

Sessão técnica Hidráulica BELIMO / CONTIMETRA

13 junho 2023



CLAUDIO PEREIRA
ENRIQUE GALÁN

INDICE



BELIMO

EPBD / UNE ISO 52120-1

DIMENSIONAMIENTO COLECTORES

CIRCUITOS HIDRÁULICOS

PIQCV

SECUENCIA ARRANQUE PRODUCCIÓN

EPIV / ENERGY VALVE

SHOPPING CENTERS

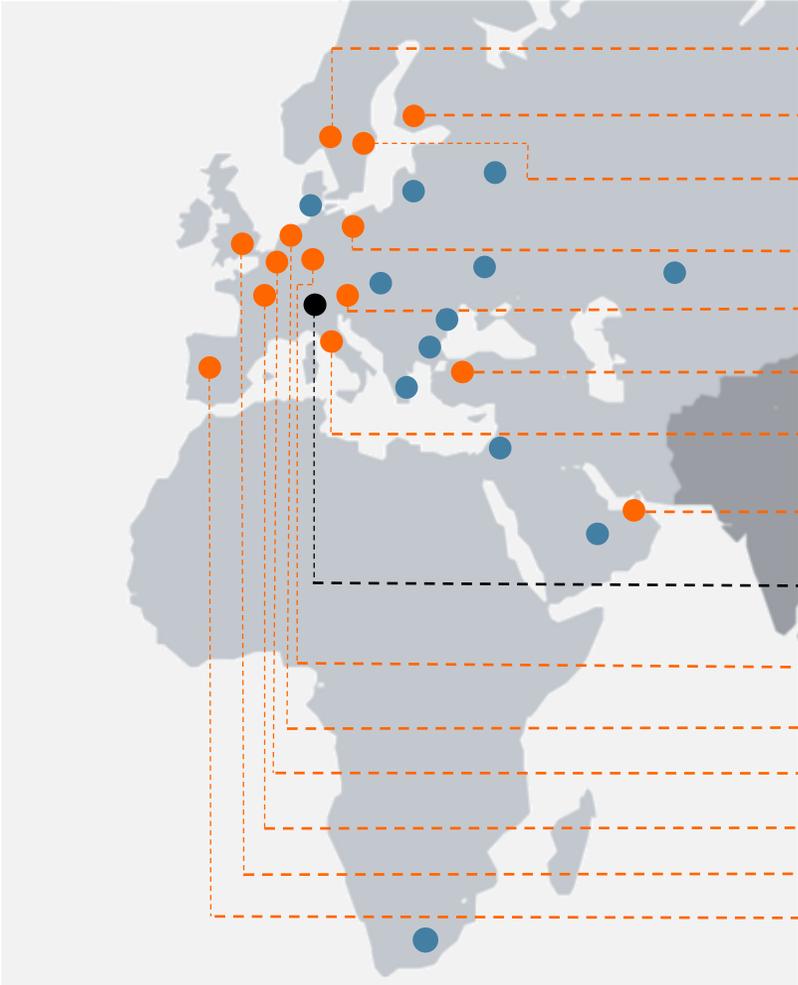
PUMP OPTIMIZER / CAUDAL MÍNIMO DE BOMBA

BELIMO

Overview



BELIMO. Sedes em EMEA



- Belimo Noruega
- Belimo Finlandia
- Belimo Suecia
- Belimo Polonia
- Belimo Austria
- Belimo Turquía
- Belimo Italia
- Belimo EAU
- Belimo Suiza**
- Sedes internacionales**
- Belimo Alemania
- Belimo Países Bajos
- Belimo Bélgica
- Belimo Francia
- Belimo Reino Unido
- Belimo España

- Sedes regionales
- Subsidiarias
- Representantes, socios franquiciados

	Empleados: representantes, socios franquiciados	120
--	--	------------

	Total de empleados de Belimo Europa:	1276
--	---	-------------

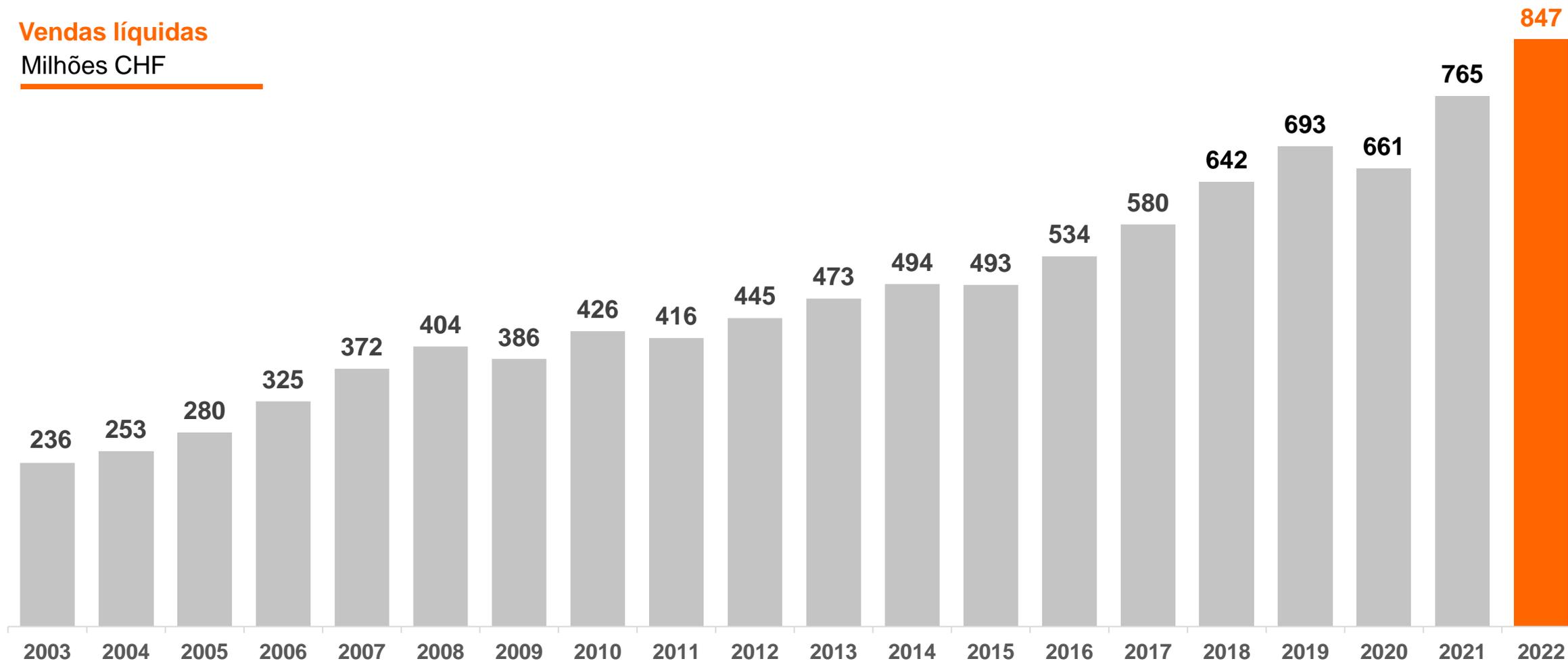
BELIMO. Números chave

Uma história de sucesso



Vendas líquidas

Milhões CHF



BELIMO. A nossa história ao longo de 48 anos



BELIMO
AUTOMATION



1975

Nasce BELIMO
Automation AG. Suíça

1976

Primeiro atuador com
união direta

1984

Lançamento
controladores VAV

1992

Lançamento do primeiro
motor DC, brushless, com
microprocesador incluído.

Aplicaciones Aire

Calidad de Aire Interior (IAQ)

7 factores esenciales

BELIMO



1

Medición, visualización y monitorización continuos y fiables de la calidad del aire en interiores



6

Filtración efectiva



7

Cantidad adecuada de aire exterior

5

Acondicionamiento correcto de la temperatura y la humedad



4

Presurización activa de la cubierta y los espacios



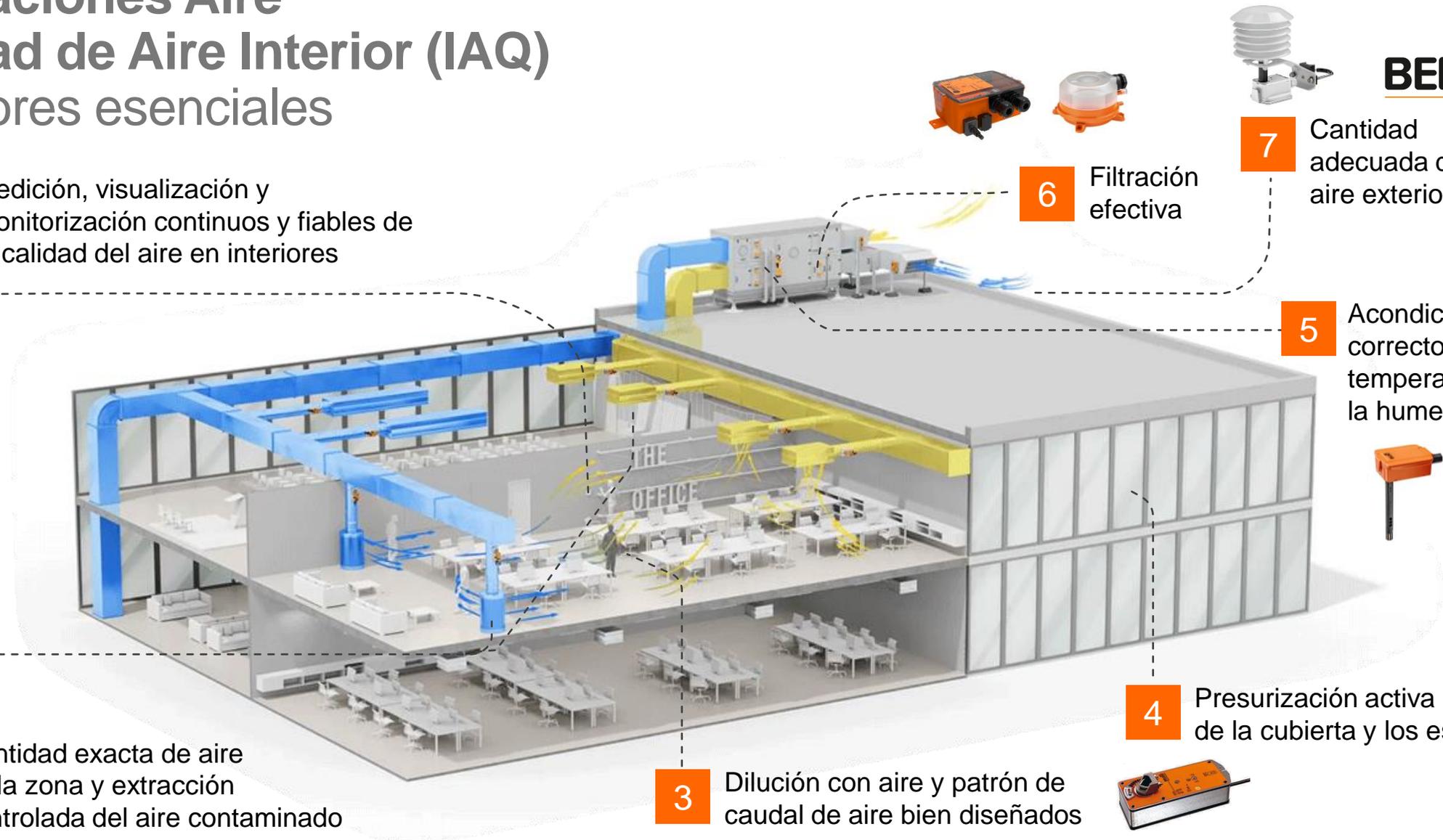
2

Cantidad exacta de aire en la zona y extracción controlada del aire contaminado



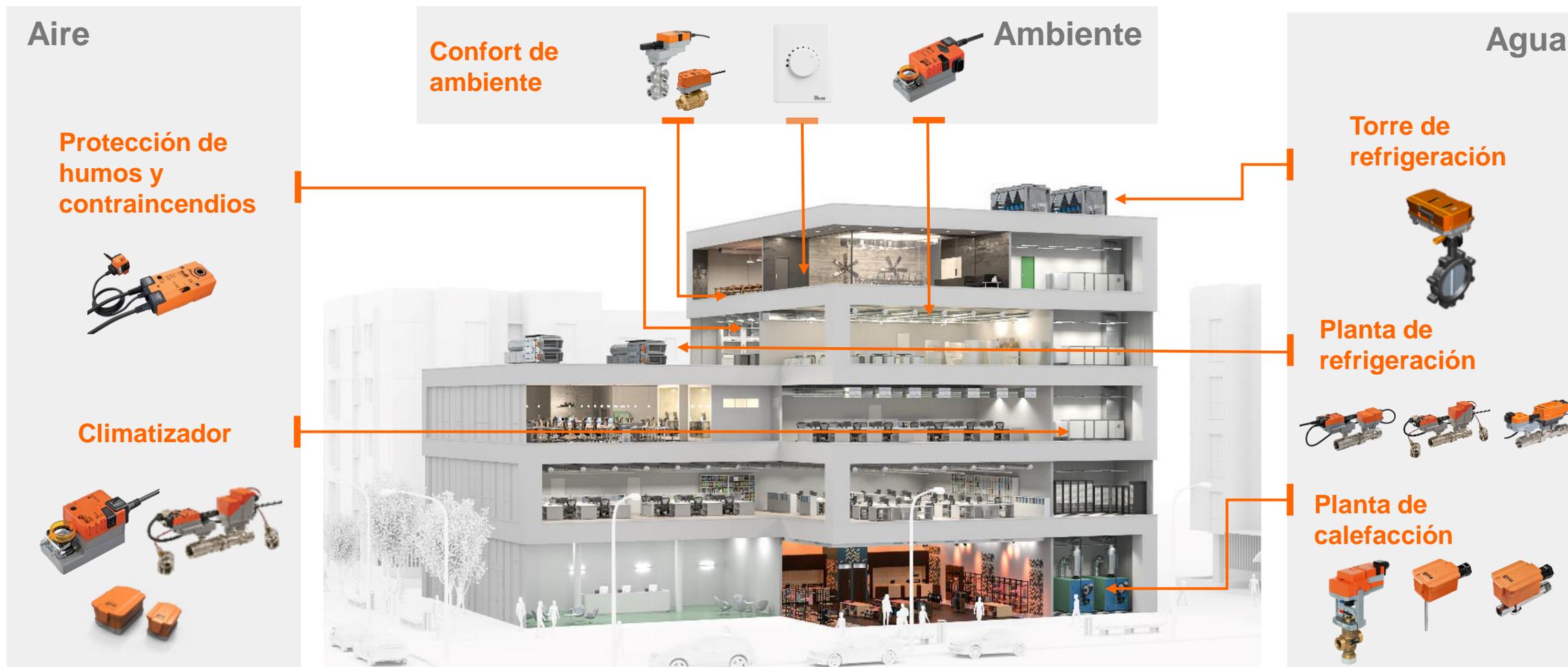
3

Dilución con aire y patrón de caudal de aire bien diseñados



Aplicaciones Agua e incendios

Calefacción, ventilación y acondicionamiento de aire en edificios



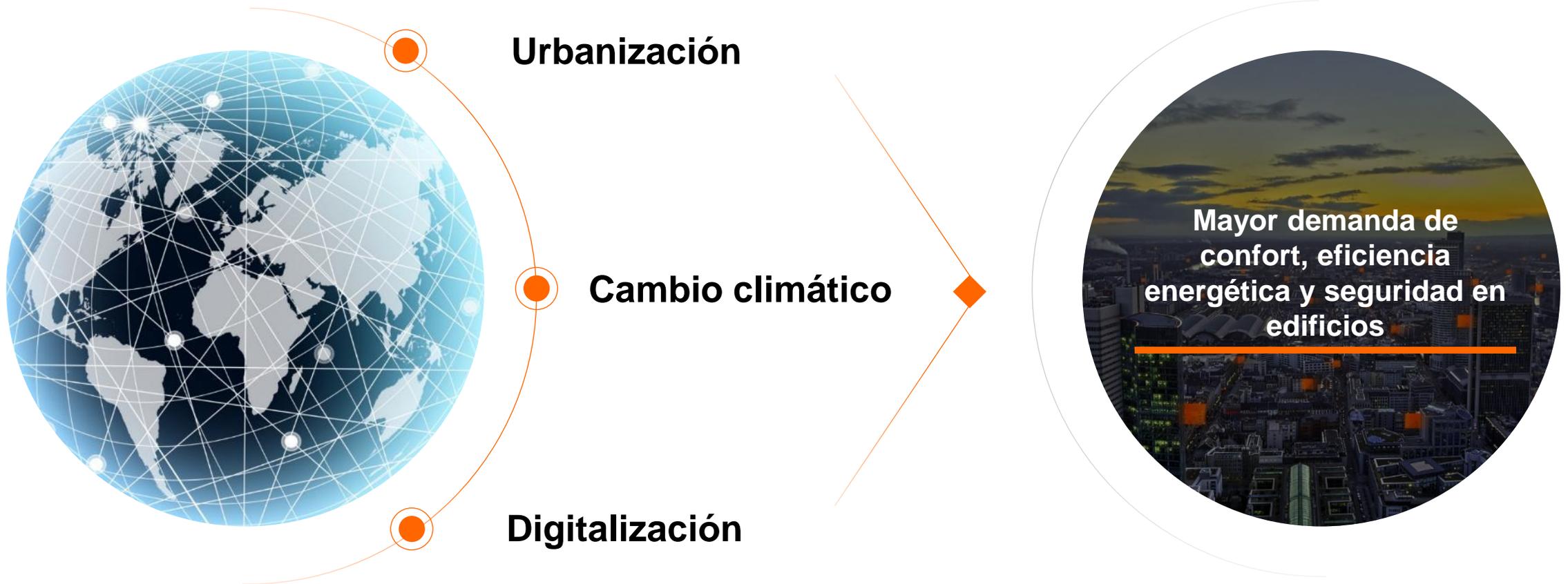
EPBD / EED

DIN ISO 52120-1



Megatendências

Incremento en la demanda de confort, eficiencia energética y seguridad



Legislación europea

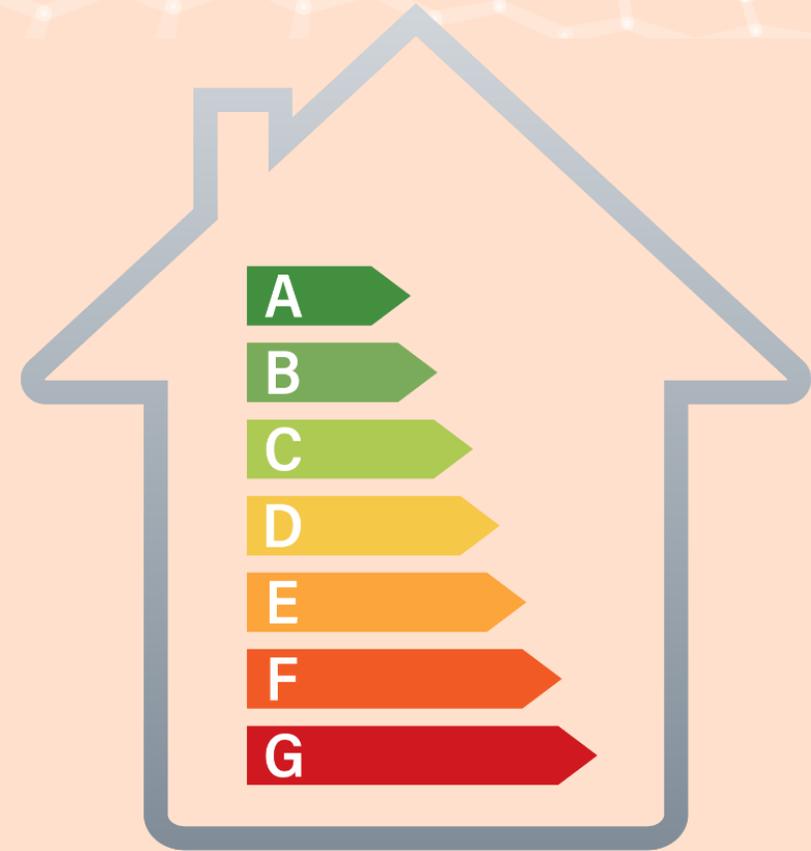


EED (Energy Efficiency Directive)

- Medição obrigatória para faturar ao usuário final.
- Leitura mensual desde janeiro 2022.
- Substituição progressiva dos contadores sem opção de leitura remota, até janeiro de 2027
- Contadores inteligentes para cada unidade contratada.

EPBD (Energy Performance of Buildings Directive)

- **Controlo individual de sala + equilibrado dinámico**
- Obrigatorio instalar **GTC** com monitorização continua da energia do sistema técnico de climatização em edificios terciarios para 2025 com potencia superior a **290kW**
- Inspeções periódicas de edificios residenciais com potencia superior a **70kW** o **GTC** com monitorização em tempo real da energia térmica consumida
- **SMART METERS** nas unidades de produção: Chillers, Caldeiras, Bombas de calor...

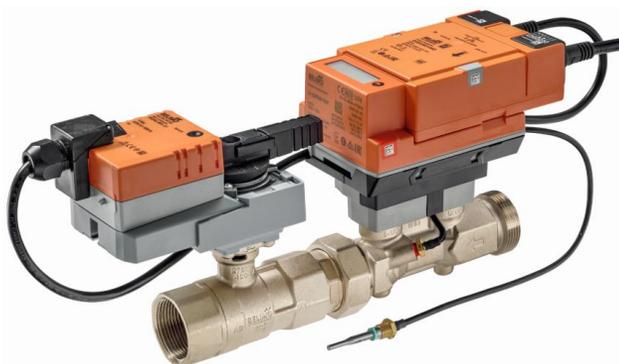


Sistemas de automatización y control de instalaciones. BMS

- Sempre que técnica e economicamente viável, os edifícios não residenciais com uma potência nominal de aquecimento, arrefecimento, instalações combinadas de aquecimento e ventilação ou instalações combinadas de arrefecimento e ventilação **superior a 290 kW devem ser equipados com sistemas de automatização e controlo dos edifícios. .**
- **Monitorizar, registar, analisar** e permitir o ajustamento do consumo de energia numa base contínua;
- Efectuar una evaluación comparativa de la eficiencia energética del edificio, **detectar las pérdidas** de eficiencia de sus instalaciones técnicas e informar sobre las **posibilidades de mejora de la eficiencia** energética a la persona responsable de la instalación o de la gestión técnica del edificio;
- Permitir la comunicación con instalaciones técnicas conectadas dentro del edificio, así como garantizar la interoperabilidad con distintos tipos de tecnologías patentadas, dispositivos y fabricantes.

Contabilización de consumos.

Todas as instalações térmicas que sirvam mais do que um utilizador deverão dispor de um sistema que permita a repartição dos custos correspondentes a cada serviço (aquecimento, arrefecimento e AQS) pelos diferentes utilizadores, no caso da água quente sanitária será um contador individual. O sistema previsto, instalado no troço de ligação a cada unidade de consumo, permitirá regular e medir o consumo, bem como interromper os serviços a partir do exterior das instalações.



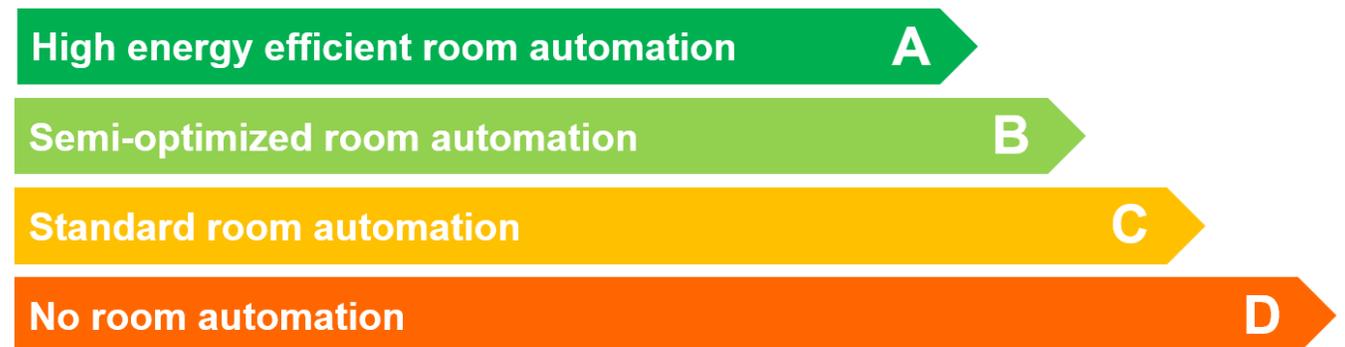
BELIMO Energy Valve



Thermal Energy Meter

UNE-EN ISO 52120-1

- Energy efficiency of buildings - influence of building automation and facility management
- Publication date 22.11.2019
- Replacement for DIN EN 15232-1:2017-12
- Main changes:
 - **ISO standard**
 - Consideration of **hydraulic balancing** of heating systems and cooling systems
- Size 125 / 89 pages (DE/EN)



UNE-EN ISO 52120-1

Energy Efficiency



X.X

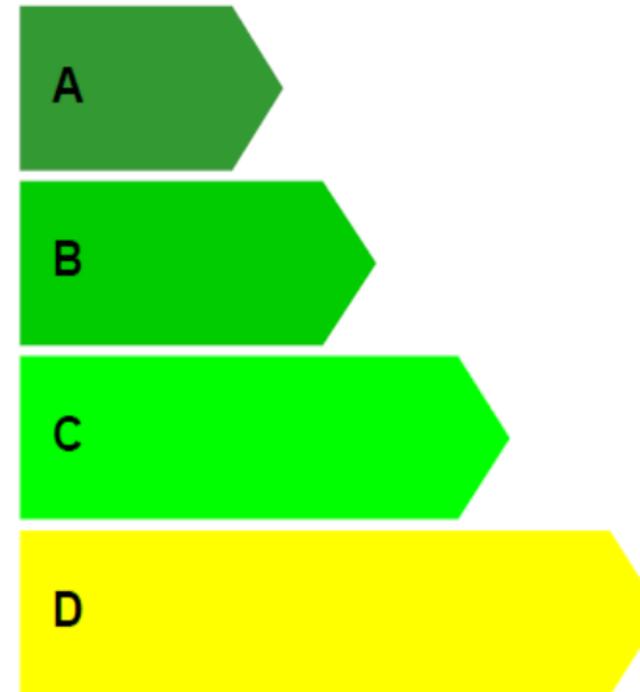
- Emission control
- Control of distribution network water temperature
- Control of distribution pumps in networks
- Hydronic balancing heating distribution
- Air flow control
- Heat recovery control
- Malfunction detection
- Report energy consumption
- ...

		Definition of classes							
		Residential				Non residential			
		D	C	B	A	D	C	B	A
1.4.a	Hydronic balancing heating distribution (including contribution to the balancing on the emission side)								
	Hydronic balancing is applied to a emitter or a group of heat emitters greater than 10								
	0	No balancing	x				x		
	1	Balanced statically per emitter, without group balance	x	x			x		
	2	Balanced statically per emitter, and a static group balance	x	x			x		
	3	Balanced statically per emitter and dynamic group balance	x	x	x		x	x	
	4	Balanced dynamically per emitter	x	x	x	x	x	x	x

EPBD

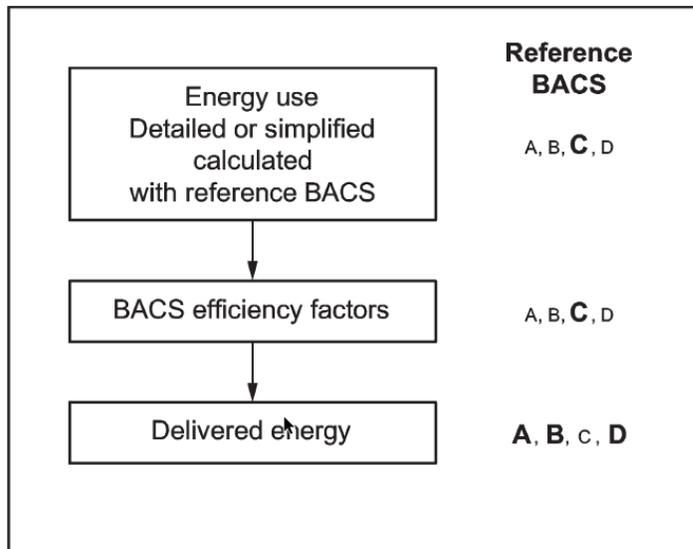
UNE-EN ISO 52120-1

Class	Energy efficiency
A	Corresponds to high energy performance BACS and TBM <ul style="list-style-type: none">• Networked room automation with automatic demand control• Scheduled maintenance• Energy monitoring• Sustainable energy optimization
B	Corresponds to advanced BACS and some specific TBM functions <ul style="list-style-type: none">• Networked room automation without automatic demand control• Energy monitoring
C	Corresponds to standard BACS <ul style="list-style-type: none">• Networked building automation of primary plants• No electronic room automation, thermostatic valves for radiators• No energy monitoring
D	Corresponds to non-energy efficient BACS. Buildings with such systems shall be retrofitted. New buildings shall not be equipped with such systems <ul style="list-style-type: none">• Without networked building automation functions• No electronic room automation• No energy monitoring



Potential Energy savings

- Two procedures for calculation of a BAC's contribution to building energy efficiency.
 - Chapter 6: Detailed procedure
 - Chapter 7: Factor based procedure

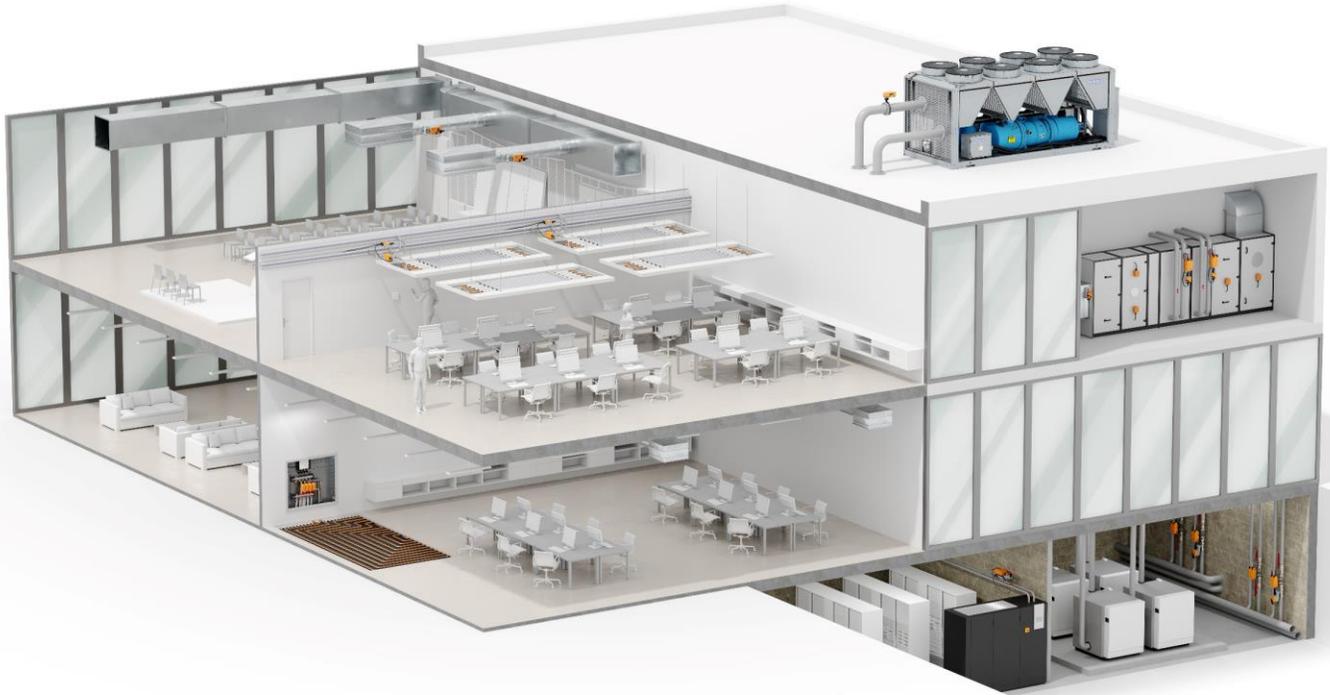


Source:
DIN EN ISO 52120-1:2019-12
Figure 9 – Calculation sequence of BAC efficiency factor method

Non-residential building types	Overall BAC efficiency factors $f_{BAC,H}$ and $f_{BAC,C}$							
	D		C Reference		B		A	
	Non energy efficient		Standard		Advanced		High energy performance	
	$f_{BAC,H}$	$f_{BAC,C}$	$f_{BAC,H}$	$f_{BAC,C}$	$f_{BAC,H}$	$f_{BAC,C}$	$f_{BAC,H}$	$f_{BAC,C}$
Offices	1.44	1.57	1	1	0.79	0.80	0.70	0.57
Lecture hall	1.22	1.32	1	1	0.73	0.94	0.3 ^a	0.64
Education buildings (schools)	1.20	-	1	1	0.88	-	0.80	-
Hospital	1.31	-	1	1	0.91	-	0.86	.
Hotels	1.17	1.76	1	1	0.85	0.79	0.61	0.76
Restaurants	1.21	1.39	1	1	0.76	0.94	0.69	0.6
Wholesale and retail trade service buildings	1.56	1.59	1	1	0.71	0.85	0.46 ^a	0.55

Source:
DIN EN ISO 52120-1:2019-12
Table A.5 – Detailed BAC Efficiency factors $f_{BAC,H}$ and $f_{BAC,C}$ – Non-residential buildings

Potential Energy savings



Schools	20%
Offices	30%
Hotels	39%
Shopping C.	54%

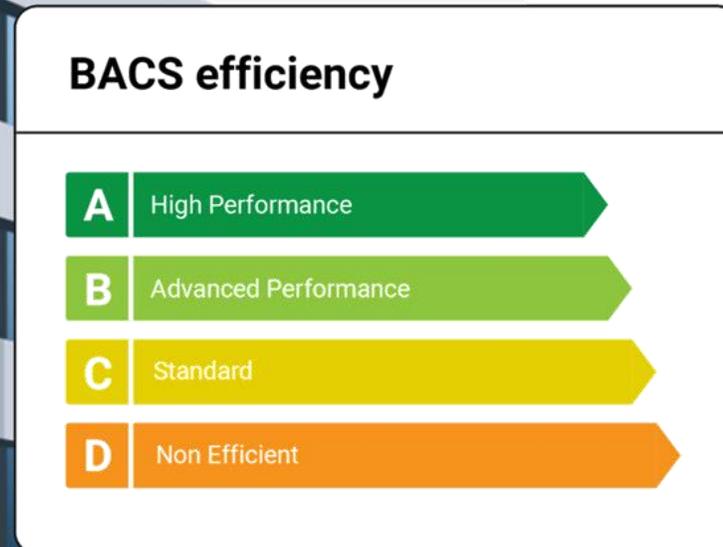
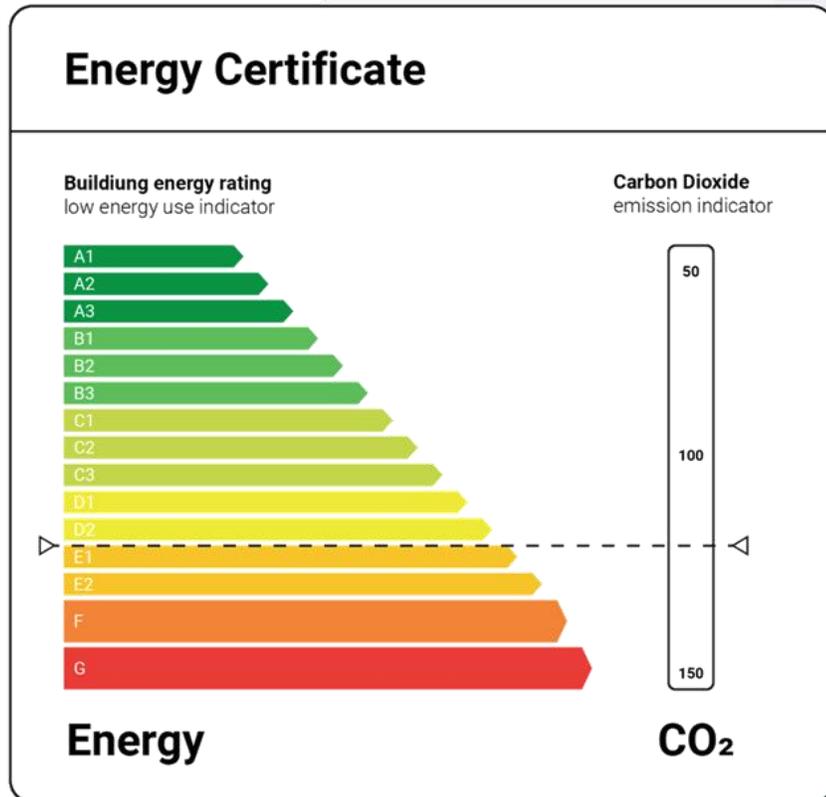
RetroFit+

Our tool is based on ISO52120



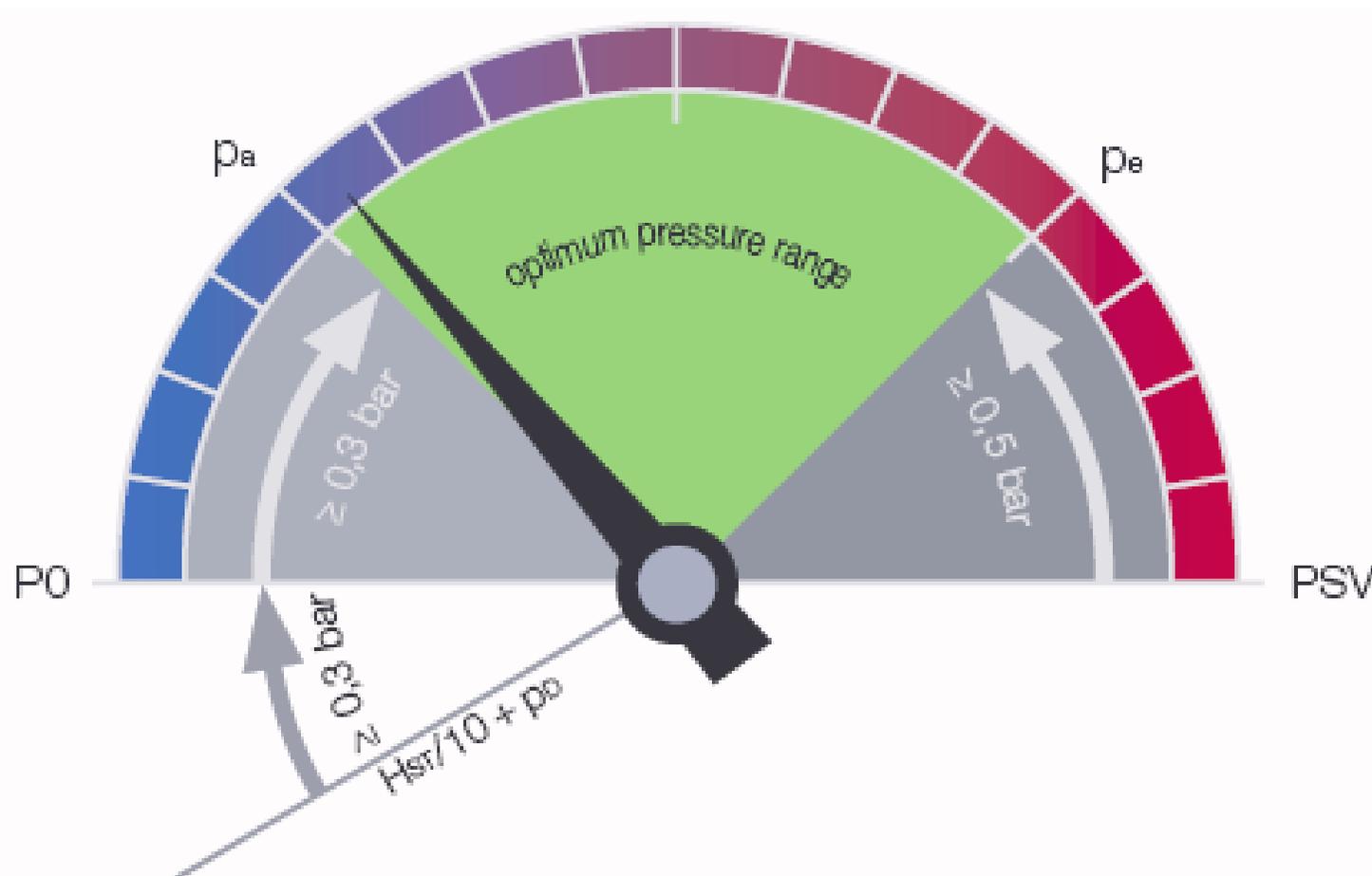
Building Efficiency in
kWh/m² or CO₂

BACS efficiency notation
Based on ISO52.120



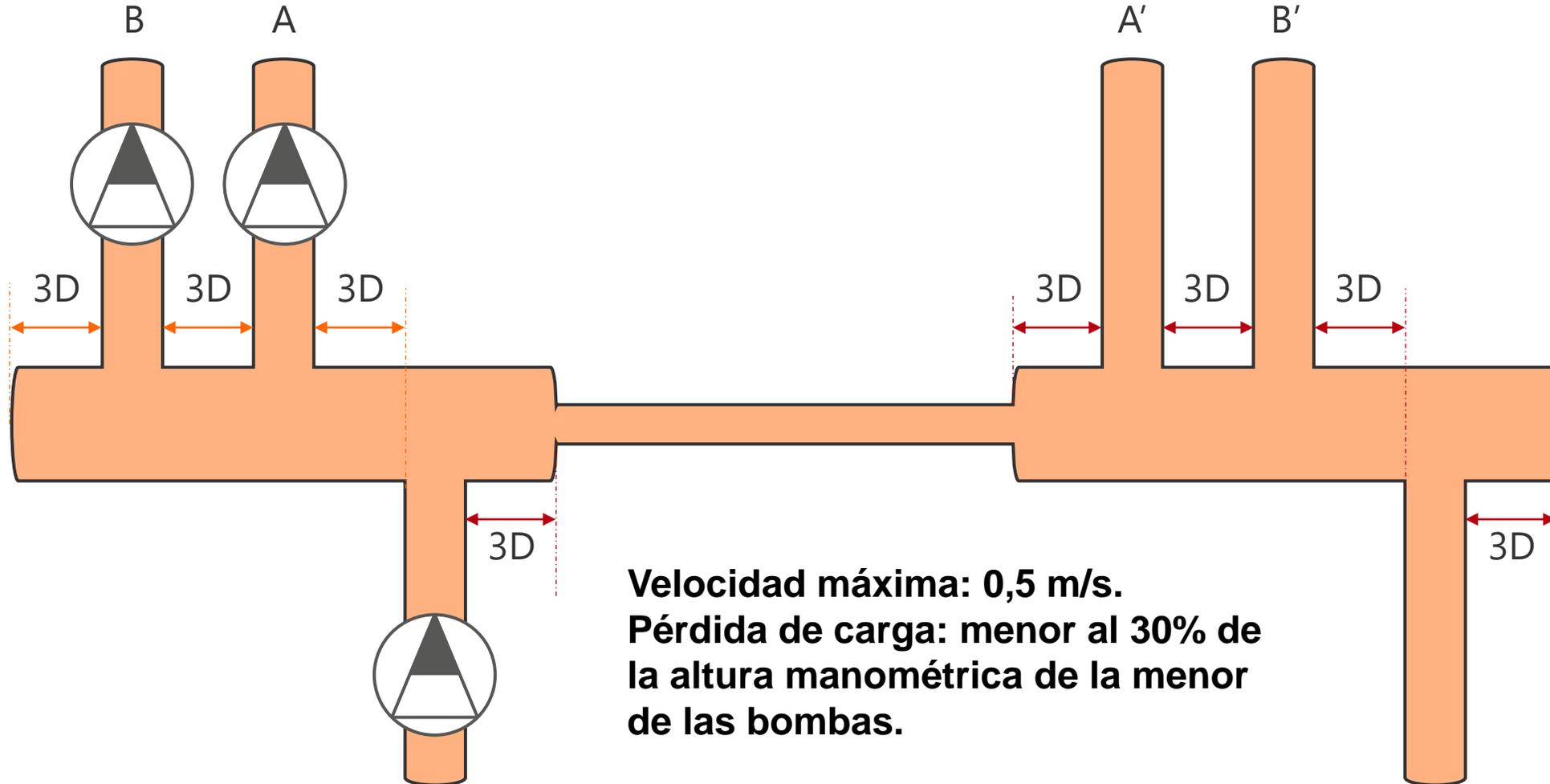
DIMENSIONAMIENTO COLECTORES

PRESURIZACIÓN DEL SISTEMA



INTERACTIVIDAD PRIMARIO Y SECUNDARIO

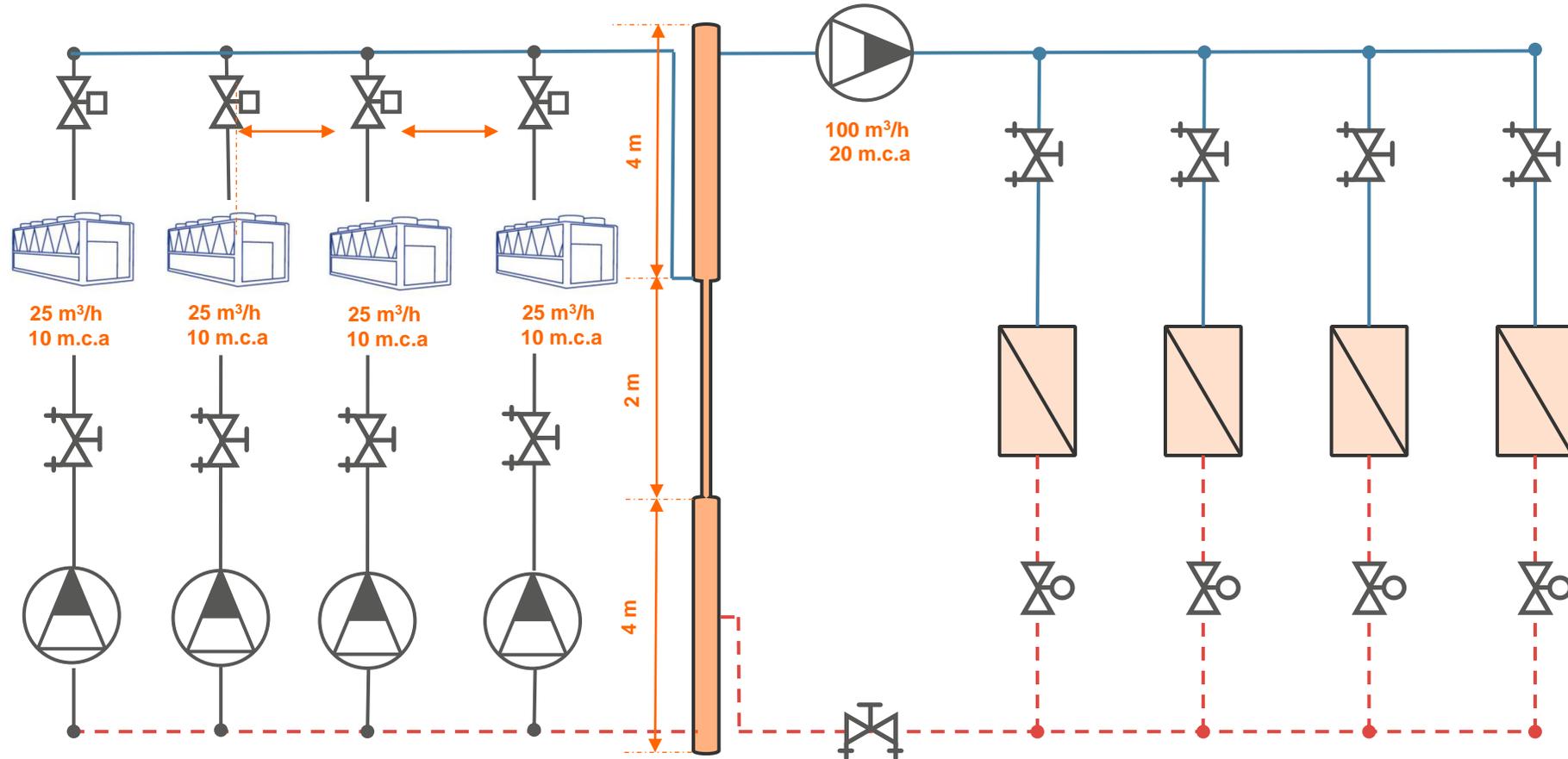
Colectores de presión diferencial nula



Dimensionamiento siguiendo la regla de las 3Ds. Donde D es el diámetro de la tubería de producción.

INTERACTIVIDAD PRIMARIO Y SECUNDARIO

Colectores de presión diferencial nula



Colector

$\Delta H 30\% < \Delta H \text{ bombas} = 30\% * 10 \text{ m.c.a} = 3 \text{ m.c.a} / 30\text{kPa} / 30000 \text{ Pa}$
 $V_{\max} \leq 0,5 \text{ m/s}$, $q_{\max} = 100 \text{ m}^3/\text{h}$ si $DN=250$ $\Delta p = 9,5 \text{ Pa/m}$ y $v = 0,52 \text{ m/s}$
Si tenemos 4 m $4 * 9,5 = 38 \text{ Pa}$

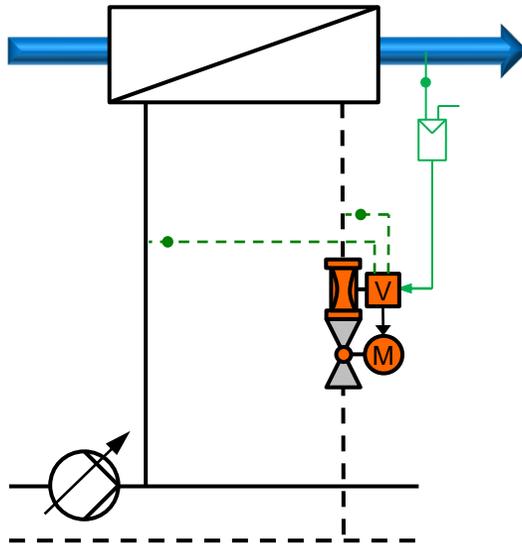
by pass

$\Delta H 30\% < \Delta H \text{ bombas} = 30\% * 10 \text{ m.c.a} = 3 \text{ m.c.a} / 30\text{kPa} / 30000 \text{ Pa}$
 $V_{\max} \leq 0,5 \text{ m/s}$, $q_{\max} = 25 \text{ m}^3/\text{h}$ si $DN=125$ $\Delta p = 9,4 \text{ Pa/m}$ y $v = 0,52 \text{ m/s}$
Si tenemos 2 m $4 * 9,4 = 18,8 \text{ Pa}$

CIRCUITOS HIDRAULICOS

Circuito obturador

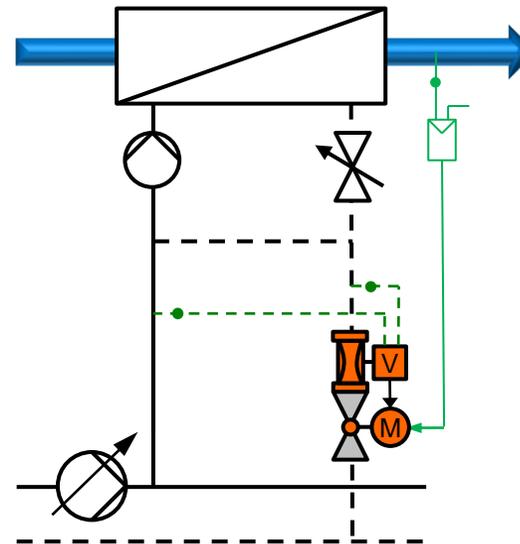
- Enfriadores de aire y deshumectación controlada
- Recalentadores
- Precalentadores sin riesgo de congelación



- a-value < 1
- Control de caudal: isoporcentual
- Control de potencia: lineal

Circuito de inyección con 2 vías

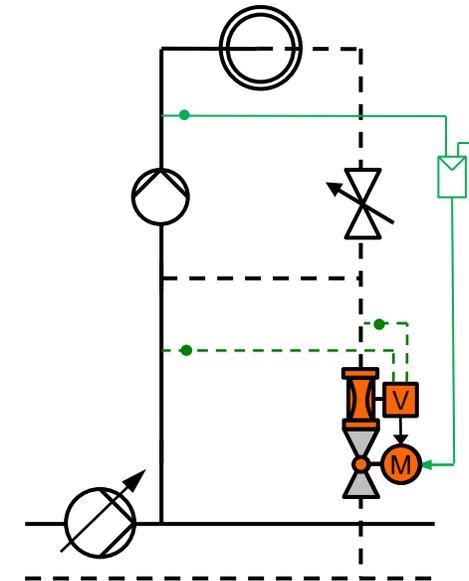
- Precalentadores c/ riesgo de congelación
- Recalentadores (sin estratificación de T^a)
- Calefacción de distrito
- Sistemas de radiadores



- a-value < 1
- Control de caudal: isoporcentual
- Control de potencia: lineal

Control de temperatura

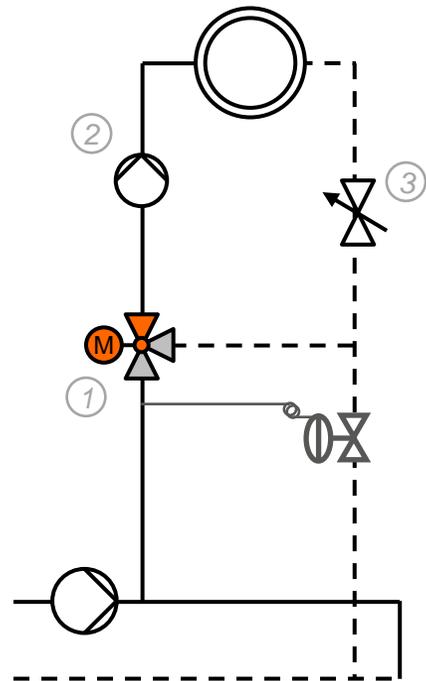
- Generadores de calor
- Grupos de frío



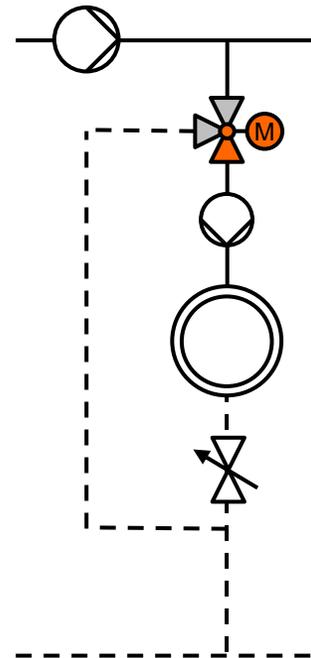
- a-value = 1
- Control de caudal: lineal
- Control de potencia: lineal

Circuito mezclador

Presentación Geográfica

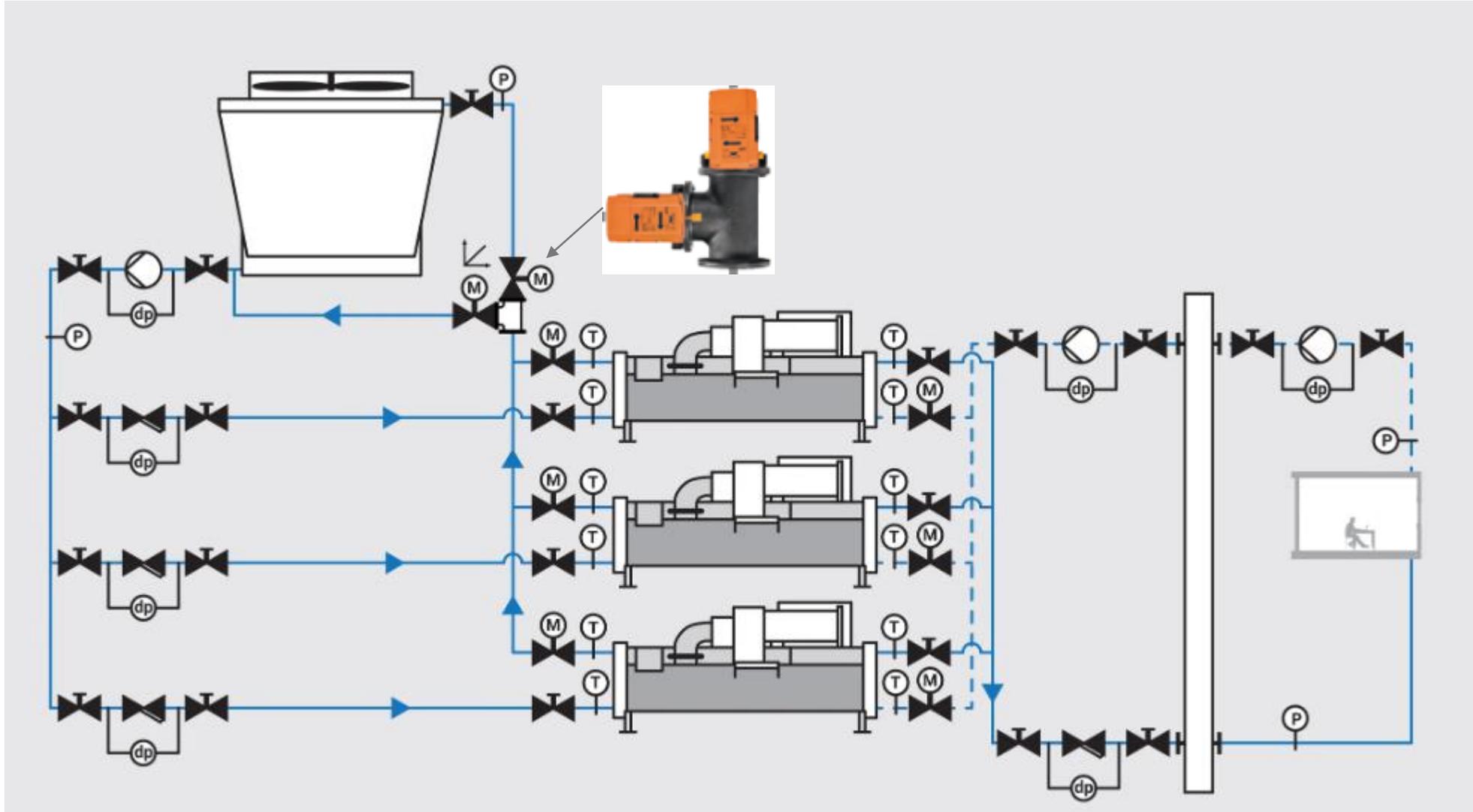


Presentación Sinóptica

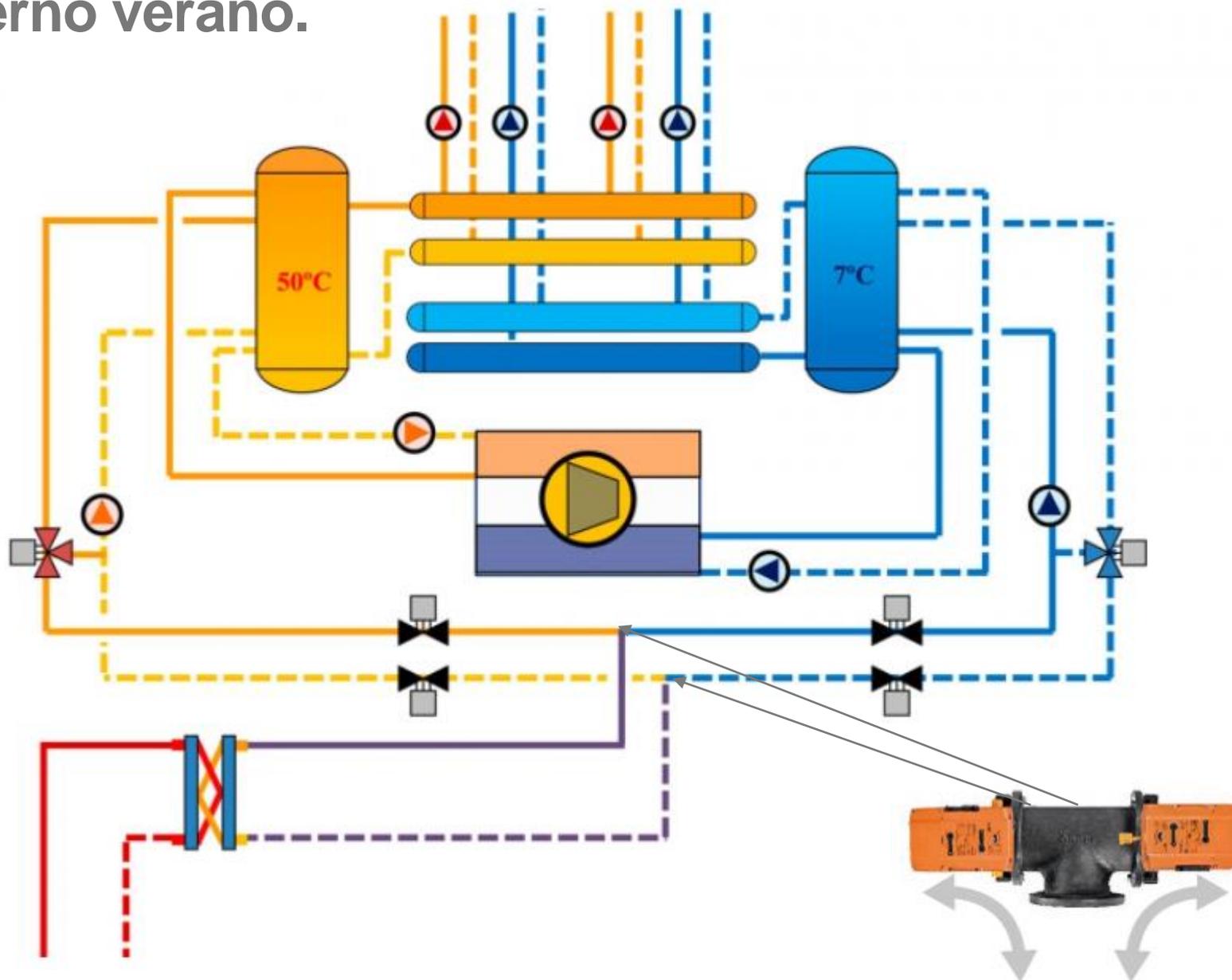


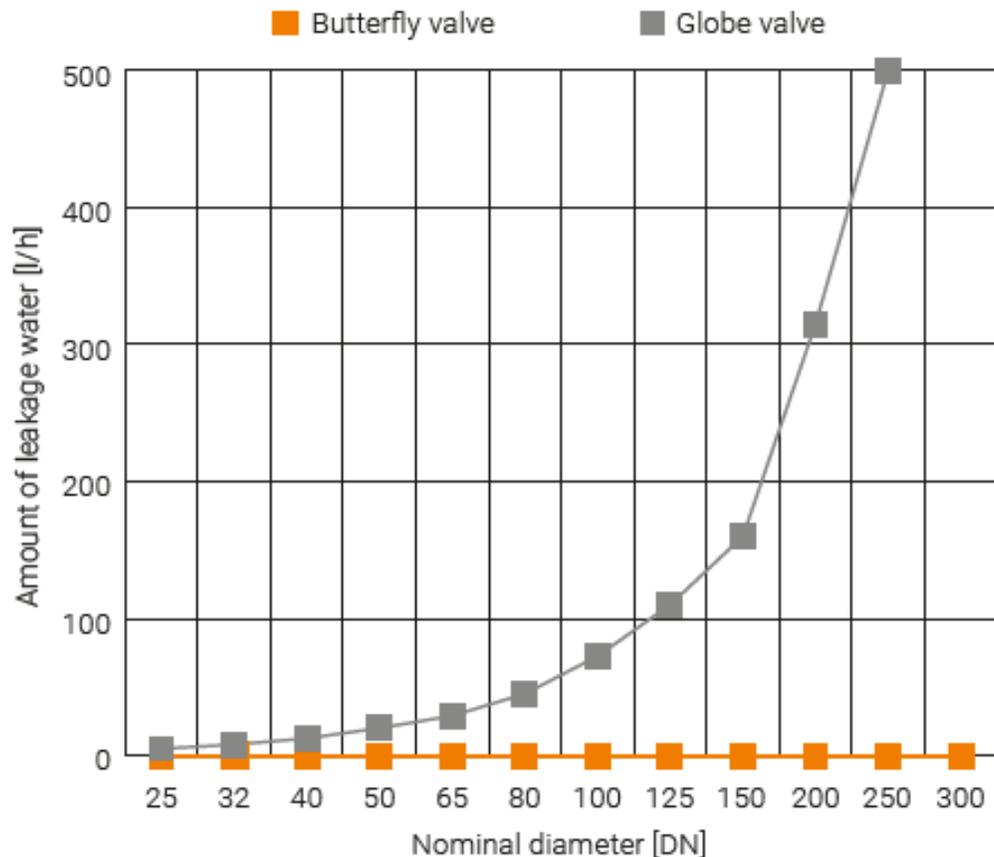
AISLAMIENTO CIRCUITOS Y CHANGE OVER

Aislamiento de Chillers y bypass Torre Refrigeración

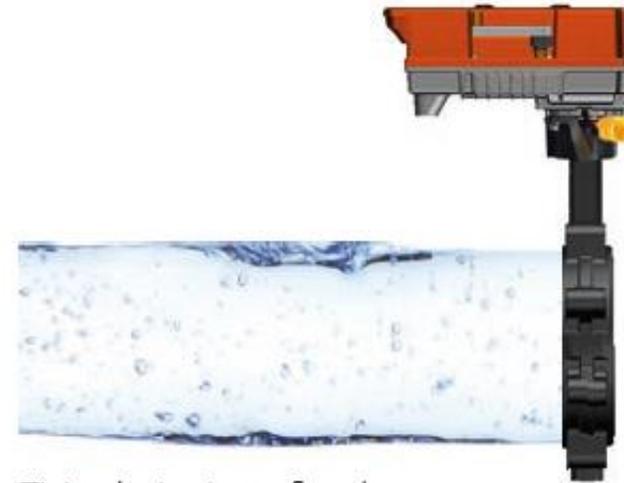


Cambio invierno verano.





Comparisons of leakage volumes (m³/h) at $\Delta p = 1$ bar in the nominal diameters DN 25...300.

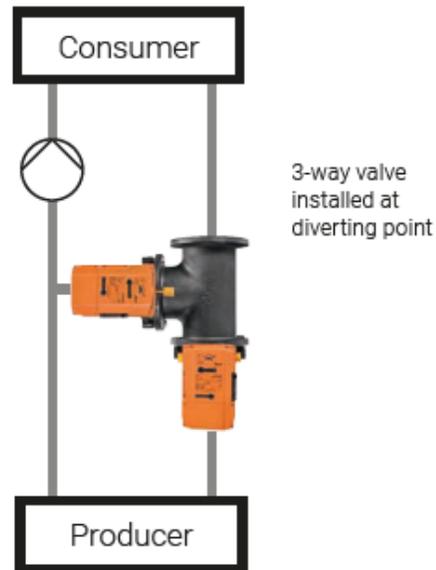


Tight-closing butterfly valve

- **Estanqueidad total**, tasa de fuga A, incluso en diámetros elevados.
- **Wafer o Lug**, hasta 14 bar de presión de cierre.
- **Reducción del consumo de energía** en bombeo y producción.

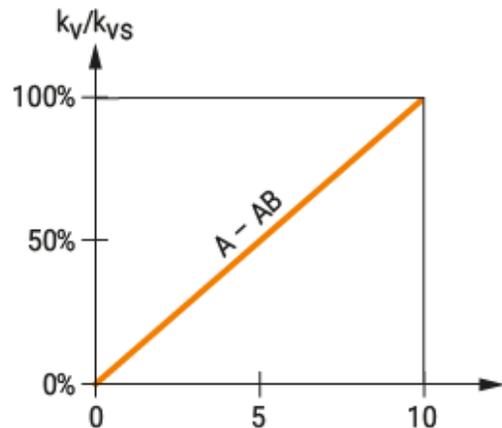
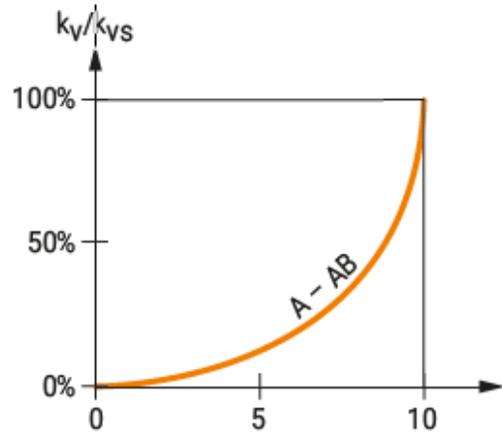


Butterfly valves installed in any configuration at a T-piece, according to the application.



- Mientras que en una válvula de asiento hay que tener en cuenta la dirección del flujo, una de mariposa puede instalarse para cualquier aplicación, mezcladora o diversora.

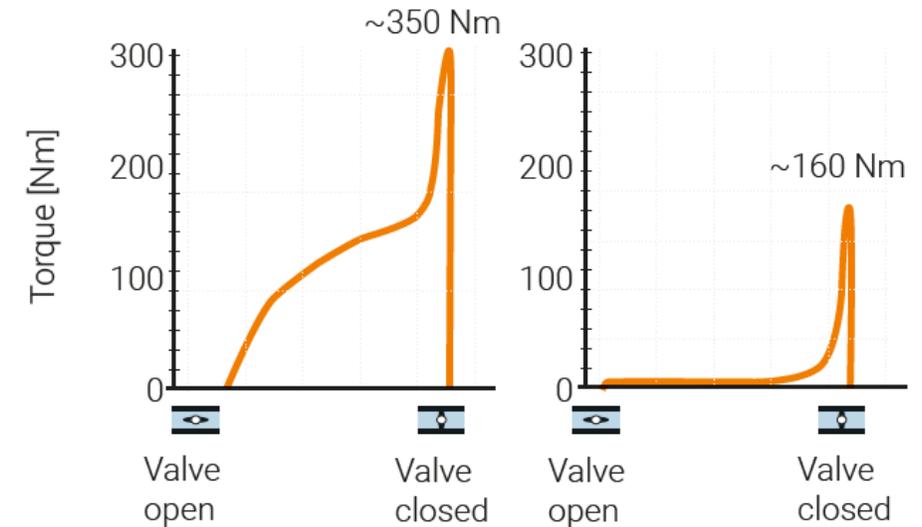




- **Curva característica isoporcentual** para aperturas entre 0-60%
- Dependiendo del Kv deseado, el ángulo de apertura se puede **configurar via NFC**, fácilmente con el móvil
- **Ahorro energético** con el reducido par de funcionamiento

Conventional butterfly valve DN 300

New Belimo butterfly valve D6..W/WL DN 300

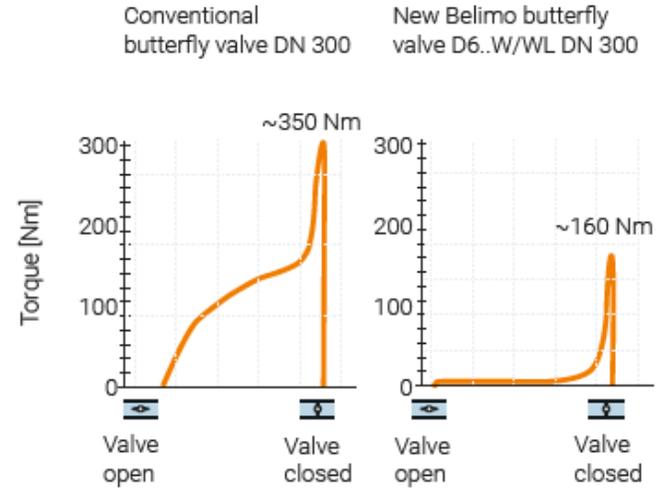




2-way butterfly valve compared to a 2-way globe valve.



3-way butterfly valve compared to a 3-way globe valve.

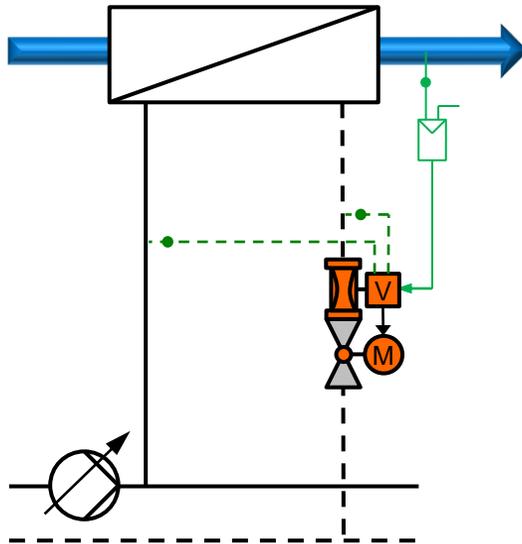


- Fácil de instalar
- Peso y altura reducidos en relación con una válvula de asiento convencional
- Bajo consumo eléctrico del actuador, hasta un 80% de ahorro energético
- Reduce la complejidad de la integración en el control

CIRCUITOS HIDRAULICOS

Circuito obturador

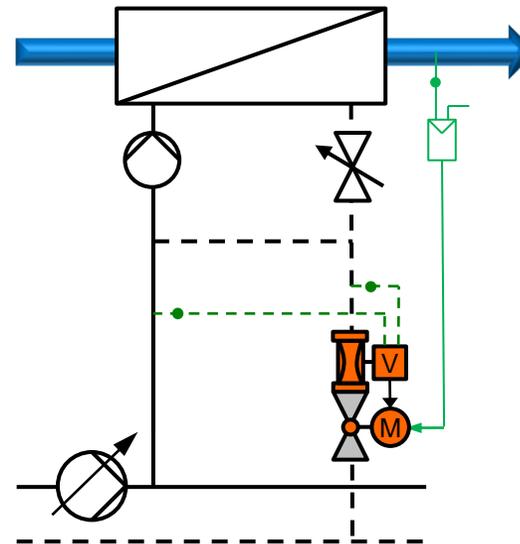
- Enfriadores de aire y deshumectación controlada
- Recalentadores
- Precalentadores sin riesgo de congelación



- a-value < 1
- Control de caudal: isoporcentual
- Control de potencia: lineal

Circuito de inyección con 2 vías

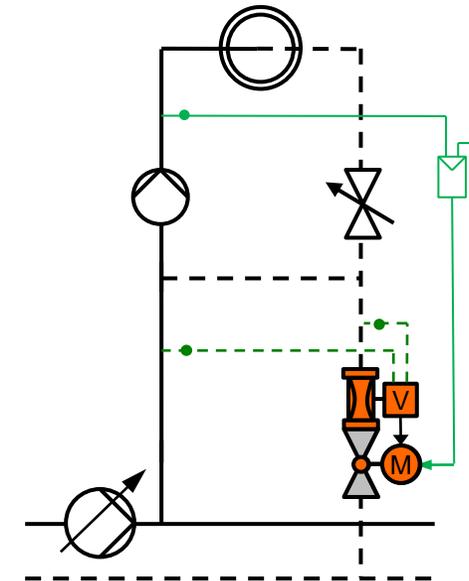
- Precalentadores c/ riesgo de congelación
- Recalentadores (sin estratificación de T^a)
- Calefacción de distrito
- Sistemas de radiadores



- a-value < 1
- Control de caudal: isoporcentual
- Control de potencia: lineal

Control de temperatura

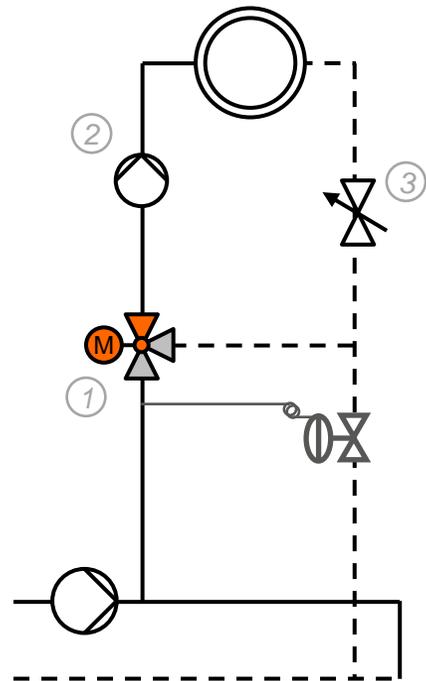
- Generadores de calor
- Grupos de frío



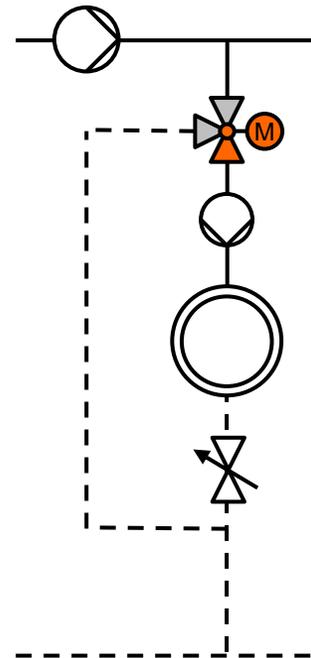
- a-value = 1
- Control de caudal: lineal
- Control de potencia: lineal

Circuito mezclador

Presentación Geográfica



Presentación Sinóptica



**What is...Low Delta T
Syndrome?**

Low ΔT Syndrome may occur when.....

➤ **Coils and valves not properly sized**

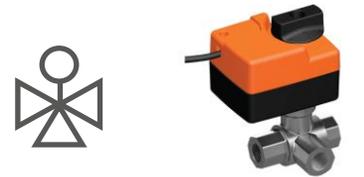
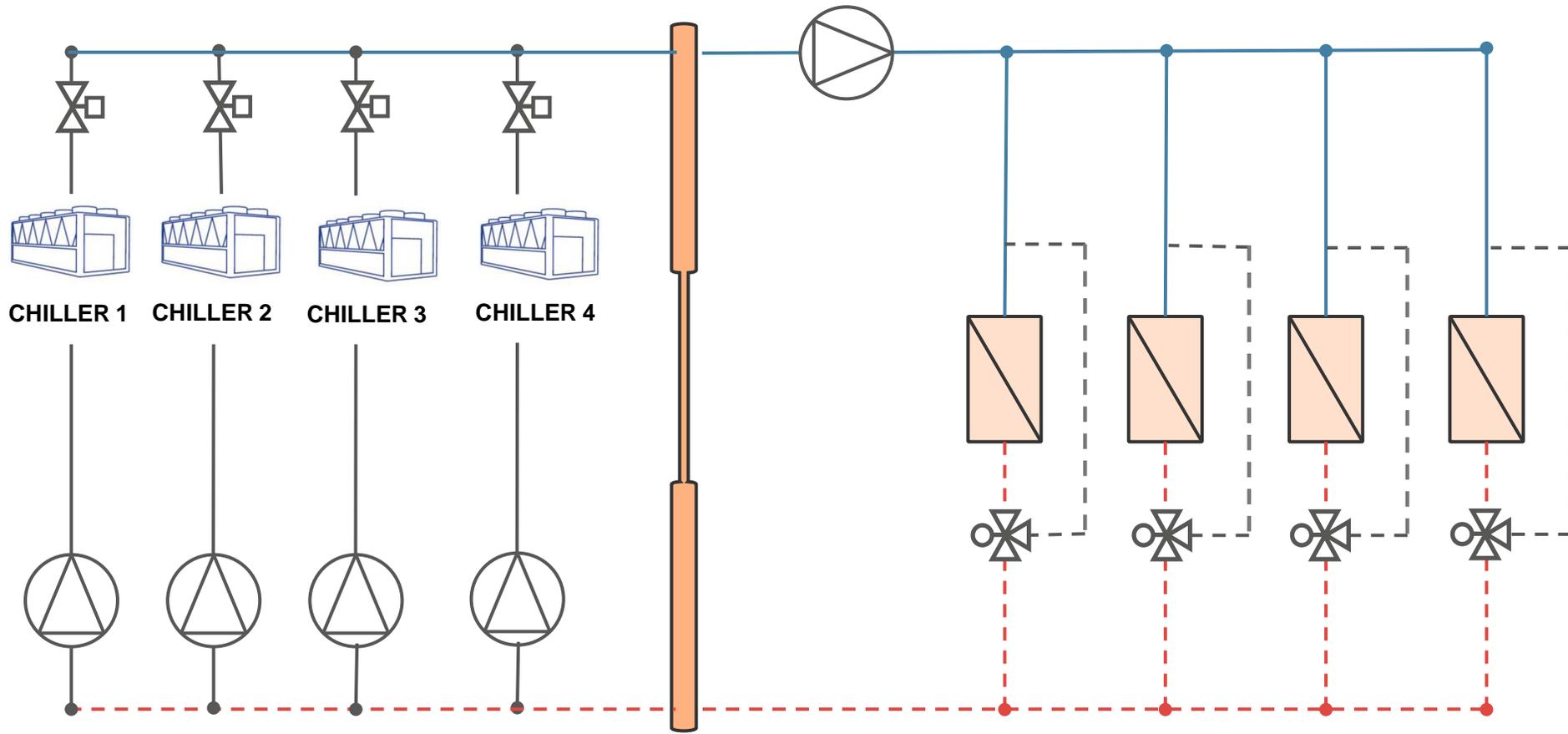
➤ **Too much water is delivered**

➤ **Coils foul and degrade with age or lack proper maintenance**

➤ **Water systems are not dynamically balanced**

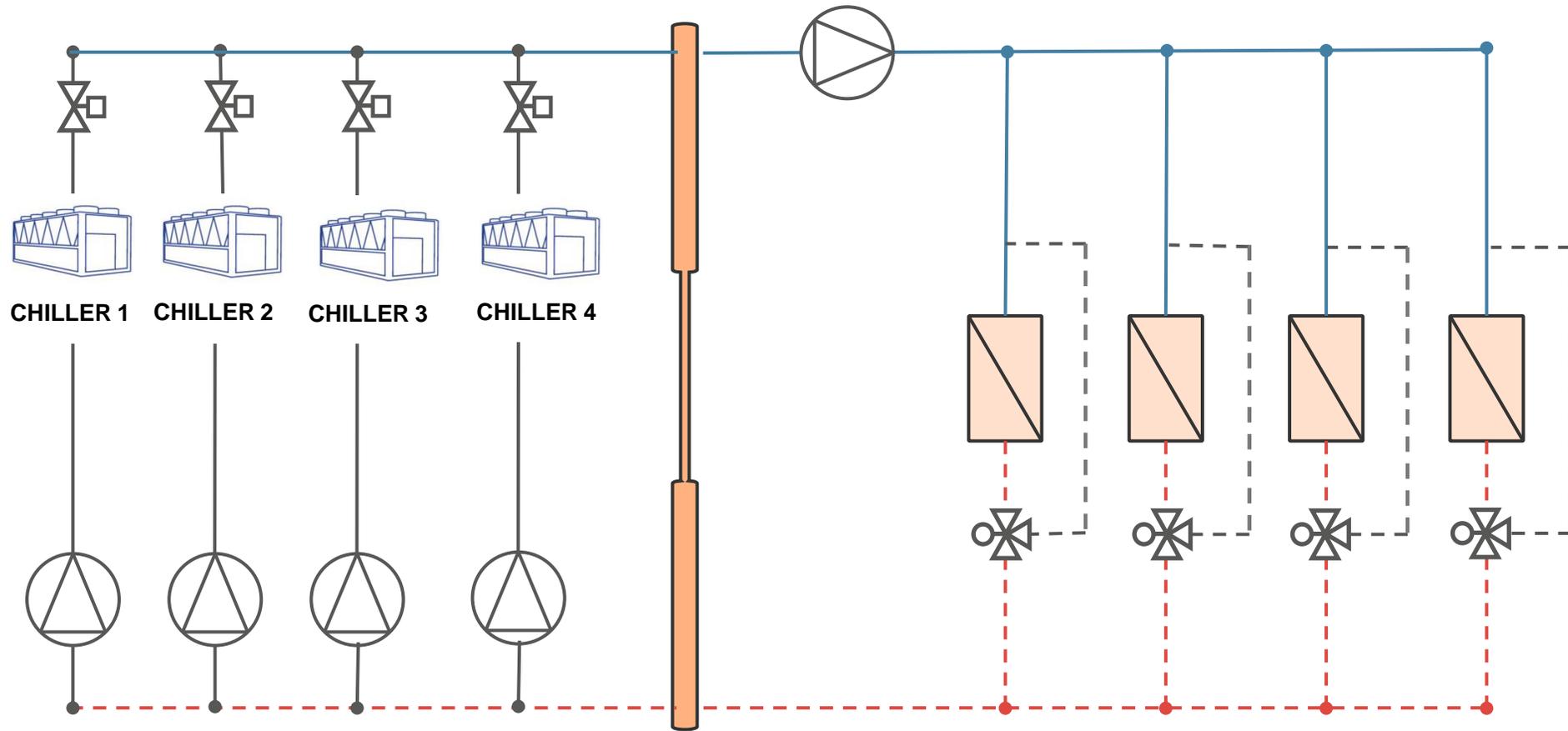
Circuitos de producción.

Que ocurre si añadimos una enfriadora más



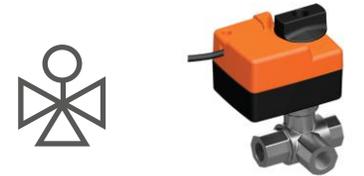
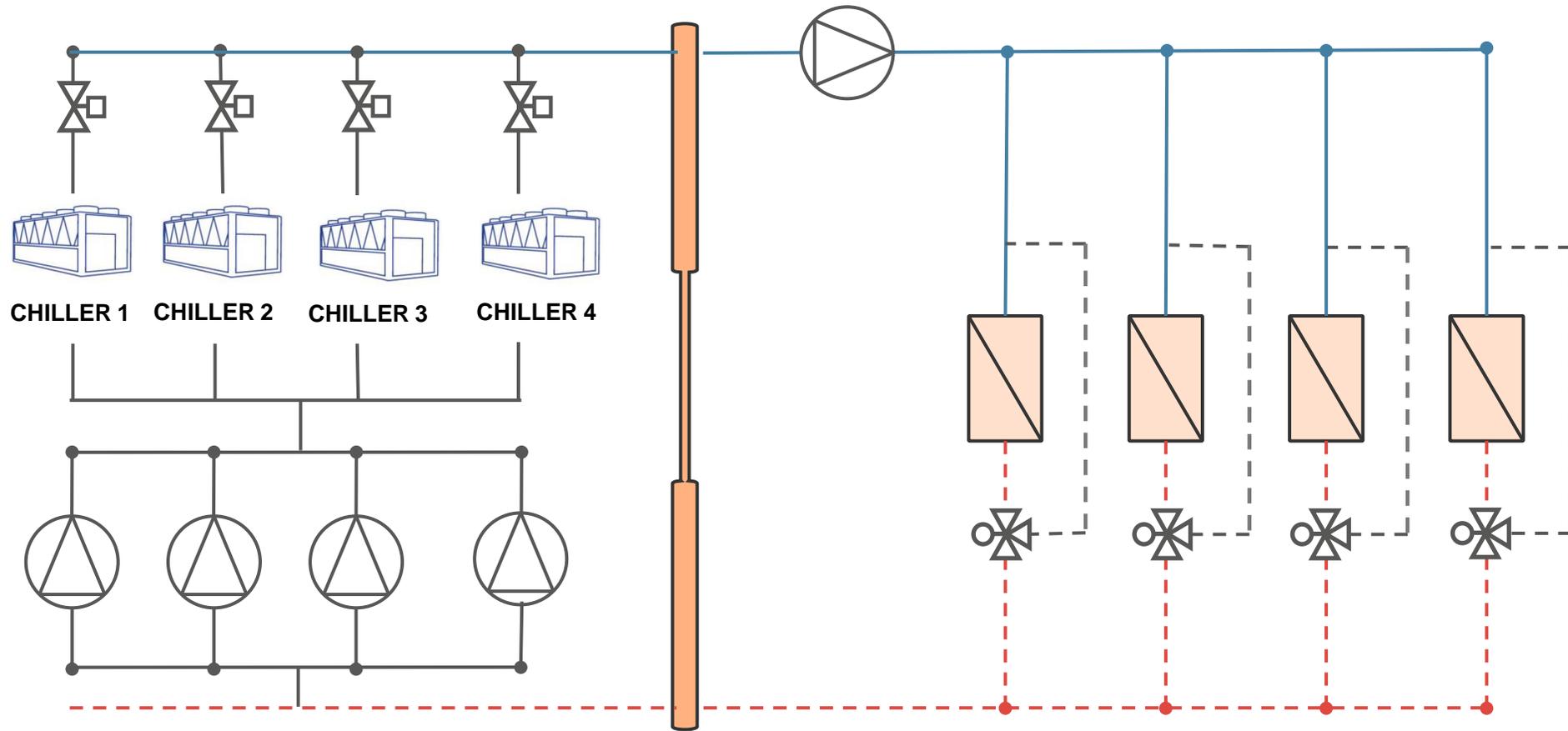
Circuitos de producción.

Primario y secundario a caudal constante sin equilibrado



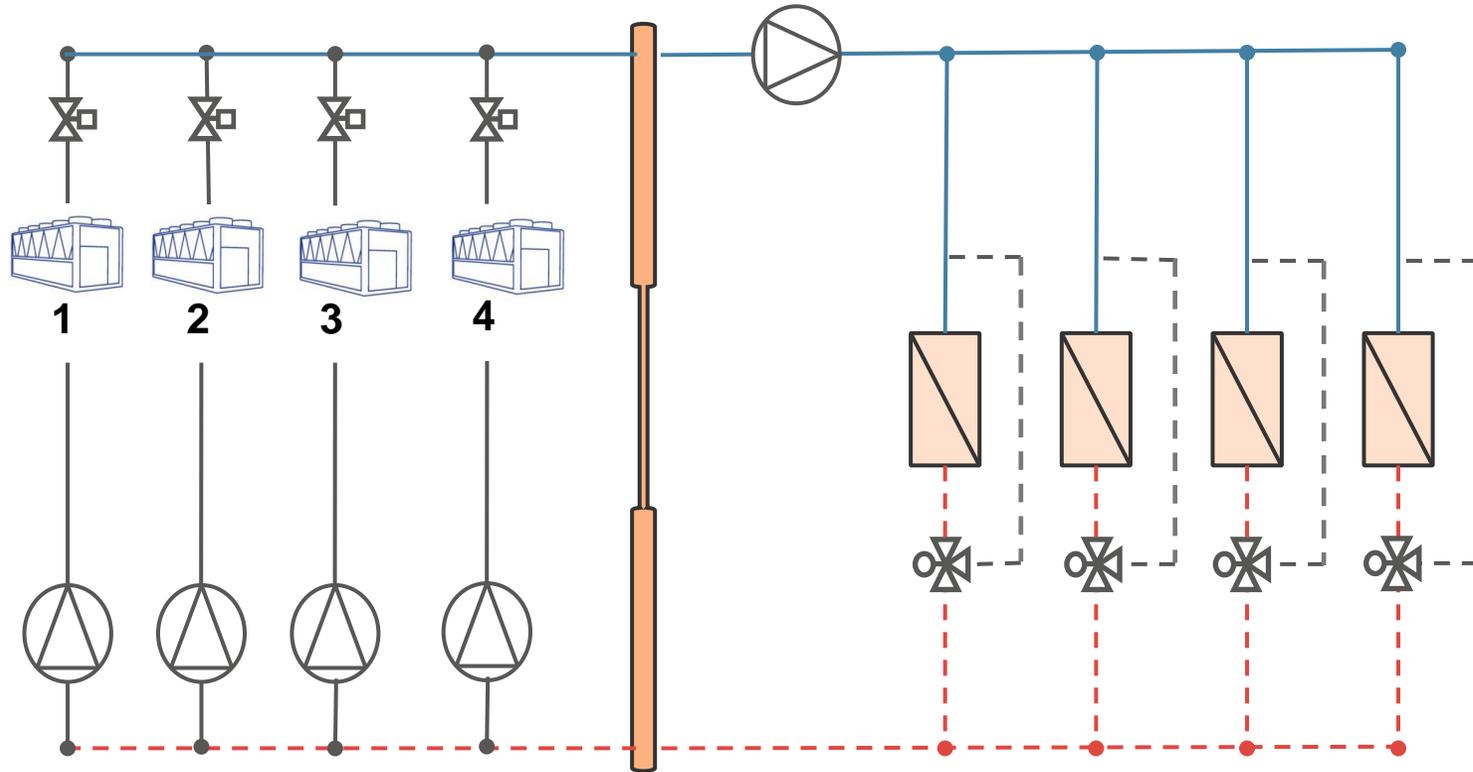
Circuitos de producción.

Primario y secundario a caudal constante sin equilibrado



Circuitos de producción.

Primario y secundario a caudal constante sin equilibrado



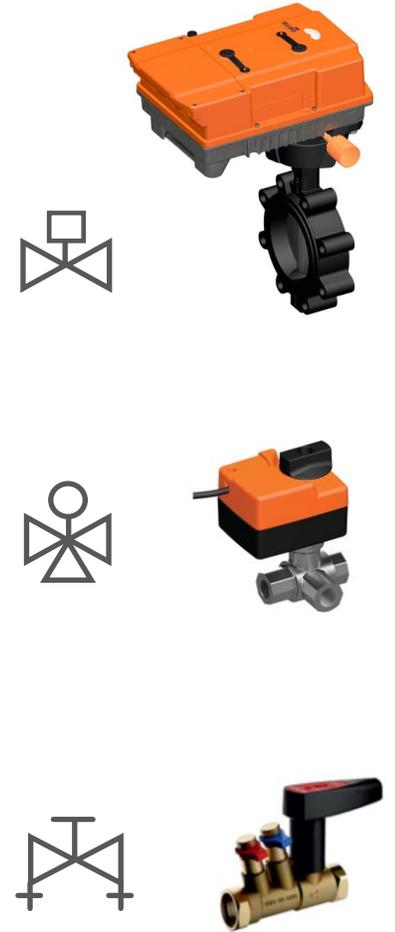
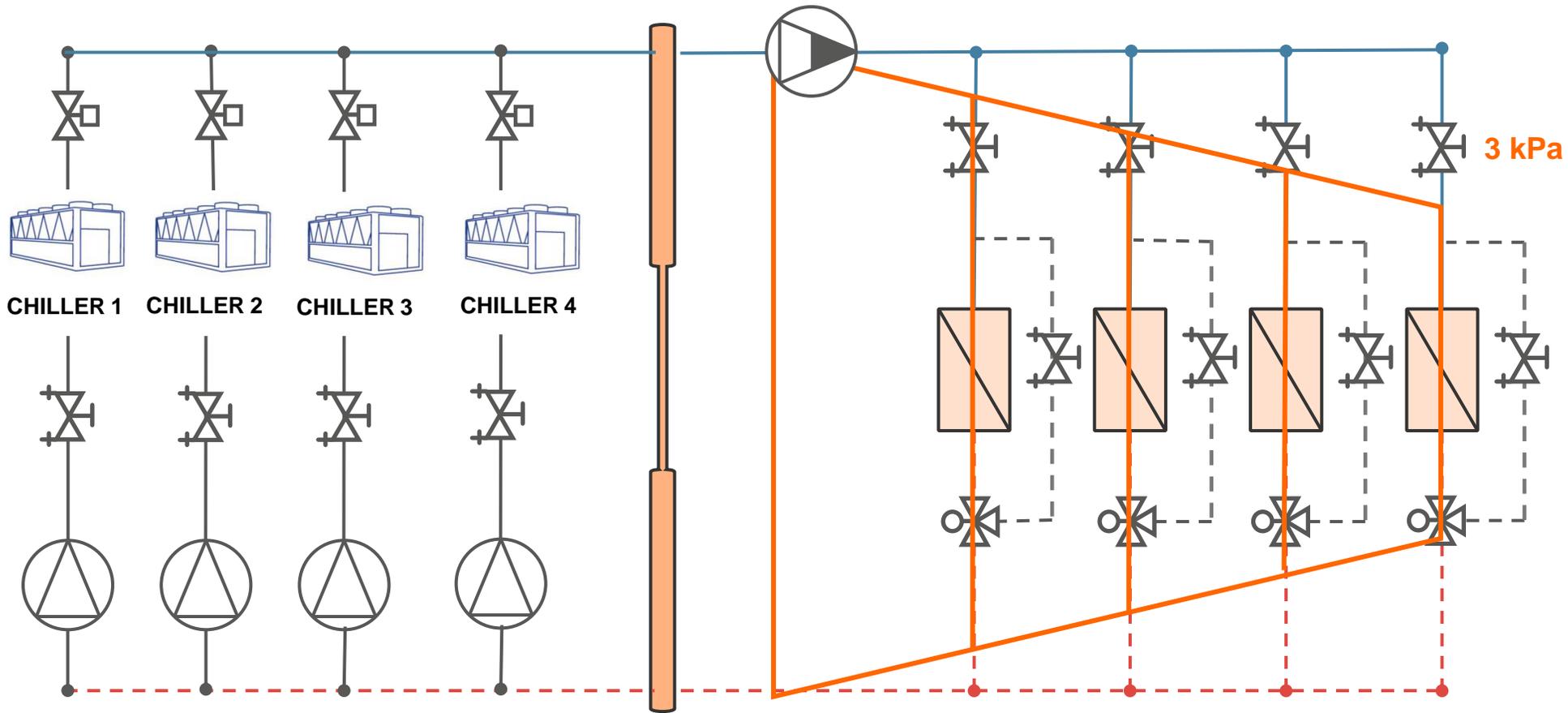
- **P:** Potencia
- **q:** Caudal
- **Δt :** Diferencial temperatura

Síndrome Δt bajo:

- $P = q * \Delta t = 4 * 5 = 20$ (Caso ideal)
- $P = q * \Delta t = 4 * 2 = 8$ (Caso real)
- Solo tenemos un 40% de potencia debido a no estar equilibrada la instalación y tener un Δt bajo.
- Para dar la potencia total de la instalación necesitaríamos 12 enfriadoras pero no conseguimos tener Δt de 5°C.
- Si incrementamos bomba en secundario agravamos el problema del Δt .

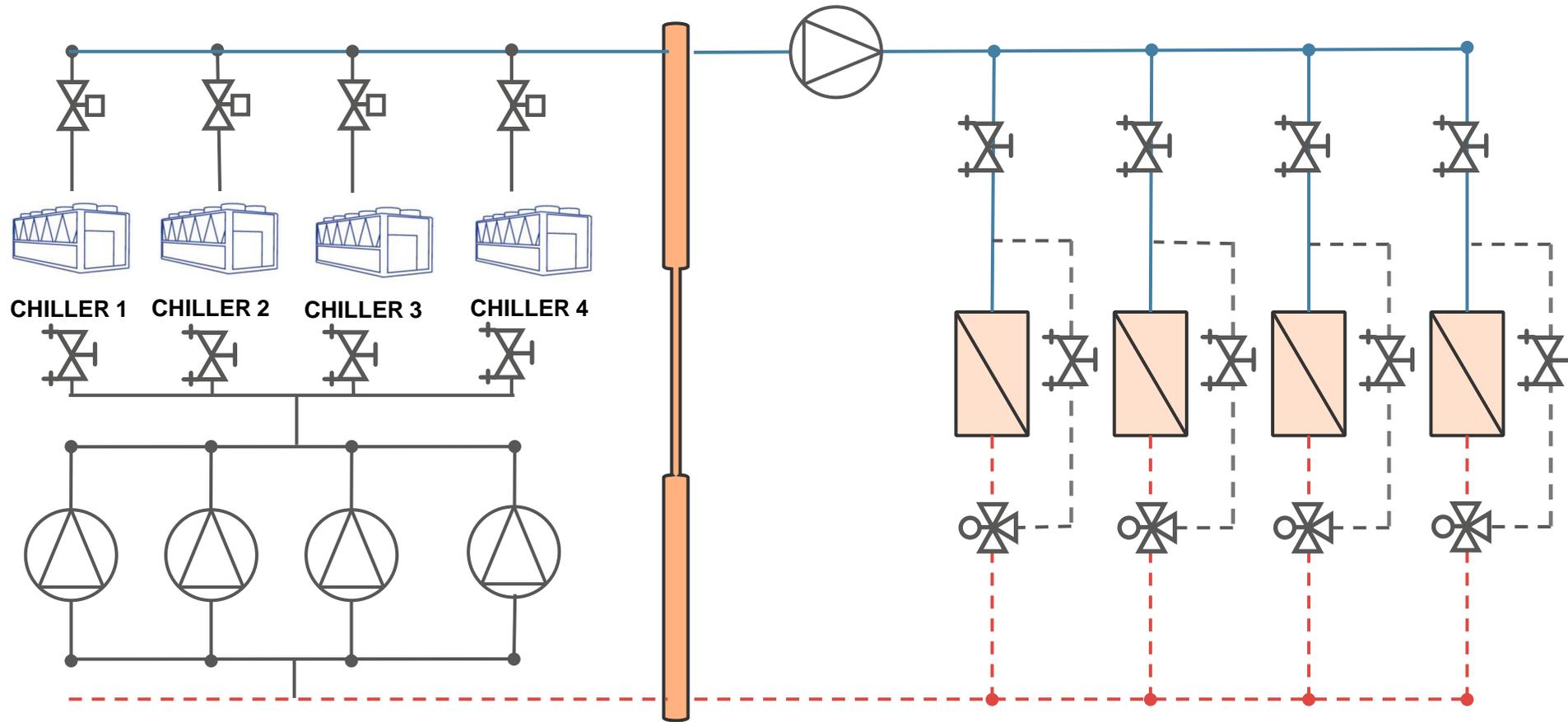
Circuitos de producción.

Primario y secundario a caudal constante con equilibrado



Circuitos de producción.

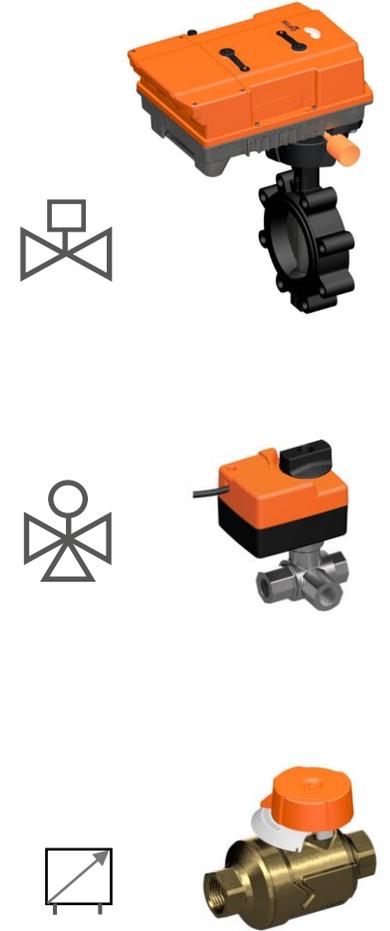
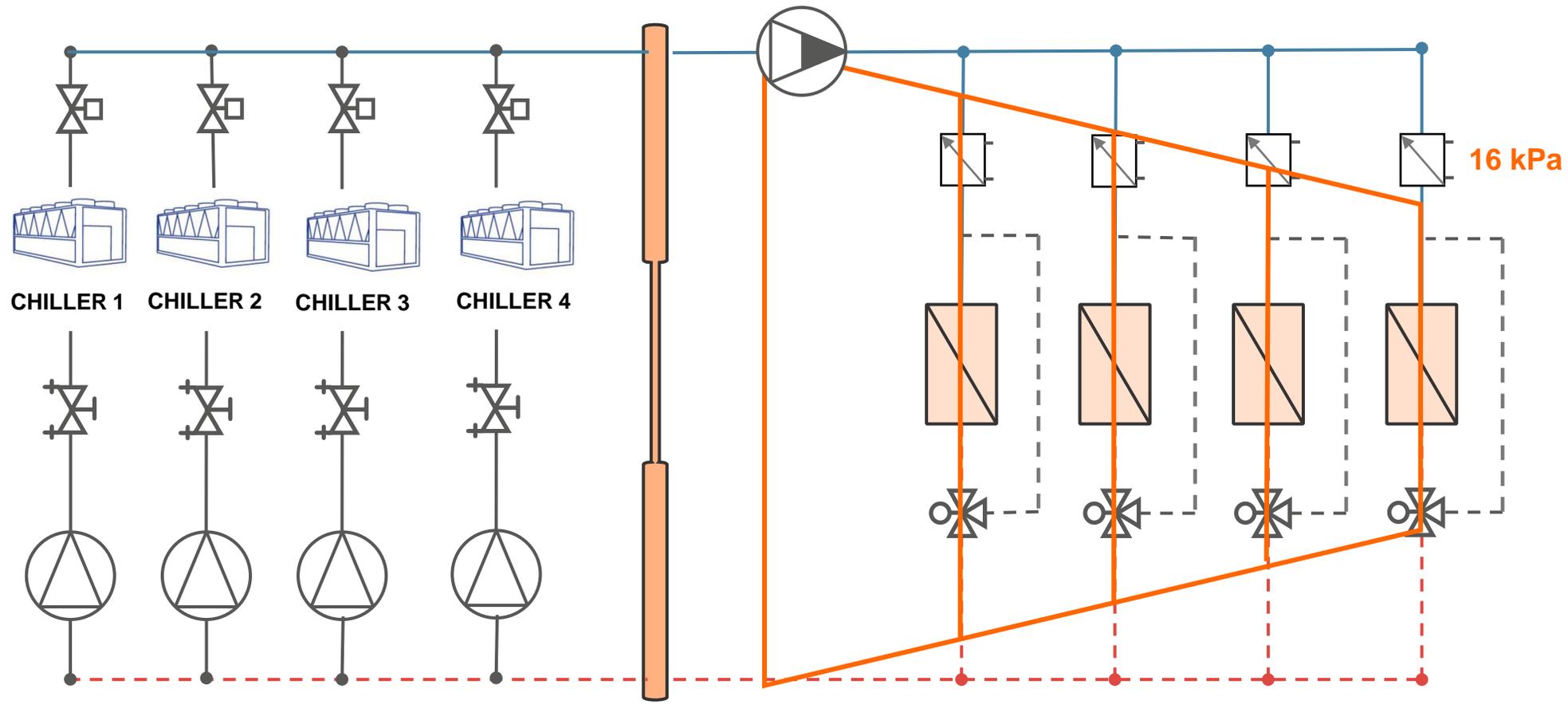
Primario y secundario a caudal constante sin equilibrado



Circuitos de producción.

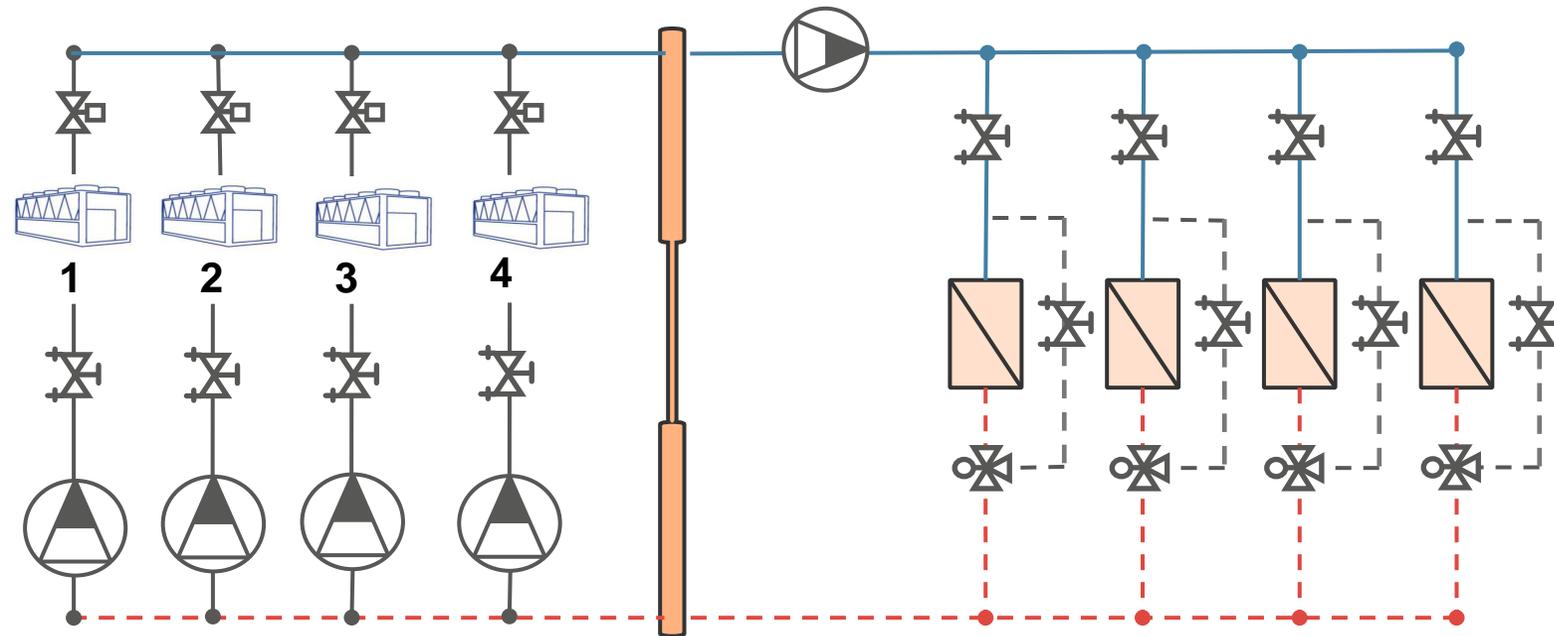
Primario y secundario a caudal constante con equilibrado

BELIMO



Circuitos de producción.

Primario y secundario a caudal constante con equilibrado



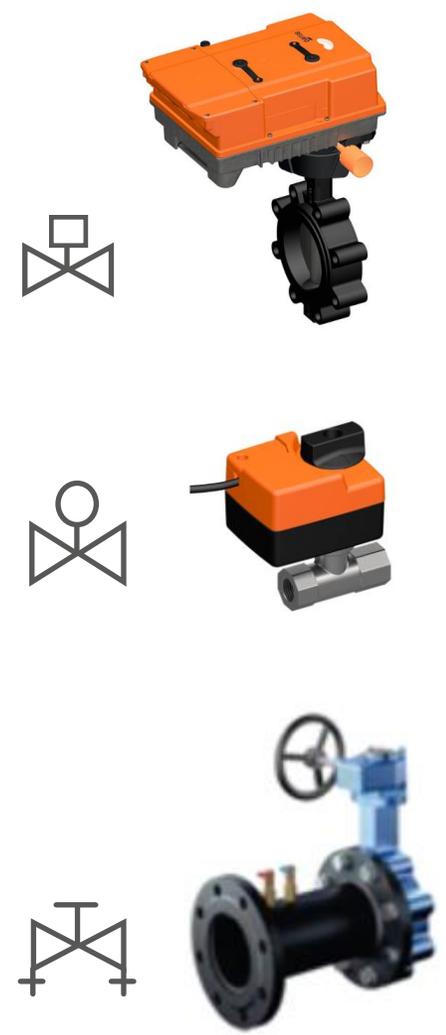
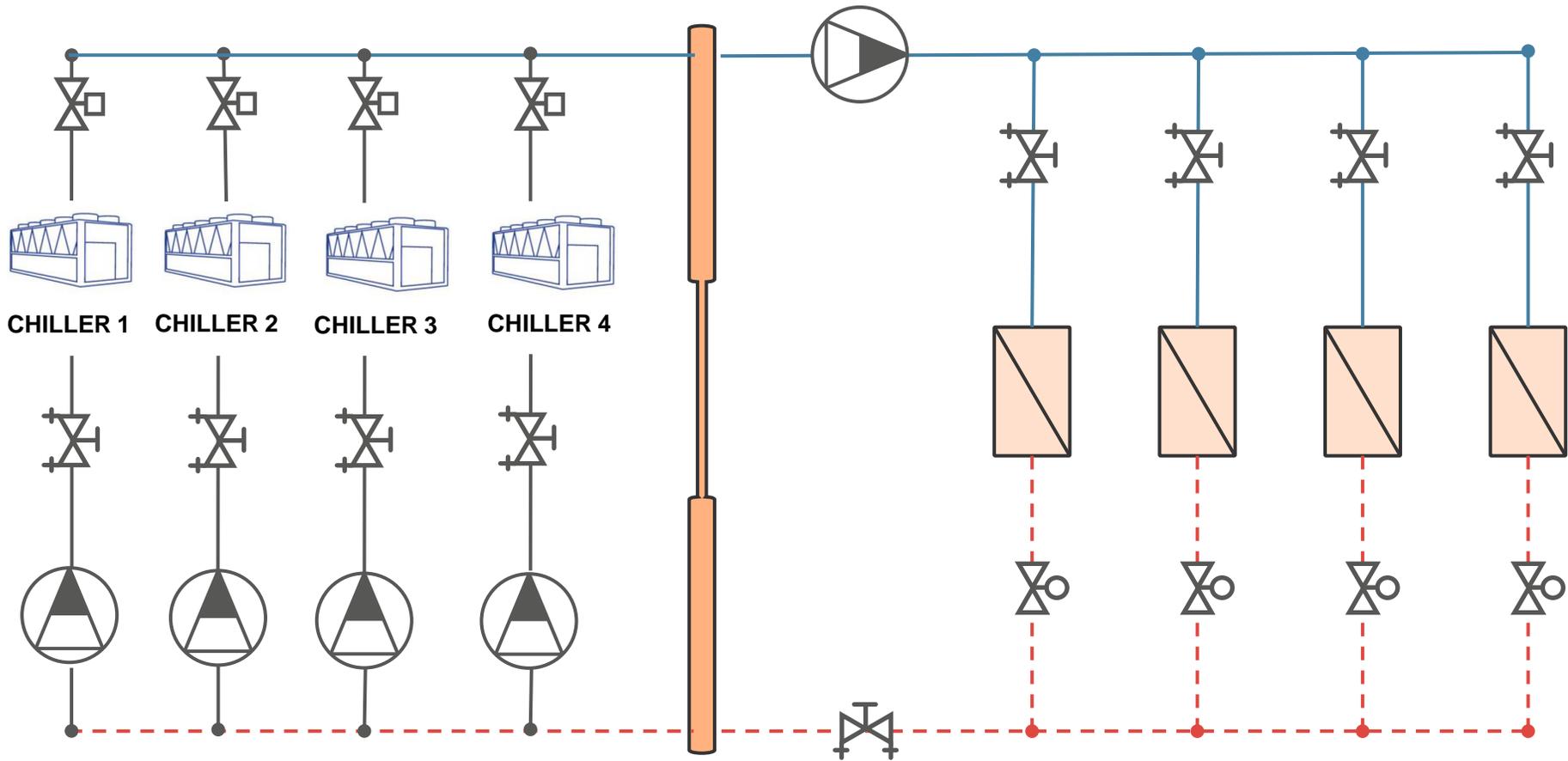
- **P:** Potencia
- **q:** Caudal
- **Δt :** Diferencial temperatura

Con el equilibrado conseguimos el Δt deseado:

- $P = q * \Delta t = 4 * 5 = 20$ (Caso ideal)
- $P = q * \Delta t = 4 * 5 = 20$ (Máxima demanda)
- Debido al equilibrado instalación conseguimos el Δt deseado
- Reducimos costes de bombeo y de producción.
- Pero Necesitamos toda la producción.
- A carga parcial el Δt disminuye y el rendimiento de producción baja.

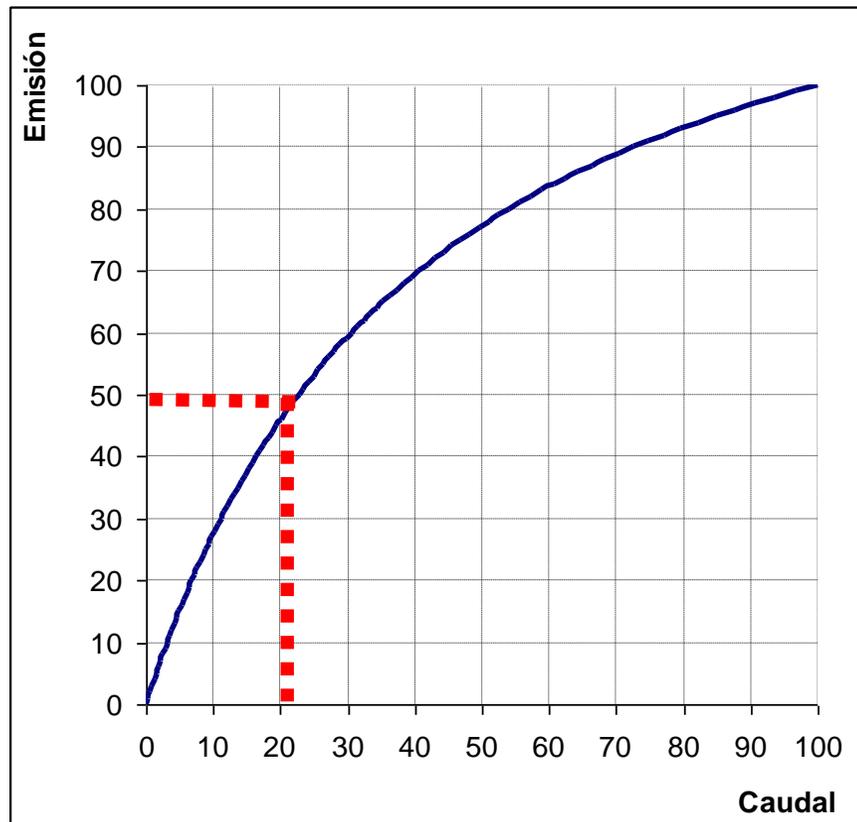
Circuitos de producción.

Primario y secundario a caudal variable con equilibrado



Caudal variable de agua: ¿Por qué?

Curva característica típica de una batería



Para una emisión de potencia de un 50%,
es necesario un caudal de sólo un 20%

Reducción costes de bombeo
Reducción de los costes de producción

Autoridad de las válvulas de control de 2 vías

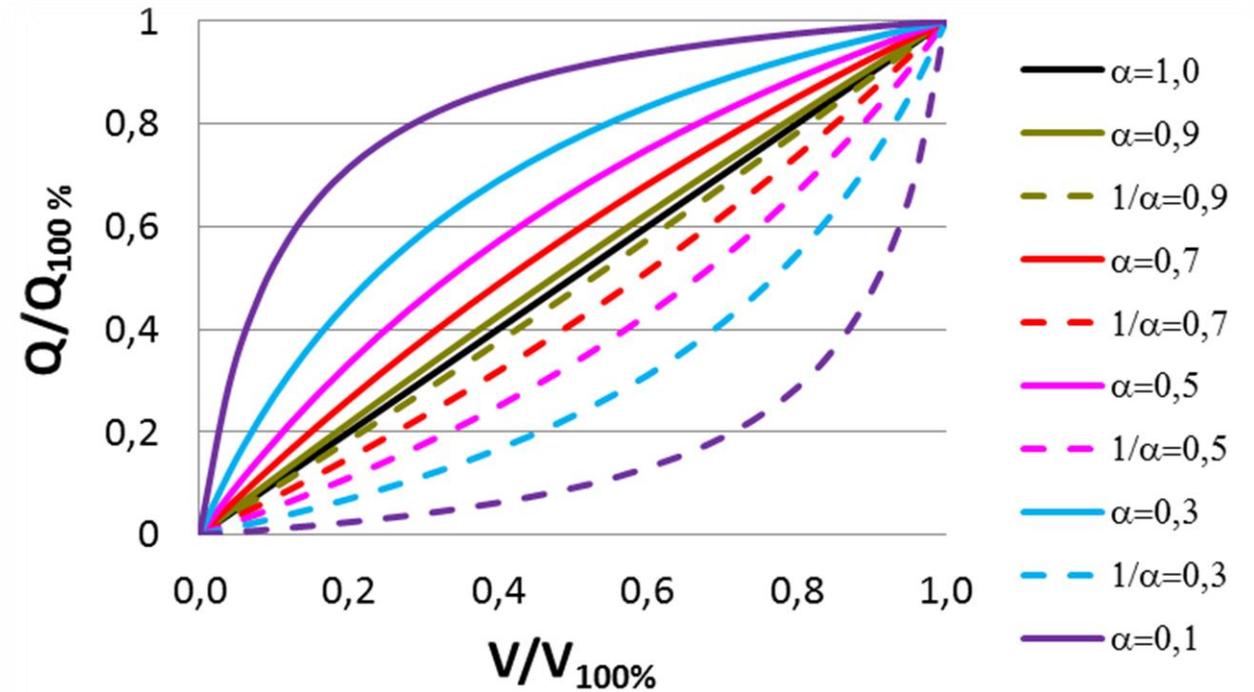
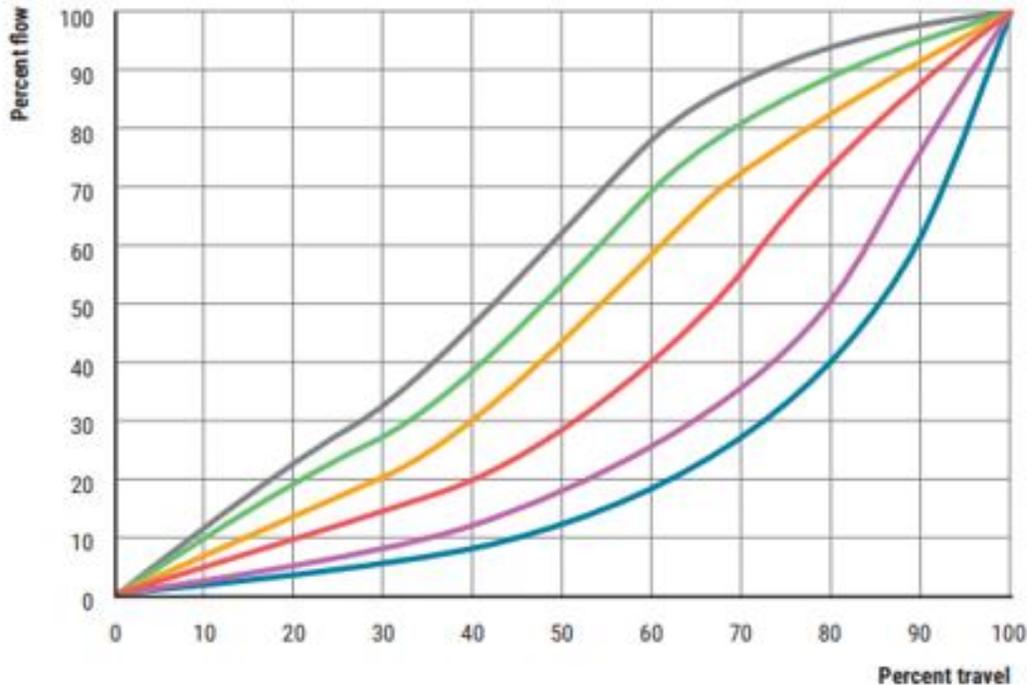
$$Pv' = \frac{\Delta P_{V100} \text{ (a caudal de diseño)}}{\Delta P_{V0}}$$

En caudal constante → Autoridad constante

**En caudal variable → Autoridad variable
(la ΔP_{V0} varía)**

Autoridad válvula de control y curva emisión batería

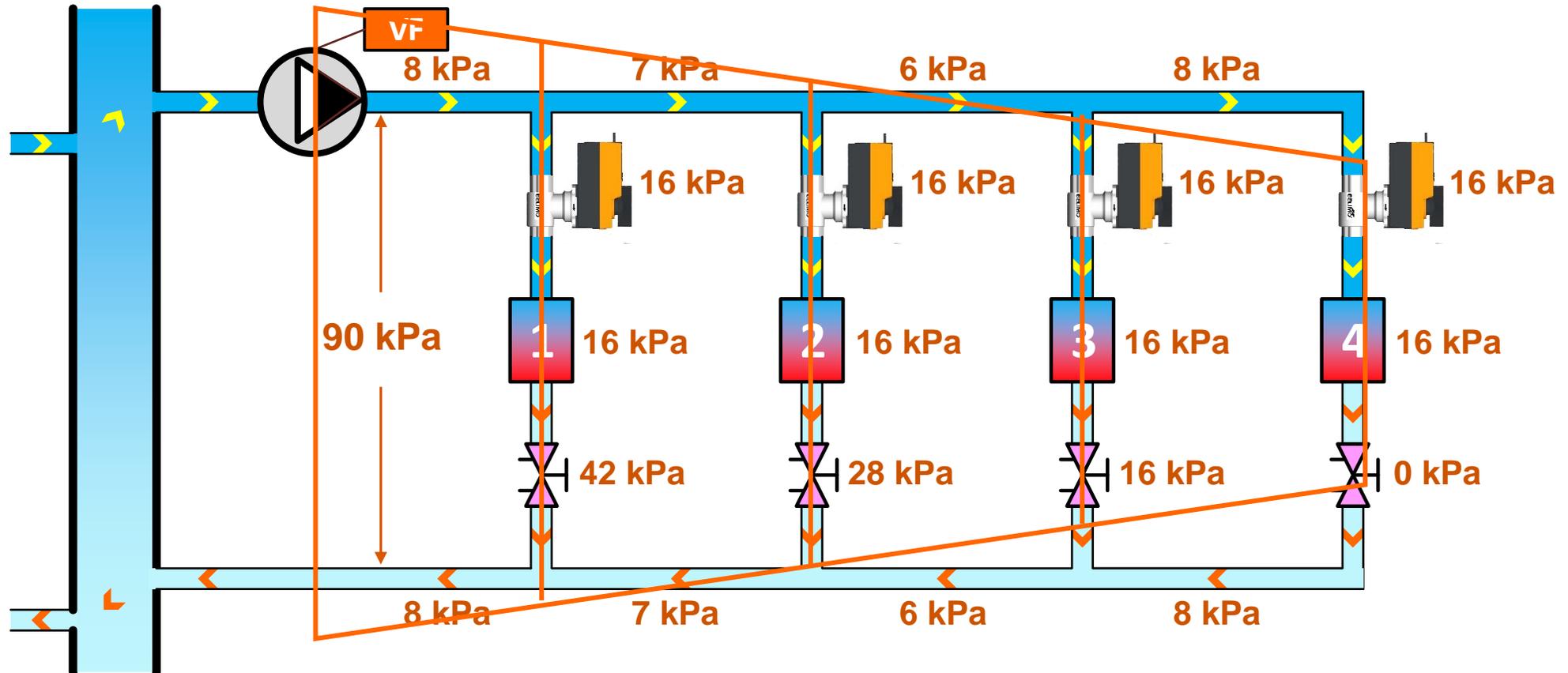
Curva de emisión de potencia/caudal en la batería valor de α



$$\alpha = 0,6 \times \frac{\Delta T_w}{T_{w,s} - T_{a,x}}$$

Autoridad de las válvulas de control de 2 vías

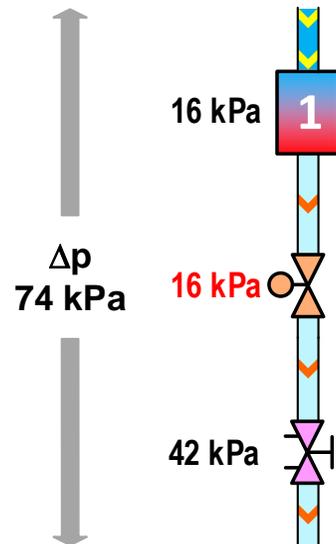
Mismo circuito que en el caso de 3 vías, con los mismos valores



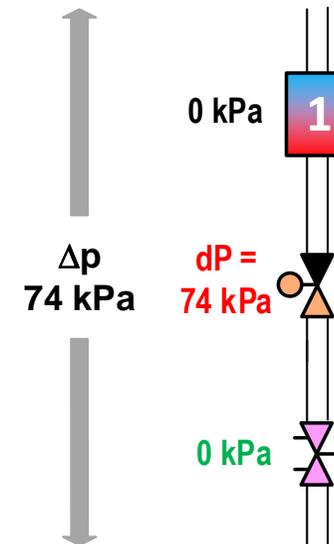
Autoridad de las válvulas de control de 2 vías

$$Pv' = \frac{\Delta P_{V100} \text{ (a caudal de diseño)}}{\Delta P_{V0}}$$

Válvula abierta



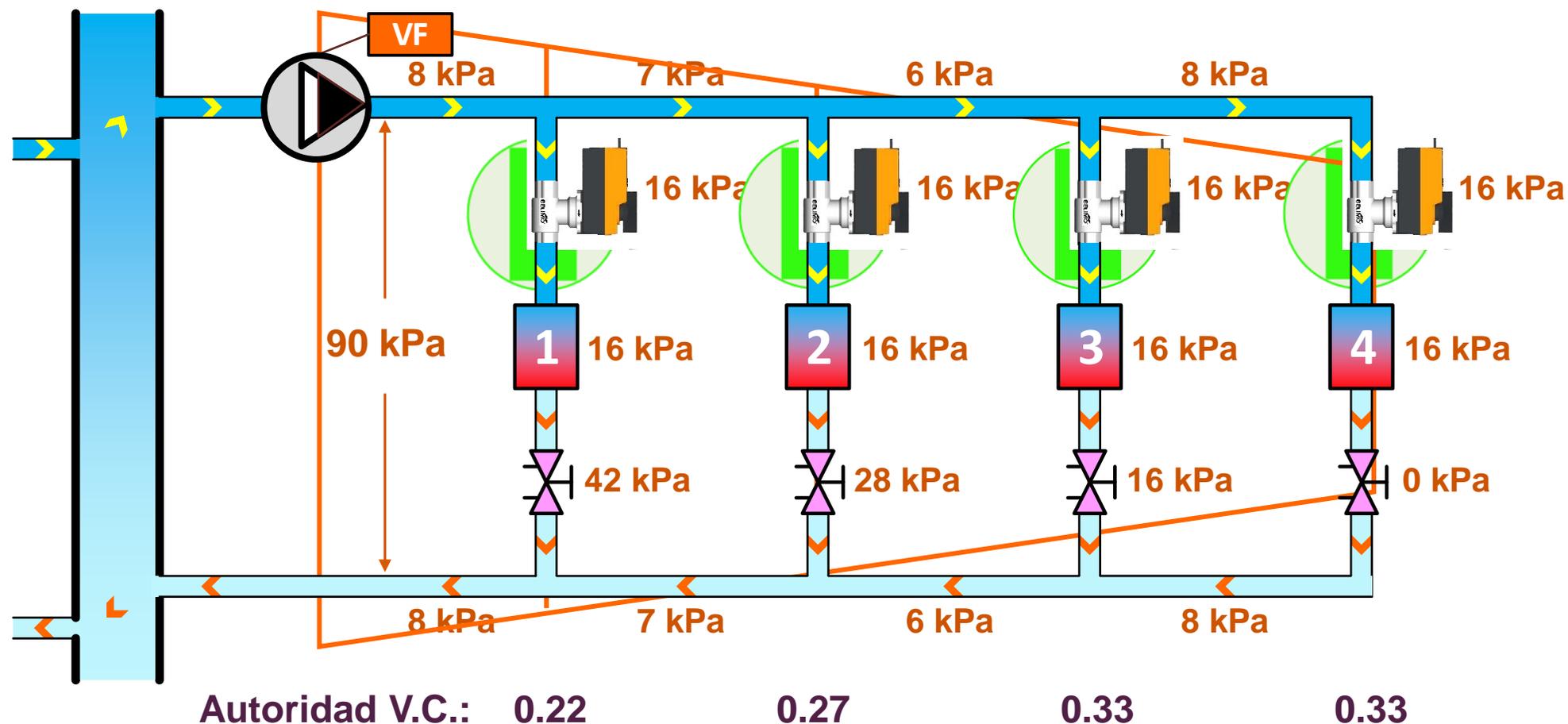
Válvula cerrada



$dP_{V0} \text{ (cerrada)} = dP_{\text{disponible del circuito}}$

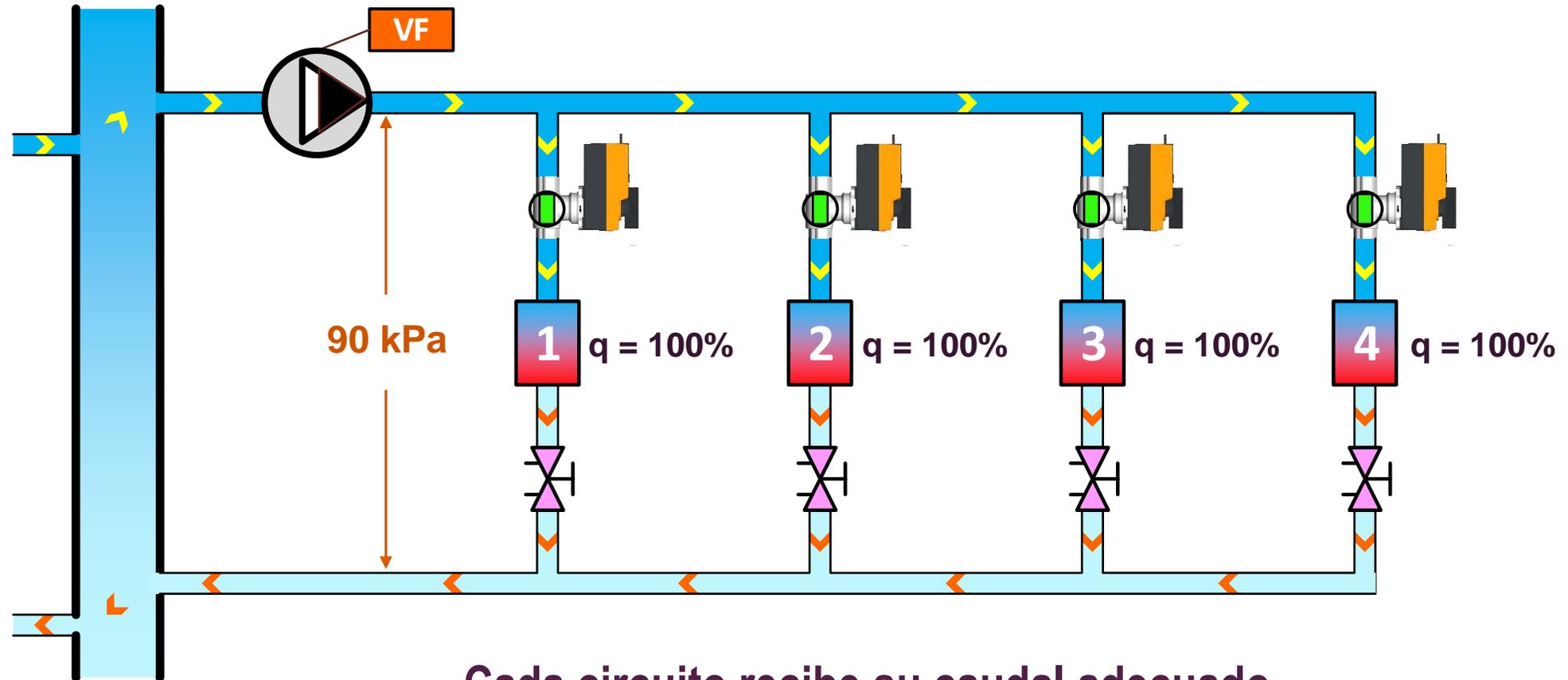
Simulación de funcionamiento de un circuito con válvulas de 2 vías convencionales. Variaciones de la presión diferencial

Instalación a máxima demanda: **Todas las válvulas de control totalmente abiertas**



Simulación de funcionamiento de un circuito con válvulas de 2 vías convencionales. Variaciones de la presión diferencial

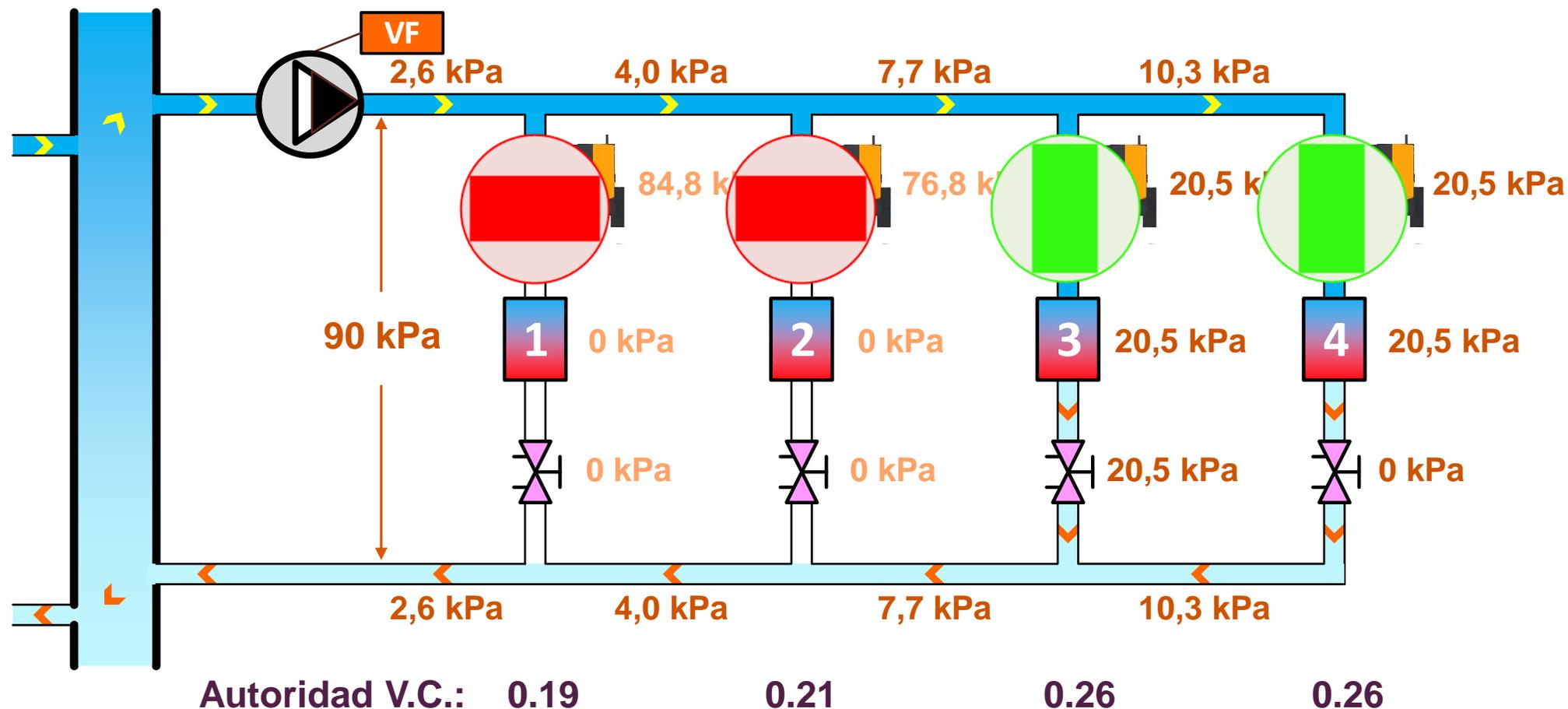
Instalación a máxima demanda: **Todas las válvulas de control totalmente abiertas**



Cada circuito recibe su caudal adecuado

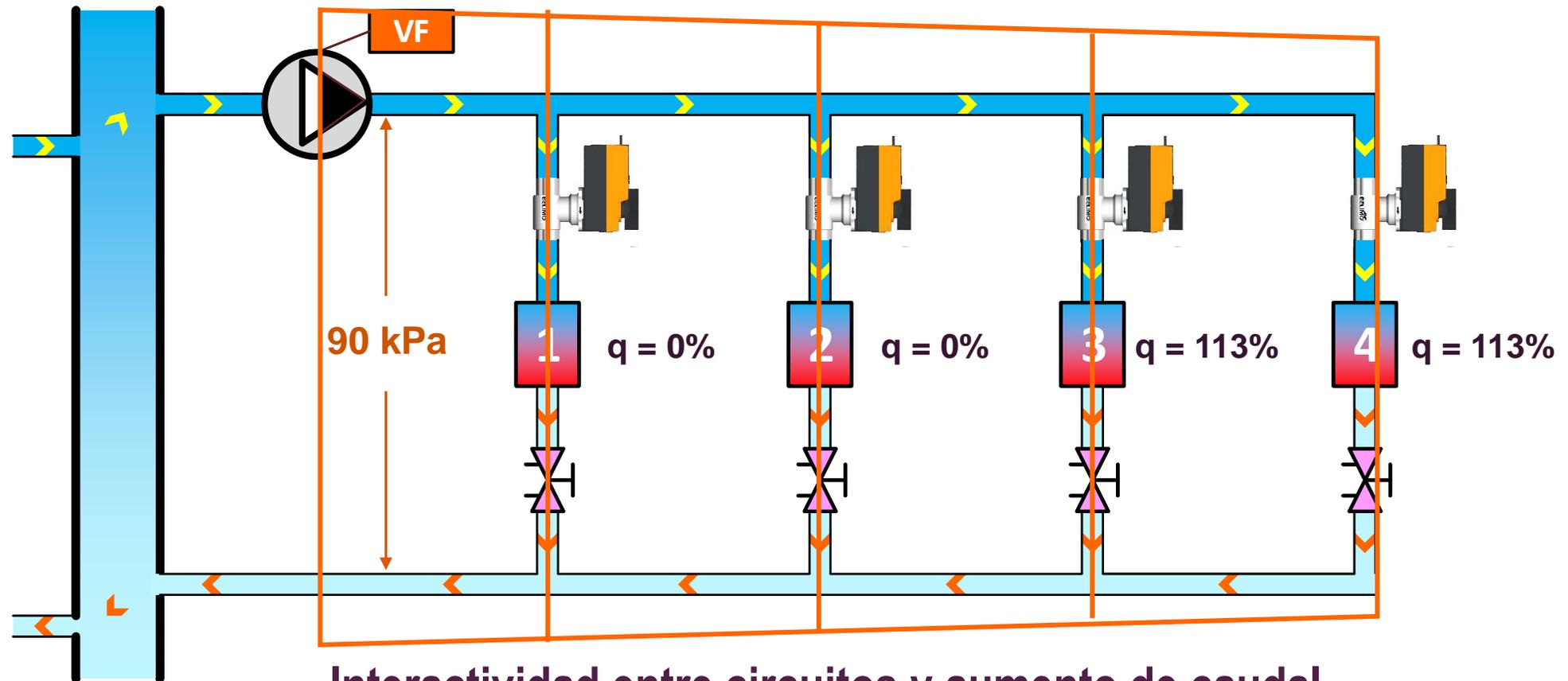
Simulación de funcionamiento de un circuito con válvulas de 2 vías convencionales. Variaciones de la presión diferencial

Instalación a carga parcial: **VC 1 y 2 totalmente cerradas / VC 3 y 4 totalmente abiertas**



Simulación de funcionamiento de un circuito con válvulas de 2 vías convencionales. Variaciones de la presión diferencial

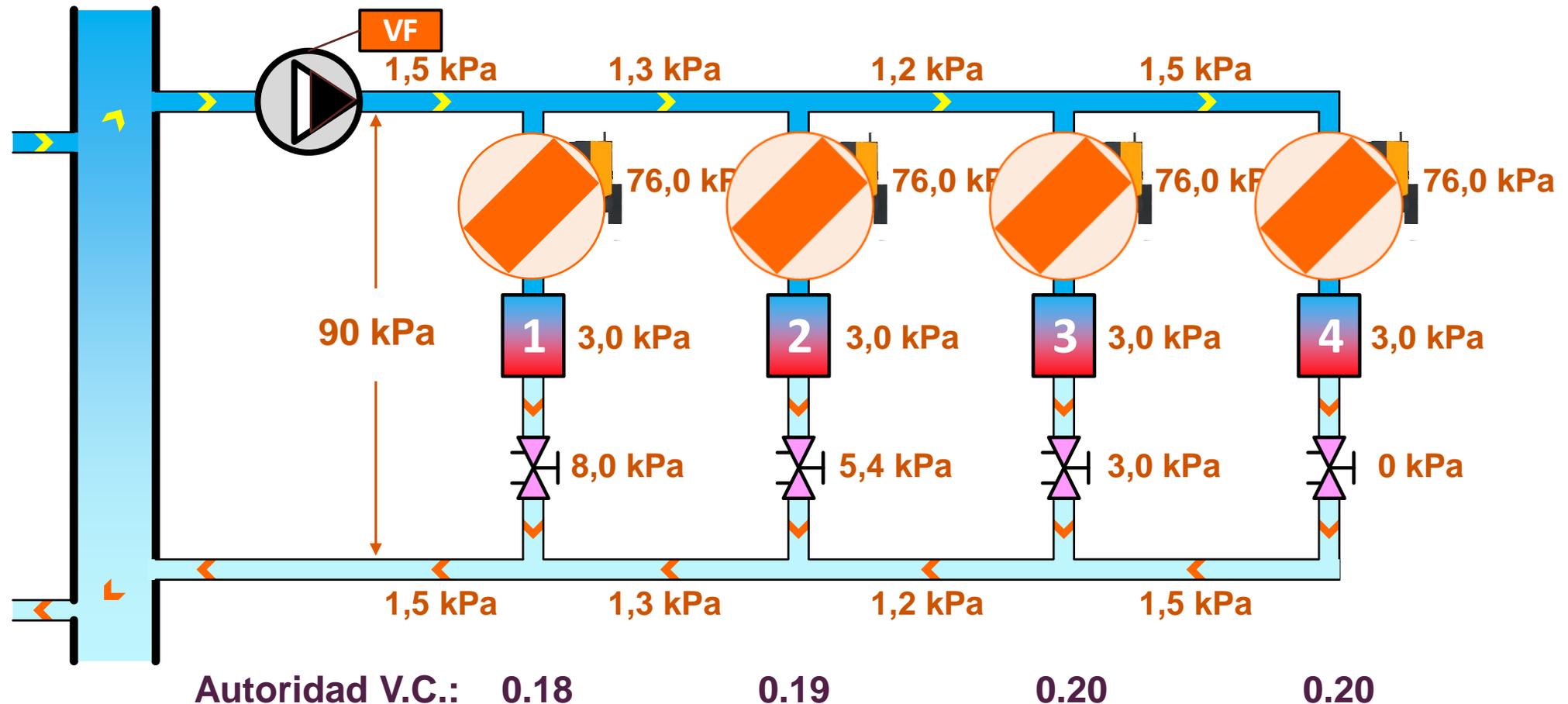
Instalación a carga parcial: **VC 1 y 2 totalmente cerradas / VC 3 y 4 totalmente abiertas**



Interactividad entre circuitos y aumento de caudal

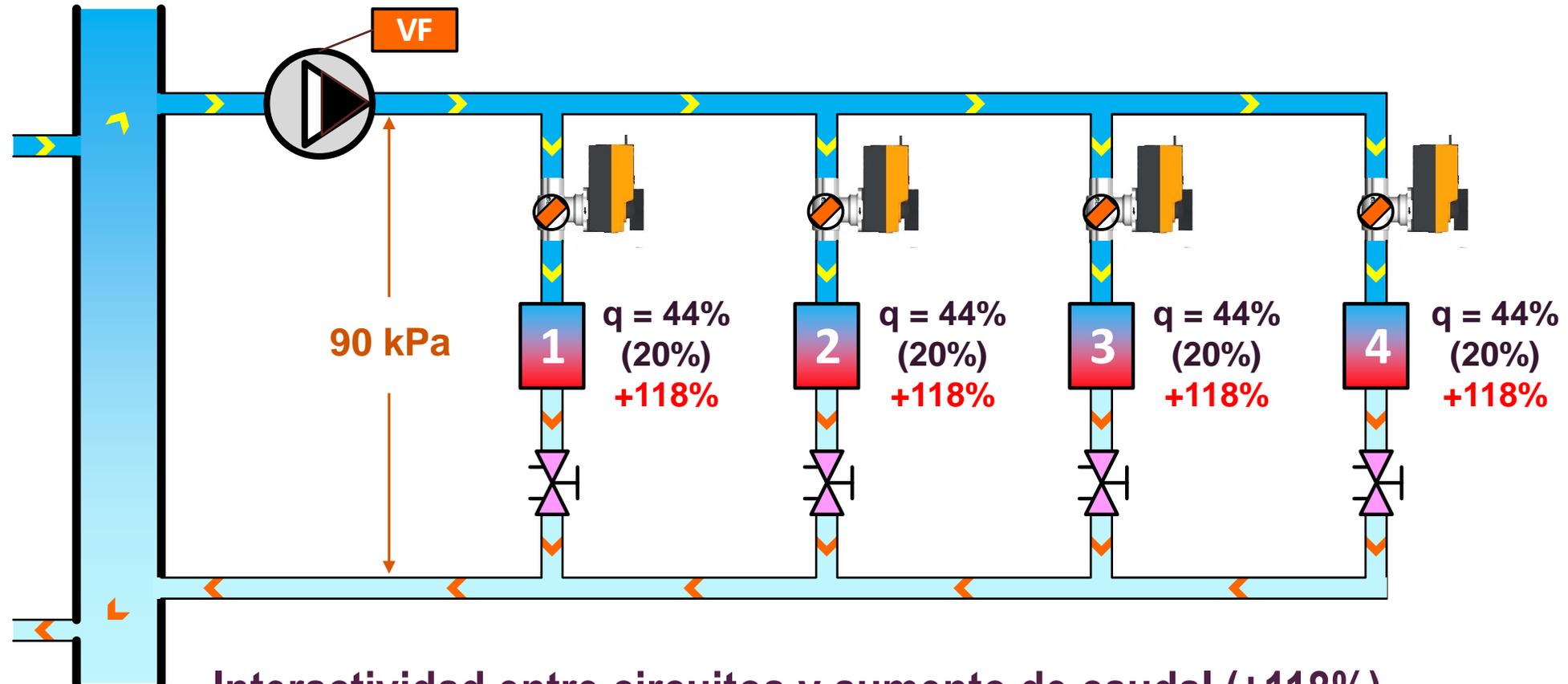
Simulación de funcionamiento de un circuito con válvulas de 2 vías convencionales. Variaciones de la presión diferencial

Instalación a media carga: **Todas las válvulas de control abiertas al 50%**



Simulación de funcionamiento de un circuito con válvulas de 2 vías convencionales. Variaciones de la presión diferencial

Instalación a media carga: **Todas las válvulas de control abiertas al 50%**



Interactividad entre circuitos y aumento de caudal (+118%)

Selección de las válvulas de control de 2 vías

$$Pv' = \frac{\Delta P_{V100} \text{ (a caudal de diseño)}}{\Delta P_{V0}}$$

$$Pv' = \frac{\Delta P_{V100} \text{ (a caudal de diseño)}}{\Delta P_{\text{disponible en el circuito}}}$$

¿Cómo seleccionarlas? Sugerencia: garantizar una autoridad mínima (0.25)

25% de la altura de la bomba ΔH .

Sería deseable una autoridad mínima mejor, pero entonces se penalizaría mucho a la bomba (para autoridad 0,5, las válvulas deberían crear una dP que fuese la mitad de la $\Delta H \rightarrow$ inviable)

Selección de válvulas de control de 2 vías

Ejemplo de selección



Ignoramos todas las dP de las baterías

Calculamos todas las válvulas para $dP = 1/3$ de la ΔH_o que nos sale sin contar las válvulas de control (90 kPa), es decir, para 30 kPa:

$$VC_1: q_1 = 4 \text{ m}^3/\text{h} \quad dP = 30 \text{ kPa} \rightarrow Kvs \text{ deseado} = \frac{4}{\sqrt{0,30}} = 7,30$$

$$VC_2: q_2 = 10 \text{ m}^3/\text{h} \quad dP = 30 \text{ kPa} \rightarrow Kvs \text{ deseado} = \frac{10}{\sqrt{0,30}} = 18,26$$

$$VC_3: q_3 = 24 \text{ m}^3/\text{h} \quad dP = 30 \text{ kPa} \rightarrow Kvs \text{ deseado} = \frac{24}{\sqrt{0,30}} = 43,82$$

$$VC_4: q_4 = 1 \text{ m}^3/\text{h} \quad dP = 30 \text{ kPa} \rightarrow Kvs \text{ deseado} = \frac{1}{\sqrt{0,30}} = 1,83$$

Selección de válvulas de control de 2 vías



Ejemplo de selección

Elegimos los valores Kvs inmediatamente inferiores de la serie de Reynard (para $P_v \geq 0,25$):

$$\mathbf{VC_1:} \quad \mathbf{q_1 = 4 \text{ m}^3/\text{h}} \quad \mathbf{Kvs_1 = 6,3} \quad \mathbf{dP_1 = 100 \cdot \left(\frac{4}{6,3}\right)^2 = 40,31 \text{ kPa}}$$

$$\mathbf{VC_2:} \quad \mathbf{q_2 = 10 \text{ m}^3/\text{h}} \quad \mathbf{Kvs_2 = 16} \quad \mathbf{dP_2 = 100 \cdot \left(\frac{10}{16}\right)^2 = 39,06 \text{ kPa}}$$

$$\mathbf{VC_3:} \quad \mathbf{q_3 = 24 \text{ m}^3/\text{h}} \quad \mathbf{Kvs_3 = 40} \quad \mathbf{dP_3 = 100 \cdot \left(\frac{24}{40}\right)^2 = 36,00 \text{ kPa}}$$

$$\mathbf{VC_4:} \quad \mathbf{q_4 = 1 \text{ m}^3/\text{h}} \quad \mathbf{Kvs_4 = 1,6} \quad \mathbf{dP_4 = 100 \cdot \left(\frac{1}{1,6}\right)^2 = 39,06 \text{ kPa}}$$

La altura definitiva de la bomba ΔH será la del circuito más desfavorable, una vez computadas las dP de las VC:

$$\Delta H = 90 \text{ kPa} + (39,06 - 16) \text{ kPa} = 113,06 \text{ kPa} \quad (\text{Circuito n}^\circ 4)$$

Selección de válvulas de control de 2 vías

Ejemplo de selección



Y las autoridades mínimas de las válvulas serán:

$$VC_1: P_{v_1} = \frac{40,31 \text{ kPa}}{113 \text{ kPa}} = 0,36$$

$$VC_2: P_{v_2} = \frac{39,06 \text{ kPa}}{113 \text{ kPa}} = 0,35$$

$$VC_3: P_{v_3} = \frac{36,00 \text{ kPa}}{113 \text{ kPa}} = 0,32$$

$$VC_4: P_{v_4} = \frac{39,06 \text{ kPa}}{113 \text{ kPa}} = 0,35$$

Todas son superiores al 0,25 mínimo recomendado

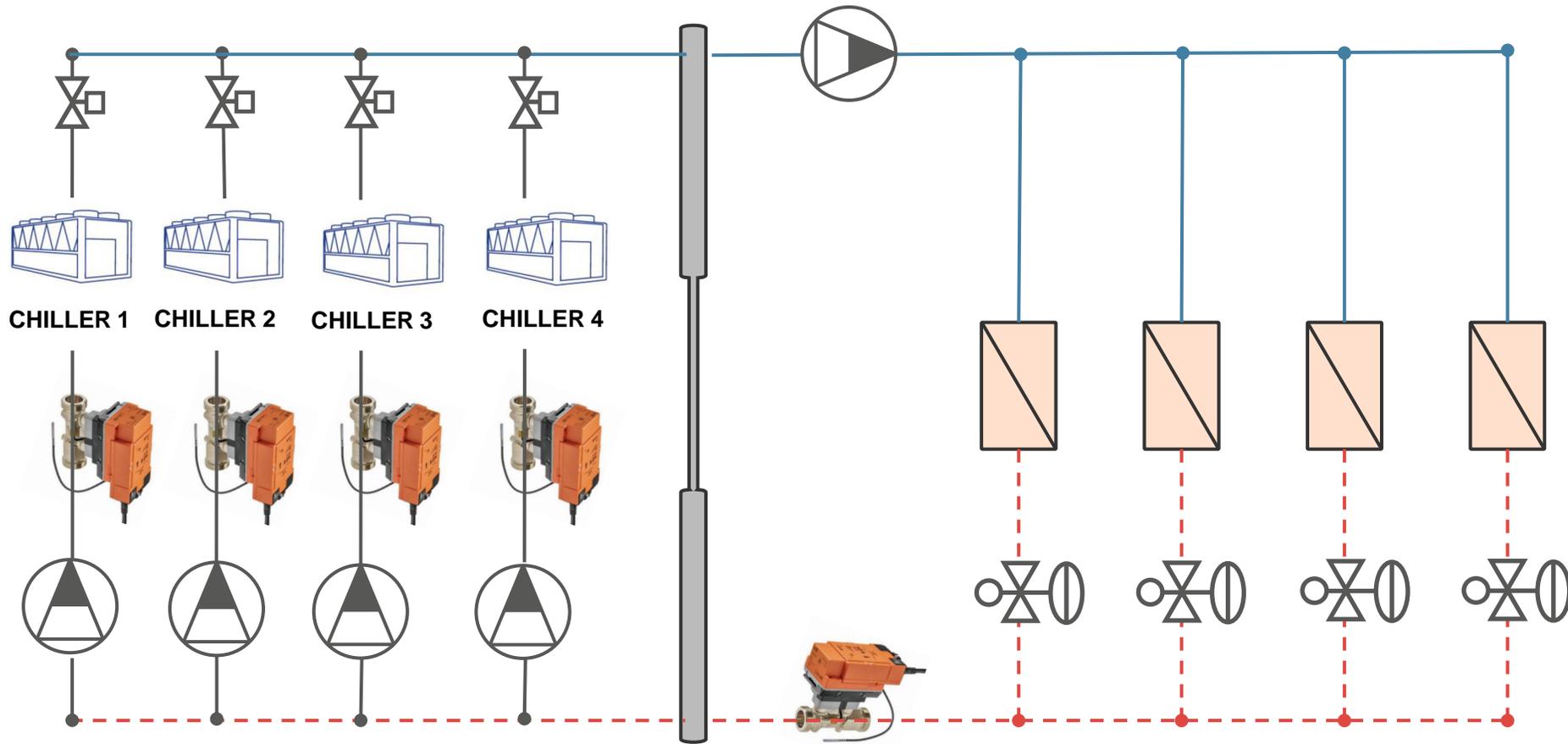
Simulación de funcionamiento de un circuito con válvulas de 2 vías convencionales. Variaciones de la presión diferencial

Problemas:

- Pérdida de autoridad en las válvulas de control
- Posibilidad de ruido en las válvulas de control
- Dificultad de cierre de las válvulas de control
- Interactividad entre circuitos
- Inestabilidad en el control

Circuitos de producción. Primario y secundario a caudal variable con equilibrado (Con caudal constante a través del chiller)

BELIMO



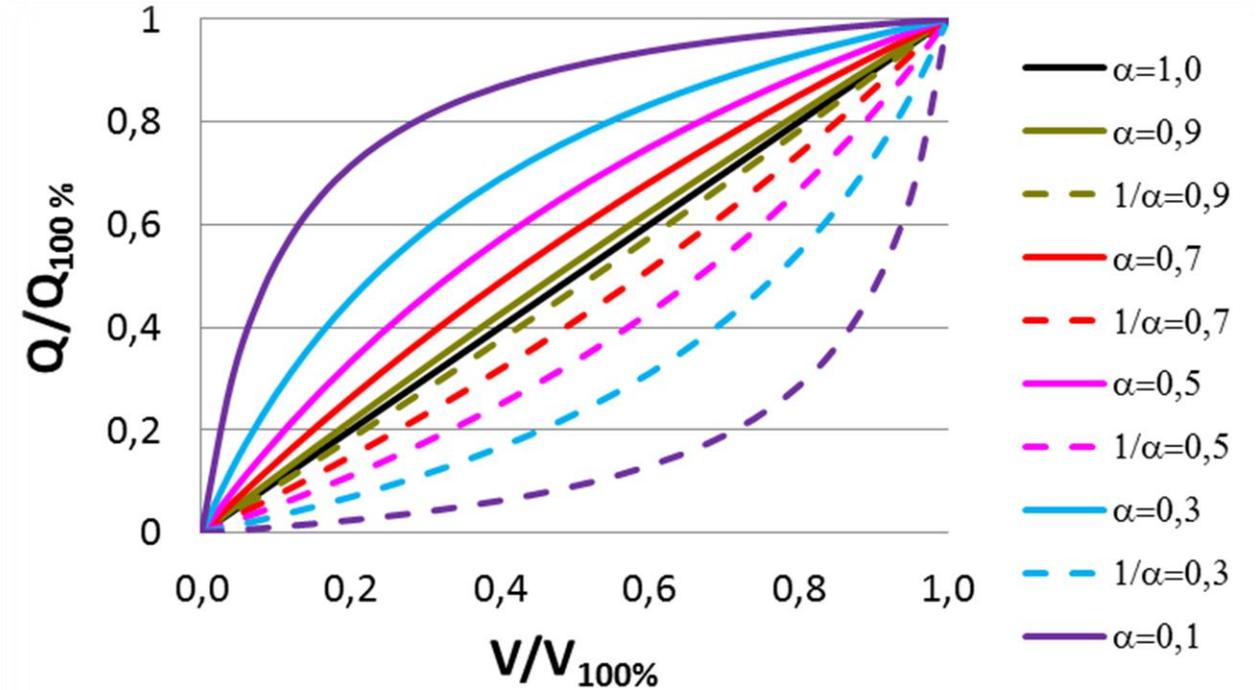
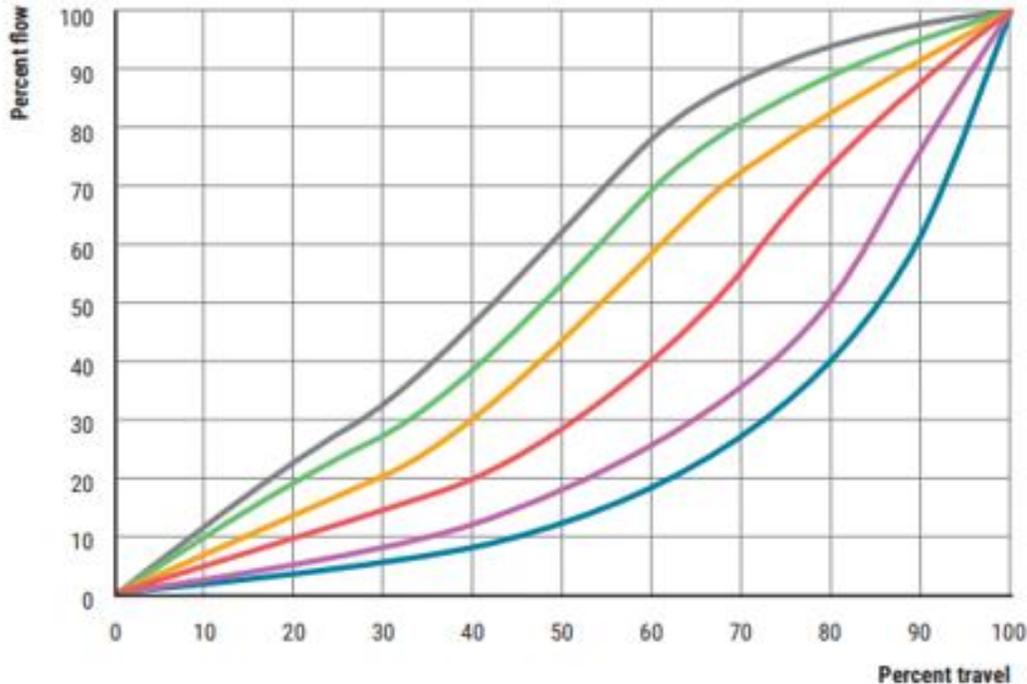
PIQCV

CONTROL TOTAL... INDEPENDIENTE DE LA PRESIÓN

BELIMO Energy Valve™



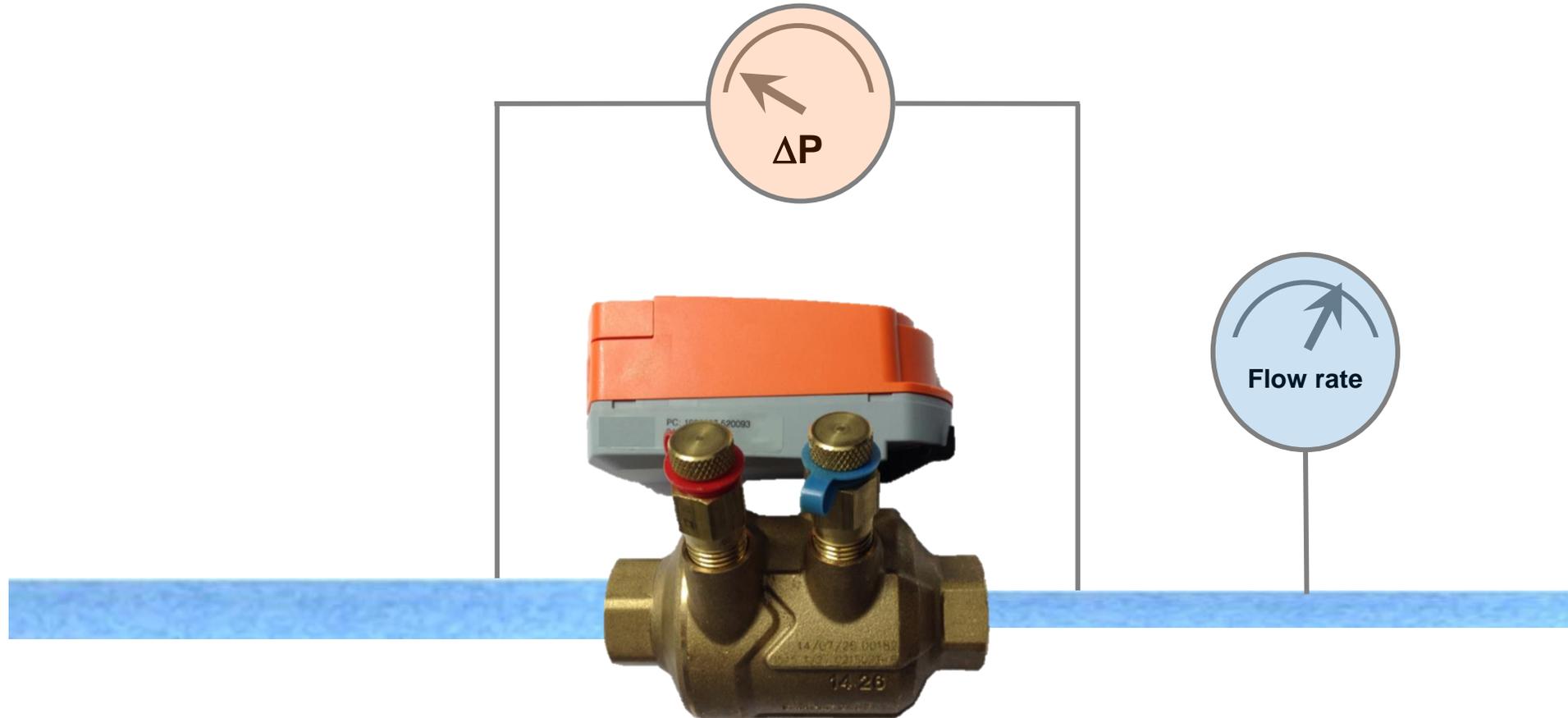
Curva de emisión de potencia/caudal en la batería **valor de α**



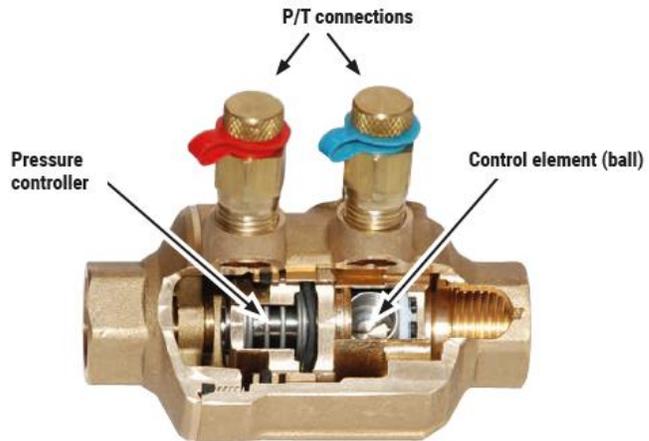
$$\alpha = 0,6 \times \frac{\Delta T_w}{T_{w,s} - T_{a,x}}$$

PIQCV : Pressure Independent Quick Compact Valve

Varía la presión... ... el caudal sigue constante



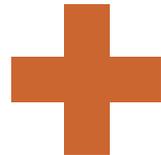
PIQCV: 3 FUNCTIONS. 1 VALVE



BALANCING



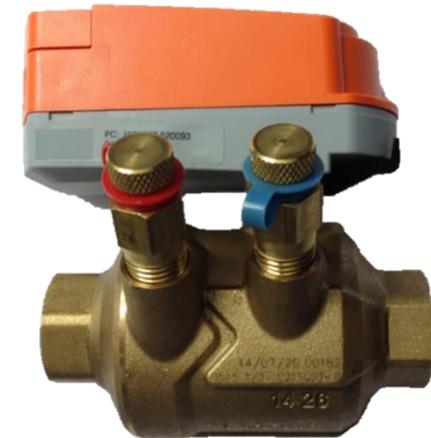
TIGHT CLOSE



PRESSURE INDEPENDENT CONTROL



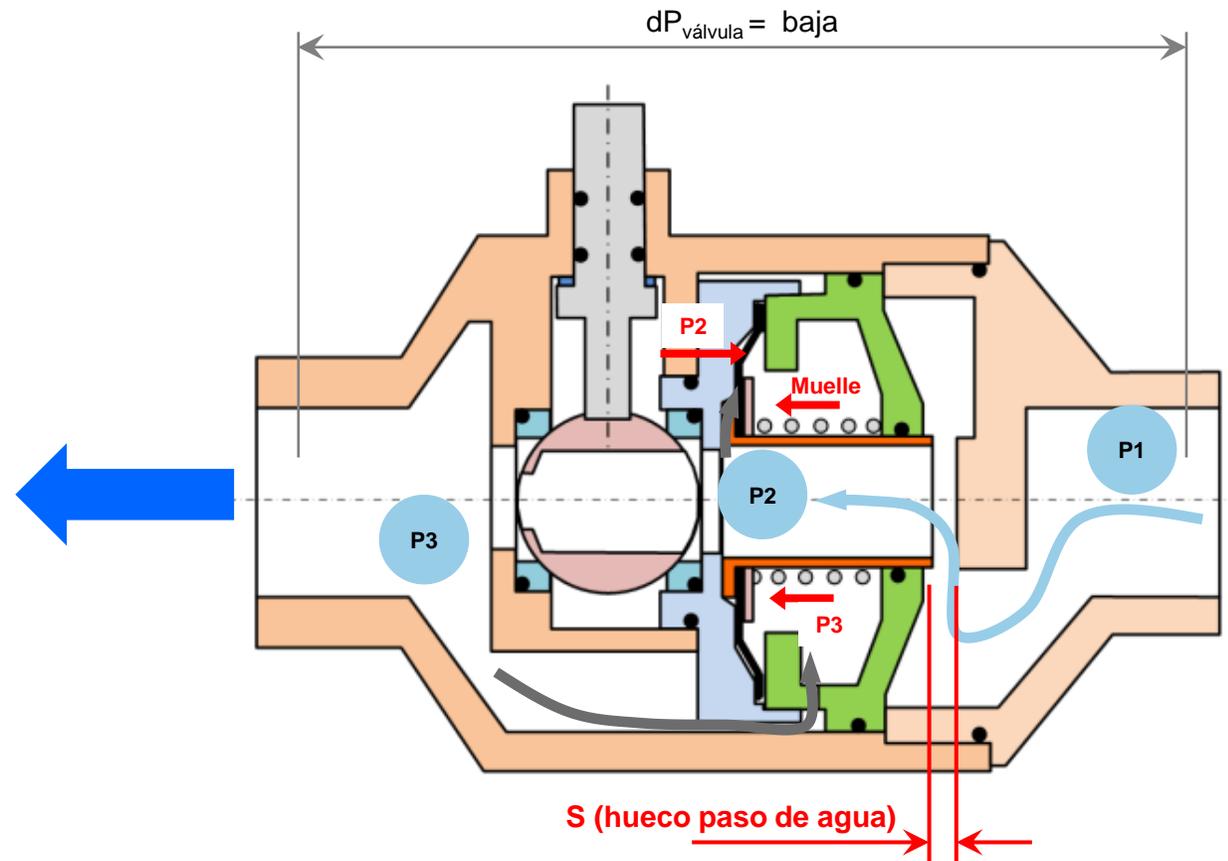
C2..QP



PIQCV: Principio de funcionamiento

Baja $dP_{\text{válvula}}$ (p.e. 16 kPa)

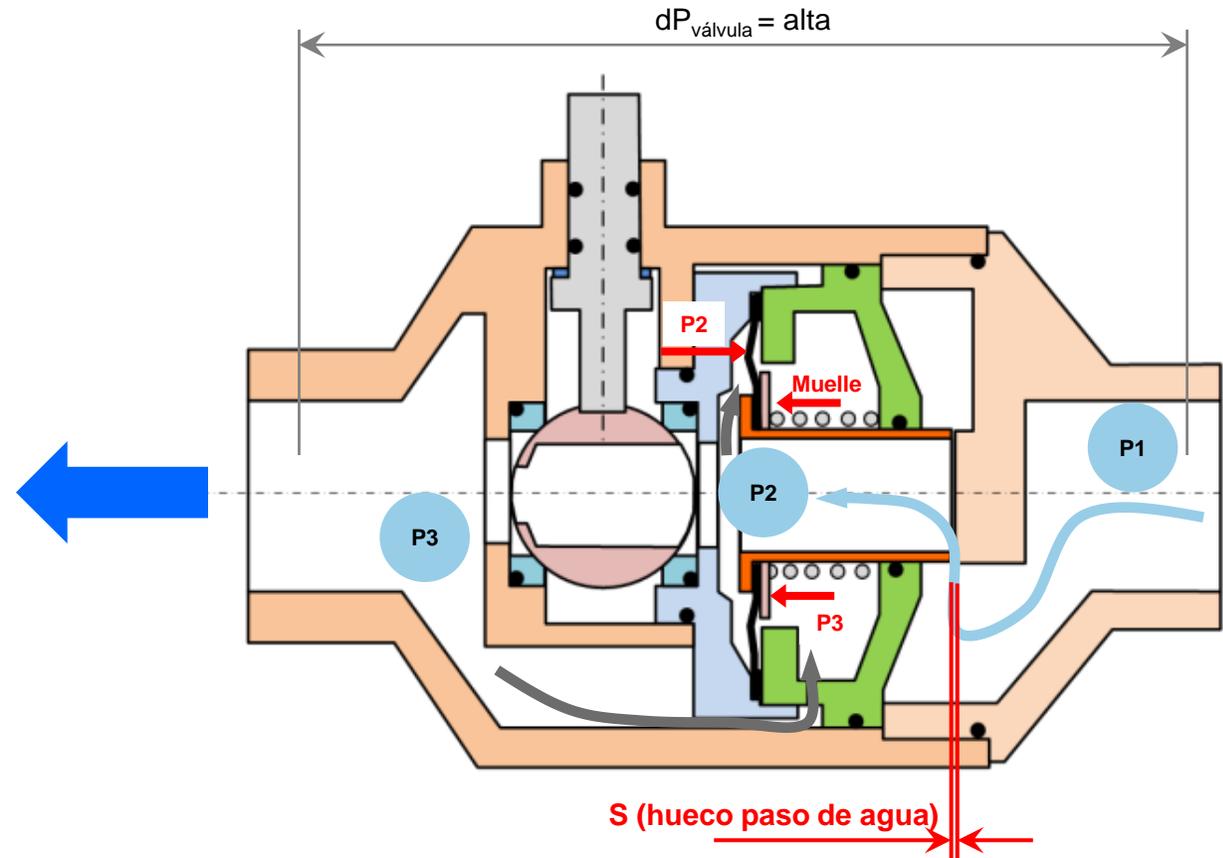
- La fuerza de la presión P2 actúa (ligeramente) contra la fuerza de la presión P3 y del muelle.
- El casquillo (naranja) a la izquierda
- Hueco de paso de agua grande
- Pequeña reducción de la presión desde P1 \rightarrow P2



PIQCV: Principio de funcionamiento

Alta $dP_{\text{válvula}}$ (p.e. 350 kPa)

- La fuerza de la presión P2 actúa (fuertemente) contra la fuerza de la presión P3 y del muelle.
- El casquillo (naranja) a la derecha
- Huevo de paso de agua pequeño
- Gran reducción de la presión desde P1 → P2



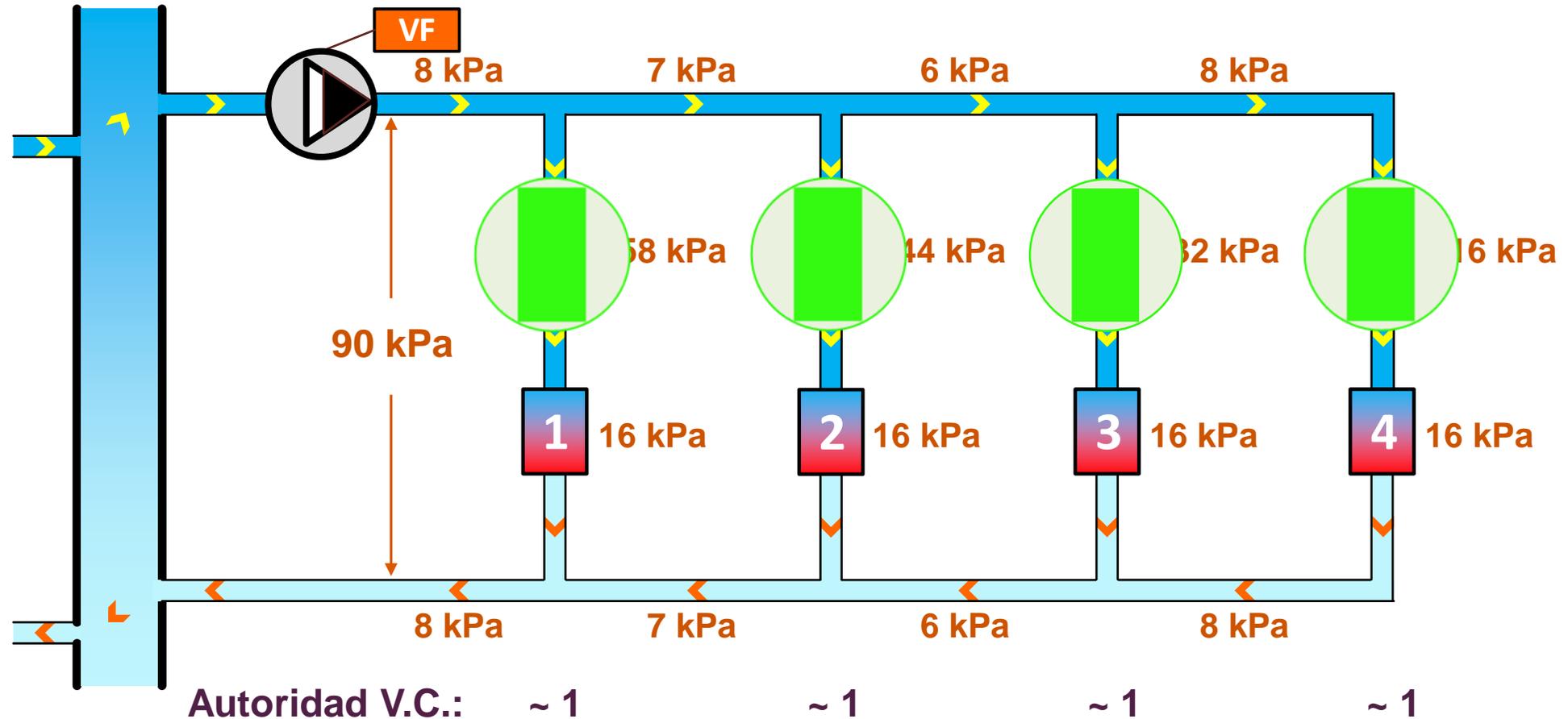
¡El único dato necesario es el caudal!

1. Seleccionar la primera válvula PIQCV cuyo caudal máximo sea superior al caudal de diseño que se necesita
2. Limitar el recorrido de la válvula para que el caudal máximo de la válvula coincida con el de diseño necesario (siguiendo tablas facilitadas por Belimo)
3. Considerar una pérdida de carga mínima de 16 kPa (1,6 mca) a efectos de dimensionado de bomba
4. La autoridad será siempre aproximadamente igual a 1, al ser constante la pérdida de carga sobre la válvula de control

$$P_v = \frac{\Delta P_{\text{Válvula de control totalmente abierta y con caudal de diseño}}}{\Delta P_{\text{Válvula de control totalmente cerrada}}}$$

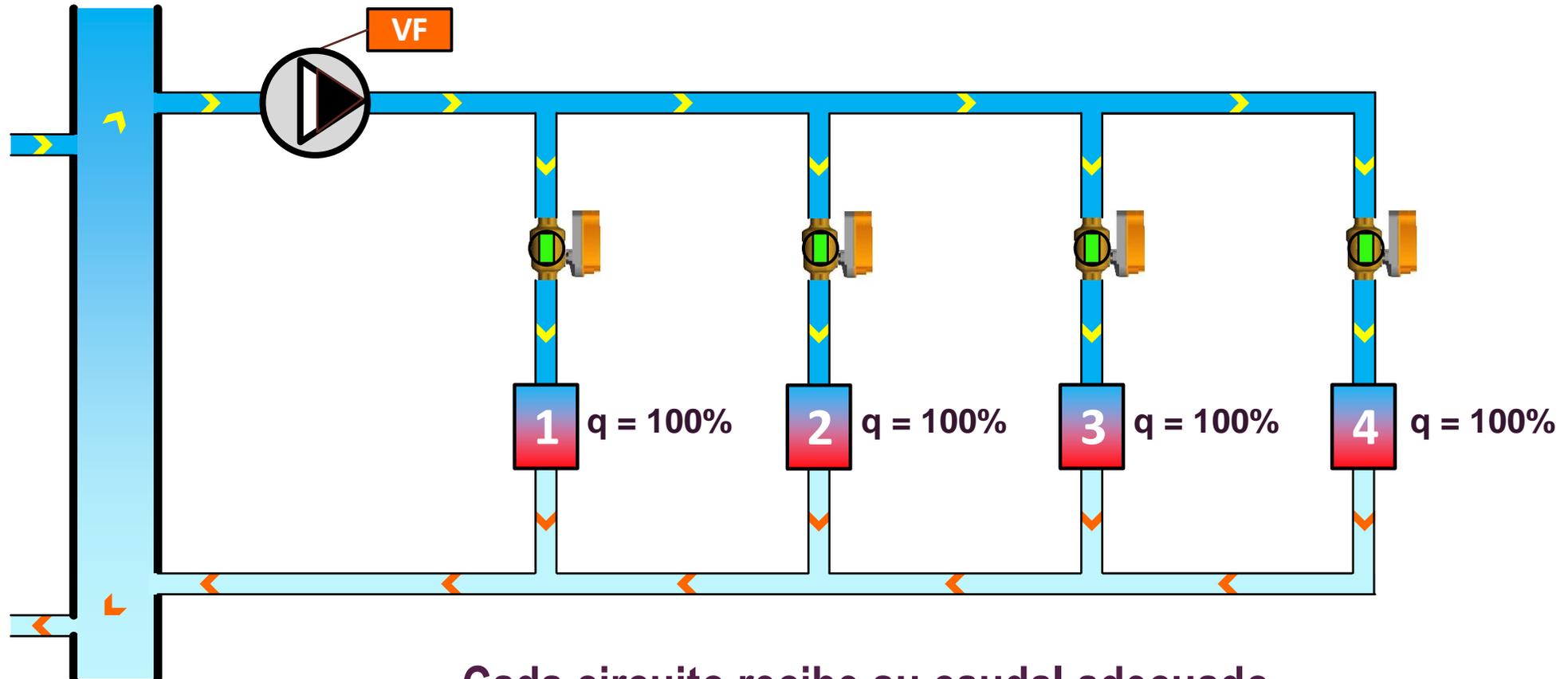
Simulación de funcionamiento de un circuito con válvulas de 2 vías independientes de la presión, mecánicas

Instalación a máxima demanda: **Todas las válvulas de control totalmente abiertas**



Simulación de funcionamiento de un circuito con válvulas de 2 vías independientes de la presión, mecánicas

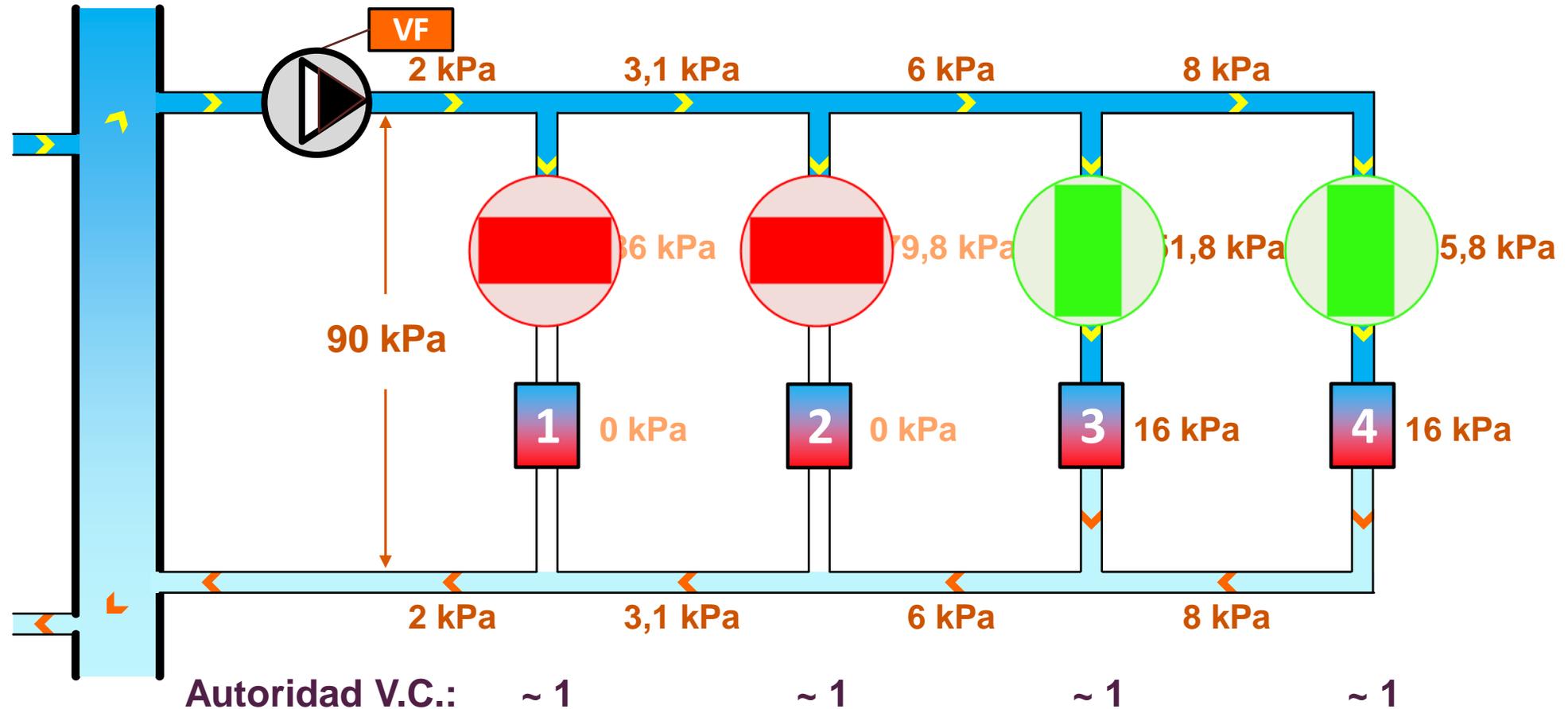
Instalación a máxima demanda: **Todas las válvulas de control totalmente abiertas**



Cada circuito recibe su caudal adecuado

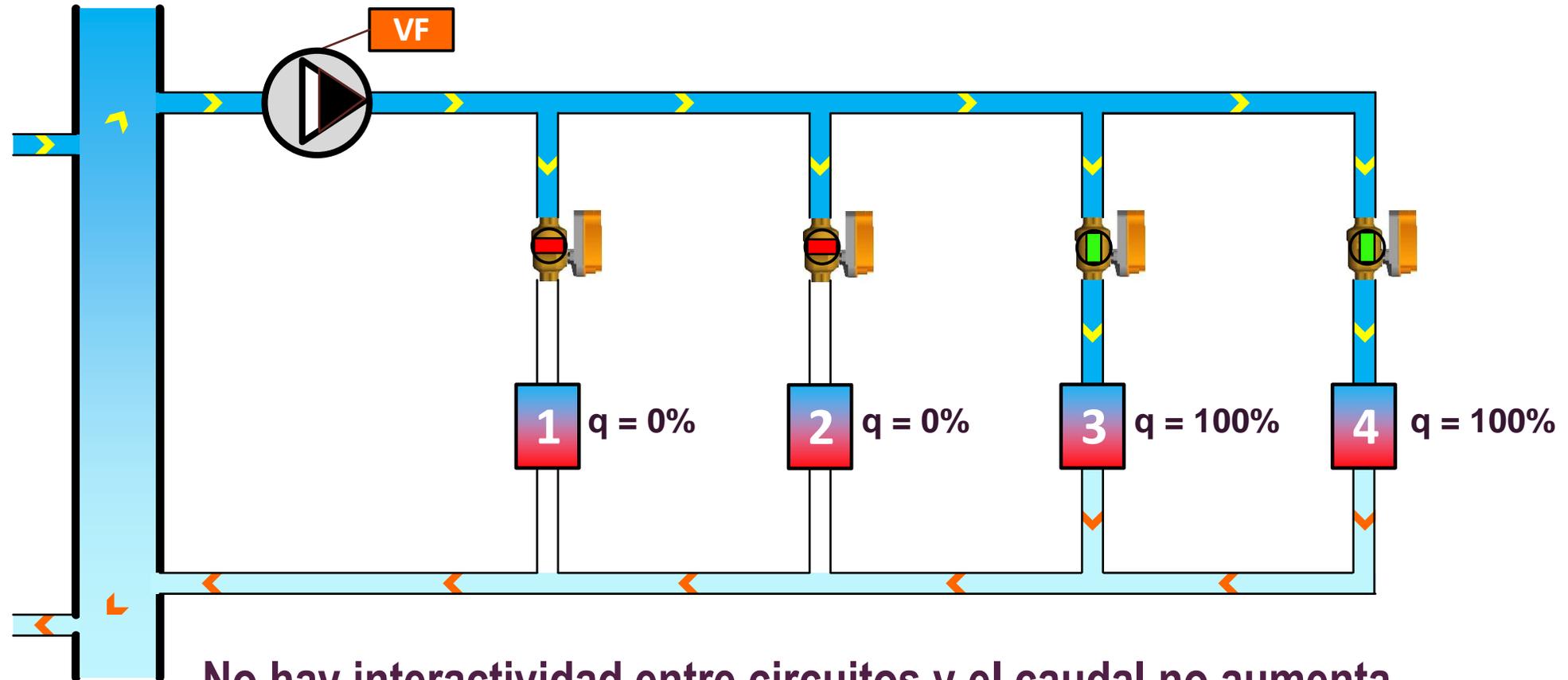
Simulación de funcionamiento de un circuito con válvulas de 2 vías independientes de la presión, mecánicas

Instalación a carga parcial: **VC 1 y 2 totalmente cerradas / VC 3 y 4 totalmente abiertas**



Simulación de funcionamiento de un circuito con válvulas de 2 vías independientes de la presión, mecánicas

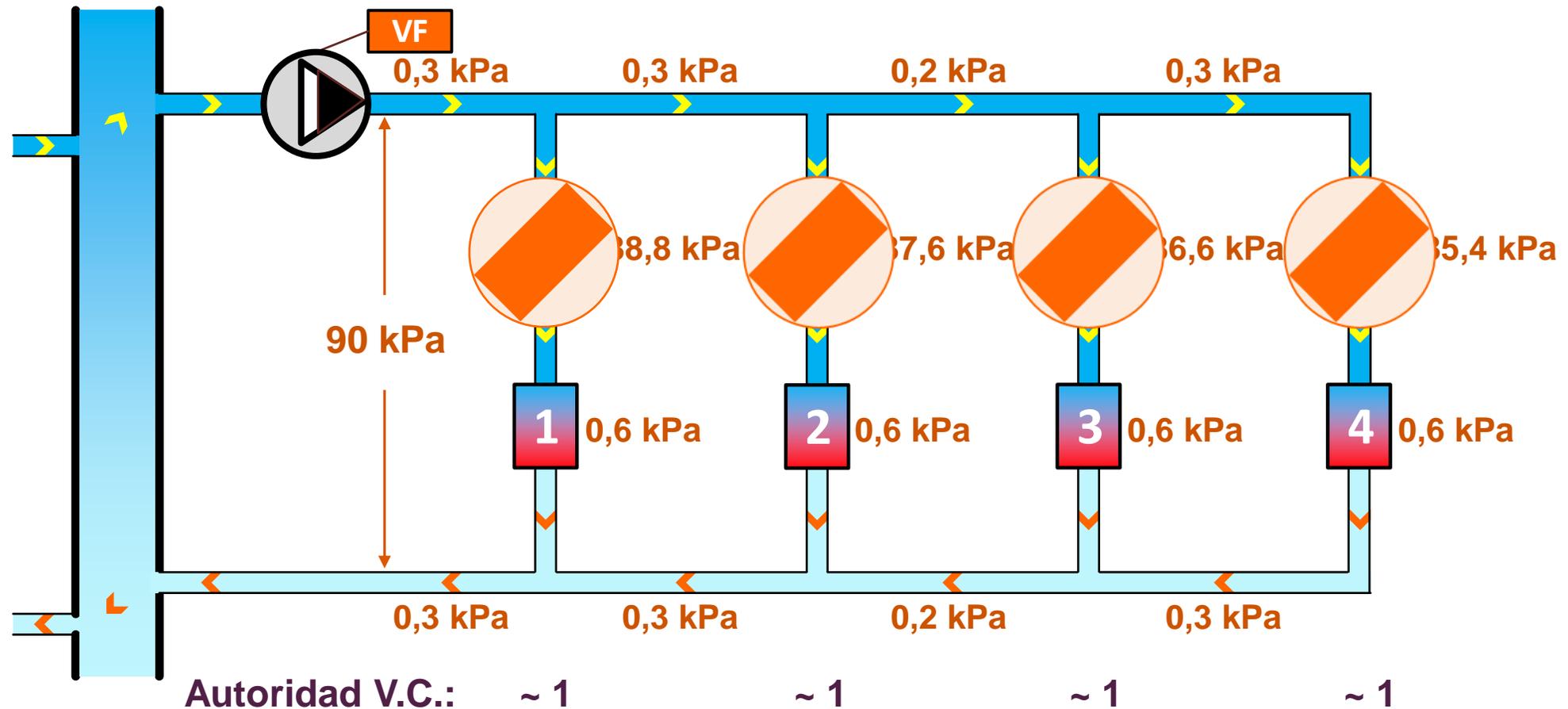
Instalación a carga parcial: **VC 1 y 2 totalmente cerradas / VC 3 y 4 totalmente abiertas**



No hay interactividad entre circuitos y el caudal no aumenta

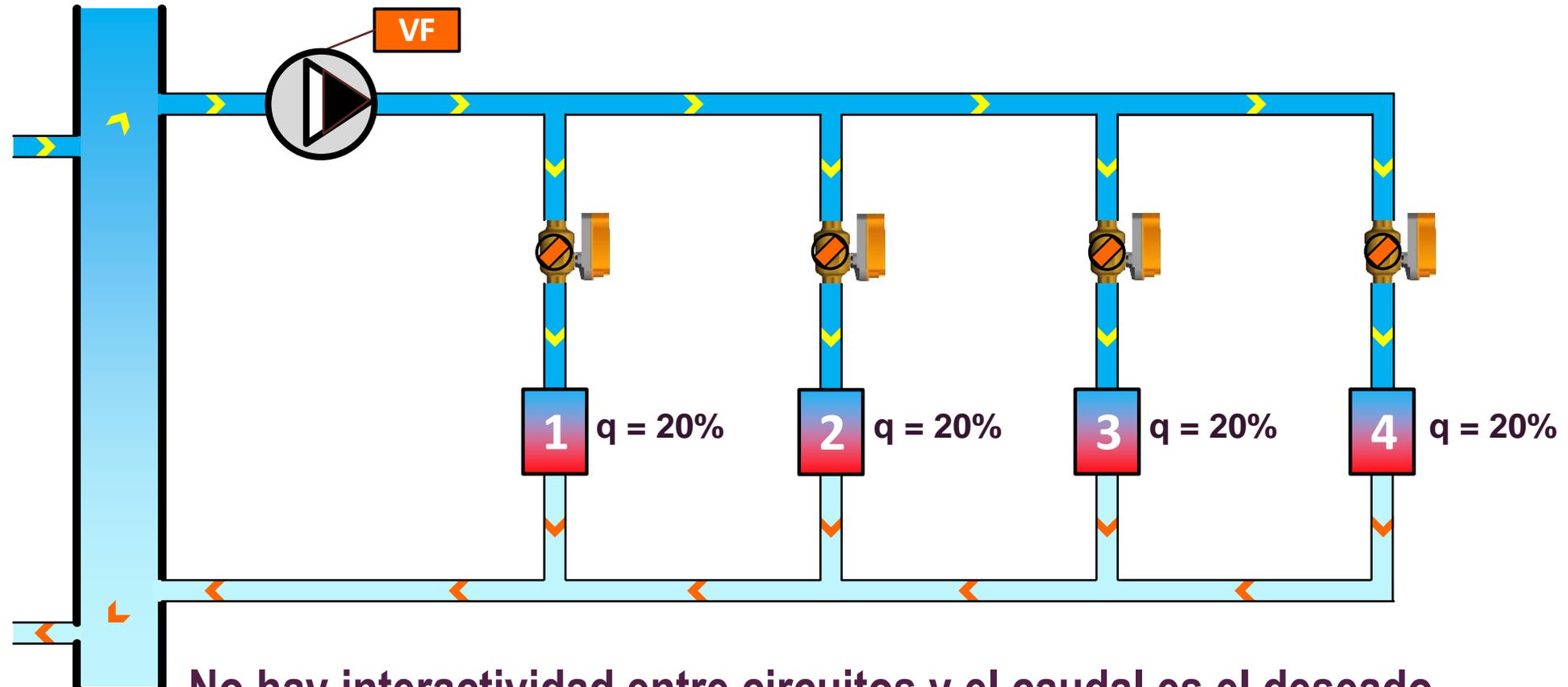
Simulación de funcionamiento de un circuito con válvulas de 2 vías independientes de la presión, mecánicas

Instalación a media carga: **Todas las válvulas de control abiertas al 50%**



Simulación de funcionamiento de un circuito con válvulas de 2 vías independientes de la presión, mecánicas

Instalación a media carga: **Todas las válvulas de control abiertas al 50%**

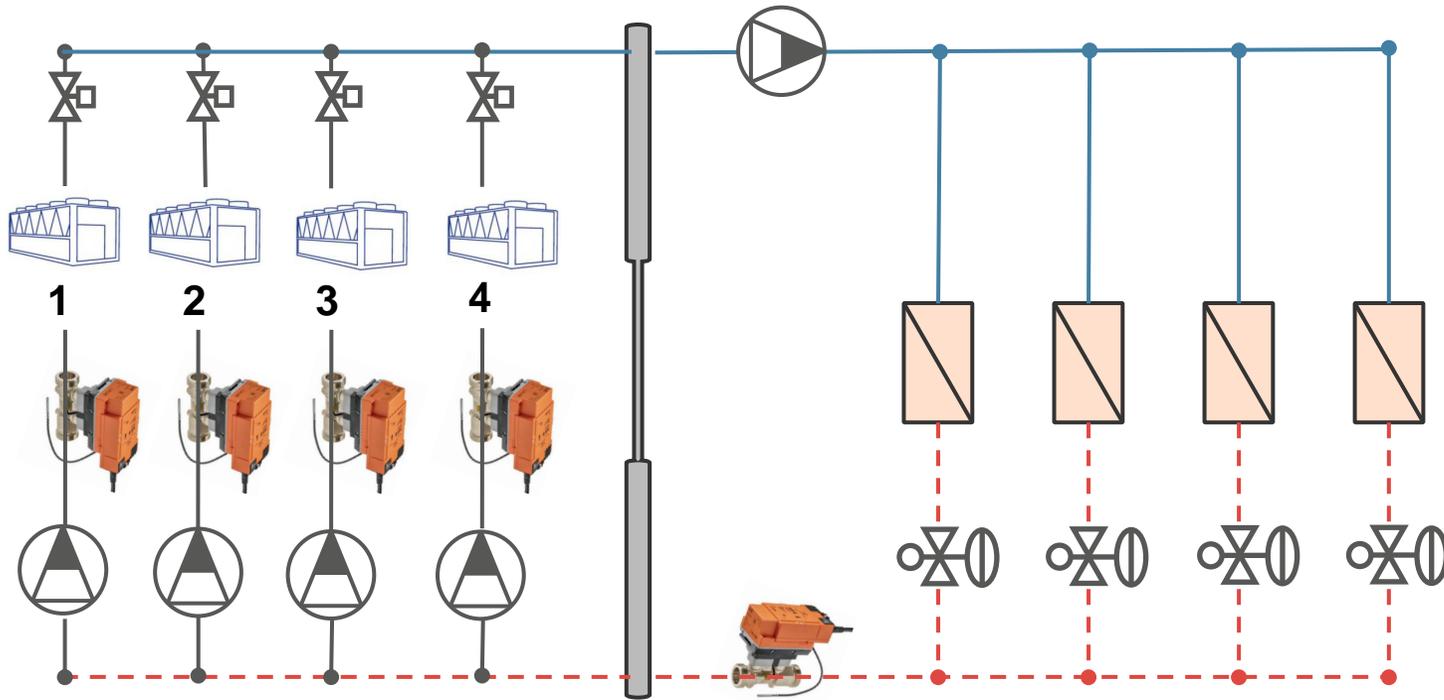


No hay interactividad entre circuitos y el caudal es el deseado

SECUENCIA ARRANQUE PRODUCCIÓN

Circuitos de producción. Estrategia de arranque de enfriadoras

Control todo-nada en secundario



Puntos de partida:

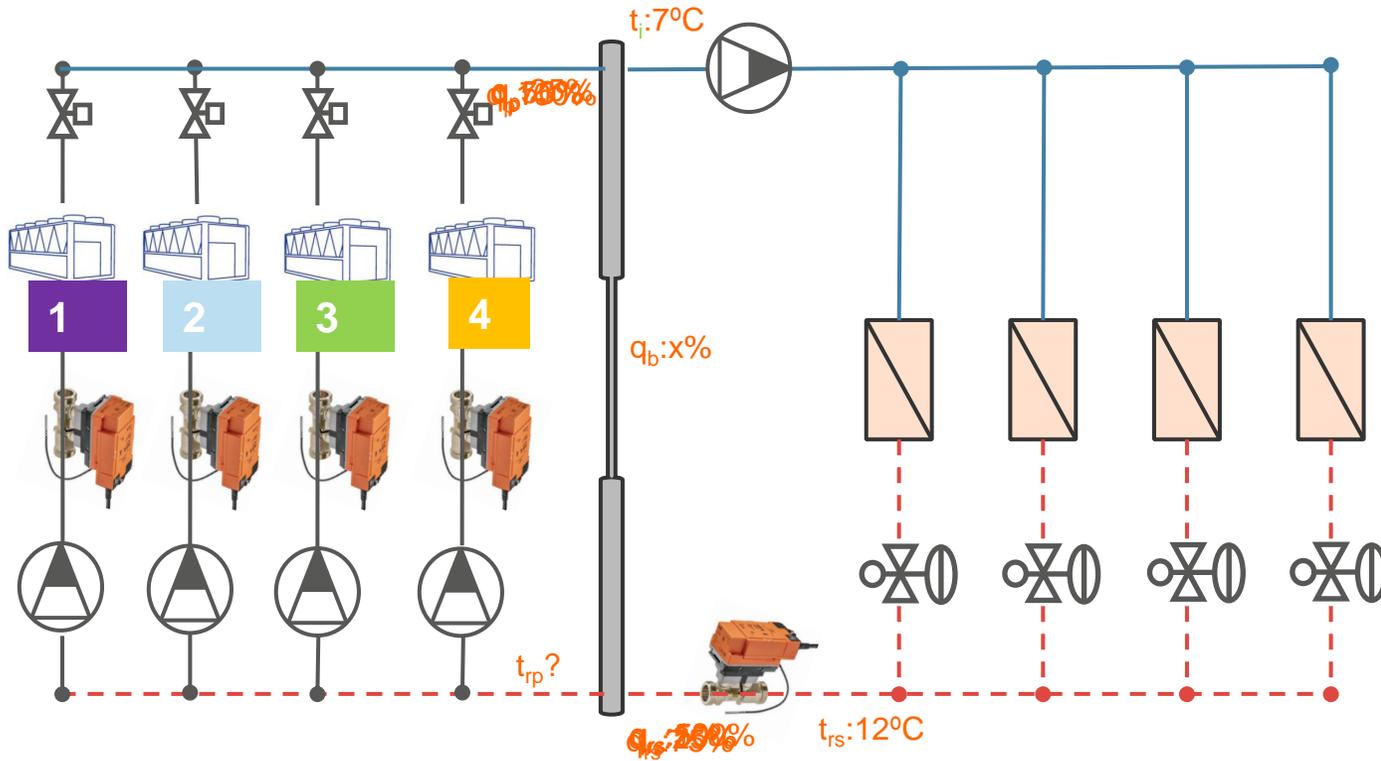
- T_i : 7°C
- T_r : 12°C
- T_{amb} : 24°C
- Coef. efectividad térmica: 0,294
- **¿Cuándo hay que parar y arrancar Chillers?**

Caudalímetro ó
Contador de energía



Circuitos de producción. Secuencia de arranque de Chillers

Control todo-nada en secundario

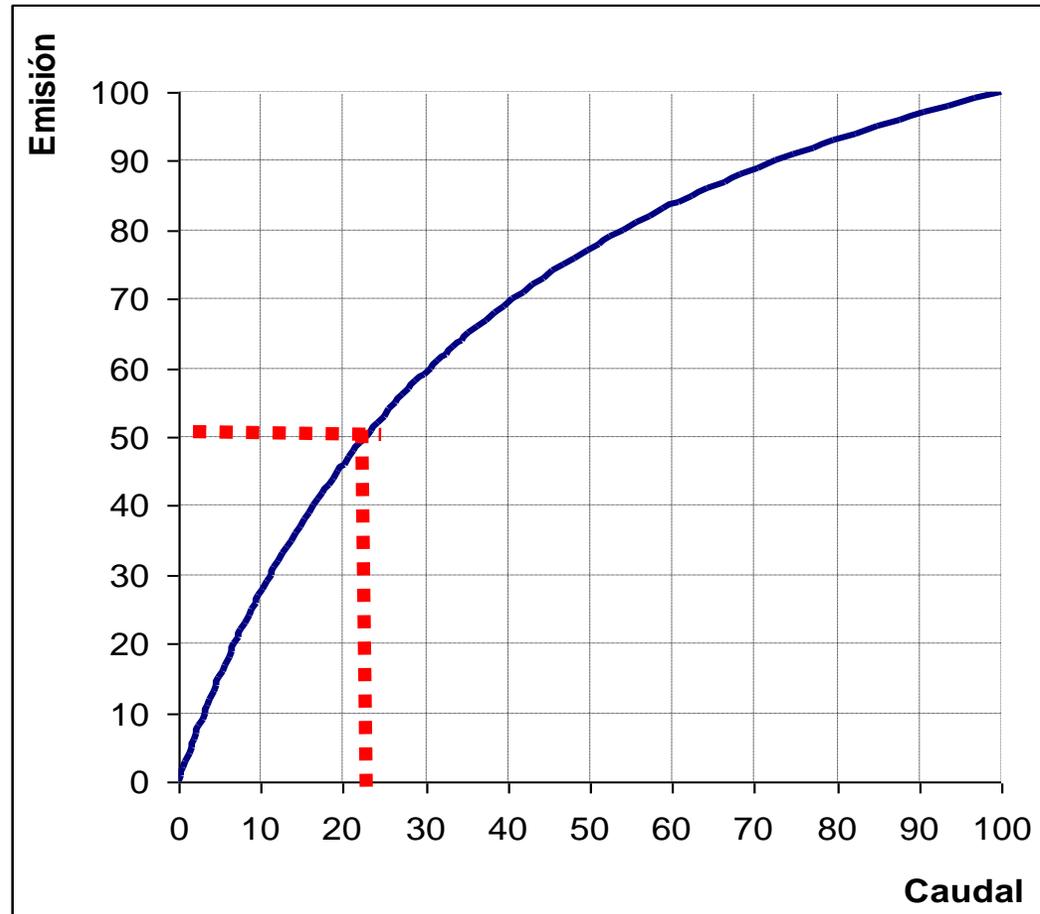


Control todo/nada						
Carga	Producción	qp	trp	qs	trs	qb
5%	1	25%	8	5%	12	20%
10%	1	25%	9	10%	12	15%
15%	1	25%	10	15%	12	10%
20%	1	25%	11	20%	12	5%
25%	1	25%	12	25%	12	0%
25%	2	50%	9,5	25%	12	25%
30%	2	50%	10	30%	12	20%
35%	2	50%	10,5	35%	12	15%
40%	2	50%	11	40%	12	10%
45%	2	50%	11,5	45%	12	5%
50%	2	50%	12	50%	12	0%
50%	3	75%	10,3	50%	12	25%
55%	3	75%	10,7	55%	12	20%
60%	3	75%	11	60%	12	15%
65%	3	75%	11,3	65%	12	10%
70%	3	75%	11,7	70%	12	5%
75%	3	75%	12	75%	12	0%
75%	4	100%	10,8	75%	12	25%
80%	4	100%	11	80%	12	20%
85%	4	100%	11,3	85%	12	15%
90%	4	100%	11,5	90%	12	10%
95%	4	100%	11,8	95%	12	5%
100%	4	100%	12	100%	12	0%

$$q_b * t_i + q_s * t_{rs} = q_p * t_{rp} \quad \longrightarrow \quad t_{rp} = \frac{q_b * t_i + q_s * t_{rs}}{q_p}$$

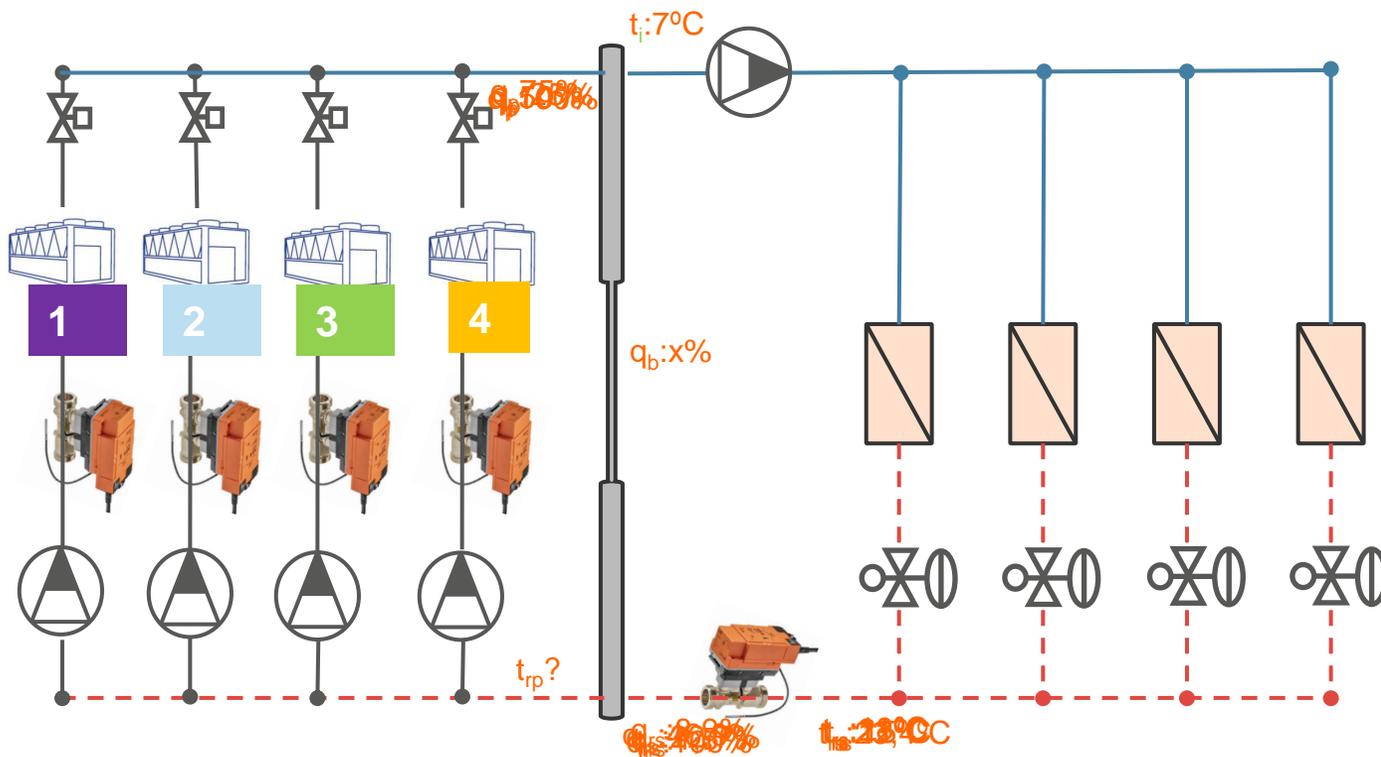
Caudal variable de agua: ¿Por qué?

Curva característica típica de una batería



Circuitos de producción. Secuencia de arranque de Chillers

Control proporcional en secundario

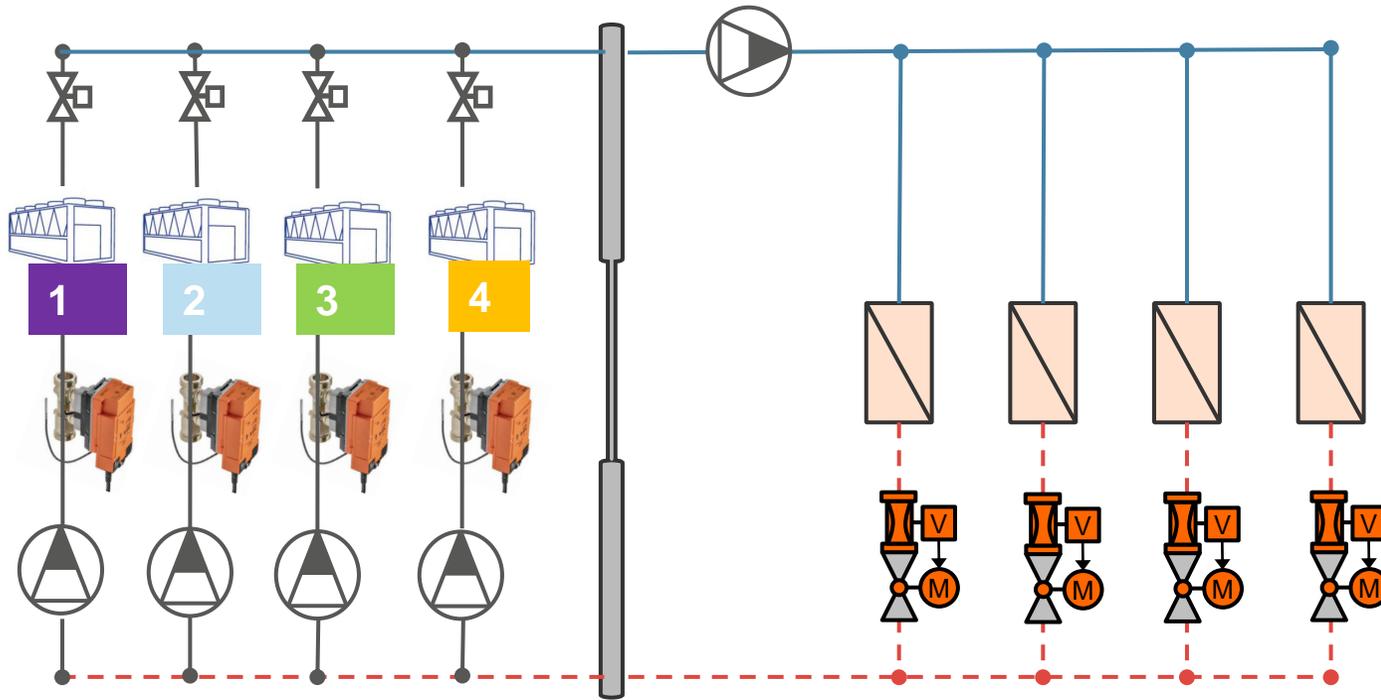


Carga (%)	Producción	q _p	t _{pr}	q _s	t _{rs}	q _b
5,00%	1	25,00%	8,0	1,5%	23,4	23,5%
10,00%	1	25,00%	9,0	3,2%	22,8	21,8%
15,00%	1	25,00%	10,0	4,9%	22,2	20,1%
20,00%	1	25,00%	11,0	6,8%	21,6	18,2%
25,00%	1	25,00%	12,0	8,9%	21,0	16,1%
25,00%	2	50,00%	9,5	8,9%	21,0	41,1%
30,00%	2	50,00%	10,0	11,2%	20,4	38,8%
35,00%	2	50,00%	10,5	13,7%	19,8	36,3%
40,00%	2	50,00%	11,0	16,4%	19,2	33,6%
45,00%	2	50,00%	11,5	19,4%	18,6	30,6%
50,00%	2	50,00%	12,0	22,7%	18,0	27,3%
50,00%	3	75,00%	10,3	22,7%	18,0	52,3%
55,00%	3	75,00%	10,7	26,4%	17,4	48,6%
60,00%	3	75,00%	11,0	30,6%	16,8	44,4%
65,00%	3	75,00%	11,3	35,3%	16,2	39,7%
70,00%	3	75,00%	11,7	40,7%	15,6	34,3%
75,00%	3	75,00%	12,0	46,9%	15,0	28,1%
75,00%	4	100,00%	10,8	46,9%	15,0	53,1%
80,00%	4	100,00%	11,0	54,1%	14,4	45,9%
85,00%	4	100,00%	11,3	62,5%	13,8	37,5%
90,00%	4	100,00%	11,5	72,6%	13,2	27,4%
95,00%	4	100,00%	11,8	84,8%	12,6	15,2%
100,00%	4	100,00%	12,0	100,0%	12,0	0,0%

$$q_b \cdot t_i + q_s \cdot t_{rs} = q_p \cdot t_{rp} \quad \longrightarrow \quad t_{rp} = \frac{q_b \cdot t_i + q_s \cdot t_{rs}}{q_p}$$

Circuitos de producción. Secuencia de arranque de Chillers

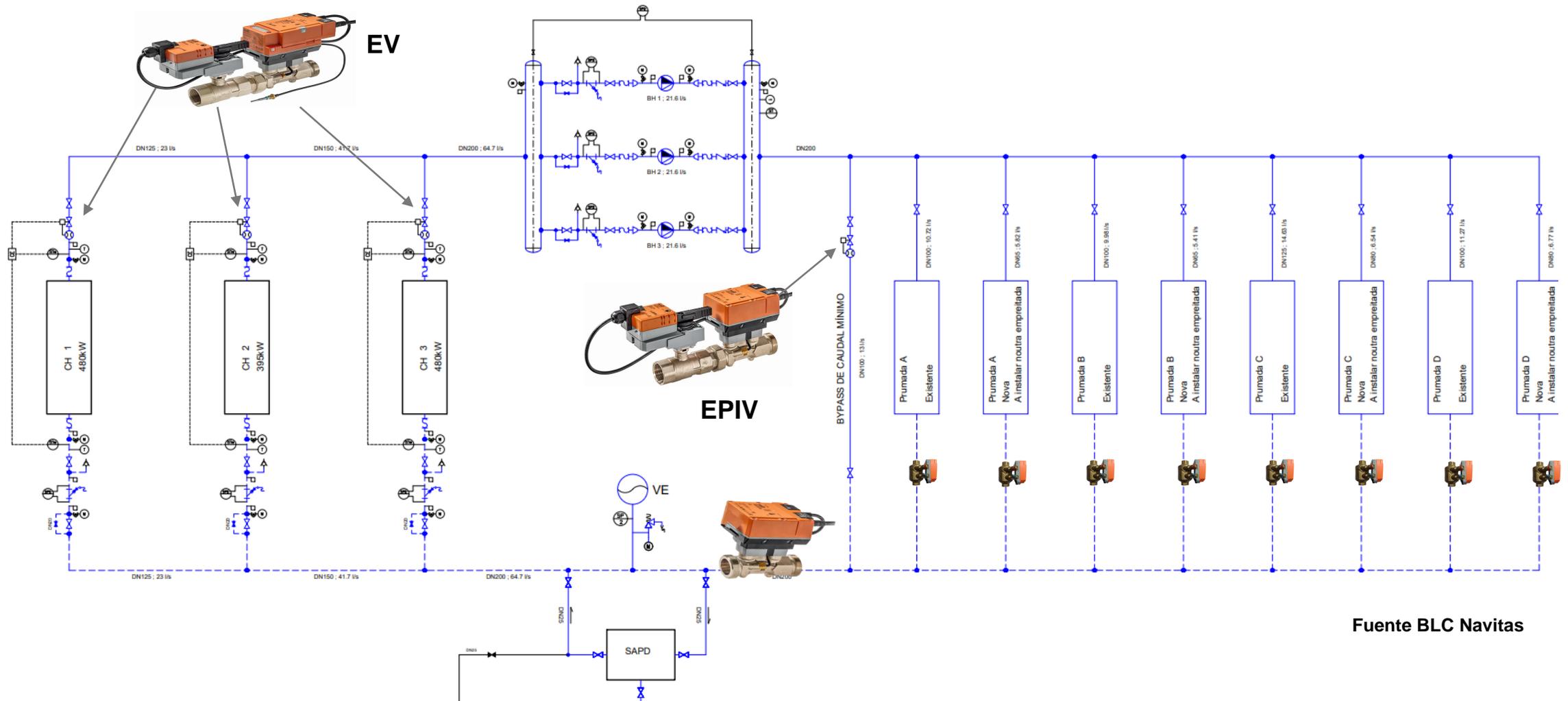
Control proporcional en secundario



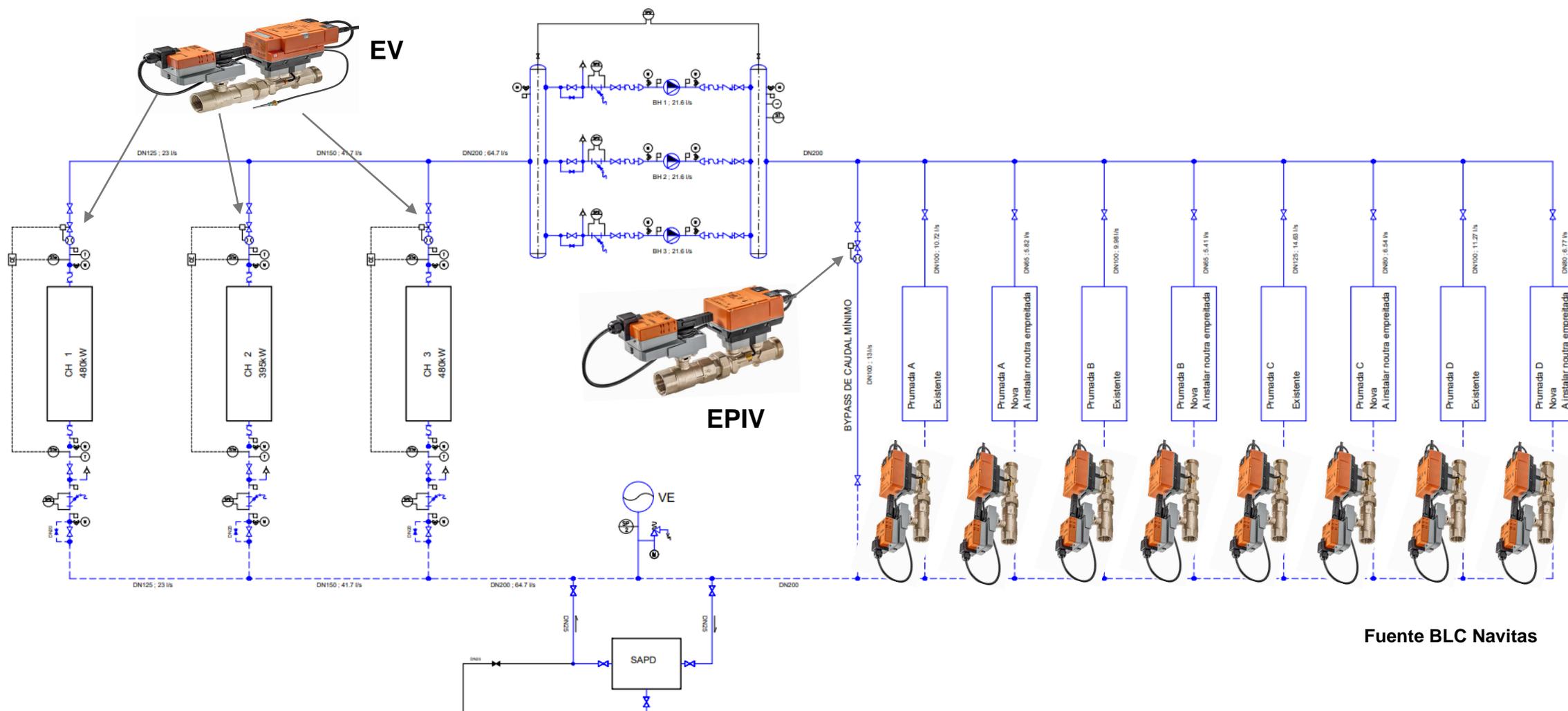
Carga (%)	Producción	q_p	t_{pr}	q_s	t_{rs}	q_b
5,00%	1	25,00%	8,0	1,5%	23,4	23,5%
10,00%	1	25,00%	9,0	3,2%	22,8	21,8%
15,00%	1	25,00%	10,0	4,9%	22,2	20,1%
20,00%	1	25,00%	11,0	6,8%	21,6	18,2%
25,00%	1	25,00%	12,0	8,9%	21,0	16,1%
25,00%	2	50,00%	9,5	8,9%	21,0	41,1%
30,00%	2	50,00%	10,0	11,2%	20,4	38,8%
35,00%	2	50,00%	10,5	13,7%	19,8	36,3%
40,00%	2	50,00%	11,0	16,4%	19,2	33,6%
45,00%	2	50,00%	11,5	19,4%	18,6	30,6%
50,00%	2	50,00%	12,0	22,7%	18,0	27,3%
50,00%	3	75,00%	10,3	22,7%	18,0	52,3%
55,00%	3	75,00%	10,7	26,4%	17,4	48,6%
60,00%	3	75,00%	11,0	30,6%	16,8	44,4%
65,00%	3	75,00%	11,3	35,3%	16,2	39,7%
70,00%	3	75,00%	11,7	40,7%	15,6	34,3%
75,00%	3	75,00%	12,0	46,9%	15,0	28,1%
75,00%	4	100,00%	10,8	46,9%	15,0	53,1%
80,00%	4	100,00%	11,0	54,1%	14,4	45,9%
85,00%	4	100,00%	11,3	62,5%	13,8	37,5%
90,00%	4	100,00%	11,5	72,6%	13,2	27,4%
95,00%	4	100,00%	11,8	84,8%	12,6	15,2%
100,00%	4	100,00%	12,0	100,0%	12,0	0,0%



Circuitos de producción. Primario y secundario a caudal variable



Circuitos de producción. Primario y secundario a caudal variable



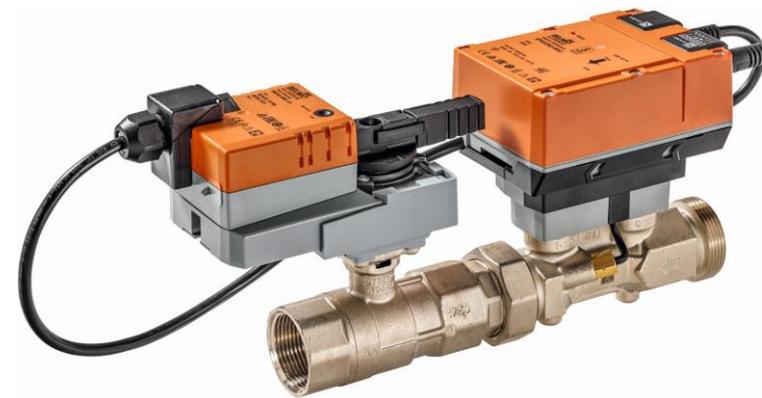
Fuente BLC Navitas

EPIV / ENERGY VALVE

Electronic pressure independent valve



Belimo Energy Valve™ 4



EPIV 4

**The new
world**



Thermal Energy Meter



Flow Meter



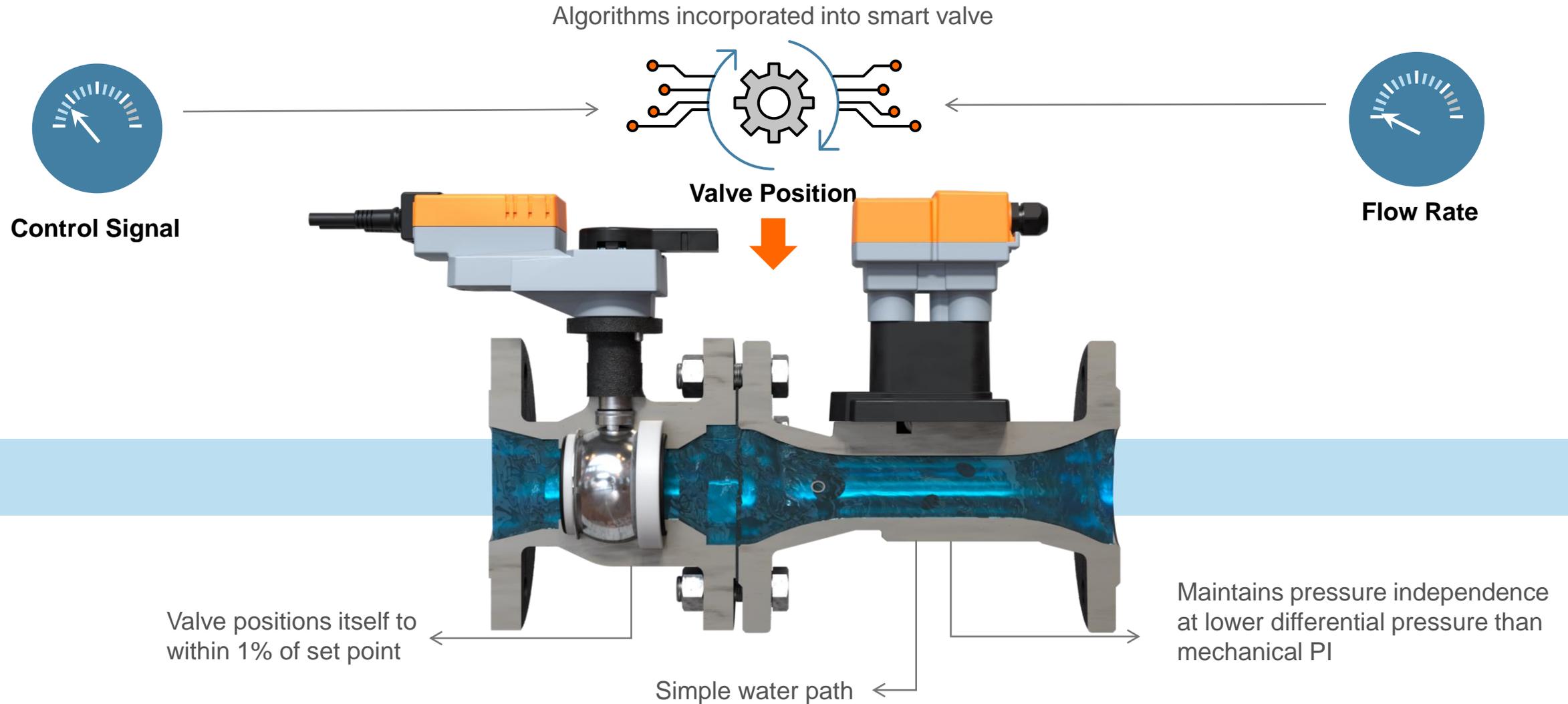
Clever design – ease of re-calibration TEM & split installation EV



Field wiring remains attached allowing meter unit to be removed for re-calibration

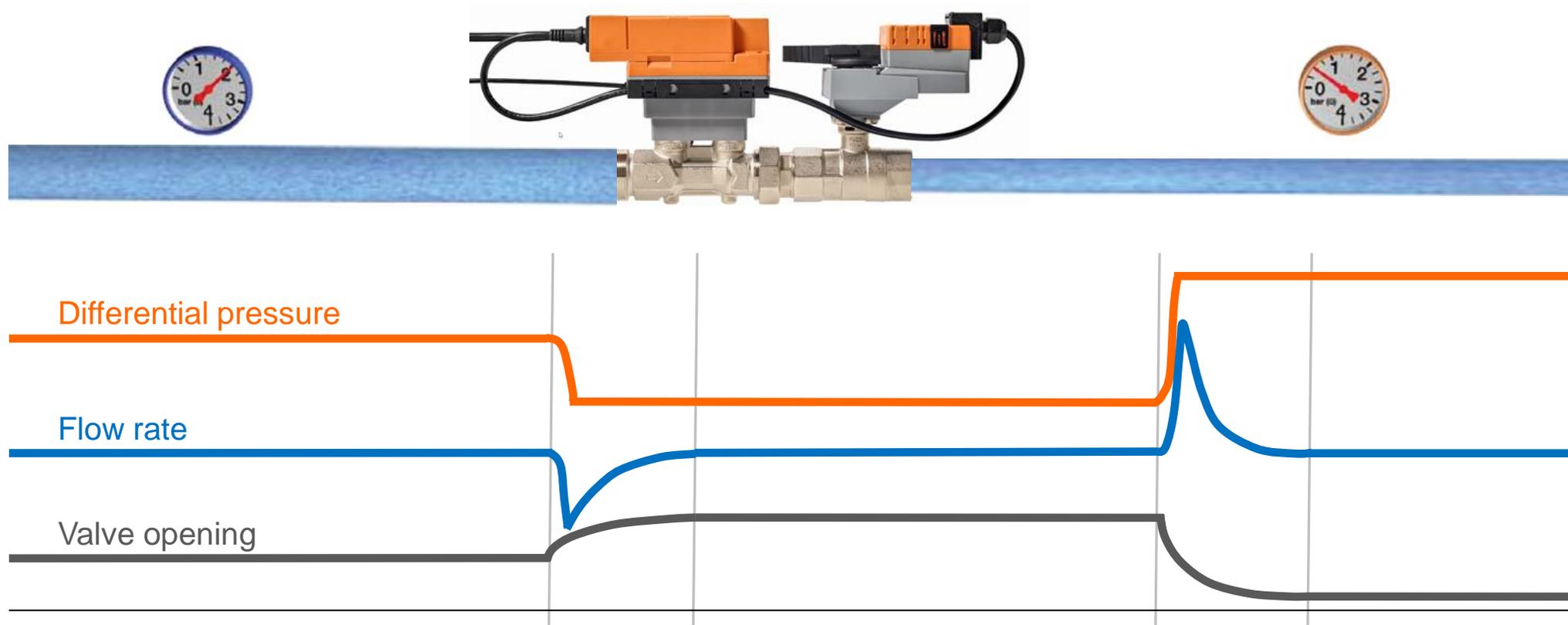
Valve and flow meter
Can be separated.

An electronic pressure independent valve?



EPIV and Energy Valve: Perfect flow control

- Automatically controls to the desired set-point flow, regardless of pressure variations in the system



Ultrasonic & temperature measurement



Emitter/receiver

Emitter/receiver

Integrated
Temperature
sensor

Liquid flow
←

Acoustic mirror

Calculated by measuring
temperature and sound waves

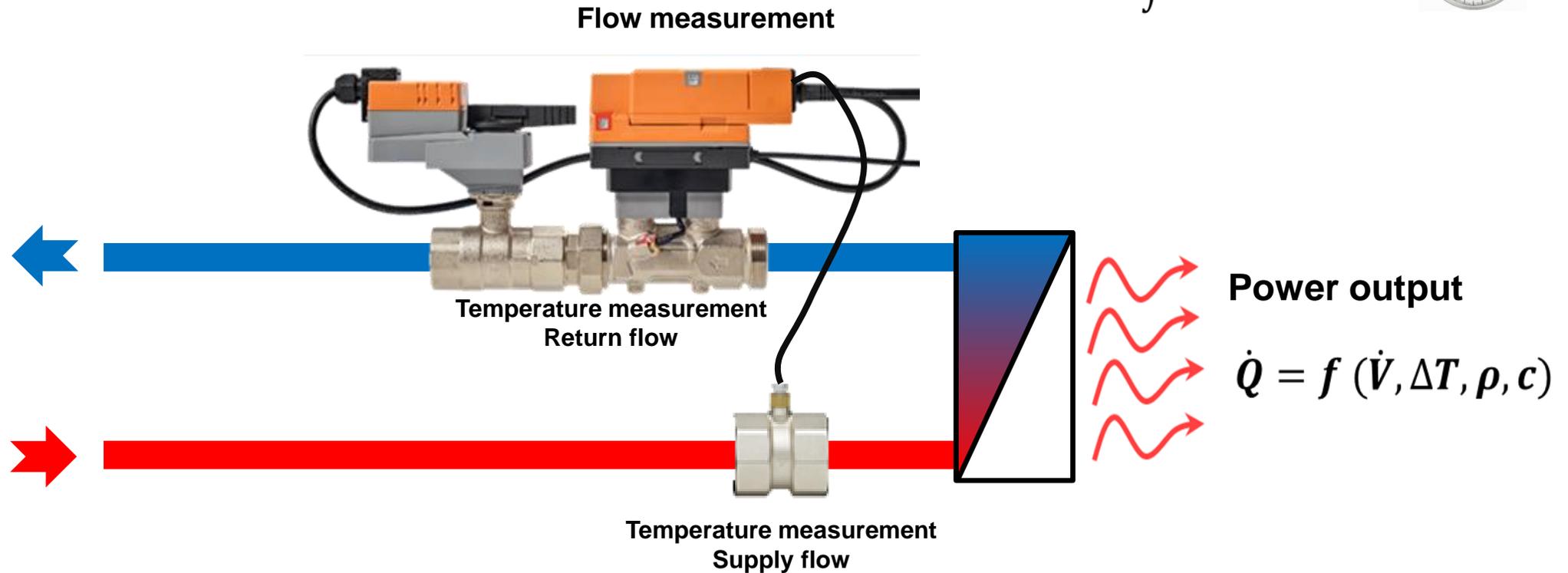


Remote
Temperature
Sensor

Caudal / Salto térmico / Potencia / Consumo de energía

Consumo de energía

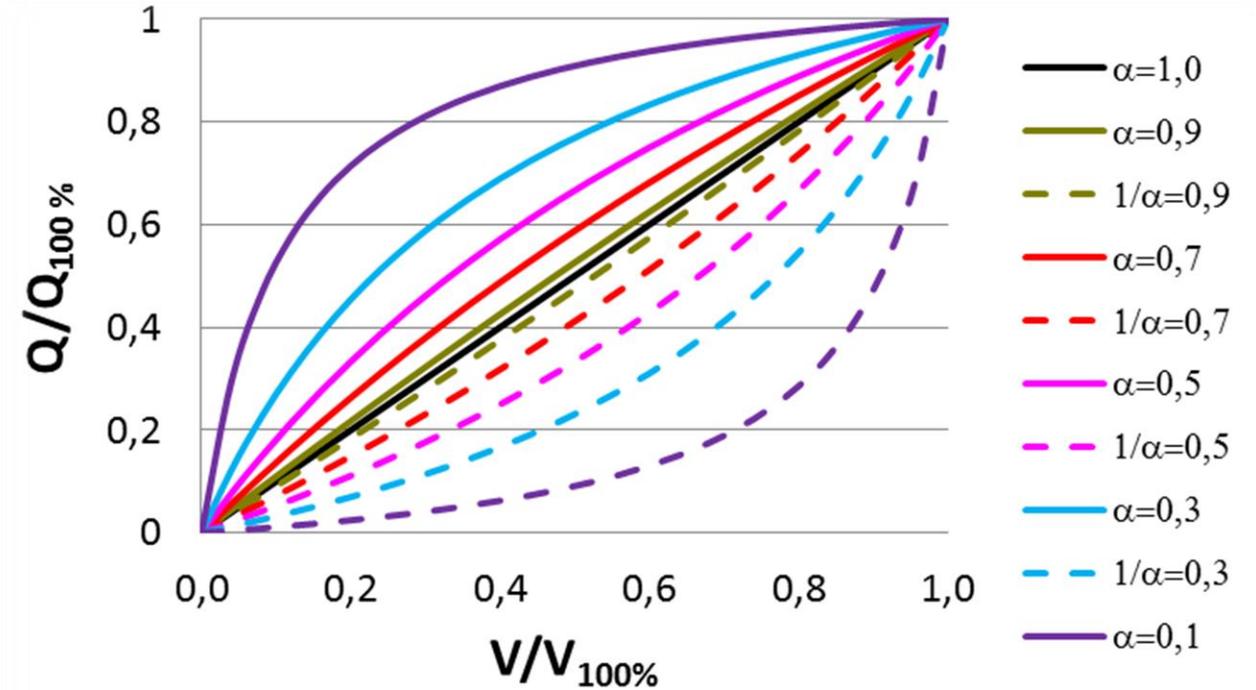
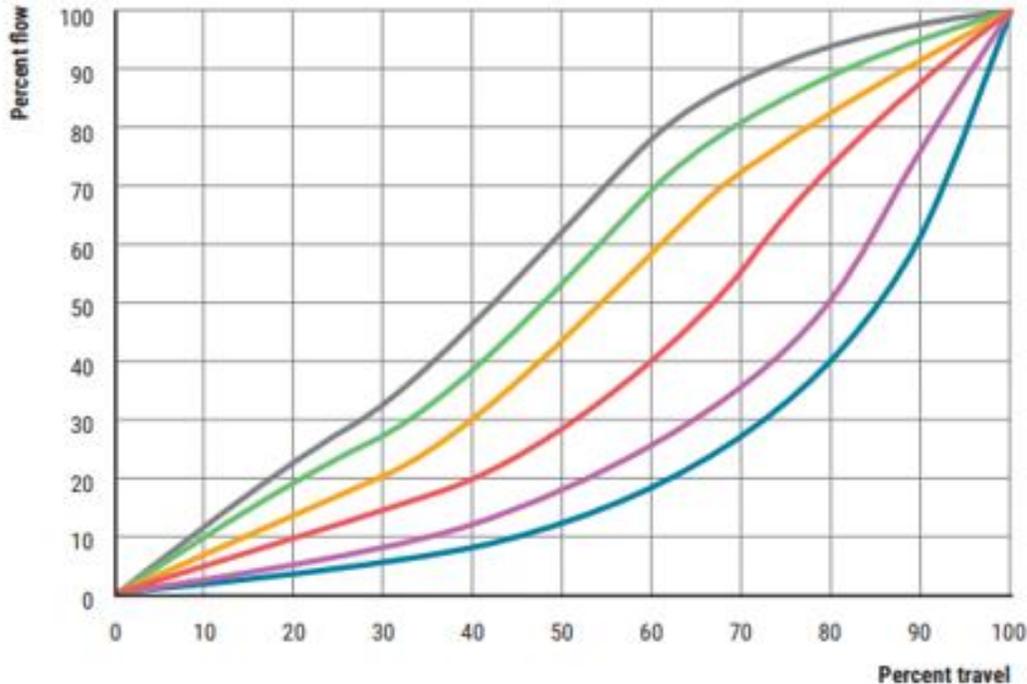
$$Q = \int \dot{Q} \cdot \Delta t$$



BELIMO Energy Valve™



Curva de emisión de potencia/caudal en la batería **valor de α**



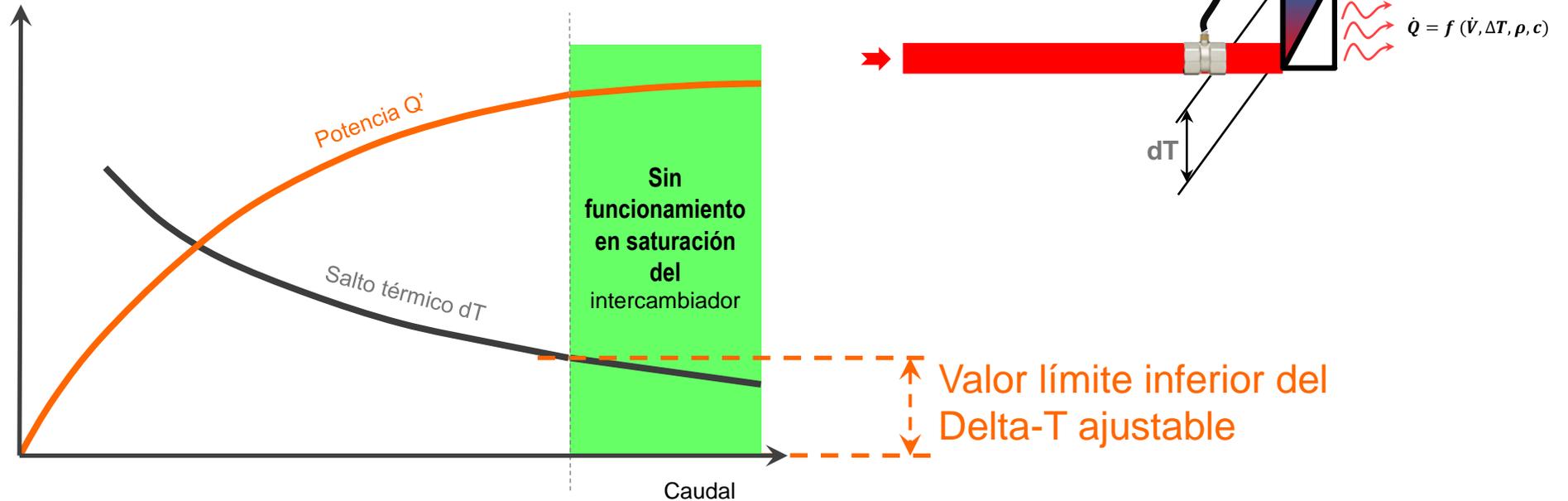
$$\alpha = 0,6 \times \frac{\Delta T_w}{T_{w,s} - T_{a,x}}$$

Low Delta T wastes energy at the coil.
What effect can this have on the chiller plant?



BELIMO Energy Valve™

Gestor del Delta-T



- El gestor del Delta-T de la Energy Valve™ de Belimo asegura que el intercambiador no vaya a trabajar con excesiva cantidad de agua.
- Se evita el uso ineficiente de la energía.

BELIMO Energy Valve™

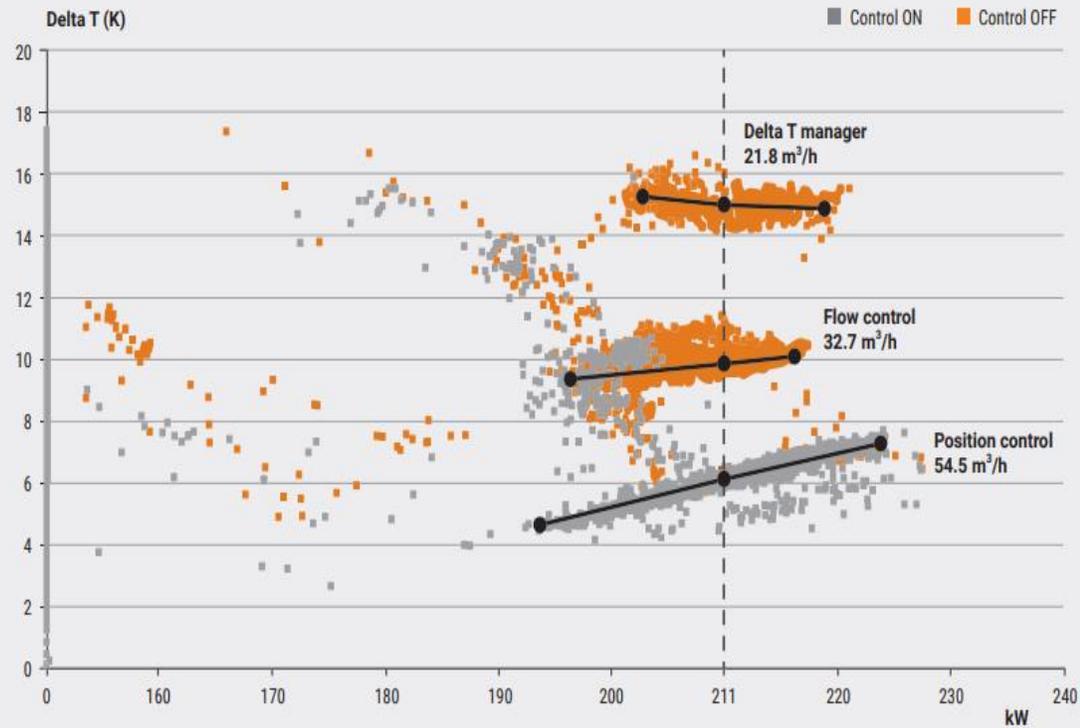
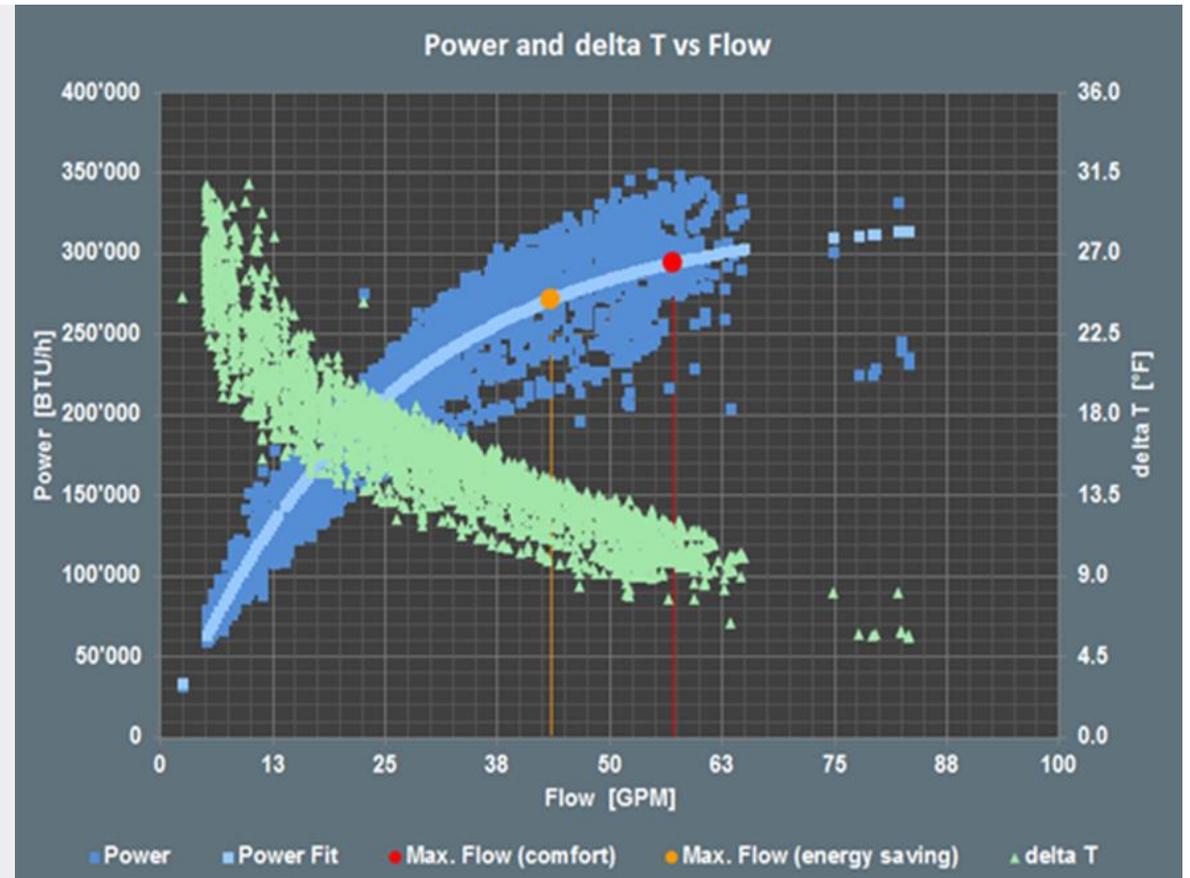
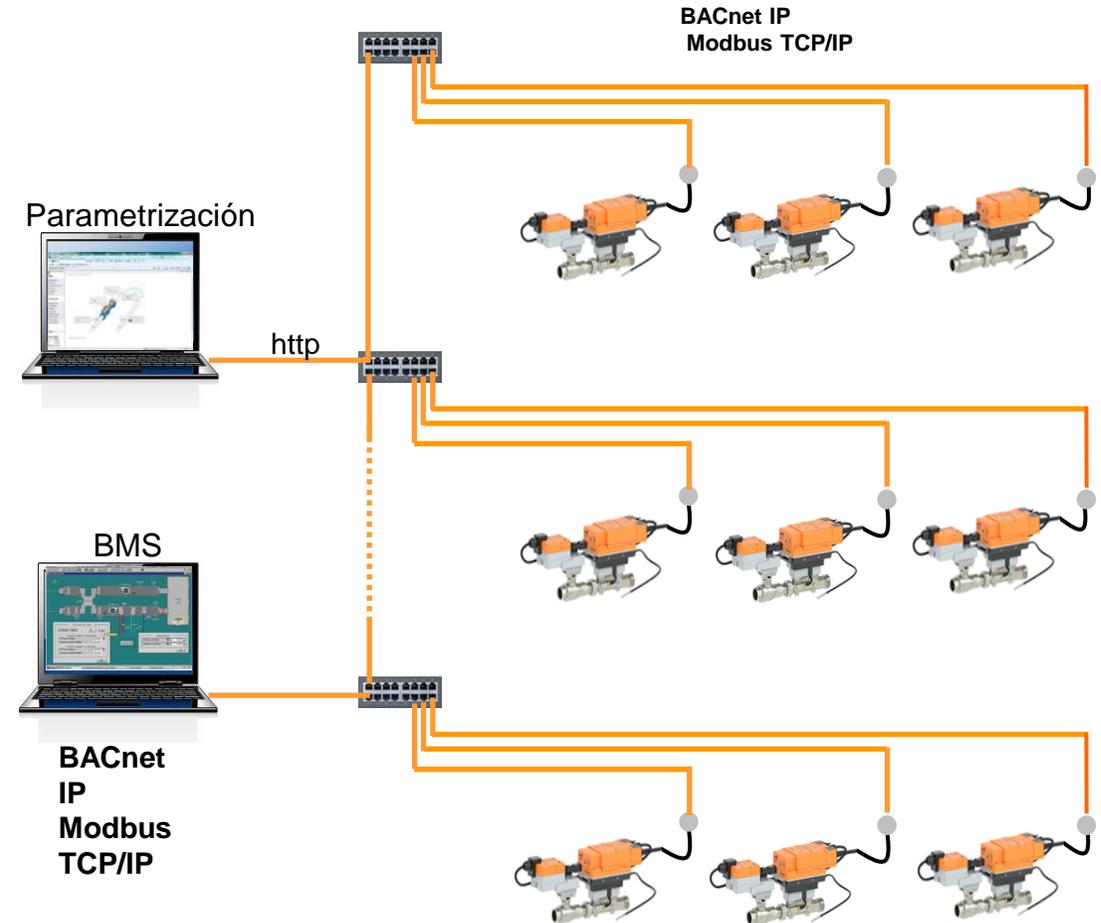
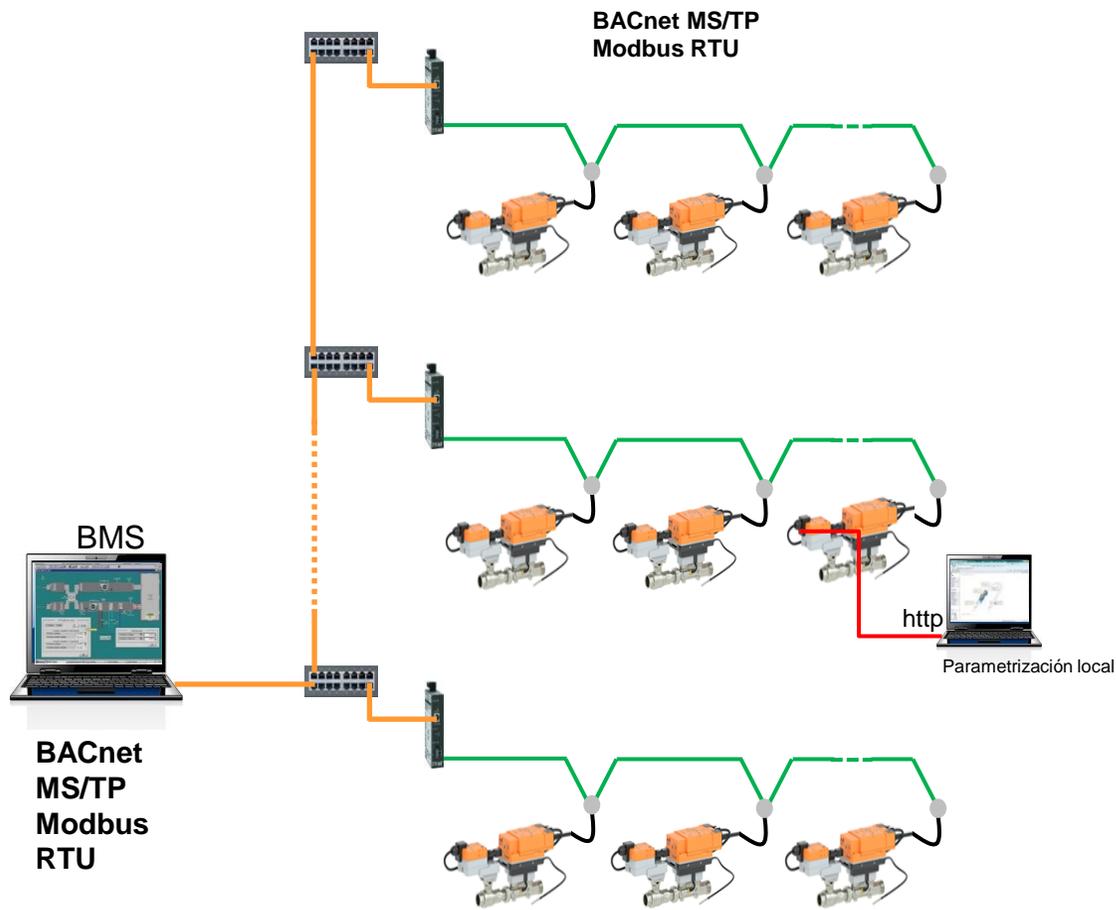


Abb.31: Operating conditions (delta T and load) of the valve in different control modes.

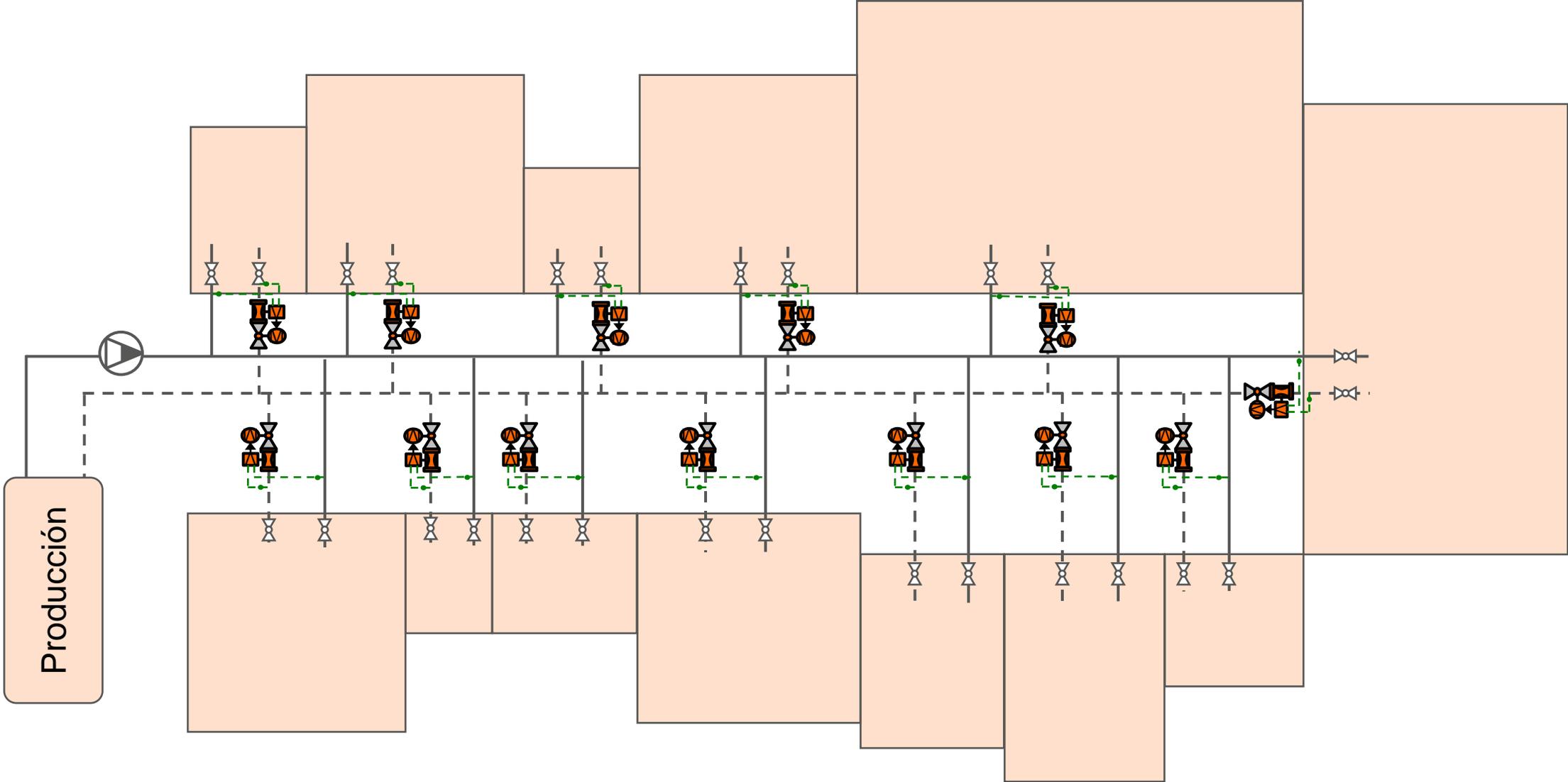


BACnet / Modbus / MP Bus - Arquitectura tipo

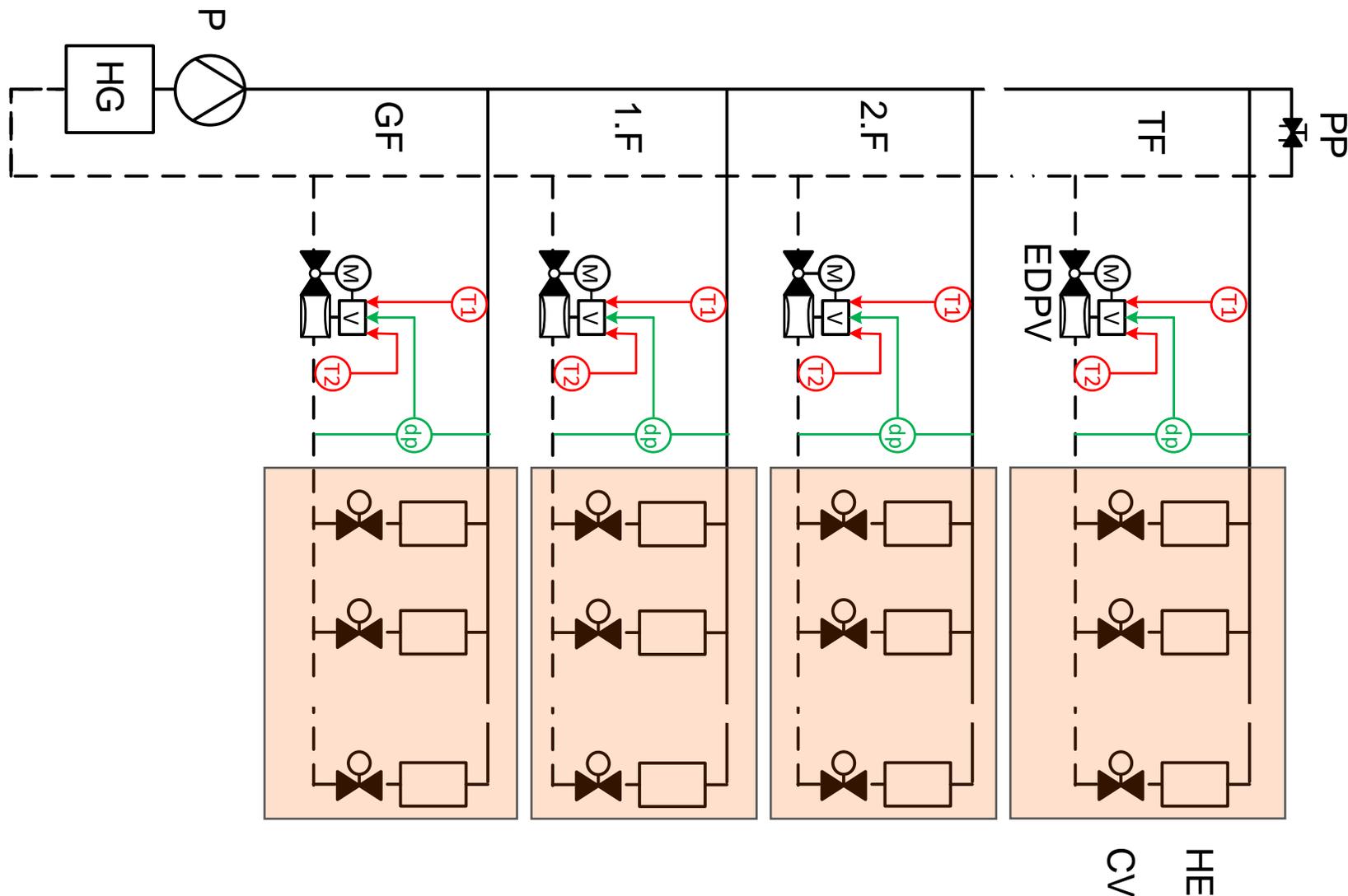


SHOPPING CENTERS

Aplicaciones Centros comerciales con Energy Valve



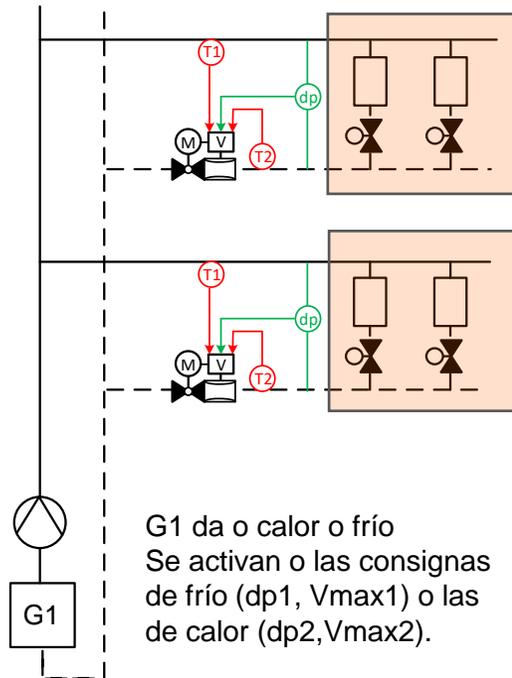
Aplicación centros comerciales con EDPV



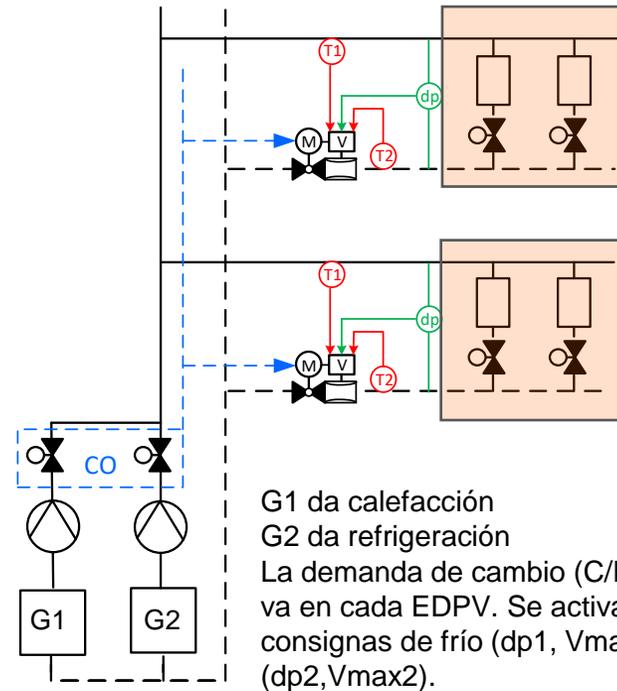
- Control Dp
- Monitoriza el caudal y la energía..
- Ajuste fácil de la consigna de Δp
- Ajuste fácil de la consigna de limitación de caudal.
- Auto-detección de cambio frío/calor
- Gestión del ΔT y control de potencia NO SON POSIBLES.

Modos de control

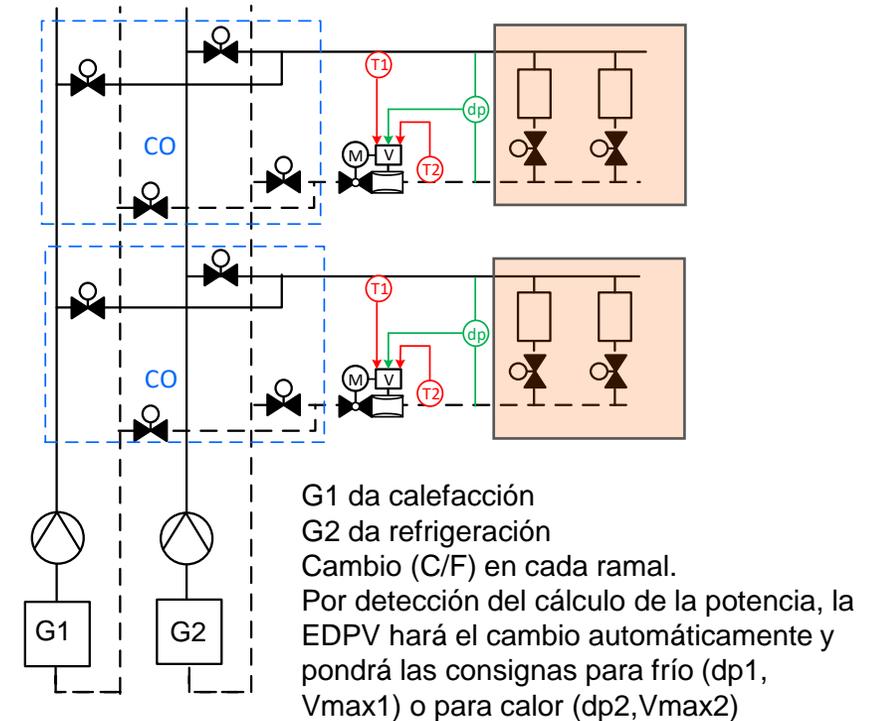
Única secuencia (sólo secuencia 1)



Cambio frío/calor manual (secuencia 1 ó 2)



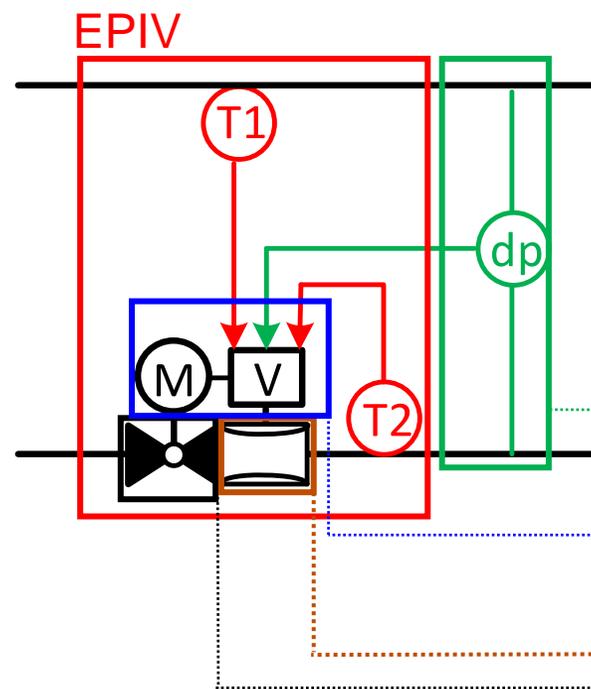
Cambio frío/calor Automático (secuencia 1 ó 2)



Notas:

La calefacción tiene habitualmente menores caudal y Δp que la refrigeración.

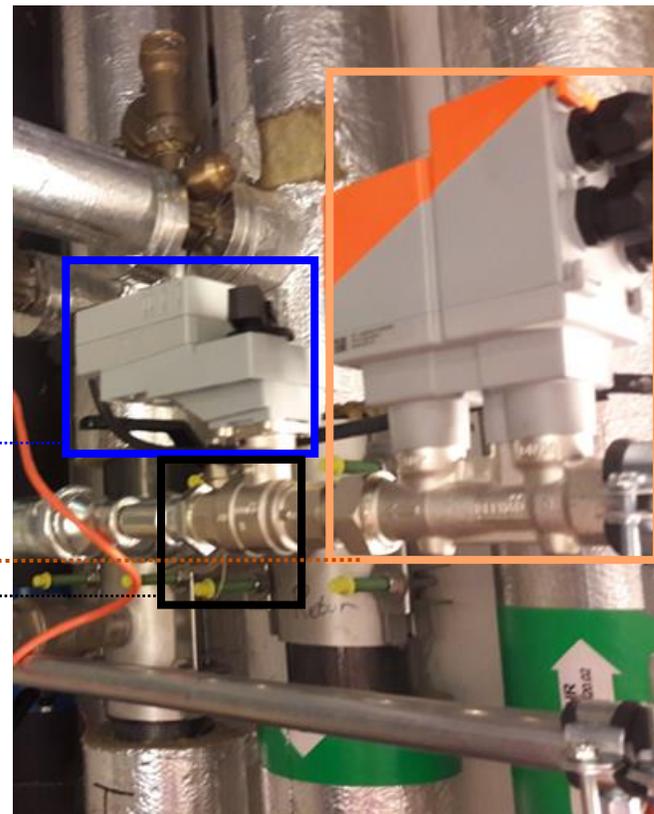
No se muestran todos los componentes hidráulicos



Sensor de Δp



Actuador



Caudalímetro

Válvula

T1, T2: Sensores de temperatura

ESTRATEGIA DE BOMBEO

PUMP OPTIMIZER

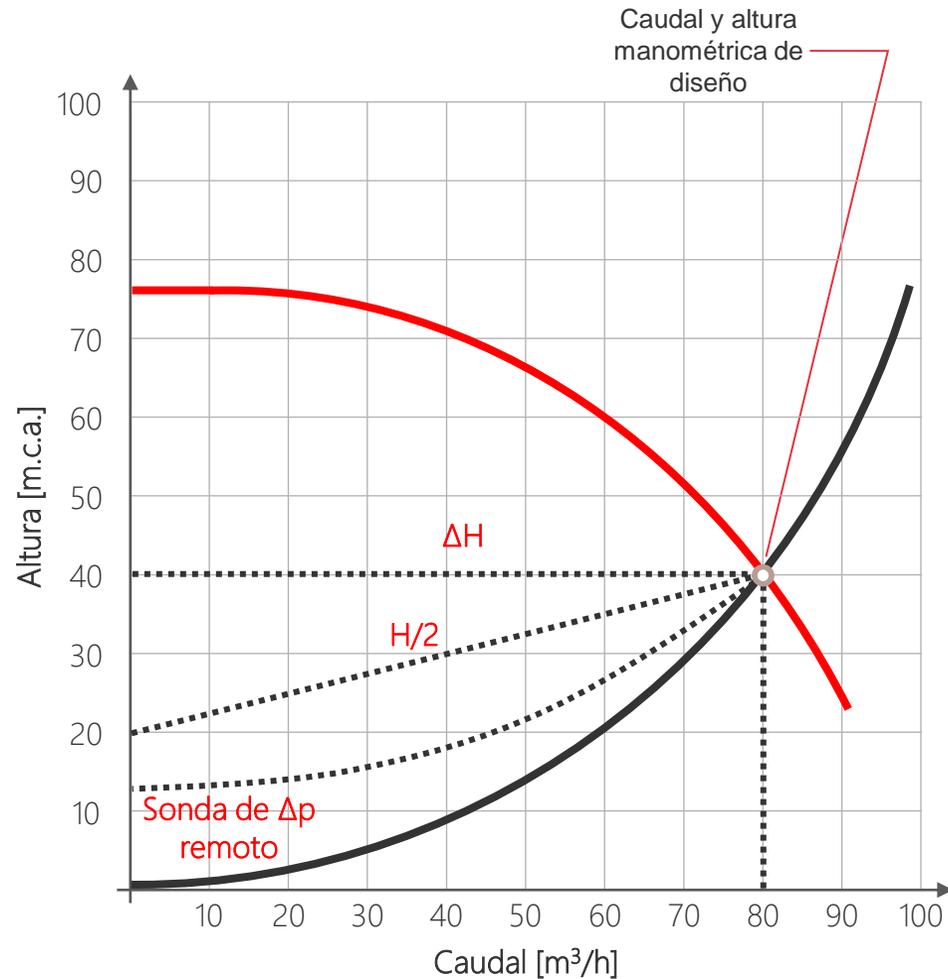
$$\text{Consumo de bombeo} \propto \frac{\text{Caudal} \cdot \Delta H}{\eta}$$

En caudal variable, con válvulas convencionales, se reduce el caudal al ir cerrando válvulas pero a carga parcial es superior al estrictamente necesario

En caudal variable, con válvulas independientes de la presión, se reduce el caudal hasta el estrictamente necesario en cualquier condición de carga.

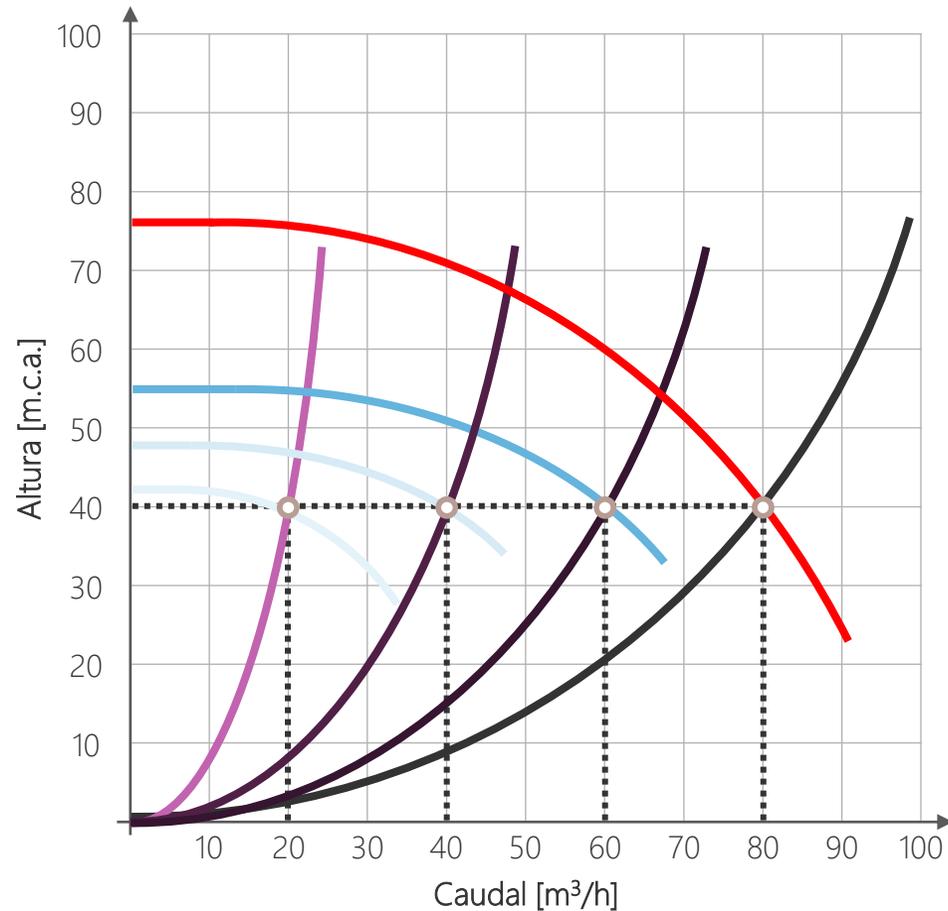
¿Pero que pasa con la ΔH ? Dependiendo de las válvulas empleadas y del control que se aplique al bombeo, es posible, a carga parcial, reducirla bastante y ahorrar bastante energía

Estrategias de control de bomba por variadores de frecuencia



1. Control constante de Δp .
2. Control proporcional de Δp .
3. Control de Δp paralela a la curva del sistema.

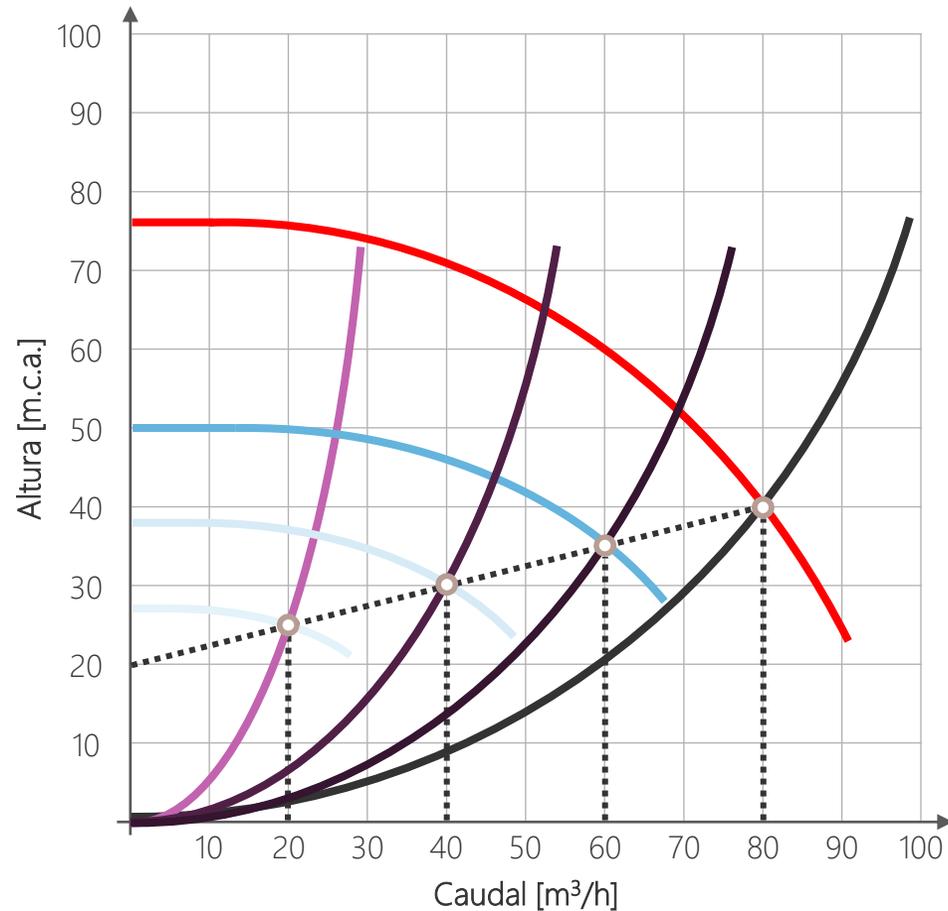
Control constante de Δp sensor de Δp cerca de la bomba



La presión no aumenta cuando el caudal del sistema disminuye. A un caudal de casi cero, la presión será la misma en todo el sistema.

Cuando el caudal disminuye, la presión diferencial irá aumentando en el sistema, por lo que las montantes, ramales y válvulas tendrán una mayor presión diferencial disponible.

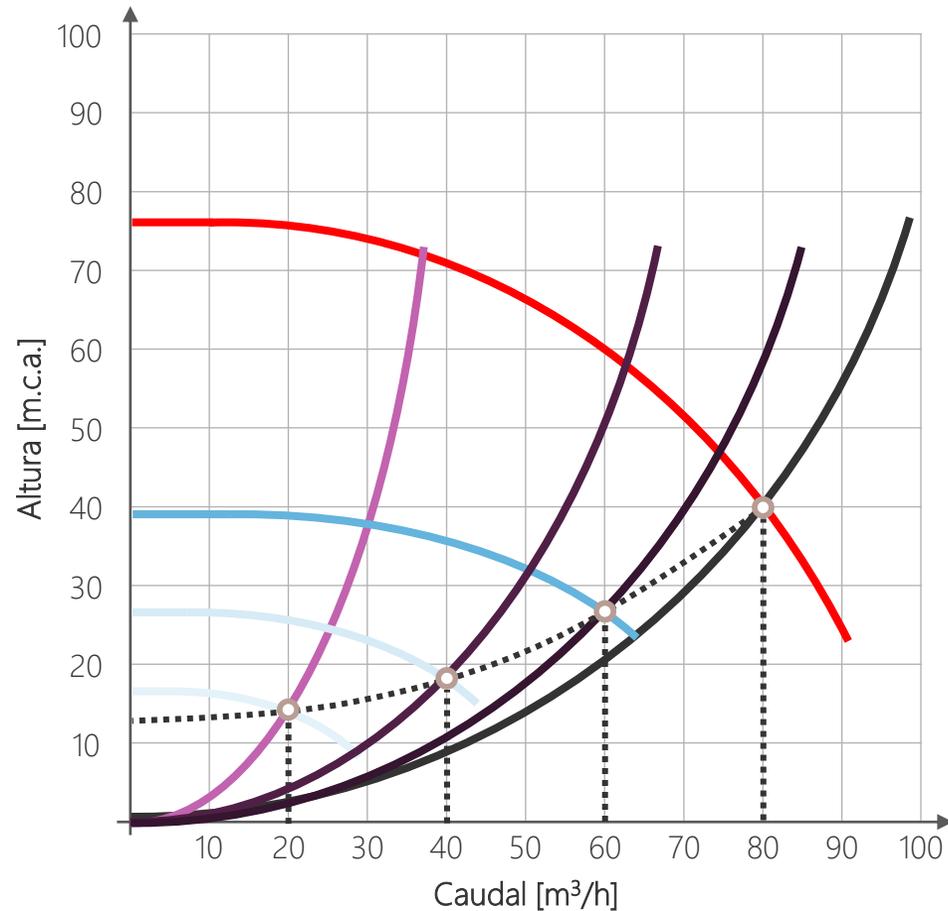
Control proporcional de Δp sensor de Δp a $\frac{3}{4}$ del edificio



El control proporcional de Δp significa que la altura manométrica de la bomba a caudal máximo se reducirá a la mitad con caudal mínimo ($H/2$).

En sistemas con control proporcional de Δp ; no se pueden usar válvulas de alivio de presión.

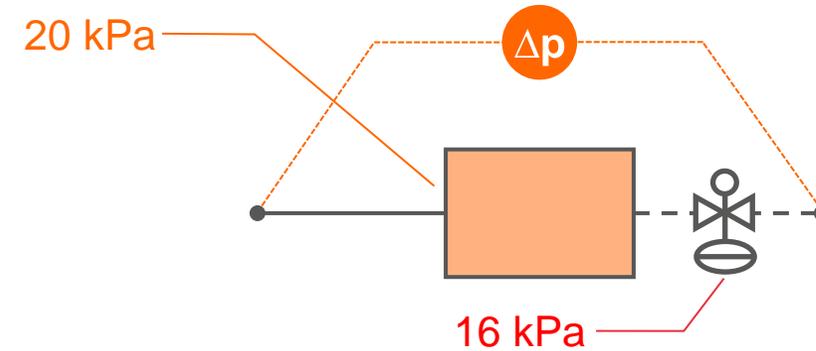
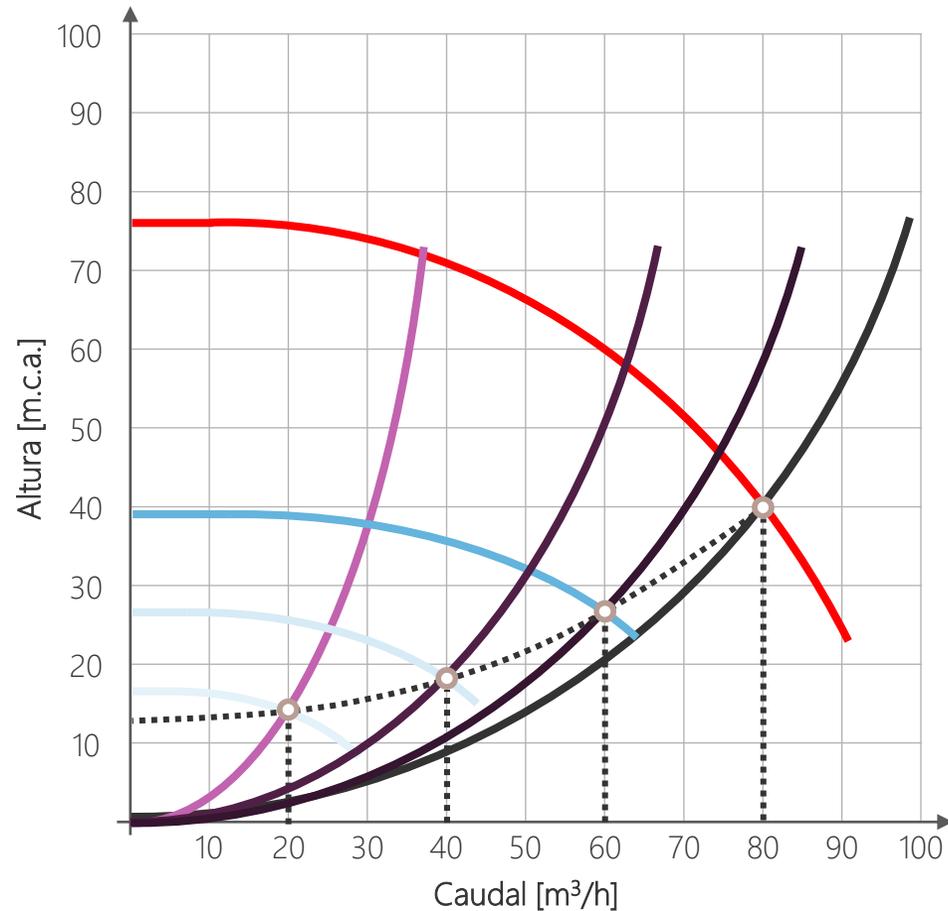
Control de Δp paralela a la curva del sistema sensor de Δp ubicado en la unidad más crítica



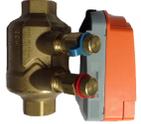
Al colocar el sensor de presión diferencial en la unidad más crítica, se permite que la presión de la bomba varíe de forma proporcional a la curva del sistema a medida que disminuye el caudal.

El punto de consigna se realiza sumando la pérdida de carga de la batería y la Δp mínima de activación del controlador de Δp de la PICV.

Control de Δp paralela a la curva del sistema sensor de Δp ubicado en la unidad más crítica



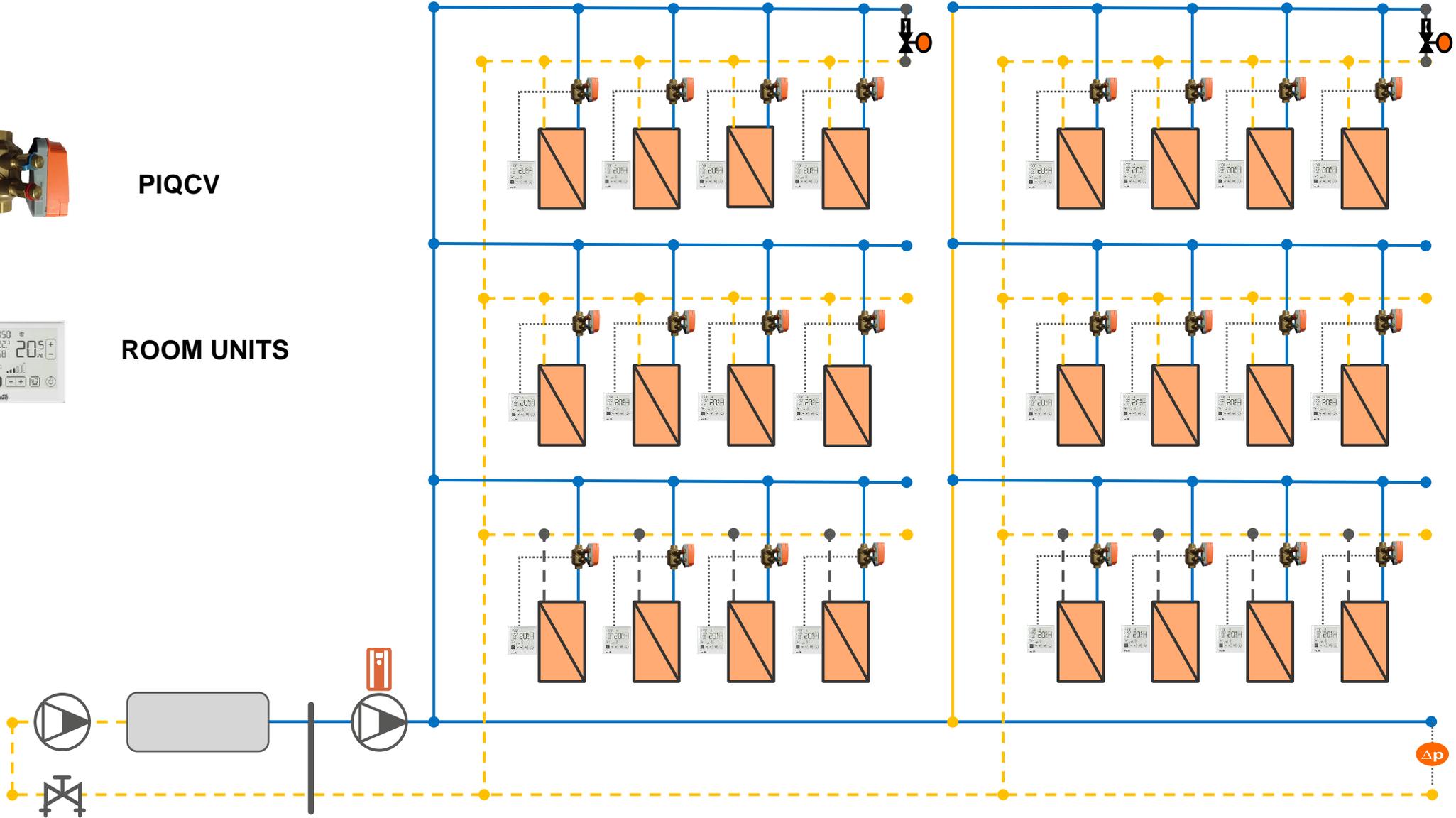
valor de consigna = 20 + 16 = 36 kPa



PIQCV



ROOM UNITS



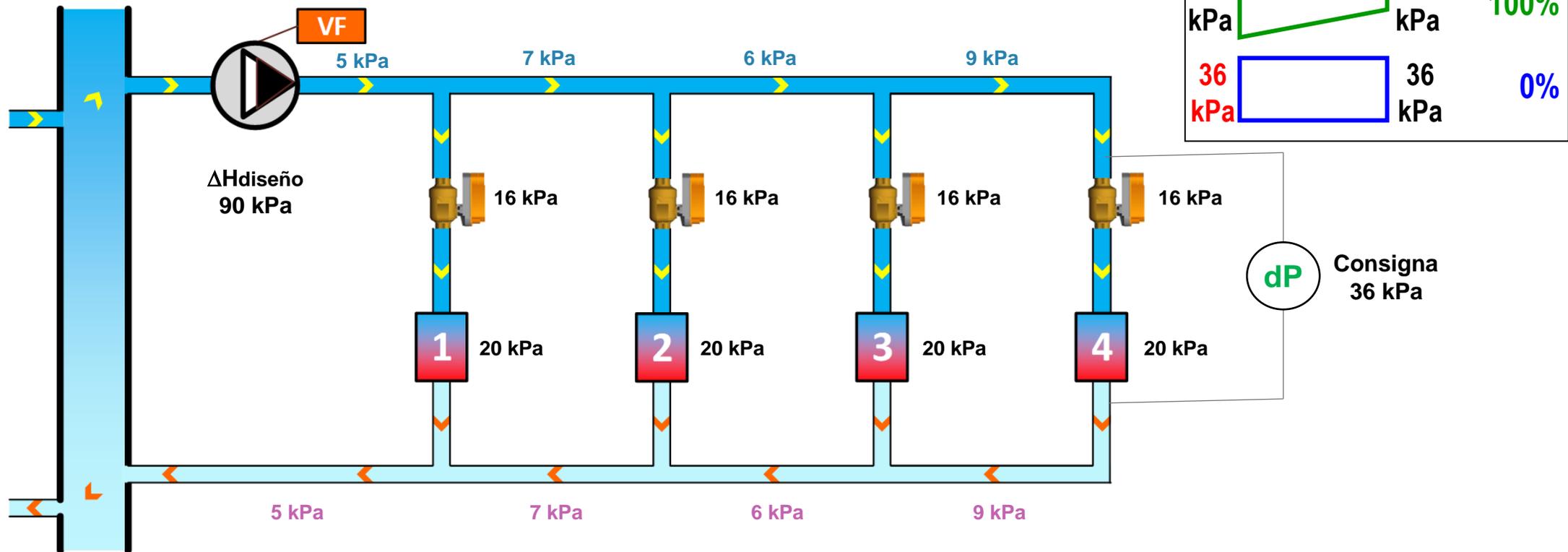
BELIMO[®]

Estrategias de control del bombeo



Caudal constante o variable con equilibrado dinámico

Con sensor de presión diferencial y unidades terminales idénticas

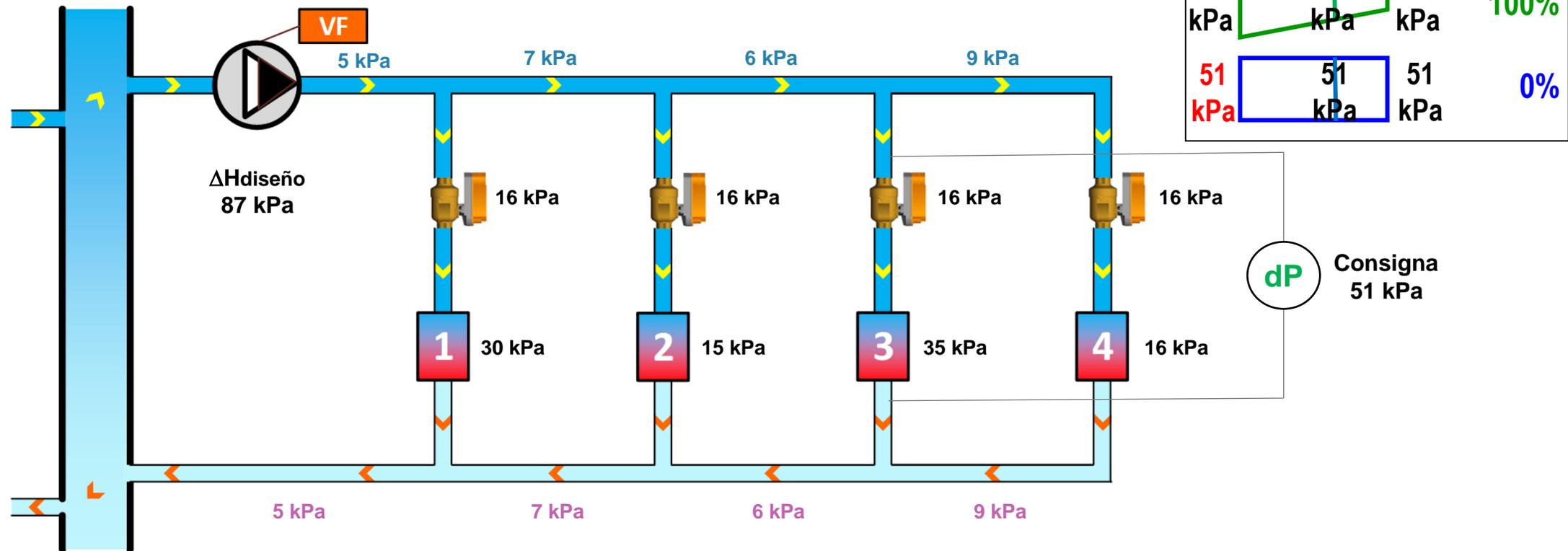


Permite colocar el sensor de presión diferencial en la última unidad terminal sin que a nadie le falte presión / caudal 😊. Desgraciadamente no todos los consumidores suelen ser idénticos 😞

Estrategias de **control del bombeo**

Caudal constante o variable con equilibrado dinámico

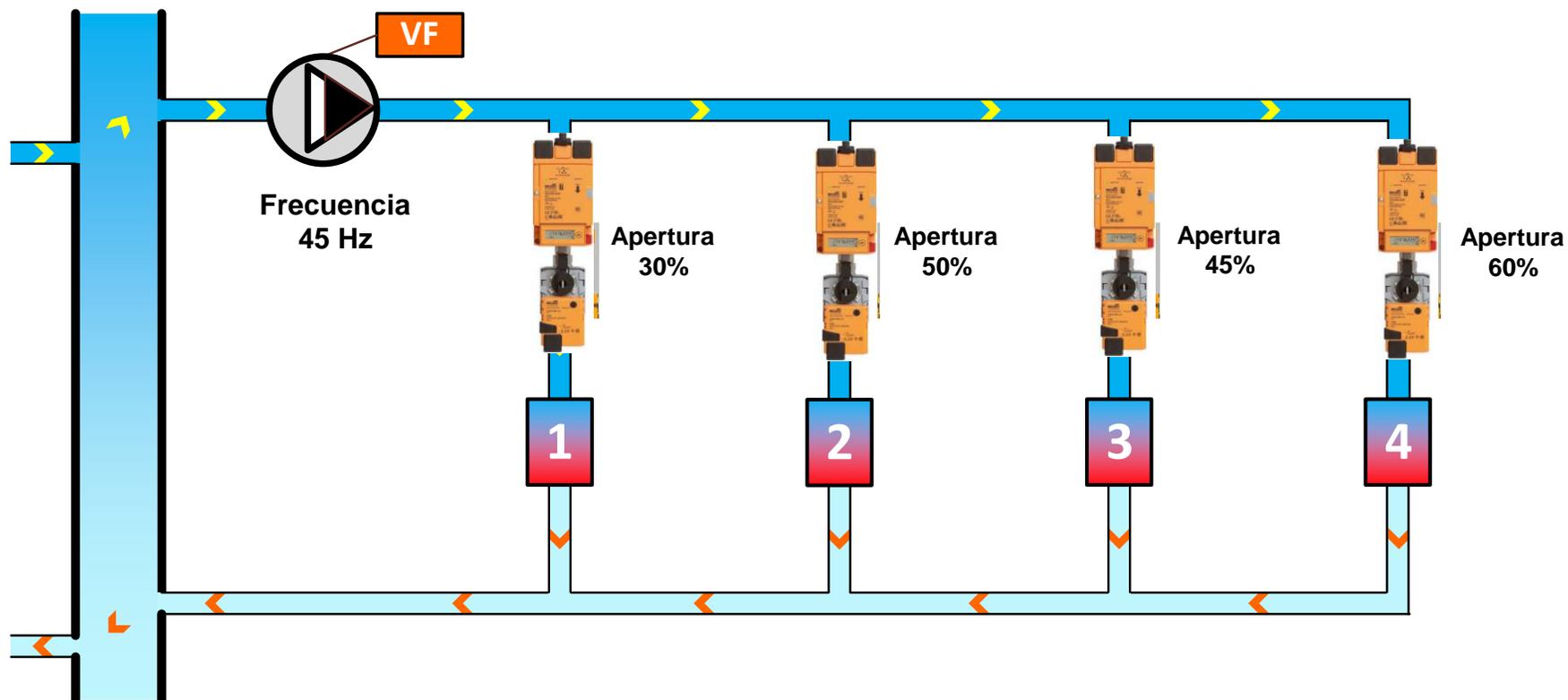
Con sensor de presión diferencial y unidades terminales diferentes



La mejor opción es colocar el sensor en la unidad más desfavorable y calcular la consigna de presión adecuada

Estrategias de control del bombeo

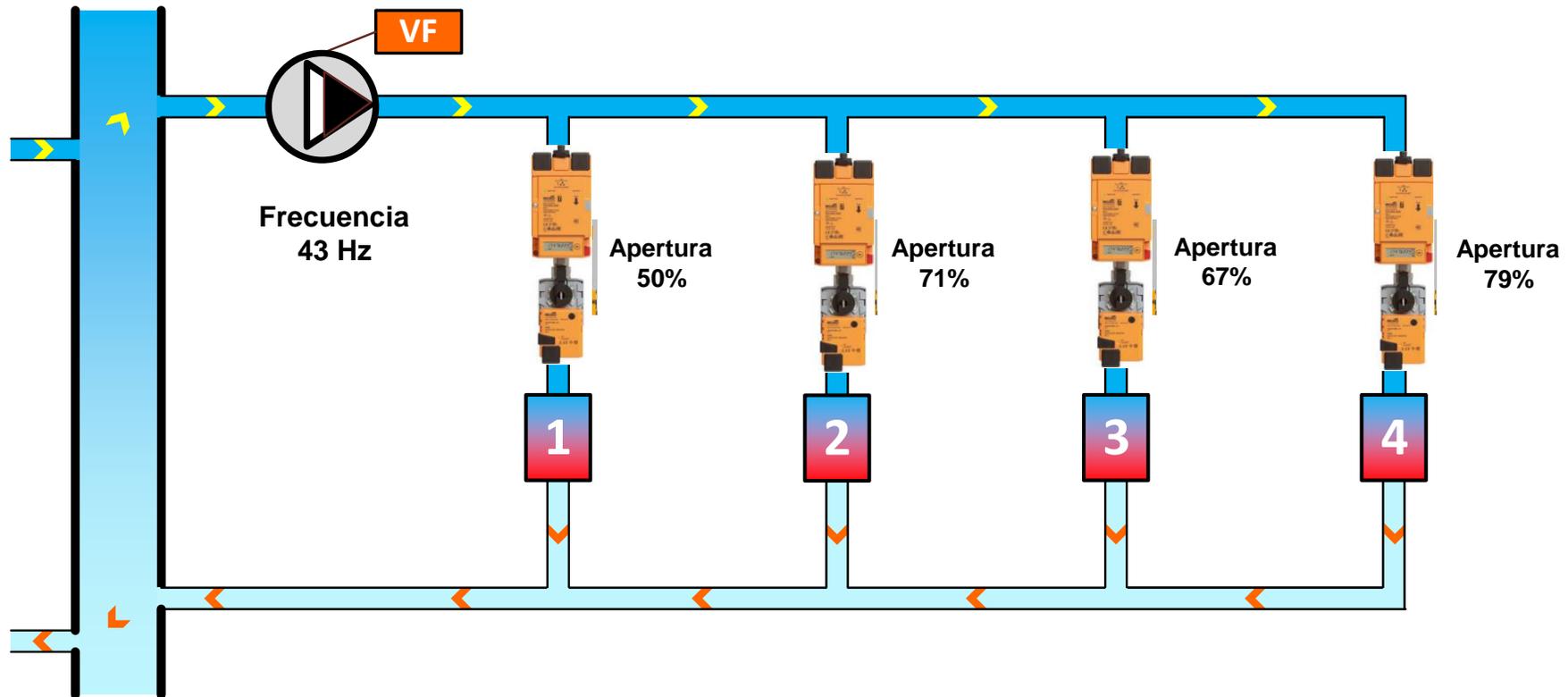
Caudal variable con válvulas combinadas de control y equilibrado dinámicas, electrónicas con medición de caudal (EPIV o Energy Valve^(R))



En este caso la más abierta está sólo al 60% por lo que bajaremos la presión de la bomba y obligaremos a que todas abran...

Estrategias de control del bombeo

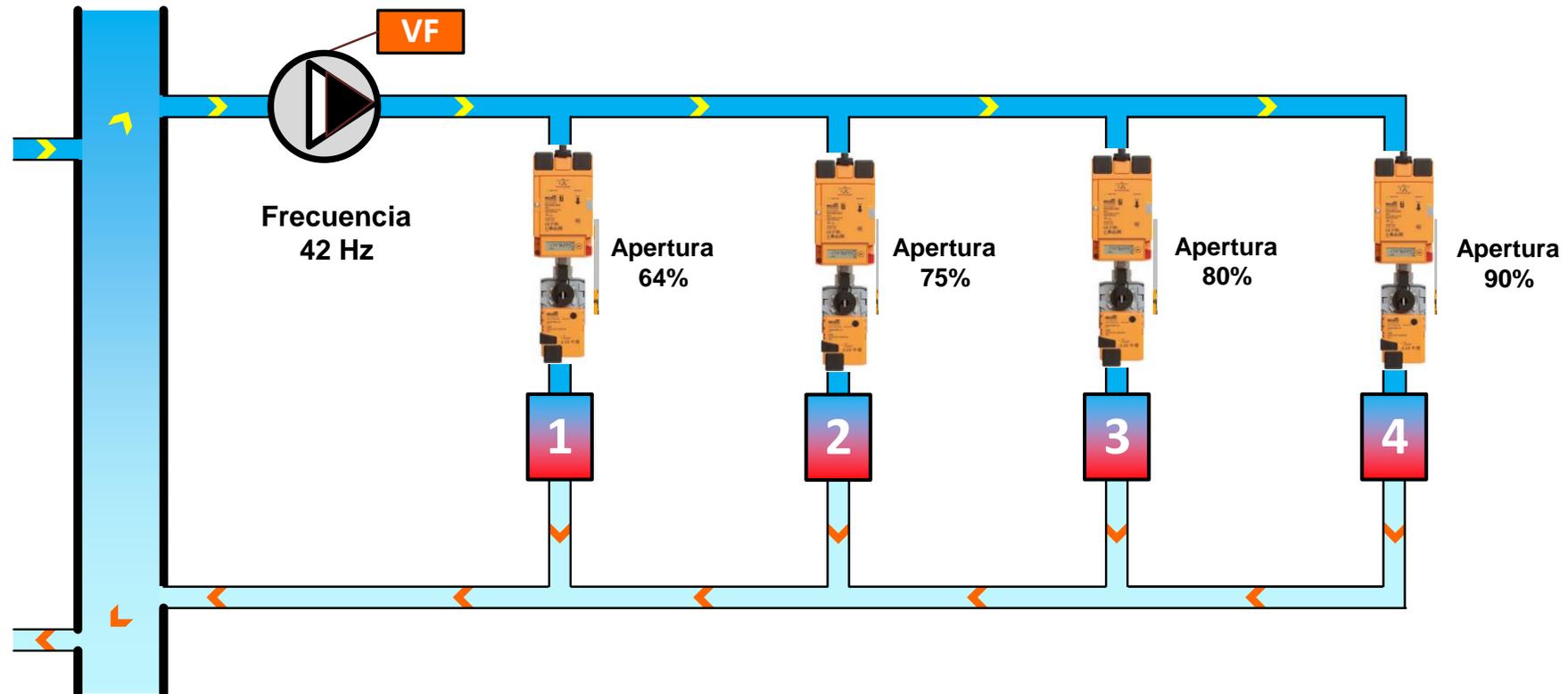
Caudal variable con válvulas combinadas de control y equilibrado dinámicas, electrónicas con medición de caudal (EPIV o Energy Valve^(R))



Como la más abierta está todavía 'bastante cerrada' 79%, bajaremos otro poco la presión de la bomba y obligaremos a que todas abran otro poco...

Estrategias de control del bombeo

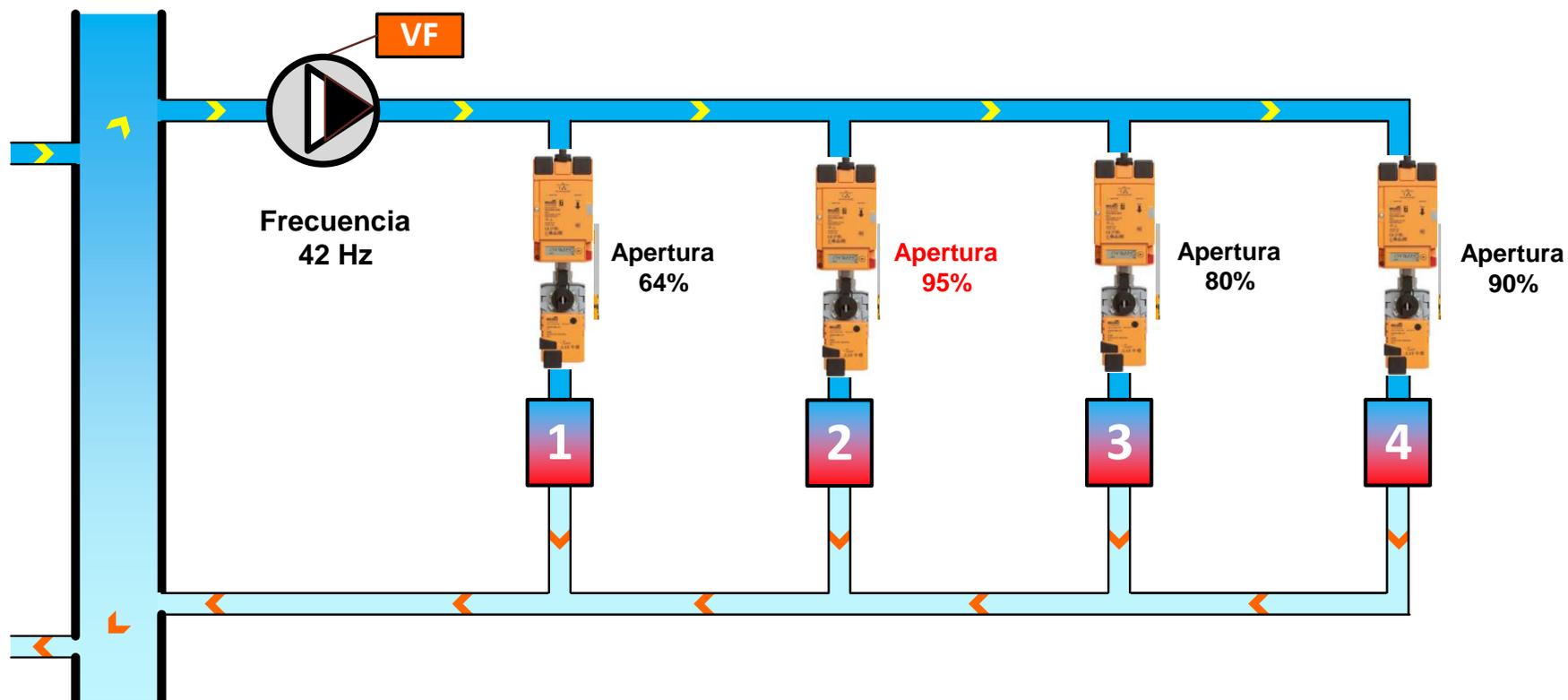
Caudal variable con válvulas combinadas de control y equilibrado dinámicas, electrónicas con medición de caudal (EPIV o Energy Valve^(R))



Ahora la más abierta está ya al 90% que podemos considerar suficiente, por lo que dejaremos al variador en esa frecuencia hasta que haya cambios en la posición de la más desfavorable...

Estrategias de control del bombeo

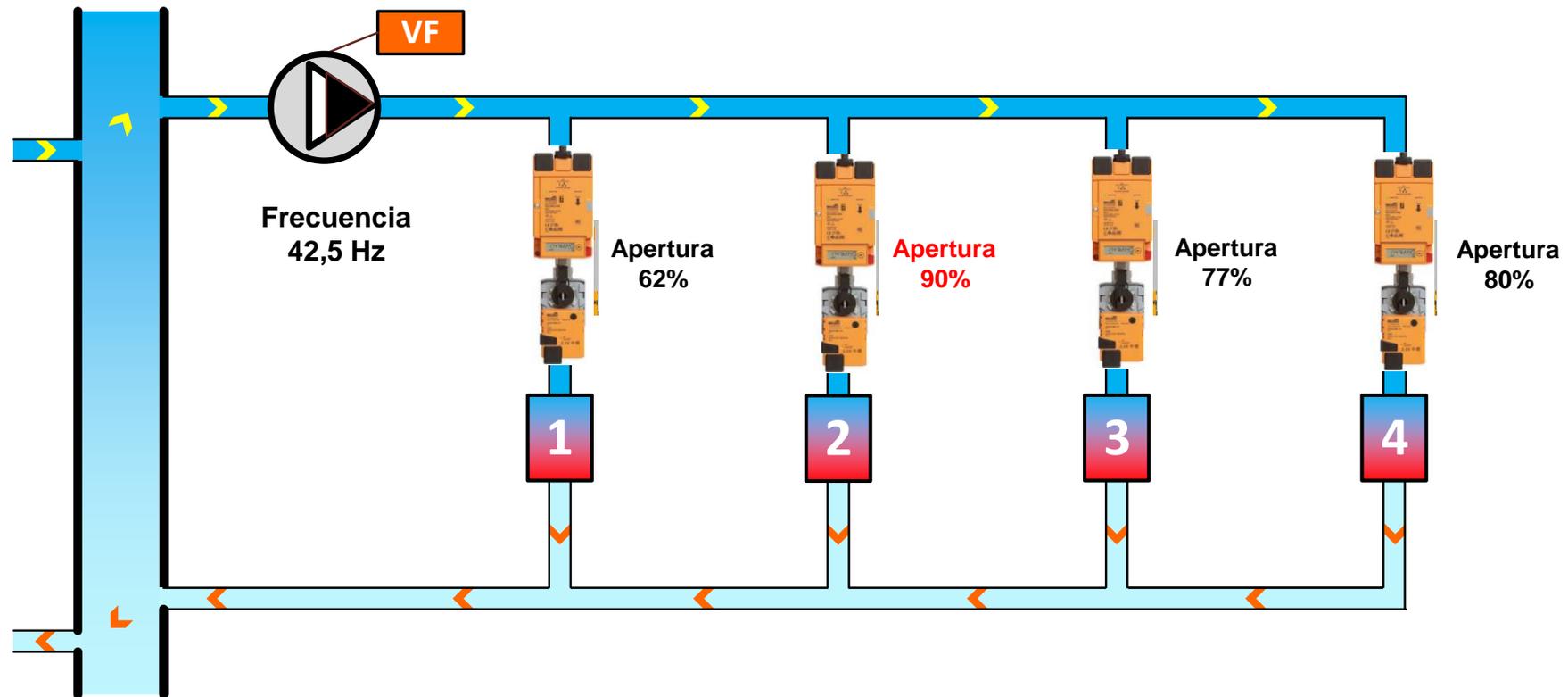
Caudal variable con válvulas combinadas de control y equilibrado dinámicas, electrónicas con medición de caudal (EPIV o Energy Valve^(R))



Si de repente la más desfavorable sube del 90%, hay peligro de que le pueda faltar presión en breve, por lo que debemos subir la frecuencia, hasta que esté alrededor del 90%...

Estrategias de control del bombeo

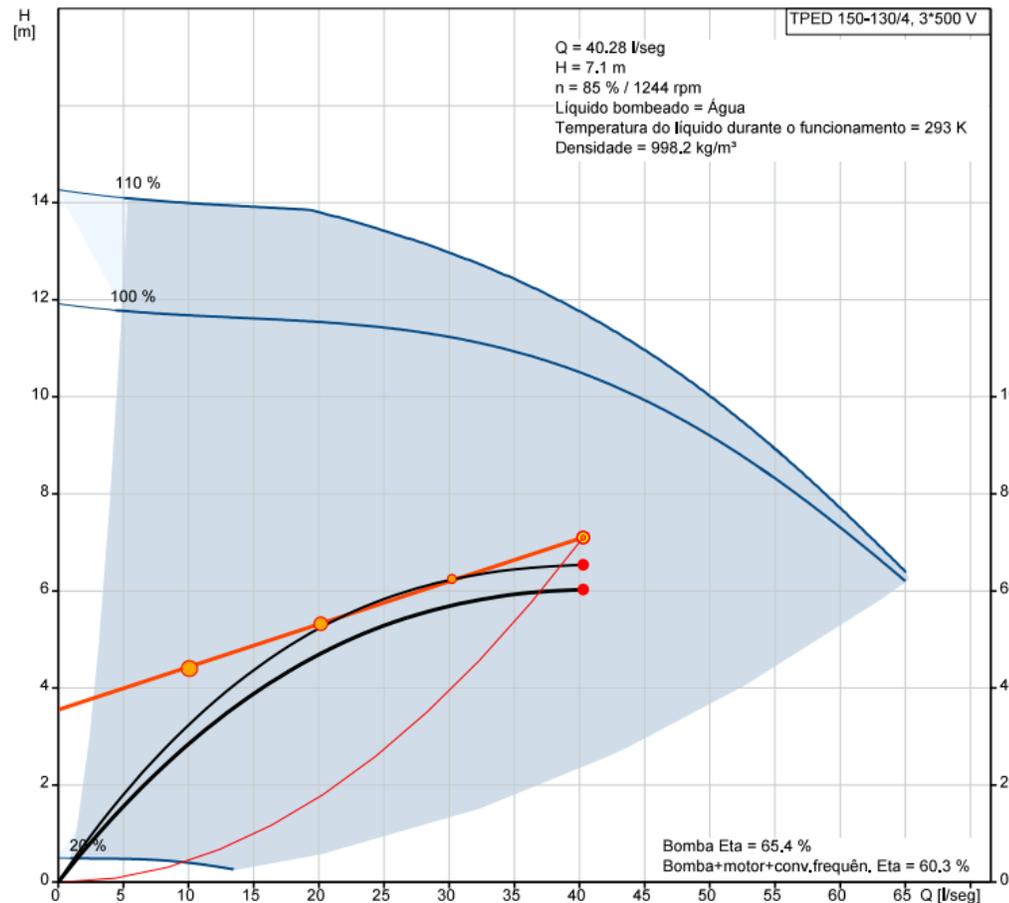
Caudal variable con válvulas combinadas de control y equilibrado dinámicas, electrónicas con medición de caudal (EPIV o Energy Valve^(R))



Y así sucesivamente...

CAUDAL MINIMO BOMBA

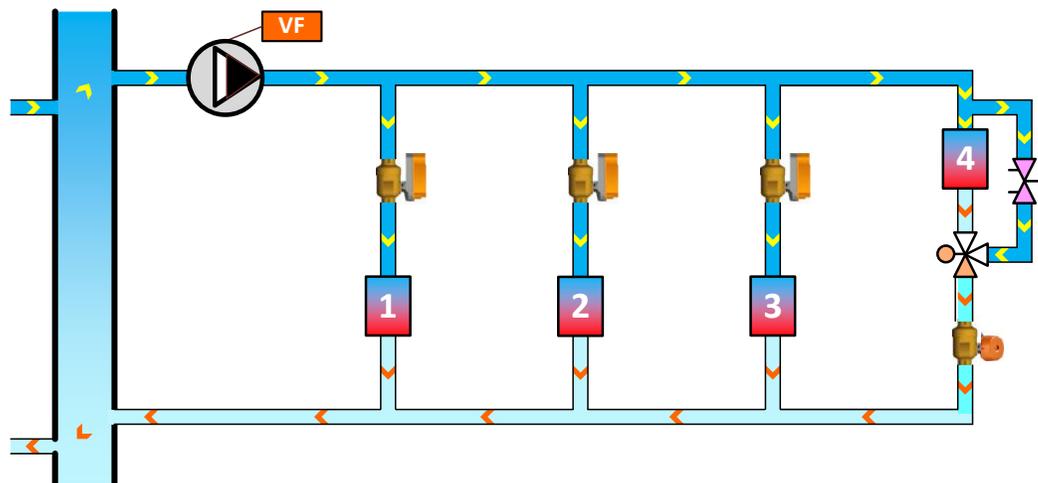
Caudal mínimo de protección del bombeo



- Dependerá del fabricante de la bomba
- Las válvulas del caudal mínimo se dimensionarán en consonancia
- Se podrán utilizar diferentes tipos de soluciones dependiendo de la instalación
 - PICV, EPIV
 - Válvulas de 3 vías
 - Válvulas de descarga

Caudal mínimo de protección del bombeo

Solución tradicional 1: con alguna(s) válvula(s) de 3 vías



Ventajas:

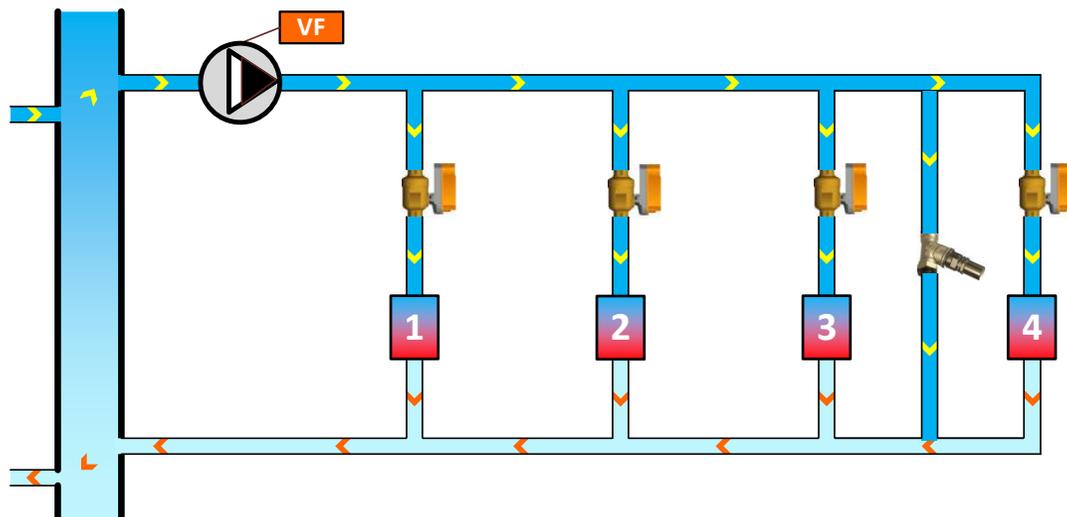
- Se asegura siempre ese caudal mínimo, sin depender del control
- Si la(s) V3V se ponen en finales de líneas, se garantiza siempre agua disponible a T^a

Inconvenientes:

- A veces se circula agua por el bypass de las V3V cuando hay otras V2V abiertas que garantizarían el caudal mínimo. Esto aumenta el caudal de bombeo y baja el ΔT

Caudal mínimo de protección del bombeo

Solución tradicional 2: con bypass(es) con válvula(s) de descarga/alivio



Ventajas:

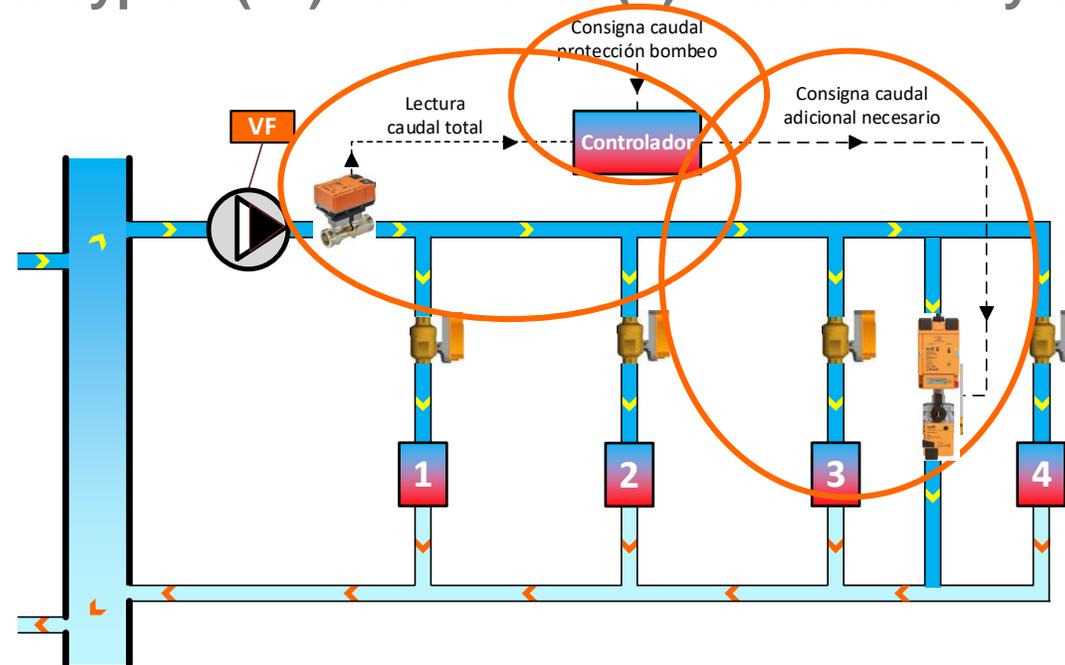
- Se asegura siempre ese caudal mínimo, sin depender del control
- Si la(s) válvula(s) de descarga se ponen en finales de líneas, se garantizará casi siempre agua disponible a T^a

Inconvenientes:

- Puesta en marcha difícil, pudiendo comprometer el mínimo caudal o el ΔT . Puede mejorarse añadiendo una válvula de equilibrado o un caudalímetro en serie en el propio bypass.

Caudal mínimo de protección del bombeo

Solución alternativa 1: con bypass(es) con válvula(s) combinadas y 1 caudalímetro



¿En qué consiste?

El caudalímetro en la impulsión general mide el caudal que circula en todo momento y se visualiza en el control

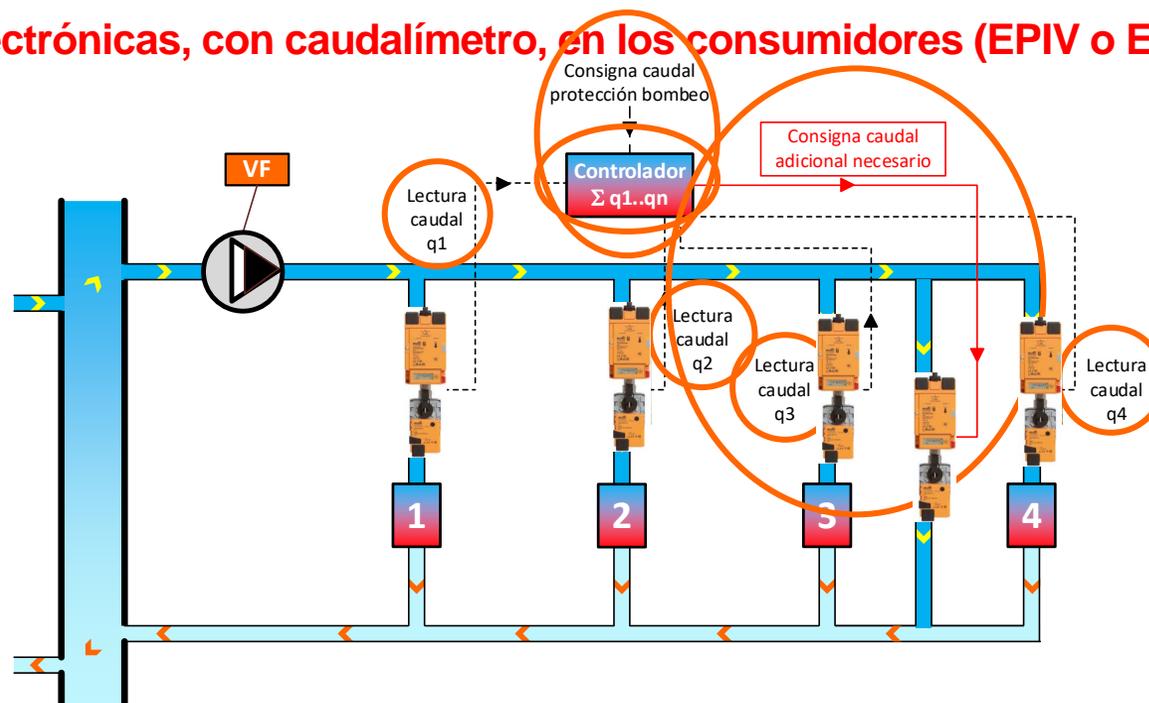
El control lo compara con el de protección de bombeo y:

- Si es superior, mantiene cerrada(s) la(s) válvula(s) combinada(s)
- Si es inferior, la diferencia la envía como consigna a la(s) válvula(s) combinada(s)

Caudal mínimo de protección del bombeo

Solución alternativa 2: con bypass(es) con válvula(s) combinadas

Sólo válida con válvulas electrónicas, con caudalímetro, en los consumidores (EPIV o Energy Valve)



¿En qué consiste?

Cada una de las válvulas de los consumidores comunican su caudal al control que hace su suma para saber el caudal total que está circulando en cada momento

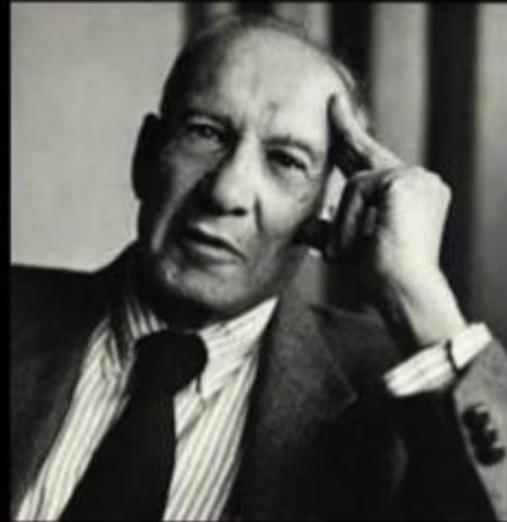
El control lo compara dicho caudal con el de protección de bombeo y:

- Si es superior, mantiene cerrada(s) la(s) válvula(s) combinada(s)
- Si es inferior, la diferencia la envía como consigna a la(s) válvula(s) combinada(s)

CONCLUSIONES

1. UNE ISO EN 52120-1
2. Instalaciones a caudal variable
 - Ahorro costes bombeo hasta un >70% (dependiendo de la instalación)
 - Ahorro costes producción de hasta un 15%
 - Debido al aumento de Δt y reducción del caudal circulante
3. Monitorizar, Registrar y analizar y adaptarse a la demanda de la instalación de forma continua
4. Medición de Energía
5. Obligatoriedad de equilibrado dinámico

Monitorización de la (Energía)



**“If you can’t
measure it,
you can’t
manage it”**

Peter Drucker

Source: <http://www.stonevp.com>



BELIMO®
