

## **INDICE**

### **I. MEMORIA DESCRIPTIVA**

1. OBJETO Y CONTENIDO DEL PROYECTO
2. DESCRIPCIÓN DEL EDIFICIO
3. NORMATIVA APLICABLE
4. INSTALACIÓN DE FONTANERÍA
5. APARATOS SANITARIOS Y GRIFERÍA
6. INSTALACIÓN DE SANEAMIENTO

### **II. BASES DE CALCULO Y CÁLCULOS**

1. FONTANERÍA
  - 1.1 CONSUMOS UNITARIOS
  - 1.2 DATOS DE LA INTALACIÓN
  - 1.3 METODOS DE CÁLCULO
  - 1.4 ANEJO CÁLCULO DE TRAMOS
  - 1.5 ANEJO DE PERDIDAS DE CARGA
  - 1.6 CÁLCULO DE GRUPO PRESIÓN
  - 1.7 CÁLCULO DEL DEPOSITO DEL GRUPO PRESIÓN.
  - 1.8 CÁLCULO DE LA DEMANDA DE ACS Y APOYO SOLAR
2. SANEAMIENTO
  - 2.1 DATOS DEL PROYECTO
  - 2.2. METODO DE CÁLCULO
  - 2.3. ANEJO CÁLCULO DE TRAMOS
  - 2.4. DIMENSIONADO DEL SISTEMA DE BOMBEO

### **III. PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS**

### **IV. PRESUPUESTO**

### **V. PLANOS**



## **1. OBJETO Y CONTENIDO DEL PROYECTO**

El objeto del presente estudio es el proyecto de las instalaciones mecánicas de Fontanería y Saneamiento en el Centro de Convivencia de Personas Mayores en Montañana (C\ Avda. Montañana Nº 374, Barrio de Montañana (Zaragoza).

Forma parte del objetivo del proyecto la valoración de los trabajos de instalación para lo cual se da un presupuesto detallado del contenido de los distintos sistemas de las instalaciones.

El proyecto se compone de los siguientes documentos:

*Memoria Descriptiva:*

En este documento se describe el edificio con los locales afectados por las instalaciones, la filosofía de funcionamiento de la instalación y los equipos y sistemas proyectados.

*Bases de Cálculo:*

Donde se definen los parámetros de partida para el dimensionado de las redes de distribución.

*Pliegos de Condiciones:*

Se indican las Especificaciones técnicas de los diferentes elementos de la instalación, comprendiendo las características propias de los diferentes equipos y su correcta forma de montaje.

*Presupuesto:*

Precios unitarios, estado de medición y presupuesto valorado de las instalaciones.

*Planos:*

Planos indicativos del recorrido de las instalaciones, comprendiendo planos de las diferentes plantas, esquemas de principio y detalles constructivos.

## **2. DESCRIPCION DEL EDIFICIO**

### **a) Emplazamiento.**

<b>Antecedentes y condicionantes de partida:</b>	Se recibe por parte del promotor el encargo de la redacción de proyecto de un edificio destinado a Centro de Convivencia de Personas Mayores en Montañana (Zaragoza). La Ordenanza Municipal permite 3 plantas sobre rasante. Previamente a la redacción del proyecto se ha aprobado una corrección de Plan General y se ha concedido la aplicación de Normativa de fondo mínimo a la parcela.
<b>Emplazamiento:</b>	Avenida de Montañana 374, Zaragoza
<b>Entorno físico:</b>	La parcela de referencia no presenta construcción alguna. Es de forma rectangular y tiene una única medianera vista de 5 plantas de altura. El acceso a la parcela se puede realizar desde tres fachadas: desde la Avda. Montañana, desde el andén de acceso recayente a la plaza de las Vaquillas o desde el parque. Asimismo, hay señalar que la parcela objeto de proyecto es el cierre de una serie de parcelas ocupadas por antiguas edificaciones residenciales, casi todas de mayor altura que la permitida por el PGOUZ.

### **b) Descripción del edificio.**

Es de aplicación el PGOU de Zaragoza, el cual lo clasifica como suelo urbano consolidado con calificación A1 Grado 4.1. Previamente a la redacción del proyecto el Ayuntamiento emitió un informe de RECTIFICACIÓN DE ERROR en ZVP y se aprobó la tramitación de FONDO MINIMO.

NORMATIVA DE APLICACIÓN EN GRADO A1/4.1 (sobre parcela S = 404.16 m2)		
	PLANEAMIENTO	PROYECTO
Altura edificable	B+2 (10.00 m)	B+2 (10.00 m)
Ocupación según PGOU	Sótano y semisótano: 100% (404.16 m2) Planta Baja: 75% (303.12 m2) Plantas Alzadas: 50 % (202.08 m2)	
Ocupación según aplicación Fondo Mínimo	Sótano y semisótano: 100% (404.16 m2) Planta Baja (art. 4.1.3.2 PGOUZ): 75% (303.12 m2) Plantas Alzadas: (252.38 m2)	Sótano: <b>(403.20 m2)</b> Planta Baja: <b>(252.18 m2)</b> Plantas Alzadas: <b>(252.18 m2)</b>
Edificabilidad	La resultante de la aplicación de Fondo mínimo: 757.14 m2	724.56 m2

### Descripción general del edificio:

El proyecto del nuevo edificio viene condicionado por 2 factores urbanos y tipológicos del entorno en el que se ubica, que justifican su implantación en la parcela y el diseño del mismo:

1. La posición de la parcela como remate a una manzana residencial que da frente a zona verde pública y a la Avda. Montañana, genera que el edificio “gire hacia la zona verde” y se abra a ésta, cerrándose a su vez hacia la Avda. Montañana y creando una fachada más cerrada y urbana.

2. Por otra parte, y teniendo en cuenta que la Avda. Montañana es la travesía de la Carretera a Peñaflor, se observa la conveniencia de establecer como fachada principal del equipamiento la situación frente a la zona verde, lo que, por otra parte, concuerda con los criterios previstos en el Plan General, cuando en el art. 7.2.8. de las Normas Urbanísticas, sobre la ordenación de equipamientos en nuevos suelos urbanizables, se recomienda que *“los suelos destinados a equipamientos docentes, deportivos y asistenciales buscarán la proximidad a las zonas verdes y tendrán garantizado un acceso cómodo y seguro”*

Con estas dos premisas como punto de partida se diseña un edificio fragmentado en dos volúmenes: un primer volumen recayente a la Avda. Montañana más ciego, más impermeable, más urbano, y un segundo cuerpo que se concibe como un gran cubo-escultura que flota sobre un zócalo de vidrio en planta baja, permitiendo la relación y el diálogo entre el parque y el edificio. La fachada interior se formaliza mediante un muro de hormigón blanco que recorre todo el edificio tanto longitudinalmente como en altura, albergando una escalera lineal y continua que comunica las diferentes plantas del edificio.

### Programa de necesidades:

El programa de necesidades que se recibe por parte de la propiedad para la redacción del presente es el siguiente:

Sala multiusos con escenario fijo y camerinos a nivel de escenario  
Bar- cafetería  
Aula de manualidades  
Sala de informática  
Sala de prensa –TV  
Sala de dinámica con vestuarios  
Sala polivalente  
Dos despachos  
Almacenes  
Aseos adaptados  
Cuartos de limpieza en cada planta

### Uso característico del edificio:

El uso característico del edificio es CULTURAL

Toda la distribución de plantas, alzados y acabados del edificio quedará más detalladamente descrita en el Proyecto Arquitectónico redactado por el Arquitecto Alberto Rivas Soria.

## **2.1. PROGRAMA DE FUNCIONAMIENTO**

Atendiendo a que el edificio objeto del proyecto es un Centro de Mayores debe considerarse que su utilización se hará de acuerdo con un programa que afectará a los horarios y a las ocupaciones por parte de las personas con actividades coherentes con los usos del mismo.

Horario laboral de 9:00 a.m. a 21:00 p.m. En el correspondiente apartado del Anexo 2.3, donde se incluyen los cálculos de las cargas térmicas, puede encontrarse la hoja donde se resumen los horarios de funcionamiento y las máximas ocupaciones previstas de cada una de las dependencias.

## **3. NORMATIVA A CUMPLIR**

La siguiente normativa es de aplicación a la instalación proyectada:

- Real Decreto 1004/1991, de 14 de junio, por el que se establecen los requisitos mínimos de los centros que impartan enseñanzas de régimen general no universitarias.
- Código Técnico de la Edificación CTE- Marzo 2006 / HS Salubridad.
- Código Técnico de la Edificación CTE- Marzo 2006 / HE Exigencias básicas de ahorro de energía.
- Código Técnico de la Edificación CTE- Marzo 2006 / SI Exigencias básicas de seguridad en caso de incendio.
- Prescripciones del Instituto Eduardo Torroja PIET-70.
- Normas Tecnológicas de la Edificación, del Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo, en lo que no contradiga al Código Técnico de la Edificación.
- Reglamento de Instalaciones Térmicas en los edificios (RITE) y sus instrucciones Técnicas Complementarias (Real Decreto 1751/1998, de 31 de julio, Ministerio de la Presidencia).
- Reglamento sobre lugares de trabajo, según Real Decreto 486/1997 de 14 de Abril, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.
- Orden de 9 de Marzo de 1971, por la cual se aprueba la Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo, con las modificaciones y actualizaciones del Reglamento sobre lugares de
- Real Decreto 1627/1997 de 24 de Octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.
- Reglamento de Aparatos a Presión. Instrucción Técnica MIE-APA.
- Normas Tecnológicas de la Edificación, del Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo.
- Normas Básicas de instalaciones de gas en edificios habitados, aprobadas por Orden de la Presidencia, de 29 de marzo de 1974 (BOE 30.3.1974).
- Orden del MIE de 14.2 de 1983 (B.O.E. 19.2) .
- Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios, edición 2007.

#### **4. INSTALACIONES DE FONTANERIA**

##### **4.1. AGUA FRÍA SANITARIA (AFS)**

Se alimentará con agua fría sanitaria:

- Aseos.
- Vestuarios.
- Suministro a puntos de tomas para limpieza y mantenimiento.
- Instalación contraincendios.

##### **4.1.1. ACOMETIDA DE AFS**

La instalación de agua fría para abastecimiento al edificio es de nueva construcción y se inicia en la red de agua potable municipal existente y que discurrirá por las proximidades del solar de actuación.

La acometida se realizará con tubería enterrada por zanja hasta acometer a la zona prevista para contener en arqueta una llave de corte general de entrada al edificio.

Se ha montado en el interior de un cuadro a tal fin en el edificio, un contador general de suministro de agua equipado con filtro para retención de impurezas autolimpiable, una válvula de retención para evitar retroceso de agua a la red de abastecimiento y válvulas de entrada y salida para facilitar su reparación y desmontaje

Por la altura y consumos del edificio se considera insuficiente con una presión disponible, no superior a 3,5 Kpa., por lo que se ha previsto un grupo hidráulico en previsión de una posible falta de presión en la red general. De cualquier forma se deja previsto, un by-pass automatico, que en caso de por el uso final del edificio, se restringiera el funcionamiento de las plantas superiores, y por tanto la presión mínima necesaria disminuyera, exista la posibilidad de emplear directamente la presión disponible en la red general de distribución.

Desde el contador general la tubería de alimentación es dirigida a los distintos puntos de servicio, al deposito de acumulación de agua para uso de agua caliente sanitaria y al deposito de acumulación de agua de red, ubicados en el cuarto técnico para tal fin. La tubería de alimentación general será realizada cuando discorra por tramos subterráneos en polietileno de presión no inferior a PN16, mientras que cuando se realice en instalación vista en el interior del edificio, se empleará polipropileno. Para los tramos principales de distribución, tanto en agua fría como en caliente, se empleará también tubería de polipropileno, mientras que en las derivaciones a los receptores o diferentes puntos de suministro, se instalará tubería de polietileno reticulado.

##### **4.1.2. DISTRIBUCIÓN DE AFS**

Desde el colector de entrada al edificio se efectúa una distribución de tuberías por cuartos de instalaciones y por el falso techo sobre las zonas de aseos, realizándose las derivaciones correspondientes para alimentar los locales con necesidad de esta instalación en cada zona.

Para alimentación a los aparatos sanitarios, el sistema utilizado ha sido el de efectuar recorridos horizontales por el interior de falsos techos o canalizaciones en forjados, hasta cada grupo de servicios y a los aparatos sanitarios, con bajadas verticales empotradas para cada aparato o punto de consumo y protegidas con tubo de PVC coarrugado para una libre dilatación de las tuberías y al mismo tiempo evitar desperfectos por contacto del material de la obra con la tubería.

El material empleado en la red general de distribución general de agua fría será de Polipropileno en los ramales principales, con accesorios de unión electrosoldada, y de Polietileno Reticulado en las derivaciones a los receptores, con accesorios de unión con casquillo de latón.

##### **4.1.3. VALVULERÍA Y ELEMENTOS AUXILIARES DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AFS**

Las válvulas que se montarán en la red de distribución de agua fría serán del tipo bola de acero inoxidable para diámetros inferiores o iguales a dos pulgadas y del tipo mariposa para los diámetros superiores.

En el interior de los núcleos de aseos y locales con consumo de agua, se instalarán válvulas de paso en la alimentación a los puntos de distribución y antes de efectuar la distribución en el interior de cada local, de esta manera se facilitan los trabajos de reparación y mantenimiento al poder sectorizar la red de distribución. Con este mismo criterio dispondremos de válvulas de cierre en todas las zonas húmedas.

Las tuberías dispondrán de uniones flexibles en los puntos donde crucen juntas de dilatación del edificio, capaces de absorber los movimientos y las dilataciones que puedan producirse, reduciendo de esta manera las tensiones en los soportes y en la propia tubería.

Las válvulas antirretornos se dispondrán combinadas con grifos de vaciado, de tal forma que siempre sea posible vaciar cualquier tramo de la red de distribución.

#### **4.1.4. AISLAMIENTO DE TUBERÍAS DE AFS**

Se aislarán todas las tuberías de agua fría para evitar condensaciones. No se aislarán las tuberías de vaciado, reboses y salidas de válvula de seguridad en el interior de los cuartos técnicos. También se dejarán sin aislar las tuberías de bajada de alimentación a los aparatos sanitarios, pero se protegerán siempre con tubo de PVC coarrugado para facilitar su libre dilatación y evitar el contacto entre el material de obra y las tuberías. El aislamiento escogido es a base de coquilla sintética de conductividad térmica según RITE 2007.

Espesores mínimos de aislamiento (mm) de tuberías y accesorios que transportan fluidos fríos que discurren por el interior de edificios:

Diámetro exterior (mm)	Temperatura máxima del fluido (°C)		
	>-10...0	0...10	>10
$D \leq 35$	30	20	20
$35 < D \leq 60$	40	30	20
$60 < D \leq 90$	40	30	30
$90 < D \leq 140$	50	40	30
$140 < D$	50	40	30

Espesores mínimos de aislamiento (mm) de tuberías y accesorios que transportan fluidos fríos que discurren por el exterior de edificios:

Diámetro exterior (mm)	Temperatura máxima del fluido (°C)		
	>-10...0	0...10	>10
$D \leq 35$	50	40	40
$35 < D \leq 60$	60	50	40
$60 < D \leq 90$	60	50	50
$90 < D \leq 140$	70	60	50
$140 < D$	70	60	50

En nuestro caso en concreto y a excepción de la tubería principal desde la acometida hasta el aljibe, consideraremos, que ya que el agua estará durante un tiempo almacenada en el interior del edificio, la temperatura de esta estará por encima de los 10 °C.

El espesor mínimo de aislamiento de las tuberías de diámetro exterior menor o igual que 20 mm y de longitud menor que 5 m, contada a partir de la conexión a la red general de tuberías hasta la unidad terminal, y que estén empotradas en tabiques y suelos o instaladas en canaletas interiores, será de 10 mm, evitando en cualquier caso, la formación de condensaciones.

El uso horario del edificio no está claramente definido, y desconocemos si va a ser continuo, si así fuera finalmente, habría que incrementar estos aislamientos en 5 cm.

En los casos de encontrarnos con algún recorrido exterior la tubería aislada irá protegida con recubrimiento de aluminio.

En el interior de las salas de máquinas de las tuberías se acabarán con pintura de colores normalizados según norma DIN.

Una vez terminada la instalación de las tuberías, éstas se señalizarán con cinta adhesiva de colores normalizados, según normas DIN, en tramos de 2 a 3 metros de separación y coincidiendo siempre en los puntos de registro, junto a válvulas o elementos de regulación.

#### **4.2. AGUA CALIENTE SANITARIA (ACS)**

Se alimentará con agua caliente sanitaria:

- Duchas en vestuarios y cuartos de aseo.

#### **4.2.1. ACOMETIDA DE ACS**

La instalación de agua caliente sanitaria se inicia en una derivación de la red de agua fría sanitaria hacia los acumuladores de A.C.S., situados en cuarto técnico de planta cubierta, con llave de corte a fin de poder independizar la instalación en caso de avería o necesidad, facilitando los trabajos de reparación y mantenimiento.

#### **4.2.2. PRODUCCIÓN DE ACS**

Para la producción del ACS se ha previsto la instalación de un deposito acumulador con calentamiento a través de la caldera de condensación de gas y de capacidad adecuada en litros a las necesidades según los puntos de consumo que sirve, así como por la instalación de dos colectores térmicos solares, que apoyaran la producción de ACS en función de la disponibilidad climatológica.

La conexión de las tuberías al acumulador se efectuará mediante un grupo de seguridad, compuesto por válvula de cierre, vaciado, dispositivo de retención y válvula de seguridad. Este elemento (vaciado y válvula de seguridad) deberá estar conectado a un elemento de desagüe con sifón que será conducido a la instalación de saneamiento más próxima.

El Interacumulador de agua caliente sanitaria serán de acero con doble capa de esmalte. Ánodo de magnesio incorporado. Aislamiento desmontable y tornillos de nivelación. Color plata. Marca/modelo: sedical 500 L o similar aprobado.

La acumulación de ACS se controla en su circuito primario, mediante una centralita de regulación y sondas electrónicas que controlan la temperatura de impulsión del circuito primario productor de ACS. A la salida del acumulador de ACS, instalaremos una valvula termostatica motorizada controlada mediante regulación de sonda electrónica a la salida del deposito de ACS y centralita a tal fin.

#### **4.2.3. DISTRIBUCIÓN DEL ACS**

El material empleado en la red de distribución de agua caliente sanitaria será de las mismas características que las descritas en el apartado de agua fría.

La distribución al edificio se realiza a partir de los acumuladores paralela a la descrita en agua fría.

Las distribuciones en el interior de las plantas en horizontal y en el interior de cada aseo o local con consumo, se efectuará una distribución de tuberías de agua caliente sanitaria a partir de la válvula de paso, paralela a la del agua fría, por el falso techo y con bajadas verticales empotradas de alimentación a los aparatos sanitarios.

#### **4.2.4. AISLAMIENTO DE TUBERÍAS ACS**

Se aislarán las tuberías de los circuitos de agua caliente para evitar pérdidas de calor. No se aislarán las tuberías de vaciado, reboses y salidas de válvula de seguridad en el interior de las centrales técnicas. También se dejarán sin aislar las tuberías de bajada de alimentación a los aparatos sanitarios, pero se protegerán con tubo de PVC coarugado para facilitar su libre dilatación y evitar el contacto entre el material de obra y las tuberías.

El aislamiento escogido es a base de coquilla sintética de conductividad térmica menor de  $0,04 \text{ W/m}^2$  con espesores en función de la tubería y siempre según el nuevo RITE. Se emplearán accesorios aislados a base del mismo material.

Espesores minimos de aislamiento (mm) de tuberías y accesorios que transportan fluidos calientes que discurren por el interior de edificios

Diámetro exterior (mm)	Temperatura máxima del fluido (°C)		
	40...60	60...100	100...180
$D \leq 35$	25	25	30
$35 < D \leq 60$	30	30	40
$60 < D \leq 90$	30	30	40
$90 < D \leq 140$	30	40	50
$140 < D$	35	40	50



Espesores mínimos de aislamiento (mm) de tuberías y accesorios que transportan fluidos calientes que discurren por el exterior de edificios

Diámetro exterior (mm)	Temperatura máxima del fluido (°C)		
	40...60	>60...100	>100...180
$D \leq 35$	35	35	40
$35 < D \leq 60$	40	40	50
$60 < D \leq 90$	40	40	50
$90 < D \leq 140$	40	50	60
$140 < D$	45	50	60

El espesor mínimo de aislamiento de las tuberías de diámetro exterior menor o igual que 20 mm y de longitud menor que 5 m, contada a partir de la conexión a la red general de tuberías hasta la unidad terminal, y que estén empotradas en tabiques y suelos o instaladas en canaletas interiores, será de 10 mm, evitando en cualquier caso, la formación de condensaciones.

Como ya hemos comentado no está definido si el uso va a ser continuo, si así fuera finalmente, habría que incrementar estos aislamientos en 5 cm.

Los depósitos acumuladores de agua caliente sanitaria, estarán calorifugados con PVC con forro acolchado y aislamiento térmico de poliuretano inyectado.

En el interior de las salas de máquinas de las tuberías se acabarán con pintura de colores normalizados según norma DIN.

Una vez terminada la instalación de las tuberías, éstas se señalizarán con cinta adhesiva de colores normalizados, según normas DIN, en tramos de 2 a 3 metros de separación y coincidiendo siempre en los puntos de registro, junto a válvulas o elementos de regulación.

#### **4.2.5. RED DE RETORNO DE ACS**

Como existen más de 15 metros de distancia en el recorrido de la ACS, es necesaria la instalación de un circuito de retorno, que mantenga una temperatura constante en las tuberías de distribución, sin que existan grandes saltos térmicos entre el agua acumulada en los tubos y la generada por la instalación de producción de ACS.

El caudal de retorno se podrá estimar según reglas empíricas de la siguiente forma:

- Considerar que se recircula el 10% del agua de alimentación, como mínimo. De cualquier forma se considera que el diámetro interior mínimo de la tubería de retorno es de 16 mm.
- Los diámetros en función del caudal recirculado se indican en la tabla 4.4.

Tabla 4.4 Relación entre diámetro de tubería y caudal recirculado de ACS	
Diámetro de la tubería (pulgadas)	Caudal recirculado (l/h)
$\frac{1}{2}$	140
$\frac{3}{4}$	300
1	600
$1 \frac{1}{4}$	1.100
$1 \frac{1}{2}$	1.800
2	3.300

Se instalará un reloj programador en la bomba circuladora, para detener su funcionamiento fuera de las horas de uso del edificio.

## **5. APARATOS SANITARIOS Y GRIFERIA**

### **5.1. APARATOS SANITARIOS**

Distribuidos por los diversos cuartos húmedos, se instalarán inodoros de tanque bajo y lavabos. Asimismo se instalará también duchas en los vestuarios de planta baja del nuevo edificio. En el exterior del edificio y en las zonas de acceso se instalarán pederivios.

La distribución final puede comprobarse en los planos correspondientes.

Los aparatos sanitarios a instalar serán de 1ª calidad de porcelana vitrificada color blanco o sintético de la casa Dupont.

## **5.2. GRIFERIA**

La grifería de los aparatos sanitarios será a base de unidades temporizadas mezcladoras, cromadas, con aireador, llaves de regulación tipo escuadra y enlaces de alimentación flexibles.

La grifería de lavabos, se equiparán con llave/s de regulación tipo escuadra y enlace flexible en su alimentación.

Los inodoros dispondrán de depósitos de tanque bajo con accionamiento economizador reductor de consumo, siguiendo la línea marcada por los instalados en la planta segunda, correspondientes a la reforma anterior.

## **5.3. ACCESORIOS**

Los aseos se podrán equipar con secadores de manos eléctricos, dosificadores de jabón líquido y portarrollos de papel higiénico.

## **6. INSTALACIÓN DE SANEAMIENTO**

### **6.1. RED VERTICAL Y ELEMENTOS DE DESAGÜE INTERIOR**

Todo el material empleado será en tubería de PVC-U tipo B para desagües, realizada en PVC resistente al agua caliente, según UNE-EN 1329-1, del diámetro indicado en planos, con uniones mediante adhesivo específico, con p.p. de accesorios y elementos de sujeción.

El sistema de saneamiento del edificio recogerá las aguas fecales del uso propio del edificio, así como las aguas pluviales de la cubierta del edificio. Todas las bajantes efectuarán su recorrido por patios o huecos previstos por arquitectura o junto a pilares y elementos estructurales para su mejor soportación.

También se admitirá la solución de tramos de desagüe empotrados en los aparatos suspendidos que se encuentren próximos a los bajantes.

La instalación de bajantes mantendrá en todo su recorrido el mismo diámetro.

Los desagües desde los aparatos sanitarios hasta los colectores o bajantes se realizarán igualmente con tubería de PVC-U tipo B para desagües, realizada en PVC resistente al agua caliente, según UNE-EN 1329-1, de doble capa, con uniones mediante junta elástica.

Todos los aparatos sanitarios dispondrán de sifón individual para evitar la transmisión de olores desde la red de saneamiento al interior de los locales. Sifón botella para lavabos y sifón curvo para vertederos y inodoros.

En las zonas de salas técnicas y cuartos húmedos, se ha previsto instalar sumideros sifónicos para la recogida de aguas.

### **6.2. RED HORIZONTAL**

Los desplazamientos de las bajantes y la red horizontal de colectores colgados de saneamiento por techos de planta baja se realizarán con tubería de PVC-U TIPO B, según UNE-EN 1329-1.

La red horizontal de evacuación general se prevé efectuarla de forma unitaria, que evacuarán por gravedad la práctica totalidad de las aguas producidas en el edificio.

La pendiente de los colectores, será como mínimo del 1% en todo su recorrido, para mejorar y facilitar la evacuación.

No obstante, la red de saneamiento, se dimensionarán teniendo en cuenta las pendientes de evacuación de forma que la velocidad del agua no sea inferior a 0,3 m/s (para evitar que se depositen materias en la canalización) y no superior a 6 m/s (evitando ruidos y la capacidad erosiva o agresiva del fluido a altas velocidades).

La red enterrada de saneamiento se realizará con tubería de PVC con doble pared estructurada para ejecución enterrada, según UNE-EN 13476.

El sistema utilizado para la red enterrada, será mediante arquetas y colectores enterrados hasta conectar a la red exterior de alcantarillado público.

Las arquetas a construir se ejecutarán según detalles constructivos y serán de una profundidad variable en el encuentro con cada colector debido a la pendiente que llevan éstos. El interior de la base de cada arqueta se realizará con una pendiente de cinco centímetros para evitar estancamientos y un mejor desagüe de las aguas. Las arquetas serán registrables según se explica en el pliego de especificaciones técnicas, llamando registrables aquellas arquetas que es posible su acceso desde la solera pavimentada de la planta donde se ejecuta la red de albañales.

La pendiente de los colectores, será como mínimo del 1 % en todo su recorrido.



## **1. INSTALACIÓN DE FONTANERÍA**

### **1.1. CONSUMOS UNITARIOS**

Los caudales de los puntos de consumo del edificio se resumen en la siguiente tabla:

#### **Consumos instantáneos por aparato y diámetros de conexión**

<b>Aparato</b>	<b>Caudal (l/s)</b>	<b>DN Conexión (mm)</b>
Bañera	0,30	20
Bidé	0,10	16
Ducha	0,20	20
Fregadera	0,20	20
Inodoro c. depósito	0,10	16
Lavabo	0,10	16
Lavadora	0,20	20
Lavavajillas	0,20	20
Urinario	0,15	16
Vertedero	0,20	20

### **1.2. DATOS DE LA INSTALACIÓN**

Presión disponible en acometida:	30,00 m.c.a.
Fluctuación de presión en acometida:	5 %
Altura máxima con respecto a la acometida:	11,50 m
Temperatura del agua fría:	15°C
Temperatura del agua caliente:	45°C
Viscosidad cinemática del agua fría:	1,16×10 <sup>-6</sup> m <sup>2</sup> /s
Viscosidad cinemática del agua caliente:	0,60×10 <sup>-6</sup> m <sup>2</sup> /s

### **1.3. MÉTODOS DE CÁLCULO**

#### **1.3.1.- CAUDAL MÁXIMO PREVISIBLE**

Para tramos interiores a un suministro, aplicamos las siguientes expresiones:

$$k_v = \frac{1}{\sqrt{n-1}} + \alpha \times (0,035 + 0,035 \times \log(\log n)); \quad Q_{\max} = k_v \cdot \sum Q$$

Donde:

$k_v$	=	Coeficiente de simultaneidad.
$n$	=	Número de aparatos instalados.
$\alpha$	=	Factor corrector que depende del uso del edificio.
$Q_{\max}$	=	Caudal máximo previsible (l/s).
$\sum Q$	=	Suma del caudal instantáneo mínimo de los aparatos instalados (l/s).

Para tramos que alimentan a grupos de suministros, utilizamos estas otras expresiones:

$$k_e = \frac{19 + N}{10 \cdot (N + 1)}; \quad Q_{\max.e} = k_e \cdot \sum Q_{\max}$$

Donde:

$k_e$	=	Coeficiente de simultaneidad para un grupo de suministros.
$N$	=	Número de suministros.
$Q_{\max.e}$	=	Caudal máximo previsible del grupo de suministros (l/s)
$\sum q_{\max}$	=	Suma del caudal máximo previsible de los suministros instalados (l/s).

### **1.3.2. DIAMETRO**

Cada uno de los métodos analizados en los siguientes apartados nos permiten calcular el diámetro interior de la conducción. De los diámetros calculados por cada método, elegiremos el mayor, y a partir de él, seleccionaremos el diámetro comercial que más se aproxime.

#### **1.3.2.1. CÁLCULO POR LIMITACIÓN DE LA VELOCIDAD**

Obtenemos el diámetro interior basándonos en la ecuación de la continuidad de un líquido, y fijando una velocidad de hipótesis comprendida entre 0,5 y 2 m/s, según las condiciones de cada tramo. De este modo, aplicamos la siguiente expresión:

$$Q = V \cdot S \Rightarrow D = \sqrt{\frac{4000 \cdot Q}{\pi \cdot V}}$$

Donde:

Q	=	Caudal máximo previsible (l/s)
V	=	Velocidad de hipótesis (m/s)
D	=	Diámetro interior (mm)

#### **1.3.2.2.- CÁLCULO POR LIMITACIÓN DE LA PÉRDIDA DE CARGA LINEAL**

Consiste en fijar un valor de pérdida de carga lineal, y utilizando la fórmula de pérdida de carga de PRANDTL-COLEBROOK, determinar el diámetro interior de la conducción:

$$V = -2\sqrt{2gD \cdot I} \log_{10} \left( \frac{k_a}{3'71D} + \frac{2'51\nu}{D\sqrt{2gD \cdot I}} \right)$$

Donde:

V	=	Velocidad del agua, en m/s
D	=	Diámetro interior de la tubería, en m
I	=	Pérdida de carga lineal, en m/m
ka	=	Rugosidad uniforme equivalente, en m
$\nu$	=	Viscosidad cinemática del fluido, en m <sup>2</sup> /s
g	=	Aceleración de la gravedad, en m <sup>2</sup> /s

#### **1.3.2.3. CÁLCULO SEGÚN NORMAS BÁSICAS**

A partir del tipo de tramo, seleccionamos la tabla adecuada de las Normas Básicas, y en función del número y tipo de suministros, tipo de tubería, etc., determinamos el diámetro interior mínimo.

### **1.3.3. VELOCIDAD**

Basándonos de nuevo en la ecuación de la continuidad de un líquido, despejando la velocidad, y tomando el diámetro interior correspondiente a la conducción adoptada, determinamos la velocidad de circulación del agua:

$$V = \frac{4000 \cdot Q}{\pi \cdot D^2}$$

Donde:

V	=	Velocidad de circulación del agua (m/s)
Q	=	Caudal máximo previsible (l/s)
D	=	Diámetro interior del tubo elegido (mm.)

### 1.3.4. PÉRDIDAS DE CARGA

Obtenemos la pérdida de carga lineal, o unitaria, basándonos de nuevo en la fórmula de PRANDTL-COLEBROOK, ya explicada en apartados anteriores.

La pérdida total de carga que se produce en el tramo vendrá determinada por la siguiente ecuación:

$$J_T = J_U \cdot (L + L_{eq}) + \Delta H$$

Donde:

JT	=	Pérdida de carga total en el tramo, en m.c.a.
JU	=	Pérdida de carga unitaria, en m.c.a./m
L	=	Longitud del tramo, en metros
Leq	=	Longitud equivalente de los accesorios del tramo, en metros.
ΔH	=	Diferencia de cotas, en metros

Para determinar la longitud equivalente en accesorios, utilizamos la relación L/D (longitud equivalente/diámetro interior). Para cada tipo de accesorio consideramos la siguientes relaciones L/D:

<b>Accesorio</b>	<b>L/D</b>
Codo a 90° .....	45
Codo a 45° .....	18
Curva a 180° .....	150
Curva a 90° .....	18
Curva a 45° .....	9
Te Paso directo.....	16
Te Derivación.....	40
Cruz .....	50

### 1.4. ANEJO DE CÁLCULO DE TRAMOS

Donde:

S	=	Número y tipo de suministros.
Qins	=	Caudal instalado (l/s).
Qmax	=	Caudal máximo previsible (l/s).
Dn	=	Diámetro nominal.
L	=	Longitud (m).
Leq	=	Longitud equivalente correspondiente a los accesorios (m).
ΔH	=	Diferencia de cotas (m)
V	=	Velocidad de circulación (m/s).
JUni	=	Pérdida de carga unitaria (mm.c.a./m).
JTra	=	Pérdida de carga en el tramo (m.c.a.).
JAcu	=	Pérdida de carga acumulada (m.c.a.)

Tramo	S	Qins	Qmax	Dn	L	Leq	□H	V	JUni	JTra	JAcu
Tramo [1-2]	Especial	7,40	0,92	50 Polietileno	5,76	0,00	0,00	0,65	13	0,07	0,07
Tramo [3-4]	Especial	7,40	0,92	DN50 Politerm	0,33	0,00	-2,00	0,90	28	-1,99	-1,71
Tramo [4-5]	Especial	7,40	0,92	DN50 Politerm	59,46	0,00	-2,00	0,90	28	-0,35	-2,06
Tramo [5-6]	Especial	7,40	0,92	DN50 Politerm	27,94	0,00	-2,00	0,90	28	-1,23	-3,29
Tramo [6-7]	Especial	7,40	0,92	DN50 Politerm	0,51	0,00	-2,00	0,90	28	-1,99	-5,27
Tramo [11-12]	Especial	8,05	1,01	DN50 Politerm	0,08	0,00	0,00	0,98	32	0,00	0,00
Tramo [13-14]	Especial	7,30	0,92	DN40 Politerm	5,48	0,00	2,00	1,39	80	2,44	2,45
Tramo [14-15]	Especial	0,20	0,20	DN20 Politerm	1,48	0,00	0,00	1,23	153	0,23	2,68
Tramo [16-17]	Especial	0,20	0,20	DN20 Polietileno reticulado	3,43	0,00	0,00	0,97	85	0,29	4,29
Tramo [14-18]	Especial	7,30	0,92	DN40 Politerm	2,99	0,00	0,00	1,39	80	0,24	2,69
Tramo [18-19]	Especial	0,40	0,28	DN25 Politerm	1,86	0,00	0,00	1,11	97	0,18	2,87
Tramo [20-21]	Especial	0,20	0,20	DN20 Polietileno reticulado	4,39	0,00	0,00	0,97	85	0,37	4,37
Tramo [20-22]	Especial	0,20	0,20	DN20 Polietileno reticulado	0,96	0,00	0,00	0,97	85	0,08	4,08
Tramo [22-23]	Especial	0,10	0,10	DN16 Polietileno reticulado	2,73	0,00	0,00	0,83	90	0,25	4,33
Tramo [22-24]	Especial	0,10	0,10	DN16 Polietileno reticulado	5,76	0,00	0,00	0,65	13	0,07	0,07
Tramo [18-25]	Especial	7,10	0,91	DN40 Politerm	0,33	0,00	-2,00	0,90	28	-1,99	-1,71
Tramo [25-26]	Especial	0,40	0,28	DN25 Politerm	2,82	0,00	0,00	0,83	90	0,25	4,33
Tramo [27-28]	Especial	0,20	0,20	DN20 Polietileno reticulado	4,27	0,00	0,00	1,38	78	0,33	3,02
Tramo [27-29]	Especial	0,20	0,20	DN20 Polietileno reticulado	1,85	0,00	0,00	1,11	97	0,18	3,20
Tramo [29-30]	Especial	0,10	0,10	DN16 Polietileno reticulado	4,39	0,00	0,00	0,97	85	0,37	4,37
Tramo [29-31]	Especial	0,10	0,10	DN16 Polietileno reticulado	0,98	0,00	0,00	0,97	85	0,08	4,08
Tramo [25-32]	Especial	6,90	0,90	DN40 Politerm	2,82	0,00	0,00	0,83	90	0,25	4,34
Tramo [32-33]	Especial	0,40	0,28	DN25 Politerm	2,73	0,00	0,00	0,83	90	0,25	4,33
Tramo [34-35]	Especial	0,40	0,28	DN20 Polietileno reticulado	10,01	0,00	0,00	1,36	76	0,76	3,79
Tramo [35-36]	Especial	0,30	0,30	DN20 Polietileno reticulado	0,59	0,00	0,00	1,11	97	0,06	3,85
Tramo [36-37]	Especial	0,20	0,20	DN20 Polietileno reticulado	0,20	0,00	0,00	1,37	155	0,03	4,52
Tramo [36-38]	Especial	0,10	0,10	DN16 Polietileno reticulado	1,77	0,00	0,00	1,46	172	0,30	4,83
Tramo [35-39]	Especial	0,10	0,10	DN16 Polietileno reticulado	3,47	0,00	0,00	0,97	85	0,29	5,12
Tramo [32-40]	Especial	6,70	0,89	DN40 Politerm	2,88	0,00	0,00	0,83	90	0,26	5,09
Tramo [40-41]	Especial	0,40	0,28	DN25 Politerm	3,42	0,00	0,00	0,83	90	0,31	4,83
Tramo [42-43]	Especial	0,40	0,28	DN20 Polietileno reticulado	3,81	0,00	0,00	1,34	75	0,29	4,07
Tramo [43-44]	Especial	0,10	0,10	DN16 Polietileno reticulado	0,59	0,00	0,00	1,11	97	0,06	4,13
Tramo [43-45]	Especial	0,30	0,30	DN20 Polietileno reticulado	0,20	0,00	0,00	1,37	155	0,03	4,81
Tramo [45-46]	Especial	0,10	0,10	DN16 Polietileno reticulado	3,42	0,00	0,00	0,83	90	0,31	5,12
Tramo [45-47]	Especial	0,20	0,20	DN20 Polietileno reticulado	1,77	0,00	0,00	1,46	172	0,30	5,11
Tramo [40-48]	Especial	6,50	0,88	DN40 Politerm	2,88	0,00	0,00	0,83	90	0,26	5,37
Tramo [48-49]	Especial	0,80	0,30	DN25 Politerm	3,47	0,00	0,00	0,97	85	0,29	5,41
Tramo [50-51]	Especial	0,80	0,30	DN20 Polietileno reticulado	6,00	0,00	0,00	1,33	73	0,44	4,51
Tramo [51-52]	Especial	0,80	0,30	DN20 Polietileno reticulado	0,54	0,00	0,00	1,19	109	0,06	4,57
Tramo [52-53]	Especial	0,40	0,23	DN20 Polietileno reticulado	0,84	0,00	0,00	1,47	174	0,15	5,45
Tramo [53-54]	Especial	0,20	0,20	DN20 Polietileno reticulado	0,84	0,00	0,00	1,47	174	0,15	5,59
Tramo [54-55]	Especial	0,10	0,10	DN16 Polietileno reticulado	1,85	0,00	0,00	1,12	109	0,20	5,79
Tramo [53-56]	Especial	0,20	0,20	DN20 Polietileno reticulado	2,82	0,00	0,00	0,83	90	0,25	4,33



Tramo	S	Qins	Qmax	Dn	L	Leq	□H	V	JUni	JTra	JAcu
Tramo [56-57]	Especial	0,10	0,10	DN16 Polietileno reticulado	2,22	0,00	0,00	0,97	85	0,19	5,98
Tramo [52-58]	Especial	0,40	0,23	DN20 Polietileno reticulado	0,70	0,00	0,00	0,83	90	0,06	6,04
Tramo [58-59]	Especial	0,20	0,20	DN20 Polietileno reticulado	2,51	0,00	0,00	0,97	85	0,21	6,00
Tramo [59-60]	Especial	0,10	0,10	DN20 Politerm	0,70	0,00	0,00	0,83	90	0,06	6,07
Tramo [59-61]	Especial	0,10	0,10	DN20 Politerm	0,69	0,00	0,00	1,12	109	0,07	5,67
Tramo [58-62]	Especial	0,20	0,20	DN20 Polietileno reticulado	1,04	0,00	0,00	0,97	85	0,09	5,75
Tramo [62-63]	Especial	0,10	0,10	DN16 Polietileno reticulado	2,29	0,00	0,00	0,61	45	0,10	5,86
Tramo [62-64]	Especial	0,10	0,10	DN16 Polietileno reticulado	2,41	0,00	0,00	0,61	45	0,11	5,86
Tramo [48-65]	Especial	5,70	0,83	DN40 Politerm	2,20	0,00	0,00	0,97	85	0,19	5,85
Tramo [65-66]	Especial	0,70	0,26	DN25 Politerm	3,42	0,00	0,00	0,83	90	0,31	6,16
Tramo [67-68]	Especial	0,70	0,26	DN20 Polietileno reticulado	3,58	0,00	0,00	0,83	90	0,32	6,17
Tramo [68-69]	Especial	0,10	0,10	DN16 Polietileno reticulado	3,17	0,00	0,00	1,26	66	0,21	4,72
Tramo [69-70]	Especial	0,05	0,05	DN16 Polietileno reticulado	0,54	0,00	0,00	1,04	86	0,05	4,77
Tramo [69-71]	Especial	0,05	0,05	DN16 Polietileno reticulado	0,84	0,00	0,00	1,28	138	0,12	5,46
Tramo [68-72]	Especial	0,60	0,27	DN20 Polietileno reticulado	1,64	0,00	0,00	0,83	90	0,15	5,61
Tramo [72-73]	Especial	0,20	0,20	DN20 Polietileno reticulado	2,40	0,00	0,00	0,41	27	0,07	5,67
Tramo [73-74]	Especial	0,10	0,10	DN16 Polietileno reticulado	2,41	0,00	0,00	0,41	27	0,07	5,67
Tramo [73-75]	Especial	0,10	0,10	DN16 Polietileno reticulado	1,15	0,00	0,00	1,30	141	0,16	5,62
Tramo [72-76]	Especial	0,40	0,23	DN20 Polietileno reticulado	1,04	0,00	0,00	0,97	85	0,09	5,71
Tramo [76-77]	Especial	0,20	0,20	DN20 Polietileno reticulado	2,44	0,00	0,00	0,83	90	0,22	5,93
Tramo [77-78]	Especial	0,10	0,10	DN16 Polietileno reticulado	2,26	0,00	0,00	0,83	90	0,20	5,91
Tramo [77-79]	Especial	0,10	0,10	DN16 Polietileno reticulado	0,22	0,00	0,00	1,12	109	0,02	5,65
Tramo [76-80]	Especial	0,20	0,20	DN20 Polietileno reticulado	1,85	0,00	0,00	0,97	85	0,16	5,80
Tramo [80-81]	Especial	0,10	0,10	DN16 Polietileno reticulado	2,57	0,00	0,00	0,83	90	0,23	6,03
Tramo [80-82]	Especial	0,10	0,10	DN16 Polietileno reticulado	2,13	0,00	0,00	0,83	90	0,19	5,99
Tramo [65-83]	Especial	5,00	0,80	DN40 Politerm	1,55	0,00	0,00	0,97	85	0,13	5,78
Tramo [83-84]	Especial	5,00	0,80	DN40 Politerm	3,20	0,00	0,00	0,83	90	0,29	6,06
Tramo [84-85]	Especial	5,00	0,80	DN40 Politerm	3,81	0,00	0,00	0,83	90	0,34	6,12
Tramo [85-86]	Especial	1,70	0,45	DN32 Politerm	9,37	0,00	0,00	1,21	62	0,58	5,31
Tramo [86-87]	Especial	1,00	0,35	DN25 Politerm	4,00	0,00	4,00	1,21	62	4,25	9,55
Tramo [87-88]	Especial	0,40	0,23	DN20 Politerm	2,00	0,00	2,00	1,21	62	2,12	11,68
Tramo [89-90]	Especial	0,40	0,23	DN20 Polietileno reticulado	3,83	0,00	0,00	1,07	66	0,25	11,93
Tramo [90-91]	Especial	0,20	0,20	DN20 Polietileno reticulado	3,74	0,00	0,00	1,39	144	0,54	12,47
Tramo [91-92]	Especial	0,10	0,10	DN16 Polietileno reticulado	0,68	0,00	0,00	1,42	197	0,13	12,60
Tramo [91-93]	Especial	0,10	0,10	DN16 Polietileno reticulado	0,20	0,00	0,00	1,12	109	0,02	13,68
Tramo [90-94]	Especial	0,20	0,20	DN20 Polietileno reticulado	2,38	0,00	0,00	0,97	85	0,20	13,88
Tramo [94-95]	Especial	0,10	0,10	DN16 Polietileno reticulado	2,29	0,00	0,00	0,83	90	0,21	14,09
Tramo [94-96]	Especial	0,10	0,10	DN16 Polietileno reticulado	2,43	0,00	0,00	0,83	90	0,22	14,10
Tramo [87-97]	Especial	0,60	0,30	DN25 Politerm	1,16	0,00	0,00	0,97	85	0,10	13,78
Tramo [97-98]	Especial	0,40	0,23	DN20 Politerm	2,36	0,00	0,00	0,83	90	0,21	13,99
Tramo [99-100]	Especial	0,40	0,23	DN20 Polietileno reticulado	2,43	0,00	0,00	0,83	90	0,22	14,00
Tramo [100-101]	Especial	0,20	0,20	DN20 Polietileno reticulado	0,90	0,00	0,00	1,18	107	0,10	12,57
Tramo [101-102]	Especial	0,10	0,10	DN16 Polietileno reticulado	0,93	0,00	0,00	1,42	197	0,18	12,75

Tramo	S	Qins	Qmax	Dn	L	Leq	□H	V	JUni	JTra	JAcu
Tramo [101-103]	Especial	0,10	0,10	DN16 Polietileno reticulado	0,93	0,00	0,00	1,42	197	0,18	12,75
Tramo [100-104]	Especial	0,20	0,20	DN20 Polietileno reticulado	0,17	0,00	0,00	1,12	109	0,02	13,82
Tramo [104-105]	Especial	0,10	0,10	DN16 Polietileno reticulado	2,14	0,00	0,00	0,97	85	0,18	14,00
Tramo [104-106]	Especial	0,10	0,10	DN16 Polietileno reticulado	2,31	0,00	0,00	0,83	90	0,21	14,21
Tramo [97-107]	Especial	0,20	0,20	DN20 Politerm	2,41	0,00	0,00	0,83	90	0,22	14,22
Tramo [108-109]	Especial	0,20	0,20	DN20 Polietileno reticulado	0,94	0,00	0,00	0,97	85	0,08	13,90
Tramo [86-110]	Especial	0,70	0,31	DN25 Politerm	2,35	0,00	0,00	0,83	90	0,21	14,11
Tramo [110-111]	Especial	0,20	0,20	DN20 Politerm	2,44	0,00	0,00	0,83	90	0,22	14,12
Tramo [112-113]	Especial	0,10	0,10	DN16 Polietileno reticulado	0,93	0,00	0,00	1,23	153	0,14	12,71
Tramo [112-114]	Especial	0,10	0,10	DN16 Polietileno reticulado	2,92	0,00	0,00	0,97	85	0,25	13,77
Tramo [110-115]	Especial	0,50	0,29	DN25 Politerm	6,16	0,00	0,00	1,23	116	0,71	12,64
Tramo [115-116]	Especial	0,20	0,20	DN20 Politerm	0,76	0,00	0,00	1,23	153	0,12	12,76
Tramo [117-118]	Especial	0,10	0,10	DN16 Polietileno reticulado	3,06	0,00	0,00	0,83	90	0,28	13,85
Tramo [117-119]	Especial	0,10	0,10	DN16 Polietileno reticulado	4,39	0,00	0,00	0,83	90	0,40	13,97
Tramo [115-120]	Especial	0,30	0,30	DN25 Politerm	0,70	0,00	0,00	1,13	100	0,07	12,71
Tramo [121-122]	Especial	0,30	0,30	DN20 Polietileno reticulado	0,83	0,00	0,00	1,23	153	0,13	12,84
Tramo [122-123]	Especial	0,10	0,10	DN20 Politerm	3,06	0,00	0,00	0,83	90	0,27	13,94
Tramo [122-124]	Especial	0,20	0,20	DN20 Politerm	4,20	0,00	0,00	0,83	90	0,38	14,04
Tramo [85-125]	Especial	3,70	0,73	DN40 Politerm	6,06	0,00	0,00	1,18	107	0,65	13,36
Tramo [125-126]	Especial	3,70	0,73	DN40 Politerm	1,54	0,00	0,00	1,46	172	0,26	14,35
Tramo [126-127]	Especial	3,70	0,73	DN40 Politerm	3,44	0,00	0,00	0,61	45	0,16	14,50
Tramo [127-128]	Especial	2,65	0,68	DN40 Politerm	5,27	0,00	0,00	1,23	153	0,80	15,15
Tramo [128-129]	Especial	2,65	0,68	DN40 Politerm	0,50	0,00	0,50	1,10	52	0,53	12,20
Tramo [129-130]	Especial	2,65	0,68	DN40 Politerm	3,50	0,00	3,50	1,10	52	3,68	15,89
Tramo [130-131]	Especial	2,20	0,70	DN40 Politerm	0,15	0,00	0,00	1,10	52	0,01	15,90
Tramo [131-132]	Especial	2,20	0,70	DN40 Politerm	0,18	0,00	0,00	1,04	47	0,01	15,90
Tramo [132-133]	Especial	2,20	0,70	DN40 Politerm	3,50	0,00	3,50	1,04	47	3,66	19,57
Tramo [133-134]	Especial	2,20	0,70	DN40 Politerm	0,15	0,00	0,00	1,04	47	0,01	19,58
Tramo [134-135]	Especial	1,80	0,64	DN40 Politerm	0,18	0,00	0,00	1,05	48	0,01	19,58
Tramo [136-137]	Especial	1,80	0,64	DN40 Politerm	3,50	0,00	3,50	1,05	48	3,67	23,25
Tramo [137-138]	Especial	1,80	0,64	DN40 Politerm	0,18	0,00	0,00	1,05	48	0,01	23,26
Tramo [138-139]	Especial	1,80	0,64	DN40 Politerm	0,58	0,00	0,00	1,05	48	0,03	23,29
Tramo [139-140]	Especial	1,60	0,60	DN32 Politerm	1,13	0,00	0,00	0,96	41	0,05	23,34
Tramo [140-141]	Especial	1,60	0,60	DN32 Politerm	4,54	0,00	0,00	0,96	36	0,16	23,71
Tramo [141-142]	Especial	1,60	0,60	DN32 Politerm	3,50	0,00	-3,50	0,96	36	-3,37	20,34
Tramo [142-143]	Especial	0,20	0,20	DN20 Politerm	0,13	0,00	0,00	0,96	36	0,00	20,34
Tramo [144-145]	Especial	0,20	0,20	DN20 Polietileno reticulado	0,13	0,00	0,00	1,43	97	0,01	20,35
Tramo [142-146]	Especial	1,40	0,57	DN32 Politerm	3,50	0,00	-3,50	1,43	97	-3,16	17,19
Tramo [146-147]	Especial	1,40	0,57	DN32 Politerm	0,13	0,00	0,00	1,43	97	0,01	17,21
Tramo [147-148]	Especial	1,40	0,57	DN32 Politerm	6,08	0,00	0,00	1,23	133	0,81	18,01

Tramo	S	Qins	Qmax	Dn	L	Leq	□H	V	JUni	JTra	JAcu
Tramo [171-172]	Especial	0,20	0,20	DN20 Politerm	0,13	0,00	0,00	1,35	87	0,01	17,22
Tramo [173-174]	Especial	0,20	0,20	DN20 Polietileno reticulado	3,50	0,00	-3,50	1,35	87	-3,19	14,02
Tramo [171-175]	Especial	0,20	0,20	DN20 Politerm	0,50	0,00	0,50	1,35	87	0,54	14,57
Tramo [176-177]	Especial	0,20	0,20	DN20 Polietileno reticulado	2,00	0,00	2,00	1,18	69	2,14	16,70
Tramo [139-178]	Especial	0,20	0,20	DN20 Politerm	4,00	0,00	-4,00	1,18	69	-3,73	12,98
Tramo [179-180]	Especial	0,20	0,20	DN20 Polietileno reticulado	0,13	0,00	0,00	1,18	69	0,01	12,99
Tramo [134-181]	Especial	0,40	0,40	DN32 Politerm	11,81	0,00	0,00	1,18	69	0,81	13,80
Tramo [181-182]	Especial	0,20	0,20	DN20 Politerm	0,78	0,00	0,00	1,23	133	0,10	13,90
Tramo [130-183]	Especial	0,65	0,29	DN25 Politerm	5,24	0,00	0,00	0,97	72	0,38	14,99
Tramo [183-184]	Especial	0,65	0,29	DN25 Politerm	2,23	0,00	0,00	1,09	59	0,13	13,93
Tramo [184-185]	Especial	0,20	0,20	DN20 Politerm	0,78	0,00	0,00	1,23	133	0,10	14,04
Tramo [186-187]	Especial	0,20	0,20	DN20 Polietileno reticulado	5,24	0,00	0,00	0,97	72	0,38	15,12
Tramo [187-188]	Especial	0,20	0,20	DN20 Polietileno reticulado	7,97	0,00	0,00	1,00	51	0,41	14,34
Tramo [188-189]	Especial	0,10	0,10	DN16 Polietileno reticulado	2,32	0,00	0,00	1,23	133	0,31	14,65
Tramo [188-190]	Especial	0,10	0,10	DN16 Polietileno reticulado	4,42	0,00	0,00	0,97	72	0,32	15,68
Tramo [184-191]	Especial	0,45	0,26	DN25 Politerm	1,92	0,00	0,00	0,95	46	0,09	14,43
Tramo [191-192]	Especial	0,25	0,18	DN20 Politerm	2,05	0,00	0,00	1,23	133	0,27	14,70
Tramo [193-194]	Especial	0,25	0,18	DN16 Polietileno reticulado	4,69	0,00	0,00	0,97	72	0,34	15,75
Tramo [194-195]	Especial	0,25	0,18	DN16 Polietileno reticulado	3,00	0,00	0,00	1,23	133	0,40	14,82
Tramo [195-196]	Especial	0,10	0,10	DN16 Polietileno reticulado	3,52	0,00	0,00	0,97	72	0,25	15,79
Tramo [195-197]	Especial	0,15	0,15	DN16 Polietileno reticulado	2,64	0,00	0,00	0,95	46	0,12	14,69
Tramo [197-198]	Especial	0,05	0,05	DN16 Polietileno reticulado	14,50	0,00	0,00	1,23	133	1,92	16,61
Tramo [197-199]	Especial	0,10	0,10	DN16 Polietileno reticulado	6,94	0,00	-2,00	0,97	72	-1,50	15,82
Tramo [191-200]	Especial	0,20	0,20	DN20 Politerm	4,06	0,00	0,00	1,23	133	0,54	15,23
Tramo [201-202]	Especial	0,20	0,20	DN20 Polietileno reticulado	3,36	0,00	0,00	0,97	72	0,24	16,18
Tramo [127-203]	Especial	1,25	0,38	DN25 Politerm	6,08	0,00	0,00	1,23	133	0,81	21,15
Tramo [203-204]	Especial	0,65	0,29	DN25 Politerm	3,87	0,00	-2,00	0,97	72	-1,72	20,14
Tramo [204-205]	Especial	0,20	0,20	DN20 Politerm	1,10	0,00	0,00	0,95	53	0,06	23,35
Tramo [206-207]	Especial	0,20	0,20	DN20 Polietileno reticulado	6,89	0,00	0,00	1,23	153	1,05	24,40
Tramo [207-208]	Especial	0,20	0,20	DN20 Polietileno reticulado	2,57	0,00	0,00	1,14	101	0,26	19,84
Tramo [208-209]	Especial	0,10	0,10	DN16 Polietileno reticulado	1,25	0,00	0,00	1,14	101	0,13	19,96
Tramo [208-210]	Especial	0,10	0,10	DN16 Polietileno reticulado	0,41	0,00	0,00	1,23	153	0,06	20,02
Tramo [204-211]	Especial	0,45	0,26	DN25 Politerm	0,24	0,00	0,00	0,97	85	0,02	20,86
Tramo [211-212]	Especial	0,25	0,18	DN20 Politerm	0,39	0,00	0,00	0,97	85	0,03	20,90
Tramo [213-214]	Especial	0,25	0,18	DN16 Polietileno reticulado	3,75	0,00	-2,00	0,83	90	-1,66	19,23
Tramo [214-215]	Especial	0,25	0,18	DN16 Polietileno reticulado	3,18	0,00	-2,00	0,83	90	-1,71	19,18
Tramo [215-216]	Especial	0,10	0,10	DN16 Polietileno reticulado	0,98	0,00	0,00	1,02	83	0,08	20,04
Tramo [215-217]	Especial	0,15	0,15	DN16 Polietileno reticulado	0,41	0,00	0,00	1,09	123	0,05	20,09
Tramo [217-218]	Especial	0,05	0,05	DN16 Polietileno reticulado	0,24	0,00	0,00	1,46	242	0,06	20,81
Tramo [217-219]	Especial	0,10	0,10	DN16 Polietileno reticulado	0,50	0,00	0,00	1,46	242	0,12	20,93

Tramo	S	Qins	Qmax	Dn	L	Leq	ΔH	V	JUn	JTra	JAcu
Tramo [211-220]	Especial	0,20	0,20	DN20 Politerm	2,99	0,00	0,00	1,42	197	0,59	17,21
Tramo [221-222]	Especial	0,20	0,20	DN20 Polietileno reticulado	0,69	0,00	0,00	1,23	153	0,11	17,32
Tramo [203-223]	Especial	0,60	0,27	DN25 Politerm	3,64	0,00	-2,00	0,97	85	-1,69	16,44
Tramo [223-224]	Especial	0,40	0,23	DN20 Politerm	0,41	0,00	0,00	0,83	90	0,04	16,48
Tramo [224-225]	Especial	0,20	0,20	DN20 Politerm	0,40	0,00	0,00	0,61	45	0,02	16,46
Tramo [226-227]	Especial	0,20	0,20	DN20 Polietileno reticulado	2,43	0,00	0,00	1,23	153	0,37	17,58
Tramo [227-228]	Especial	0,10	0,10	DN16 Polietileno reticulado	0,69	0,00	0,00	1,23	153	0,11	17,69
Tramo [227-229]	Especial	0,10	0,10	DN20 Politerm	3,64	0,00	-2,00	0,97	85	-1,69	16,81
Tramo [224-230]	Especial	0,20	0,20	DN20 Politerm	0,41	0,00	0,00	0,83	90	0,04	16,85
Tramo [230-231]	Especial	0,20	0,20	DN20 Politerm	0,40	0,00	0,00	0,61	45	0,02	16,83
Tramo [232-233]	Especial	0,20	0,20	DN20 Polietileno reticulado	17,97	0,00	0,00	1,23	153	2,74	19,37
Tramo [233-234]	Especial	0,10	0,10	DN16 Polietileno reticulado	1,99	0,00	0,00	1,23	153	0,30	19,67
Tramo [233-235]	Especial	0,10	0,10	DN20 Politerm	5,33	0,00	-2,00	0,97	85	-1,55	18,94
Tramo [223-236]	Especial	0,20	0,20	DN20 Politerm	0,41	0,00	0,00	0,83	90	0,04	18,98
Tramo [236-237]	Especial	0,20	0,20	DN20 Politerm	0,40	0,00	0,00	0,61	45	0,02	18,96
Tramo [238-239]	Especial	0,20	0,20	DN20 Polietileno reticulado	0,08	0,00	0,00	1,14	55	0,00	0,01
Tramo [239-240]	Especial	0,10	0,10	DN16 Polietileno reticulado	0,42	0,00	0,00	1,14	55	0,02	4,02
Tramo [239-241]	Especial	0,10	0,10	DN20 Politerm	2,99	0,00	0,00	1,42	197	0,59	17,21
Tramo [12-242]	Especial	0,75	0,75	DN40 Politerm	0,69	0,00	0,00	1,23	153	0,11	17,32
Tramo [243-244]	Especial	0,75	0,75	DN40 Politerm	3,64	0,00	-2,00	0,97	85	-1,69	16,44

## 1.5. ANEJO DE PÉRDIDAS DE CARGA Y DE PRESIÓN

Donde:

- Dn = Diámetro nominal.
- L = Longitud (m).
- Leq = Longitud equivalente (m).
- ΔH = Diferencia de cotas (m)
- JUn = Pérdida de carga unitaria (mm.c.a./m).
- JEI = Pérdida de carga en el elemento (m.c.a.).
- JAcu = Pérdida de carga acumulada (m.c.a.)
- Pmin = Presión mínima disponible (m.c.a.)
- Pmax = Presión máxima disponible (m.c.a.)

Elemento	Dn	L	Leq	ΔH	JUn	JEI	JAcu	Pmin	Pmax
Acometida [1]							0,000	31,500	38,500
Tramo [1-2]	50 PVC	5,76	0,00	0,00	13	0,073	0,073	31,427	38,427
Contador general [2-3]								31,217	38,217
Tramo [3-4]	DN50 Politermm	0,33	0,00	-2,00	28	-1,991	-1,708	33,208	40,208
Tramo [4-5]	DN50 Politermm	59,46	0,00	-2,00	28	-0,353	-2,061	33,561	40,561
Tramo [5-6]	DN50 Politermm	27,94	0,00	-2,00	28	-1,226	-3,287	34,787	41,787
Tramo [6-7]	DN50 Politermm	0,51	0,00	-2,00	28	-1,986	-5,273	36,773	43,773
Válvula [8-7]	1 1/2"		0,21		28	0,006	-5,267	36,767	43,767
Depósito [8-9]								0,000	0,000
Válvula [10-9]	1 1/2"		0,21		28	0,006	0,006	-0,006	-0,006
Grupo de presión [10-11]								34,000	55,000
Tramo [11-12]	DN50 Politermm	0,08	0,00	0,00	32	0,002	0,002	33,998	54,998
Válvula [12-13]	1 1/4"		0,18		80	0,014	0,017	33,983	54,983
Tramo [13-14]	DN40 Politermm	5,48	0,00	2,00	80	2,436	2,453	31,547	52,547
Tramo [14-15]	DN20 Politermm	1,48	0,00	0,00	153	0,226	2,679	31,321	52,321
Válvula [16-15]	1/2"		5,36		153	0,818	3,497	30,503	51,503
Válvula reductora [16-17]	1/2"					0,503	4,000	30,000	30,000
Tramo [17-18]	DN20 Polibutileno Serie 5	3,43	0,00	0,00	85	0,290	4,290	29,710	29,710
Hidromezclador [18]							4,290	29,710	29,710
Tramo [14-19]	DN40 Politermm	2,99	0,00	0,00	80	0,238	2,691	31,309	52,309
Tramo [19-20]	DN25 Politermm	1,86	0,00	0,00	97	0,180	2,871	31,129	52,129
Válvula [20-21]	3/4"		6,70		97	0,647	3,518	30,482	51,482
Válvula reductora [21-22]	3/4"					0,482	4,000	30,000	30,000
Tramo [22-23]	DN20 Polibutileno Serie 5	4,39	0,00	0,00	85	0,371	4,371	29,629	29,629
Hidromezclador [23]							4,371	29,629	29,629
Tramo [22-24]	DN20 Polibutileno Serie 5	0,96	0,00	0,00	85	0,081	4,081	29,919	29,919
Tramo [24-25]	DN16 Polibutileno Serie 5	2,73	0,00	0,00	90	0,246	4,327	29,673	29,673
Grifo [25]							4,327	29,673	29,673
Tramo [24-26]	DN16 Polibutileno Serie 5	2,82	0,00	0,00	90	0,253	4,335	29,665	29,665
Grifo [26]							4,335	29,665	29,665
Tramo [19-27]	DN40 Politermm	4,27	0,00	0,00	78	0,333	3,024	30,976	51,976
Tramo [27-28]	DN25 Politermm	1,85	0,00	0,00	97	0,178	3,203	30,797	51,797
Válvula [28-29]	3/4"		6,70		97	0,647	3,850	30,150	51,150
Válvula reductora [29-30]	3/4"					0,150	4,000	30,000	30,000
Tramo [30-31]	DN20 Polibutileno Serie 5	4,39	0,00	0,00	85	0,371	4,371	29,629	29,629
Hidromezclador [31]							4,371	29,629	29,629
Tramo [30-32]	DN20 Polibutileno Serie 5	0,98	0,00	0,00	85	0,082	4,082	29,918	29,918
Tramo [32-33]	DN16 Polibutileno Serie 5	2,82	0,00	0,00	90	0,253	4,336	29,664	29,664
Grifo [33]							4,336	29,664	29,664
Tramo [32-34]	DN16 Polibutileno Serie 5	2,73	0,00	0,00	90	0,246	4,328	29,672	29,672
Grifo [34]							4,328	29,672	29,672
Tramo [27-35]	DN40 Politermm	10,01	0,00	0,00	76	0,764	3,789	30,211	51,211

Elemento	Dn	L	Leq	ΔH	JUn	JEI	JAcu	Pmin	Pmax
Tramo [35-36]	DN25 Politerm	0,59	0,00	0,00	97	0,057	3,845	30,155	51,155
Válvula [36-37]	3/4"		6,70		97	0,647	4,493	29,507	50,507
Tramo [37-38]	DN20 Polibutileno Serie 5	0,20	0,00	0,00	155	0,032	4,524	29,476	50,476
Tramo [38-39]	DN20 Polibutileno Serie 5	1,77	0,00	0,00	172	0,304	4,828	29,172	50,172
Tramo [39-40]	DN20 Polibutileno Serie 5	3,47	0,00	0,00	85	0,293	5,122	28,878	49,878
Hidromezclador [40]							5,122	28,878	49,878
Tramo [39-41]	DN16 Polibutileno Serie 5	2,88	0,00	0,00	90	0,259	5,087	28,913	49,913
Grifo [41]							5,087	28,913	49,913
Tramo [38-42]	DN16 Polibutileno Serie 5	3,42	0,00	0,00	90	0,308	4,832	29,168	49,968
Grifo [42]							4,832	29,168	49,968
Tramo [35-43]	DN40 Politerm	3,81	0,00	0,00	75	0,285	4,074	29,926	50,926
Tramo [43-44]	DN25 Politerm	0,59	0,00	0,00	97	0,057	4,130	29,870	50,870
Válvula [44-45]	3/4"		6,70		97	0,647	4,778	29,222	50,222
Tramo [45-46]	DN20 Polibutileno Serie 5	0,20	0,00	0,00	155	0,032	4,809	29,191	50,191
Tramo [46-47]	DN16 Polibutileno Serie 5	3,42	0,00	0,00	90	0,308	5,117	28,883	49,883
Grifo [47]							5,117	28,883	49,883
Tramo [46-48]	DN20 Polibutileno Serie 5	1,77	0,00	0,00	172	0,304	5,113	28,887	49,887
Tramo [48-49]	DN16 Polibutileno Serie 5	2,88	0,00	0,00	90	0,259	5,372	28,628	49,628
Grifo [49]							5,372	28,628	49,628
Tramo [48-50]	DN20 Polibutileno Serie 5	3,47	0,00	0,00	85	0,293	5,407	28,593	49,593
Hidromezclador [50]							5,407	28,593	49,593
Tramo [43-51]	DN40 Politerm	6,00	0,00	0,00	73	0,439	4,512	29,488	50,488
Tramo [51-52]	DN25 Politerm	0,54	0,00	0,00	109	0,058	4,571	29,429	50,429
Válvula [52-53]	3/4"		6,70		109	0,729	5,299	28,701	49,701
Tramo [53-54]	DN20 Polibutileno Serie 5	0,84	0,00	0,00	174	0,146	5,445	28,555	49,555
Tramo [54-55]	DN20 Polibutileno Serie 5	0,84	0,00	0,00	174	0,146	5,591	28,409	49,409
Tramo [55-56]	DN20 Polibutileno Serie 5	1,85	0,00	0,00	109	0,201	5,792	28,208	49,208
Tramo [56-57]	DN20 Polibutileno Serie 5	2,22	0,00	0,00	85	0,188	5,980	28,020	49,020
Grifo [57]							5,980	28,020	49,020
Tramo [57-58]	DN16 Polibutileno Serie 5	0,70	0,00	0,00	90	0,063	6,042	27,958	48,958
Grifo [58]							6,042	27,958	48,958
Tramo [56-59]	DN20 Polibutileno Serie 5	2,51	0,00	0,00	85	0,212	6,004	27,996	48,996
Grifo [59]							6,004	27,996	48,996
Tramo [59-60]	DN16 Polibutileno Serie 5	0,70	0,00	0,00	90	0,063	6,067	27,933	48,933
Grifo [60]							6,067	27,933	48,933
Tramo [55-61]	DN20 Polibutileno Serie 5	0,69	0,00	0,00	109	0,075	5,666	28,334	49,334
Tramo [61-62]	DN20 Polibutileno Serie 5	1,04	0,00	0,00	85	0,088	5,753	28,247	49,247
Tramo [62-63]	DN20 Politerm	2,29	0,00	0,00	45	0,103	5,857	28,143	49,143
Grifo [63]							5,857	28,143	49,143
Tramo [62-64]	DN20 Politerm	2,41	0,00	0,00	45	0,109	5,863	28,137	49,137
Grifo [64]							5,863	28,137	49,137
Tramo [61-65]	DN20 Polibutileno Serie 5	2,20	0,00	0,00	85	0,186	5,851	28,149	49,149

Elemento	Dn	L	Leq	ΔH	JUn	JEI	JAcu	Pmin	Pmax
Tramo [65-66]	DN16 Polibutileno Serie 5	3,42	0,00	0,00	90	0,308	6,159	27,841	48,841
Grifo [66]							6,159	27,841	48,841
Tramo [65-67]	DN16 Polibutileno Serie 5	3,58	0,00	0,00	90	0,322	6,173	27,827	48,827
Grifo [67]							6,173	27,827	48,827
Tramo [51-68]	DN40 Politerm	3,17	0,00	0,00	66	0,211	4,723	29,277	50,277
Tramo [68-69]	DN25 Politerm	0,54	0,00	0,00	86	0,046	4,769	29,231	50,231
Válvula [69-70]	3/4"		6,70		86	0,575	5,344	28,656	49,656
Tramo [70-71]	DN20 Polibutileno Serie 5	0,84	0,00	0,00	138	0,115	5,460	28,540	49,540
Tramo [71-72]	DN16 Polibutileno Serie 5	1,64	0,00	0,00	90	0,148	5,607	28,393	49,393
Tramo [72-73]	DN16 Polibutileno Serie 5	2,40	0,00	0,00	27	0,066	5,673	28,327	49,327
Grifo [73]							5,673	28,327	49,327
Tramo [72-74]	DN16 Polibutileno Serie 5	2,41	0,00	0,00	27	0,066	5,673	28,327	49,327
Grifo [74]							5,673	28,327	49,327
Tramo [71-75]	DN20 Polibutileno Serie 5	1,15	0,00	0,00	141	0,162	5,622	28,378	49,378
Tramo [75-76]	DN20 Polibutileno Serie 5	1,04	0,00	0,00	85	0,088	5,709	28,291	49,291
Tramo [76-77]	DN16 Polibutileno Serie 5	2,44	0,00	0,00	90	0,219	5,929	28,071	49,071
Grifo [77]							5,929	28,071	49,071
Tramo [76-78]	DN16 Polibutileno Serie 5	2,26	0,00	0,00	90	0,203	5,913	28,087	49,087
Grifo [78]							5,913	28,087	49,087
Tramo [75-79]	DN20 Polibutileno Serie 5	0,22	0,00	0,00	109	0,024	5,646	28,354	49,354
Tramo [79-80]	DN20 Polibutileno Serie 5	1,85	0,00	0,00	85	0,156	5,802	28,198	49,198
Tramo [80-81]	DN16 Polibutileno Serie 5	2,57	0,00	0,00	90	0,231	6,033	27,967	48,967
Grifo [81]							6,033	27,967	48,967
Tramo [80-82]	DN16 Polibutileno Serie 5	2,13	0,00	0,00	90	0,192	5,994	28,006	49,006
Grifo [82]							5,994	28,006	49,006
Tramo [79-83]	DN20 Polibutileno Serie 5	1,55	0,00	0,00	85	0,131	5,777	28,223	49,223
Tramo [83-84]	DN16 Polibutileno Serie 5	3,20	0,00	0,00	90	0,288	6,065	27,935	48,935
Grifo [84]							6,065	27,935	48,935
Tramo [83-85]	DN16 Polibutileno Serie 5	3,81	0,00	0,00	90	0,343	6,120	27,880	48,880
Grifo [85]							6,120	27,880	48,880
Tramo [68-86]	DN40 Politerm	9,37	0,00	0,00	62	0,582	5,305	28,695	49,695
Tramo [86-87]	DN40 Politerm	4,00	0,00	4,00	62	4,249	9,554	24,446	45,446
Tramo [87-88]	DN40 Politerm	2,00	0,00	2,00	62	2,124	11,678	22,322	43,322
Tramo [88-89]	DN32 Politerm	3,83	0,00	0,00	66	0,254	11,932	22,068	43,068
Tramo [89-90]	DN25 Politerm	3,74	0,00	0,00	144	0,538	12,470	21,530	42,530
Tramo [90-91]	DN20 Politerm	0,68	0,00	0,00	197	0,134	12,603	21,397	42,397
Válvula [91-92]	1/2"		5,36		197	1,056	13,659	20,341	41,341
Tramo [92-93]	DN20 Polibutileno Serie 5	0,20	0,00	0,00	109	0,021	13,681	20,319	41,319
Tramo [93-94]	DN20 Polibutileno Serie 5	2,38	0,00	0,00	85	0,202	13,882	20,118	41,118
Tramo [94-95]	DN16 Polibutileno Serie 5	2,29	0,00	0,00	90	0,206	14,088	19,912	40,912
Grifo [95]							14,088	19,912	40,912

Elemento	Dn	L	Leq	ΔH	JUn	JEI	JAcu	Pmin	Pmax
Tramo [94-96]	DN16 Polibutileno Serie 5	2,43	0,00	0,00	90	0,218	14,101	19,899	40,899
Grifo [96]							14,101	19,899	40,899
Tramo [93-97]	DN20 Polibutileno Serie 5	1,16	0,00	0,00	85	0,098	13,779	20,221	41,221
Tramo [97-98]	DN16 Polibutileno Serie 5	2,36	0,00	0,00	90	0,212	13,991	20,009	41,009
Grifo [98]							13,991	20,009	41,009
Tramo [97-99]	DN16 Polibutileno Serie 5	2,43	0,00	0,00	90	0,218	13,997	20,003	41,003
Grifo [99]							13,997	20,003	41,003
Tramo [90-100]	DN25 Politermm	0,90	0,00	0,00	107	0,097	12,566	21,434	42,434
Tramo [100-101]	DN20 Politermm	0,93	0,00	0,00	197	0,183	12,749	21,251	42,251
Válvula [101-102]	1/2"		5,36		197	1,056	13,805	20,195	41,195
Tramo [102-103]	DN20 Polibutileno Serie 5	0,17	0,00	0,00	109	0,018	13,823	20,177	41,177
Tramo [103-104]	DN20 Polibutileno Serie 5	2,14	0,00	0,00	85	0,181	14,004	19,996	40,996
Tramo [104-105]	DN16 Polibutileno Serie 5	2,31	0,00	0,00	90	0,207	14,211	19,789	40,789
Grifo [105]							14,211	19,789	40,789
Tramo [104-106]	DN16 Polibutileno Serie 5	2,41	0,00	0,00	90	0,217	14,220	19,780	40,780
Grifo [106]							14,220	19,780	40,780
Tramo [103-107]	DN20 Polibutileno Serie 5	0,94	0,00	0,00	85	0,080	13,903	20,097	41,097
Tramo [107-108]	DN16 Polibutileno Serie 5	2,35	0,00	0,00	90	0,212	14,114	19,886	40,886
Grifo [108]							14,114	19,886	40,886
Tramo [107-109]	DN16 Polibutileno Serie 5	2,44	0,00	0,00	90	0,219	14,122	19,878	40,878
Grifo [109]							14,122	19,878	40,878
Tramo [100-110]	DN20 Politermm	0,93	0,00	0,00	153	0,142	12,708	21,292	42,292
Válvula [111-110]	1/2"		5,36		153	0,818	13,526	20,474	41,474
Tramo [111-112]	DN20 Polibutileno Serie 5	2,92	0,00	0,00	85	0,247	13,773	20,227	41,227
Hidromezclador [112]							13,773	20,227	41,227
Tramo [89-113]	DN25 Politermm	6,16	0,00	0,00	116	0,712	12,644	21,356	42,356
Tramo [113-114]	DN20 Politermm	0,76	0,00	0,00	153	0,116	12,761	21,239	42,239
Válvula [115-114]	1/2"		5,36		153	0,818	13,579	20,421	41,421
Tramo [115-116]	DN16 Polibutileno Serie 5	3,06	0,00	0,00	90	0,275	13,854	20,146	41,146
Grifo [116]							13,854	20,146	41,146
Tramo [115-117]	DN16 Polibutileno Serie 5	4,39	0,00	0,00	90	0,395	13,974	20,026	41,026
Grifo [117]							13,974	20,026	41,026
Tramo [113-118]	DN25 Politermm	0,70	0,00	0,00	100	0,070	12,715	21,285	42,285
Tramo [118-119]	DN20 Politermm	0,83	0,00	0,00	153	0,127	12,842	21,158	42,158
Válvula [119-120]	1/2"		5,36		153	0,818	13,660	20,340	41,340
Tramo [120-121]	DN16 Polibutileno Serie 5	3,06	0,00	0,00	90	0,275	13,935	20,065	41,065
Grifo [121]							13,935	20,065	41,065
Tramo [120-122]	DN16 Polibutileno Serie 5	4,20	0,00	0,00	90	0,378	14,038	19,962	40,962
Grifo [122]							14,038	19,962	40,962
Tramo [118-123]	DN25 Politermm	6,06	0,00	0,00	107	0,650	13,365	20,635	41,635
Válvula [123-124]	3/4"		6,70		107	0,719	14,083	19,917	40,917



Elemento	Dn	L	Leq	$\Delta H$	JUn	JEI	JAcu	Pmin	Pmax
Tramo [124-125]	DN20 Polibutileno Serie 5	1,54	0,00	0,00	172	0,265	14,348	19,652	40,652
Tramo [125-126]	DN20 Politerm	3,44	0,00	0,00	45	0,156	14,503	19,497	40,497
Grifo [126]							14,503	19,497	40,497
Tramo [125-127]	DN20 Politerm	5,27	0,00	0,00	153	0,804	15,152	18,848	39,848
Hidromezclador [127]							15,152	18,848	39,848
Tramo [88-128]	DN40 Politerm	0,50	0,00	0,50	52	0,526	12,204	21,796	42,796
Tramo [128-129]	DN40 Politerm	3,50	0,00	3,50	52	3,683	15,887	18,113	39,113
Tramo [129-130]	DN40 Politerm	0,15	0,00	0,00	52	0,008	15,895	18,105	39,105
Tramo [130-131]	DN40 Politerm	0,18	0,00	0,00	47	0,008	15,903	18,097	39,097
Tramo [131-132]	DN40 Politerm	3,50	0,00	3,50	47	3,664	19,568	14,432	35,432
Tramo [132-133]	DN40 Politerm	0,15	0,00	0,00	47	0,007	19,575	14,425	35,425
Tramo [133-134]	DN40 Politerm	0,18	0,00	0,00	48	0,009	19,584	14,416	35,416
Tramo [134-135]	DN40 Politerm	3,50	0,00	3,50	48	3,669	23,253	10,747	31,747
Tramo [135-136]	DN40 Politerm	0,18	0,00	0,00	48	0,009	23,262	10,738	31,738
Tramo [136-137]	DN40 Politerm	0,58	0,00	0,00	48	0,028	23,290	10,710	31,710
Tramo [137-138]	DN40 Politerm	1,13	0,00	0,00	41	0,047	23,336	10,664	31,664
Calentador [138-139]						0,210	23,546	10,454	31,454
Tramo [139-140]	DN40 Politerm	4,54	0,00	0,00	36	0,163	23,710	10,290	31,290
Tramo [140-141]	DN40 Politerm	3,50	0,00	-3,50	36	-3,374	20,336	13,664	34,664
Tramo [141-142]	DN40 Politerm	0,13	0,00	0,00	36	0,005	20,341	13,659	34,659
Tramo [142-143]	DN32 Politerm	0,13	0,00	0,00	97	0,013	20,353	13,647	34,647
Tramo [143-144]	DN32 Politerm	3,50	0,00	-3,50	97	-3,161	17,193	16,807	37,807
Tramo [144-145]	DN32 Politerm	0,13	0,00	0,00	97	0,013	17,205	16,795	37,795
Tramo [145-146]	DN20 Politerm	6,08	0,00	0,00	133	0,808	18,013	15,987	36,987
Válvula [146-147]	1/2"		5,36		133	0,712	18,725	15,275	36,275
Tramo [147-148]	DN20 Polibutileno Serie 5	3,87	0,00	0,00	72	0,279	19,003	14,997	35,997
Hidromezclador [148]							19,003	14,997	35,997
Tramo [145-149]	DN32 Politerm	0,13	0,00	0,00	87	0,012	17,217	16,783	37,783
Tramo [149-150]	DN32 Politerm	3,50	0,00	-3,50	87	-3,194	14,023	19,977	40,977
Tramo [150-151]	DN32 Politerm	0,50	0,00	0,50	87	0,544	14,567	19,433	40,433
Tramo [151-152]	DN32 Politerm	2,00	0,00	2,00	69	2,137	16,704	17,296	38,296
Tramo [152-153]	DN32 Politerm	4,00	0,00	-4,00	69	-3,725	12,979	21,021	42,021
Tramo [153-154]	DN32 Politerm	0,13	0,00	0,00	69	0,009	12,988	21,012	42,012
Tramo [154-155]	DN32 Politerm	11,81	0,00	0,00	69	0,811	13,799	20,201	41,201
Tramo [155-156]	DN20 Politerm	0,78	0,00	0,00	133	0,104	13,903	20,097	41,097
Válvula [156-157]	1/2"		5,36		133	0,712	14,615	19,385	40,385
Tramo [157-158]	DN20 Polibutileno Serie 5	5,24	0,00	0,00	72	0,377	14,992	19,008	40,008
Hidromezclador [158]							14,992	19,008	40,008
Tramo [155-159]	DN32 Politerm	2,23	0,00	0,00	59	0,133	13,932	20,068	41,068
Tramo [159-160]	DN20 Politerm	0,78	0,00	0,00	133	0,104	14,036	19,964	40,964
Válvula [160-161]	1/2"		5,36		133	0,712	14,747	19,253	40,253
Tramo [161-162]	DN20 Polibutileno Serie 5	5,24	0,00	0,00	72	0,377	15,125	18,875	39,875
Hidromezclador [162]							15,125	18,875	39,875

Elemento	Dn	L	Leq	ΔH	JUn	JEI	JAcu	Pmin	Pmax
Tramo [159-163]	DN32 Politerm	7,97	0,00	0,00	51	0,407	14,339	19,661	40,661
Tramo [163-164]	DN20 Politerm	2,32	0,00	0,00	133	0,308	14,647	19,353	40,353
Válvula [164-165]	1/2"		5,36		133	0,712	15,359	18,641	39,641
Tramo [165-166]	DN20 Polibutileno Serie 5	4,42	0,00	0,00	72	0,318	15,677	18,323	39,323
Hidromezclador [166]							15,677	18,323	39,323
Tramo [163-167]	DN32 Politerm	1,92	0,00	0,00	46	0,088	14,427	19,573	40,573
Tramo [167-168]	DN20 Politerm	2,05	0,00	0,00	133	0,273	14,699	19,301	40,301
Válvula [168-169]	1/2"		5,36		133	0,712	15,411	18,589	39,589
Tramo [169-170]	DN20 Polibutileno Serie 5	4,69	0,00	0,00	72	0,338	15,749	18,251	39,251
Hidromezclador [170]							15,749	18,251	39,251
Tramo [167-171]	DN20 Politerm	3,00	0,00	0,00	133	0,398	14,825	19,175	40,175
Válvula [172-171]	1/2"		5,36		133	0,712	15,536	18,464	39,464
Tramo [172-173]	DN20 Polibutileno Serie 5	3,52	0,00	0,00	72	0,253	15,790	18,210	39,210
Hidromezclador [173]							15,790	18,210	39,210
Tramo [151-174]	DN32 Politerm	2,64	0,00	0,00	46	0,121	14,688	19,312	40,312
Tramo [174-175]	DN20 Politerm	14,50	0,00	0,00	133	1,925	16,613	17,387	38,387
Válvula [175-176]	1/2"		5,36		133	0,712	17,324	16,676	37,676
Tramo [176-177]	DN20 Polibutileno Serie 5	6,94	0,00	-2,00	72	-1,500	15,824	18,176	39,176
Hidromezclador [177]							15,824	18,176	39,176
Tramo [174-178]	DN20 Politerm	4,06	0,00	0,00	133	0,539	15,227	18,773	39,773
Válvula [178-179]	1/2"		5,36		133	0,712	15,939	18,061	39,061
Tramo [179-180]	DN20 Polibutileno Serie 5	3,36	0,00	0,00	72	0,242	16,181	17,819	38,819
Hidromezclador [180]							16,181	17,819	38,819
Tramo [142-181]	DN20 Politerm	6,08	0,00	0,00	133	0,808	21,148	12,852	33,852
Válvula [181-182]	1/2"		5,36		133	0,712	21,860	12,140	33,140
Tramo [182-183]	DN20 Polibutileno Serie 5	3,87	0,00	-2,00	72	-1,721	20,138	13,862	34,862
Hidromezclador [183]							20,138	13,862	34,862
Tramo [137-184]	DN32 Politerm	1,10	0,00	0,00	53	0,058	23,348	10,652	31,652
Tramo [184-185]	DN20 Politerm	6,89	0,00	0,00	153	1,052	24,400	9,600	30,600
Grifo [185]							24,400	9,600	30,600
Grifo [184]							23,348	10,652	31,652
Tramo [133-186]	DN25 Politerm	2,57	0,00	0,00	101	0,260	19,835	14,165	35,165
Tramo [159-163]	DN32 Politerm	7,97	0,00	0,00	51	0,407	14,339	19,661	40,661
Tramo [163-164]	DN20 Politerm	2,32	0,00	0,00	133	0,308	14,647	19,353	40,353
Válvula [164-165]	1/2"		5,36		133	0,712	15,359	18,641	39,641
Tramo [165-166]	DN20 Polibutileno Serie 5	4,42	0,00	0,00	72	0,318	15,677	18,323	39,323
Hidromezclador [166]							15,677	18,323	39,323
Tramo [163-167]	DN32 Politerm	1,92	0,00	0,00	46	0,088	14,427	19,573	40,573
Tramo [167-168]	DN20 Politerm	2,05	0,00	0,00	133	0,273	14,699	19,301	40,301
Válvula [168-169]	1/2"		5,36		133	0,712	15,411	18,589	39,589
Tramo [169-170]	DN20 Polibutileno Serie 5	4,69	0,00	0,00	72	0,338	15,749	18,251	39,251
Tramo [186-187]	DN25 Politerm	1,25	0,00	0,00	101	0,126	19,962	14,038	35,038
Tramo [187-188]	DN20 Politerm	0,41	0,00	0,00	153	0,062	20,024	13,976	34,976

Elemento	Dn	L	Leq	ΔH	JUn	JEI	JAcu	Pmin	Pmax
Válvula [188-189]	1/2"		5,36		153	0,818	20,842	13,158	34,158
Tramo [189-190]	DN20 Polibutileno Serie 5	0,24	0,00	0,00	85	0,021	20,863	13,137	34,137
Tramo [190-191]	DN20 Polibutileno Serie 5	0,39	0,00	0,00	85	0,033	20,896	13,104	34,104
Tramo [191-192]	DN16 Polibutileno Serie 5	3,75	0,00	-2,00	90	-1,662	19,233	14,767	35,767
Grifo [192]							19,233	14,767	35,767
Tramo [191-193]	DN16 Polibutileno Serie 5	3,18	0,00	-2,00	90	-1,714	19,182	14,818	35,818
Grifo [193]							19,182	14,818	35,818
Tramo [187-194]	DN25 Politermm	0,98	0,00	0,00	83	0,081	20,043	13,957	34,957
Tramo [194-195]	DN20 Politermm	0,41	0,00	0,00	123	0,050	20,093	13,907	34,907
Válvula [195-196]	1/2"		5,36		123	0,658	20,751	13,249	34,249
Tramo [196-197]	DN16 Polibutileno Serie 5	0,24	0,00	0,00	242	0,059	20,810	13,190	34,190
Tramo [197-198]	DN16 Polibutileno Serie 5	0,50	0,00	0,00	242	0,121	20,932	13,068	34,068
Tramo [198-199]	DN16 Polibutileno Serie 5	3,06	0,00	-2,00	90	-1,725	19,207	14,793	35,793
Grifo [199]							19,207	14,793	35,793
Tramo [198-200]	DN16 Polibutileno Serie 5	0,75	0,00	0,00	182	0,136	21,067	12,933	33,933
Tramo [200-201]	DN16 Polibutileno Serie 5	3,06	0,00	-2,00	27	-1,916	19,151	14,849	35,849
Grifo [201]							19,151	14,849	35,849
Tramo [200-202]	DN16 Polibutileno Serie 5	3,30	0,00	-2,00	90	-1,703	19,364	14,636	35,636
Grifo [202]							19,364	14,636	35,636
Tramo [194-203]	DN20 Politermm	0,82	0,00	0,00	153	0,126	20,169	13,831	34,831
Válvula [203-204]	1/2"		5,36		153	0,818	20,987	13,013	34,013
Tramo [204-205]	DN20 Polibutileno Serie 5	4,08	0,00	-2,00	85	-1,655	19,332	14,668	35,668
Hidromezclador [205]							19,332	14,668	35,668
Tramo [130-206]	DN25 Politermm	2,57	0,00	0,00	161	0,413	16,308	17,692	38,692
Tramo [206-207]	DN25 Politermm	1,25	0,00	0,00	101	0,126	16,435	17,565	38,565
Tramo [207-208]	DN20 Politermm	0,41	0,00	0,00	153	0,062	16,497	17,503	38,503
Válvula [208-209]	1/2"		5,36		153	0,818	17,315	16,685	37,685
Tramo [209-210]	DN20 Polibutileno Serie 5	0,24	0,00	0,00	85	0,021	17,336	16,664	37,664
Tramo [210-211]	DN20 Polibutileno Serie 5	0,39	0,00	0,00	85	0,033	17,369	16,631	37,631
Tramo [211-212]	DN16 Polibutileno Serie 5	3,75	0,00	-2,00	90	-1,662	15,706	18,294	39,294
Grifo [212]							15,706	18,294	39,294
Tramo [211-213]	DN16 Polibutileno Serie 5	3,18	0,00	-2,00	90	-1,714	15,655	18,345	39,345
Grifo [213]							15,655	18,345	39,345
Tramo [207-214]	DN25 Politermm	0,98	0,00	0,00	83	0,081	16,516	17,484	38,484
Tramo [214-215]	DN20 Politermm	0,41	0,00	0,00	123	0,050	16,566	17,434	38,434
Válvula [215-216]	1/2"		5,36		123	0,658	17,224	16,776	37,776
Tramo [216-217]	DN16 Polibutileno Serie 5	0,24	0,00	0,00	242	0,059	17,283	16,717	37,717
Tramo [217-218]	DN16 Polibutileno Serie 5	0,50	0,00	0,00	242	0,121	17,405	16,595	37,595
Tramo [218-219]	DN16 Polibutileno Serie 5	3,06	0,00	-2,00	90	-1,725	15,680	18,320	39,320
Grifo [219]							15,680	18,320	39,320
Tramo [218-220]	DN16 Polibutileno Serie 5	0,75	0,00	0,00	182	0,136	17,540	16,460	37,460
Tramo [220-221]	DN16 Polibutileno Serie 5	3,06	0,00	-2,00	27	-1,916	15,624	18,376	39,376
Grifo [221]							15,624	18,376	39,376

Elemento	Dn	L	Leq	ΔH	JUn	JEI	JAcu	Pmin	Pmax
Tramo [220-222]	DN16 Polibutileno Serie 5	3,30	0,00	-2,00	90	-1,703	15,837	18,163	39,163
Grifo [222]							15,837	18,163	39,163
Tramo [214-223]	DN20 Politermm	0,82	0,00	0,00	153	0,126	16,642	17,358	38,358
Válvula [223-224]	1/2"		5,36		153	0,818	17,460	16,540	37,540
Tramo [224-225]	DN20 Polibutileno Serie 5	4,08	0,00	-2,00	85	-1,655	15,805	18,195	39,195
Hidromezclador [225]							15,805	18,195	39,195
Tramo [206-226]	DN25 Politermm	3,57	0,00	0,00	88	0,314	16,623	17,377	38,377
Tramo [226-227]	DN20 Politermm	2,99	0,00	0,00	197	0,590	17,212	16,788	37,788
Tramo [227-228]	DN20 Politermm	0,69	0,00	0,00	153	0,105	17,318	16,682	37,682
Válvula [228-229]	1/2"		5,36		153	0,818	18,136	15,864	36,864
Tramo [229-230]	DN20 Polibutileno Serie 5	3,64	0,00	-2,00	85	-1,692	16,444	17,556	38,556
Tramo [230-231]	DN16 Polibutileno Serie 5	0,41	0,00	0,00	90	0,037	16,480	17,520	38,520
Grifo [231]							16,480	17,520	38,520
Tramo [230-232]	DN20 Politermm	0,40	0,00	0,00	45	0,018	16,462	17,538	38,538
Grifo [232]							16,462	17,538	38,538
Tramo [227-233]	DN20 Politermm	2,43	0,00	0,00	153	0,370	17,583	16,417	37,417
Tramo [233-234]	DN20 Politermm	0,69	0,00	0,00	153	0,105	17,688	16,312	37,312
Válvula [234-235]	1/2"		5,36		153	0,818	18,506	15,494	36,494
Tramo [235-236]	DN20 Polibutileno Serie 5	3,64	0,00	-2,00	85	-1,692	16,814	17,186	38,186
Tramo [236-237]	DN16 Polibutileno Serie 5	0,41	0,00	0,00	90	0,037	16,851	17,149	38,149
Grifo [237]							16,851	17,149	38,149
Tramo [236-238]	DN20 Politermm	0,40	0,00	0,00	45	0,018	16,832	17,168	38,168
Grifo [238]							16,832	17,168	38,168
Tramo [226-239]	DN20 Politermm	17,97	0,00	0,00	153	2,743	19,366	14,634	35,634
Tramo [239-240]	DN20 Politermm	1,99	0,00	0,00	153	0,304	19,670	14,330	35,330
Válvula [240-241]	1/2"		5,36		153	0,818	20,488	13,512	34,512
Tramo [241-242]	DN20 Polibutileno Serie 5	5,33	0,00	-2,00	85	-1,549	18,939	15,061	36,061
Tramo [242-243]	DN16 Polibutileno Serie 5	0,41	0,00	0,00	90	0,037	18,976	15,024	36,024
Grifo [243]							18,976	15,024	36,024
Tramo [242-244]	DN20 Politermm	0,40	0,00	0,00	45	0,018	18,957	15,043	36,043
Grifo [244]							18,957	15,043	36,043
Tramo [12-245]	DN40 Politermm	0,08	0,00	0,00	55	0,004	0,007	33,993	54,993
Válvula [246-245]	1 1/4"		0,18		55	0,010	0,017	33,983	54,983
Válvula reductora [246-247]	1 1/4"					3,983	4,000	30,000	30,000
Tramo [247-248]	DN40 Politermm	0,42	0,00	0,00	55	0,023	4,023	29,977	29,977
Deposito Incendios [248]							4,023	29,977	29,977

## 1.6. CÁLCULO DEL GRUPO DE PRESIÓN

### Caudal

Número y tipo de suministros:

4 E

Caudal mínimo de la bomba:

75,00 l/m.

### Altura manométrica

Altura geométrica máxima:

19,000 m.

Sobrepresión máxima:

36,000 m.c.a.

Altura de aspiración:

0,000 m.

Pérdidas de carga:

0,195 m.c.a.

Altura manométrica:

55,195 m.c.a.

### Calderín

Presión mínima:

34,00 m.c.a.

Presión máxima:

55,00 m.c.a.

Capacidad mínima:

50,00 l.

## 1.7. CÁLCULO DEL DEPOSITO DEL GRUPO PRESIÓN

El volumen del depósito se calculará en función del tiempo previsto de de utilización, aplicando la siguiente expresión:

$$V = Q \times t \times 60$$

Donde:

V	=	Volumen del depósito en litros
Q	=	Caudal máximo simultáneo (dm <sup>3</sup> /sg)
D	=	Tiempo estimado (mínimo 10 minutos)

$$V = 444 \text{ litros}$$

## 1.8. CÁLCULO DE LA DEMANDA DE ACS Y DEPOSITO ACUMULADOR

Se emplea un programa de cálculo de la firma Sedical.

Se montará un deposito de ACS de 500 litros y otro con generación solar de 500 litros.

### 1.8.1 HE4 CONTRIBUCIÓN SOLAR MÍNIMA DE AGUA CALIENTE SANITARIA

Evaluación de las pérdidas por orientación e inclinación y sombras de la superficie de captación	No procede. Los edificios anexos están edificadas a menor altura que el nuestro evitando las sombras sobre los paneles.
Medidas a adoptar en caso de que la contribución solar real sobrepase el 110% de la demanda energética en algún mes del año o en más de tres meses seguidos el 100%	No se sobrepasa el 100% ningún mes del año, pero se instalara en el circuito de las placas solares un deposito de expansión mayor para disipar el calor sobrante si hiciese falta.
Fluido de trabajo	Fluido calorportante ANRO
Protección contra heladas	El Fluido lleva la proporción de anticongelante y anticorrosivo.

El vaciado del circuito solar se realizara en depósitos habilitados para dicha acción.

El área de colectores y volumen de acumulación para el cumplimiento del Rite:

$$1,25 \leq 100 \text{ A/M} \leq 2 = 1,25 \leq 1,53 \leq 2$$

Fecha : 25/07/2008  
Oferta :  
Proyecto :  
Referencia :  
Empresa :  
A la atención de :  
Dirección :  
Localidad :

## SEDICAL S.A. - CALCULO DE AGUA CALIENTE SANITARIA

### Temperaturas Primario

De entrada : 85.00 °C  
De salida : 70.00 °C

### Datos de la edificación

Tipo de edificio : Residencia de estudiantes  
Numero de estudiantes : 8

### Temperaturas ACS

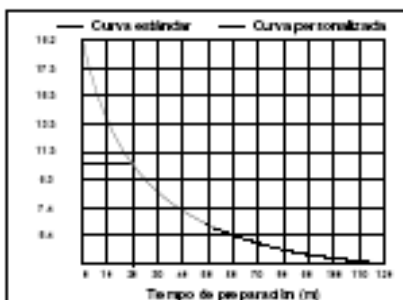
De entrada : 10.00 °C  
De utilización : 45.00 °C  
De preparación : 60.00 °C

### Puntas estándar

El 35.0 % en 20.0 minutos  
El 50.0 % en 60.0 minutos

### Puntas personalizadas

### Punto de trabajo

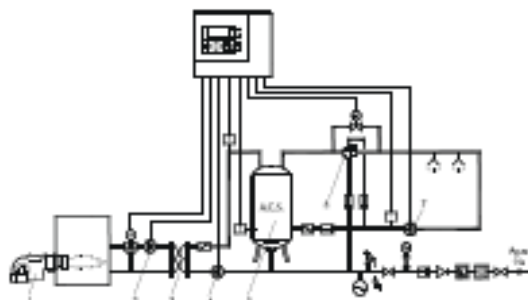


### Resultado 1 - preparación acumulación en 20.0 minutos

Consumo diario a 45.0 °C : 450.01 l  
Preparación de la acumulación en : 20.0 m  
Nº horas de función. del quemador : 3.20 h

(1) Potencia neta caldera : 10.39 kW  
(2) Caudal de la bomba de primario : 0.60 m³/h  
(3) Producción intercambiador : 178.79 l/h  
(4) Caudal de la bomba de carga de ACS : 0.18 m³/h  
(5) Volumen de acumulación : 59.60 l  
(6) Caudal válvula mezcla. termostática : 0.47 m³/h  
(7) Caudal de la bomba de recirculación : 0.07 m³/h

### Esquema - Solución técnica según UNE100030:2001IN



### Producción a temperatura de

### Preparación 60.0 °C

### Utilización 45.0 °C

### Porcentaje

Producción a temperatura de	Preparación 60.0 °C	Utilización 45.0 °C	Porcentaje
Producción punta en 1 minuto	53.64 l	76.62 l	17.03 %
Producción punta en 10 minutos	80.45 l	114.93 l	25.54 %
Producción punta en 30 minutos	140.05 l	200.07 l	44.46 %
Producción punta en una hora	229.44 l	327.78 l	72.84 %
Producción punta en dos horas	408.23 l	583.19 l	129.59 %

### Energías

Energías			
Total neta	:	18.30 kW.h	55.50 %
Pérdida por acumulación	:	5.80 kW.h	17.60 %
Pérdida por distribución	:	1.40 kW.h	4.20 %
Pérdida por generación e intermitencias	:	7.50 kW.h	22.70 %
Total bruta	:	33.00 kW.h	100.00 %

## Sedical S.A. - Cálculo de ACS con colectores solares WEISHAUPT

### Descripción del proyecto

Centro de Mayores Montañana

### Localización del proyecto - Datos meteorológicos

ZARAGOZA								
Altitud (m)		200	Latitud (º)		41.7	Tª mínima histórica (ºC)		-11
	Tª media ambiente ºC		Tª media del agua de la red ºC		Número de horas de sol útiles		Energía incidente por m2 y mes en el plano horizontal kWh/(m2.mes)	
Enero	8		5		248.0		54.25	
Febrero	10		6		252.0		76.22	
Marzo	13		8		279.0		130.89	
Abril	16		10		285.0		152.50	
Mayo	19		11		294.5		187.72	
Junio	23		12		285.0		201.67	
Julio	26		13		294.5		216.14	
Agosto	26		12		294.5		201.50	
Septiembre	23		11		270.0		152.50	
Octubre	17		10		279.0		104.19	
Noviembre	12		8		240.0		61.67	
Diciembre	9		5		232.5		49.08	

### Cálculo de la demanda

Demanda diaria 300.0 litros a 60 ºC

### Tipo de instalación

### Cálculo del consumo

	Temperatura de acumulación ºC	Perfil de ocupación %	Consumo mensual litros	Demanda energética mensual kWh/mes	Demanda energética diaria kWh/día
Enero	45.0	100.0	12788	595	19
Febrero	45.0	100.0	11631	527	19
Marzo	45.0	100.0	13070	562	18
Abril	45.0	100.0	12857	523	17
Mayo	45.0	100.0	13403	530	17
Junio	45.0	100.0	13091	502	17
Julio	45.0	100.0	13659	508	16
Agosto	45.0	100.0	13527	519	17
Septiembre	45.0	100.0	12971	513	17
Octubre	45.0	100.0	13286	541	17
Noviembre	45.0	100.0	12649	544	18
Diciembre	45.0	100.0	12788	595	19
Anual			155719	6460	



## Sedical S.A. - Cálculo de ACS con colectores solares WEISHAUP T

### Expresión de la curva de rendimiento

$$R = R_o - a_1 \cdot x - a_2 \cdot l \cdot x^2$$

$R_o = 0.792$  (Referido a la superficie de absorción)

$$a_1 = 3.486 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$$

$$a_2 = 0.011 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}^2$$

$l$  = Potencia radiante incidente media  $\text{W/m}^2$

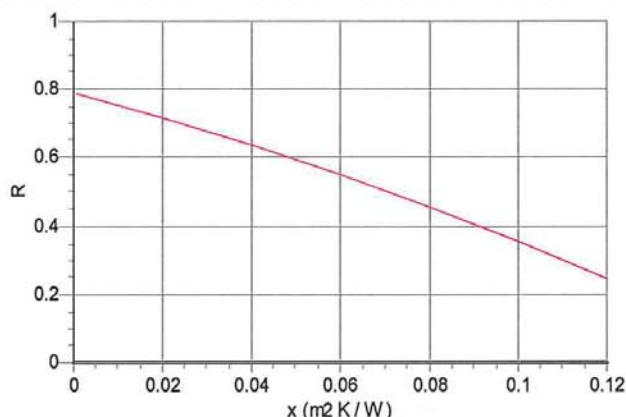
$$x = (t_m - t_a)/l \quad (\text{m}^2 \cdot \text{K/W})$$

### Disposición del campo de colectores

Inclinación (°) 45.0

Azimut (°) 0.0

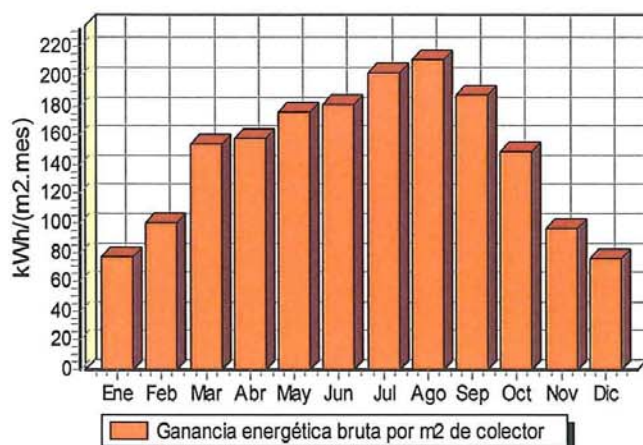
### Curva de rendimiento del colector solar WEISHAUP T WTS-F1



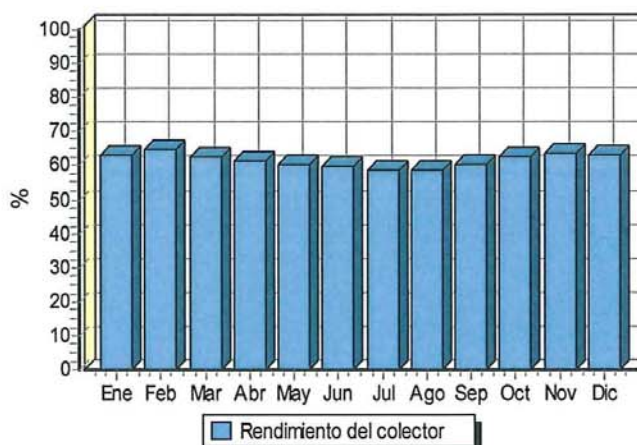
### Balance energético del sistema WEISHAUP T WTS-F1

	Ganancia energética bruta mensual por m2 de superficie absorbadora kWh/(m2.mes)	Potencia radiante incidente media por m2 de superficie absorbadora W/m2	Rendimiento medio del colector %	Ganancia energética neta mensual por m2 de superficie absorbadora kWh/(m2.mes)
Enero	77.4	312.2	62.8	41.4
Febrero	100.2	397.4	64.5	54.9
Marzo	153.7	550.8	62.6	81.7
Abril	158.1	554.9	61.3	82.4
Mayo	175.9	597.3	60.5	90.4
Junio	180.9	634.7	59.9	92.1
Julio	202.5	687.7	58.5	100.8
Agosto	211.0	716.4	58.7	105.2
Septiembre	186.7	691.3	60.3	95.6
Octubre	148.4	531.8	62.4	78.7
Noviembre	96.5	401.9	63.3	51.9
Diciembre	75.3	323.8	63.2	40.5

### Ganancia energética bruta



### Rendimiento medio del colector





## Sedical S.A. - Cálculo de ACS con colectores solares WEISHAUP

### Descripción del proyecto

Centro de Mayores Montañana

### Localización del proyecto - Datos meteorológicos

ZARAGOZA								
Altitud (m)		200	Latitud (º)		41.7	Tª mínima histórica (ºC)		-11
	Tª media ambiente ºC		Tª media del agua de la red ºC		Número de horas de sol útiles		Energía incidente por m2 y mes en el plano horizontal kWh/(m2.mes)	
Enero	8		5		248.0		54.25	
Febrero	10		6		252.0		76.22	
Marzo	13		8		279.0		130.89	
Abril	16		10		285.0		152.50	
Mayo	19		11		294.5		187.72	
Junio	23		12		285.0		201.67	
Julio	26		13		294.5		216.14	
Agosto	26		12		294.5		201.50	
Septiembre	23		11		270.0		152.50	
Octubre	17		10		279.0		104.19	
Noviembre	12		8		240.0		61.67	
Diciembre	9		5		232.5		49.08	

### Cálculo de la demanda

Demanda diaria 300.0 litros a 60 ºC

### Tipo de instalación

### Cálculo del consumo

	Temperatura de acumulación ºC	Perfil de ocupación %	Consumo mensual litros	Demanda energética mensual kWh/mes	Demanda energética diaria kWh/día
Enero	45.0	100.0	12788	595	19
Febrero	45.0	100.0	11631	527	19
Marzo	45.0	100.0	13070	562	18
Abril	45.0	100.0	12857	523	17
Mayo	45.0	100.0	13403	530	17
Junio	45.0	100.0	13091	502	17
Julio	45.0	100.0	13659	508	16
Agosto	45.0	100.0	13527	519	17
Septiembre	45.0	100.0	12971	513	17
Octubre	45.0	100.0	13286	541	17
Noviembre	45.0	100.0	12649	544	18
Diciembre	45.0	100.0	12788	595	19
Anual			155719	6460	

## Sedical S.A. - Cálculo de ACS con colectores solares WEISHAAPT

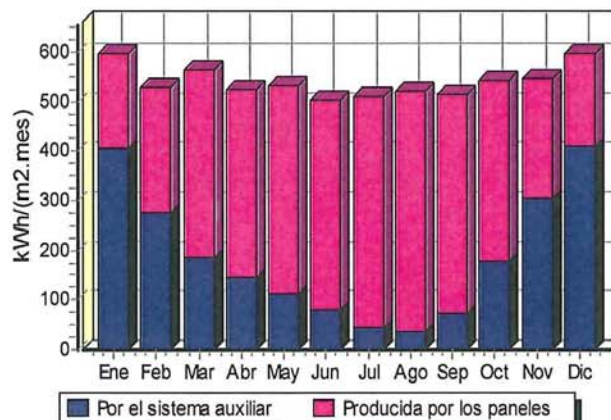
<b>Número de colectores WEISHAAPT WTS-F1</b>		<b>Superficie absorbadora</b>	
Número de colectores WEISHAAPT WTS-F1	2	Superficie absorbadora total (m2)	4.60
<b>Acumulación solar</b>		<b>Superficie total de colectores</b>	
Volumen de acumulación solar (litros)	500	Superficie total de colectores (m2)	5.10
<b>Distancia mínima entre filas de colectores</b>		<b>Distancia mínimas detrás de un obstáculo</b>	
Colocados horizontalmente	289.0 cm	Detrás de un obstáculo de 50 cm	86.2 cm
Colocados verticalmente	454.0 cm	Detrás de un obstáculo de 100 cm	172.3 cm
		Detrás de un obstáculo de 150 cm	258.4 cm

<b>Producción energética del sistema WEISHAAPT WTS-F1</b>				
	Demanda energética mensual kWh/mes	Ganancia energética neta mensual por m2 de superficie absorbadora kWh/(m2.mes)	Energía mensual neta producida por el campo de colectores kWh/mes	Grado de cobertura mensual %
Enero	595	41.4	190	32.0
Febrero	527	54.9	253	47.9
Marzo	562	81.7	376	66.9
Abril	523	82.4	379	72.5
Mayo	530	90.4	416	78.6
Junio	502	92.1	424	84.4
Julio	508	100.8	464	91.3
Agosto	519	105.2	485	93.4
Septiembre	513	95.6	440	85.8
Octubre	541	78.7	362	67.0
Noviembre	544	51.9	239	43.9
Diciembre	595	40.5	186	31.3
Anual	6460		4215	65.25

**Grado de cobertura**

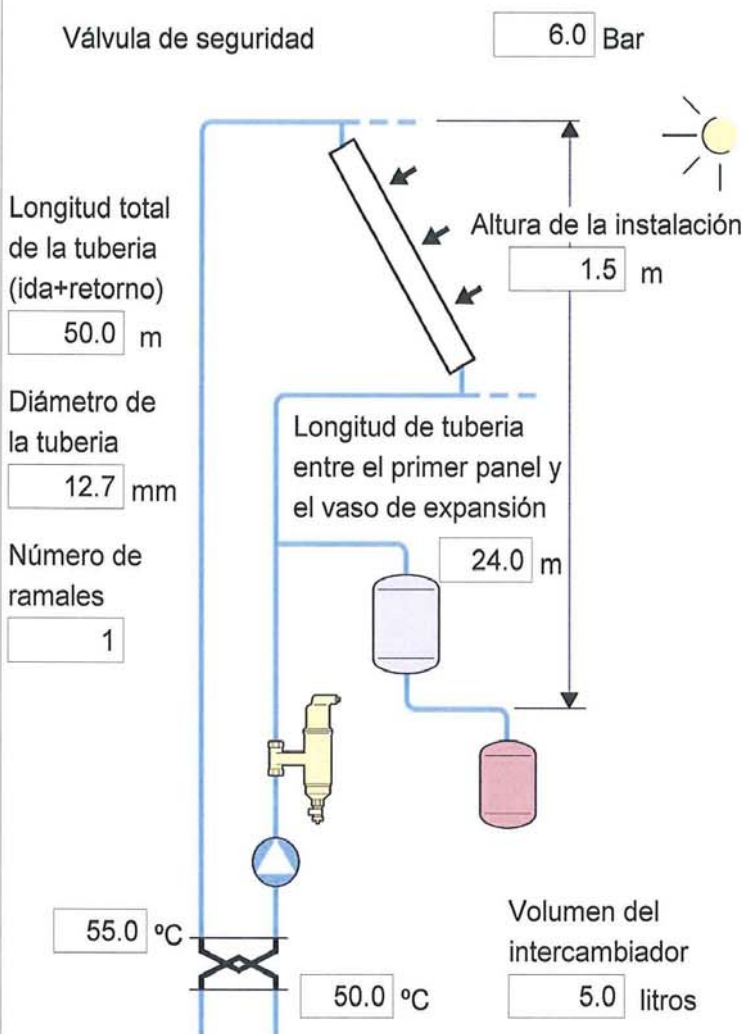


**Producción de energía**



## Sedical S.A. - Cálculo de ACS con colectores solares WEISHAUPT

### Datos para el cálculo de otros elemento de la instalación



#### Volúmenes

En tuberías	6.3 litros
En colectores	4.6 litros
De reserva	3.0 litros
De expansión	1.8 litros

#### Vaso de expansión

Vol. mínimo vaso de expansión	17.1 litros
Vaso recomendado	WEGSol 18
Presión de gas	0.8 bar

#### Vaso amortiguador de temperatura

Vol. mínimo vaso amortiguador	1.8 litros
-------------------------------	------------

#### Fluido caloportador (propilenglicol al 45%)

Volumen de Tyfocor L	20.7 litros
----------------------	-------------

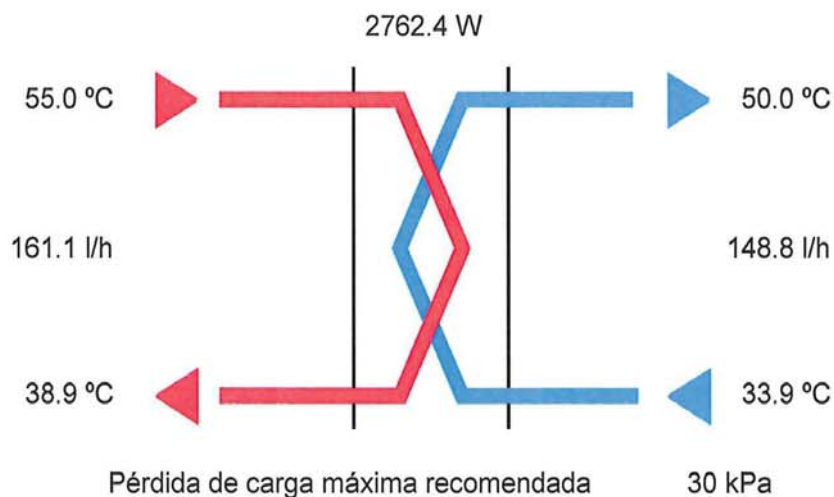
#### Llenado de la instalación

Presión de llenado	1.1 bar
--------------------	---------

#### Bomba y desgasificador

Caudal del circuito	161.1 l/h
Pérdida de carga del colector	5 Kpa

### Intercambiador



## **2. INSTALACIÓN DE SANEAMIENTO**

### **2.1. DATOS DEL PROYECTO**

Tipo de uso del edificio:	Institucional
Situación Pluviométrica:	Zaragoza
Periodo de Retorno:	20,00
Duración de la Lluvia:	10,00
Intensidad de la Lluvia:	97,70
Distancia máxima entre inodoro y bajante:	2,00
Distancia máxima entre bote sifónico y bajante:	1,50
Diámetro mínimo en derivaciones:	32,00
Diámetro mínimo en bajantes sin inodoro:	90,00
Diámetro mínimo en bajantes con inodoro:	50,00
Diámetro mínimo en colectores sin inodoro:	90,00
Diámetro mínimo en colectores con inodoro:	50,00
Diámetro mínimo en canalones semicirculares:	90,00

### **2.2.- MÉTODO DE CÁLCULO**

#### **2.2.1.- TEORÍA PARA EL CÁLCULO**

##### **1.2.1.1.- Flujo en las Conducciones Horizontales.**

El Flujo en las tuberías horizontales de desagüe depende de la fuerza de gravedad que es inducida por la pendiente de la tubería y la altura del agua en la misma.

La formulación del flujo por gravedad, en condiciones estacionarias, la podemos tener mediante la ecuación de Manning:

$$V = 10^{-3} \cdot \frac{R^{2/3} \cdot J^{1/2}}{n}$$

**Donde:**

V = velocidad del flujo, en m/s.  
R = Profundidad hidráulica media o radio hidráulico, en mm.  
J = Pendiente de la tubería en % (ó cm./m)  
n = Coeficiente de Manning.

Si tenemos en cuenta que el caudal es igual a:

$$Q = S \cdot V$$

**Donde:**

S = Superficie transversal del flujo de agua en m<sup>2</sup>.  
Q = Caudal volumétrico en m<sup>3</sup>/s.

Al combinar las dos ecuaciones anteriores, tendremos:

$$Q = 10^{-3} \cdot \frac{S}{n} \cdot R^{2/3} \cdot J^{1/2}$$



### 2.2.1.2.- Flujo en las Conducciones Verticales.

El flujo de agua en conducciones verticales depende esencialmente del caudal. A la entrada de un ramal en la columna, el agua es acelerada por la fuerza de gravedad y, rápidamente, forma una lámina alrededor de la superficie interna de la columna. Esta corona circular de agua y el alma de aire en su interior continúan acelerándose hasta que las pérdidas por rozamiento contra la pared igualan la fuerza de gravedad. Desde este momento, la velocidad de caída queda prácticamente constante.

De esta forma, podemos definir la velocidad terminal y la distancia del punto de entrada de agua a la cual se alcanza dicha velocidad de la siguiente forma:

$$V_T = 10 \cdot \left( \frac{Q}{D} \right)^{0.4}$$

$$L_T = 0.17 \cdot V_T^2$$

**Donde:**

VT es la velocidad terminal en m/s.  
LT es la distancia terminal en m.  
Q es el caudal en Lits/sg.  
D es el diámetro interior en mm.

El caudal de agua puede expresarse en función del diámetro de la tubería “D” y de la relación “r” entre la superficie transversal de la lámina de agua y la superficie transversal de la tubería mediante la expresión:

$$Q = 3.15 \cdot 10^{-4} \cdot r^{\frac{5}{3}} \cdot D^{\frac{8}{3}}$$

### 2.2.2.- CÁLCULO Y DIMENSIONADO

Se aplicará un proceso de cálculo para un sistema separativo, es decir, se dimensionará la red de aguas residuales por un lado y la red de aguas pluviales por otro, de forma separada e independiente, para finalmente, mediante las oportunas conversiones, dimensionar un sistema mixto.

Se utilizará el método de adjudicación de un número de unidades de desagüe (UD) a cada aparato sanitario y se considerará la aplicación del criterio de simultaneidad estimando el que su uso sea público o privado.

#### 2.2.2.1.-DIMENSIONADO DE LA RED DE EVACUACIÓN DE AGUAS FECALES

##### 2.2.2.1.1.- Red de pequeña evacuación de aguas residuales.

##### 2.2.2.1.2.- Derivaciones individuales.

La adjudicación de Uds. a cada tipo de aparato y los diámetros mínimos de sifones y derivaciones individuales se establecen en función del uso privado o público según la tabla siguiente:

Tipo de aparato sanitario	Unidades de desagüe UD		Diámetro mínimo sifón y derivación individual (mm.)	
	Uso privado	Uso publico	Uso privado	Uso publico
Lavabo	1,00	2,00	32,00	40,00
Bidet	2,00	3,00	32,00	40,00
Ducha	2,00	3,00	40,00	50,00
Bañera con ducha	3,00	4,00	40,00	50,00

Tipo de aparato sanitario	Unidades de desagüe UD		Diámetro mínimo sifón y derivación individual (mm.)	
	Uso privado	Uso publico	Uso privado	Uso publico
Bañera sin ducha	3,00	4,00	40,00	50,00
Polibán	3,00	0,00	40,00	0,00
Inodoro con cisterna	4,00	5,00	100,00	100,00
Inodoro con fluxómetro	8,00	10,00	100,00	100,00
Placa turca	0,00	8,00	0,00	100,00
Lavacuchas	0,00	6,00	0,00	80,00
Urinario de pedestal	0,00	4,00	0,00	50,00
Urinario Suspendido	0,00	2,00	0,00	40,00
Fregadero de cocina	3,00	6,00	40,00	50,00
Fregadero de laboratorio	0,00	2,00	0,00	40,00
Lavadero	3,00	0,00	40,00	0,00
Vertedero	0,00	8,00	0,00	100,00
Fuente para beber	0,50	0,50	25,00	25,00
Sumidero sifónico	1,00	3,00	40,00	50,00
Lavavajillas	3,00	6,00	40,00	50,00
Lavadora	3,00	6,00	40,00	50,00
Cuarto de baño (lavabo, inodoro con cisterna, bañera y bidet)	7,00	0,00	100,00	0,00
Cuarto de baño (lavabo, inodoro con fluxómetro, bañera y bidet)	8,00	0,00	100,00	0,00
Cuarto de aseo (lavabo, inodoro con cisterna y polibán)	6,00	0,00	100,00	0,00
Cuarto de aseo (lavabo, inodoro con fluxómetro y polibán)	8,00	0,00	100,00	0,00

#### 2.2.2.1.3.- Botes sifónicos o sifones individuales

Los sifones individuales tendrán el mismo diámetro que la válvula de desagüe conectada.

Los botes sifónicos se elegirán en función del número y tamaño de las entradas y con la altura mínima recomendada para evitar que la descarga de un aparato sanitario alto salga por otro de menor altura.

#### 2.2.2.1.4.- Ramales colectores

Se utilizará la tabla siguiente para el dimensionado de ramales colectores entre aparatos sanitarios y la bajante según el número máximo de unidades de desagüe y la pendiente del ramal colector.

Diámetro mm.	Máximo número de Uds.		
	Pendiente		
	1 %	2 %	4 %
32	--	1	1
40	--	2	3
50	--	6	8
65	--	12	15
80 <sup>(1)</sup>	--	25	35
100	85	95	115
125	180	234	280
150	330	440	580
200	870	1150	1680

(1) Máximo dos inodoros

#### 2.2.2.1.5.- Bajantes de aguas residuales

El dimensionado de las bajantes se hará de acuerdo con la tabla siguiente en que se hace corresponder el número de plantas del edificio con el número máximo de Uds. y el diámetro que le correspondería a la bajante, conociendo que el diámetro de la misma será único en toda su altura y considerando también el máximo caudal que puede descargar en la bajante desde cada ramal sin contrapresiones en éste.

Diámetro mm.	Máximo número de Uds., para una altura de bajante de:		Máximo número de Uds., en cada ramal para una altura de bajante de:	
	Hasta 3 plantas	Más de 3 plantas	Hasta 3 plantas	Más de 3 plantas
50	10	25	6	6
65	20	40	12	10
80	30 <sup>(1)</sup>	60 <sup>(1)</sup>	25 <sup>(2)</sup>	15 <sup>(2)</sup>
100	240	500	115	90
125	540	1100	280	200
150	960	1900	980	350
200	2200	3600	1680	600
250	3800	5600	2500	1000
300	6000	8400	3900	1500

(1) Máximo 6 inodoros

(2) Máximo 2 inodoros

#### 2.2.2.1.6.- Colectores horizontales de aguas residuales

Mediante la utilización de la Tabla siguiente, obtenemos el diámetro en función del máximo número de Uds. y de la pendiente.

Diámetro mm.	Máximo número de Uds.		
	Pendiente		
	1 %	2 %	4 %
50	--	20	25
65	--	25	30
80	--	45	70
100	180	215	250
125	390	480	580
150	700	840	1050
200	1600	1920	2300
250	2900	3500	4200
300	4600	5600	6700
350	8300	10000	12000

#### 2.2.2.2.-DIMENSIONADO DE LA RED DE EVACUACIÓN DE AGUAS PLUVIALES

##### 2.2.2.2.1.- Red de pequeña evacuación de aguas pluviales.

El dimensionado de la red de evacuación de aguas pluviales se establecerá en función de los valores de intensidad, duración y frecuencia de la lluvia según la información obtenida para la localidad de Zaragoza.

##### 2.2.2.2.2.- Canalones.

El caudal máximo admisible de los canalones de evacuación de aguas pluviales de sección semicircular, en función del diámetro y de la pendiente, viene determinado en la tabla siguiente:

Diámetro nominal del canalón (mm.)	Max. Superficie de cubierta en proyección horizontal m <sup>2</sup> (Im=100mm/h)			Max. Superficie de cubierta en proyección horizontal m <sup>2</sup> (Im=83,74mm/h)		
	Pendiente			Pendiente		
	1%	2%	4%	1%	2%	4%
100	45	65	95	53,74	77,62	113,45
125	80	115	165	95,53	137,33	197,04
150	125	175	255	149,27	208,98	304,51
200	260	370	520	310,48	441,84	620,97
250	475	670	930	567,23	800,10	1.110,58

Si la sección adoptada para el canalón no fuese semicircular, la sección cuadrangular equivalente debe ser un 10 % superior a la obtenida como sección semicircular.

### 2.2.2.2.3.- Bajantes de aguas pluviales

El diámetro correspondiente a la superficie, en proyección horizontal, servida por cada bajante de aguas pluviales se obtendrá de la tabla siguiente:

Diámetro nominal bajante (mm)	Superficie en proyección horizontal servida, m <sup>2</sup> (Im = 100mm/h)	Superficie en proyección horizontal servida, m <sup>2</sup> (Im = 83,74mm/h)
50	65	77,62
65	120	143,30
80	205	244,81
100	430	513,49
125	805	961,31
150	1255	1.498,69
200	2700	3.224,27

### 2.2.2.2.4.- Colectores de aguas pluviales.

Se utilizará la tabla siguiente que relaciona la superficie máxima proyectada admisible con el diámetro y la pendiente del colector.

Diámetro nominal del colector (mm.)	Max. Superficie de cubierta en proyección horizontal m <sup>2</sup> (Im=100mm/h)			Max. Superficie de cubierta en proyección horizontal m <sup>2</sup> (Im=83,74mm/h)		
	Pendiente			Pendiente		
	1%	2%	4%	1%	2%	4%
80	75	110	155	89,56	131,36	185,10
100	175	245	350	208,98	292,57	417,96
125	310	440	620	370,19	525,44	740,39
150	500	700	1000	597,09	835,92	1.194,17
200	1070	1510	2140	1.277,76	1.803,20	2.555,53
250	1920	2710	3850	2.292,81	3.236,21	4.597,56
300	3090	4370	6190	3.689,99	5.218,53	7.391,93

### 2.2.2.3.-DIMENSIONADO DE LA RED DE VENTILACIÓN

La red de ventilación sirve, primariamente, como protección del sello hidráulico de un sistema de evacuación de aguas fecales.

En las tuberías verticales y horizontales del sistema de evacuación, el agua fluye en contacto con el aire. Por efecto de la fricción entre agua y aire, éste circula prácticamente a la misma velocidad que el agua.

Cuando, por efecto de la inmisión en el flujo de agua de otro caudal, o por efecto del salto hidráulico, provocado por una disminución de velocidad, se reduce la sección de paso del aire, se produce un aumento brusco de presión que puede repercutir sobre los cierres hidráulicos.

La máxima sobrepresión o depresión que se admite en una red de evacuación ha sido fijada en  $\pm 250$  Pa.

Esta diferencia de presión debe ser igual o superior a las pérdidas por rozamiento que se producen por el movimiento del aire en contacto con las superficies interiores de las tuberías.

La pérdida de presión puede ser expresada por la fórmula de Darcy:



$$\Delta p = f \cdot d_a \cdot \frac{L \cdot V^2}{2 \cdot D}$$

**Donde:**

$\Delta p$  es la pérdida de presión por rozamiento, en Pa;  
 $f$  es el coeficiente de fricción, adimensional;  
 $d_a$  es la densidad del aire, en Kg/m<sup>3</sup>;  
 $L$  es la longitud equivalente de la tubería, en m;  
 $V$  es la velocidad del aire, en m/s;  
 $D$  es el diámetro interior de la tubería, en m.

Sustituyendo en la fórmula anterior la expresión del caudal (m<sup>3</sup>/s):

$$Q = \frac{\pi \cdot D^2}{4} \cdot V$$

y suponiendo que la densidad del aire es 1,2 Kg/m<sup>3</sup>, resulta:

$$\Delta p = 0,97 \cdot f \cdot L \cdot \frac{Q^2}{D^5}$$

Despejando el valor de L, sustituyendo  $\Delta p = 250$  Pa. y expresando el diámetro en mm y el caudal en Lits/sg., resulta finalmente:

$$L = 2,58 \cdot 10^{-7} \cdot \frac{D^5}{f \cdot Q^2}$$

La longitud equivalente, expresada por la ecuación anterior, tiene en cuenta las pérdidas accidentales debidas a las piezas especiales encontradas por el flujo de aire en su camino a través de la red de ventilación. Sería muy complicado calcular estas pérdidas accidentales, debido a la complejidad de la red de ventilación. Según estudios experimentales, se ha demostrado que éstas constituyen una tercera parte, aproximadamente, de las pérdidas totales. En consecuencia, la longitud efectiva 'Le' de la red de ventilación es igual a la equivalente L, definida anteriormente, dividida por 1,5 (las dos cuartas partes):

$$Le = 1,72 \cdot 10^{-7} \cdot \frac{D^5}{f \cdot Q^2}$$

#### **2.2.2.3.1.- Ventilación primaria.**

La ventilación primaria tendrá el mismo diámetro que la bajante de la que es prolongación, aunque a ella se conecte una columna de ventilación secundaria.

#### **2.2.2.4.-ACCESORIOS**

##### **2.2.2.4.1.- Dimensionado de Arquetas.**

En la tabla siguiente se dan las dimensiones mínimas necesarias (Longitud L y anchura A mínimas) de una arqueta según el diámetro del colector de salida de ésta:

Descripción	Diámetro del colector de salida (mm)	Largo (m)	Ancho (m)
40x40	100,00	0,40	0,40
50x50	150,00	0,50	0,50
60x60	200,00	0,60	0,60
60x70	250,00	0,60	0,70
70x70	300,00	0,70	0,70
70x80	350,00	0,70	0,80
80x80	400,00	0,80	0,80
80x90	450,00	0,80	0,90
90x90	500,00	0,90	0,90

### 2.3.- ANEJO CÁLCULO DE TRAMOS

Descripción	Red	Diámetro nominal / serie	Tipo	Pend.	L	NUDs	Sup	Qmax	V <sub>H</sub>	V <sub>T</sub>
Tramo <241> [1-2]	Mixta	DN250 PVC	Ramal	2 %	2,68	267,00	235,25		2,41	
Tramo <129> [3-4]	Pluvial	DN250 PVC	Ramal	4 %	8,56	0,00	235,25		3,41	
Tramo <128> [4-5]	Pluvial	DN160 PVC	Ramal	2 %	1,53	0,00	117,35		1,79	
Tramo <9> [6-7]	Pluvial	DN125 PVC	Bajante		3,57	0,00	117,35			2,34
Tramo <5> [8-9]	Pluvial	DN125 PVC	Bajante		3,58	0,00	117,35			2,34
Tramo <1> [10-11]	Pluvial	DN125 PVC	Bajante		3,35	0,00	117,35			2,34
Tramo <20> [12-13]	Pluvial	DN140 PVC	Ramal	2 %	0,98	0,00	76,05		1,64	
Tramo <17> [13-14]	Pluvial	DN140 PVC	Ramal	2 %	2,76	0,00	62,25		1,64	
Tramo <18> [14-15]	Pluvial	DN75 PVC	Ramal	2 %	4,77	0,00	3,65		1,09	
Tramo <19> [14-16]	Pluvial	DN140 PVC	Ramal	2 %	1,15	0,00	58,60		1,64	
Tramo <15> [16-17]	Pluvial	DN110 PVC	Ramal	4 %	7,54	0,00	40,00		1,97	
Tramo <16> [16-18]	Pluvial	DN110 PVC	Ramal	2 %	1,26	0,00	18,60		1,39	
Tramo <21> [19-20]	Pluvial	DN110 PVC	Ramal	2 %	2,65	0,00	11,80		1,39	
Tramo <22> [21-22]	Pluvial	DN110 PVC	Ramal	2 %	1,99	0,00	29,50		1,39	
Tramo <130> [4-23]	Pluvial	DN160 PVC	Ramal	2 %	7,43	0,00	117,90		1,79	
Tramo <125> [23-24]	Pluvial	DN140 PVC	Ramal	2 %	1,50	0,00	70,70		1,64	
Tramo <10> [25-26]	Pluvial	DN125 PVC	Bajante		3,57	0,00	70,70			1,91
Tramo <6> [27-28]	Pluvial	DN125 PVC	Bajante		3,58	0,00	70,70			1,91
Tramo <2> [29-30]	Pluvial	DN125 PVC	Bajante		3,35	0,00	70,70			1,91
Tramo <23> [31-32]	Pluvial	DN110 PVC	Ramal	2 %	2,02	0,00	29,40		1,39	
Tramo <24> [33-34]	Pluvial	DN110 PVC	Ramal	2 %	2,01	0,00	29,50		1,39	
Tramo <25> [35-36]	Pluvial	DN110 PVC	Ramal	2 %	2,58	0,00	11,80		1,39	
Tramo <127> [23-37]	Pluvial	DN140 PVC	Ramal	2 %	8,47	0,00	47,20		1,64	
Tramo <241> [1-2]	Mixta	DN250 PVC	Ramal	2 %	2,68	267,00	235,25		2,41	
Tramo <129> [3-4]	Pluvial	DN250 PVC	Ramal	4 %	8,56	0,00	235,25		3,41	
Tramo <128> [4-5]	Pluvial	DN160 PVC	Ramal	2 %	1,53	0,00	117,35		1,79	
Tramo <9> [6-7]	Pluvial	DN125 PVC	Bajante		3,57	0,00	117,35			2,34
Tramo <5> [8-9]	Pluvial	DN125 PVC	Bajante		3,58	0,00	117,35			2,34
Tramo <1> [10-11]	Pluvial	DN125 PVC	Bajante		3,35	0,00	117,35			2,34
Tramo <20> [12-13]	Pluvial	DN140 PVC	Ramal	2 %	0,98	0,00	76,05		1,64	
Tramo <17> [13-14]	Pluvial	DN140 PVC	Ramal	2 %	2,76	0,00	62,25		1,64	
Tramo <18> [14-15]	Pluvial	DN75 PVC	Ramal	2 %	4,77	0,00	3,65		1,09	
Tramo <19> [14-16]	Pluvial	DN140 PVC	Ramal	2 %	1,15	0,00	58,60		1,64	
Tramo <15> [16-17]	Pluvial	DN110 PVC	Ramal	4 %	7,54	0,00	40,00		1,97	
Tramo <16> [16-18]	Pluvial	DN110 PVC	Ramal	2 %	1,26	0,00	18,60		1,39	
Tramo <21> [19-20]	Pluvial	DN110 PVC	Ramal	2 %	2,65	0,00	11,80		1,39	
Tramo <22> [21-22]	Pluvial	DN110 PVC	Ramal	2 %	1,99	0,00	29,50		1,39	
Tramo <130> [4-23]	Pluvial	DN160 PVC	Ramal	2 %	7,43	0,00	117,90		1,79	
Tramo <11> [38-39]	Pluvial	DN125 PVC	Bajante		3,57	0,00	47,20			
Tramo <7> [40-41]	Pluvial	DN125 PVC	Bajante		3,58	0,00	47,20			
Tramo <3> [42-43]	Pluvial	DN125 PVC	Bajante		3,35	0,00	47,20			
Tramo <26> [44-45]	Pluvial	DN110 PVC	Ramal	2 %	2,03	0,00	29,40		1,39	
Tramo <27> [46-47]	Pluvial	DN110 PVC	Ramal	2 %	1,25	0,00	17,80		1,39	
Tramo <76> [3-48]	Residual	DN125 PVC	Ramal	2 %	1,26	41,00	0,00	19,27	1,52	
Tramo <78> [48-49]	Residual	DN75 PVC	Ramal	2 %	0,69	5,00	0,00	2,35	1,09	
Tramo <79> [49-50]	Residual	DN50 PVC	Ramal	4 %	2,07	2,00	0,00	0,94	1,16	
Tramo <80> [50-51]	Residual	DN40 PVC	Ramal	4 %	0,32	1,00	0,00	0,47	0,99	
Tramo <81> [50-52]	Residual	DN40 PVC	Ramal	4 %	0,48	1,00	0,00	0,47	0,99	
Tramo <83> [48-53]	Residual	DN125 PVC	Colector	2 %	1,31	36,00	0,00	16,92	1,52	
Tramo <82> [53-54]	Residual	DN110 PVC	Ramal	2 %	0,75	5,00	0,00	2,35	1,39	
Tramo <85> [53-55]	Residual	DN110 PVC	Ramal	2 %	0,73	5,00	0,00	2,35	1,39	
Tramo <87> [53-56]	Residual	DN125 PVC	Ramal	2 %	0,56	26,00	0,00	12,22	1,52	
Tramo <86> [56-57]	Residual	DN40 PVC	Ramal	4 %	1,00	1,00	0,00	0,47	0,99	
Tramo <89> [56-58]	Residual	DN40 PVC	Ramal	4 %	1,01	1,00	0,00	0,47	0,99	
Tramo <91> [56-59]	Residual	DN125 PVC	Ramal	2 %	1,10	24,00	0,00	11,28	1,52	
Tramo <90> [59-60]	Residual	DN75 PVC	Ramal	2 %	0,48	3,00	0,00	1,41	1,09	

Descripción	Red	Diámetro nominal / serie	Tipo	Pend.	L	NUDs	Sup	Qmax	V <sub>H</sub>	V <sub>T</sub>
Tramo <93> [59-61]	Residual	DN125 PVC	Ramal	2 %	1,17	21,00	0,00	9,87	1,52	
Tramo <94> [61-62]	Residual	DN110 PVC	Ramal	2 %	1,33	11,00	0,00	5,17	1,39	
Tramo <98> [62-63]	Residual	DN75 PVC	Ramal	2 %	0,37	3,00	0,00	1,41	1,09	
Tramo <99> [62-64]	Residual	DN110 PVC	Ramal	2 %	0,86	8,00	0,00	3,76	1,39	
Tramo <95> [61-65]	Residual	DN125 PVC	Ramal	2 %	0,38	10,00	0,00	4,70	1,52	
Tramo <96> [65-66]	Residual	DN110 PVC	Ramal	2 %	0,49	5,00	0,00	2,35	1,39	
Tramo <97> [65-67]	Residual	DN110 PVC	Ramal	2 %	0,47	5,00	0,00	2,35	1,39	
Tramo <100> [3-68]	Residual	DN110 PVC	Ramal	2 %	4,31	65,00	0,00	30,55	1,39	
Tramo <12> [69-70]	Residual	DN125 PVC	Bajante		3,57	65,00	0,00	30,55		5,79
Tramo <8> [71-72]	Residual	DN125 PVC	Bajante		3,58	35,00	0,00	16,45		4,52
Tramo <4> [73-74]	Residual	DN125 PVC	Bajante		3,35	3,00	0,00	1,41		1,69
Tramo <28> [75-76]	Residual	DN75 PVC	Ramal	2 %	2,57	3,00	0,00	1,41	1,09	
Tramo <29> [77-78]	Residual	DN125 PVC	Ramal	2 %	0,59	32,00	0,00	15,04	1,52	
Tramo <42> [79-80]	Residual	DN110 PVC	Ramal	2 %	0,41	27,00	0,00	12,69	1,39	
Tramo <41> [80-81]	Residual	DN75 PVC	Ramal	2 %	0,44	3,00	0,00	1,41	1,09	
Tramo <43> [80-82]	Residual	DN110 PVC	Ramal	2 %	0,84	24,00	0,00	11,28	1,39	
Tramo <31> [82-83]	Residual	DN50 PVC	Ramal	4 %	0,68	2,00	0,00	0,94	1,16	
Tramo <35> [82-84]	Residual	DN110 PVC	Ramal	2 %	1,23	22,00	0,00	10,34	1,39	
Tramo <34> [84-85]	Residual	DN50 PVC	Ramal	4 %	0,85	2,00	0,00	0,94	1,16	
Tramo <45> [84-86]	Residual	DN110 PVC	Ramal	2 %	0,64	20,00	0,00	9,40	1,39	
Tramo <44> [86-87]	Residual	DN75 PVC	Ramal	2 %	0,19	3,00	0,00	1,41	1,09	
Tramo <46> [86-88]	Residual	DN125 PVC	Ramal	2 %	0,51	17,00	0,00	7,99	1,52	
Tramo <37> [88-89]	Residual	DN40 PVC	Ramal	4 %	0,96	1,00	0,00	0,47	0,99	
Tramo <39> [88-90]	Residual	DN110 PVC	Ramal	2 %	1,55	16,00	0,00	7,52	1,39	
Tramo <48> [91-92]	Residual	DN110 PVC	Ramal	2 %	0,63	11,00	0,00	5,17	1,39	
Tramo <47> [92-93]	Residual	DN75 PVC	Ramal	2 %	0,85	3,00	0,00	1,41	1,09	
Tramo <49> [92-94]	Residual	DN110 PVC	Ramal	2 %	0,48	8,00	0,00	3,76	1,39	
Tramo <50> [95-96]	Residual	DN125 PVC	Ramal	2 %	0,73	30,00	0,00	14,10	1,52	
Tramo <51> [96-97]	Residual	DN125 PVC	Ramal	2 %	0,48	29,00	0,00	13,63	1,52	
Tramo <52> [97-98]	Residual	DN125 PVC	Ramal	2 %	0,92	26,00	0,00	12,22	1,52	
Tramo <65> [98-99]	Residual	DN110 PVC	Ramal	2 %	0,12	5,00	0,00	2,35	1,39	
Tramo <67> [98-100]	Residual	DN125 PVC	Ramal	2 %	1,14	21,00	0,00	9,87	1,52	
Tramo <56> [100-101]	Residual	DN40 PVC	Ramal	2 %	0,85	1,00	0,00	0,47	0,70	
Tramo <57> [100-102]	Residual	DN125 PVC	Ramal	2 %	0,64	20,00	0,00	9,40	1,52	
Tramo <58> [102-103]	Residual	DN75 PVC	Ramal	2 %	0,19	3,00	0,00	1,41	1,09	
Tramo <60> [102-104]	Residual	DN125 PVC	Ramal	2 %	0,51	17,00	0,00	7,99	1,52	
Tramo <59> [104-105]	Residual	DN40 PVC	Ramal	2 %	0,96	1,00	0,00	0,47	0,70	
Tramo <61> [104-106]	Residual	DN125 PVC	Ramal	2 %	1,55	16,00	0,00	7,52	1,52	
Tramo <62> [107-108]	Residual	DN110 PVC	Ramal	2 %	0,63	11,00	0,00	5,17	1,39	
Tramo <63> [108-109]	Residual	DN110 PVC	Ramal	2 %	0,48	8,00	0,00	3,76	1,39	
Tramo <64> [108-110]	Residual	DN75 PVC	Ramal	2 %	0,85	3,00	0,00	1,41	1,09	
Tramo <53> [97-111]	Residual	DN75 PVC	Ramal	2 %	0,44	3,00	0,00	1,41	1,09	
Tramo <54> [96-112]	Residual	DN40 PVC	Ramal	2 %	0,70	1,00	0,00	0,47	0,70	
Tramo <101> [3-113]	Residual	DN125 PVC	Ramal	2 %	6,41	32,00	0,00	15,04	1,52	
Tramo <102> [113-114]	Residual	DN110 PVC	Ramal	2 %	1,70	4,00	0,00	1,88	1,39	
Tramo <13> [115-116]	Residual	DN90 PVC	Bajante		3,57	4,00	0,00	1,88		2,16
Tramo <74> [117-118]	Residual	DN75 PVC	Ramal	2 %	4,10	4,00	0,00	1,88	1,09	
Tramo <72> [118-119]	Residual	DN50 PVC	Ramal	4 %	0,33	2,00	0,00	0,94	1,16	
Tramo <68> [119-120]	Residual	DN40 PVC	Ramal	4 %	0,22	1,00	0,00	0,47	0,99	
Tramo <69> [119-121]	Residual	DN40 PVC	Ramal	4 %	0,20	1,00	0,00	0,47	0,99	
Tramo <73> [118-122]	Residual	DN50 PVC	Ramal	4 %	0,39	2,00	0,00	0,94	1,16	
Tramo <70> [122-123]	Residual	DN40 PVC	Ramal	4 %	0,20	1,00	0,00	0,47	0,99	
Tramo <71> [122-124]	Residual	DN40 PVC	Ramal	4 %	0,21	1,00	0,00	0,47	0,99	
Tramo <116> [113-125]	Residual	DN125 PVC	Ramal	2 %	0,89	28,00	0,00	13,16	1,52	
Tramo <115> [125-126]	Residual	DN75 PVC	Ramal	2 %	1,04	3,00	0,00	1,41	1,09	
Tramo <117> [125-127]	Residual	DN125 PVC	Ramal	2 %	1,22	25,00	0,00	11,75	1,52	
Tramo <104> [127-128]	Residual	DN40 PVC	Ramal	4 %	1,63	1,00	0,00	0,47	0,99	
Tramo <105> [127-129]	Residual	DN110 PVC	Ramal	2 %	0,79	5,00	0,00	2,35	1,39	
Tramo <108> [127-130]	Residual	DN110 PVC	Ramal	2 %	0,70	19,00	0,00	8,93	1,39	
Tramo <107> [130-131]	Residual	DN75 PVC	Ramal	2 %	0,28	3,00	0,00	1,41	1,09	
Tramo <111> [130-132]	Residual	DN110 PVC	Ramal	2 %	2,59	16,00	0,00	7,52	1,39	
Tramo <110> [132-133]	Residual	DN75 PVC	Ramal	2 %	0,32	3,00	0,00	1,41	1,09	
Tramo <112> [132-134]	Residual	DN110 PVC	Ramal	2 %	0,38	13,00	0,00	6,11	1,39	
Tramo <113> [134-135]	Residual	DN40 PVC	Ramal	4 %	1,56	1,00	0,00	0,47	0,99	
Tramo <114> [134-136]	Residual	DN110 PVC	Ramal	2 %	0,93	5,00	0,00	2,35	1,39	
Tramo <122> [134-137]	Residual	DN110 PVC	Ramal	2 %	5,06	7,00	0,00	3,29	1,39	

Descripción	Red	Diámetro nominal / serie	Tipo	Pend.	L	NUDs	Sup	Qmax	V <sub>H</sub>	V <sub>T</sub>
Tramo <121> [137-138]	Residual	DN50 PVC	Ramal	2 %	1,78	2,00	0,00	0,94	0,82	
Tramo <123> [137-139]	Residual	DN75 PVC	Ramal	2 %	1,91	5,00	0,00	2,35	1,09	
Tramo <118> [139-140]	Residual	DN75 PVC	Ramal	2 %	0,43	3,00	0,00	1,41	1,09	
Tramo <120> [139-141]	Residual	DN50 PVC	Ramal	2 %	1,79	2,00	0,00	0,94	0,82	
Tramo <240> [3-142]	Residual	DN140 PVC	Ramal	2 %	8,00	129,00	0,00	60,63	1,64	
Tramo <239> [143-142]	Residual	DN140 PVC	Ramal	2 %	0,28	129,00	0,00	60,63	1,64	
Tramo <132> [144-145]	Residual	DN160 PVC	Colector	2 %	0,56	124,00	0,00	58,28	1,79	
Tramo <133> [145-146]	Residual	DN160 PVC	Colector	2 %	1,00	123,00	0,00	57,81	1,79	
Tramo <136> [146-147]	Residual	DN110 PVC	Ramal	2 %	1,87	10,00	0,00	4,70	1,39	
Tramo <135> [148-149]	Residual	DN110 PVC	Ramal	2 %	0,52	5,00	0,00	2,35	1,39	
Tramo <139> [146-150]	Residual	DN160 PVC	Colector	2 %	0,40	113,00	0,00	53,11	1,79	
Tramo <140> [150-151]	Residual	DN75 PVC	Ramal	2 %	0,26	3,00	0,00	1,41	1,09	
Tramo <141> [150-152]	Residual	DN50 PVC	Ramal	4 %	1,42	2,00	0,00	0,94	1,16	
Tramo <137> [152-153]	Residual	DN40 PVC	Ramal	4 %	0,27	1,00	0,00	0,47	0,99	
Tramo <138> [152-154]	Residual	DN40 PVC	Ramal	4 %	0,28	1,00	0,00	0,47	0,99	
Tramo <171> [150-155]	Residual	DN160 PVC	Colector	2 %	1,67	108,00	0,00	50,76	1,79	
Tramo <170> [155-156]	Residual	DN50 PVC	Ramal	4 %	1,58	2,00	0,00	0,94	1,16	
Tramo <169> [157-158]	Residual	DN40 PVC	Ramal	4 %	0,66	1,00	0,00	0,47	0,99	
Tramo <172> [155-159]	Residual	DN160 PVC	Colector	2 %	0,87	106,00	0,00	49,82	1,79	
Tramo <165> [159-160]	Residual	DN125 PVC	Colector	2 %	0,47	31,00	0,00	14,57	1,52	
Tramo <153> [160-161]	Residual	DN110 PVC	Ramal	2 %	0,40	11,00	0,00	5,17	1,39	
Tramo <152> [161-162]	Residual	DN75 PVC	Ramal	2 %	0,38	3,00	0,00	1,41	1,09	
Tramo <154> [161-163]	Residual	DN110 PVC	Ramal	2 %	0,26	8,00	0,00	3,76	1,39	
Tramo <155> [163-164]	Residual	DN50 PVC	Ramal	4 %	1,31	2,00	0,00	0,94	1,16	
Tramo <156> [165-166]	Residual	DN40 PVC	Ramal	4 %	0,55	1,00	0,00	0,47	0,99	
Tramo <160> [163-167]	Residual	DN110 PVC	Ramal	2 %	1,91	6,00	0,00	2,82	1,39	
Tramo <161> [167-168]	Residual	DN40 PVC	Ramal	4 %	0,72	1,00	0,00	0,47	0,99	
Tramo <162> [167-169]	Residual	DN110 PVC	Ramal	2 %	1,82	5,00	0,00	2,35	1,39	
Tramo <159> [160-170]	Residual	DN125 PVC	Colector	2 %	1,83	20,00	0,00	9,40	1,52	
Tramo <157> [170-171]	Residual	DN125 PVC	Ramal	2 %	0,26	10,00	0,00	4,70	1,52	
Tramo <144> [172-173]	Residual	DN110 PVC	Ramal	2 %	0,50	5,00	0,00	2,35	1,39	
Tramo <158> [170-174]	Residual	DN125 PVC	Ramal	2 %	0,46	10,00	0,00	4,70	1,52	
Tramo <145> [175-176]	Residual	DN110 PVC	Ramal	2 %	0,50	5,00	0,00	2,35	1,39	
Tramo <229> [159-177]	Residual	DN140 PVC	Ramal	2 %	0,24	75,00	0,00	35,25	1,64	
Tramo <231> [177-178]	Residual	DN140 PVC	Ramal	2 %	2,46	75,00	0,00	35,25	1,64	
Tramo <166> [178-179]	Residual	DN75 PVC	Ramal	2 %	1,54	3,00	0,00	1,41	1,09	
Tramo <243> [178-180]	Residual	DN140 PVC	Ramal	2 %	1,53	72,00	0,00	33,84	1,64	
Tramo <242> [180-181]	Residual	DN75 PVC	Ramal	2 %	1,13	3,00	0,00	1,41	1,09	
Tramo <244> [180-182]	Residual	DN140 PVC	Ramal	2 %	0,59	69,00	0,00	32,43	1,64	
Tramo <184> [182-183]	Residual	DN140 PVC	Ramal	2 %	1,81	58,00	0,00	27,26	1,64	
Tramo <199> [183-184]	Residual	DN140 PVC	Ramal	2 %	8,89	47,00	0,00	22,09	1,64	
Tramo <198> [184-185]	Residual	DN110 PVC	Ramal	2 %	3,10	11,00	0,00	5,17	1,39	
Tramo <192> [185-186]	Residual	DN110 PVC	Ramal	2 %	0,35	5,00	0,00	2,35	1,39	
Tramo <197> [185-187]	Residual	DN75 PVC	Ramal	2 %	0,99	6,00	0,00	2,82	1,09	
Tramo <195> [187-188]	Residual	DN75 PVC	Ramal	2 %	0,41	3,00	0,00	1,41	1,09	
Tramo <193> [188-189]	Residual	DN50 PVC	Ramal	2 %	1,00	2,00	0,00	0,94	0,82	
Tramo <194> [188-190]	Residual	DN40 PVC	Ramal	4 %	0,97	1,00	0,00	0,47	0,99	
Tramo <196> [187-191]	Residual	DN75 PVC	Ramal	2 %	0,22	3,00	0,00	1,41	1,09	
Tramo <222> [184-192]	Residual	DN125 PVC	Ramal	2 %	0,42	36,00	0,00	16,92	1,52	
Tramo <223> [192-193]	Residual	DN125 PVC	Ramal	2 %	0,42	25,00	0,00	11,75	1,52	
Tramo <204> [193-194]	Residual	DN110 PVC	Ramal	2 %	3,10	11,00	0,00	5,17	1,39	
Tramo <203> [194-195]	Residual	DN110 PVC	Ramal	2 %	0,34	5,00	0,00	2,35	1,39	
Tramo <207> [194-196]	Residual	DN75 PVC	Ramal	2 %	1,04	6,00	0,00	2,82	1,09	
Tramo <205> [196-197]	Residual	DN75 PVC	Ramal	2 %	0,20	3,00	0,00	1,41	1,09	
Tramo <209> [196-198]	Residual	DN75 PVC	Ramal	2 %	0,36	3,00	0,00	1,41	1,09	
Tramo <206> [198-199]	Residual	DN40 PVC	Ramal	4 %	0,95	1,00	0,00	0,47	0,99	
Tramo <210> [198-200]	Residual	DN50 PVC	Ramal	2 %	1,04	2,00	0,00	0,94	0,82	
Tramo <219> [193-201]	Residual	DN110 PVC	Ramal	2 %	0,58	14,00	0,00	6,58	1,39	
Tramo <233> [201-202]	Residual	DN110 PVC	Ramal	2 %	2,70	14,00	0,00	6,58	1,39	
Tramo <232> [202-203]	Residual	DN110 PVC	Ramal	2 %	2,60	8,00	0,00	3,76	1,39	
Tramo <237> [202-204]	Residual	DN75 PVC	Ramal	2 %	0,60	6,00	0,00	2,82	1,09	
Tramo <235> [204-205]	Residual	DN75 PVC	Ramal	2 %	1,08	3,00	0,00	1,41	1,09	
Tramo <238> [204-206]	Residual	DN75 PVC	Ramal	2 %	1,62	3,00	0,00	1,41	1,09	
Tramo <236> [206-207]	Residual	DN75 PVC	Ramal	2 %	1,01	3,00	0,00	1,41	1,09	
Tramo <225> [192-208]	Residual	DN110 PVC	Ramal	2 %	0,79	11,00	0,00	5,17	1,39	
Tramo <217> [208-209]	Residual	DN75 PVC	Ramal	2 %	0,77	3,00	0,00	1,41	1,09	

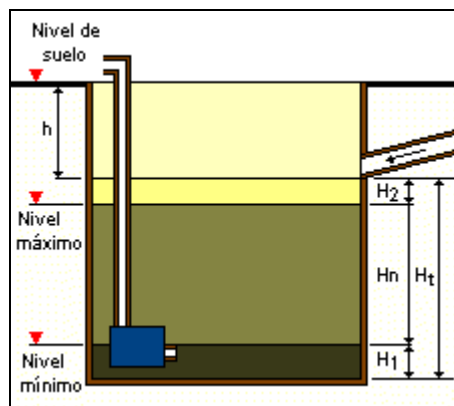
Tramo <224> [208-210]	Residual	DN110 PVC	Ramal	2 %	0,45	8,00	0,00	3,76	1,39	
Tramo <227> [183-211]	Residual	DN110 PVC	Ramal	2 %	1,37	11,00	0,00	5,17	1,39	
Tramo <186> [211-212]	Residual	DN40 PVC	Ramal	4 %	1,78	1,00	0,00	0,47	0,99	
Tramo <187> [211-213]	Residual	DN110 PVC	Ramal	2 %	0,43	10,00	0,00	4,70	1,39	
Tramo <188> [213-214]	Residual	DN75 PVC	Ramal	2 %	0,15	3,00	0,00	1,41	1,09	
Tramo <189> [213-215]	Residual	DN110 PVC	Ramal	2 %	1,51	7,00	0,00	3,29	1,39	
Tramo <190> [215-216]	Residual	DN110 PVC	Ramal	2 %	0,60	5,00	0,00	2,35	1,39	
Tramo <191> [215-217]	Residual	DN50 PVC	Ramal	2 %	0,91	2,00	0,00	0,94	0,82	
Tramo <226> [182-218]	Residual	DN110 PVC	Ramal	2 %	1,39	11,00	0,00	5,17	1,39	
Tramo <180> [218-219]	Residual	DN40 PVC	Ramal	4 %	1,78	1,00	0,00	0,47	0,99	
Tramo <181> [218-220]	Residual	DN110 PVC	Ramal	2 %	0,43	10,00	0,00	4,70	1,39	
Tramo <173> [220-221]	Residual	DN75 PVC	Ramal	2 %	0,17	3,00	0,00	1,41	1,09	
Tramo <174> [220-222]	Residual	DN110 PVC	Ramal	2 %	1,50	7,00	0,00	3,29	1,39	
Tramo <175> [222-223]	Residual	DN50 PVC	Ramal	2 %	0,90	2,00	0,00	0,94	0,82	
Tramo <176> [222-224]	Residual	DN110 PVC	Ramal	2 %	0,57	5,00	0,00	2,35	1,39	
Tramo <142> [145-225]	Residual	DN40 PVC	Ramal	4 %	1,32	1,00	0,00	0,47	0,99	
Tramo <134> [144-226]	Residual	DN110 PVC	Ramal	2 %	1,64	5,00	0,00	2,35	1,39	

Donde:

Descripción	=	Descripción del suministro.
Red	=	Tipo de red.
Tipo	=	Función del tramo (ramal, colector, canalón, bajante).
Pend.	=	Pendiente (%)
L	=	Longitud (m).
NUDs	=	Nº de unidades de desagüe.
Sup	=	Superficie a evacuar (m <sup>2</sup> )
Qmax	=	Caudal máximo previsible (m <sup>3</sup> /h).
V <sub>H</sub>	=	Velocidad en tramos horizontales (m/s).
V <sub>T</sub>	=	Velocidad terminal (m/s).

## 2.4.- DIMENSIONADO DE LOS SISTEMAS DE BOMBEO Y ELEVACION

### 2.4.1.- Dimensionado del depósito de recepción



El dimensionado del depósito ha de hacerse de tal manera que se limite el número de arrancadas de la bomba y según la expresión:

$$V_N = \frac{3600}{N_A} \cdot C_B \cdot \frac{1}{1000}$$

Donde:

V <sub>N</sub>	es el volumen neto del depósito de recepción
C <sub>B</sub>	es el caudal de la bomba, en Lits/sg.
N <sub>A</sub>	es el número de arrancas de la bomba/hora

Podemos la altura neta  $H_N$  del depósito en función de  $V_N$  y de la superficie en planta  $S$ , según la expresión:

$$H_N = \frac{V_N}{S}$$

La superficie  $S$  depende de las dimensiones de la bomba y del número de ellas que se vayan a instalar.

A partir de la altura  $H_N$ , podemos obtener la altura efectiva  $H_E$ , teniendo en cuenta:

Hay que dejar una altura  $H_1$  entre el nivel mínimo del agua en el depósito y el fondo para que la boca de aspiración de la bomba esté siempre sumergida.

Dejar una altura mínima  $H_2$  entre el nivel máximo del agua en el depósito y la generatriz inferior de la tubería de acometida, o de la más baja de las generatrices inferiores de las tuberías de acometida.

$$H_E = H_1 + H_N + H_2$$

Finalmente, la altura total  $H_T$ , la podremos tener una vez que se le añada la diferencia de cota entre el nivel del suelo y la generatriz inferior de la tubería  $H$ , para obtener la profundidad total del depósito:

$$H_T = H_E + H$$

#### **2.4.2.- Dispositivo de elevación.**

El caudal de aguas fecales que se necesita evacuar se estima con el método de las Unidades de Descarga y el cálculo de probabilidades.

El coeficiente de simultaneidad de uso puede calcularse mediante la expresión:

$$C_s = \frac{1}{\sqrt{N-1}}$$

**Donde:**

$C_s$  es el coeficiente de simultaneidad  
 $N$  es el número de aparatos sanitarios

Si hacemos  $N$  igual al número de UD's, , podemos obtener el caudal de aportación mediante la expresión:

$$Q_A = Q \cdot C_s = 0.47 \cdot UD_s \cdot \frac{1}{\sqrt{UD_s-1}}$$

El caudal de la bomba debe ser siempre igual o mayor al caudal de aportación más un incremento de mayoración de este según:

$$Q_B = Coef_{Mayoracion} \cdot Q_A$$

**Grupo de bombeo <1> [144-143]**

DEPOSITO				
H <sub>1</sub> (m)	H <sub>2</sub> (m)	H <sub>N</sub> (m)	H <sub>E</sub> (m)	H <sub>T</sub> (m)
0,20	0,10	2,01	2,31	2,81
N <sub>A</sub> (arr/h)	S (m <sup>2</sup> )	V <sub>N</sub> (m <sup>3</sup> )	V <sub>E</sub> (m <sup>3</sup> )	V <sub>T</sub> (m <sup>3</sup> )
12,00	1,00	2,01	2,31	2,81

BOMBA				
Q (Lits/sg)	C <sub>s</sub>	Q <sub>A</sub> (Lits/sg)	Coef. Mayoracion (%)	Q <sub>B</sub> (List/sg)
60,63	0,09	5,36	125,00	6,70





## **1. CONDICIONES GENERALES.**

### **1.1. Ámbito de aplicación.**

Este Pliego de prescripciones técnicas generales será de aplicación en la prestación a contratar, realización del suministro, explotación del servicio o ejecución de las obras y colocación de los tubos, uniones, juntas, llaves y demás piezas especiales necesarias para formar las conducciones de abastecimiento y distribución de aguas potables a presión.

### **1.2. Condiciones generales sobre tubos y piezas.**

La superficie interior de cualquier elemento será lisa, no pudiendo admitirse otros defectos de regularidad que los de carácter accidental o local que queden dentro de las tolerancias prescritas y que no representen merma de la calidad ni de la capacidad de desagüe. La reparación de tales defectos no se realizará sin la previa autorización de la Dirección de Obra.

La Dirección de Obra se reserva el derecho de verificar previamente, por medio de sus representantes, los modelos, moldes y encofrados que vayan a utilizarse para la fabricación de cualquier elemento.

Los tubos y demás elementos de la conducción estarán bien acabados, con espesores uniformes y cuidadosamente trabajados, de manera que las paredes exteriores y especialmente las interiores queden regulares y lisas, con aristas vivas.

Las superficies de rodadura, de fricción o contacto, las guías, anillos, ejes, piñones, engranajes, etc., de los mecanismos estarán convenientemente trazados, fabricados e instalados, de forma que aseguren de modo perfecto la posición y estanquidad de los órganos móviles o fijos, y que posean al mismo tiempo un funcionamiento suave, preciso, sensible y sin fallo de los aparatos.

Todas las piezas constitutivas de mecanismos (llaves, válvulas, juntas mecánicas, etc.) deberán, para un mismo diámetro nominal y presión normalizada, ser rigurosamente intercambiables. A tal efecto, el montaje de las mismas deberá realizarse en fábrica, empleándose plantillas de precisión y medios adecuados.

Todos los elementos de la conducción deberán resistir, sin daños a todos los esfuerzos que estén llamados a soportar en servicio y durante las pruebas y ser absolutamente estancos, no produciendo alteración alguna en las características físicas, químicas bacteriológicas y organolépticas de las aguas, aún teniendo en cuenta el tiempo y los tratamientos físico-químicos a que éstas hayan podido ser sometidas.

Todos los elementos deberán permitir el correcto acoplamiento del sistema de juntas empleado para que éstas sean estancas; a cuyo fin, los extremos de cualquier elemento estarán perfectamente acabados para que las juntas sean impermeables, sin defectos que repercutan en el ajuste y montaje de las mismas, evitando tener que forzarlas.

Las válvulas de compuerta llevarán en el volante u otra parte claramente visible para el que las ha de accionar una señal indeleble, indicando los sentidos de apertura y cierre.

Las válvulas de diámetro nominal igual o superior a quinientos (500) milímetros irán provistas además de indicador de recorrido de apertura.

El Director de obra, podrá exigir al contratista cuantos certificados de garantía considere necesarios, de las pruebas y ensayos realizados a los materiales por los fabricantes, de forma que se pueda comprobar, satisfactoriamente, dichos ensayos.

Las tuberías se instalarán de forma ordenada, disponiéndolas, siempre que sea posible, paralelamente a tres ejes perpendiculares entre sí y paralelos a los elementos estructurales del edificio, salvo las pendientes que deben darse a los elementos horizontales.

La separación entre la superficie exterior del recubrimiento de una tubería y cualquier otro elemento será tal que permita la manipulación y el mantenimiento del aislante térmico, si existe, así como de válvulas, purgadores, aparatos de medida y control etc.

El órgano de mando de las válvulas no deberá interferir con el aislante térmico de la tubería. Las válvulas roscadas y las de mariposa deben estar correctamente acopladas a las tuberías, de forma que no haya interferencia entre éstas y el obturador.

La alineación de las canalizaciones en uniones, cambios de sección y derivaciones se realizará sin forzar las tuberías, empleando los correspondientes accesorios o piezas especiales.

Para la realización de cambios de dirección se utilizarán preferentemente piezas especiales, unidas a las tuberías mediante rosca, soldadura, encolado o bridas.

Cuando las curvas se realicen por cintrado de la tubería, la sección transversal no podrá reducirse ni deformarse; la curva podrá hacerse corrugada para conferir mayor flexibilidad. El cintrado se hará en caliente cuando el diámetro sea mayor que DN 50 y en los tubos de acero soldado se hará de forma que la soldadura longitudinal coincida con la fibra neutra de la curva.

El radio de curvatura será el máximo que permita el espacio disponible. Las derivaciones deben formar un ángulo de 45 grados entre el eje del ramal y el eje de la tubería principal. El uso de codos o derivaciones con ángulos de 90 grados está permitido solamente cuando el espacio disponible no deje otra alternativa o cuando se necesite equilibrar un circuito.

Las tuberías deben ir por debajo de cualquier canalización o elemento que contenga dispositivos eléctricos o electrónicos, así como de cualquier red de telecomunicaciones, guardando una distancia en paralelo de al menos 30 cm.

El tendido de las tuberías de agua fría debe hacerse de tal modo que no resulten afectadas por los focos de calor y por consiguiente deben discurrir siempre separadas de las canalizaciones de agua caliente (ACS o calefacción) a una distancia de 4 cm, como mínimo. Cuando las dos tuberías estén en un mismo plano vertical, la de agua fría debe ir siempre por debajo de la de agua caliente.

Con respecto a las conducciones de gas se guardará al menos una distancia de 3 cm

### **1.3. Entrega y transporte. Pruebas de recepción en obra de los tubos y elementos.**

Después de efectuarse las pruebas en fábrica y control de fabricación previstas en el contrato el contratista deberá transportar, descargar y depositar las piezas o tubos objeto de su compra, sea en sus almacenes o a pie de obra, en los lugares precisados.

Cada entrega irá acompañada de una hoja de ruta, especificando naturaleza, número, tipo y referencia de las piezas que la componen, y deberá hacerse con el ritmo y plazos señalados en el pliego particular. A falta de indicación precisa en éste, el destino de cada lote o suministro se solicitará del Director de la obra con tiempo suficiente.

Las piezas que hayan sufrido averías durante el transporte o que presenten defectos no apreciados en la recepción en fábrica serán rechazadas.

En las operaciones de carga, transporte y descarga de los tubos se evitarán los choques, siempre perjudiciales; se depositarán sin brusquedades en el suelo, no dejándolos caer; se evitará rodarlos sobre piedras, y en general, se tomarán las precauciones necesarias para su manejo de tal manera que no sufran golpes de importancia. Cuando se trata de tubos de cierta fragilidad en transportes largos, sus cabezas deberán protegerse adecuadamente.

Tanto en el transporte como en el apilado se tendrá presente el número de capas de ellos que puedan apilarse de forma que las cargas de aplastamiento no superen el cincuenta por ciento (50%) de las de prueba.

El Director de obra, si lo estima necesario, podrá ordenar en cualquier momento la repetición de pruebas sobre las piezas ya ensayadas en fábrica.

El contratista, avisado previamente por escrito, facilitará los medios necesarios para realizar estas pruebas, de las que se levantará acta, y los resultados obtenidos en ellas prevalecerán sobre los de las primeras.

Si los resultados de estas últimas pruebas fueran favorables, los gastos serán a cargo de la Administración, y en caso contrario corresponderán al contratista, que deberá además reemplazar los tubos, piezas, etc., previamente marcados como defectuosos; procediendo a su retirada y sustitución en los plazos señalados por el Director de obra. De no realizarlo el contratista, lo hará la Administración, a costa de aquél.

### **1.4. Aceptación o rechazo de los tubos.**

Clasificado el material por lotes, de acuerdo con lo que se establece anteriormente las pruebas se efectuarán según se indica en los mismos apartados, sobre muestras tomadas de cada lote, de forma que los resultados que se obtengan se asignarán al total del lote.

Los tubos que no satisfagan las condiciones generales fijadas, así como las pruebas fijadas y las dimensiones y tolerancias definidas en este Pliego, serán rechazados.

Cuando un tubo, elemento de tubo o junta no satisfaga una prueba se repetirá esta misma sobre dos muestras más del lote ensayado. Si también falla una de estas pruebas, se rechazará el lote ensayado, aceptándose si el resultado de ambas es bueno.

La aceptación de un lote no excluye la obligación del contratista de efectuar los ensayos de tubería instalada que se indican y reponer, a su costa, los tubos o piezas que puedan sufrir deterioro o rotura durante el montaje o las pruebas en zanja.

### **1.5. Pruebas de las instalaciones.**

Una vez instalada la tubería, antes de su recepción, se procederá a las pruebas preceptivas de presión interior y estanquidad, así como a las que considere el Director de la Obra.

Con el fin de no perjudicar la fiabilidad en el tiempo aconsejamos en el uso de este material tener en cuenta las siguientes advertencias:

Antes de tapar la instalación es aconsejable llenar totalmente de agua la instalación, asegurándose de que no existe aire en su interior.

Probar el tubo durante 30 minutos, a una presión de 20 Bar, comprobando que tal presión no disminuya más de 0,6 Bar. Después de 10 minutos, volver a probar la instalación a una presión de 20 Bar. por dos horas, comprobando que la presión no disminuya más de 0,2 Bar.

Al efectuar esta operación se tendrá en cuenta que las variaciones de temperatura, influyen en la presión (10 k de diferencia causan un aumento de presión de 0,5/1 Bar.)

### **1.6. Gastos de ensayos y pruebas.**

Son a cargo del contratista o, en su caso, del fabricante los ensayos y pruebas obligatorios y los que con este carácter se indiquen en el pliego particular del proyecto, tanto en fábrica como al recibir el material en obra y con la tubería instalada.

Será asimismo de cuenta del contratista aquellos otros ensayos y pruebas en fábrica o en obra que exija el Director de obra, si los resultados de los citados ensayos ocasionasen el rechazo del material.

Los ensayos y pruebas que haya que efectuar en los laboratorios oficiales, designados por la Administración como consecuencia de interpretaciones dudosas de los resultados de los ensayos realizados en fábrica o en la recepción del material en obra serán abonados por el contratista o por la Administración, con cargo a la misma, si, como consecuencia de ellos, se rechazasen o se admitiesen, respectivamente, los elementos ensayados.

El contratista está obligado a tomar las medidas oportunas para que el Director de Obra disponga de los medios necesarios para realizar las pruebas en zanja prescritas anteriormente, sin que ello suponga a la Administración gasto adicional alguno.

### **1.7. Marcado.**

Todos los elementos de la tubería llevarán, como mínimo, las marcas distintivas siguientes, realizadas por cualquier procedimiento que asegure su duración permanente:

1º Marca de fábrica.

2º Diámetro nominal.

3º Presión normalizada en kg/cm<sup>2</sup>, excepto en tubos de hormigón armado y pretensado y plástico, que llevarán la presión de trabajo.

4º Marca de identificación de orden, edad o serie, que permita encontrar la fecha de fabricación y modalidades de las pruebas de recepción y entrega.

## **2. CONDICIONES DE LOS TUBOS DE ACERO.**

### **2.1. Proyecto.**

Salvo justificación especial en contrario, se tomará como tensión de trabajo del acero un valor no mayor de la mitad del límite elástico aparente o convencional, siempre que se consideren los efectos de la combinación más desfavorable de solicitaciones a que está sometida la tubería.

### **2.2. Fabricación.**

Hasta un diámetro interior de doscientos (200) milímetros se considerarán en este pliego los tubos de acero fabricados por laminación o extrusión y los soldados, y por encima de este diámetro solamente los soldados en chapa de acero dulce. La soldadura puede ser a solapo o a tope.

Los tubos, uniones y piezas deberán estar perfectamente terminados, limpios, sin grietas, pajas, etc., ni cualquier otro defecto de superficie. Los tubos serán rectos y cilíndricos dentro de las tolerancias admitidas. Sus bordes extremos estarán perfectamente limpios y a escuadra con el eje del tubo y la superficie interior perfectamente lisa. Los tubos o piezas cuyos defectos sean corregibles sólo podrán repararse con la previa aprobación de la Administración.

### 2.3. Protección.

Todos los tubos y piezas de acero serán protegidos interior y exteriormente, contra la corrosión por alguno de los procedimientos indicados.

### 2.4. Clasificación.

La clasificación, teniendo en cuenta las presiones normalizadas, será la siguiente:

Diámetro nominal (DN)	Espesor -- Milímetros	Peso aprox. por metro de longitud --Kilogramo	Presión normalizada --Kg/cm <sup>2</sup>
25	4	3,520	100
40	4	5,890	70
60	4,5	9,650	70
80	4,5	10,850	70
100	4,5	11,770	70
125	4,5	14,590	70
150	4,5	17,470	67,5
175	5,5	24,260	65,5
200	5,5	27,790	65

a) Tubos de acero sin soldadura.

Tolerancias admisibles:

Diámetro nominal (DN)	Clase A			Clase B			Clase C		
	Espesor -- milímetros	Peso aproximado por m.l. útil -- kilogramos	Presión normalizada -- kg/cm <sup>2</sup>	Espesor -- Milímetros	Peso aproximado por m.l. útil -- kilogramos	Presión normalizada -- kg/cm <sup>2</sup>	Espesor -- milímetros	Peso aproximado por m.l. útil -- kilogramos	Presión normalizada -- kg/cm <sup>2</sup>
25	2,50	2,160	60	2,75	2,400	67,5	3,0	2,640	75
40	2,50	3,640	40	2,75	4,030	45	3,0	4,420	50
60	2,50	5,320	40	2,75	5,870	45	3,0	6,430	50
80	3,00	7,190	40	3,25	7,820	45	3,5	8,440	50
100	3,25	8,440	40	3,75	9,780	45	4,0	10,460	50
125	3,25	10,480	40	3,75	12,130	45	4,0	12,970	50
150	3,75	14,490	40	4,00	15,480	45	4,5	17,470	50
175	4,00	17,540	40	4,50	19,790	45	5,0	22,050	50
200	4,50	22,600	40	5,00	25,150	45	5,5	27,650	50
225	5,50	31,170	40	6,00	34,010	45	6,5	36,850	50
250	6,00	37,900	40	6,50	41,000	45	7,0	44,200	50
275	6,00	41,960	40	6,50	45,450	45	7,25	49,850	50
300	6,00	45,280	30	7,00	52,830	35	7,75	58,500	40
350	6,00	52,920	30	7,00	61,740	35	8,0	70,560	40
400	6,00	60,480	30	7,00	70,560	35	8,0	80,640	40
450	6,00	68,040	30	7,00	79,380	35	8,0	90,720	40
500	6,00	75,600	25	7,00	88,200	30	8,0	100,800	35

b) Tubos de acero soldados .

Tolerancias admisibles:

Concepto o parte a que se refiere	Diámetro nominal	Tolerancia		
		Soldados a solapo	Laminados	Electrosoldados
<b>Peso</b>	Hasta 350, sin incluir el 350. Clase A	±5%	±10%	-2,5% +10%
	Todos los demás	-2,5% +10%		
<b>Espesor</b>	Hasta 350, sin incluir el 350 mm. Clase A	+10%	+15%	-5% +10% a parte del refuerzo exterior del tubo
	Todos los demás:	5 % en el tubo aparte soldadura 1,20 mm. en la soldadura para espesores < 10 milímetros. 1,60 mm. para la soldadura en los otros. +10 % en el tubo, incluso soldadura		
<b>Diámetro exterior</b>	Hasta 200 inclusive	±1% con un máximo de 0,8mm		

### 3. CONDICIONES DE LOS TUBOS DE HIERRO GALVANIZADO.

#### 3.1 Hierro galvanizado

Este tipo de canalizaciones se realizar con hierro recocido, con laminado, doblado y soldado en su generatriz. Llevarán un galvanizado de cinc por su parte interior y exterior. Tendrán un espesor uniforme y estarán totalmente exentas de rebabas, fisuras, manchas de óxido, sopladuras, escorias, picaduras y pliegues. Las piezas especiales de unión de estas canalizaciones también se realizan de hierro galvanizado, fabricándose por el sistema de colado. Deberán reunir las mismas características aparentes que el resto de las canalizaciones.

### 4. CONDICIONES QUE DEBEN CUMPLIR LAS UNIDADES DE OBRA

#### 4.1 Acometida

Desde la red de suministro de agua se realizará la acometida al edificio en tubería de cobre o polietileno. La unión de la acometida con la red se realizará por medio de un collarín de fundición o pieza especial de acoplamiento, con las correspondientes juntas de estanqueidad de goma.

#### 4.2 Llave de corte general.

Al llegar al solar donde se ubica el edificio se colocará una llave de corte que irá en arqueta de ladrillo macizo con su correspondiente desagüe.  
Permitirá el corte total del paso de agua.  
Cuerpo de bronce o fundición con mecanismo de bronce.  
Espesor mínimo 2 mm.  
Para roscar o embriar.  
Estanca a la presión de 15 atm.  
Diámetro - D en mm.

### **4.3 Grupo de sobrealimentación.**

En caso de ser necesario se instalará un grupo de sobrealimentación, compuesto por un depósito acumulador y un equipo de bombeo.

#### **Depósito acumulador.**

Se construirá en el bajo o en el sótano del edificio o bien en lugar determinado en planos, dentro de la urbanización.

#### **Equipo de bombeo.**

Posteriormente a este aljibe se instalará un equipo de bombeo a presión que constará de un motor eléctrico que accionará a una bomba centrífuga y a un depósito con una presión mínima en m.c. de agua igual a la de la altura del edificio más 15 m. La puesta en marcha del grupo ser mandada por un presostato encargado de mantener la presión entre dos valores prefijados.

### **4.4 Tubo de alimentación.**

Posteriormente al grupo de sobrealimentación, si lo hubiese, se instalará el tubo de alimentación a la batería de contadores si los hubiera o directamente al distribuidor de montantes, a ser posible quedará visible en todo su recorrido, o enterrado, alojándose en una canalización de obra de fábrica y rellena de arena lavada.

### **4.5 Batería de contadores.**

#### **Ubicación.**

La batería se colocará en un lugar común del inmueble en planta baja o sótano. El cuarto de contadores se procurará que esté próximo al hueco por donde ascenderán las derivaciones individuales.

#### **Contador divisionario.**

Se dispondrán roscados a la batería colocándose dos llaves de paso una anterior y otra posterior, al mismo. Deberán ser herméticos con mecanismo contador de aspas y de fácil lectura.

### **4.6 Montantes.**

Del contador divisionario partirá el tubo ascendente montante para el suministro particular de diferentes suministros. Estas canalizaciones discurrirán verticalmente, recibiendo con presillas al paramento sobre el que se adosen y se alojarán en una cámara con puerta practicable en cada una de las plantas para su control o posible reparación. En el paso de la conducción a través de muros o forjados se recibirá con mortero de cal un manguito pasamuros de fibrocemento con holgura mínima de 10 mm y se rellenará el espacio libre con masilla plástica.

### **4.7 Derivaciones individuales.**

Los montantes se interrumpirán en las diferentes plantas para su unión con las derivaciones individuales que hacen su entrada a la vivienda junto al techo o en su defecto a un nivel superior al de cualquiera de los aparatos sanitarios.

### **4.8 Llaves y válvulas**

Vendrá definido por su tipo y diámetro, que deberá ser igual al de las tuberías en que se acoplen.

#### **Características generales de las válvulas.**

La pérdida de presión producida por las válvulas de bola y compuerta, será inferior a la que tendría una tubería de su mismo diámetro, de paredes lisas y de una longitud igual a 50 veces dicho diámetro.

#### **Llave de paso o regulación.**

Permitirá el corte y regulación del paso de agua.

De bronce o latón.  
Espesor mínimo 2 mm.  
Para roscar o soldar.  
Estanca a la presión de 15 atm.

**Llave de paso con grifo de vaciado.**

Permitirá el corte y vaciado de una parte de la red.  
De bronce o latón.  
Espesor mínimo 2 mm.  
Para roscar.  
Estanca a la presión de 15 atm.

**Grifo de comprobación.**

Permitirá comprobar la medición del contador.  
De bronce o fundición.  
Espesor mínimo 2 mm.  
Para roscar o embriar.

**Fluxor.**

Permitirá una descarga mínima de 10 litros en 8 segundos.  
De latón o acero inoxidable, provisto de dispositivo de cierre lento.

#### **4.9. Conexiones**

Las conexiones de los equipos y los aparatos a las tuberías se realizarán de tal forma que entre la tubería y el equipo o aparato no se transmita ningún esfuerzo, debido al peso propio y las vibraciones.  
Las conexiones deben ser fácilmente desmontables a fin de facilitar el acceso al equipo en caso de reparación o sustitución. Los elementos accesorios del equipo, tales como válvulas de interceptación y de regulación, instrumentos de medida y control, manguitos amortiguadores de vibraciones, filtros etc., deberán instalarse antes de la parte desmontable de la conexión, hacia la red de distribución.  
Se admiten conexiones roscadas de las tuberías a los equipos o aparatos solamente cuando el diámetro sea igual o menor que DN 50.

#### **4.10. Manguitos pasamuros**

Los manguitos pasamuros deben colocarse en la obra de albañilería o de elementos estructurales cuando éstas se están ejecutando.  
El espacio comprendido entre el manguito y la tubería debe rellenarse con una masilla plástica, que selle totalmente el paso y permita la libre dilatación de la conducción. En algunos casos, puede ser necesario que el material de relleno sea impermeable al paso de vapor de agua.  
Los manguitos deben acabarse a ras del elemento de obra, salvo cuando pasen a través de forjados, en cuyo caso deben sobresalir unos 2 cm. por la parte superior.  
Los manguitos se construirán con un material adecuado y con unas dimensiones suficientes para que pueda pasar con holgura la tubería con su aislante térmico. La holgura no puede ser mayor que 3 cm.  
Cuando el manguito atraviese un elemento al que se le exija una determinada resistencia al fuego, la solución constructiva del conjunto debe mantener, como mínimo, la misma resistencia.  
Se considera que los pasos a través de un elemento constructivo no reducen su resistencia al fuego si se cumple alguna de las condiciones establecidas a este respecto en la NBE-CPI Condiciones de protección contra incendios en los edificios, vigente.

### **5. EJECUCIÓN DE LAS OBRAS.**

#### **5.1 Unión de los tubos y piezas especiales.**

En cualquier caso las juntas serán estancas a la presión de prueba, resistirán los esfuerzos mecánicos y no producirán alteraciones apreciables en el régimen hidráulico de la tubería. Cuando las juntas sean rígidas no se



terminarán hasta que no haya un número suficiente de tubos colocados por delante para permitir su correcta situación en alineación y rasante.

Las juntas para las piezas especiales serán análogas a las del resto de la tubería, salvo el caso de piezas cuyos elementos contiguos deben ser visitables o desmontables, en cuyo caso se colocarán juntas de fácil desmontaje.

Según el tipo de tubería empleada y la función que ésta deba cumplir, las uniones pueden realizarse por soldadura, encolado, rosca, brida, compresión mecánica o junta elástica. Los extremos de las tuberías se prepararán de forma adecuada al tipo de unión que se debe realizar.

Antes de efectuar una unión, se repasarán y limpiarán los extremos de los tubos para eliminar las rebabas que se hubieran formado al cortarlos o aterrajarlos y cualquier otra impureza que pueda haberse depositado en el interior o en la superficie exterior, utilizando los productos recomendados por el fabricante. La limpieza de las superficies de las tuberías de cobre y de materiales plásticos debe realizarse de forma esmerada, ya que de ella depende la estanquidad de la unión.

Las tuberías se instalarán siempre con el menor número posible de uniones; en particular, no se permite el aprovechamiento de recortes de tuberías en tramos rectos.

Entre las dos partes de las uniones se interpondrá el material necesario para la obtención de una estanquidad perfecta y duradera, a la temperatura y presión de servicio.

Cuando se realice la unión de dos tuberías, directamente o a través de un accesorio, aquellas no deben forzarse para conseguir que los extremos coincidan en el punto de acoplamiento, sino que deben haberse cortado y colocado con la debida exactitud.

No deberán realizarse uniones en el interior de los manguitos que atraviesen muros, forjados u otros elementos estructurales.

Los cambios de sección en las tuberías horizontales se efectuarán con manguitos excéntricos y con los tubos enrasados por la generatriz superior para evitar la formación de bolsas de aire.

En las derivaciones horizontales realizadas en tramos horizontales se enrasarán las generatrices superiores del tubo principal y del ramal.

No se permite la manipulación en caliente a pie de obra de tuberías de materiales plásticos, salvo para la formación de abocardados y en el caso de que se utilicen los tipos de plástico adecuados para la soldadura térmica.

El acoplamiento de tuberías de materiales diferentes se hará por medio de bridas; si ambos materiales son metálicos, la junta será dieléctrica. En los circuitos abiertos, el sentido de flujo del agua debe ser siempre desde el tubo de material menos noble hacia el material más noble.

Para instalaciones de suministro de gas por canalización se observarán las exigencias contenidas en la reglamentación específica.

### **Unión mediante bridas.**

Se utilizará para unir canalizaciones y piezas especiales de hierro galvanizado con un diámetro superior a tres pulgadas.

Las válvulas generales de corte del edificio, todas las que se coloquen en la sala de máquinas del grupo de presión si lo hubiese, y las que se instalen en canalizaciones de más de 100 mm, irán provistas de brida.

En las uniones con bridas se intercalarán aros de goma, abrazándose los diferentes elementos con 4 tornillos como mínimo.

Las juntas a base de bridas se ejecutarán interponiendo entre las dos coronas una arandela de goma de tres (3) milímetros de espesor como mínimo, perfectamente centrada, que será fuertemente comprimida con los tornillos pasantes; las tuercas deberán apretarse alternativamente, con el fin de producir una presión uniforme sobre todas las partes de la brida; esta operación se hará también así en el caso en que por fugas de agua fuese necesario ajustar más las bridas. Se prohíben las arandelas de cartón, y la Administración podrá autorizar las juntas a base de goma especial con entramado de alambre o cualquier otro tipo.

Las juntas mecánicas están constituidas a base de elementos metálicos, independientes del tubo, goma o material semejante y tornillos con collarín de ajuste o sin él. En todos los casos es preciso que los extremos de los tubos sean perfectamente cilíndricos para conseguir un buen ajuste de los anillos de goma. Se tendrá especial cuidado en colocar la junta por igual alrededor de la unión, evitando la torsión de los anillos de goma. Los extremos de los tubos no quedarán a tope, sino con un pequeño huelgo, para permitir ligeros movimientos relativos.

En los elementos mecánicos se comprobará que no hay rotura ni defectos de fundición; se examinará el buen estado de los filetes de las rocas de los tornillos y de las tuercas y se comprobará también que los diámetros y longitudes de los tornillos son los que corresponden a la junta propuesta y al tamaño del tubo. Los tornillos y tuercas se apretarán alternativamente, con el fin de producir una presión uniforme sobre todas las partes del collarín y se apretarán inicialmente a mano y al final con llave adecuada, preferentemente con limitación del par de torsión. Como orientación, el par de torsión para tornillos de quince (15) milímetros de diámetro no sobrepasará los siete (7) metros kilogramo; para tornillos de veinticinco (25) milímetros de diámetro será de diez a catorce (10 a 14)

metros kilogramo, y para tornillos con un diámetro de treinta y dos (32) milímetros el par de torsión estará comprendido entre los doce y diecisiete (12 y 17) metros kilogramo.

Cuando la unión de los tubos se efectúe por manguito del mismo material y anillo de goma, además de la precaución general en cuanto a la torsión de los anillos, habrá de cuidarse el centrado perfecto de la junta. Los extremos de los tubos no quedarán en contacto, dejando una separación de uno y medio (1,5) centímetros, para lo cual se podrá señalar la posición final de las juntas para facilitar la comprobación del montaje y del desplazamiento. La posición final de la junta se obtendrá desplazando el manguito o copa y los anillos a mano o con aparatos adecuados. Los anillos podrán ser de sección circular, sección en V o formados por piezas con varios rebordes, equivalentes a otros tantos anillos. El número de anillos de goma será variable y los manguitos o la copa llevarán en su interior rebajes o resaltos para alojar y sujetar estos. Los extremos de los tubos serán torneados. Se mantendrán todas las precauciones de limpieza indicadas para las juntas, limpiándose de cualquier materia extraña que no sea el revestimiento normal.

Las juntas de enchufe y cordón podrán efectuarse en caliente y en frío. Siempre que sea posible, la copa deberá mirar hacia aguas arriba. Cuando no exista cordón en el tubo, la empaquetadura deberá tener más de una vuelta. En las juntas en caliente, el material de empaquetadura podrá ser cordón de amianto, papel tratado, cordón de cáñamo, etc. todo ello libre de sustancias grasientas, aceites o alquitranes y manejados con cuidado para evitar su contaminación; se arrollará alrededor del extremo macho, procurando que el material esté bien seco, y se retacará enérgicamente contra el fondo de la copa con equipo adecuado. En las juntas en caliente, la empaquetadura ocupará aproximadamente el cincuenta por ciento (50%) de la longitud del enchufe, lo que puede ser en peso la décima parte del plomo empleado. El otro cincuenta por ciento (50%) estará ocupado por el plomo, cuyo peso en kilogramos será aproximadamente veinte (20) veces el diámetro del tubo expresado en metros. No debe haber humedad dentro de la junta. La junta terminada se mostrará por todas las partes compacta, dura y uniforme, y se tendrá especial cuidado de no someter a esfuerzos excesivos los enchufes durante el retacado. Las juntas de enchufe y cordón en frío se efectuarán retacando en frío capas sucesivas de cordones de plomo con alma de cáñamo generalmente; las capas sucesivas no deben tener más de dos (2) centímetros de espesor. Las precauciones de retacado, solicitudes en los enchufes, acabados de superficie, etc.. son las mismas que en las juntas en caliente. Para muy altas presiones se emplearán juntas en frío, cordón de hilo de cinc o de hierro entre dos cordones de plomo. En las juntas de enchufe y cordón para tubería de hormigón la profundidad del enchufe, como norma general, no debe ser inferior a diez (10) centímetros, y deberá tener la suficiente armadura para garantizar su integridad y la continuidad de resistencia con el tubo. Cuando hayan de ser retacadas se eliminará todo peligro de tensión en el hormigón, derivado de la diferencia de rigidez simplemente de las tensiones localizadas en las proximidades de la zona retacada. A tal fin, se recomienda que la chapa de enchufe y cordón se suelde a la armadura longitudinal, o si esta no fuese suficiente, se fije mediante soldadura a un alma de chapa embebida en la pared del tubo en una longitud no inferior a cincuenta (50) centímetros. La chapa de acero destinada a formar el enchufe o cordón de la junta debe tener la suficiente rigidez para evitar las posibles deformaciones que puedan producirse durante las operaciones de transporte, colocación y de retacado. Se prohíbe el empleo de chapa de espesor inferior a cinco (5) milímetros.

Las uniones soldadas serán a tope y deberán cumplir las condiciones siguientes:

1. Perfecta coincidencia, regularidad de forma y limpieza de los extremos de los tubos. En caso de no coincidencia se podrá autorizar la colocación de manguito con doble cordón de soldadura de ángulo en solapo.
2. Deberá definirse el tipo de soldadura teniendo en cuenta el grosor de la chapa a soldar.
3. Deberá limitarse la máxima anchura de soldadura.
4. Se elegirá el tipo de electrodo conveniente teniendo en cuenta el tipo de chapa a soldar. Estas uniones se llevarán a cabo por personal calificado.
5. Las soldaduras se someterán a ensayos mecánicos que aseguren una resistencia a tracción igual al menos a la resistencia nominal a la rotura de la chapa.

En los tubos de plástico, cuando se monte la tubería utilizando adhesivos líquidos, estos cumplirán al menos las mismas condiciones que el material que forman los tubos en cuanto a estabilidad, falta de toxicidad, sabor y olor. Se solaparán al menos una longitud igual al diámetro hasta un valor de este de cien (100) milímetros y para diámetros superiores el ochenta por ciento (80%). La adherencia se asegurará con pruebas mecánicas físicas y químicas para alcanzar siempre las cifras características que se pidieron a los tubos.

### **Uniones roscadas.**

Este sistema de unión se utilizará en tuberías y piezas especiales de hierro galvanizado. Para ser estancas estas uniones se aplicará en la rosca una mano de pintura de minio, liándose posteriormente hilos de estopa o cintas de plástico.

### **Uniones soldadas.**

Las uniones de estas tuberías y sus piezas especiales se realizarán por soldaduras de tipo arco eléctrico. Las superficies a soldar se limpiarán previamente con un producto desoxidante.

### **Otras precauciones:**

Evitar rigurosamente acoplar a los terminales hembras tapones cónicos de fundición o roscas cilíndricas no calibradas. Para la estanqueidad es apto el uso de teflón o cáñamo en una cantidad adecuada.

Evitar golpes y cargas excesivas en condiciones de trabajo iguales o inferiores a 0 grados. Evitar el uso de tubos con incisiones o roturas evidentes.

Emplear niveles para dejar los puntos de agua rectos y a la distancia deseada.

Evitar corrientes de aire durante la operación de la soldadura para prevenir tensiones en las soldaduras. Es aconsejable el empleo de manguitos eléctricos sobre todo si la temperatura es muy baja.

En el momento de la fusión mantener el soldador perpendicular al tubo y al racor a fin de evitar soldaduras parciales.

### **5.2 Cortado de los tubos.**

Cortado y aterrajado de tubos de hierro galvanizado.

Se cortarán mediante segueta manual o mecánica, realizándose la rosca mediante una terraja.

### **5.3 Acopio de los materiales de fontanería.**

En caso de acopios de estos materiales, se colocarán en lugar seco, protegidos del polvo y de los golpes, colocando en los extremos abiertos de las canalizaciones unos tapones, para evitar la entrada de objetos y suciedad.

Los materiales procederán de fábrica convenientemente embalados al objeto de protegerlos contra los elementos climatológicos, golpes y malos tratos durante el transporte, así como durante su permanencia en el lugar de almacenamiento.

Cuando el transporte se realice por mar, los materiales llevarán un embalaje especial, así como las protecciones necesarias para evitar toda posibilidad de corrosión marina.

Los embalajes de componentes pesados o voluminosos dispondrán de los convenientes refuerzos de protección y elementos de enganche que faciliten las operaciones de carga y descarga, con la debida seguridad y corrección.

Externamente al embalaje y en lugar visible se colocarán etiquetas que indiquen inequívocamente el material contenido en su interior.

A la llegada a obra se comprobará que las características técnicas de todos los materiales corresponden con las especificadas en proyecto.

### **5.4. Zanjas para alojamiento de tuberías.**

La profundidad mínima de las zanjas se determinará de forma que las tuberías resulten protegidas de los efectos del tráfico y cargas exteriores, así como preservadas de las variaciones de temperatura del medio ambiente. Para ello, el Proyectista deberá tener en cuenta la situación de la tubería (según sea bajo calzada o lugar de tráfico más o menos intenso, o bajo aceras o lugar sin tráfico), el tipo de relleno, la pavimentación si existe, la forma y calidad del lecho de apoyo, la naturaleza de las tierras, etc.. Como norma general bajo calzadas o en terreno de tráfico rodado posible, la profundidad mínima será tal que la generatriz superior de la tubería quede por lo menos a un metro de la superficie; en aceras o lugares sin tráfico rodado puede disminuirse este recubrimiento a sesenta (60) centímetros. Si el recubrimiento indicado como mínimo no pudiera respetarse por razones topográficas, por otras canalizaciones, etc.. se tomarán las medidas de protección necesarias.

Las conducciones de agua potable se situarán en plano superior a las de saneamiento, con distancias vertical y horizontal entre una y otra no menor a un metro medido entre planos tangentes, horizontales y verticales a cada tubería más próximos entre sí. En obras de poca importancia y siempre que se justifique debidamente podrá reducirse dicho valor de un (1) metro hasta cincuenta (50) centímetros. Si estas distancias no pudieran mantenerse o fuera preciso cruces con otras canalizaciones, deberán adoptarse precauciones especiales.

La anchura de las zanjas debe ser la suficiente para que los operarios trabajen en buenas condiciones, dejando, según el tipo de tubería, un espacio suficiente para que el operario instalador pueda efectuar su trabajo con toda garantía. El ancho de la zanja depende del tamaño de la tubería, profundidad de la zanja, taludes de las paredes laterales, naturaleza del terreno y consiguiente necesidad o no de entibación, etc.; como norma general, la

anchura mínima no debe ser inferior a sesenta (60) centímetros y se debe dejar un espacio de quince a treinta (15 a 30) centímetros a cada lado del tubo, según el tipo de juntas. Al proyectar la anchura de la zanja se tendrá en cuenta si su profundidad o la pendiente de su solera exigen el montaje de los tubos con medios auxiliares especiales (pórticos, carretones, etc.). Se recomienda que no transcurran más de ocho días entre la excavación de la zanja y la colocación de la tubería.

En el caso de terrenos arcillosos o margosos de fácil meteorización, si fuese absolutamente imprescindible efectuar con más plazo la apertura de las zanjas, se deberá dejar sin excavar unos veinte (20) centímetros sobre la rasante de la solera para realizar su acabado en plazo inferior al citado.

Las zanjas pueden abrirse a mano o mecánicamente, pero en cualquier caso su trazado deberá ser correcto, perfectamente alineadas en planta y con la rasante uniforme, salvo que el tipo de junta a emplear precise que se abran nichos. Estos nichos del fondo y de las paredes no deben efectuarse hasta el momento de montar los tubos y a medida que se verifique esta operación, para asegurar su posición y conservación.

Se excavará hasta la línea de la rasante siempre que el terreno sea uniforme; si quedan al descubierto piedras, cimentaciones, rocas, etc.. será necesario excavar por debajo de la rasante para efectuar un relleno posterior.

Normalmente esta excavación complementaria tendrá de quince a treinta (15 a 30) centímetros de espesor. De ser preciso efectuar voladuras para las excavaciones, en especial en poblaciones, se adoptarán precauciones para la protección de personas o propiedades, siempre de acuerdo con la legislación vigente y las ordenanzas municipales, en su caso.

El material procedente de la excavación se apilará lo suficiente alejado del borde de las zanjas para evitar el desmoronamiento de estas o que el desprendimiento del mismo pueda poner en peligro a los trabajadores. En el caso de que las excavaciones afecten a pavimentos, los materiales que puedan ser usados en la restauración de los mismos deberán ser separados del material general de la excavación.

El relleno de las excavaciones complementarias realizadas por debajo de la rasante se regularizará dejando una rasante uniforme. El relleno se efectuará preferentemente con arena suelta, grava o piedra machacada, siempre que el tamaño superior de esta no exceda de dos (2) centímetros. Se evitará el empleo de tierras inadecuadas. Estos rellenos se apisonarán cuidadosamente por tongadas y se regularizará la superficie. En el caso de que el fondo de la zanja se rellene con arena o grava los nichos para las juntas se efectuarán en el relleno. Estos rellenos son distintos de las camas de soporte de los tubos y su único fin es dejar una rasante uniforme.

Cuando por su naturaleza el terreno no asegure la suficiente estabilidad de los tubos o piezas especiales, se compactará o consolidará por los procedimientos que se ordenen y con tiempo suficiente. En el caso de que se descubra terreno excepcionalmente malo se decidirá la posibilidad de construir una cimentación especial (apoyos discontinuos en bloques, pilotajes, etc..).

## **5.5. Montaje de tubos y relleno de zanjas.**

El montaje de la tubería deberá realizarlo personal experimentado, que, a su vez, vigilará el posterior relleno de zanja, en especial la compactación directamente a los tubos.

Generalmente los tubos no se apoyarán directamente sobre la rasante de la zanja, sino sobre camas. Para el cálculo de las reacciones de apoyo se tendrá en cuenta el tipo de cama. Salvo cláusulas distintas en el pliego de prescripciones técnicas particulares, se tendrá en cuenta lo siguiente, según el diámetro del tubo, la calidad y naturaleza del terreno.

1. En tuberías de diámetro inferior a treinta (30) centímetros serán suficientes camas de grava, arena o gravilla o suelo mejorado con un espesor mínimo de quince (15) centímetros.
2. En tuberías con diámetro comprendido entre treinta (30) y sesenta (60) centímetros, el proyectista tendrá en cuenta las características del terreno, tipo de material, etc.. y tomará las precauciones necesarias, llegando, en su caso, a las descritas en el párrafo siguiente.

3. En tuberías con diámetro superior a sesenta centímetros se tendrá en cuenta:

- a) Terrenos normales y de roca. En este tipo de terrenos se extenderá un lecho de gravilla o de piedra machacada, con un tamaño máximo de veinticinco (25) milímetros y mínimo de cinco (5) milímetros a todo lo ancho de la zanja con espesor de un sexto ( $1/6$ ) del diámetro exterior del tubo y mínimo de veinte (20) centímetros; en este caso la gravilla actuará de drenaje, al que se le dará salida en los puntos convenientes.
- b) Terreno malo. Si el terreno es malo (fangos, rellenos, etc..) se extenderá sobre toda la solera de la zanja una capa de hormigón pobre, de zahorra, de ciento cincuenta (150) kilogramos de cemento por metro cúbico y con un espesor de quince (15) centímetros.

Sobre esta capa se situarán los tubos, y hormigonando posteriormente con hormigón de doscientos (200) kilogramos de cemento por metro cúbico, de forma que el espesor entre la generatriz inferior del tubo y la solera de hormigón pobre tenga quince (15) centímetros de espesor. El hormigón se extenderá hasta que

la capa de apoyo corresponda a un ángulo de ciento veinte grados sexagesimales ( $120^\circ$ ) en el centro del tubo.

c) Terrenos excepcionalmente malos. Los terrenos excepcionalmente malos como los deslizantes, los que estén constituidos por arcillas expansivas con humedad variable, los que por estar en márgenes de ríos de previsible desaparición y otros análogos, se tratarán con disposiciones adecuadas en cada caso, siendo criterio general procurar evitarlos, aún con aumento del presupuesto.

Antes de bajar los tubos a la zanja se examinarán estos y se apartarán los que presenten deterioros perjudiciales. Se bajarán al fondo de la zanja con precaución, empleando los elementos adecuados según su peso y longitud. Una vez los tubos en el fondo de la zanja, se examinarán para cerciorarse de que su interior está libre de tierra, piedras, útiles de trabajo, etc.. y se realizará su centrado y perfecta alineación, conseguido lo cual se procederá a calzarlos y acodarlos con un poco de material de relleno para impedir su movimiento. Cada tubo deberá centrarse perfectamente con los adyacentes; en el caso de zanjas con pendientes superiores al diez por ciento (10 por 100) la tubería se colocará en sentido ascendente. En el caso de que, a juicio de la Administración, no sea posible colocarla en sentido ascendente se tomarán las precauciones debidas para evitar el deslizamiento de los tubos. Si se precisase reajustar algún tubo, deberá levantarse el relleno y prepararlo como para su primera colocación.

Cuando se interrumpa la colocación de tubería se taponarán los extremos libres para impedir la entrada de agua o cuerpos extraños, procediendo no obstante esta precaución a examinar con todo cuidado el interior de la tubería al reanudar el trabajo por si pudiera haberse introducido algún cuerpo extraño en la misma.

Las tuberías y zanjas se mantendrán libres de agua, agotando con bomba o dejando desagües en la excavación. Para proceder al relleno de las zanjas se precisará autorización expresa de la Administración.

Generalmente no se colocarán más de cien (100) metros de tubería sin proceder al relleno, al menos parcial, para evitar la posible flotación de los tubos en caso de inundación de la zanja y también para protegerlos, en lo posible de los golpes.

Una vez colocada la tubería, el relleno de las zanjas se compactará por tongadas sucesivas. Las primeras tongadas hasta unos treinta (30) centímetros por encima de la generatriz superior del tubo se harán evitando colocar piedras o gravas con diámetros superiores a dos (2) centímetros y con un grado de compactación no menor del 95 por 100 del Proctor Normal. Las restantes podrán contener material más grueso, recomendándose, sin embargo, no emplear elementos de dimensiones superiores a los veinte (20) centímetros en el primer metro, y con un grado de compactación del 100 por 100 del Proctor Normal. Cuando los asientos previsibles de las tierras de relleno no tengan consecuencias de consideración, se podrá admitir el relleno total con una compactación al 95 por 100 del Proctor Normal. Se tendrá especial cuidado en el procedimiento empleado para terraplenar zanjas y consolidar rellenos, de forma que no produzcan movimientos en las tuberías. No se rellenarán las zanjas, normalmente, en tiempo de grandes heladas o con material helado.

## **5.6. Sujeción y apoyo en codos, derivaciones y otras piezas.**

Una vez montados los tubos y las piezas, se procederá a la sujeción y apoyo de los codos, cambios de dirección, reducciones, piezas de derivación y en general todos aquellos elementos que estén sometidos a acciones que puedan originar desviaciones perjudiciales.

Según la importancia de los empujes, estos apoyos o sujeciones serán de hormigón o metálicos, establecidos sobre terrenos de resistencia suficiente y con el desarrollo preciso para evitar que puedan ser movidos por los esfuerzos soportados.

Los apoyos, salvo prescripción expresa contraria, deberán ser colocados en forma tal que las juntas de las tuberías y de los accesorios sean accesibles para su reparación.

Las barras de acero o abrazaderas metálicas que se utilicen para anclaje de la tubería deberán ser galvanizadas o sometidas a otro tratamiento contra la oxidación, incluso pintándolas adecuadamente o embebiéndolas en hormigón.

Para estas sujeciones y apoyos se prohíbe en absoluto el empleo de cuñas de piedra o de madera que puedan desplazarse.

Cuando las pendientes sean excesivamente fuertes o puedan producirse deslizamientos, se efectuarán los anclajes precisos de las tuberías mediante hormigón armado o abrazaderas metálicas o bloques de hormigón suficientemente cimentados en terreno firme.

## **5.7. Obras de fábrica.**

Las obras de fábrica necesarias para alojamiento de válvulas, ventosas y otros elementos se constituirán con las dimensiones adecuadas para fácil manipulación de aquellas. Se protegerán con las tapas adecuadas de fácil manejo y de resistencia apropiada al lugar de su ubicación.

Se dispondrán de tal forma que no sea necesaria su demolición para la sustitución de tubos, piezas y demás elementos. En caso de necesidad deberán tener el adecuado desagüe.

Es conveniente normalizar todo lo posible los tipos y clase de estas obras de fábrica dentro de cada servicio.

### **5.8. Replanteo**

Antes de comenzar los trabajos de montaje la empresa instaladora deberá efectuar el replanteo de todos y cada uno de los elementos de la instalación. El replanteo deberá contar con la aprobación del director de la instalación.

### **5.9. Cooperación con otros contratistas.**

La empresa instaladora deberá cooperar plenamente con los otros contratistas, entregando toda la documentación necesaria a fin de que los trabajos transcurran sin interferencias ni retrasos.

### **5.10. Limpieza**

Durante el curso del montaje de las instalaciones se deberán evacuar de la obra todos los materiales; sobrantes de trabajos efectuados con anterioridad, como embalajes, retales de tuberías, conductos y materiales aislantes etc. Asimismo, al final de la obra, se deberán limpiar perfectamente de cualquier suciedad todas las unidades terminales, equipos de salas de máquinas, instrumentos de medida y control, cuadros eléctricos etc., dejándolos en perfecto estado.

### **5.11. Ruidos y vibraciones**

Toda instalación debe funcionar, bajo cualquier condición de carga, sin producir ruidos o vibraciones que puedan considerarse inaceptables o que rebasen los niveles máximos establecidos en este reglamento.

Las correcciones que deban introducirse en los equipos para reducir su ruido o vibración deben adecuarse a las recomendaciones del fabricante del equipo y no deben reducir las necesidades mínimas especificadas en proyecto.

### **5.12. Accesibilidad**

Los elementos de medida, control, protección y maniobra se deben instalar en lugares visibles y fácilmente accesibles, sin necesidad de desmontar ninguna parte de la instalación, particularmente cuando cumpla funciones de seguridad.

Los equipos que necesiten operaciones periódicas de mantenimiento deben situarse en emplazamientos que permitan la plena accesibilidad de todas sus partes, ateniéndose a los requerimientos mínimos más exigentes entre los marcados por la reglamentación vigente y las recomendaciones del fabricante.

Para aquellos equipos dotados de válvulas, compuertas, unidades terminales, elementos de control etc. que, por alguna razón, deban quedar ocultos, se preverá un sistema de acceso fácil por medio de puertas, mamparas, paneles u otros elementos. La situación exacta de estos elementos de acceso será suministrada durante la fase de montaje y quedará reflejada en los planos finales de la instalación.

### **5.13. Pendientes**

La colocación de la red de distribución del fluido caloportador se hará siempre de manera que se evite la formación de bolsas de aire.

En los tramos horizontales las tuberías tendrán una pendiente ascendente hacia el purgador más cercano o hacia el vaso de expansión, cuando éste sea de tipo abierto y, preferentemente, en el sentido de circulación del fluido. El valor de la pendiente será igual al 0,2% como mínimo, tanto cuando la instalación esté fría como cuando esté caliente.

No obstante, cuando, como consecuencia de las características de la obra, tengan que instalarse tramos con pendientes menores que las anteriormente señaladas, se utilizarán tuberías de diámetro inmediatamente mayor que el calculado.

#### **5.14. Purgas**

La eliminación del aire en los circuitos se obtendrá de forma distinta según el tipo de circuito.

En circuitos de tipo abierto, como los de las torres de refrigeración, la pendiente de la tubería será ascendente hacia la bandeja de la torre, si ésta está situada en la parte alta del circuito, de tal manera que se favorezca la tendencia del aire a desplazarse hacia las partes superiores del circuito y, con la ayuda del movimiento del agua, se elimine aquel automáticamente y rápidamente.

En los circuitos cerrados, donde se crean puntos altos debidos al trazado (finales de columnas, conexiones a unidades terminales etc.) o a las pendientes mencionadas anteriormente, se instalarán purgadores que eliminen el aire que allí se acumule, preferentemente de forma automática.

Los purgadores deben ser accesibles y la salida de la mezcla aire-agua debe conducirse, salvo cuando estén instalados sobre ciertas unidades terminales, de forma que la descarga sea visible. Sobre la línea de purga se instalará una válvula de interceptación, preferentemente de esfera o de cilindro.

En las salas de máquinas los purgadores serán, preferentemente, de tipo manual, con válvulas de esfera o de cilindro como elementos de actuación. Su descarga debe conducirse a un colector común, de tipo abierto, en el que se situarán las válvulas de purga, en un lugar visible y accesible.

#### **5.15. Soportes**

Para el dimensionado, y la disposición de los soportes de tuberías se seguirán las prescripciones marcadas en las normas UNE correspondientes al tipo de tubería. En particular, para las tuberías de acero, se seguirán las prescripciones marcadas en la instrucción UNE 100152.

Con el fin de reducir la posibilidad de transmisión de vibraciones, formación de condensaciones y corrosión, entre tuberías y soportes metálicos debe interponerse un material flexible no metálico, de dureza y espesor adecuados. Para las tuberías preaisladas, en instalaciones aéreas o enterradas, se seguirán las instrucciones que al respecto dicte el fabricante de las mismas.

#### **5.16 Protección contra el hielo**

Las tuberías de distribución de agua fría, deben protegerse contra el hielo y contra el calor del exterior. Las conducciones que no se utilicen con continuidad y tengan riesgo de hielo deben ser seccionables y vaciarlas.

Las conducciones bajo el terreno para alimentación de edificios antiguos, establos, casas de campo, talleres, etc., deben ser emplazadas a una profundidad tal que sea evitado el peligro de hielo. Esta profundidad que depende del clima y del tipo de terreno varía desde 0,8 hasta 1,5 m. No se deben instalar las tuberías en paredes exteriores. Deben por consiguiente ser instaladas de forma tal que el conjunto de las tuberías puedan calorifugarse para su protección contra el hielo o la dispersión de calor.

No deberán ser colocadas conducciones de agua fría y caliente en el interior de un único envolvente de calorifugado.

### **6. CONDICIONES DE LA INSTALACIÓN DE SANEAMIENTO.**

Este Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Tuberías de Saneamiento de Poblaciones será de aplicación en la realización de suministros, explotación de servicios o ejecución de las obras y colocación de los tubos, uniones y demás piezas especiales necesarias para formar conducciones de saneamiento, cuyo proyecto, ejecución, inspección, dirección o explotación corresponda al Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo.

Este Pliego contempla únicamente los tubos de sección circular; las alcantarillas visitables y las secciones ovales quedan por tanto excluidas. En el caso en que se considere adecuada la utilización de ovales deberá justificarse previamente y habrá que tener especial cuidado en la elección del tipo de junta y su ejecución. En todo caso deberán cumplir las condiciones de los materiales y de estanquidad que se fijan en este Pliego para los tubos del mismo material de sección circular.

Se entenderá que el contratista conoce las prescripciones establecidas en este Pliego, a las que queda obligado.

#### **6.1. Presión interior.**

Como principio general la red de saneamiento debe proyectarse de modo que en régimen normal, las tuberías que la constituyen no tengan que soportar presión interior.

Sin embargo, dado que la red de saneamiento puede entrar parcialmente en carga debido a caudales excepcionales o por obstrucción de una tubería deberá resistir una presión interior de 1 kp/cm<sup>2</sup> (0,098 Mp).

## **6.2. Clasificación de los tubos.**

Los tubos para saneamiento se caracterizan por su diámetro nominal y por su resistencia a la flexión transversal, resistencia al aplastamiento. En relación con ésta última característica se establecerán las diferentes series de tubos. La clasificación por serie se establecerá, según el material de que estén constituidos los tubos, por las características que a continuación se indican:

En los tubos de hormigón en masa, hormigón armado, de amianto-cemento y grés, las series se definen por su resistencia al aplastamiento expresada por la carga en kp/m<sup>2</sup>. El producto de esta carga por el diámetro nominal es el valor mínimo admisible de la carga lineal de prueba en el ensayo de aplastamiento exigido en el punto 3º del artículo 4.1.

1. En los tubos de policloruro de vinilo no plastificado y polietileno de alta densidad la serie normalizada viene definida por el diámetro nominal y espesor según las tablas normalizadas.
2. En los tubos de poliéster reforzado con fibra de vidrio las series se identificarán por la rigidez circunferencial específica del tubo a corto plazo (RCE), pero en cada caso se especificará por el fabricante el factor de reducción para obtener la correspondiente rigidez a largo plazo (50 años).

## **6.3. Diámetro nominal.**

El diámetro nominal (DN) es un número convencional de designación, que sirve para clasificar por dimensiones los tubos, piezas y demás elementos de las conducciones, expresado en milímetros, de acuerdo con la siguiente convención:

En tubos de hormigón, amianto-cemento, grés y poliéster reforzado, con fibra de vidrio, el DN es el diámetro interior teórico.

En tubos de policloruro de vinilo no plastificado y polietileno de alta densidad el diámetro nominal es el diámetro exterior teórico.

## **6.4. Condiciones generales de los tubos.**

La superficie interior de cualquier elemento será lisa, no pudiendo admitirse otros efectos de regularidad que los de carácter accidental o local que queden dentro de las tolerancias prescritas y que no representen merma de la calidad ni de la capacidad de desagüe. La reparación de tales defectos no se realizará sin la previa autorización de la Administración.

La Administración se reserva el derecho de verificar previamente, por medio de sus representantes, los modelos, moldes y encofrados que vayan a utilizarse para la fabricación de cualquier elemento.

Los tubos y demás elementos de la conducción estarán bien acabados, con espesores uniformes y cuidadosamente trabajados, de manera que las superficies exteriores y especialmente las interiores queden regulares y lisas, terminando el tubo en sus secciones extremas con aristas vivas.

Las características físicas y químicas de la tubería, serán inalterables a la acción de las aguas que deban transportar, debiendo la conducción resistir sin daños todos los esfuerzos que esté llamada a soportar en servicio y durante las pruebas y mantenerse la estanquidad de la conducción a pesar de la posible acción de las aguas.

Todos los elementos deberán permitir el correcto acoplamiento del sistema de juntas empleado para que éstas sean estancas; a cuyo fin los extremos de cualquier elemento estarán perfectamente acabados para que las juntas sean impermeables, sin defectos que repercutan en el ajuste y montaje de las mismas, evitando tener que forzarlas.

## **6.5. Marcado.**

Los tubos deben llevar marcado como mínimo, de forma legible e indeleble los siguientes datos:

- Marca del fabricante.
- Diámetro nominal.



- La sigla SAN que indica que se trata de un tubo de saneamiento, seguida de la indicación de la serie de clasificación a que pertenece el tubo.
- Fecha de fabricación y marcas que permita identificar los controles a que ha sido sometido el lote a que pertenece el tubo y el tipo de cemento empleado en la fabricación en su caso.

#### **6.6. Pruebas en fábrica y control de calidad de los tubos.**

La Dirección se reserva el derecho de realizar, por medio de sus representantes, cuantas verificaciones de fabricación y ensayos de materiales estime precisos para el control de los mismos, según las prescripciones de este Pliego. A estos efectos, el contratista, en el caso de no proceder por sí mismo a la fabricación de los tubos deberá hacer constar este derecho de la Administración en su contrato con el fabricante.

Cuando se trate de elementos fabricados expresamente para una obra, el fabricante avisará al Director de Obra, con quince días de antelación como mínimo del comienzo de la fabricación y de la fecha en que se propone efectuar las pruebas.

El Director de obra, podrá exigir al contratista certificado de garantía de que se efectuaron en forma satisfactoria los ensayos y de que los materiales utilizados en la fabricación cumplieron las especificaciones correspondientes. Este certificado podrá sustituirse por un sello de calidad reconocido oficialmente.

#### **6.7. Entrega en obra de los tubos y elementos.**

Cada entrega irá acompañada de un albarán especificando naturaleza, número, tipo y referencia de las piezas que la componen, y deberán hacerse con el ritmo y plazo señalados en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares o en su caso, por el Director de Obra. Las piezas que hayan sufrido averías durante el transporte o que presenten defectos, serán rechazadas.

#### **6.8. Aceptación o rechazo de los tubos.**

El Director de Obra, si lo estima necesario, podrá ordenar en cualquier momento la realización de ensayos sobre lotes, aunque hubiesen sido ensayados en fábrica para lo cual el contratista, avisado previamente por escrito, facilitará los medios necesarios para realizar estos ensayos, de los que se levantará acta, y los resultados obtenidos en ellos prevalecerán sobre cualquier otro anterior.

Clasificado el material por lotes, los ensayos se efectuarán según se indica en apartados anteriores, sobre muestras tomadas de cada lote, de forma que los resultados que se obtengan se asignarán al total del lote.

Cuando una muestra no satisfaga un ensayo se repetirá este mismo sobre dos muestras más del lote ensayado. Si también falla uno de estos ensayos, se rechazará el lote ensayado, aceptándose si el resultado de ambos es bueno, con excepción del tubo defectuoso ensayado.

#### **6.9. Condiciones generales de las juntas.**

En la elección del tipo de junta, el Proyectista deberá tener en cuenta las solicitudes a que ha de estar sometida la tubería especialmente las externas, rigidez de la cama de apoyo, etc. así como la agresividad del terreno, del afluente y de la temperatura de este y otros agentes que puedan alterar los materiales que constituyen la junta. En cualquier caso las juntas serán estancas tanto a la presión de prueba de estanquidad de los tubos, como a posibles infiltraciones exteriores; resistirán los esfuerzos mecánicos y no producirán alteraciones apreciables en el régimen hidráulico de la tubería.

El contratista está obligado a presentar planos y detalles de la junta que se va a emplear de acuerdo con las condiciones del proyecto, así como tolerancias características de los materiales, elementos que la forman y descripción del montaje, al objeto de que el Director de Obra, caso de aceptarla, previas las pruebas y ensayos que juzgue oportunos, pueda comprobar en todo momento la correspondencia entre el suministro y montaje de las juntas y la proposición aceptada.

Las juntas que se utilizarán podrán ser según el material con que está fabricado el tubo: manguito del mismo material y características del tubo con anillos elásticos, copa con anillo elástico, soldadura u otras que garanticen su estanquidad y perfecto funcionamiento. Los anillos serán de caucho natural o sintético y cumplirán la UNE 53.590/75, podrán ser de sección circular, sección en V o formados por piezas con rebordes, que asegure la estanquidad.

El sistema podrá estar constituido por varios anillos elásticos y los manguitos o la copa podrán llevar en su interior rebajes o resaltos para alojar y sujetar aquellos.

La estanquidad de las juntas efectuadas con corchete es muy difícil de conseguir, por lo que no deben utilizarse salvo que se justifique en el proyecto y se extremen las precauciones de ejecución.

Las juntas de los tubos de polietileno de alta densidad se harán mediante soldadura a tope que se efectuarán por operario especialista expresamente calificado por el fabricante.

Para la junta que precise en obra trabajos especiales para su ejecución (soldadura, hormigonado, retacado, etc..) el contratista propondrá a la Dirección de Obra los planos de ejecución de estas y el detalle completo de la ejecución y características de los materiales, en el caso de que no estén totalmente definidas en el Proyecto. El Director de Obra, previos los análisis y ensayos que estime oportunos, aceptará la propuesta o exigirá las modificaciones que considere convenientes.

Para usos complementarios podrán emplearse, en tubos de Policloruro de Vinilo no plastificado, uniones encoladas con adhesivos y solo en los tubos de diámetro igual o menor de doscientos cincuenta milímetros, con la condición de que sean ejecutados por un operario especialista expresamente calificado por el fabricante, y con el adhesivo indicado por éste, que no deberá despegarse con la acción agresiva del agua y deberá cumplir la UNE 53.174/85. El lubricante que eventualmente se emplee en las operaciones de unión de los tubos con junta elástica no debe ser agresivo, ni para el material del tubo, ni para el anillo elastomérico, incluso a temperaturas del afluente elevadas.

### **6.11. Sumideros y rejillas de desagüe de PVC**

Los sumideros situados en los lugares indicados en los planos estarán realizados a base de PVC con rejilla, cerco de acoplamiento en PVC y sistema de cierre sifónico.

Las rejillas estarán formadas por piezas de longitud no superior a 1 m acoplables y dispondrán de un canal de evacuación realizado también en PVC.

Tanto sumideros como rejillas tendrán espesor suficiente para permitir el paso de vehículos.

### **6.12. Aparatos Sanitarios**

Serán de cerámica, acero inoxidable o fundición esmaltada.

La distribución se ajustará a las indicaciones de los planos del Proyecto.

Los aparatos sanitarios quedarán siempre nivelados. Se comprobarán de la forma siguiente:

- Para bañeras, lavabos, fregaderos, lavaderos, etc. por la horizontabilidad del borde anterior de la cubeta.
- Para los bidés, cubetas de inodoros, etc. por la horizontabilidad de sus gargantas laterales.

Los aparatos podrán ir fijados al suelo mediante tornillos de anclaje y fijados al muro mediante ménsulas, pernos o tornillos sobre tacos de madera.

Los recipientes presentarán las siguientes características:

- a) Homogeneidad de la pasta (productos cerámicos).
- b) Inalterabilidad y resistencia del esmalte (productos cerámicos).
- c) La evacuación será rápida, silenciosa y total.

### **6.13. Grifería**

La grifería presentará las características siguientes:

- No presentará defectos.
- Las maniobras de apertura y cierre no han de producir ningún ruido, zumbido o vibración.
- La empaquetadura debe ser estanca.
- Las condiciones anteriores deberán ser cumplidas bajo todas las presiones, tanto de servicio como de prueba.
- El sistema de cierre no deberá producir golpes de ariete capaces de provocar la subida de presión al doble de la de servicio fijado.
- Desde el punto de vista del acabado de fabricación los grifos deberán tener el exterior pulimentado, limado o desbastados según los casos, o simplemente fundido, pero en todos los casos perfectamente desbarbados, sin asperezas ni cavidades. Además las partes que trabajen deberán estar perfectamente mecanizadas y funcionar sin juego apreciable.
- Los pasos de rosca deberán corresponder a los normalizados.

Todas las griferías se desmontarán antes de su colocación y se ensebarán para evitar goteos y suavizar su funcionamiento.

El grifo no se recibirá con mortero de cemento en la cerámica del aparato.

#### **6.14. Aislamiento de espuma elastomérica**

Todas las superficies y tuberías estarán perfectamente limpias y secas antes de aplicarse el aislamiento y una vez que tubería y equipos hayan sido sometidos a las pruebas y ensayos de presión.

Para aislar tuberías que todavía no estén instaladas en su lugar definitivo, se deslizará la coquilla por la tubería antes de roscarla o soldarla. Una vez colocados se aplicará una fina capa de pegamento presionando las superficies a unir. Para aislar tuberías ya instaladas se cortará la coquilla flexible longitudinalmente con un cuchillo. Cortada la coquilla se debe encajar en la tubería. El corte y las uniones se sellarán con pegamento aplicado uniformemente y ligeramente, presionando las dos superficies una contra otra firmemente durante algunos minutos después de aplicar el pegamento para que se sellen las células de la coquilla formando una barrera de vapor. Se aislarán igualmente todas las válvulas y accesorios.

Una vez colocado el aislamiento se procederá a la protección y señalización de las conducciones con dos capas de pintura vinílica.

**DOCUMENTO IV – PRESUPUESTO**