

# wilo

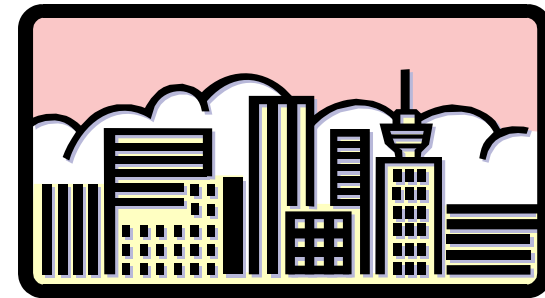


**Eficiencia energética en bombas y sistemas de bombeo**

## Eficiencia energética

Eficiencia energética en las instalaciones se obtiene mediante:

- Eficiencia en el producto
- Eficiencia en el proyecto
- Eficiencia en la instalación
- Eficiencia en la explotación



# Exigencias de eficiencia energética para bombas



REAL DECRETO 1027/2007 (*RITE*)  
REAL DECRETO 238/2013



REGLAMENTO (CE) Nº 640/2009



REGLAMENTO (CE) Nº 641/2009  
REGLAMENTO (UE) Nº 622/2012



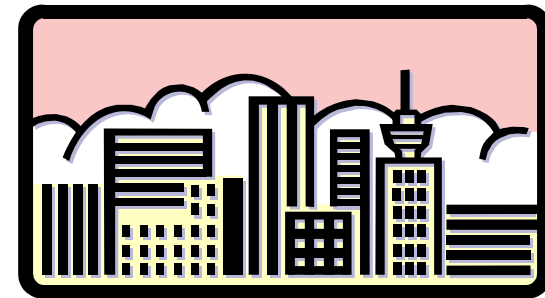
REGLAMENTO (UE) Nº 547/2012



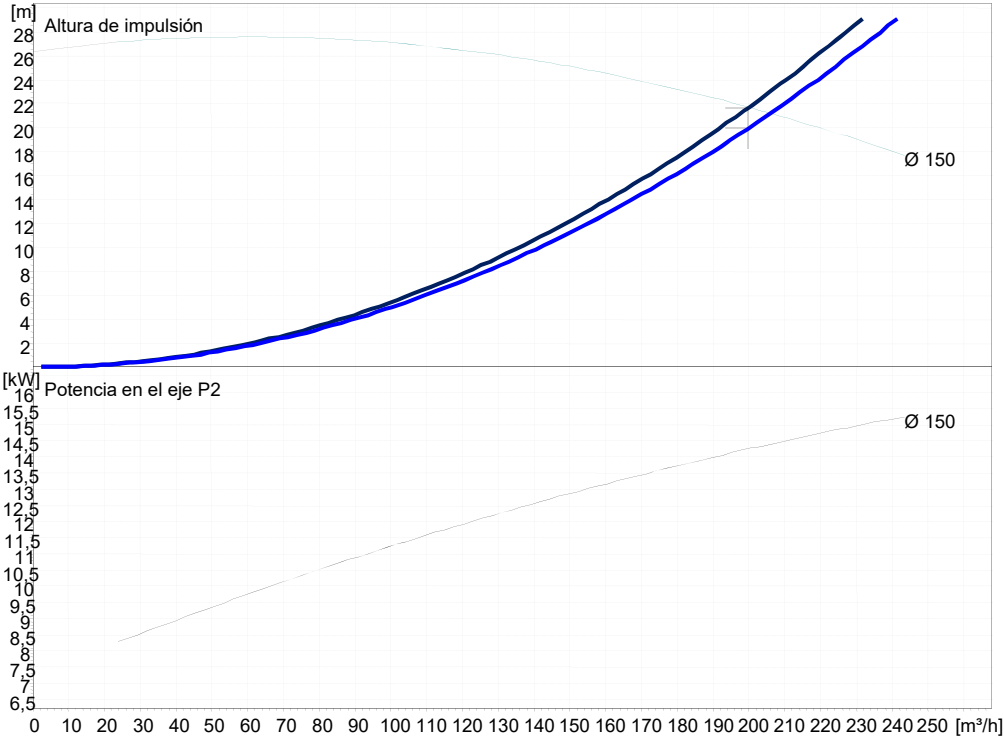
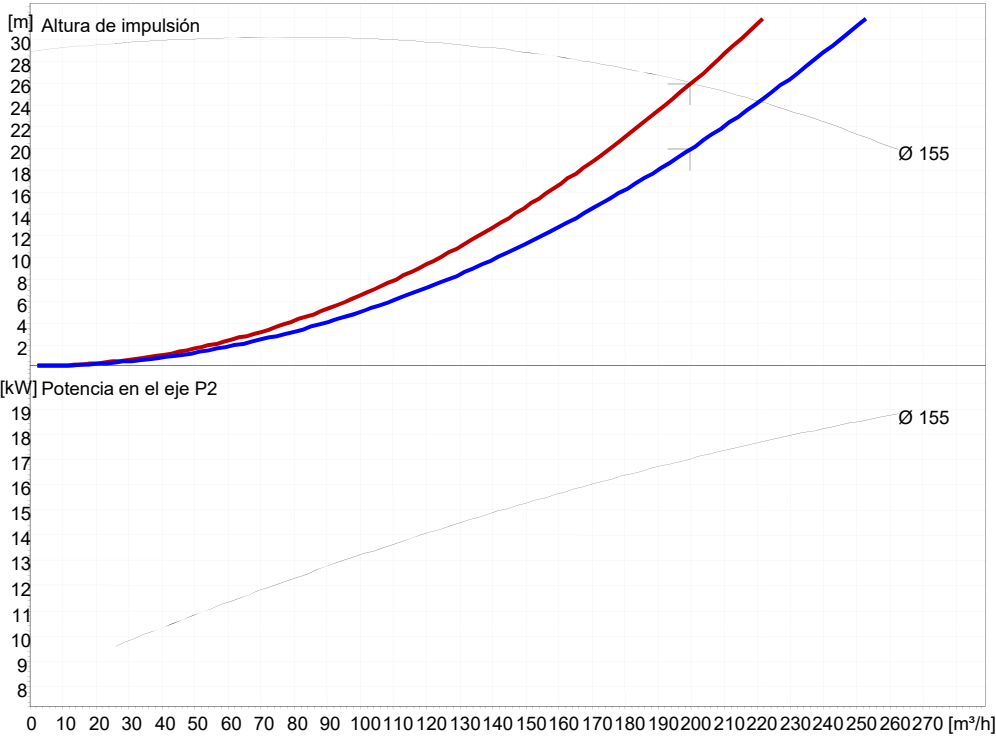
# Bombas y Eficiencia Energética

Eficiencia energética en las instalaciones requiere:

- Eficiencia en el proyecto
- Eficiencia del producto
- **Eficiencia en la instalación**
- Eficiencia en la explotación



# Ajuste de caudal - válvula de equilibrado vs. rodete torneado



Bomba	Q	H	P2	P1 (IE2)	P1 (IE3)	P1 (IE2)	P1 (IE3)
	m3/h	m.c.a.	kW	kW	kW	%	%
BL 80/160-18,5/2 (válvula de equilibrado)	200	26	17,03	18,73	18,43	<b>100,0%</b>	<b>98,4%</b>
BL 80/150-18,5/2 (rodete torneado)	200	21,7	14,20	15,62	15,37	<b>83,4%</b>	82,1%

## LCC – Coste del ciclo de vida

### PUMP LIFE CYCLE COSTS:

A GUIDE TO LCC ANALYSIS

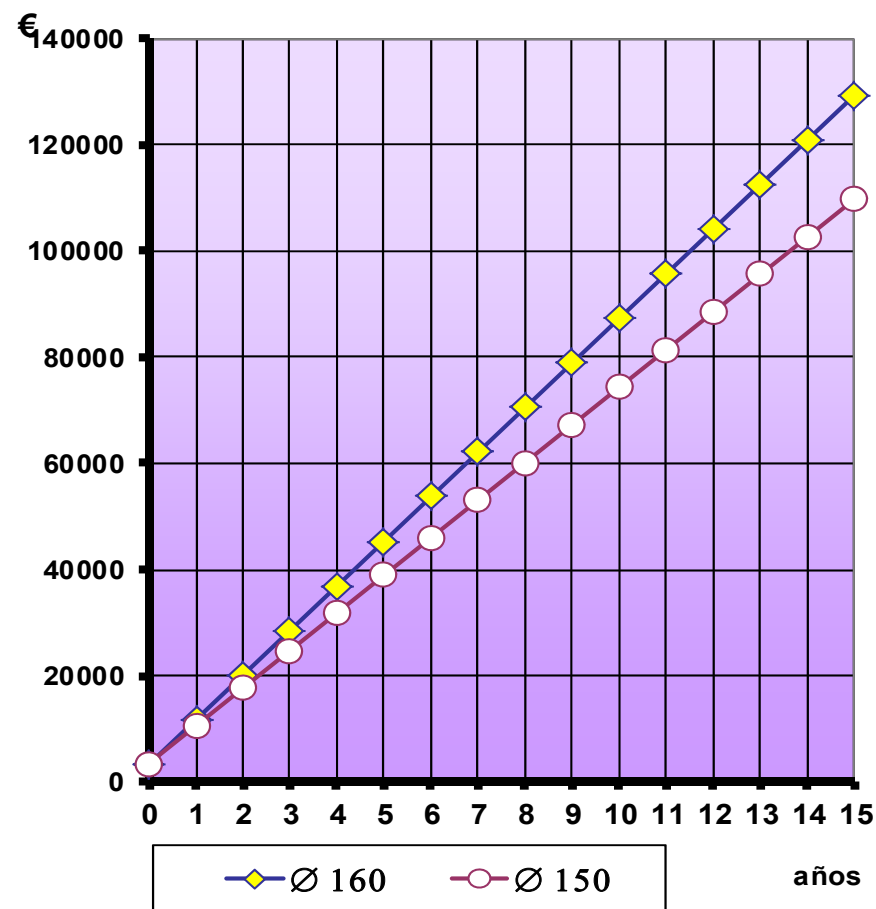
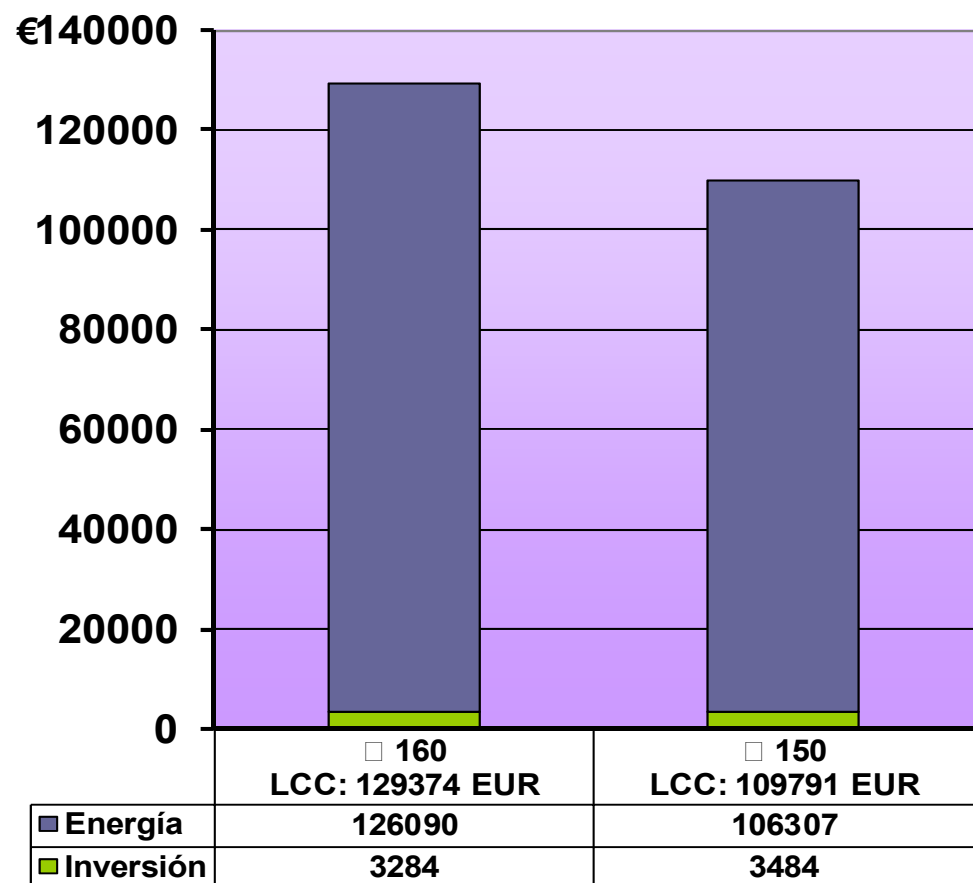
FOR PUMPING SYSTEMS

**LCC = Life Cycle Cost (Coste del ciclo de vida)**

$$\text{LCC} = C_{ic} + C_{in} + C_e + C_o + C_m + C_s + C_{env} + C_d$$

- **Coste de adquisición ( $C_{ic}$ )**
- **Coste de instalación y puesta en marcha ( $C_{in}$ )**
- **Consumo de energía ( $C_e$ )**
- **Costes de control y supervisión ( $C_o$ )**
- **Costes de mantenimiento y reparación ( $C_m$ )**
- **Costes de períodos de parada ( $C_s$ )**
- **Efectos medioambientales ( $C_{env}$ )**
- **Costes de reciclaje ( $C_d$ )**

## Coste del ciclo de vida



Plazo de amortización: **56 días**

Ejemplo: BL 80/...-18,5/2     $Q = 200 \text{ m}^3/\text{h}$     5000 h/a    0,09 €/kWh

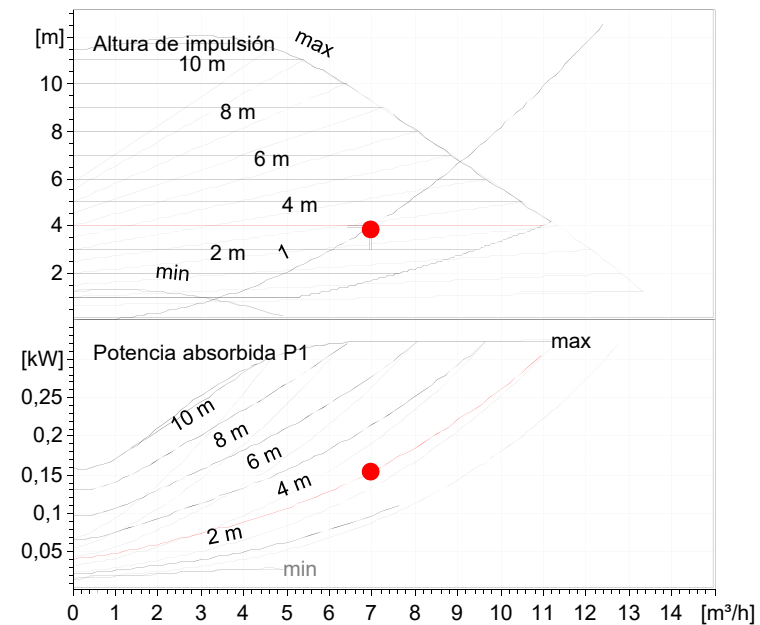
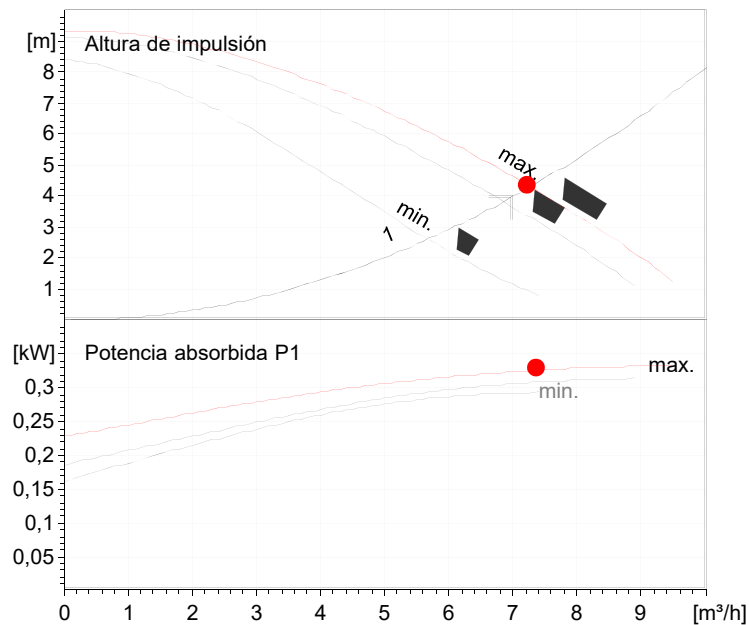
# Optimización – Recirculación de agua caliente sanitaria



PVP: 1349€



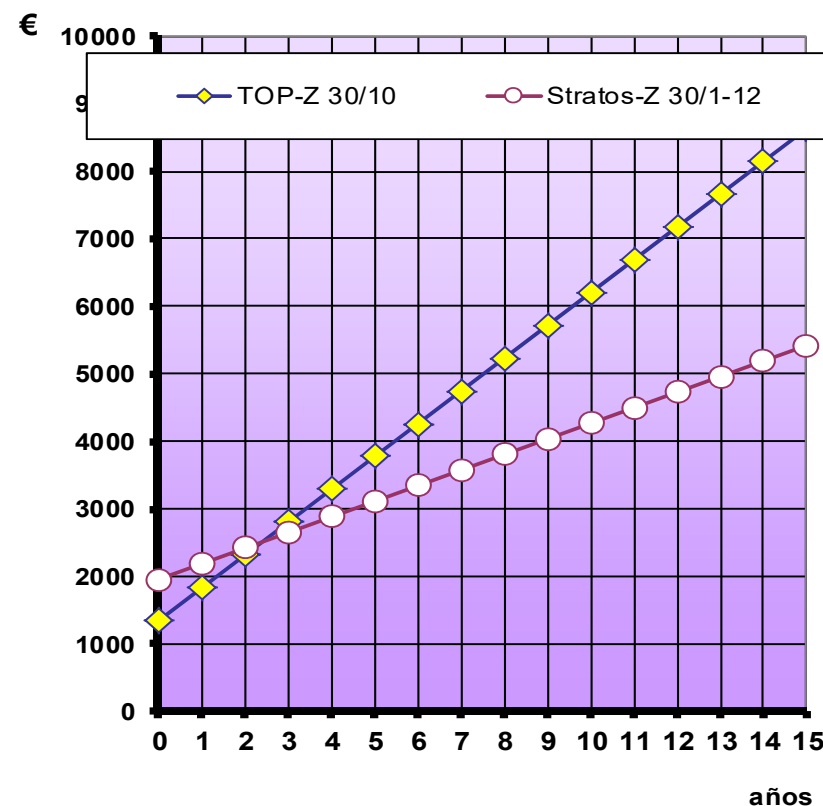
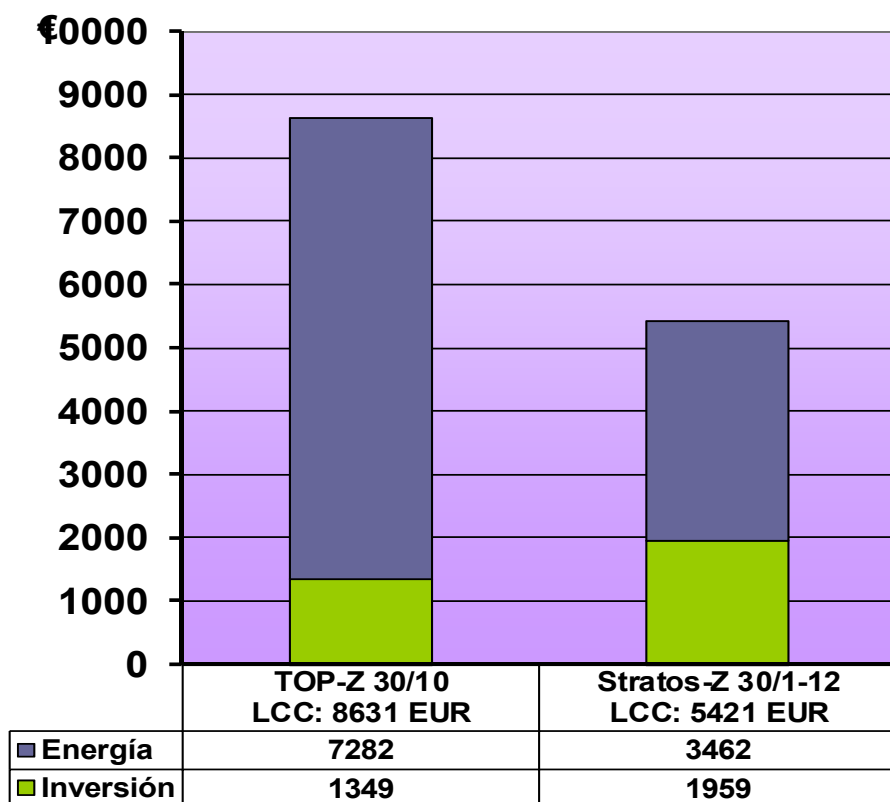
PVP: 1969€



Ejemplo:  $Q = 7 \text{ m}^3/\text{h}$   $H = 4 \text{ m.c.a.}$  **8760 h/a** **0,17 €/kWh**



## Optimización – Recirculación de agua caliente sanitaria



Plazo de amortización: **2,5 años**

Ejemplo:  $Q = 7 \text{ m}^3/\text{h}$     $H = 4 \text{ m.c.a.}$    **8760 h/a**    $0,17 \text{ €/kWh}$

## Optimización – Recirculación de agua caliente sanitaria

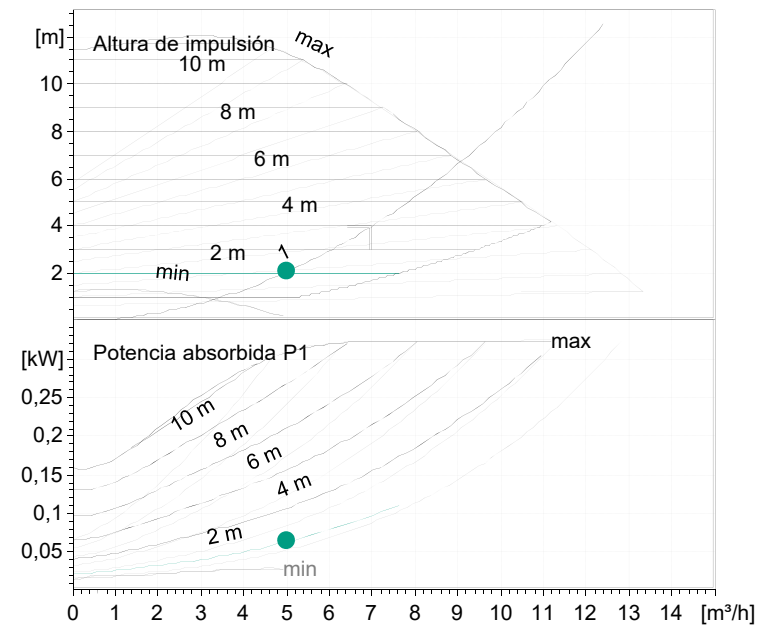
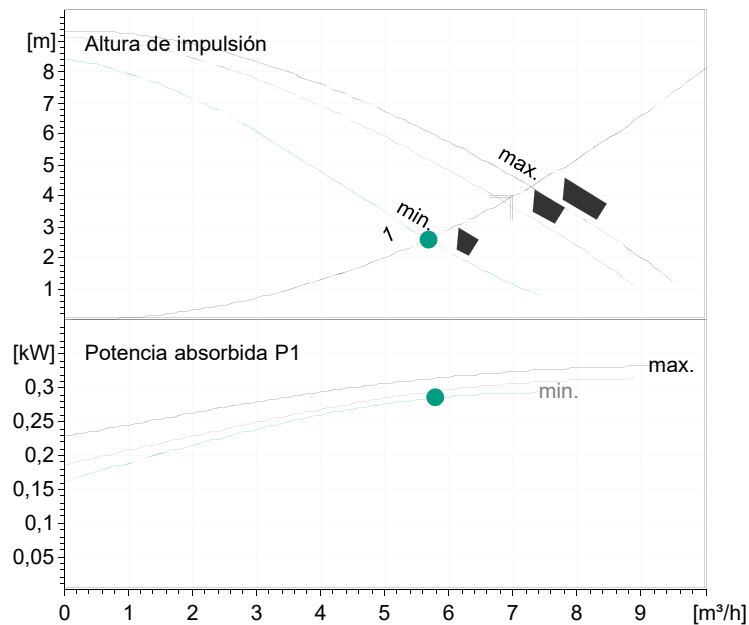
### Corrección del punto de trabajo en la puesta en marcha mediante ajuste de la velocidad



PVP: 1349€

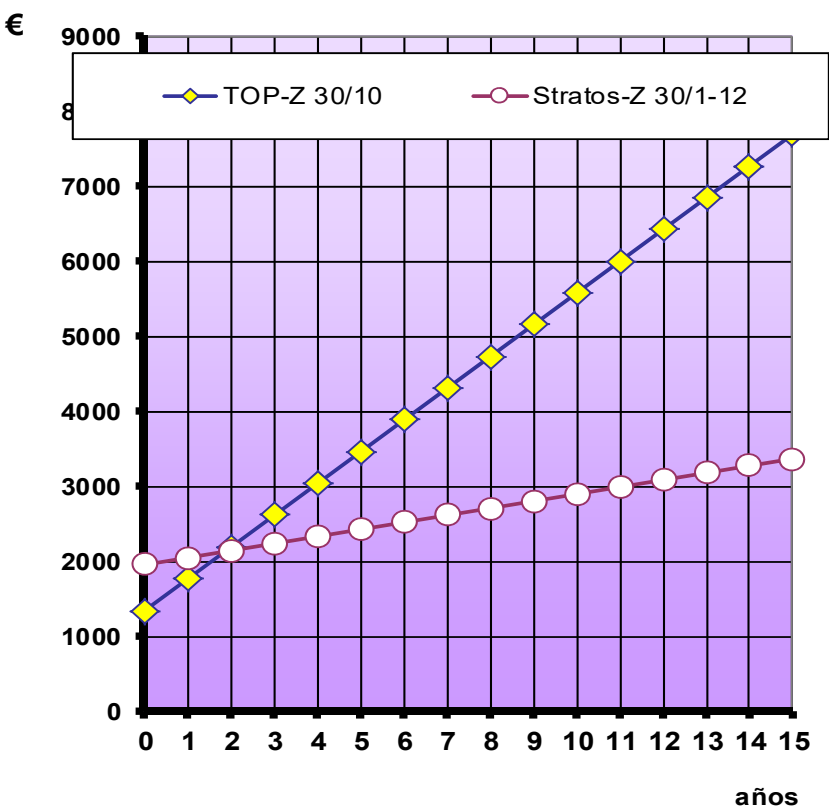
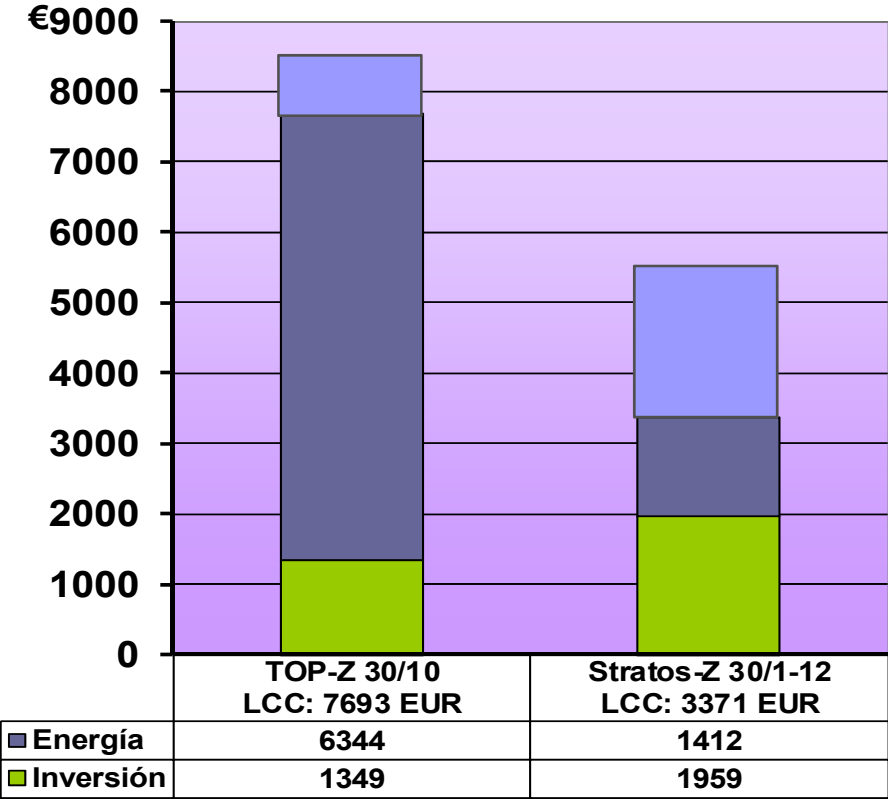


PVP: 1969€



Ejemplo:  $Q = 5 \text{ m}^3/\text{h}$   $H = 2 \text{ m.c.a.}$  **8760 h/a** **0,17 €/kWh**

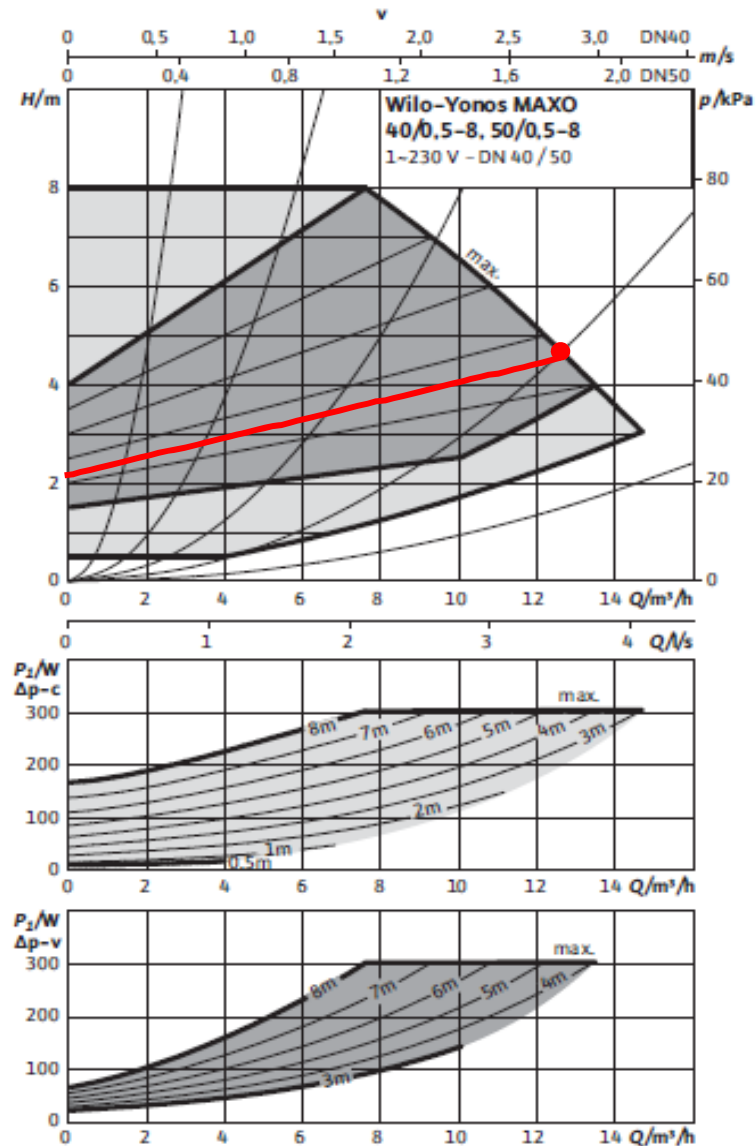
# Optimización – Recirculación de agua caliente sanitaria



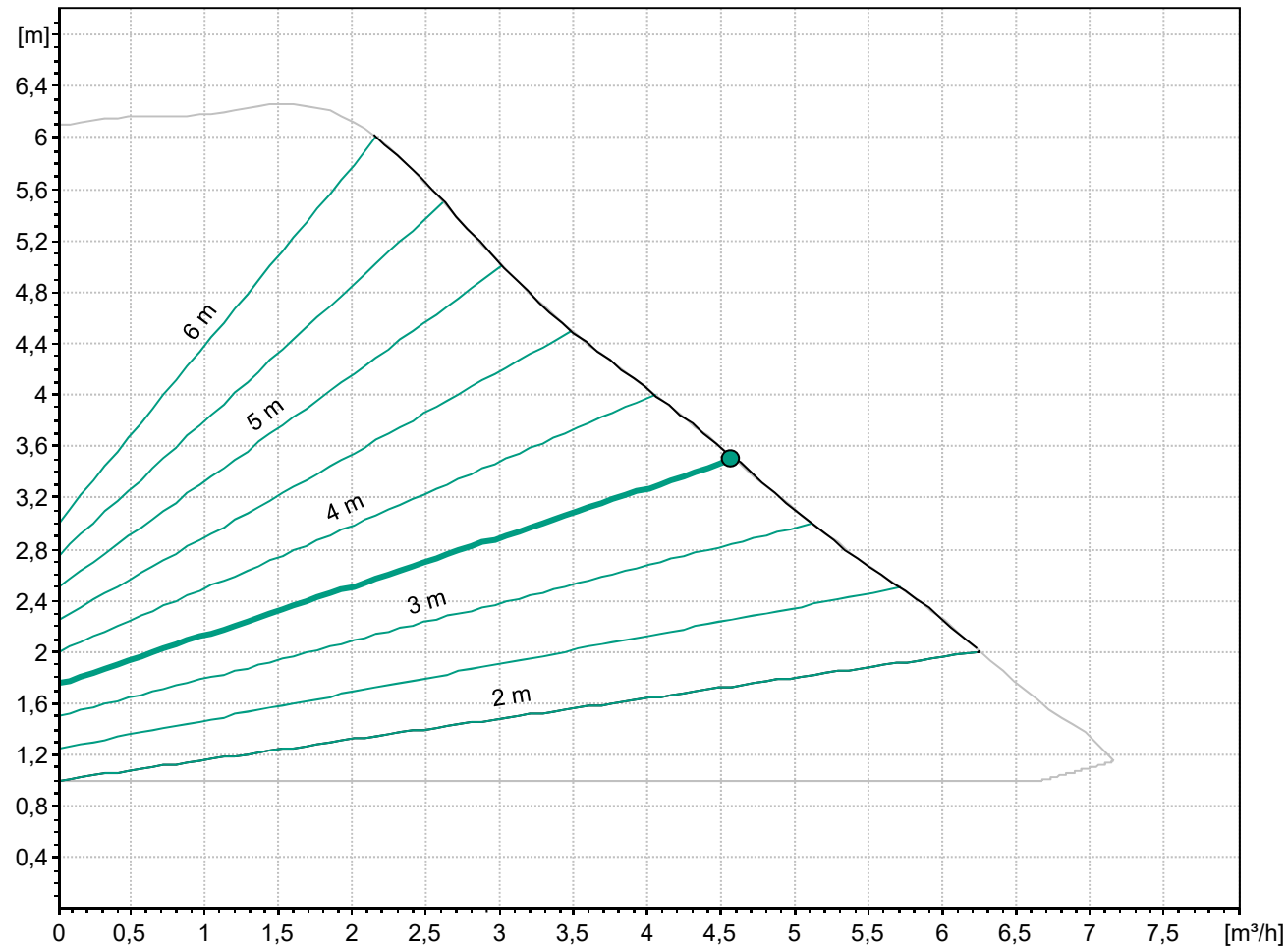
Plazo de amortización: < 2 años

Ejemplo: Q = 5 m<sup>3</sup>/h    H = 2 m.c.a.    8760 h/a    0,17 €/kWh

# Bomba de velocidad variable - regulación continua



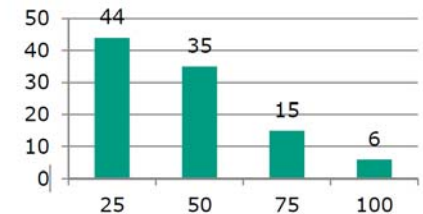
# Bomba de velocidad variable – punto de diseño



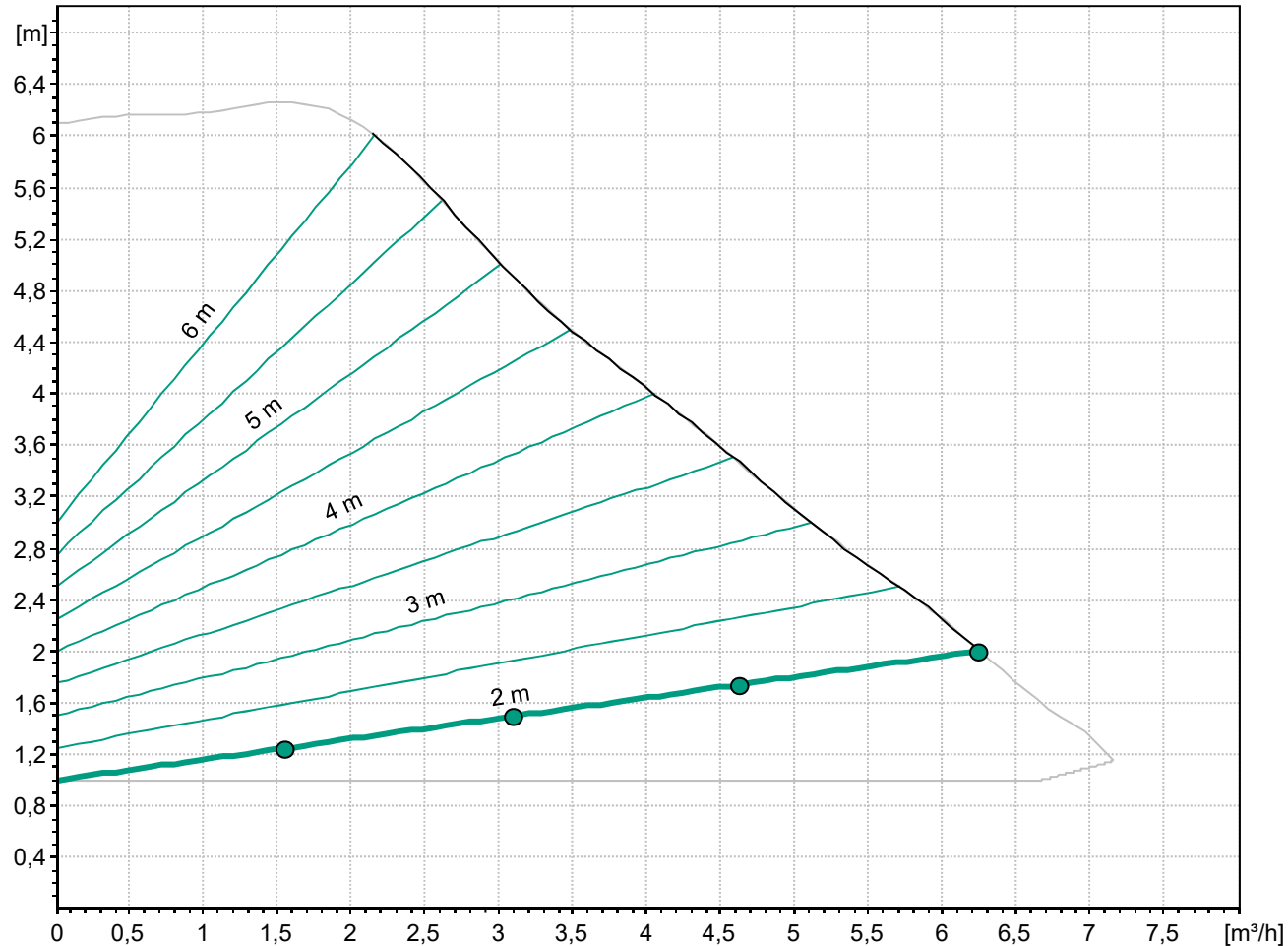
$Q = 4,6 \text{ m}^3/\text{h} - H = 3,5\text{m}$

Consigna: 3,5 m

$P_{\text{avg}} = 37 \text{ W}$



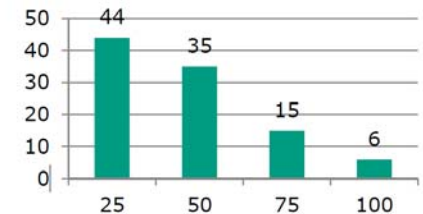
# Bomba de velocidad variable – ajuste a la consigna



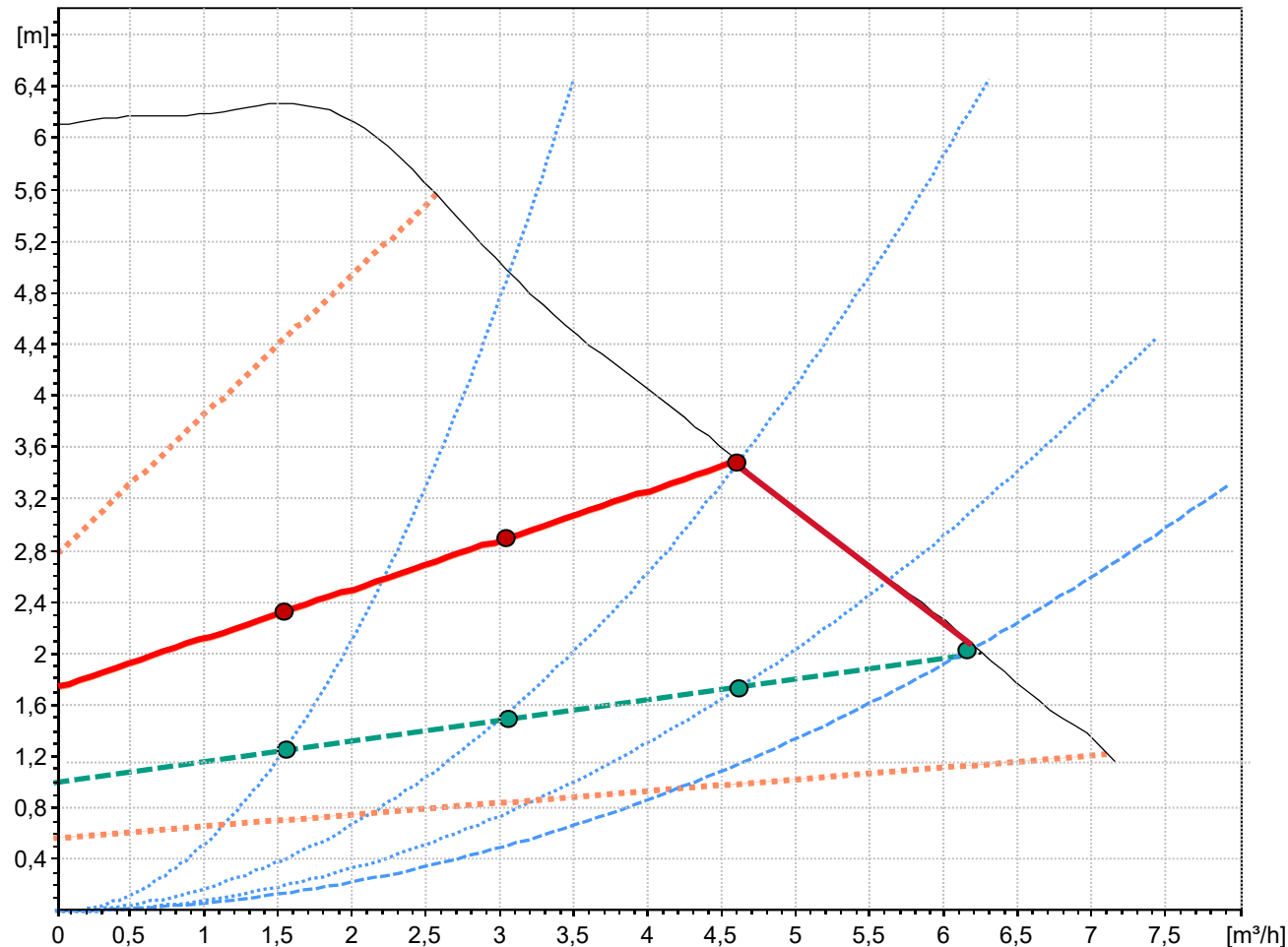
$Q = 6,25 \text{ m}^3/\text{h} - H = 2 \text{ m}$

Consigna: 2 m

$P_{\text{avg}} = 29,4 \text{ W}$



# Bomba velocidad variable operando con consigna excesiva



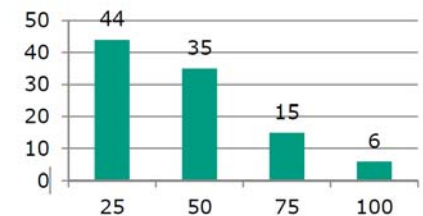
$Q = 6,25 \text{ m}^3/\text{h} - H = 2 \text{ m}$

Consigna: **3,5 m**

$P_{\text{avg}} = 29,4 \text{ W}$

$P_{\text{avg}} = 48,1 \text{ W}$

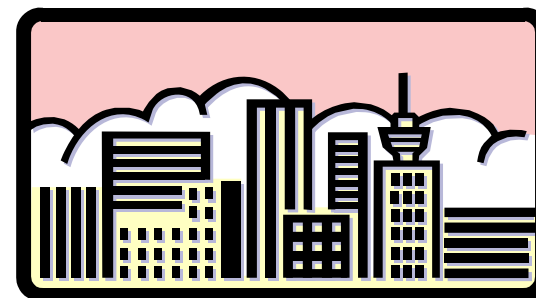
Exceso de consumo: **64%**



## Bombas y Eficiencia Energética

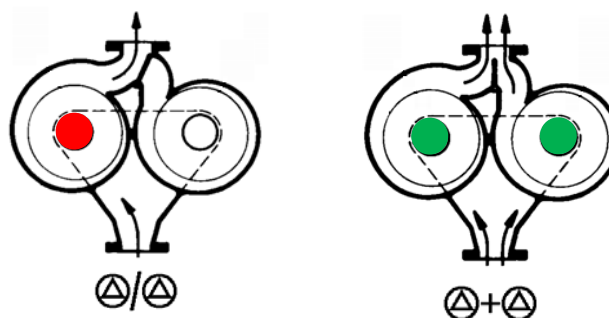
Eficiencia energética en las instalaciones requiere:

- Eficiencia en el proyecto
- Eficiencia del producto
- Eficiencia en la instalación
- Eficiencia en la explotación

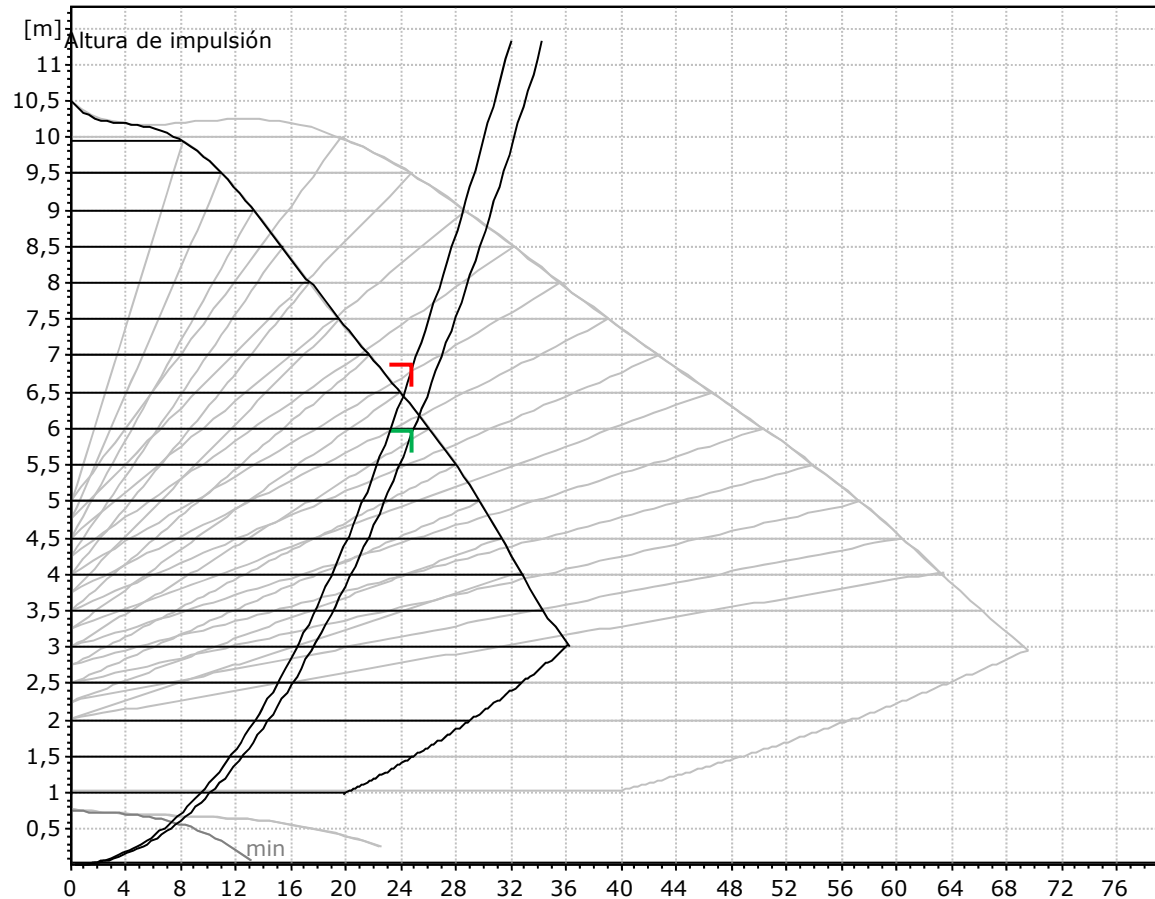




Selección de bombas dobles con  
opción de funcionamiento de carga punta,  
para evitar bombas sobredimensionadas



## Sobredimensionamiento de bombas por margen de seguridad



$$Q_{\text{diseño}} = 25 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$H_{\text{diseño}} = 6,0 \text{ m.c.a.}$$

Al aplicar un margen de "seguridad" del **15%**:

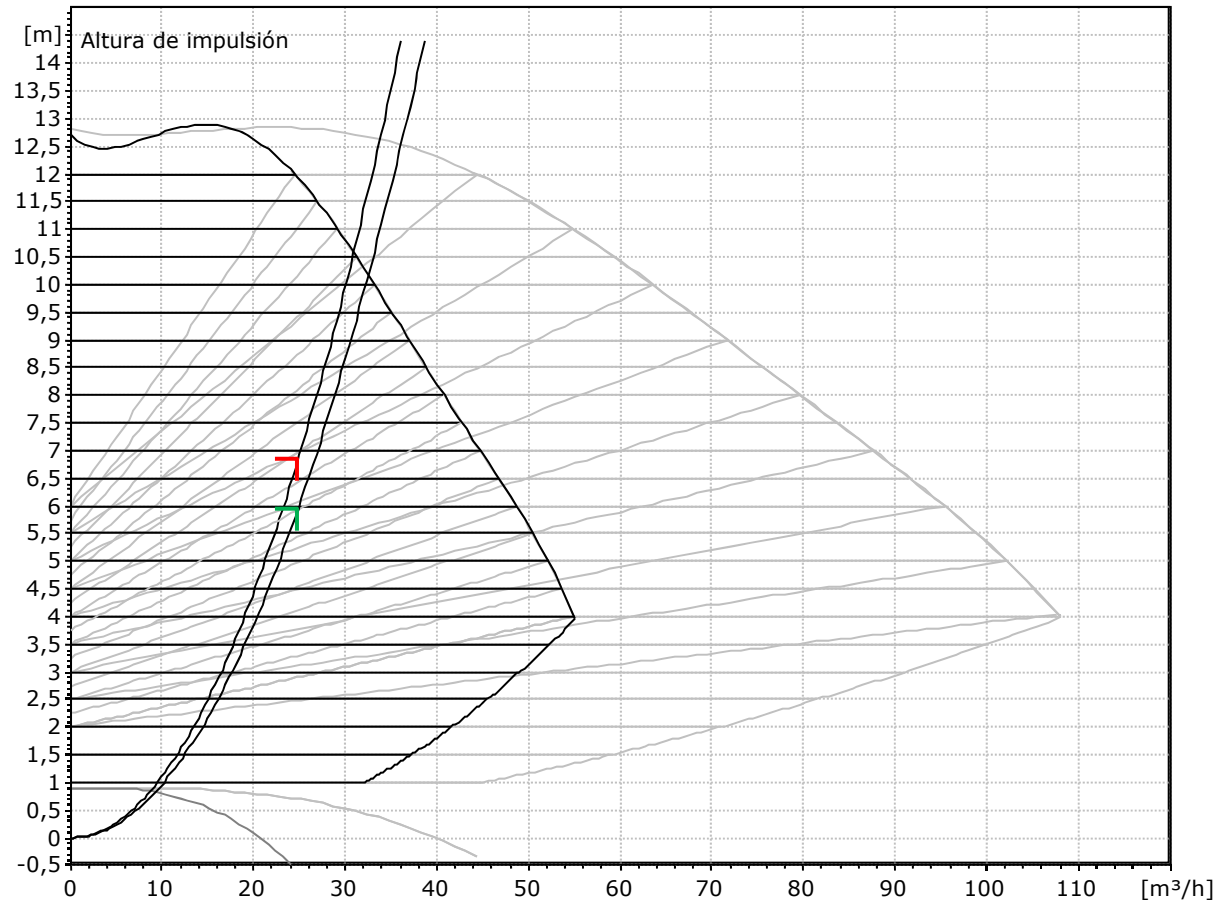
$$H_{\text{diseño } 115\%} = 6,9 \text{ m.c.a.}$$

$$Q_{\text{bomba}} = 24,2 \text{ m}^3/\text{h}:$$

Desviación teórica -3,2%

**¡ La bomba suele quedar descartada!**

## Sobredimensionamiento de bombas por margen de seguridad



$$Q_{\text{diseño}} = 25 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$H_{\text{diseño } 115\%} = 6,9 \text{ m.c.a.}$$

Se instala una bomba **sobredimensionada** que puede cubrir el punto de trabajo exagerado.

Si finalmente se muestra que el margen de seguridad no era necesario:

$$Q_{\text{diseño}} = 25 \text{ m}^3/\text{h}$$

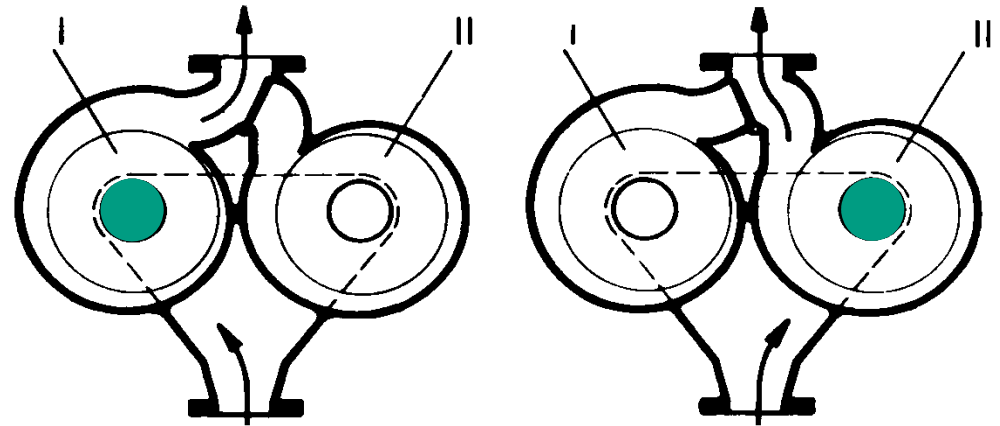
$$H_{\text{diseño}} = 6,0 \text{ m.c.a.}$$

**¡ Gastos innecesarios de inversión y explotación!**

## Bombas dobles – Funcionamiento de reserva

### Funcionamiento de reserva

- Toda la demanda está cubierta por una bomba, la segunda bomba toma el relevo en caso de avería de la primera o después de 24h de funcionamiento

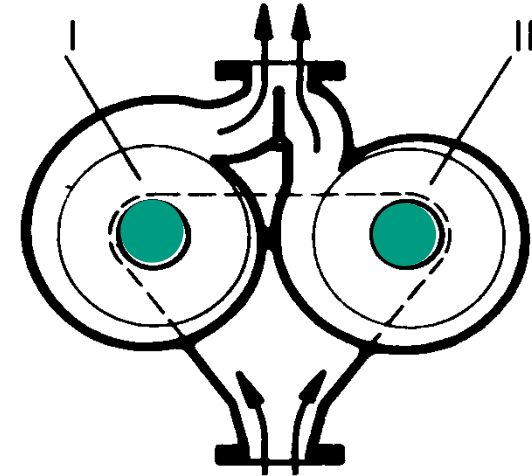


Bomba I o bomba II en funcionamiento

## Bombas dobles – Funcionamiento de carga punta

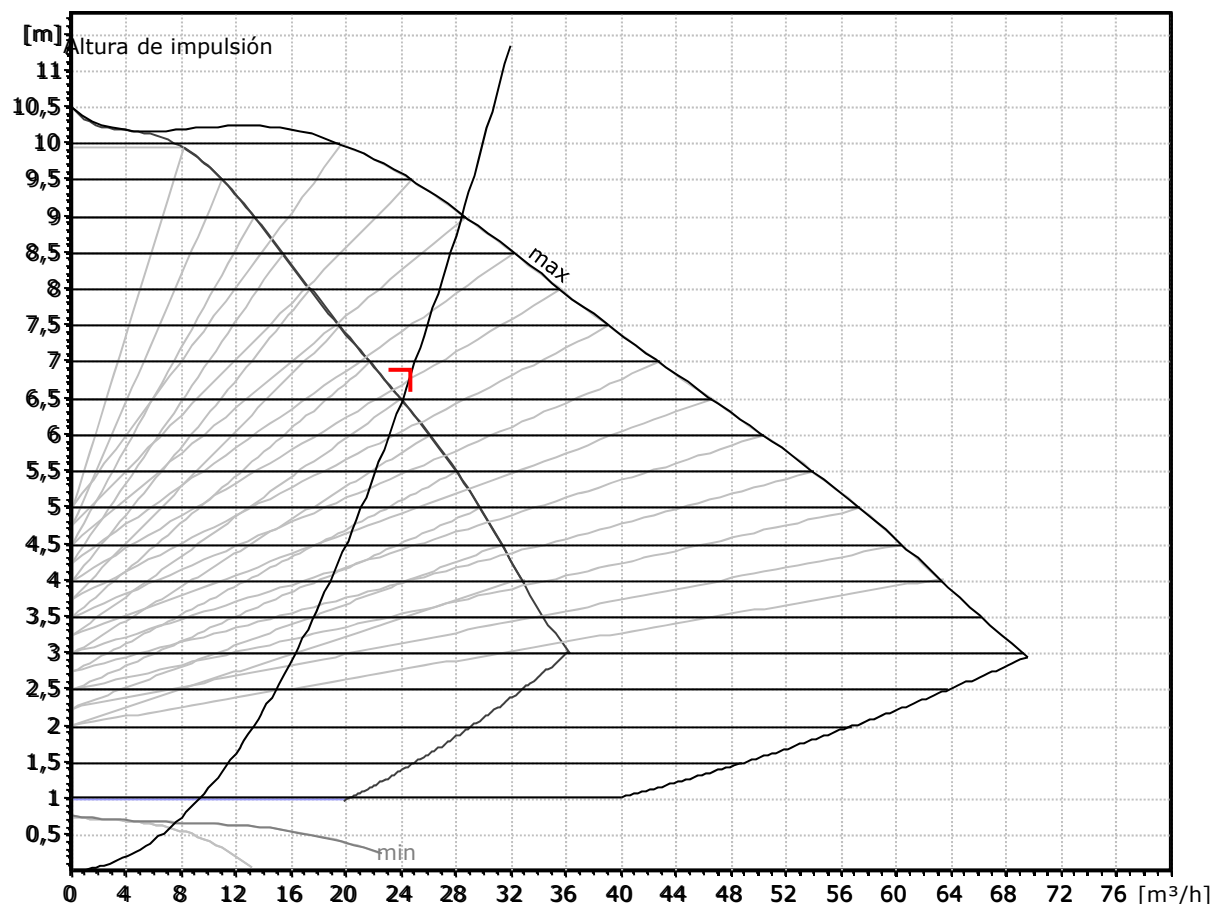
### Funcionamiento carga punta

- Ambas bombas han sido seleccionadas para cubrir la carga punta trabajando en paralelo.
- La carga base está cubierta por una única bomba.



Ambas bombas funcionando

## Bomba doble con funcionamiento de carga punta



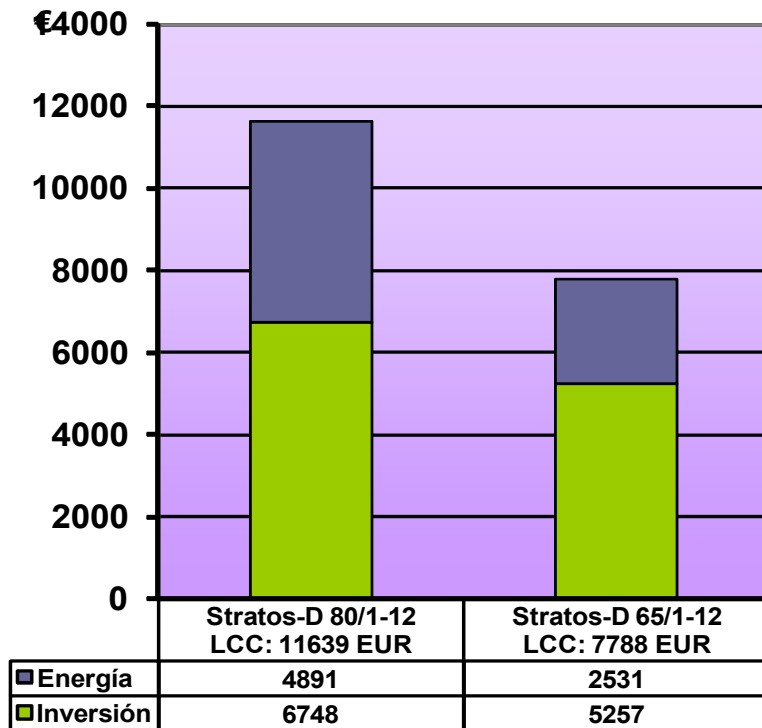
En una bomba doble con opción de carga punta, el punto teórico con el margen de seguridad del 15% se puede cubrir con el funcionamiento paralelo de los dos cabezales.

Si el margen de seguridad era innecesario, el punto de diseño original quedaría cubierto por un único cabezal

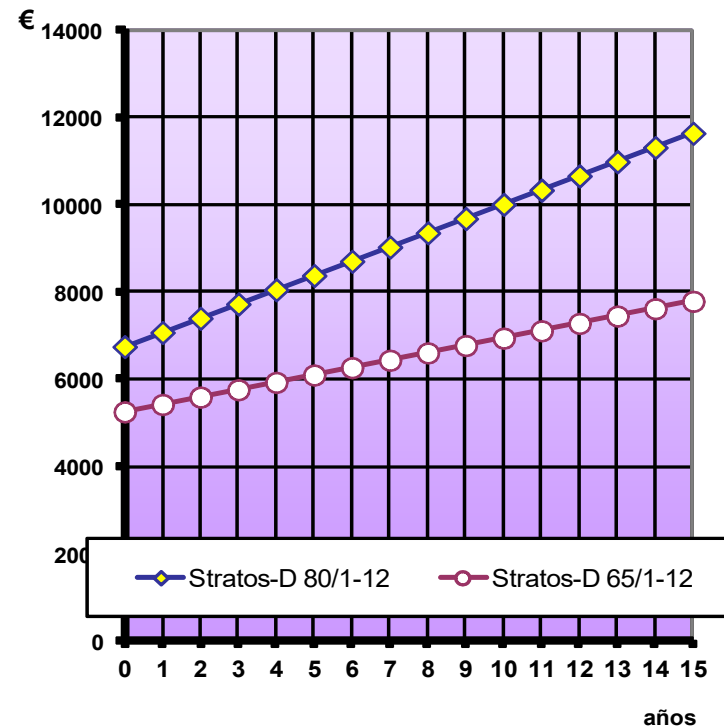
**¡Se evitan bombas sobredimensionadas!**

## Bomba doble con funcionamiento de carga punta

Coste del ciclo de vida



Coste acumulado

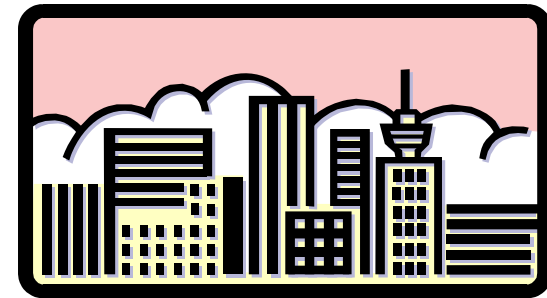


Ejemplo:  $Q = 25 \text{ m}^3/\text{h}$     $H = 7,2 \text{ m.c.a.}$    **4000 h/a**    $0,18 \text{ €/kWh}$

## Eficiencia energética

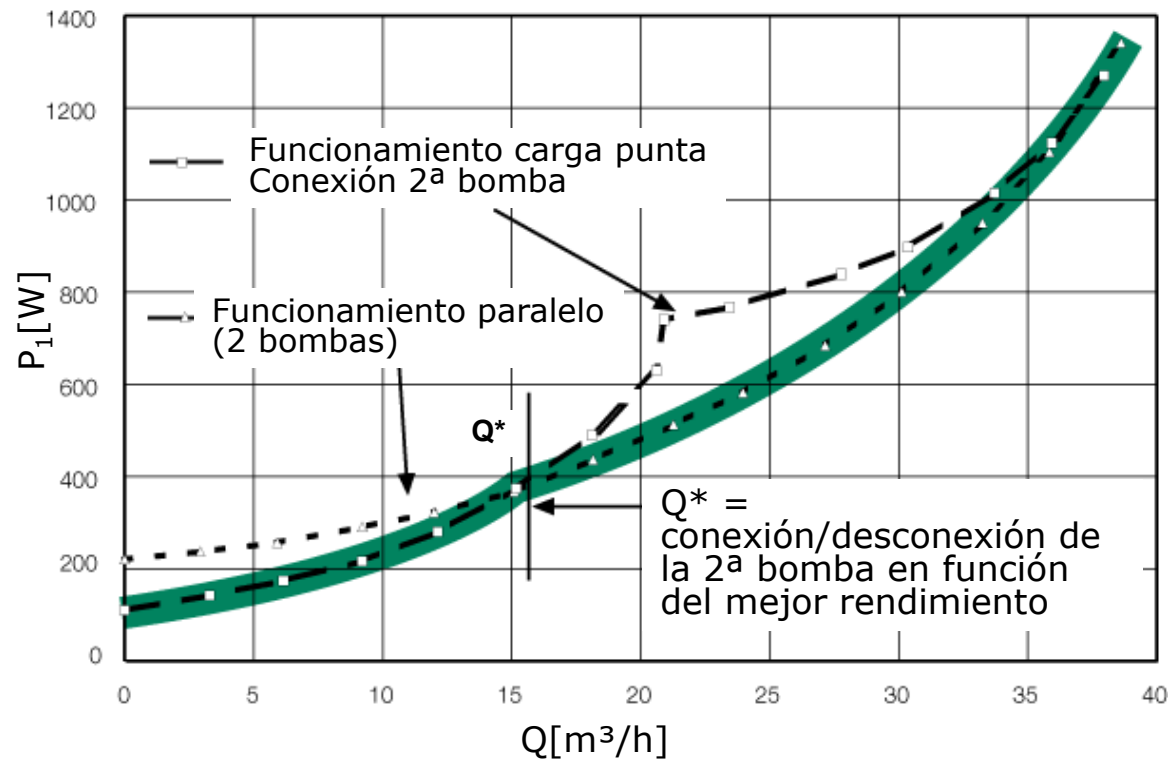
Eficiencia energética en las instalaciones se obtiene mediante:

- Eficiencia en el producto
- Eficiencia en el proyecto
- Eficiencia en la instalación
- Eficiencia en la explotación



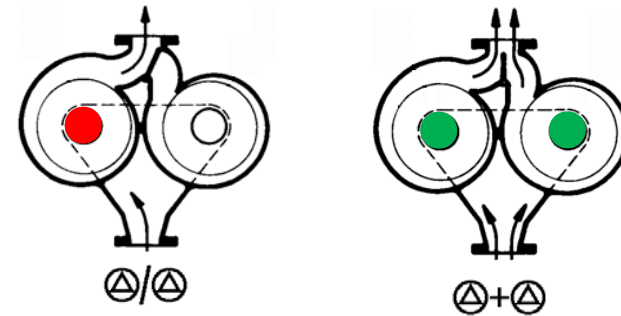
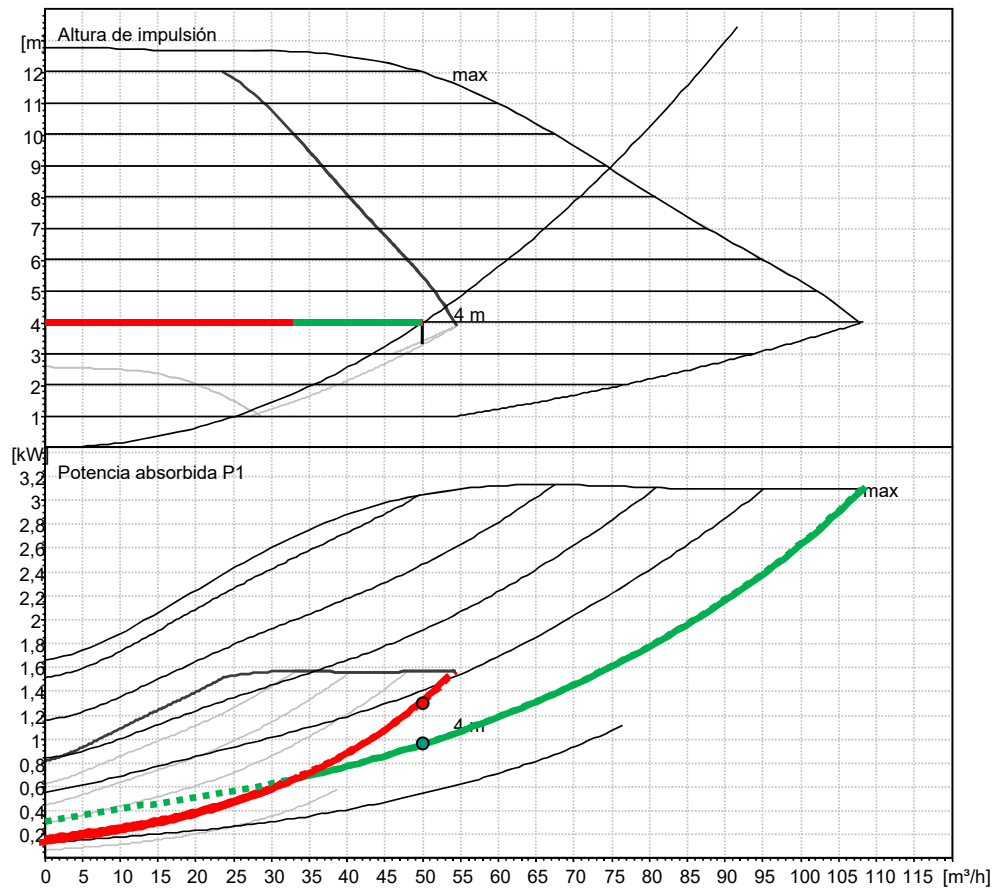


## Optimización del funcionamiento de carga punta



Seguridad  
+  
Rendimiento

# Optimización del funcionamiento de carga punta



$$P_1 \triangle/\triangle = 1,31 \text{ kW}$$

$$P_1 \triangle+\triangle = 0,96 \text{ kW}$$

Ahorro adicional con el modo  
carga base/carga punta al  
caudal máximo: **26,7%**

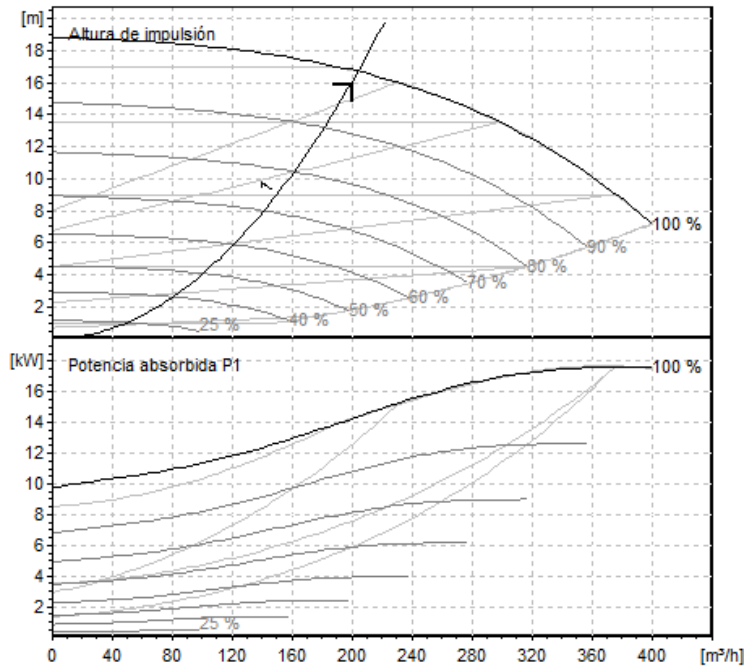
## Bombas y Eficiencia Energética

Eficiencia energética en las instalaciones requiere:

- Eficiencia en el proyecto
- Eficiencia del producto
- Eficiencia en la instalación
- Eficiencia en la explotación

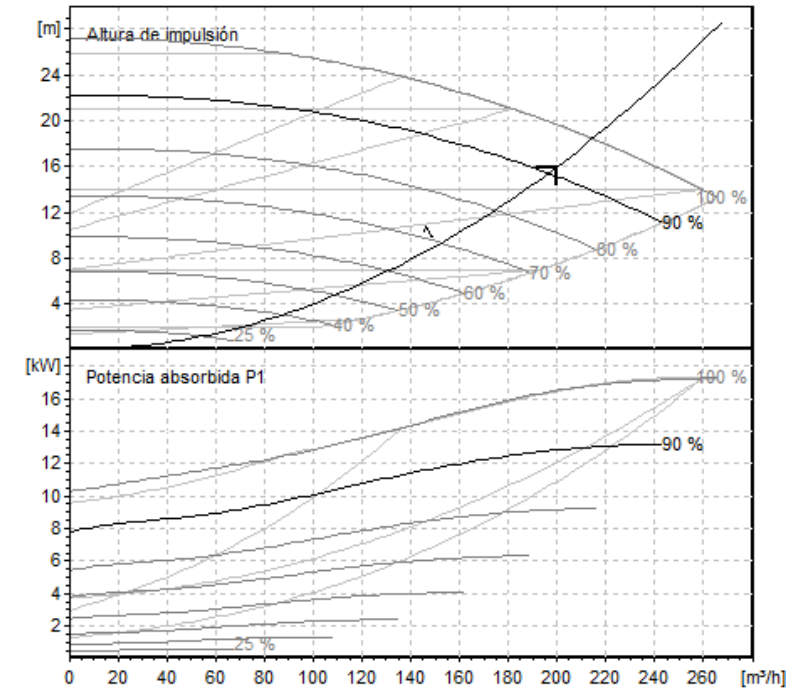


## El paradigma de las bombas de 4 polos



IL-E 150/250-15/4, 4 polos  
P1=13,5 kW

Caudal [%]	Tiempo [%]
100	6
75	15
50	35
25	44

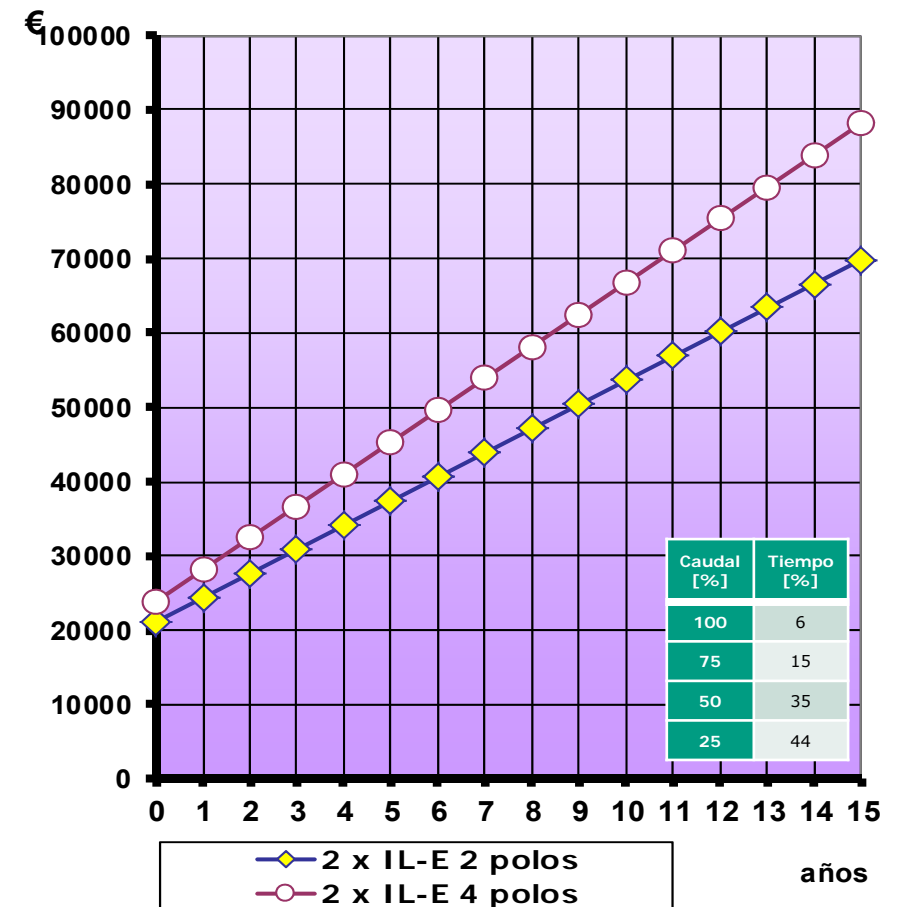
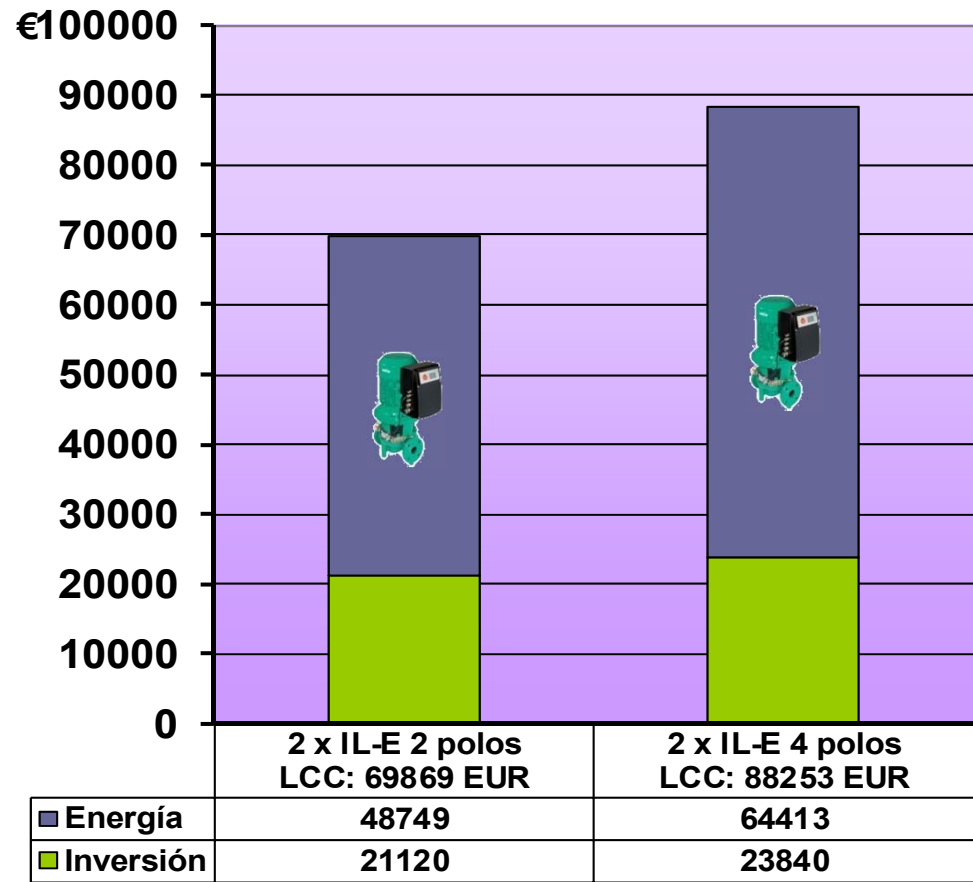


IL-E 100/150-15/2, 2 polos  
P1=13,6 kW

### Memoria de proyecto:

“Bomba electrónica (una de funcionamiento + una de reserva) con variador de frecuencia integrado, para un caudal Q de 200 m<sup>3</sup>/h y una altura de impulsión H de 16 m.c.a., de 1450 rpm”

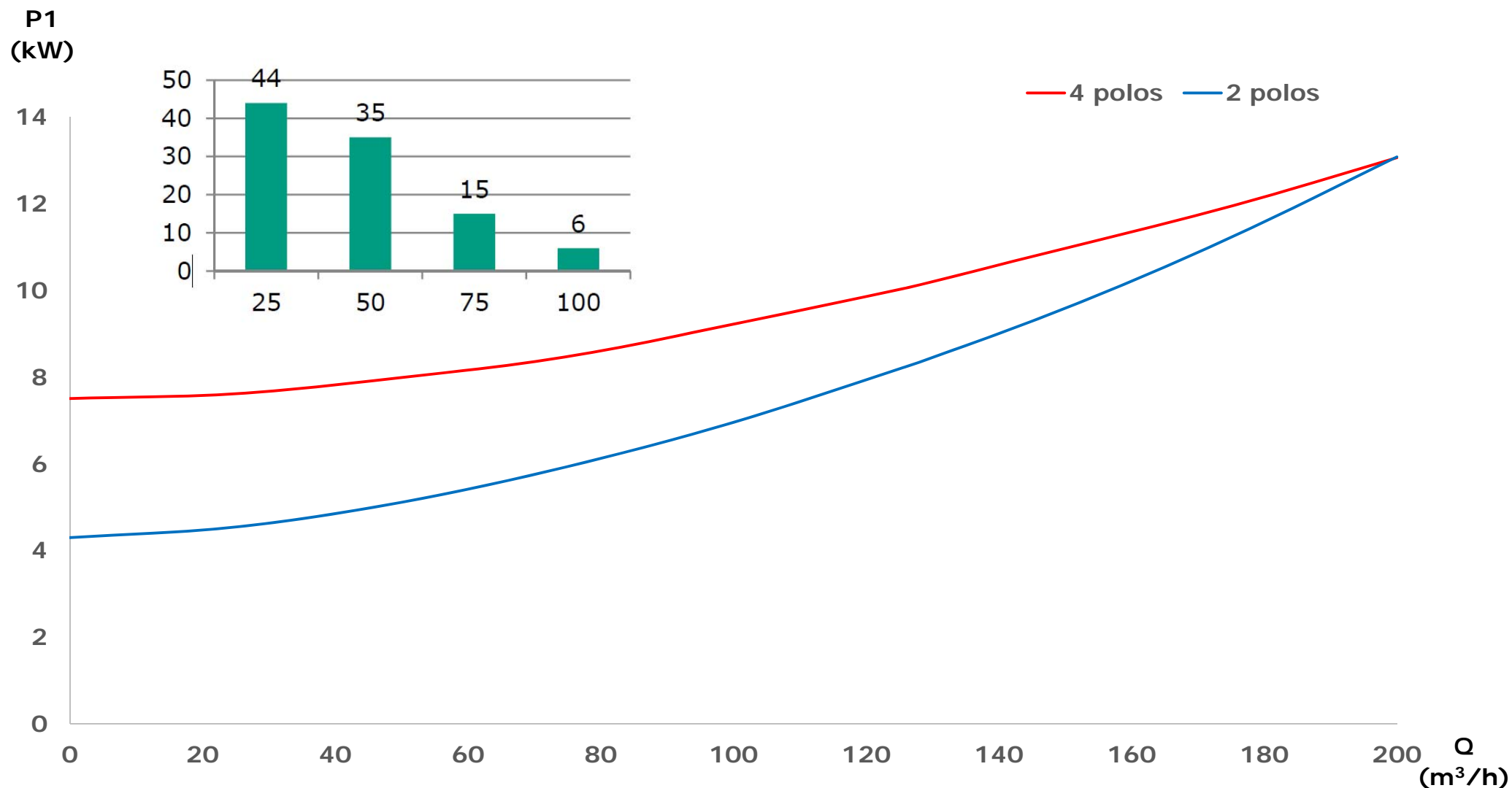
## Sistema de caudal variable - 2 polos vs. 4 polos, 1+1



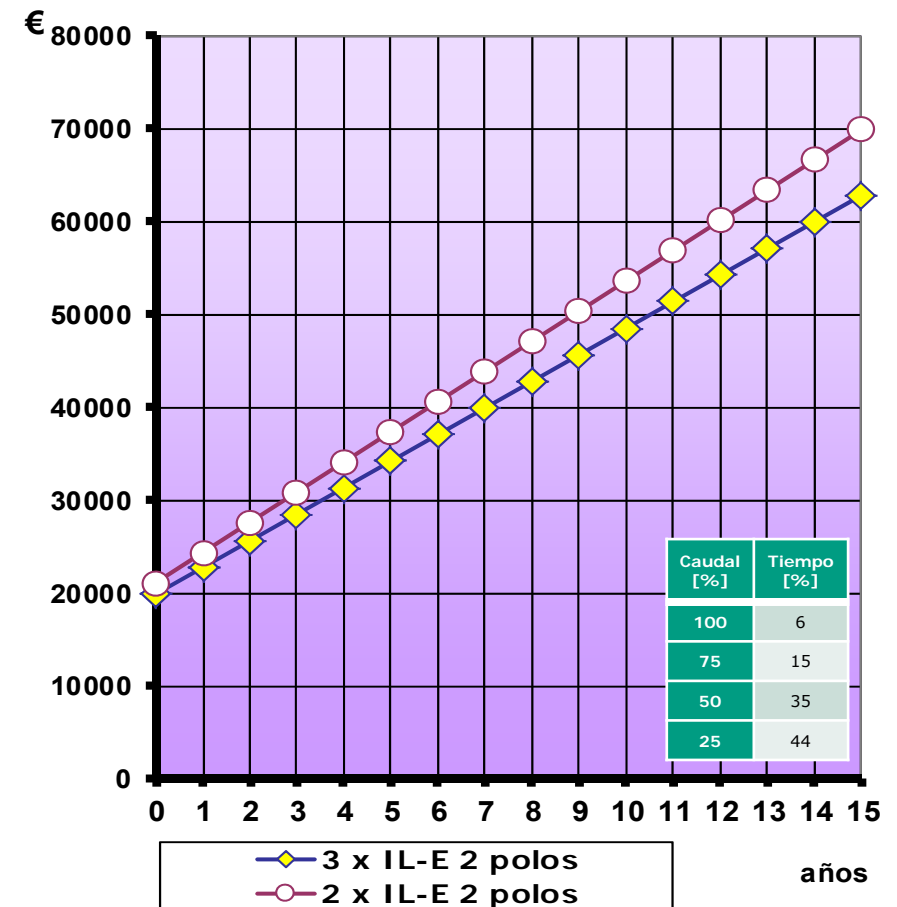
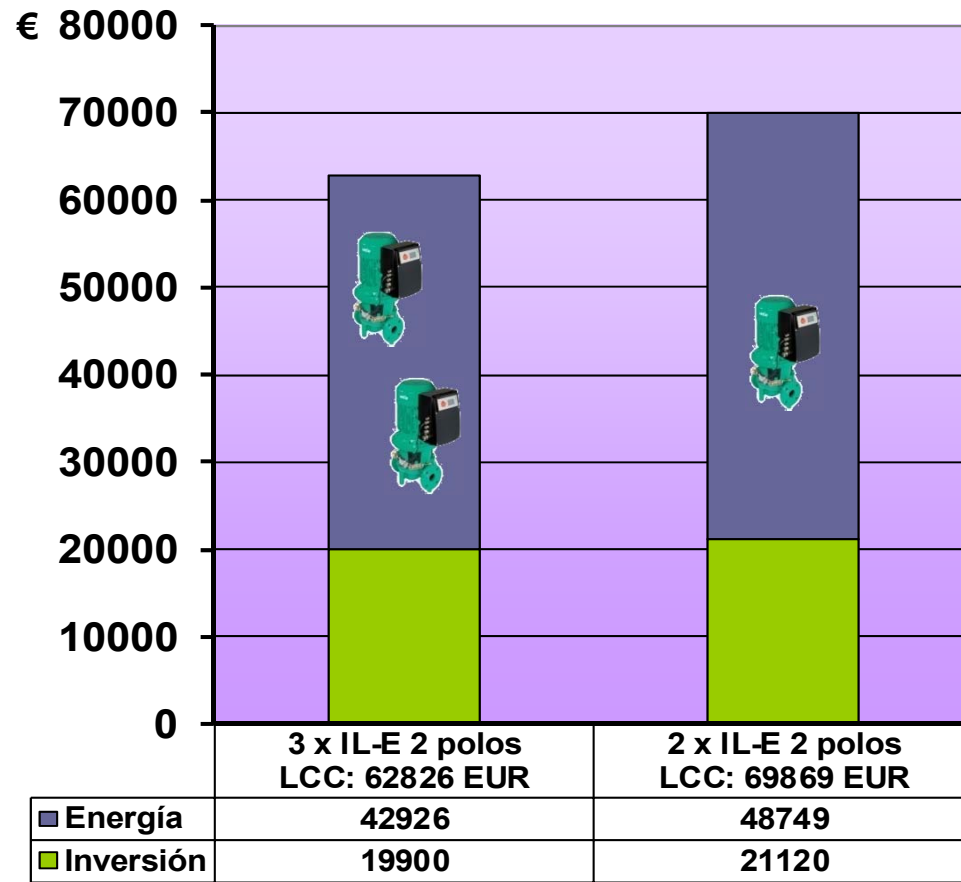
Ahorro energético: **15.664 € (24,3%)**

Ejemplo: Bombas electrónicas  $\Delta p$ -c  $Q = 200 \text{ m}^3/\text{h}$   $H = 16 \text{ m.c.a.}$   $5000 \text{ h/a}$   $0,09 \text{ €/kWh}$

## Potencia absorbida – 4 polos vs. 2 polos



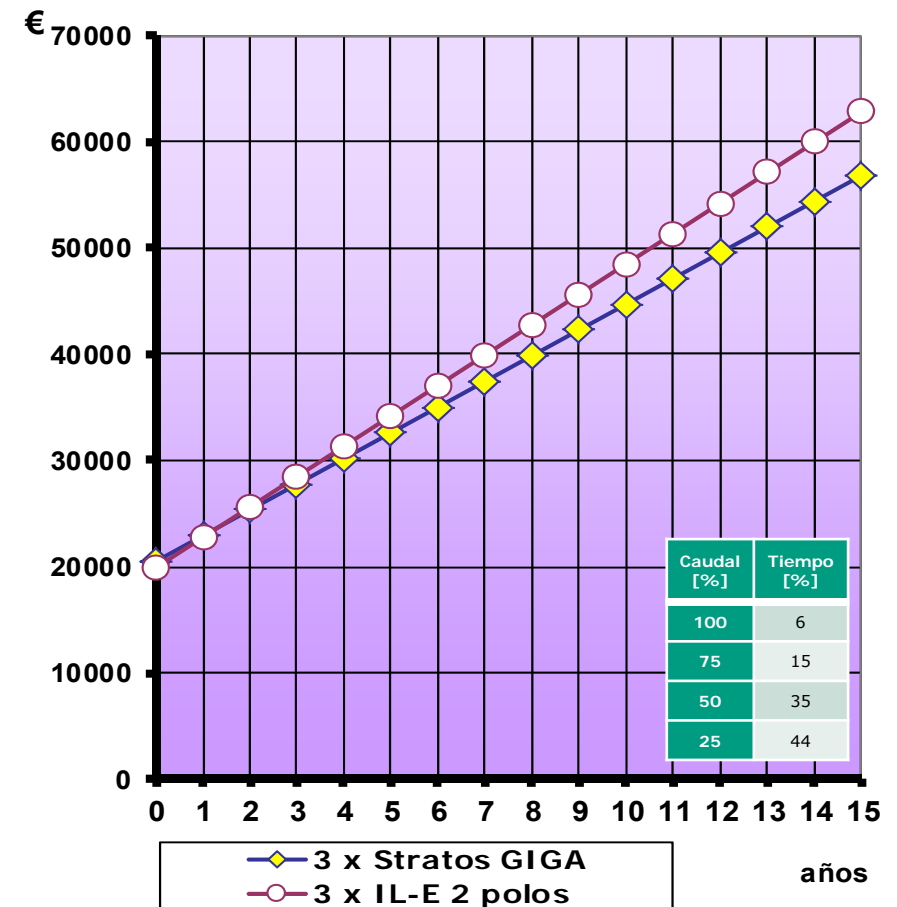
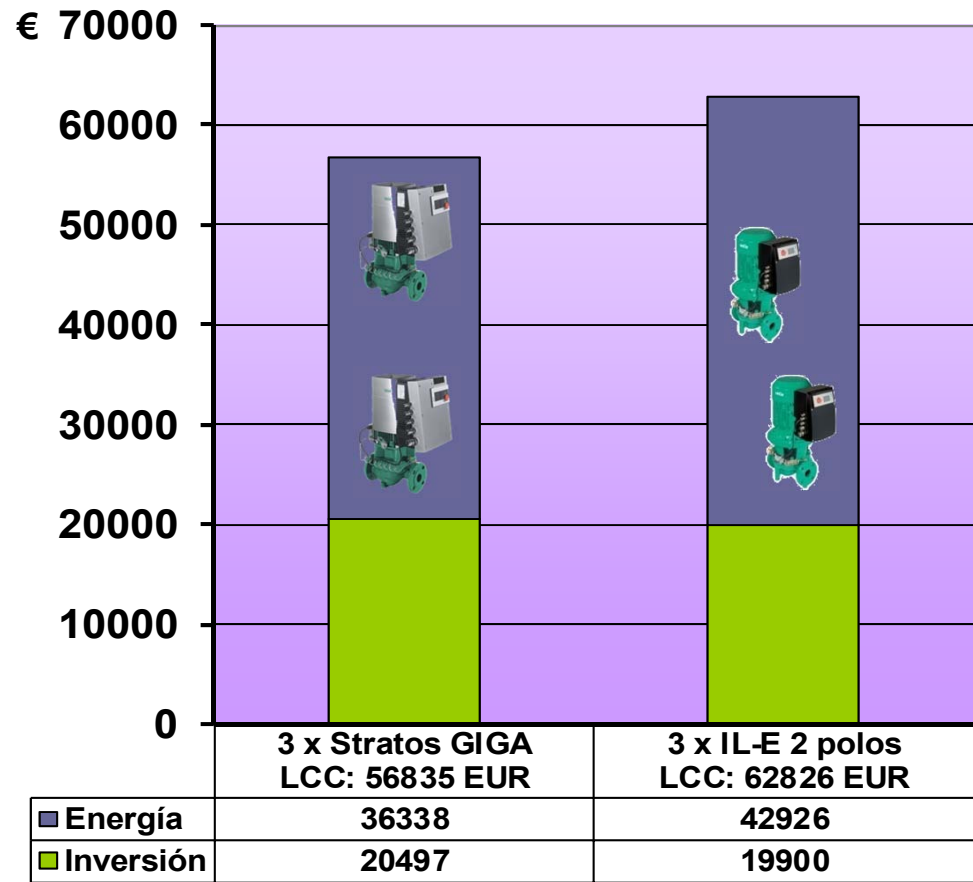
## Sistema de caudal variable – 2+1 bombas vs. 1+1 bombas



Ahorro energético: **5.820 € (11,9%)**

Ejemplo: Bombas electrónicas  $\Delta p$ -c  $Q = 200 \text{ m}^3/\text{h}$   $H = 16 \text{ m.c.a.}$  5000 h/a 0,09 €/kWh

## Sistema de caudal variable – Imán permanente vs. motor asíncrono

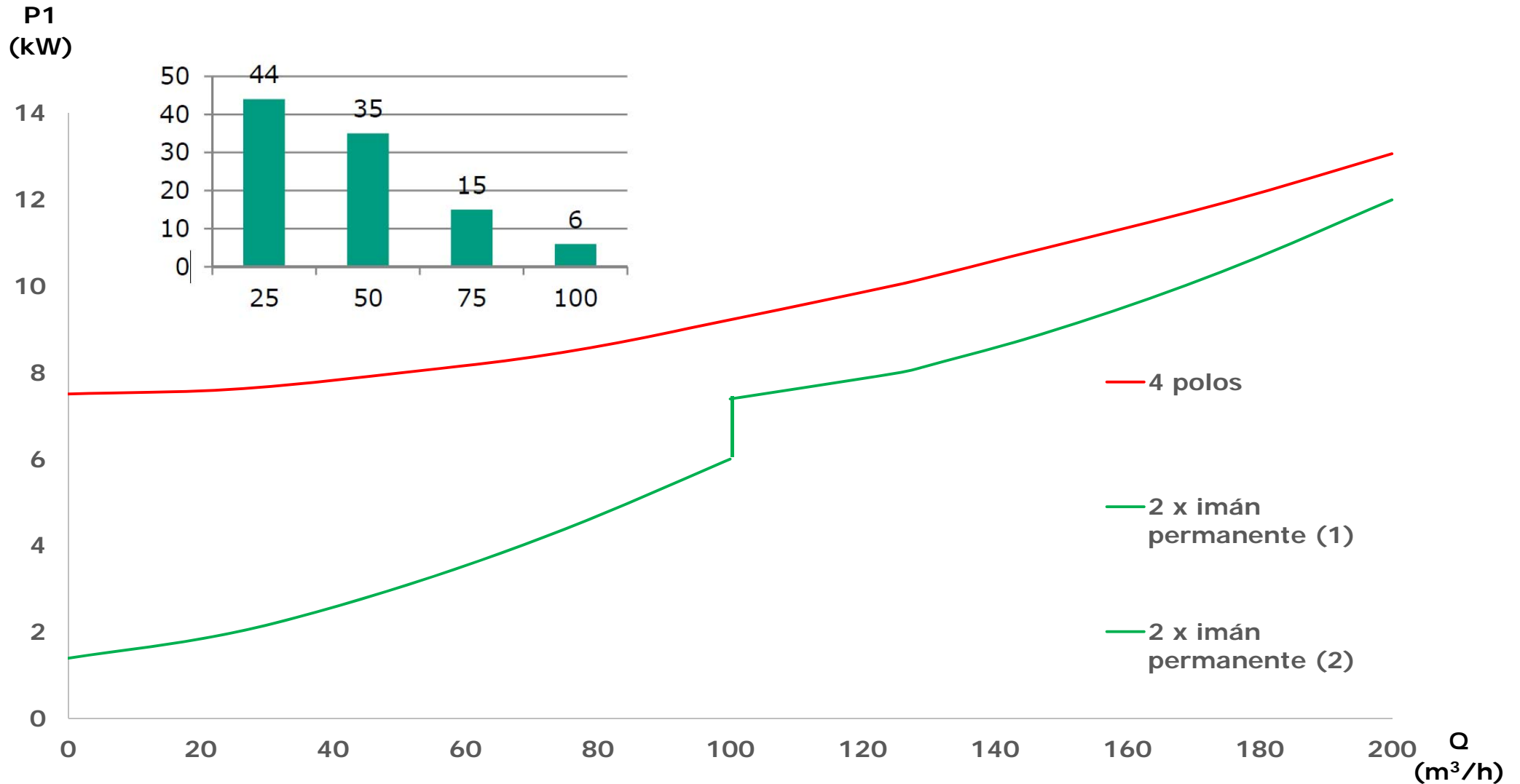


Ahorro energético: **6.588 € (15,3%)**

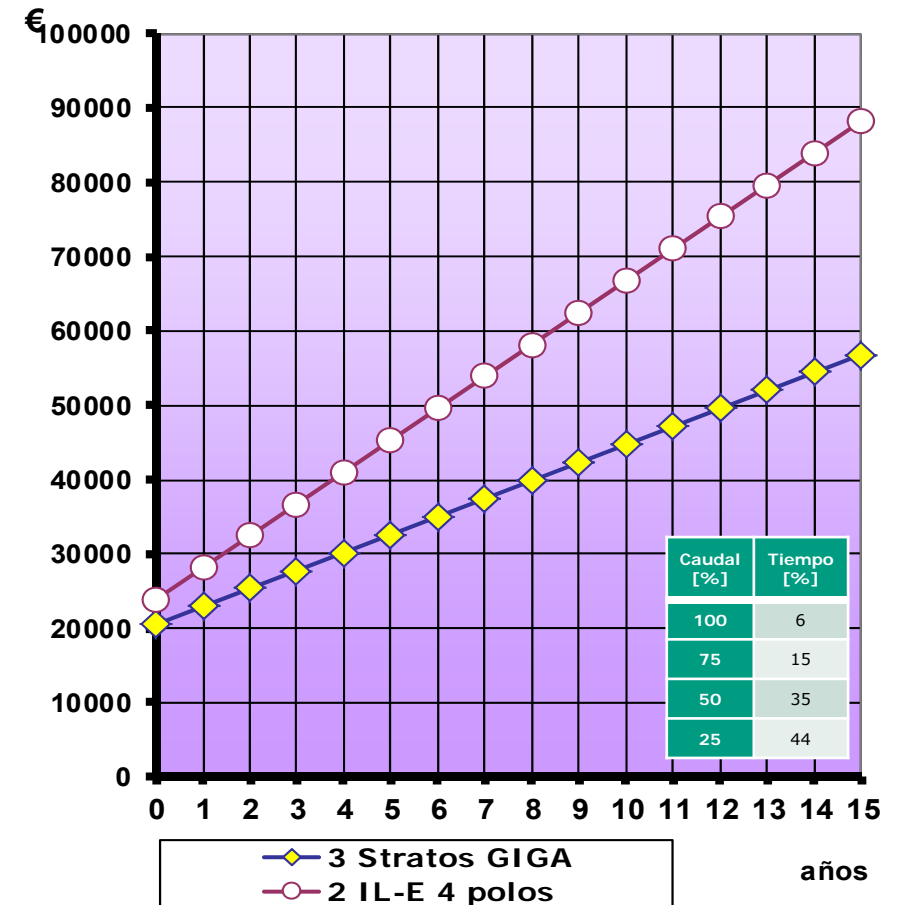
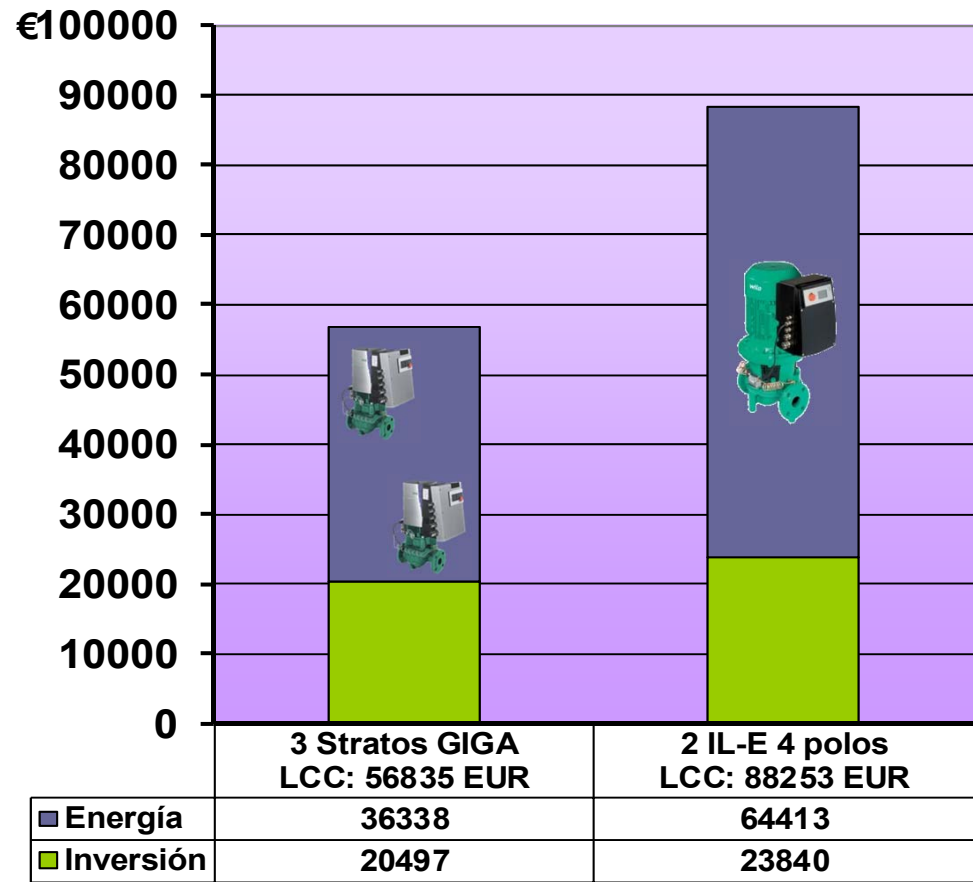
Ejemplo: Bombas electrónicas  $\Delta p$ -c  $Q = 200 \text{ m}^3/\text{h}$   $H = 16 \text{ m.c.a.}$   $5000 \text{ h/a}$   $0,09 \text{ €/kWh}$



## Sistema de caudal variable – Potencia absorbida



## Coste del ciclo de vida – Bombas en paralelo para reparto de carga



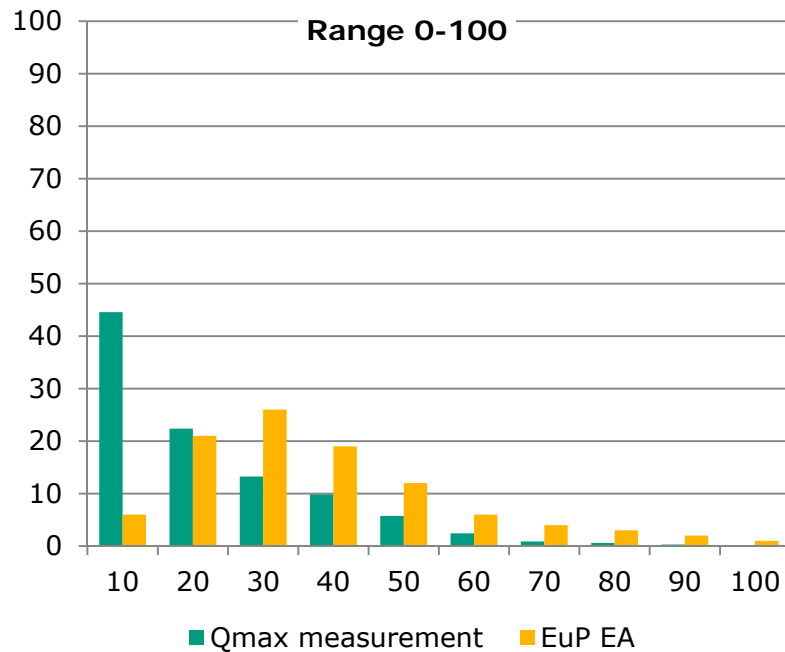
Ahorro energético total: **28.075 € (43,6%)**

Ejemplo: Bombas electrónicas  $\Delta p$ -c  $Q = 200 \text{ m}^3/\text{h}$   $H = 16 \text{ m.c.a.}$   $5000 \text{ h/a}$   $0,09 \text{ €/kWh}$

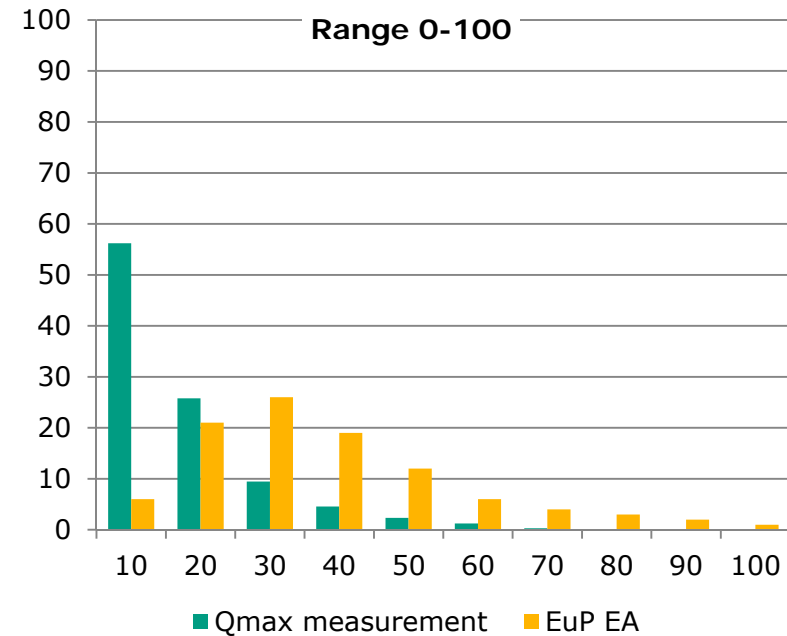
## Abastecimiento – Grupos de presión



## Grupos de presión - Perfiles de carga reales medidos en campo

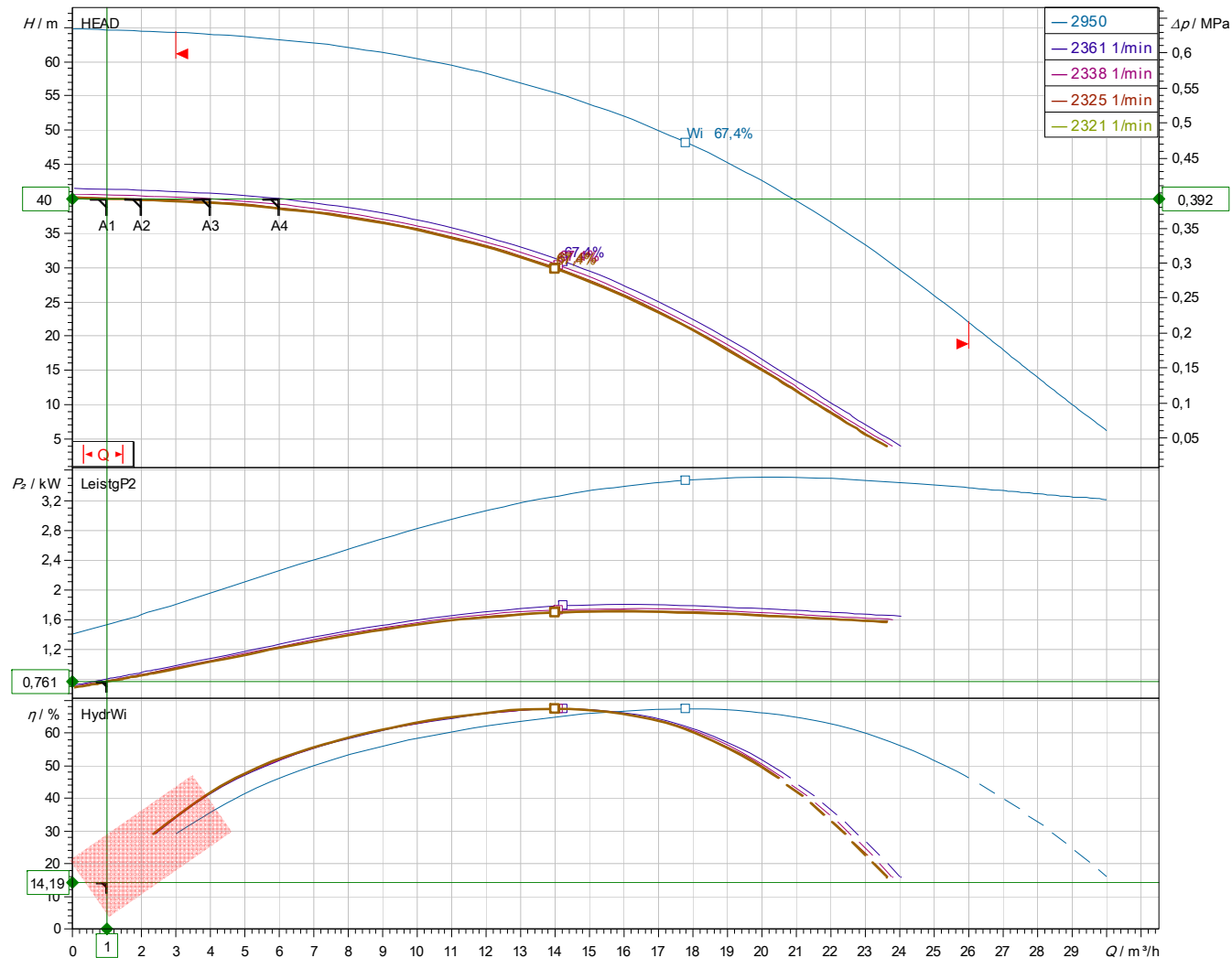


Hospital en Blois (Francia)  
(grupo de presión con variador por bomba)



Fábrica de Wilo-Salmson en Laval  
(sin grupo de presión, abastecimiento directa)

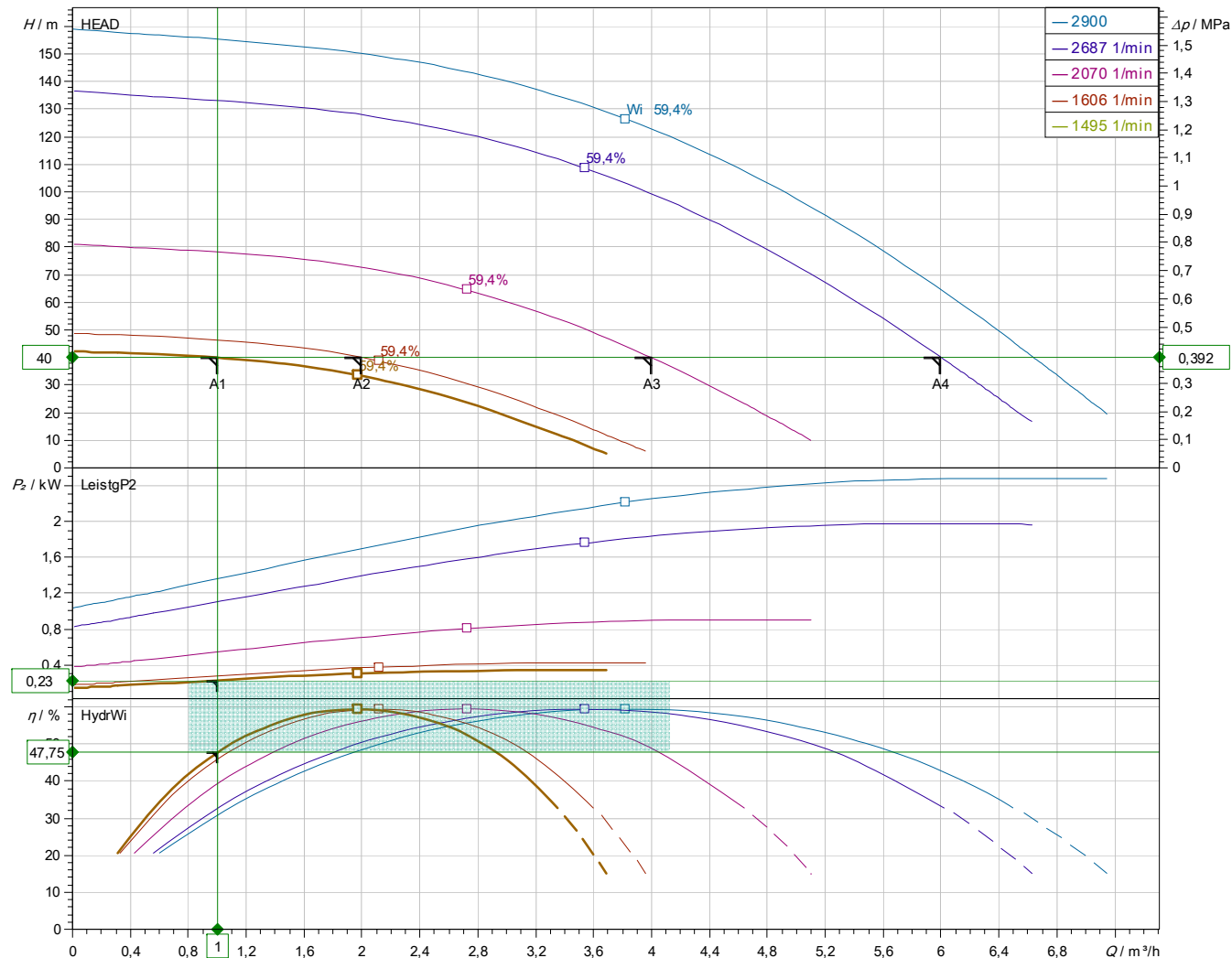
## Grupos de caudal variable - 20 m<sup>3</sup>/h @ 40 mca – una bomba



i Si el caudal total se reparte sobre una única bomba, esta muestra rendimientos muy bajos para caudales entre el 5% - 20% del caudal total:

**14,2% - 40%**

## Grupos de caudal variable - 20 m<sup>3</sup>/h @ 40 mca – tres bombas



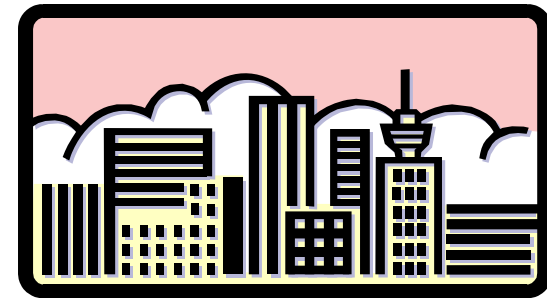
i Si el caudal total se reparte p.ej. sobre tres bombas, se incrementa considerablemente el rendimiento en esta franja de caudales entre el 5% -20% del caudal total !

> 47%

## Eficiencia energética

Eficiencia energética en las instalaciones se obtiene mediante:

- Eficiencia en el producto
- Eficiencia en el proyecto
- Eficiencia en la instalación
- Eficiencia en la explotación



**¡ Gracias por su atención !**

