

EVALUACIÓN ENERGÉTICA DE SISTEMAS BOOSTER CON CO₂

Jesús Catalán Gil

Daniel Sánchez

Rodrigo Llopis

Laura Nebot Andrés

Ramón Cabello

Grupo de Ingeniería Térmica
(www.git.uji.es)

CONGRESO SOBRE
TECNOLOGÍAS DE
REFRIGERACIÓN

TECNOFRÍO'17

25 Y 26 OCTUBRE DE 2017

www.congresotecnofrio.es

Índice

1

INTRODUCCION

2

METODOLOGIA

3

SISTEMAS ANALIZADOS

4

MODELADO Y ANALISIS

5

RESULTADOS

6

CONCLUSIONES

TECNOFRÍO'17



INTRODUCCION



INTRODUCCION

METODOLOGIA

SISTEMAS
ANALIZADOS

MODELADO

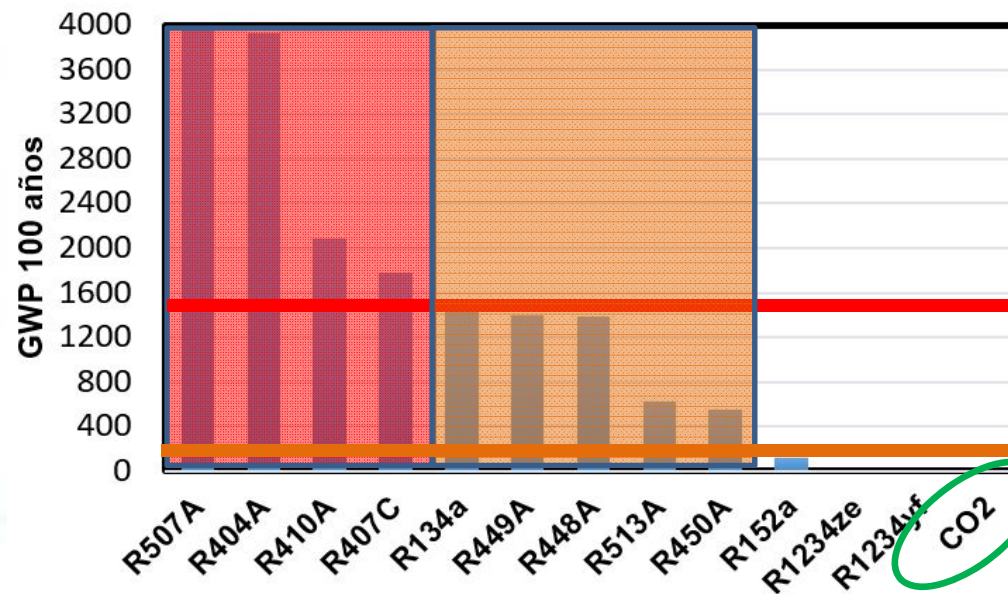
RESULTADOS

CONCLUSIONES

CONGRESO SOBRE TECNOLOGÍAS DE REFRIGERACIÓN

Regulación EU 517/2014 (F-Gas)

- ❑ Restricciones en el uso de refrigerantes de elevado GWP.
- ❑ A partir del 1/1/2022 en refrigeración comercial:
 - Circuito primario → **GWP<1500**
 - Distribución a servicios → **GWP<150**



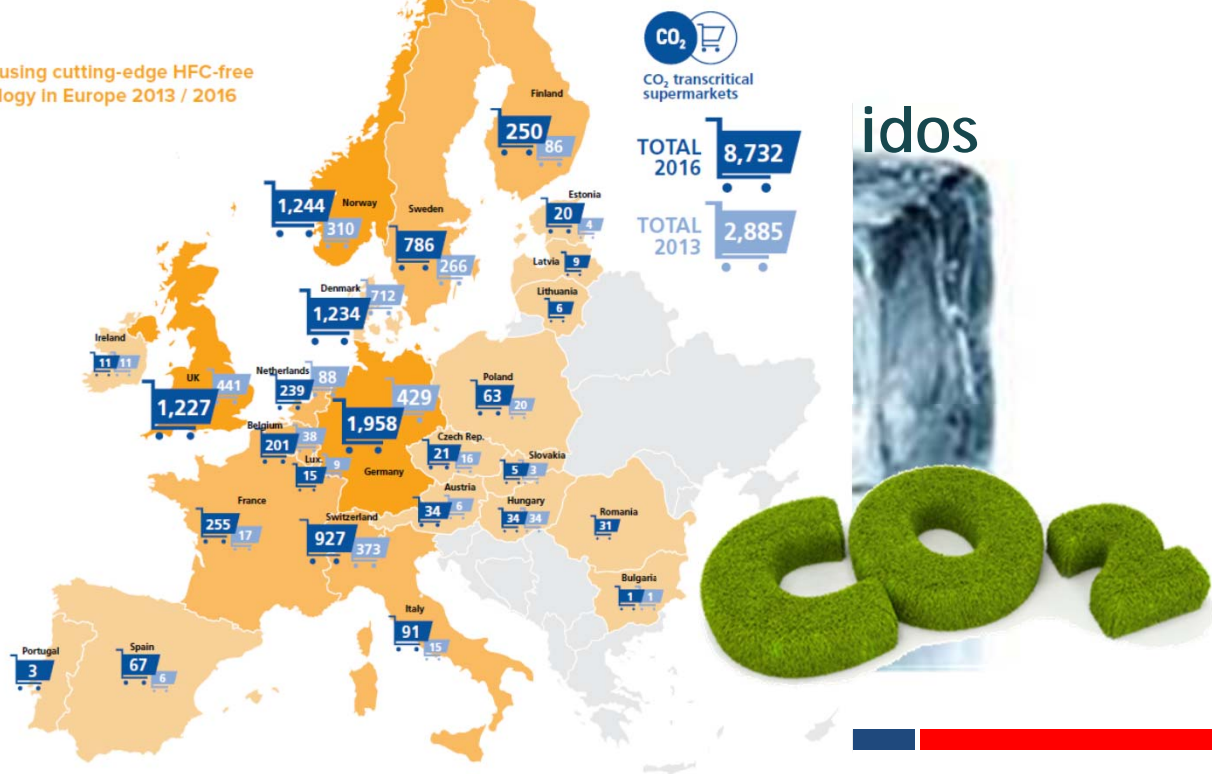
TECNOFRÍO'17

Sistemas actuales de refrigeración comercial en EU

- ❑ Norte de EU → Booster básico con CO₂ → **Cumple con normativa**
- ❑ Sur de EU → Cascadas HFC/CO₂ → 2022 → **Sustitución o reconversión**

Shecco, F-Gas Regulation shaking up the HVAC&R industry. 2016.

Stores using cutting-edge HFC-free technology in Europe 2013 / 2016



- ❑ Reconversión
 - Fluído
 - CO₂ b
- ❑ Uso de sistem

TECNOFRÍO'17



METODOLOGIA



INTRODUCCION

METODOLOGIA

SISTEMAS
ANALIZADOS

MODELADO

RESULTADOS

CONCLUSIONES

CONGRESO SOBRE TECNOLOGÍAS DE REFRIGERACIÓN

- ❑ Análisis de diferentes sistemas *Booster CO₂* válidos para la F-Gas.

Comparación



- ❑ Cascada actual válida hasta 2022:
 - Sistema en cascada con R513A/CO₂ (CC).
- ❖ Modelado de los sistemas con limitaciones de funcionamiento.
- ❖ Consumo energético para distintas ciudades de España.

TECNOFRÍO'17



SISTEMAS ANALIZADOS



INTRODUCCION

METODOLOGIA

SISTEMAS
ANALIZADOS

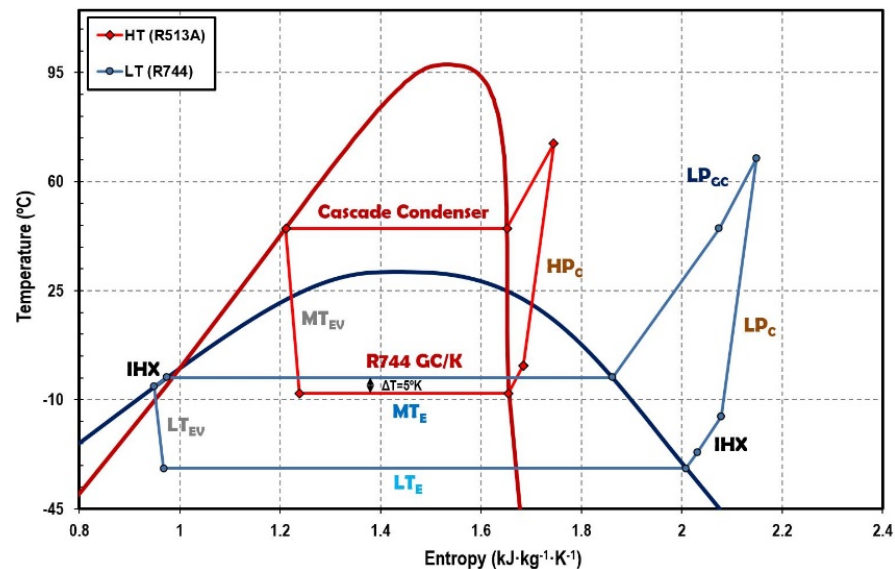
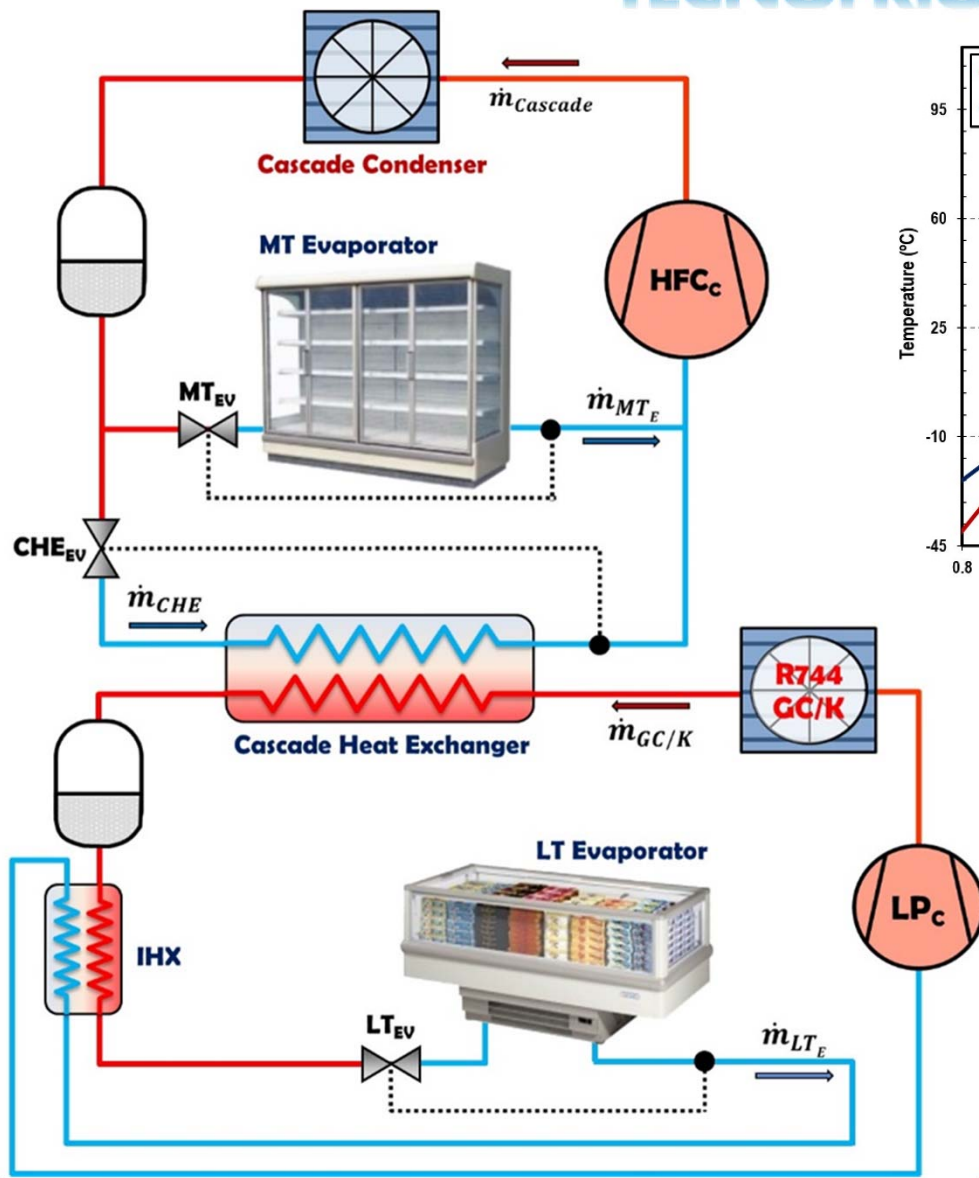
MODELADO

RESULTADOS

CONCLUSIONES

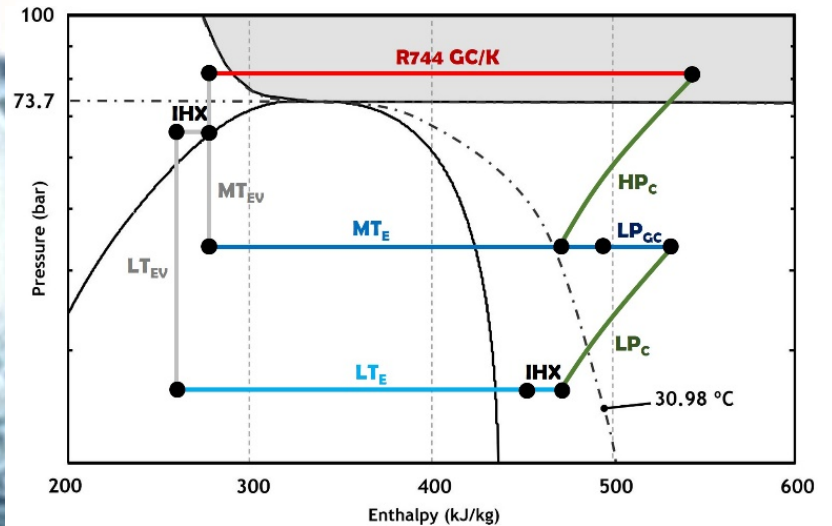
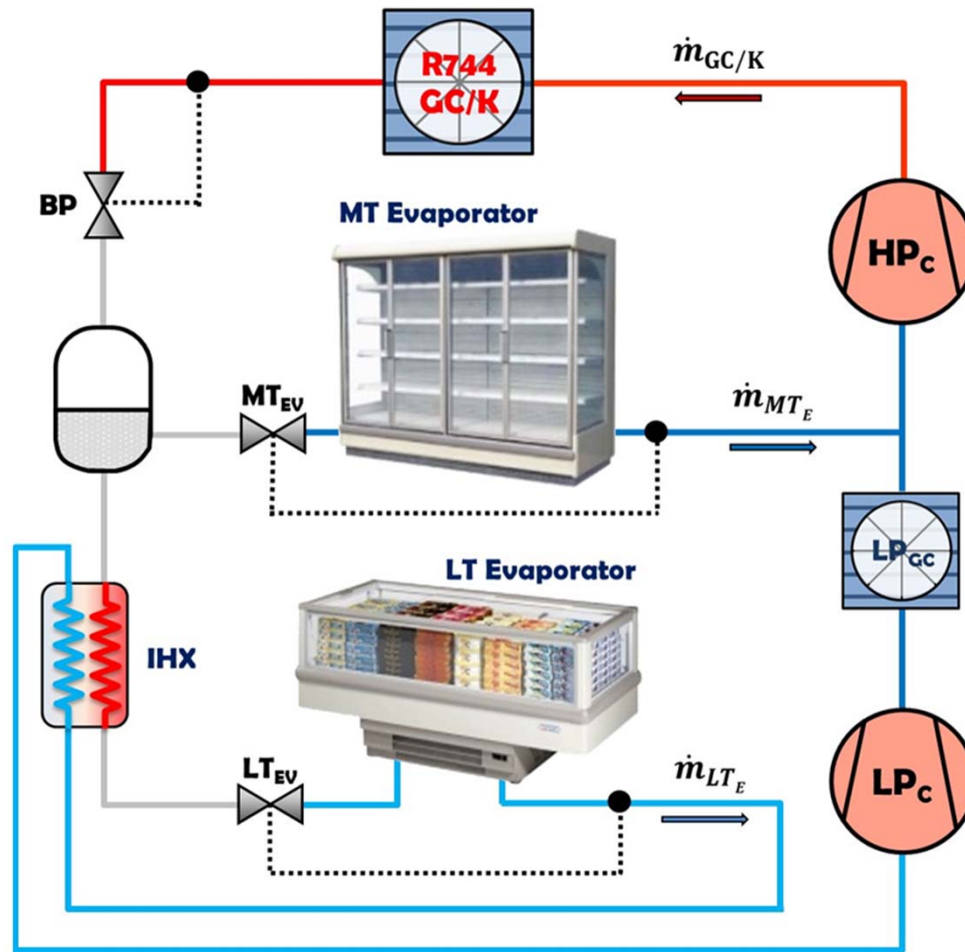
CONGRESO SOBRE TECNOLOGÍAS DE REFRIGERACIÓN

TECNOFRÍO'17



Cascada R513A/CO₂
(Sistema de referencia)

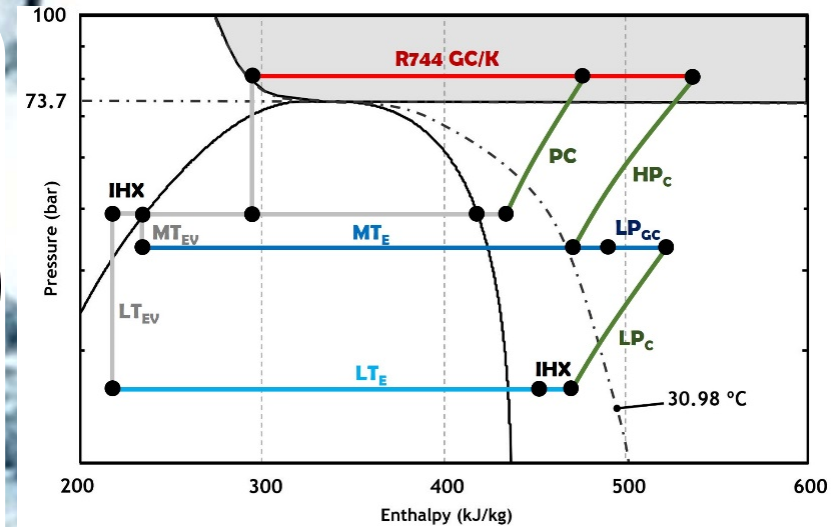
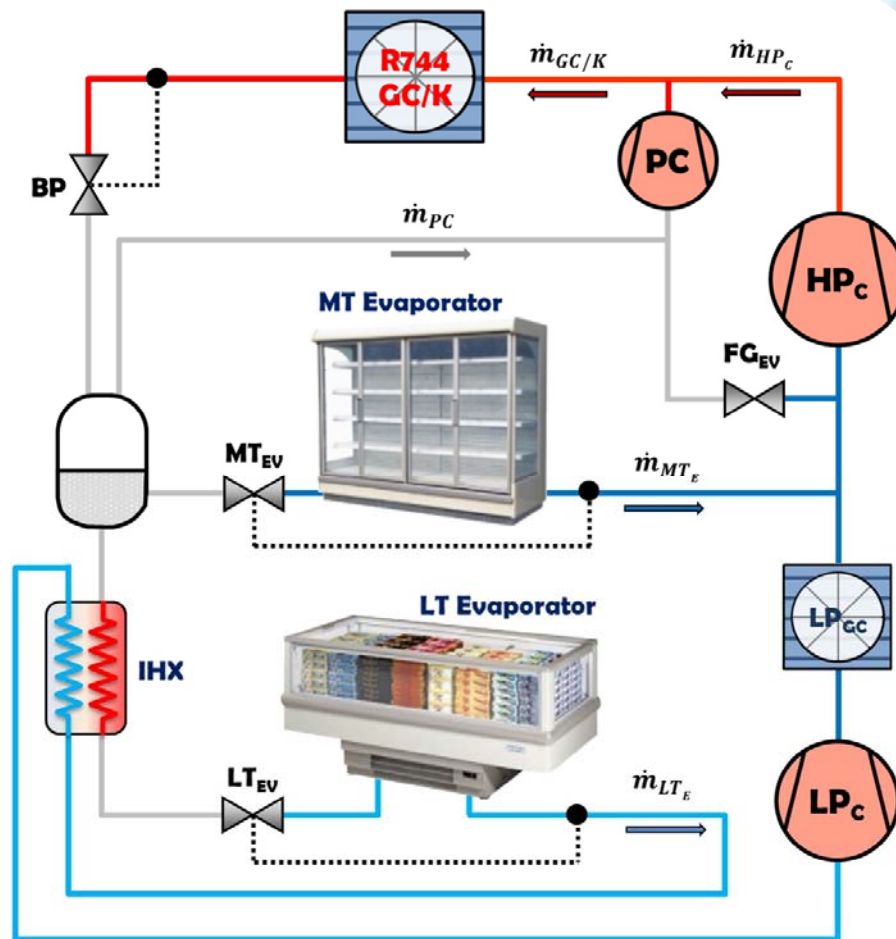
Booster básico con CO₂ (BB)



Componentes del sistema:

- 2 Servicios (media y baja).
- 2 Racks de compresores.
- 2 Intercambiadores de enfriamiento.
- 1 Depósito de acumulación.
- Back-pressure.
- Válvulas de expansión.
- IHX

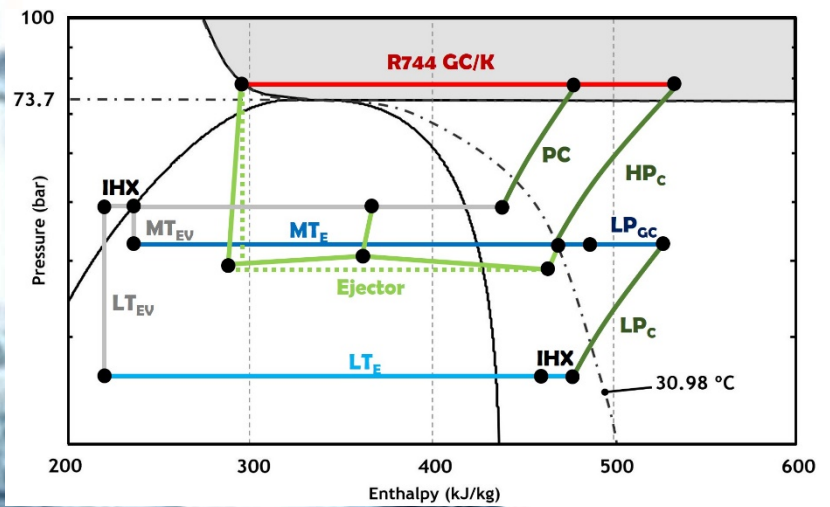
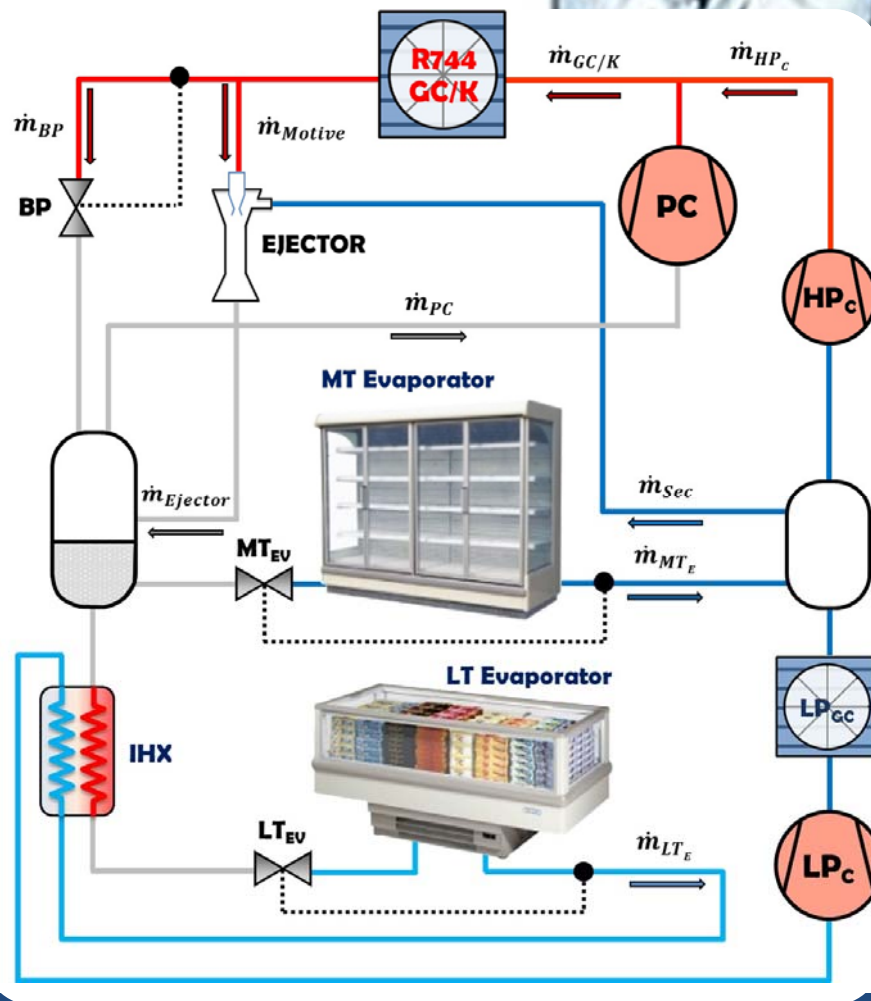
Booster CO₂ con compresión paralela (BB+PC)



Modificaciones del ciclo BB:

- Compresor paralelo.
- ↑ Salto entálpico LT y MT.
- ↓ Tasa Comp. Paralelo

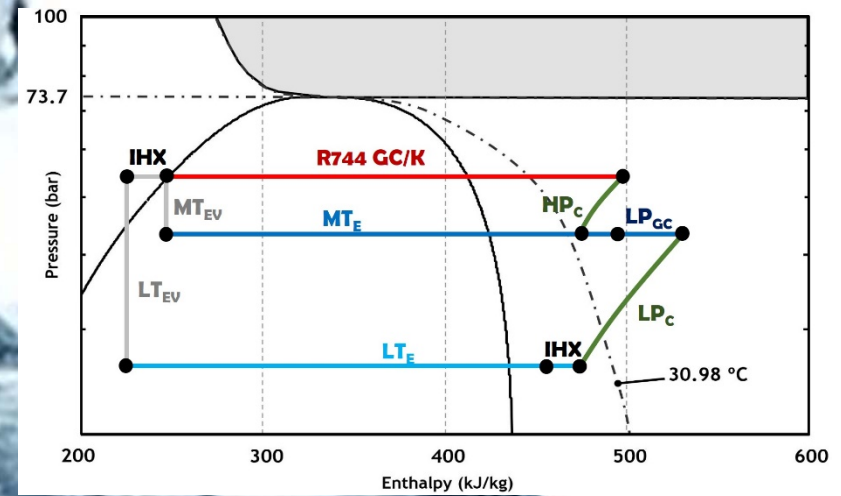
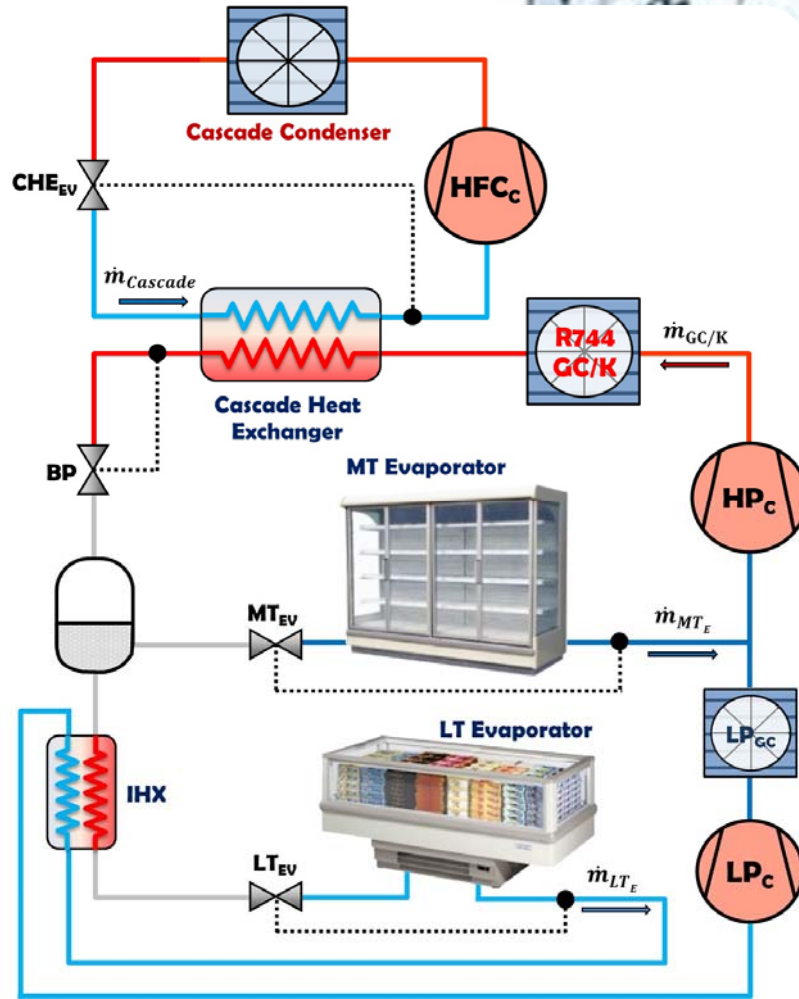
Booster CO₂ con eyector (BB+PC+Eyector)



Modificaciones del ciclo BB:

- Compresor paralelo.
- Grupo de Eyectores.
- ↑ Salto entálpico LT y MT.
- ↓ Tasa Comp. Paralelo

Cascada R513/*booster* CO₂ subcrítico (CC+SB)



Modificaciones del ciclo BB:

- CO₂ subcrítico únicamente
- 1 Ciclo de cabecera

TECNOFRÍO'17



MODELADO Y LIMITACIONES



INTRODUCCION

METODOLOGIA

SISTEMAS
ANALIZADOS

MODELADO

RESULTADOS

CONCLUSIONES

CONGRESO SOBRE TECNOLOGÍAS DE REFRIGERACIÓN

TECNOFRÍO'17

- **Cargas:** 41 kW (LT) y 140 kW (MT)
- **Datos climáticos:** EnergyPlus
- **Compresores:** Curvas reales de funcionamiento
- **Rack de eyectores:** $\eta=40\%$; Relación de caudales=0,25
- **Perfil de carga:**

Ciudades analizadas:



TECNOFRÍO'17



RESULTADOS



INTRODUCCION

METODOLOGIA

SISTEMAS
ANALIZADOS

MODELADO

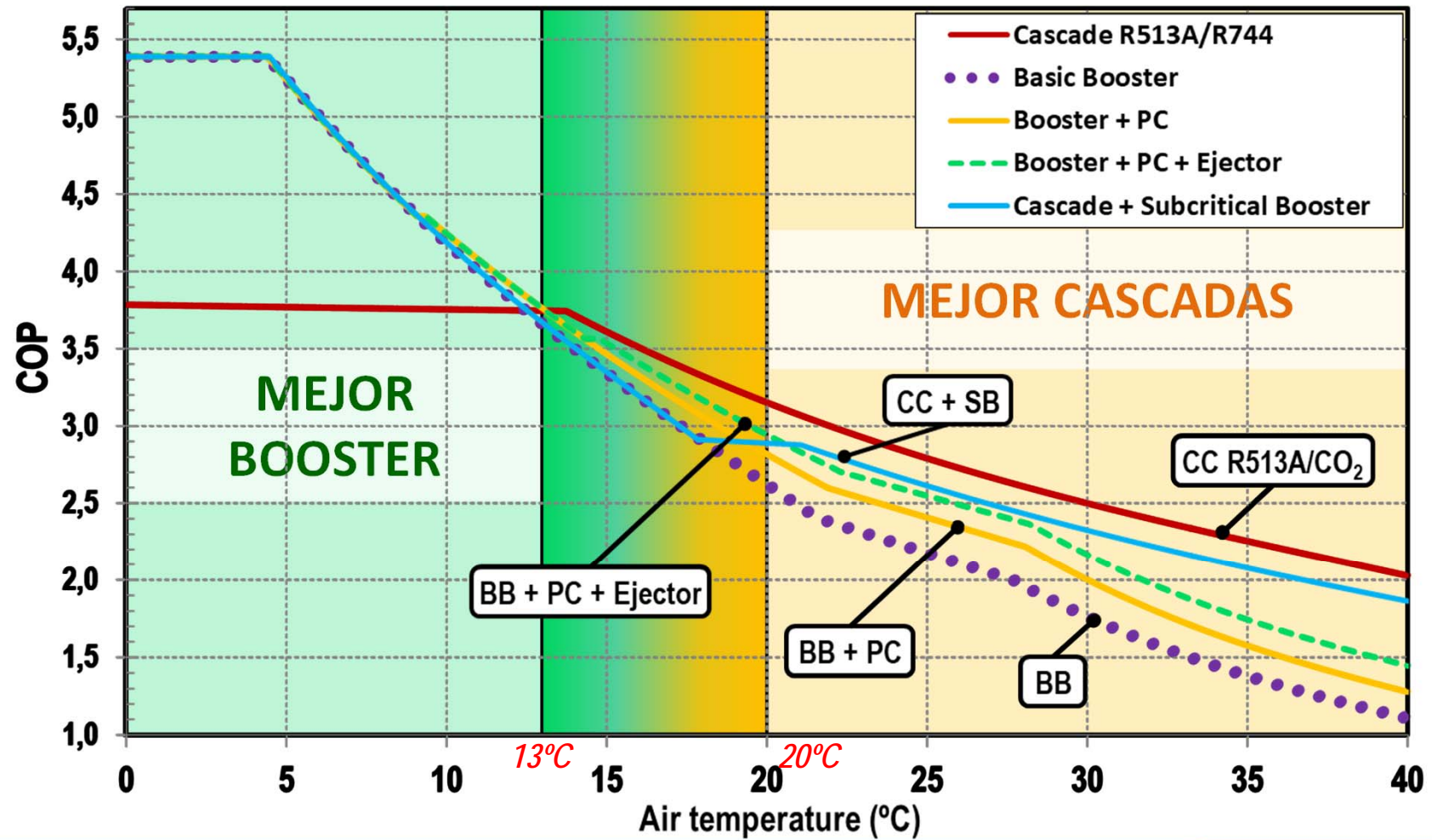
RESULTADOS

CONCLUSIONES

CONGRESO SOBRE TECNOLOGÍAS DE REFRIGERACIÓN

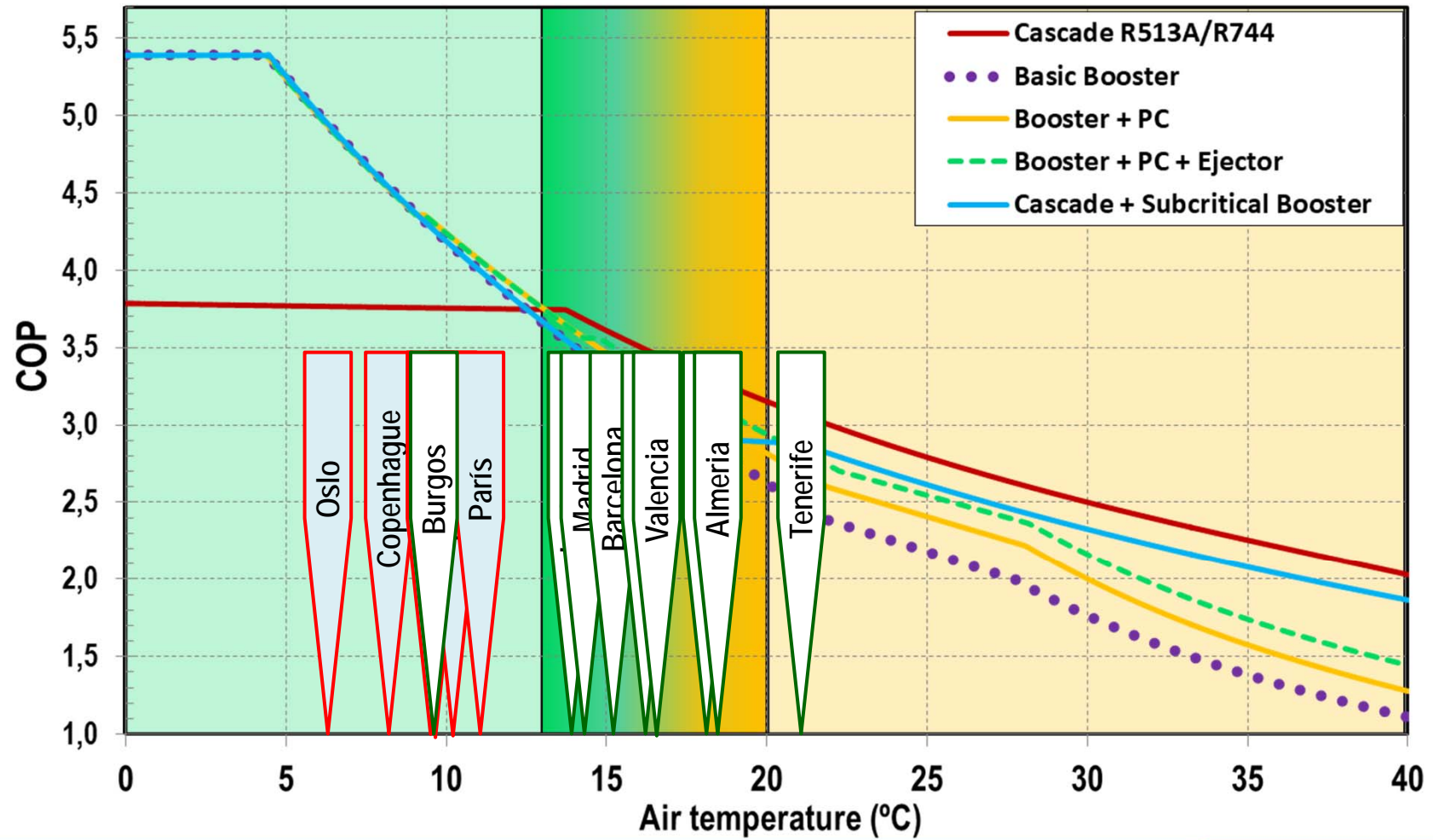
1.- COP

Air temperature - COP

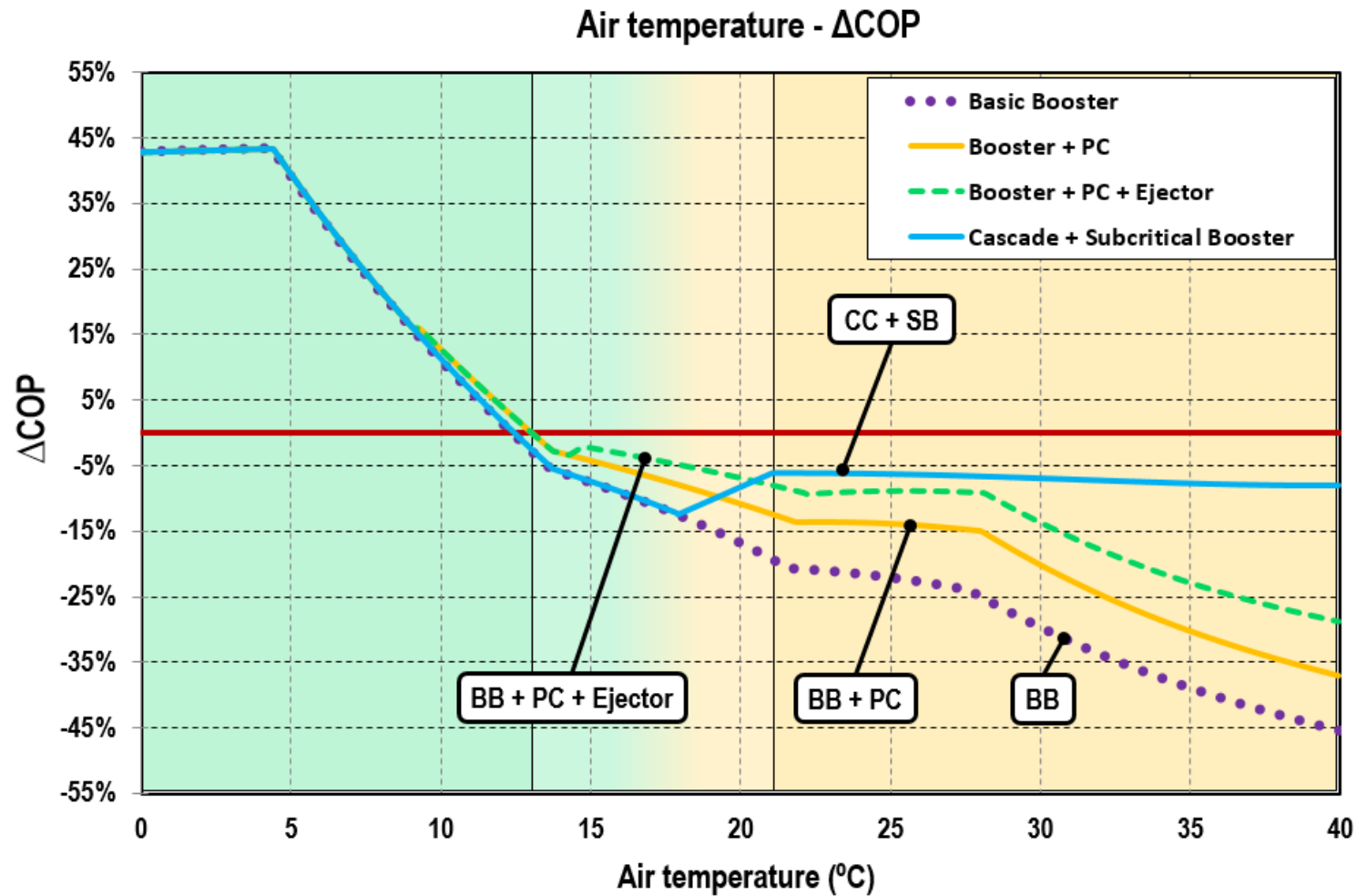


1.- COP

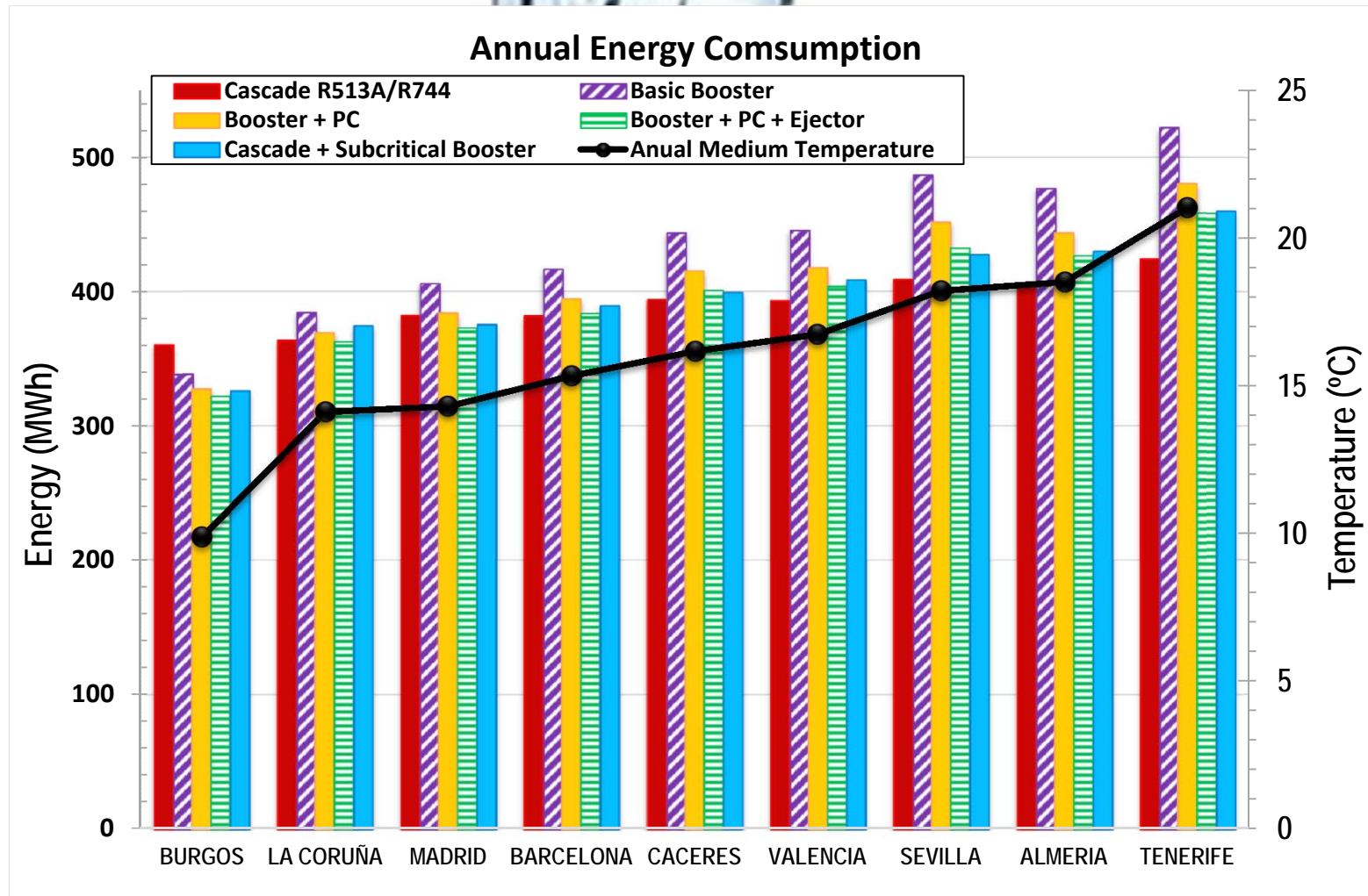
Air temperature - COP



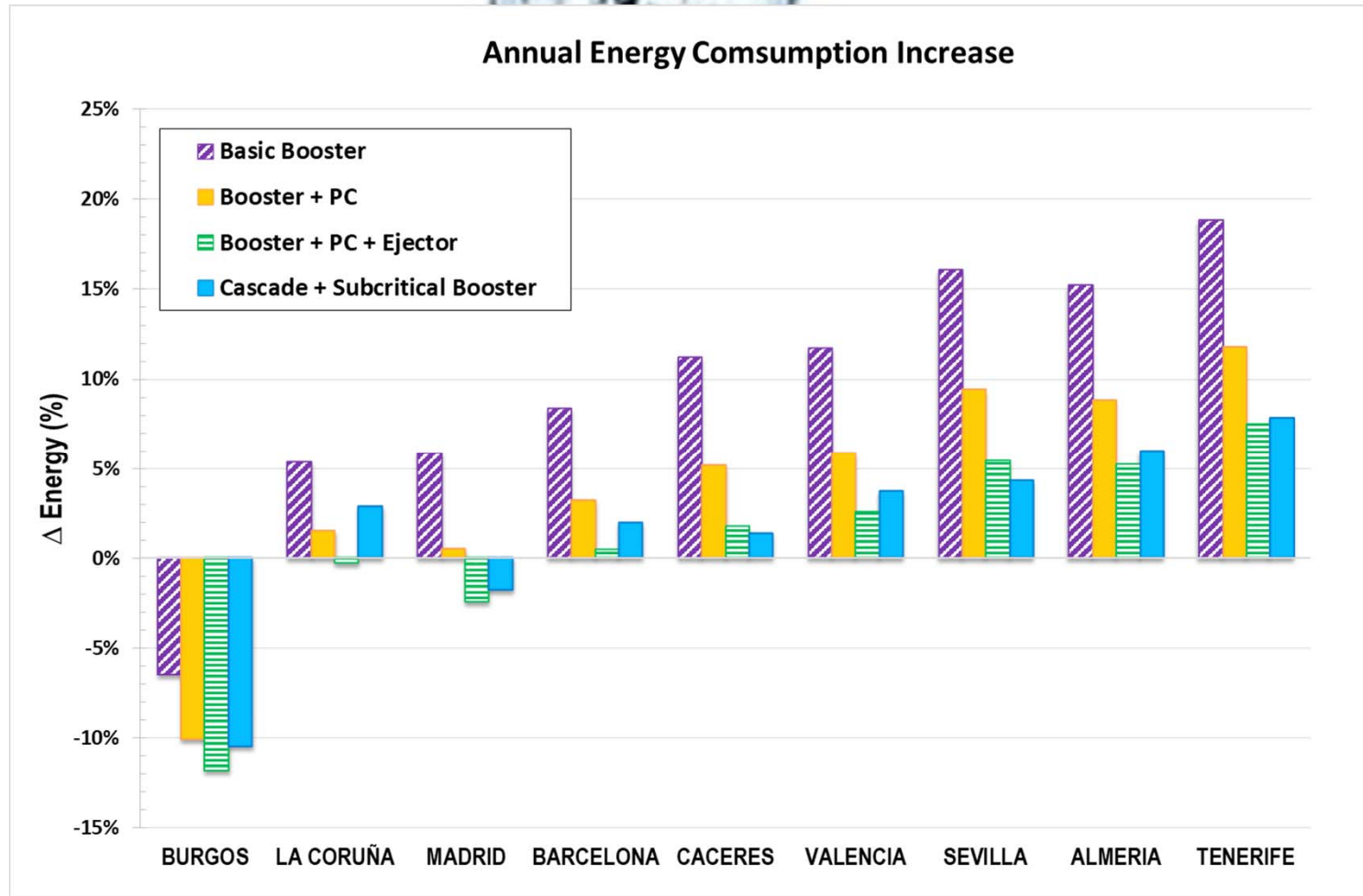
2.- VARIACION DEL COP RESPECTO CASCADA



3.- CONSUMO ENERGETICO



4.- INCREMENTO CONSUMO ENERGETICO



TECNOFRÍO'17



CONCLUSIONES



INTRODUCCION

METODOLOGIA

SISTEMAS
ANALIZADOS

MODELADO

RESULTADOS

CONCLUSIONES

CONGRESO SOBRE TECNOLOGÍAS DE REFRIGERACIÓN

TECNOFRÍO'17

- ❑ Para temperaturas ambiente $< 13^{\circ}\text{C}$ → Sistema *Booster* Básico con CO_2 .
- ❑ Para temperaturas ambiente $13\text{-}20^{\circ}\text{C}$ → Sistemas *Booster* Mejorados con CO_2 o Sistemas en cascada.
- ❑ Para temperaturas ambiente $> 20^{\circ}\text{C}$ → Sistemas en cascada.

Climas cálidos (España, Italia o Portugal):

- ❑ Consumo energético similar de sistemas *Booster* mejorados respecto a la cascada.
- ❑ Los sistemas en cascada directa con la actual normativa son válidos hasta 2022 → **Cambio/modificación de estos sistemas.**



GRACIAS POR SU ATENCIÓN

Jesús Catalán Gil

jcatalan@uji.es

Universidad Jaume I de Castellón
Área de Máquinas y Motores Térmicos
Grupo de Ingeniería Térmica (www.git.uji.es)