

# Trabajo final instalaciones de fluidos

## Antecedentes y objetivos generales

El siguiente documento recoge la información necesaria para la realización del trabajo final de la asignatura Instalaciones de Fluidos del Máster de Instalaciones Térmicas y Eléctricas en Edificación.

Con este trabajo se pretenden evaluar las capacidades adquiridas por el alumno en el cálculo y dimensionado de instalaciones de fluidos, garantizando el cumplimiento del marco normativo vigente. Para el curso académico vigente, la instalación objeto de análisis consiste en una en una vivienda unifamiliar en la que deberán proyectarse las instalaciones de fontanería, gas, ventilación y evacuación de aguas. De acuerdo a los criterios de evaluación expuestos en la guía docente de la asignatura, para aquellos alumn@s que no hayan optado por la modalidad de evaluación mediante tareas, la calificación final de la asignatura se corresponderá con la calificación obtenida en el trabajo.

La estructura del documento se compone de 3 partes principales. En la primera se realiza la descripción de la instalación objeto de estudio. A continuación, se exponen los criterios de cálculo a adoptar para cada una de las instalaciones a diseñar y finalmente, se enumeran los resultados a proporcionar para su evaluación.

Los datos de partida de la instalación serán diferentes para cada alumn@ y deben obtenerse del archivo *Puntos de diseño.xlsx* adjunto a este guión.

## Descripción de la instalación

La vivienda objeto de análisis es una vivienda unifamiliar de 3 alturas cuya superficie en planta es de 220,15 m<sup>2</sup> (Figura 1). Para un mayor nivel de detalle se adjuntan al enunciado los planos de la misma en formato CAD (*Trabajo final.dwg*). En este archivo se muestra la información relativa a dimensiones y número y distribución de estancias. **Todas las medidas necesarias para el cálculo se obtendrán de aquí.** En la planta baja (altura rasante) se ubican el hall, un despacho de trabajo, un baño (ducha, inodoro, lavabo y bidé) y la sala de estar. En la planta primera hay 3 habitaciones (una doble y dos individuales), 3 baños<sup>1</sup> y una habitación de invitados. La última planta está compuesta por espacios comunes (trastero) y una azotea plana transitable con jardín.

## Criterios de diseño

### Instalación de fontanería

El diseño de la instalación se regirá básicamente por los criterios expuestos en el Documento Básico de Salubridad DB HS 4 del Código Técnico de la Edificación (CTE).

Para la selección del esquema se escogerá cualquiera de los esquemas expuestos en teoría, siempre y cuando se justifique adecuadamente la idoneidad del mismo a la instalación objeto de estudio. La presión disponible en la red de suministro garantizada es de 2 bar (20 m ca). El trazado de la red discurrirá desde la acometida hasta el calentador (situado en el baño de la planta baja donde se dispondrá de una llave de corte general). Desde aquí se alimentará a cada cuarto húmedo (estancia con necesidad de caudal) de manera independiente. Aunque no se considera indispensable, normalmente las instalaciones interiores de agua discurren entre la tabiquería. La estación de bombeo (bombas y depósitos) se ubicará fuera de vivienda, en una caseta contigua a la cara norte de la vivienda prevista para tal efecto.

El cálculo de los caudales circulantes por los diferentes tramos de la instalación (acometida, tubo de alimentación, derivaciones individuales e instalaciones particulares) se realizará de acuerdo a la tabla 2.1 del apartado 2 del DB HS 4 en función de las características de los aparatos instalados. La determinación de los coeficientes de simultaneidad se realizará de acuerdo al criterio racional presentado en teoría.

La selección de diámetros de los tramos se realizará mediante cualquiera de los métodos presentados en teoría, teniendo en cuenta las premisas de velocidad para tuberías metálicas y plásticas descritas en la sección 4.2.1 del DB HS 4.

---

<sup>1</sup>Aunque se puede observar en el plano, el baño junto a las escaleras está compuesto por bañera, inodoro, lavabo y bidé, el baño del pasillo por ducha, inodoro, lavabo y bidé y el baño de la habitación de matrimonio por bañera de hidromasaje, ducha, inodoro, 2 lavabos y bidé.

El material asignado a cada alumno se obtendrá del archivo *Puntos de diseño.xlsx* adjunto a este guión, y será el mismo para la acometida, el tubo de alimentación, las montantes y la instalación interior (derivaciones a cuartos húmedos y aparatos).

En el caso del acero galvanizado, Norma UNE 19047:1996 ( $\epsilon = 0,15$  mm,  $C_H = 120$ ), la Tabla 1 recoge los distintos diámetros nominales comerciales para tuberías de este material.

| DN (") | DN (mm) | D <sub>int</sub> (mm) |
|--------|---------|-----------------------|
| 3/8    | 10      | 12,6                  |
| 1/2    | 15      | 16,1                  |
| 3/4    | 20      | 21,7                  |
| 1      | 25      | 27,3                  |
| 1 1/4  | 32      | 36                    |
| 1 1/2  | 40      | 41,9                  |
| 2      | 50      | 53,1                  |
| 2 1/2  | 65      | 68,9                  |
| 3      | 80      | 80,9                  |
| 4      | 100     | 105,3                 |
| 5      | 125     | 129,7                 |
| 6      | 150     | 155,1                 |

Tabla 1: Diámetros nominales de conducciones de acero galvanizado para uso en instalaciones de fontanería, Norma UNE 19047:1996.

En el caso del cobre, Norma UNE-EN 1057:1996 ( $\epsilon = 0,0015$  mm,  $C_H = 135$ ), los diámetros nominales comerciales se muestran en la Figura 2.

En el caso del multicapa, UNE 53961:2002 EX ( $\epsilon = 0,002$  mm,  $C_H = 150$ ), la Tabla 2 recoge los distintos diámetros nominales comerciales para tuberías de este material.

| Designación (mm)      | 16×2 | 18×2 | 20×2,5 | 26×3 | 32×3 | 40×3,5 | 50×4 | 63×4,5 |
|-----------------------|------|------|--------|------|------|--------|------|--------|
| D <sub>int</sub> (mm) | 12   | 14   | 15     | 20   | 26   | 33     | 42   | 54     |

Tabla 2: Diámetros nominales de conducciones de multicapa para uso en instalaciones de agua a presión, Norma UNE 53961:2002 EX.

El cálculo de pérdidas primarias se realizará por cualquier método racional que se estime oportuno. El cálculo de pérdidas secundarias o localizadas podrá hacerse siguiendo el método cinético o el método de las longitudes equivalentes. En el caso de optar por este último, deberán tenerse en cuenta aquellos elementos singulares que por sus características, inducen pérdidas de carga elevadas (contador, batería de contadores, etc). En el caso de optar por el método cinético, la Figura 3 recoge valores orientativos para algunos coeficientes de pérdida de carga secundaria para

diferentes tipos de válvulas y diámetros nominales habitualmente empleados en la práctica.

La selección de contadores se realizará de acuerdo a los mostrados en la Tabla 3. De acuerdo a normativa, la pérdida de carga máxima de un contador es de 1 bar a caudal máximo.

| $D_{\text{nom}}$ | $D_{\text{int}}$ | $Q_{\text{nom}}$ ( $\text{l h}^{-1}$ ) | $Q_{\text{máx}}$ ( $\text{l h}^{-1}$ ) |
|------------------|------------------|--|--|
| 13/15            | 15               | 1500                                   | 3000                                   |
| 20               | 20               | 2500                                   | 5000                                   |
| 25               | 25               | 3500                                   | 7000                                   |

Tabla 3: Diámetros nominales y caudales de operación de contadores para uso en instalaciones de fontanería.

Para la determinación de las presiones deberá tenerse en cuenta que la tipología del depósito auxiliar podrá ser presurizado (almacena agua a la presión disponible en la conexión con la red de abastecimiento) o atmosférico.

## Instalación de gas

La vivienda requiere una instalación interior de gas natural para el suministro al calentador, horno y cocina. La potencia de diseño es de 27,5 kW en condiciones de cálculo, con el desglose mostrado en la Tabla 4.

| Descripción    | $P_n$ (kW) | $Q_n$ ( $\text{m}^3 \text{h}^{-1}$ ) |
|----------------|------------|--------------------------------------|
| Calentador ACS | 19         | 0,672                                |
| Horno          | 3,5        | 0,1225                               |
| Cocina         | 5          | 0,175                                |

Tabla 4: Desglose de potencia de cálculo según aparatos instalados.

El armario de regulación y medida (ERM) se encuentra situado en la caseta contigua a la cara norte de la vivienda prevista para tal efecto. La presión de suministro garantizada, una vez descontada la pérdida de carga del regulador, es de 20 mbar. Las características de los aparatos receptores requieren que la presión del gas de alimentación sea de 17 mbar.

Las conducciones de gas deberán proyectarse en el material especificado por el profesor en el archivo adjunto a este trabajo. Los dos materiales disponibles son cobre (Figura 2) y multicapa (Tabla 2).

Para el cálculo se empleará la ecuación de Renouard y se adoptará un criterio de velocidad máxima del gas en las tuberías. Se verificará que ésta no supera los  $20 \text{ m s}^{-1}$  en ningún supuesto. Se puede tomar una densidad relativa del gas natural igual a 0,6 y una constante de la ecuación de Renouard de 232000 para presiones en mm ca, longitudes en m, caudales en  $\text{m}^3 \text{h}^{-1}$  y diámetro en mm.

## Instalación de ventilación

El diseño de la instalación se regirá básicamente por los criterios expuestos en el Documento Básico de Salubridad DB HS 3 del Código Técnico de la Edificación (CTE). Podrá optarse por un sistema de ventilación híbrida o mecánica a criterio propio, si bien dadas las características de la vivienda lo razonable es que sea híbrida. En ese caso, la localidad donde se encuentra ubicada la vivienda se especifica en el archivo *Puntos de diseño.xlsx* adjunto a este guión. Los conductos serán de chapa galvanizada ( $\epsilon = 0,15$  mm) y de sección a elegir (circular, rectangular, ovalada, etc) siempre teniendo en cuenta que para secciones distintas a la circular deberá emplearse el diámetro equivalente<sup>2</sup>. En caso de optar por un esquema de ventilación mecánica, los conductos se diseñarán de acuerdo a un criterio de velocidad media no superior a  $5 \text{ m s}^{-1}$ . Considerar una altura de 3 m entre forjados para la estimación de longitudes de los conductos verticales y estimar las pérdidas por accesorios como un porcentaje (20-30%) adicional de la pérdida en tramo recto.

## Instalación de saneamiento

El diseño de la instalación se regirá básicamente por los criterios expuestos en el Documento Básico de Salubridad DB HS 5 del Código Técnico de la Edificación (CTE). La instalación se dimensionará atendiendo a criterios racionales. Esto es usando una estimación de caudales con sus pertinentes coeficientes de simultaneidad y dimensionando las tuberías mediante las ecuaciones de la hidráulica (Manning y Dawson-Hunter).

Cada cuarto húmedo tendrá su red de pequeña evacuación que se podrá diseñar con sifón individual o bote sifónico. La solución a proporcionar contemplará al menos dos bajantes de residuales (baño norte y zona baños sur/cocina) y tres de pluviales. En el plano se proporcionan dos arquetas para su conexión con las redes municipales de residuales y pluviales, ambas enterradas 45 cm bajo rasante. A criterio propio puede optarse por un sistema mixto si se considera oportuno (nótese que en este caso la unión de los colectores de residuales y pluviales se juntarán en una arqueta y de ahí se enlazará con la red municipal). Las longitudes máximas permitidas, pendientes y porcentajes de llenado de diseño se obtendrán del DB HS 5 y/o de los criterios expuestos en clase. Una vez dimensionada la instalación de acuerdo al criterio racional, se compararán los resultados obtenidos

---

<sup>2</sup>El diámetro hidráulico  $D_h$  permite conocer el diámetro de un conducto no circular de sección de paso  $S$  que provocará la misma pérdida de carga lineal que un conducto circular de diámetro  $D = D_h = A/P$ , para la misma velocidad  $v$ . En el caso de los conductos rectangulares  $a \times b$ , la expresión general del diámetro hidráulico es  $D_h = 4 \frac{A}{p} = \frac{2ab}{(a+b)}$ . El diámetro equivalente  $D_{eq}$  se define como el diámetro de un conducto circular que provocaría la misma pérdida de carga para el mismo caudal  $Q$ . Para conductos rectangulares,  $D_{eq} = 1,3 \frac{(ab)^{0,625}}{(a+b)^{0,25}}$ . Por tanto, para un método de dimensionado por rozamiento constante es más adecuado el empleo del diámetro equivalente.

con los resultados del método de unidades de descarga (UDs) citado en el DB HS 5 y se discutirán las diferencias obtenidas para la instalación objeto de estudio. Las conducciones de evacuación deberán proyectarse para cubrir las necesidades en la localidad<sup>3</sup> y en el material especificado por el profesor en el archivo del archivo *Puntos de diseño.xlsx* adjunto a este guión. Los tres materiales disponibles son PVC ( $n = 0,01$ ), fundición ( $n = 0,017$ ) y gres ( $n = 0,009$ ). Las Tablas 5, 6, 7 recogen los diámetros comerciales normalizados para conducciones de PVC, fundición y gres empleadas en saneamiento.

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

Tabla 5: Diámetros comerciales de conducciones de PVC para uso en instalaciones de evacuación, Norma UNE-EN 1329-1:1999.

|                       |    |    |    |    |     |     |     |     |
|-----------------------|----|----|----|----|-----|-----|-----|-----|
| DN (mm)               | 40 | 50 | 70 | 75 | 100 | 125 | 150 | 200 |
| D <sub>int</sub> (mm) | 48 | 58 | 78 | 83 | 110 | 135 | 160 | 210 |

Tabla 6: Diámetros comerciales de conducciones de fundición para uso en instalaciones de evacuación, Norma UNE-EN 877:2000.

|                       |    |    |    |    |     |     |     |     |
|-----------------------|----|----|----|----|-----|-----|-----|-----|
| DN (mm)               | 50 | 60 | 75 | 90 | 100 | 150 | 200 | 225 |
| D <sub>int</sub> (mm) | 46 | 56 | 69 | 86 | 96  | 146 | 195 | 219 |

Tabla 7: Diámetros comerciales de conducciones de gres para uso en instalaciones de evacuación, Norma UNE-EN 295-1:1999.

<sup>3</sup>En el caso de la red de evacuación de pluviales se tomará la intensidad de lluvia especificada en el Apéndice B del DB HS 5.

## Resultados a proporcionar

Deben proporcionarse los siguientes resultados para al red de fontanería:

1. Esquema simplificado de la instalación identificando los componentes característicos. Se incluye aquí los elementos hidráulicos como valvulería, contadores, etc.
2. Caudal de diseño de cada una de las conducciones: acometida, tubería de distribución, montantes y derivaciones colectivas e individuales.
3. Listado de los diámetros mínimos teóricos y diámetros nominales seleccionados de cada una de las conducciones.
4. Modelo comercial concreto de bomba seleccionado.
5. Volumen del depósito auxiliar, volumen del calderín y consignas de arranque y parada de las bombas. Justificar adecuadamente el cálculo de estos parámetros.

Deben proporcionarse los siguientes resultados para al red de ventilación:

1. Caudales de ventilación y sentido de circulación.
2. Superficies de admisión, paso y extracción.
3. Disposición y secciones conductos extracción.
4. Presión y caudal para selección del ventilador.

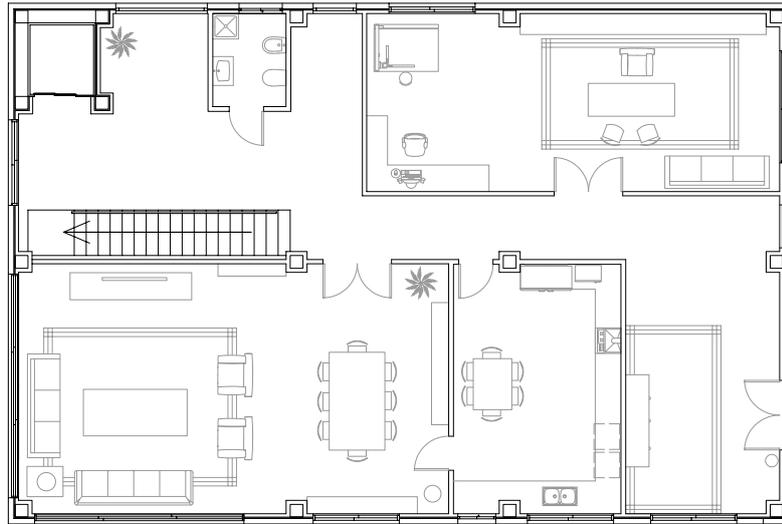
Debe proporcionarse los siguientes resultados para al red de saneamiento:

1. Trazado de la red de evacuación.
2. Parámetros de cálculo en cada tramo: caudal, diámetro, velocidad y grado de llenado.

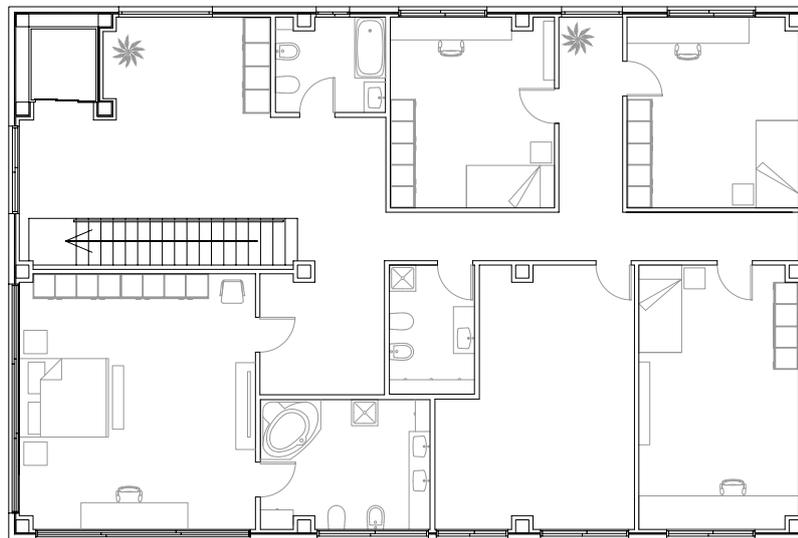
Debe proporcionarse los siguientes resultados para al red de saneamiento:

1. Trazado de la red de gas.
2. Parámetros de cálculo en cada tramo: caudal, diámetro, velocidad presión final.

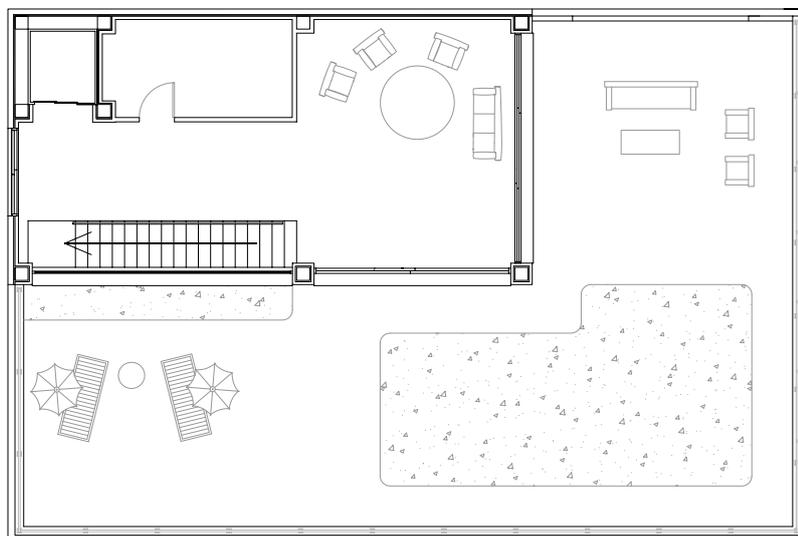
No se considera necesaria la entrega de los planos CAD con el trazado, sino que basta con indicar el trazado (por ejemplo sobre un documento pdf) y adjuntar una tabla con la relación de longitudes y diámetros, velocidades y profundidades de cada uno de los tramos.



(a)



(b)



(c)

Figura 1: Representación esquemática de la vivienda objeto de estudio. (a) Planta baja. (b) Planta primera. (c) Planta cubierta.

| Espesor de pared nominal (mm)  | 0,5                    | 0,6  | 0,7  | 0,8  | 0,9  | 1,0 | 1,1  | 1,2  | 1,5 | 2,0 | 2,5 | 3,0 |
|--------------------------------|------------------------|------|------|------|------|-----|------|------|-----|-----|-----|-----|
| Díámetro exterior nominal (mm) | Díámetro interior (mm) |      |      |      |      |     |      |      |     |     |     |     |
| 6                              |                        | 4,8  |      | 4,4  |      | 4   |      |      |     |     |     |     |
| 8                              |                        | 6,8  |      | 6,4  |      | 6   |      |      |     |     |     |     |
| 10                             |                        | 8,8  | 8,6  | 8,4  |      | 8   |      |      |     |     |     |     |
| 12                             |                        | 10,8 | 10,6 | 10,4 |      | 10  |      |      |     |     |     |     |
| 14                             |                        |      |      | 12,4 |      | 12  |      |      |     |     |     |     |
| 15                             |                        |      | 13,6 | 13,4 |      | 13  |      |      |     |     |     |     |
| 16                             |                        |      |      |      |      | 14  |      |      |     |     |     |     |
| 18                             |                        |      |      | 16,4 |      | 16  |      |      |     |     |     |     |
| 22                             |                        |      |      |      | 20,2 | 20  | 19,8 | 19,6 | 19  |     |     |     |
| 28                             |                        |      |      |      | 26,2 | 26  |      | 25,6 | 25  |     |     |     |
| 35                             |                        |      |      |      |      | 33  |      | 32,6 | 32  |     |     |     |
| 40                             |                        |      |      |      |      | 38  |      |      |     |     |     |     |
| 42                             |                        |      |      |      |      | 40  |      | 39,6 | 39  |     |     |     |
| 54                             |                        |      |      |      |      | 52  |      | 51,6 | 51  | 50  |     |     |

Figura 2: Diámetros nominales de conducciones de cobre para uso en instalaciones de fontanería, Norma UNE-EN 1057:1996.

| Accesorios  | L/D             | Díámetro nominal (en pulgadas) |      |      |       |       |      |         |      |      |      |       |
|---|-----------------|--------------------------------|------|------|-------|-------|------|---------|------|------|------|-------|
|   |                 | 1/2                            | 3/4  | 1    | 1 1/4 | 1 1/2 | 2    | 2 1/2-3 | 4    | 6    | 8-10 | 12-16 |
| Valores de K  |                 |                                |      |      |       |       |      |         |      |      |      |       |
| Válv.de compuerta(abierta)  | 8               | 0.22                           | 0.2  | 0.18 | 0.18  | 0.15  | 0.15 | 0.14    | 0.12 | 0.11 | 0.1  | 0.1   |
| Válv.de globo(abierta)  | 340             | 9.2                            | 8.5  | 7.8  | 7.5   | 7.1   | 6.5  | 6.1     | 5.8  | 5.1  | 4.8  | 4.4   |
| Válv.de retención horizontal(check)                                 | 100             | 2.7                            | 2.5  | 2.3  | 2.2   | 2.1   | 1.9  | 1.8     | 1.7  | 1.5  | 1.4  | 1.3   |
| Válv.de retención horizontal oscilatoria(check)                     | 50              | 1.4                            | 1.3  | 1.2  | 1.1   | 1.1   | 1.0  | 0.9     | 0.9  | 0.75 | 0.7  | 0.65  |
| Válv.de pie de disco(de huso)con colador                            | 420             | 11.3                           | 10.5 | 9.7  | 9.3   | 8.8   | 8.0  | 7.6     | 7.1  | 6.3  | 5.9  | 5.5   |
| Válv.de pie de disco con bisagra                                    | 75              | 2                              | 1.9  | 1.7  | 1.7   | 1.7   | 1.4  | 1.4     | 1.3  | 1.1  | 1.1  | 1.0   |
| Codos estándar  | 90°             | 30                             | 0.81 | 0.75 | 0.69  | 0.66  | 0.63 | 0.57    | 0.54 | 0.51 | 0.45 | 0.42  |
|   | 45°             | 16                             | 0.43 | 0.4  | 0.37  | 0.35  | 0.34 | 0.3     | 0.29 | 0.27 | 0.24 | 0.22  |
|   | 90° radio largo | 16                             | 0.43 | 0.4  | 0.37  | 0.35  | 0.34 | 0.3     | 0.29 | 0.27 | 0.24 | 0.22  |
|   | 180°            | 50                             | 1.35 | 1.25 | 1.15  | 1.10  | 1.05 | 0.95    | 0.9  | 0.85 | 0.75 | 0.7   |
| Curvas de 90°   | 20              | 0.54                           | 0.5  | 0.46 | 0.44  | 0.42  | 0.38 | 0.36    | 0.34 | 0.3  | 0.28 | 0.26  |
| T en línea (con derivación en la línea principal y lateral cerrada) | 20              | 0.54                           | 0.5  | 0.46 | 0.44  | 0.42  | 0.38 | 0.36    | 0.34 | 0.3  | 0.28 | 0.26  |
| T en línea (con circulación por derivación)                         | 60              | 1.62                           | 1.5  | 1.38 | 1.32  | 1.26  | 1.14 | 1.08    | 1.02 | 0.9  | 0.84 | 0.78  |

Figura 3: Coeficientes de pérdida de carga secundaria para diferentes tipos de válvulas y diámetros nominales.