



**2da Jornada de Eficiencia Energética**  
**Capacitación EPSEs 02/10/2014**

# **Eficiencia Energética Aire comprimido**



## **TEMARIO**

**Componentes del sistema**

**Utilización del aire comprimido**

**Cálculo de costos anuales**

**Costos específicos del tratamiento**

**Medición del sistema**

**Identificar la mejor solución**

**Costos principales**

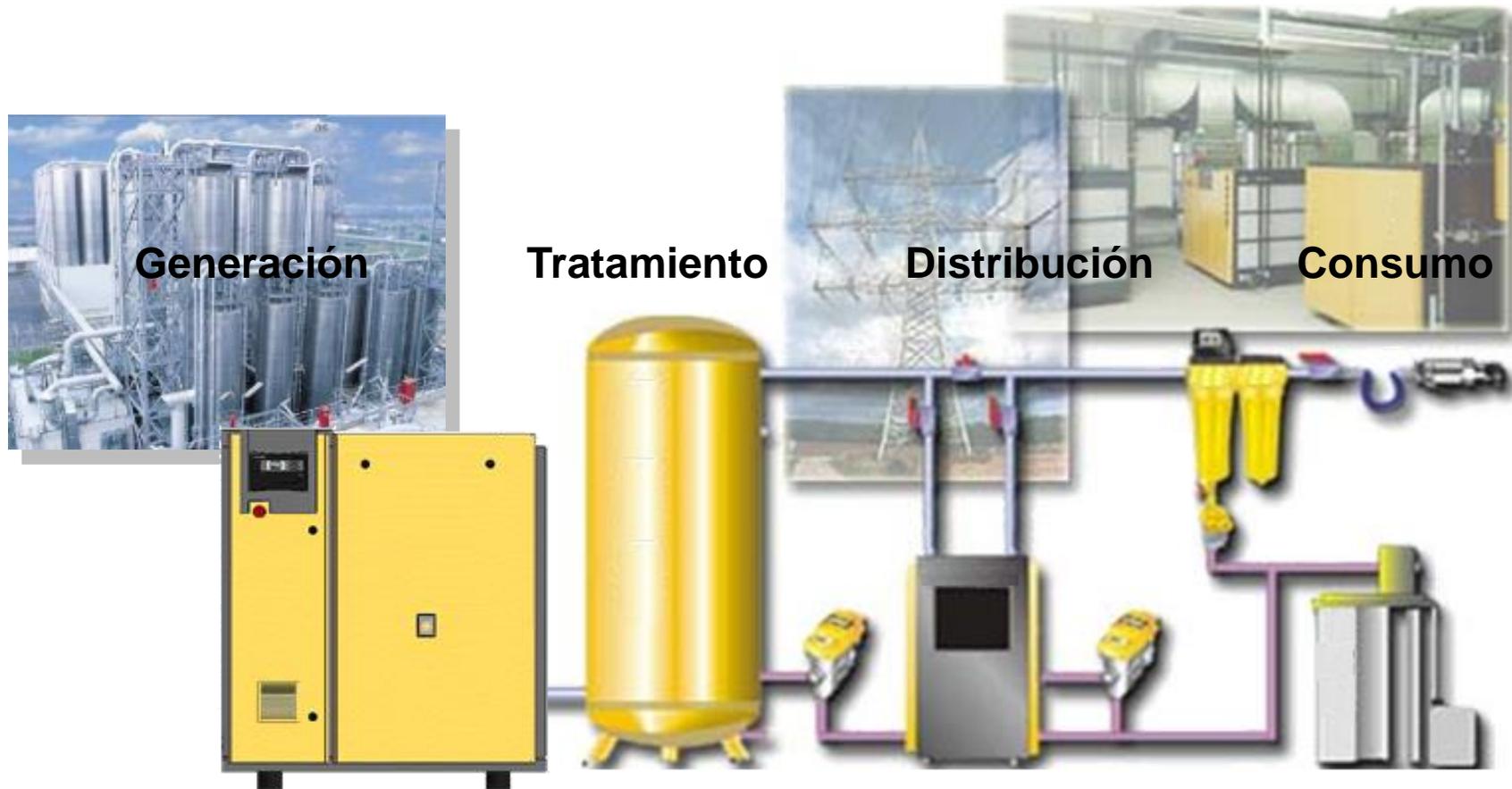
**Recupero de energía**

**Conclusiones**

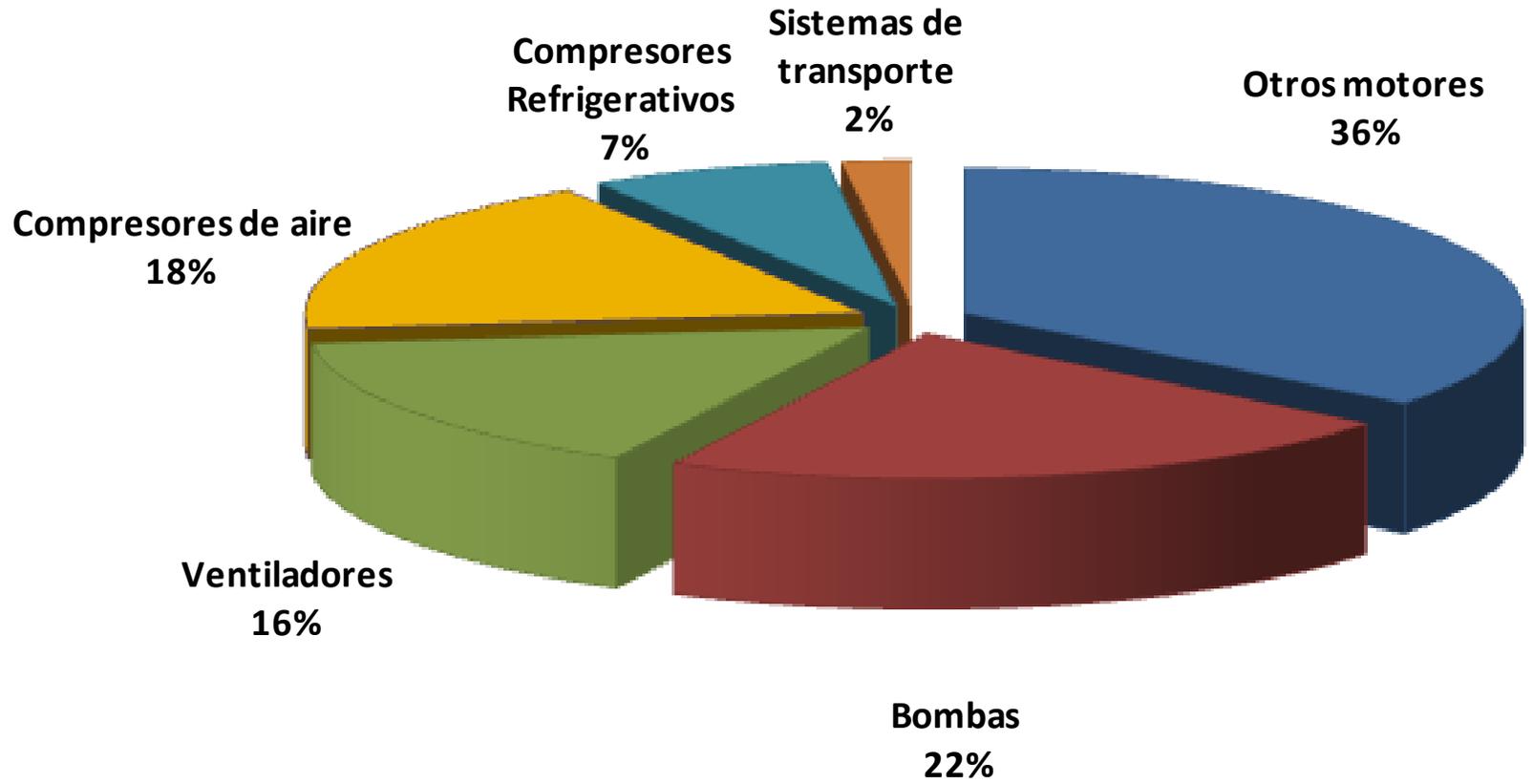
# Componentes del sistema de aire comprimido

## CENTRO de ENERGIA

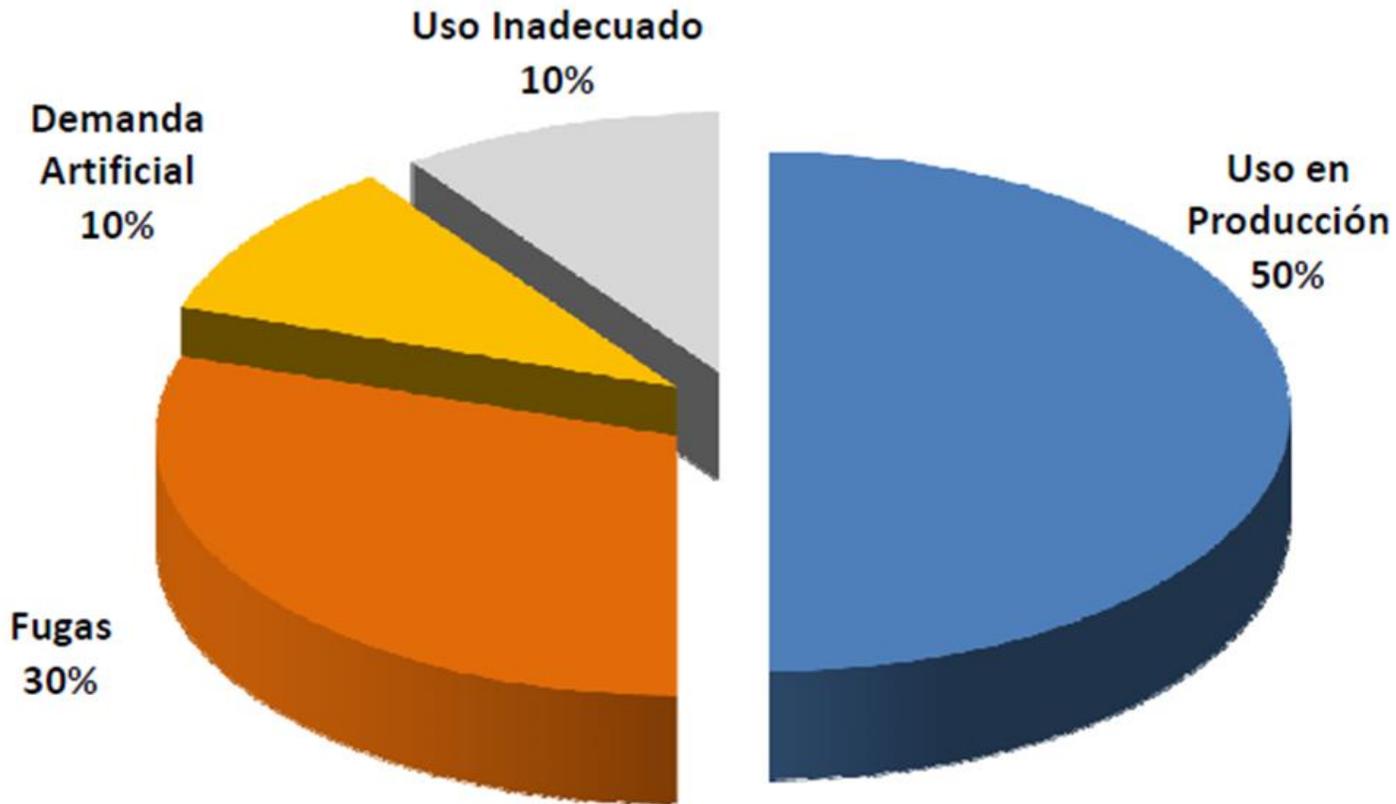
Los cuatro componentes más importantes:  
Generación, Tratamiento, Distribución y Consumo



# Porcentaje de la energía utilizada por compresores de aire en la industria



# Utilización del aire comprimido



Como cualquier otra utilidad, el aire comprimido no es gratuito y tiene que ser controlada

# Costo de producir 1 m<sup>3</sup> de aire comprimido?

1 Centavo

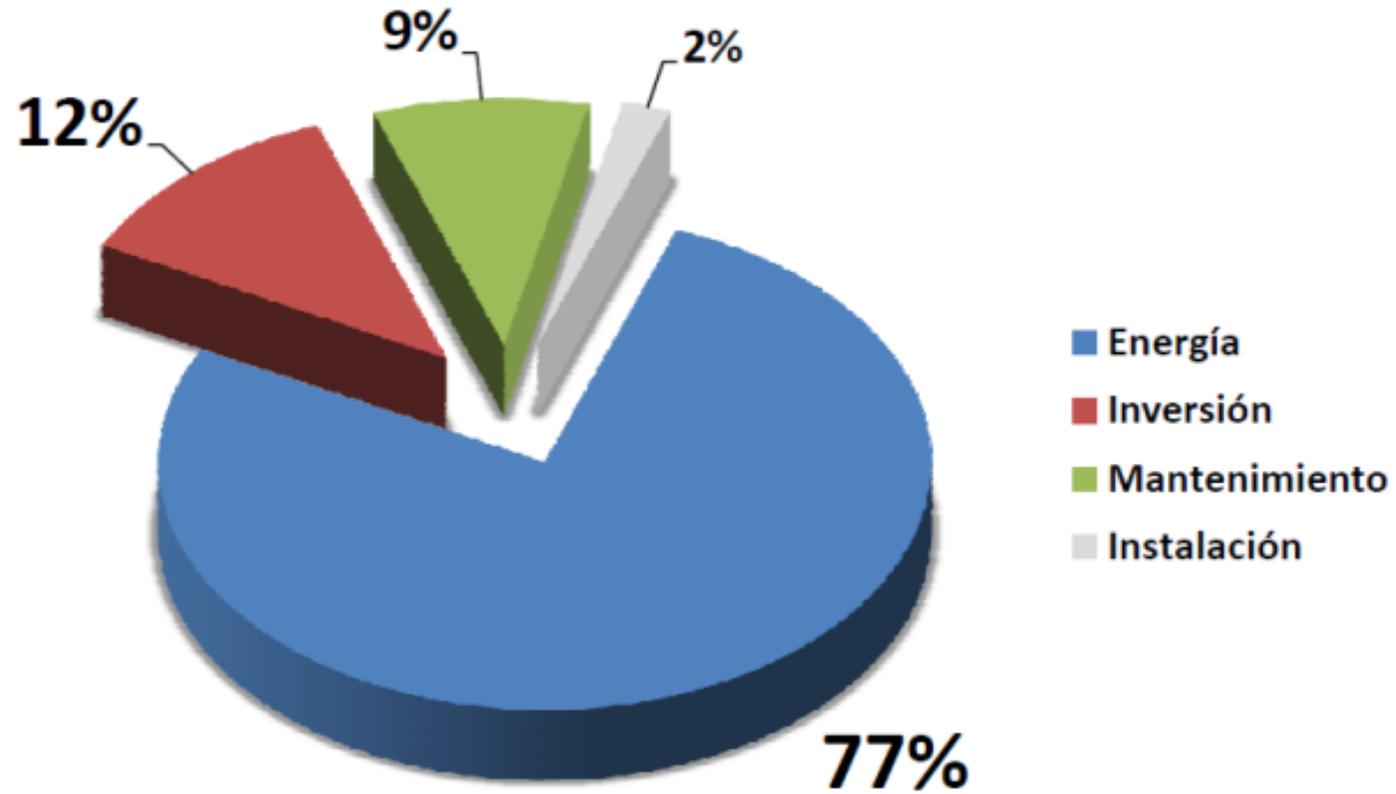
20 Centavos



1 Peso

5 Pesos

# Costos globales en instalaciones estandar de aire comprimido



Comparación del costo de ciclo de vida durante 5 años

## Factores de selección de compresor a tornillo

- 1- Salto térmico post enfriador aire
- 2-Canalizaciones individuales de refrigeración
- 3-Eficiencia de separación aire-aceite (lubricado)
- 4- Potencia Específica del Compresor
- 5-Transmisión motor-bloque compresor (lubricado)
- 6-Controles internos del compresor
- 7-Peso equipo
- 8-Nivel de ruido
- 9-Volumen de aceite (lubricado)

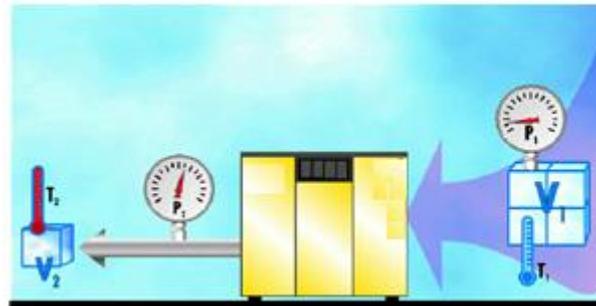
## Potencia específica

Relación entre la potencia y entrega de aire (FAD)

Eficiencia = Comparación de la Potencia Específica



$$\text{Potencia Específica} = \frac{\text{Potencia en [kW]}}{\text{Caudal efectivo en [ m}^3 \text{ / min]}}$$



$$V_1 = \frac{V_2 \times P_2 \times T_1}{T_2 \times P_1}$$

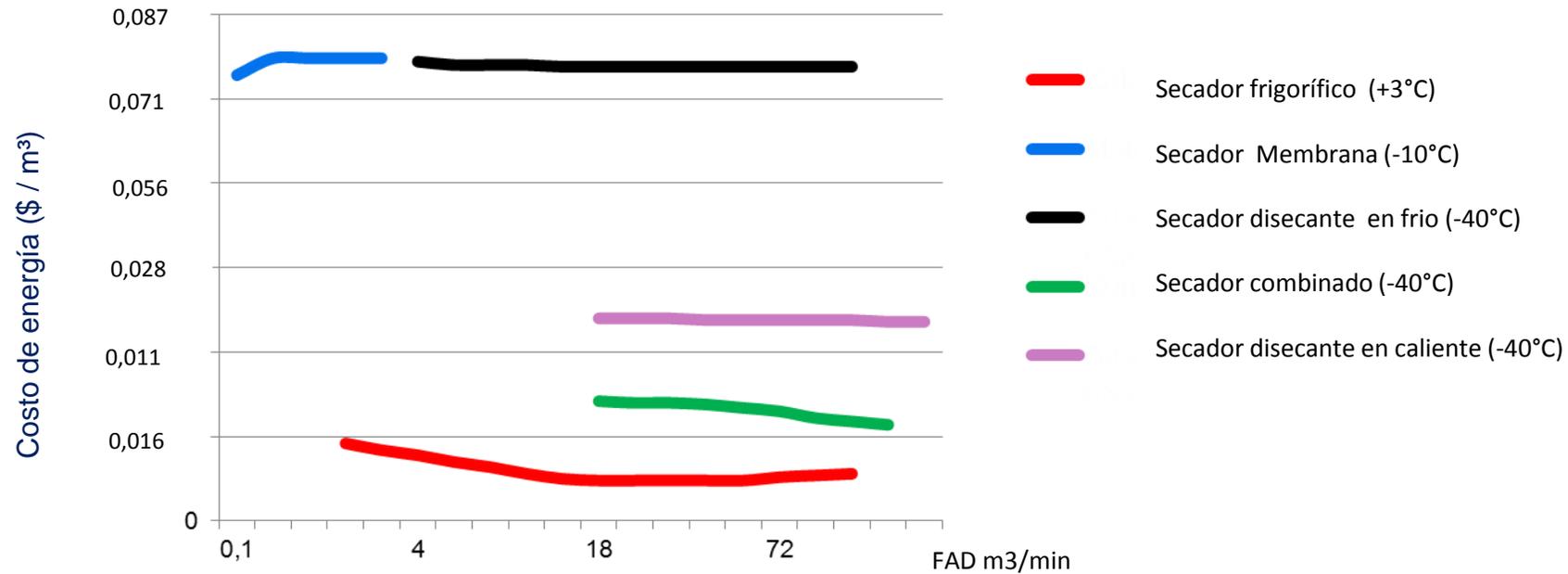
# Cálculo de costos anuales del aire comprimido

$$\text{Costos Anuales [$/año]} = \text{Precio energía [$/kW-h]} * \text{Horas anuales [h/año]} * \frac{\text{Potencia [kW]}}{\text{eficiencia del motor} = 1}$$

Empresas	Compresores instalados		Consumo de aire comprimido [m³/año]	Costos de energía anual por:		
				1.500 h	3.000 h	6.000 h
Pequeñas	7,5 kW	1 m³/min	90.000	\$3.375		
Medianas	55 kW	10 m³/min	1.800.000		\$49.500	
	90 kW	16 m³/min	2.900.000		\$81.000	
Grandes	500 kW	100 m³/min	36.000.000			\$900.000
	900 kW	180 m³/min	65.000.000			\$1.620.000

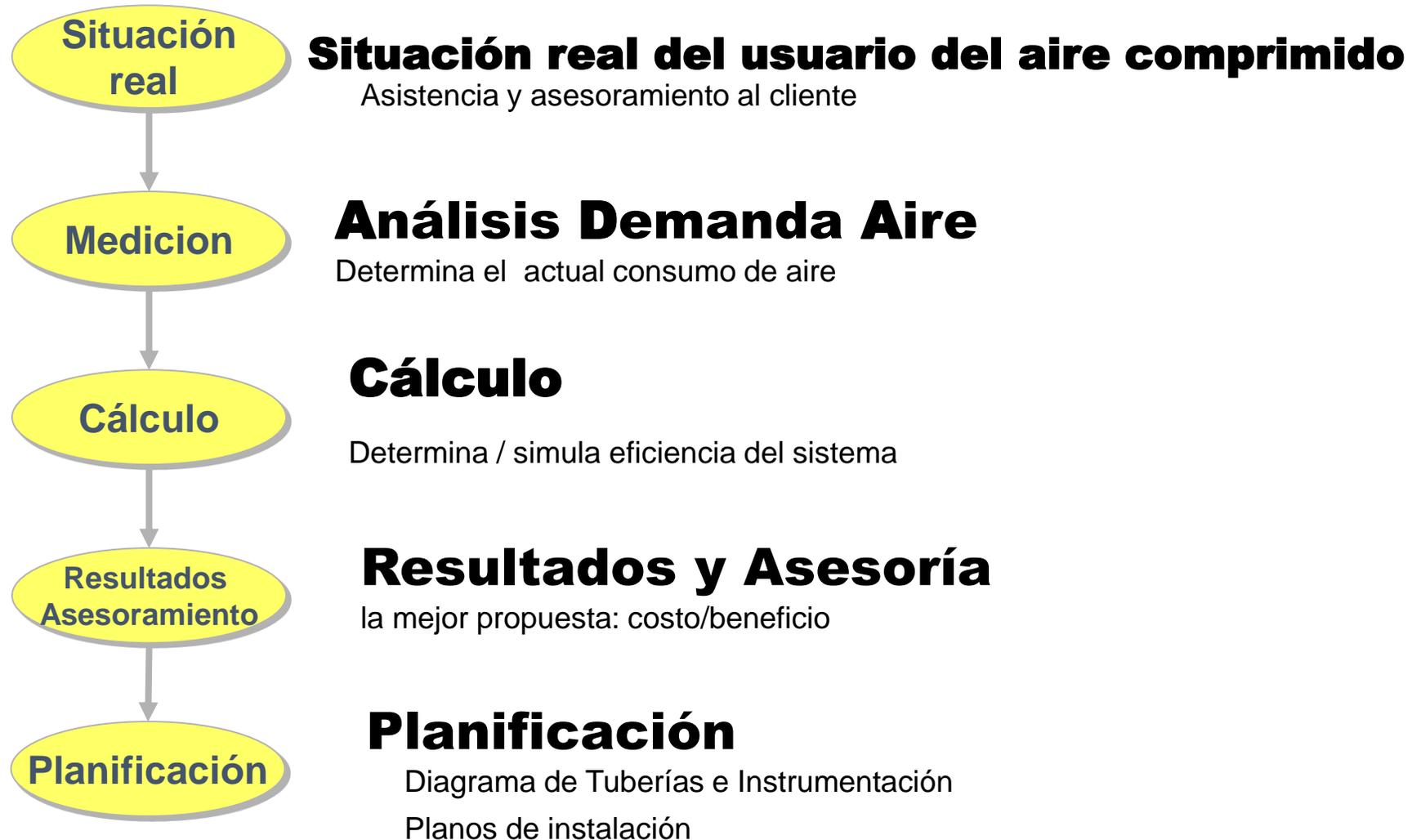
Precio Energía: 0,30 \$/kWh

## Costos específicos del secado del aire



Basado en un calculo promedio de potencia especifica de compresor : 6,5 kW/(m³/min) a 7 bar; temperatura ambiente 25 °C

La correcta selección del secador y el punto de rocío a presión se definen los costos. Bajos gastos operativos amortiza las inversiones.

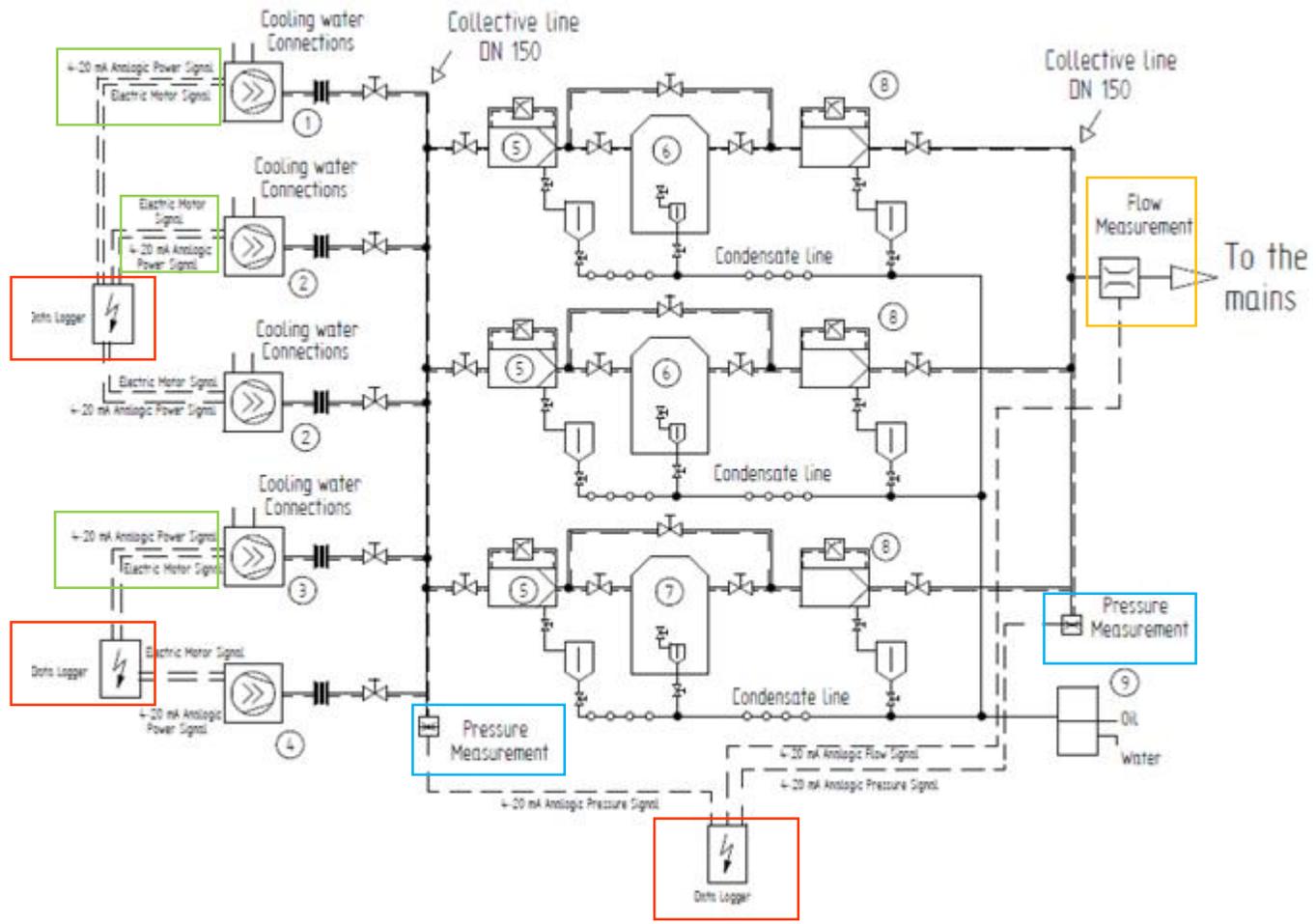
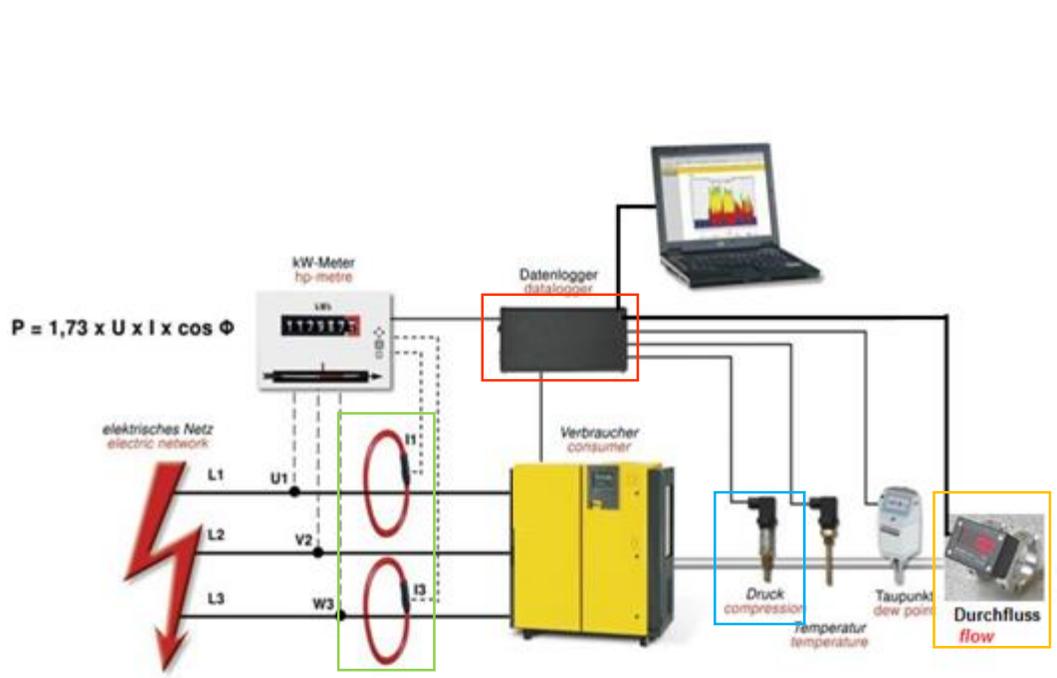


**Analizar en un TODO**

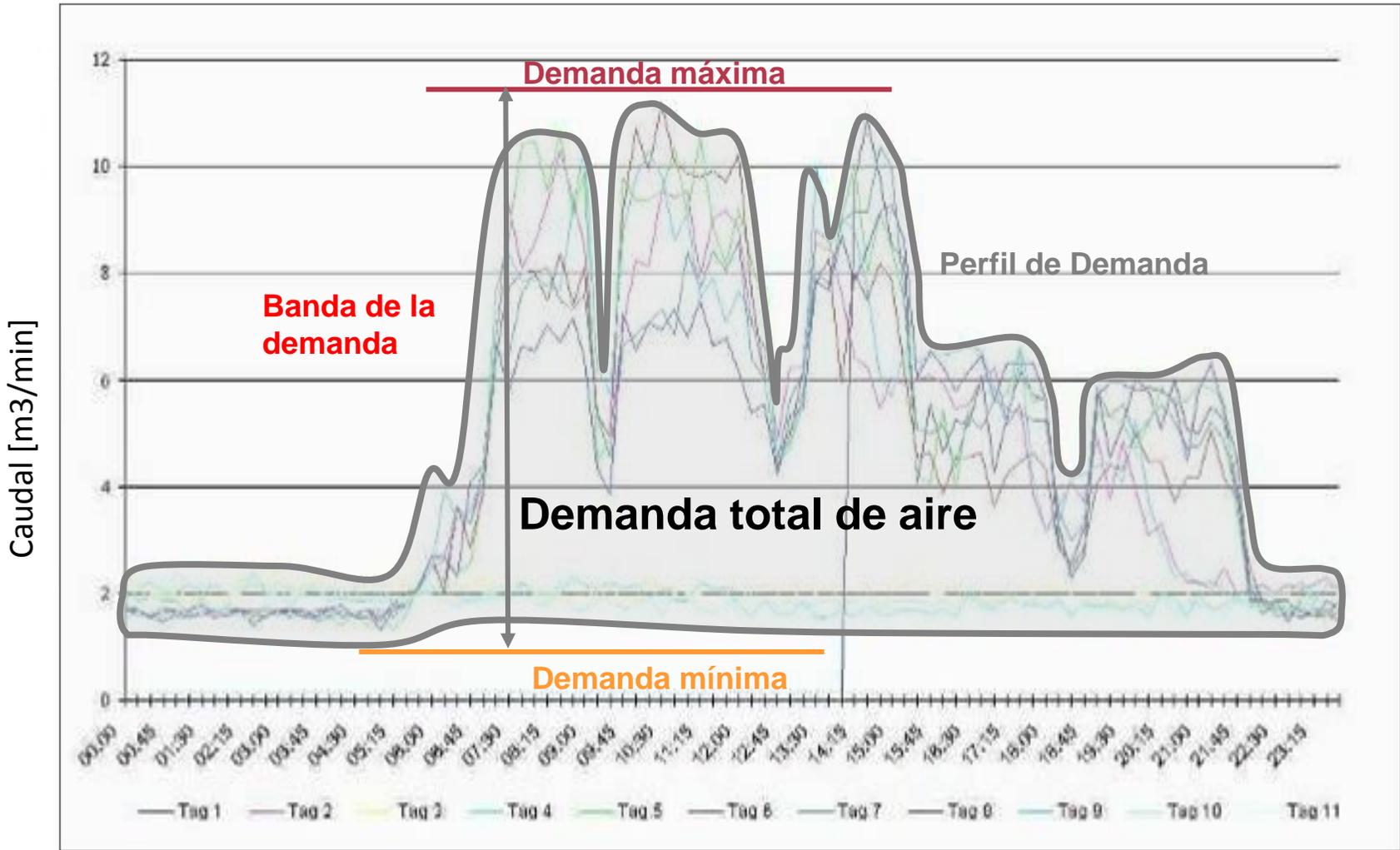
**NO en componentes individuales**



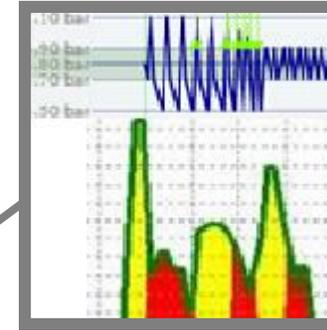
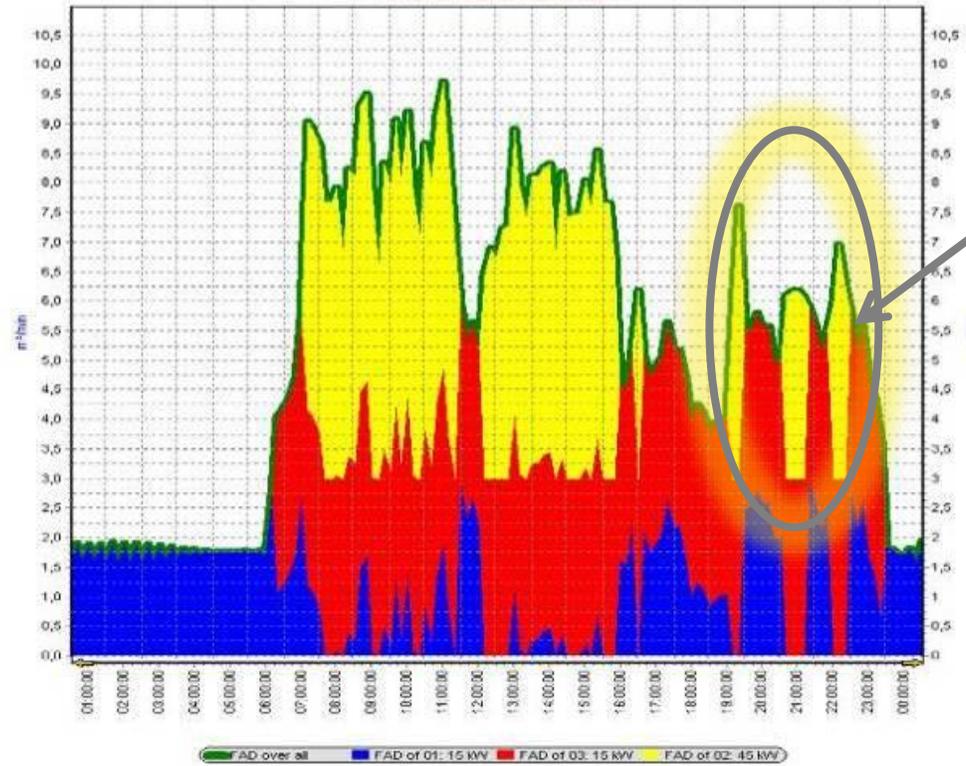
# Medición del sistema de aire comprimido



# Medición consumo de aire comprimido

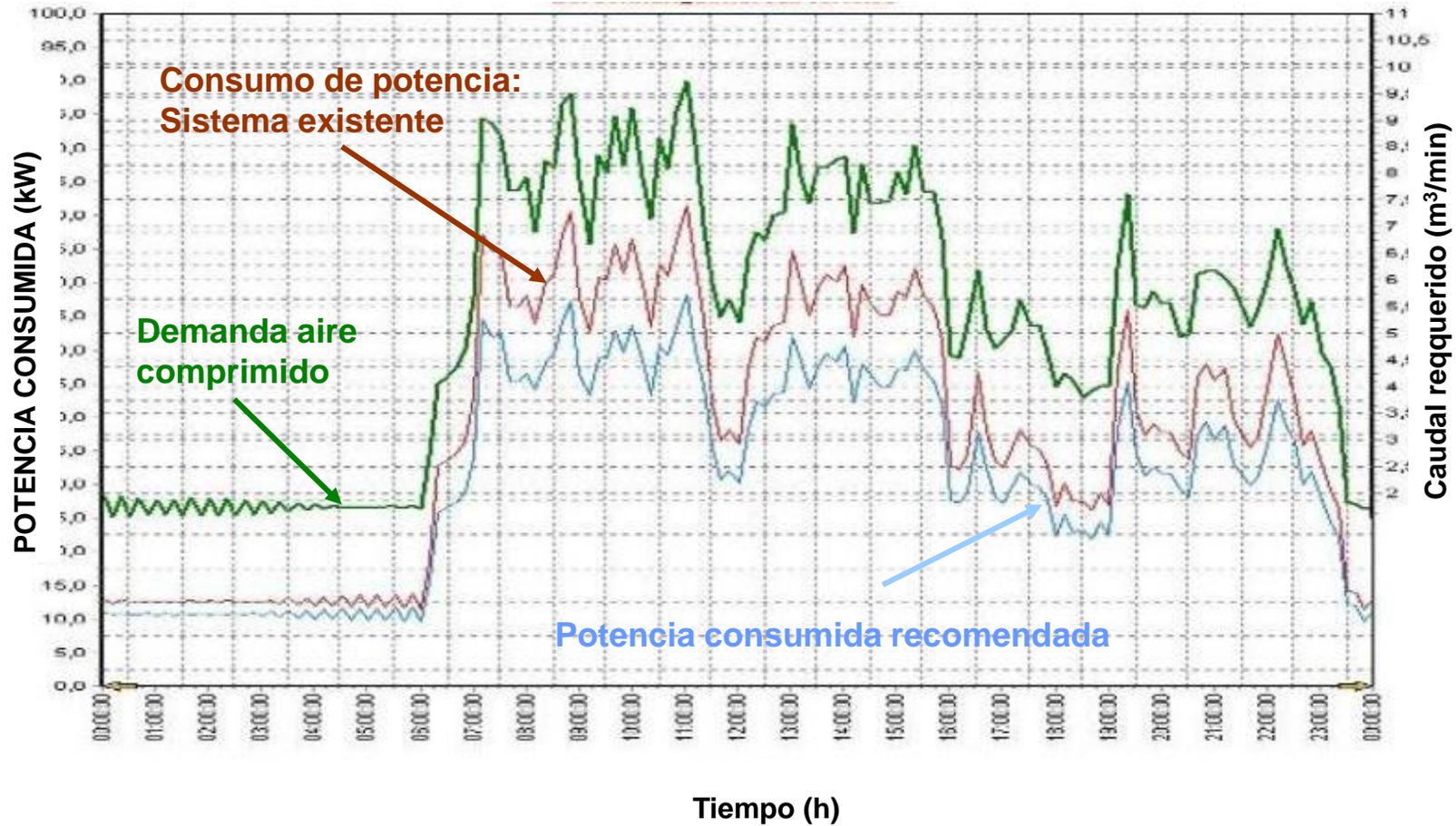


## Generación versus consumo de aire comprimido

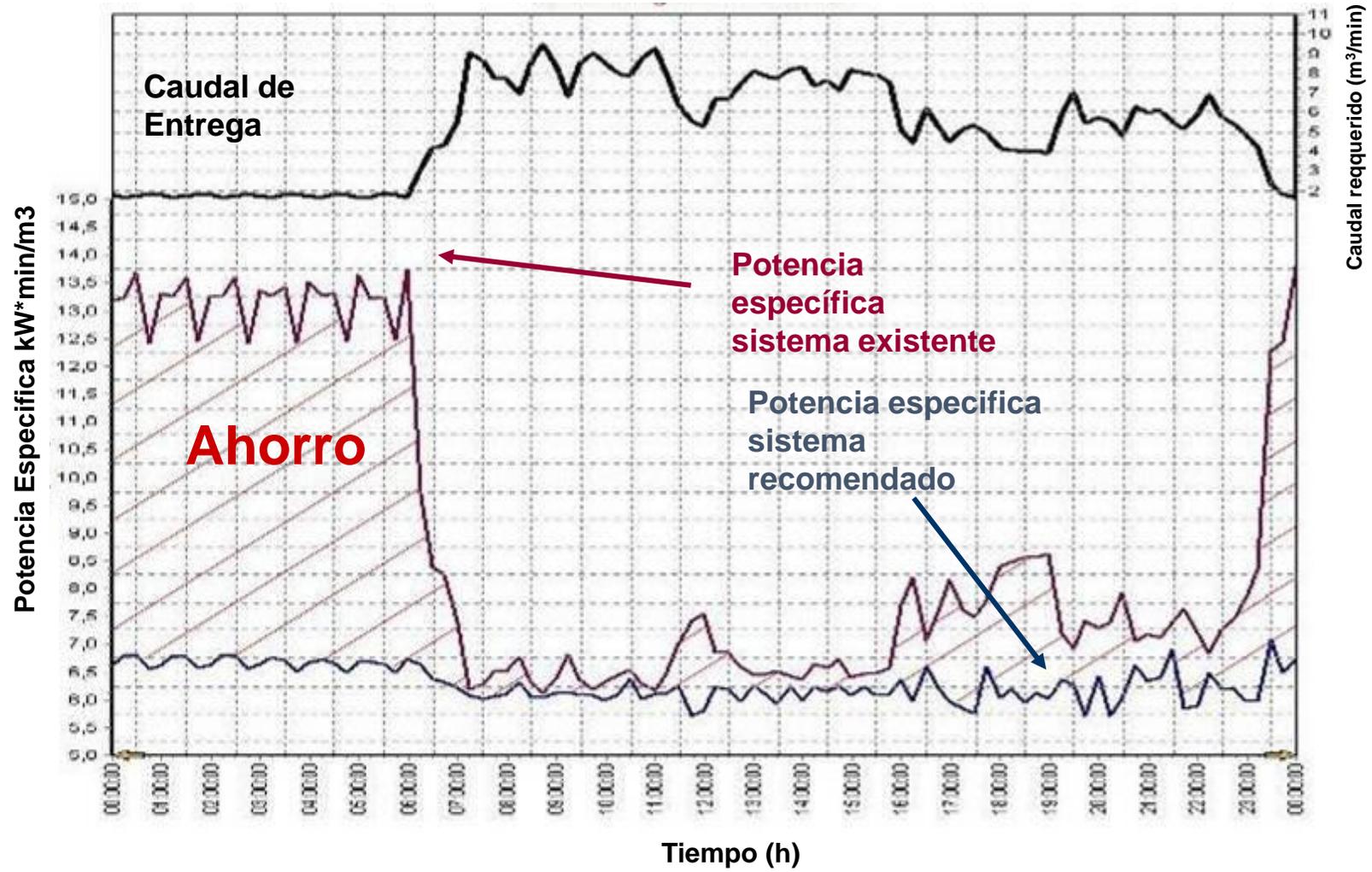


**CONTROL GAP (Hueco)**

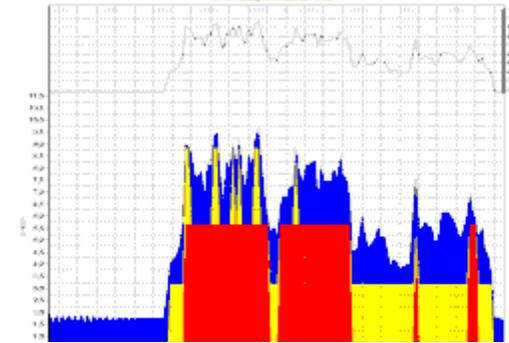
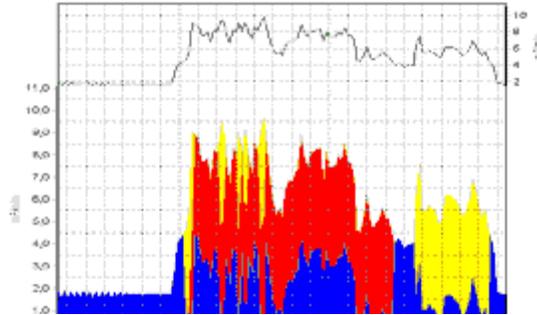
# Identificar la mejor solución



# Identificar la mejor solución



# Identificar la mejor solución



01: 30 kW-1  
7 bar  dual  quadro

02: 30 kW-2  
7 bar  dual  quadro

03: 30 kW-3  
7 bar  dual  quadro

4,48 m<sup>3</sup>/min

4,48 m<sup>3</sup>/min

4,48 m<sup>3</sup>/min

**Sistema existente:**  
**Potencia Especifica: 8,02 kW/(m<sup>3</sup>/min)**  
**Vacío: aprox. 10.800 kW-h**

01  
7 bar  dual  quadro

02  
7 bar  dual  quadro

03  
7 bar  dual  quadro

3,16 m<sup>3</sup>/min

3,16 m<sup>3</sup>/min

5,66 m<sup>3</sup>/min

**Sistema recomendado:**  
**Potencia especifica: 6,64 kW/(m<sup>3</sup>/min)**  
**Vacío: aprox. 5700 kW-h**

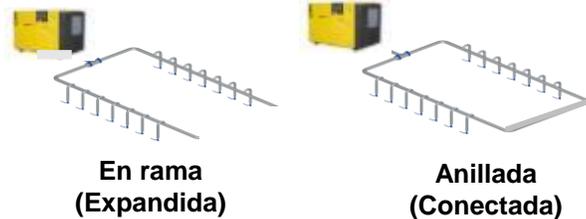
## Excesiva presión de trabajo



## Inadecuado control local o no existe sistema de control

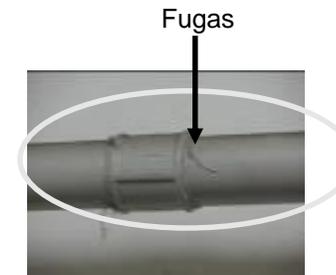


## Inadecuado dimensionamiento de la red

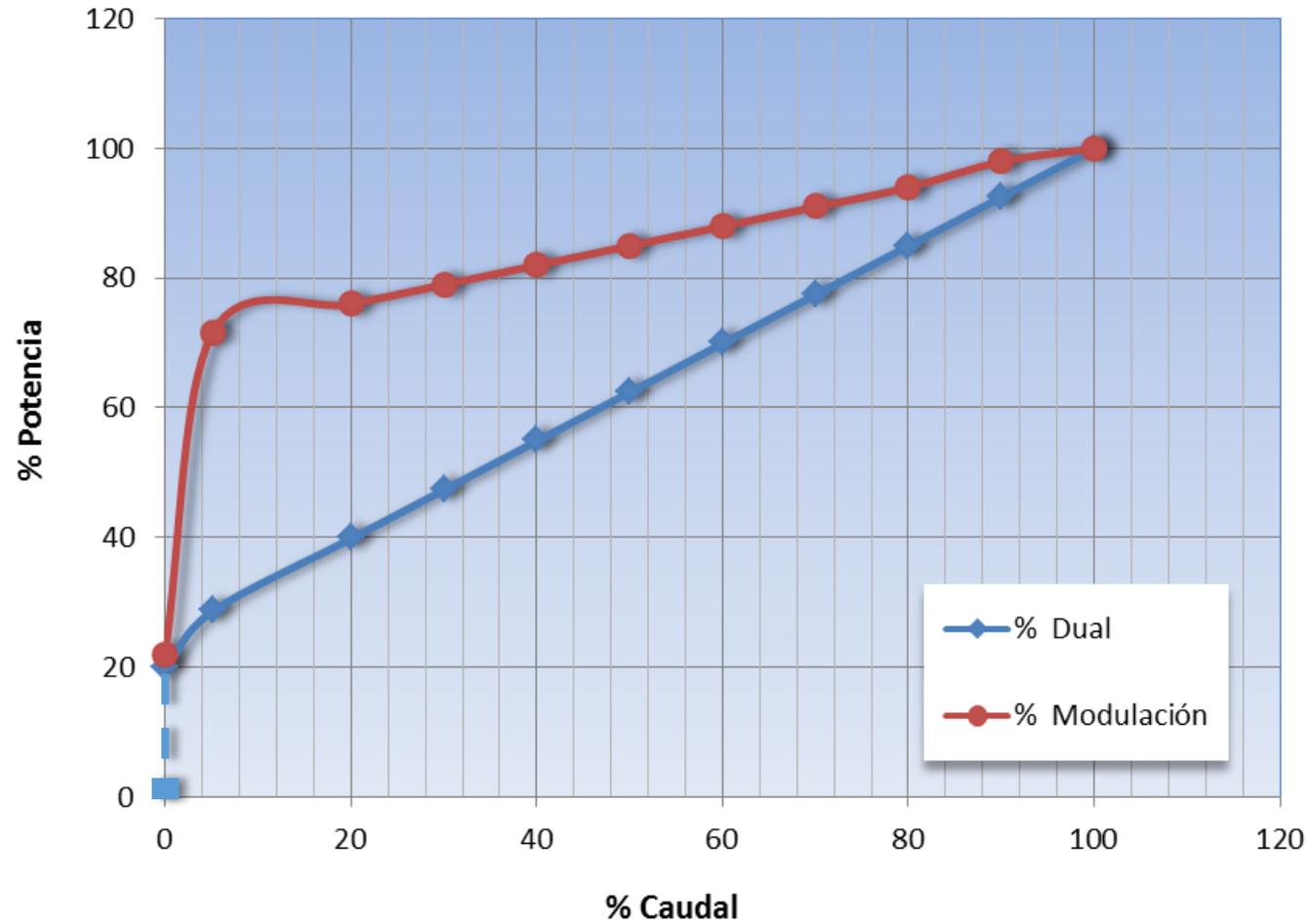


## Excesivas fugas

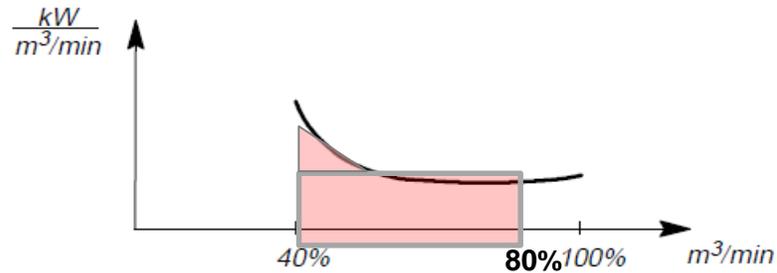
Diámetro 1 mm de fuga  
equivale a 65 litros por  
minuto a 6 bar



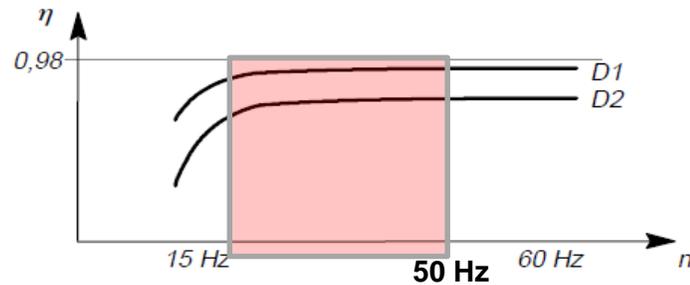
# Comparativa sistema de control compresores



# Curva de típica eficiencia de un compresor de velocidad variable



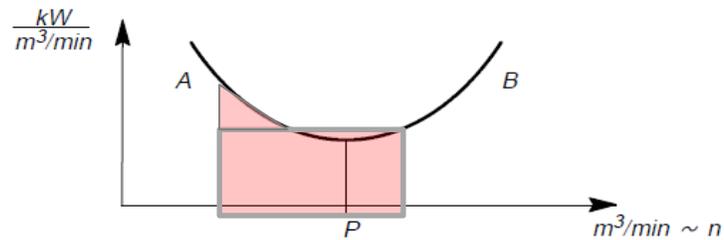
Comparado con un control dual, el ahorro de energía se alcanza sólo en el 40-80% del rango



Curva de eficiencia del motor y el convertidor de frecuencia

D1= Motor

D2= Convertidor

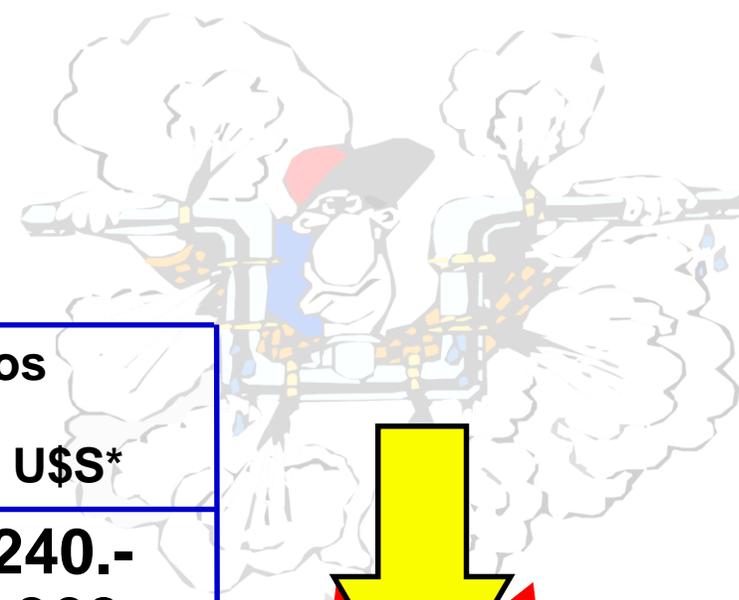


P optimum operating point

Eficiencia relacionada al FAD

P= Optimo punto

# Costo de las fugas



Diámetro fuga	Consumo de aire a 6 bar (g) m <sup>3</sup> /min	Costos	
		kW	U\$S*
● 1 mm	0,065	0,3	240.-
● 2 mm	0,240	1,7	1.360.-
● 4 mm	0,980	6,5	5.200.-
● 6 mm	2,120	12	9.600.-

\* Precio electricidad: 0,10 U\$S/kWh  
Horas de servicio: 8.000 hrs/año



Este pequeño  
agujero  
de 4,5 mm  
cuesta casi  
U\$S 500  
cada mes

## Equipamiento antiguo transformadas en alternativas eficientes

<p><b>Uso de motores de alta eficiencia (EFF/ IE)</b></p> 	<p><b>Uso de secadores refrigerativos ciclicos</b></p> 
<p><b>Uso de drenadores con sensores de nivel</b></p> 	<p><b>Uso de la Recuperacion del calor</b></p> 

## Instalación de aire comprimido Potencial ahorro energético



**Ahorro del 30 % o superior**



aprox. 6 %	Reducción de 1 bar presión
aprox. 4,5 %	Reduciendo fugas por la reducción de presión
aprox. 20 %	Fugas en la red de distribución
aprox. 3 %	Adecuar diámetros de tuberías
aprox. 10 %	Sistema de control eficiente
aprox. 10 %	Equipamiento eficiente

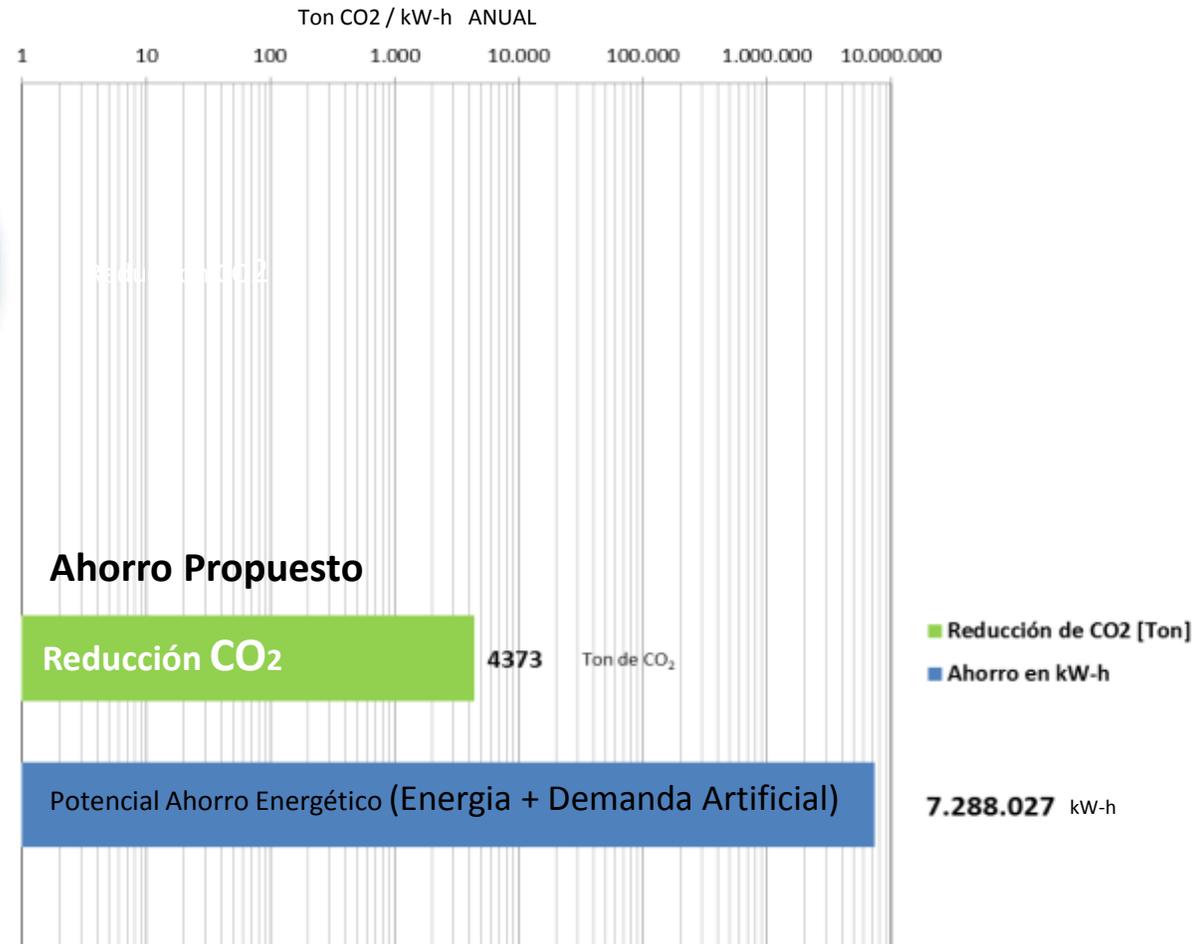
**AHORRO POTENCIAL**

Ahorros de energía adicionales  
por el sistema de recuperación  
de calor

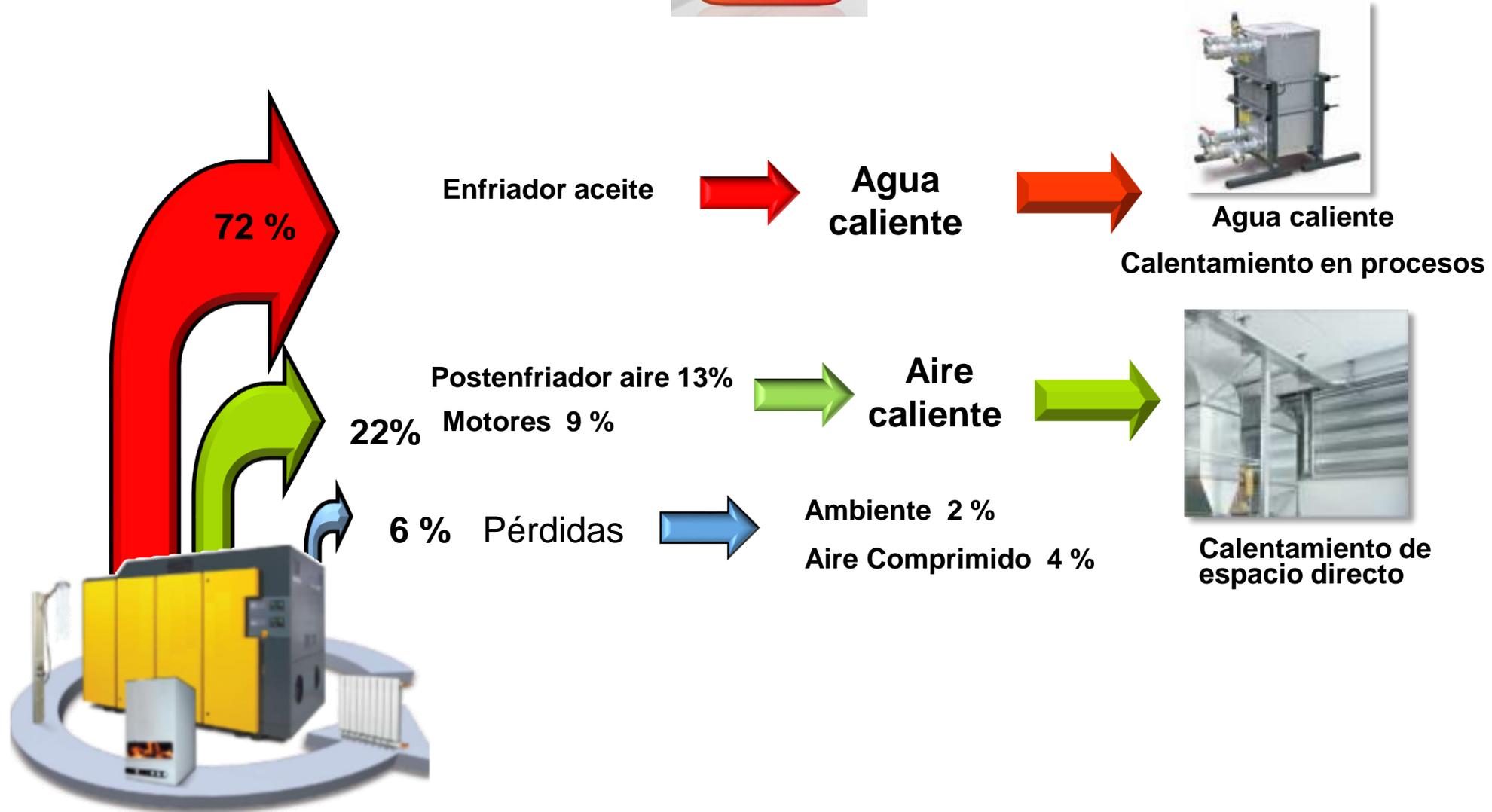
# Potencial ahorro energético y reducción de emisión de CO2 anual



**Cada 1.000 kW-h de consumo corresponden 0,6 toneladas de CO2 de emisión a la atmósfera.** Fuente: Nationwide power plant mix



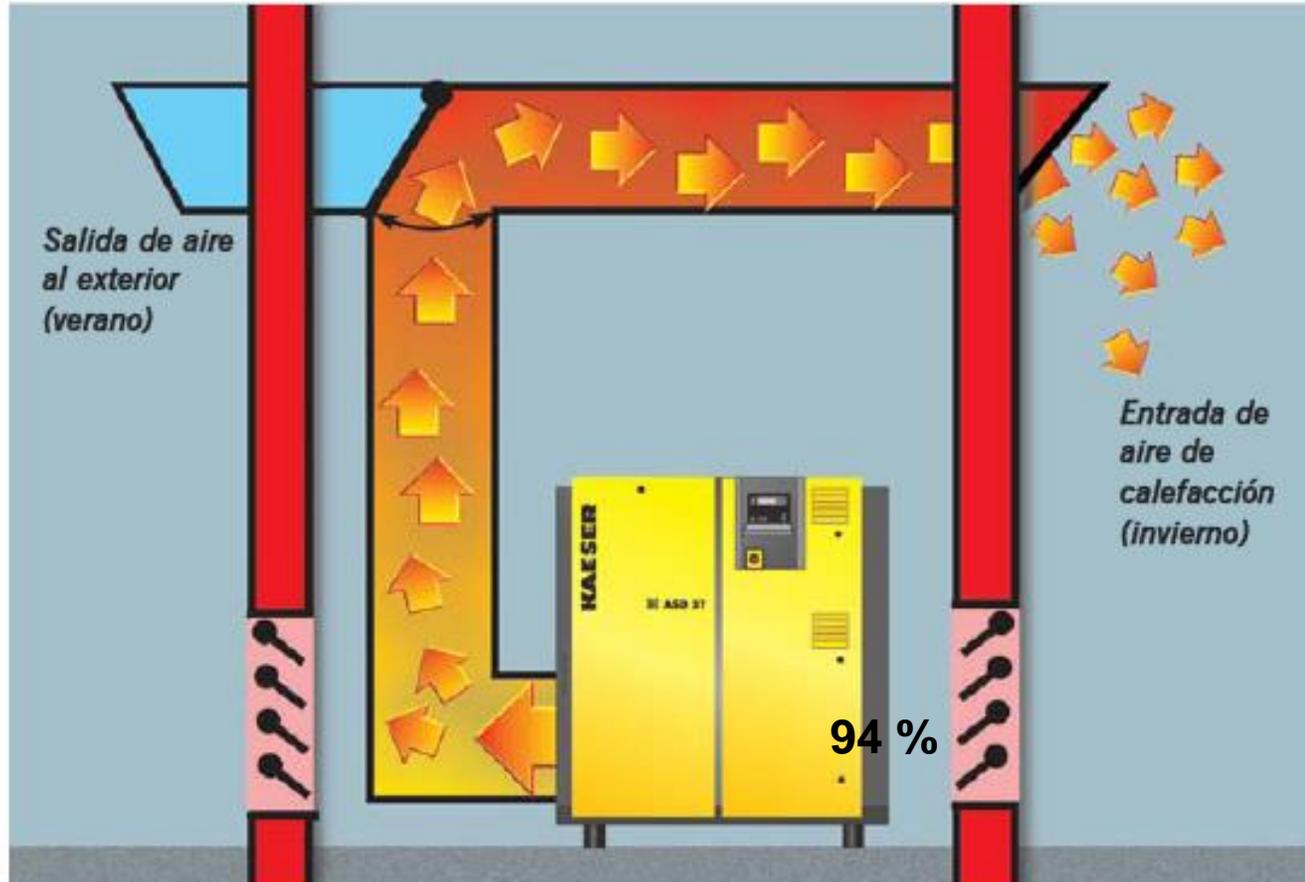
# Potencial recupero de energía



Cada litro del calor de aceite recuperado equivale a 2,72 kg de reducción de emisión de CO2.



## Compresores enfriados por aire





## Calentamiento de agua en compresores enfriados por aire y agua

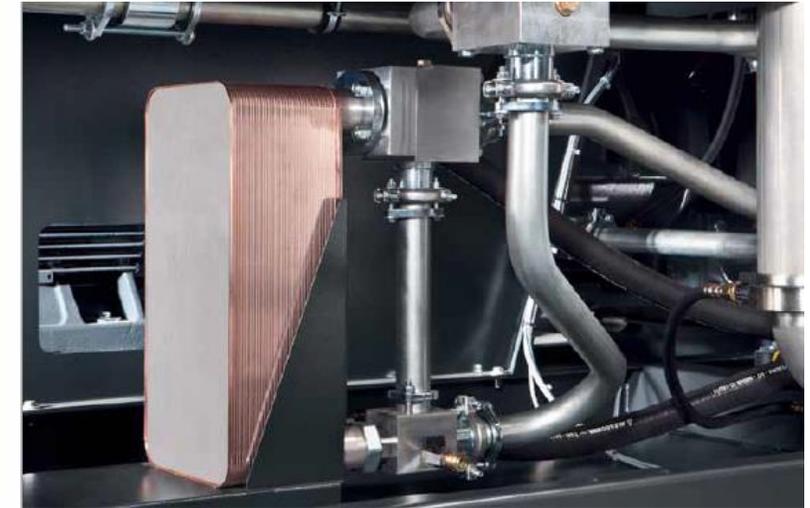
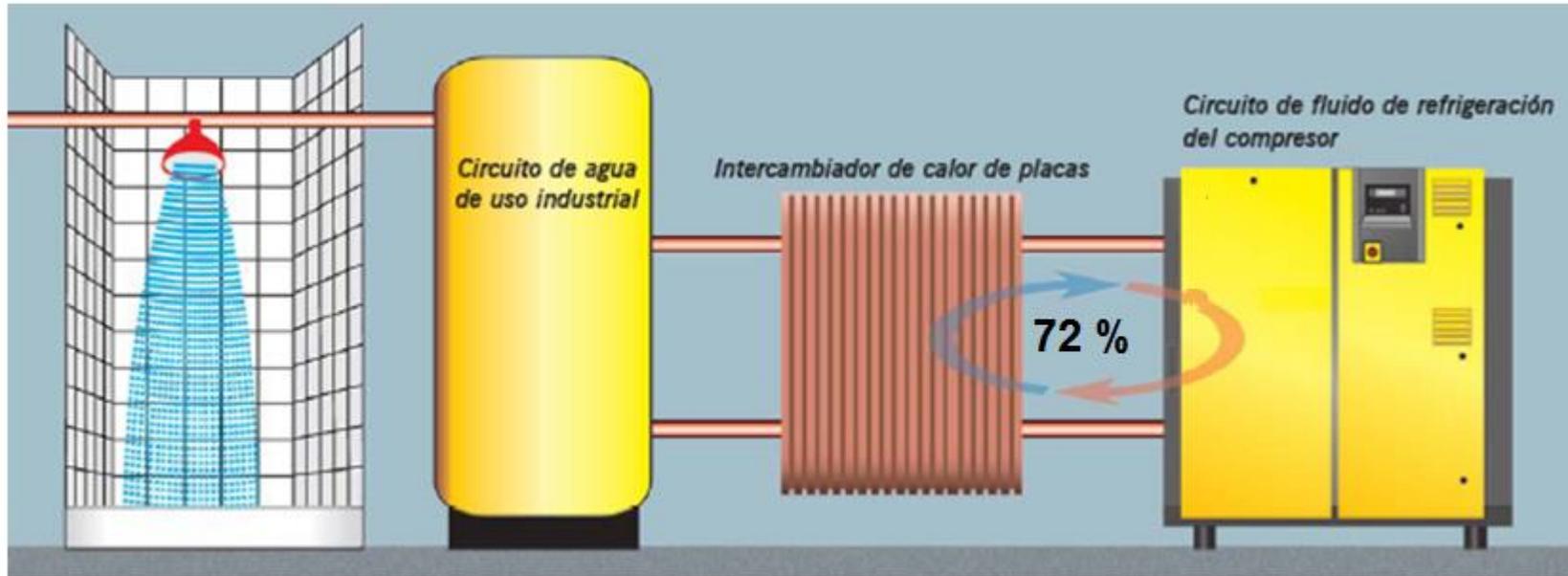
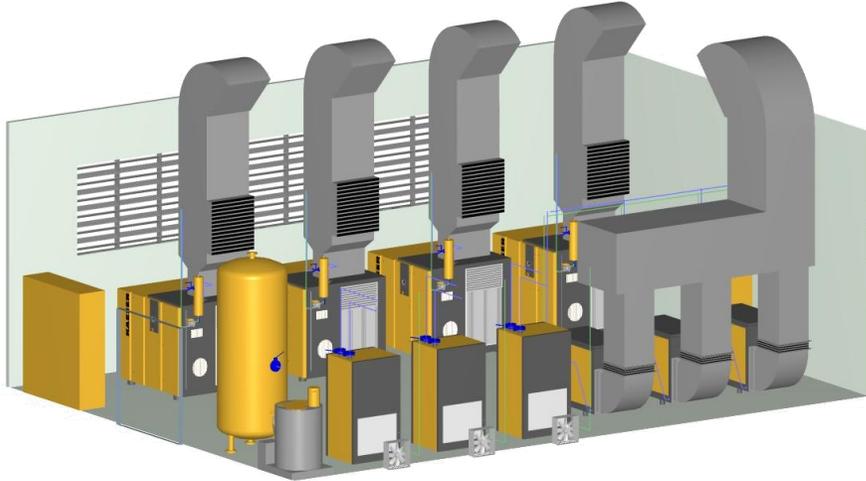


Ilustración 2: Sistema de recuperación del calor con producción de agua caliente - el intercambiador de calor calienta el agua hasta +70 °C

Ejemplo: Compresor 200 Kw Calor recuperable: 157 Kw= 134.678 Kcal/h

Caudal de Agua Caliente hasta 70° C, Delta T: 25°K Q<sub>ac</sub>= 5,77 m<sup>3</sup>/h

# Existe una instalación ideal para todas las aplicaciones?





**No incrementar el número de compresores y componentes en forma individual sin buscar soluciones integrales a medida.**



**Cada componente juega una parte importante en un todo de la calidad del aire y su funcionamiento.**



**No conformarse con un funcionamiento mediocre de la estación de aire instalada, siempre proponer mejoras.**



**Llevar al sistema de aire comprimido instalado hasta el mismo nivel de calidad que el resto de la empresa.**

## ¿Por qué hacer todo esto?

Para implementar un sistema de aire comprimido:



Eficiente



Confiable



Con calidad de aire



Presión constante



Ecológico

**PREGUNTAS ?**

**muchas gracias  
por su atención**