

JORNADA TECNICA
“Autoconsumo Distribuido”

Madrid 17.01.2012

Microcogeneración

Cogeneración a Pequeña Escala

BOSCH TERMOTECNIA



BOSCH TERMOTECNIA

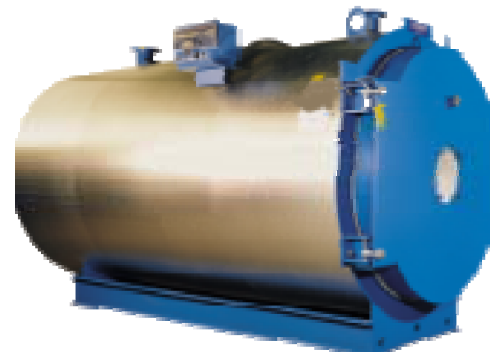
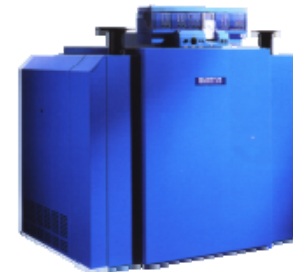
- Calderas de pie
- Calderas murales
- Energías renovables
 - Solar térmica y fotovoltaica
 - Geotermia y Aerotermia
- Acumuladores de a.c.s.
- Cogeneración
- Regulaciones



Calderas convencionales y de condensación de gas y gasóleo

Logano/ Logano plus desde 500 a 19.200 kW

Calderas de pie



Calderas de fundición y acero

Calderas murales

Calderas de condensación

Logamax plus

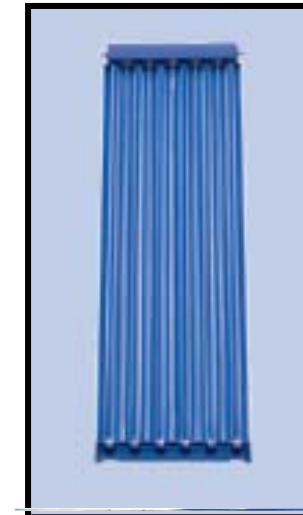
80/100 kW (hasta 800 kW en cascada)



Energía solar térmica



**Colectores, acumuladores, estaciones
solares, regulaciones y accesorios**



Vaciosol

**Sistemas solares térmicos (Logasol y tubos de vacío, Vaciosol) para
viviendas unifamiliares hasta aplicaciones industriales**

Energía solar fotovoltaica y geotermia



Kit fotovoltaicos



Logatherm WPS



Logatherm WPL

Calderas de vapor

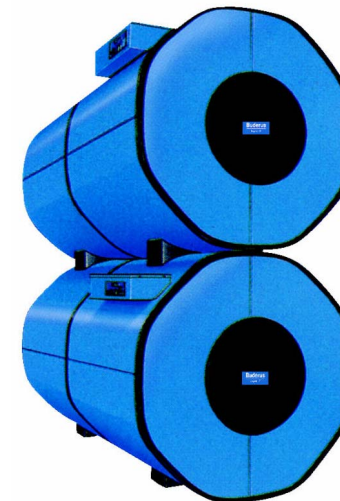
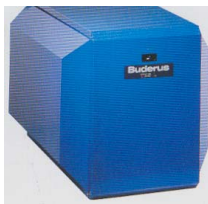


Acumuladores

Acumuladores domésticos y de grandes consumos Logalux

horizontales 135 – 6000 l

verticales 120 – 1000 l



Regulaciones

Logamatic 2000



Aplicación en caldera doméstica

Logamatic EMS



Aplicación en caldera de media y gran potencia

Logamatic 4000



Sistemas de cogeneración



Módulo de cogeneración
Loganova EN20

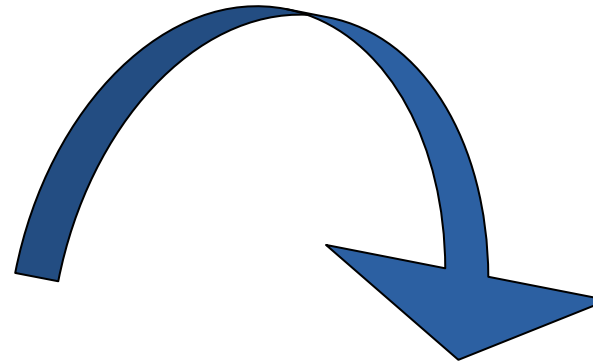
Módulo de cogeneración
Loganova EN70

Módulo de cogeneración
Loganova EN240

En Marzo de 2010 el GRUPO BOSCH adquiere la
compañía KÖHLER UND ZIEGLER



BOSCH



KÖHLER &
ZIEGLER

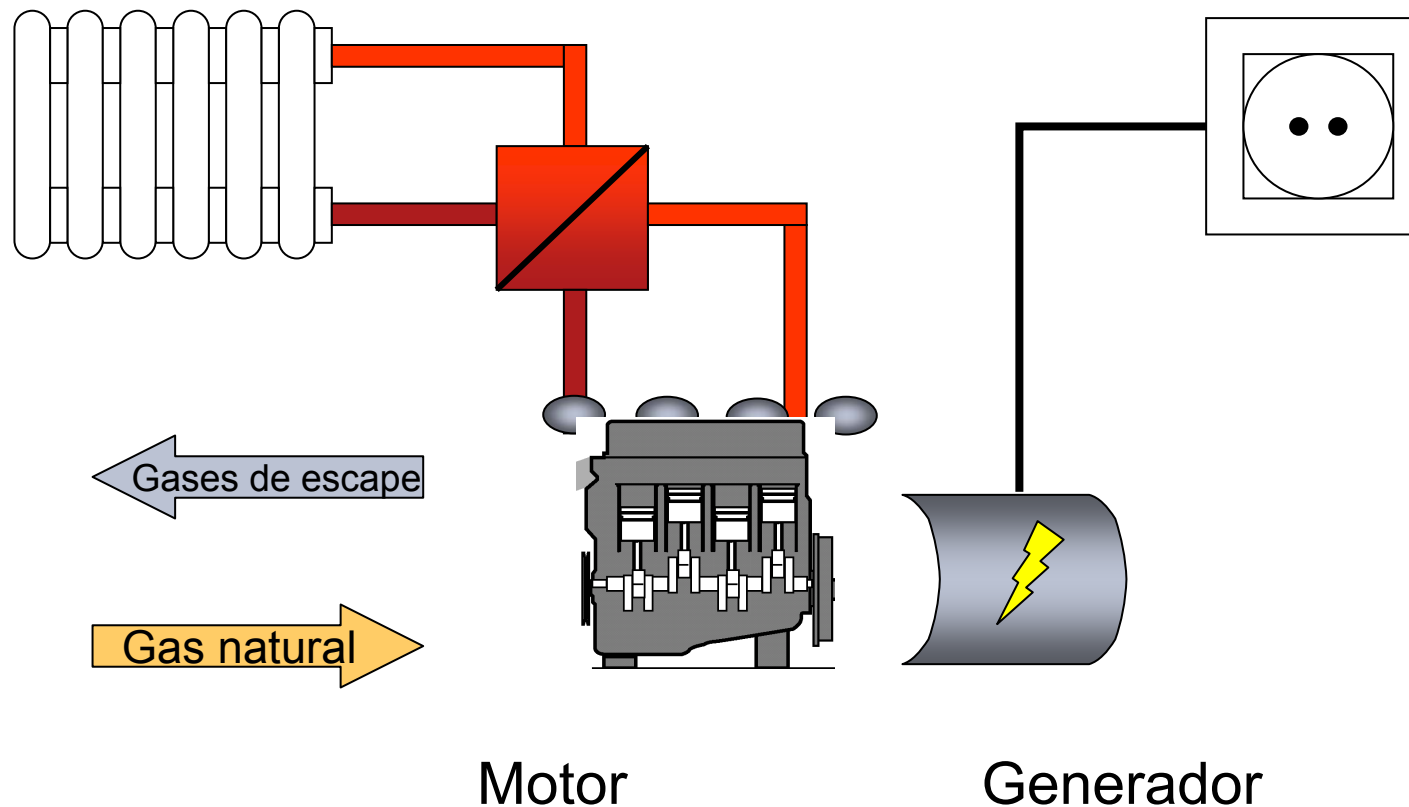
Experiencia – Recursos - Referencias

- **Compañía con 30 años de experiencia**
- **2.400 m2 destinados a la producción en la factoría de LOLLAR**
- **Multitud de referencias en sectores tan diversos como:**
 - Piscinas climatizadas
 - Pabellones
 - Centros educativos y deportivos
 - Calefacciones de distrito
 - Hospitales
 - Edificios gubernamentales
 - Edificios de oficinas
 - Prisiones
- **Aprox. 500 plantas de CHP instaladas**
- **Aprox. 60 Mw de potencia eléctrica instalados**



Tecnología de la Cogeneración Con Motores De Combustión Interna

Cogeneración es la producción simultánea de energía térmica y eléctrica (también mecánica).



- **Un módulo de cogeneración CHP básicamente comprende:**

- √ Un motor de combustión interna (p.e. *gas natural*)
- √ Un generador trifásico
- √ Varios sistemas de intercambio de calor integrados en él

- El motor mueve el generador para la producción de electricidad.

- √ Generadores asíncronos – Pequeña Potencia
- √ Generadores síncronos

Producen corriente alterna trifásica: 400 V – 50 Hz.



Clasificación de los Sistemas de Cogeneración

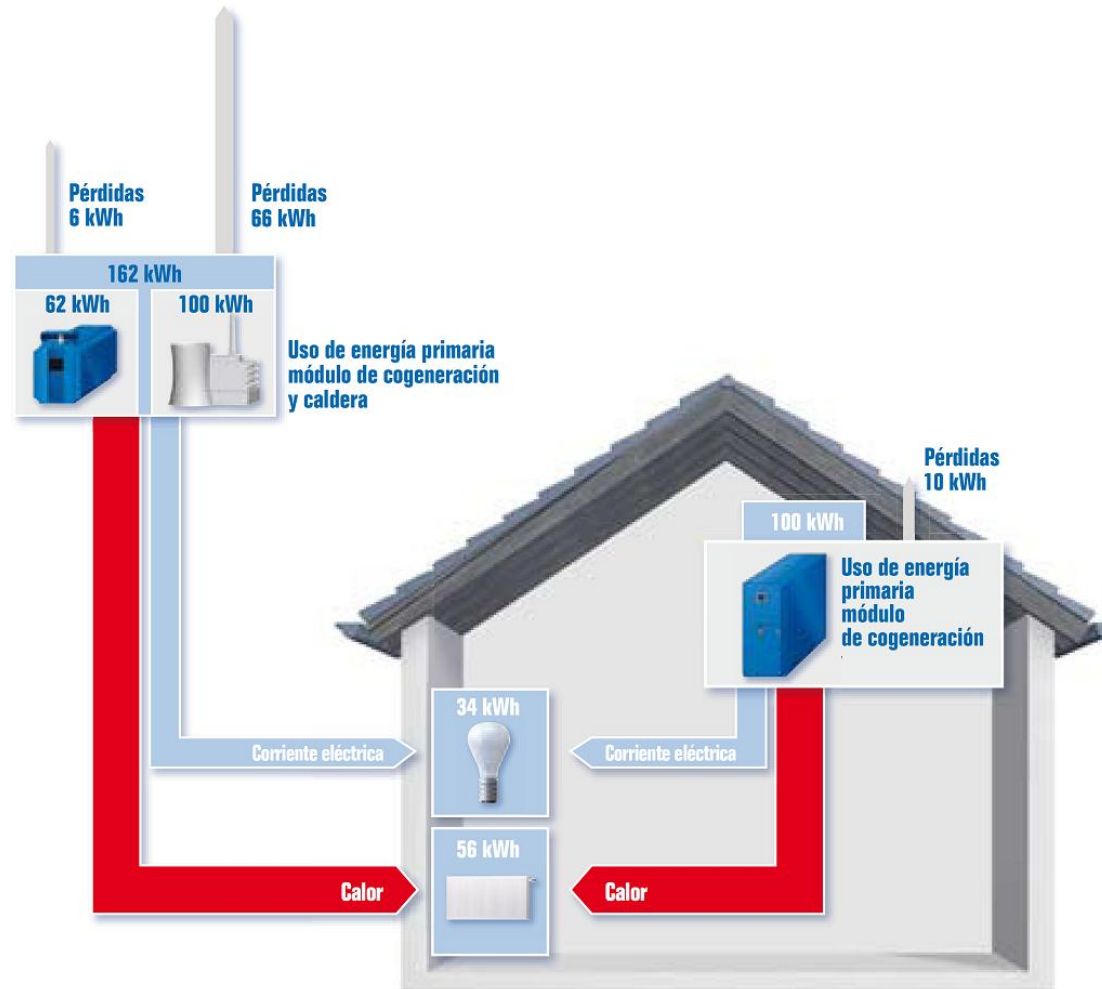
Según la directiva 8/EC/2004

- Microcogeneración: Hasta 50 kWe
- Cogeneración de pequeña escala: Mayor de 50 kWe y inferior de 1 MWe
- Cogeneración: Mayor de 1 MWe

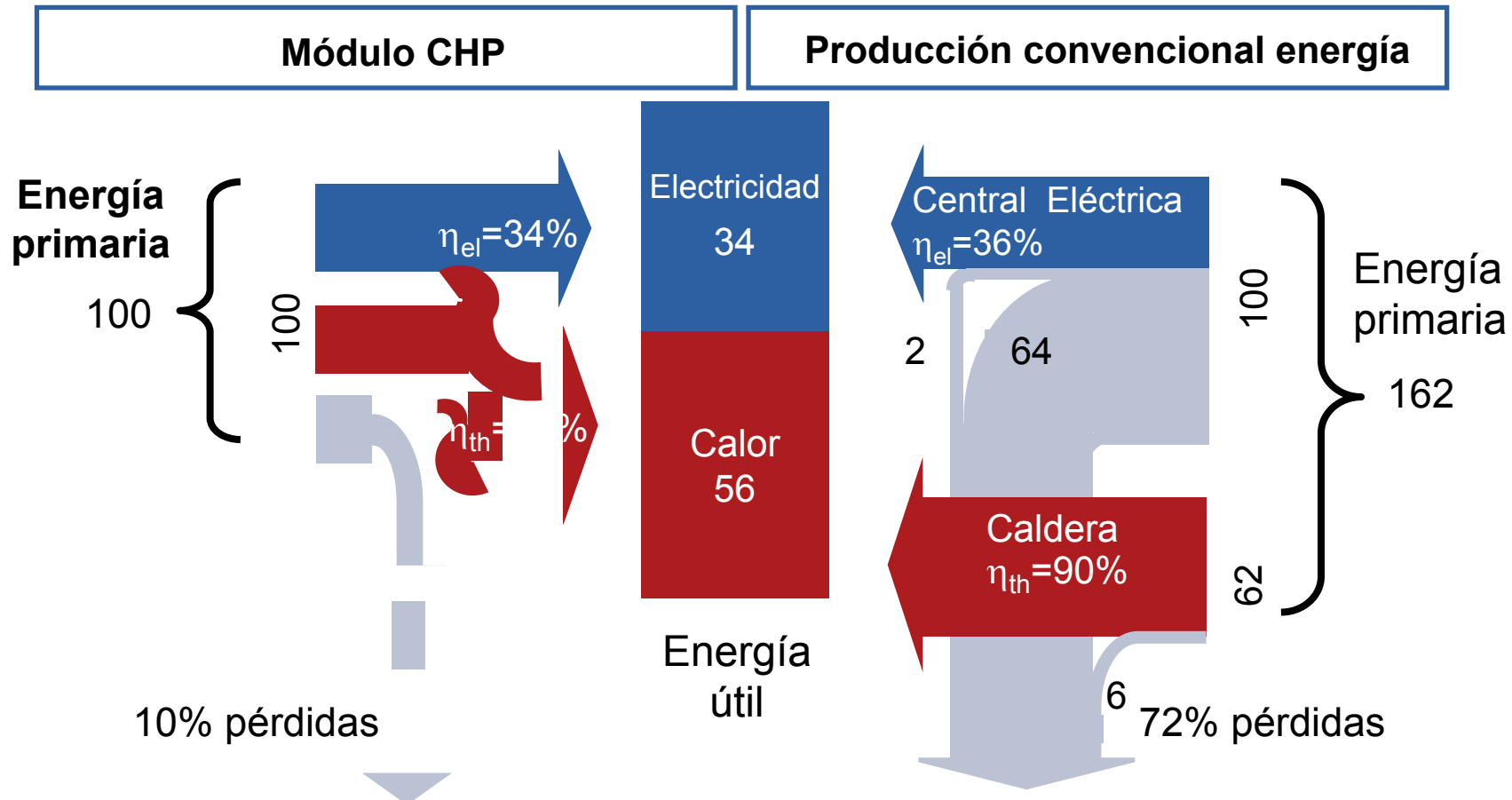
Módulos de Cogeneración Loganova

El calor es nuestro

Buderus
Grupo Bosch

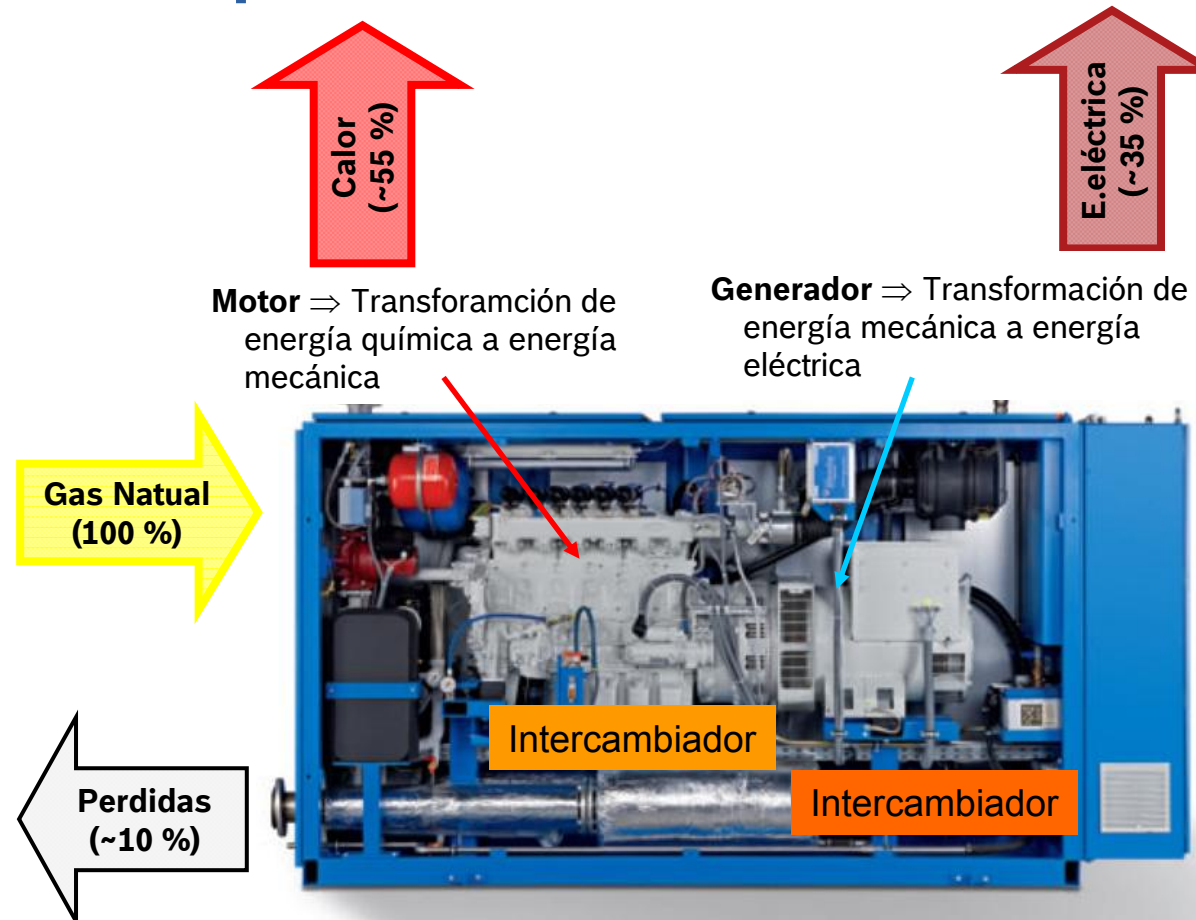


Ahorro energético de energía primaria



Ahorro energético de energía primaria (162-100):162 = 38 %

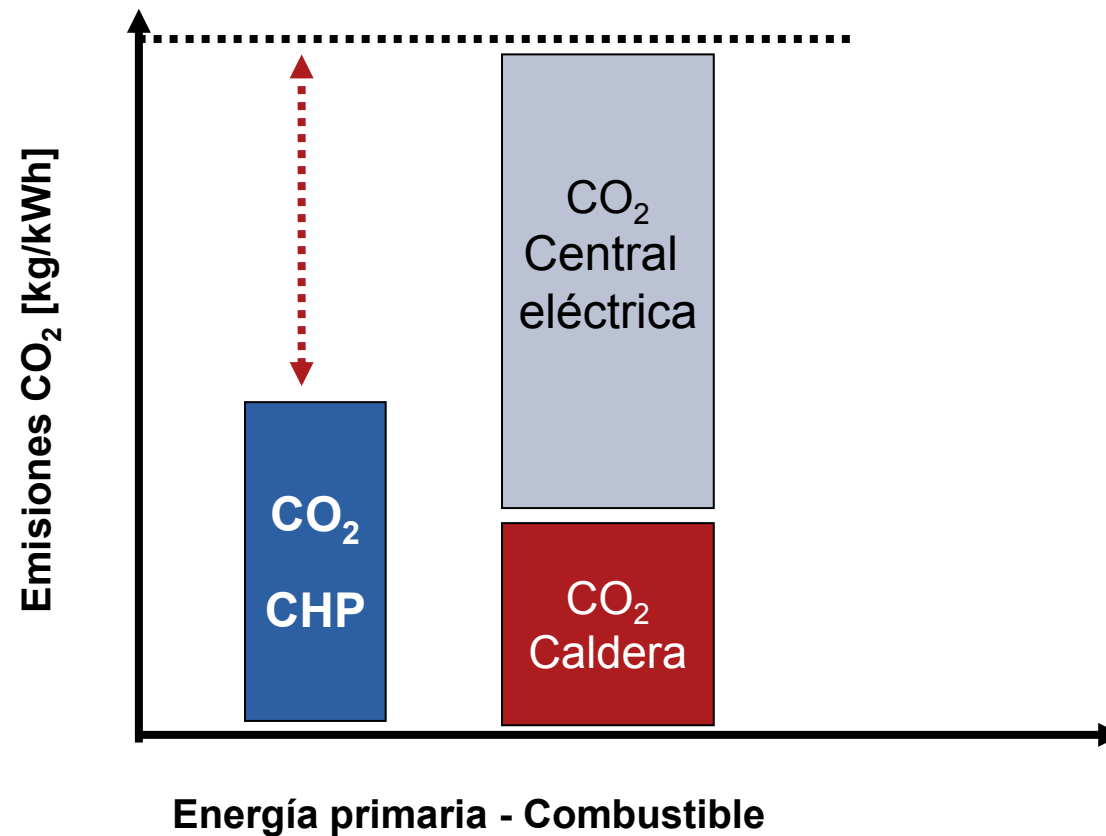
El aprovechamiento del calor residual.



- **Gases de escape**, 65% del total de la energía aprovechable, se cuenta con un **intercambiador de calor** en el circuito de salida de gases.

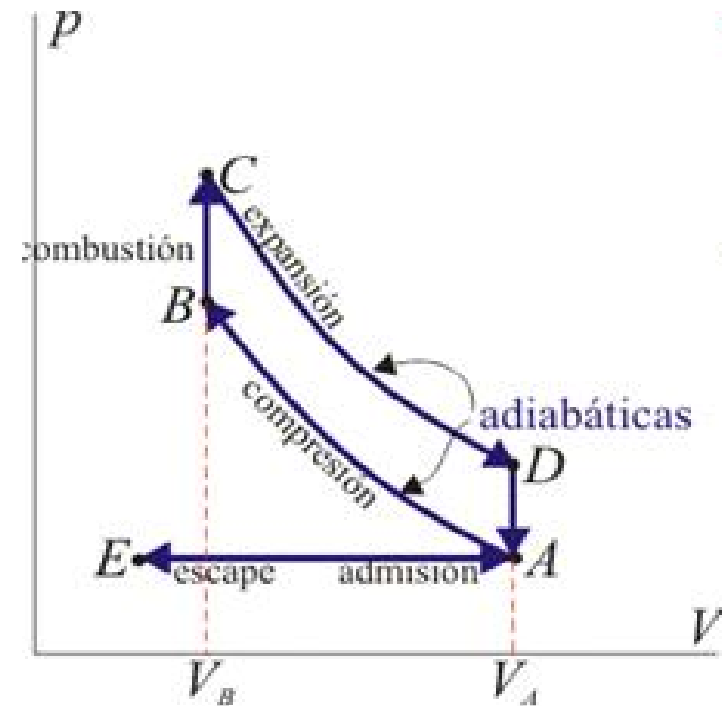
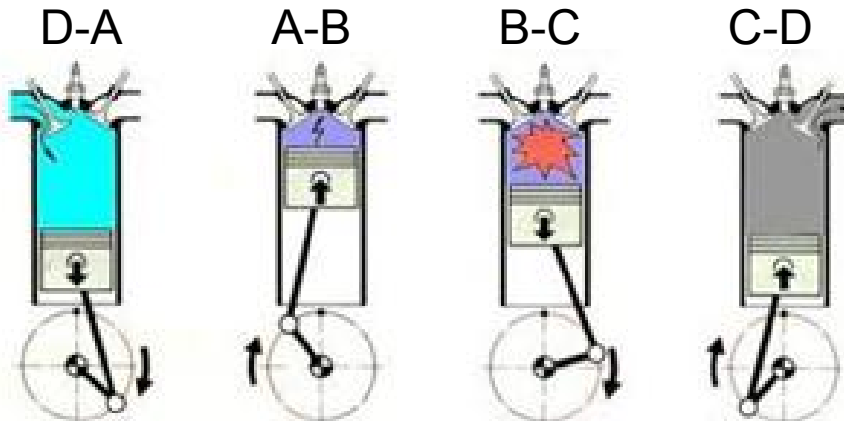
- **Refrigeración de camisas y aceite del motor**, con un aprovechamiento del 25% del total, se integra un nuevo **intercambiador de calor**.

Reducción del 50% de emisiones de CO₂



El Ciclo Otto

- El motor de combustión interna de 4 tiempos:
 - ✓ Admisión ✓ Compresión
 - ✓ Explosión ✓ Escape

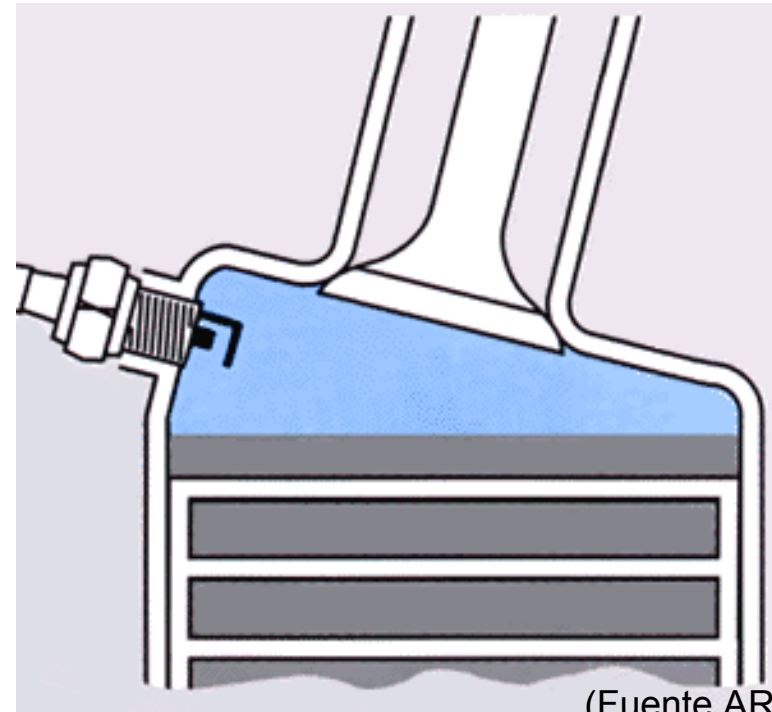


$$R_{dto} = 1 - (Q_{BC}/Q_{DA}) = 1 - (1/Rc^{r-1})$$

Rc: relación volumen al inicio y al final de la etapa de compresión.

Requisitos mínimos para gas natural:

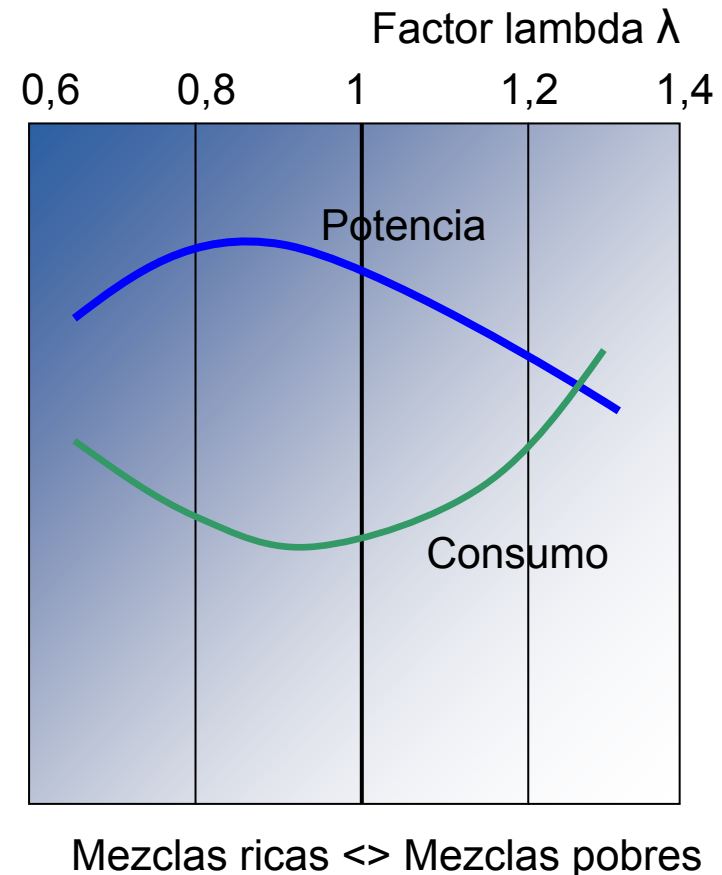
- Poder calorífico mínimo: 10 kWh/m³
- Número de metano mínima: 80 (peligro de detonaciones)
- Presión entrada de gas CHP 25 – 50 mbar



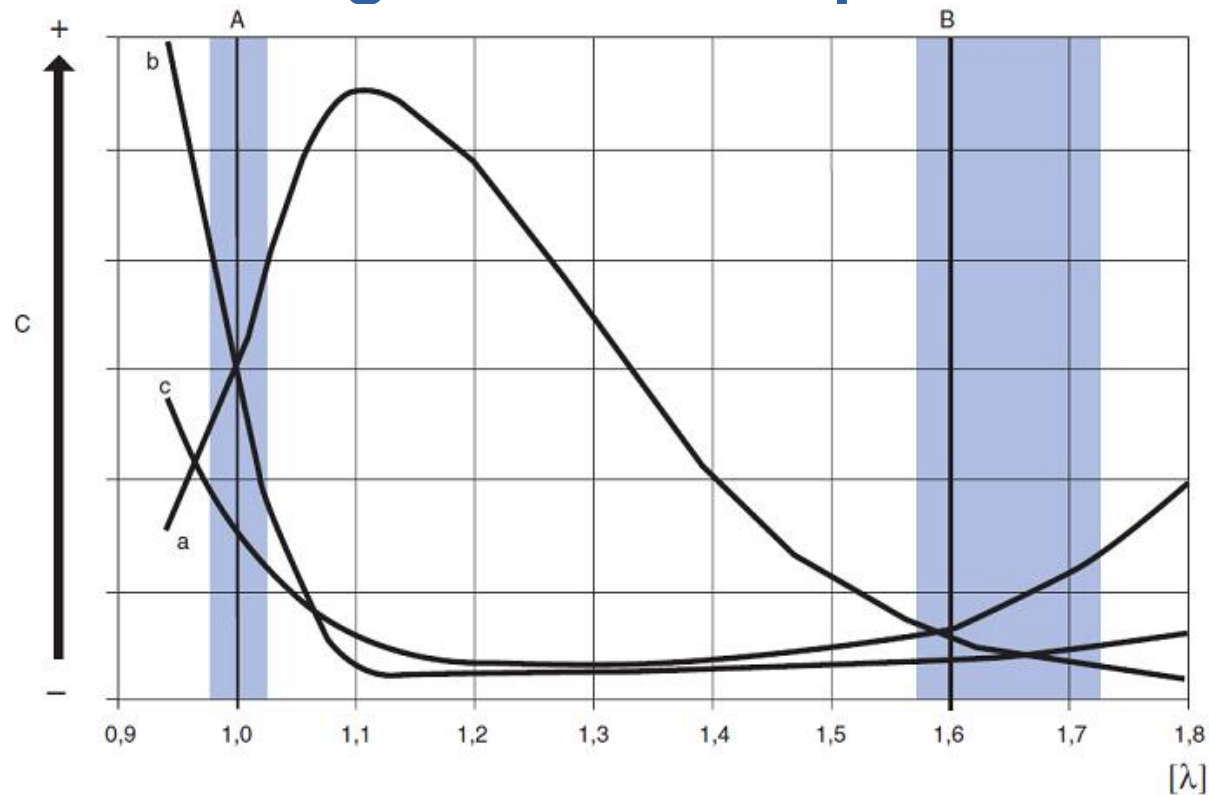
(Fuente ARAL)

El rendimiento del motor de combustión.

- A mayor relación de compresión, mejor rendimiento
- A menor factor lambda ($\lambda < 1$, mezcla rica) mejor rendimiento pero más emisiones.
- La sonda lambda o sensor de oxígeno y la incorporación del catalizador garantiza valores de lambda cercanos a $\lambda = 1$ (mezcla estequiométrica), con menores consumos.



Emisiones de gases de escape



A: Motor estequiométrico

B: Motor de mezcla pobre

C: Concentración de NOx, CO, y CnHm en los gases de escape. λ : Exceso de aire/combustible

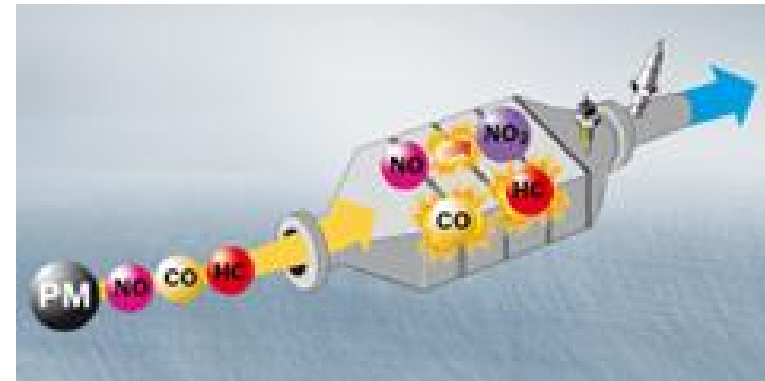
a: NOx

b: CO

c: CnHm (hidrocarbonos)

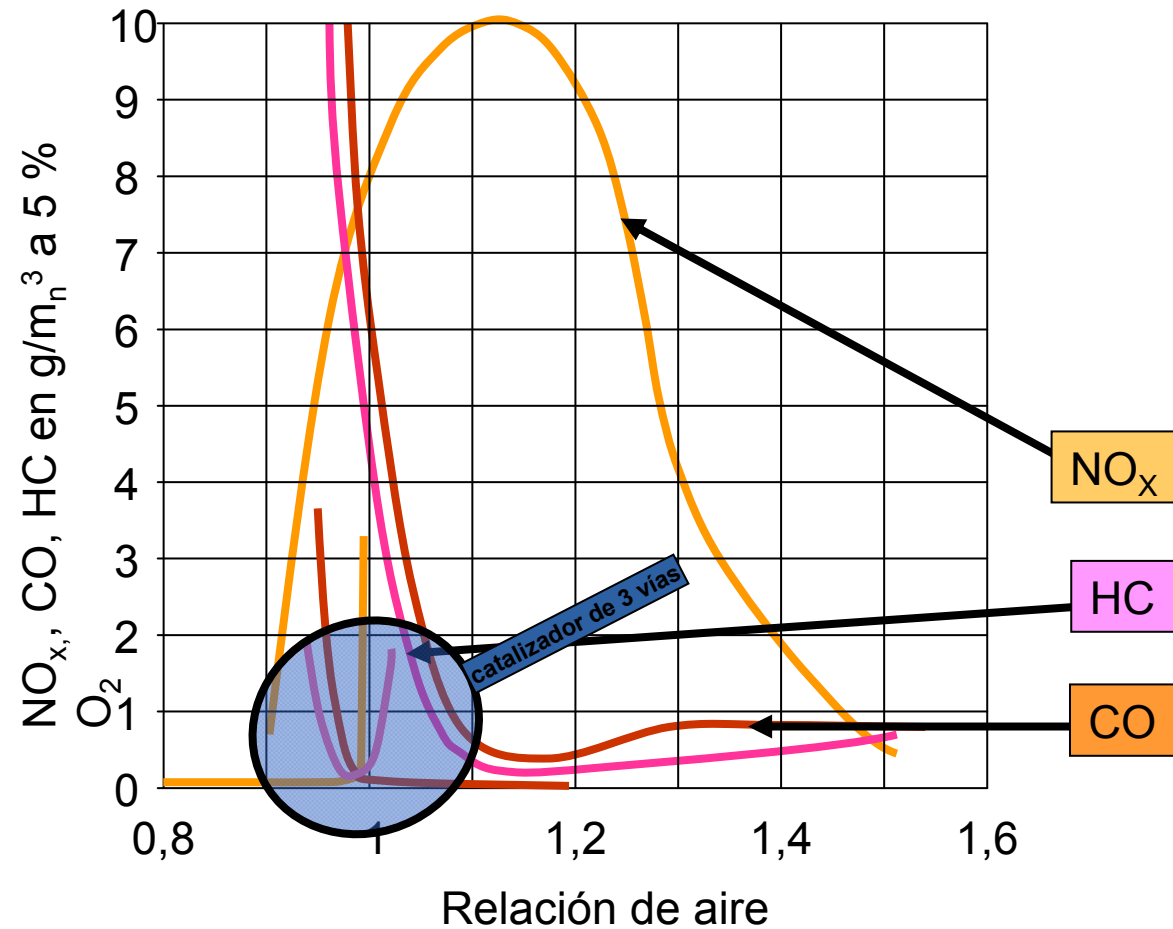
La emisiones de gases y el medio ambiente.

- Por el hecho de utilizar gas natural, ya tenemos garantizadas bajas emisiones de NOx y CO a la atmósfera.
- En todos los modelos Loganova se integra un **catalizador de tres vías**: (CO, NO y HC).

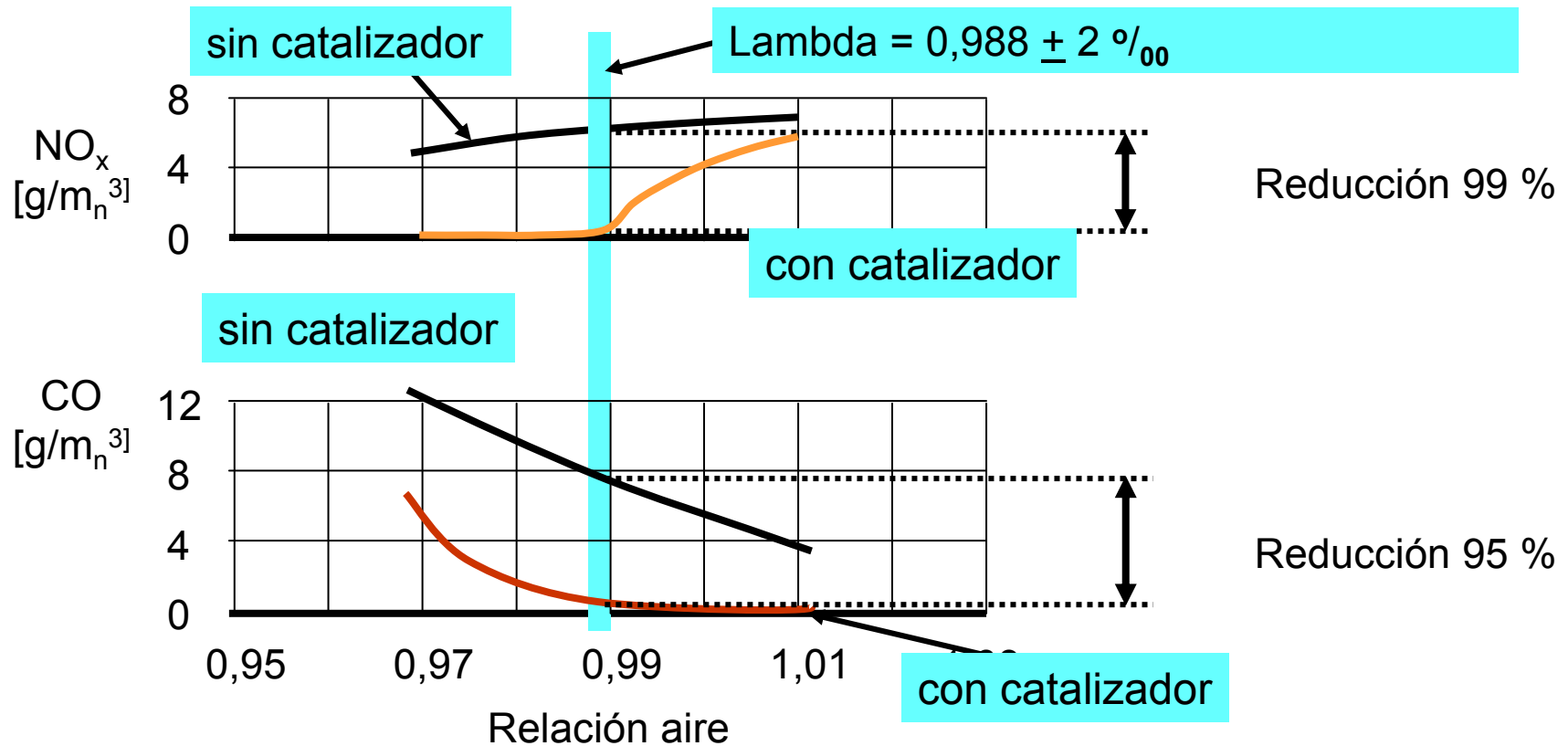


- Motores de mezcla pobre ($\lambda > 1$) emiten más N_2O_3 ,
- Los de mezcla rica ($\lambda < 1$) emiten más CO.
- La sonda de oxígeno o lambda garantizan $\lambda = 1$ y rendimientos óptimos del motor.

Emisiones Comparadas Sin/Con Catalizador



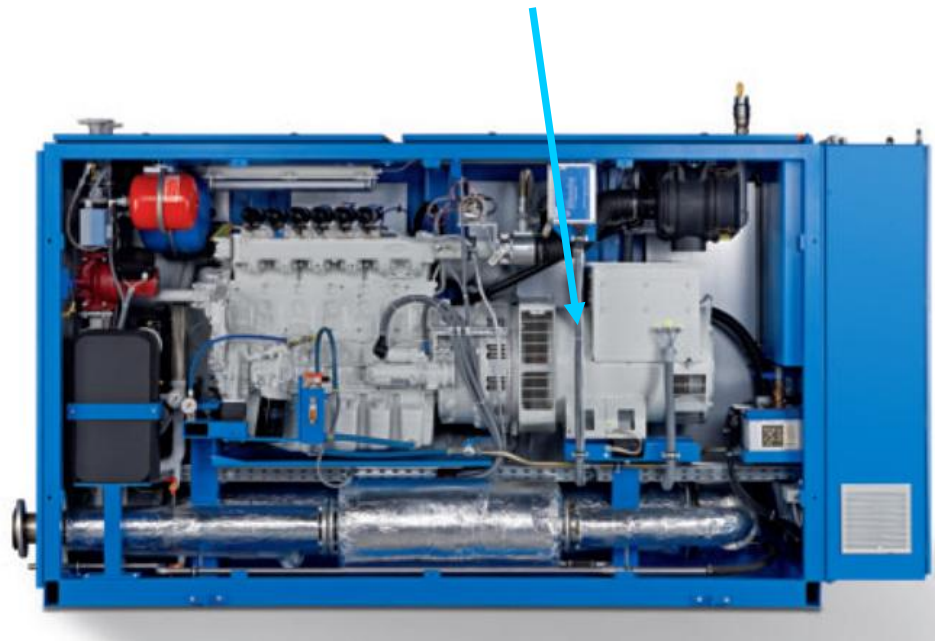
Emisiones Comparadas Sin/Con Catalizador



Generador eléctrico

Generador ⇒ Transformación de energía mecánica a e. Eléctrica

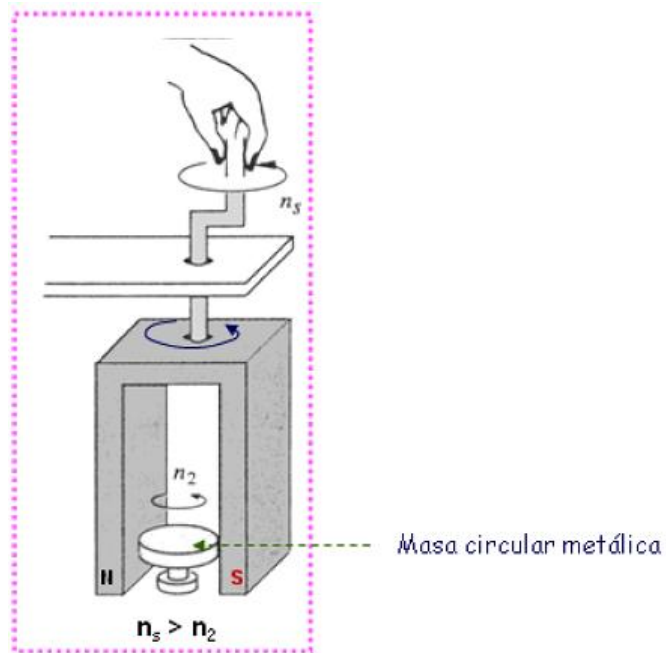
- LOGANOVA EN 20 con generador asíncrono
- LOGANOVA EN 50 hasta EN 240 con generador síncrono



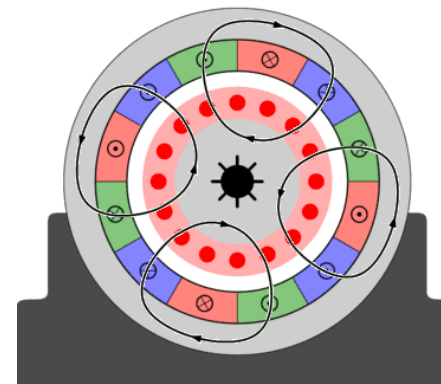
**E.eléctrica
(~ 35 %)**

Generador eléctrico asíncrono

Si hacemos girar un imán en forma de U a la velocidad n_s alrededor de una masa circular metálica, esta girará a una velocidad $n_2 < n_s$

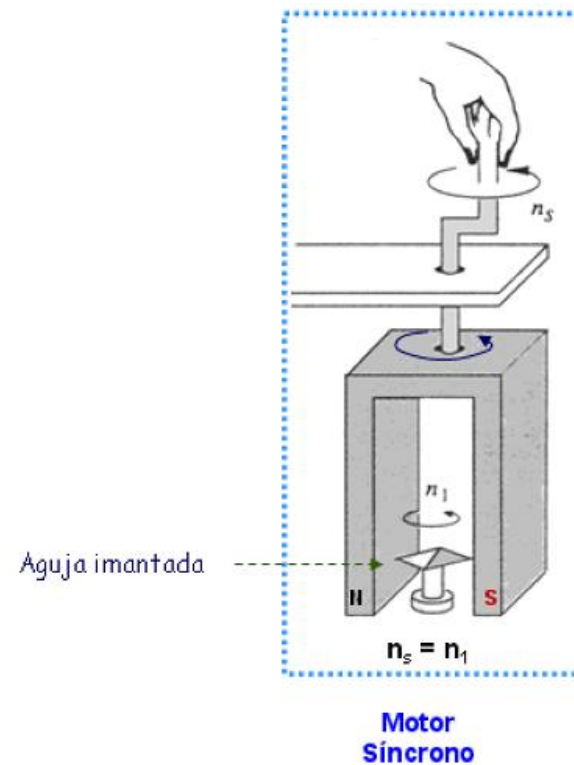
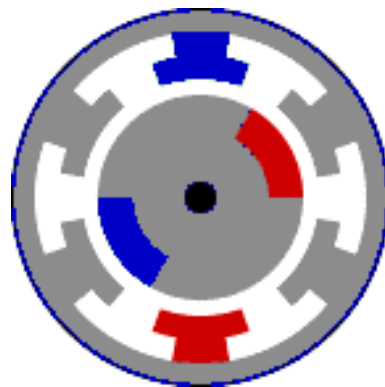


Motor Asíncrono



Generador eléctrico síncrono

Si hacemos girar un imán en forma de U a la velocidad n_s alrededor de una aguja imantada, esta girará a una velocidad $n_1 = n_s$

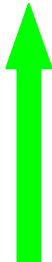





Generadores eléctricos Condiciones de Uso

Los **generadores asincrónicos** se utilizan, sobre todo, para el servicio en paralelo con la red debido a que no tienen un sistema activador y, por lo tanto, no son capaces de mantener un servicio funcionando por sí solos.

Los **generadores sincrónicos**, por otro lado, están equipados con un dispositivo auto activador, por lo que es posible sustituir el servicio de red. En ese sentido son muy adecuados para suministrar energía eléctrica cuando hay fallos de red y energía de emergencia así como para soluciones 'stand alone'.

Generador eléctrico

	→ Generador asíncrono	→ Generador síncrono
→ Ventaja	 <ul style="list-style-type: none"> - Construcción robusta - No necesita regulación - Se puede usar agua para refrigeración 	 <ul style="list-style-type: none"> - Rendimiento alto electr. - Conexi. síncrono a la red - No produce corriente reactiva - Posibilidad de sustitución de la red
→ Desventaja	 <ul style="list-style-type: none"> - Rendimiento eléctrico más bajo - Conexi. asíncrono a la red - Se necesita resistencias para limitar el corriente de arranque - Funcionamiento como equipo de emergencia o para sustitución de la red no posible - Necesidad de corriente reactiva 	 <ul style="list-style-type: none"> - Tecnología más costosa - Altos requisitos para control de la red - En caso de arranque manual. Peligro de deterioro - Solo refrigeración por aire

¿Porqué el servicio y mantenimiento es tan importante?

- 6.000 Bh/a (horas de func./a) corresponden a 300.000 km/a (con 50 km/h)
- Una vida útil de unos 80.000 Bh corresponde a una potencia de funcionamiento de 4.000.000 km.
- Para llegar a estos rendimientos de funcionamiento se necesita a parte de componentes de alta calidad los trabajos de servicio y mantenimiento correspondientes.



Módulos de Cogeneración Loganova

El calor es nuestro

Buderus
Grupo Bosch



Dimensionado de
sistemas de
cogeneración.



¿Qué debemos de tener en cuenta a la hora de seleccionar un módulo de cogeneración?

- En una estimación inicial de viabilidad económica deberemos tener en cuenta lo siguiente:
 1. Calor entregado por el módulo CHP respecto al total de la demanda de calor
 2. Demanda de calor y electricidad. Así como su simultaneidad.
 3. Precios comparados de la energía



1

Calor entregado por el módulo CHP respecto al total de la demanda de calor

- El calor aportado por el módulo de cogeneración CHP no debería sobrepasar el 20% de una caldera instalada para satisfacer la potencia total de la instalación.
- De esta manera, el número de horas que el módulo CHP estará trabajando será grande y la viabilidad económica alcanzable en un periodo mucho menor.



2

Demanda de calor y electricidad. Así como su simultaneidad

- Generar electricidad en un módulo CHP sin demanda de calor no tiene sentido y viceversa.

Horas/año funcionamiento	Eficiencia del módulo CHP
2000	Muy improbable
3000	Improbable
4000	Posible
5000	Apropiado
6000	Muy apropiado

- La vida completa de servicio de un módulo CHP es de 80.000 horas de servicio, equivale a 15 años funcionando a una media de 5000 h/año. El tiempo medio mínimo de revisión de un motor a gas es de 40.000 horas.



3

Los precios comparados de la energía

- Un sistema de cogeneración CHP será económicamente más viable, cuanto más se incremente la diferencia entre los precios de la energía eléctrica suministrada por la compañía y el precio del gas natural.

Ratio de precio de energía eléctrica respecto precio del gas	Costes de uso del módulo cogeneración CHP
1:1	Muy Improbable
2:1	Improbable
3:1	Posible
4:1	Apropiado
5:1	Muy apropiado

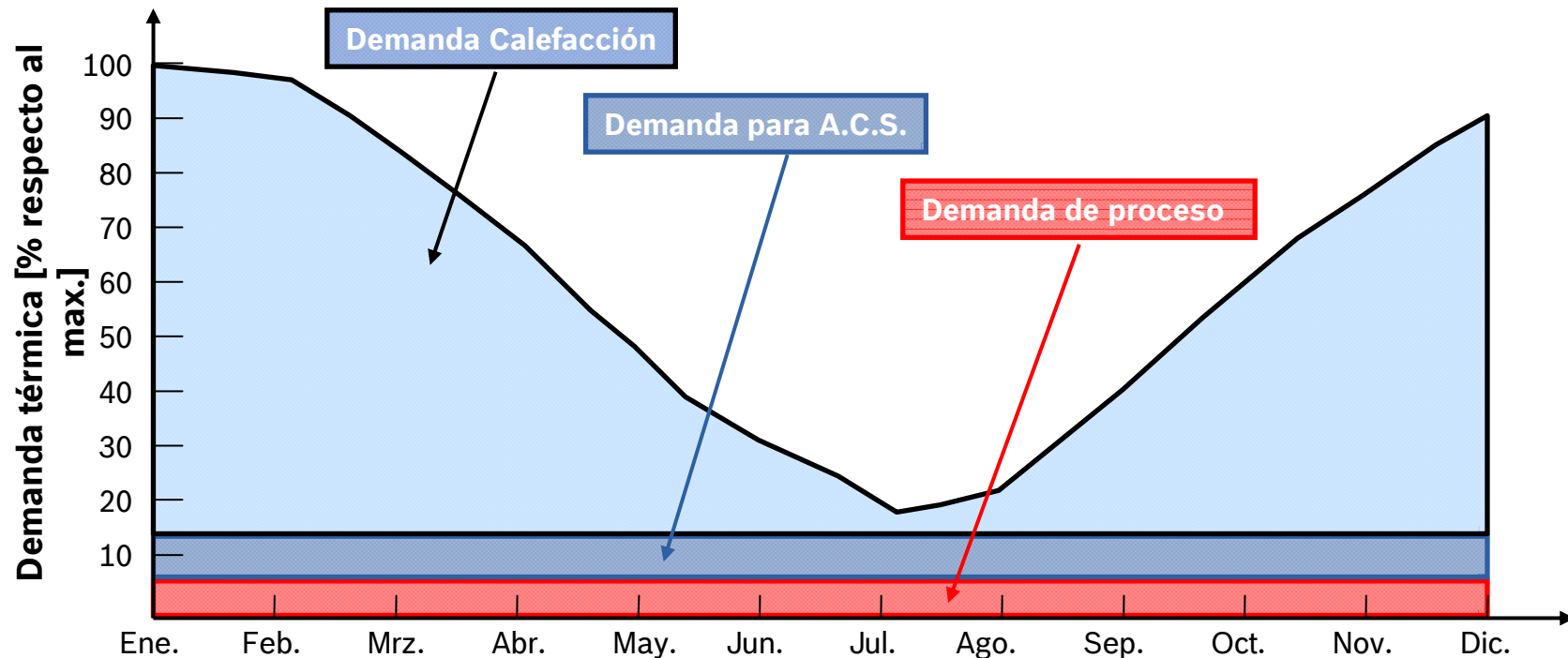
Consejos Básicos

- Previamente evaluar el ratio de precio de electricidad respecto al precio del gas. Debería de estar alrededor de 3:1.
- El número de horas anuales funcionando el módulo CHP por encima de 4000 horas ya puede ser viable.
- Periodos de retorno superior a 5 o 6 años son muy cuestionables (a los 10 años el motor debe renovarse).



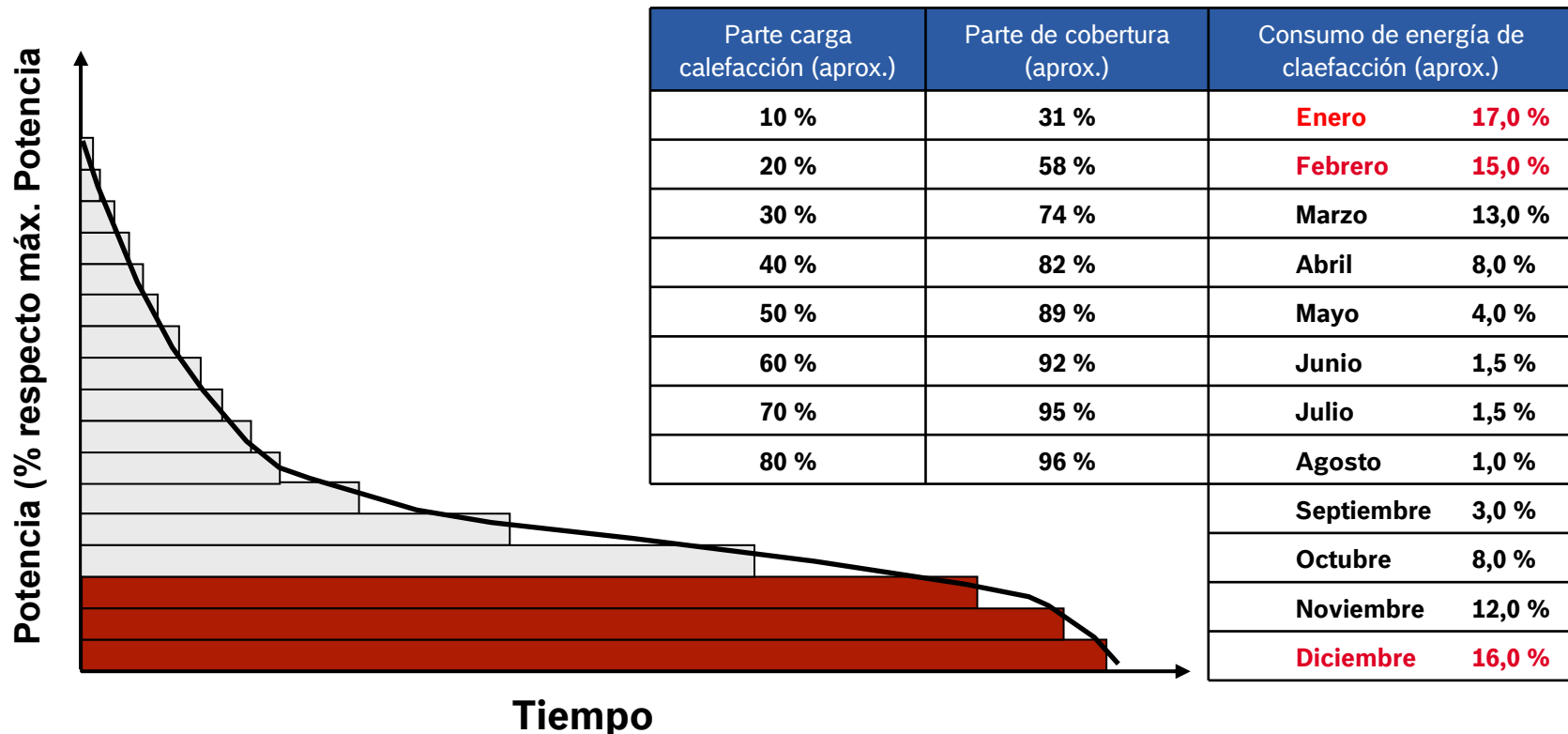
Determinación de la energía total.

- La Curva de Demanda Térmica nos sirve como referencia para el cálculo de horas de funcionamiento del módulo CHP.
- Partimos de la curva a lo largo del año (en nuestro caso datos de partida mensuales)



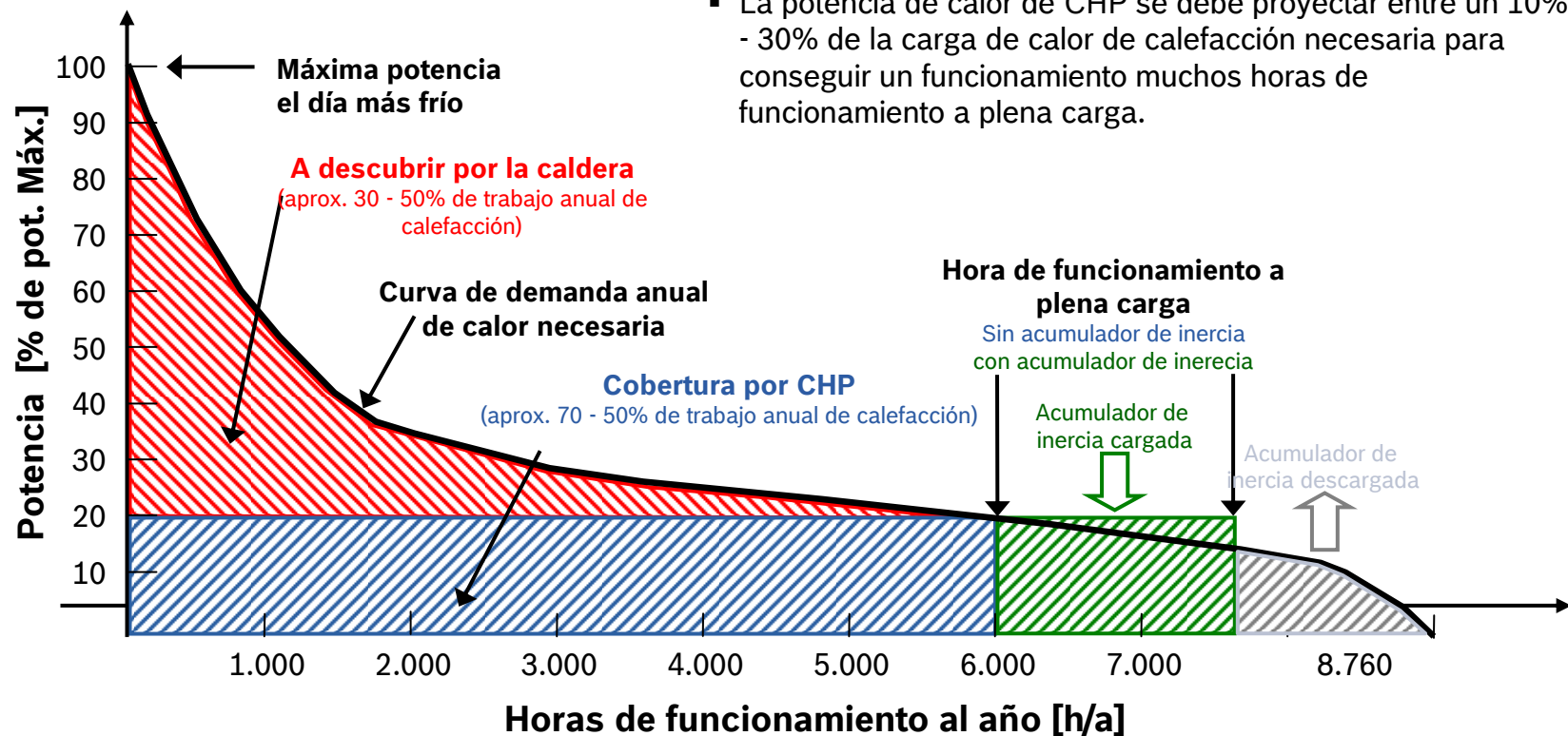
Representación de la Curva de Demanda.

- En el eje vertical representamos la potencia demandada (en % respecto a la potencia máxima) y en el horizontal en tiempo (horas) en la que se demanda dicha potencia.



Demanda térmica a satisfacer por CHP.

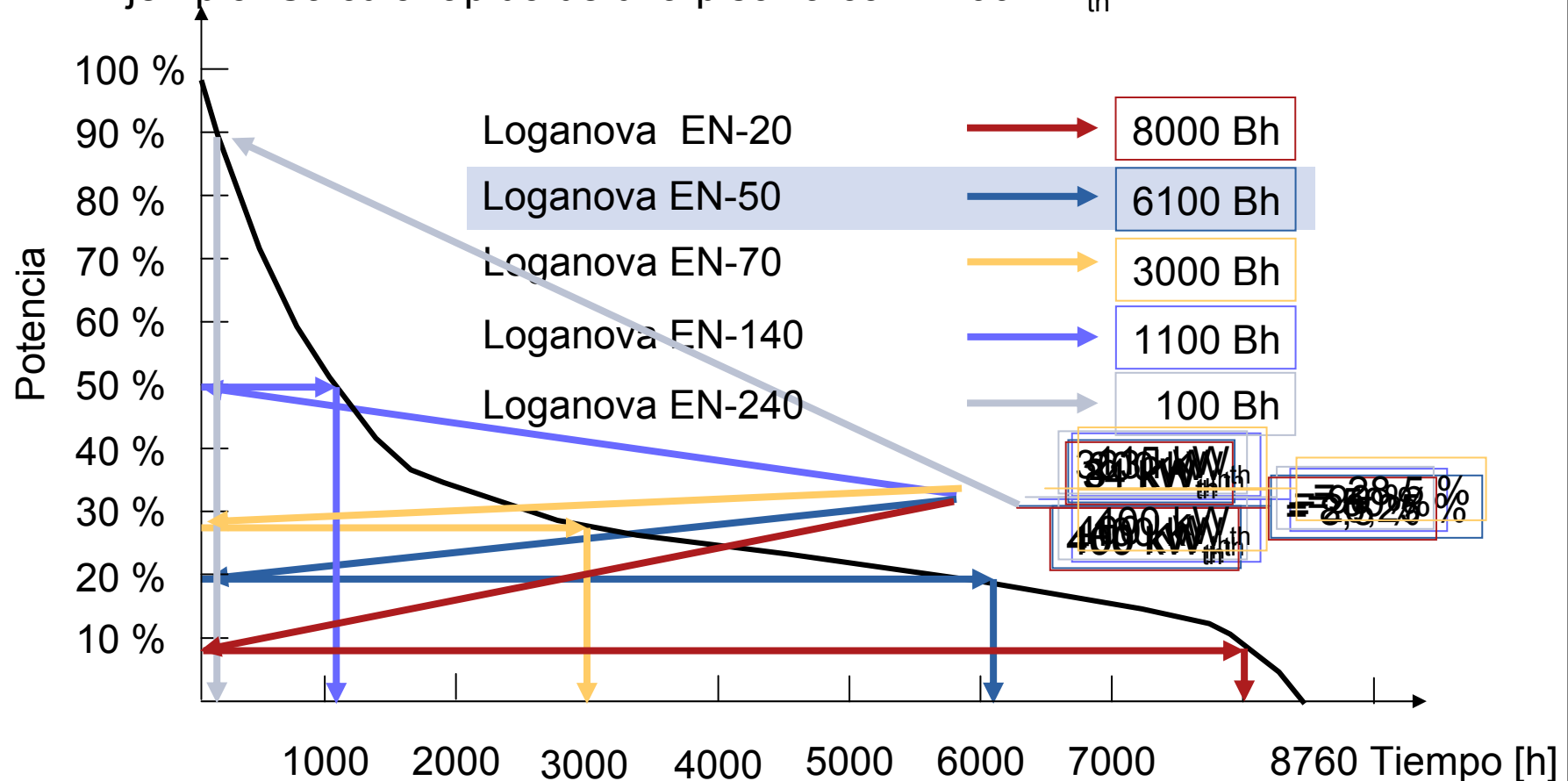
- Partiendo de 6000 horas de funcionamiento y un módulo que cubra el 20% de la potencia térmica máx. de la instalación:



- La potencia de calor de CHP se debe proyectar entre un 10% - 30% de la carga de calor de calefacción necesaria para conseguir un funcionamiento muchas horas de funcionamiento a plena carga.

Demanda térmica a satisfacer por CHP.

→ Ejemplo: Cálculo rápido de una piscina con - 400 kW_{th}





Emplazamiento de los Equipos de Cogeneración

Edificios residenciales



Procesos Industriales



Edificios Públicos



Calefacción de Distrito





¿En qué tipología de instalaciones podemos recomendar un sistema de cogeneración?

Área de aplicación	Ejemplo	Demanda de calor	Demanda de electricidad	Ratio de precios específicos de energía	Viabilidad económica de CHP	% de calor del CHP sobre total demanda térmica
Calefacción de edificios (suministro individual)	Edificios de apartamentos	Moderado	Alto	Conforme	Posible	10-20%
	Hoteles y auditorios	Alto	Alto	Conforme	Apropiado	
	Restaurantes y hostelería	Alto	Alto	Conforme	Apropiado	
	Residencias de tercera edad y guarderías infantiles	Muy alto	Alto	Conforme	Apropiado	

Muy alto

Alto

Moderado

Módulos de Cogeneración Loganova

El calor es nuestro

Buderus
Grupo Bosch

Área de aplicación	Ejemplo	Demanda de calor	Demanda de electricidad	Ratio de precios específicos de energía	Viabilidad económica de CHP	% de calor del CHP sobre total demanda térmica
Edificios públicos	Edificios Administración			Disconforme	Posible	10-30%
	Complejos deportivos o escuelas con pistas			Disconforme	Posible	
	Piscinas interior/ exterior			Conforme	Apropiado	
	Hospitales			Medio	Apropiado	
Producción de calor (generación de calor industrial)	Edificios comerciales (tiendas, ...)			Conforme	Apropiado	10-25%
	Producción (fábricas galvanizados, viveros, ...)			Disconforme	Posible	
	Conversión para frío (ciclos de absorción)			Conforme	Apropiado	
Calefacción local (suministro a grandes superficies)	Chalets y adosados			Conforme	Apropiado	10-15%
	Áreas residenciales o bloques de viviendas			Conforme	Posible	
	Parques empresariales, complejos de vacaciones			Conforme	Apropiado	

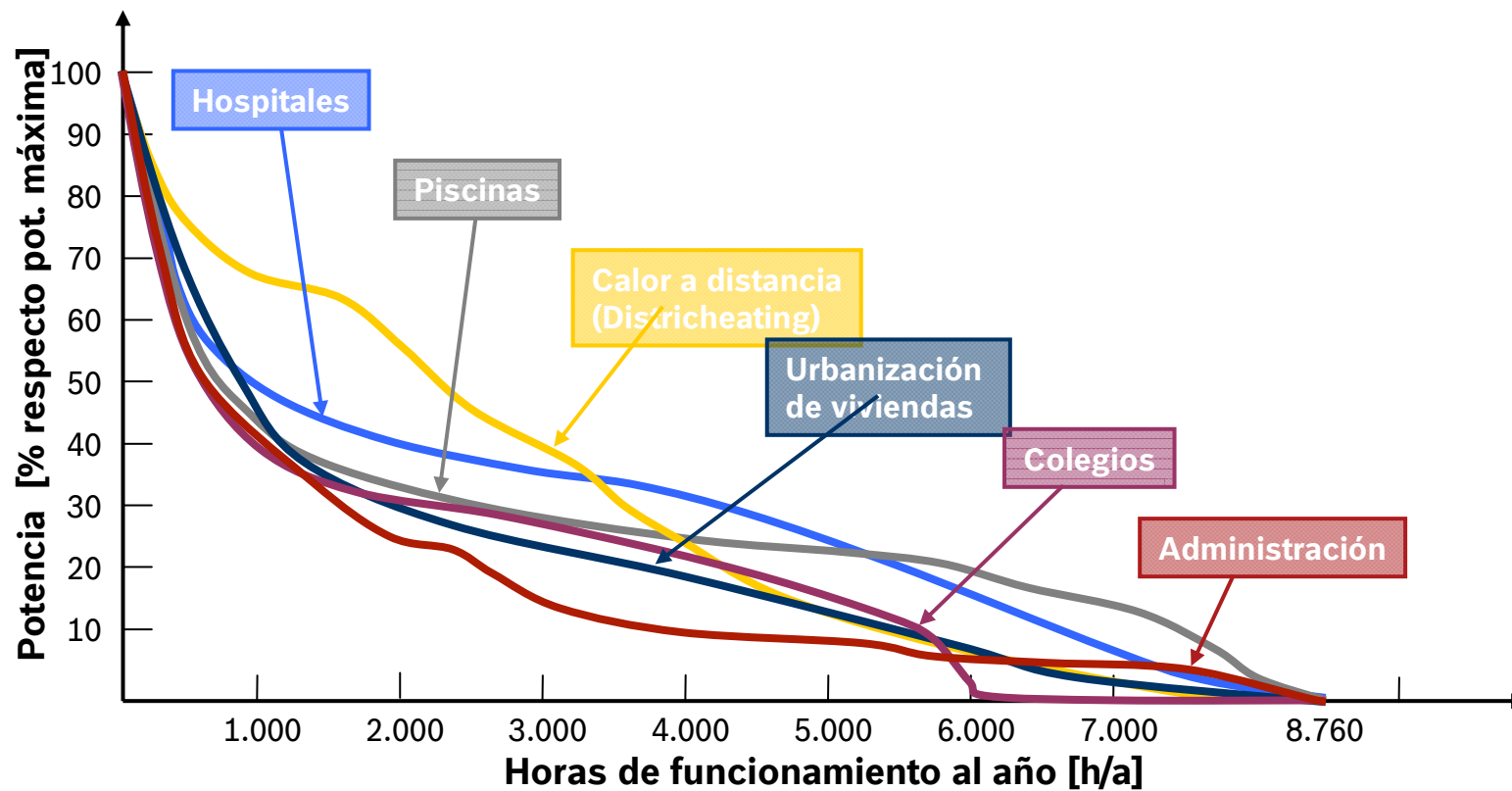
Muy alto

Alto

Moderado

Representación de la Curva de Demanda.

- Demanda anual de algunas instalaciones típicas



Módulos de Cogeneración Loganova

El calor es nuestro

Buderus
Grupo Bosch



Gama de producto y
componentes.

Rango de potencia de los módulos Loganova



Loganova	EN20	EN50	EN70	EN140	EN240
Potencia eléctrica	19 kW _{el}	50 kW _{el}	70 kW _{el}	140 kW _{el}	240 kW _{el}
Potencia térmica	34 kW _{th}	80 kW _{th}	109 kW _{th}	209 kW _{th}	374 kW _{th}
Consumo combustible ^{1) 2)}	56 kW _{Br}	148 kW _{Br}	204 kW _{Br}	384 kW _{Br}	669 kW _{Br}
Rendimiento eléctrico	33,9 %	33,8 %	34,3 %	36,5 %	35,9 %
Rendimiento térmico	60,7 %	54,5 %	53,9 %	54,3 %	54,6 %
Rendimiento total	94,6 %	88,3 %	88,2 %	90,8 %	90,4 %
Nº eléctrico de referencia ⁴⁾	0,56 kW _{el} /kW _{th}	0,63 kW _{el} /kW _{th}	0,64 kW _{el} /kW _{th}	0,66 kW _{el} /kW _{th}	0,64 kW _{el} /kW _{th}

Nº eléctrico de referencia: Es la relación entre potencia eléctrica a potencia térmica (kW_{el}/kW_{th})

Rango de potencia de los módulos Loganova



Loganova BHKW-Modul	EN20	EN50	EN70	EN140	EN240
Longitud	1.900 mm	2.930 mm	3.275 mm	3.730 mm	4.380 mm
Anchuro	900 mm	960 mm	960 mm	1.160 mm	1.510 mm
Altura	1.300 mm	1.730 mm	1.730 mm	1.930 mm	1.980 mm
Peso aprox.	780 kg	2.150 kg	2.200 kg	3.800 kg	4.810 kg
Peso en funcionamiento aprox.	997 kg	2.350 kg	2.800 kg	4.180 kg	5.200 kg
Nivel de dB ¹⁾ ca.	56 dB(A)/1m	68 dB(A)/1m	70 dB(A)/1m	70 dB(A)/1m	70 dB(A)/1m

1) a 1m distancia

Prestaciones Loganova EN50 - EN240:

- Aumento de temperatura de retorno para condiciones de funcionamiento seguras
- Contiene vaso de expansión y válvula de seguridad
- Display en color, con gráficos y pantalla táctil
- Detector de humos integrado y aislante con protección contra incendios
- Puertas laterales con fácil acceso para mantenimiento
- Conexiones para gas y agua caliente en la parte superior del módulo



Prestaciones Loganova EN20:



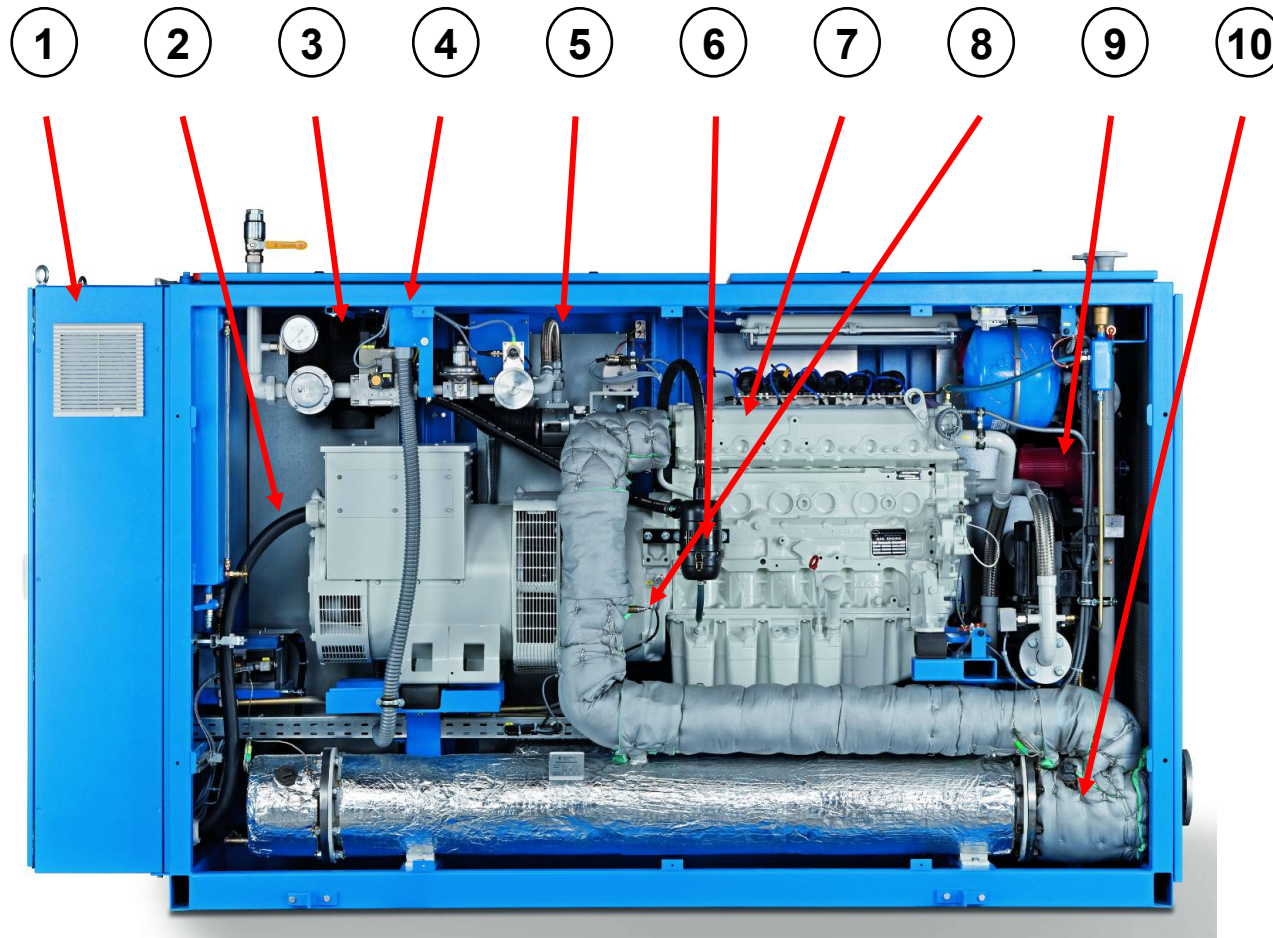
- Módulo más compacto con potencia eléctrica de 19 kW y 34 kW térmicos – 25 años de experiencia!
- Generador asincrono
- Alta eficiencia con alicación de condensación y bajas emisiones
- Altos intervalos de mantenimiento cada 4.000 Bh (1-2x año) con una vida útil del motor de 40.000 Bh

Prestaciones Loganova EN20:



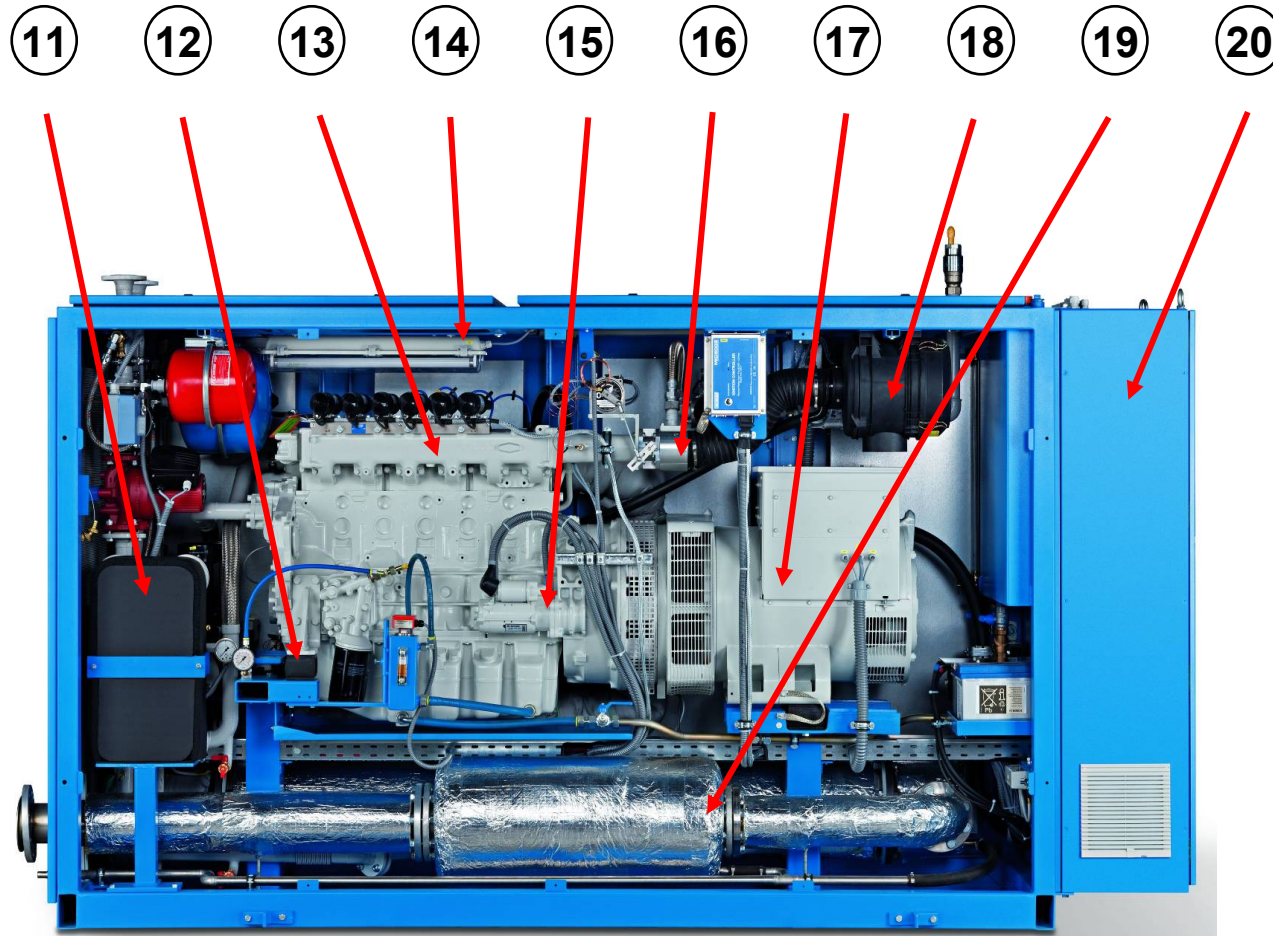
- Bajo nivel sonoro < 56dB(A)
- Espacio reducido, módulo compacto que además incluye el recuperador de humos
- Display en color, con gráficos y pantalla táctil
- Módulo compacto con 1.800 mm de largo, 750 mm de ancho, 1.300 mm de altura, con peso de 790kg
- Instalación más sencilla por eliminación del conducto de aire si la sala tiene ventilación adecuada

Vista lateral Loganova EN70



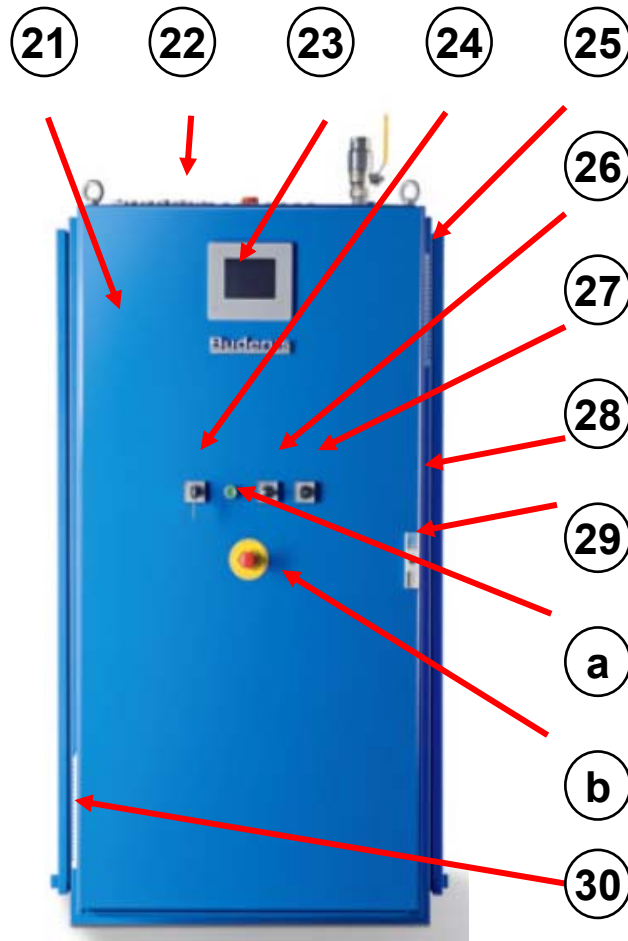
- 1 Instalación de distribución eléctrica
- 2 Cable generador
- 3 Sensor de gas (opcional)
- 4 Unidad corte de gas
- 5 Desacoplamiento potencia
- 6 Separador de niebla de aceite
- 7 MAN Motor de gas natural
- 8 Sensor lambda
- 9 Aumento de retorno
- 10 Intercambiador de calor con catalizador

Vista lateral Loganova EN70



- 11 Circuito de refrigeración motor
- 12 Patas antivibratorio para desacoplamiento
- 13 Colector gases de escape
- 14 Luz módulo
- 15 24 VDC arrancador
- 16 Mezcladora gas
- 17 Generador síncrono
- 18 Unidad filtro de aire
- 19 Silenciador
- 20 Instalación de distribución eléctrica

Vista frontal Loganova EN70

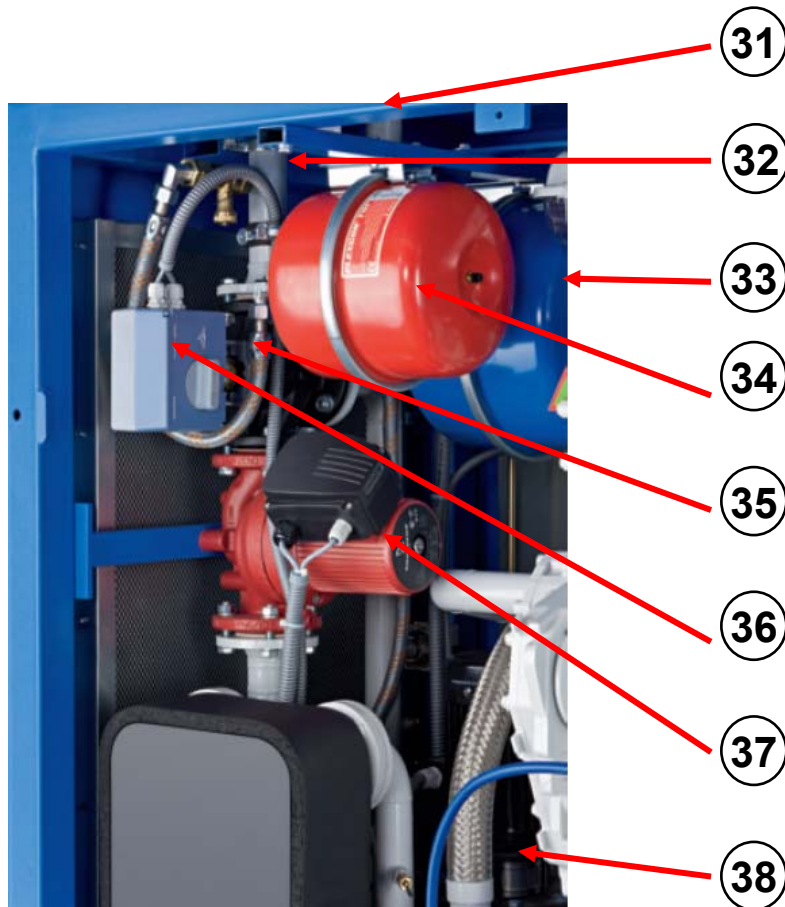


- 21 Instalación de distribución eléctrica
- 22 Entrada cable de control
- 23 Pantalla táctil
- 24 Conmutador para selección de funcionamiento automático, manual o autoconsumo eléctrico
- 25 Reja de aire de salida IP 54
- 26 Conmutador para selección de funcionamiento automático, manual
- 27 Luz cabina on / off
- 28 Recipiente de gasóleo montado en el bastidor
- 29 Cerradura puerta - Instalación de distribución eléctrica
- 30 Reja entrada aire con ventilador IP 54

Sistema de seguridad

- b Pulsador apagado de emergencia
- a Reset pulsador

Vista en detalle Loganova EN70

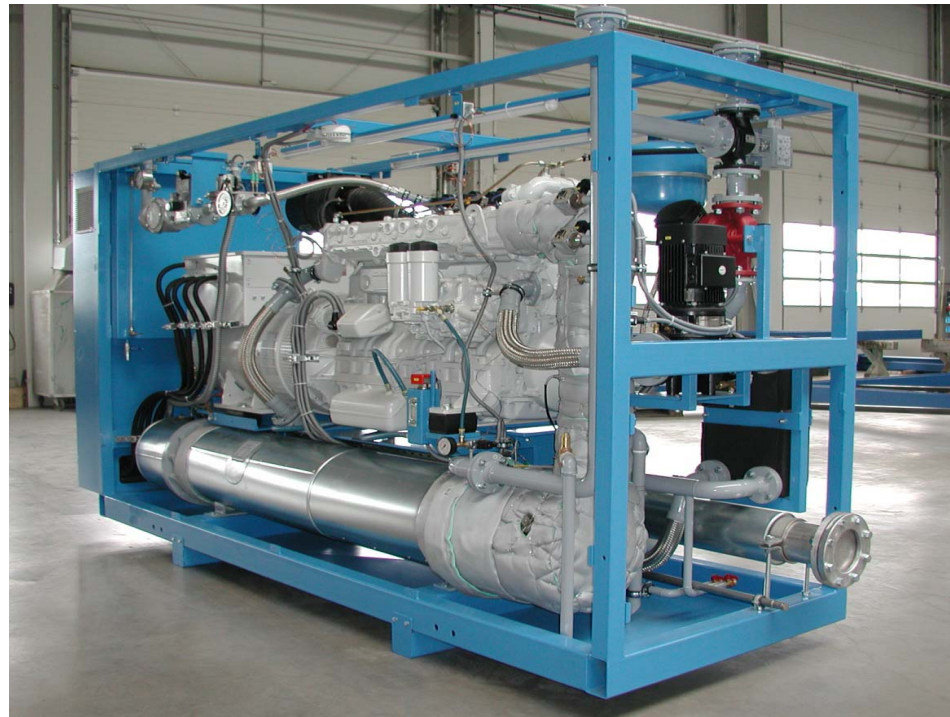


- 31 Retorno calefacción (entrada cogeneración)
- 32 Impulsión calefacción (salida cogeneración)
- 33 Vaso de expansión motor circuito de refrigeración
- 34 Vaso de expansión retorno calefacción
- 35 Válvula de tres vías aumento de retorno
- 36 Motor válvula de tres vías
- 37 Bomba de recirculación agua de calefacción / aumento temperatura de retorno
- 38 Bomba de recirculación para motor – agua de refrigeración

Vista Exterior del Módulo



- Módulos de cogeneración diseñados para satisfacer las necesidades y exigencias del servicio, así como el mantenimiento y la operación



→ Aislamiento de Vibraciones (Motor/Generator)



→ Cárter de aceite / la bandeja de goteo (Motor)



Módulos de Cogeneración Loganova

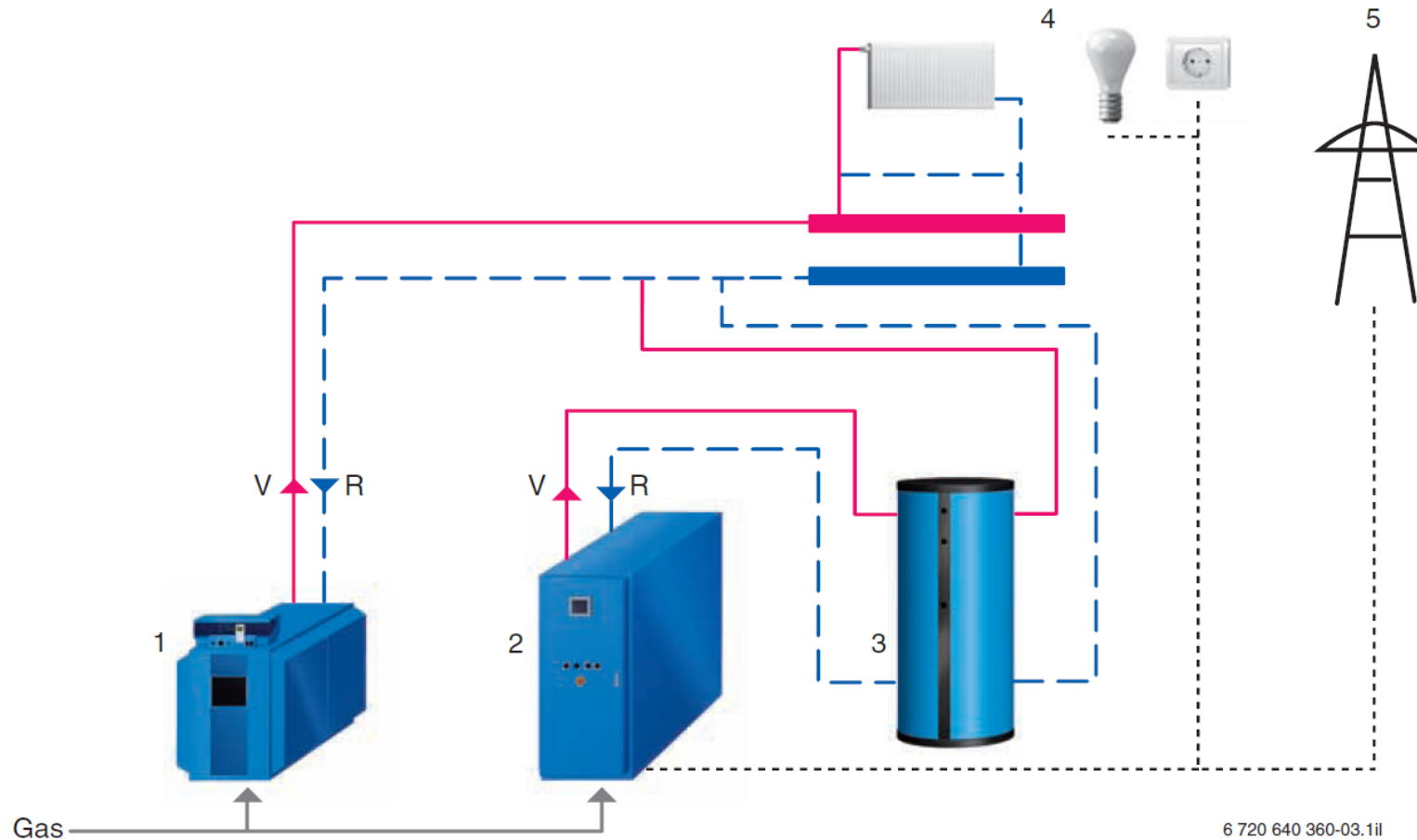
El calor es nuestro

Buderus
Grupo Bosch

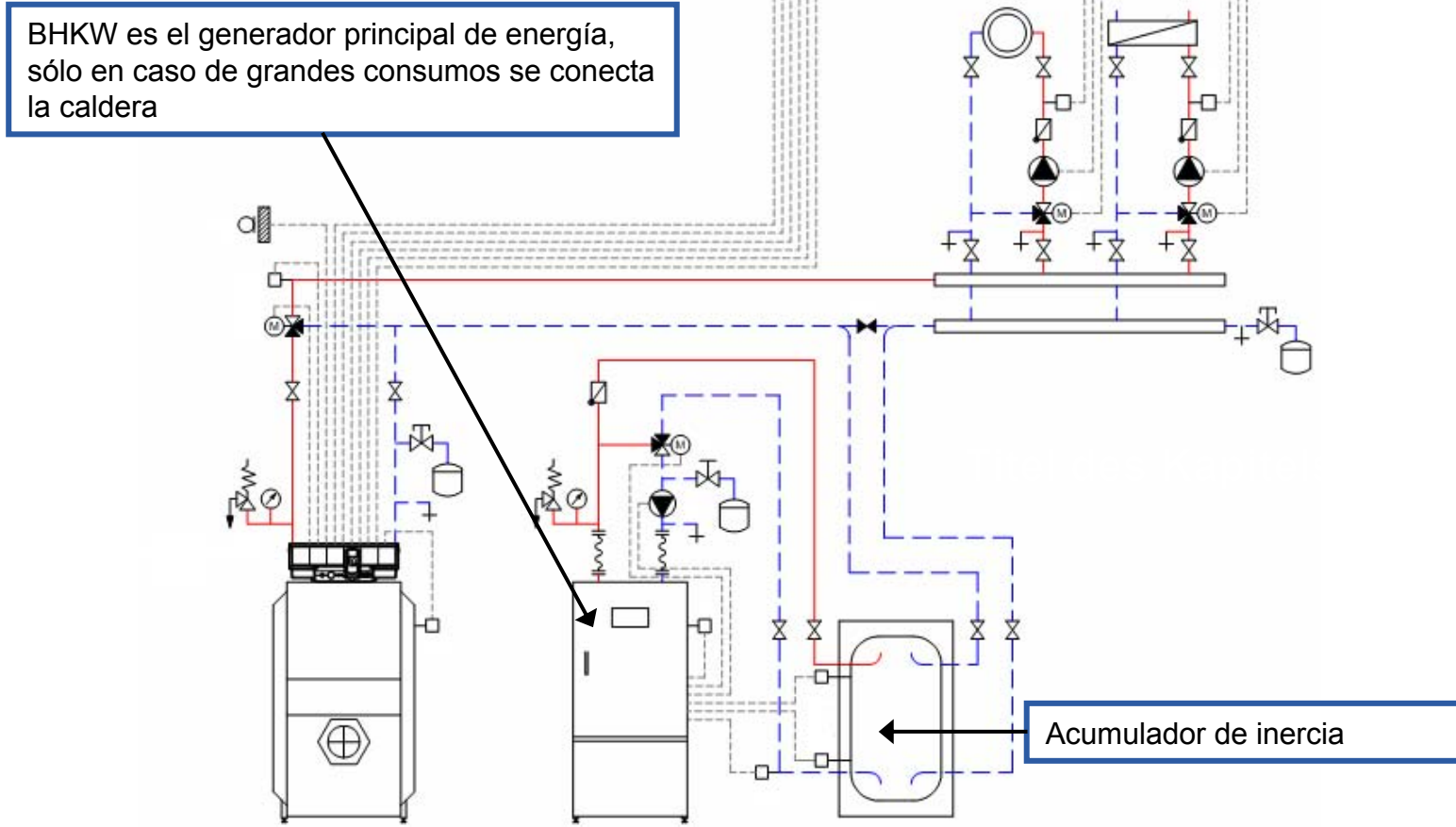


Instalaciones de
sistemas de
cogeneración.

Diagrama de funcionamiento básico:



Hidráulica con módulos de cogeneración

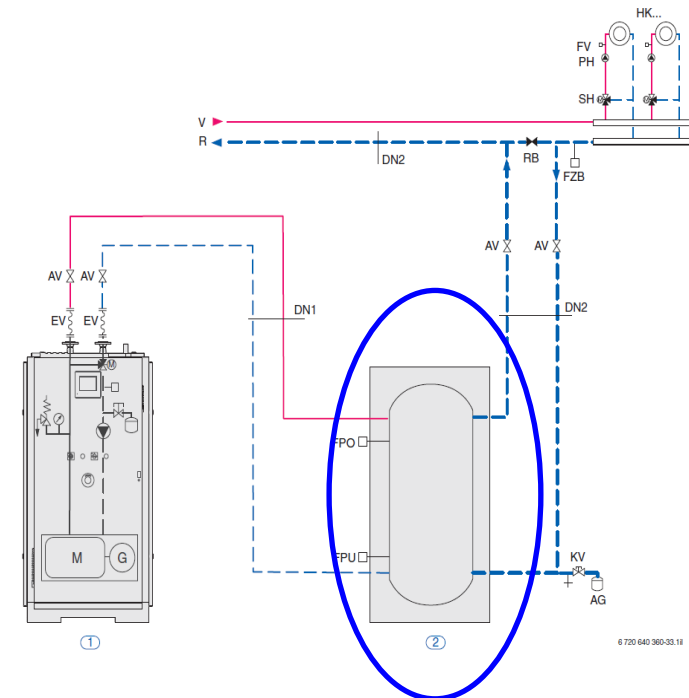


Cálculo del acumulador de inercia térmica.

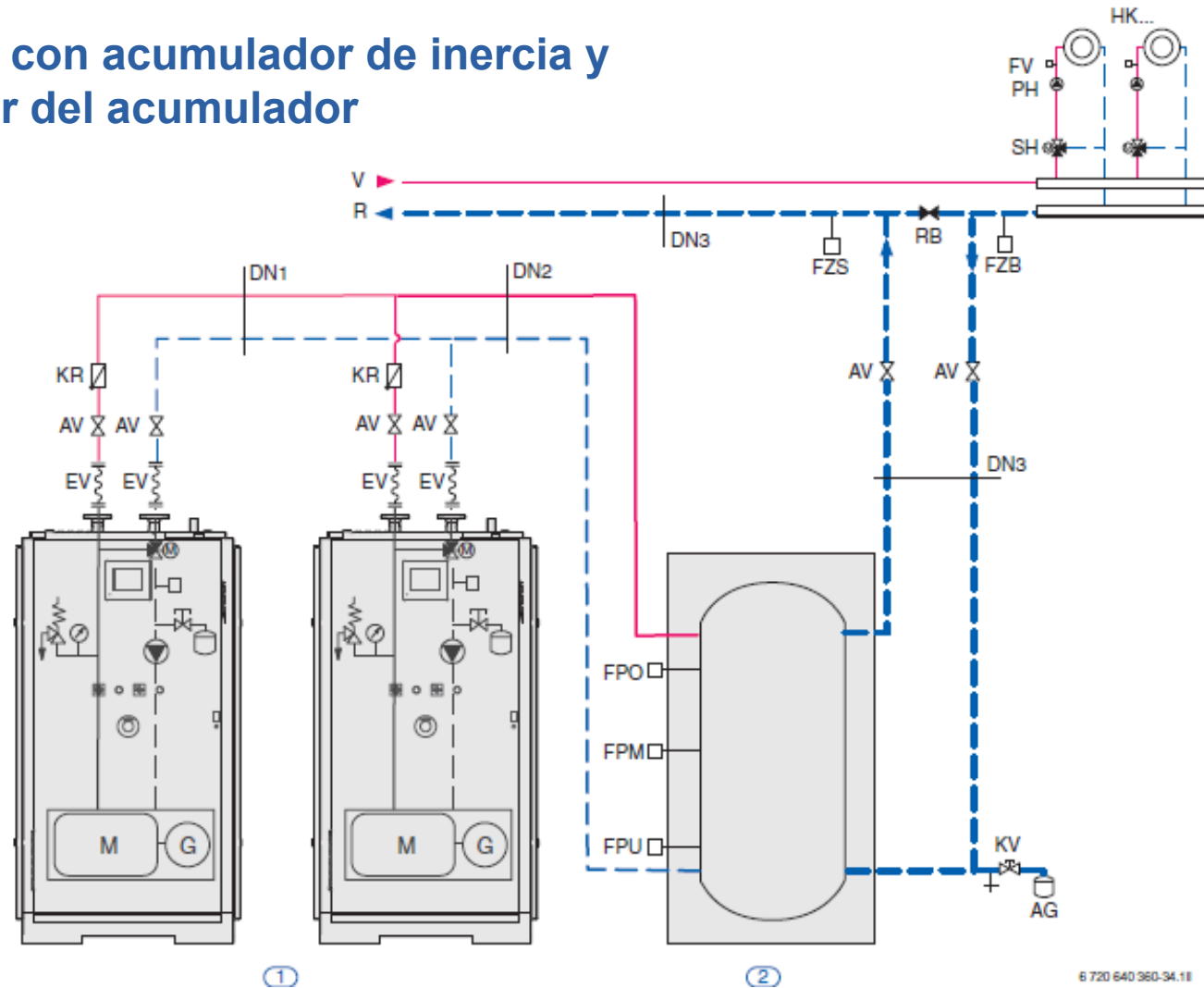
- El tamaño mínimo del acumulador de inercia debería calcularse de tal manera que el tiempo de calentamiento del acumulador sea de una hora de la salida térmica máxima del módulo CHP.

Módulo CHP Loganova	Potencia térmica [kW _{th}]	Volumen recomendado del acumulador [l]
EN20	34	1.500
EN50	80	3.500
EN70	109	5.000
EN140	212	10.000 (2 X 5.000)
EN240	374	16.000 (2 X 8.000)

Volumen recomendado del acumulador de inercia térmica para un módulo CHP Loganova con una dispersión de temperatura de 20 K y un tiempo de funcionamiento del módulo de 1 hora

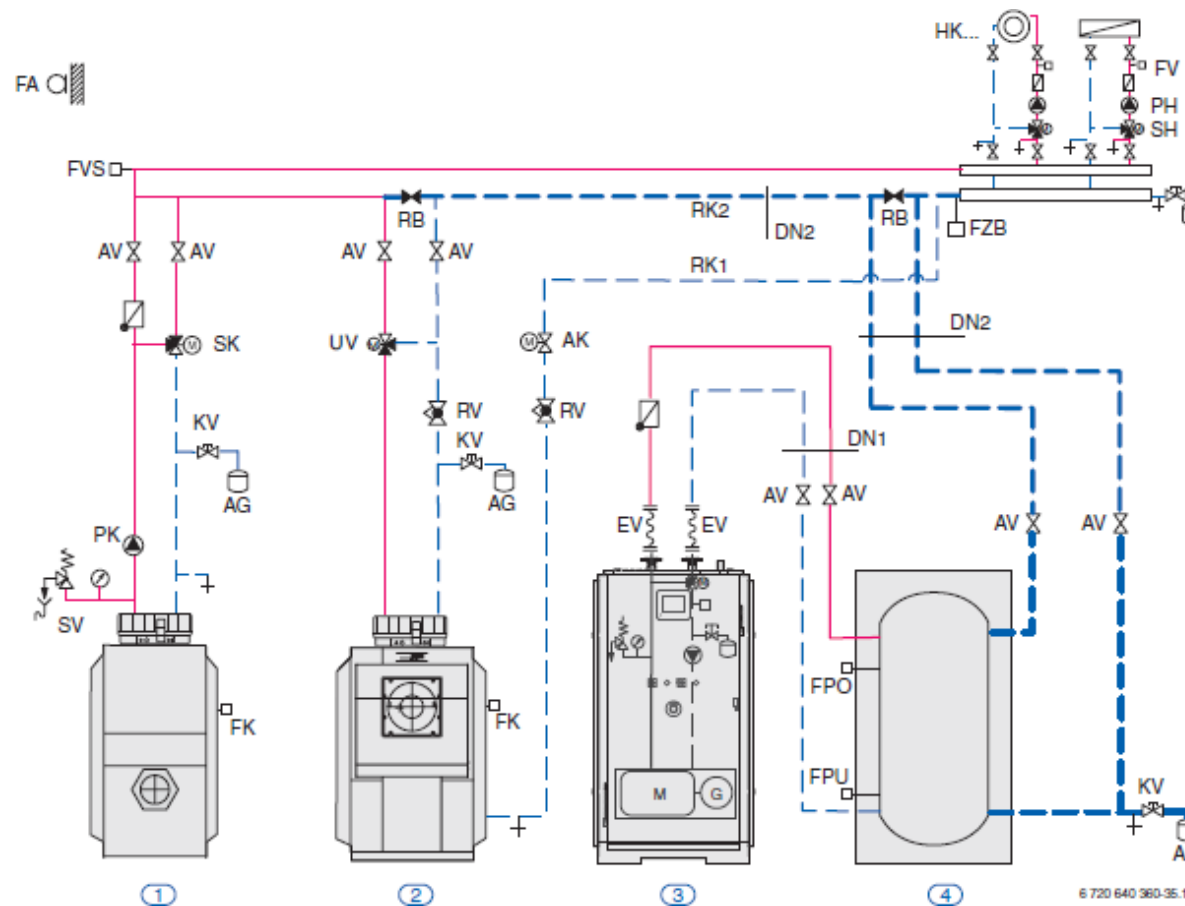


2 módulos CHP con acumulador de inercia y control estándar del acumulador



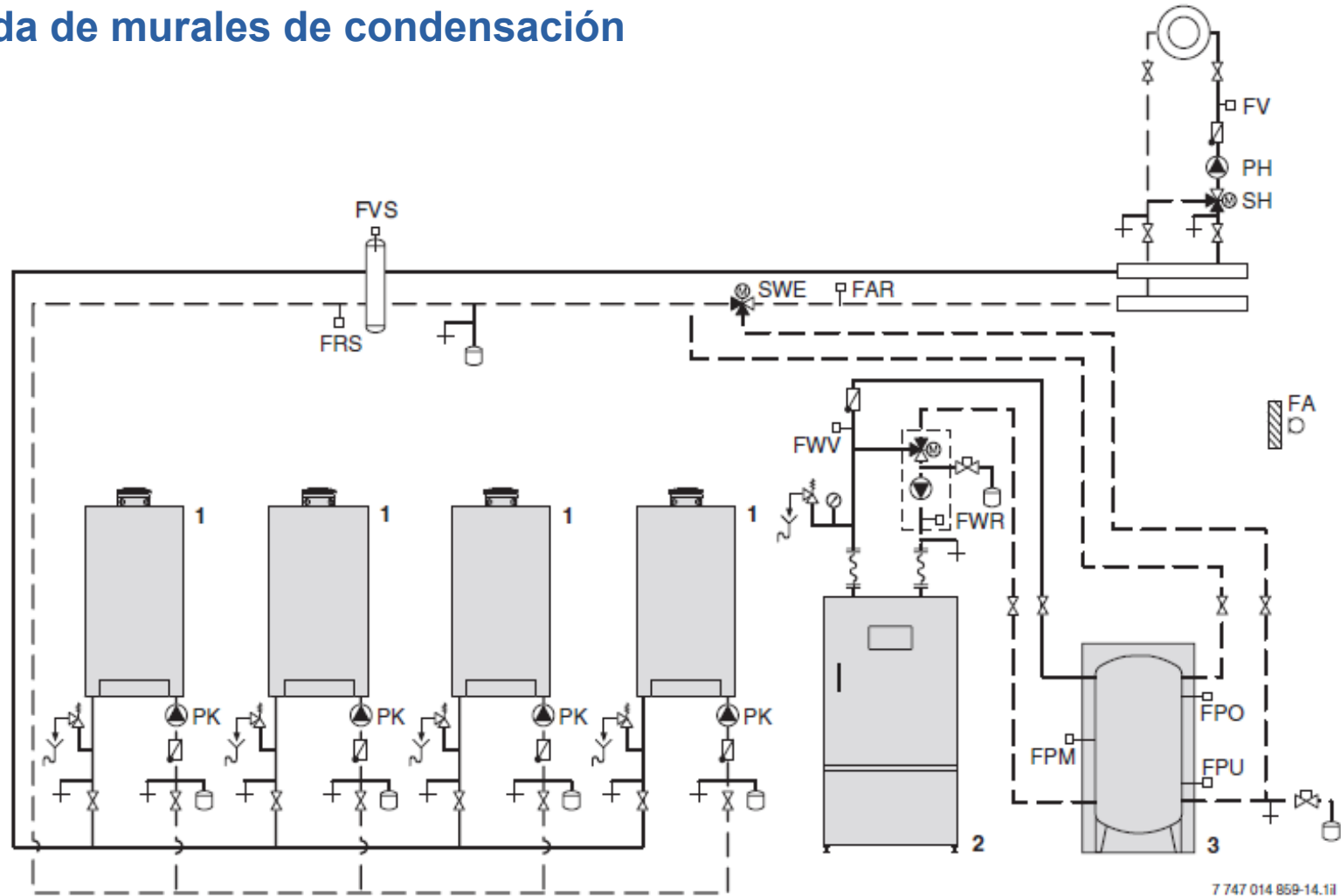
6 720 640 960-34.11

Módulo CHP con acumulador de inercia y control estándar del acumulador + caldera condensación + caldera convencional y control Logamatic.



6 720 640 360-35.11

Cascada de murales de condensación





Monasterio en Marburg-Wehrda



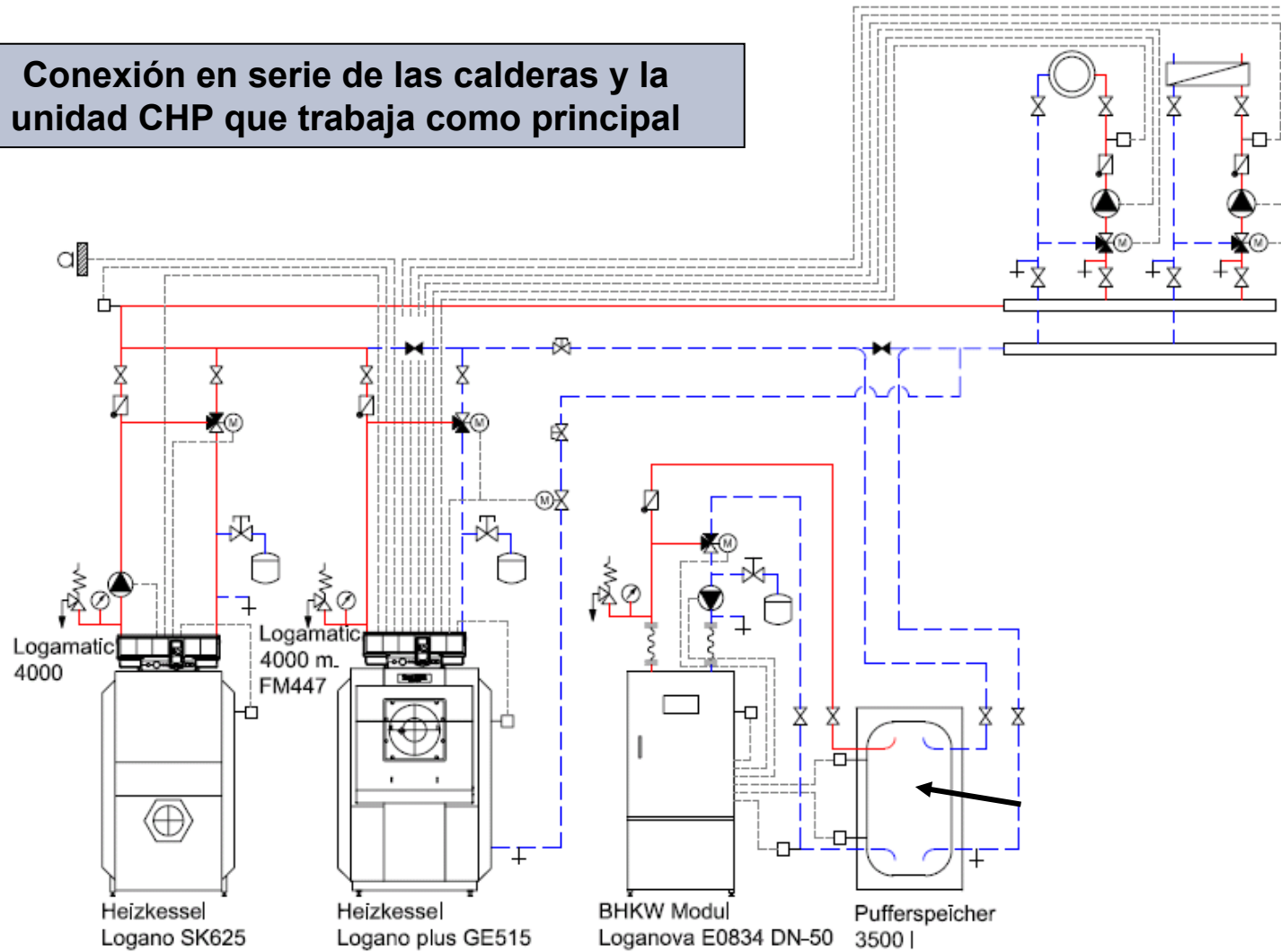
Alemania

- **Reidencia religiosa**
- **Reforma realizada en primavera del año 2004**
- **Consumo anual de calor 1.800 MW**



- **Consumo de electricidad muy alto se utiliza el módulo de cogeneración uso propio**
- **Para la demanda calorífica se suministran calderas de gran potencia Buderus para suplementar a la producida por el modulo de cogeneración**
- **Asegurar el suministro eléctrico utilizando el CHP como grupo de emergencia en caso de ser necesario**

Conexión en serie de las calderas y la unidad CHP que trabaja como principal



Horas de funcionamiento cogeneración (CHP)	7.913 h de func.
Consumo de gas cogeneración	1.130.777 kWh
Electricidad producido por CHP	386.310 kWh
Calor producido por CHP	640.953 kWh
Gastos de electricidad evitados (10,62 ct/kWh)	41.026,12 €
Valor de producción de calor (4,7 ct/kWh)	30.124,79 €
Reembolso impuestos sobre combustible (0,55 ct/kWh)	6.219,27 €
Gastos de gas (3,835 ct/kWh)	43.365,29 €
Gastos de mantenimiento	12.547,35 €
Gastos generales	500,00 €
Ahorros en el año 2005	20.957,57 €
CO₂ evitado en el año 2005	aprox. 170 t

- **Ahorro de gastos de energía de 20.000 €/a**
- **7.700 horas de funcionamiento al año**



GRACIAS POR SU ATENCIÓN