



Business Case for
Natural Refrigerants

18/09/2018 – Madrid

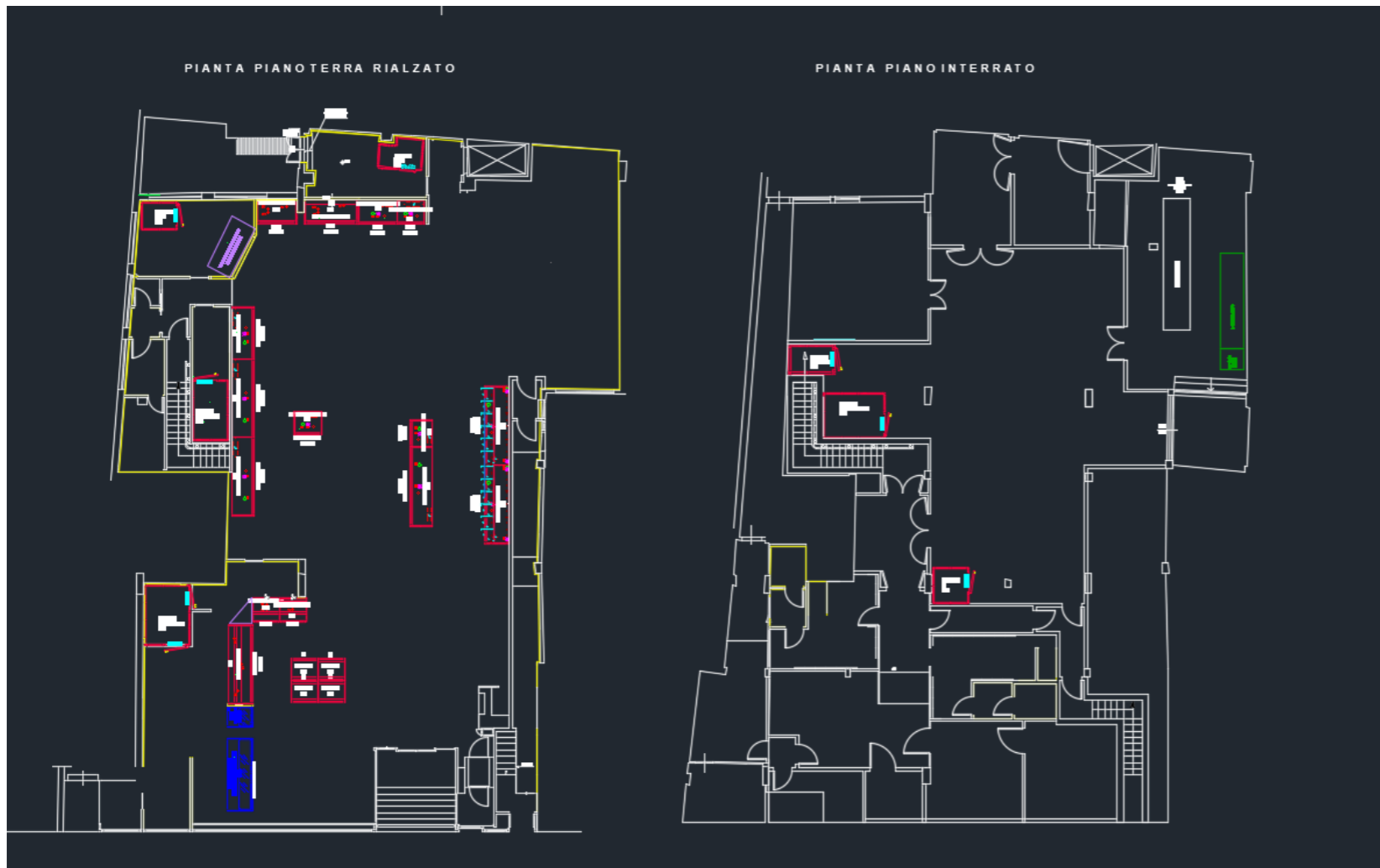


Estudio instalación transcítica integrando refrigeración, climatización, ACS y calefacción



ESPAÑA

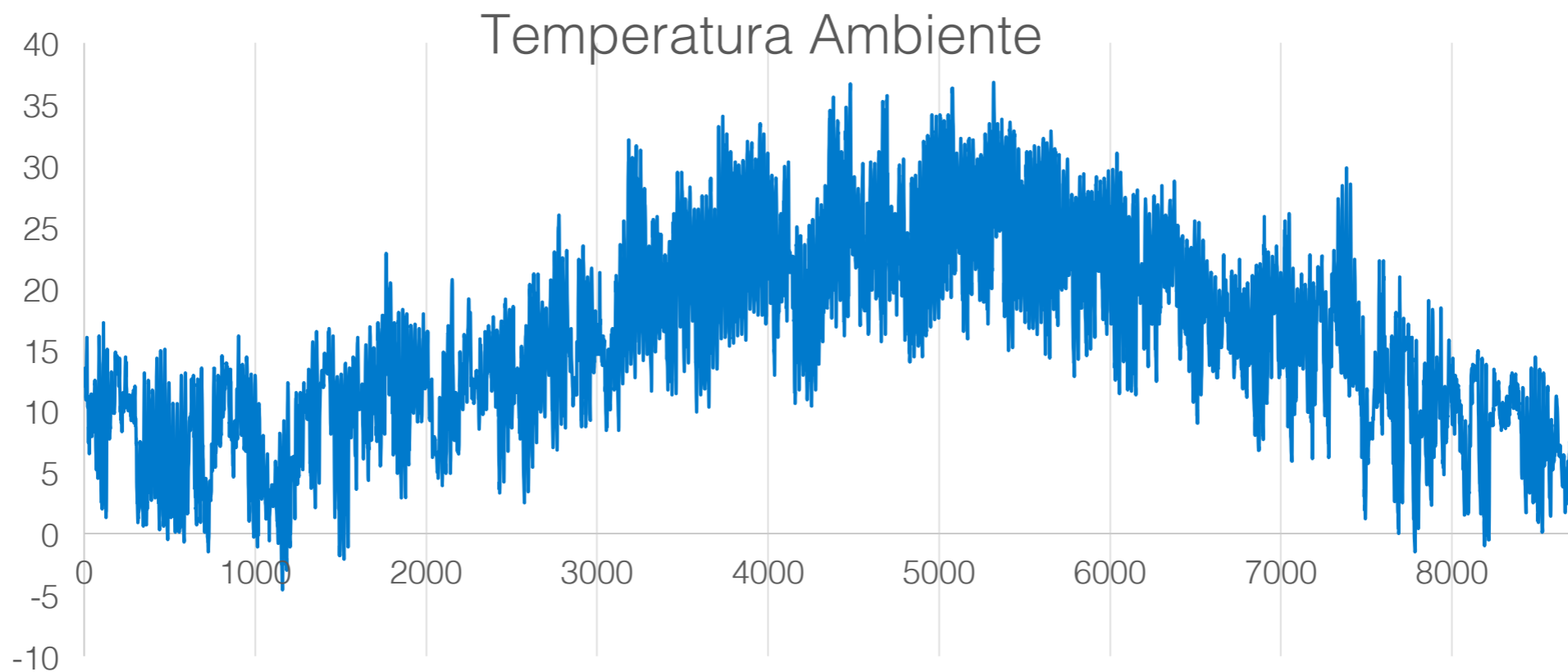
Condicionantes de la instalación



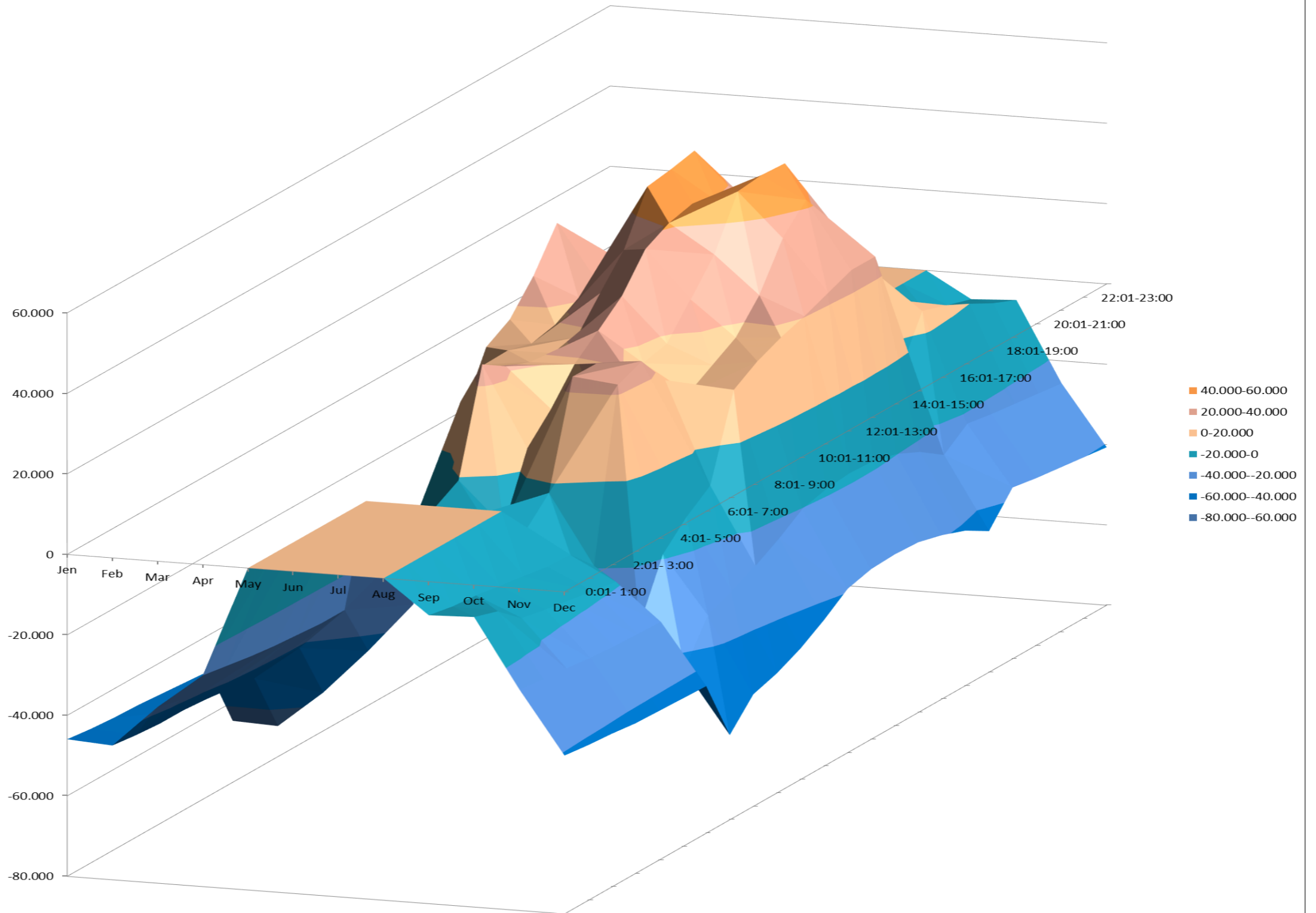
- ❖ Localización: Pistoia (Italia)
- ❖ Superficie de la sala de venta: **650 m²**.
- ❖ Centro de la ciudad no hay posibilidad de utilizar condensadores/GC en el exterior.
- ❖ Espacio insuficiente en la sala de maquinas para el montaje de una central independiente para climatización y calefacción.

Condicionantes para el cálculo

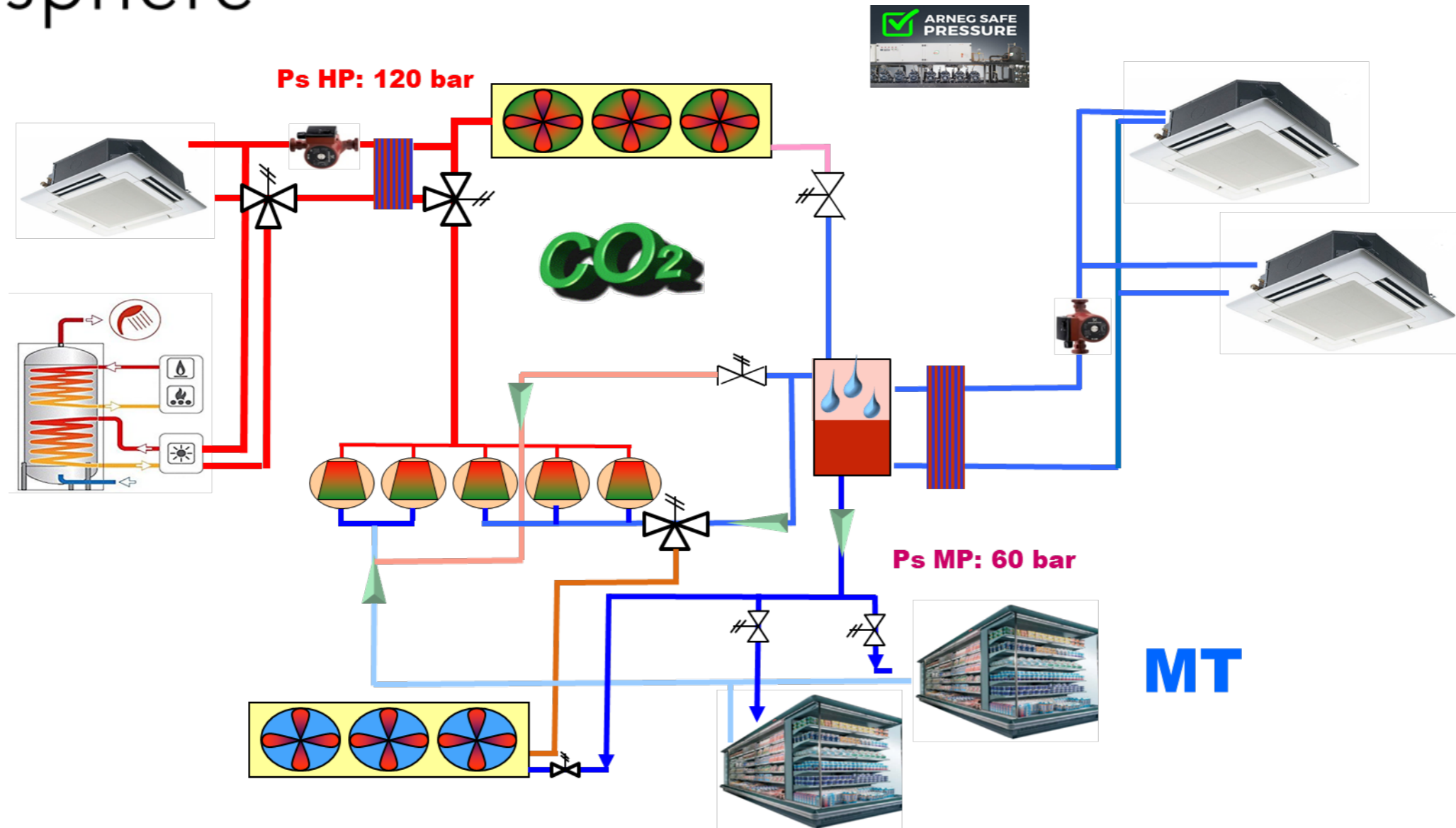
Potencias	
Refrigeración TN	42 Kw
Refrigeración BT	5 Kw
Climatización	65 Kw
Calefacción	67 Kw
ACS	25 Kw



Carga térmica climatización/ calefacción

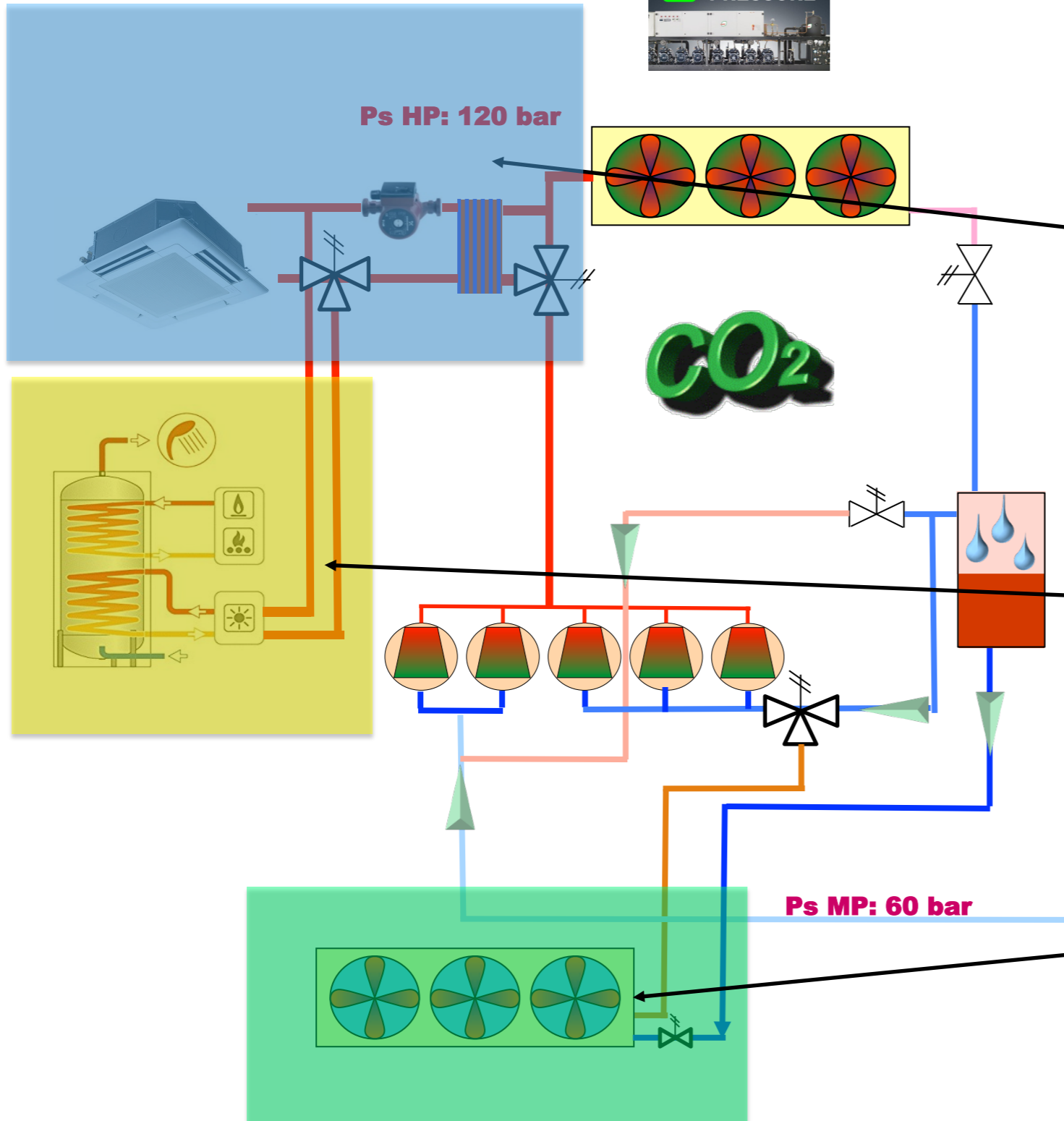


Esquema de la instalación



- ❖ Sistema Booster con 3 compresores en paralelo e inverter en 1xCPR TN, 1xCPR BT y 1xCPR Paralelo.
 - ❖ Gas Cooler centrífugo con evaporador para la integración de la bomba de calor.
 - ❖ Recuperador de calor con 2 niveles de recuperación.
 - ❖ Intercambiador de placas por gravedad para climatización conectado al recipiente de líquido.
- ** La baja temperatura no esta considerada en en esquema para simplificarlo.

Recuperación de calor



Producción de agua calefacción

- ❖ Activada por DI
- ❖ RC de agua caliente a 40°C
- ❖ Variación del set point de presión de descarga

Producción de Agua Caliente Sanitaria

- ❖ Activada por DI
- ❖ RC de agua caliente a 40-50°C
- ❖ NO variación del set point de presión de descarga

Función de bomba de calor

- ❖ Si la recuperación de calor no es suficiente para la calefacción.
- ❖ Se activa un evaporador integrado en el GC para proporcionar la carga faltante.

Recuperación de calor



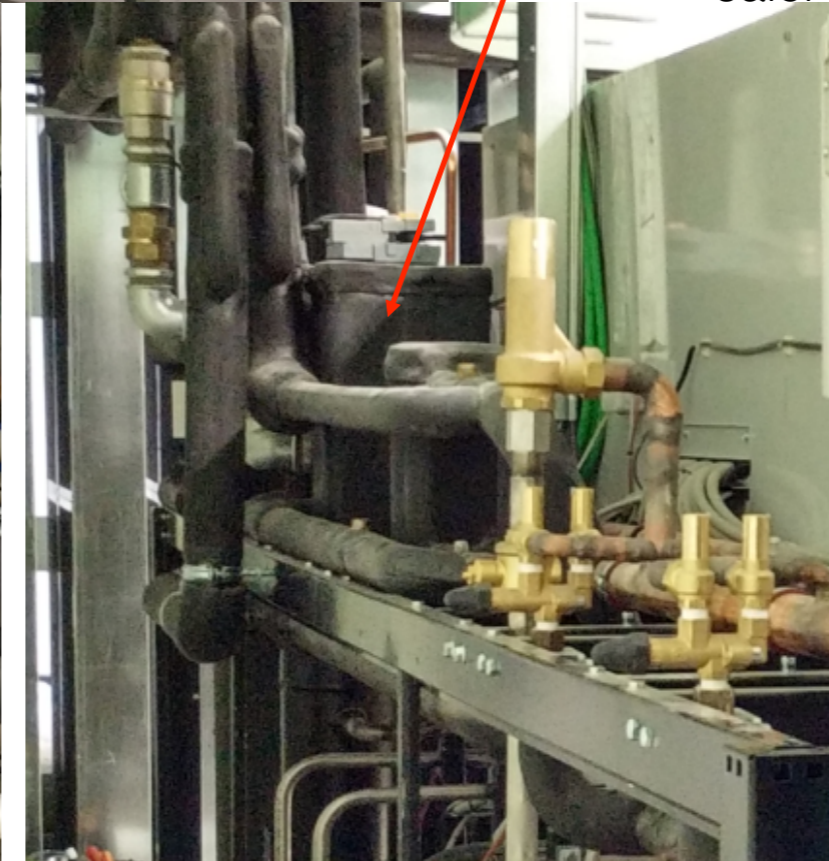
Gas Cooler con evaporador integrado



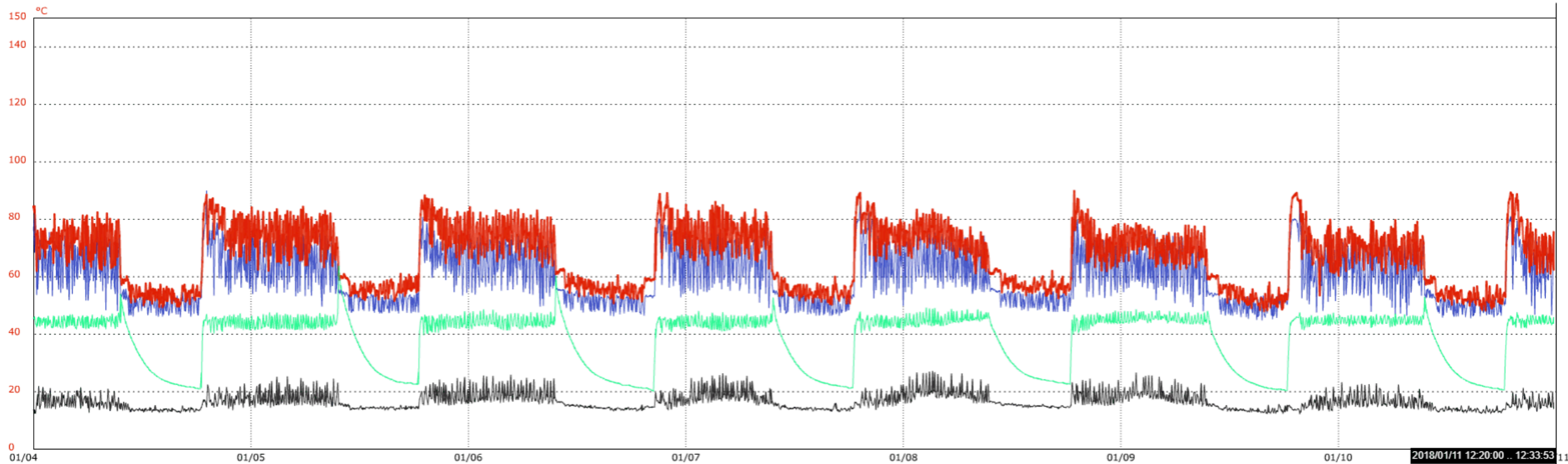
Acumulador ACS



Vista del evaporador integrado



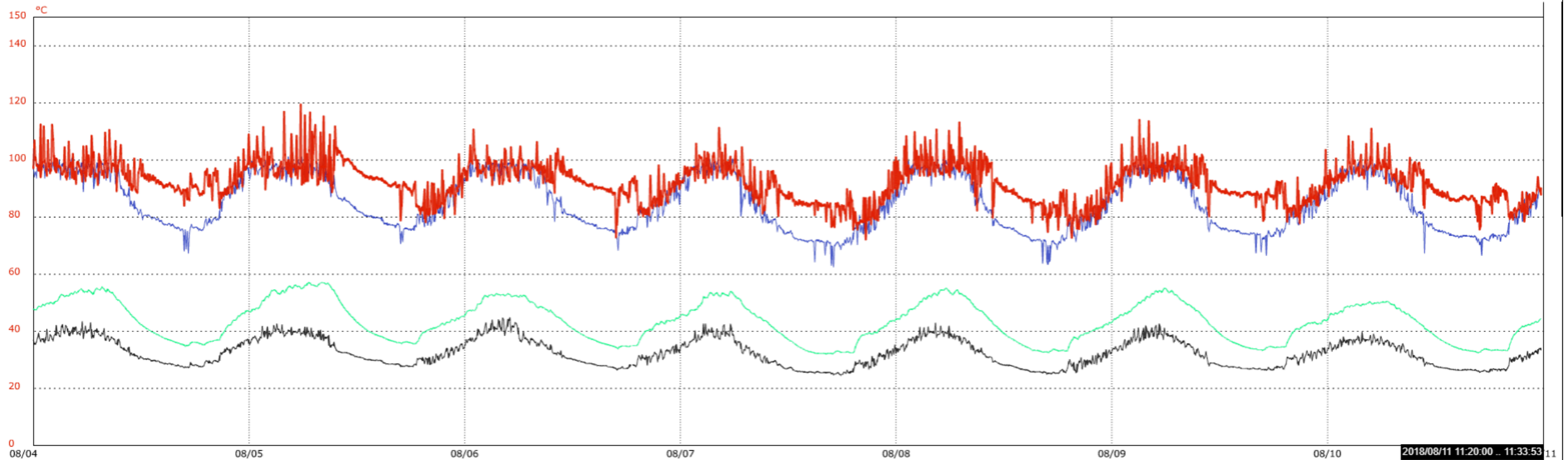
Recuperador de calor



	Presión de descarga (bar)		Temperatura salida agua RC (°C)
	Temperatura de descarga (°C)		Temperatura salida gas cooler (°C)

Recuperación de calor calefacción

- ❖ Es un sistema "activo", ya que prevé variaciones en el set point (aumento en el consumo del sistema de refrigeración).
- ❖ A la salida del RC, el gas cooler subenfria el gas para mantener la T^a de salida baja (garantizar la eficiencia del sistema).



	Presión de descarga (bar)		Temperatura salida agua RC (°C)
	Temperatura de descarga (°C)		Temperatura salida gas cooler (°C)

Recuperación de calor ACS

- ❖ Es un sistema "pasivo" (no varia el set point).
- ❖ El comportamiento del sistema de recuperación es similar al de la central.
- ❖ La T^a de salida del gas cooler es mucho mas alta, ya que se adapta a la temperatura externa.

Eficiencia de recuperación

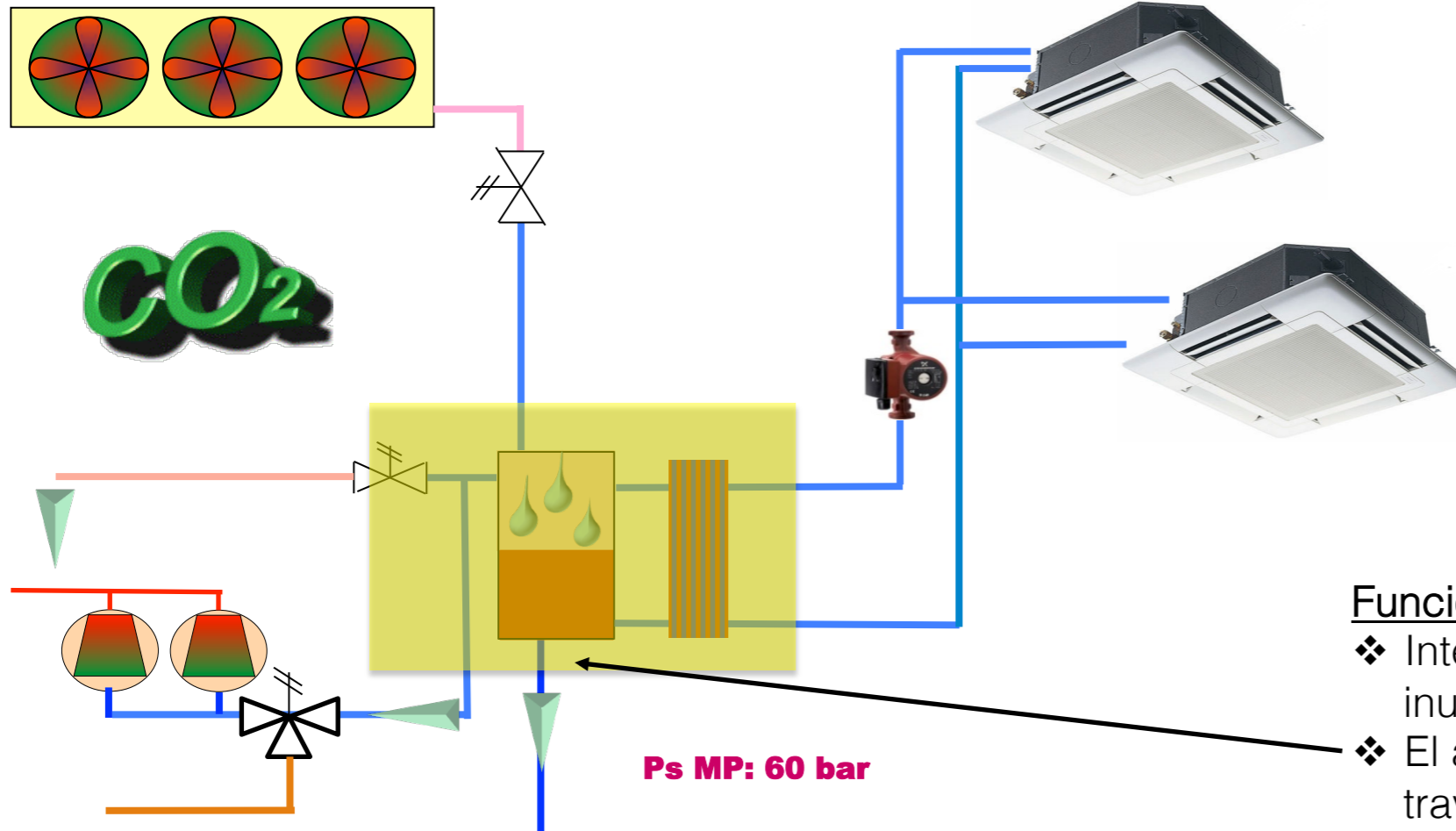
Si bien el rendimiento de la central es suficiente para la recuperación total de calor del sistema, el COP del sistema puede considerarse alto (5,19), porque parte del consumo eléctrico ya estaría "gastado" por la central de refrigeración.

	Standard (subcritico 15°C)	R.C. Forzada (transcrítico)	Diferencia
Pot. Frig. (kW)	20,00	20,00	-
Pot. Elec. (kW)	4,12	10,30	6,18
Rec. Cal. (kW)	-	32,67	32,67
		COP	5,28

La activación del evaporador de la bomba de calor penaliza el ciclo de refrigeración, aumentando el consumo, bajando el COP a 3.93 ($T_{amb} = -5\text{ °C}$)

	Standard (subcritico 15°C)	R.C. Forzada (transcritico)	Diferencia
Pot. Frig. (kW)	20,00	20+(20,2 Evap. ext.)	-
Pot. Elec. (kW)	4,12	20,81	16,69
Rec. Cal. (kW)	-	65,67	65,67
		COP	3,93

* Calculo considerando recalentamiento de la aspiración.



Función de climatización:

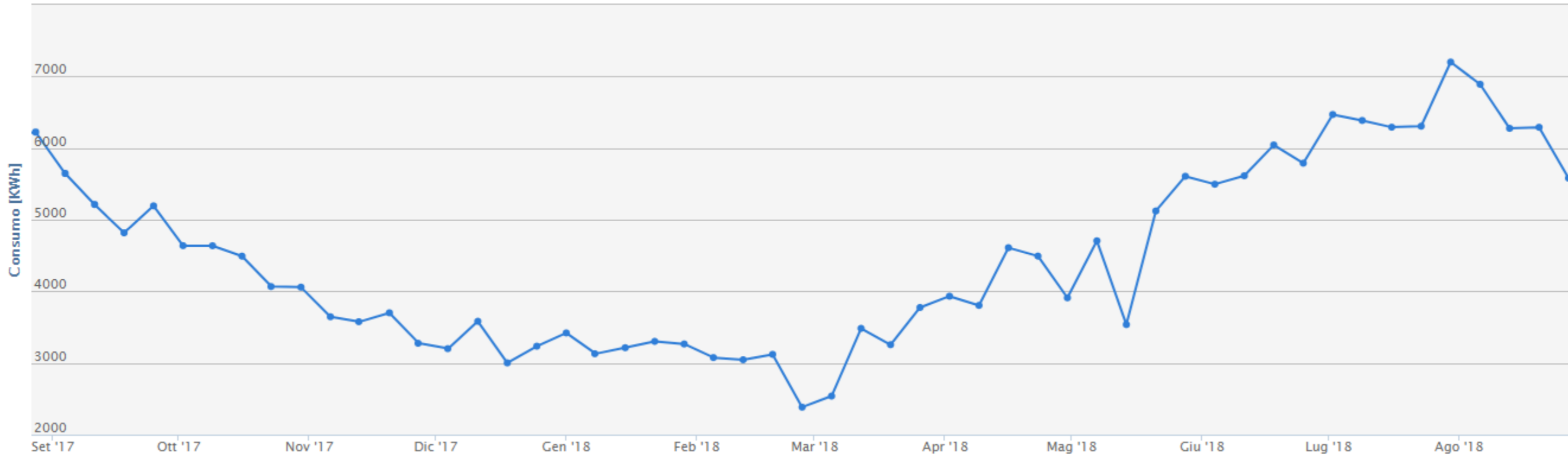
- ❖ Intercambiador de placas que funciona inundado con CO2 por gravedad
- ❖ El agua destinada a la UTA se envía a través de una bomba
- ❖ El flash gas es aspirado por los compresores en paralelo

Desafortunadamente, el CO₂ nos penaliza en la fase de aire acondicionado ya que en verano la temperatura exterior es alta.

Calculo con carga parcial en Verano (36°C de temperatura ambiente)

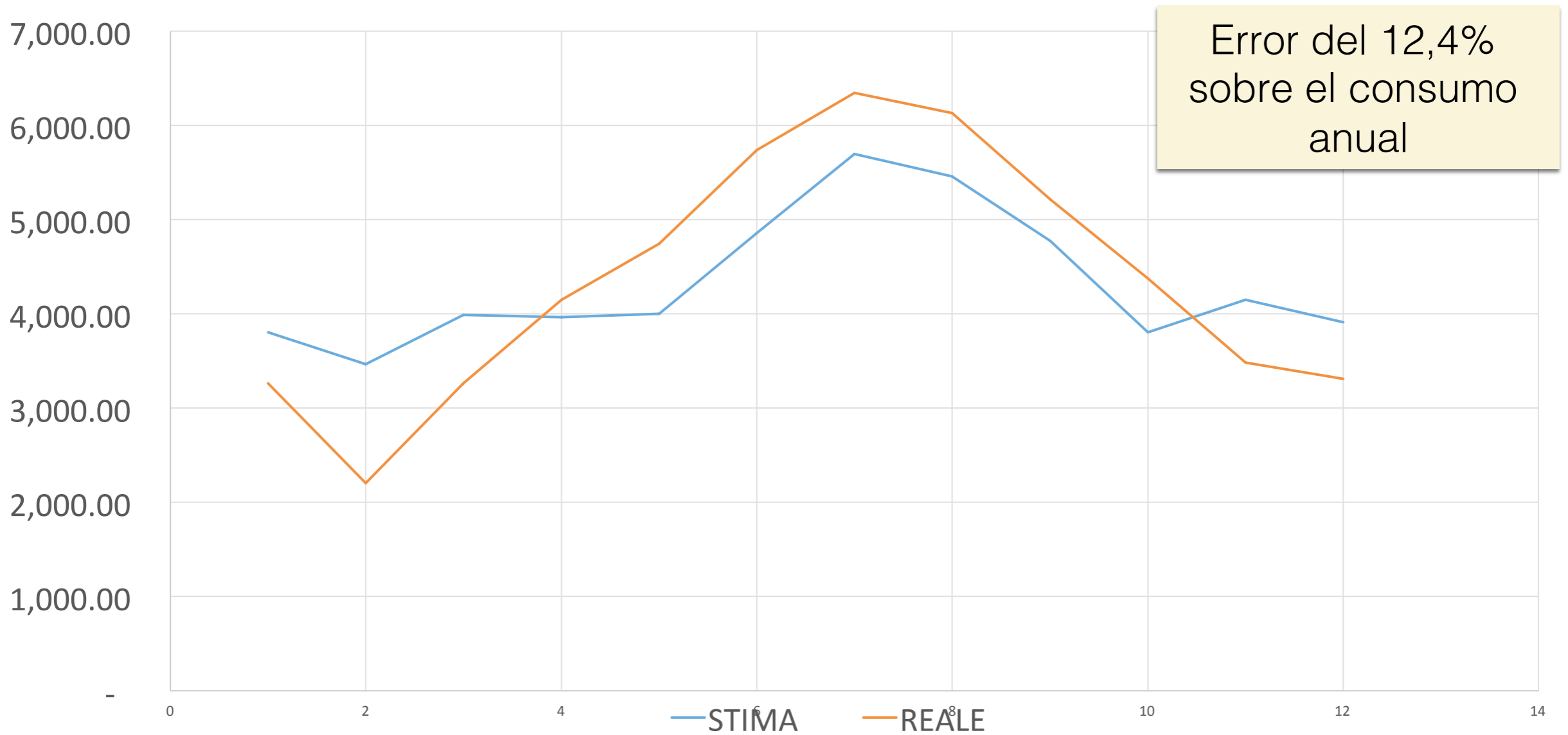
Carga	Ud.	100%	75%	50%	25%
Temperatura aire exterior	[°C]	36	36	36	36
Potencia frigorifica	kW	65	48,8	32,5	16,3
Potencia absorbida	kW	26,38	19,53	12,86	6,36
Temperatura salida del agua	[°C]	7	7	7	7
Temperatura entrada de agua	[°C]	12	10,75	10	9,5
Caudal hacia evaporador	[m ³ /h]	11,18	11,18	9,32	5,59
COP		2,464	2,496	2,527	2,555

Consumo semanal de la central



Analizando los datos tras un año de consumo eléctrico, la central consume entre 7.000 kWh/semana y 2.000 kWh/semana.

Comparación entre consumo estimado y real



Comparativa del retorno de la inversión esperado y real

- ❖ Subestimación del consumo de la central y la climatización (Real > Estimado).
- ❖ Sobreestimación del consumo de recuperación de calor (Estimado > Real).

CALCULO TEORICO			
Instalación	Integrado	Independiente	Diferencia
Refrigeración (Kwh/año)	161.492,51	161.492,51	-
Climatización (Kwh/año)	20.881,01	11.970,03	8.910,98
Calefacción (Kwh/año)	25.182,34	47.526,51	- 22.344,17
		Ahorro (Kwh/año)	- 13.433,20
		R.I. (años)	2,76

CALCULO REAL			
Instalación	Integrado	Independiente	Diferencia
Refrigeración (Kwh/año)	181.406,35	181.406,35	-
Climatización (Kwh/año)	23.455,87	13.446,07	10.009,80
Calefacción (Kwh/año)	22.664,11	42.773,86	- 20.109,75
		Ahorro (Kwh/año)	- 10.099,96
		R.I. (años)	3,67

* Costo kWh = 0,13 €

Ventajas

- ❖ Uso de gas natural.
- ❖ Eficiencia global del sistema.
- ❖ Espacio reducido de la sala de máquinas.
- ❖ Única empresa mantenedora de la central.
- ❖ Retorno de la inversión (poco mas de 3,5 años).

Inconvenientes

- ❖ Baja eficiencia en la instalación de climatización, pero compensada con la eficiencia de la calefacción.

Futuro desarrollo

- ❖ Incorporación de eyector de gas o liquido.
- ❖ Mejora en la eficiencia de la climatización y calefacción.



Gracias por su atención

