

## **ANEXO 3; CÁLCULOS DISTRIBUCIÓN DE ACS**

Índice;

- 3.1 Normativa.
- 3.2 Cálculos de acs.
- 3.3 Método de cálculos de tuberías.
- 3.4 Dimensionamiento de tuberías de impulsión de acs.
- 3.5 Dimensionamiento de tuberías de retorno de acs.
- 3.6 Aislamiento de tuberías.
- 3.7 Cálculo de bomba.

### 3.1 Normativa

Esta memoria ha sido redactada y los cálculos realizados en estricto cumplimiento de la normativa vigente en la fecha en que se produce la redacción, pasando a continuación a citar todas aquellas a que nos referimos:

- Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE) y sus Instrucciones Térmicas Complementarias, aprobadas por el Real Decreto 1207/2007 de 20 de Julio.
- Código Técnico de la Edificación y sus documentos básicos.
- Todas las Normas UNE de aplicación en este tipo de instalaciones.

### 3.2 Cálculos de acs.

Los cálculos que en este apartado se corresponden con la distribución interior de agua caliente sanitaria, es decir las tuberías que van desde el depósito acumulador hasta los puntos de consumo. El resto de los cálculos (cálculo de depósitos, energía auxiliar, sistema solar, bombas etc. etc. están justificados en los anexos respectivos).

La metodología que se ha seguido para el cálculo de la instalación de agua caliente sanitaria ha sido exactamente la misma que se sigue para el cálculo de agua fría (así lo recoge el C.T.E. HS 4-12).

Para el cálculo de la instalación lo primero que hay que definir son los caudales que se deben de suministrar. Para ello, en el C.T.E. (HS 4-2, condiciones mínimas de suministro) se definen las condiciones mínimas de suministro, en las cuales se ha basado el cálculo. Estas son las condiciones mínimas:

Tabla 2.1 Caudal instantáneo mínimo para cada tipo de aparato

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

De acuerdo con lo anterior, los puntos de consumos que se han tomado así como sus caudales son;

TIPO DE APARATO	UBICACIÓN	LOCAL	CONSUMO ACS
ducha 50	planta 1 <sup>a</sup>	aseos femeninos	0,1
ducha 55	planta 1 <sup>a</sup>	aseos femeninos	0,1
ducha 51	planta 1 <sup>a</sup>	aseos masculinos	0,1
ducha 54	planta 1 <sup>a</sup>	aseos masculinos	0,1
lavabo 41	planta 1 <sup>a</sup>	aseos femeninos	0,065
lavabo 44	planta 1 <sup>a</sup>	aseos femeninos	0,065
lavabo 47	planta 1 <sup>a</sup>	aseos femeninos	0,065
lavabo 42	planta 1 <sup>a</sup>	aseos masculinos	0,065
lavabo 45	planta 1 <sup>a</sup>	aseos masculinos	0,065
lavabo 48	planta 1 <sup>a</sup>	aseos masculinos	0,065
lavavajillas 39	planta 1 <sup>a</sup>	cafetería	0,1
fregadero 37	planta 1 <sup>a</sup>	cafetería	0,1
ducha 17	planta 2 <sup>a</sup>	aseos femeninos	0,1
ducha 20	planta 2 <sup>a</sup>	aseos femeninos	0,1
ducha 23	planta 2 <sup>a</sup>	aseos femeninos	0,1
ducha 16	planta 2 <sup>a</sup>	aseos masculinos	0,1
ducha 19	planta 2 <sup>a</sup>	aseos masculinos	0,1
ducha 22	planta 2 <sup>a</sup>	aseos masculinos	0,1
lavabo 26	planta 2 <sup>a</sup>	aseos femeninos	0,065
lavabo 28	planta 2 <sup>a</sup>	aseos femeninos	0,065
lavabo 32	planta 2 <sup>a</sup>	aseos femeninos	0,065
lavabo 25	planta 2 <sup>a</sup>	aseos masculinos	0,065
lavabo 30	planta 2 <sup>a</sup>	aseos masculinos	0,065
lavabo 34	planta 2 <sup>a</sup>	aseos masculinos	0,065

### 3.3 Método de cálculo de tuberías.

Para el cálculo de los diámetros interiores de cada conducto de siguen los siguientes pasos:

- Localización y especificación de los aparatos indicados en los planos de “Distribución en planta” del edificio que requieran de esta instalación.
- Determinación de los consumos de cada uno de estos aparatos.
- Determinación de los caudales máximos en cada uno de los tramos de la instalación. El caudal total de cada tramo corresponderá a la suma de

los caudales solicitados por cada aparato sanitario que deba abastecer. A dicho caudal se le aplicará un coeficiente de simultaneidad.

El coeficiente de simultaneidad que se ha tomado para calcular el caudal demandado por n aparatos es;

$$K_p = \frac{1}{\sqrt{n - 1}} \quad n \geq 2$$

Si bien, este fuera inferior a un 20% del caudal total se tomaría como coeficiente de simultaneidad esté 20%.

- Determinación de las secciones y diámetros de los conductos. Para ello utilizaremos la ecuación de continuidad de los fluidos, que nos relaciona el caudal (Q) que circula por el conducto, con la velocidad (V) del fluido y la sección (S) del conducto:

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

Utilizaremos un valor de V = 1'5 m/s, ya que un valor superior a este provocaría ruido en las tuberías, y también se procurará que la velocidad sea mayor a 0,4 m/s ya que si no se podrían producir sedimentaciones.

- Determinación de la longitud equivalente en metros lineales de los distintos accesorios de cada tramo, en función de las pérdidas de carga que se origina en ellos.
- Determinación de las pérdidas de carga en cada tramo por medio de la expresión de Flamant:

$$J = 0.00056 \cdot V^{1.75} \cdot (L + L_{eq}) \cdot D^{-1.25}$$

La fórmula de Flamant da valores bastante exactos para tuberías de  $\phi < 50$  mm., y es la adoptada por la Norma Francesa .41. 201-202 para la distribución en los edificios.

Esta fórmula sirve para tuberías de polipropileno PP-R, que es material que vamos a utilizar para la distribución y recirculación del acs.

### 3.4 Dimensionamiento de las tuberías de impulsión de acs

Se utilizarán tuberías de polipropileno PP-R en la instalación interior de acs y recirculación, con uniones a base de accesorios del mismo material o material diferente con manguitos de acoplamiento específicos y ensamblado a presión por termo soldadura o por soldadura a tope. Entre sus características cabe destacar:

- Apto para uso alimentario, inodoro y atoxico.
- Inalterable a la acción de terrenos agresivos.
- Ligeras, de fácil transporte, manipulación e instalación.
- Pérdidas de carga por rozamiento mínimas.
- No se producen sedimentos ni incrustaciones.
- Mantienen la estanqueidad incluso con asentamiento del terreno.
- Insensibles a la congelación.
- Su elasticidad atenúa los efectos del golpe de ariete.

La relación de los diámetros con sus espesores para esta clase de tuberías es el siguiente;

Dext(mm)	e(mm)	Dint(mm)
20	2,8	14,4
25	3,5	18
32	4,4	23,2
40	5,5	29
50	6,9	36,2
63	8,6	45,8
75	10,3	54,4
90	12,3	65,4
110	15,1	79,8

Los resultados del cálculo del diámetro son los siguientes;

Tramo	Q max. (l/s)	Kn	Q simul. (l/s)	Dint (m)	V (m/s)
13_14	1,98	0,21	0,41	0,0232	0,977
14_15	0,99	0,30	0,30	0,018	1,173
15_16	0,1	1,00	0,10	0,0144	0,614
15_17	0,1	1,00	0,10	0,0144	0,614
15-18	0,79	0,33	0,26	0,018	1,035
18-19	0,1	1,00	0,10	0,0144	0,614
18-20	0,1	1,00	0,10	0,0144	0,614
18-21	0,59	0,38	0,22	0,0144	1,369
21-22	0,1	1,00	0,10	0,0144	0,614
21-23	0,1	1,00	0,10	0,0144	0,614
21-24	0,39	0,45	0,17	0,0144	1,071
24-25	0,065	1,00	0,07	0,0144	0,402
24-26	0,065	1,00	0,07	0,0144	0,402
24-27	0,26	0,58	0,15	0,0144	0,922
27-28	0,065	1,00	0,07	0,0144	0,402
27-29	0,195	0,71	0,14	0,0144	0,847
29-30	0,065	1,00	0,07	0,0144	0,402
29-31	0,13	1,00	0,13	0,0144	0,798
31-32	0,065	1,00	0,07	0,0144	0,402
31-34	0,065	1,00	0,07	0,0144	0,402
14-35	0,99	0,30	0,30	0,0232	0,706
35-36	0,2	1,00	0,20	0,018	0,786
36-37	0,1	1,00	0,10	0,0144	0,614
36-39	0,1	1,00	0,10	0,0144	0,614
35-40	0,79	0,33	0,26	0,0232	0,623
40-41	0,065	1,00	0,07	0,0144	0,399
40-42	0,065	1,00	0,07	0,0144	0,399
40-43	0,66	0,38	0,25	0,018	0,980
43-44	0,065	1,00	0,07	0,0144	0,402
43-45	0,065	1,00	0,07	0,0144	0,402
43-46	0,53	0,45	0,24	0,0144	1,455
46-47	0,065	1,00	0,07	0,0144	0,402
46-48	0,065	1,00	0,07	0,0144	0,402
46-49	0,4	0,58	0,23	0,018	0,908
49-50	0,1	1,00	0,10	0,0144	0,614
49-51	0,1	1,00	0,10	0,0144	0,614
49-53	0,2	1,00	0,20	0,0144	1,228
53-55	0,1	1,00	0,10	0,0144	0,614
53-54	0,1	1,00	0,10	0,0144	0,614

Los resultados de pérdida de carga del circuito son;

Tramo	L (m)	Le (m)	Lt (m)	J (mca)	Ju (mca/m)	Pi (mca)	Z (m)	Pf (mca)
13_14	6,2	6,4	12,6	0,3679	0,0292	0,0000	2,00	2,3679
14_15	1,04	6	7,04	0,1168	0,0166	2,3679	0,00	2,4847
15_16	0,79	1,8	2,59	0,0378	0,0146	2,4847	0,00	2,5225
15_17	0,63	1,8	2,43	0,0301	0,0124	2,4847	0,00	2,5148
15-18	0,99	4,4	5,39	0,0893	0,0166	2,4847	0,00	2,5740
18-19	0,79	1,8	2,59	0,0378	0,0146	2,5740	0,00	2,6118
18-20	0,63	1,8	2,43	0,0301	0,0124	2,5740	0,00	2,6041
18-21	0,99	4,4	5,39	0,1926	0,0357	2,5740	0,00	2,7666
21-22	0,79	1,8	2,59	0,0378	0,0146	2,7666	0,00	2,8044
21-23	0,63	1,8	2,43	0,0301	0,0124	2,7666	0,00	2,7967
21-24	3,62	4,4	8,02	0,4582	0,0571	2,7666	0,00	3,2248
24-25	0,79	1,8	2,59	0,0180	0,0069	3,2248	0,00	3,2428
24-26	0,63	1,8	2,43	0,0144	0,0059	3,2248	0,00	3,2392
24-27	0,82	2,2	3,02	0,0798	0,0264	3,2248	0,00	3,3046
27-28	0,63	1,8	2,43	0,0144	0,0059	3,3046	0,00	3,3190
27-29	0,15	2,2	2,35	0,0126	0,0054	3,3046	0,00	3,3172
29-30	0,69	1,8	2,49	0,0157	0,0063	3,3172	0,00	3,3329
29-31	0,63	2,2	2,83	0,0477	0,0168	3,3172	0,00	3,3649
31-32	0,63	1,8	2,43	0,0144	0,0059	3,3649	0,00	3,3792
31-34	0,95	2,4	3,35	0,0216	0,0065	3,3649	0,00	3,3865
14-35	5,15	4,3	9,45	0,1732	0,0183	2,3679	-4,00	-1,4588
35-36	3,12	3,9	7,02	0,1739	0,0248	-1,4588	0,00	-1,2850
36-37	0,56	1,8	2,36	0,0268	0,0113	-1,2850	0,00	-1,2582
36-39	3,74	2,4	6,14	0,1788	0,0291	-1,2850	0,00	-1,1061
35-40	2,58	1,1	3,68	0,0697	0,0189	-1,4588	0,00	-1,3891
40-41	0,63	1,8	2,43	0,0142	0,0058	-1,3891	0,00	-1,3750
40-42	0,77	1,8	2,57	0,0173	0,0067	-1,3891	0,00	-1,3718
40-43	0,95	4,4	5,35	0,0779	0,0146	-1,3891	0,00	-1,3112
43-44	0,63	1,8	2,43	0,0144	0,0059	-1,3112	0,00	-1,2969
43-45	0,77	1,8	2,57	0,0175	0,0068	-1,3112	0,00	-1,2937
43-46	0,95	4,4	5,35	0,2057	0,0384	-1,3112	0,00	-1,1055
46-47	0,63	1,8	2,43	0,0144	0,0059	-1,1055	0,00	-1,0912
46-48	0,77	1,8	2,57	0,0175	0,0068	-1,1055	0,00	-1,0880
46-49	3,61	4,4	8,01	0,2587	0,0323	-1,1055	0,00	-0,8468
49-50	0,63	1,8	2,43	0,0301	0,0124	-0,8468	0,00	-0,8167
49-51	0,77	1,8	2,57	0,0368	0,0143	-0,8468	0,00	-0,8100
49-53	0,99	5,4	6,39	0,1592	0,0249	-0,8468	0,00	-0,6876
53-55	0,63	1,8	2,43	0,0301	0,0124	-0,6876	0,00	-0,6575
53-54	0,77	1,8	2,57	0,0368	0,0143	-0,6876	0,00	-0,6508

Se observa que en ningún tramo se supera los 40 mmca/m.

### 3.5 Dimensionado de las tuberías de retorno de acs

Según el CTE en su documento Básico DB HS 4 Suministro de agua, tanto en instalaciones individuales como en instalaciones de producción centralizada, la red de distribución debe estar dotada de una red de retorno cuando la longitud de la tubería de ida al punto de consumo mas alejado se igual o mayor que 15 m. De este modo también se cumple la ITE 02.5.3 del RITE. Para el caso de nuestra instalación, el punto mas alejado se encuentra a 19.5 m, por que debemos de recircular.

Para el dimensionamiento de las redes de retorno de ACS se ha tenido en cuenta lo que se dice en DB-HS HS4-12, por lo que deberemos de recircular en 10% de lo que impulsamos;

Tramo	Q (l/h)
13_14	273,6
14_15	108
14-35	165,6
35-36	72
35-40	93,6
40-56	93,6
36-56	72
56-57	165,6
15-57	108
57-58	273,6

De acuerdo con la tabla expuesta en el CTE DB-HS HS4-12, el diámetro de las tuberías, en función del caudal, serán;

**Tabla 4.4 Relación entre diámetro de tubería y caudal recirculado de ACS**

Diámetro de la tubería (pulgadas)	Caudal recirculado (l/h)
½	140
¾	300
1	600
1 ¼	1.100
1 ½	1.800
2	3.300

Tramo	Q (l/h)	Dint (pulg.)	Dint (m)	V( m/s)	L (m)	Le (m)	Lt (m)	J (mca)	Pi (mca)	Pf (mca)
13_14	273,6	1/2	0,0144	0,467	6,2	6,4	12,6	0,3727	0	0,3727
14_15	108	1/2	0,0144	0,184	1,04	6	7,04	0,0409	0,3727	0,4136
14-35	165,6	1/2	0,0144	0,282	5,15	4,3	9,45	0,1161	0,3727	0,4888
35-36	72	1/2	0,0144	0,123	3,12	3,9	7,02	0,0201	0,4888	0,5089
35-40	93,6	1/2	0,0144	0,160	2,58	1,1	3,68	0,0167	0,4888	0,5054
40-56	93,6	1/2	0,0144	0,160	2,56	0,9	3,46	0,0157	0,5054	0,5211
36-56	72	1/2	0,0144	0,123	3,1	2,6	5,7	0,0163	0,5089	0,5252
56-57	165,6	1/2	0,0144	0,282	7,28	3,8	11,08	0,1361	0,5252	0,6613
15-57	108	1/2	0,0144	0,184	1,02	3,3	4,32	0,0251	0,4136	0,4387
57-58	273,6	1/2	0,0144	0,467	5,28	10,3	15,58	0,4608	0,6613	1,1221

Se observa que en ningún tramo se supera los 40 mmca/m



### 3.6 Aislamiento de tuberías.

Es un elemento fundamental en la instalación cuya finalidad es disminuir las posibles pérdidas térmicas tanto en los colectores, el acumulador, válvulas, intercambiador y las tuberías.

Para el caso de tuberías, de acuerdo con el RITE (Reglamento de Instalaciones Térmicas en la Edificación) el espesor del aislamiento depende del diámetro exterior de la tubería, de la localización de la misma (interior o exterior) y del rango de temperaturas de trabajo del fluido. El material empleado será coquilla elastomérica tipo AF/ARMAFLEX, tanto para tuberías de distribución como de recirculación, de espesor según;

Tabla 1.2.4.2.1: Espesores mínimos 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

Tabla 1.2.4.2.2: 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

### 3.7 Cálculo de bomba

Para la determinación de las bombas necesarias en la instalación haremos uso del programa de cálculo de la casa Wilo, por lo que precisaremos conocer los siguientes datos de las mismas:

- Fluido; agua caliente sanitaria.
- Caudal; 273.6 l/h
- Pérdida de carga; 1.1221 mcda.

Además, la bomba debe cumplir el CTE en su Documento Básico HS 4- 8, en el que dice textualmente: “Excepto en viviendas unifamiliares o en instalaciones pequeñas, se dispondrá una bomba de recirculación doble, de montaje paralelo o “gemelas”, funcionando de forma análoga a como se especifica para las del grupo de presión de agua fría. En el caso de las instalaciones individuales podrá estar incorporada al equipo de producción.”

La bomba seleccionada es;

Wilo-Stratos ECO-Z 25/1-5 PN10

Bomba de alta eficiencia con regulación electrónica

Bomba circuladora de rotor húmedo con mínimos costes de funcionamiento, para el montaje en tubería. Apta para todas las aplicaciones de calefacción (+15 hasta 110 °C). Con regulación electrónica integrada para presión diferencial.

De serie con:

- Coquilla termoaislante (excepto versiones ST y L)
- Funcionamiento de reducción nocturna automático (autopiloto)
- Ajuste del valor de consigna a través del "botón rojo"

Motor síncrono resistente al bloqueo con tecnología ECM con el máximo rendimiento y elevado par de arranque, incluye función de desbloqueo automática.

Wilo Ibérica, S.A.

Teléfono +34 95 447 52 80  
Telefax +34 95 447 52 82

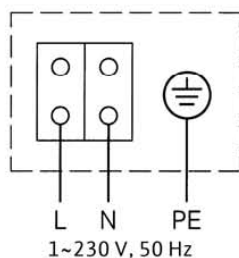
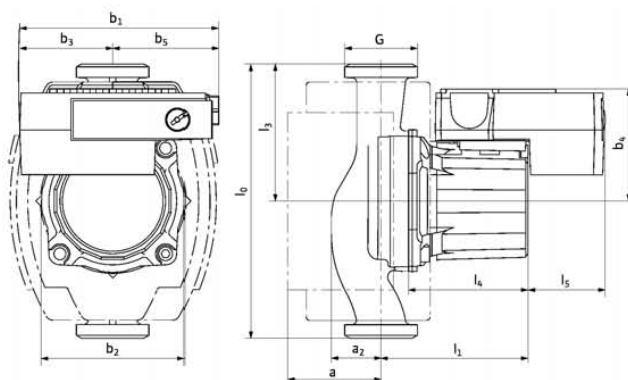
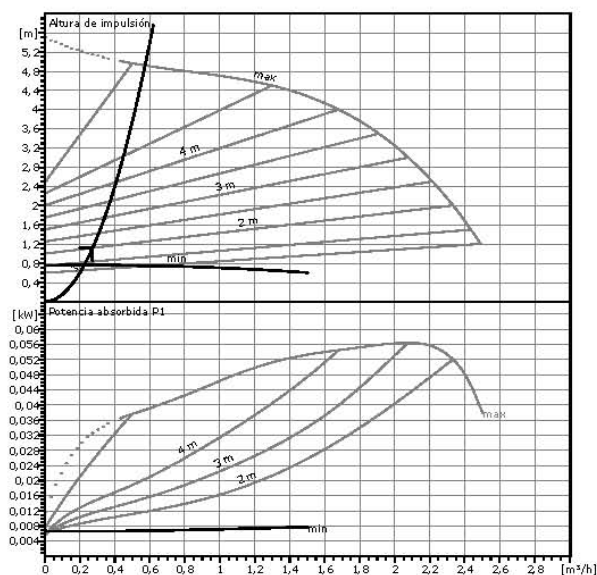
# **Stratos ECO-Z 25/1-5** Instalación: Bomba de alta eficiencia



Cliente  
Nº Cliente  
Contacto  
Elaborado por

Proyecto  
Nº proyecto  
Nº pos.  
Lugar

Página 1 / 1  
Fecha 09.09.2008



## **Datos de trabajo teóricos**

Caudal	0,2736	m³/h
Altura de impulsión	1,122	m
Fluido	Agua limpia	
Temperatura fluido	45	°C
Densidad	0,9903	kg/dm³
Viscosidad cinemática	0,5953	mm²/s
Presión de vapor	0,1	bar

## **Datos bomba**

Marca	WILO	
Tipo	Stratos ECO-Z 25/1-5	
Tipo inst.	Bomba simple	
Modo de funcionamiento	dp-v	
Presión nominal máx.	PN 10	
Temp. mín. fluido	15	°C
Temp. máx. fluido	110	°C

## **Datos hidráulicos (punto de trabajo)**

Caudal	0,274	m³/h
Altura de impulsión	1,12	m
Potencia absorbida P1	0,00935	kW

## **Altura mín. aspiración**

Temperatura	50	95	110			°C
Altura mín. aspiración	0,5	3	10			m

## **Materiales**

Carcasa bomba	Bronce
Rodete	PP + G/F 40 %
Eje	Acero inox.
Cojinete	Carbón, impre. d. metal

## **Medidas**

mm						
l0	180	b3	61	l5	50	
a	60	b4	73	l3	90	
a2	32,5	b5	69	G	40	
b1	133	l1	96			
b2	93,5	l4	78			

Lado aspiración	Rp 1/G 1½	/ PN 10
Lado impulsión	Rp 1/G 1½	/ PN 10
Peso	2,7	kg

## **Datos del motor**

Potencia absorbida P1	0,059	kW
Velocidad nominal	3500	1/min
Tensión nominal	1~230 V, 50 Hz	
Intensidad máx. absorbida	0,46	A
Tipo de protección	IP 44	
Tolerancia tensión		

Referencia de la versión estándar 4092513