

Jornadas Técnicas

Industrial Track 4.0 2024

BURGOS, 24-25 DE SEPTIEMBRE 2024



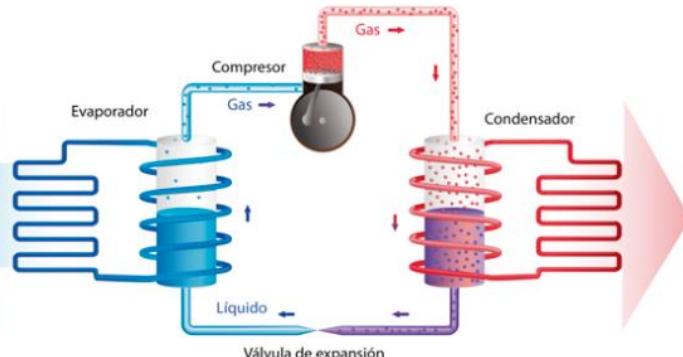
INTELIGENCIA ENERGÉTICA PARA LA REFRIGERACIÓN 4.0

MANUEL LANZA RUIZ – CTO & CO-FOUNDER



Ciclos de refrigeración

- ❖ Los compresores son el corazón de las instalaciones frigoríficas
- ❖ Consumo elevado de energía eléctrica (hasta un 50% de los costes)



Inteligencia Artificial (IA)

- ❖ Omnipresente los últimos años
- ❖ Llevaba utilizándose durante mucho tiempo
- ❖ Gran uso de modelos numéricos, redes neuronales y clasificadores.
- ❖ Muchas líneas potenciales de investigación



Refrigeración 4.0 y eficiencia energética

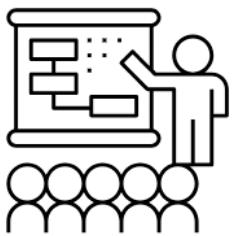
- ❖ Big data.
- ❖ Machine learning e IA
- ❖ Eficiencia energética.
- ❖ Gestión energética.
- ❖ Ahorros energéticos.
- ❖ Coste de la energía.
- ❖ Impacto medioambiental
- ❖ CAEs.



Muchos datos... ¿y luego qué?



Una cantidad abrumadora de datos recopilados



Falta de formación en eficiencia energética



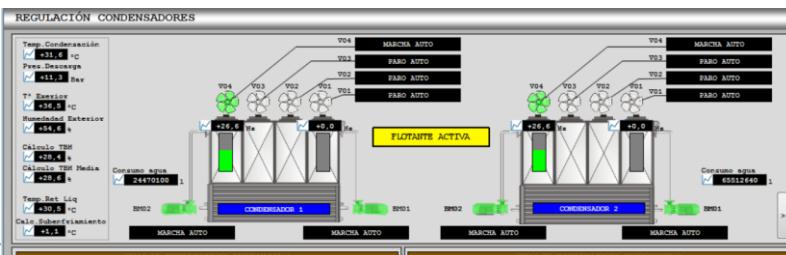
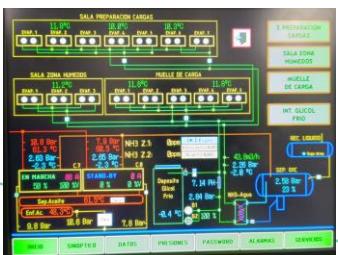
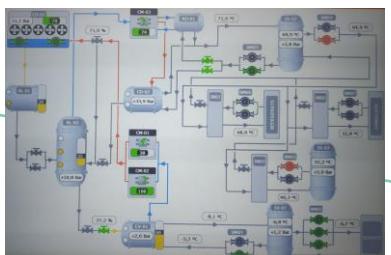
Inversión que no proporciona retornos inmediatos, pero sí a largo plazo



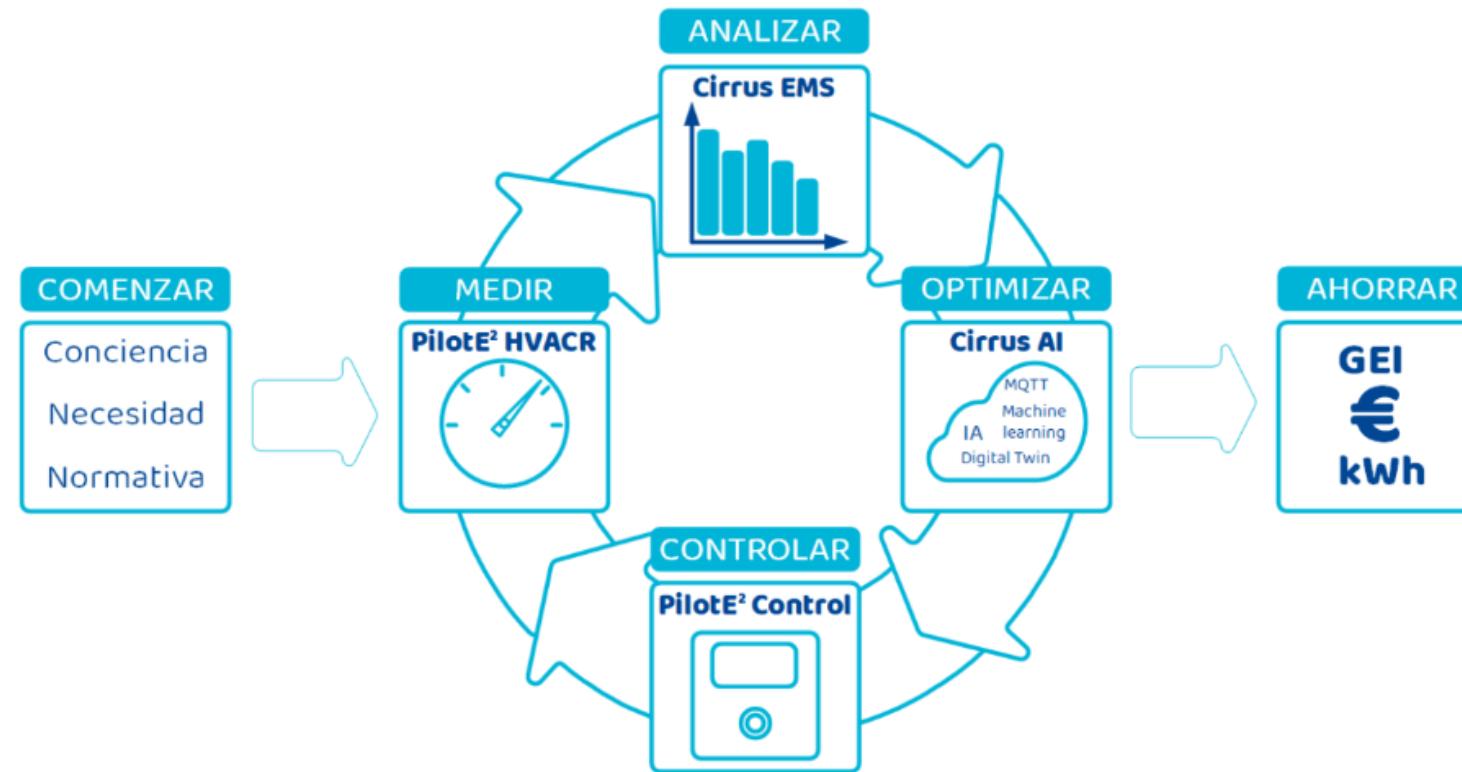
Falta de tiempo y de recursos



Desconocimiento de las instalaciones, y de los propios sistemas de medición



Eficiencia Energética + Inteligencia Artificial + Refrigeración 4.0



Medir (Refrigeración 4.0)

- ❖ Monitorización continua y remota.
- ❖ Cálculo del rendimiento y KPIs.
- ❖ Apoyo a mantenimiento.
- ❖ No proporciona por sí solo ahorros.
- ❖ Necesidad de una monitorización previa.
- ❖ Inversión inicial en equipos de medida adicionales.

Registro cíclico

5 Minutos

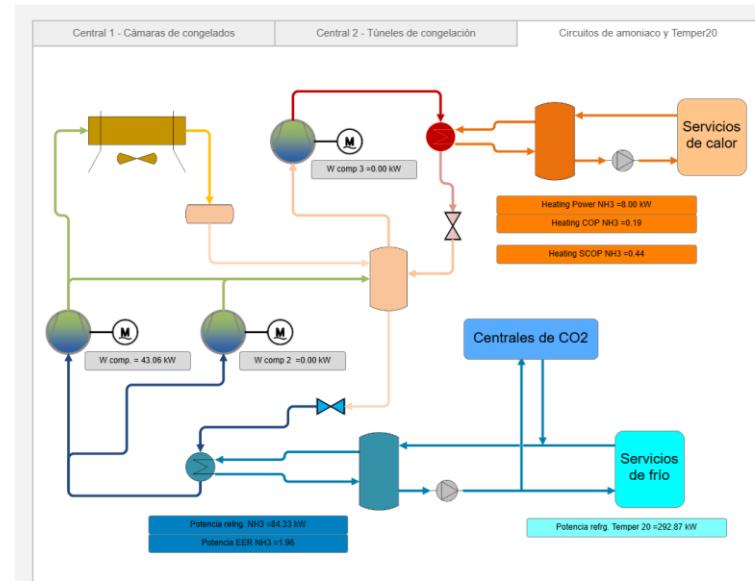
Registro manual

Configuración CSV

Ruta del archivo: /media/lat/CSV_Files/
Frigide_Latocca.csv

Nombre del archivo: Incluir fecha
Información del archivo

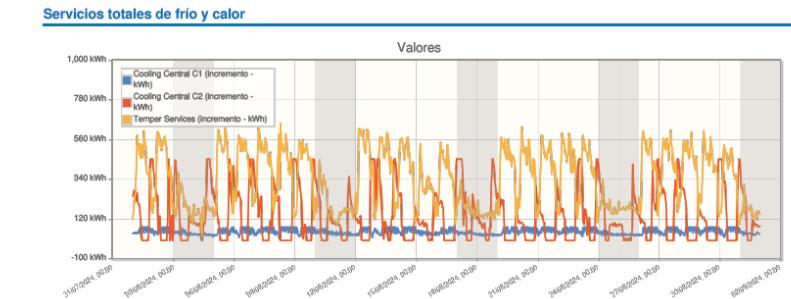
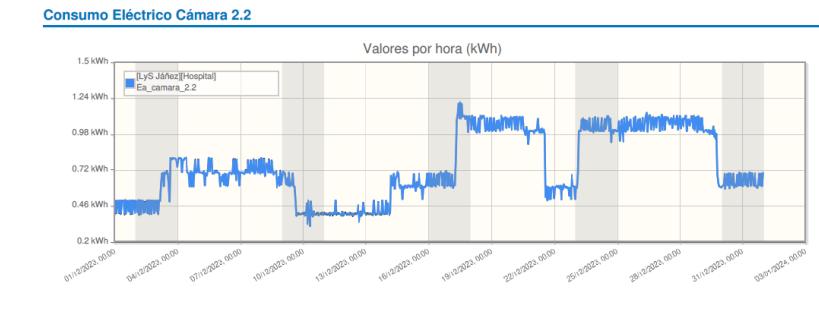
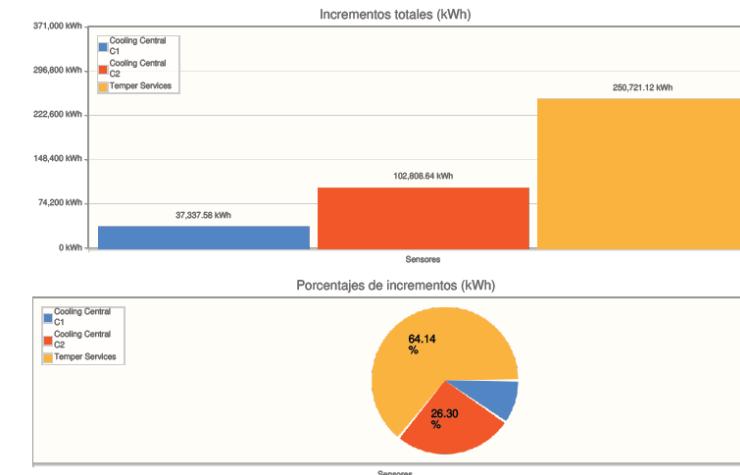
Estado del registro	Nombre	Valor	Unidad	Alarma	Límite inferior	Límite superior
1	(0) PT1	12.00	barg	●	0	0
2	(0) PT2	32.00	barg	●	0	0
3	(0) PT3	9.80	barg	●	0	0
4	(0) PT4	29.90	barg	●	0	0
5	(0) TT1	-1.80	°C	●	0	0
6	(0) TT2	-1.40	°C	●	0	0
7	(0) TT3	45.00	°C	●	0	0
8	(0) TT4	47.4	°C	●	0	0
9	(0) TT5	43.50	°C	●	0	0
10	(0) TT6	-11.20	°C	●	0	0
11	(0) TT7	-6.80	°C	●	0	0
12	(0) TT8	-19.60	°C	●	0	0
13	(0) TT9	-7.20	°C	●	0	0
14	(0) TT10	-4.50	°C	●	0	0
15	(0) TT11	69.40	°C	●	0	0
16	(0) TT12	30.90	°C	●	0	0
17	(0) TT13	29.20	°C	●	0	0
18	(0) TT14	29.20	°C	●	0	0
19	(0) TT15	29.40	°C	●	0	0
20	(0) TT16	29.50	°C	●	0	0
21	(0) TT17	51.10	°C	●	0	0
22	(0) TT18	49.00	°C	●	0	0
23	(0) TT19	-2.10	°C	●	0	0
24	(0) TT20	23.40	°C	●	0	0
25	(0) Act_Power_Comp_1,C1	0.00	kW	●	0	0
26	(0) Act_Power_Comp_1,C2	-0.01	kW	●	0	0
27	(0) Act_Power_Comp_2,C1	12.25	kW	●	0	0
28	(0) Act_Power_Comp_2,C2	0.00	kW	●	0	0
29	(0) Act_Power_Comp_3,C1	0.00	kW	●	0	0
30	(0) Act_Power_Comp_3,C2	0.00	kW	●	0	0
31	(0) Act_Power_Comp_4,C1	0.00	kW	●	0	0
32	(0) Act_Power_Comp_4,C2	0.00	kW	●	0	0



Id	Descripción	Valor	Unidad
PT1	Presión aspiración compresores Congelados	12.10	barg
PT2	Presión descarga compresores Congelados	30.90	barg
PT3	Presión aspiración compresores Túneles congelación	10.40	barg
PT4	Presión descarga compresores Túneles congelación	28.50	barg
TT1	Temperatura líquida entrada IRS Congelados	-1.70	°C
TT2	Temperatura líquida salida IRS Congelados	-1.30	°C
TT3	Temperatura aspiración compresores Congelados	-6.80	°C
TT4	Temperatura descarga compresor 1 Congelados	50.1	°C
TT5	Temperatura descarga compresor 2 Congelados	45.60	°C
TT6	Temperatura líquida entrada IRS Túneles cong.	-11.60	°C
TT7	Temperatura líquida salida IRS Túneles cong.	-6.90	°C
TT8	Temperatura vapor entrada IRS Túneles cong.	-18.50	°C

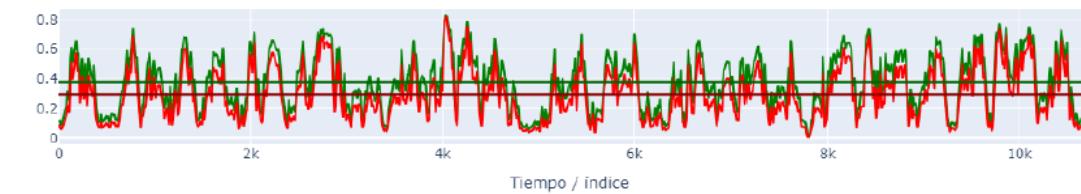
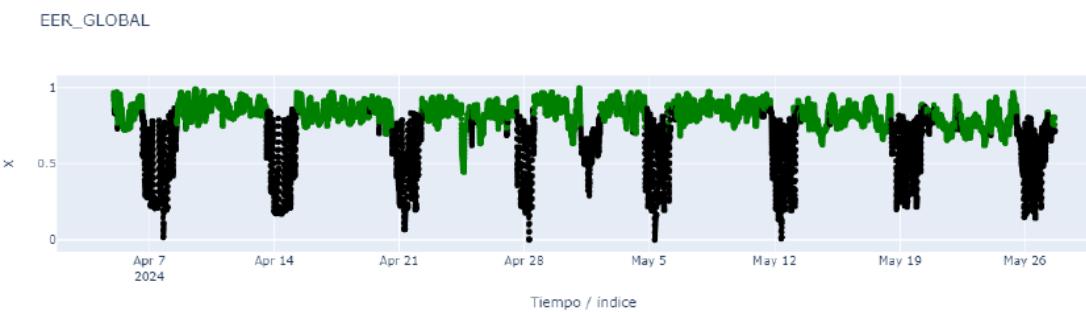
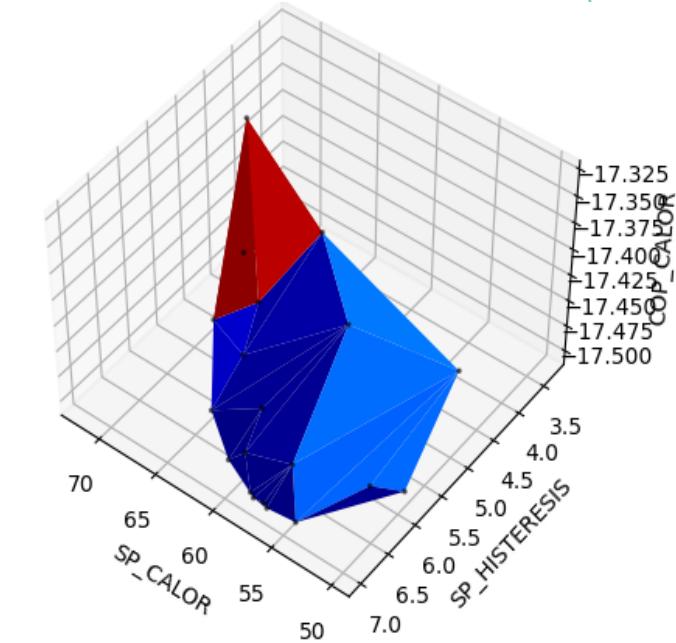
Analizar (Gestión energética)

- ❖ Informes personalizados.
- ❖ Seguimiento de métricas, consumos y demanda.
- ❖ Línea base de consumos.
- ❖ Detección de fallos, anomalías, desviaciones.
- ❖ Comparación del benchmark.
- ❖ Necesidad de conocimiento experto
- ❖ Los resultados tienen que trasladarse a acciones.



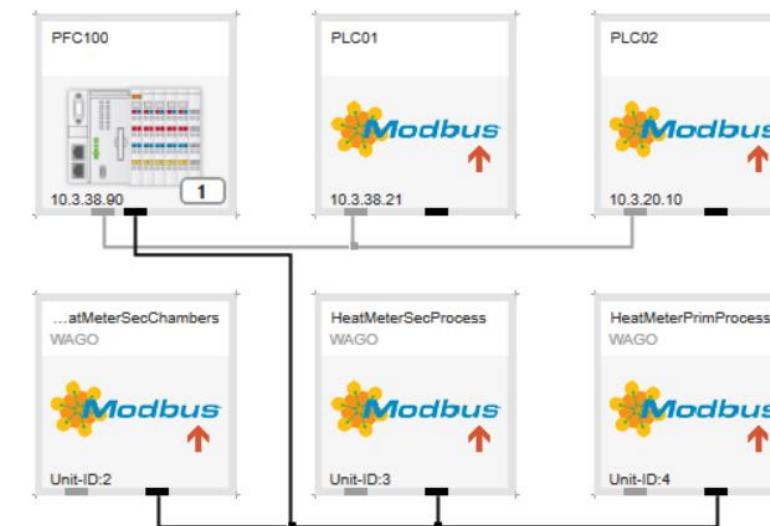
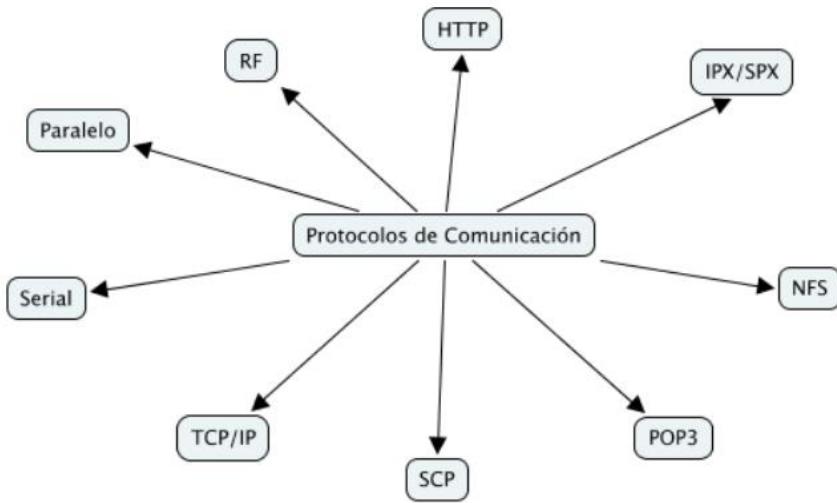
Optimizar (Inteligencia Artificial)

- ❖ Procesado de Big Data.
- ❖ Modelado de la planta y su funcionamiento.
- ❖ Gemelo digital para simular cambios y diferentes rangos de funcionamiento.
- ❖ Encontrar el punto óptimo de la instalación que optimice el rendimiento y disminuya el consumo.
- ❖ Alta complejidad y un alto conocimiento experto del proceso y de los modelos de IA.
- ❖ Mayores posibilidades, gestión excedentes, mantenimiento predictivo, etc.

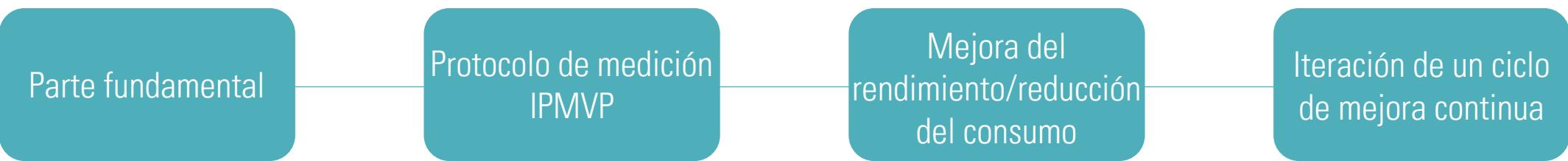


Controlar (Integración con el control)

- ❖ Integración con el control de la planta.
- ❖ Colaboración estrecha con el cliente y la empresa instaladora/mantenedora.
- ❖ Definición de límites de funcionamiento y de seguridad.
- ❖ Los ahorros significativos llegan después de finalizar esta fase.



Verificación de ahorros



Casos reales

Optimización planta refrigeración industrial

- ❖ Cambio de set points fijos a dinámicos.
- ❖ Consignas de temperaturas, presiones e histéresis.
- ❖ Optimización en tiempo real.
- ❖ Responder a cambios de funcionamiento de la instalación.



Varias enfriadoras en paralelo (chillers)

- ❖ Detección de fallos tempranos, desequilibrado de compresores, excesivos arranques y paradas, rendimiento menor del esperado.
- ❖ Menores consumos, pero menor inversión.
- ❖ Secuencia de arranque de chillers y de compresores, pero siempre manteniendo el equilibrio.



Control de temperatura en cámaras

- ❖ Optimización del coste en función del precio horario.
- ❖ No son ahorros energéticos, pero sí económicos.
- ❖ El ahorro depende de precios y peajes en cada periodo tarifario.
- ❖ Preferiblemente en centrales de frío independientes para cada cámara.



Posibilidades con IA

Gestión de la demanda frigorífica

- ❖ Centrales de NH₃.
- ❖ Minimizar los arranques y paradas entre compresores.
- ❖ Mantener carga nominal de los compresores.
- ❖ Balancear la carga de la demanda frigorífica, manteniendo los límites de seguridad del producto. Por ejemplo, balancear la carga frigorífica entre varias cámaras de conservación.

Mantenimiento predictivo

- ❖ Fallos en elementos de la instalación.
- ❖ Desviaciones de rendimiento o un incorrecto funcionamiento.
- ❖ Ahorro de costes de mantenimiento.



Posibilidades con IA

Informes autoexplicativos

- ❖ Cíerto nivel de escalabilidad pero necesidad de un conocimiento experto y una serie de reglas.
- ❖ Aportación de un gran valor.
- ❖ Detección temprana de fallos o anomalías.

Optimización fotovoltaica

- ❖ Predicción de la producción fotovoltaica.
- ❖ Optimización del precio de la energía incluyendo la fotovoltaica (precio 0).
- ❖ Disminución de excedentes.
- ❖ Desplazamiento de la curva de carga hacia las horas de mayor demanda.



Eficiencia y medioambiente

- ❖ Objetivos medioambientales.
- ❖ Reducción de kWh y de emisiones (GEI).
- ❖ Desafío climático.
- ❖ Menor dependencia energética.
- ❖ Mayor competitividad.
- ❖ Reducir el consumo, pero la misma calidad.
- ❖ Mejora continua.
- ❖ La energía más barata y más limpia es la que no se consume.



Gracias

Manuel Lanza Ruiz
manuel.lanza@articae.com

