

23 | Funciones definidas a trozos

Caudales domésticos de agua



El consumo de agua en un edificio varía en función de la actividad que en él se desarrolla, horas del día, etc. Para determinar el diámetro de las tuberías a instalar, se debe realizar un cálculo hidráulico para estimar el caudal simultáneo máximo en la instalación de cada vivienda.

El cálculo del caudal simultáneo máximo Q_s , viene dado por la expresión:

$$Q_s = \left(\sum_i q_i \right) \cdot k \quad \text{dm}^3/\text{s}$$

donde la suma de todos los caudales q_i , correspondientes a cada tubería, están multiplicados por un coeficiente de simultaneidad k menor que la unidad, ya que normalmente, no todos los grifos están abiertos a la vez. El valor de este coeficiente k (norma francesa) viene dado por la expresión:

$$k = \frac{1}{\sqrt{x-1}}$$

donde x es el número de grifos instalados en la unidad de estudio y el valor mínimo del coeficiente es $k = 0,2$

Cada uno de los aparatos domésticos de uso común debe recibir, con independencia del estado de funcionamiento de los demás, una demanda unitaria de caudales instantáneos mínimos de agua (q_i), de acuerdo con la siguiente tabla:

Tipo de aparato	Caudal instantáneo mínimo de agua fría (dm^3/s)	Caudal instantáneo mínimo de ACS (dm^3/s)
Lavabo	0,10	0,065
Ducha	0,20	0,10
Bañera de 1,40 m o más	0,30	0,20
Bidé	0,10	0,065
Inodoro con cisterna	0,10	-
Fregadero doméstico	0,20	0,10
Lavavajillas doméstico	0,15	0,10
Lavadero	0,20	0,10
Lavadora doméstica	0,20	0,15
Grifo aislado	0,15	0,10
Grifo garaje	0,20	-

*La demanda es menor en ACS (agua caliente sanitaria) porque al estar ésta a 60 °C, se mezcla con la fría para consumir a aproximadamente 40 °C

- 1 ¿A partir de qué número de grifos instalados, el coeficiente toma el valor constante $k = 0,2$?
- 2 Describe y representa la función que calcula el coeficiente de simultaneidad según el número de grifos.
- 3 Calcula el caudal máximo para una instalación como la de tu vivienda.

23 | Funciones definidas a trozos

Caudales domésticos de agua



MATERIALES

Calculadora CASIO fx-570/991SP X II Iberia
Aplicación CASIO EDU+

NIVEL EDUCATIVO

4º de ESO

ORIENTACIONES DIDÁCTICAS Y TÉCNICAS

- Con esta actividad el alumnado podrá desarrollar estándares de operaciones, estimación, ecuaciones y funciones definidas a trozos. La resolución de un problema con datos reales facilita la conexión de las matemáticas con el mundo real.
- En el ejemplo de solución, para compartir y combinar diferentes gráficos, se crea una clase en la aplicación CASIO EDU+ desde donde poder gestionar los gráficos obtenidos mediante el código QR de la calculadora.

Antes de empezar a resolver esta actividad, es aconsejable crear la clase accediendo a <http://wes.casio.com/es-es/class>.

EJEMPLO DE SOLUCIÓN

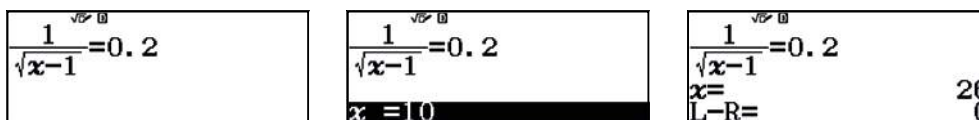
1

Para encontrar el número de grifos a partir del cual el coeficiente de simultaneidad toma el valor mínimo $k = 0,2$ se resuelve la ecuación con radicales:

$$\frac{1}{\sqrt{x-1}} = 0,2$$

$$\frac{1}{\sqrt{x-1}} = \frac{1}{5} \rightarrow \sqrt{x-1} = 5 \rightarrow x = 26$$

Se puede también resolver con la función SOLVE $\boxed{\text{SHIFT}} \boxed{\text{CALC}}$:



Para introducir el signo = se utiliza $\boxed{\text{ALPHA}} \boxed{\text{CALC}}$.

2

La función $k(x)$ que expresa el valor del coeficiente de simultaneidad, en función del número x de grifos instalados es:

$$k(x) = \begin{cases} \frac{1}{\sqrt{x-1}} & \text{si } 2 \leq x < 26 \\ 0,2 & \text{si } x \geq 26 \end{cases} \quad x \text{ toma valores enteros}$$

Se incorporan los dos trozos de la función a la clase que se ha creado en la aplicación CASIO EDU+:

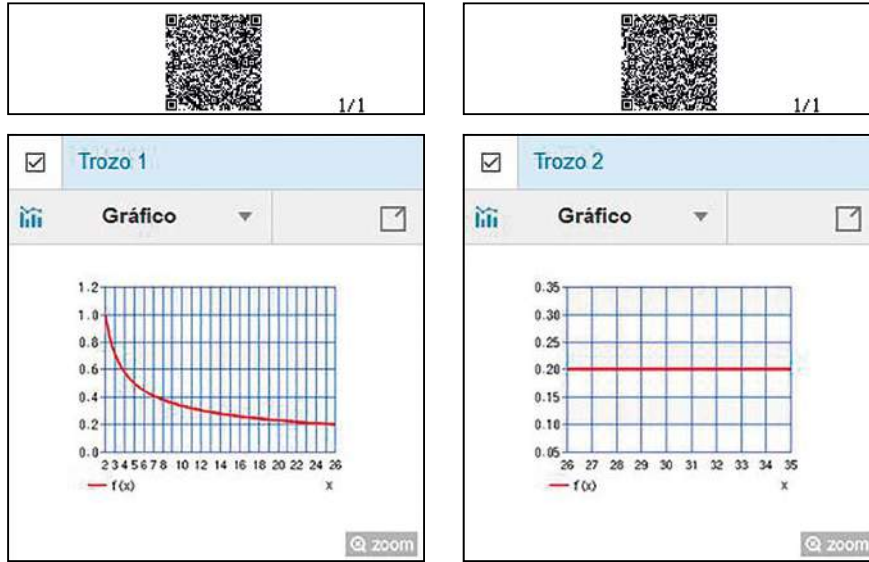
<http://wes.casio.com/class/u7j6-9NrI-SsWs-nRju>



23 | Funciones definidas a trozos

Caudales domésticos de agua

$f(x) = \frac{1}{\sqrt{x-1}}$	Rango tabla Inic.: 2 Final: 26 Paso: 1	<table border="1"> <thead> <tr><th>x</th><th>f(x)</th></tr> </thead> <tbody> <tr><td>2</td><td>1</td></tr> <tr><td>3</td><td>0.7071</td></tr> <tr><td>4</td><td>0.5773</td></tr> <tr><td>5</td><td>0.5</td></tr> </tbody> </table>	x	f(x)	2	1	3	0.7071	4	0.5773	5	0.5
x	f(x)											
2	1											
3	0.7071											
4	0.5773											
5	0.5											
$f(x) = 0.2$	Rango tabla Inic.: 27 Final: 35 Paso: 1	<table border="1"> <thead> <tr><th>x</th><th>f(x)</th></tr> </thead> <tbody> <tr><td>26</td><td>0.2</td></tr> <tr><td>28</td><td>0.2</td></tr> <tr><td>29</td><td>0.2</td></tr> <tr><td>30</td><td>0.2</td></tr> </tbody> </table>	x	f(x)	26	0.2	28	0.2	29	0.2	30	0.2
x	f(x)											
26	0.2											
28	0.2											
29	0.2											
30	0.2											



Se pueden visualizar los dos trozos de manera que las representaciones sean punto a punto, y combinarlos, si se introducen los datos desde el menú *Estadística*.

Se elige, por ejemplo, la opción 2 y se introducen los valores que se han obtenido en las tablas anteriores:

6: Estadística

1: 1-Variable
2: $y = a + bx$
3: $y = a + bx + cx^2$
4: $y = a + b \cdot \ln(x)$

1	x	2	y
2		3	0.7071
3		4	0.5773
4		5	0.5

1

5	x	6	y
6		7	0.4472
7		8	0.4082
8		9	0.3779

0.3535

9	x	10	y
10		11	0.3333
11		12	0.3162
12		13	0.3015

0.2886

13	x	14	y
14		15	0.2773
15		16	0.2672
16		17	0.2581

0.25

17	x	18	y
18		19	0.2425
19		20	0.2357
20		21	0.2294

0.2236

21	x	22	y
22		23	0.2182
23		24	0.2132
24		25	0.2085

0.2041

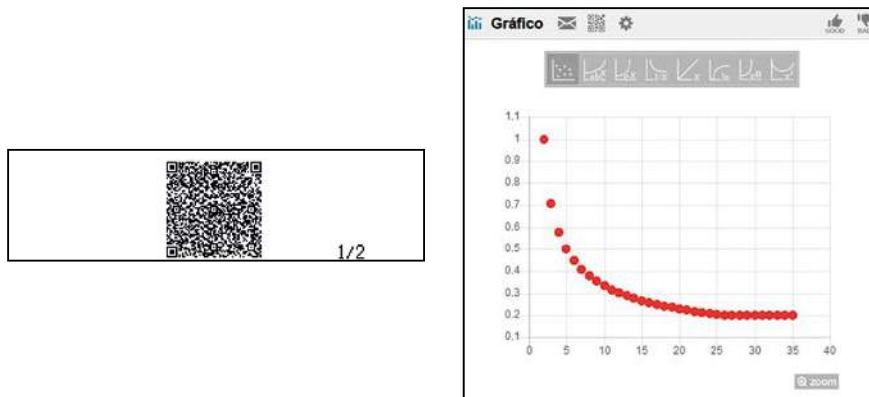
25	x	26	y
26		27	0.2
27		28	0.2
28		29	0.2

0.2

29	x	30	y
30		31	0.2
31		32	0.2
32		33	0.2

0.2

Generando un código QR se visualiza la nube de puntos:



23 | Funciones definidas a trozos

Caudales domésticos de agua

3

A modo de ejemplo, se considera una vivienda con la siguiente instalación:

UNIDADES	Tipo de aparato	Caudal instantáneo mínimo de agua fría (dm ³ /s)
1	Lavadero	0,20
1	Lavadora doméstica	0,20
1	Fregadero doméstico	0,20
1	Lavavajillas doméstico	0,15
2	Inodoro con cisterna	2 · 0,10
2	Lavabo	2 · 0,10
1	Ducha	0,20
1	Bañera de 1,40 m o más	0,30
1	Bidé	0,10
11		$\sum_i q_i = 1,75 \text{ dm}^3/\text{s}$

Se analiza el valor del coeficiente de simultaneidad para 11 unidades instaladas:

$$f(x) = \frac{1}{\sqrt{x-1}}$$

$$k(x) = 0,3162$$

Se obtiene que el caudal máximo que pasará es:

$$Q_s = 1,75 \cdot 0,3162 = 0,55335 \text{ dm}^3/\text{s}$$