



Equipos de microcogeneración solución de alta eficiencia alternativa a los paneles solares

José M. Domínguez Cerdeira
Asistencia y Promoción Técnica
Gas Natural Comercial, SDG

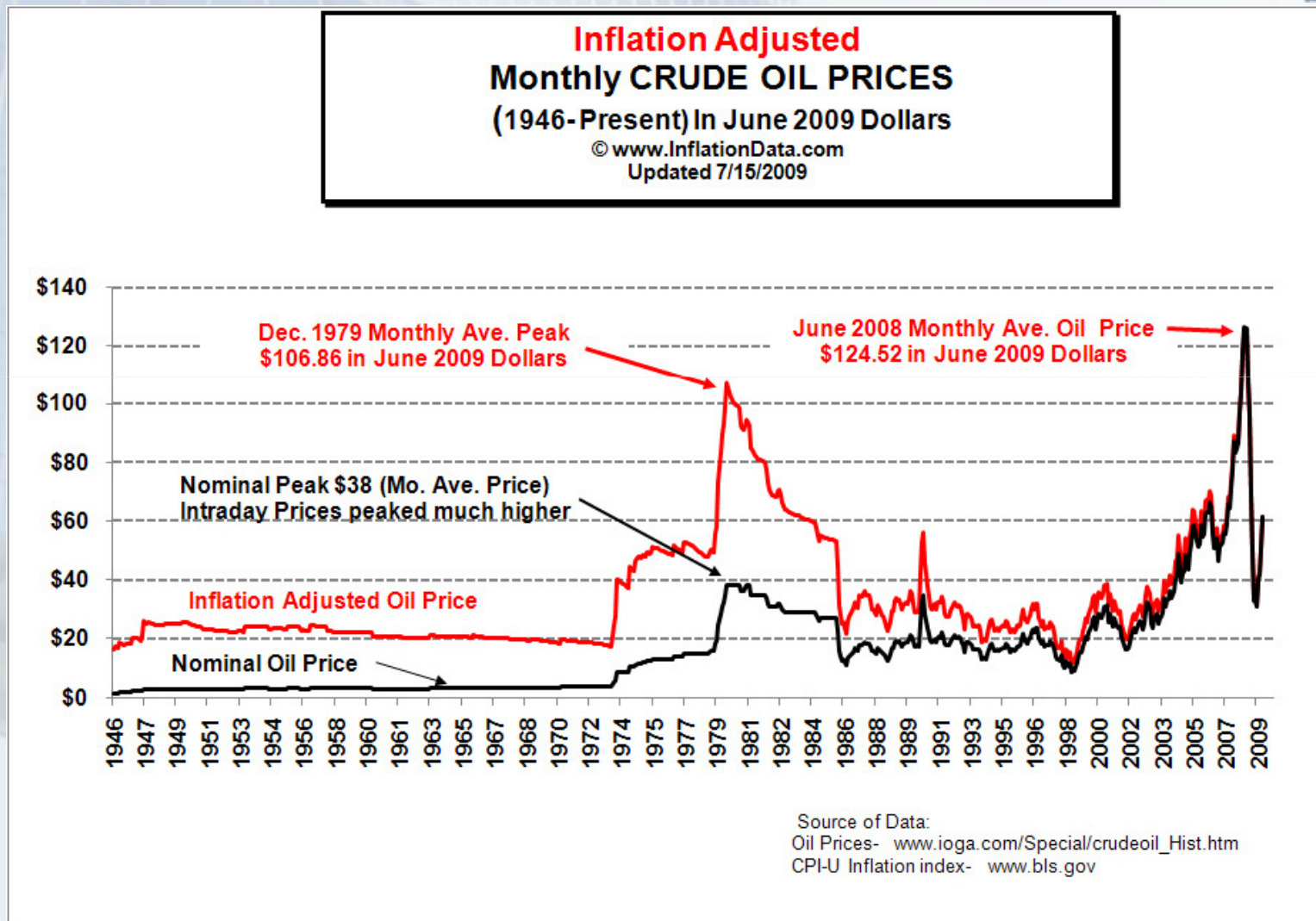
Curso Técnico de Especialización
para Arquitectos
CONSTRUIBLE.es

14 de Abril de 2010

gasNatural **UNION FENOSA**

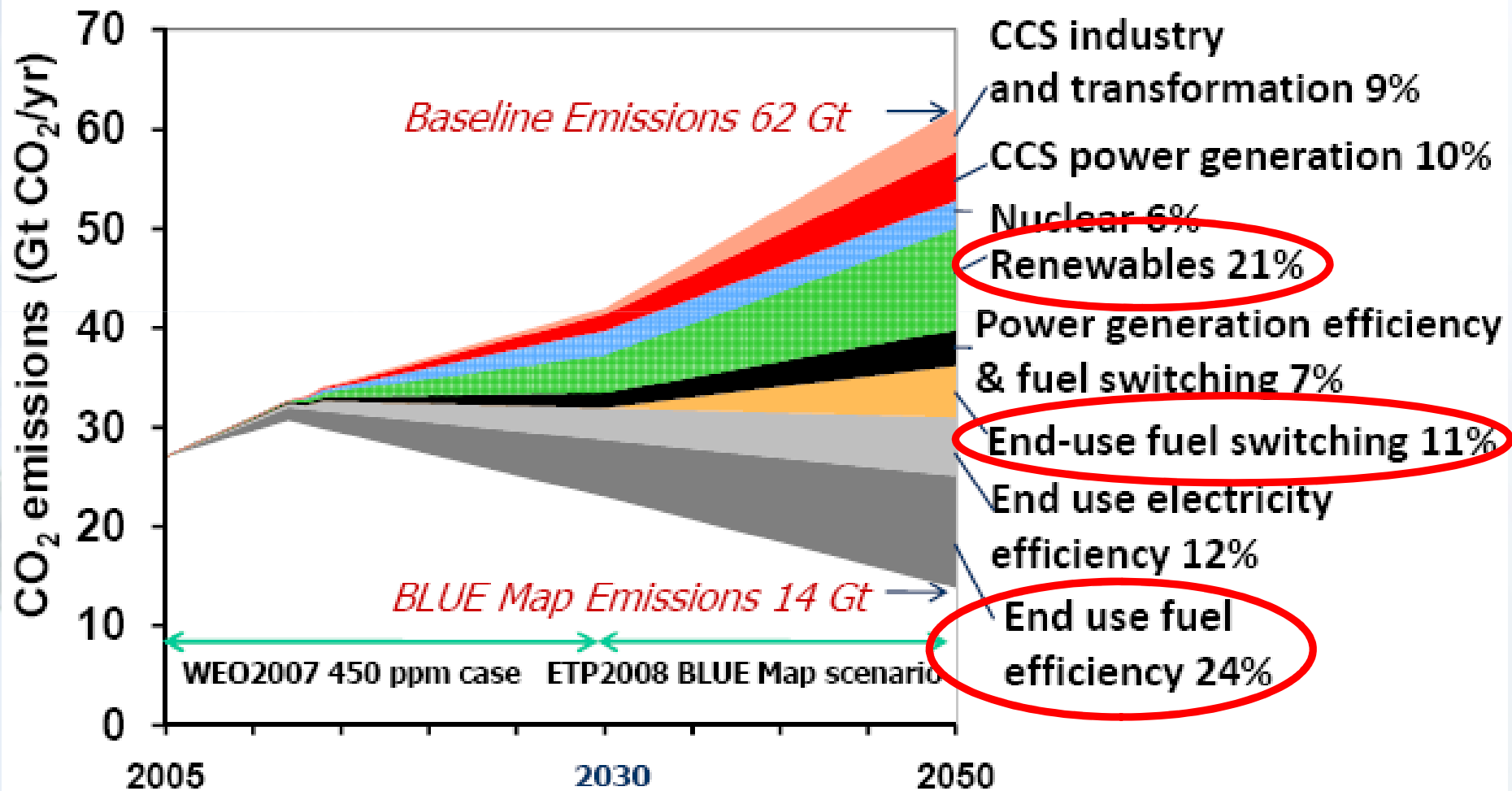
Entorno energético

Evolución histórica de precios del petróleo



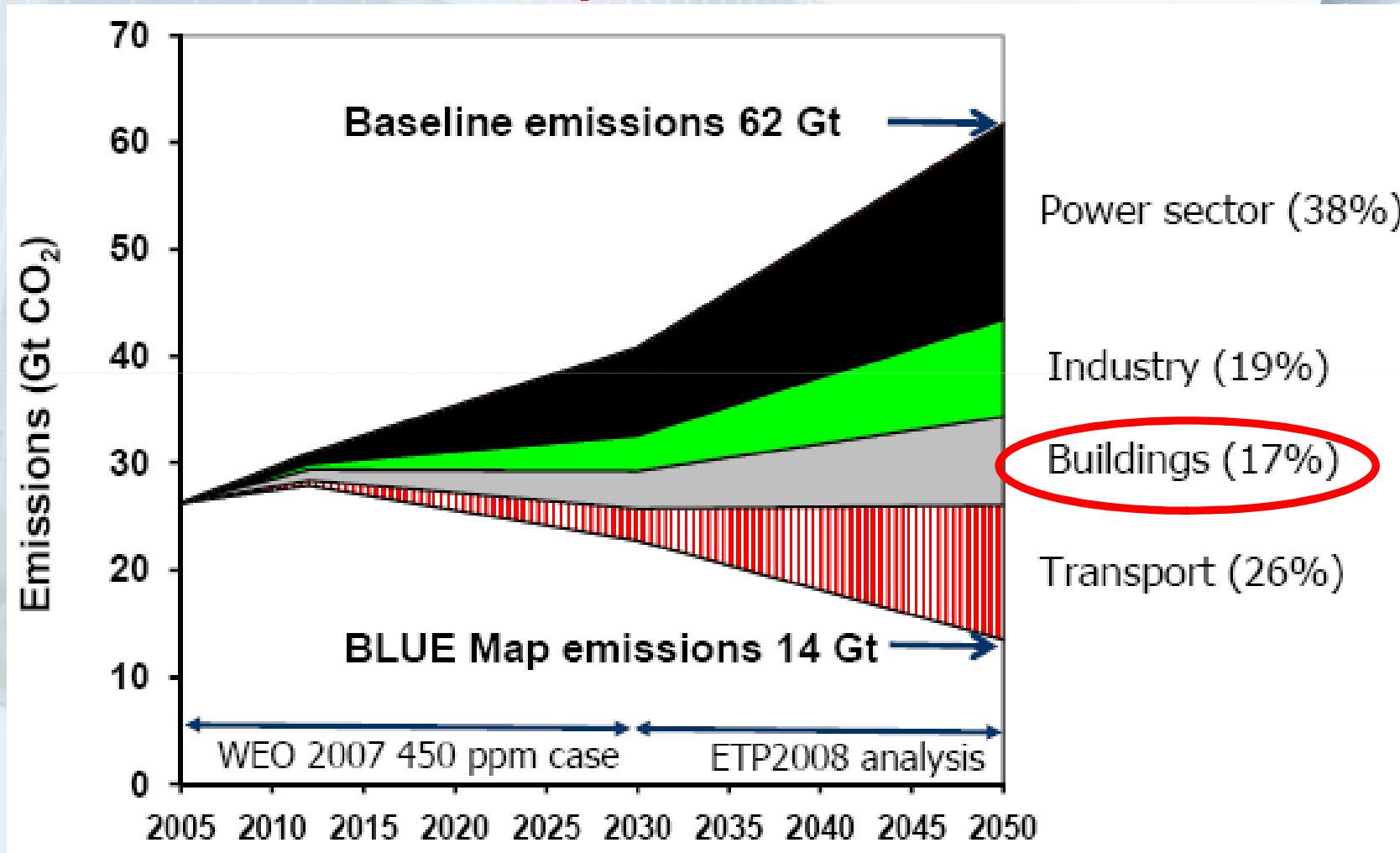
La eficiencia energética en los edificios

Una necesidad estratégica



Entorno energético

Potencial de ahorro por sectores



Fuente: Agencia Internacional de la Energía (Escenarios y estrategias para el 2050)

La eficiencia energética en los edificios

Una necesidad estratégica

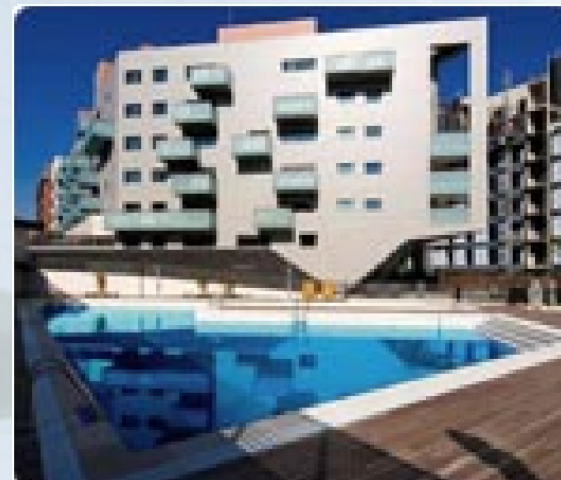


Que los edificios consuman menos energía es un criterio estratégico en su diseño y construcción por:



- ➔ Un coste de energía creciente
- ➔ La necesidad de menor impacto medioambiental
- ➔ Una legislación más exigente

Su diseño se debe adecuar al tipo de uso final que tendrá el edificio, residencial, comercial, dotacional o industrial



La eficiencia energética en los edificios

¿Cómo se obtiene?



Obtener un menor consumo energético es función inicial de dos únicos parámetros, la demanda del edificio y la eficiencia de los sistemas energéticos

$$C = \frac{D(\text{Clima}, \text{Epidermis})}{\eta(\text{Equipos}, \text{Sistemas})}$$

Objetivo: Reducir la demanda:
Requisitos mínimos: **Código Técnico**

Objetivo: Incrementar los rendimientos
Requisitos mínimos: **RITE**

Objetivo: Reducir el consumo de energía
Factor de comparación: **Certificación energética**

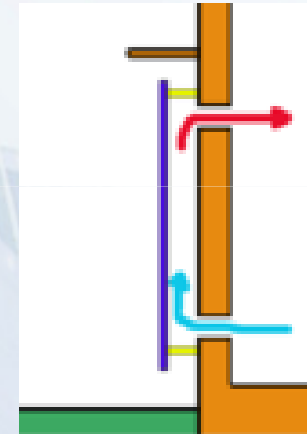
La eficiencia energética en los edificios

Disminución de la demanda



La disminución de la demanda se obtiene inicialmente mediante actuaciones en el diseño del edificio y su envolvente:

- ➔ **Diseño bioclimático:** Orientación, muros Trombe, ventilaciones cruzadas, fachadas ventiladas, cubiertas verdes, etc
- ➔ **Arquitectura pasiva:** Aislamiento de paramentos, rotura de puentes térmicos, insolación (invierno) y asombramiento (verano) de ventanas



Tan importante como lo anterior es el buen uso por parte de los usuarios, por ello las actuaciones de la Administración en la difusión de “buenas prácticas”, es imprescindible para obtener los ahorros esperados

La eficiencia energética en los edificios

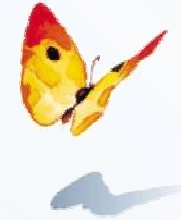
Mejora de la eficiencia de sistemas térmicos



- ➔ Las normas actuales ya hacen disminuir las demandas térmicas en los edificios, así, el ahorro se potencia con mejores sistemas térmicos que cubran esa demanda
- ➔ La refrigeración, en verano, representa una punta de potencia demandada importante, pero solo representa una pequeña fracción del consumo en calefacción
- ➔ La utilización de acumuladores eléctricos en sistemas de ACS con apoyo individualizado no se considera eficiente, porque el uso de la electricidad mediante efecto Joule genera más emisiones de CO₂ (en su generación) que cualquier sistema clásico

Mejora de la eficiencia de los sistemas

Aspectos a considerar



- ➔ Los análisis de rendimiento no deben limitarse a las características puntuales de los generadores, sino que deben considerar todos los elementos que forman el sistema térmico, es decir, su tipología, generadores, redes de distribución, elementos terminales y sistemas de regulación utilizados
- ➔ El rendimiento global del sistema térmico se debe considerar como la relación entre la suma de todas las demandas térmicas del edificio y la suma de energía convencional empleada para satisfacerlas. Las aportaciones de energías renovables aportadas no entran en la ecuación. Su efecto es reducir la energía convencional necesaria

Exigencias de aporte solar térmico (paneles) Código Técnico de la Edificación (CTE)



15.4 Exigencia básica HE 4: Contribución solar mínima de agua caliente sanitaria

En los *edificios con previsión de demanda de agua caliente sanitaria o de climatización de piscina cubierta*, en los que así se establezca en este CTE, **una parte de las necesidades energéticas térmicas derivadas de esa demanda se cubrirá mediante la incorporación en los mismos de sistemas de captación, almacenamiento y utilización de energía solar de baja temperatura** adecuada a la radiación solar global de su emplazamiento y a la demanda de agua caliente del edificio. Los valores derivados de esta exigencia básica tendrán la consideración de mínimos,

Se define para cada uso una demanda tipo y de acuerdo con la zona geográfica y el volumen de demanda, se exige una cobertura solar mínima



Exigencias de aporte solar térmico (paneles) Comunidad de Madrid y Ayto. de Madrid



Las exigencias CTE en la Comunidad de Madrid:

- ➔ Hasta 5.000 l/día: 60%
- ➔ Entre 5.000 y 6.000 l/día: 65%
- ➔ Más de 6.000 l/día: 70%

Para el municipio de Madrid, Getafe (Ordenanzas) :

- ➔ Hasta 1.000 l/día: 60%
- ➔ Más de 1.000 l/día: 75%



Exigencias de aporte solar térmico (paneles)

Características del uso de paneles



Ventajas del uso de paneles solares térmicos:

- ➔ Aporta una energía gratuita y renovable
- ➔ Sustituye el uso de energías convencionales
- ➔ La temperatura alcanzable es adecuada al uso de ACS
- ➔ Son instalaciones sencillas de diseño

Inconvenientes:

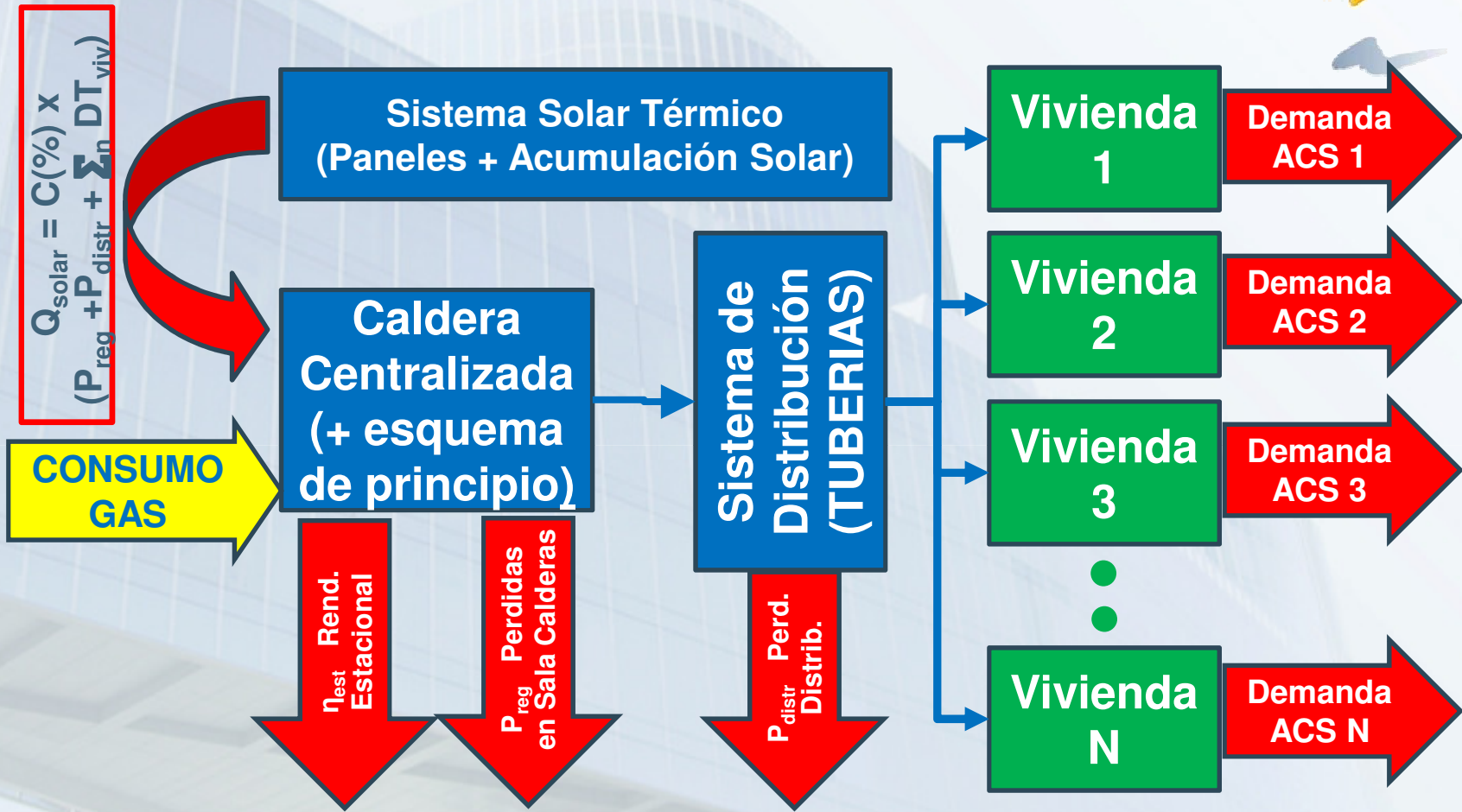
- ➔ Difícil integración de la orientación solar y la de la pastilla del edificio
- ➔ Producción variable a lo largo del año
- ➔ Sobrecalentamientos en verano
- ➔ Sensibles a averías

Inspecciones realizadas en municipios con ordenanzas en vigor hace más de 8 años comprueban que **solo un porcentaje bajo de las instalaciones solares funcionan**



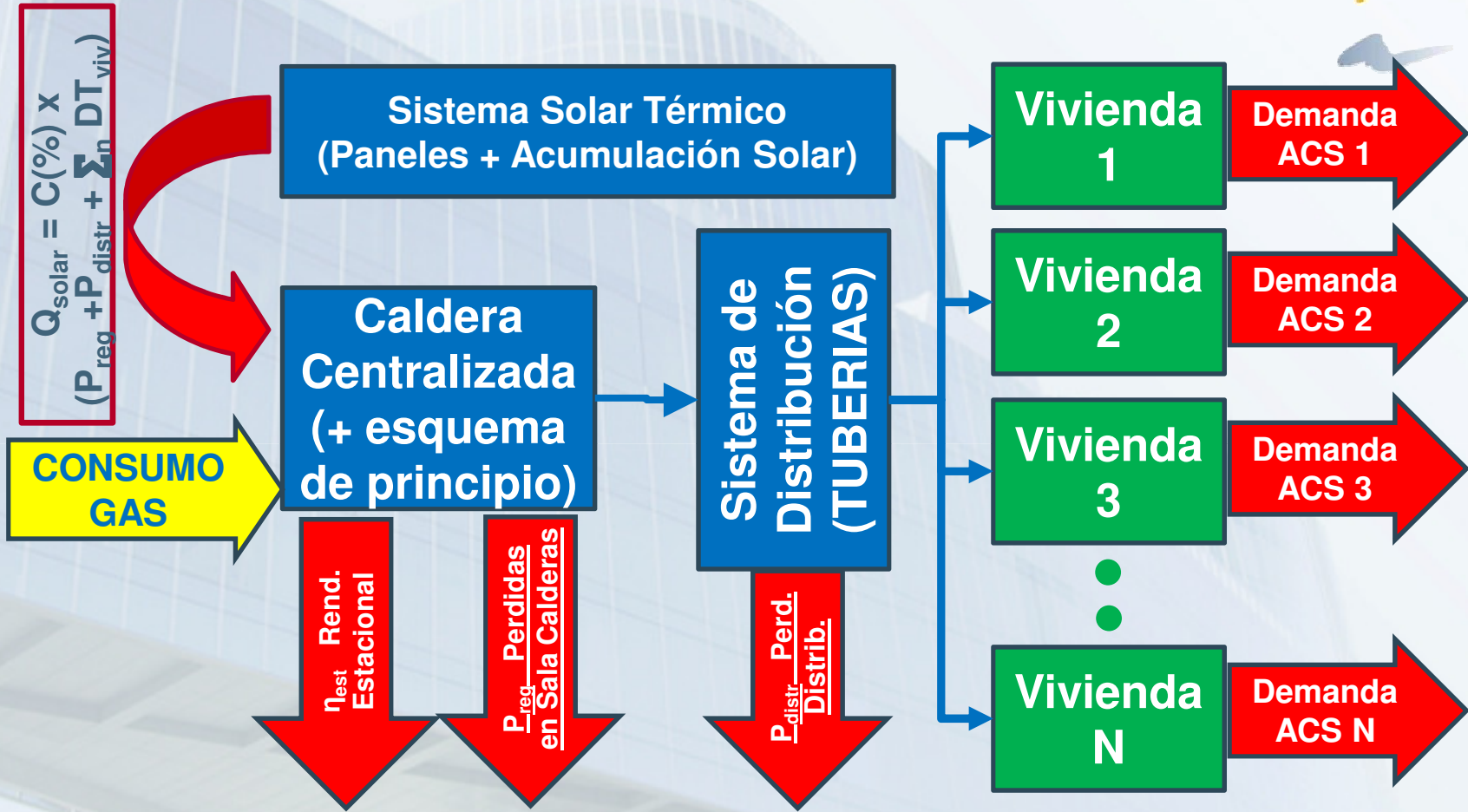
**Al ser la captación solar una
instalación centralizada
¿Las instalaciones solares con
apoyo central son las más
eficientes?**

Sistemas de producción de ACS centralizados



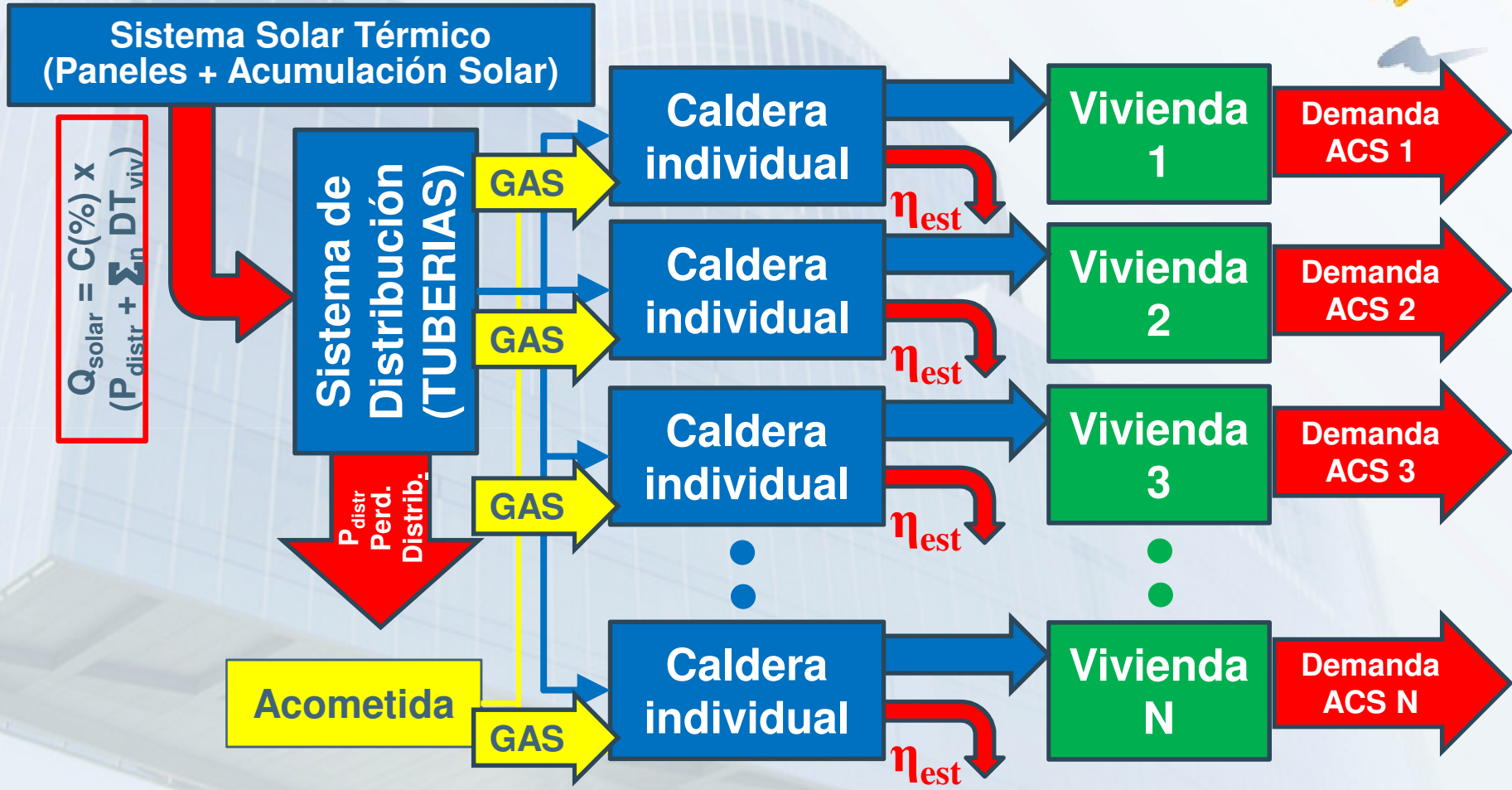
$$\text{Consumo Gas} = \frac{(P_{\text{reg}} + P_{\text{distr}} + \sum_n DT_{\text{viv}}) - Q_{\text{solar}}}{\eta_{\text{estacional}}}$$

Sistemas de producción de ACS centralizados



$$\text{Consumo Gas} = \frac{(1-C) \times (P_{reg} + P_{distr} + \sum_n Dt_{viv})}{\eta_{estacional}}$$

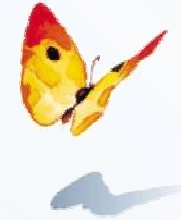
Sistemas de producción de ACS. Apoyo individual



$$\text{Consumo Gas} = \frac{(1-C) \times (P_{distr} + \sum_n Dt_{viv})}{\eta_{estacional}}$$

Sistemas de producción de ACS

Aspectos a considerar



Los sistemas centralizados precisan:

- ➔ Sistema de contaje de agua caliente por usuario, para el reparto de costes de agua y energía
- ➔ Mayor superficie de paneles solares, al producirse pérdidas en el sistema de distribución mayores que en los sistemas de apoyo individualizado (circulación a mayor temperatura y más horas de funcionamiento)

Los sistemas con apoyo individualizado precisan:

- ➔ Elemento de acoplamiento (interacumulador individual, intercambiador) entre el sistema solar y el generador, en cada vivienda
- ➔ Instalación de gas hasta cada uno de los usuarios
- ➔ Actualmente construir conductos de evacuación de productos de la combustión hasta cubierta

Exigencias de eficiencia energética

Aislamiento térmico de redes de tuberías



En la IT 1.2.4.2.1.1 (Generalidades) del RITE, en su párrafo 6, se indica que:

6 En toda instalación térmica por la que circulen fluidos no sujetos a cambio de estado, en general las que el fluido caloportador es agua, las pérdidas térmicas globales por el conjunto de conducciones no superarán el 4% de la potencia máxima que transporta

Este cálculo, tampoco se suele realizar, simplemente cumpliendo los requisitos de espesores mínimos de aislamiento indicados en la IT 1.2.4.2.1.2

Además, aunque la potencia emisiva de calor es baja, la energía disipada a lo largo del año es muy significativa, por el gran número de horas de disposición de servicio:

$$E_{\text{pérdidas}} \text{ kWh/año) = } P_{\text{pérdidas}} \text{ (kW) x horas funcionamiento}$$

Aislamiento de redes de tuberías

Condiciones mínimas



De acuerdo con la ITE 1.2.4.2.1.2, para aislamientos de tuberías con una conductividad $\lambda = 0,04 \text{ W/mK}$, los espesores mínimos serán:

Espesor mínimo por el interior de edificios (mm)

Dext (mm)	Tmax del fluido (°C)		
	40 - 60	60 - 100	100 - 180
D ≤ 35	25	25	30
35 < D ≤ 60	30	30	40
60 < D ≤ 90	30	30	40
90 < D ≤ 140	30	40	50
140 < D	35	40	50

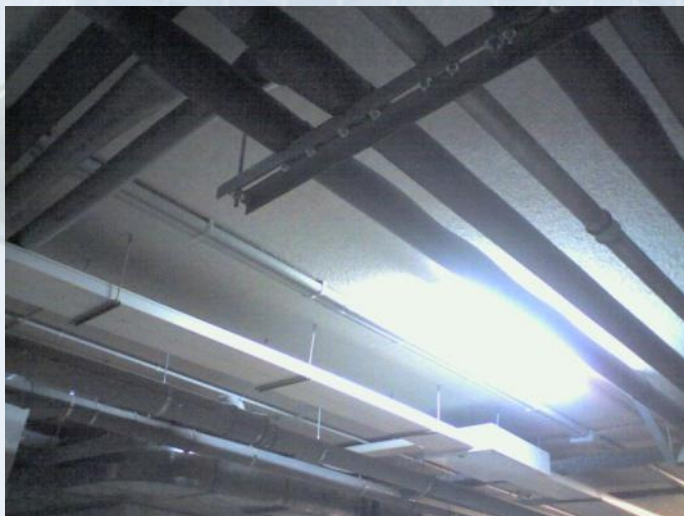
Espesor mínimo por el exterior de edificios (mm)

Dext (mm)	Tmax del fluido (°C)		
	40 - 60	60 - 100	100 - 180
D ≤ 35	35	35	40
35 < D ≤ 60	40	40	50
60 < D ≤ 90	40	40	50
90 < D ≤ 140	40	50	60
140 < D	45	50	60

Para redes de servicio continuo (p.e. ACS), estos espesores deben incrementarse en 5 mm.

Pérdida de energía en redes de tuberías

Prácticas habituales de montaje



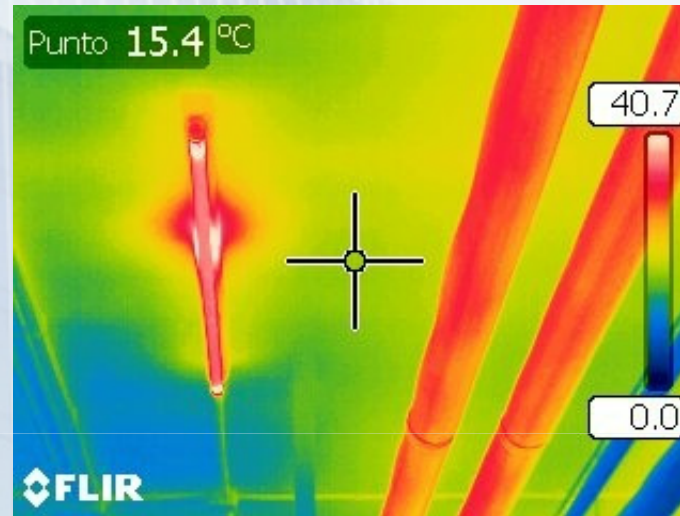
Pero no solo se evitan unas pérdidas de energía excesivas en distribución durante la fase de diseño.

La fase de construcción y puesta en marcha son vitales ya que en ella se evitan defectos del tipo:

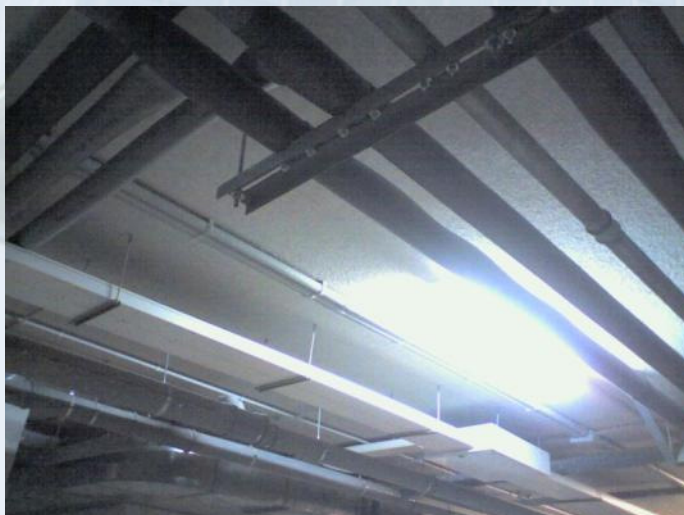
- ➔ Incorrecta selección de espesores
- ➔ Montajes incorrectos
- ➔ Puentes térmicos (soporteria)

Pérdida de energía en redes de tuberías

Prácticas habituales de montaje. Resultados



La temperatura superficial de los aislamientos alcanza una temperatura entre 25 y 35 °C



Esto incrementa a la transmisión por conducción, un efecto adicional de radiación y convección

Este fenómeno se intensifica en elementos singulares y apoyos de las tuberías



Pérdida de energía en redes de tuberías

REA de edificios en uso actualmente

Ejemplo 1

Localidad: Palencia Número viviendas: 75
Ocupación: 90%

Consumo anual Gas (PCS)		E. Util salida calderas (MWh/año)	REA	Demanda Util vivienda (MWh/año)	REA	REA
(m ³ /año)	(MWh/año)		Producción		sobre producción	sobre gas (PCS)
49.343	535,8	401,0	74,8%	296,0	73,8%	55,2%

Ejemplo 2

Localidad: Segovia Número viviendas: 59 Ocupación: 95%

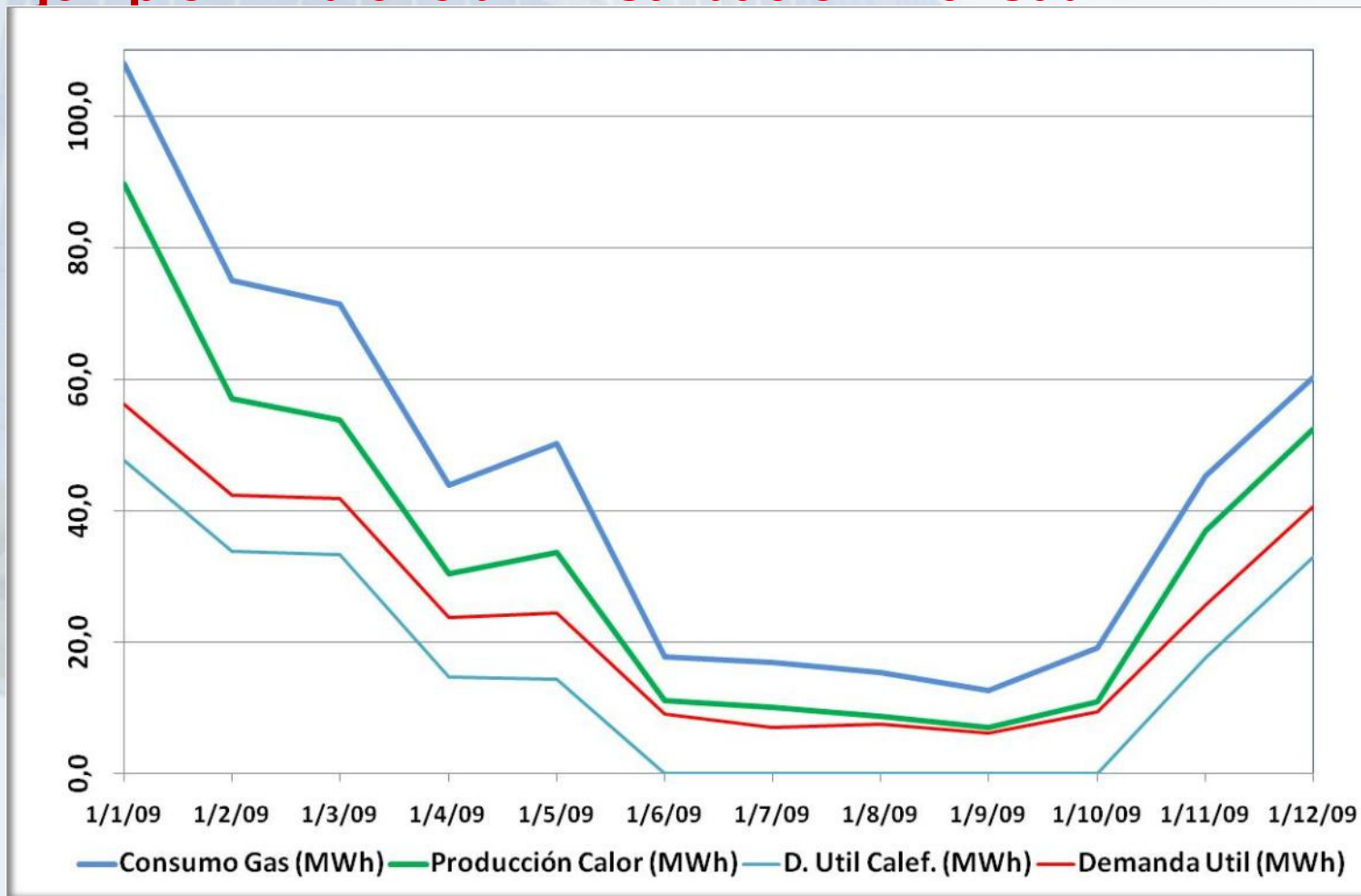
Consumo anual Gas (PCS)		E. Util salida calderas (MWh/año)	REA	Demanda Util vivienda (MWh/año)	REA	REA
(m ³ /año)	(MWh/año)		Producción		sobre producción	sobre gas (PCS)
48.624	528,0	394,0	75,0%	293,0	74,4%	55,5%

(Estos edificios no disponen de sistemas EST)

Pérdida de energía en redes de tuberías REA de edificios en uso actualmente



Ejemplo 1: Palencia – Distribución mensual





**¿La energía solar térmica
es la única solución eficiente
para la cobertura de
las demandas térmicas en
los edificios?**

Exigencias de aporte solar térmico (paneles)

Soluciones alternativas



El CTE contempla en su DB-HE4 soluciones alternativas:

1 Generalidades

1.1 Ámbito de aplicación

1. Esta Sección es aplicable a los edificios de nueva construcción y rehabilitación de edificios existentes de cualquier uso en los que exista una demanda de agua caliente sanitaria y/o climatización de piscina cubierta.
2. La contribución solar mínima determinada en aplicación de la exigencia básica que se desarrolla en esta Sección, podrá disminuirse justificadamente en los siguientes casos:
 - a) cuando se cubra ese aporte energético de agua caliente sanitaria mediante el aprovechamiento de energías renovables, procesos de cogeneración o fuentes de energía residuales procedentes de la instalación de recuperadores de calor ajenos a la propia generación de calor del edificio;
 - b) cuando el cumplimiento de este nivel de producción suponga sobrepasar los criterios de cálculo que marca la legislación de carácter básico aplicable;
 - c) cuando el emplazamiento del edificio no cuente con suficiente acceso al sol por barreras externas al mismo;

Soluciones de alta eficiencia

Alternativa a los paneles solares térmicos



Como alternativas se puede plantear el uso de:

➔ **Bombas de calor** (eléctricas, a gas, o geotérmicas)

➔ **Microcogeneración**



La Bomba de Calor con motor endotérmico de gas

***Una solución eficiente para el sector
terciario***

Bomba de Calor

Evolución histórica

Años 30

Primero fue el ciclo frigorífico por compresión.
Este compresor se movía por un motor endotérmico

Años 50

Luego, con el desarrollo de la distribución eléctrica, el motor endotérmico se sustituyó por uno eléctrico

El amplio desarrollo y el abaratamiento de los equipos de refrigeración incluso a nivel individual, hace que esas redes de distribución eléctrica se colapsen

Años 70 - 80

En muchos países, sobre todo EEUU y Japón, vuelen a fomentar la climatización con motor a gas, para frenar la saturación de las redes eléctricas

Bomba de Calor de motor endotérmico a gas

Razones de su éxito



GHP (Gas Heat Pump)



GHP

- Alta eficiencia energética: EER / COP.
- Producción simultánea de ACS.
- Producción simultánea de Electricidad
- Alta fiabilidad.
- Bajo coste de mantenimiento.



Mercado

- Saturación de redes eléctricas. Dificultades de acceso.
- Altos precios de energía
- Gas más barato que la Electricidad (Amortización)
- Impacto ambiental, disminución de emisiones.

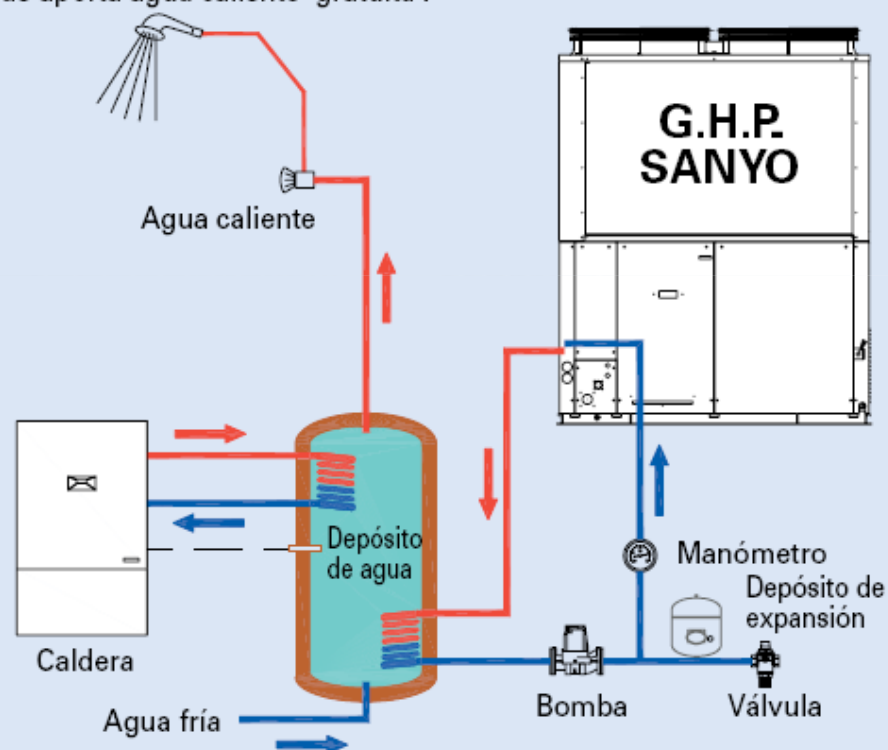
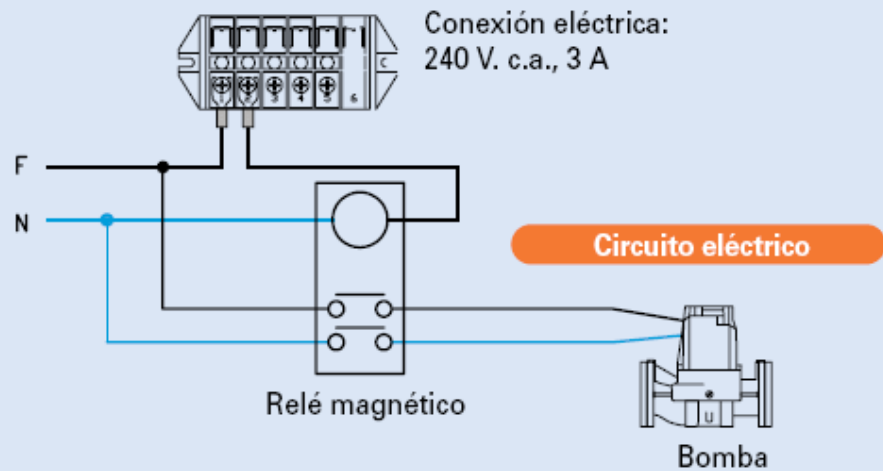
Bomba de Calor de motor endotérmico a gas

Beneficios del sistema



El calor residual del motor, que normalmente se disipa a la atmósfera, se recupera mediante un intercambiador de calor y se utiliza eficazmente como agua caliente, de forma que el Refrigerador GHP ejerce como un subsistema que alivia la carga en el sistema principal de agua caliente del cliente, por lo que aporta agua caliente 'gratuita'.

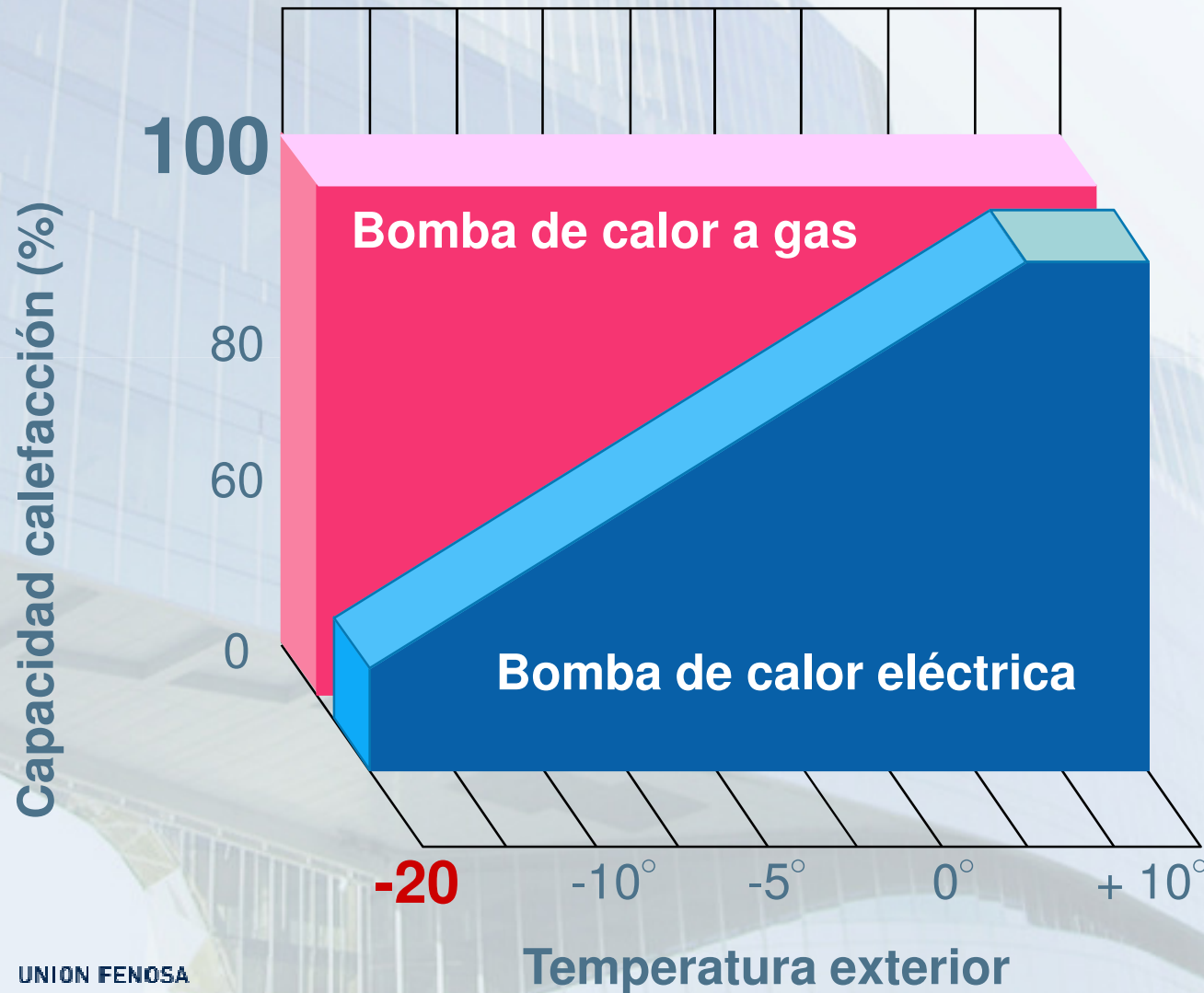
Capacidad al valor de consigna normal de refrigeración	Temp. de salida	75 °C	
Unidad de exteriores	SGP-EW120M2G2W	kW	12,0
	SGP-EW150M2G2W		16,0
	SGP-EW190M2G2W		20,0
	SGP-EGW190M2G2W		22,0
	SGP-EW240M2G2W		25,0
Presión permisible en las tuberías de agua caliente	MPa		0,7
Régimen de circulación de agua caliente	m ³ /h		3,9
Calibre de la tubería de agua caliente			Rp 3/4



- Todos los elementos que se ilustran en este esquema (a excepción de la unidad exterior) no los suministra Sanyo.
- Al arrancar se definirá el valor de la temperatura del agua como parámetro de consigna en la unidad exterior.

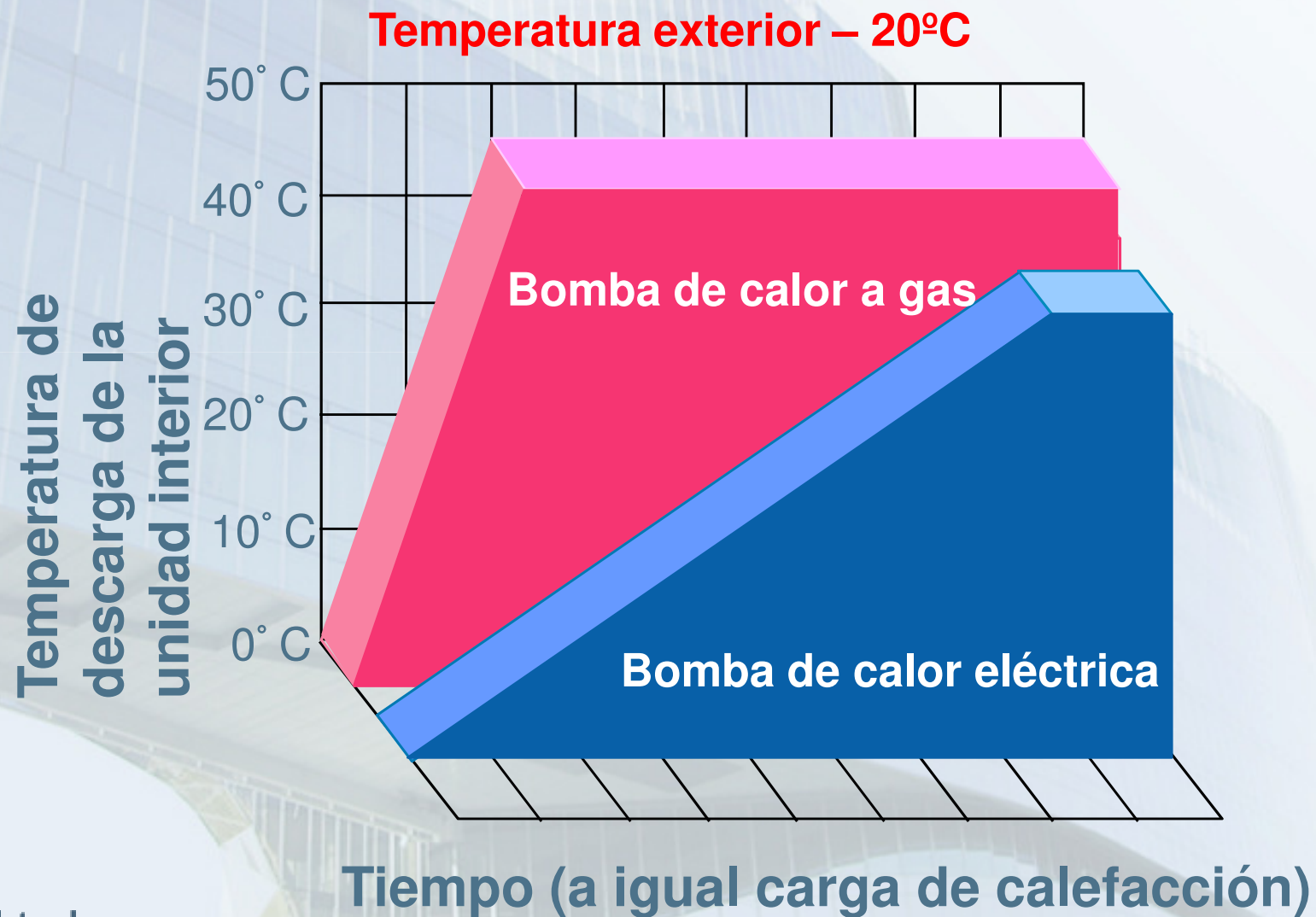
Bomba de Calor de motor endotérmico a gas

Mayor rendimiento a bajas temperaturas



Bomba de Calor de motor endotérmico a gas

Mayor rapidez de respuesta



Bomba de Calor de motor endotérmico a gas

Mayor adaptación a variaciones de demanda



Rendimiento excelente con cargas parciales

Los modelos 190 lograron **1,85**. Esta cifra es un 15 % mayor, aproximadamente, que los modelos tradicionales (sin electricidad).

*COP parcial = Capacidad parcial interna / Consumo parcial de gas.

Cuando se trata de carga* parcial, la cifra media COP para calor y frío



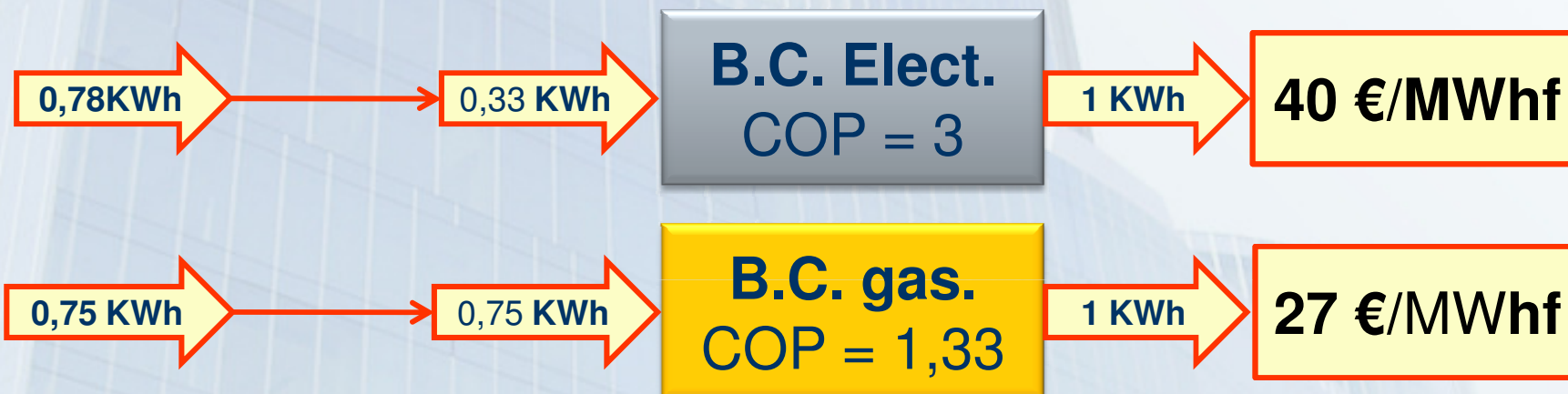
SANYO

Bomba de Calor de motor endotérmico a gas

Mayor economía de uso



Producción de Frío



Producción de Calor

Precios de energía

- Electricidad 0,120 €/Kwh
- Gas Natural 0,036 €/Kwh

El esquema es similar, teniendo en cuenta que:

- ➔ A bajas temperaturas, el COP de la HP eléctrica disminuye, por congelación del evaporador.
- ➔ Una Caldera de Condensación puede alcanzar el rendimiento de la BC a Gas, pero el resto estarán por debajo incluso al 0,7
- ➔ La producción de calor de la GHP puede apoyarse con el calor de recuperación del motor

Bomba de Calor de motor endotérmico a gas

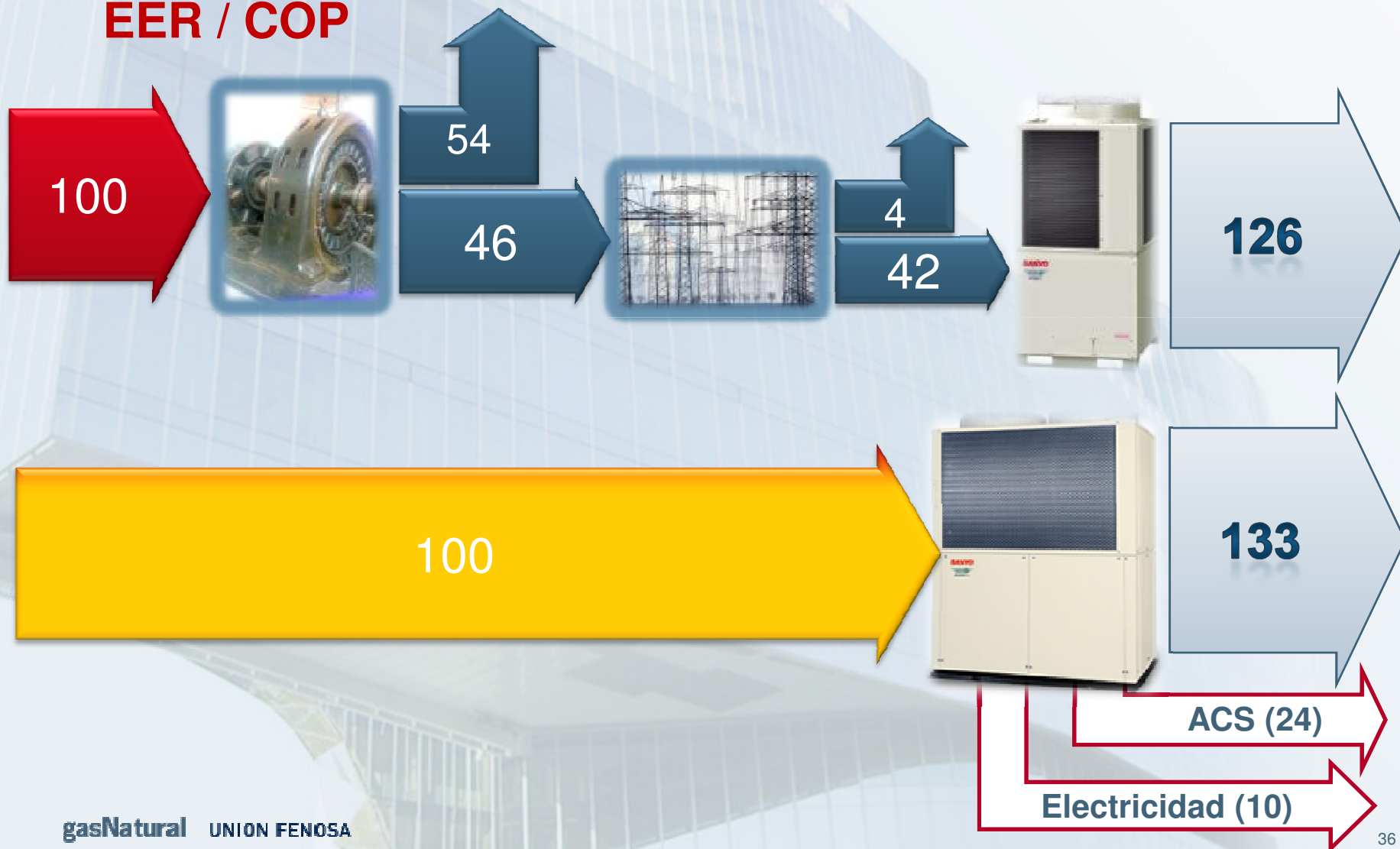
Facilidad de mantenimiento



Menores costes de explotación

Componentes	Cada 10.000 horas	Cada 20.000 horas	A las 30.000 horas
Filtro de aire	X	X	X
Correas de compresores	X	X	X
Filtro de aire	X	X	X
Bujías	X	X	X
Filtro de aceite	X	X	X
Latiguillo regulador de gas	X	X	X
Nivel de aceite			X
Cambio de aceite			X

Bomba de Calor Comparativo EHP vs GHP EER / COP



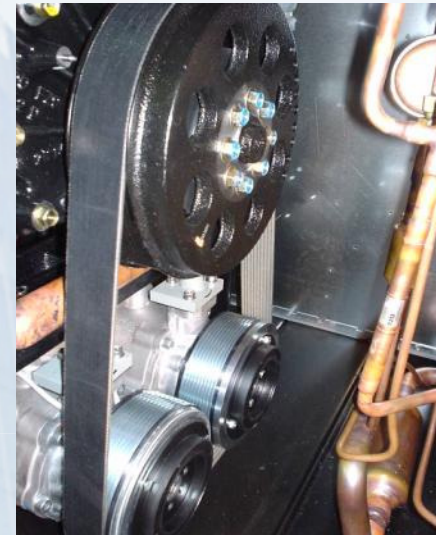
Bomba de Calor de motor endotérmico a gas

Instalaciones



Bomba de Calor de motor endotérmico a gas

Instalaciones



Bomba de Calor de motor endotérmico a gas

Instalaciones

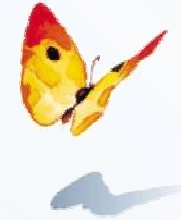




La microgeneración con gas
Una solución eficiente y alternativa al uso de paneles solares térmicos

Sistemas de cogeneración

Características básicas



Cogeneración: Producción y aprovechamiento conjunto de energía eléctrica y energía calorífica (calefacción, agua caliente sanitaria, etc...)

Minicogeneración: $P < 500 \text{ kWe}$

μ cogeneración: $P < 100 \text{ kWe}$

La Administración promueve la implantación de sistemas de cogeneración:

El RD 661/2007 de 25 de Mayo establece el plan de primas a la exportación de energía eléctrica a la red.

Establece un régimen económico específico para potencias menores de 500 kWe

Se puede exportar el 100% de la electricidad generada

Sistemas de cogeneración

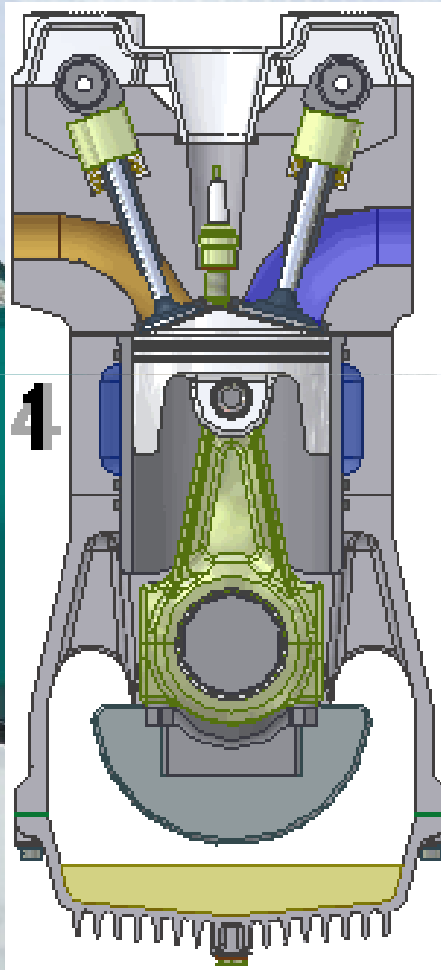
Principio de funcionamiento



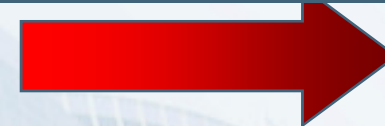
Combustible



20,50kW



Energía térmica



130kW

Energía eléctrica



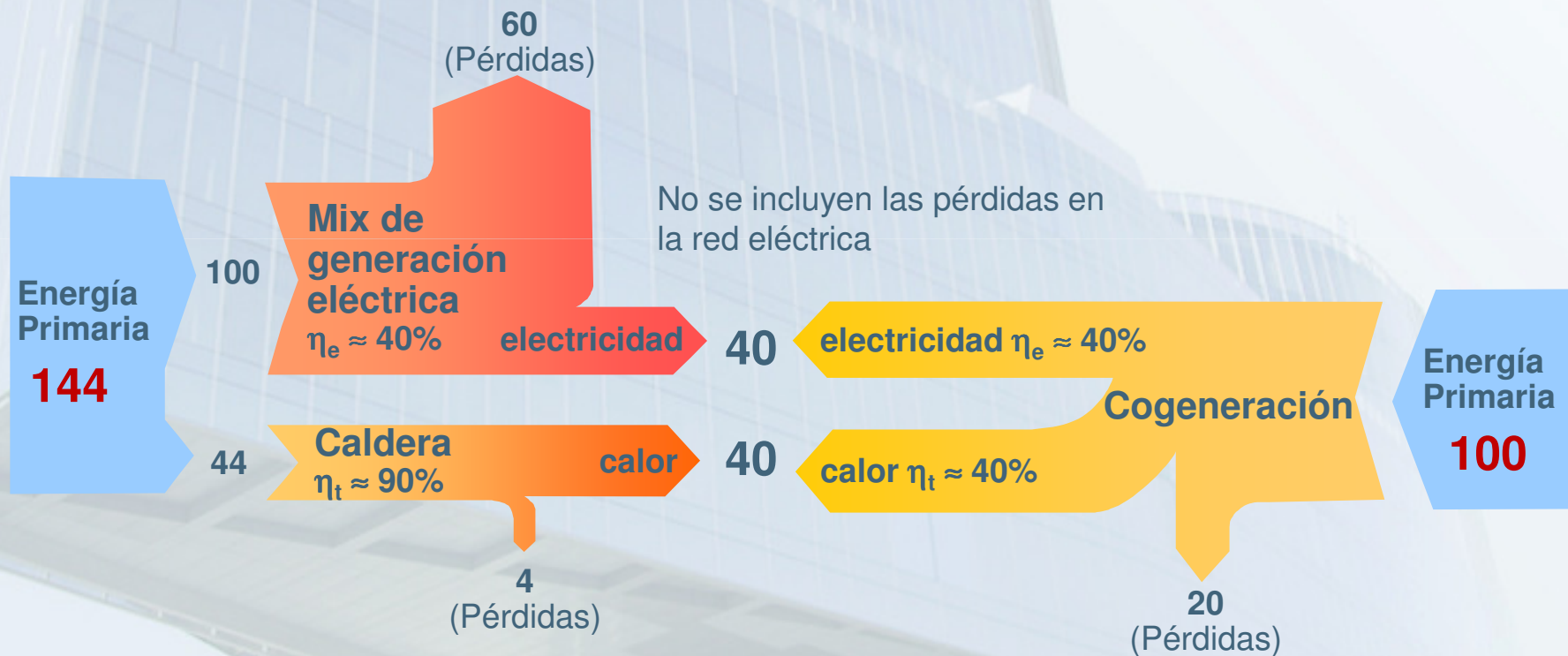
5,30kW

Sistemas de cogeneración

Comparativa de eficiencia



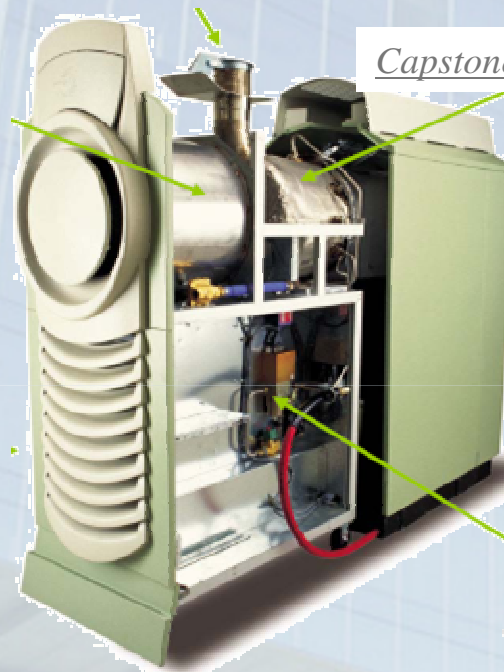
Comparación: Mix generación – Cogeneración $\eta \approx 80\%$



Ahorro energía primaria por incremento de la eficiencia energética (%) = $(144 - 100) / 144 = 30,5\%$

Sistemas de microgeneración

Tecnologías disponibles



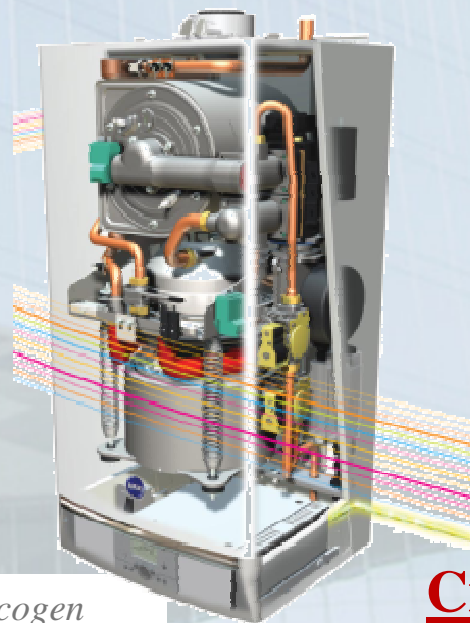
Capstone C60

Microturbinas



Baxi Dachs

Motores alternativos



Baxi Ecogen

Ciclos Stirling

Sistemas de microgeneración en viviendas

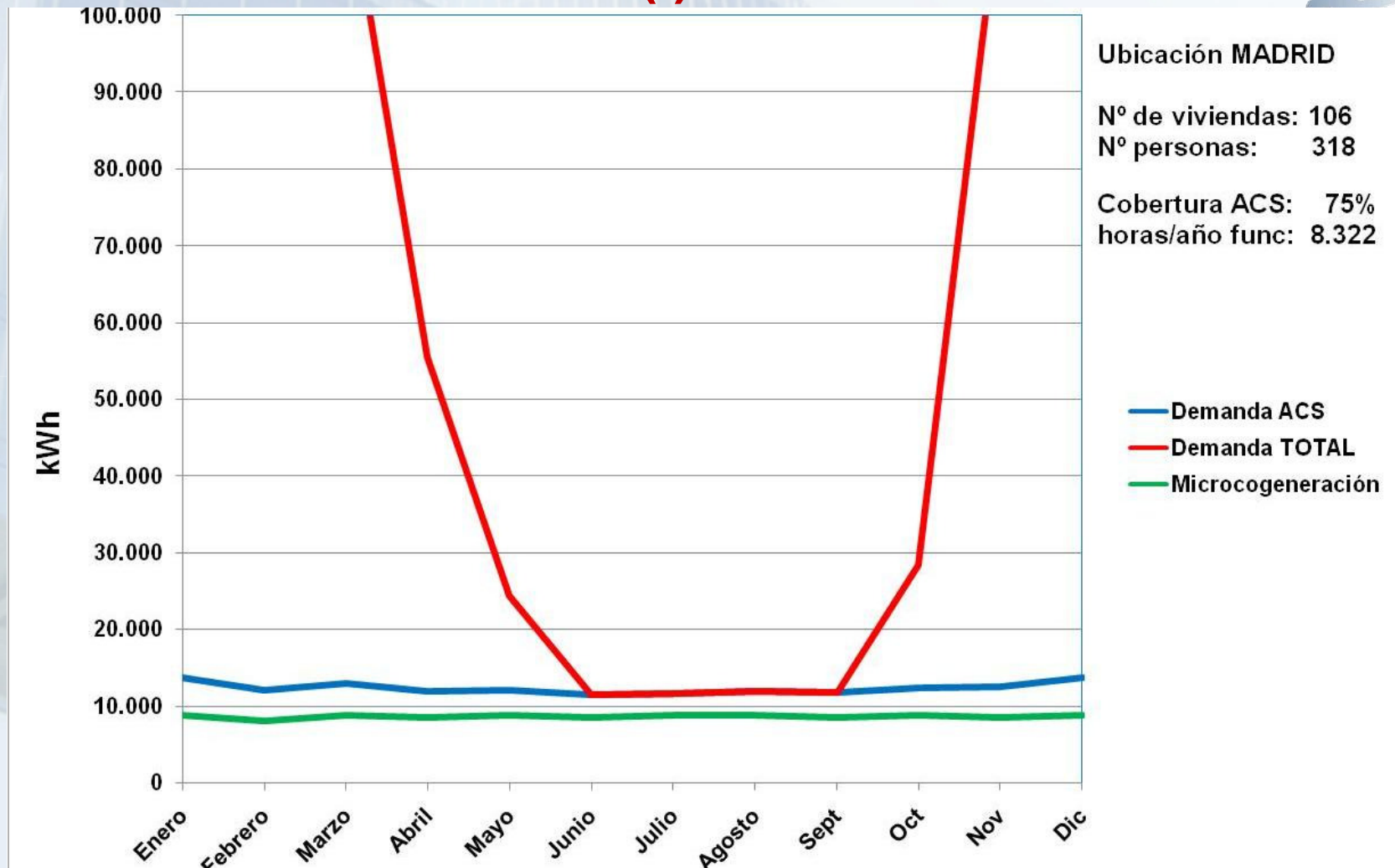
Características de aplicación



- ➔ Es una solución alternativa a la instalación de paneles solares térmicos en edificios de NC
- ➔ SOLO tiene sentido y practicidad **exportando la energía eléctrica a la red** (no vale para autoconsumo)
- ➔ La energía térmica se debe **aprovechar primero para cobertura del ACS** (en vez de los paneles) e incluso puede aprovecharse parcialmente para calefacción
- ➔ Con los equipos existentes, no es válido para cualquier edificio (no resulta rentable en edificios pequeños)
- ➔ Precisa la intervención de una **Empresa de Servicios Energéticos (ESCO)** para gestionar la venta de energía eléctrica y térmica
- ➔ Para el usuario, la energía térmica no es gratuita
- ➔ **Es compatible con soluciones individuales y centrales**

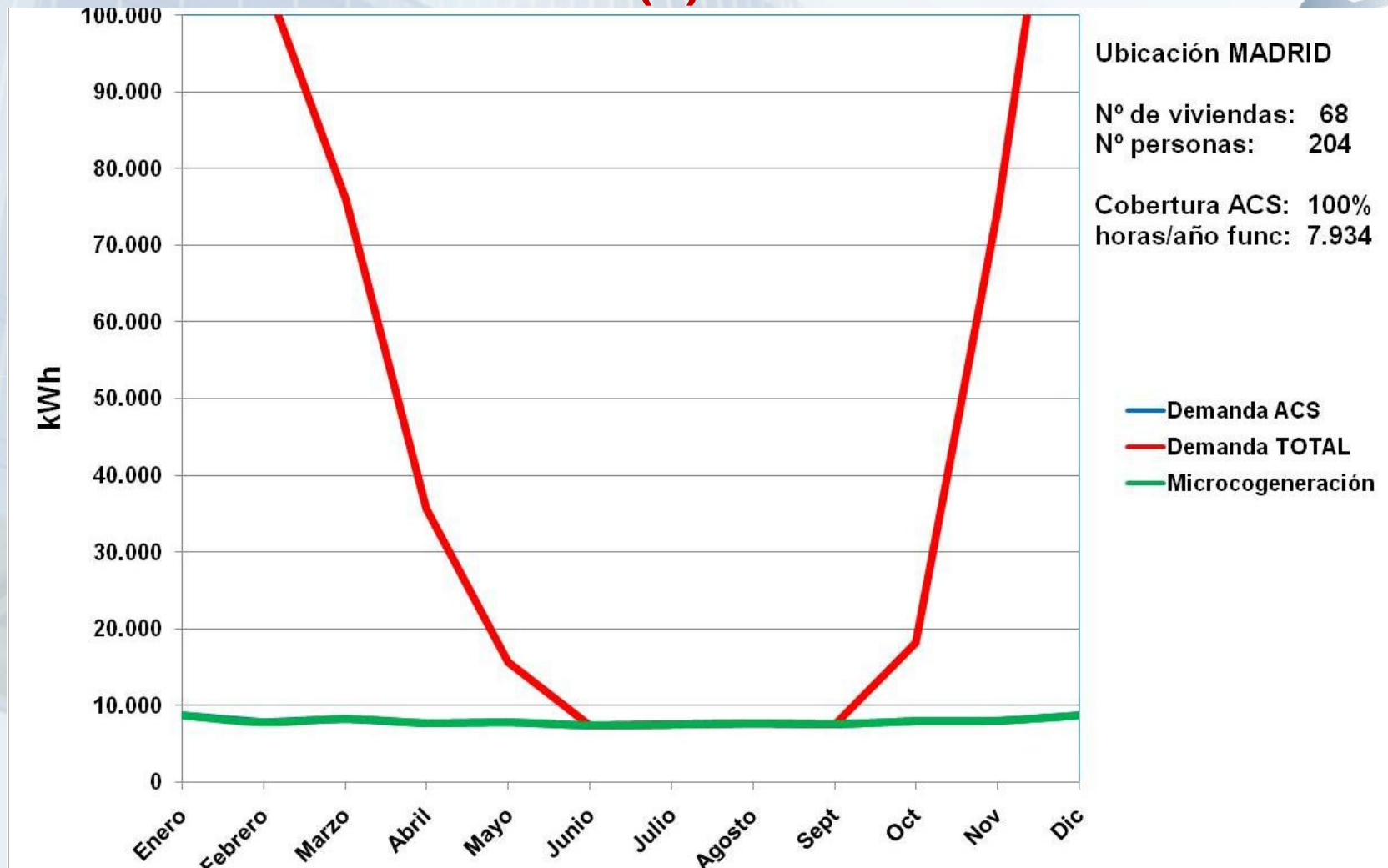
Sistemas de microgeneración

Funcionamiento anual (I)



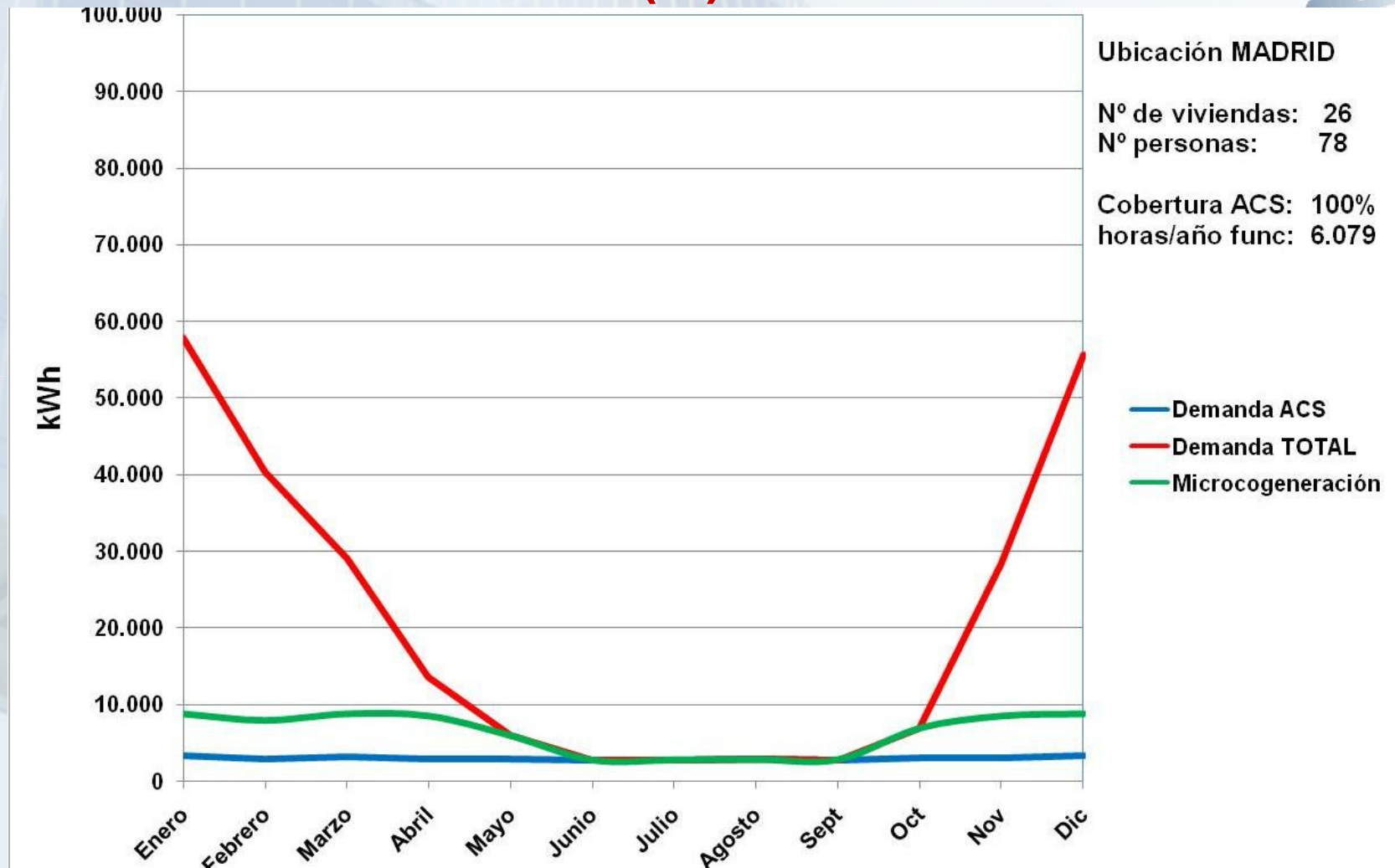
Sistemas de microgeneración

Funcionamiento anual (II)



Sistemas de microgeneración

Funcionamiento anual (III)



Motores de microcogeneración

Características de instalación

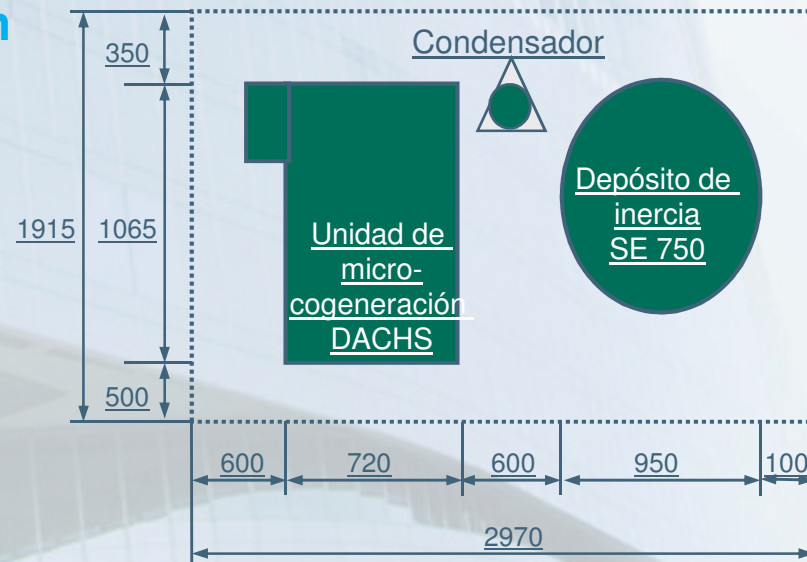
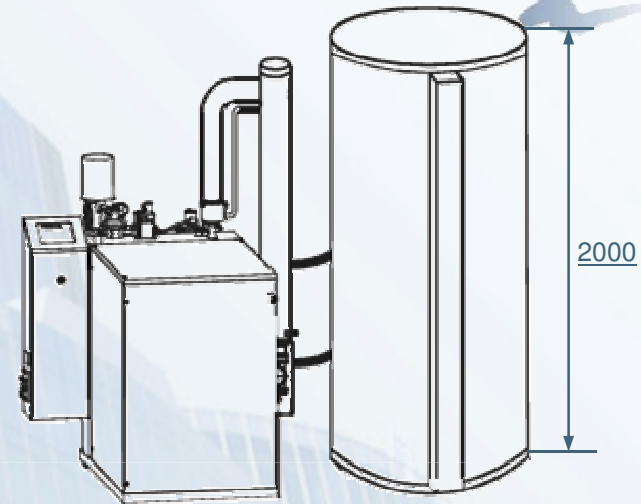


Equipos de fácil y rápida instalación.

Incorporan una unidad de control integral (con posibilidad de acceso remoto vía Internet) que gestiona su funcionamiento

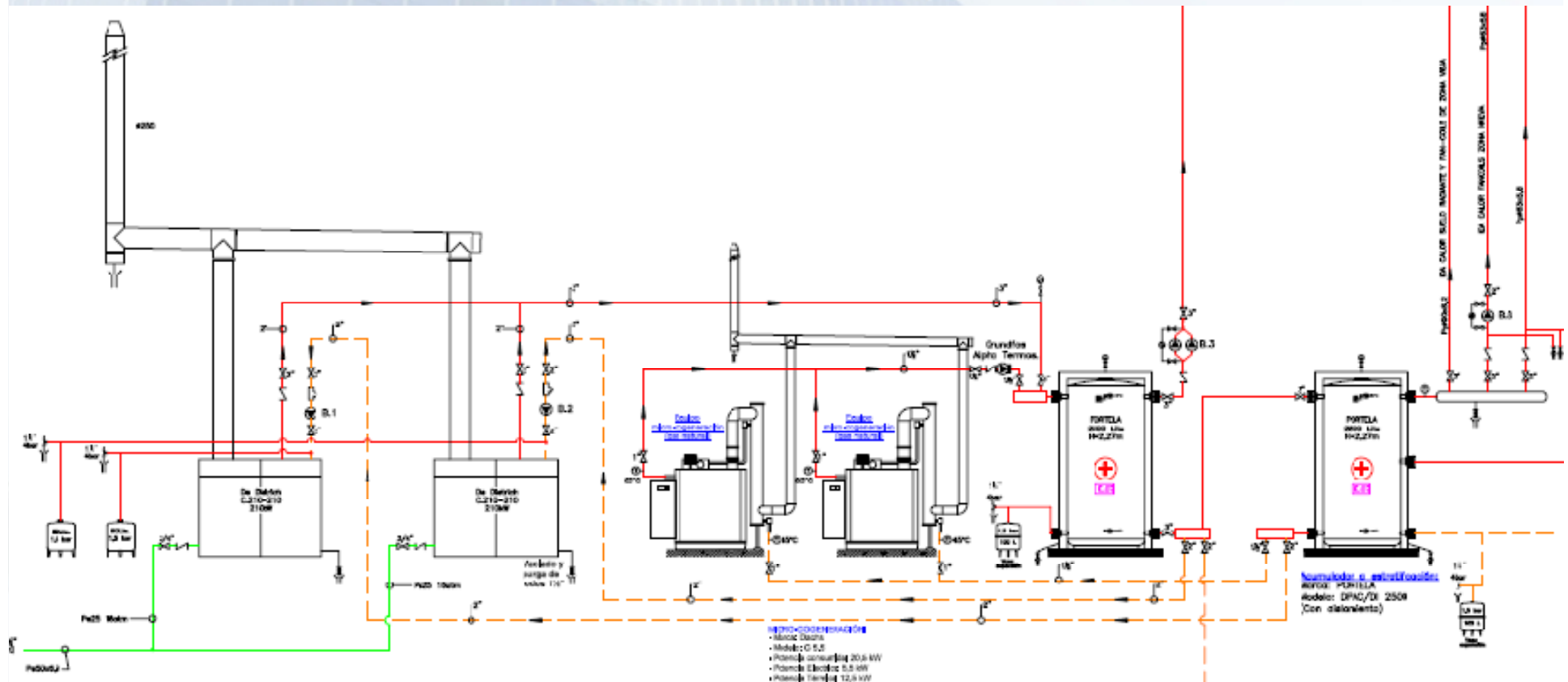
Requisitos de instalación:

- Toma de conexión eléctrica (Trifásica 230V).
- Sistema de alimentación del combustible
- Chimenea para los gases de evacuación
- Espacio mínimo para ubicación
- **Hasta 70 kW no constituye Sala de Calderas**



Motores de microgeneración

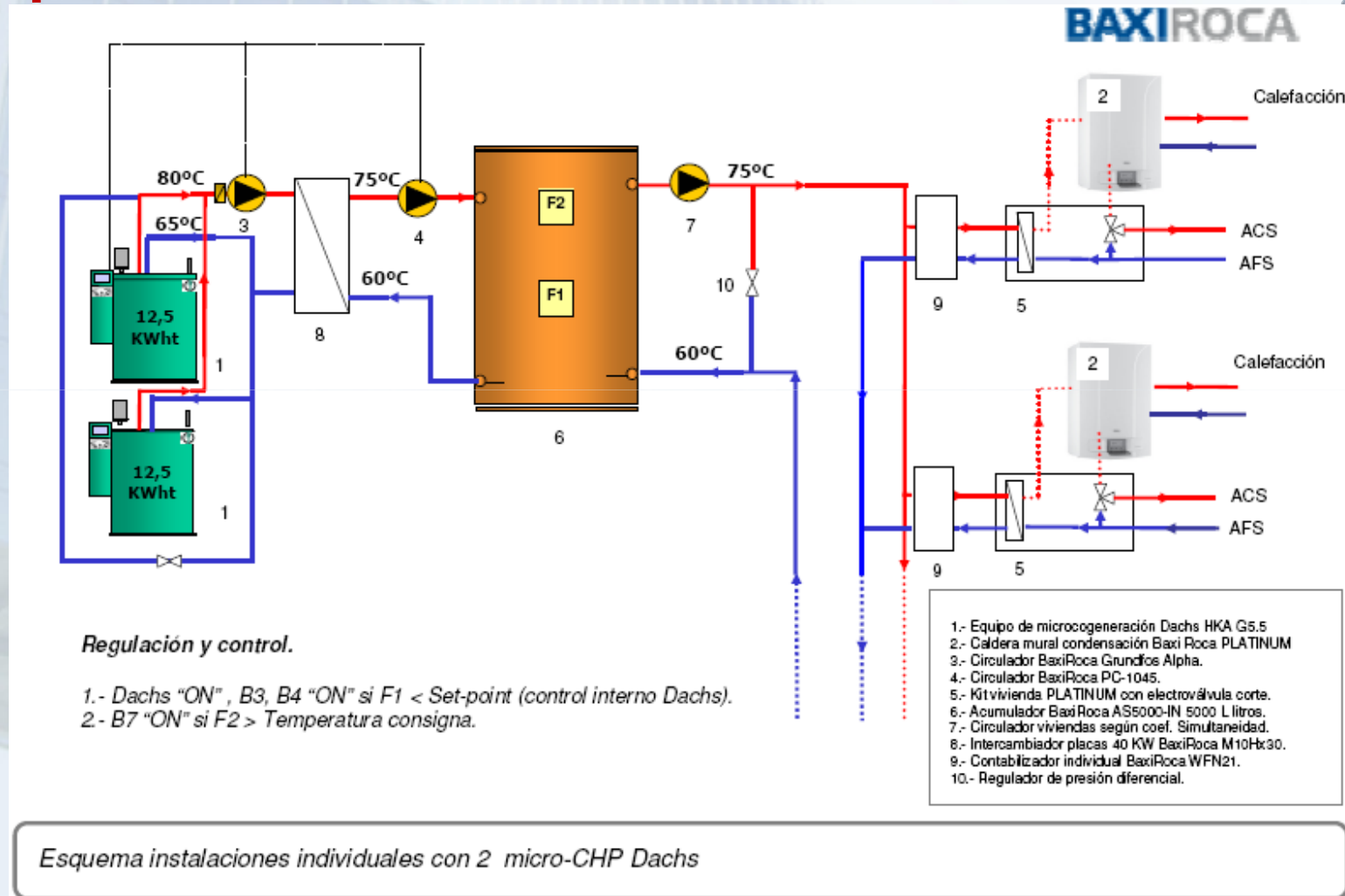
Aplicación con instalaciones centralizadas



2 x DACHS 12,5 kWt / 5,5 kWe

Motores de microgeneración

Aplicación con instalaciones individuales



Motores de μ cogeneración. Caso Práctico: Hotel balneario Quinta da Auga (Santiago de Compostela)



Motores de μ cogeneración. Caso Práctico: Hotel balneario Quinta da Auga



Costes de explotación sin microgeneración - sin solar				
	<i>kWh</i>		<i>Rend.</i>	<i>Consumo</i>
Energía entregada total sistema	266.000	100%	92%	289.130 kWh
Energía aportada calderas	266.000	100%	92%	289.130 kWh
Gas consumido por calderas	289.130		0,0392	11.333,91 €
Costes de explotación sin microgeneración - con solar (50)				
	<i>kWh</i>		<i>Rend.</i>	<i>Consumo</i>
Energía entregada total sistema	266.000	100%	132%	202.174 kWh
Energía aportada Solar	80.000	30%		kWh
Energía aportada calderas	186.000	70%	92%	202.174 kWh
Gas consumido por Solar	0		0,0000	0,00 €
Gas consumido por calderas	202.174		0,0392	7.925,22 €
Consumo de gas total				7.925,22 €
Costes mantenimiento solar				1.500,00 €
Total costes explotación				9.425,22 €
Reducción costes explotación				-16,8%
Costes de explotación con microgeneración - con solar (15)				
	<i>kWh</i>		<i>Rend.</i>	<i>Consumo</i>
Energía entregada total sistema	266.000	100%	81%	329.391 kWh
Energía aportada Dachs	203.000	76%	70,7%	287.000 kWh
Energía aportada Solar	24.000	9%		0 kWh
Energía aportada calderas	39.000	15%	92%	42.391 kWh
Gas consumido por el Dachs	287.000		0,0392	11.250,40 €
Gas consumido por Solar	0		0,0000	0,00 €
Gas consumido por calderas	42.391		0,0392	1.661,74 €
Consumo de gas total (teórico)				12.912,14 €
Energía el. producida por el Dachs	77.000 kWh		0,1130	-8.701,00 €
Costes mantenimiento Solar+Dachs				2.040,00 €
Total costes explotación				6.251,14 €
Reducción costes explotación				-44,8%

Motores de μ cogeneración. Caso Práctico: **Hotel balneario Quinta da Auga**



Emisiones de CO2

Sistema sólo calderas:

Energía térmica (G.N.)	205 grs CO2 / kWh	289.130 kWh	59.272 Kg CO2
------------------------	-------------------	-------------	----------------------

Sistema calderas + solar (50):

Energía térmica (G.N.)	205 grs CO2 / kWh	202.174 kWh	41.446 Kg CO2
------------------------	-------------------	-------------	----------------------

Reducción de emisiones CO2

-30%

Sistema con Dachs:

Energía térmica (G.N.)	205 grs CO2 / kWh	329.391 kWh	67.525 Kg CO2
------------------------	-------------------	-------------	---------------

Energía eléctrica	670 grs CO2 / kWh	77.000 kWh	-51.590 Kg CO2
-------------------	-------------------	------------	----------------

Emisiones totales

15.935 Kg CO2

Reducción de emisiones CO2

-73%

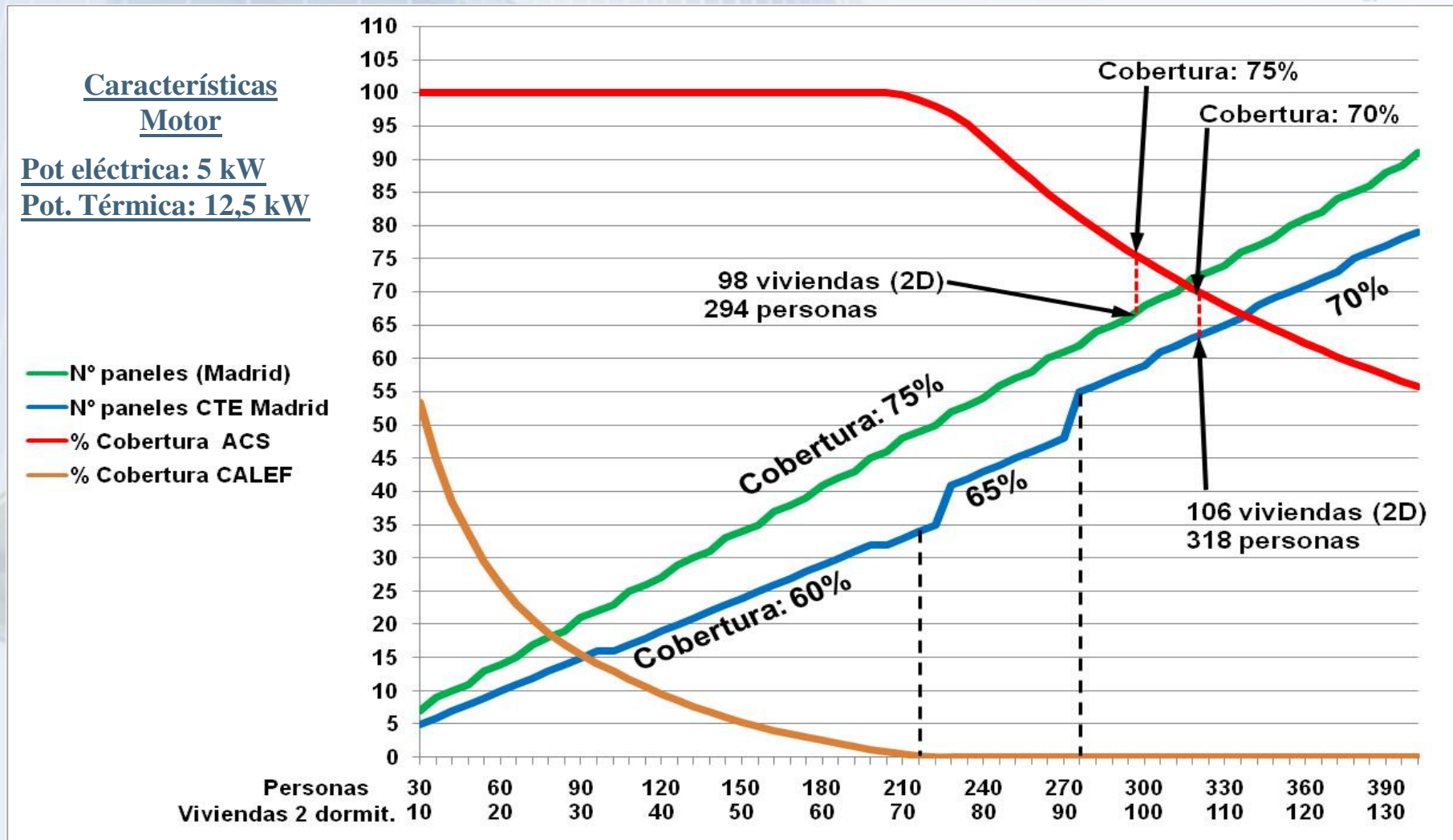


Motores de μ cogeneración. Caso Práctico: **Hotel balneario Quinta da Auga**

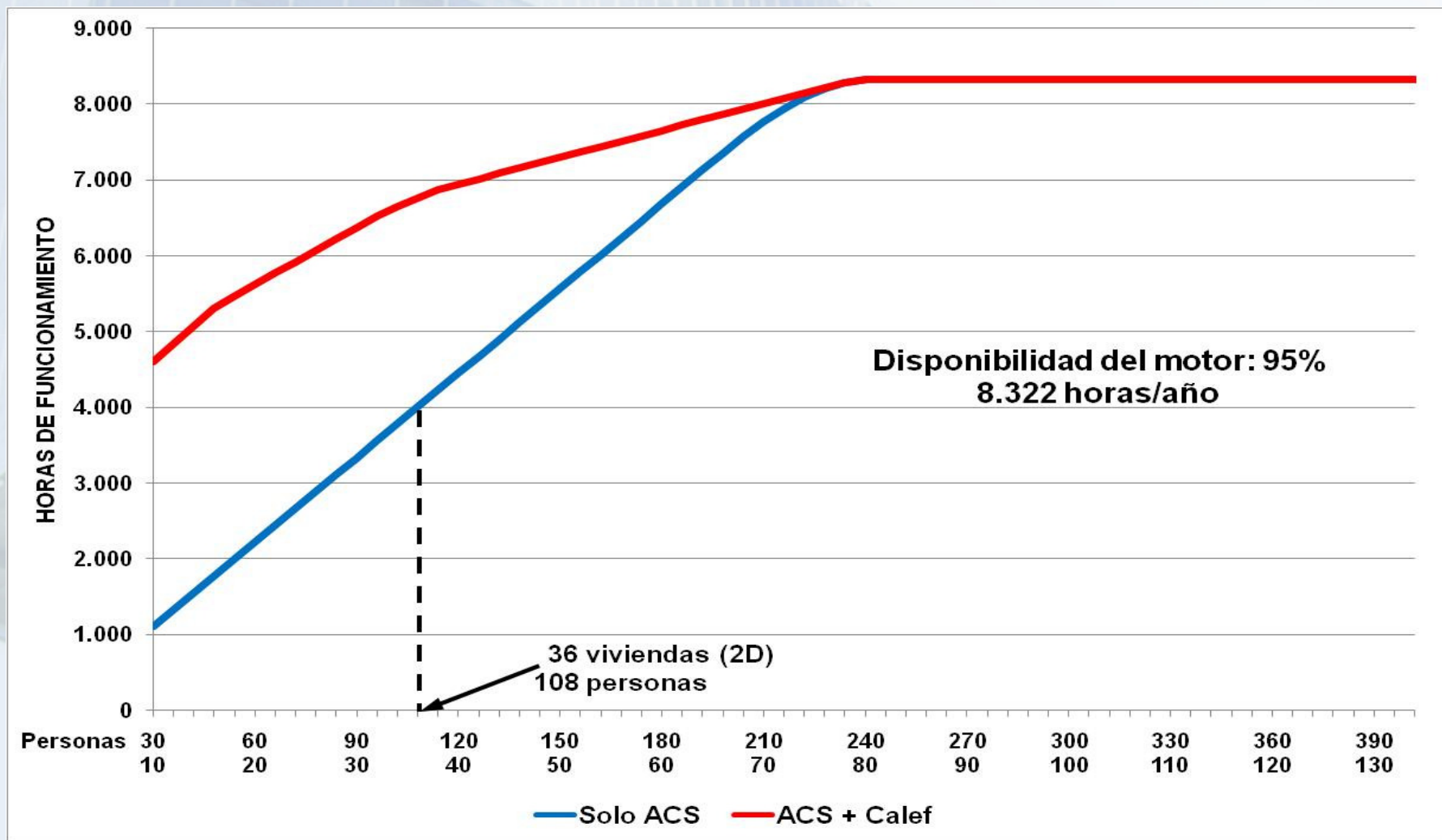


- ➔ **Para el usuario:** ahorro del 20% costes explotación
- ➔ **Para la arquitectura:** solventar diseño cubierta
- ➔ **Para la ingeniería:** ofrecer una solución de alta eficiencia energética
- ➔ **Para la Sociedad:** reducción de emisiones de CO₂ y ahorro de energía primaria

Campo de aplicación de la μ cogeneración



μcogeneración. Horas/año funcionamiento



¿Qué podemos ofrecer al promotor y al arquitecto?



- ➔ Una alternativa real, legal y eficiente a los paneles solares
- ➔ Una alternativa que incluso puede tener un balance de emisiones de CO2 favorable respecto a los paneles
- ➔ Es una solución que puede ser más barata que colocar paneles (en Zona I y II no está tan claro por la menor cantidad de paneles)
- ➔ Necesita la participación de una Empresa de Servicios Energéticos (ESE o ESCO) para gestionar la venta de energía eléctrica a la red

***Sin medidas de control,
nuestro crecimiento futuro se convierte en una carrera
hacia
el desastre medioambiental***



Muchas gracias por su atención



**Esta presentación es propiedad del Grupo Gas Natural.
Tanto su contenido temático como diseño gráfico es
para uso exclusivo de su personal.**

©Copyright Gas Natural SDG, S.A.

gasNatural UNION FENOSA

gasNatural UNION FENOSA