
Seminario: Usos de Energía y Eficiencia Energética

Cogeneración y Trigeneración en el sector manufacturero

Mes de la Energía 2019

Comisión de Energía

Colegio de Ingenieros de Chile A.G

2019-06-13, Moritz Köpcke

Relator



KraftWert provee servicios para la planificación y entrega de proyectos con **Sistemas de Energía Sustentable**.

Nuestro principal objetivo es lograr significativas mejoras medibles en rentabilidad, impacto ambiental y social.

Nuestra oferta está dirigida a un mercado que cubre la cogeneración de *electricidad*, de *calor* y *frío* por combustibles convencionales y fuentes renovables, asesorías en el uso eficiente de energía en sistemas industriales y el desarrollo de tecnologías innovadoras en la transformación de desechos en generación de energía limpia.

Contamos con más que 15 años de experiencia en desarrollo y ejecución de proyectos sustentables. Con oficinas en Santiago de Chile y Berlín, Alemania, aspiramos a través de la **transferencia directa de alta tecnología** a conseguir resultados visibles, en el corto plazo y con un bajo riesgo técnico y económico.



Definición de la Cogeneración

DS6/2015, Reglamento que define varios requerimientos para instalaciones de cogeneración eficiente:

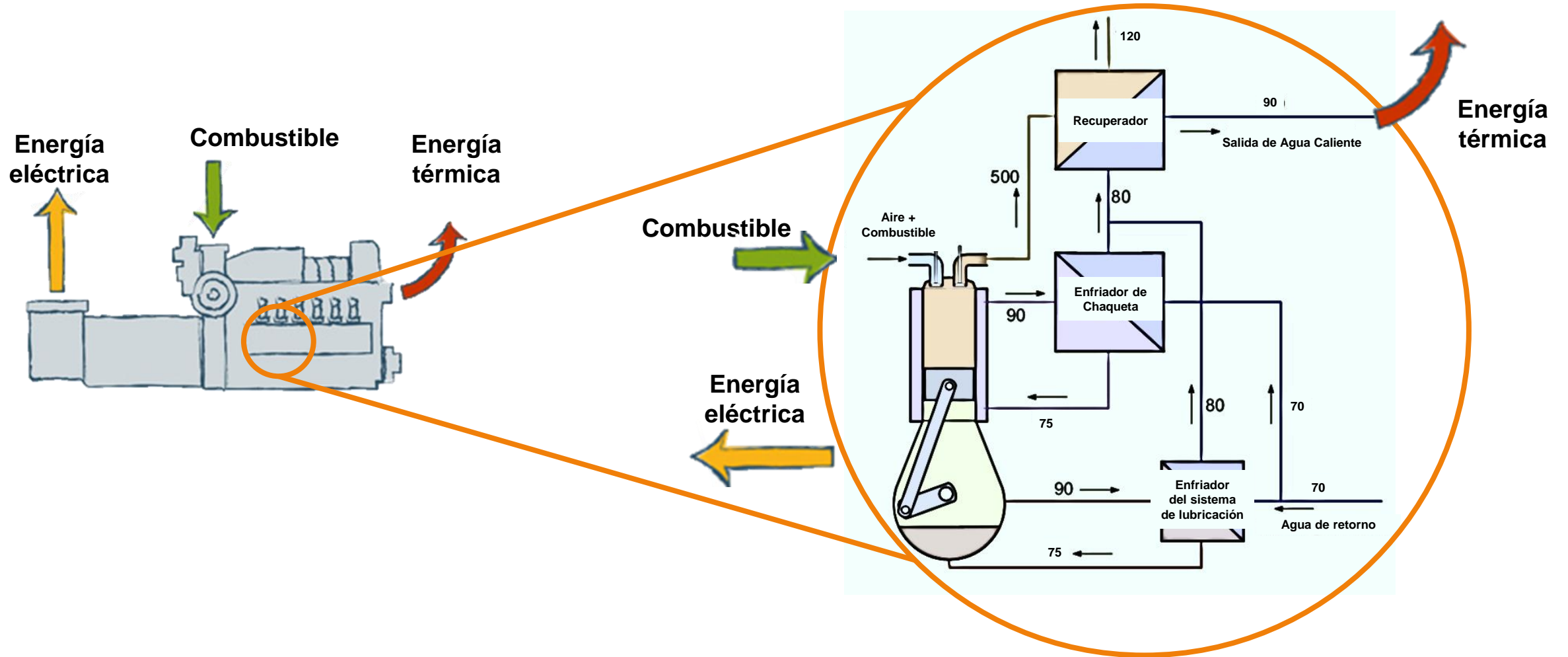
“...aquella instalación en la que se genera energía eléctrica y calor en un solo proceso”.

Además, para instalaciones $<100 \text{ kW}_e$ la eficiencia global debe ser $>75\%$.

De acuerdo a la iniciativa Cogeneración Eficiente de la Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ):

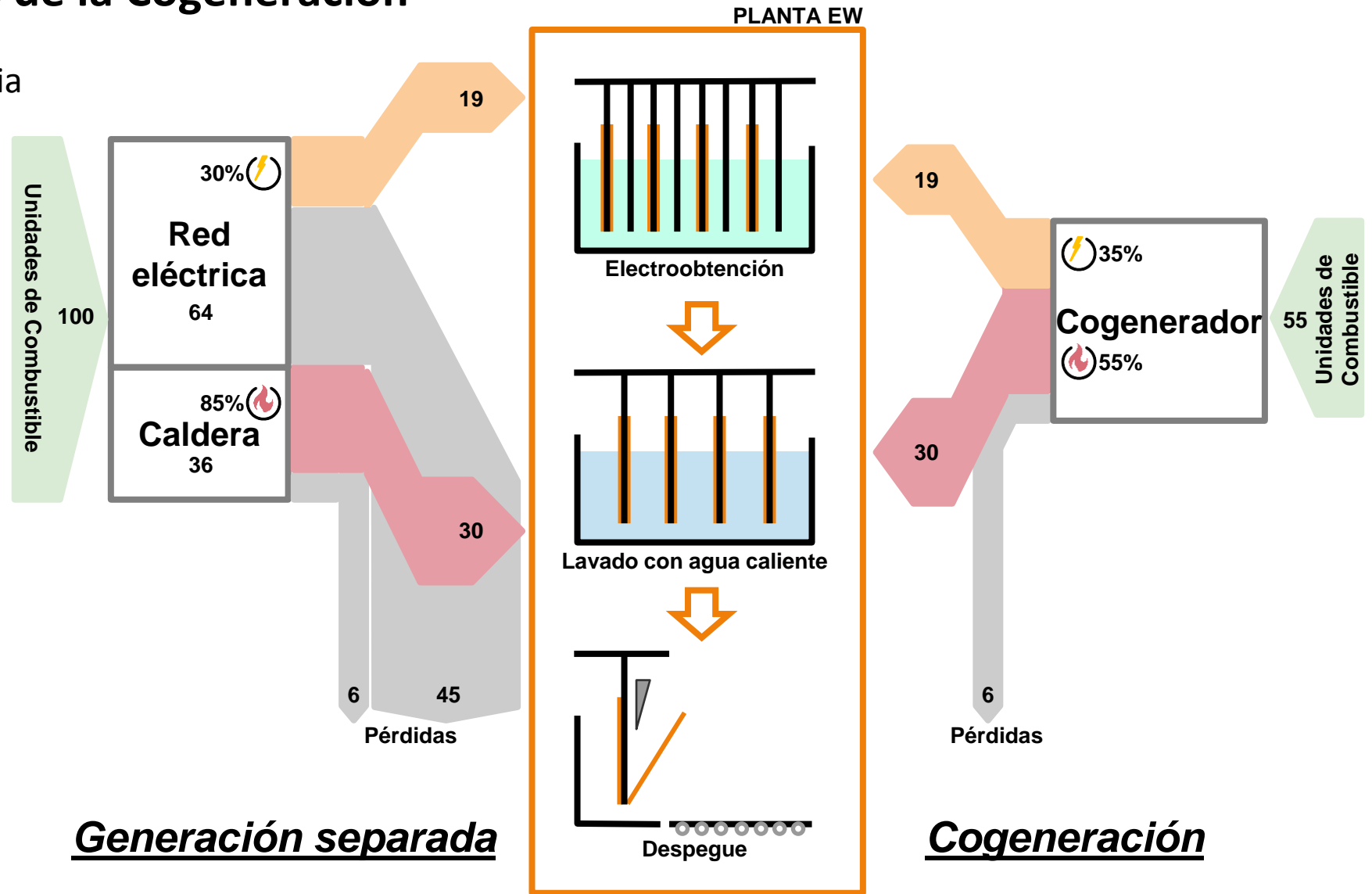
“La cogeneración es la generación simultánea de energía eléctrica y calor útil a partir de un único proceso de consumo de energético primario. Esta tecnología engloba todos los conceptos y tecnologías en las cuales el calor y la potencia eléctrica son conjuntamente generadas por una sola unidad y utilizadas por uno o varios consumidores.”

Principio del Funcionamiento de Equipos de Cogeneración



Beneficios principales de la Cogeneración

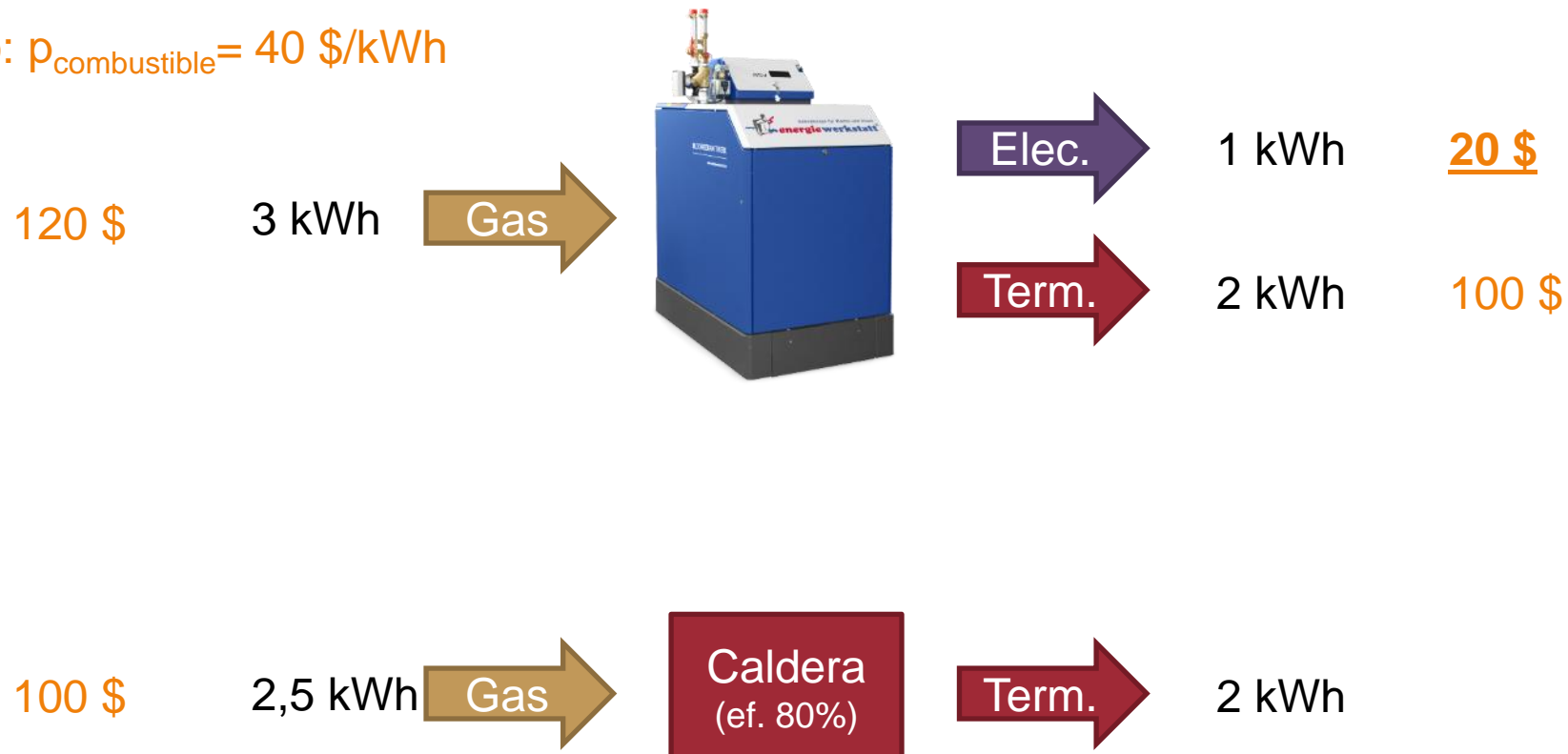
1. Ahorro de energía primaria
2. Reducción de emisiones



Beneficios principales de la Cogeneración

3. Ahorro monetario

Supuesto: $p_{\text{combustible}} = 40 \text{ \$/kWh}$



Tecnologías de Cogeneración a diferentes escalas

- Motores de Combustión Interna (Gas-Otto)
- Microturbinas
- Turbinas de Vapor con extracción
- Ciclos combinados

Equipos disponibles en Chile y datos técnicos

Operación on-grid										
Gas	Marca	Tipo	Potencia eléctrica	Potencia térmica ¹	Consumo		Eficiencia eléctrica	Eficiencia térmica	Eficiencia total ¹	Intervalo Mantenición
Gas Natural	Senertec	DACHS G2.9	2,9 kW	7,0 kW	9,6 kW	1,0 Nm ³ /h	29,7%	72,9%	102,6%	9.000 h
	Senertec	DACHS G5.5	5,5 kW	14,8 kW	19,5 kW	2,0 Nm ³ /h	28,2%	75,9%	104,1%	7-11.000 h
	KW Energie	smartblock 7,5	7,5 kW	22,1 kW	27,1 kW	2,7 Nm ³ /h	27,7%	81,5%	109,2%	4.500 h
	Energiewerkstatt	ASV14	14,0 kW	32,0 kW	45,0 kW	4,5 Nm ³ /h	31,1%	71,1%	102,2%	6.000 h
	Energiewerkstatt	ASV15	15,0 kW	34,0 kW	48,0 kW	4,8 Nm ³ /h	31,3%	70,8%	102,1%	6.000 h
	Energiewerkstatt	ASV20	20,0 kW	44,0 kW	61,0 kW	6,1 Nm ³ /h	32,8%	72,1%	104,9%	6.000 h
	Energiewerkstatt	ASV21	21,0 kW	46,0 kW	64,0 kW	6,4 Nm ³ /h	32,8%	71,9%	104,7%	6.000 h
	KW Energie	smartblock 22	22,0 kW	51,2 kW	67,9 kW	6,8 Nm ³ /h	32,4%	75,4%	107,8%	4.500 h
	KW Energie	smartblock 33	33,0 kW	73,4 kW	97,7 kW	9,8 Nm ³ /h	33,8%	75,1%	108,9%	4.500 h
	KW Energie	smartblock 50	50,0 kW	100,2 kW	137,4 kW	13,8 Nm ³ /h	36,4%	72,9%	109,3%	4.500 h
GLP	Senertec	DACHS F2.9	3,0 kW	6,9 kW	10,1 kW	0,8 kg/h	29,7%	68,3%	98,0%	9.000 h
	Senertec	DACHS F5.5	5,5 kW	13,8 kW	19,0 kW	1,4 kg/h	28,9%	72,6%	101,6%	7-11.000 h
	KW Energie	smartblock 7,5	7,5 kW	20,6 kW	26,5 kW	2,0 kg/h	28,3%	77,7%	106,0%	4.500 h
	Energiewerkstatt	ASV14	14,0 kW	32,0 kW	45,0 kW	3,4 kg/h	31,1%	71,1%	102,2%	6.000 h
	Energiewerkstatt	ASV15	15,0 kW	34,0 kW	48,0 kW	3,6 kg/h	31,3%	70,8%	102,1%	6.000 h
	Energiewerkstatt	ASV20	20,0 kW	44,0 kW	61,0 kW	4,6 kg/h	32,8%	72,1%	104,9%	6.000 h
	Energiewerkstatt	ASV21	21,0 kW	46,0 kW	64,0 kW	4,8 kg/h	32,8%	71,9%	104,7%	6.000 h
	KW Energie	smartblock 22	22,0 kW	54,1 kW	74,2 kW	5,6 kg/h	29,6%	72,9%	102,6%	4.500 h
	KW Energie	smartblock 33	33,0 kW	75,5 kW	103,0 kW	7,7 kg/h	32,0%	73,3%	105,3%	4.500 h
	KW Energie	smartblock 50	50,0 kW	105,9 kW	147,6 kW	11,1 kg/h	33,9%	71,7%	105,6%	4.500 h

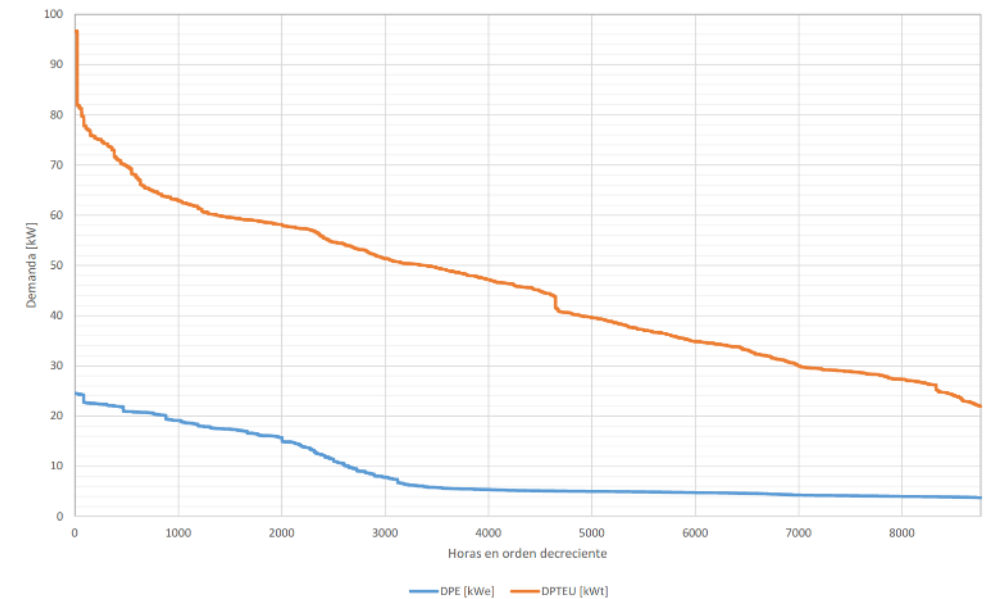
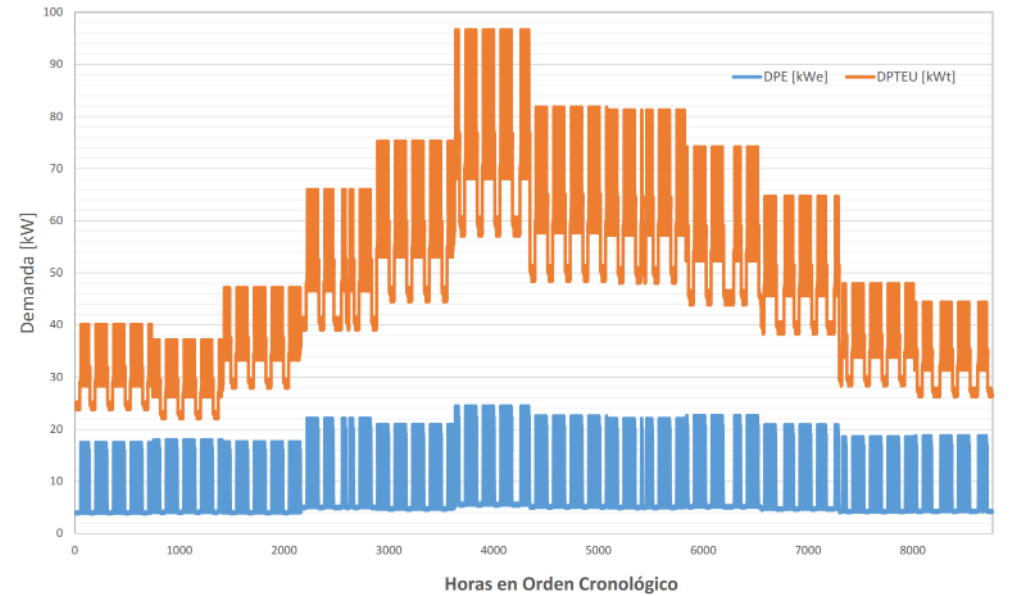
Operación off-grid											
Gas	Marca	Tipo	Potencia eléctrica on-grid	Potencia eléctrica off-grid	Potencia térmica ¹	Consumo		Eficiencia eléctrica	Eficiencia térmica	Eficiencia total ¹	Intervalo Mantenición
Gas Natural	KW Energie	smartblock 16s	16,0 kW	14,0 kW	34,5 kW	5,16 kW	5,2 Nm ³ /h	31,0%	66,9%	97,9%	3.000 h
	KW Energie	smartblock 22s	22,0 kW	18,0 kW	49,6 kW	68,6 kW	6,9 Nm ³ /h	32,1%	72,3%	104,4%	3.000 h
	KW Energie	smartblock 33s	33,0 kW	30,0 kW	68,1 kW	97,0 kW	9,8 Nm ³ /h	34,0%	70,2%	104,2%	3.000 h
	KW Energie	smartblock 50s	50,0 kW	40,0 kW	100,2 kW	142,7 kW	14,4 Nm ³ /h	35,0%	70,2%	105,3%	3.000 h
	KW Energie	smartblock 75s	75,0 kW	60,0 kW	139,8 kW	209,6 kW	21,1 Nm ³ /h	35,8%	66,7%	102,5%	3.000 h
GLP	KW Energie	smartblock 16s	16,0 kW	14,0 kW	34,5 kW	5,16 kW	3,9 kg/h	31,0%	66,9%	97,9%	3.000 h
	KW Energie	smartblock 22s	22,0 kW	18,0 kW	51,4 kW	72,7 kW	5,5 kg/h	30,3%	70,7%	101,0%	3.000 h
	KW Energie	smartblock 33s	33,0 kW	30,0 kW	71,1 kW	103,6 kW	7,8 kg/h	31,9%	68,6%	100,5%	3.000 h

¹⁾ Nótese: Los fabricantes determinan la potencia térmica en base a diferentes temperaturas de retorno. Los valores aquí indicados deben confirmarse con base en los datos de cada proyecto.

Dimensionamiento de Proyectos

Procedimiento:

- Análisis del consumo energético histórico (facturas)
- Mediciones de la demanda eléctrica y térmica
- Extrapolación de mediciones en base a demanda histórica
- Generación de curvas características de la demanda
 - DPE: Demanda de Potencia eléctrica
 - DPTEU: Demanda de Potencia Térmica a nivel de Energía Útil
- Consideraciones de excesos de generación:
 - Eléctrico: Inyección Netbilling, disipación en energía térmica
 - Térmico: Modulación de carga, detención, enfriamiento



Aplicaciones típicas de equipos de cogeneración

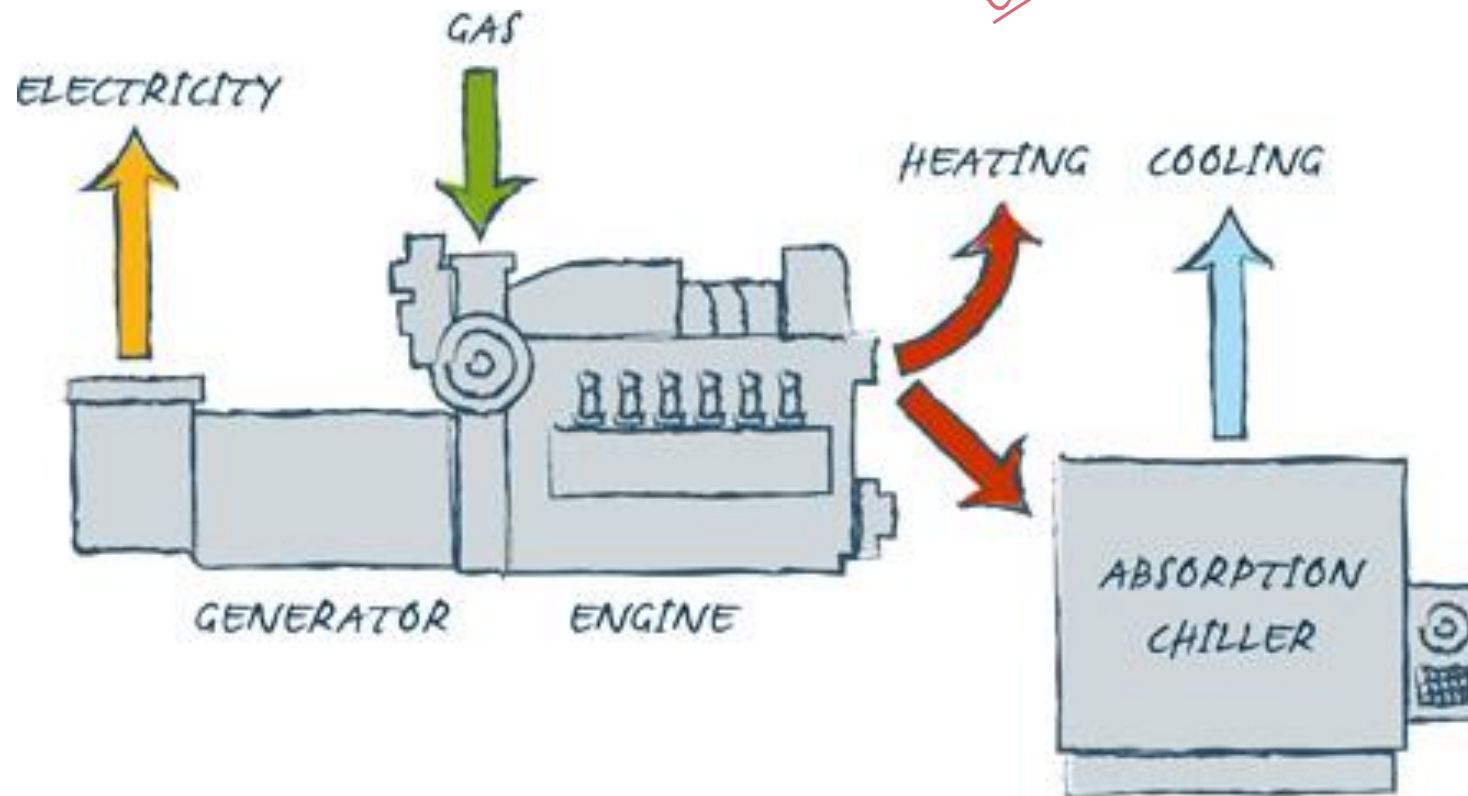
- Industria con demanda térmica / vapor
- Hoteles, idealmente con áreas de SPA
- Edificios de administración pública
- Plantas agroindustriales
- Edificios de vivienda
- Hospitales
- Colegios
- Viveros
- Acuicultura
- Campings
- Gimnasios
- Hogares / Residencias



TRIGENERACIÓN

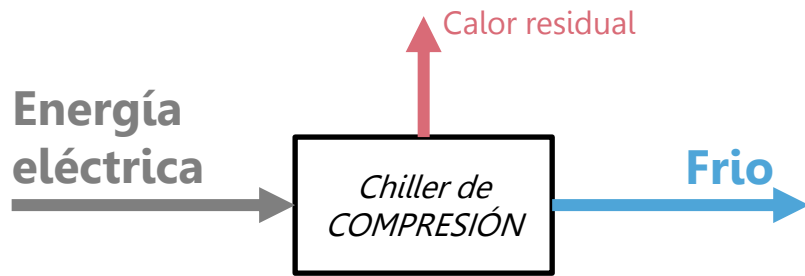
La forma sustentable de generar **electricidad, calor y frío.**

Enfriar con calor...!

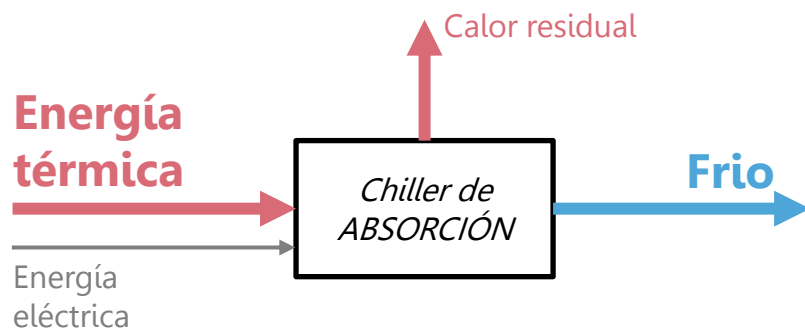


Funcionamiento de Bombas de Calor de Absorción

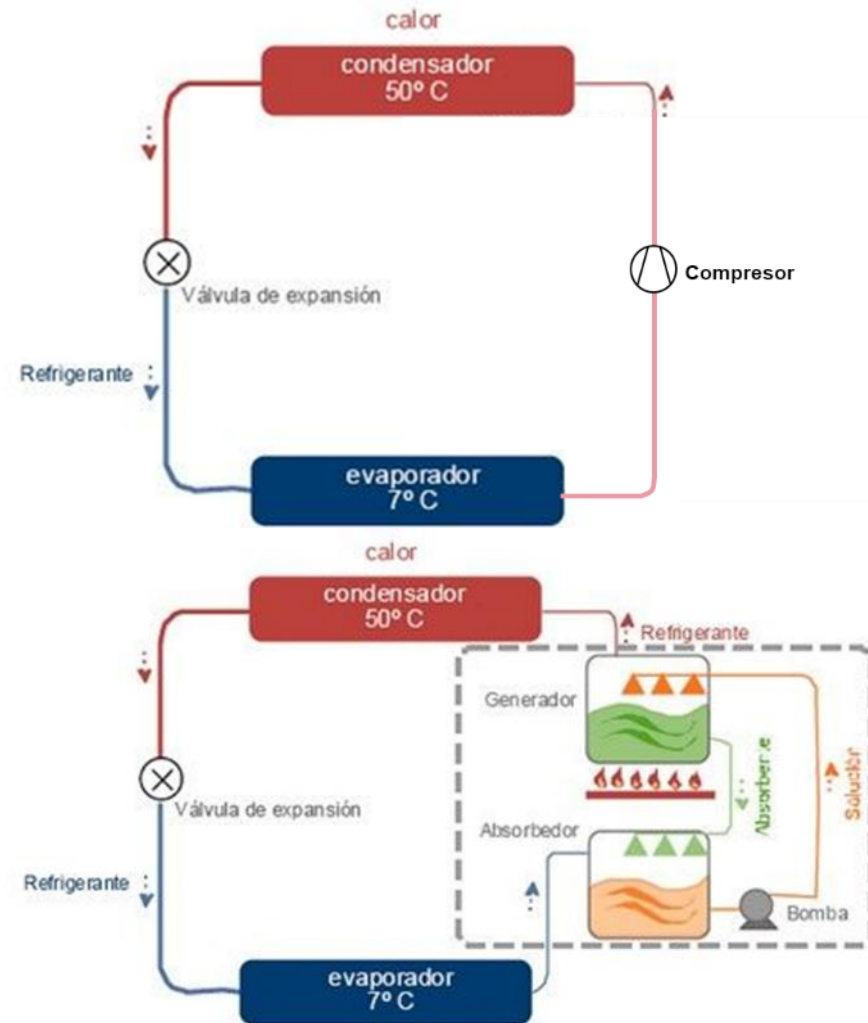
Sistema convencional de refrigeración



Sistema innovador de refrigeración



...se ahorra un -85% de energía eléctrica!!



Tipos de Bombas de Calor de Absorción – por temperatura entregada

“Climatización” – temperaturas bajas, pero mayor a 0°C

Refrigerante: H₂O-LiBr – agua como refrigerante y una solución acuosa de bromuro de litio (LiBr) como solvente

Aplicaciones:

- Climatización de edificios
- Refrigeración de alimentos, datacenters etc. a 5-10°C
- Procesos industriales

“Refrigeración” – temperaturas sub-cero

Refrigerante: NH₃-H₂O – amoníaco como refrigerante y agua como solvente

Aplicaciones:

- Frigoríficos
- Procesos industriales

Tipos de Bombas de Calor de Absorción – por fuente calórica disponible

- Agua caliente o Vapor de baja presión

Estas máquinas logran en una configuración simple, de “un efecto” o de “una etapa” con valores COP alrededor de 0,7 unidades de frío por unidad de calor suministrada.

En otras palabras, para cada kW de frío requerido se necesita de $1/0,7 = 1,43$ kW de la fuente térmica a 85° a 95°C.

- Gases de escape, vapor de alta presión o fuego directo

Un nivel mayor de temperatura de la fuente térmica permite la configuración de doble etapa (operan dos circuitos internos en cascada de alta y baja presión), mejorando el COP a un valor típico de 1,3.

En otras palabras, para cada kW de frío requerido se necesita de $1/1,3 = 0,77$ kW de la fuente térmica, por sobre 120°C.

- Se están desarrollando máquinas de triple efecto, pero su costo aún no justifica la aplicación comercial.

Oportunidades de Aplicación de la Trigeneración

- Agroindustria
- Alimentos
- Climatización, Refrigeración y Congelado
- Secado
- Plásticos
- Edificios
- Datacenters

- ...dónde haya demanda eléctrica, de calefacción y de enfriamiento en un solo lugar!

¡Muchas gracias por su atención!

