

XIII CONGRESO IBERO-AMERICANO DE CLIMATIZACIÓN Y REFRIGERACIÓN

LA COOPERACIÓN: DOS CONTINENTES, UNA SOLA VISIÓN

**SISTEMAS DE BOMBEO EFICIENTES
EN EDIFICIOS E INSTALACIONES
COMERCIALES –
ESTUDIO DE EFICIENCIA
Y AHORRO ENERGÉTICO
EN SISTEMAS DE BOMBAS**

Miguel Ángel Amézqueta Virgós
Ingeniero de Ventas



www.atecyr.org

www.fenercom.com

www.madrid.org

Índice

1

UNA RÁPIDA VISIÓN A LOS GASTOS ENERGÉTICOS



> AHORA, LAS EMPRESAS PUEDEN
AHORRAR LA MISMA CANTIDAD
DE ELECTRICIDAD QUE CONSUMEN

1.000
MILLONES
DE PERSONAS

VEAMOS LOS NÚMEROS...

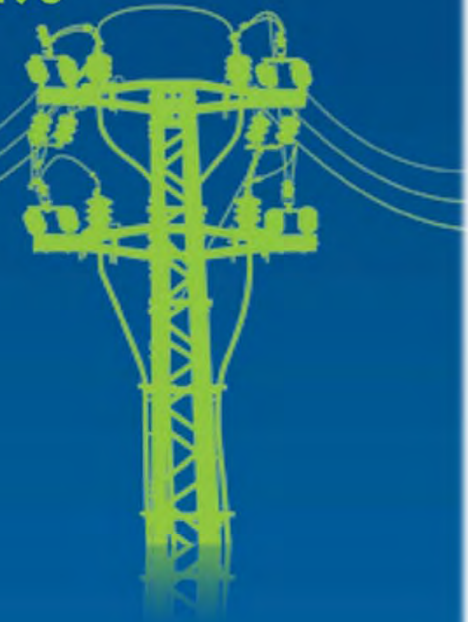


**Las bombas son responsables del
10% del consumo eléctrico mundial**

Es imprescindible controlar el consumo energético asociado al funcionamiento de los sistemas de bombas en instalaciones de climatización. Fuente: Europump – Compromiso energético del sector industrial europeo

Si sólo se utilizaran sistemas de bombeo de gran eficiencia, el mundo podría ahorrarse un 4%

4%



Fuente: Europump – Compromiso energético del sector industrial europeo

El 90%

de los motores de las bombas
podría ser más eficiente

Dos tercios

de todas las bombas podrían
ahorrar hasta un 60% de energía
si tuvieran variador de frecuencia



**¡AHORA MISMO PODRÍA ESTAR
AHORRANDO ENERGÍA!**

Fuente: Europump – Compromiso energético del sector industrial europeo

El 90%

de los motores de las bombas podría ser más eficiente

Dos tercios

de todas las bombas podrían ahorrar hasta un 60% de energía si tuvieran variador de frecuencia

CONSUMO ACTUAL DE LAS BOMBAS

- 10% de la energía eléctrica del mundo
- 259 TWh anuales en la UE
- 163 TWh en la industria de la UE
- 46 TWh en los sectores terciarios de la UE
- 50 TWh en el sector residencial de la UE

Fuente: Europump – Compromiso energético del sector industrial europeo

Índice

1

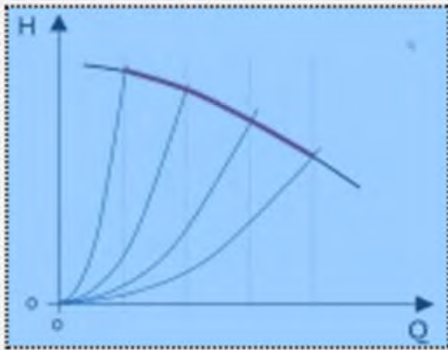
UNA RÁPIDA VISIÓN A LOS GASTOS ENERGÉTICOS

2

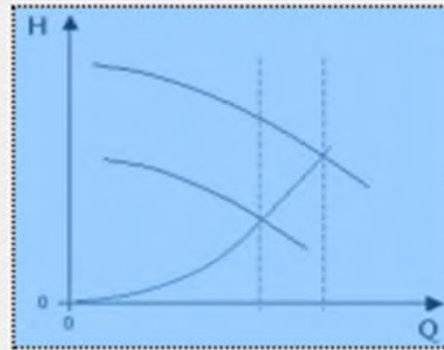
SISTEMAS DE CONTROL DE BOMBAS

SISTEMAS DE CONTROL DE BOMBAS

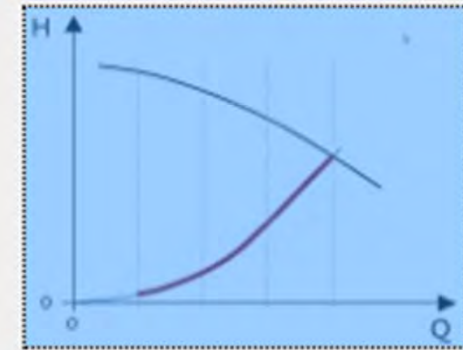
No controlada



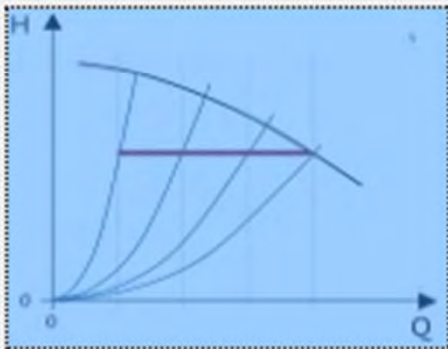
Curva constante



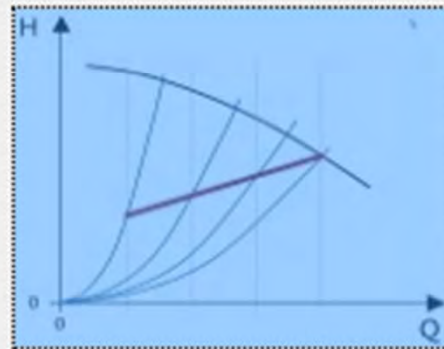
Control de la temperatura



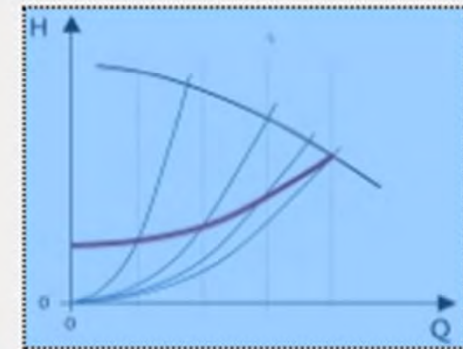
Presión diferencial constante



Presión Proporcional



Presión Proporcional, Externo



Para conseguir los objetivos de ahorro energético es imprescindible aplicar y seleccionar en fase de proyecto y puesta en marcha el modo de control de bombas más adecuado al diseño hidráulico en la instalación de clima.

LEY DE AFINIDAD

$$\frac{Q_2}{Q_1} = \frac{n_2}{n_1}$$

$$\frac{H_2}{H_1} = \left(\frac{n_2}{n_1} \right)^2$$

$$\frac{P_2}{P_1} = \left(\frac{n_2}{n_1} \right)^3$$

Caudal > RPM

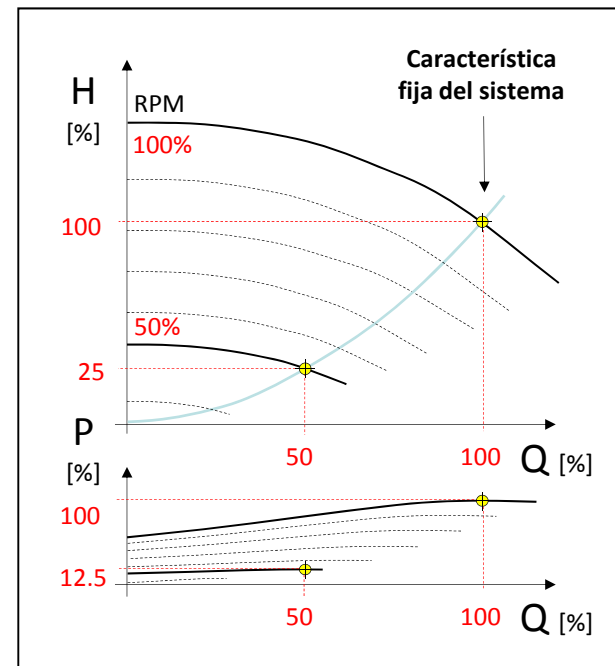
Altura > RPM

Potencia > RPM

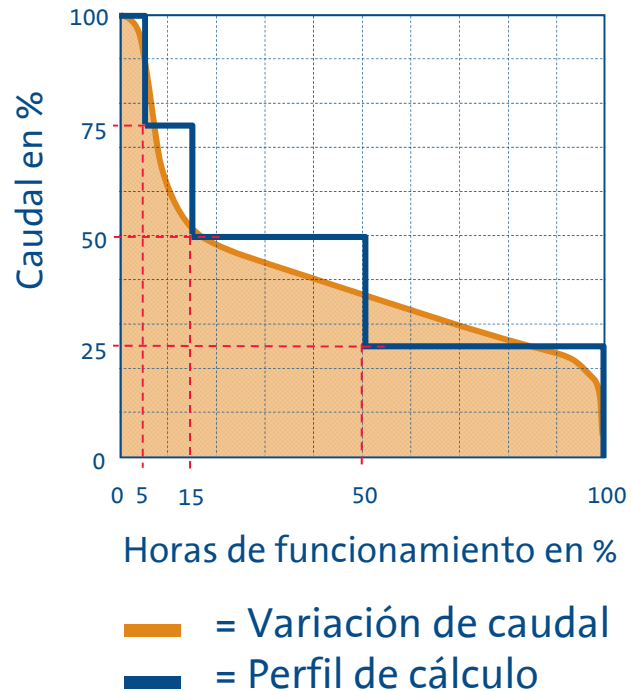
La ley de afinidad muestra la clara relación entre:

- RPM
- Caudal
- Altura
- Efecto

Reduciendo las **RPM** al **50%** da un **Caudal** al **50%**, pero la **Altura** desciende al **25%**, y la **Potencia** necesaria se reduce al **12,5%**.



EUROPUMPS



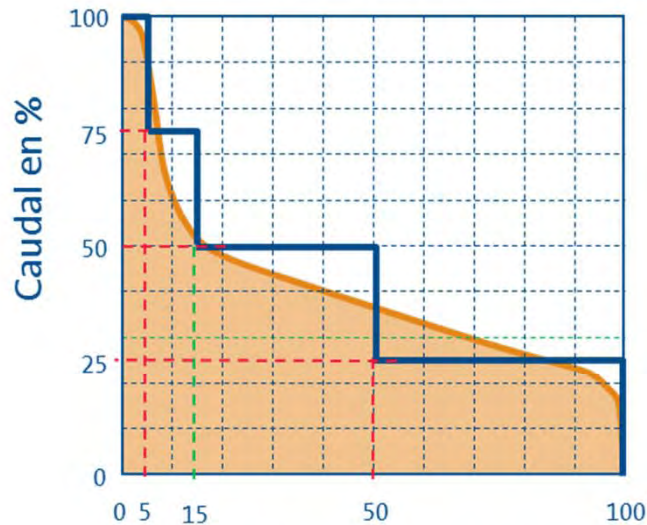
Caudal [%]	Horas [%]
100	6
75	15
50	35
25	44

Las horas de funcionamiento al año dependen del sistema, un año completo tiene 8,760 horas

Un perfil de carga, asociado a cada instalación y bien calculado, nos ayudará a un correcto dimensionamiento de las bombas de un sistema, siendo éste el primer paso para conseguir unos posibles ahorros energéticos.

PERFIL DE CARGA

ASHRAE



Horas de funcionamiento en %

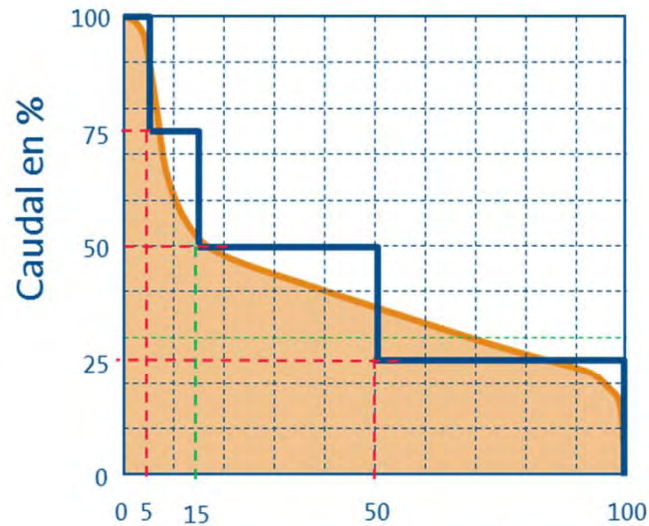
- = Variación de caudal
- = Perfil de cálculo

Caudal [%]	Horas [%]
100	1
75	42
50	45
25	12

Las horas de funcionamiento al año dependen del sistema, un año completo tiene 8,760 horas

PERFIL DE CARGA

EUROVENT



Horas de funcionamiento en %

- = Variación de caudal
- = Perfil de cálculo

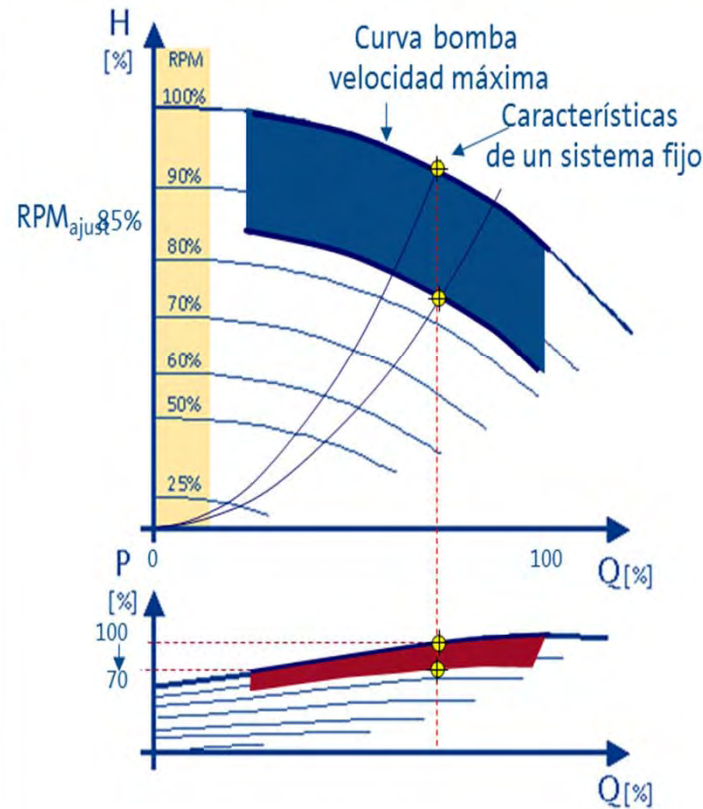
Caudal [%]	Horas [%]
100	3
75	33
50	41
25	23

Las horas de funcionamiento al año dependen del sistema, un año completo tiene 8,760 horas

MODO DE CONTROL: CURVA CONSTANTE



Curva constante; representación gráfica

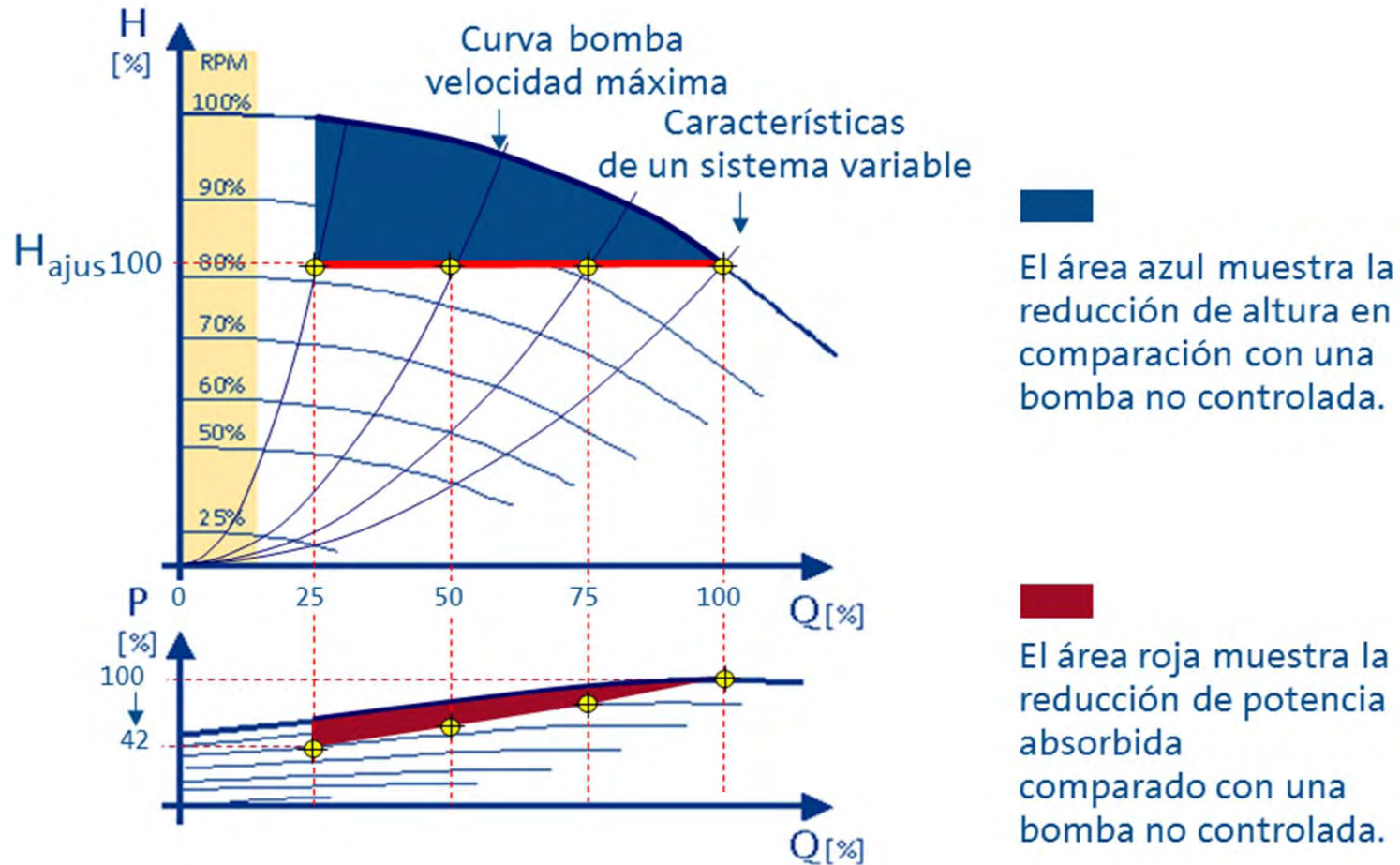


El área azul muestra la reducción de altura en comparación con una bomba no controlada.

El área roja muestra el efecto de reducción comparado con una bomba no controlada.

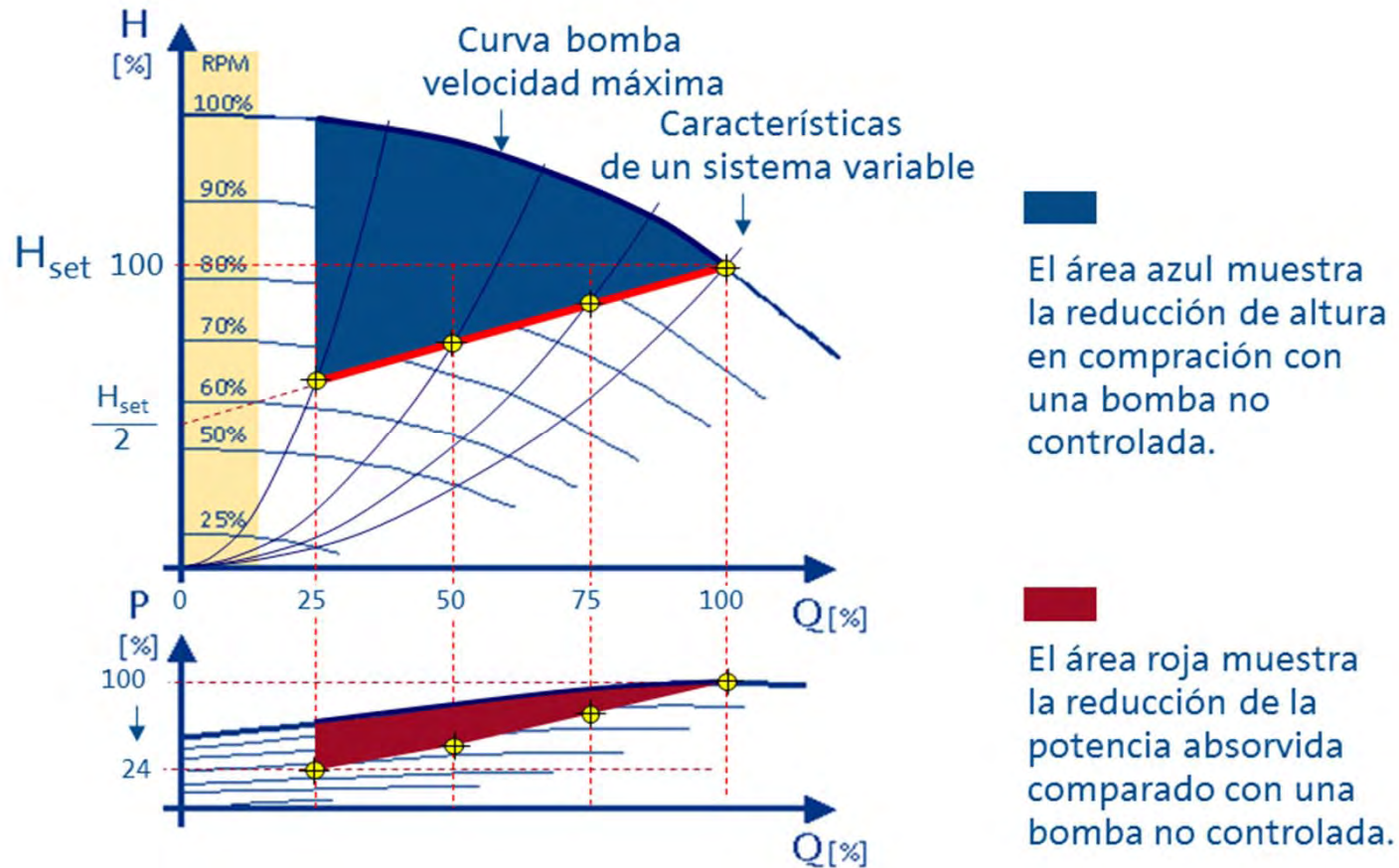
Se utiliza siempre que hay una demanda de caudal y presión constantes, la bomba se ajusta para el punto de trabajo que se desea, eliminando la necesidad de utilizar las tradicionales válvulas de regulación.

MODO DE CONTROL: PRESIÓN DIFERENCIAL CONSTANTE



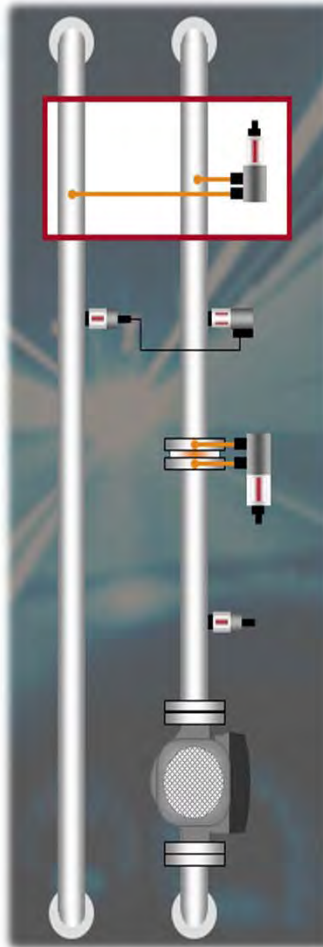
Se utiliza en sistemas de caudal variable con pérdidas de presión muy bajas y en sistemas abiertos donde la pérdida de presión de la tubería está subordinada a una determinada altura.

MODO DE CONTROL: PRESIÓN DIFERENCIAL PROPORCIONAL INTEGRADA EN BOMBA

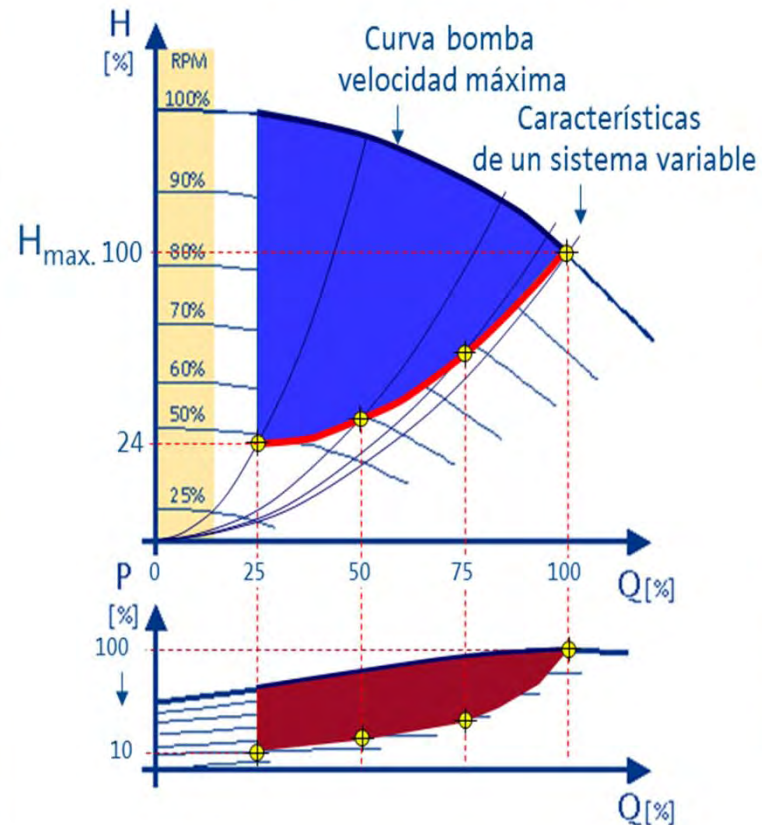


Se utiliza en la mayoría de los sistemas de circulación de HVAC. En este modo, la bomba adapta continuamente su rendimiento a la demanda de caudal variable.

MODO DE CONTROL: PRESIÓN DIFERENCIAL PROPORCIONAL MEDIDA EN EL SISTEMA



Presión proporcional; representación gráfica

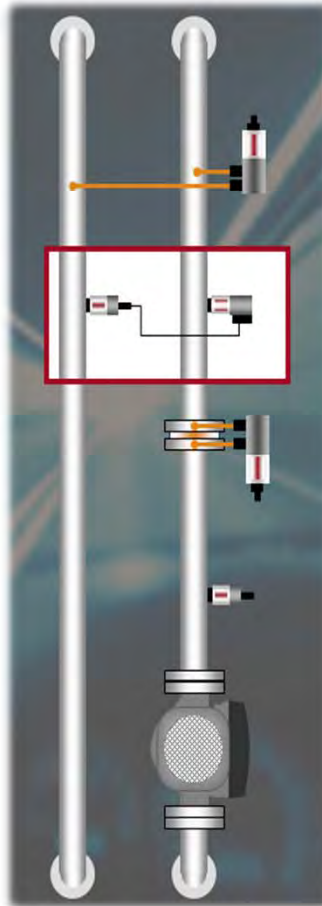


El área azul muestra la reducción de altura en comparación con una bomba no controlada.

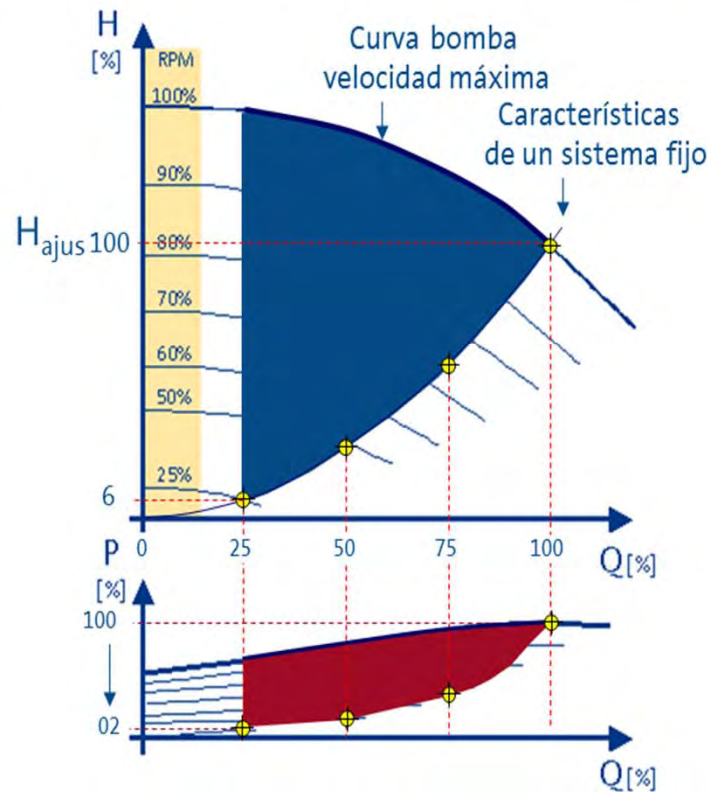
El área roja muestra el efecto de reducción comparado con una bomba no controlada.

Se utiliza en los mismos sistemas que en el caso de presión proporcional pero con mayores expectativas de ahorro energético, al medir la presión diferencial en el sistema y no en la unidad de bombeo.

MODO DE CONTROL: TEMPERATURA DIFERENCIAL CONSTANTE



Control de temperatura; representación gráfica



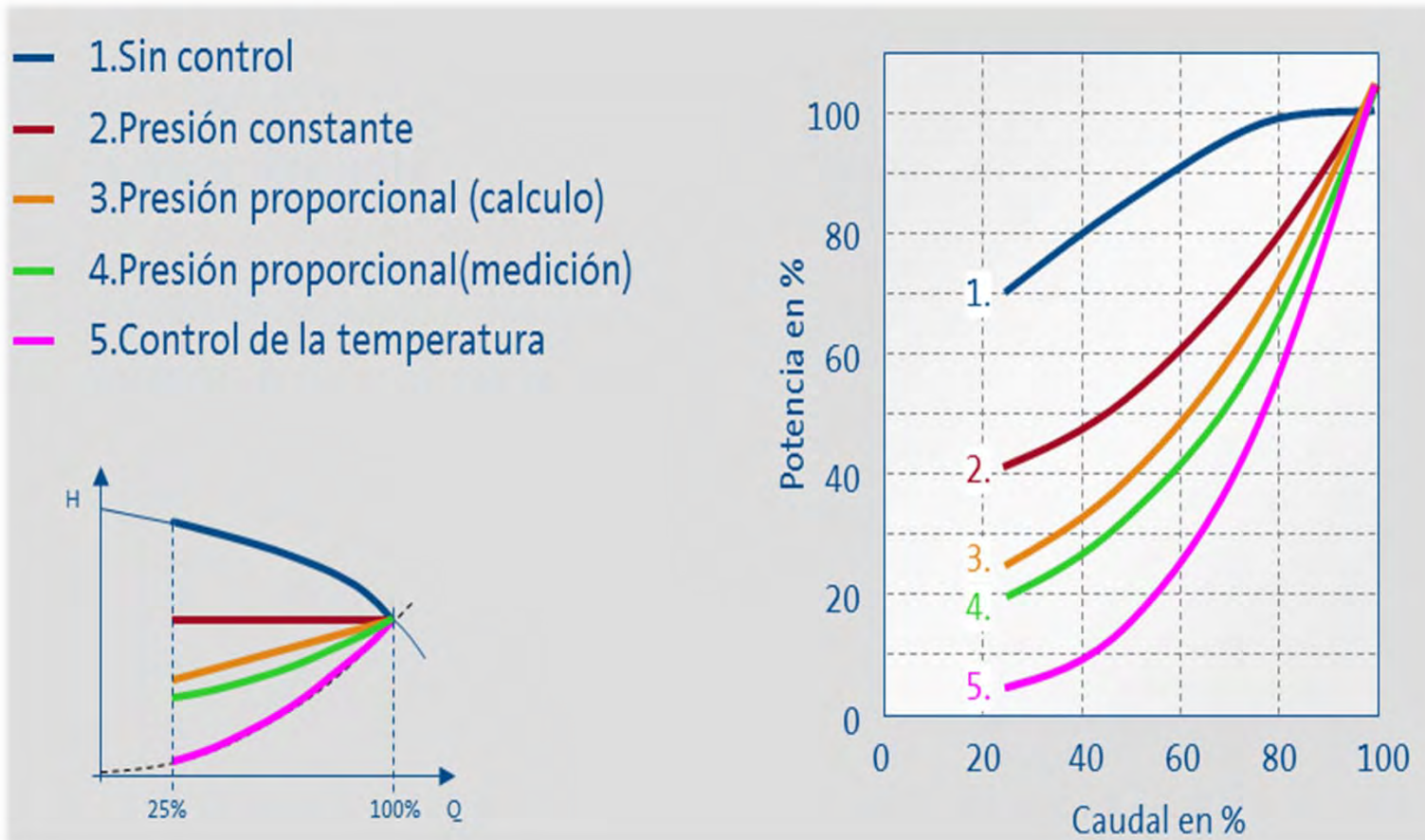
El área azul muestra la reducción de altura en comparación con una bomba no controlada.

El área roja muestra el efecto de reducción comparado con una bomba no controlada.

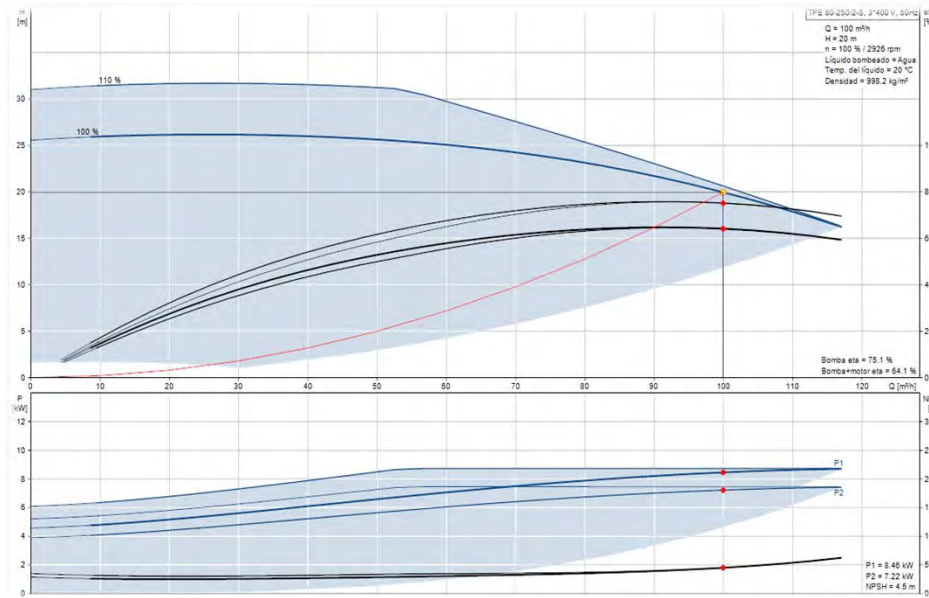
Se usa en sistemas de caudal variable donde se requiere una temperatura constante del líquido para un punto de trabajo determinado; de este modo, al estar la bomba totalmente a cargo del caudal, el uso de válvulas de control se hace prácticamente innecesario.

En sistemas con caudal variable se pueden conseguir ahorros significativos. El ahorro total depende del modo de control.

El gráfico muestra los ahorros según los diferentes modos de control.



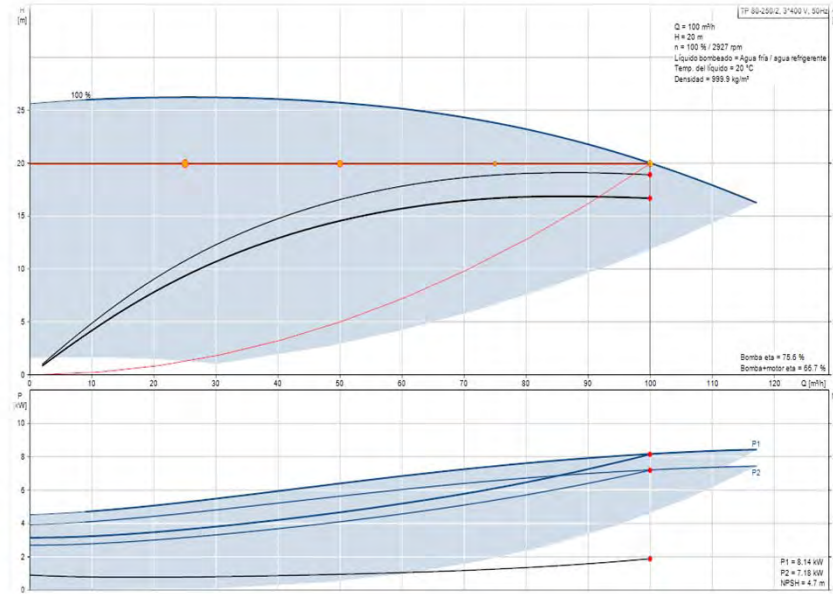
MODO DE CONTROL: CURVA CONSTANTE



GRADO DE EFICIENCIA DEL MOTOR: IE3

PERFIL	HORAS AÑO	% CAUDAL	CAUDAL	PERDIDA DE CARGA	RENDIMIENTO MECANICO	P2	RENDIMIENTO MOTOR	RENDIMIENTO TOTAL	P1	TOTAL POR Nº DE HORAS	PRECIO KWH
	7200		m3/h	mca		KW	IE3		KW	KW	0,14 €
3%	216,00	100%	100	20	75,10%	7,26	90,10%	67,67%	8,05	1.740	243,55 €
33%	2376,00	75%	75	23,9	73,50%	6,65	90,10%	66,22%	7,38	17.524	2.453,33 €
41%	2952,00	50%	50	25,6	62,00%	5,63	90,10%	55,86%	6,24	18.431	2.580,31 €
23%	1656,00	25%	25	26,3	39,50%	4,54	90,10%	35,59%	5,03	8.336	1.167,07 €
100%	6984,00									44.291	6.200,70 €

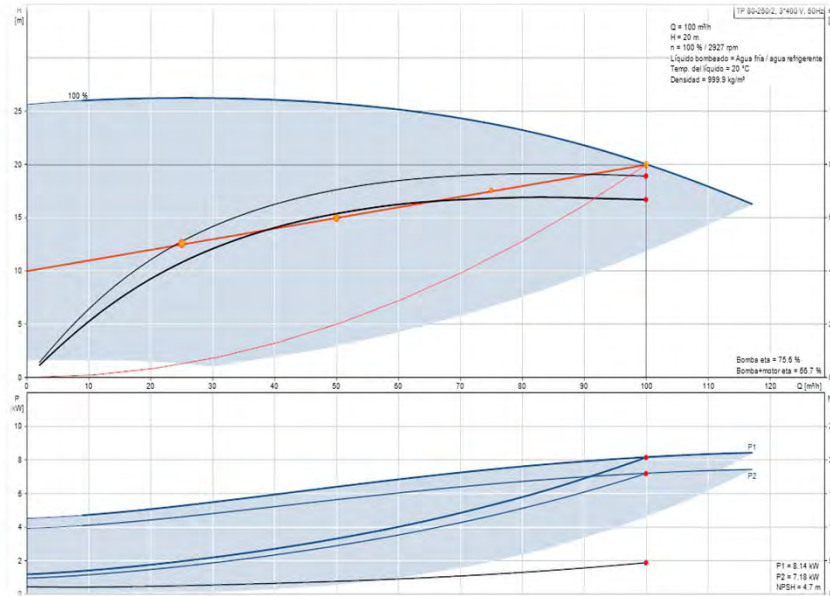
MODO DE CONTROL: PRESIÓN DIFERENCIAL CONSTANTE



GRADO DE EFICIENCIA DEL MOTOR: IE3

PERFIL	HORAS AÑO	% CAUDAL	CAUDAL	PERDIDA DE CARGA	RENDIMIENTO MECANICO	P2	RENDIMIENTO MOTOR	RENDIMIENTO TOTAL	P1	TOTAL POR Nº DE HORAS	PRECIO KWH
	7200		m3/h	mca		KW	IE3		KW	KW	0,14 €
3%	216,00	100%	100	20	75,10%	7,26	90,10%	67,67%	8,05	1.740	243,55 €
33%	2376,00	75%	75	20	74,80%	5,44	90,10%	67,39%	6,04	14.346	2.008,39 €
41%	2952,00	50%	50	20	65,60%	4,15	90,10%	59,11%	4,61	13.609	1.905,24 €
23%	1656,00	25%	25	20	42,90%	3,18	90,10%	38,65%	3,52	5.837	817,17 €
100%	6984,00									33.791	4.730,80 €

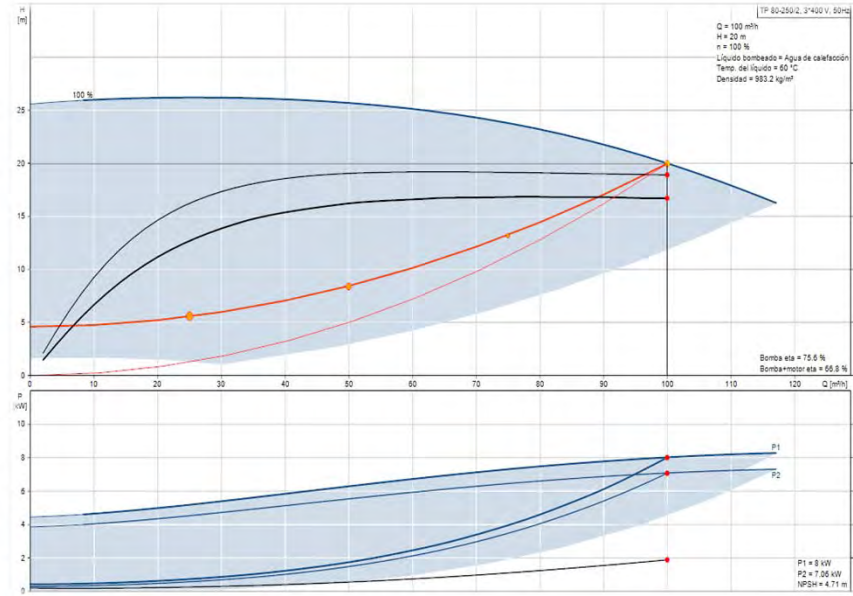
MODO DE CONTROL: PRESION DIFERENCIAL PROPORCIONAL (INTEGRADA EN BOMBA)



GRADO DE EFICIENCIA DEL MOTOR: IE3

PERFIL	HORAS AÑO	% CAUDAL	CAUDAL	PERDIDA DE CARGA	RENDIMIENTO MECANICO	P2	RENDIMIENTO MOTOR	RENDIMIENTO TOTAL	P1	TOTAL POR Nº DE HORAS	PRECIO KWH
	7200		m3/h	mca		KW	IE3		KW	KW	0,14 €
3%	216,00	100%	100	20	75,10%	7,26	90,10%	67,67%	8,05	1.740	243,55 €
33%	2376,00	75%	75	17,5	73,50%	4,87	90,10%	66,22%	5,40	12.831	1.796,37 €
41%	2952,00	50%	50	15	62,00%	3,30	90,10%	55,86%	3,66	10.799	1.511,90 €
23%	1656,00	25%	25	12,6	39,50%	2,17	90,10%	35,59%	2,41	3.994	559,13 €
100%	6984,00									27.624	3.867,40 €

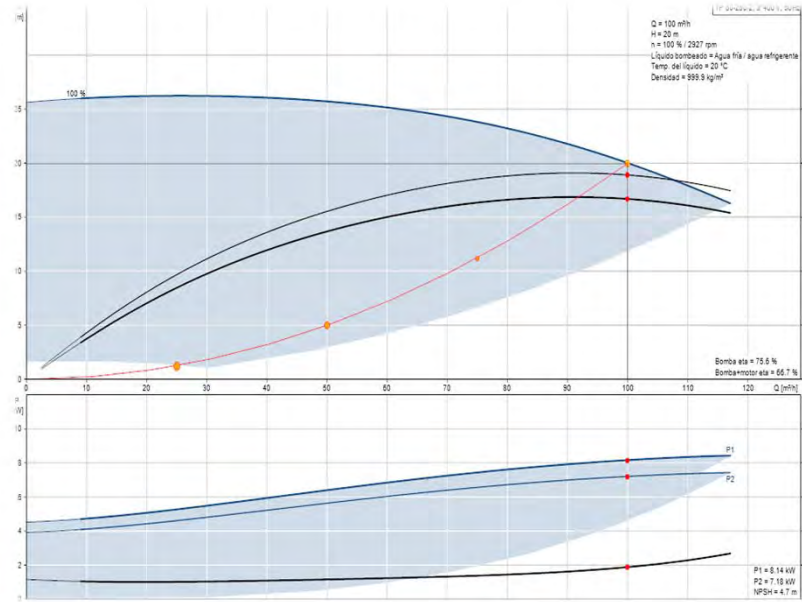
MODO DE CONTROL: PRESION DIFERENCIAL PROPORCIONAL MEDIDA EN EL SISTEMA



GRADO DE EFICIENCIA DEL MOTOR: IE3

PERFIL	HORAS AÑO	% CAUDAL	CAUDAL	PERDIDA DE CARGA	RENDIMIENTO MECANICO	P2	RENDIMIENTO MOTOR	RENDIMIENTO TOTAL	P1	TOTAL POR Nº DE HORAS	PRECIO KWH
	7200		m3/h	mca		KW	IE3		KW	KW	0,14 €
3%	216,00	100%	100	20	75,10%	7,26	90,10%	67,67%	8,05	1.740	243,55 €
33%	2376,00	75%	75	13,5	75,90%	3,63	90,10%	68,39%	4,03	9.585	1.341,95 €
41%	2952,00	50%	50	8	75,20%	1,45	90,10%	67,76%	1,61	4.749	664,81 €
23%	1656,00	25%	25	6	63,30%	0,65	90,10%	57,03%	0,72	1.187	166,14 €
100%	6984,00									15.521	2.172,90 €

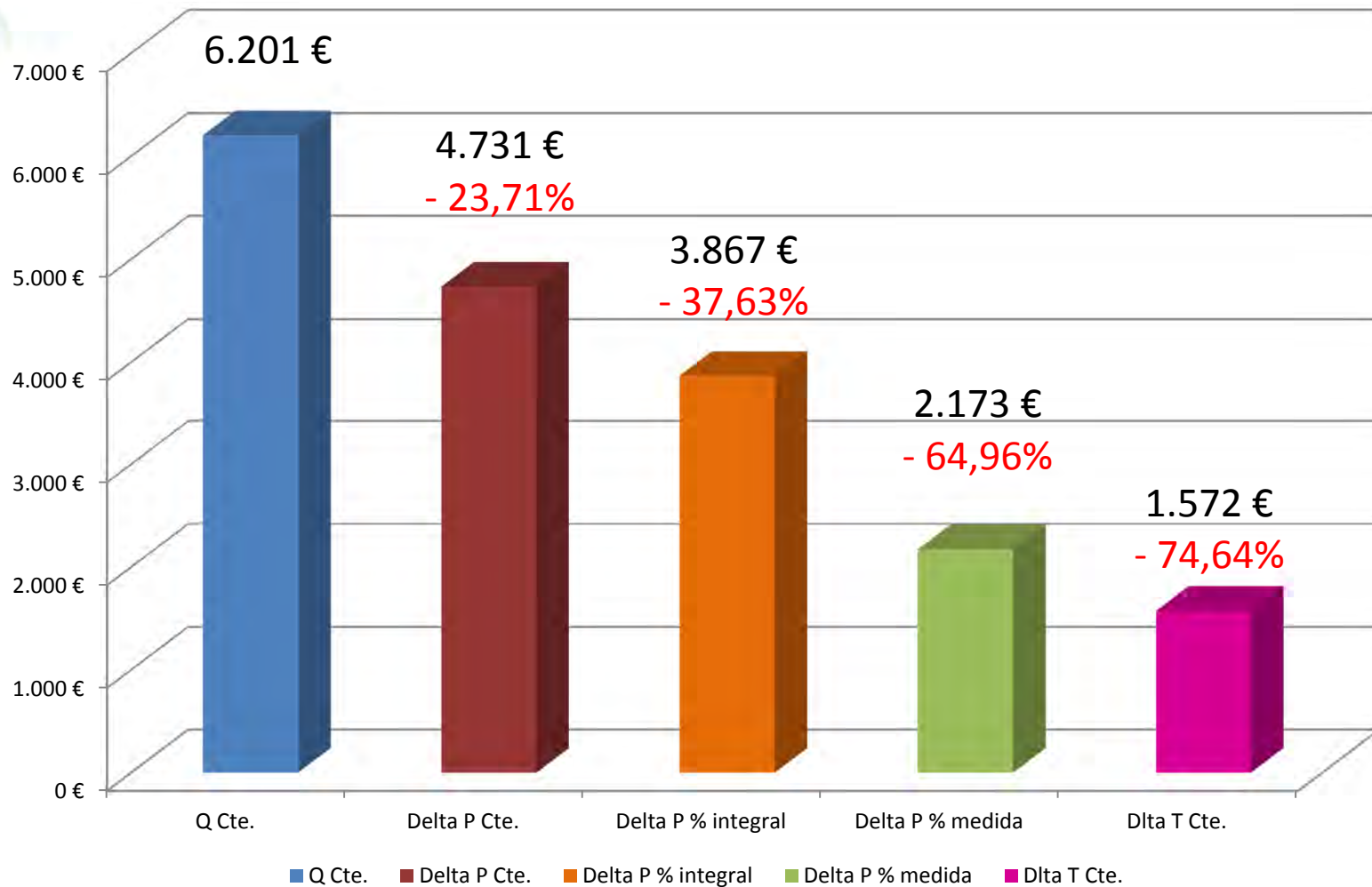
MODO DE CONTROL: TEMPERATURA DIFERENCIAL CONSTANTE



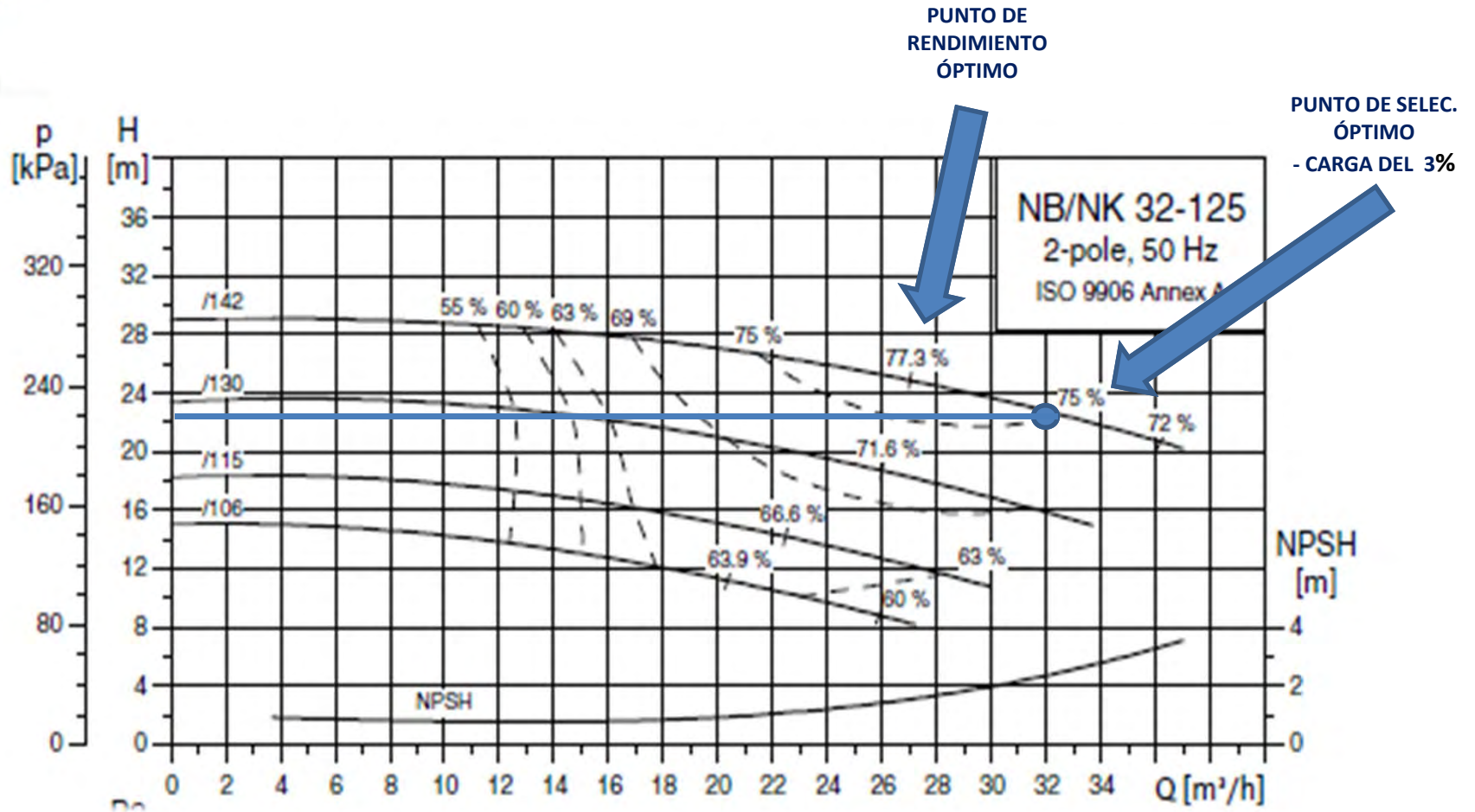
GRADO DE EFICIENCIA DEL MOTOR: IE3

PERFIL	HORAS AÑO	% CAUDAL	CAUDAL	PERDIDA DE CARGA	RENDIMIENTO MECANICO	P2	RENDIMIENTO MOTOR	RENDIMIENTO TOTAL	P1	TOTAL POR Nº DE HORAS	PRECIO KWH
	7200		m3/h	mca		KW	IE3		KW	KW	0,14 €
3%	216,00	100%	100	20	75,10%	7,26	90,10%	67,67%	8,05	1.740	243,55 €
33%	2376,00	75%	75	11,1	75,95%	2,99	90,10%	68,43%	3,31	7.876	1.102,66 €
41%	2952,00	50%	50	5	75,85%	0,90	90,10%	68,34%	1,00	2.942	411,94 €
23%	1656,00	25%	25	2,5	75,80%	0,22	90,10%	68,30%	0,25	413	57,81 €
100%	6984,00									11.232	1.572,41 €

AHORROS ENERGÉTICOS ANUALES

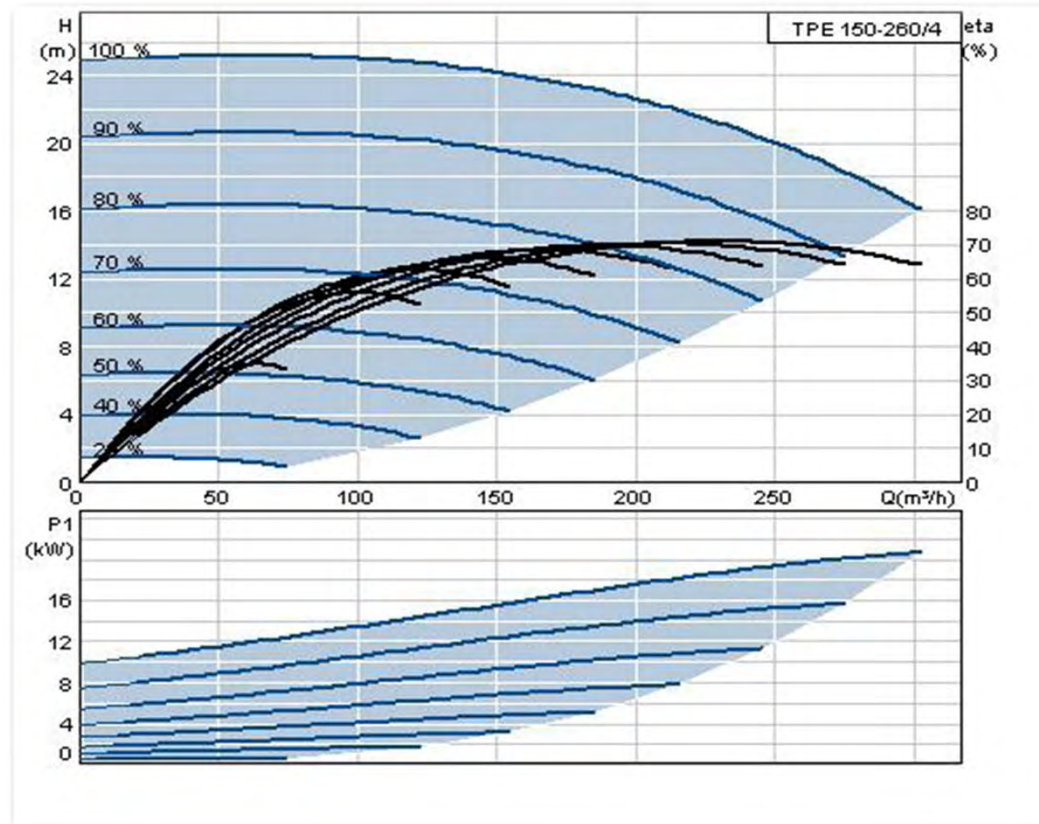


SELECCIÓN DE UNA BOMBA



- Máximo rendimiento a plena carga y mejora del este a cargas parciales, según perfil de carga.
- Incremento de rendimiento a lo largo de vida útil (al envejecer tuberías)

FLUCTUACIÓN DE FRECUENCIAS DISPONIBLES EN EL MOTOR

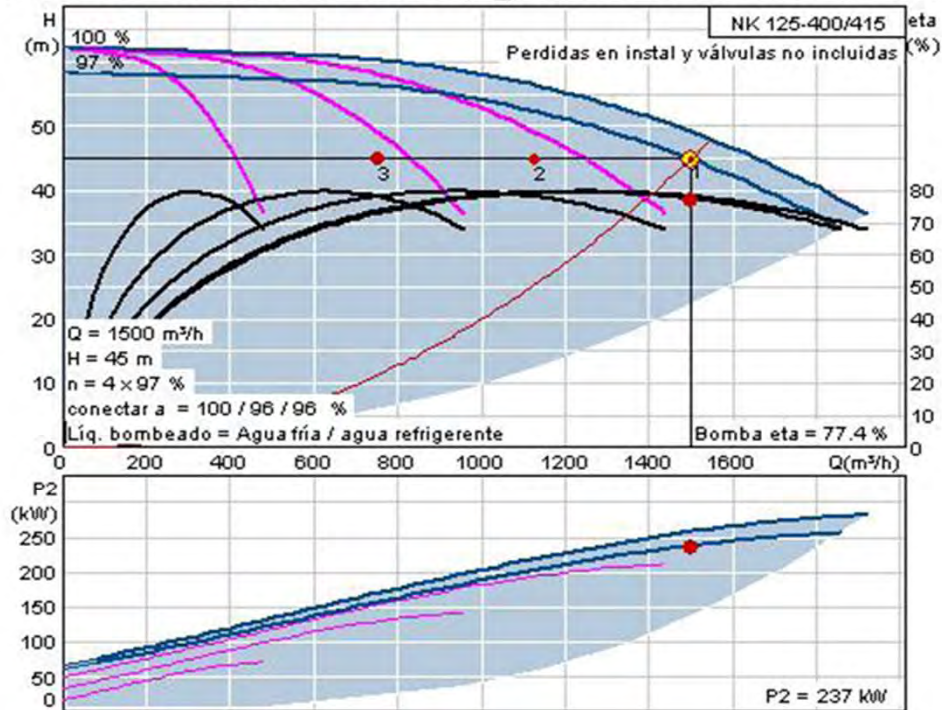


MAYOR EFICIENCIA:

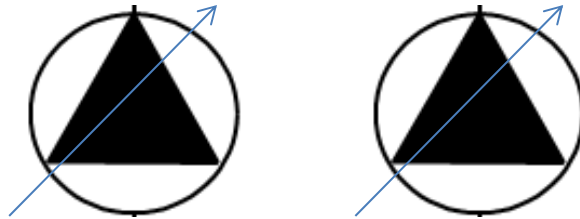
ES RECOMENDABLE TRABAJAR ENTRE FRECUENCIAS DEL 50% Y 100% RESPECTO A LA FRECUENCIA NOMINAL DE 50 Hz.

Bombas en paralelo con variador frecuencia en cada motor

Motores en funcionamiento, girando a la misma velocidad



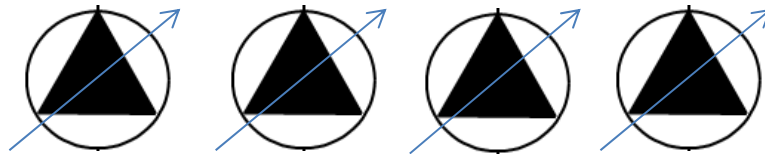
FRACCIONAMIENTO DE POTENCIA



75 KW + 75 KW

INVERSION

TOTAL : 150 KW



25 KW + 25 KW + 25 KW + 25 KW

TOTAL : 100 KW

- VENTAJAS:
- Menor coste de explotación
- Menores costes de mantenimiento
- Mayor acercamiento al perfil de carga del sistema
- Menor riesgo de dejar de dar servicio al sistema
- Mayor rango de caudales ofrecidos al sistema
- Mayor eficiencia estacional del sistema de bombeo



¿POR QUÉ BOMBAS CON CONTROL DE VELOCIDAD? BENEFICIOS:

Ahorro de Energía

- Reduce el coste del ciclo de vida y la emisión de CO2

Más confort

- Reduce el ruido producido en la instalación
- Presión constante
- Sin golpe de ariete

Hace que el proceso funcione en armonía

- Se adapta automáticamente a los cambios del sistema

Reduce el coste total del sistema

- Las bombas con control de velocidad, reducen considerablemente el número de válvulas en la instalación, con respecto a sistemas de caudal constante

Protección de la bomba, motor y electrónica

Mayor durabilidad

- Reduce el estrés del motor, la bomba y el sistema
- Protección total del motor electrónicamente



PRECAUCIONES EN LA EXPLOTACIÓN DE BOMBAS CON VARIADOR DE FRECUENCIA

- **No bajar mas del 20% frecuencia nominal**
 - Problemas de refrigeración de los cierres mecánicos de la bomba
 - Problemas de refrigeración del motor en bajas frecuencias
- **Instalar en los variadores filtros contra armónicos para evitar posibles interferencias a otros elementos del sistema**
 - Problemas de interferencias con otros elementos de control electrónico
- **Importante controlar y sincronizar apertura y cierre de válvulas motorizadas en impulsión bombas con el arranque y parada de bombas con variador frecuencia (a partir de 4" según RITE)**
 - Problemas de retroceso de flujo por desequilibrio de presiones en el circuito controlado por la válvula motorizada
(Revisado y anulado por el nuevo RITE)

Índice

1

UNA RÁPIDA VISIÓN A LOS GASTOS ENERGÉTICOS

2

SISTEMAS DE CONTROL DE BOMBAS

3

BOMBAS INTELIGENTES PARA APLICACIONES DE HVAC



BOMBAS INTELIGENTES PARA APLICACIONES HVAC

Más allá de la electrónica - TPE3 es la bomba inteligente

Puesta en marcha más fácil que nunca



Comunicación sin cables

Récord insuperable en eficiencia

UNA BOMBA CON INTELIGENCIA DE SERIE



- Contador de energía térmica
- *AUTOADAPT*
- *FLOWLIMIT*
- Control ΔT
- Control ΔP



MÚLTIPLES APLICACIONES



MÚLTIPLES APLICACIONES



XIII CONGRESO IBERO-AMERICANO DE CLIMATIZACIÓN Y REFRIGERACIÓN

LA COOPERACIÓN: DOS CONTINENTES, UNA SOLA VISIÓN



GRACIAS POR SU ATENCIÓN



www.atecyr.org

www.fenercom.com

www.madrid.org