



# Control y regulación de la temperatura ambiente en instalaciones de calefacción

Enrique Galán



Fundación de la Energía  
de la Comunidad de Madrid

Dunphy

# Agenda

1. Nueva directiva EPBD
2. Tipos de válvulas termostáticas
3. Equilibrado Edificios Residenciales
4. Condensación y Eficiencia Energética
5. Conclusiones



**La EPBD (Energy Performance of Buildings Directive, Directiva de Eficiencia Energética de Edificios) ayudará a lograr una mayor eficiencia de los edificios residenciales.** Entre otras medidas, con el uso de válvulas termostáticas de radiador **TRVs**



# Ámbito de aplicación: Viviendas unifamiliares y multifamiliares

## EPBD para TRVs:

*Es necesario instalar **dispositivos de regulación de temperatura para cada habitación individual***

- **EDIFICIOS EXISTENTES** → Cuando se reemplacen los generadores de calor
- **NUEVOS EDIFICIOS** → Cuando se realicen nuevas instalaciones de calefacción



# EPBD artículos principales

## Documento legal de la UE

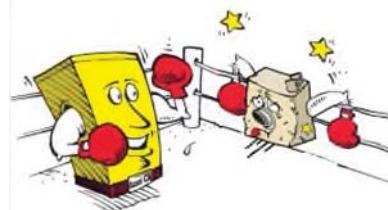
Instalación obligatoria de dispositivos de **regulación** de la temperatura ambiente en caso de reemplazo del generador de calor; nueva EPBD, art. 8 (1), párrafo 3º

Inspección y evaluación del rendimiento de la eficiencia en **condiciones normales de funcionamiento** (MFH>70 kW); nueva EPBD, Art 14(1) and 15(1); apartados (35) y (36)

**Optimización** del rendimiento de los sistemas de calefacción, ACS, climatización y ventilación mecánica; EPBD Art. 8(1) and 8(9)

**Monitorización** continua del funcionamiento y el rendimiento de los generadores mediante el uso de sistemas electrónicos de supervisión remota (MFH>70KW); nueva EPBD Art. 14(5), 14(6) y 15(5), 15(6).

**Estrategía** de renovación a largo plazo hacia el objetivo nZEB 2050; nuevo artículo 2 bis de la EPBD



Classified as Business



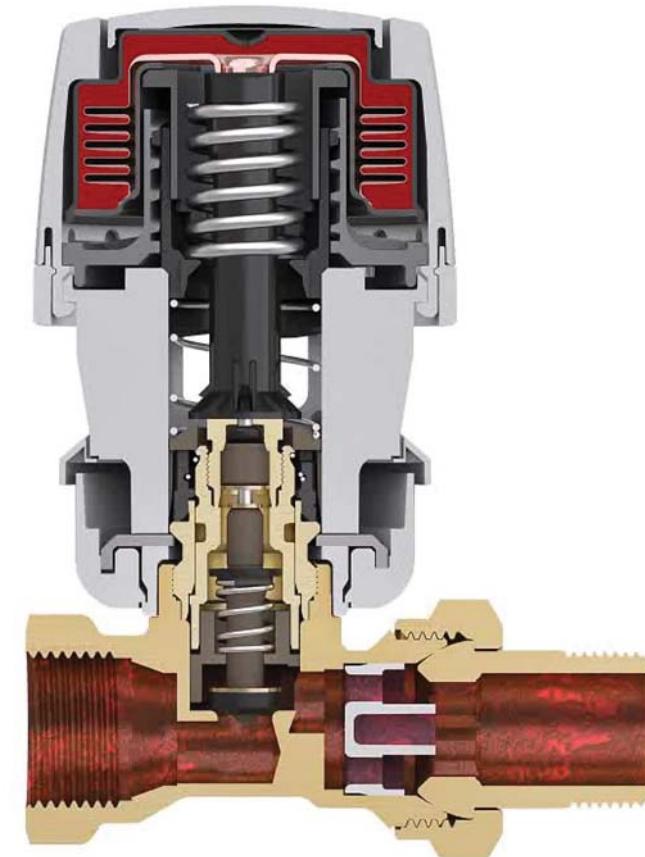


Cómo funciona una válvula  
con **Cabezal Termostático**



# Principio de una TRV

- Una **sustancia**, líquido o gas, está encerrada en un fuelle, y cuando ésta cambia su temperatura, también **cambia su volumen**.
- El fuelle se expande o se contrae y este movimiento se transfiere al cono del cabezal, que empuja el inserto de la **válvula**, haciendo que **cierre o abra**.
- Esto significa que **el caudal hacia el radiador aumente o disminuya**.
- Si el sensor detecta una temperatura mucho más baja que la establecida, la válvula se abre para calentar la habitación.
- Si la temperatura en la habitación es la deseada, el sensor cierra la válvula.



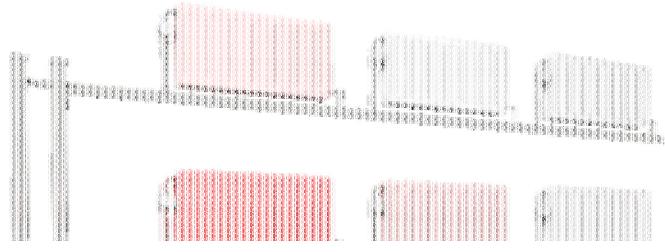
## Tipos de válvula

### Simple Reglaje: RA-FN



- La válvula termostática **abre o cierra** para mantener la temperatura ambiente deseada.

## Simple Reglaje:



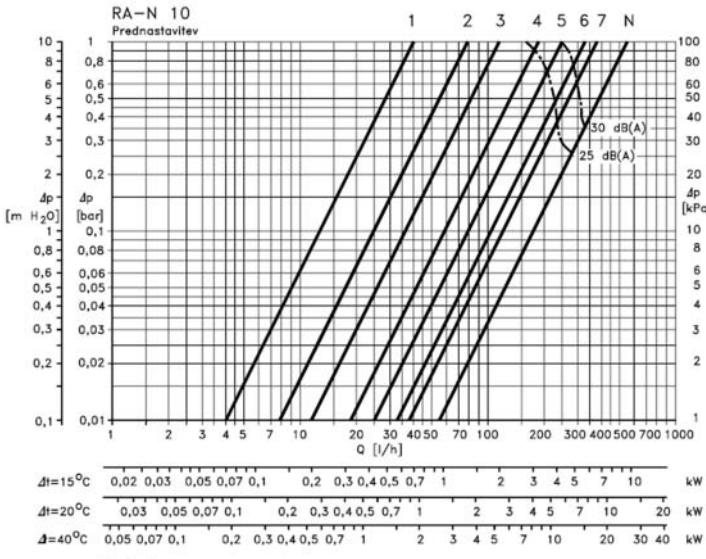
- Sin **equilibrado**, el agua se va por “el camino más fácil”: Se calientan más los radiadores más cercanos a la bomba.

## Tipos de válvula

### Doble Reglaje: RA-N



- La válvula termostática **abre o cierra** para mantener la temperatura ambiente deseada.
- Incorpora un **equilibrado estático** del caudal.



## Doble Reglaje

- Preajustamos la apertura de la válvula, generando pérdida de carga, consiguiendo equilibrar el sistema de calefacción
- El equilibrado hidráulico aumenta el confort y el ahorro de energía

$$Q \text{ (l/h)} = \frac{P(\text{kw}) \times 860}{\Delta t}$$

## Doble Reglaje:



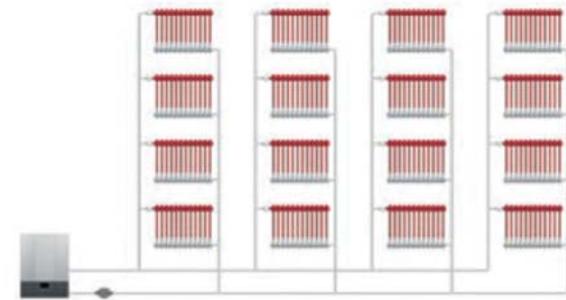
Con **equilibrado**, todos los radiadores  
recibirán el mismo caudal, consiguiendo un  
mayor confort y ahorro energético.

# Tipos de válvula



## Dinámica: RA-DV

- El caudal permanece constante independientemente de la variación de la presión diferencial en el circuito.

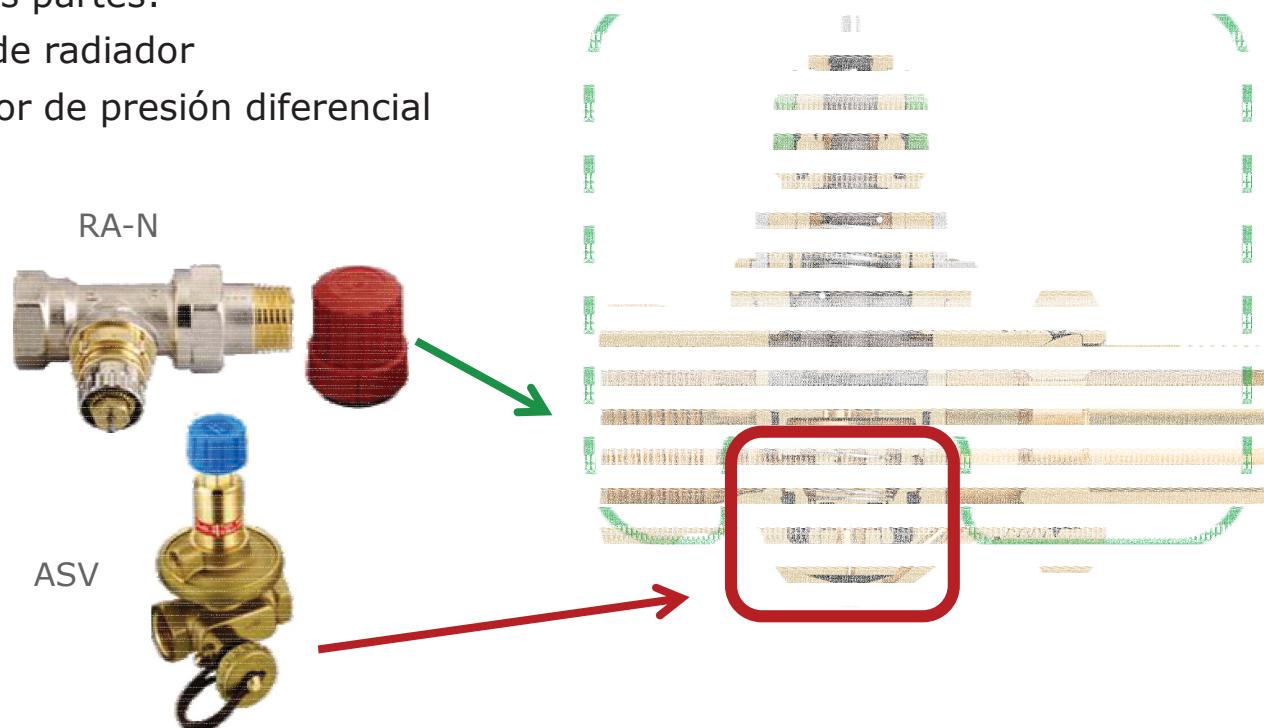


$$Q_{válvula} = K_v \times \sqrt{\Delta P}$$

# ¿Qué es una válvula dinámica RA-DV?

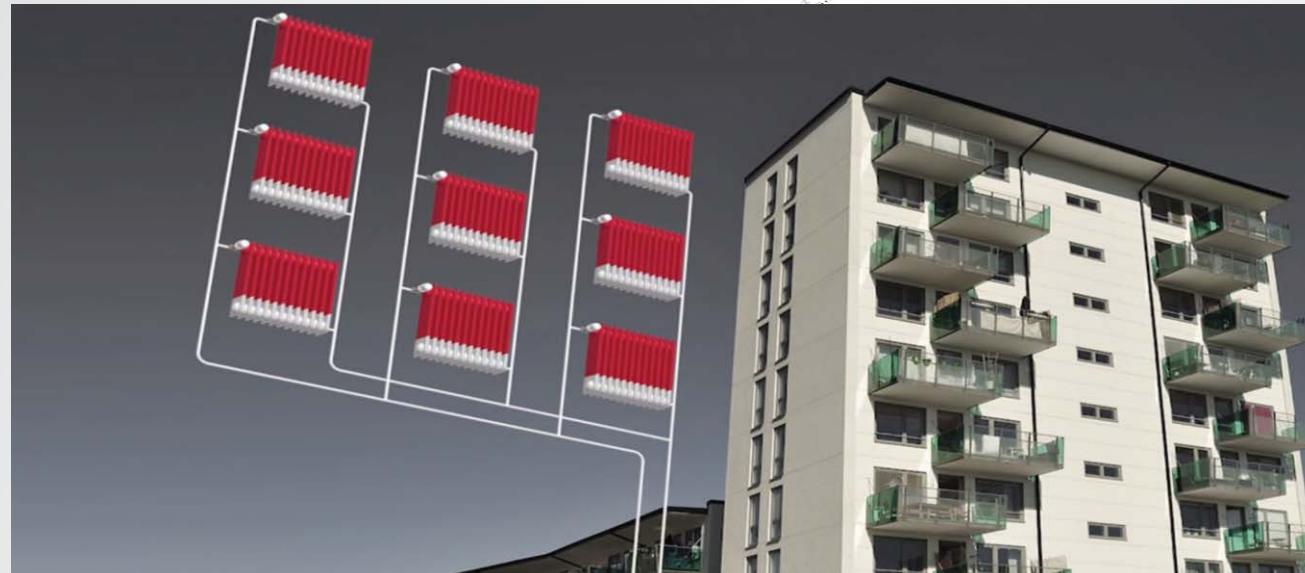
Consiste en dos partes:

- Una válvula de radiador
- Un controlador de presión diferencial



# Edificios Residenciales- sistemas bitubo

**Equilibrado por montantes**



# Equilibrado hidráulico

Sistemas de calefacción bi-tubo **desequilibrados**

**La mayoría**

De Edificios  
Residenciales en Europa

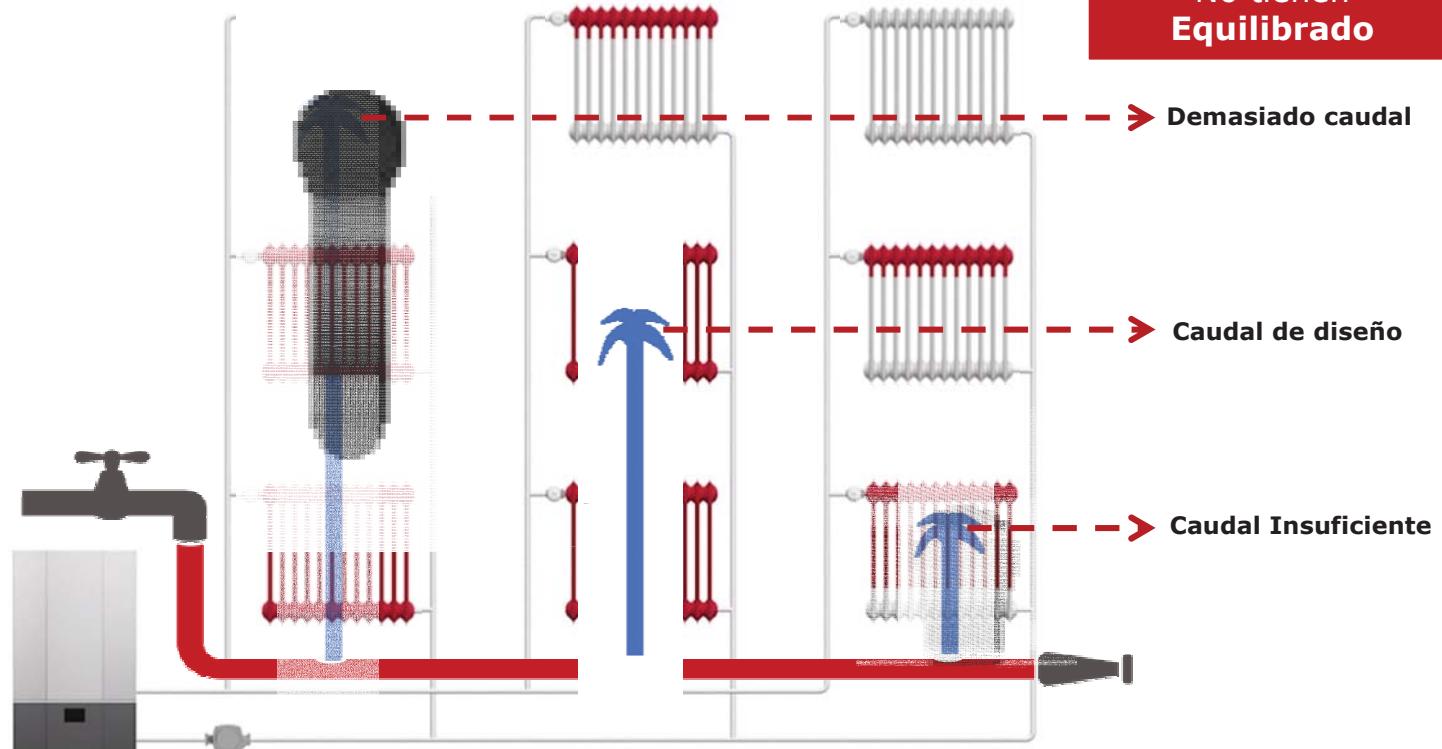
No tienen  
**Equilibrado**

**Causando:**

Ruido

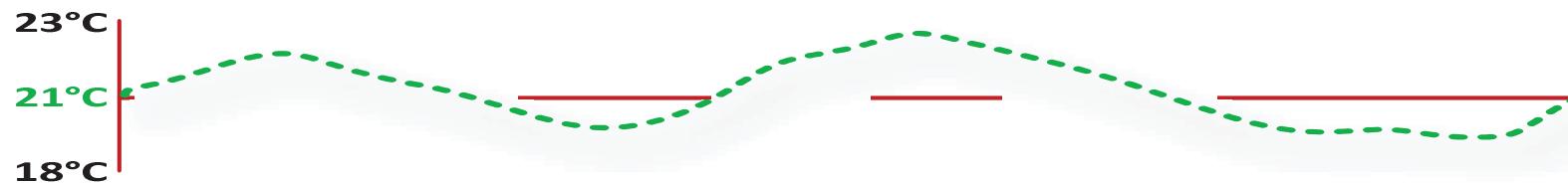
Discomfort

Alto  
consumo

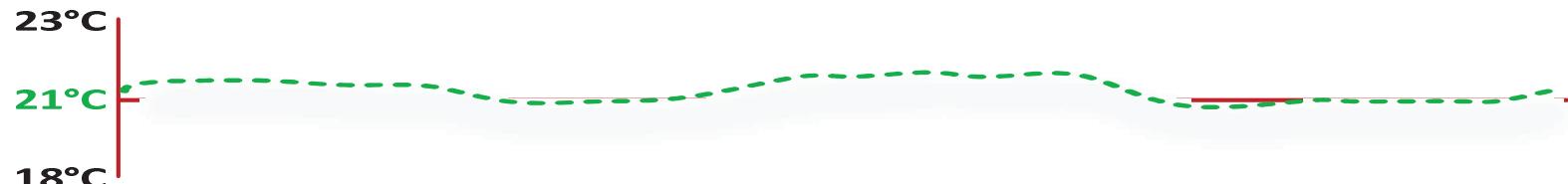


# Optimización del Confort

Las instalaciones de calefacción desequilibradas disminuyen el nivel de confort.

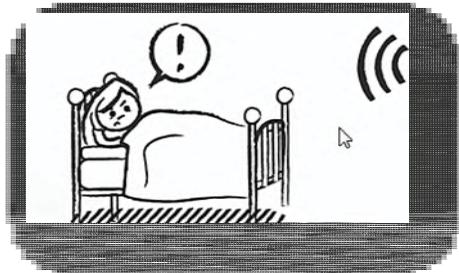


Las instalaciones equilibradas aumentan el nivel de confort.



## Sobrecaudales Riesgos

Ruidos

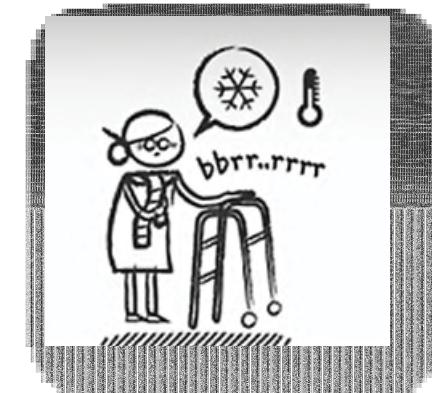


Sobrecalentamiento  
&  
Altas facturas de energía



## Caudal insuficiente Riesgos

Falta de calor/ Pérdida confort  
Quejas



## Resolviendo problemas: Solución típica:

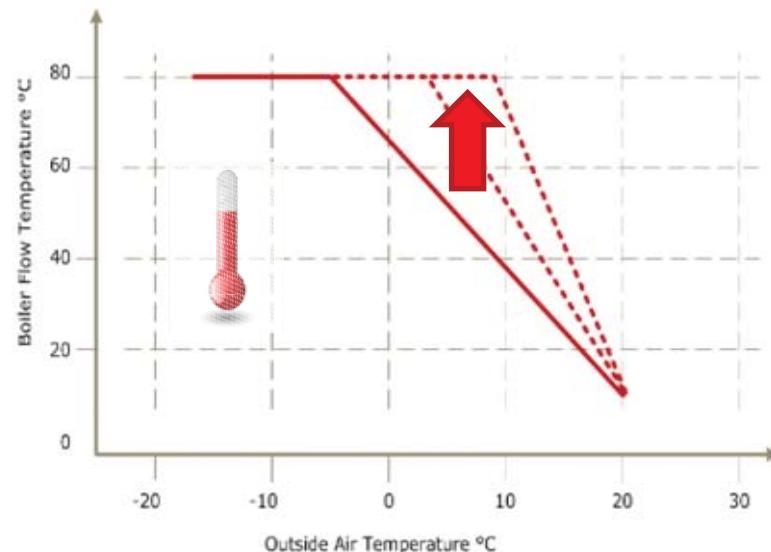


Bomba de circulación más grande



O

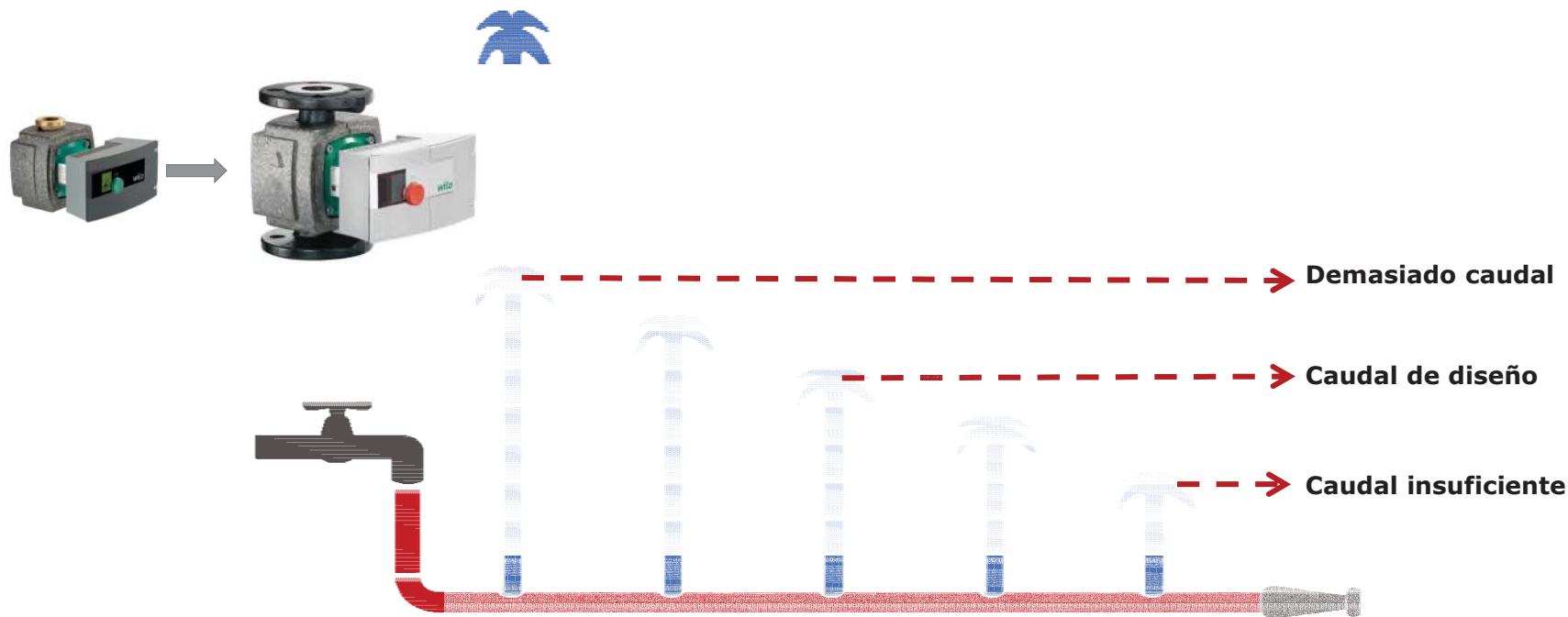
Temperaturas más altas



¡Ambas "soluciones" no son una solución eficiente!

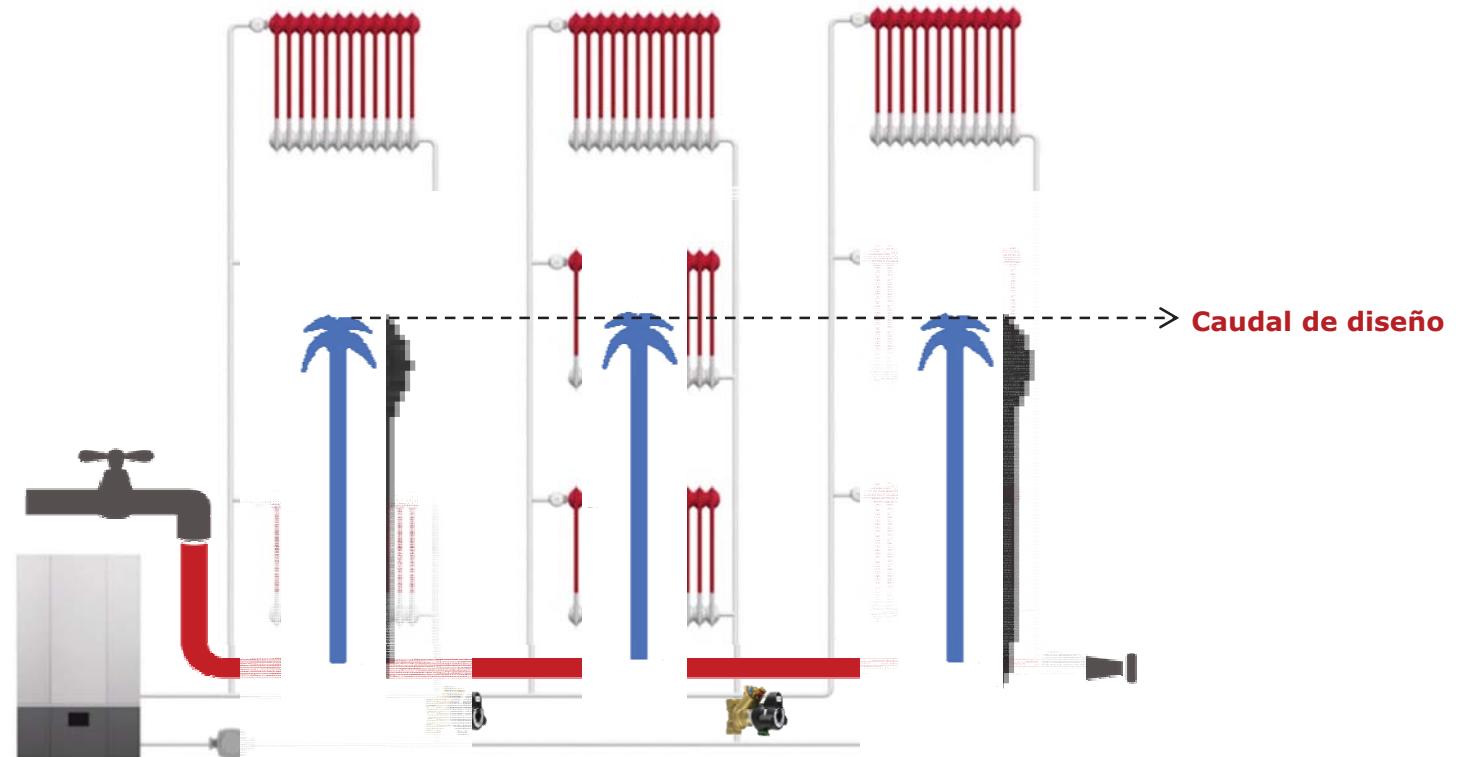
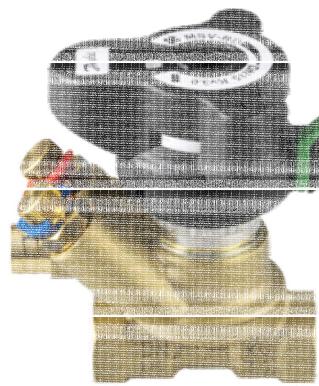
# Resolviendo problemas:

## Solución típica:



Incrementar el tamaño de la bomba **ino es una solución!**

## Tratando de optimizar: Equilibrado manual



→ **Caudal de diseño**

# Tratando de optimizar: Equilibrado manual

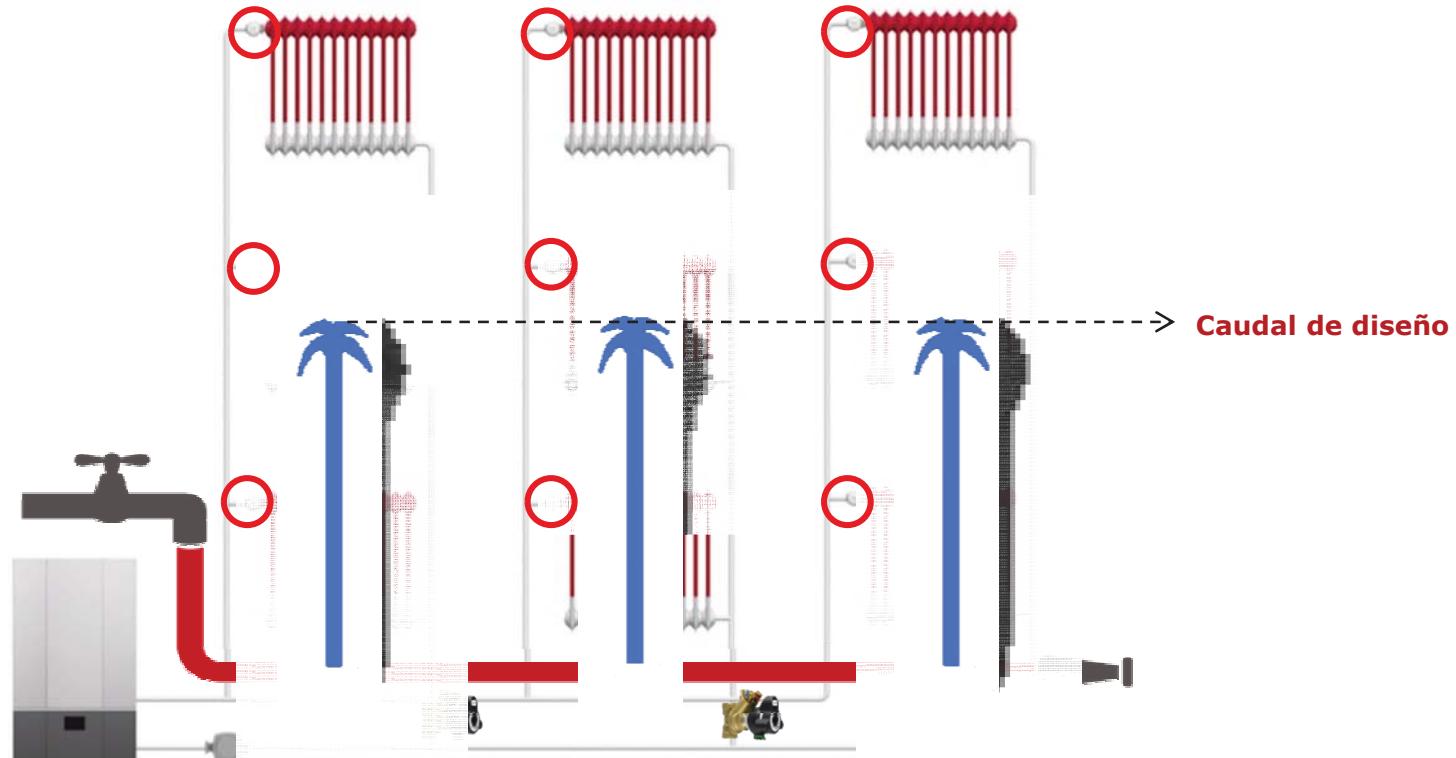
## Sistemas a caudal variable

Instalación de **TRVs**  
(válvulas termostáticas)



Cambian el sistema  
a caudal variable

Donde  
 $\Delta P$  **cambia**  
según la carga  
cambia

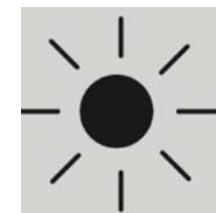
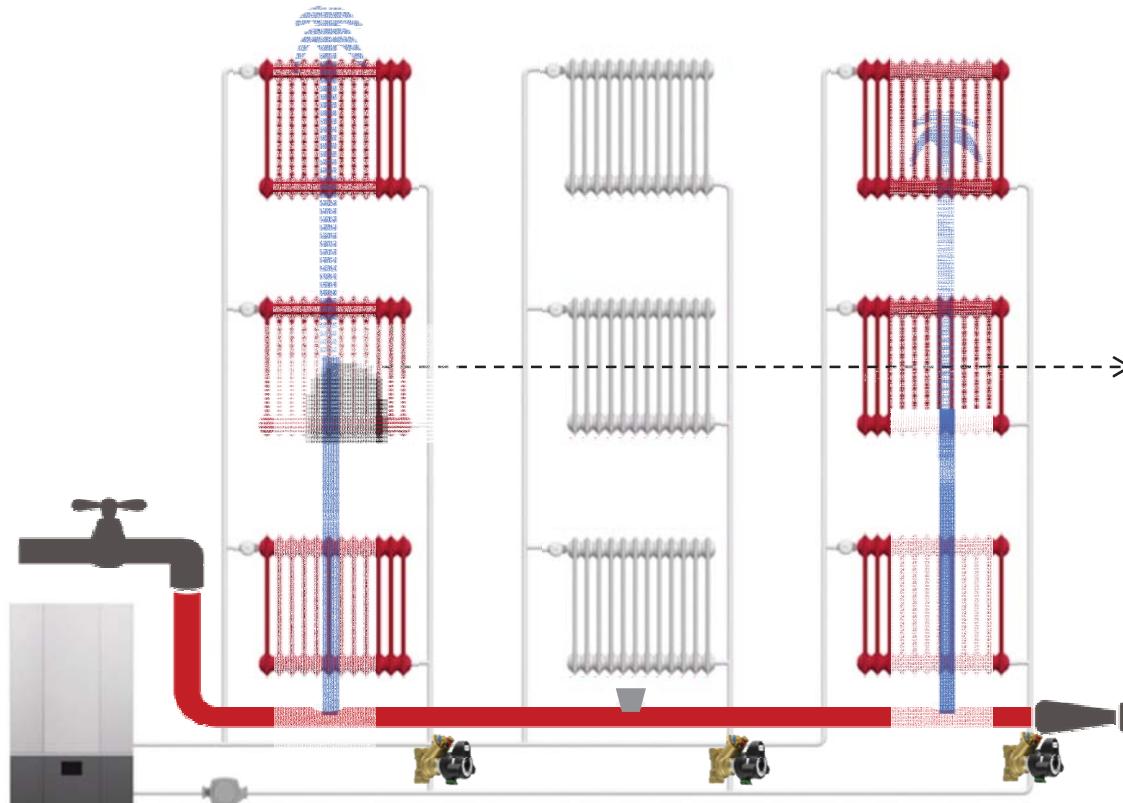


# Tratando de optimizar: Equilibrado manual

## Sistema a caudal variable – Variación de carga



Donde  
 $\Delta P$  **cambia**  
según la carga  
cambia



# Solución Danfoss con equilibrado **dinámico**

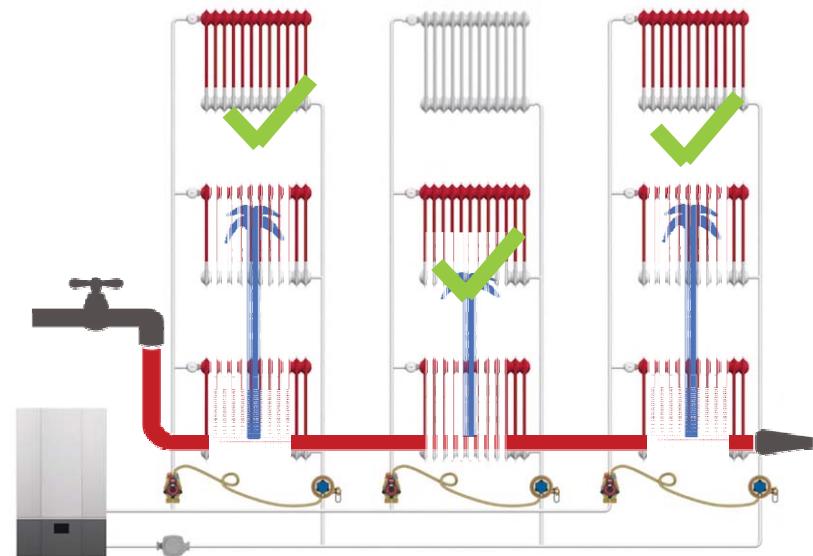
## Controlador de presión diferencial

- para equilibrado por montantes



# Conseguimos un control real: Equilibrado dinámico

Se necesita un equilibrio dinámico para lograr un caudal correcto en todas las condiciones



## Equilibrado hidráulico

### Válvulas de estabilización de presión



## Solución Danfoss con equilibrado **dinámico**

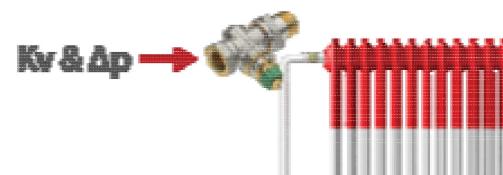
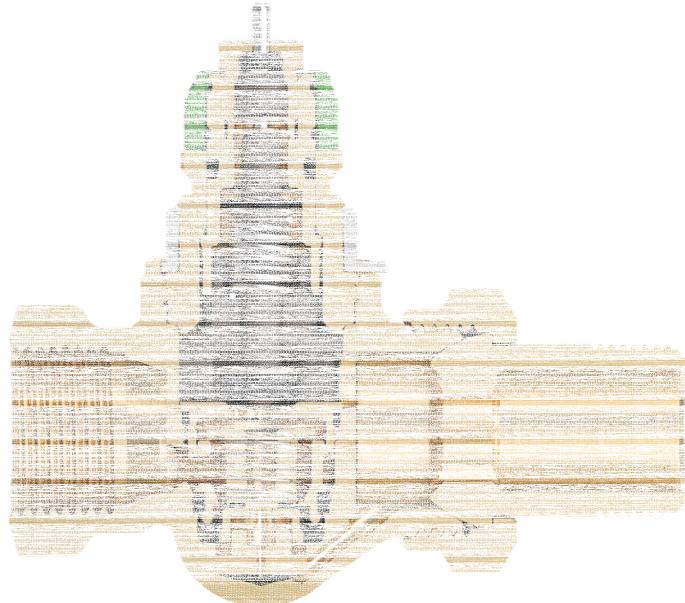
### Válvula dinámica RA-DV

- para equilibrado por radiador



# Conseguimos un control real: Equilibrado dinámico

Válvula dinámica en cada radiador



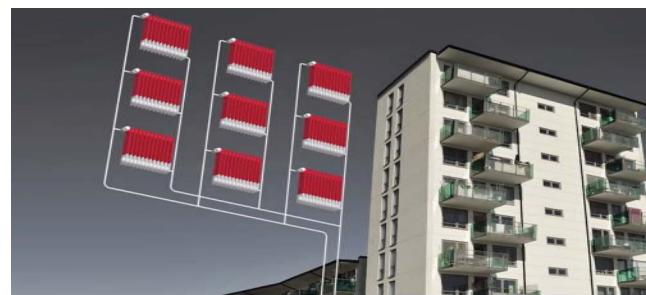
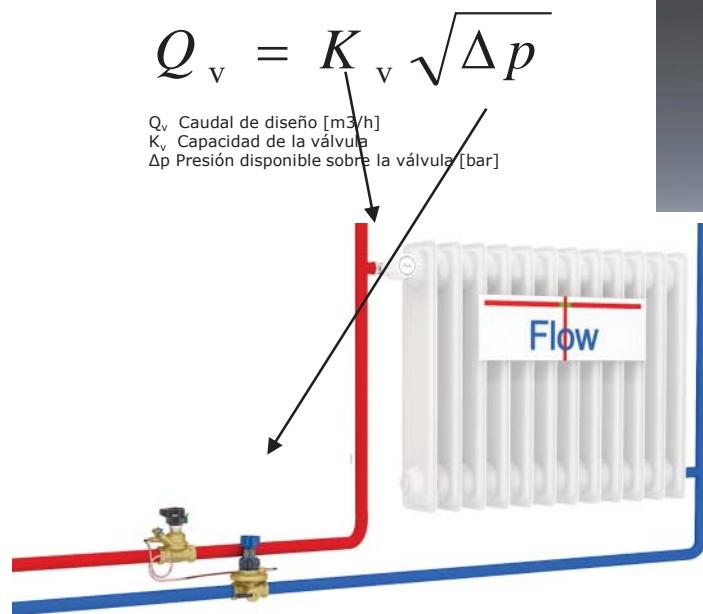
RA-DV

**Limita el caudal** en  
cada radiador

# Equilibrado hidráulico

## Sistemas bitubo por anillo

La mejor opción tanto para **radiadores y colectores de suelo radiante**



# Influencia de las **TRVs** en el funcionamiento de una caldera de condensación

Fundamentos de la condensación

Danfoss



# Si reemplazamos solo la caldera, ¿funcionará?

NUEVA CALDERA



**SI.**

CONTROLES EXISTENTES



# Pero, ¿Funcionará eficientemente?

NUEVA CALDERA

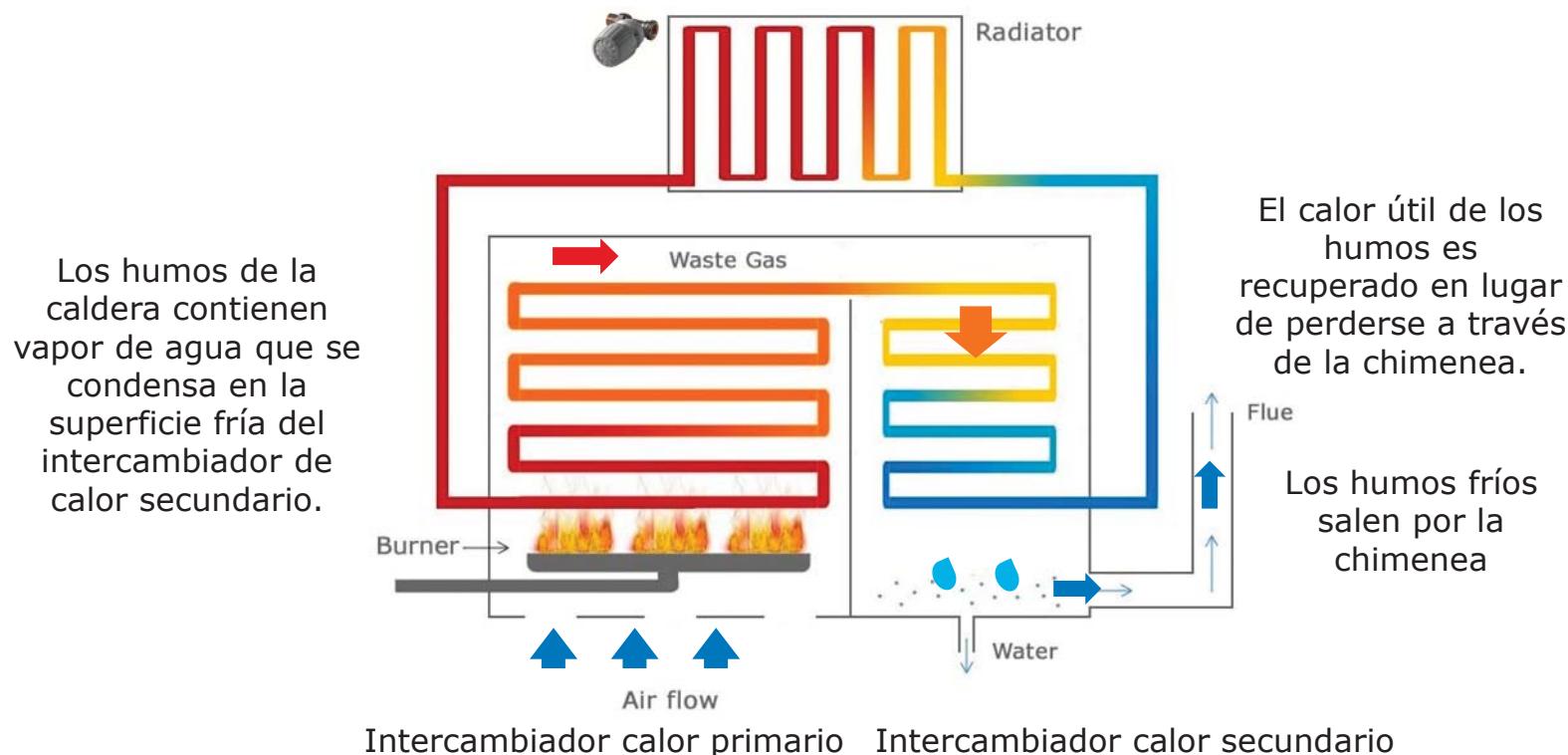


No.

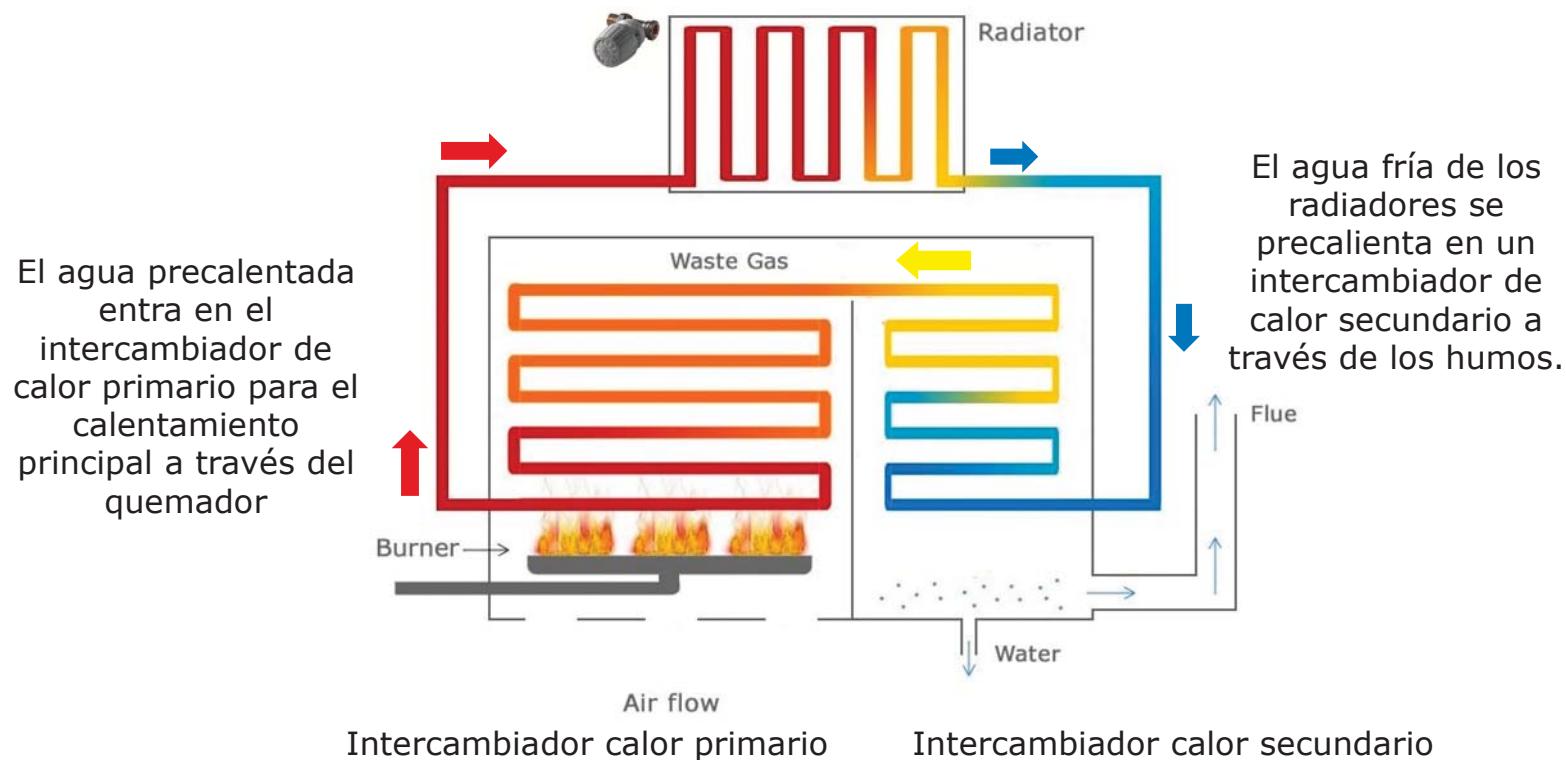
CONTROLES EXISTENTES



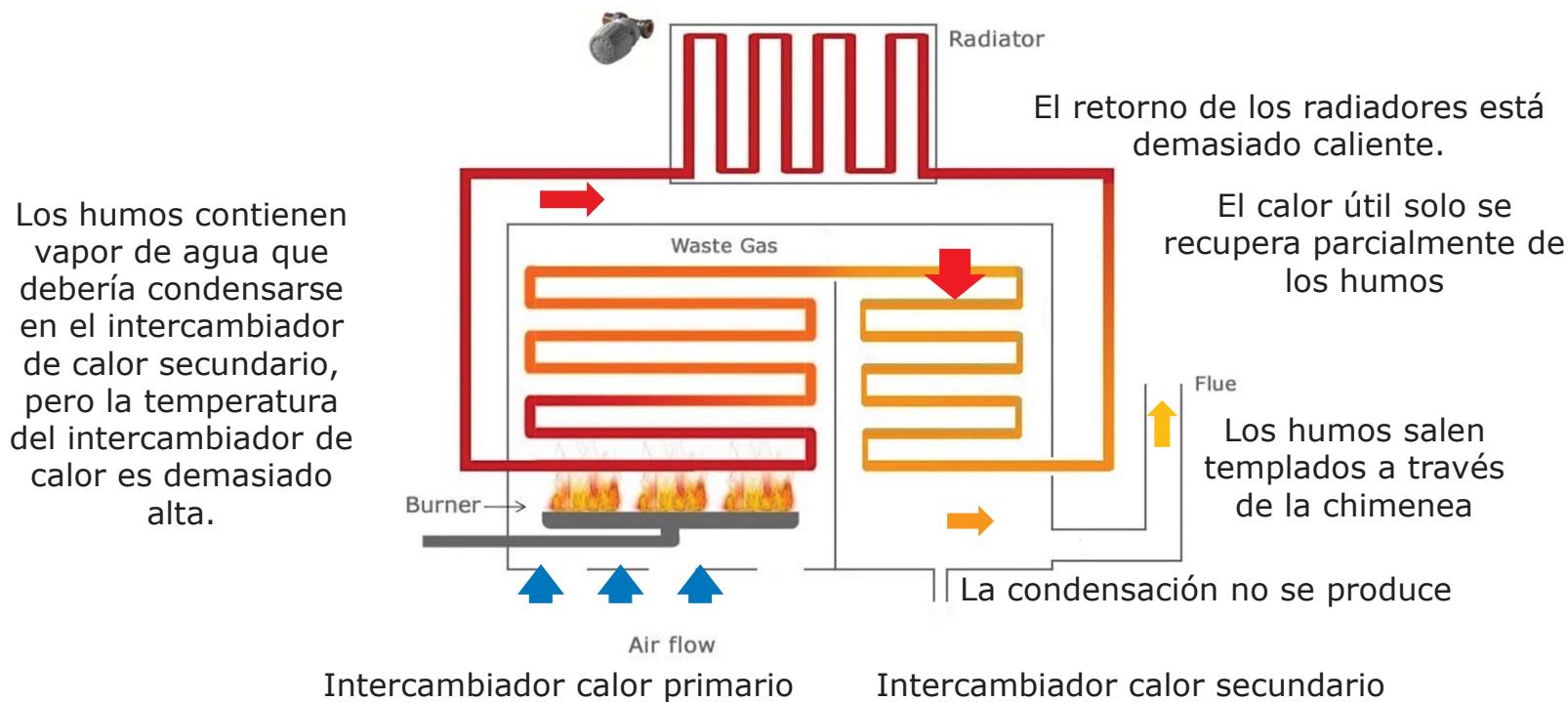
# Condensación de vapor dentro de la caldera.



# Precalentamiento del agua dentro de la caldera

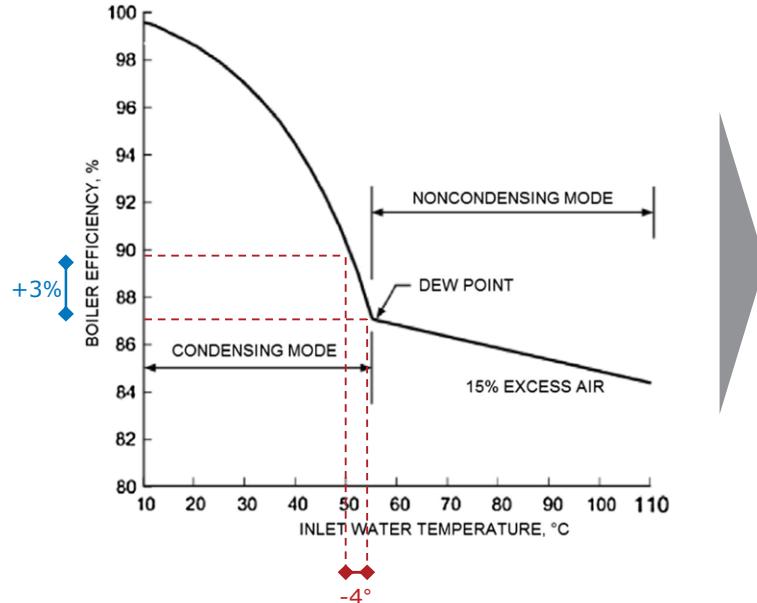


# ¿Qué sucede cuando no se produce condensación?



# La temperatura de retorno a la caldera es la clave

## Características de eficiencia de las calderas de condensación



Fuente: ASHRAE Handbook 2016 HVAC Systems and Equipment (SI)

- En las calderas de condensación, la eficiencia aumenta a medida que **disminuye la temperatura del agua de retorno**.
- Al instalar una caldera de condensación en un sistema existente, la caldera generalmente se instala en un sistema que no ha sido diseñado para funcionar con una temperatura de retorno baja

*Ejemplo: La disminución de la temperatura de retorno en 4 °C (de 55 → 51 °C) aumenta la eficiencia de la caldera en un +3% (de un 87% → 90%)*

# ¿Cómo conseguimos los 4°C adicionales de $\Delta T$ ?

Tests	Temperature difference between feed and return of each radiator while balancing °C (target 15°C ( $\pm 1^\circ\text{C}$ ) across all radiators)						
	Bathroom	Bed 1	Bed 2	Hall	Kitchen	Living room	Average Temp
Test 1: Unbalanced system	4.4	8.5	5.3	3.6	17.7	20.8	10.0
Test 2: Energy House balancing	15.0	15.6	15.0	15.5	16.0	15.8	15.5
Test 6: RA-N valve	10.7	11.4	11.1	22.5	13.3	13.9	13.8
Test 7: RA-DV valve	20.7	20.9	15.5	17.4	12.8	13.5	16.8

Temp. media =  $\Delta T$  lado del agua de la caldera

1 Sistema desequilibrado

2 Sistema equilibrado

6 Instalación de válvula RA-N

7 Instalación de válvulas RA-DV

Según los estudios realizados en la Universidad de Salford, durante la modernización del sistema de calefacción al cambiar las válvulas manuales de radiador por **válvulas termostáticas de doble reglaje, el  $\Delta T$  del lado de la caldera aumenta en 4 °C.**

# Ahorro para un hogar con una caldera de gas de condensación

## Ejemplo:

- 1 m<sup>3</sup> de gas natural = 11 kWh
- Precio del gas: 0,68 €/m<sup>3</sup>
- Energía necesaria vivienda ejemplo: 20.000 kWh/año

**Eficiencia media de la caldera a 55 °C = 0,87**

$$\text{Consumo Anual de Gas Natural} = \frac{20.000}{0,87 \times 11} = 2.090 \text{ m}^3$$

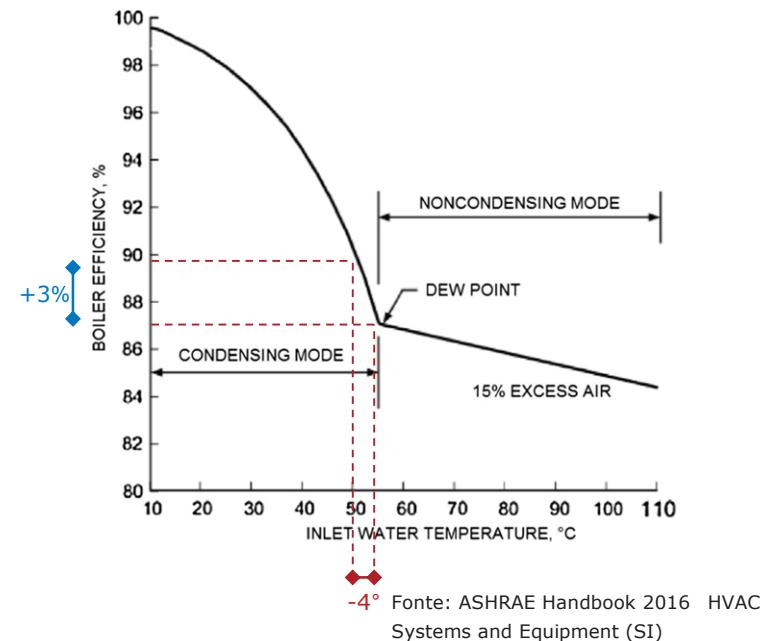
**Eficiencia media de la caldera a 51 °C = 0,90**

$$\text{Consumo Anual de Gas Natural} = \frac{20.000}{0,90 \times 11} = 2.020 \text{ m}^3$$

$$\text{Ahorro resultante} = 2.090 - 2.020 = 70 \text{ m}^3 \rightarrow 3,5\%$$

Ahorro/año 70 m<sup>3</sup> gas ~ 48€

Este ahorro es posible con un sistema de calefacción equilibrado que proporcionan a la caldera una **temperatura de retorno más baja** → la caldera funciona en modo de condensación.



## ¿Pero qué pasa si instalamos válvulas dinámicas RA-DV?

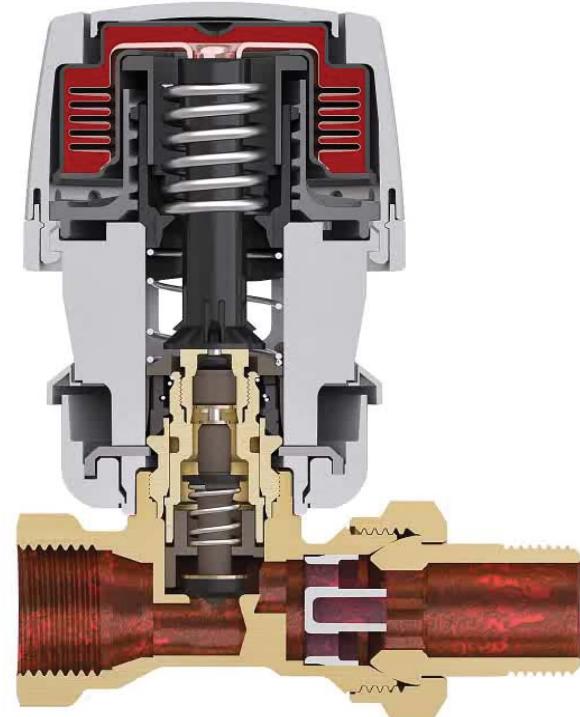
Con las válvulas **termostáticas independientes de la presión RA-DV** conseguimos un **equilibrado perfecto frente a las variaciones de presión en el circuito**, mejorando aún más la eficiencia de la caldera.

Tests	Temperature difference between feed and return of each radiator while balancing °C (target 15°C (±1°C) across all radiators)						
	Bathroom	Bed 1	Bed 2	Hall	Kitchen	Living room	Average Temp
Test 1: Unbalanced system	4.4	8.5	5.3	3.6	17.7	20.8	10.0
Test 2: Energy House balancing	15.0	15.6	15.0	15.5	16.0	15.8	15.5
Test 6: RA-N valve	10.7	11.4	11.1	22.5	13.3	13.9	13.8
Test 7: RA-DV valve	20.7	20.9	15.5	17.4	12.8	13.5	16.8

$$\Delta T = -7 \text{ °C}$$

## ¿Cómo garantiza la válvula dinámica de radiador una temperatura de retorno correcta?

- La válvula termostática **suministra con precisión** a cada radiador la cantidad correcta de agua.
- La válvula termostática **limita el caudal** en cada radiador, ajustando la temperatura ambiente al nivel deseado en cada momento.
- La reducción del flujo de agua ayuda a **reducir la temperatura de retorno del agua a la caldera**.
- Evita por tanto sobrecaudales y el riesgo de una **temperatura de retorno alta** se reduce al mínimo.



## Ahorro para un hogar con una caldera de gas de condensación y válvulas termostáticas independientes de la presión RA-DV

- 1 m<sup>3</sup> de gas natural = 11 kWh (poder calorífico superior)
- Precio del gas: 0,68 €/m<sup>3</sup>
- Energía necesaria vivienda ejemplo: 20.000 kWh/año
- **Eficiencia media de la caldera a 55 °C = 0,87**

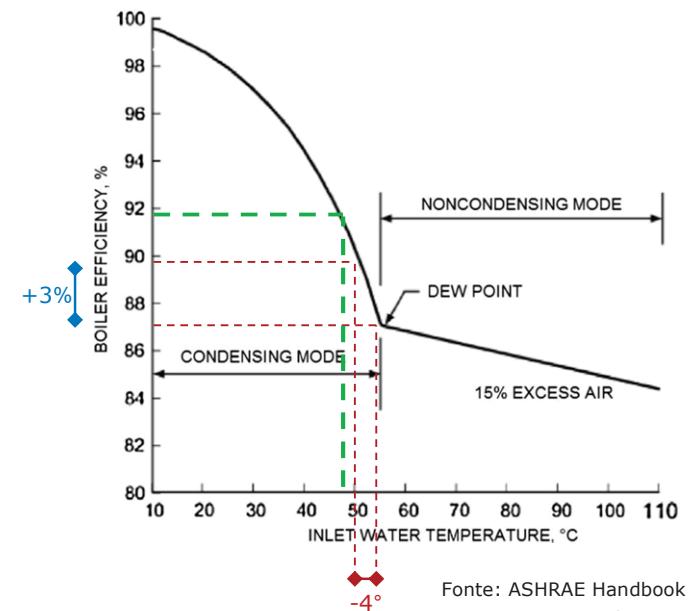
$$\text{Consumo Anual de Gas Natural} = \frac{20.000}{0,87 \times 11} = 2.090 \text{ m}^3$$

- **Eficiencia media de la caldera a 48 °C = 0,92**

$$\text{Consumo Anual de Gas Natural} = \frac{20.000}{0,92 \times 11} = 1.976 \text{ m}^3$$

Ahorro resultante = 2.090 - 1.976 = 114 m<sup>3</sup> → **5,5%**

Ahorro/año 114 m<sup>3</sup> gas ~ 78 €



Este ahorro es posible con un sistema de calefacción perfectamente equilibrado gracias a las válvulas termostáticas independientes de la presión que proporcionan a la caldera una **baja temperatura de retorno** → la caldera funciona en modo de condensación.

## ...pero hay mucho más que conseguir con las **TRVs**

- Un sistema de calefacción equilibrado es posible con la instalación de **TRVs**
- Una TRV proporciona además un ahorro de hasta un 36% gracias al control de la temperatura ambiente.
- Esto significa un ahorro adicional de  $1.421\text{€} \times 0,36 = 511\text{€}$
- Al sustituir válvulas manuales por **TRVs** dinámicas conseguimos un mayor control de la temperatura y que la caldera funcione en modo condensación siendo el ahorro total de  $78\text{€} + 511\text{€} = 589\text{€}$
- **Que resulta en una factura de gas de 832€ en vez 1.421€ ~ 40% de ahorro**

ID	1	2	3	4	5	6	7
1	0%						
2	31%	0%					
3	36%	8%	0%				
4	39%	13%	5%	0%			
5	42%	17%	10%	5%	0%		
6	46%	22%	15%	10%	5%	0%	
7	46%	23%	16%	11%	7%	1%	0%

*Explanation of IDs*

**ID 1: Manual valves**

ID 2: Old TRV (15+ years)

**ID 3: New TRV**

ID 4: Electronic TRV (no temp setbacks)

ID 5: Electronic TRV P1

ID 6: Electronic TRV P2

ID 7: Electronic TRV P2 + Holiday

Σ Going from one control to another control has quite an impact on energy savings...

Fuente: Hirschberg study results.



Conclusiones:

## ¿Por que usar una valvula de radiador con cabezal termostático ?

Debido a:

- Ahorro de energía
- Mejora del rendimiento de la caldera
- Mejora del medio ambiente
- Mayor Confort



Preservando el medio ambiente

**100** kg/año

**Menos de CO<sub>2</sub>**

**Sustituyendo sólo una válvula de  
radiador manual por una válvula  
con cabezal termostático**

# Preguntas



Classified as Business





**ENGINEERING  
TOMORROW**