

# Memoria de Cálculo

Unidad Básica Sanitaria

## Índice

1.	INTRODUCCIÓN .....	1
2.	FONTANERÍA .....	1
3.	AGUAS GRISES.....	7
4.	SANEAMIENTO.....	8
5.	ELECTRICIDAD .....	9

## 1. Introducción

La Unidad Básica Sanitaria (USB), tal y como va a ser diseñada en el presente documento ha de constar de los siguientes elementos de cálculo:

- ❖ Fontanería.
- ❖ Saneamiento.

Se disponen de elementos de fontanería y de saneamiento en los dos módulos de los que consta la UBS.

Con el fin de tener un servicio acorde con la normativa actual, en el presente documento se presentan los cálculos necesarios para el dimensionado de la UBS.

## 2. Fontanería.

Los cálculos que a continuación se detallan sirven para dimensionar la red de abastecimiento desde el punto en que la empresa municipal de abastecimiento entrega el agua.

En primer lugar, se va a comprobar que la presión ofrecida por el servicio municipal de aguas de Sevilla es la suficiente como para que en los elementos más elevados del módulo situado en la parte superior se tenga una presión correcta.

Para ello se tienen los siguientes datos de partida:

- Presión de entrada: 20mca
- Velocidad agua en tuberías: 1,5m/s
- Caudales aparatos instalados. Véase tabla 1.

Aparato	Q		Observaciones
	Agua Fría	Agua Caliente	
Acumulador eléctrico (100 l)	0,25		
Ducha	0,2	0,2	
Inodoro	0,1		con depósito
Lavadero	0,2	0,2	

Tabla 1: Caudales instantáneos mínimos (dm<sup>3</sup>/s)

A partir del caudal instalado, y aplicando los coeficientes de simultaneidad, obtenemos el caudal de cálculo. Los coeficientes de simultaneidad están calculados en función del tipo de suministro al que pertenece cada instalación. Se ha previsto que el coeficiente de simultaneidad no descienda de 0,05 en ningún caso.

La instalación se ha dividido en diversos tramos y en ellos se tiene en cuenta los diversos aparatos a los que se sirve. A continuación se detallan los diversos tramos aplicados:

- Tramo 1-2: Desde el Contador hasta la división realizada en el primer módulo.
- Tramo 2-3: Red instalada en el módulo inferior.
- Tramo 2-4: Desde el punto de división del módulo inferior al módulo superior.
- Tramo 4-5: Red de duchas.
- Tramo 4-6: Red con destino termo y lavaderos.
- Tramo 6-7: Red al termo.
- Tramo 6-8: Red desde división del termo a los lavaderos.
- Tramo 7-9: Red de agua caliente hasta división.
- Tramo 9-10: Red duchas caliente.
- Tramo 9-11: Red lavaderos caliente.

A continuación se muestran las diversas tablas en las que se indican los aparatos y caudales, así como el coeficiente de simultaneidad.

Zona	Aparato	Agua Fría	A. Caliente	Total	Nº inodoros	Nº grifos
Módulo Superior	ducha	0,2	0,2	0,4	0	1
	ducha	0,2	0,2	0,4	0	1
	ducha	0,2	0,2	0,4	0	1
	ducha	0,2	0,2	0,4	0	1
	ducha	0,2	0,2	0,4	0	1
	Lavadero	0,2	0,2	0,4	0	1
	Lavadero	0,2	0,2	0,4	0	1
	Lavadero	0,2	0,2	0,4	0	1
	Lavadero	0,2	0,2	0,4	0	1
	Acumulador eléctrico (100 l)	0,25	0	0,25	0	1
Módulo Inferior	inodoro	0,1	0	0,1	1	1
	inodoro	0,1	0	0,1	1	1
	inodoro	0,1	0	0,1	1	1
	inodoro	0,1	0	0,1	1	1
<b>Total</b>		2,45	1,80	4,25	4	14
<b>Simultaneo</b>		0,74	1,80	2,54	2	0,302

Tabla 2: Aparatos y Caudales Tramo 1-2

Zona	Aparato	Agua Fría	A. Caliente	Total	Nº inodoros	Nº grifos
Módulo Inferior	inodoro	0,1	0	0,1	1	1
	inodoro	0,1	0	0,1	1	1
	inodoro	0,1	0	0,1	1	1
	inodoro	0,1	0	0,1	1	1
	inodoro	0,1	0	0,1	1	1
<b>Total</b>		0,50	0,00	0,5	5	5
<b>Simultaneo</b>		0,50	0,00	0,50	2	1,000

Tabla 3: Aparatos y Caudales Tramo 2-3

Zona	Aparato	Agua Fría	A. Caliente	Total	Nº inodoros	Nº grifos
Módulo Superior	Acumulador eléctrico (100 l)	0,25	0	0,25	0	1
	ducha	0,2	0,2	0,4	0	1
	ducha	0,2	0,2	0,4	0	1
	ducha	0,2	0,2	0,4	0	1
	ducha	0,2	0,2	0,4	0	1
	ducha	0,2	0,2	0,4	0	1
	lavadero	0,2	0,2	0,4	0	1
	lavadero	0,2	0,2	0,4	0	1
	lavadero	0,2	0,2	0,4	0	1
	lavadero	0,2	0,2	0,4	0	1
<b>Total</b>		2,05	0,00	3,85	0	10
<b>Simultaneo</b>		0,68	0,00	0,68	0	0,333

Tabla 4: Aparatos y Caudales Tramo 2-4

Zona	Aparato	Agua Fría	A. Caliente	Total	Nº inodoros	Nº grifos
Módulo Superior	Ducha	0,2	0,2	0,4	0	1
	Ducha	0,2	0,2	0,4	0	1
	Ducha	0,2	0,2	0,4	0	1
	Ducha	0,2	0,2	0,4	0	1
	Ducha	0,2	0,2	0,4	0	1
<b>Total</b>		1,00	0,00	2,00	0,00	5,00
<b>Simultaneo</b>		0,50	0,00	0,50	0	0,500

Tabla 5: Aparatos y Caudales Tramo 4-5

Zona	Aparato	Agua Fría	A. Caliente	Total	Nº inodoros	Nº grifos
Módulo Superior	Lavadero	0,2	0,2	0,4	0	1
	Lavadero	0,2	0,2	0,4	0	1
	Lavadero	0,2	0,2	0,4	0	1
	Lavadero	0,2	0,2	0,4	0	1
	Acumulador eléctrico (100 l)	0,25	0	0,25	0	1
<b>Total</b>		1,05		1,85	0,00	5,00
<b>Simultaneo</b>		0,53	0,00	0,53	0	0,500

Tabla 6: Aparatos y Caudales tramo 4-6

Zona	Aparato	Agua Fría	A. Caliente	Total	Nº inodoros	Nº grifos
Módulo Superior	Acumulador eléctrico (100 l)	0,25	0	0,25	0	1
<b>Total</b>		0,25	0,00	0,25	0,00	1,00
<b>Simultaneo</b>		0,25	0,00	0,25	0	1,000

Tabla 7: Aparatos y Caudales tramo 6-7

Zona	Aparato	Agua Fría	A. Caliente	Total	Nº inodoros	Nº grifos
Módulo Superior	Lavadero	0,2	0,2	0,4	0	1
	Lavadero	0,2	0,2	0,4	0	1
	Lavadero	0,2	0,2	0,4	0	1
	Lavadero	0,2	0,2	0,4	0	1
<b>Total</b>		0,80	0,00	1,60	0,00	4,00
<b>Simultaneo</b>		0,46	0,00	0,46	0	0,577

Tabla 8: Aparatos y Caudales tramo 6-8

Zona	Aparato	Agua Fría	A. Caliente	Total	Nº inodoros	Nº grifos
Módulo Superior	ducha	0,2	0,2	0,4	0	1
	ducha	0,2	0,2	0,4	0	1
	ducha	0,2	0,2	0,4	0	1
	ducha	0,2	0,2	0,4	0	1
	Lavadero	0,2	0,2	0,4	0	1
	Lavadero	0,2	0,2	0,4	0	1
	Lavadero	0,2	0,2	0,4	0	1
	Lavadero	0,2	0,2	0,4	0	1
Total		1,60	3,20	0,00	8,00	
Simultaneo		0,00	1,60	1,60	0	0,378

Tabla 9: Aparatos y Caudales tramo 7-9

Zona	Aparato	Agua Fría	A. Caliente	Total	Nº inodoros	Nº grifos
Módulo Superior	ducha	0,2	0,2	0,4	0	1
	ducha	0,2	0,2	0,4	0	1
	ducha	0,2	0,2	0,4	0	1
	ducha	0,2	0,2	0,4	0	1
Total		0,80		1,60	0,00	4,00
Simultaneo		0,00	0,80	0,80	0	0,577

Tabla 10: Aparatos y Caudales tramo 9-10

Zona	Aparato	Agua Fría	A. Caliente	Total	Nº inodoros	Nº grifos
Módulo Superior	Lavadero	0,2	0,2	0,4	0	1
	Lavadero	0,2	0,2	0,4	0	1
	Lavadero	0,2	0,2	0,4	0	1
	Lavadero	0,2	0,2	0,4	0	1
Total		0,80		1,60	0,00	4,00
Simultaneo		0,00	0,80	0,80	0	0,577

Tabla 11: Aparatos y Caudales tramo 9-11

Para el cálculo del diámetro de las tuberías, los caudales de cada núcleo húmedo se verán afectados por un coeficiente de simultaneidad ( $k_a$ ), ya que es difícil que todos los aparatos a los que sirve una canalización actúen de forma simultánea.

Dicho coeficiente se obtiene de la siguiente fórmula:

$$K_a = 1 / (n - 1)^{1/2}$$

Siendo:

$K_a$  coeficiente de simultaneidad.

$n$  número total de puntos de agua fría instalada.

Una vez obtenido el caudal de diseño con:

$$Q = K_a \cdot Q_t$$

se procede a determinar las secciones de los distintos tramos de la instalación.

Para ello nos fijamos en la toma más desfavorable, la cual quedará dividida en tramos por el resto de la instalación.

Dada la presión de servicio de la acometida (20 m.c.d.a.) se elige una velocidad de circulación (1,50 m/s), según la tabla siguiente:

Presión (mcda)	Velocidad (m/s)
De 1 a 5	0,50 – 0,60
De 5 a 10	0,60 – 1,00
De 10 a 20	1,00 – 1,50
20 o más	1,50 – 2,00

Tabla 12: Relación velocidad fluido en función de la Presión.

A partir de esa velocidad se determina la sección mediante la expresión:

$$Q = S \cdot v$$

donde:

$Q$  = caudal en  $m^3/s$

$S$  = área o sección de la superficie transversal interior del conducto, normal a la dirección de la circulación del flujo en  $m^2$ .

$V$  = velocidad de circulación en m/s.

Se determina aquella velocidad próxima a la anterior que emplee una sección convencional de tubería.

Para conductos de sección circular el área de la sección es:

$$S = \frac{\pi \cdot d^4}{4}$$

A continuación se determinan las pérdidas de carga (J), mediante la fórmula de Flamant, que para tuberías de diámetro inferior a 50 mm es:

$$J = V^{1,75} \cdot L \cdot F \cdot D^{-1,25}$$

donde:

J = pérdida de carga en mcda

V = velocidad del fluido en m/s

F = Coeficiente de rugosidad de la tubería

D = Diámetro en m

Tubería de	Coeficiente de rugosidad
Acero galvanizado nueva	$700 \cdot 10^{-6}$
Acero galvanizado usada	$920 \cdot 10^{-6}$
Fundición nueva	$740 \cdot 10^{-6}$
Plomo nueva	$560 \cdot 10^{-6}$
Cobre nueva	$560 \cdot 10^{-6}$
PVC nueva	$540 \cdot 10^{-6}$
Acero negro	$740 \cdot 10^{-6}$

Tabla 13: Coeficiente rugosidad según material.

L = longitud del tramo en m, a la que se le suma una determinada longitud equivalente que produce las mismas pérdidas de carga que las piezas accesorias que intervienen en dicho tramo. Para ello se dispone de la siguiente tabla en la que se indican las longitudes equivalentes para cada tipo de accesorio y diámetro del mismo.

Pérdidas debidas a accesorios						
Diámetro	Llaves	V. Retención	Caldera	Codos 90°	T paso recto	T derivación
10	4,05	0,20	2,50	0,38	0,10	1,18
15	4,95	0,30	3,00	0,50	0,15	2,50
20	6,25	0,55	3,50	0,63	0,20	3,00
25	8,25	0,75	4,00	0,76	0,30	3,60
32	10,80	1,15	4,50	1,01	0,40	4,10
40	13,00	1,50	5,00	1,32	0,50	4,60
50	17,00	1,90	5,75	1,71	0,60	5,00
65	21,00	2,65	6,50	1,94	0,70	5,50
80	25,00	3,40	7,00	2,01	0,80	6,20
100	33,00	4,85	7,50	2,21	0,90	6,90
125	39,00	6,60	8,00	2,94	1,00	7,70
150	47,50	8,30	10,00	3,99	1,20	8,90

Tabla 14: Pérdidas debidas a accesorios.

Basta comprobar que la presión final  $P_f$  es superior a 10 m.c.d.a. de forma general ó 15 m.c.d.a. si existe grupo de presión.

La presión al final del tramo será  $P_f$

$$P_f = P_i \pm Z - J$$



donde:

$P_f$  = Presión final (m.c.d.a.)

$P_i$  = Presión inicial (m.c.d.a.)

$Z$  = Diferencia de alturas entre el punto inicial y el final (m)

$J$  = Pérdida de carga entre el punto inicial y el final (m.c.d.a.)

Será  $+Z$  si el punto final está por debajo del punto inicial (aumento de presión)  
Será  $-Z$  en el caso contrario, pues al estar el punto final por encima del inicial se producirá un decremento de la presión.

Si la Presión al final del tramo es correcta, el cálculo provisional pasa a ser definitivo.

Una vez obtenido el dimensionamiento del tramo más desfavorable se calcula el resto de conductos. Ver tabla 14.

		L	V	h	Q	D	Dcu	V	j	Le	L+Le	J	Pi	Pf
TRAMO		m	m/s	mcda	l/s	mm	mm	m/s	mcda/m	m	m	mcda	mcda	mcda
1	2	2,4	1,50	-2,4	2,54	46,42	51	1,243	0,0338	32,088	34,488	1,16563	19	15,4344
2	3	13,4	1,50	1,5	0,50	20,60	26	0,942	0,04829	16,422	29,822	1,4401	15,4344	15,4943
2	4	1,6	1,50	-1,6	0,68	24,08	26	1,287	0,08342	13,034	14,634	1,22075	15,4344	12,6136
4	5	13,4	1,50	1,5	0,50	20,60	26	0,942	0,04829	16,422	29,822	1,4401	12,6136	12,6735
4	6	0,2	1,50	1,5	0,53	21,11	26	0,989	0,05259	0	0,2	0,01052	12,6136	14,1031
6	7	0,4	1,50	0	0,25	14,57	16	1,243	0,14408	8,33	8,73	1,25782	14,1031	12,8453
6	8	5,5	1,50	1	0,46	19,80	20	1,470	0,14616	10,472	15,972	2,33439	14,1031	12,7687
7	9	5,5	1,50	1	1,60	36,85	40	1,273	0,04778	30,94	36,44	1,74094	12,8453	12,1043
9	10	5,5	1,50	1	0,80	26,06	33	0,935	0,03542	24,99	30,49	1,07995	12,1043	12,0244
9	11	5,5	1,50	1	0,80	26,06	33	0,935	0,03542	21,042	26,542	0,94011	12,1043	12,1642

Tabla 15: Cálculos Presión dependiendo de cada tramo

Así se demuestra que la presión que hay en el módulo superior es suficiente para satisfacer todas las necesidades.

### 3. Aguas Grises

Las estadísticas y encuestas indican que el agua que consume una casa en Barcelona (114 litros diarios de media) se reparte según los siguientes usos:

- 30% vaciando la cisterna del váter
- 30% en la ducha y el baño
- 20% poniendo la lavadora y el lavavajillas
- el resto, en la limpieza de la casa, el riego de las plantas de interior y otros usos (para beber y cocinar sólo utilizamos de 5 a 10 litros por día)

Según lo anterior, reutilizando solamente el agua de la ducha, se tiene para satisfacer el consumo de agua del inodoro. Así, si no se utilizara la toma de agua potable prevista en las cisternas, se tendría el siguiente ahorro:

$$100 \text{ personas} * 114 \text{ l diarios} * 30\% = 3420 \text{ l}$$

De esta forma, se comprueba que con las aguas grises se tiene suficiente agua como para abastecer el consumo necesario en los inodoros.

Como se indica en la Memoria Descriptiva, al estar situada la UBS en una zona de escasos recursos, es posible que su conciencia medioambiental no sea toda la deseada, así, no se produce un almacenamiento de las aguas grises sino que estas van en continuo a los inodoros. De esta forma, se produce un gasto de agua en estos elementos sanitarios, pero en el caso de que se deseara almacenar estas aguas, sería posible con un depósito de almacenaje de 5000l.

#### 4. Saneamiento

El método de cálculo usado es el de "unidades de descarga" para las aguas negras. Una "unidad de descarga" viene definida como un caudal correspondiente a la evacuación de 28 litros por minuto (este valor equivale a la capacidad de un lavabo).

Los ramales correspondientes a las derivaciones individuales de los distintos tipos de aparatos sanitarios se obtienen directamente de la tabla que se muestra a continuación:

Aparato Sanitario	Unidad de Desagüe	Diámetro mínimo sifón y derivación individual (mm)
Ducha	3	50
Inodoro	5	100
Lavadero	3	40

Tabla 16: Uds correspondiente a distintos aparatos sanitarios.

El desagüe de todos los aparatos, excepto los inodoros, se realizará mediante bote sifónico, minimizándose en cualquier caso la distancia del aparato más alejado al bote sifónico correspondiente. Se recuerda que los inodoros van directamente al humedal. Para ello, la tubería de PVC tiene la pendiente suficiente como para que no quede nada estanco. Ver Plano 5.

Al haber en el módulo superior un total de 10 aparatos, se estima conveniente la situación de tres botes sifónicos.

El diámetro de las conducciones no debe ser menor que el de los tramos situados aguas arriba.

Los sifones individuales deben tener el mismo diámetro que la válvula de desagüe conectada. Los botes sifónicos deben tener el número y tamaño de entradas adecuado y una altura suficiente para evitar que la descarga de un aparato sanitario alto salga por otro de menor altura.

El diámetro de ramales colectores entre aparatos sanitarios y bajantes es función del número de UD y de la pendiente. Según puede observarse en la tabla 17, se tiene un total de 30 UD en el módulo superior. Así, considerando que la pendiente es de 2%, se tiene que el diámetro es de: 90mm (Según tabla 4.1 del CTE).

Aparato	Número	Total UD
Ducha	6	18
Lavadero	4	12
Total		30

Tabla 17: Cálculo del total de UD's en Módulo Superior

Para dimensionar el bajante que conduce las aguas grises al módulo superior, se debe realizar de forma tal que no se rebase el límite de  $\pm 250$  Pa de variación de presión y para un caudal tal que la superficie ocupada por el agua no sea mayor que 1/3 de la sección transversal de la tubería.

Como aguas arriba se tiene que el diámetro del ramal es de 90mm, el bajante, tiene la misma dimensión.

El agua que circula por el bajante tiene como destino los inodoros del módulo inferior. Para que se produzca un reparto homogéneo en los distintos inodoros, se prevé que las tuberías que enganchan a los inodoros sean lo más pequeña posible.

## 5. Electricidad

La instalación eléctrica a realizar se proyecta de acuerdo con el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión e Instrucciones Técnicas complementarias.

La propiedad deberá garantizar la potencia de suministro necesaria para la actividad que se proyecta.

El Módulo dispone de contador y caja general de protección individual. De la C.G.P. parte la línea que alimentará el cuadro de mando y protección del local. Se empleará cable unipolar con aislamiento de polietileno reticulado, bajo tubo en montaje superficial.

Se dispone de instalación de puesta a tierra, la cual deberá cumplir la instrucción ITC BT 18. A ésta se conecta el conductor de protección, constituido por conductor de cobre aislado de 16 mm<sup>2</sup> de sección, diferenciándose claramente por su color reglamentario

Amarillo-Verde y que discurrirá junto a la línea de alimentación principal hasta el cuadro general de mando y protección del local.

Los dispositivos de protección contra sobrecargas y cortocircuitos de los circuitos interiores, tendrán los polos protegidos que correspondan, según el número de fases del circuito que protegen y sus características de interrupción estarán de acuerdo con las corrientes admisibles en los conductores de dichos circuitos.

El cálculo de secciones de los conductores se ha realizado según la ITC BT 19. Los tubos de protección cumplirán con lo establecido en la ITC BT 21. Este cálculo consiste en la determinación de la sección adecuada que ha de tener un conductor para alimentar a un receptor o grupo de ellos. La sección adoptada debe cumplir un doble objetivo:

- Permitir que en el conductor no se produzca una caída de tensión superior a un valor prefijado. La sección que cumple esta premisa se denomina Sección por Caída de Tensión. De esta manera, según la alimentación sea Monofásica o Trifásica:

MONOFÁSICA:  $S = 2 \cdot L \cdot P_c / \sigma \cdot e$

TRIFÁSICA:  $V S = L \cdot P_c / \sigma \cdot e \cdot V$

- Permitir la circulación de la corriente nominal del receptor que se alimenta sin que se produzca un sobrecalentamiento del conductor que pueda dañarlo. El valor obtenido se denomina Sección por Intensidad Máxima Admisible. En este caso la intensidad de cálculo viene dada por:

MONOFÁSICA:  $I_c = P_c / V \cdot \cos \varphi$

TRIFÁSICA:  $I_c = P_c / \sqrt{3} \cdot V \cdot \cos \varphi$

Siendo:

S = Sección del conductor (mm<sup>2</sup>)

L = Longitud del conductor (m)

P<sub>c</sub> = Potencia de cálculo del receptor (W) – P<sub>c</sub> = Fa. PN

σ = Conductividad del conductor (σ CU = 56 m/Ωmm<sup>2</sup>)

e = Caída de tensión permitida en el tramo calculado (V)

V = Tensión de alimentación (V)

I<sub>c</sub> = Intensidad de cálculo (A)

Cos φ = Factor de potencia del receptor.

El dimensionado de los conductos de protección consiste en la determinación del tamaño adecuado que deberán tener las conducciones que se emplean para alojar a los conductores de alimentación de los receptores. Para ello, deben considerarse los siguientes datos:

Tipo de canalización a emplear.

Tipo y número de conductores.

Sección de los conductores.

Elegido el tubo a instalar se fijará el diámetro según las tablas incluídas en la ITC BT 21. En el caso de que el número de conductores por tubo sea superior a 5 o en el que se canalicen conductores de secciones diferentes por el mismo tubo, su sección interior será como mínimo igual a 3 veces la sección ocupada por los conductores.

Según la ITC BT 24 se instalarán dispositivos destinados a proteger tanto a los circuitos como a las personas. Así se dispondrán:

- Magnetotérmicos: Se encargarán de proteger los circuitos, interrumpiendo automáticamente la alimentación si se detecta una sobre intensidad. Su calibre se elegirá de manera que se cumpla: demandada < CALIBRE < admisible por el conductor
- Diferenciales: Se encargarán de proteger a las personas, interrumpiendo la alimentación cuando detecten un defecto a tierra. Se elegirán de manera que se cumpla: demandada < nominal diferencial

En Sevilla, Junio de 2008  
EL AUTOR DEL PROYECTO

Fdo. Alejandro Sierra Carbó