>
<b>1.1.4 Montantes</b>					
1.1.4.1	M	Tubería para montante de fontanería, colocada superficialmente, formada por tubo de polietileno/aluminio/polietileno reticulado (PE/Al/PE-X), de 40 mm de diámetro exterior y 3,7 mm de espesor.			
Total m :			4,000	11,74	<b>46,96</b>
<b>Total 1.1.4 Montantes</b>					<b>46,96</b>
<b>1.1.5 Instalación interior</b>					
1.1.5.1	M	Tubería para instalación interior de fontanería, colocada superficialmente, formada por tubo de polietileno/aluminio/polietileno reticulado (PE/Al/PE-X), de 16 mm de diámetro exterior y 2 mm de espesor.			
Total m :			29,500	2,06	<b>60,77</b>
1.1.5.2	M	Tubería para instalación interior de fontanería, colocada superficialmente, formada por tubo de polietileno/aluminio/polietileno reticulado (PE/Al/PE-X), de 25 mm de diámetro exterior y 2,5 mm de espesor.			
Total m :			96,500	3,51	<b>338,72</b>
1.1.5.3	M	Tubería para instalación interior de fontanería, colocada superficialmente, formada por tubo de polietileno/aluminio/polietileno reticulado (PE/Al/PE-X), de 32 mm de diámetro exterior y 3,1 mm de espesor.			
Total m :			174,500	5,26	<b>917,87</b>
1.1.5.4	M	Tubería para instalación interior de fontanería, colocada superficialmente, formada por tubo de polietileno/aluminio/polietileno reticulado (PE/Al/PE-X), de 40 mm de diámetro exterior y 3,7 mm de espesor.			
Total m :			75,000	11,06	<b>829,50</b>
1.1.5.5	M	Tubería para instalación interior de fontanería, colocada superficialmente, formada por tubo de polietileno/aluminio/polietileno reticulado (PE/Al/PE-X), de 50 mm de diámetro exterior y 4,6 mm de espesor.			
Total m :			195,500	14,67	<b>2.867,99</b>
<b>Total 1.1.5 Instalación interior</b>					<b>5.014,85</b>
<b>1.1.6 Elementos</b>					

Proyecto de las instalaciones hidráulicas y de extinción de incendios de un centro de estudios tecnológico avanzado en Benimàmet (València)

1.1.6.1	<b>Ud</b>	Válvula de compuerta de latón fundido, de diámetro 1".			
Total Ud :		10,000	15,92		<b>159,20</b>
1.1.6.2	<b>Ud</b>	Grifo de latón cromado, de 1/2" de diámetro.			
Total Ud :		31,000	10,05		<b>311,55</b>
1.1.6.3	<b>Ud</b>	Válvula de retención de latón para roscar de 1".			
Total Ud :		6,000	11,03		<b>66,18</b>
1.1.6.4	<b>Ud</b>	Filtro retenedor de residuos de latón, con rosca de 1".			
Total Ud :		2,000	16,76		<b>33,52</b>
1.1.6.5	<b>Ud</b>	Válvula de compuerta de latón fundido, de diámetro 1".			
Total Ud :		4,000	15,92		<b>63,68</b>
<b>Total 1.1.6 Elementos</b>					<b>634,13</b>
<b>Total 1.1 Fontanería</b>					<b>9.419,70</b>
<b>Total Presupuesto parcial nº 1 Instalación de fontanería :</b>					<b>9.419,70</b>

### 1.3 RESUMEN PRESUPUESTO DE INSTALACIÓN DE FONTANERÍA

Capítulo	Importe (€)
<b>Instalación de fontanería</b>	
1.1 Fontanería	
1.1.1 Acometidas	3.155,58
1.1.2 Tubos de alimentación	445,68
1.1.3 Contadores	122,50
1.1.4 Montantes	46,96
1.1.5 Instalación interior	5.014,85
1.1.6 Elementos	634,13
	Total IF Fontanería : 9.419,70
	<b>Total I Instalación de fontanería : 9.419,70</b>
<b>Presupuesto de ejecución material (PEM)</b>	<b>9.419,70</b>
8% de gastos generales	753,58
6% de beneficio industrial	565,18
<b>Presupuesto de ejecución por contrata (PEC = PEM + GG + BI)</b>	<b>10.738,46</b>
21% IVA	2.255,08
<b>Presupuesto de ejecución por contrata con IVA (PEC = PEM + GG + BI + IVA)</b>	<b>12.993,54</b>

Asciende el presupuesto de ejecución por contrata con IVA a la expresada cantidad de DOCE MIL NOVECIENTOS NOVENTA Y TRES EUROS CON CINCUENTA Y CUATRO CÉNTIMOS.

## **CAPÍTULO 2. PRESUPUESTO INSTALACIÓN DE APOYO A LA PRODUCCIÓN DE ACS**

### 2.1 PRESUPUESTO INSTALACIÓN DE ACS UNITARIO DESCOMPUESTO

<b>Código</b>	<b>Ud</b>	<b>Descripción</b>		<b>Total</b>
<b>2.1</b>	<b>Ud</b>	Termo eléctrico para el servicio de A.C.S., instalación mural vertical u horizontal, resistencia envainada, capacidad 75 l, potencia 2 kW, eficiencia energética clase C, perfil de consumo M, de 810 mm de altura y 486 mm de diámetro, peso 22,5 kg, modelo ES 075-5E "JUNKERS".		
	1,000 Ud	Termo eléctrico para el servicio de A.C.S., instalación mural horizontal, resistencia envainada, capacidad 75 l, potencia 11.2 kW, eficiencia energética clase B, de 675 mm de altura y 540 mm de diámetro, peso 32 kg, modelo S-ZB solar 75 de "JUNKERS".	222,070 €	222,07 €
	2,000 Ud	Latiguillo flexible de 20 cm y 1/2" de diámetro.	2,120 €	4,24 €
	2,000 Ud	Válvula de esfera de latón niquelado para roscar de 1/2".	2,930 €	5,86 €
	1,000 Ud	Válvula de seguridad antirretorno, de latón cromado, con rosca de 1/2" de diámetro, tarada a 8 bar de presión, con maneta de purga.	4,290 €	4,29 €
	1,000 Ud	Material auxiliar para instalaciones de A.C.S.	1,080 €	1,08 €
	0,803 h	Oficial 1º fontanero.	17,820 €	14,31 €
	0,803 h	Ayudante fontanero.	16,100 €	12,93 €
	5,000 %	Costes directos complementarios	264,780 €	13,24 €
		10,000 % Costes indirectos	278,020 €	<b>27,80 €</b>
		<b>Precio total por Ud</b>		<b>305,82 €</b>
<b>2.2</b>	<b>Ud</b>	Termo eléctrico para el servicio de A.C.S., instalación mural horizontal, resistencia envainada, capacidad 90 l, potencia de intercambio de 11,2 kW, eficiencia energética clase C, de 675 mm de altura y 540 mm de diámetro, peso 32 kg, modelo S-ZB solar 90 "JUNKERS".		
	1,000 Ud	Termo eléctrico para el servicio de A.C.S., capacidad 75 l, potencia de intercambio de 11,2 kW, eficiencia energética clase B, de 675 mm de altura y 540 mm de diámetro, peso 32 kg, modelo S-ZB solar 75 "JUNKERS".	245,920 €	245,92 €
	2,000 Ud	Latiguillo flexible de 20 cm y 1/2" de diámetro.	2,120 €	4,24 €
	2,000 Ud	Válvula de esfera de latón niquelado para roscar de 1/2".	2,930 €	5,86 €
	1,000 Ud	Válvula de seguridad antirretorno, de latón cromado, con rosca de 1/2" de diámetro, tarada a 8 bar de presión, con maneta de purga.	4,290 €	4,29 €
	1,000 Ud	Material auxiliar para instalaciones de A.C.S.	1,080 €	1,08 €
	0,853 h	Oficial 1º fontanero.	17,820 €	15,20 €
	0,853 h	Ayudante fontanero.	16,100 €	13,73 €
	5,000 %	Costes directos complementarios	290,320 €	14,52 €

Proyecto de las instalaciones hidráulicas y de extinción de incendios de un centro de estudios tecnológico avanzado en Benimàmet (València)

		10,000 % Costes indirectos	304,840 €	<b>30,48 €</b>
			<b>Precio total por Ud</b>	<b>335,32 €</b>
<b>2.3</b>	<b>Ud</b>	Acumulador solar para el servicio de A.C.S., de suelo, resistencia blindada, capacidad 800 l, potencia de intercambio de 101 kW, de 1840 mm de altura y 950 mm de diámetro, modelo CV-M1 800 "JUNKERS".		
	1,000 Ud	Acumulador solar para el servicio de A.C.S., de suelo, resistencia blindada, capacidad 800 l, potencia de intercambio de 101 kW, de 1840 mm de altura y 950 mm de diámetro., formado por cuba de acero vitrificado, aislamiento de espuma de poliuretano de 80, modelo CV-M1 800 "JUNKERS".	1.537,490 €	1.537,49 €
	2,000 Ud	Válvula de esfera de latón niquelado para roscar de 3/4".	4,210 €	8,42 €
	1,000 Ud	Válvula de seguridad antirretorno, de latón cromado, con rosca de 3/4" de diámetro, tarada a 8 bar de presión, con maneta de purga.	7,560 €	7,56 €
	1,000 Ud	Material auxiliar para instalaciones de A.C.S.	1,080 €	1,08 €
	1,004 h	Oficial 1º fontanero.	17,820 €	17,89 €
	1,004 h	Ayudante fontanero.	16,100 €	16,16 €
	5,000 %	Costes directos complementarios	1.588,600 €	79,43 €
		10,000 % Costes indirectos	1.668,030 €	<b>166,80 €</b>
			<b>Precio total por Ud</b>	<b>1.834,83 €</b>
<b>2.4</b>	<b>Ud</b>	Acumulador solar para el servicio de A.C.S., de suelo, resistencia blindada, capacidad 500 l, potencia de intercambio de 38,3 kW en el serpendin superior y 65 kW en el serpentín inferior, de 1870 mm de altura y 850 mm de diámetro, eficiencia energética clase B modelo SKE 500-5 "JUNKERS".		
	1,000 Ud	Acumulador solar para el servicio de A.C.S., de suelo, resistencia blindada, capacidad 800 l, potencia de intercambio de 101 kW, de 1840 mm de altura y 950 mm de diámetro., formado por cuba de acero vitrificado, aislamiento de espuma de poliuretano de 80, modelo CV-M1 800 "JUNKERS".	1.537,490 €	1.537,49 €
	2,000 Ud	Válvula de esfera de latón niquelado para roscar de 3/4".	4,210 €	8,42 €
	1,000 Ud	Válvula de seguridad antirretorno, de latón cromado, con rosca de 3/4" de diámetro, tarada a 8 bar de presión, con maneta de purga.	7,560 €	7,56 €
	1,000 Ud	Material auxiliar para instalaciones de A.C.S.	1,080 €	1,08 €
	1,004 h	Oficial 1º fontanero.	17,820 €	17,89 €
	1,004 h	Ayudante fontanero.	16,100 €	16,16 €
	5,000 %	Costes directos complementarios	1.588,600 €	79,43 €
		10,000 % Costes indirectos	1.668,030 €	<b>166,80 €</b>
			<b>Precio total por Ud</b>	<b>1.834,83 €</b>
<b>2.5</b>	<b>Ud</b>	Vaso de expansión para A.C.S. de acero vitrificado, capacidad 85 l.		
	1,000 Ud	Vaso de expansión para A.C.S. de acero vitrificado, capacidad 85 l, presión máxima 10 bar	177,285 €	177,29 €
	1,000 Ud	Manómetro con baño de glicerina y diámetro de esfera de 100 mm, con toma vertical, para montaje roscado de 1/2", escala de presión de 0 a 10 bar	8,254 €	8,25 €
	1,000 Ud	Material auxiliar para instalaciones de ACS.	1,250 €	1,25 €
	1,135 h	Oficial 1º fontanero.	17,820 €	20,23 €
	1,135 h	Ayudante fontanero.	16,100 €	18,27 €

Proyecto de las instalaciones hidráulicas y de extinción de incendios de un centro de estudios tecnológico avanzado en Benimàmet (València)

	5,000 %	Costes directos complementarios	225,290 €	11,26 €
		10,000 % Costes indirectos	236,550 €	<b>23,66 €</b>
			<b>Precio total por Ud</b>	<b>260,21 €</b>
<b>2.6</b>	<b>Ud</b>	Electrobomba centrífuga, de hierro fundido, de tres velocidades, con una potencia de 0,104 kW		
	6,000 Ud	Electrobomba centrífuga, de hierro fundido, de tres velocidades, con una potencia de 0,104 kW, impulsor de tecnopolímero, eje motor de acero cromado, bocas roscadas macho de 1", aislamiento clase H, para alimentación monofásica a 230 V.	154,230 €	925,38 €
	1,000 Ud	Válvula de esfera de latón niquelado para roscar de 1".	9,812 €	9,81 €
	6,000 Ud	Válvula de retención de latón para roscar de 1"	5,180 €	31,08 €
	2,000 Ud	Manguito antivibración, de goma, con rosca de 1", para una presión máxima de trabajo de 10 bar.	16,600 €	33,20 €
	1,000 Ud	Manómetro con baño de glicerina y diámetro de esfera de 100 mm, con toma vertical, para montaje roscado de 1/2", escala de presión de 0 a 10 bar	8,254 €	8,25 €
	1,000 Ud	Válvula de esfera de latón niquelado para roscar de 1/2".	2,930 €	2,93 €
	50,000 m	Tubo de cobre rígido con pared de 1 mm de espesor y 13/15 mm de diámetro, según UNE-EN 1057	4,820 €	241,00 €
	1,000 Ud	Material auxiliar para instalaciones de ACS.	1,250 €	1,25 €
	12,968 h	Oficial 1º fontanero.	17,820 €	231,09 €
	12,968 h	Ayudante fontanero.	16,100 €	208,78 €
	5,000 %	Costes directos complementarios	1.692,770 €	84,64 €
		10,000 % Costes indirectos	1.777,410 €	<b>177,74 €</b>
			<b>Precio total por Ud</b>	<b>1.955,15 €</b>
<b>2.7</b>	<b>Ud</b>	Caldera de pie, de condensación, con cuerpo de chapa de acero, 3 pasos de humos rodeando completamente el hogar, superficies de intercambio eficaces y autolimpiables, superficies en contacto con los gases de acero inoxidable y aislamiento acústico integrado, para quemador presurizado de gas, potencia útil 30 kW, dimensiones 596x707x850 mm, con circuito de A.C.S. y del circuito de recirculación de A.C.S., con sonda de temperatura exterior, panel de control y mando, quemador para gas natural, sensor de control de humos, manómetro, vaso de expansión.		
	1,000 Ud	Caldera	3.952,245 €	3.952,25 €
	1,000 Ud	Válvula de seguridad, de latón, con rosca de 1/2" de diámetro, tarada a 3 bar de presión.	4,420 €	4,42 €
	1,000 Ud	Purgador automático de aire con boya y rosca de 1/2" de diámetro, cuerpo y tapa de latón, para una presión máxima de trabajo de 6 bar y una temperatura máxima de 110°C.	6,920 €	6,92 €
	1,000 Ud	Puesta en marcha del quemador para gas.	150,000 €	150,00 €
	1,000 Ud	Material auxiliar para instalaciones de ACS.	1,250 €	1,25 €
	4,095 h	Oficial 1º fontanero.	17,820 €	72,97 €
	4,095 h	Ayudante fontanero.	16,100 €	65,93 €
	5,000 %	Costes directos complementarios	4.253,740 €	212,69 €
		10,000 % Costes indirectos	4.466,430 €	<b>446,64 €</b>
			<b>Precio total por Ud</b>	<b>4.913,07 €</b>
<b>2.8</b>	<b>Ud</b>	Captador solar térmico plano, con panel de montaje vertical de 1175x2170x112 mm, superficie útil 2,23 m², rendimiento óptico 0,794 y coeficiente de pérdidas primario 3,863 W/m²K colocados sobre estructura soporte para cubierta plana		

Proyecto de las instalaciones hidráulicas y de extinción de incendios de un centro de estudios tecnológico avanzado en Benimàmet (València)

1,000 Ud	Captador solar térmico plano, con panel de montaje vertical de 1175x2170x87 mm, superficie útil 2,23 m <sup>2</sup> , rendimiento óptico 0,794 y coeficiente de pérdidas primario 3,863 W/m <sup>2</sup> K	285,324 €	285,32 €
1,000 Ud	Estructura soporte, para cubierta plana, para captador solar térmico.	135,635 €	135,64 €
1,000 Ud	Válvula de seguridad especial para aplicaciones de energía solar térmica, para una temperatura máxima de 130°C.	38,801 €	38,80 €
2,000 Ud	Válvula de esfera de latón niquelado para roscar de 1".	9,812 €	19,62 €
1,000 Ud	Bidón de 10 l de solución agua-glicol (glicol 30%, agua 70%), para relleno de captador solar térmico, para una temperatura de trabajo de hasta -15°C, modelo WTF 10 S "JUNKERS".	13,358 €	13,36 €
1,000 Ud	Kit de conexiones hidráulicas para captadores solares térmicos, con conexiones aisladas, tapones, pasacables y racores.	45,853 €	45,85 €
1,000 Ud	Purgador automático, especial para aplicaciones de energía solar térmica, equipado con válvula de esfera y cámara de acumulación de vapor.	36,375 €	36,38 €
1,000 Ud	Material auxiliar para instalaciones de ACS.	1,250 €	1,25 €
1,386 h	Oficial 1º instalador de captadores solares.	18,130 €	25,13 €
1,386 h	Ayudante instalador de captadores solares.	16,400 €	22,73 €
5,000 %	Costes directos complementarios	624,080 €	31,20 €
	10,000 % Costes indirectos	655,280 €	<b>65,53 €</b>
	<b>Precio total por Ud</b>		<b>720,81 €</b>

## 2.2 PRESUPUESTO Y MEDICIONES DE INSTALACIÓN DE ACS POR PARTIDA

Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe
<b>2.1 Calefacción, climatización y A.C.S.</b>					
<b>2.1.1 Agua caliente</b>					
2.1	Ud	Termo eléctrico para el servicio de A.C.S., instalación mural horizontal, resistencia envainada, capacidad 75 l, potencia de intercambio de 11,2 kW, eficiencia energética clase B, de 675 mm de altura y 540 mm de diámetro, peso 32 kg, mS 075-5E "JUNKERS".			
		Total Ud :	6,000	305,82	<b>1.834,92</b>
2.2	Ud	Termo eléctrico para el servicio de A.C.S., instalación mural horizontal, resistencia envainada, capacidad 90 l, potencia de intercambio de 11,2 kW, eficiencia energética clase C, de 735 mm de altura y 540 mm de diámetro, peso 32 kg, modelo S-ZB solar 90.			
		Total Ud :	1,000	335,32	<b>335,32</b>
2.3	Ud	Acumulador solar para el servicio de A.C.S., de suelo, resistencia blindada, capacidad 800 l, potencia de intercambio de 101 kW, de 1840 mm de altura y 950 mm de diámetro, modelo CV-M1 800 "JUNKERS".			
		Total Ud :	1,000	1.834,83	<b>1.834,83</b>
2.4	Ud	Acumulador solar para el servicio de A.C.S., de suelo, resistencia blindada, capacidad 500 l, potencia de intercambio de 38,3 kW en el serpendin superior y 65 kW en el serpentín inferior, de 1870 mm de altura y 850 mm de diámetro, eficiencia energética clase B modelo SKE 500-5 "JUNKERS".			
		Total Ud :	2,000	1.834,83	<b>3.669,66</b>
2.5	Ud	Vaso de expansión para circuito de A.C.S			
		Total Ud :	3,000	260,21	<b>780,63</b>
2.6	Ud	Bomba de circulación			
		Total Ud :	2,000	1.955,15	<b>3.910,30</b>
<b>Total 2.1.1 Agua caliente</b>					<b>12.365,66</b>
<b>2.1.2 Calderas a gas</b>					
2.7	Ud	Caldera a gas para cafetería			
		Total Ud :	1,000	4.913,07	<b>4.913,07</b>
<b>Total 2.1.2 Calderas a gas</b>					<b>4.913,07</b>
<b>2.1.3 Captación solar</b>					
2.8	Ud	Captador solar térmico para instalación sobre cubierta plana			
		Total Ud :	14,000	720,81	<b>10.091,34</b>
<b>Total 2.1.3 Captación solar</b>					<b>10.091,34</b>
<b>Total 2.1 Calefacción, climatización y A.C.S.</b>					<b>27.370,07</b>
<b>Total Presupuesto parcial nº 2 instalación de ACS :</b>					<b>27.370,07</b>

## 2.3 RESUMEN PRESUPUESTO DE INSTALACIÓN DE ACS

Capítulo	Importe (€)
<b>2 Instalación de ACS</b>	
2.1 Calefacción, climatización y A.C.S.	
2.1.1 Agua caliente	12.365,66
2.1.2 Calderas a gas	4.913,07
2.1.3 Captación solar	10.091,34
	Total 2.1 A.C.S. : 27.370,07
	<b>Total 2 Instalación de ACS : 27.370,07</b>
<b>Presupuesto de ejecución material (PEM)</b>	<b>27.370,07</b>
8% de gastos generales	2.189,61
6% de beneficio industrial	1.642,20
<b>Presupuesto de ejecución por contrata (PEC = PEM + GG + BI)</b>	<b>31.201,88</b>
21% IVA	6.552,39
<b>Presupuesto de ejecución por contrata con IVA (PEC = PEM + GG + BI + IVA)</b>	<b>37.754,27</b>

Asciende el presupuesto de ejecución por contrata con IVA a la expresada cantidad de TREINTA Y SIETE MIL SETECIENTOS CINCUENTA Y CUATRO EUROS CON VEINTISIETE CÉNTIMOS.

## CAPÍTULO 3. PRESUPUESTO INSTALACIÓN DE EVACUACIÓN

### 3.1 PRESUPUESTO INSTALACIÓN DE PLUVIALES UNITARIO DESCOMPUESTO

Código	Ud	Descripción		Total
<b>3.1</b>	<b>Ud</b>	Grupo automático de elevación de aguas residuales, modelo SANIRELEV MAXI SL-3A "EBARA", de 1760 mm de altura total, con depósito de agua de 2000 litros de volumen útil y dos bombas modelo DML 57,5 con una potencia de 7,5 kW cada una.		
	0,118 m3	Hormigón HM-30/B/20/I+Qb, fabricado en central, con cemento SR.	101,650 €	11,99 €
	1,000 Ud	Grupo automático de elevación de aguas residuales, modelo SANIRELEV MAXI SL-3A "EBARA".	13.619,808 €	13.619,81 €
	1,000 Ud	Cuadro eléctrico para grupo automático de elevación de aguas residuales SANIRELEV MAXI, "EBARA".	931,000 €	931,00 €
	1,000 Ud	Arqueta de válvulas para grupo automático de elevación de aguas residuales SANIRELEV MAXI, "EBARA".	1.018,000 €	1.018,00 €
	1,000 Ud	Tapa para acceso, para grupo automático de elevación de aguas residuales SANIRELEV MAXI, "EBARA".	875,000 €	875,00 €
	2,369 h	Oficial 1º fontanero.	18,130 €	42,95 €
	2,373 h	Ayudante fontanero.	16,400 €	38,92 €
	3,392 h	Oficial 1º electricista.	18,130 €	61,50 €
	5,000 %	Costes directos complementarios	16.599,170 €	829,96 €
		10,000 % Costes indirectos	17.429,130 €	<b>1.742,91 €</b>
		<b>Precio total por Ud</b>		<b>19.172,04 €</b>
<b>3.2</b>	<b>Ud</b>	Grupo automático de elevación de aguas residuales, modelo SANIRELEV MAXI SL-3A "EBARA", de 1760 mm de altura total, con depósito de agua de 2000 litros de volumen útil y dos bombas modelo DW 100 DMLV 57,5 con una potencia de 7,5 kW cada una.		
	0,118 m3	Hormigón HM-30/B/20/I+Qb, fabricado en central, con cemento SR.	101,650 €	11,99 €
	1,000 Ud	Grupo automático de elevación de aguas residuales, modelo SANIRELEV MAXI SL-3A "EBARA"	13.586,000 €	13.586,00 €
	1,000 Ud	Cuadro eléctrico para grupo automático de elevación de aguas residuales SANIRELEV MAXI, "EBARA".	931,000 €	931,00 €
	1,000 Ud	Arqueta de válvulas para grupo automático de elevación de aguas residuales SANIRELEV MAXI, "EBARA".	1.018,000 €	1.018,00 €
	1,000 Ud	Tapa para acceso, para grupo automático de elevación de aguas residuales SANIRELEV MAXI, "EBARA".	875,000 €	875,00 €
	1,735 h	Oficial 1º fontanero.	18,130 €	31,46 €
	1,735 h	Ayudante fontanero.	16,400 €	28,45 €
	2,494 h	Oficial 1º electricista.	18,130 €	45,22 €
	5,000 %	Costes directos complementarios	16.527,120 €	826,36 €

Proyecto de las instalaciones hidráulicas y de extinción de incendios de un centro de estudios tecnológico avanzado en Benimàmet (València)

		10,000 % Costes indirectos	17.353,480 €	<b>1.735,35 €</b>
			<b>Precio total por Ud</b>	<b>19.088,83 €</b>
<b>3.3</b>	<b>m</b>	Tubería para instalación interior de fontanería, colocada superficialmente, formada por tubo de polipropileno copolímero random (PP-R), de 160 mm de diámetro exterior, PN=10 atm.		
	1,000 Ud	Material auxiliar para montaje y sujeción a la obra de las tuberías de polipropileno copolímero random (PP-R), de 160 mm de diámetro exterior.	0,570 €	0,57 €
	1,000 m	Tubo de polipropileno copolímero random (PP-R), de 90 mm de diámetro exterior, PN=10 atm y 8,2 mm de espesor, según UNE-EN ISO 15874-2, con el precio incrementado el 10% en concepto de accesorios y piezas especiales.	15,170 €	15,17 €
	0,111 h	Oficial 1º fontanero.	18,130 €	2,01 €
	0,111 h	Ayudante fontanero.	16,400 €	1,82 €
	5,000 %	Costes directos complementarios	19,570 €	0,98 €
		10,000 % Costes indirectos	20,550 €	<b>2,06 €</b>
			<b>Precio total por m</b>	<b>22,61 €</b>
<b>3.4</b>	<b>Ud</b>	Formación de arqueta de paso enterrada, de hormigón en masa "in situ" HM-30/B/20/I+Qb, de dimensiones interiores 40x40x50 cm, sobre solera de hormigón en masa de 15 cm de espesor, formación de pendiente mínima del 3%, con el mismo tipo de hormigón, cerrada superiormente con marco y tapa de fundición clase B-125 según UNE-EN 124. Incluso molde reutilizable de chapa metálica amortizable en 20 usos y colector de conexión de PVC, de tres entradas y una salida, con tapa de registro, para encuentros. El precio no incluye la excavación ni el relleno del trasdós.		
	0,125 m3	Hormigón HM-30/B/20/I+Qb, fabricado en central, con cemento SR.	101,650 €	12,71 €
	1,000 Ud	Colector de conexión de PVC, con una entradas y una salida con tapa de registro.	37,500 €	37,50 €
	1,000 Ud	Arqueta de hormigón prefabricado de. hormigón, para registro de 40x40x40, con tapa.	70,350 €	70,35 €
	2,245 h	Oficial 1º construcción.	17,540 €	39,38 €
	2,245 h	Peón ordinario construcción	16,160 €	36,28 €
	5,000 %	Costes directos complementarios	196,220 €	9,81 €
		10,000 % Costes indirectos	206,030 €	<b>20,60 €</b>
			<b>Precio total por Ud</b>	<b>226,63 €</b>
<b>3.5</b>	<b>Ud</b>	Formación de arqueta de paso enterrada, de hormigón en masa "in situ" HM-30/B/20/I+Qb, de dimensiones interiores 40x40x50 cm, sobre solera de hormigón en masa de 15 cm de espesor, formación de pendiente mínima del 3%, con el mismo tipo de hormigón, cerrada superiormente con marco y tapa de fundición clase B-125 según UNE-EN 124. Incluso molde reutilizable de chapa metálica amortizable en 20 usos y colector de conexión de PVC, de tres entradas y una salida, con tapa de registro, para encuentros. El precio no incluye la excavación ni el relleno del trasdós.		
	3,270 m3	Hormigón HM-30/B/20/I+Qb, fabricado en central, con cemento SR.	101,650 €	332,40 €
	1,000 Ud	Colector de conexión de PVC, con una entradas y una salida con tapa de registro.	37,500 €	37,50 €
	0,170 Ud	Molde reutilizable para formación de arquetas de sección cuadrada de 40x40x50 cm, de chapa metálica, incluso accesorios de montaje.	182,860 €	31,09 €

Proyecto de las instalaciones hidráulicas y de extinción de incendios de un centro de estudios tecnológico avanzado en Benimàmet (València)

	1,000 Ud	Arqueta de hormigón prefabricado de. hormigón, para registro de 40x40x40, con tapa.	70,350 €	70,35 €
	5,245 h	Oficial 1ª construcción.	17,540 €	92,00 €
	5,245 h	Peón ordinario construcción	16,160 €	84,76 €
	5,000 %	Costes directos complementarios	648,100 €	32,41 €
		10,000 % Costes indirectos	680,510 €	<b>68,05 €</b>
		<b>Precio total por Ud</b>		<b>748,56 €</b>
<b>3.6</b>	<b>m</b>	Canalón circular de PVC con óxido de titanio, para encolar, de desarrollo 250 mm, color gris claro.		
	1,100 m	Canalón circular de PVC con óxido de titanio, para encolar, de desarrollo 100 mm, color gris claro, según UNE-EN 607. Incluso soportes, esquinas, tapas, remates finales, piezas de conexión a bajantes y piezas especiales.	3,460 €	3,81 €
	0,198 h	Oficial 1ª fontanero.	18,130 €	3,59 €
	0,198 h	Ayudante fontanero.	16,400 €	3,25 €
	5,000 %	Costes directos complementarios	10,650 €	0,53 €
		10,000 % Costes indirectos	11,180 €	<b>1,12 €</b>
		<b>Precio total por m</b>		<b>12,30 €</b>
<b>3.7</b>	<b>m</b>	Tubo drenante de PVC, para sistema de drenaje de cubierta vegetal , de 110 mm de diámetro exterior y 4 mm de espesor de"ADEQUA", según la norma UNE-EN 14011-1:2009		
	0,120 m2	Capa geotextil	0,460 €	0,06 €
	0,909 Ud	Abrazadera para tubería de 110 mm de diámetro, de acero galvanizado para sujeción.	6,840 €	6,22 €
	1,050 m	Tubería drenante de PVC, de 110 mm de diámetro exterior y 4 mm de espesor de"ADEQUA", según la norma UNE-EN 14011-1:2009	2,168 €	2,28 €
	2,456 m3	Piedra de 8 a 12 mm de diámetro	15,230 €	37,40 €
	0,263 h	Oficial 1ª fontanero.	18,130 €	4,77 €
	0,132 h	Ayudante fontanero.	16,400 €	2,16 €
	5,000 %	Costes directos complementarios	52,890 €	2,64 €
		10,000 % Costes indirectos	55,530 €	<b>5,55 €</b>
		<b>Precio total por m</b>		<b>61,08 €</b>
<b>3.8</b>	<b>m</b>	Tubo drenante de PVC, para sistema de drenaje de cubierta vegetal , de 160 mm de diámetro exterior y 7 mm de espesor de"ADEQUA", según la norma UNE-EN 14011-1:2009.		
	0,155 m2	Capa geotextil	0,460 €	0,07 €
	0,625 Ud	Abrazadera para tubería de 160 mm de diámetro, de acero galvanizado para sujeción.	11,620 €	7,26 €
	1,050 m	Tubería drenante de PVC, de 160 mm de diámetro exterior y 7 mm de espesor de"ADEQUA", según la norma UNE-EN 14011-1:2009	4,646 €	4,88 €
	2,456 m3	Piedra de 8 a 12 mm de diámetro	15,230 €	37,40 €
	0,351 h	Oficial 1ª fontanero.	18,130 €	6,36 €
	0,176 h	Ayudante fontanero.	16,400 €	2,89 €
	2,000 %	Costes directos complementarios	58,860 €	1,18 €
		10,000 % Costes indirectos	60,040 €	<b>6,00 €</b>
		<b>Precio total por m</b>		<b>66,04 €</b>
<b>3.9</b>	<b>m</b>	Tubo drenante de PVC, para sistema de drenaje de cubierta vegetal , de 200 mm de diámetro exterior y 9 mm de espesor de"ADEQUA", según la norma UNE-EN 14011-1:2009		
	0,172 m2	Capa geotextil	0,460 €	0,08 €

Proyecto de las instalaciones hidráulicas y de extinción de incendios de un centro de estudios tecnológico avanzado en Benimàmet (València)

	0,500 Ud	Abrazadera para tubería de 160 mm de diámetro, de acero galvanizado para sujeción.	28,660 €	14,33 €
	1,050 m	Tubería drenante de PVC, de 200 mm de diámetro exterior y 9 mm de espesor de "ADEQUA", según la norma UNE-EN 14011-1:2009.	6,970 €	7,32 €
	2,456 m3	Piedra de 8 a 12 mm de diámetro	15,230 €	37,40 €
	0,386 h	Oficial 1º fontanero.	18,130 €	7,00 €
	0,193 h	Ayudante fontanero.	16,400 €	3,17 €
	2,000 %	Costes directos complementarios	69,300 €	1,39 €
		10,000 % Costes indirectos	70,690 €	<b>7,07 €</b>
		<b>Precio total por m</b>		<b>77,76 €</b>
<b>3.10</b>	<b>m</b>	Colector enterrado en terreno no agresivo, de tubo de PVC serie U, con superficie exterior corrugada e interior lisa, diámetro nominal 110 mm, según UNE-EN 1401-1:2009.		
	1,000 m	Tubo para saneamiento de PVC de doble pared, la exterior corrugada y la interior lisa, , diámetro nominal 110 mm, según UNE-EN 1401-1:2009, con junta elástica para unión.	3,720 €	3,72 €
	0,050 kg	Lubricante para unión mediante junta elástica de tubos y accesorios.	9,970 €	0,50 €
	2,485 m3	Arena de 0 a 5 mm de diámetro	12,020 €	29,87 €
	0,263 h	Oficial 1º fontanero.	18,130 €	4,77 €
	0,132 h	Ayudante fontanero.	16,400 €	2,16 €
	5,000 %	Costes directos complementarios	41,020 €	2,05 €
		10,000 % Costes indirectos	43,070 €	<b>4,31 €</b>
		<b>Precio total por m</b>		<b>47,38 €</b>
<b>3.11</b>	<b>m</b>	Colector enterrado de PVC, serie U de 125 mm de diámetro, unión pegada con adhesivo.		
	1,000 m	Tubo para saneamiento de PVC de doble pared, la exterior corrugada y la interior lisa, , diámetro nominal 125 mm, según UNE-EN 1401-1:2009, con junta elástica para unión.	4,229 €	4,23 €
	0,050 kg	Lubricante para unión mediante junta elástica de tubos y accesorios.	9,970 €	0,50 €
	2,956 m3	Arena de 0 a 5 mm de diámetro	12,020 €	35,53 €
	0,263 h	Oficial 1º fontanero.	18,130 €	4,77 €
	0,132 h	Ayudante fontanero.	16,400 €	2,16 €
	5,000 %	Costes directos complementarios	47,190 €	2,36 €
		10,000 % Costes indirectos	49,550 €	<b>4,96 €</b>
		<b>Precio total por m</b>		<b>54,51 €</b>
<b>3.12</b>	<b>m</b>	Colector enterrado en terreno no agresivo, de tubo de PVC serie U, con superficie exterior corrugada e interior lisa, diámetro nominal 160 mm, según UNE-EN 1401-1:2009.		
	1,000 m	Tubo para saneamiento de PVC de doble pared, la exterior corrugada y la interior lisa, diámetro nominal 110 mm, según UNE-EN 1401-1:2009, con junta elástica para unión.	5,413 €	5,41 €
	0,050 kg	Lubricante para unión mediante junta elástica de tubos y accesorios.	9,970 €	0,50 €
	3,245 m3	Arena de 0 a 5 mm de diámetro	12,020 €	39,00 €
	0,263 h	Oficial 1º fontanero.	18,130 €	4,77 €
	0,132 h	Ayudante fontanero.	16,400 €	2,16 €
	5,000 %	Costes directos complementarios	51,840 €	2,59 €

Proyecto de las instalaciones hidráulicas y de extinción de incendios de un centro de estudios tecnológico avanzado en Benimàmet (València)

			10,000 % Costes indirectos	54,430 €	<b>5,44 €</b>
				<b>Precio total por m</b>	<b>59,87 €</b>
<b>3.13</b>	<b>m</b>	Colector enterrado en terreno no agresivo, de tubo de PVC serie U, con superficie exterior corrugada e interior lisa, diámetro nominal 200 mm, según UNE-EN 1401-1:2009.			
	1,000 m	Tubo para saneamiento de PVC de doble pared, la exterior corrugada y la interior lisa, diámetro nominal 200 mm, según UNE-EN 1401-1:2009, con junta elástica para unión.		6,767 €	6,77 €
	0,050 kg	Lubricante para unión mediante junta elástica de tubos y accesorios.		9,970 €	0,50 €
	3,458 m3	Arena de 0 a 5 mm de diámetro		12,020 €	41,57 €
	0,263 h	Oficial 1º fontanero.		18,130 €	4,77 €
	0,132 h	Ayudante fontanero.		16,400 €	2,16 €
	5,000 %	Costes directos complementarios		55,770 €	2,79 €
			10,000 % Costes indirectos	58,560 €	<b>5,86 €</b>
				<b>Precio total por m</b>	<b>64,42 €</b>
<b>3.14</b>	<b>m</b>	Colector enterrado en terreno no agresivo, de tubo de PVC serie U, con superficie exterior corrugada e interior lisa, diámetro nominal 250 mm, según UNE-EN 1401-1:2009.			
	1,000 m	Tubo para saneamiento de PVC de doble pared, la exterior corrugada y la interior lisa, diámetro nominal 250 mm, según UNE-EN 1401-1:2009, con junta elástica para unión.		8,458 €	8,46 €
	0,050 kg	Lubricante para unión mediante junta elástica de tubos y accesorios.		9,970 €	0,50 €
	3,458 m3	Arena de 0 a 5 mm de diámetro		12,020 €	41,57 €
	0,263 h	Oficial 1º fontanero.		18,130 €	4,77 €
	0,132 h	Ayudante fontanero.		16,400 €	2,16 €
	5,000 %	Costes directos complementarios		57,460 €	2,87 €
			10,000 % Costes indirectos	60,330 €	<b>6,03 €</b>
				<b>Precio total por m</b>	<b>66,36 €</b>
<b>3.15</b>	<b>m</b>	Colector enterrado en terreno no agresivo, de tubo de PVC serie U, con superficie exterior corrugada e interior lisa, diámetro nominal 315 mm, según UNE-EN 1401-1:2009.			
	1,000 m	Tubo para saneamiento de PVC de doble pared, la exterior corrugada y la interior lisa, diámetro nominal 315 mm, según UNE-EN 1401-1:2009, con junta elástica para unión.		10,658 €	10,66 €
	0,050 kg	Lubricante para unión mediante junta elástica de tubos y accesorios.		9,970 €	0,50 €
	3,458 m3	Arena de 0 a 5 mm de diámetro		12,020 €	41,57 €
	0,263 h	Oficial 1º fontanero.		18,130 €	4,77 €
	0,132 h	Ayudante fontanero.		16,400 €	2,16 €
	5,000 %	Costes directos complementarios		59,660 €	2,98 €
			10,000 % Costes indirectos	62,640 €	<b>6,26 €</b>
				<b>Precio total por m</b>	<b>68,90 €</b>
<b>3.16</b>	<b>m</b>	Colector enterrado en terreno no agresivo, de tubo de PVC serie U, con superficie exterior corrugada e interior lisa, diámetro nominal 400 mm, según UNE-EN 1401-1:2009.			
	1,000 m	Tubo para saneamiento de PVC de doble pared, la exterior corrugada y la interior lisa, diámetro nominal 400 mm, según UNE-EN 1401-1:2009, con junta elástica para unión.		13,533 €	13,53 €

Proyecto de las instalaciones hidráulicas y de extinción de incendios de un centro de estudios tecnológico avanzado en Benimàmet (València)

	0,050 kg	Lubricante para unión mediante junta elástica de tubos y accesorios.	9,970 €	0,50 €
	3,458 m3	Arena de 0 a 5 mm de diámetro	12,020 €	41,57 €
	0,263 h	Oficial 1º fontanero.	18,130 €	4,77 €
	0,132 h	Ayudante fontanero.	16,400 €	2,16 €
	5,000 %	Costes directos complementarios	62,530 €	3,13 €
		10,000 % Costes indirectos	65,660 €	<b>6,57 €</b>
		<b>Precio total por m</b>		<b>72,23 €</b>
<b>3.17</b>	<b>m</b>	Colector suspendido de PVC, serie B de 110 mm de diámetro, unión pegada con adhesivo.		
	1,000 Ud	Material auxiliar para montaje y sujeción a la obra de las tuberías de PVC, serie B, de 110 mm de diámetro.	1,010 €	1,01 €
	1,050 m	Tubo de PVC, serie B, de 110 mm de diámetro y 3,2 mm de espesor, según UNE-EN 1329-1, con el precio incrementado el 45% en concepto de accesorios y piezas especiales.	9,780 €	10,27 €
	0,032 l	Adhesivo para tubos y accesorios de PVC.	14,420 €	0,46 €
	0,220 h	Oficial 1º fontanero.	18,130 €	3,99 €
	0,110 h	Ayudante fontanero.	16,400 €	1,80 €
	5,000 %	Costes directos complementarios	17,530 €	0,88 €
		10,000 % Costes indirectos	18,410 €	<b>1,84 €</b>
		<b>Precio total por m</b>		<b>20,25 €</b>
<b>3.18</b>	<b>m</b>	Colector suspendido de PVC, serie B de 160 mm de diámetro, unión pegada con adhesivo.		
	1,000 Ud	Material auxiliar para montaje y sujeción a la obra de las tuberías de PVC, serie B, de 160 mm de diámetro.	1,480 €	1,48 €
	1,050 m	Tubo de PVC, serie B, de 160 mm de diámetro y 3,2 mm de espesor, según UNE-EN 1329-1, con el precio incrementado el 45% en concepto de accesorios y piezas especiales.	14,340 €	15,06 €
	0,060 l	Adhesivo para tubos y accesorios de PVC.	14,420 €	0,87 €
	0,294 h	Oficial 1º fontanero.	18,130 €	5,33 €
	0,147 h	Ayudante fontanero.	16,400 €	2,41 €
	5,000 %	Costes directos complementarios	25,150 €	1,26 €
		10,000 % Costes indirectos	26,410 €	<b>2,64 €</b>
		<b>Precio total por m</b>		<b>29,05 €</b>
<b>3.19</b>	<b>m</b>	Colector suspendido de PVC, serie B de 200 mm de diámetro, unión pegada con adhesivo.		
	1,000 Ud	Material auxiliar para montaje y sujeción a la obra de las tuberías de PVC, serie B, de 125 mm de diámetro.	1,443 €	1,44 €
	1,050 m	Tubo de PVC, serie U, de 200 mm de diámetro y 3,9 mm de espesor, según UNE-EN 1329-1, con el precio incrementado el 45% en concepto de accesorios y piezas especiales.	22,310 €	23,43 €
	0,076 l	Adhesivo para tubos y accesorios de PVC.	14,420 €	1,10 €
	0,323 h	Oficial 1º fontanero.	18,130 €	5,86 €
	0,161 h	Ayudante fontanero.	16,400 €	2,64 €
	5,000 %	Costes directos complementarios	34,470 €	1,72 €
		10,000 % Costes indirectos	36,190 €	<b>3,62 €</b>
		<b>Precio total por m</b>		<b>39,81 €</b>

### 3.2 PRESUPUESTO Y MEDICIONES DE INSTALACIÓN DE PLUVIALES POR PARTIDA

Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe
<b>3.1 Evacuación de aguas</b>					
<b>3.1.1 Sistemas de elevación</b>					
3.1	Ud	Sistema de recogida y elevación de aguas residuales			
		Total Ud :	3,000	19.172,04	<b>57.516,12</b>
3.2	Ud	Sistema de recogida y elevación de aguas residuales			
		Total Ud :	1,000	19.088,83	<b>19.088,83</b>
3.3	M	Tubería para impulsión de aguas pluviales, colocada superficialmente o enterrada, formada por tubo de polipropileno copolímero random (PP-R), de 160 mm de diámetro exterior, PN=10 atm.			
		Total m :	150,000	22,61	<b>3.391,50</b>
		<b>Total 3.1.1 Sistemas de elevación</b>			<b>79.996,45</b>
<b>3.1.2 Sistemas de evacuación de aguas</b>					
3.4	Ud	Arqueta de hormigón en masa prefabricada			
		Total Ud :	50,000	226,63	<b>11.331,50</b>
3.5	Ud	Arqueta de hormigón en masa "in situ"			
		Total Ud :	8,000	748,56	<b>5.988,48</b>
		<b>Total 3.1.2 Sistemas de evacuación de aguas</b>			<b>17.319,98</b>
<b>3.1.3 Canales</b>					
3.6	M	Canalón circular de PVC con óxido de titanio, para encolar, de desarrollo 100 mm, color gris claro.			
		Total m :	890,000	12,30	<b>10.947,00</b>
		<b>Total 3.1.3 Canales</b>			<b>10.947,00</b>
<b>3.1.4 Colectores y tubos drenantes</b>					
3.7	M	Tubo drenante de PVC, para sistema de drenaje de cubierta vegetal , de 110 mm de diámetro exterior y 4 mm de espesor de"ADEQUA", según la norma UNE-EN 14011-1:2009			
		Total m :	860,000	61,08	<b>52.528,80</b>
3.8	M	Tubo drenante de PVC, para sistema de drenaje de cubierta vegetal , de 160 mm de diámetro exterior y 7 mm de espesor de"ADEQUA", según la norma UNE-EN 14011-1:2009.			
		Total m :	110,000	66,04	<b>7.264,40</b>
3.9	M	Tubo drenante de PVC, para sistema de drenaje de cubierta vegetal , de 200 mm de diámetro exterior y 9 mm de espesor de"ADEQUA", según la norma UNE-EN 14011-1:2009.			
		Total m :	15,000	77,76	<b>1.166,40</b>
3.10	M	Colector enterrado de PVC, serie U de 110 mm de diámetro, unión pegada con adhesivo.			
		Total m :	170,000	47,38	<b>8.054,60</b>
3.11	M	Colector enterrado de PVC, serie U de 125 mm de diámetro, unión pegada con adhesivo.			
		Total m :	60,000	54,51	<b>3.270,60</b>
3.12	M	Colector enterrado de PVC, serie U de 160 mm de diámetro, unión pegada con adhesivo.			
		Total m :	360,000	59,87	<b>21.553,20</b>
3.13	M	Colector enterrado de PVC, serie U de 200 mm de diámetro, unión pegada con adhesivo.			
		Total m :	500,000	64,42	<b>32.210,00</b>
3.14	M	Colector enterrado de PVC, serie U de 250 mm de diámetro, unión pegada con adhesivo.			
		Total m :	80,000	66,36	<b>5.308,80</b>
3.15	M	Colector enterrado de PVC, serie U de 315 mm de diámetro, unión pegada con adhesivo.			
		Total m :	80,000	68,90	<b>5.512,00</b>
3.16	M	Colector enterrado de PVC, serie U de 400 mm de diámetro, unión pegada con adhesivo.			
		Total m :	50,000	72,23	<b>3.611,50</b>
3.17	M	Colector suspendido de PVC, serie B de 110 mm de diámetro, unión pegada con adhesivo.			
		Total m :	455,000	20,25	<b>9.213,75</b>
3.18	M	Colector suspendido de PVC, serie B de 160 mm de diámetro, unión pegada con adhesivo.			
		Total m :	15,000	29,05	<b>435,75</b>

Proyecto de las instalaciones hidráulicas y de extinción de incendios de un centro de estudios tecnológico avanzado en Benimàmet (València)

---

3.19	<b>M</b>	Colector enterrado de PVC, serie U de 125 mm de diámetro, unión pegada con adhesivo.			
		Total m :	7,000	39,81	<b>278,67</b>
		<b>Total 3.1.4 Colectores y tubos drenantes</b>			<b>150.408,47</b>
		<b>Total 3.1 Evacuación de aguas</b>			<b>258.671,90</b>
		<b>Total Presupuesto parcial nº 3.1 Instalación de evacuación de pluviales :</b>			<b>258.671,90</b>

### 3.3 RESUMEN PRESUPUESTO DE INSTALACIÓN DE PLUVIALES

Capítulo	Importe (€)
<b>3.1 Instalación de evacuación de pluviales</b>	
3.1 Evacuación de aguas	
3.1.1 Sistemas de elevación	79.996,45
3.1.2 Sistemas de evacuación de aguas	17.319,98
3.1.3 Canalones	10.947,00
3.1.4 Colectores y tubos drenantes	150.408,47
Total 3.1 Evacuación de aguas :	258.671,90
<b>Total 3.1 Instalación de evacuación de pluviales :</b>	<b>258.671,90</b>
<b>Presupuesto de ejecución material (PEM)</b>	<b>258.671,90</b>
8% de gastos generales	20.693,75
6% de beneficio industrial	15.520,31
<b>Presupuesto de ejecución por contrata (PEC = PEM + GG + BI)</b>	<b>294.885,96</b>
21% IVA	61.926,05
<b>Presupuesto de ejecución por contrata con IVA (PEC = PEM + GG + BI + IVA)</b>	<b>356.812,01</b>

Asciende el presupuesto de ejecución por contrata con IVA a la expresada cantidad de TRESCIENTOS CINCUENTA Y SEIS MIL OCHOCIENTOS DOCE EUROS CON UN CÉNTIMO.

### 3.4 PRESUPUESTO INSTALACIÓN DE RESIDUALES UNITARIO DESCOMPUESTO

Código	Ud	Descripción		Total
<b>3.1</b>	<b>Ud</b>	Grupo de bombeo de elevación de aguas residuales modelo DW 200 con potencia 1,5 kW cada bomba, y depósito de recepción SANIRELEV MAXI SL-3A "EBARA" de 1760 mm de altura total y volumen útil 2000.		
	0,118 m3	Hormigón HM-30/B/20/I+Qb, fabricado en central, con cemento SR.	101,650 €	11,99 €
	1,000 Ud	Grupo automático de elevación de aguas residuales, modelo SANIRELEV MAXI SL-2A "EBARA",	9.812,000 €	9.812,00 €
	1,000 Ud	Cuadro eléctrico para grupo automático de elevación de aguas residuales SANIRELEV MAXI, "EBARA".	931,000 €	931,00 €
	1,000 Ud	Arqueta de válvulas para grupo automático de elevación de aguas residuales SANIRELEV MAXI, "EBARA".	1.018,000 €	1.018,00 €
	1,000 Ud	Tapa para acceso, para grupo automático de elevación de aguas residuales SANIRELEV MAXI, "EBARA".	875,000 €	875,00 €
	1,735 h	Oficial 1º fontanero.	18,130 €	31,46 €
	1,735 h	Ayudante fontanero.	16,400 €	28,45 €
	2,494 h	Oficial 1º electricista.	18,130 €	45,22 €
	5,000 %	Costes directos complementarios	12.753,120 €	637,66 €
		10,000 % Costes indirectos	13.390,780 €	<b>1.339,08 €</b>
		<b>Precio total por Ud</b>		<b>14.729,86 €</b>
<b>3.2</b>	<b>Ud</b>	Grupo automático de elevación de aguas residuales, modelo SANIRELEV MAXI SL-3A "EBARA", de 1760 mm de altura total, con depósito de agua de 2000 litros de volumen útil y dos bombas modelo DW 200 con una potencia de 1,5 kW cada una.		
	0,118 m3	Hormigón HM-30/B/20/I+Qb, fabricado en central, con cemento SR.	101,650 €	11,99 €
	1,000 Ud	Grupo automático de elevación de aguas residuales, modelo SANIRELEV MAXI SL-3A "EBARA".	10.102,000 €	10.102,00 €
	1,000 Ud	Cuadro eléctrico para grupo automático de elevación de aguas residuales SANIRELEV MAXI, "EBARA".	931,000 €	931,00 €
	1,000 Ud	Arqueta de válvulas para grupo automático de elevación de aguas residuales SANIRELEV MAXI, "EBARA".	1.018,000 €	1.018,00 €
	1,000 Ud	Tapa para acceso, para grupo automático de elevación de aguas residuales SANIRELEV MAXI, "EBARA".	875,000 €	875,00 €
	1,735 h	Oficial 1º fontanero.	18,130 €	31,46 €
	1,735 h	Ayudante fontanero.	16,400 €	28,45 €
	2,494 h	Oficial 1º electricista.	18,130 €	45,22 €
	5,000 %	Costes directos complementarios	13.043,120 €	652,16 €
		10,000 % Costes indirectos	13.695,280 €	<b>1.369,53 €</b>
		<b>Precio total por Ud</b>		<b>15.064,81 €</b>
<b>3.3</b>	<b>Ud</b>	Grupo automático de elevación de aguas residuales, modelo SANIRELEV MAXI SL-3A "EBARA", de 1760 mm de altura total, con depósito de agua de 2000 litros de volumen útil y dos bombas modelo DW 100 DMLV 57,5 con una potencia de 7,5 kW cada una.		
	0,118 m3	Hormigón HM-30/B/20/I+Qb, fabricado en central, con cemento SR.	101,650 €	11,99 €
	1,000 Ud	Grupo automático de elevación de aguas residuales, modelo SANIRELEV MAXI SL-3A "EBARA"	13.586,000 €	13.586,00 €

Proyecto de las instalaciones hidráulicas y de extinción de incendios de un centro de estudios tecnológico avanzado en Benimàmet (València)

	1,000 Ud	Cuadro eléctrico para grupo automático de elevación de aguas residuales SANIRELEV MAXI, "EBARA".	931,000 €	931,00 €
	1,000 Ud	Arqueta de válvulas para grupo automático de elevación de aguas residuales SANIRELEV MAXI, "EBARA".	1.018,000 €	1.018,00 €
	1,000 Ud	Tapa para acceso, para grupo automático de elevación de aguas residuales SANIRELEV MAXI, "EBARA".	875,000 €	875,00 €
	1,735 h	Oficial 1º fontanero.	18,130 €	31,46 €
	1,735 h	Ayudante fontanero.	16,400 €	28,45 €
	2,494 h	Oficial 1º electricista.	18,130 €	45,22 €
	5,000 %	Costes directos complementarios	16.527,120 €	826,36 €
		10,000 % Costes indirectos	17.353,480 €	<b>1.735,35 €</b>
		<b>Precio total por Ud</b>		<b>19.088,83 €</b>
<b>3.4</b>	<b>m</b>	Tubería para instalación interior de fontanería, colocada superficialmente, formada por tubo de polipropileno copolímero random (PP-R), de 90 mm de diámetro exterior, PN=10 atm.		
	1,000 Ud	Material auxiliar para montaje y sujeción a la obra de las tuberías de polipropileno copolímero random (PP-R), de 90 mm de diámetro exterior.	0,570 €	0,57 €
	1,000 m	Tubo de polipropileno copolímero random (PP-R), de 90 mm de diámetro exterior, PN=10 atm y 8,2 mm de espesor, según UNE-EN ISO 15874-2, con el precio incrementado el 10% en concepto de accesorios y piezas especiales.	15,170 €	15,17 €
	0,111 h	Oficial 1º fontanero.	18,130 €	2,01 €
	0,111 h	Ayudante fontanero.	16,400 €	1,82 €
	5,000 %	Costes directos complementarios	19,570 €	0,98 €
		10,000 % Costes indirectos	20,550 €	<b>2,06 €</b>
		<b>Precio total por m</b>		<b>22,61 €</b>
<b>3.5</b>	<b>Ud</b>	Toma de desagüe para electrodoméstico, con enlace mixto macho de PVC, de 40 mm de diámetro, pegada con adhesivo.		
	1,000 Ud	Toma de desagüe para electrodoméstico, con enlace mixto macho de PVC, de 40 mm de diámetro.	1,220 €	1,22 €
	0,004 l		9,460 €	0,04 €
	0,002 l	Adhesivo para tubos y accesorios de PVC.	14,420 €	0,03 €
	0,200 h	Oficial 1º fontanero.	18,130 €	3,63 €
	0,200 h	Ayudante fontanero.	16,400 €	3,28 €
	5,000 %	Costes directos complementarios	8,200 €	0,41 €
		10,000 % Costes indirectos	8,610 €	<b>0,86 €</b>
		<b>Precio total por Ud</b>		<b>9,47 €</b>
<b>3.6</b>	<b>Ud</b>	Válvula de ventilación de PVC, de 110 mm de diámetro, para tubería de ventilación primaria o secundaria, con junta elástica.		
	1,000 Ud	Válvula de ventilación de PVC, de 110 mm de diámetro, para tubería de ventilación primaria o secundaria.	77,230 €	77,23 €
	0,200 h	Oficial 1º fontanero.	18,130 €	3,63 €
	0,200 h	Ayudante fontanero.	16,400 €	3,28 €
	5,000 %	Costes directos complementarios	84,140 €	4,21 €
		10,000 % Costes indirectos	88,350 €	<b>8,84 €</b>
		<b>Precio total por Ud</b>		<b>97,19 €</b>

Proyecto de las instalaciones hidráulicas y de extinción de incendios de un centro de estudios tecnológico avanzado en Benimàmet (València)

<b>3.7</b>	<b>Ud</b>	Válvula de ventilación de PVC, de 40 mm de diámetro, para tubería de ventilación terciaria, con junta elástica.		
	1,000 Ud	Válvula de ventilación de PVC, de 75 mm de diámetro, para tubería de ventilación terciaria.	25,415 €	25,42 €
	0,391 h	Oficial 1º fontanero.	18,130 €	7,09 €
	0,392 h	Ayudante fontanero.	16,400 €	6,43 €
	5,000 %	Costes directos complementarios	38,940 €	1,95 €
		10,000 % Costes indirectos	40,890 €	<b>4,09 €</b>
			<b>Precio total por Ud</b>	<b>44,98 €</b>
<b>3.8</b>	<b>Ud</b>	Válvula de ventilación de PVC, de 32 mm de diámetro, para tubería de ventilación terciaria, con junta elástica.		
	1,000 Ud	Válvula de ventilación de PVC, de 90 mm de diámetro, para tubería de ventilación terciaria.	32,199 €	32,20 €
	0,543 h	Oficial 1º fontanero.	18,130 €	9,84 €
	0,544 h	Ayudante fontanero.	16,400 €	8,92 €
	5,000 %	Costes directos complementarios	50,960 €	2,55 €
		10,000 % Costes indirectos	53,510 €	<b>5,35 €</b>
			<b>Precio total por Ud</b>	<b>58,86 €</b>
<b>3.9</b>	<b>m</b>	Bajante interior insonorizada de la red de evacuación de aguas residuales, formada por tubo de polipropileno con carga mineral, insonorizado, de 110 mm de diámetro, unión con junta elástica.		
	1,000 Ud	Material auxiliar para montaje y sujeción a la obra de las tuberías de polipropileno con carga mineral, insonorizado, de 110 mm de diámetro.	1,300 €	1,30 €
	1,000 m	Tubo de polipropileno con carga mineral, insonorizado, de 110 mm de diámetro y 5 mm de espesor, con extremo abocardado y junta elástica, con el precio incrementado el 40% en concepto de accesorios y piezas especiales.	12,120 €	12,12 €
	0,292 h	Oficial 1º fontanero.	18,130 €	5,29 €
	0,219 h	Ayudante fontanero.	16,400 €	3,59 €
	5,000 %	Costes directos complementarios	22,300 €	1,12 €
		10,000 % Costes indirectos	23,420 €	<b>2,34 €</b>
			<b>Precio total por m</b>	<b>25,76 €</b>
<b>3.10</b>	<b>m</b>	Bajante interior de la red de evacuación de aguas residuales, formada por tubo de PVC, serie B, de 110 mm de diámetro, unión pegada con adhesivo.		
	1,000 Ud	Material auxiliar para montaje y sujeción a la obra de las tuberías de PVC, serie B, de 110 mm de diámetro.	1,010 €	1,01 €
	1,000 m	Tubo de PVC, serie B, de 110 mm de diámetro y 3,2 mm de espesor, según UNE-EN 1329-1, con el precio incrementado el 40% en concepto de accesorios y piezas especiales.	9,440 €	9,44 €
	0,016 l	Adhesivo para tubos y accesorios de PVC.	14,420 €	0,23 €
	0,146 h	Oficial 1º fontanero.	18,130 €	2,65 €
	0,073 h	Ayudante fontanero.	16,400 €	1,20 €
	5,000 %	Costes directos complementarios	14,530 €	0,73 €
		10,000 % Costes indirectos	15,260 €	<b>1,53 €</b>
			<b>Precio total por m</b>	<b>16,79 €</b>
<b>3.11</b>	<b>m</b>	Bajante interior de la red de evacuación de aguas residuales, formada por tubo de PVC, serie B, de 90 mm de diámetro, unión pegada con adhesivo.		

Proyecto de las instalaciones hidráulicas y de extinción de incendios de un centro de estudios tecnológico avanzado en Benimàmet (València)

	1,000 Ud	Material auxiliar para montaje y sujeción a la obra de las tuberías de PVC, serie B, de 90 mm de diámetro.	0,900 €	0,90 €
	1,000 m	Tubo de PVC, serie B, de 90 mm de diámetro y 3,2 mm de espesor, según UNE-EN 1329-1, con el precio incrementado el 40% en concepto de accesorios y piezas especiales.	8,400 €	8,40 €
	0,014 l	Adhesivo para tubos y accesorios de PVC.	14,420 €	0,20 €
	0,117 h	Oficial 1º fontanero.	18,130 €	2,12 €
	0,058 h	Ayudante fontanero.	16,400 €	0,95 €
	5,000 %	Costes directos complementarios	12,570 €	0,63 €
		10,000 % Costes indirectos	13,200 €	<b>1,32 €</b>
		<b>Precio total por m</b>		<b>14,52 €</b>
<b>3.12</b>	<b>m</b>	Red de pequeña evacuación, empotrada, de PVC, serie B, de 110 mm de diámetro, unión pegada con adhesivo.		
	1,000 Ud	Material auxiliar para montaje y sujeción a la obra de las tuberías de PVC, serie B, de 110 mm de diámetro.	1,010 €	1,01 €
	1,050 m	Tubo de PVC, serie B, de 110 mm de diámetro y 3,2 mm de espesor, según UNE-EN 1329-1, con el precio incrementado el 10% en concepto de accesorios y piezas especiales.	7,420 €	7,79 €
	0,020 l	Adhesivo para tubos y accesorios de PVC.	14,420 €	0,29 €
	0,120 h	Oficial 1º fontanero.	18,130 €	2,18 €
	0,060 h	Ayudante fontanero.	16,400 €	0,98 €
	5,000 %	Costes directos complementarios	12,250 €	0,61 €
		10,000 % Costes indirectos	12,860 €	<b>1,29 €</b>
		<b>Precio total por m</b>		<b>14,15 €</b>
<b>3.13</b>	<b>m</b>	Red de pequeña evacuación, empotrada, de PVC, serie B, de 75 mm de diámetro, unión pegada con adhesivo.		
	1,000 Ud	Material auxiliar para montaje y sujeción a la obra de las tuberías de PVC, serie B, de 75 mm de diámetro.	0,660 €	0,66 €
	1,050 m	Tubo de PVC, serie B, de 75 mm de diámetro y 3 mm de espesor, según UNE-EN 1329-1, con el precio incrementado el 10% en concepto de accesorios y piezas especiales.	4,820 €	5,06 €
	0,014 l	Adhesivo para tubos y accesorios de PVC.	14,420 €	0,20 €
	0,080 h	Oficial 1º fontanero.	18,130 €	1,45 €
	0,040 h	Ayudante fontanero.	16,400 €	0,66 €
	5,000 %	Costes directos complementarios	8,030 €	0,40 €
		10,000 % Costes indirectos	8,430 €	<b>0,84 €</b>
		<b>Precio total por m</b>		<b>9,27 €</b>
<b>3.14</b>	<b>Ud</b>	Bote sifónico de PVC, de 110 mm de diámetro, con tapa ciega de acero inoxidable, colocado superficialmente bajo el forjado.		
	1,000 Ud	Sifón individual de 110 mm de diámetro para inodoro	0,937 €	0,94 €
	0,700 m	Tubo de PVC, serie B, de 110 mm de diámetro y 3,2 mm de espesor, con extremo abocardado, según UNE-EN 1329-1, con el precio incrementado el 15% en concepto de accesorios y piezas especiales.	0,539 €	0,38 €
	0,080 l	Adhesivo para tubos y accesorios de PVC.	14,420 €	1,15 €
	0,031 h	Oficial 1º fontanero.	18,130 €	0,56 €
	0,016 h	Ayudante fontanero.	16,400 €	0,26 €
	5,000 %	Costes directos complementarios	3,290 €	0,16 €

Proyecto de las instalaciones hidráulicas y de extinción de incendios de un centro de estudios tecnológico avanzado en Benimàmet (València)

			10,000 % Costes indirectos	3,450 €	<b>0,35 €</b>
			<b>Precio total por Ud</b>		<b>3,80 €</b>
<b>3.15</b>	<b>Ud</b>	Bote sifónico de PVC, de 110 mm de diámetro, con tapa ciega de acero inoxidable, colocado superficialmente bajo el forjado.			
	1,000 Ud	Sifón individual de 75 mm de diámetro para lavabo y fregader		12,670 €	12,67 €
	0,700 m	Tubo de PVC, serie B, de 110 mm de diámetro y 3,2 mm de espesor, con extremo abocardado, según UNE-EN 1329-1, con el precio incrementado el 15% en concepto de accesorios y piezas especiales.		0,539 €	0,38 €
	0,080 l	Adhesivo para tubos y accesorios de PVC.		14,420 €	1,15 €
	0,250 h	Oficial 1º fontanero.		18,130 €	4,53 €
	0,125 h	Ayudante fontanero.		16,400 €	2,05 €
	5,000 %	Costes directos complementarios		20,780 €	1,04 €
			10,000 % Costes indirectos	21,820 €	<b>2,18 €</b>
			<b>Precio total por Ud</b>		<b>24,00 €</b>
<b>3.16</b>	<b>Ud</b>	Formación de arqueta de paso enterrada, de hormigón en masa "in situ" HM-30/B/20/I+Qb, de dimensiones interiores 40x40x50 cm, sobre solera de hormigón en masa de 15 cm de espesor, formación de pendiente mínima del 3%, con el mismo tipo de hormigón, cerrada superiormente con marco y tapa de fundición clase B-125 según UNE-EN 124. Incluso molde reutilizable de chapa metálica amortizable en 20 usos y colector de conexión de PVC, de tres entradas y una salida, con tapa de registro, para encuentros. El precio no incluye la excavación ni el relleno del trasdós.			
	3,270 m3	Hormigón HM-30/B/20/I+Qb, fabricado en central, con cemento SR.		101,650 €	332,40 €
	1,000 Ud	Colector de conexión de PVC, con una entradas y una salida con tapa de registro.		37,500 €	37,50 €
	0,170 Ud	Molde reutilizable para formación de arquetas de sección cuadrada de 40x40x50 cm, de chapa metálica, incluso accesorios de montaje.		182,860 €	31,09 €
	1,000 Ud	Marco y tapa de fundición, 40x40 cm, para arqueta registrable, clase B-125 según UNE-EN 124.		21,000 €	21,00 €
	5,245 h	Oficial 1º construcción.		17,540 €	92,00 €
	5,245 h	Peón ordinario construcción		16,160 €	84,76 €
	5,000 %	Costes directos complementarios		598,750 €	29,94 €
			10,000 % Costes indirectos	628,690 €	<b>62,87 €</b>
			<b>Precio total por Ud</b>		<b>691,56 €</b>
<b>3.17</b>	<b>m</b>	Colector suspendido de PVC, serie B de 75 mm de diámetro, unión pegada con adhesivo.			
	1,000 Ud	Material auxiliar para montaje y sujeción a la obra de las tuberías de PVC, serie B, de 75 mm de diámetro.		0,660 €	0,66 €
	1,050 m	Tubo de PVC, serie B, de 75 mm de diámetro y 3 mm de espesor, según UNE-EN 1329-1, con el precio incrementado el 45% en concepto de accesorios y piezas especiales.		6,360 €	6,68 €
	0,022 l	Adhesivo para tubos y accesorios de PVC.		14,420 €	0,32 €
	0,147 h	Oficial 1º fontanero.		18,130 €	2,67 €
	0,073 h	Ayudante fontanero.		16,400 €	1,20 €
	5,000 %	Costes directos complementarios		11,530 €	0,58 €
			10,000 % Costes indirectos	12,110 €	<b>1,21 €</b>

Proyecto de las instalaciones hidráulicas y de extinción de incendios de un centro de estudios tecnológico avanzado en Benimàmet (València)

		<b>Precio total por m</b>	<b>13,32 €</b>
<b>3.18</b>	<b>m</b>	Colector suspendido de PVC, serie B de 90 mm de diámetro, unión pegada con adhesivo.	
	1,000 Ud	Material auxiliar para montaje y sujeción a la obra de las tuberías de PVC, serie B, de 90 mm de diámetro.	0,900 €
	1,050 m	Tubo de PVC, serie B, de 90 mm de diámetro y 3,2 mm de espesor, según UNE-EN 1329-1, con el precio incrementado el 45% en concepto de accesorios y piezas especiales.	8,700 €
	0,028 l	Adhesivo para tubos y accesorios de PVC.	14,420 €
	0,176 h	Oficial 1º fontanero.	18,130 €
	0,088 h	Ayudante fontanero.	16,400 €
	5,000 %	Costes directos complementarios	15,070 €
		10,000 % Costes indirectos	15,820 €
		<b>Precio total por m</b>	<b>1,58 €</b>
		<b>Precio total por m</b>	<b>17,40 €</b>
<b>3.19</b>	<b>m</b>	Colector suspendido de PVC, serie B de 110 mm de diámetro, unión pegada con adhesivo.	
	1,000 Ud	Material auxiliar para montaje y sujeción a la obra de las tuberías de PVC, serie B, de 110 mm de diámetro.	1,010 €
	1,050 m	Tubo de PVC, serie B, de 110 mm de diámetro y 3,2 mm de espesor, según UNE-EN 1329-1, con el precio incrementado el 45% en concepto de accesorios y piezas especiales.	9,780 €
	0,032 l	Adhesivo para tubos y accesorios de PVC.	14,420 €
	0,220 h	Oficial 1º fontanero.	18,130 €
	0,110 h	Ayudante fontanero.	16,400 €
	5,000 %	Costes directos complementarios	17,530 €
		10,000 % Costes indirectos	18,410 €
		<b>Precio total por m</b>	<b>1,84 €</b>
		<b>Precio total por m</b>	<b>20,25 €</b>
<b>3.20</b>	<b>m</b>	Colector suspendido de PVC, serie B de 160 mm de diámetro, unión pegada con adhesivo.	
	1,000 Ud	Material auxiliar para montaje y sujeción a la obra de las tuberías de PVC, serie B, de 160 mm de diámetro.	1,480 €
	1,050 m	Tubo de PVC, serie B, de 160 mm de diámetro y 3,2 mm de espesor, según UNE-EN 1329-1, con el precio incrementado el 45% en concepto de accesorios y piezas especiales.	14,340 €
	0,060 l	Adhesivo para tubos y accesorios de PVC.	14,420 €
	0,294 h	Oficial 1º fontanero.	18,130 €
	0,147 h	Ayudante fontanero.	16,400 €
	5,000 %	Costes directos complementarios	25,150 €
		10,000 % Costes indirectos	26,410 €
		<b>Precio total por m</b>	<b>2,64 €</b>
		<b>Precio total por m</b>	<b>29,05 €</b>
<b>3.21</b>	<b>m</b>	Colector suspendido de PVC, serie B de 200 mm de diámetro, unión pegada con adhesivo.	
	1,000 Ud	Material auxiliar para montaje y sujeción a la obra de las tuberías de PVC, serie B, de 200 mm de diámetro.	2,310 €
	1,050 m	Tubo de PVC, serie U, de 200 mm de diámetro y 3,9 mm de espesor, según UNE-EN 1329-1, con el precio incrementado el 45% en concepto de accesorios y piezas especiales.	22,310 €

Proyecto de las instalaciones hidráulicas y de extinción de incendios de un centro de estudios tecnológico avanzado en Benimàmet (València)

0,076 l	Adhesivo para tubos y accesorios de PVC.	14,420 €	1,10 €
0,323 h	Oficial 1º fontanero.	18,130 €	5,86 €
0,161 h	Ayudante fontanero.	16,400 €	2,64 €
5,000 %	Costes directos complementarios	35,340 €	1,77 €
	10,000 % Costes indirectos	37,110 €	<b>3,71 €</b>
	<b>Precio total por m</b>		<b>40,82 €</b>

### 3.5 PRESUPUESTO Y MEDICIONES DE INSTALACIÓN DE RESIDUALES POR PARTIDA

Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe
<b>3.2 Evacuación de aguas</b>					
<b>3.2.1 Sistemas de elevación</b>					
3.1	Ud	Sistema de recogida y elevación de aguas residuales			
		Total Ud :	1,000	14.729,86	<b>14.729,86</b>
3.2	Ud	Sistema de recogida y elevación de aguas residuales			
		Total Ud :	1,000	15.064,81	<b>15.064,81</b>
3.3	Ud	Sistema de recogida y elevación de aguas residuales			
		Total Ud :	1,000	19.088,83	<b>19.088,83</b>
3.4	M	Tubería para impulsión de aguas residuales, colocada superficialmente o enterrada, formada por tubo de polipropileno copolímero random (PP-R), de 90 mm de diámetro exterior, PN=10 atm.			
		Total m :	70,000	22,61	<b>1.582,70</b>
<b>Total 3.2.1 Sistemas de elevación</b>					<b>50.466,20</b>
<b>3.2.2 Sistemas de evacuación de aguas</b>					
3.5	Ud	Toma de desagüe para electrodoméstico, con enlace mixto macho de PVC, de 40 mm de diámetro, pegada con adhesivo.			
		Total Ud :	3,000	9,47	<b>28,41</b>
3.6	Ud	Válvula de ventilación de PVC, de 110 mm de diámetro, para tubería de ventilación primaria o secundaria, con junta elástica.			
		Total Ud :	10,000	97,19	<b>971,90</b>
3.7	Ud	Válvula de ventilación de PVC, de 75 mm de diámetro, para tubería de ventilación secundaria, con junta elástica.			
		Total Ud :	31,000	44,98	<b>1.394,38</b>
3.8	Ud	Válvula de ventilación de PVC, de 90 mm de diámetro, para tubería de ventilación primaria o secundaria, con junta elástica.			
		Total Ud :	1,000	58,86	<b>58,86</b>
<b>Total 3.2.2 Sistemas de evacuación de aguas</b>					<b>2.453,55</b>
<b>3.2.3 Bajantes</b>					
3.9	M	Bajante interior insonorizada de la red de evacuación de aguas residuales, formada por tubo de polipropileno con carga mineral, insonorizado, de 110 mm de diámetro, unión con junta elástica.			
		Total m :	3,000	25,76	<b>77,28</b>
3.10	M	Tubería para ventilación de baño formada por tubo de PVC, serie B, de 110 mm de diámetro, unión pegada con adhesivo.			
		Total m :	15,000	16,79	<b>251,85</b>
3.11	M	Tubería para ventilación de cafetería formada por tubo de PVC, serie B, de 90 mm de diámetro, unión pegada con adhesivo.			
		Total m :	3,000	14,52	<b>43,56</b>
<b>Total 3.2.3 Bajantes</b>					<b>372,69</b>
<b>3.2.4 Derivaciones individuales</b>					
3.12	M	Derivación individual de PVC, serie B, de 110 mm de diámetro, unión pegada con adhesivo.			
		Total m :	12,000	14,15	<b>169,80</b>
3.13	M	Derivación individual de PVC, serie B, de 75 mm de diámetro, unión pegada con adhesivo.			
		Total m :	13,500	9,27	<b>125,15</b>
3.14	Ud	Sifón individual de PVC, de 110 mm de diámetro para inodoro			
		Total Ud :	30,000	3,80	<b>114,00</b>
3.15	Ud	Sifón individual de PVC, de 75 mm de diámetro para lavabo y fregadero			
		Total Ud :	31,000	24,00	<b>744,00</b>
3.16	Ud	Arqueta de hormigón en masa "in situ"			
		Total Ud :	6,000	691,56	<b>4.149,36</b>
<b>Total 3.2.4 Derivaciones individuales</b>					<b>5.302,31</b>

**3.2.5 Colectores suspendidos**

3.17	<b>M</b>	Colector suspendido de PVC, serie B de 75 mm de diámetro, unión pegada con adhesivo.			
		Total m :	1,000	13,32	<b>13,32</b>
3.18	<b>M</b>	Colector suspendido de PVC, serie B de 90 mm de diámetro, unión pegada con adhesivo.			
		Total m :	40,000	17,40	<b>696,00</b>
3.19	<b>M</b>	Colector suspendido de PVC, serie B de 110 mm de diámetro, unión pegada con adhesivo.			
		Total m :	30,000	20,25	<b>607,50</b>
3.20	<b>M</b>	Colector suspendido de PVC, serie B de 160 mm de diámetro, unión pegada con adhesivo.			
		Total m :	41,000	29,05	<b>1.191,05</b>
3.21	<b>M</b>	Colector enterrado de PVC, serie U de 200 mm de diámetro, unión pegada con adhesivo.			
		Total m :	5,000	40,82	<b>204,10</b>
		<b>Total 3.2.5 Colectores suspendidos</b>			<b>2.711,97</b>
		<b>Total 3.2 Evacuación de aguas</b>			<b>61.306,72</b>
		<b>Total Presupuesto parcial nº 3.2 Instalación de evacuación de residuales :</b>			<b>61.306,72</b>

### 3.6 RESUMEN PRESUPUESTO DE INSTALACIÓN DE RESIDUALES

Capítulo	Importe (€)
<b>3.2 Instalación de evacuación de pluviales</b>	
3.2 Evacuación de aguas	
3.2.1 Sistemas de elevación	50.466,20
3.2.2 Sistemas de evacuación de aguas	2.453,55
3.2.3 Bajantes	372,69
3.2.4 Derivaciones individuales	5.302,31
3.2.5 Colectores suspendidos	2.711,97
Total 3.2 Evacuación de aguas :	61.306,72
<b>Total 3.2 Instalación de evacuación de aguas residuales :</b>	<b>61.306,72</b>
<b>Presupuesto de ejecución material (PEM)</b>	<b>61.306,72</b>
8% de gastos generales	4.904,54
6% de beneficio industrial	3.678,40
<b>Presupuesto de ejecución por contrata (PEC = PEM + GG + BI)</b>	<b>69.889,66</b>
21% IVA	14.676,83
<b>Presupuesto de ejecución por contrata con IVA (PEC = PEM + GG + BI + IVA)</b>	<b>84.566,49</b>

Asciende el presupuesto de ejecución por contrata con IVA a la expresada cantidad de OCHENTA Y CUATRO MIL QUINIENTOS SESENTA Y SEIS EUROS CON CUARENTA Y NUEVE CÉNTIMOS.



## **CAPÍTULO 4. PRESUPUESTO INSTALACIÓN DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS**

### 4.1 PRESUPUESTO INSTALACIÓN DE PCI UNITARIO DESCOMPUESTO

<b>Código</b>	<b>Ud</b>	<b>Descripción</b>		<b>Total</b>
<b>4.1</b>	<b>Ud</b>	Central de detección automática de incendios, convencional, microprocesada, de 2 zonas de detección.		
	1,000 Ud	Central de detección automática de incendios, convencional, microprocesada, de 2 zonas de detección, con caja metálica y tapa de ABS, con módulo de alimentación, rectificador de corriente y cargador de batería, panel de control con indicador de alarma y a	144,080 €	144,08 €
	2,000 Ud	Batería de 12 V y 7 Ah.	15,370 €	30,74 €
	1,000 Ud	Módulo de supervisión de sirena o campana.	3,500 €	3,50 €
	0,598 h	Oficial 1º instalador de redes y equipos de detección y seguridad.	17,820 €	10,66 €
	0,598 h	Ayudante instalador de redes y equipos de detección y seguridad.	16,100 €	9,63 €
	5,000 %	Costes directos complementarios	198,610 €	9,93 €
		10,000 % Costes indirectos	208,540 €	<b>20,85 €</b>
		<b>Precio total por Ud</b>		<b>229,39 €</b>
<b>4.2</b>	<b>Ud</b>	Detector óptico de humos y térmico convencional, de ABS color blanco.		
	1,000 Ud	Detector óptico de humos y térmico convencional, de ABS color blanco, formado por un elemento sensible a humos claros y a el incremento lento de la temperatura para una temperatura máxima de alarma de 60°C, para alimentación de 12 a 30 Vcc, con doble led de activación e indicador de alarma color rojo, salida para piloto de señalización remota y base universal, según UNE-EN 54-5 y UNE-EN 54-7. Incluso elementos de fijación.	14,650 €	14,65 €
	0,498 h	Oficial 1º instalador de redes y equipos de detección y seguridad.	17,820 €	8,87 €
	0,498 h	Ayudante instalador de redes y equipos de detección y seguridad.	16,100 €	8,02 €
	5,000 %	Costes directos complementarios	31,540 €	1,58 €
		10,000 % Costes indirectos	33,120 €	<b>3,31 €</b>
		<b>Precio total por Ud</b>		<b>36,43 €</b>
<b>4.3</b>	<b>Ud</b>	Pulsador de alarma convencional de rearme manual, con tapa.		

Proyecto de las instalaciones hidráulicas y de extinción de incendios de un centro de estudios tecnológico avanzado en Benimàmet (València)

	1,000 Ud	Pulsador de alarma convencional de rearme manual, de ABS, protección IP 41, con led indicador de alarma color rojo y llave de rearme, según UNE-EN 54-11. Incluso elementos de fijación.	8,580 €	8,58 €
	1,000 Ud	Tapa de metacrilato.	1,070 €	1,07 €
	0,548 h	Oficial 1º instalador de redes y equipos de detección y seguridad.	17,820 €	9,77 €
	0,548 h	Ayudante instalador de redes y equipos de detección y seguridad.	16,100 €	8,82 €
	5,000 %	Costes directos complementarios	28,240 €	1,41 €
		10,000 % Costes indirectos	29,650 €	<b>2,97 €</b>
		<b>Precio total por Ud</b>		<b>32,62 €</b>
<b>4.4</b>	<b>Ud</b>	Sirena electrónica, de color rojo, para montaje interior, con señal acústica.		
	1,000 Ud	Sirena electrónica, de color rojo, para montaje interior, con señal acústica, alimentación a 24 Vcc, potencia sonora de 100 dB a 1 m y consumo de 14 mA, según UNE-EN 54-3. Incluso elementos de fijación.	26,370 €	26,37 €
	0,498 h	Oficial 1º instalador de redes y equipos de detección y seguridad.	17,820 €	8,87 €
	0,498 h	Ayudante instalador de redes y equipos de detección y seguridad.	16,100 €	8,02 €
	5,000 %	Costes directos complementarios	43,260 €	2,16 €
		10,000 % Costes indirectos	45,420 €	<b>4,54 €</b>
		<b>Precio total por Ud</b>		<b>49,96 €</b>
<b>4.5</b>	<b>Ud</b>	Luminaria de emergencia, instalada en la superficie de la pared, con tubo lineal fluorescente, 6 W - G5, flujo luminoso 155 lúmenes.		
	1,000 Ud	Luminaria de emergencia, con tubo lineal fluorescente, 6 W - G5, flujo luminoso 155 lúmenes, carcasa de 245x110x58 mm, clase II, IP 42, con baterías de Ni-Cd de alta temperatura, autonomía de 1 h, alimentación a 230 V, tiempo de carga 24 h. Incluso accesorios y elementos de fijación.	27,610 €	27,61 €
	0,199 h	Oficial 1º electricista.	17,820 €	3,55 €
	0,199 h	Ayudante electricista.	16,100 €	3,20 €
	5,000 %	Costes directos complementarios	34,360 €	1,72 €
		10,000 % Costes indirectos	36,080 €	<b>3,61 €</b>
		<b>Precio total por Ud</b>		<b>39,69 €</b>
<b>4.6</b>	<b>Ud</b>	Señalización de equipos contra incendios, mediante placa de aluminio fotoluminiscente, de 210x210 mm.		
	1,000 Ud	Placa de señalización de equipos contra incendios, de aluminio fotoluminiscente, de 210x210 mm, según UNE 23033-1. Incluso elementos de fijación.	6,120 €	6,12 €
	0,199 h	Peón ordinario construcción.	15,920 €	3,17 €
	5,000 %	Costes directos complementarios	9,290 €	0,46 €
		10,000 % Costes indirectos	9,750 €	<b>0,98 €</b>
		<b>Precio total por Ud</b>		<b>10,73 €</b>
<b>4.7</b>	<b>Ud</b>	Señalización de medios de evacuación, mediante placa de aluminio fotoluminiscente, de 210x210 mm.		
	1,000 Ud	Placa de señalización de medios de evacuación, de aluminio fotoluminiscente, de 210x210 mm, según UNE 23034. Incluso elementos de fijación.	6,120 €	6,12 €

Proyecto de las instalaciones hidráulicas y de extinción de incendios de un centro de estudios tecnológico avanzado en Benimàmet (València)

	1,000 Ud	Material auxiliar para la fijación de placa de señalización.	0,220 €	0,22 €
	0,199 h	Peón ordinario construcción.	15,920 €	3,17 €
	5,000 %	Costes directos complementarios	9,510 €	0,48 €
		10,000 % Costes indirectos	9,990 €	<b>1,00 €</b>
		<b>Precio total por Ud</b>		<b>10,99 €</b>
<b>4.8</b>	<b>Ud</b>	Depósito de poliéster para reserva de agua contra incendios de 12 m³ de capacidad, colocado en superficie, en posición horizontal, con patas, de "EUROPLAST".		
	1,000 Ud	Depósito de poliéster, de 15 m³, 2500 mm de diámetro y 3200 mm de longitud, colocado en superficie, en posición horizontal, con patas, para reserva de agua contra incendios, de "EUROPLAST"	1.575,280 €	1.575,28 €
	1,000 Ud	Válvula de flotador de 2" de diámetro, para una presión máxima de 5 bar, con cuerpo de latón, boya esférica roscada de latón y obturador de goma.	176,660 €	176,66 €
	2,000 Ud	Interruptor de nivel de 10 A, con boya, contrapeso y cable.	9,800 €	19,60 €
	1,000 Ud	Válvula de esfera de latón niquelado para roscar de 1 1/2".	15,080 €	15,08 €
	1,000 Ud	Válvula de mariposa de hierro fundido, DN 50 mm.	23,470 €	23,47 €
	6,637 h	Oficial 1º fontanero.	17,820 €	118,27 €
	6,637 h	Ayudante fontanero.	16,100 €	106,86 €
	5,000 %	Costes directos complementarios	2.035,220 €	101,76 €
		10,000 % Costes indirectos	2.136,980 €	<b>213,70 €</b>
		<b>Precio total por Ud</b>		<b>2.350,68 €</b>
<b>4.9</b>	<b>Ud</b>	Grupo de presión de agua contra incendios, formado por: una bomba principal eléctrica de 3 kW y otra idéntica de reserva, una bomba auxiliar jockey accionada por motor eléctrico de 1,1 kW, dos calderines de membrana de 24 l, bancada metálica, cuadro eléctrico, y colector de impulsión, con caudalímetro para grupo contra incendios de tipo rotámetro de lectura directa y un panel de control para cada bomba, modelo FH CR 10/C de "GRUNDFOS".		
	1,000 Ud	Grupo de presión de agua contra incendios, formado por: una bomba principal eléctrica de 3 kW y otra idéntica de reserva, una bomba auxiliar jockey accionada por motor eléctrico de 1,1 kW, dos calderines de membrana de 24 l, bancada metálica, cuadro eléctrico, y colector de impulsión, con caudalímetro para grupo contra incendios de tipo rotámetro de lectura directa y un panel de control para cada bomba, modelo FH CR 10/C de "GRUNDFOS".	5.493,620 €	5.493,62 €
	1,000 Ud	Caudalímetro para grupo contra incendios de tipo rotámetro de lectura directa, precisión del 10%, cuerpo acrílico y flotador de acero inoxidable, fabricado en una sola pieza.	173,370 €	173,37 €
	6,509 h	Oficial 1º fontanero.	17,820 €	115,99 €
	6,509 h	Ayudante fontanero.	16,100 €	104,79 €
	5,000 %	Costes directos complementarios	5.887,770 €	294,39 €
		10,000 % Costes indirectos	6.182,160 €	<b>618,22 €</b>
		<b>Precio total por Ud</b>		<b>6.800,38 €</b>
<b>4.10</b>	<b>m</b>	Red de distribución de agua para abastecimiento de los equipos de extinción de incendios, formada por tubería prefabricada de acero negro con soldadura, de 1 1/2" DN 40 mm de diámetro, unión ranurada.		

Proyecto de las instalaciones hidráulicas y de extinción de incendios de un centro de estudios tecnológico avanzado en Benimàmet (València)

	1,000 Ud	Material auxiliar para montaje y sujeción a la obra de las tuberías de acero, de 1 1/2" DN 40 mm.	0,570 €	0,57 €
	1,000 m	Tubería prefabricada de acero negro con soldadura longitudinal por resistencia eléctrica, de 1 1/2" DN 40 mm de diámetro, pintada con resina de epoxi/poliéster color rojo RAL 3000 de 60 micras de espesor, según UNE-EN 10255, con el precio incrementado el 20% en concepto de accesorios y piezas especiales.	8,820 €	8,82 €
	0,120 Ud	Material auxiliar para instalaciones contra incendios.	1,030 €	0,12 €
	0,294 h	Oficial 1º fontanero.	17,820 €	5,24 €
	0,294 h	Ayudante fontanero.	16,100 €	4,73 €
	5,000 %	Costes directos complementarios	19,480 €	0,97 €
		10,000 % Costes indirectos	20,450 €	<b>2,05 €</b>
		<b>Precio total por m</b>		<b>22,50 €</b>
<b>4.11</b>	<b>m</b>	Red de distribución de agua para abastecimiento de los equipos de extinción de incendios, formada por tubería prefabricada de acero negro con soldadura, de 2" DN 50 mm de diámetro, unión ranurada.		
	1,000 Ud	Material auxiliar para montaje y sujeción a la obra de las tuberías de acero, de 2" DN 50 mm.	0,800 €	0,80 €
	1,000 m	Tubería prefabricada de acero negro con soldadura longitudinal por resistencia eléctrica, de 2" DN 50 mm de diámetro, pintada con resina de epoxi/poliéster color rojo RAL 3000 de 60 micras de espesor, según UNE-EN 10255, con el precio incrementado el 20% en concepto de accesorios y piezas especiales.	10,990 €	10,99 €
	0,160 Ud	Material auxiliar para instalaciones contra incendios.	1,030 €	0,16 €
	0,327 h	Oficial 1º fontanero.	17,820 €	5,83 €
	0,327 h	Ayudante fontanero.	16,100 €	5,26 €
	5,000 %	Costes directos complementarios	23,040 €	1,15 €
		10,000 % Costes indirectos	24,190 €	<b>2,42 €</b>
		<b>Precio total por m</b>		<b>26,61 €</b>
<b>4.12</b>	<b>Ud</b>	Válvula de mariposa de palanca y asiento de EPDM, unión con bridas, de 2" de diámetro, PN=16 bar.		
	1,000 Ud	Válvula de mariposa de palanca y asiento de EPDM, unión con bridas, de 2" de diámetro, PN=16 bar, formada por cuerpo, disco y palanca de fundición dúctil y eje de acero inoxidable.	47,000 €	47,00 €
	1,000 Ud	Material auxiliar para instalaciones contra incendios.	1,030 €	1,03 €
	0,204 h	Oficial 1º fontanero.	17,820 €	3,64 €
	0,204 h	Ayudante fontanero.	16,100 €	3,28 €
	5,000 %	Costes directos complementarios	54,950 €	2,75 €
		10,000 % Costes indirectos	57,700 €	<b>5,77 €</b>
		<b>Precio total por Ud</b>		<b>63,47 €</b>
<b>4.13</b>	<b>Ud</b>	Válvula de retención de doble clapeta y asiento de EPDM, unión con bridas, de 2" de diámetro, PN=16 bar.		
	1,000 Ud	Válvula de retención de doble clapeta y asiento de EPDM, unión con bridas, de 2" de diámetro, PN=16 bar, formada por cuerpo de hierro fundido y clapeta, eje y resorte de acero inoxidable.	30,050 €	30,05 €
	1,000 Ud	Material auxiliar para instalaciones contra incendios.	1,030 €	1,03 €
	0,163 h	Oficial 1º fontanero.	17,820 €	2,90 €

Proyecto de las instalaciones hidráulicas y de extinción de incendios de un centro de estudios tecnológico avanzado en Benimàmet (València)

	0,163 h	Ayudante fontanero.	16,100 €	2,62 €
	5,000 %	Costes directos complementarios	36,600 €	1,83 €
		10,000 % Costes indirectos	38,430 €	<b>3,84 €</b>
			<b>Precio total por Ud</b>	<b>42,27 €</b>
<b>4.14</b>	<b>Ud</b>	Boca de incendio equipada (BIE) de 25 mm (1") de superficie, compuesta de: armario de acero inoxidable, y puerta semiciega de acero inoxidable; devanadera metálica giratoria fija; manguera semirrígida de 20 m de longitud; lanza de tres efectos y válvula de cierre, colocada en paramento.		
	1,000 Ud	Boca de incendio equipada (BIE) de 25 mm (1") de superficie, de 680x480x215 mm, compuesta de: armario construido en acero inoxidable de 1,2 mm de espesor, y puerta semiciega con ventana de metacrilato de acero inoxidable de 1,2 mm de espesor; devanadera metálica giratoria fija, pintada en rojo epoxi, con alimentación axial; manguera semirrígida de 20 m de longitud; lanza de tres efectos (cierre, pulverización y chorro compacto) construida en plástico ABS y válvula de cierre tipo esfera de 25 mm (1"), de latón, con manómetro 0-16 bar. Coeficiente de descarga K de 42 (métrico). Certificada por AENOR según UNE-EN 671-1.	266,230 €	266,23 €
	1,123 h	Oficial 1º fontanero.	17,820 €	20,01 €
	1,123 h	Ayudante fontanero.	16,100 €	18,08 €
	5,000 %	Costes directos complementarios	304,320 €	15,22 €
		10,000 % Costes indirectos	319,540 €	<b>31,95 €</b>
			<b>Precio total por Ud</b>	<b>351,49 €</b>
<b>4.15</b>	<b>Ud</b>	Válvula de esfera de latón niquelado para roscar de 1 1/2".		
	1,000 Ud	Válvula de esfera de latón niquelado para roscar de 1 1/2".	15,080 €	15,08 €
	1,000 Ud	Material auxiliar para instalaciones de fontanería.	0,980 €	0,98 €
	0,310 h	Oficial 1º fontanero.	17,820 €	5,52 €
	0,310 h	Ayudante fontanero.	16,100 €	4,99 €
	5,000 %	Costes directos complementarios	26,570 €	1,33 €
		10,000 % Costes indirectos	27,900 €	<b>2,79 €</b>
			<b>Precio total por Ud</b>	<b>30,69 €</b>
<b>4.16</b>	<b>Ud</b>	Grupo electrógeno fijo insonorizado, trifásico, diesel, de 8 kVA de potencia, con cuadro de conmutación de accionamiento manual e interruptor automático magnetotérmico.		
	1,000 Ud	Grupo electrógeno fijo insonorizado sobre bancada de funcionamiento automático, trifásico de 230/400 V de tensión, de 8 kVA de potencia, compuesto por alternador sin escobillas de 50 Hz de frecuencia; motor diesel de 1500 r.p.m. refrigerado por agua, con silenciador y depósito de combustible; cuadro eléctrico de control; cuadro de conmutación con contactores de accionamiento manual calibrados a 25 A; e interruptor automático magnetotérmico tetrapolar (4P) calibrado a 10 A.	5.356,010 €	5.356,01 €
	0,311 h	Oficial 1º electricista.	17,820 €	5,54 €
	0,311 h	Ayudante electricista.	16,100 €	5,01 €
	5,000 %	Costes directos complementarios	5.366,560 €	268,33 €
		10,000 % Costes indirectos	5.634,890 €	<b>563,49 €</b>
			<b>Precio total por Ud</b>	<b>6.198,38 €</b>

Proyecto de las instalaciones hidráulicas y de extinción de incendios de un centro de estudios tecnológico avanzado en Benimàmet (València)

<b>4.17</b>	<b>Ud</b>	Extintor portátil de polvo químico ABC polivalente antibrasa, con presión incorporada, de eficacia 21A-144B-C, con 6 kg de agente extintor, alojado en armario con puerta ciega.		
	1,000 Ud	Extintor portátil de polvo químico ABC polivalente antibrasa, con presión incorporada, de eficacia 21A-144B-C, con 6 kg de agente extintor, con manómetro y manguera con boquilla difusora, según UNE-EN 3.	30,820 €	30,82 €
	1,000 Ud	Armario metálico con puerta ciega, de 700x280x210 mm, para extintor de polvo de 6 a 12 kg.	39,950 €	39,95 €
	0,202 h	Peón ordinario construcción.	15,920 €	3,22 €
	5,000 %	Costes directos complementarios	73,990 €	3,70 €
		10,000 % Costes indirectos	77,690 €	<b>7,77 €</b>
		<b>Precio total por Ud</b>		<b>85,46 €</b>

## 4.2 PRESUPUESTO Y MEDICIONES DE INSTALACIÓN DE PCI POR PARTIDA

Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe
<b>4.1 Contra incendios</b>					
<b>4.1.1 Detección y alarma</b>					
4.1	Ud	Central de detección automática de incendios, convencional, microprocesada, de 2 zonas de detección.			
			Total Ud :	1,000	229,39
					<b>229,39</b>
4.2	Ud	Detector óptico de humos y térmico convencional, de ABS color blanco.			
			Total Ud :	25,000	36,43
					<b>910,75</b>
4.3	Ud	Pulsador de alarma convencional de rearme manual, con tapa.			
			Total Ud :	43,000	32,62
					<b>1.402,66</b>
4.4	Ud	Sirena electrónica, de color rojo, para montaje interior, con señal acústica.			
			Total Ud :	1,000	49,96
					<b>49,96</b>
			<b>Total 4.1.1 Detección y alarma</b>		<b>2.592,76</b>
<b>4.1.2 Alumbrado de emergencia</b>					
4.5	Ud	Luminaria de emergencia, instalada en la superficie de la pared, con tubo lineal fluorescente, 6 W - G5, flujo luminoso 155 lúmenes.			
			Total Ud :	50,000	39,69
					<b>1.984,50</b>
			<b>Total 4.1.2 Alumbrado de emergencia</b>		<b>1.984,50</b>
<b>4.1.3 Señalización</b>					
4.6	Ud	Señalización de equipos contra incendios, mediante placa de aluminio fotoluminiscente, de 210x210 mm.			
			Total Ud :	1,000	10,73
					<b>10,73</b>
4.7	Ud	Señalización de medios de evacuación, mediante placa de aluminio fotoluminiscente, de 210x210 mm.			
			Total Ud :	1,000	10,99
					<b>10,99</b>
			<b>Total 4.1.3 Señalización</b>		<b>21,72</b>
<b>4.1.4 Sistemas de abastecimiento de agua</b>					
4.8	Ud	Depósito de poliéster para reserva de agua contra incendios de 12 m³ de capacidad, colocado en superficie, en posición horizontal, con patas, de "EUROPLAST".			
			Total Ud :	1,000	2.350,68
					<b>2.350,68</b>
4.9	Ud	Grupo de presión de agua contra incendios, formado por: una bomba principal eléctrica de 3 kW y otra idéntica de reserva, una bomba auxiliar jockey accionada por motor eléctrico de 1,1 kW, dos calderines de membrana de 24 l, bancada metálica, cuadro eléctrico, y colector de impulsión, con caudalímetro para grupo contra incendios de tipo rotámetro de lectura directa y un panel de control para cada bomba, modelo FH CR 10/C de "GRUNDFOS".			
			Total Ud :	1,000	6.800,38
					<b>6.800,38</b>
4.10	M	Red de distribución de agua para abastecimiento de los equipos de extinción de incendios, formada por tubería prefabricada de acero negro con soldadura, de 1 1/2" DN 40 mm de diámetro, unión ranurada.			
			Total m :	231,000	22,50
					<b>5.197,50</b>
4.11	M	Red de distribución de agua para abastecimiento de los equipos de extinción de incendios, formada por tubería prefabricada de acero negro con soldadura, de 2" DN 50 mm de diámetro, unión ranurada.			
			Total m :	790,000	26,61
					<b>21.021,90</b>
4.12	Ud	Válvula de mariposa de palanca y asiento de EPDM, unión con bridas, de 2" de diámetro, PN=16 bar.			
			Total Ud :	2,000	63,47
					<b>126,94</b>
4.13	Ud	Válvula de retención de doble clapeta y asiento de EPDM, unión con bridas, de 2" de diámetro, PN=16 bar.			
			Total Ud :	2,000	42,27
					<b>84,54</b>

Proyecto de las instalaciones hidráulicas y de extinción de incendios de un centro de estudios tecnológico avanzado en Benimàmet (València)

4.14	<b>Ud</b>	Boca de incendio equipada (BIE) de 25 mm (1") de superficie, compuesta de: armario de acero inoxidable, y puerta semiciega de acero inoxidable; devanadera metálica giratoria fija; manguera semirrígida de 20 m de longitud; lanza de tres efectos y válvula de cierre, colocada en paramento.			
			Total Ud :	43,000	351,49
					<b>15.114,07</b>
4.15	<b>Ud</b>	Válvula de esfera de latón niquelado para roscar de 1 1/2".			
			Total Ud :	1,000	30,69
					<b>30,69</b>
4.16	<b>Ud</b>	Grupo electrógeno fijo insonorizado, trifásico, diesel, de 8 kVA de potencia, con cuadro de conmutación de accionamiento manual e interruptor automático magnetotérmico.			
			Total Ud :	1,000	6.198,38
					<b>6.198,38</b>
			<b>Total 4.1.4 Sistemas de abastecimiento de agua</b>		<b>56.925,08</b>
<b>4.1.5 Extintores</b>					
4.17	<b>Ud</b>	Extintor portátil de polvo químico ABC polivalente antibrasa, con presión incorporada, de eficacia 21A-144B-C, con 6 kg de agente extintor, alojado en armario con puerta ciega.			
			Total Ud :	88,000	85,46
					<b>7.520,48</b>
			<b>Total 4.1.5 Extintores</b>		<b>7.520,48</b>
			<b>Total 4.1 Contra incendios</b>		<b>69.044,54</b>
			<b>Total Presupuesto parcial nº 4 Instalación de PCI :</b>		<b>69.044,54</b>

### 4.3 RESUMEN PRESUPUESTO DE INSTALACIÓN DE PCI

Capítulo	Importe (€)
<b>4 Instalaciones</b>	
4.1 Contra incendios	
4.1.1 Detección y alarma	2.592,76
4.1.2 Alumbrado de emergencia	1.984,50
4.1.3 Señalización	21,72
4.1.4 Sistemas de abastecimiento de agua	56.925,08
4.1.5 Extintores	7.520,48
Total 4.1 Contra incendios :	69.044,54
<b>Total 4 Instalación de PCI :</b>	<b>69.044,54</b>
<b>Presupuesto de ejecución material (PEM)</b>	<b>69.044,54</b>
8% de gastos generales	5.523,56
6% de beneficio industrial	4.142,67
<b>Presupuesto de ejecución por contrata (PEC = PEM + GG + BI)</b>	<b>78.710,77</b>
21% IVA	16.529,26
<b>Presupuesto de ejecución por contrata con IVA (PEC = PEM + GG + BI + IVA)</b>	<b>95.240,03</b>

Asciende el presupuesto de ejecución por contrata con IVA a la expresada cantidad de NOVENTA Y CINCO MIL DOSCIENTOS CUARENTA EUROS CON TRES CÉNTIMOS.



## CAPÍTULO 5. PRESUPUESTO INSTALACIÓN DE GAS

### 5.1 PRESUPUESTO INSTALACIÓN DE GAS UNITARIO DESCOMPUESTO

Código	Ud	Descripción		Total
<b>5.1</b>	<b>Ud</b>	Acometida de gas, D=32 mm de polietileno de alta densidad SDR 11 de 100 m de longitud, con llave de acometida formada por válvula de esfera de latón niquelado de 1 1/4" alojada en arqueta de obra de fábrica.		
	8,000 m³	Arena de 0 a 5 mm de diámetro.	10,390 €	83,12 €
	100,000 m	Acometida de polietileno de alta densidad, de 32 mm de diámetro exterior, SDR 11, de 4 bar de presión nominal, según UNE-EN 1555, con el precio incrementado el 30% en concepto de accesorios y piezas especiales.	0,440 €	44,00 €
	7,611 m³	Hormigón HM-20/P/20/I, fabricado en central.	62,890 €	478,66 €
	36,000 Ud	Ladrillo cerámico perforado (panel), para revestir, 24x11,5x9 cm, según UNE-EN 771-1.	0,150 €	5,40 €
	0,012 m³	Agua.	1,330 €	0,02 €
	0,023 t	Mortero industrial para albañilería, de cemento, color gris, categoría M-5 (resistencia a compresión 5 N/mm²), suministrado en sacos, según UNE-EN 998-2.	27,400 €	0,63 €
	0,026 t	Mortero industrial para albañilería, de cemento, color gris, con aditivo hidrófugo, categoría M-15 (resistencia a compresión 15 N/mm²), suministrado en sacos, según UNE-EN 998-2.	33,810 €	0,88 €
	1,000 Ud	Marco y tapa de fundición dúctil de 40x40 cm, según Compañía Suministradora.	9,430 €	9,43 €
	1,000 Ud	Válvula de esfera de latón niquelado para roscar de 1 1/4".	10,660 €	10,66 €
	1,000 m	Collarín de toma en carga, de PVC, para tubo de polietileno de alta densidad de 32 mm de diámetro exterior.	4,290 €	4,29 €
	1,000 Ud	Prueba de estanqueidad para instalación de gas.	84,250 €	84,25 €
	29,003 h	Compresor portátil eléctrico 5 m³/min de caudal.	6,120 €	177,50 €
	29,003 h	Martillo neumático.	3,620 €	104,99 €
	29,484 h	Oficial 1ª construcción.	17,240 €	508,30 €
	34,248 h	Peón ordinario construcción.	15,920 €	545,23 €
	95,177 h	Oficial 1ª instalador de gas.	17,820 €	1.696,05 €
	58,118 h	Ayudante instalador de gas.	16,100 €	935,70 €
	5,000 %	Costes directos complementarios	4.689,110 €	234,46 €
		10,000 % Costes indirectos	4.923,570 €	<b>492,36 €</b>
		<b>Precio total por Ud</b>		<b>5.415,93 €</b>
<b>5.2</b>	<b>Ud</b>	Acometida interior de gas, D=2" (50 mm) de acero de 8 m de longitud, con llave de edificio alojada en hornacina formada por válvula de compuerta de latón fundido.		

Proyecto de las instalaciones hidráulicas y de extinción de incendios de un centro de estudios tecnológico avanzado en Benimàmet (València)

	8,000 m	Tubo de acero negro, con soldadura longitudinal por resistencia eléctrica, de 2" DN 50 mm de diámetro, según UNE-EN 10255, con el precio incrementado el 60% en concepto de accesorios y piezas especiales.	18,900 €	151,20 €
	1,000 Ud	Marco y tapa de fundición dúctil de 50x50 cm, según Compañía Suministradora.	14,670 €	14,67 €
	1,000 Ud	Válvula de compuerta de latón fundido, para roscar, de 2".	20,120 €	20,12 €
	4,500 Ud	Material auxiliar para montaje y sujeción a la obra de las tuberías de acero negro.	3,550 €	15,98 €
	2,222 h	Oficial 1º instalador de gas.	17,820 €	39,60 €
	2,222 h	Ayudante instalador de gas.	16,100 €	35,77 €
	0,292 h	Oficial 1º construcción.	17,240 €	5,03 €
	0,292 h	Peón ordinario construcción.	15,920 €	4,65 €
	5,000 %	Costes directos complementarios	287,020 €	14,35 €
		10,000 % Costes indirectos	301,370 €	<b>30,14 €</b>
		<b>Precio total por Ud</b>		<b>331,51 €</b>
<b>5.3</b>	<b>Ud</b>	Contador para gas natural de presión máxima de operación (MOP) inferior a 0,05 bar, de tipo G-4, situado en armario en plataforma de hormigón del parque de cubierta.		
	1,000 Ud	Armario de chapa galvanizada de 770x1055x400 mm, con tubo de cobre para contador de gas tipo G-4 para gas natural, con abertura superior e inferior para paso de tubos y ventilación y cerradura con llave, normalizado por la empresa suministradora, incluso colector, toma de presión de entrada, llaves de corte, limitadores de caudal, tomas de presión de salida, soportes y placas de indicación del piso y puerta de la vivienda a la cual suministra.	769,970 €	769,97 €
	1,300 Ud	Material auxiliar para instalaciones de gas.	1,140 €	1,48 €
	3,979 h	Oficial 1º instalador de gas.	17,820 €	70,91 €
	1,989 h	Ayudante instalador de gas.	16,100 €	32,02 €
	5,000 %	Costes directos complementarios	874,380 €	43,72 €
		10,000 % Costes indirectos	918,100 €	<b>91,81 €</b>
		<b>Precio total por Ud</b>		<b>1.009,91 €</b>
<b>5.4</b>	<b>m</b>	Tubería para instalación común de gas, colocada superficialmente, formada por tubo de cobre estirado en frío sin soldadura, diámetro D 26x28 mm, acabada con dos manos de esmalte sintético.		
	1,000 Ud	Material auxiliar para montaje y sujeción a la obra de las tuberías de cobre estirado en frío sin soldadura, diámetro D 26x28 mm.	0,220 €	0,22 €
	1,000 m	Tubo de cobre estirado en frío sin soldadura, diámetro D= 26x28 mm y 1 mm de espesor, según UNE-EN 1057, con el precio incrementado el 15% en concepto de accesorios y piezas especiales.	5,080 €	5,08 €
	0,023 kg	Esmalte sintético, color a elegir de la carta RAL, para aplicar sobre superficies metálicas, aspecto brillante.	4,980 €	0,11 €
	0,302 h	Oficial 1º instalador de gas.	17,820 €	5,38 €
	0,302 h	Ayudante instalador de gas.	16,100 €	4,86 €
	0,048 h	Oficial 1º pintor.	17,240 €	0,83 €
	5,000 %	Costes directos complementarios	16,480 €	0,82 €
		10,000 % Costes indirectos	17,300 €	<b>1,73 €</b>
		<b>Precio total por m</b>		<b>19,03 €</b>

Proyecto de las instalaciones hidráulicas y de extinción de incendios de un centro de estudios tecnológico avanzado en Benimàmet (València)

<b>5.5</b>	<b>m</b>	Tubería para instalación común de gas, colocada superficialmente, formada por tubo de cobre estirado en frío sin soldadura, diámetro D 20x22 mm, acabada con dos manos de esmalte sintético.		
	1,000 Ud	Material auxiliar para montaje y sujeción a la obra de las tuberías de cobre estirado en frío sin soldadura, diámetro D 20x22 mm.	0,120 €	0,12 €
	1,000 m	Tubo de cobre estirado en frío sin soldadura, diámetro D 20x22 mm y 1 mm de espesor, según UNE-EN 1057, con el precio incrementado el 15% en concepto de accesorios y piezas especiales.	2,770 €	2,77 €
	0,018 kg	Esmalte sintético, color a elegir de la carta RAL, para aplicar sobre superficies metálicas, aspecto brillante.	4,980 €	0,09 €
	0,293 h	Oficial 1º instalador de gas.	17,820 €	5,22 €
	0,293 h	Ayudante instalador de gas.	16,100 €	4,72 €
	0,038 h	Oficial 1º pintor.	17,240 €	0,66 €
	5,000 %	Costes directos complementarios	13,580 €	0,68 €
		10,000 % Costes indirectos	14,260 €	<b>1,43 €</b>
			<b>Precio total por m</b>	<b>15,69 €</b>
<b>5.6</b>	<b>m</b>	Tubería para instalación común de gas, colocada superficialmente, formada por tubo de cobre estirado en frío sin soldadura, diámetro D 16x18 mm, acabada con dos manos de esmalte sintético.		
	1,000 Ud	Material auxiliar para montaje y sujeción a la obra de las tuberías de cobre estirado en frío sin soldadura, diámetro D 16x18 mm.	0,100 €	0,10 €
	1,000 m	Tubo de cobre estirado en frío sin soldadura, diámetro D 16x18 mm y 1 mm de espesor, según UNE-EN 1057, con el precio incrementado el 15% en concepto de accesorios y piezas especiales.	2,240 €	2,24 €
	0,015 kg	Esmalte sintético, color a elegir de la carta RAL, para aplicar sobre superficies metálicas, aspecto brillante.	4,980 €	0,07 €
	0,283 h	Oficial 1º instalador de gas.	17,820 €	5,04 €
	0,283 h	Ayudante instalador de gas.	16,100 €	4,56 €
	0,031 h	Oficial 1º pintor.	17,240 €	0,53 €
	5,000 %	Costes directos complementarios	12,540 €	0,63 €
		10,000 % Costes indirectos	13,170 €	<b>1,32 €</b>
			<b>Precio total por m</b>	<b>14,49 €</b>
<b>5.7</b>	<b>m</b>	Tubería para instalación común de gas, colocada superficialmente, formada por tubo de cobre estirado en frío sin soldadura, diámetro D 13x15 mm, acabada con dos manos de esmalte sintético.		
	1,000 Ud	Material auxiliar para montaje y sujeción a la obra de las tuberías de cobre estirado en frío sin soldadura, diámetro D 13x15 mm.	0,090 €	0,09 €
	1,000 m	Tubo de cobre estirado en frío sin soldadura, diámetro D 13x15 mm y 1 mm de espesor, según UNE-EN 1057, con el precio incrementado el 15% en concepto de accesorios y piezas especiales.	2,050 €	2,05 €
	0,029 kg	Esmalte sintético, color a elegir de la carta RAL, para aplicar sobre superficies metálicas, aspecto brillante.	4,980 €	0,14 €
	0,322 h	Oficial 1º instalador de gas.	17,820 €	5,74 €
	0,322 h	Ayudante instalador de gas.	16,100 €	5,18 €
	0,060 h	Oficial 1º pintor.	17,240 €	1,03 €
	5,000 %	Costes directos complementarios	14,230 €	0,71 €

Proyecto de las instalaciones hidráulicas y de extinción de incendios de un centro de estudios tecnológico avanzado en Benimàmet (València)

		10,000 % Costes indirectos	14,940 €	<b>1,49 €</b>
			<b>Precio total por m</b>	<b>16,43 €</b>
<b>5.8</b>	<b>m</b>	Tubería para instalación común de gas, colocada superficialmente, formada por tubo de cobre estirado en frío sin soldadura, diámetro D 10x12 mm, acabada con dos manos de esmalte sintético.		
	1,000 Ud	Material auxiliar para montaje y sujeción a la obra de las tuberías de cobre estirado en frío sin soldadura, diámetro D 10x12 mm.	0,050 €	0,05 €
	1,000 m	Tubo de cobre estirado en frío sin soldadura, diámetro D 10x12 mm y 1 mm de espesor, según UNE-EN 1057, con el precio incrementado el 15% en concepto de accesorios y piezas especiales.	1,940 €	1,94 €
	0,034 kg	Esmalte sintético, color a elegir de la carta RAL, para aplicar sobre superficies metálicas, aspecto brillante.	4,980 €	0,17 €
	0,341 h	Oficial 1º instalador de gas.	17,820 €	6,08 €
	0,341 h	Ayudante instalador de gas.	16,100 €	5,49 €
	0,072 h	Oficial 1º pintor.	17,240 €	1,24 €
	5,000 %	Costes directos complementarios	14,970 €	0,75 €
		10,000 % Costes indirectos	15,720 €	<b>1,57 €</b>
			<b>Precio total por m</b>	<b>17,29 €</b>
<b>5.9</b>	<b>Ud</b>	Sistema de detección automática de gas natural compuesto de 1 sonda conectada a central de detección automática de gas natural para 1 zona, montada sobre pared, con grado de protección IP 54, electroválvula de 3/8" de diámetro, normalmente cerrada y 1 sirena.		
	1,000 Ud	Sonda de gas natural, compuesta de un sensor con sistema de oxidación catalítica, IP 44.	69,340 €	69,34 €
	1,000 Ud	Central de detección automática de gas natural para 1 zona, montada sobre pared, con grado de protección IP 54, dotada de 1 barra de leds que indican el estado de funcionamiento, el estado de la sonda y la concentración de gas medida por la sonda de cada zona, 2 niveles de alarma, un relé aislado al vacío para cada nivel de alarma con los contactos libres de tensión y fuente de alimentación de 230 V.	138,670 €	138,67 €
	1,000 Ud	Sirena para sistema de detección de gas, con señal óptica y acústica.	88,510 €	88,51 €
	1,000 Ud	Electroválvula de acero inoxidable de 3/8" Ø interior 13 mm, a 230 V, normalmente cerrada.	216,490 €	216,49 €
	55,000 m	Tubo rígido de PVC, enchufable, curvable en caliente, de color negro, de 16 mm de diámetro nominal, para canalización fija en superficie. Resistencia a la compresión 1250 N, resistencia al impacto 2 julios, temperatura de trabajo -5°C hasta 60°C, con grado de protección IP 547 según UNE 20324, propiedades eléctricas: aislante, no propagador de la llama. Según UNE-EN 61386-1 y UNE-EN 61386-22. Incluso abrazaderas, elementos de sujeción y accesorios (curvas, manguitos, tes, codos y curvas flexibles).	0,600 €	33,00 €
	122,000 m	Cable unipolar ES07Z1-K (AS), no propagador de la llama, con conductor multifilar de cobre clase 5 (-K) de 1,5 mm² de sección, con aislamiento de compuesto termoplástico a base de poliolefina libre de halógenos con baja emisión de humos y gases corrosivos (Z1), siendo su tensión asignada de 450/750 V. Según UNE 211025.	0,290 €	35,38 €

Proyecto de las instalaciones hidráulicas y de extinción de incendios de un centro de estudios tecnológico avanzado en Benimàmet (València)

	1,000 Ud	Material auxiliar para instalaciones de detección y alarma.	1,160 €	1,16 €
	8,224 h	Oficial 1º electricista.	17,820 €	146,55 €
	8,224 h	Ayudante electricista.	16,100 €	132,41 €
	0,997 h	Oficial 1º instalador de gas.	17,820 €	17,77 €
	5,000 %	Costes directos complementarios	879,280 €	43,96 €
		10,000 % Costes indirectos	923,240 €	<b>92,32 €</b>
			<b>Precio total por Ud</b>	<b>1.015,56 €</b>
<b>5.10</b>	<b>Ud</b>	Tallos normalizados para acometida de gas, con transición de tubo de polietileno de 20 mm a tubo de cobre de 20/22 mm.		
	1,000 Ud	Tallos normalizados para acometida de gas, con transición de tubo de polietileno de 20 mm a tubo de cobre de 20/22 mm, con enlace monobloc y vaina metálica de protección del enlace rellena de resina de poliuretano como protección antihumedad, vaina de 2 m de acero inoxidable de 22 mm de diámetro, protegida por un tapón de elastómero para evitar la entrada de agua.	22,490 €	22,49 €
	0,098 h	Oficial 1º instalador de gas.	17,820 €	1,75 €
	0,098 h	Ayudante instalador de gas.	16,100 €	1,58 €
	5,000 %	Costes directos complementarios	25,820 €	1,29 €
		10,000 % Costes indirectos	27,110 €	<b>2,71 €</b>
			<b>Precio total por Ud</b>	<b>29,82 €</b>
<b>5.11</b>	<b>Ud</b>	Llave de esfera de latón con maneta, pata y bloqueo, con rosca cilíndrica GAS macho-macho de 3/4" de diámetro, PN=5 bar.		
	1,000 Ud	Llave de esfera de latón con maneta, pata y bloqueo, con rosca cilíndrica GAS macho-macho de 3/4" de diámetro, PN=5 bar, acabado cromado, según UNE 60718.	6,730 €	6,73 €
	0,171 h	Oficial 1º instalador de gas.	17,820 €	3,05 €
	0,171 h	Ayudante instalador de gas.	16,100 €	2,75 €
	5,000 %	Costes directos complementarios	12,530 €	0,63 €
		10,000 % Costes indirectos	13,160 €	<b>1,32 €</b>
			<b>Precio total por Ud</b>	<b>14,48 €</b>
<b>5.12</b>	<b>Ud</b>	Llave de esfera de latón con maneta, pata y bloqueo, con rosca cilíndrica GAS macho-macho de 1/2" de diámetro, PN=5 bar.		
	1,000 Ud	Llave de esfera de latón con maneta, pata y bloqueo, con rosca cilíndrica GAS macho-macho de 1/2" de diámetro, PN=5 bar, acabado cromado, según UNE 60718.	4,290 €	4,29 €
	0,098 h	Oficial 1º instalador de gas.	17,820 €	1,75 €
	0,098 h	Ayudante instalador de gas.	16,100 €	1,58 €
	5,000 %	Costes directos complementarios	7,620 €	0,38 €
		10,000 % Costes indirectos	8,000 €	<b>0,80 €</b>
			<b>Precio total por Ud</b>	<b>8,80 €</b>

## 5.2 PRESUPUESTO Y MEDICIONES DE INSTALACIÓN DE GAS POR PARTIDA

Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe
<b>5.1 Gas</b>					
<b>5.1.1 Acometidas</b>					
5.1	Ud	Acometida de gas, D=32 mm de polietileno de alta densidad SDR 11 de 100 m de longitud, con llave de acometida formada por válvula de esfera de latón niquelado de 1 1/4" alojada en arqueta de obra de fábrica.			
			Total Ud :	1,000	5.415,93
					<b>5.415,93</b>
5.2	Ud	Acometida interior de gas, D=2" (50 mm) de acero de 8 m de longitud, con llave de edificio alojada en hornacina formada por válvula de compuerta de latón fundido.			
			Total Ud :	1,000	331,51
					<b>331,51</b>
			<b>Total 5.1.1 Acometidas</b>		<b>5.747,44</b>
<b>5.1.2 Contadores</b>					
5.3	Ud	Contador para gas natural de presión máxima de operación (MOP) inferior a 0,05 bar, de tipo G-4, situado en armario en plataforma de hormigón del parque de cubierta.			
			Total Ud :	1,000	1.009,91
					<b>1.009,91</b>
			<b>Total 5.1.2 Contadores</b>		<b>1.009,91</b>
<b>5.1.3 Conducciones</b>					
5.4	M	Tubería para instalación común de gas, colocada superficialmente, formada por tubo de cobre estirado en frío sin soldadura, diámetro D 26x28 mm, acabada con dos manos de esmalte sintético.			
			Total m :	15,000	19,03
					<b>285,45</b>
5.5	M	Tubería para instalación común de gas, colocada superficialmente, formada por tubo de cobre estirado en frío sin soldadura, diámetro D 20x22 mm, acabada con dos manos de esmalte sintético.			
			Total m :	3,000	15,69
					<b>47,07</b>
5.6	M	Tubería para instalación común de gas, colocada superficialmente, formada por tubo de cobre estirado en frío sin soldadura, diámetro D 16x18 mm, acabada con dos manos de esmalte sintético.			
			Total m :	1,200	14,49
					<b>17,39</b>
5.7	M	Tubería para instalación común de gas, colocada superficialmente, formada por tubo de cobre estirado en frío sin soldadura, diámetro D 13x15 mm, acabada con dos manos de esmalte sintético.			
			Total m :	1,500	16,43
					<b>24,65</b>
5.8	M	Tubería para instalación común de gas, colocada superficialmente, formada por tubo de cobre estirado en frío sin soldadura, diámetro D 10x12 mm, acabada con dos manos de esmalte sintético.			
			Total m :	2,000	17,29
					<b>34,58</b>
			<b>Total 5.1.3 Conducciones</b>		<b>409,14</b>
<b>5.1.4 Detección y alarma</b>					
5.9	Ud	Sistema de detección automática de gas natural compuesto de 1 sonda conectada a central de detección automática de gas natural para 1 zona, montada sobre pared, con grado de protección IP 54, electroválvula de 3/8" de diámetro, normalmente cerrada y 1 sirena.			
			Total Ud :	1,000	1.015,56
					<b>1.015,56</b>
			<b>Total 5.1.4 Detección y alarma</b>		<b>1.015,56</b>
<b>5.1.5 Elementos</b>					
5.10	Ud	Tallo normalizado para acometida de gas, con transición de tubo de polietileno de 20 mm a tubo de cobre de 20/22 mm.			
			Total Ud :	1,000	29,82
					<b>29,82</b>
5.11	Ud	Llave de esfera de latón con maneta, pata y bloqueo, con rosca cilíndrica GAS macho-macho de 3/4" de diámetro, PN=5 bar.			
			Total Ud :	1,000	14,48
					<b>14,48</b>

Proyecto de las instalaciones hidráulicas y de extinción de incendios de un centro de estudios tecnológico avanzado en Benimàmet (València)

---

5.12	<b>Ud</b>	Llave de esfera de latón con maneta, pata y bloqueo, con rosca cilíndrica GAS macho-macho de 1/2" de diámetro, PN=5 bar.			
			Total Ud :	1,000	8,80
					<b>8,80</b>
				<b>Total 5.1.5 Elementos</b>	<b>53,10</b>
				<b>Total 5.1 Gas</b>	<b>8.235,15</b>
			<b>Total Presupuesto parcial nº 5 Instalación de gas :</b>		<b>8.235,15</b>

### 5.3 RESUMEN PRESUPUESTO DE INSTALACIÓN DE GAS

Capítulo	Importe (€)
<b>5 Instalación de gas</b>	
5.1 Gas	
5.1.1 Acometidas	5.747,44
5.1.2 Contadores	1.009,91
5.1.3 Conducciones	409,14
5.1.4 Detección y alarma	1.015,56
5.1.5 Elementos	53,10
Total 5.1 Gas :	8.235,15
<b>Total 5 Instalación de gas :</b>	<b>8.235,15</b>
<b>Presupuesto de ejecución material (PEM)</b>	<b>8.235,15</b>
8% de gastos generales	658,81
6% de beneficio industrial	494,11
<b>Presupuesto de ejecución por contrata (PEC = PEM + GG + BI)</b>	<b>9.388,07</b>
21% IVA	1.971,49
<b>Presupuesto de ejecución por contrata con IVA (PEC = PEM + GG + BI + IVA)</b>	<b>11.359,56</b>

Asciende el presupuesto de ejecución por contrata con IVA a la expresada cantidad de ONCE MIL TRESCIENTOS CINCUENTA Y NUEVE EUROS CON CINCUENTA Y SEIS CÉNTIMOS.

## **CAPÍTULO 6. RESUMEN DEL PRESUPUESTO**

### **6.1 PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL**

La siguiente tabla muestra el coste del presupuesto de ejecución material de cada una de las instalaciones y el coste total.

Asciende el presupuesto de ejecución material a la expresada cantidad de CUATROCIENTOS TREINTA Y CUATRO MIL CUARENTA Y OCHO CON OCHO CÉNTIMOS.

<b>Instalación</b>	<b>Coste</b>
Fontanería	9.419,70
Agua Caliente Sanitaria	27.370,07
Evacuación aguas pluviales	258.671,90
Evacuación aguas residuales	61.306,72
Protección contra incendios	69.044,54
Gas	8.235,15
<b>Total</b>	<b>434.048,08</b>

*Tabla 87. Resumen presupuesto de ejecución material*

Asciende el presupuesto de ejecución material a la expresada cantidad de CUATROCIENTOS TREINTA Y CUATRO MIL CUARENTA Y OCHO CON OCHO CÉNTIMOS.

### **6.2 PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN POR CONTRATA**

La siguiente tabla muestra el coste del presupuesto final, tras añadir un 8% de gastos generales, 6% de beneficio industrial y un 21% de IVA.

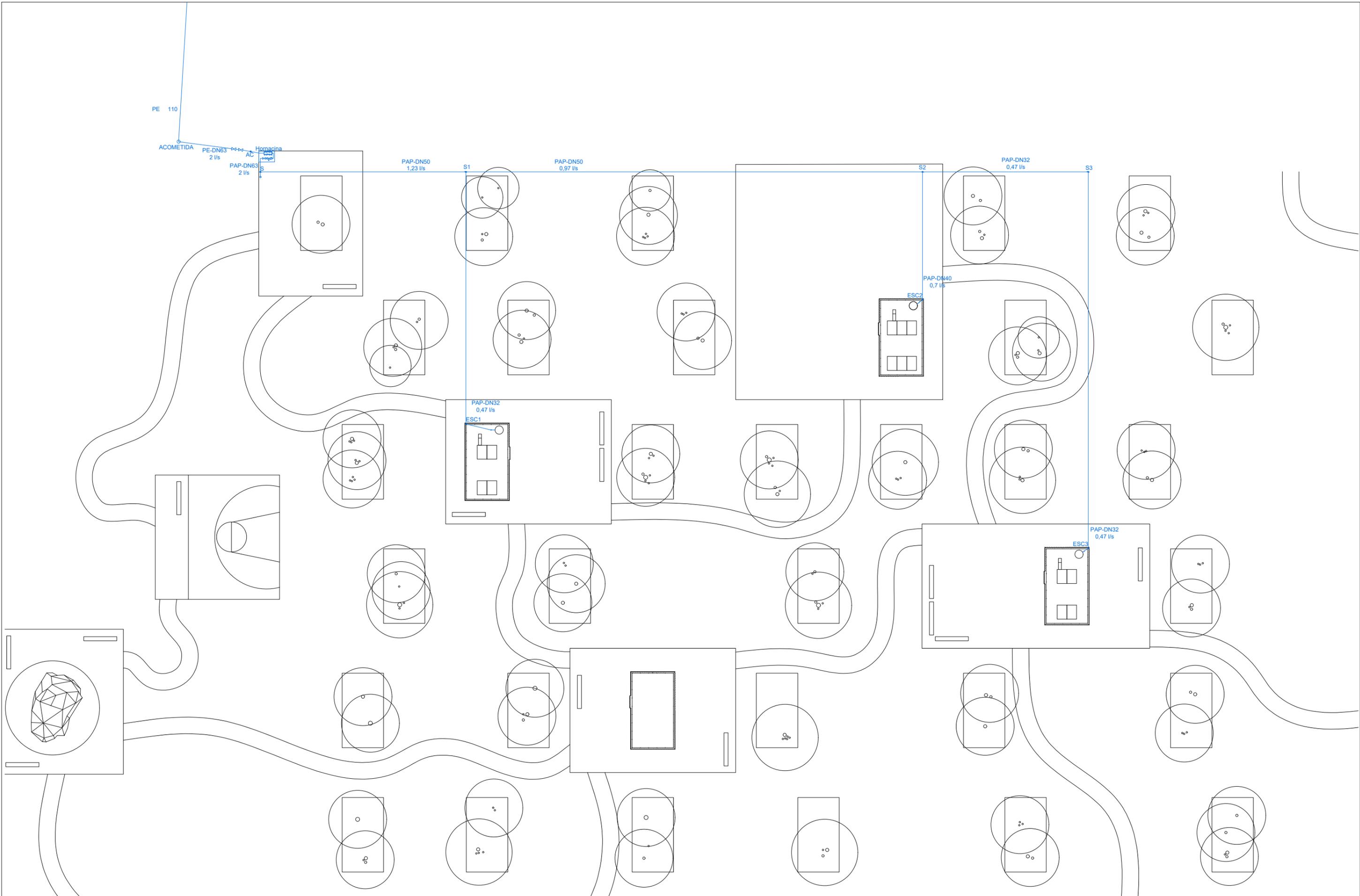
<b>Instalación</b>	<b>Coste</b>
Fontanería	12.993,54
Agua Caliente Sanitaria	37.754,27
Evacuación aguas pluviales	356.812,01
Evacuación aguas residuales	84.566,49
Protección contra incendios	95.240,03
Gas	11.359,56
<b>Total</b>	<b>598.725,90</b>

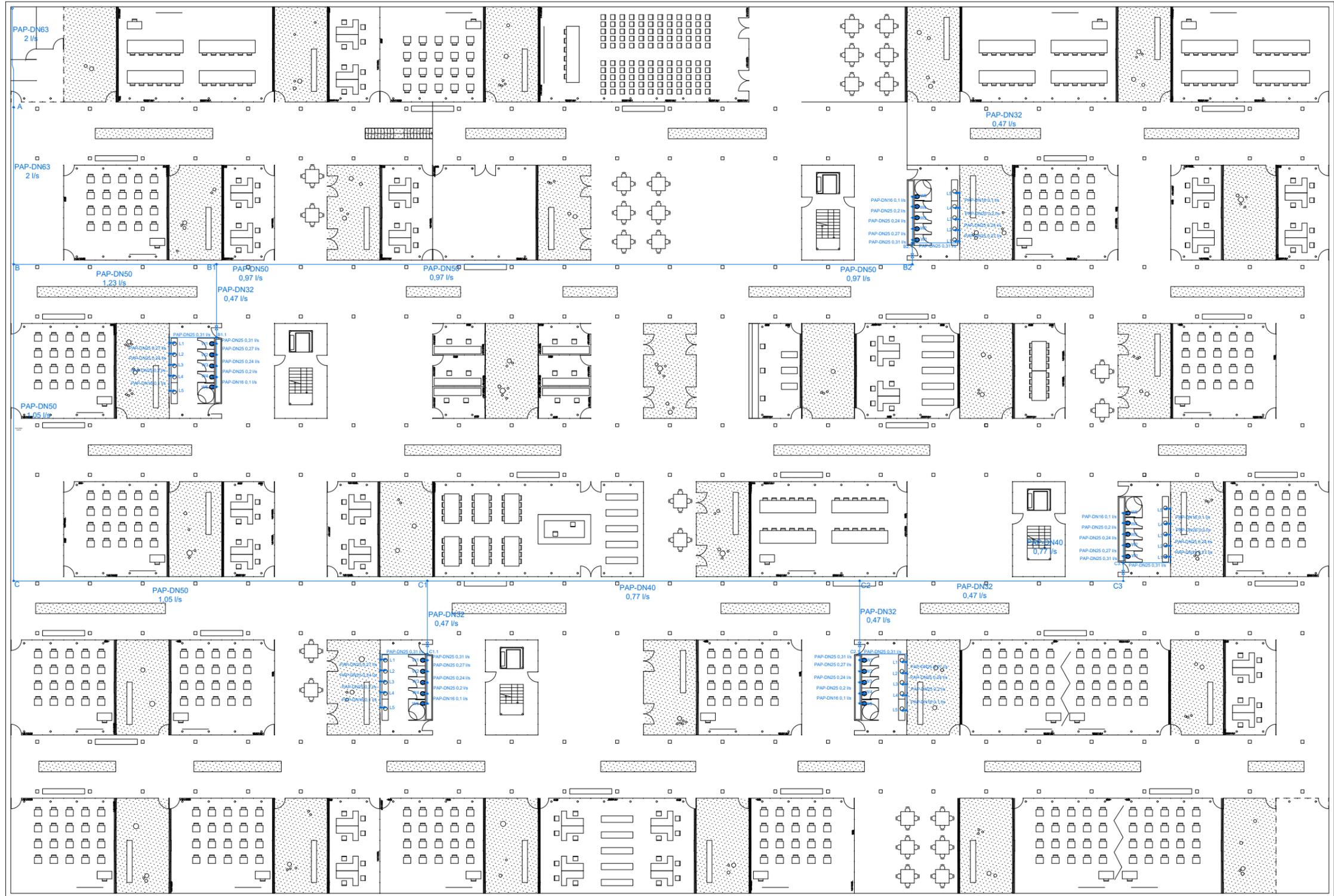
*Tabla 88. Resumen presupuesto de ejecución por contrata*

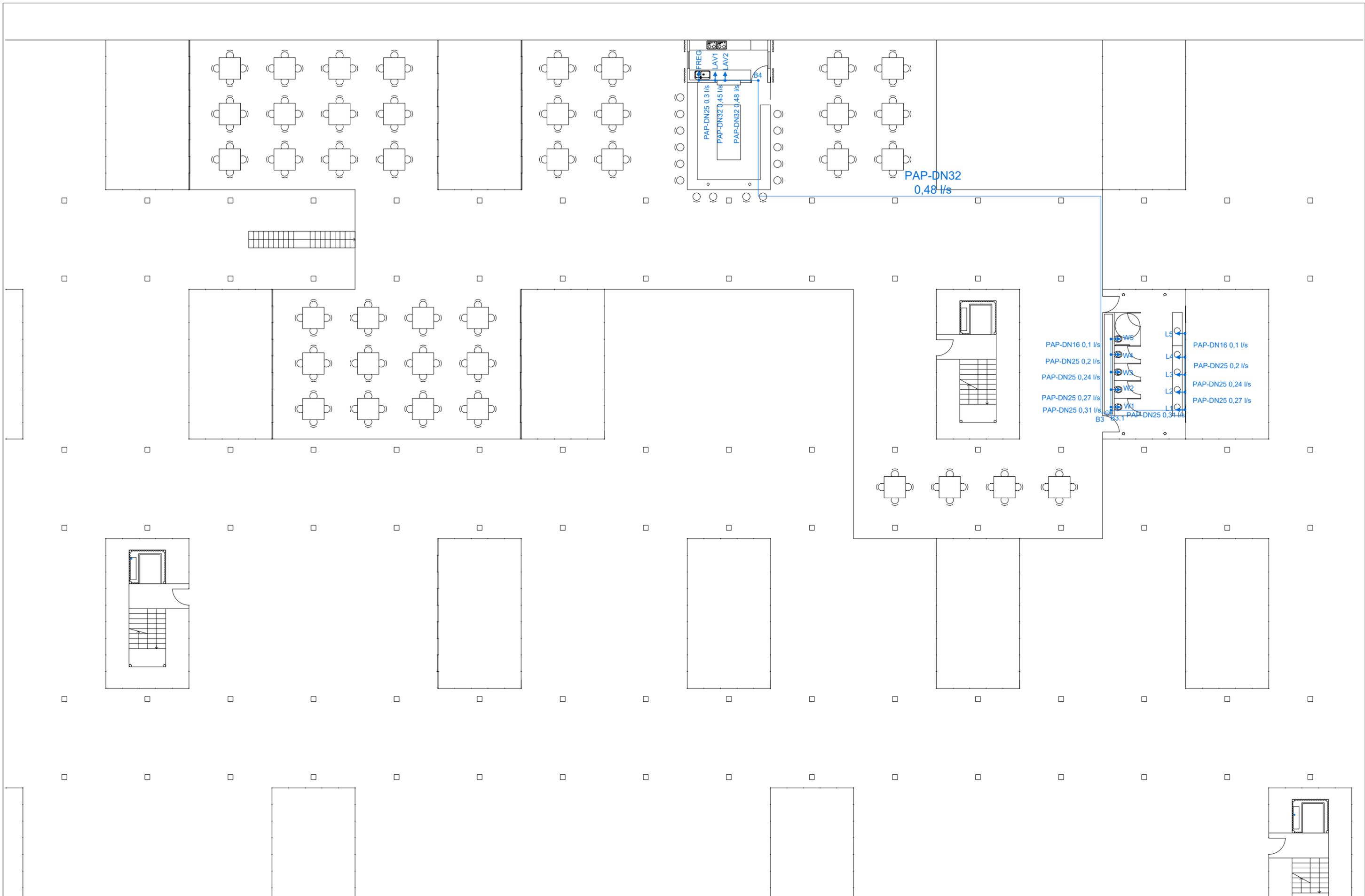
Asciende el presupuesto de ejecución por contrata con IVA a la expresada cantidad de QUINIENTOS NOVENTA Y OCHO MIL SETECIENTOS VEINTICINCO CON NOVENTA CÉNTIMOS.

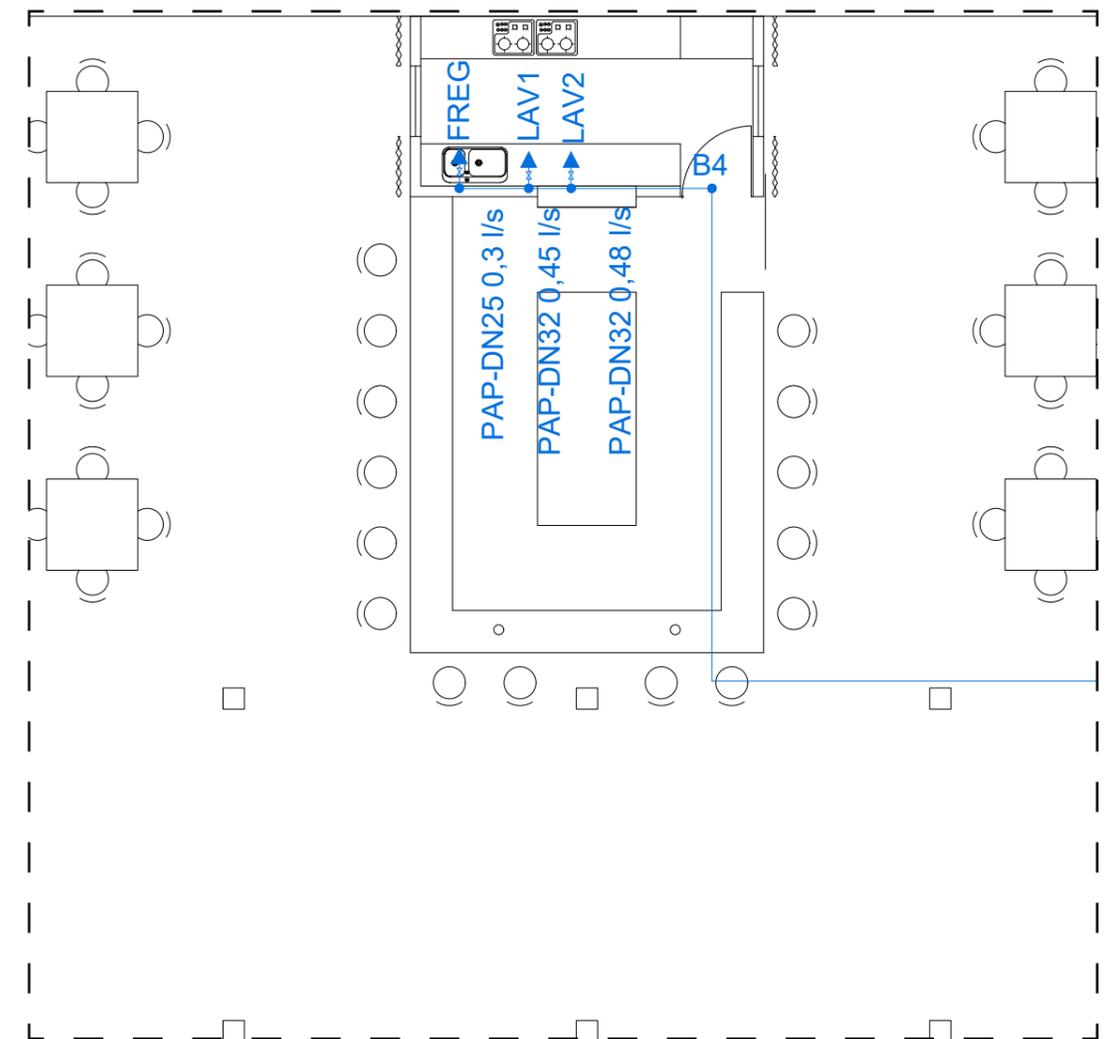
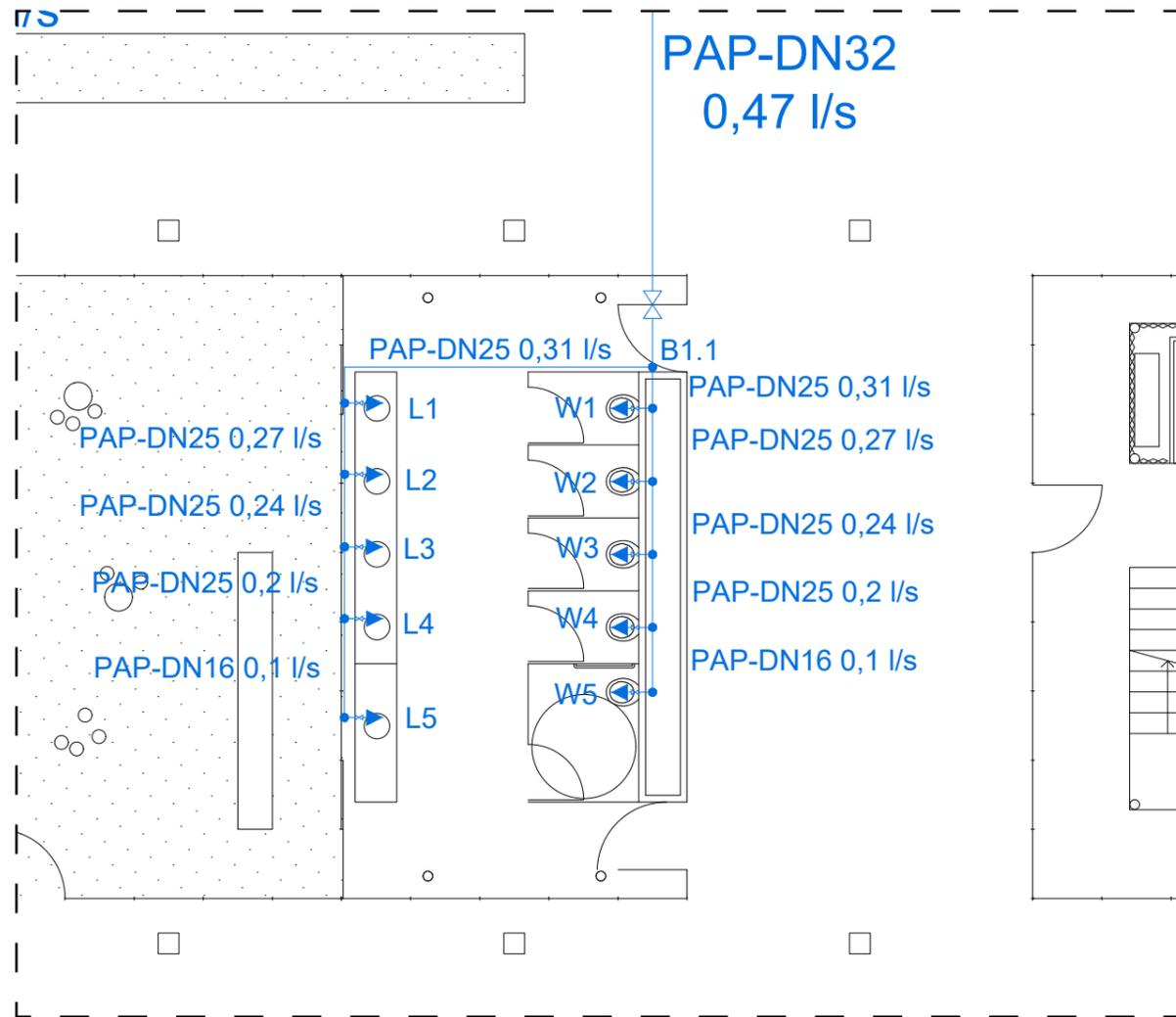
# **PLANOS**

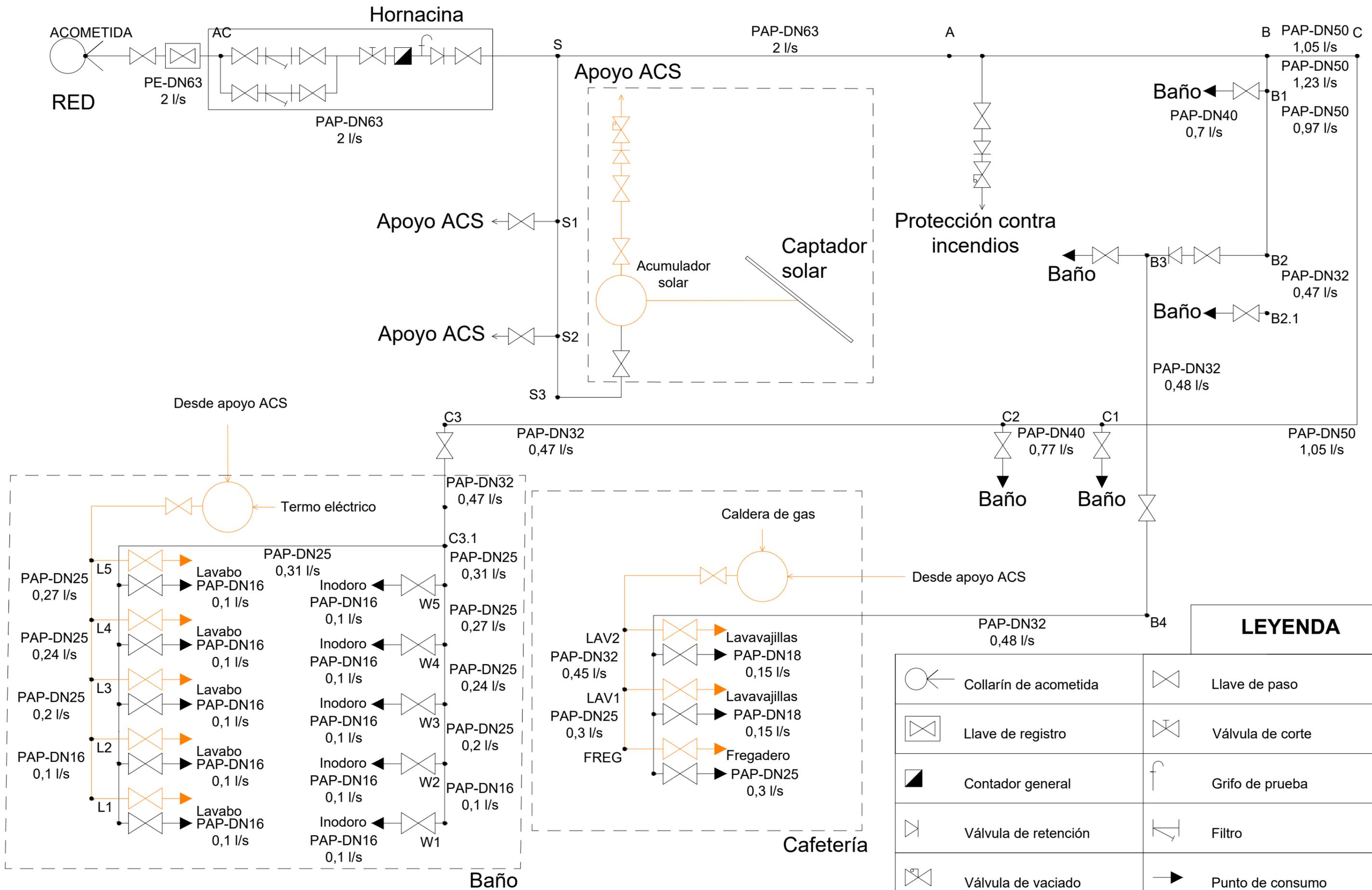


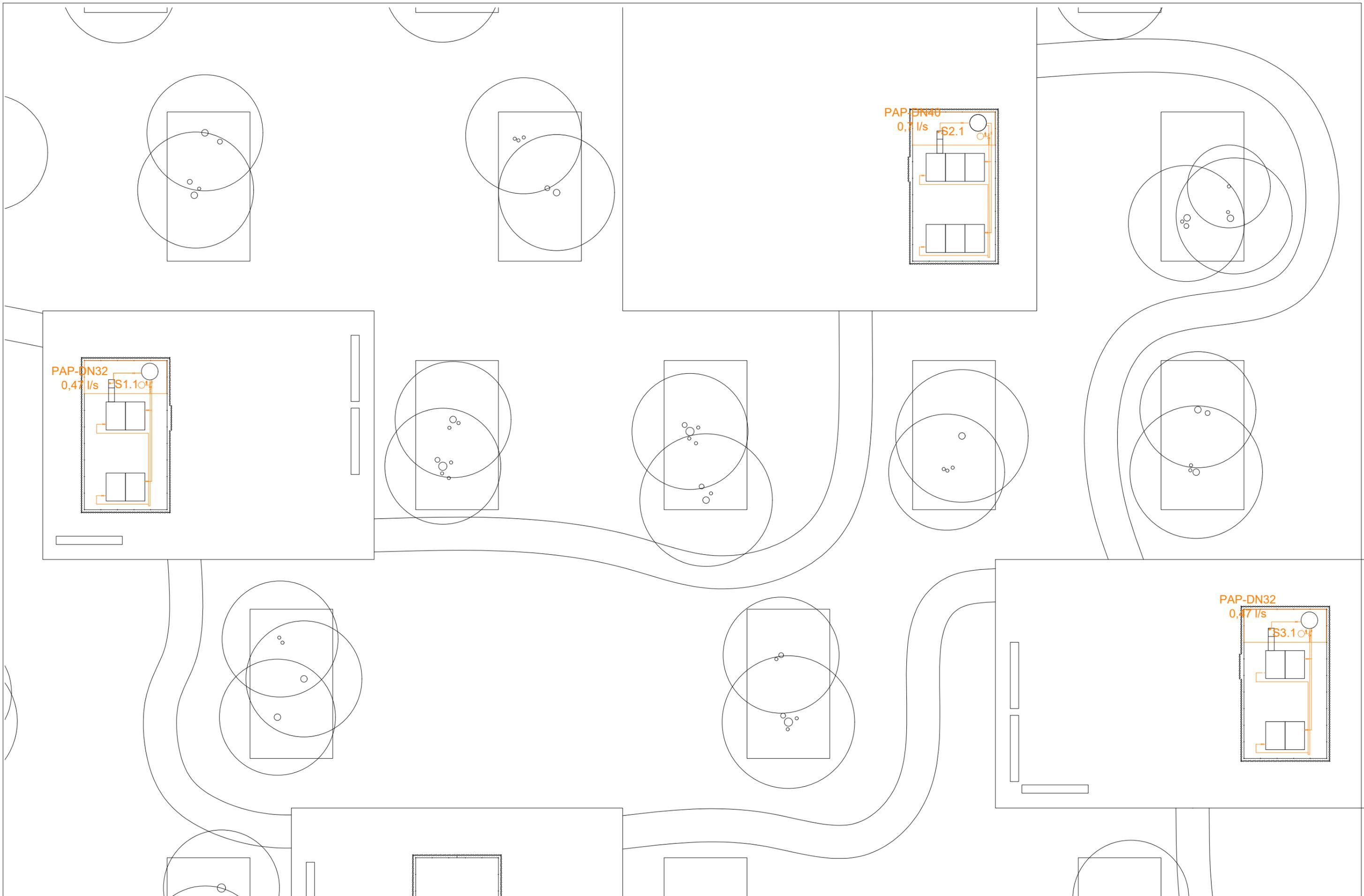


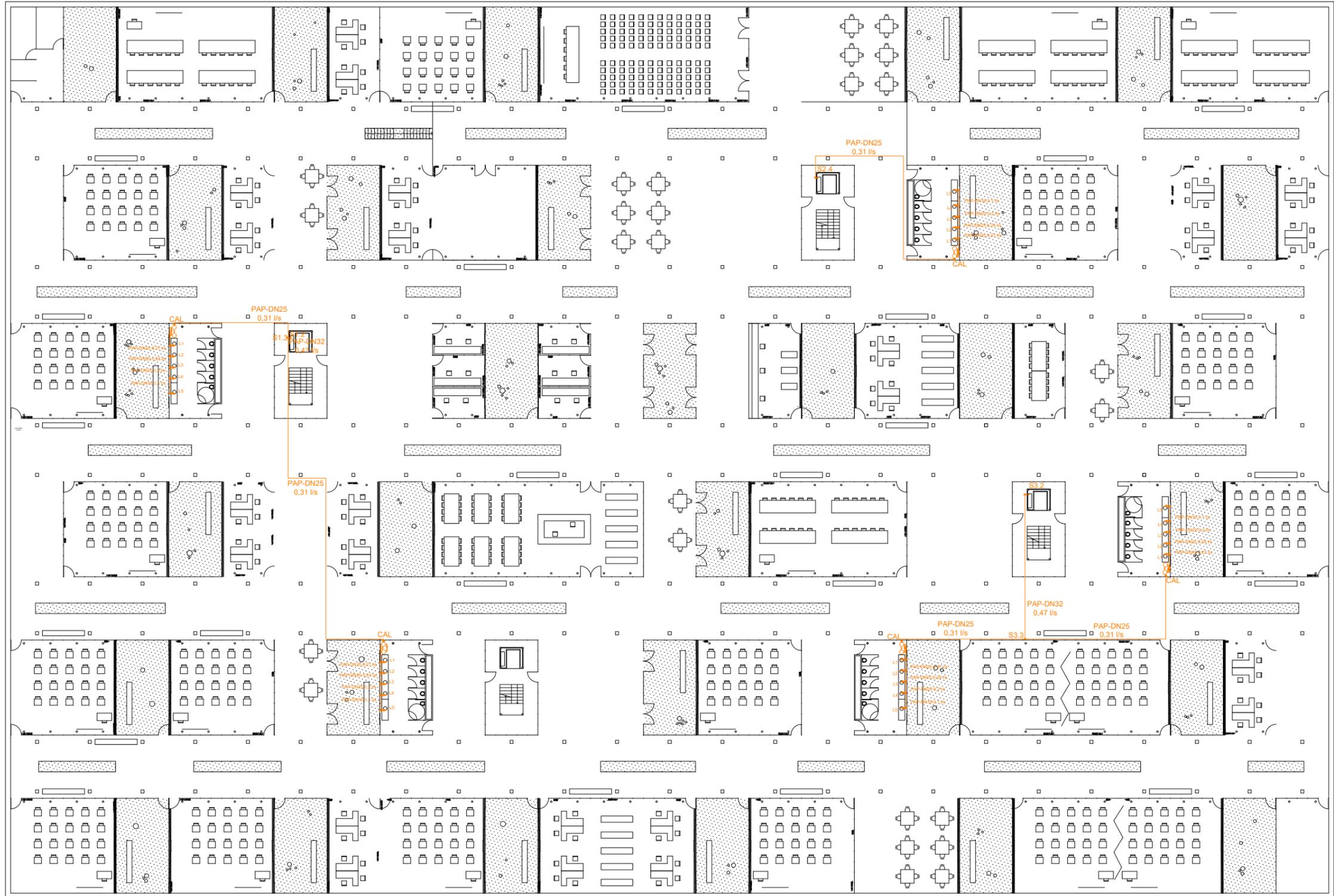


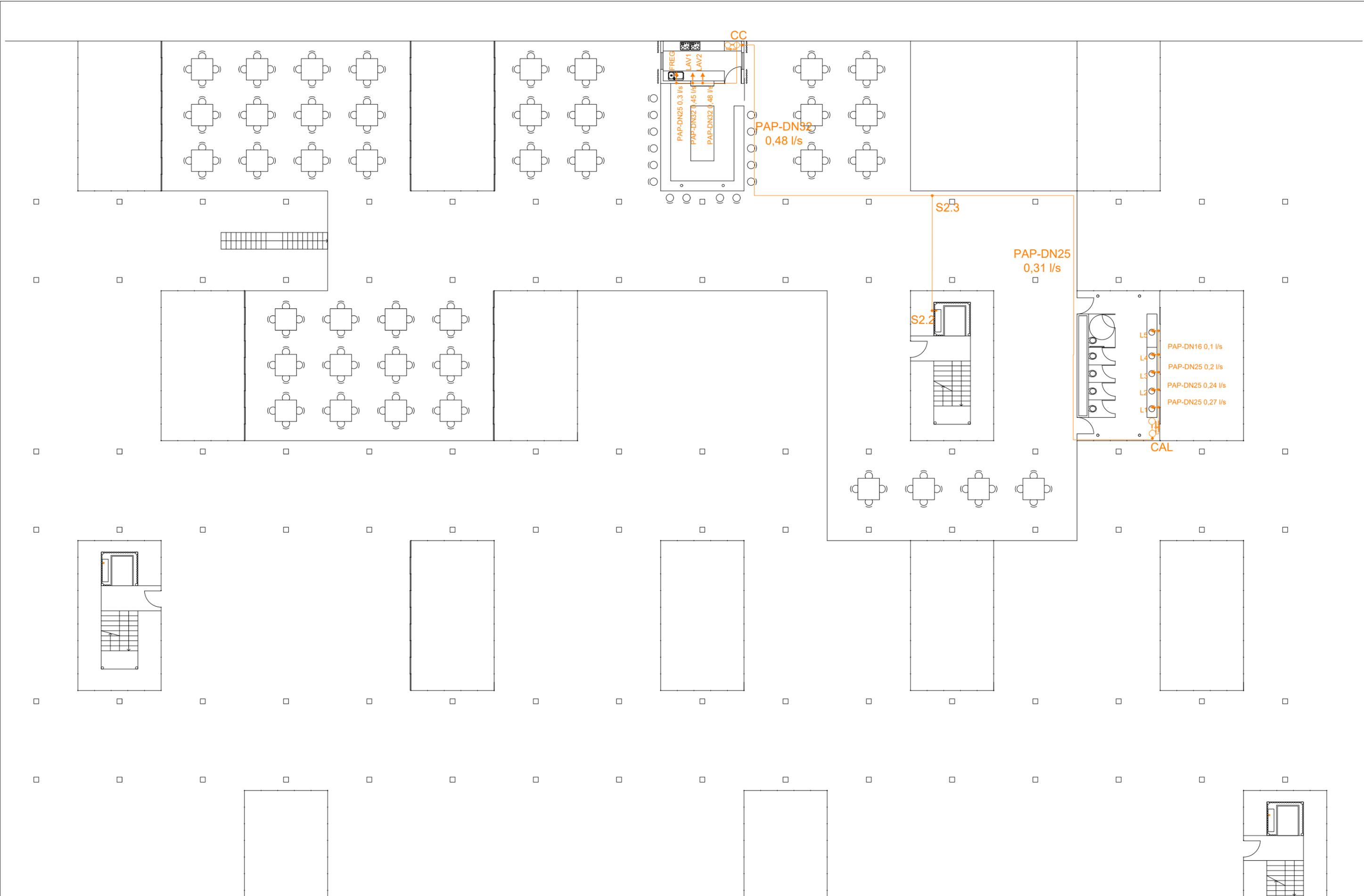


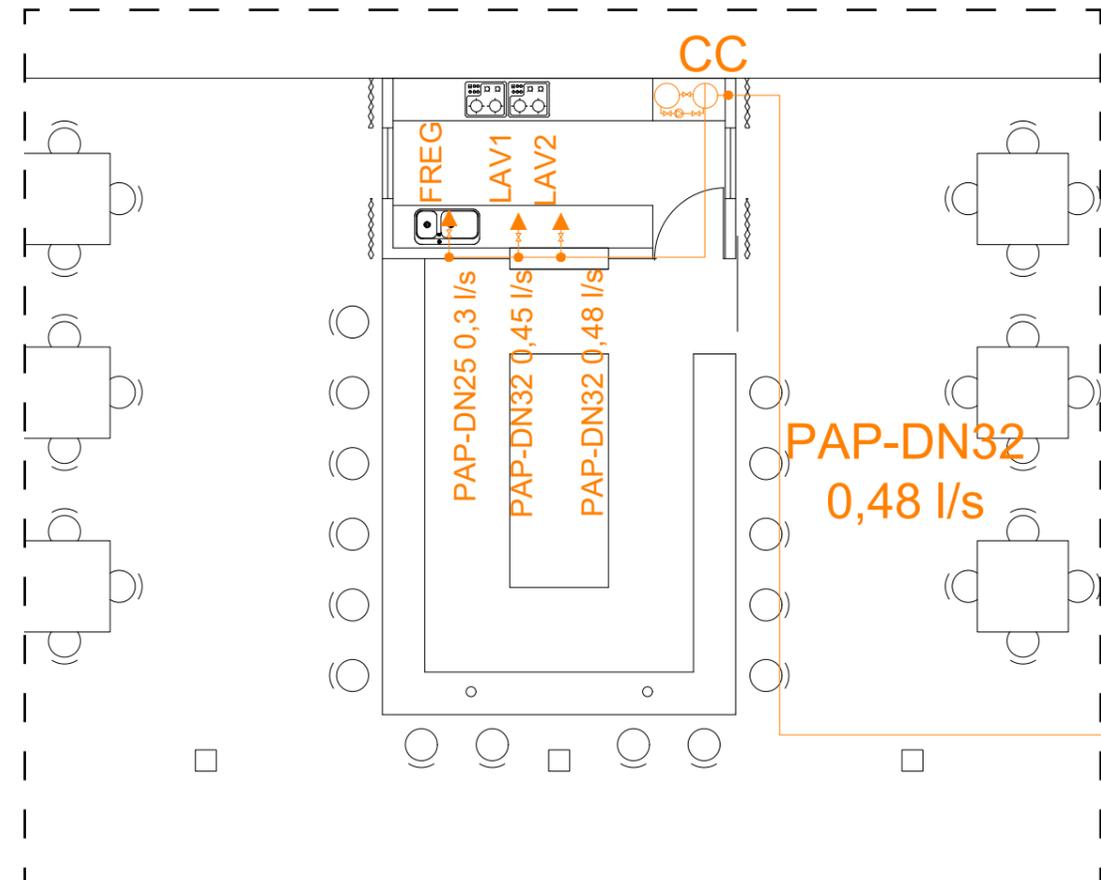
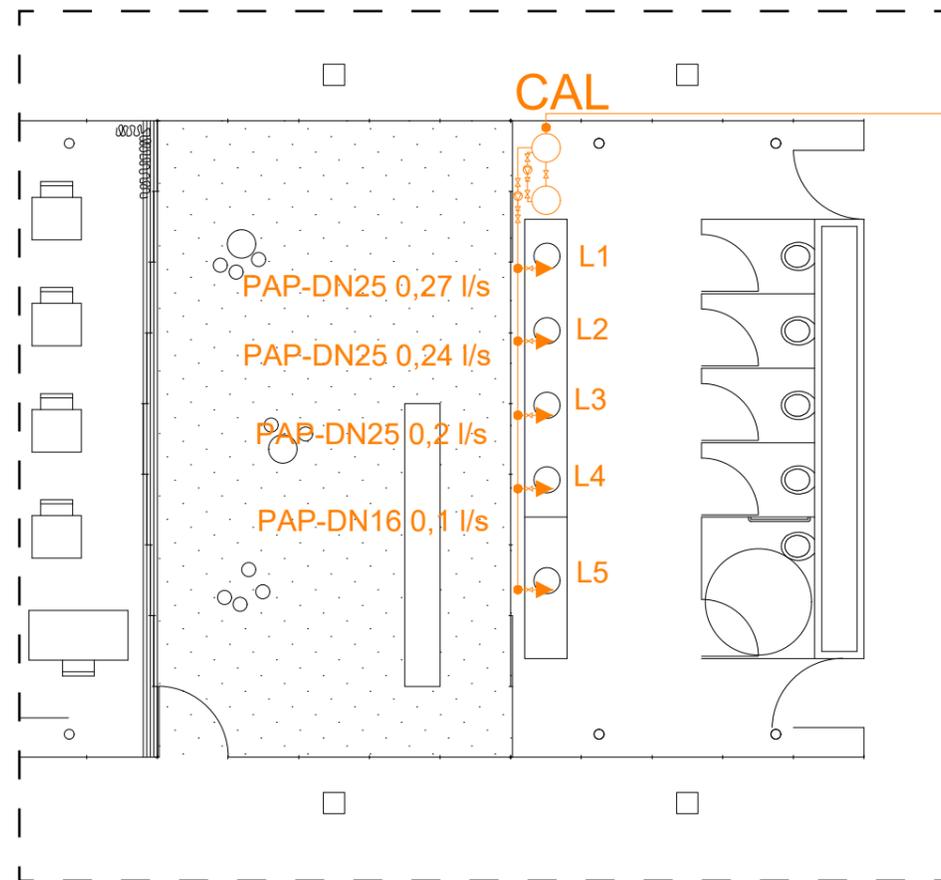


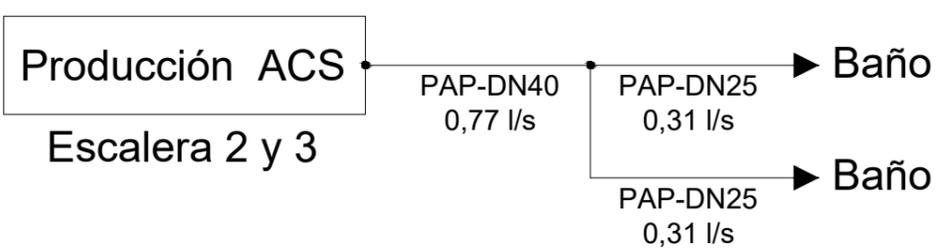
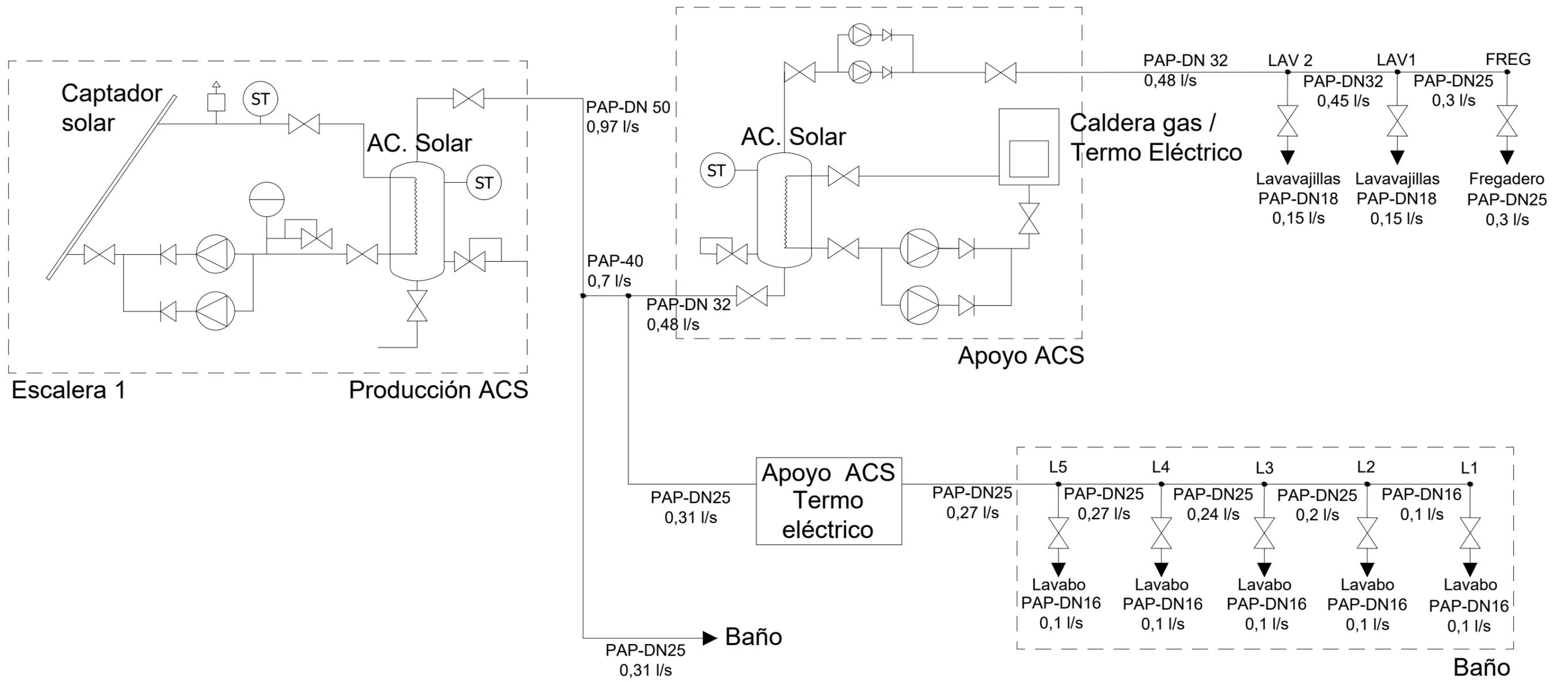






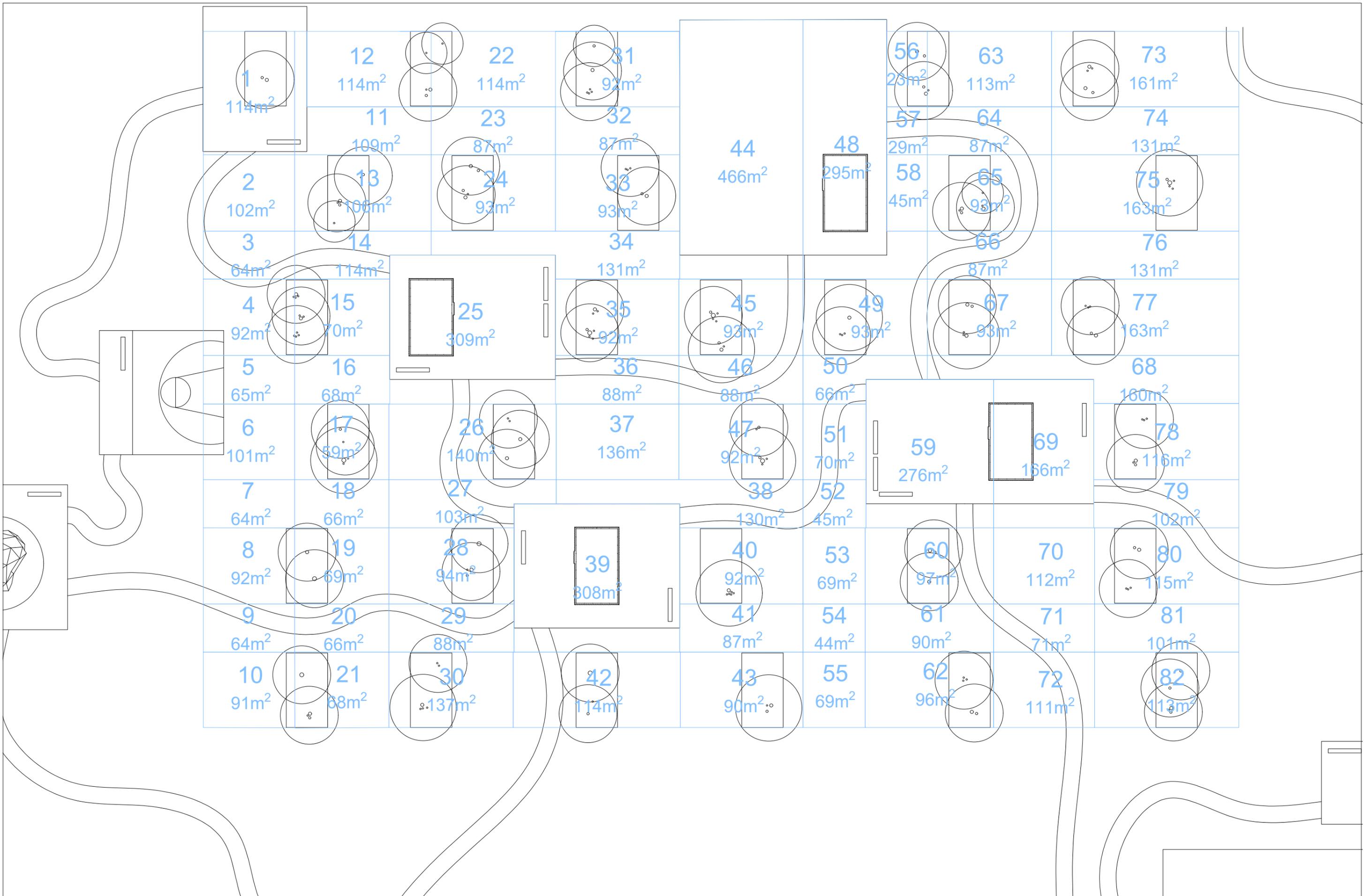


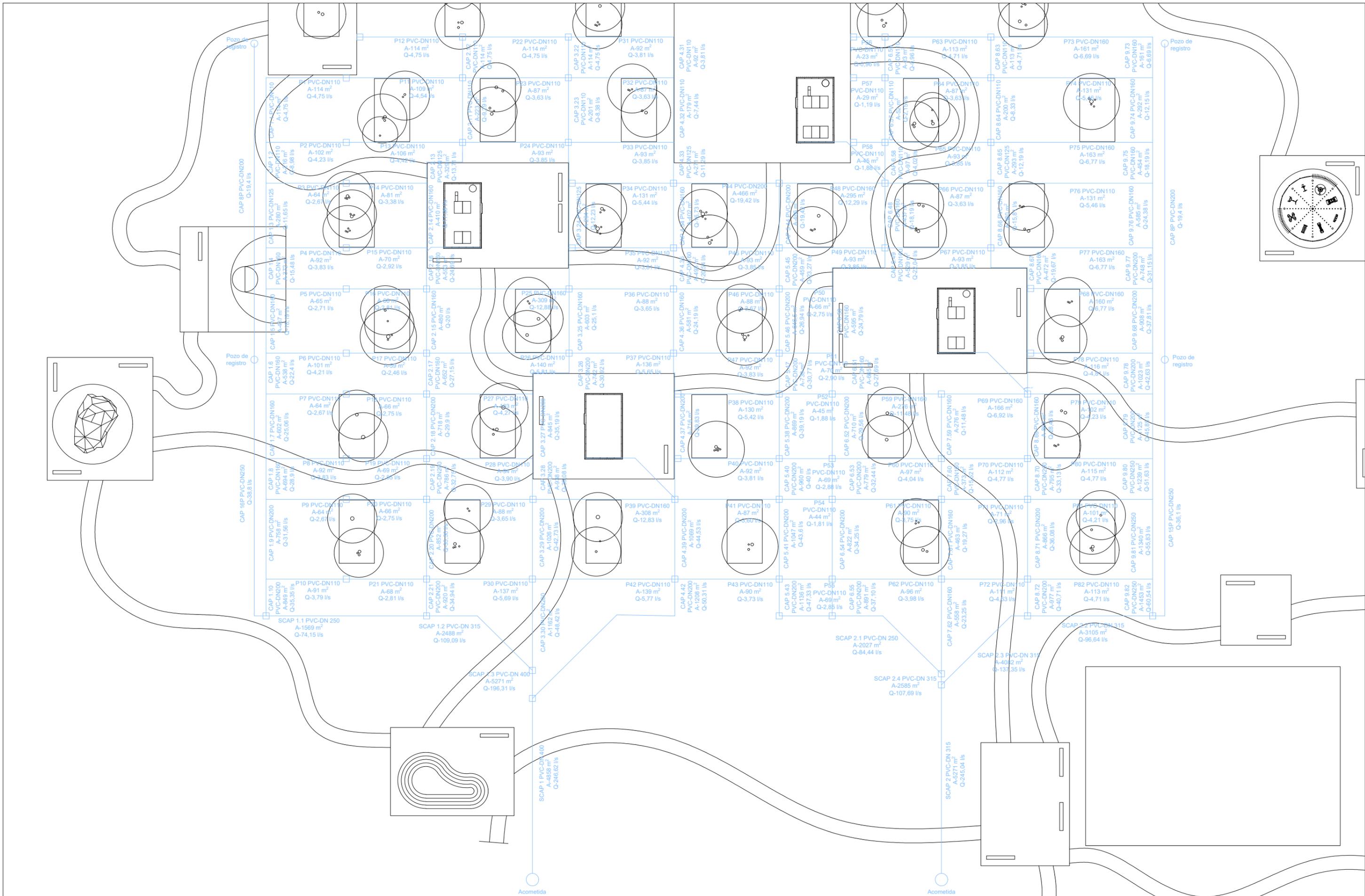


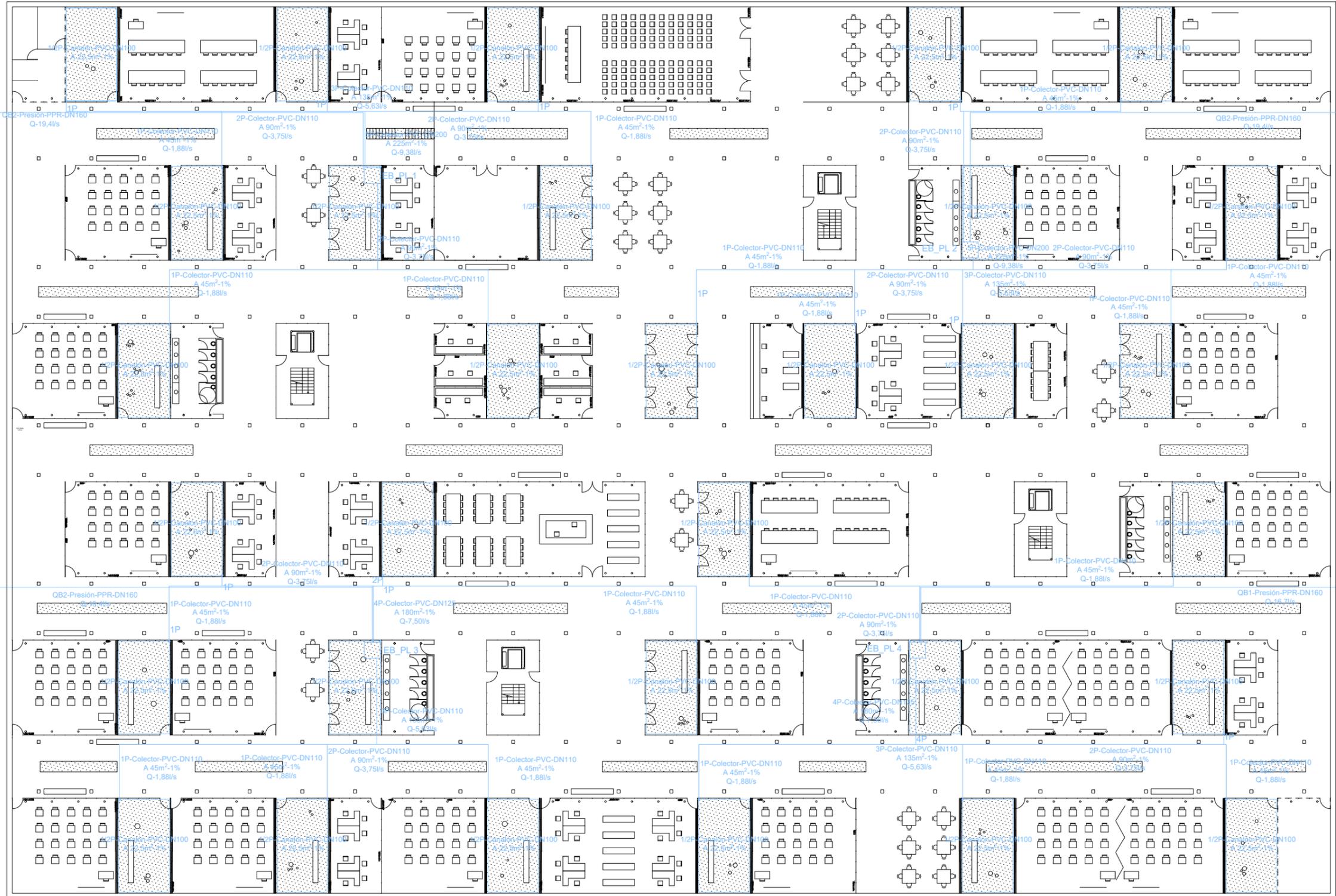


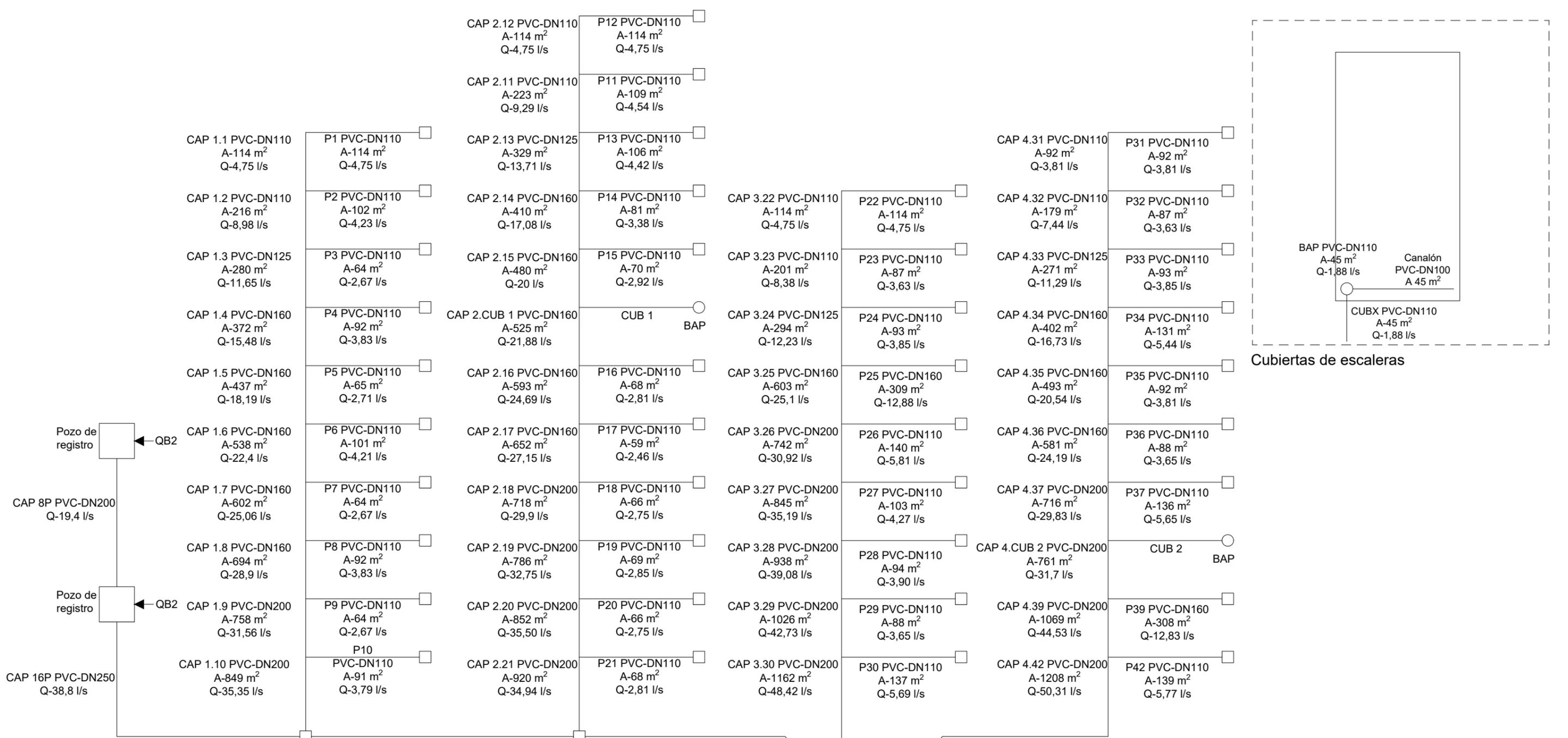
### LEYENDA

	Bomba		Válvula de retención
	Vaso de expansión		Sonda de temperatura
	Purgador		Llave de paso
	Válvula de alivio		Punto de consumo





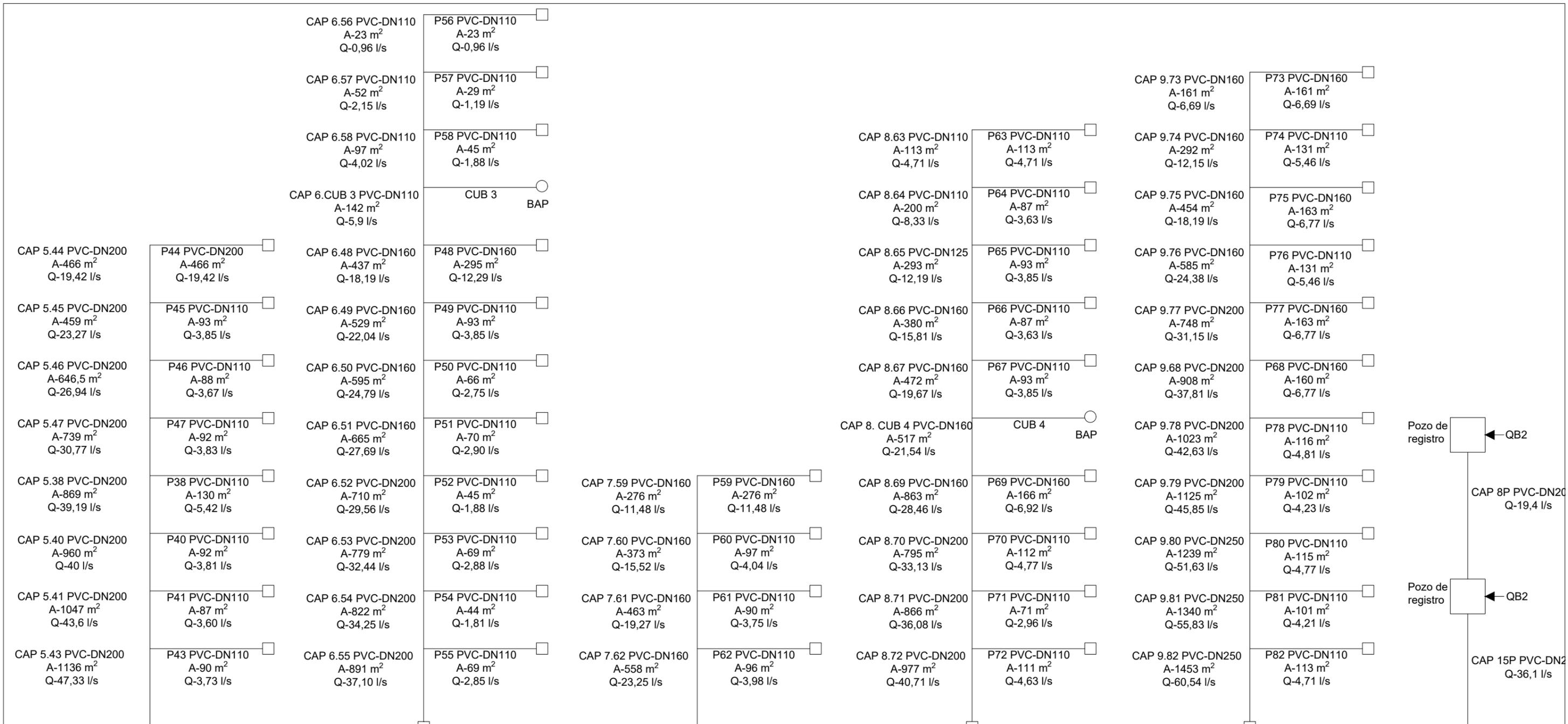




Cubiertas de escaleras

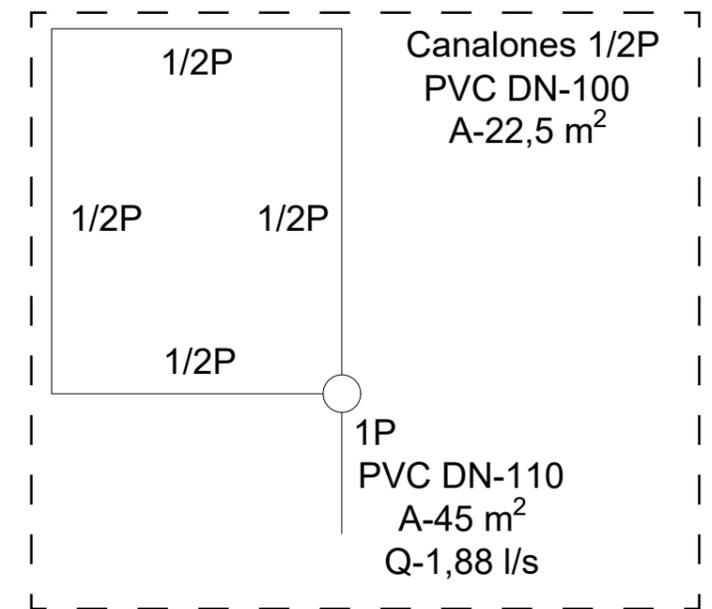
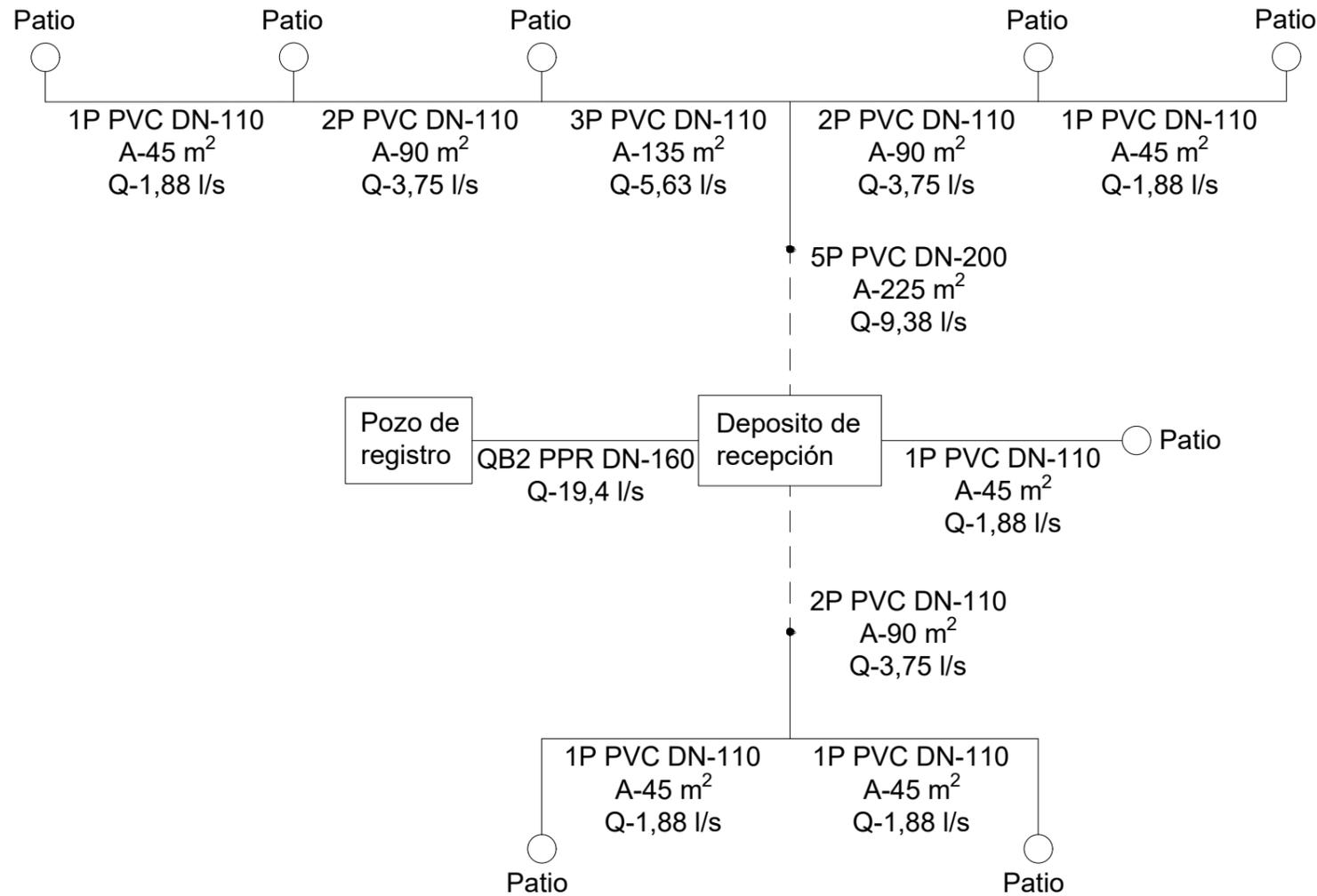
### PENDIENTES Y LEYENDA

PX: Tubo Drenante	1%
CAPX: Colector	3%
SCAPX Vertical: Colector	3%
SCAPX Horizontal: Colector	2%
Arqueta de registro y sumidero de limpieza	



PENDIENTES Y LEYENDA	
PX: Tubo Drenante	1%
CAPX: Colector	3%
SCAPX Vertical: Colector	3%
SCAPX Horizontal: Colector	2%
<input type="checkbox"/> Arqueta de registro y sumidero de limpieza	

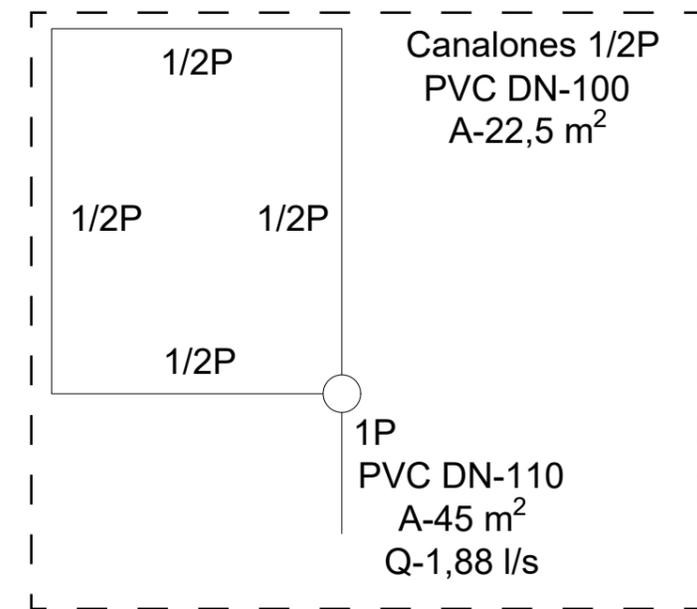
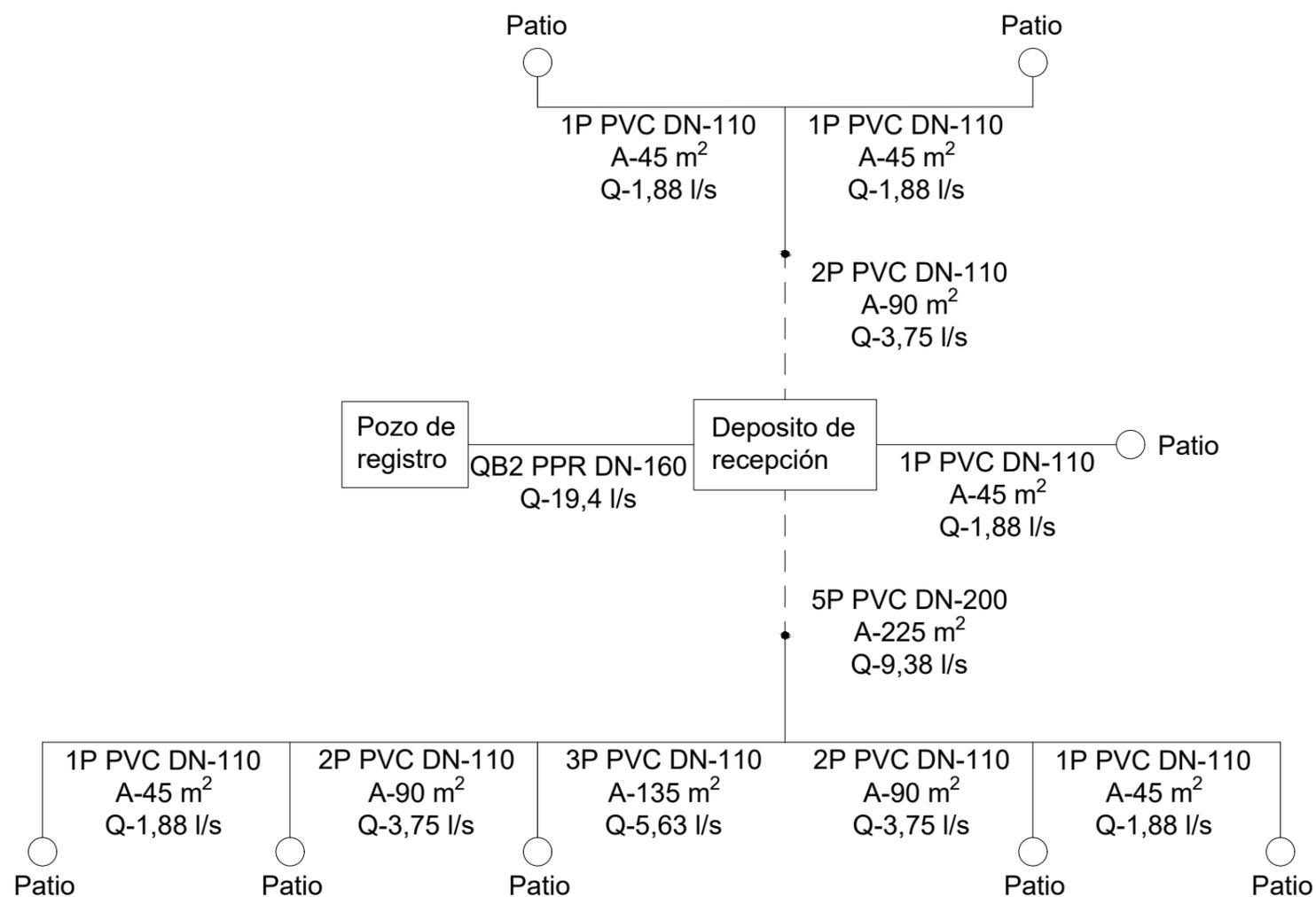
## Estación de bombeo aguas pluviales 1



### PENDIENTES

—————	1%
- - - - -	2%

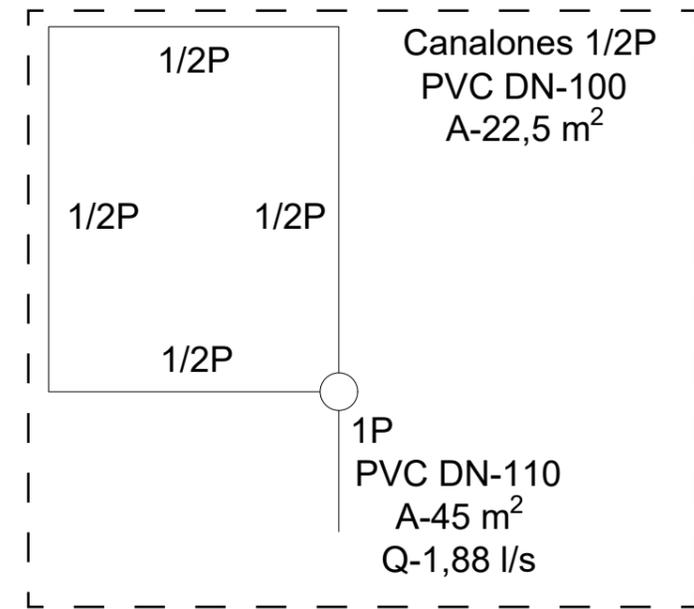
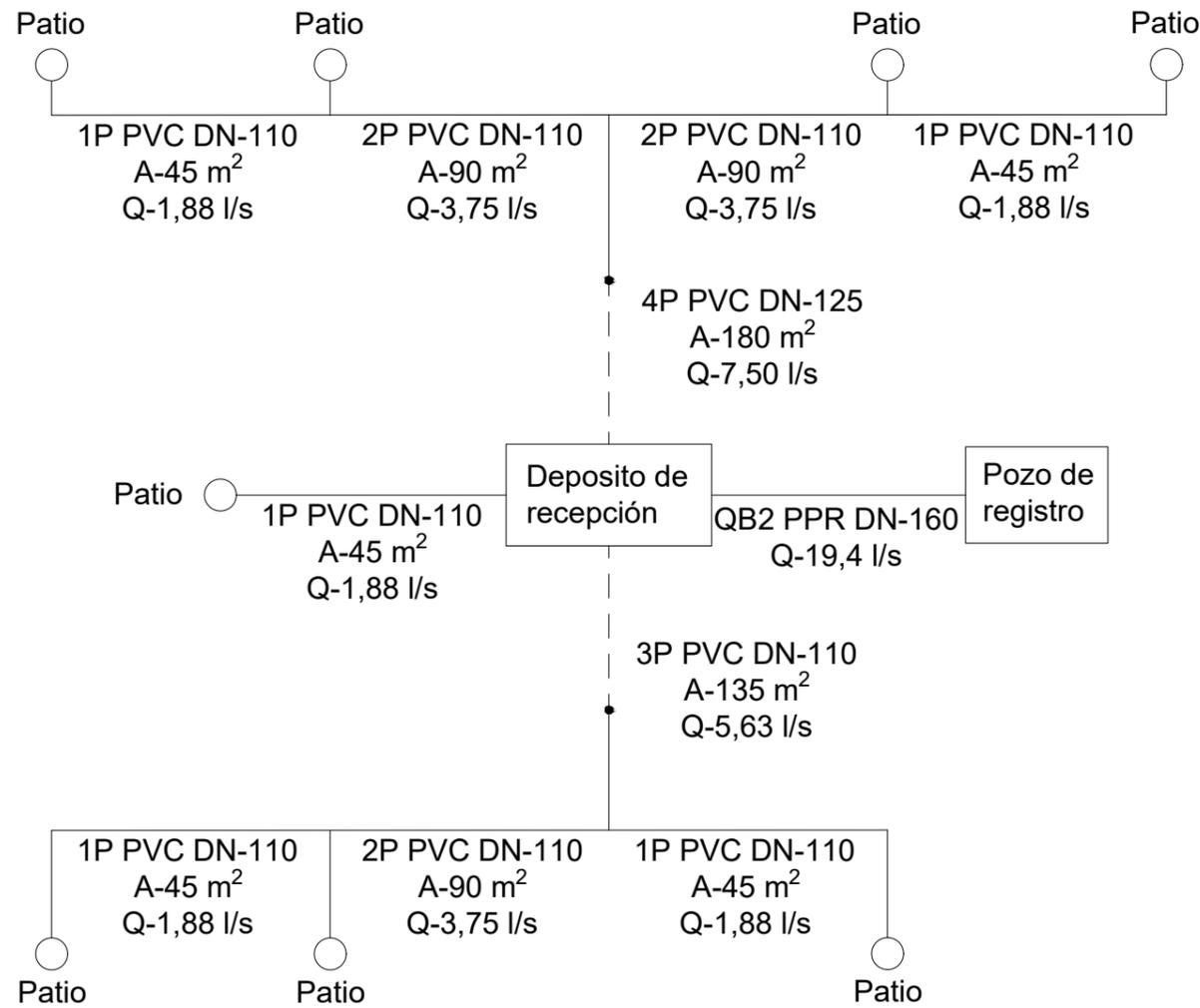
## Estación de bombeo aguas pluviales 2



### PENDIENTES

—————	1%
- - - - -	2%

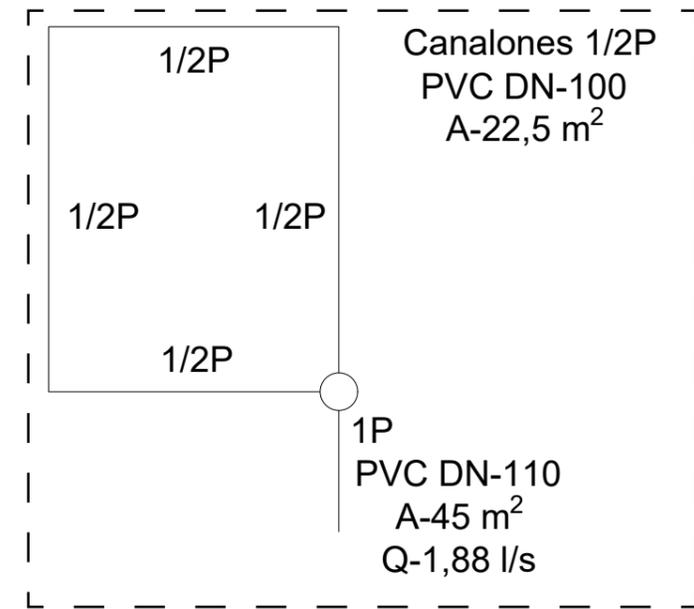
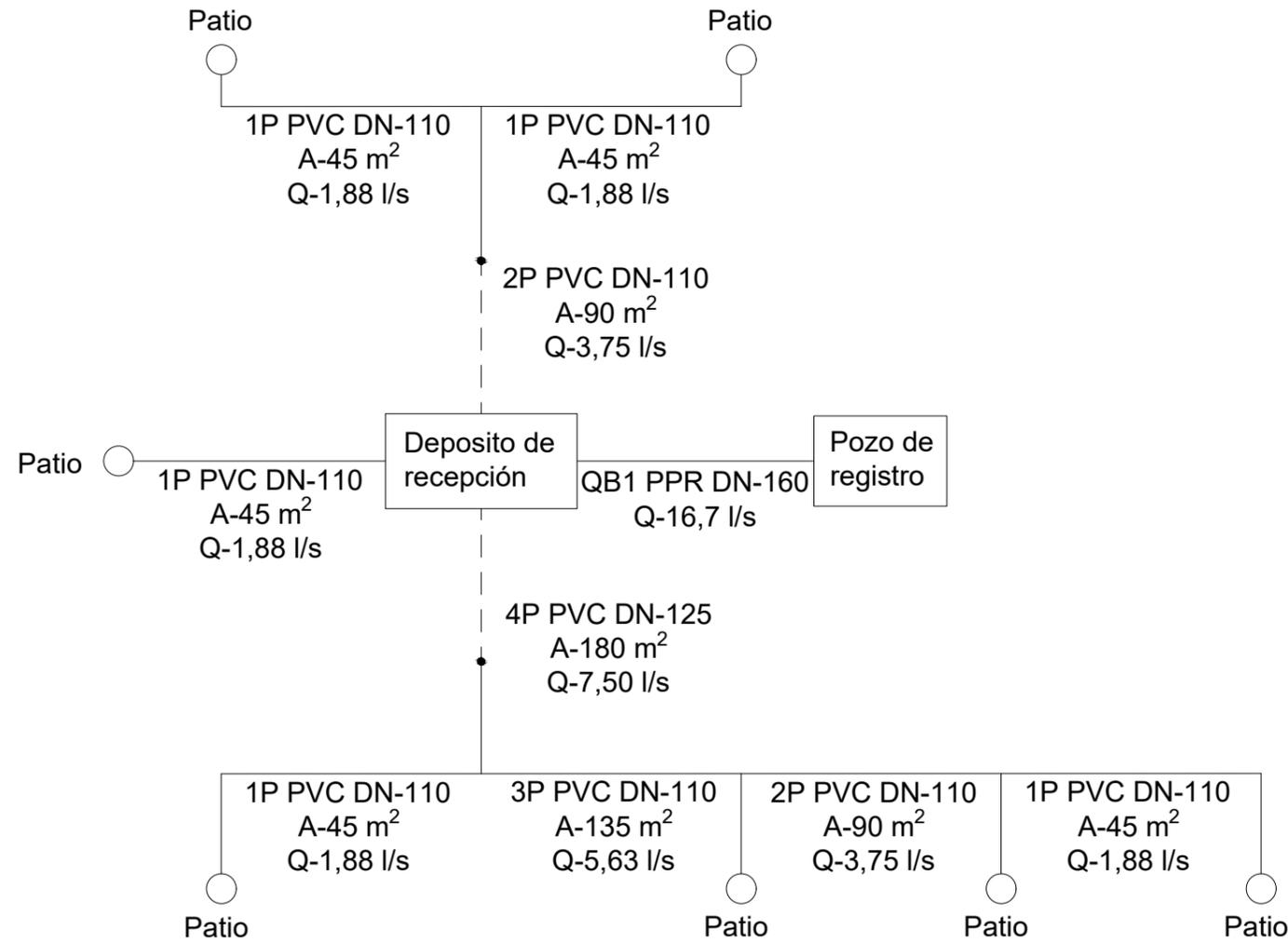
### Estación de bombeo aguas pluviales 3



### PENDIENTES

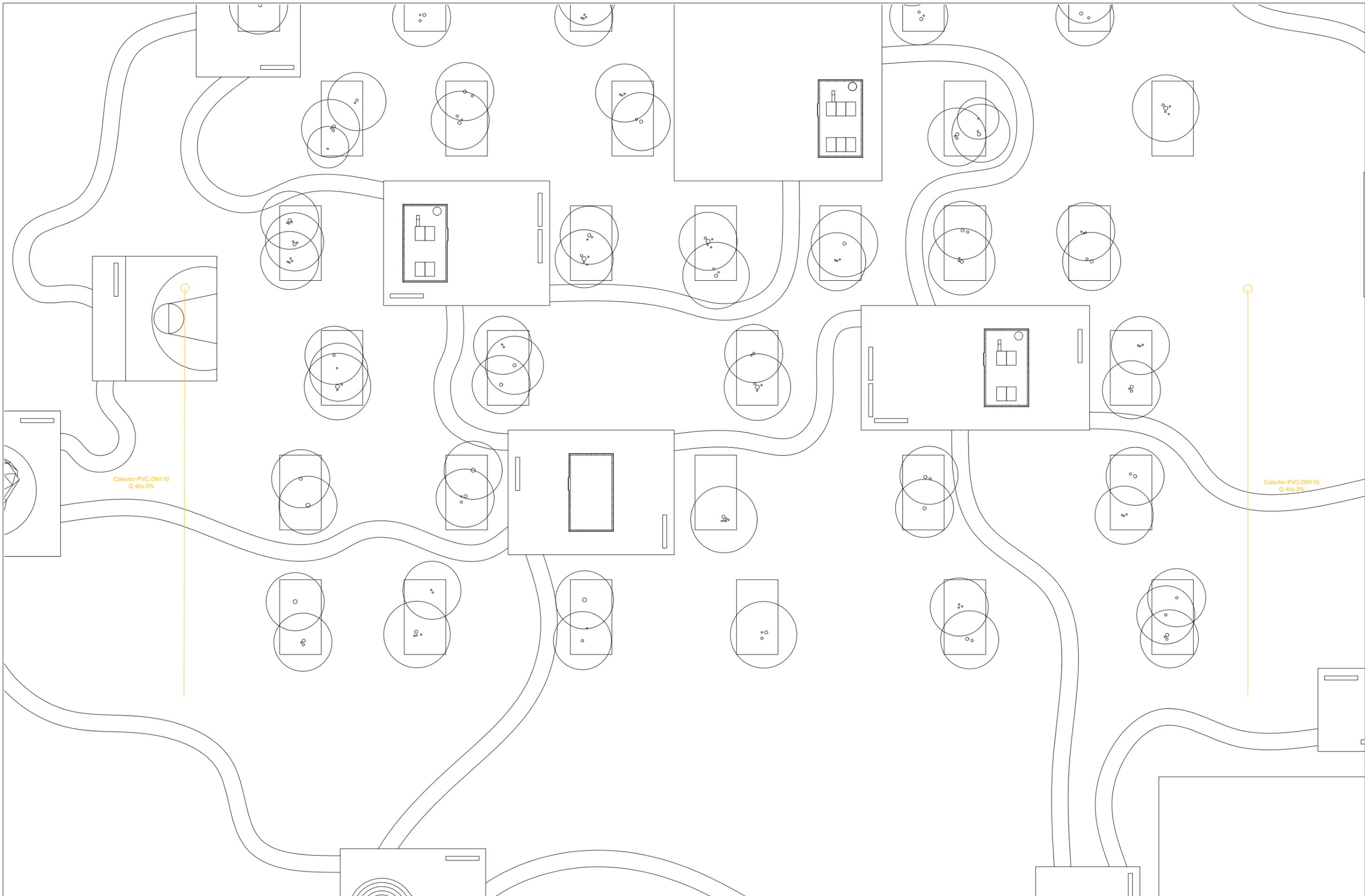
—————	1%
- - - - -	2%

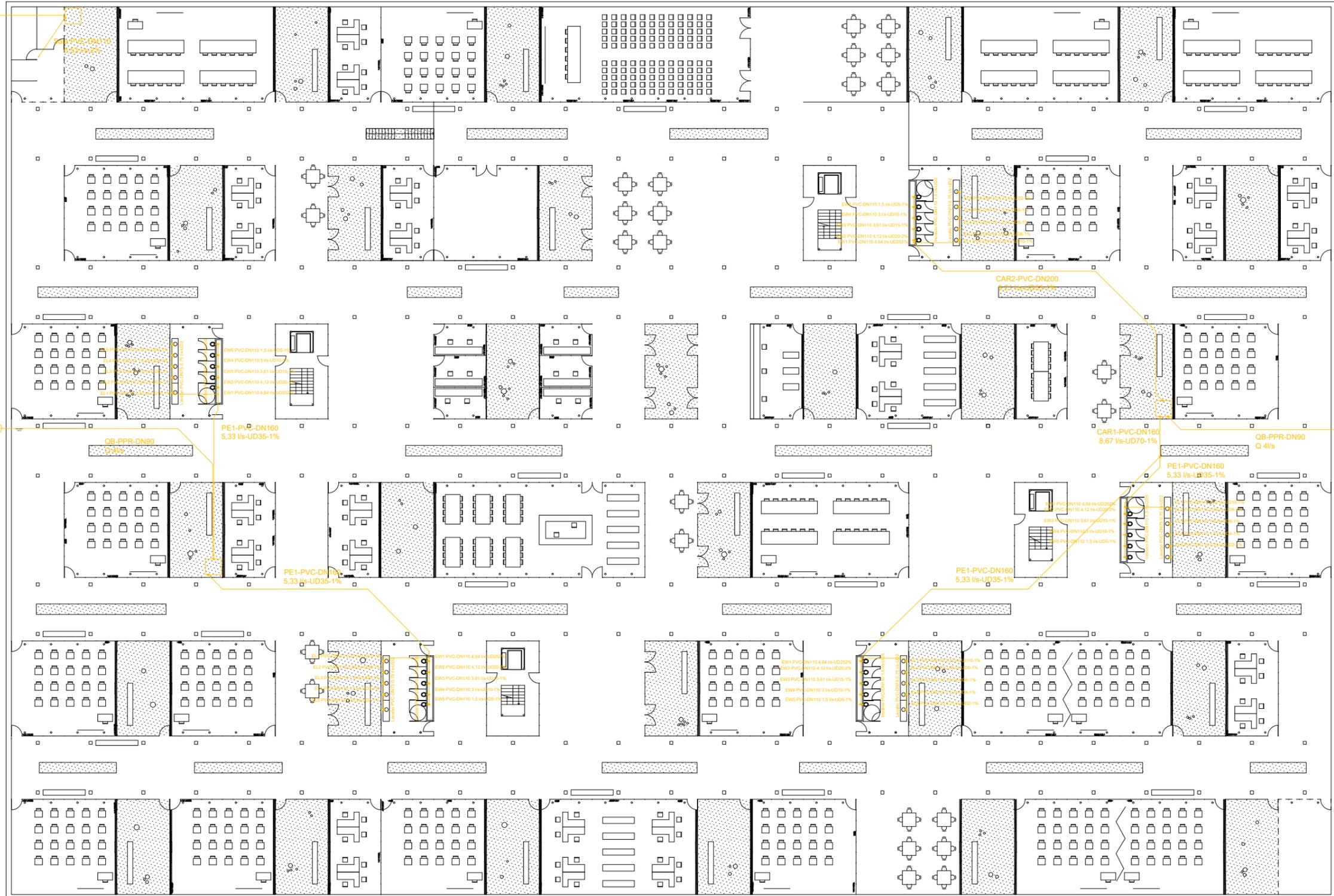
## Estación de bombeo aguas pluviales 4

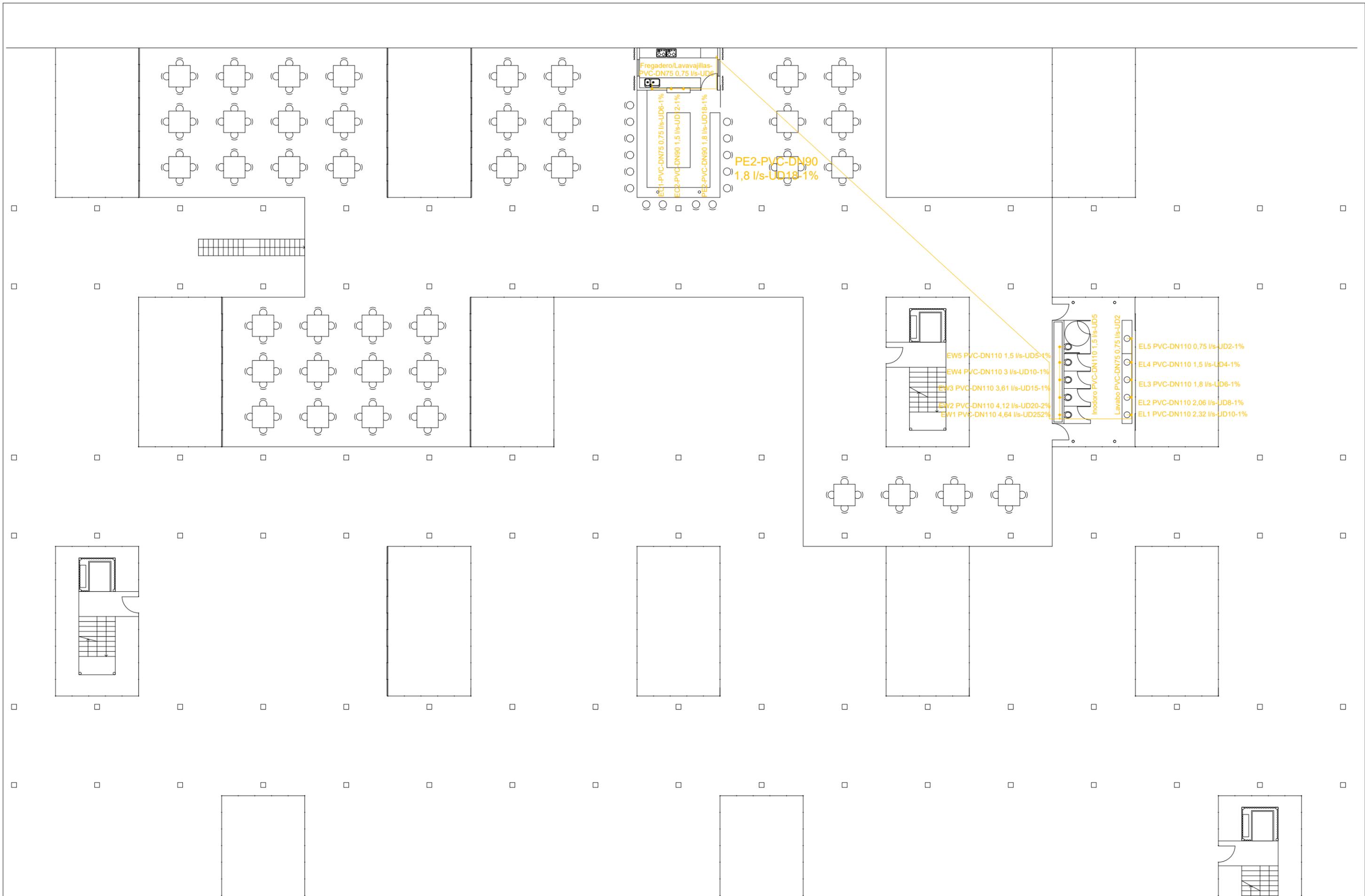


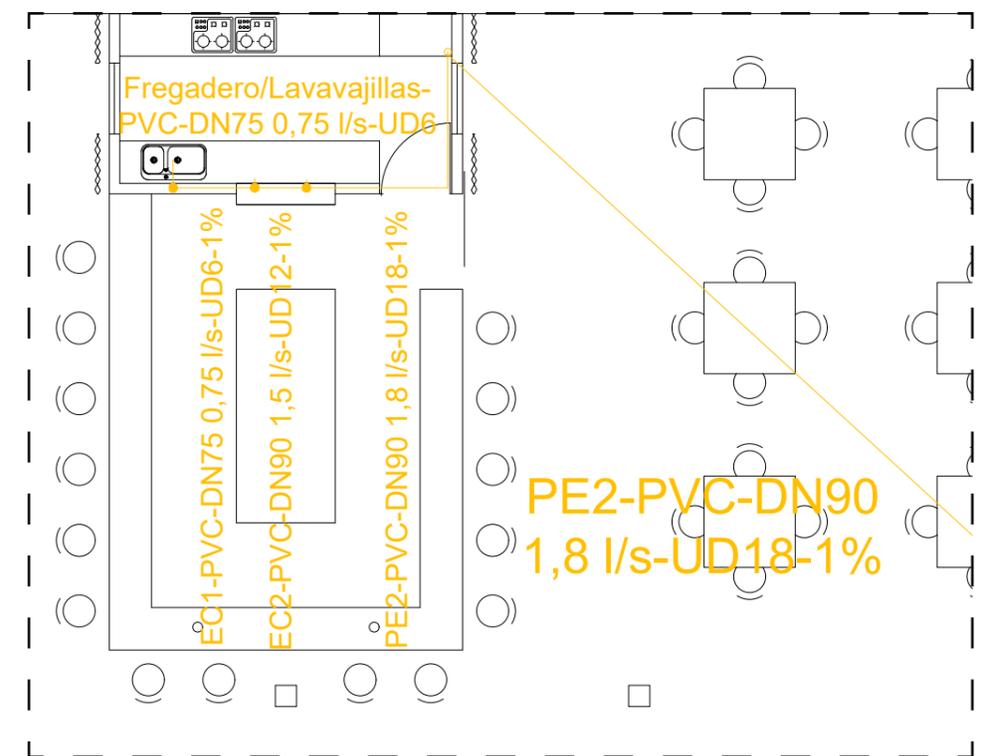
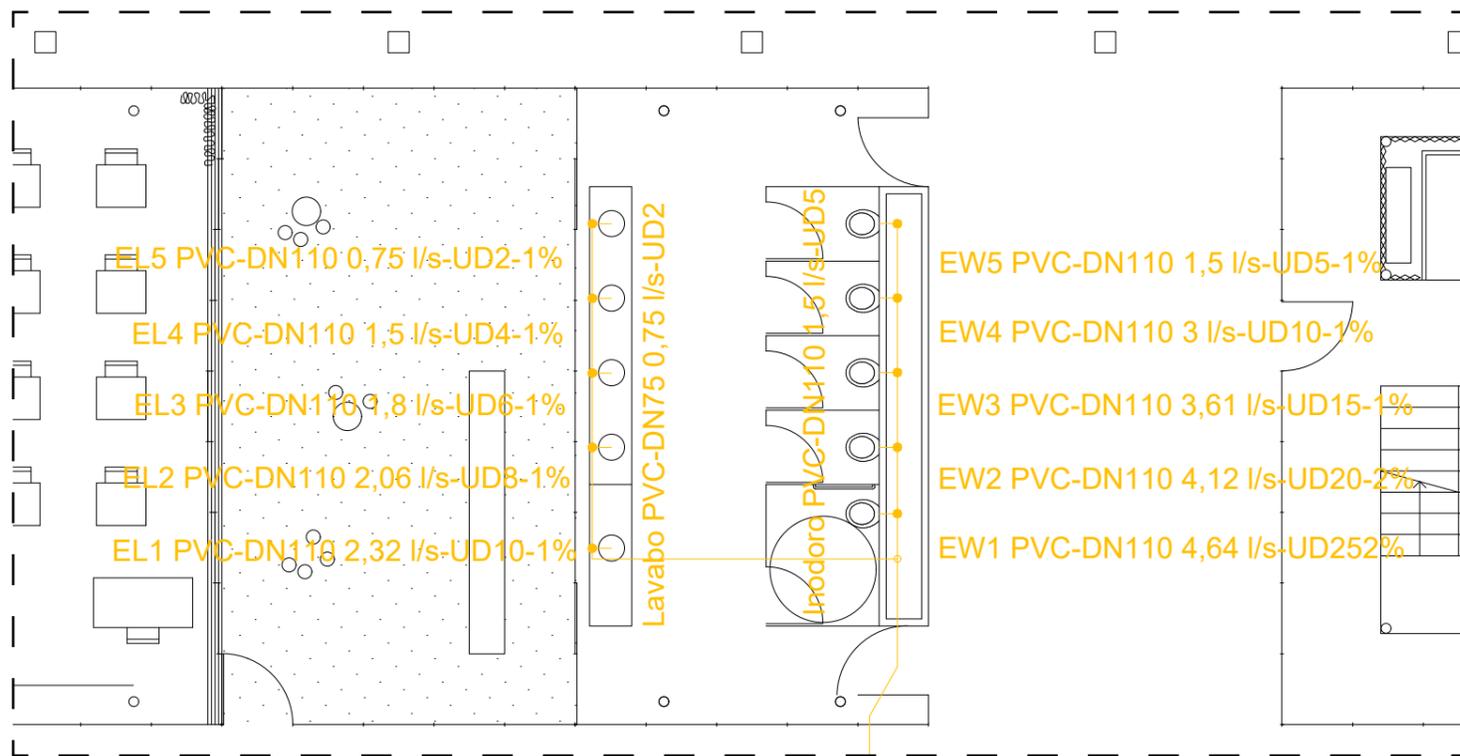
### PENDIENTES

—————	1%
- - - - -	2%



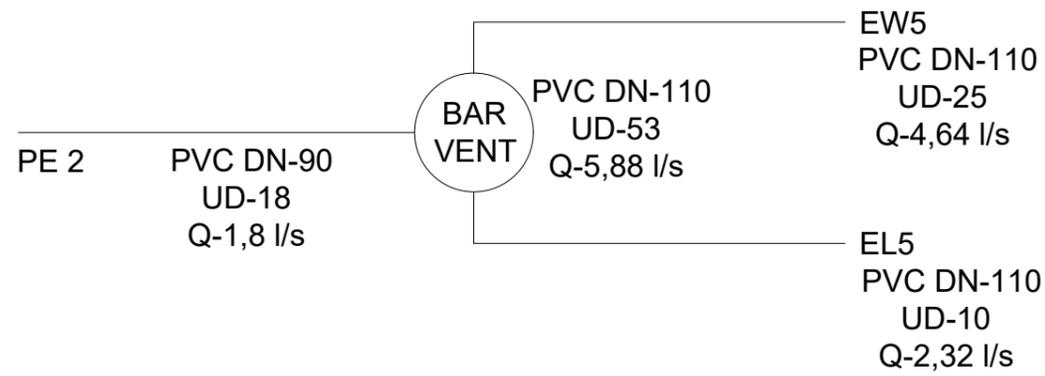




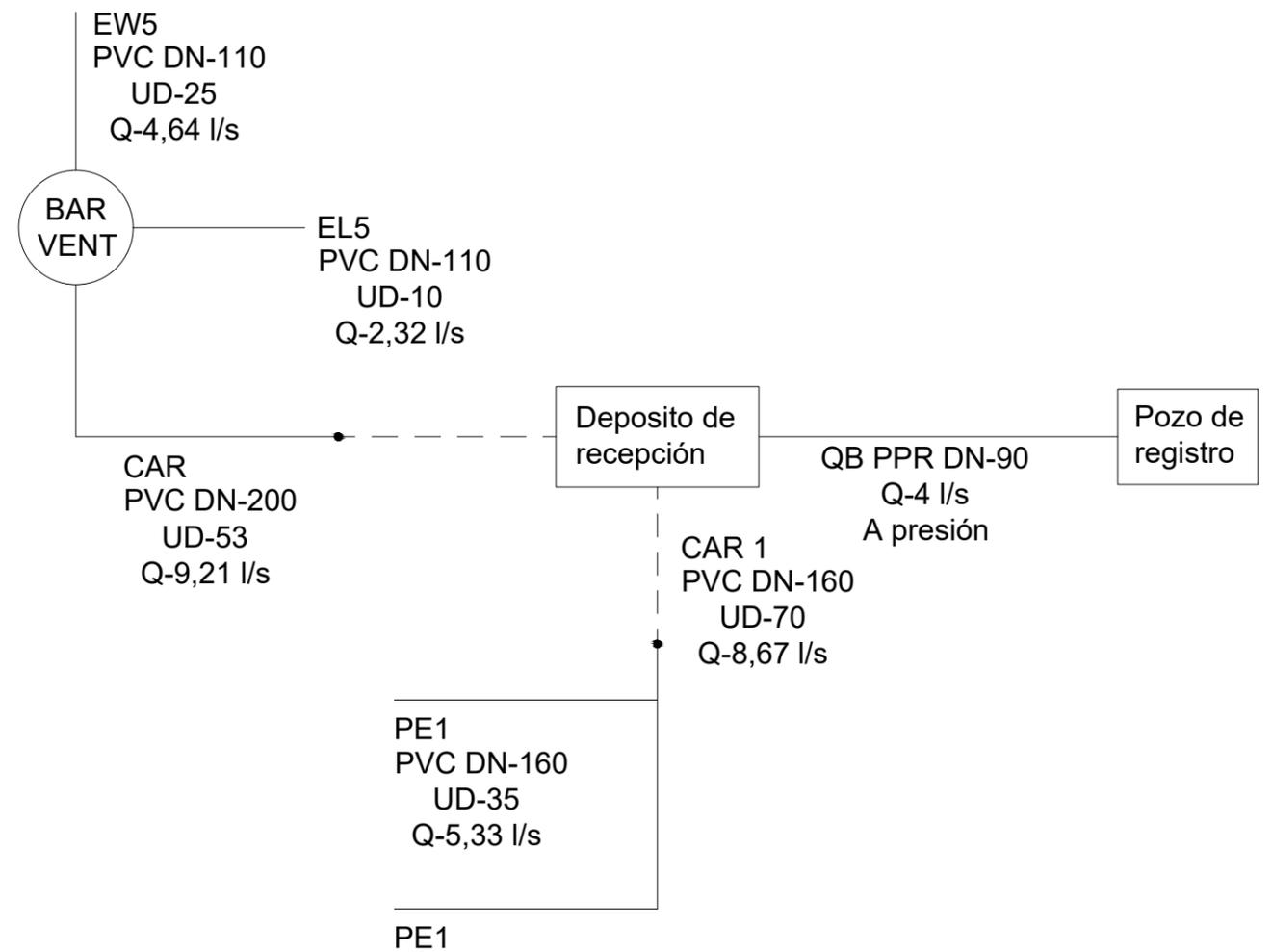


# Estación de bombeo aguas residuales 1

## Planta doble altura



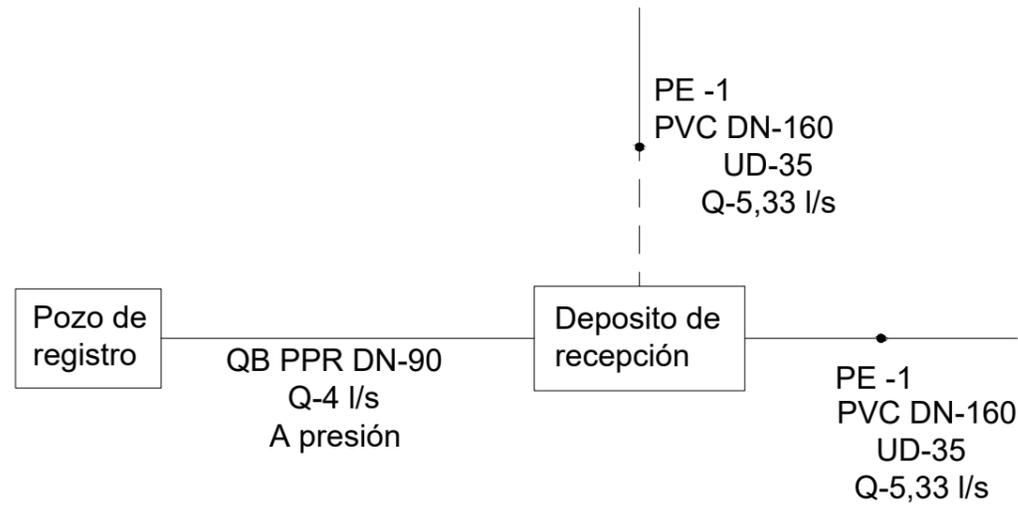
## Planta primera



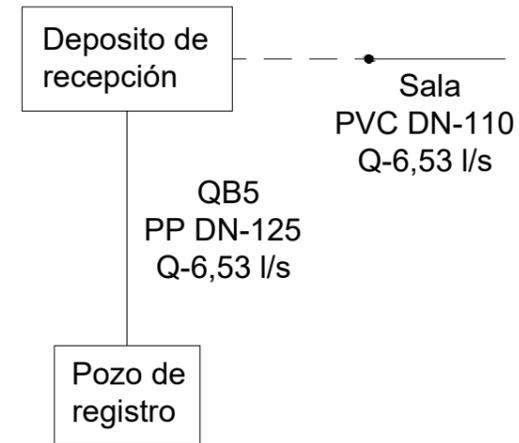
### PENDIENTES

—————	1%
- - - - -	2%

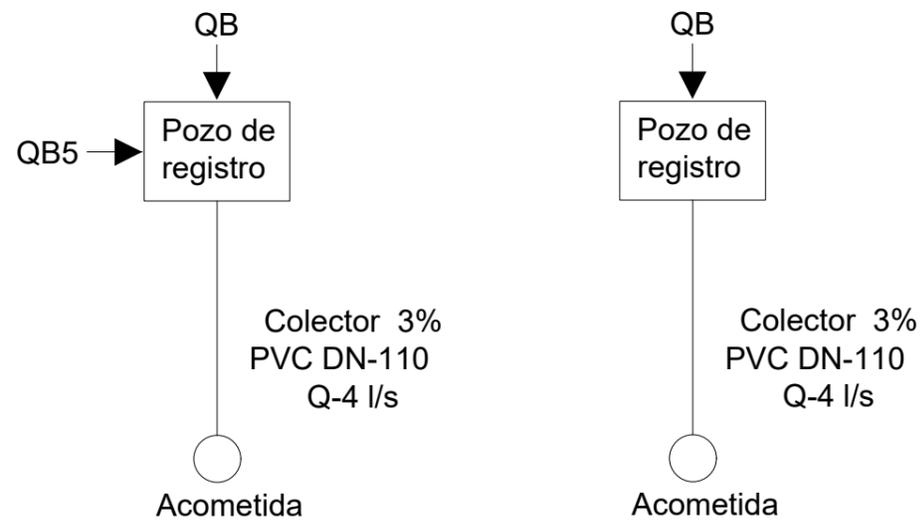
### Estación de bombeo aguas residuales 2



### Estación de bombeo aguas residuales 3

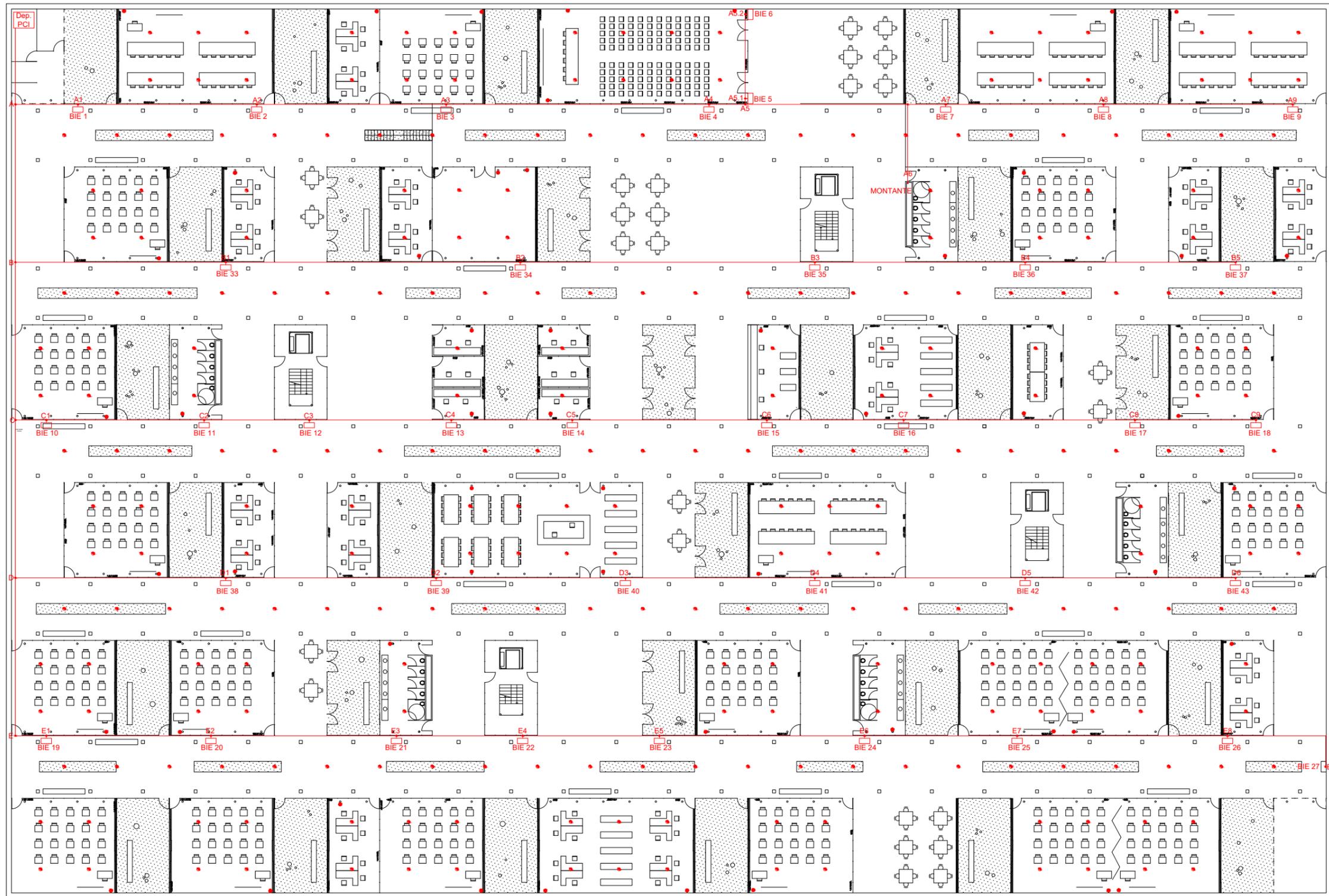


### Colectores hacia la red pública



**PENDIENTES**

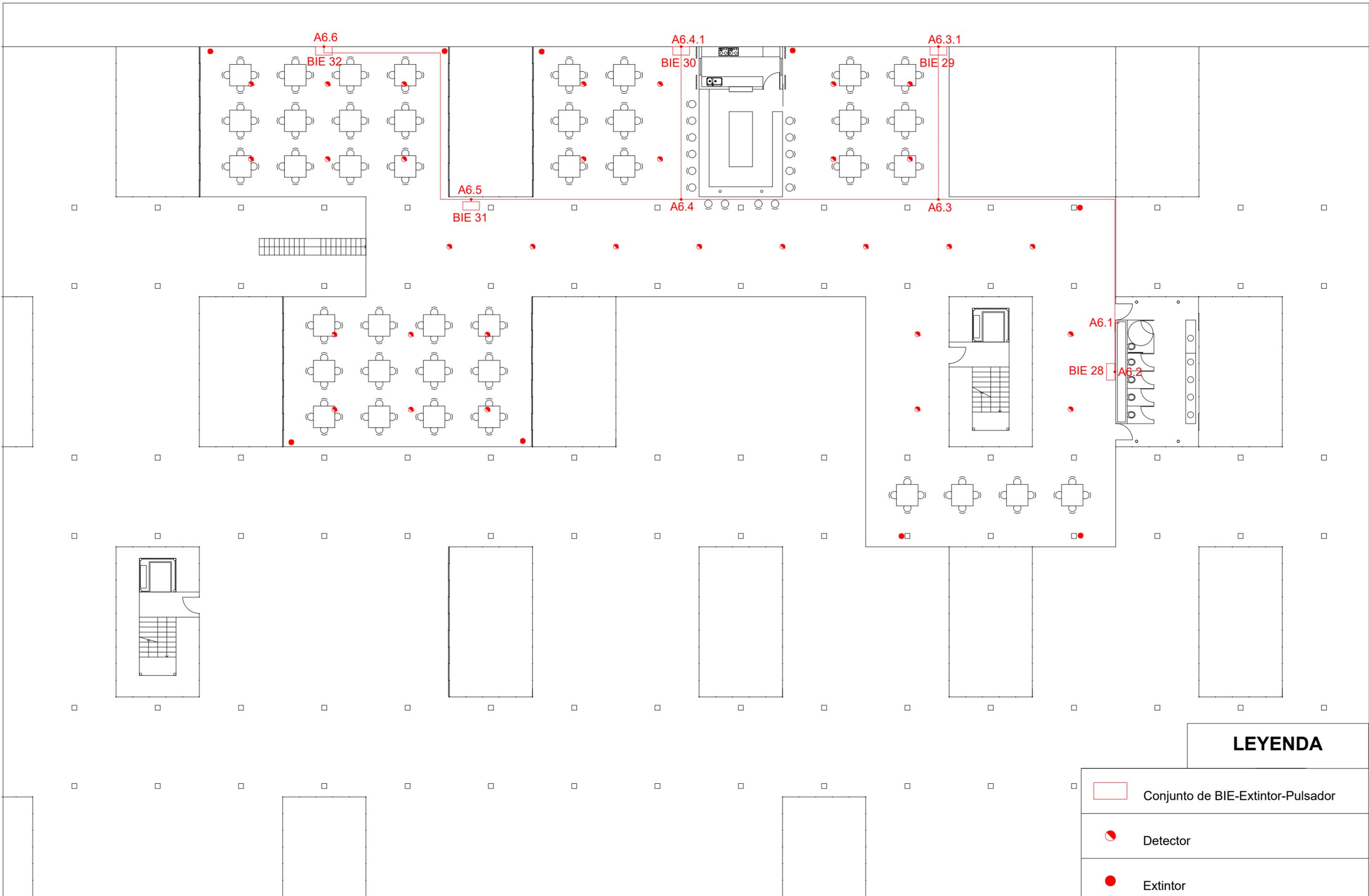
—————	1%
- - - - -	2%



### LEYENDA

- Conjunto de BIE-Extintor-Pulsador
- Detector
- Extintor

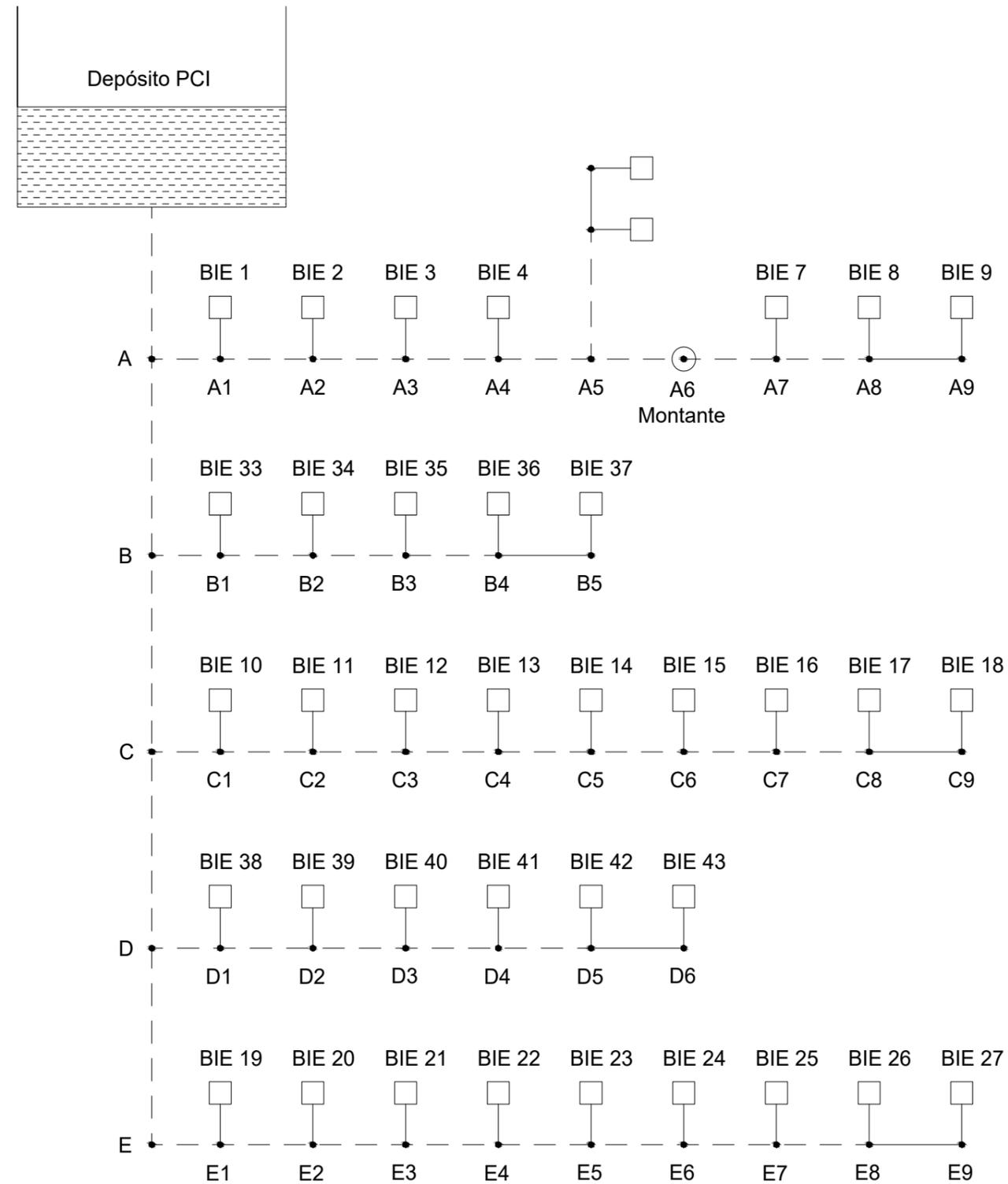




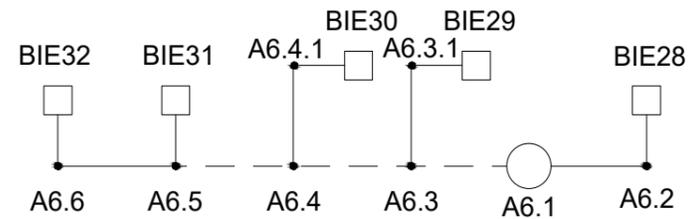
**LEYENDA**

- Conjunto de BIE-Extintor-Pulsador
- Detector
- Extintor

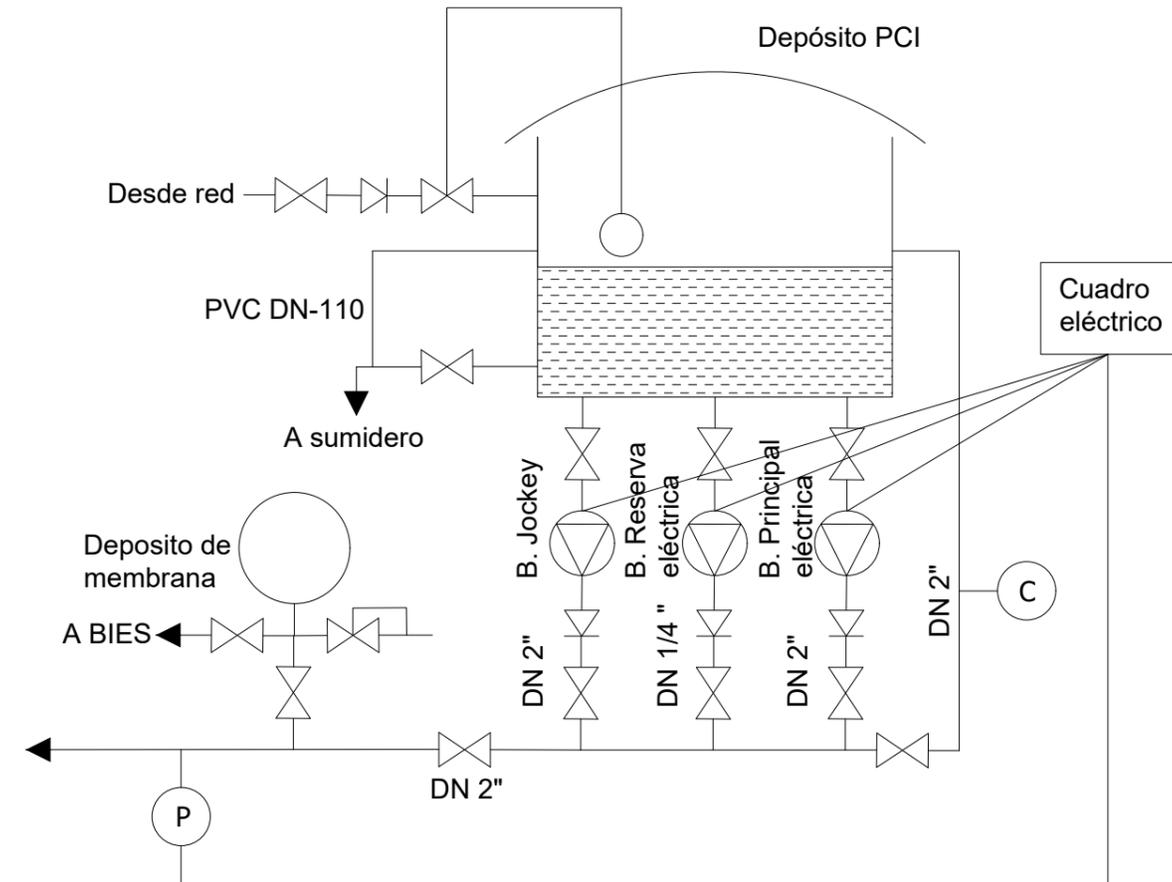
# PCI Planta primera



## PCI Planta primera



## Detalle Estación de bombeo



## LEYENDA

(C)	Caudalimetro	☒	Llave de paso
(P)	Control de presión	☒	Válvula flotador
☒	Bomba	☒	Válvula de vaciado + Rebosadero
☒	Válvula de retención	☒	Válvula de descarga / seguridad
☒	Válvula de vaciado		



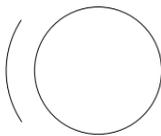
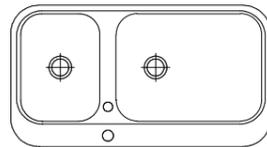


D5 D4 D3 D2

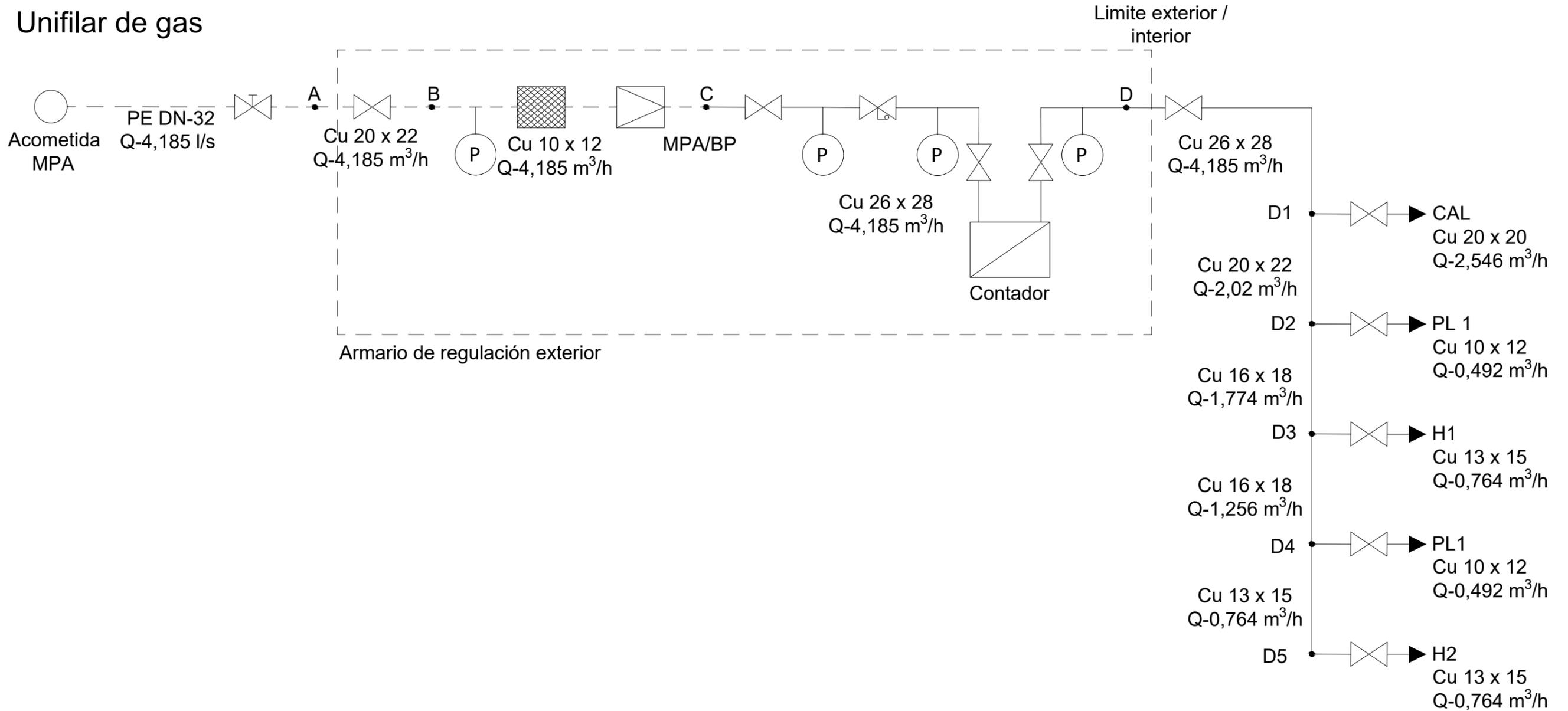
D1

H2 PL2 H1 PL1

CAL



# Unifilar de gas



## LEYENDA

	Llave de acometida		Válvula de seguridad por defecto de presión
	Llave de corte		Medidor de presión
	Filtro		Punto de consumo
	Regulador		

