

4. ENFRIADORAS DE AGUA

El estudio de las enfriadoras que se realiza a continuación se centra en los datos de los catálogos técnicos de tres marcas comerciales: Carrier, Daikin e Hitachi.

En el Anexo, se adjuntan unas tablas donde se recogen las características técnicas más significativas que proporcionan los catálogos de las enfriadoras de agua que ofrecen estas marcas. Estas características son:

- Enfriadora de agua solo frío, condensada por aire:
 - Nombre comercial
 - Fabricante
 - Refrigerante

- Capacidad frigorífica del catálogo
- Tipo de compresor
- Número de compresores
- Caudal de aire
- Caudal de agua
- Consumo de la unidad
- Consumo del compresor
- EER

De este tipo de equipos se han estudiado 146 modelos, de los cuales 70 son de Carrier y 34 de Hitachi, y 42 son de Daikin. Lo que supone que un 23% de los modelos son de Hitachi, un 29% son de Daikin y el restante porcentaje son de Carrier.

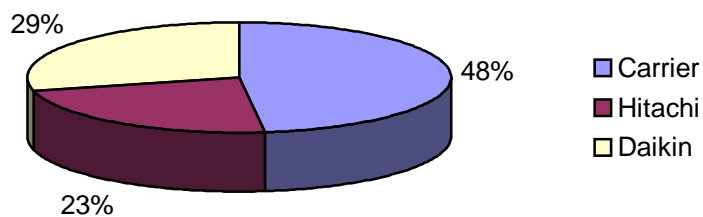


figura 4.1: Porcentaje de las enfriadoras de agua solo frío condensada por aire.

Todos los equipos Hitachi tienen compresores de tornillo y usan R-407c, las potencias frigoríficas de estos equipos oscilan entre 106 y 1068 kW.

Los equipos Carrier usan tres tipos de refrigerante, R-134a, R-410a y R-407c. Los equipos de R-134a usan compresores de tornillo, los equipos de R-407c usan compresores scroll y compresores alternativos, y los equipos de R-410a usan compresores scroll.

Por último, las enfriadoras Daikin, usan refrigerante R-134a y R-407c. Los equipos de R-134a usan compresores de tornillo y los equipos de R-407c usan compresores scroll.

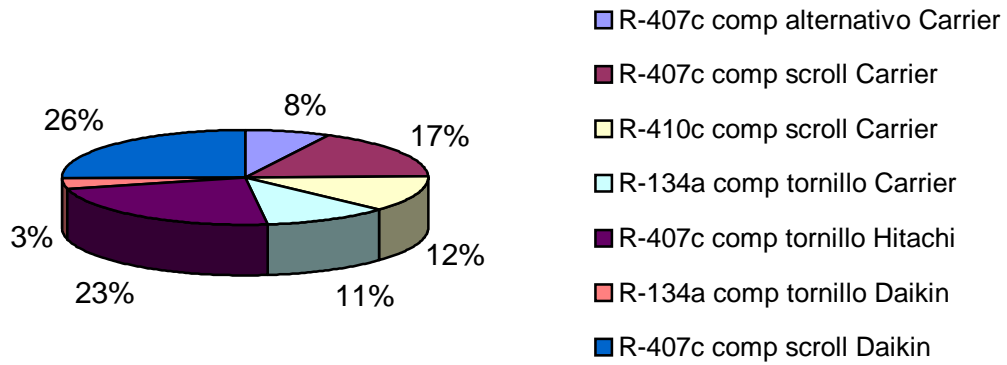


figura 4.2: porcentajes de las enfriadoras de agua condensada por aire solo frío, según compresor y refrigerante

Las potencias frigoríficas que comprenden cada uno de estos tipos de equipos se dan en la siguiente tabla y se representan en el gráfico.

Refrigerante, tipo de compresor y marca	Potencia frigorífica mínima (kW)	Potencia frigorífica máxima (kW)
R-134a y comp tornillo de Carrier	282	1203
R-407c y comp scroll Carrier	17.7	245
R-407c y comp alternativo Carrier	238	725
R-410a y comp scroll Carrier	5.15	753
R-407c y comp scroll Daikin	10.1	541
R-134a y comp tornillo de Daikin	111	316
R-407c y comp de tornillo Hitachi	126	776

Tabla 4.1 : Potencias frigoríficas de cada tipo de enfriadoras de agua

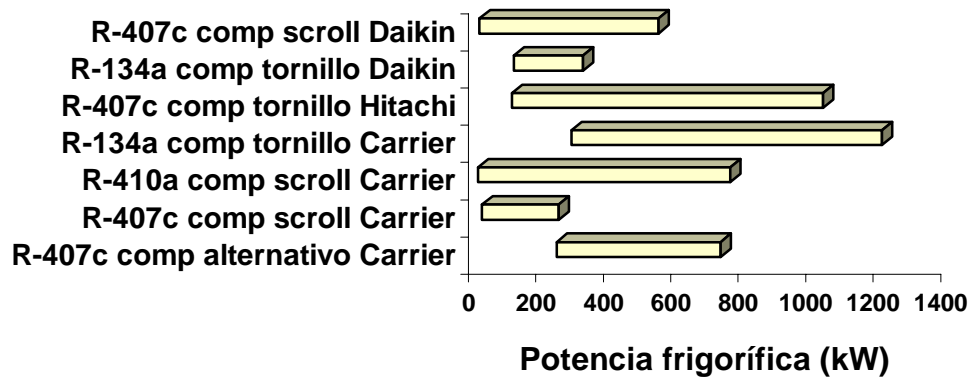


figura 4.3: Gráfico de las potencias frigoríficas de cada tipo de enfriadoras de agua solo frío condensadas por aire

- Enfriadora de agua solo frío, condensada por agua:
 - Nombre comercial
 - Fabricante
 - Refrigerante
 - Capacidad frigorífica del catálogo
 - Tipo de compresor
 - Número de compresores
 - Consumo de la unidad
 - Consumo del compresor

De este tipo de equipos se han estudiado 77 modelos, de los cuales 67 son de Carrier y 10 de Hitachi, ya que Daikin no presenta ningún modelos de este estilo, lo que supone que un 13% de los modelos son de Hitachi y el restante porcentaje son de Carrier.

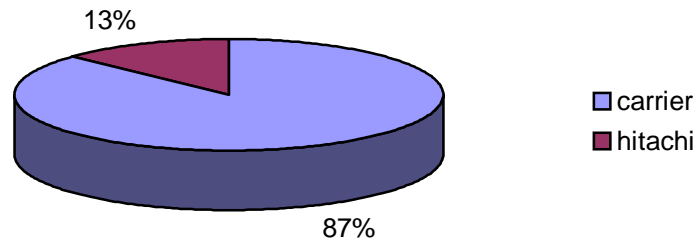


figura 4.4: Porcentaje de las enfriadoras en el mercado solo frío condensada por agua

Todos los equipos Hitachi tienen compresores de tornillo y usan R-407c, las potencias frigoríficas de estos equipos oscilan entre 126 y 776 kW.

Los equipos Carrier usan dos tipos de refrigerante, R-134a y R-407c. Los equipos de R-134a usan compresores de tornillo y los equipos de R-407c usan compresores scroll y compresores alternativos.

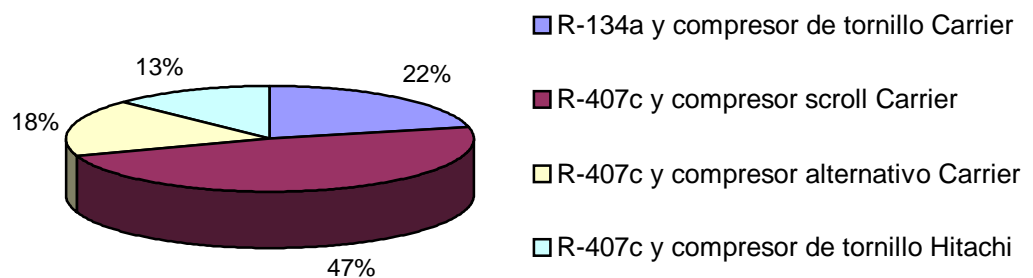


figura 4.5: porcentajes de las enfriadoras de agua condensada por agua solo frío, según compresor y refrigerante

Las potencias frigoríficas que comprenden cada uno de estos tipos de equipos se dan en la siguiente tabla y se representan en el gráfico.

Refrigerante, tipo de compresor y marca	Potencia frigorífica mínima (kW)	Potencia frigorífica máxima (kW)
R-134a y compresor tornillo de Carrier	290	1286
R-407c y comp scroll Carrier	19	310
R-407c y comp alternativo Carrier	371	735
R-407c y comp de tornillo Hitachi	126	776

Tabla 4.2: potencias frigoríficas de cada tipo de enfriadoras de agua solo frío condensadas por agua.

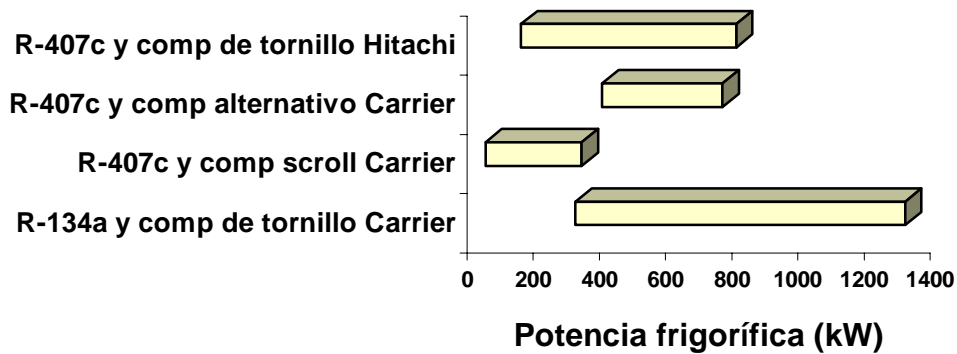


figura 4.6: Gráfico de las potencias frigoríficas de cada tipo de enfriadoras de agua solo frío condensadas por agua.

- Enfriadora de agua reversible, condensada por aire:
 - Nombre comercial
 - Fabricante
 - Refrigerante
 - Capacidad frigorífica del catálogo
 - Capacidad calorífica del catálogo
 - Tipo de compresor
 - Número de compresores
 - Caudal de aire
 - Caudal de agua en refrigeración y calefacción
 - Consumo de la unidad en refrigeración
 - Consumo de la unidad en calefacción

- Consumo del compresor en refrigeración y en calefacción
- EER

De este tipo de equipos se han estudiado 60 modelos, de los cuales 31 son de Carrier y 5 de Hitachi, y 24 son de Daikin. Lo que supone que un 8% de los modelos son de Hitachi, un 40% son de Daikin y el restante porcentaje son de Carrier.

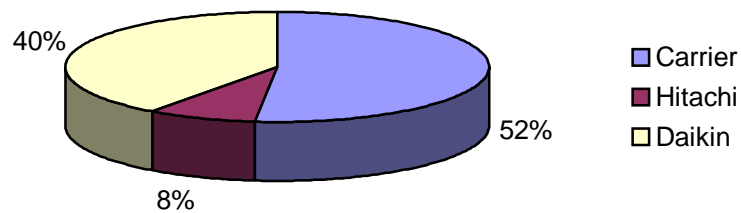


figura 4.7: Porcentaje de las enfriadoras en el mercado reversibles condensada por aire

Todos los equipos Hitachi tienen compresores de tornillo y usan R-407c, las potencias frigoríficas de estos equipos oscilan entre 103 y 312 kW y las capacidades caloríficas van de 110 a 324 kW.

Los equipos Carrier usan dos tipos de refrigerante R-410a y R-407c. Tanto los equipos de R-407c como los de R-410a usan compresores scroll.

Por último las enfriadoras Daikin usan refrigerante R-407c con compresores scroll y R-134a con compresores de tornillo.

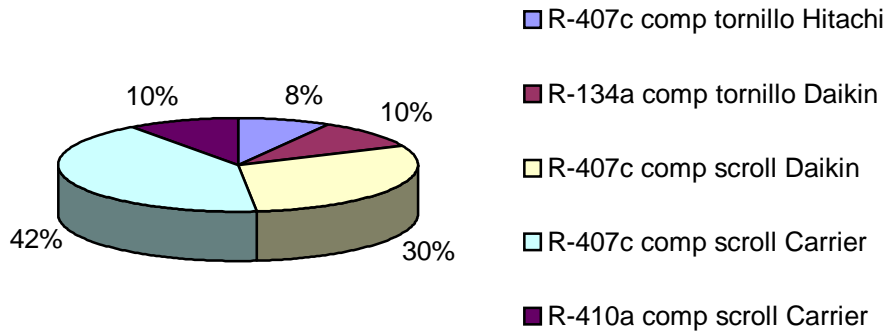


figura 4.8: porcentajes de las enfriadoras de agua condensada por aire reversibles, según compresor y refrigerante.

Las potencias frigoríficas que comprenden cada uno de estos tipos de equipos se dan en la siguiente tabla y se representan en el gráfico.

Refrigerante, tipo de compresor y marca	Potencia frigorífica mínima (kW)	Potencia frigorífica máxima (kW)	Capacidad calorífica mínima (kW)	Capacidad calorífica máxima (kW)
R-407c y comp scroll Carrier	16.7	210	18.8	229
R-410 a y comp scroll Carrier	5	13.8	5.7	13.8
R-134 a y comp de tornillo Daikin	106	315	118	355
R-407c y comp scroll Daikin	9.1	250.1	11.9	251.6
R-407c y comp de tornillo Hitachi	103	312	110	324

Tabla 4.3: Potencias frigoríficas y caloríficas de cada tipo de enfriadoras de agua reversibles condensadas por aire.

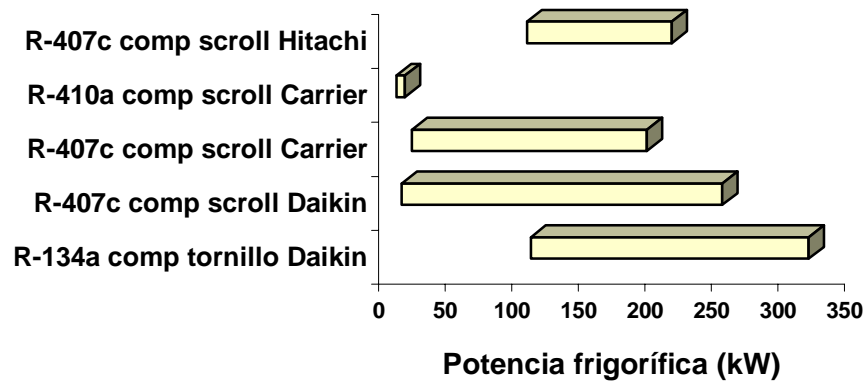


figura 4.9: Gráfico de las potencias frigoríficas de cada tipo de enfriadoras de agua reversibles condensadas por aire.

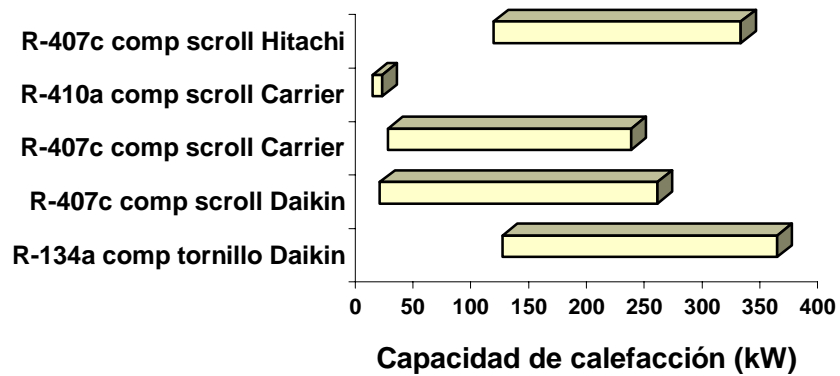


figura 4.10: Gráfico de las potencias caloríficas de cada tipo de enfriadoras de agua reversibles condensadas por aire.

- Enfriadora de agua reversible, condensada por agua:
 - Nombre comercial
 - Fabricante
 - Refrigerante
 - Capacidad frigorífica del catálogo
 - Capacidad calorífica del catálogo

- Tipo de compresor
- Número de compresores
- Caudal de agua en refrigeración y calefacción
- Consumo de la unidad en refrigeración
- Consumo de la unidad en calefacción
- EER
- COP

De este tipo de equipos se han estudiado 27 modelos y todos los modelos son Daikin. Las enfriadoras Daikin usan refrigerante R-407c con compresores scroll y R-134a con compresores de tornillo.

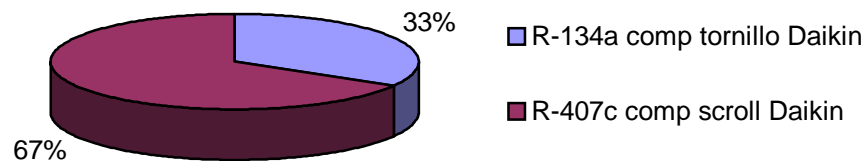


figura 4.11: porcentajes de las enfriadoras de agua condensada por agua reversibles, según compresor y refrigerante

Las potencias frigoríficas que comprenden cada uno de estos tipos de equipos se dan en la siguiente tabla y se representan en el gráfico.

Refrigerante, tipo de compresor y marca	Potencia frigorífica mínima (kW)	Potencia frigorífica máxima (kW)	Capacidad calorífica mínima (kW)	Capacidad calorífica máxima (kW)
R-407c y comp scroll Daikin	13	195	16.6	248
R-134a y comp de tornillo Daikin	123	546	148	659

Tabla 4.4: Tabla de las potencias frigoríficas y caloríficas de cada tipo de enfriadoras de agua reversibles condensadas por agua.

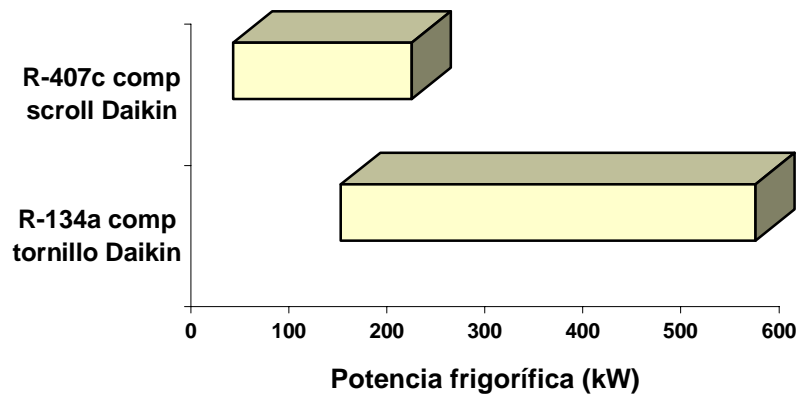


figura 4.12: Gráfico de las potencias frigoríficas de cada tipo de enfriadoras de agua reversibles condensadas por agua.

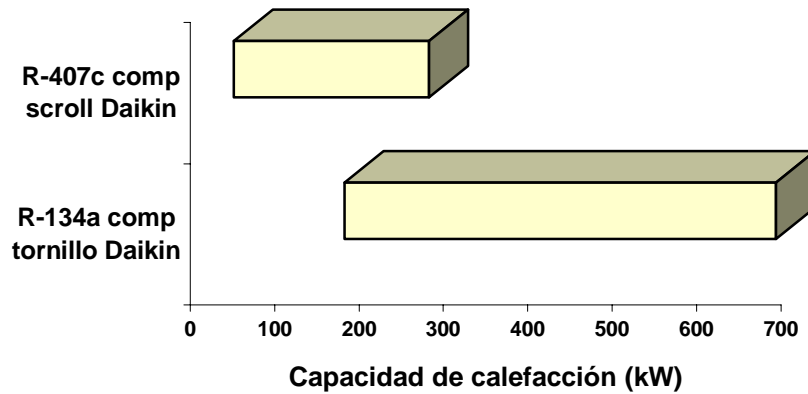


figura 4.13: Gráfico de las potencias caloríficas de cada tipo de enfriadoras de agua reversibles condensadas por agua.

4.1. Casos estudiados

Dentro de las enfriadoras de agua, el estudio que se realiza se centra en las enfriadoras de agua reversibles condensadas por aire. Estas enfriadoras pueden producir agua fría o caliente según las necesidades que se tengan gracias a una válvula de cuatro vías que consigue invertir el ciclo en caso de ser necesaria calefacción.

La unidad exterior, al estar condensada por aire, se instala a la interperie aprovechándose el aire ambiente que no supone ningún coste adicional. Normalmente, estos equipos tienen que mover gran cantidad de aire en la unidad exterior por lo que sus dimensiones son grandes y a veces esto supone un problema para la instalación.

De este tipo de enfriadoras se estudian en concreto tres modelos, que son para cada una de las marcas, las enfriadoras que tienen una potencia frigorífica más próxima a 100 kW. Los modelos son los que se citan a continuación:

- 30RH120B para Carrier con una potencia frigorífica de 108 kW.
- EUWY040BZ6Y para Daikin con una potencia frigorífica de 93.8 kW.
- RHUE40AG para Hitachi con una potencia frigorífica de 106 kW.

4.2. Datos de los catálogos

4.2.1. Catálogo de la enfriadora de agua modelo 30RH120B de Carrier

Esta enfriadora pertenece a la gama 30RH, la cual tiene doce modelos, que van del 30RH040B(con una capacidad frigorífica nominal de 38.3 kW), hasta el modelo 30RH240B(con una capacidad frigorífica nominal de 210 kW).



figura 4.14: Enfriadora de agua reversible condensada por aire 30RH120B

Por orden, se citan a continuación las distintas partes que nos encontramos en el catálogo técnico de Carrier:

- Características generales de la enfriadora(tipo de refrigerante, compresor, evaporador, condensador, etc)
- Sistema de control que usa.
- Posibles accesorios que tiene el equipo.
- Potencia de sonido, en dB(A) para cada modelo según Eurovent.

- Esquema del módulo hidrónico. El módulo hidrónico es una opción de este tipo de enfriadoras que consiste en traer una o varias bombas dentro de la enfriadora.
- Datos físicos. Dentro de este apartado da los siguientes datos:
 - Capacidad frigorífica nominal para cada modelo, donde las condiciones nominales se refieren a temperaturas de entrada del agua en el intercambiador de calor de placas (evaporador) son 12°C, la temperatura de salida 7°C y la temperatura del aire exterior de 35°C.
 - Capacidad calorífica nominal para cada modelo, donde las condiciones nominales son la temperatura de entrada y salida del agua en el condensador son 40 y 45°C respectivamente y la temperatura seca del aire exterior es de 7°C.

MODELO	Capacidad frigorífica nominal (kW)	Capacidad calorífica nominal (kW)
040	38.3	39.2
050	44.5	47.3
060	54	58
070	66	67
080	71	80
090	83	87
100	92	98
120	108	117
140	132	133
160	142	160
200	179	194
240	210	229

Tabla 4.5: Capacidades frigoríficas y caloríficas de la enfriadora de agua 30RH de Carrier.

- Peso en funcionamiento con el módulo hidrónico incorporado.

- Carga de refrigerante R-407C (kg), para cada circuito, ya que a partir de el modelo 090 aparecen dos circuitos de refrigerante, para asegurar que la enfriadora pueda trabajara a carga parcial.
- Compresores; el compresor que usa es un compresor hermético scroll. En este apartado se da la cantidad de compresores para cada uno de los circuitos de refrigerante, el número de etapas de carga y el % de carga mínima que tiene cada modelo.
- Tipo de control del sistema.
- Tipo de intercambiador de calor de aire (tubos de cobre ranurados con aletas de aluminio), tipos de ventiladores y cantidad, caudal total de aire a alta velocidad y las velocidades alta y baja.
- Tipo de intercambiador de calor de agua (intercambiador de placas soldado),volumen de agua y la presión máxima de funcionamiento en el lado del agua.
- Datos sobre el módulo hidráulico: nº de bombas, volumen del depósito de dilatación y presión del depósito de dilatación .
- Diámetros de las conexiones de agua.
- Datos eléctricos sin módulo hidráulico.
 - Características nominales de tensión y frecuencia, y rango de tensión.
 - Consumo máximo de la unidad (compresores y ventiladores en las condiciones máximas de funcionamiento de la unidad: temperatura de entrada del agua a 15°C, temperatura de salida del agua a 10°C y temperatura máxima de condensación 67.8°C).
 - Corriente nominal de la unidad, que es la corriente que hay en condiciones de temperatura nominal y cuando la tensión es nominal (400V).
 - Corriente máxima de la unidad a 360V y a 400V. Es la corriente máxima de la unidad en funcionamiento cuando la potencia absorbida es máxima y la tensión es 360V o 400V, en su caso.
 - Corriente máxima de arranque, con o sin arrancador electrónico opcional de los compresores. Esta corriente está compuesta por la corriente máxima del compresor o compresores más pequeños, más la corriente del ventilador, más la corriente con rotor bloqueador del compresor de mayor potencia.
 - Corriente de mantenimiento del circuito trifásico.

- Datos eléctricos de la unidad con módulo hidrónico. Tanto para el módulo hidrónico con bomba única como con bomba doble, se proporciona valor de la potencia efectiva, del consumo y de la corriente máxima a 400V.
- Límites de funcionamiento:
 - Caudal mínimo del agua del evaporador.
 - Caudal máximo de agua en el evaporador para unidades con módulo hidrónico con bomba única o bomba doble y una presión disponible de 50 kPa.
 - Caudal máximo de agua en el evaporador para unidades sin módulo hidrónico con una pérdida de carga de 100 kPa.
 - Para refrigeración y calefacción, se da la temperatura mínima y máxima de entrada del agua al arrancar, la temperatura máxima de entrada del agua al parar, temperatura mínima y máxima de salida de agua en funcionamiento (5 y 15°C respectivamente para refrigeración y 20 y 25°C respectivamente para calefacción) y temperatura mínima y máxima de entrada de aire (-10 y 46°C respectivamente para refrigeración y -10 y 40°C respectivamente para calefacción).
 - Gráficos del intervalo de funcionamiento para refrigeración y calefacción, donde se representa la temperatura de entrada del aire frente a la temperatura del agua de salida del evaporador. En refrigeración si la temperatura de salida del agua es menor de 5°C hay que usar anticongelante.
- Presión estática del sistema disponible. Se dan dos gráficos, uno para sistema con bomba única y otro con bomba doble, donde se representa la presión estática disponible (kPa) frente el caudal de agua (l/s).
- Volumen del circuito de agua, en litros. Se da volumen mínimo del circuito de agua y el volumen máximo del circuito de agua.
- Planta, alzado y perfil de la enfriadora, acotadas.
- Tablas de capacidades, para funcionamiento en refrigeración y funcionamiento en calefacción.

Las tablas de capacidad de refrigeración, dan para cada modelo y en función de la temperatura del agua a la salida y de la temperatura del aire a la entrada del condensador, los siguientes parámetros:

- CAP: capacidad frigorífica.
- COMP: potencia absorbida por los compresores.

- UNIT: potencia absorbida por la unidad (compresores, ventiladores y circuito de control).
- COOL: Caudal de agua en el evaporador (l/s).
- COOL: Pérdida de presión en el evaporador (kPa).
- Presión disponible en la salida de la unidad, con un módulo hidrónico de una sola bomba, PRES(1), o con una bomba doble ,PRES(2), en kPa.

Marca de la enfriadora

Temperatura de salida del agua del evaporador

Modelos de la enfriadora

30RH		Temperatura del aire a la entrada del condensador, °C											
LW	°C	25					30						
		CAP	COMP	UNIT	COOL	COOL	PRES	PRES	CAP	COMP	UNIT	COOL	COOL
		kW	kW	kW	l/s	kPa	kPa	kPa	kW	kW	kW	l/s	kPa
5	040	40,1	10,5	11,7	1,91	30	140	188	37,9	11,6	12,6	1,81	27
	050	46,8	13,2	14,4	2,23	26	140	191	44,2	14,7	15,9	2,11	23
	060	57	16	17,2	2,7	24	134	190	54	17,7	18,9	2,56	21
	070	69	18,5	21	3,28	29	117	180	66	20,3	22,8	3,12	26
	080	75	23	25,5	3,58	27	154	179	71	25,4	27,9	3,39	24
	090	87	23,7	26,1	4,15	36	130	164	82	26,2	28,6	3,92	32
	100	97	26,5	28,9	4,62	33	116	158	91	29,2	31,6	4,37	30
	120	113	32	34,4	5,41	30	171	172	107	35,4	37,8	5,12	27
	140	137	36,9	41,9	6,57	33	143	162	130	40,6	45,6	6,23	30
	160	150	45,9	51	7,16	31	129	159	142	51	56	6,77	28
200	187	54	61	8,96	17	256	256	177	59	67	8,47	16	
240	221	66	75	10,6	24	240	240	209	72	82	9,99	21	
6	040	41,5	10,6	11,8	1,98	32	137	186	39,2	11,7	12,9	1,87	29
	050	48,2	13,4	14,6	2,3	27	138	189	45,6	14,9	16,1	2,18	24
	060	58	16,2	17,4	2,79	25	131	188	55	17,9	19,1	2,64	23
	070	71	18,7	21,2	3,39	31	113	177	67	20,5	23	3,22	28
	080	77	23,3	25,8	3,7	29	150	176	73	25,7	28,2	3,49	25
	090	90	24	26,4	4,29	37	123	160	85	26,6	29	4,05	34
	100	100	26,8	29,2	4,77	36	108	154	95	29,6	32	4,52	31

figura 4.15: Tablas de capacidades frigoríficas.

Las tablas de capacidades caloríficas, dan para cada modelo y en función de la temperatura del agua a la salida y de la temperatura del aire a la entrada del evaporador, los siguientes parámetros:

- CAP. Capacidad calorífica instantánea, donde no se tiene en cuenta la disminución de la capacidad como consecuencia de la formación de la escarcha de la batería, ni el efecto de los ciclos de desescarche.
- COMP: potencia absorbida por los compresores.
- UNIT: potencia absorbida por la unidad (compresores, ventiladores y circuito de control).
- COND: caudal de agua en el condensador (l/s).

- COND: pérdida de presión en el condensador (kPa).
- Presión disponible en la salida de la unidad, con un módulo hidráulico de una sola bomba, PRES(1), o con una bomba doble, PRES(2), en kPa.

Marca de la enfriadora

Temperatura de salida del agua

Distintos modelos

30RH		Temperatura del aire de entrada, °C												
LWT	°C	-10					-5							
		CAP	COMP	UNIT	COND	PRES (1)	PRES (2)	CAP	COMP	UNIT				
		kW	kW	kW	l/s	kPa	kPa	kPa	kPa	kPa	kPa	kW	kW	kW
30	040	22,7	8,79	9,99	1,09	10	162	207	25,9	8,85	10,1			
	050	27,7	11,3	12,5	1,32	9	162	208	31,6	11,4	12,6			
	060	34	13,4	14,6	1,62	9	161	208	38,8	13,5	14,7			
	070	38,8	14,7	17,2	1,85	9	159	207	44,3	14,9	17,4			
	080	46,5	18	20,5	2,22	10	199	205	53	18,1	20,6			
	090	50	20,1	22,5	2,41	13	193	202	58	20,2	22,6			
	100	57	22,2	24,6	2,71	12	188	200	65	22,4	24,8			
	120	68	26,8	29,2	3,25	12	217	196	78	27	29,4			
	140	78	29,5	34,5	3,71	11	213	195	89	29,7	34,7			
	160	93	36	41	4,44	13	203	192	106	36,2	41,2			
	200	115	46,5	54	5,48	7	282	282	138	47,6	55			
240	138	60	70	6,59	10	275	275	157	60	70				
35	040	22,4	9,67	10,9	1,07	9	162	208	25,6	9,74	10,9			
	050	27,3	12,4	13,6	1,3	9	162	208	31,2	12,5	13,7			
	060	33,5	14,7	15,9	1,6	8	162	209	38,3	14,8	16			
	070	38,2	16,3	18,8	1,83	9	159	208	43,7	16,4	18,9			
	080	45,8	19,8	22,3	2,19	10	200	205	52	19,9	22,4			
	090	48,7	20,1	24,5	2,27	10	201	205	53	20,1	22,5			

figura 4.16: Tablas de capacidades caloríficas

En calefacción existe la opción de calcular la capacidad calorífica integrada, la cual tiene en cuenta los efectos de la formación de escarcha y los ciclos de desescarche. Esta capacidad calorífica integrada se halla a través de un factor de corrección aplicado a la capacidad calorífica instantánea.

Estos datos, tanto en refrigeración como en calefacción siempre se dan teniendo en cuenta que el incremento de temperatura del intercambiador del lado del agua es de 5°C y que el factor de ensuciamiento es $0.44 \times 10^{-4} \text{ (m}^2\text{K)/W}$.

4.2.2. Catálogo de la enfriadora de agua modelo EUWY040BZ6Y de Daikin

Esta enfriadora pertenece a la gama EUWY*BZ6Y, la cual tiene once modelos, que van del EUWY030BZ6Y (con una capacidad frigorífica nominal de 60.5 kW), hasta el EUWY095BZ6Y (con una capacidad frigorífica nominal de 250.1 kW).



figura 4.17: Enfriadora de agua reversible condensada por aire EUWY040BZ6Y

Por orden, se citan a continuación las distintas partes que nos encontramos en el catálogo técnico de Daikin:

- Características generales de la enfriadora(estructura de la unidad, tipo de refrigerante, compresor, evaporador, condensador, número de circuitos, etc)
- Sistema de control que usa.
- Tabla de especificaciones. Dentro de este apartado da los siguientes datos:
 - Capacidad frigorífica nominal para cada modelo, donde las condiciones nominales se refieren a temperaturas de entrada del agua en el intercambiador de calor de placas (evaporador) son 12°C, la temperatura de salida 7°C y la temperatura del aire exterior de 35°C.
 - Capacidad calorífica nominal para cada modelo.

MODELO	Capacidad frigorífica nominal (kW)	Capacidad calorífica nominal (kW)
030	60,5	57,8
035	73,2	70,5
040	93,8	96,3

045	115,5	115,5
049	123,9	123,7
050	125,2	115,6
060	152,1	141,1
070	166,5	166,8
080	194	192,7
090	219,4	213,5
095	250,1	251,6

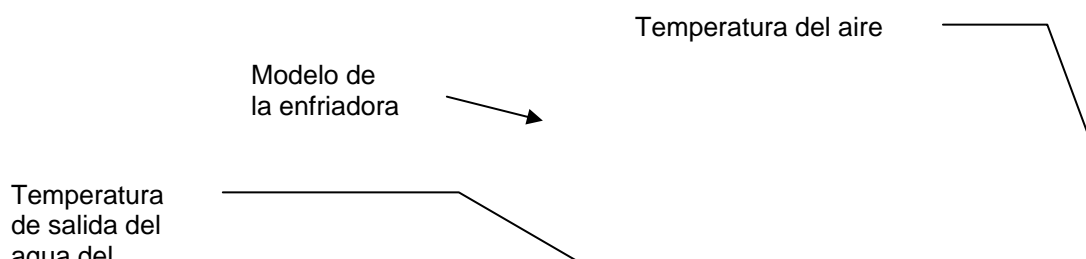
Tabla 4.6: Capacidades frigoríficas y caloríficas de la enfriadora de agua EUWY*BZ6Y de Daikin.

- Consumo nominal , tanto para refrigeración como para calefacción.
- Valores para cada modelo del EER y COP.
- Dimensiones de la unidad.
- Peso en funcionamiento, con o sin módulo hidráulico.
- Volumen y altura del depósito de inercia.
- Material del que está hecha la carcasa.
- Potencia sonora en dBA.
- Datos sobre el ventilador: tipo, cantidad, potencia, caudal de aire, velocidad y tipo de descarga.
- Tipo de intercambiador de calor de agua (intercambiador de placas soldado), cantidad, volumen mínimo de agua, caudal de agua, caída de presión nominal de agua , altura manométrica nominal en refrigeración y calefacción, y material de aislamiento.
- Tipo de intercambiador de calor de aire (aletas de aluminio revestidas adheridas a tubos de cobre sin soldaduras), cantidad de filas x las aletas que hay por pie y la superficie.
- Carga de refrigerante R-407C (kg), número de circuitos y modo de control de refrigerante(a través de una válvula de expansión termostática).

- Compresores; el compresor que usa es un compresor hermético scroll. En este apartado se da la cantidad de compresores, las rpm, el aceite refrigerante y los W que consume la resistencia del cárter.
- Tipos de conexiones de tubería.
- Datos eléctricos con módulo hidráulico.
 - Características nominales de tensión, % de tolerancia de voltaje y frecuencia.
 - Corriente nominal de la unidad, que es la corriente que hay en condiciones de temperatura nominal y cuando la tensión es nominal (400V).
 - Corriente de arranque.
 - Corriente nominal del compresor, intensidad de éste con el rotor bloqueado y factor de potencia.
 - Corriente nominal del ventilador.
- Tablas de capacidades, para funcionamiento en refrigeración y funcionamiento en calefacción.

Las tablas de capacidad de refrigeración, dan para cada modelo y en función de la temperatura del agua a la salida y de la temperatura del aire a la entrada del condensador, los siguientes parámetros:

- CAP: capacidad frigorífica total (no se especifica en el catálogo a lo que se refiere capacidad frigorífica total, este valor es menor que el valor nominal, así que se supone que se le han restado las pérdidas de carga que hay en el evaporador).
- P.I: potencia absorbida por los compresores.
- UNIT: potencia absorbida por la unidad (compresores, ventiladores y circuito de control).
- HP: Manómetro de alta presión, en bar.
- LP: Manómetro de baja presión, en bar.
- Como nota, se da una fórmula para el cálculo de el caudal de agua, en función de la potencia frigorífica y del incremento de temperatura a la entrada y salida del evaporador(este incremento es de 5°C).



Capacidad de refrigeración EUWY*030 Versión estándar

TEMPERATURA AMBIENTE (°C)		25°C				30°C				
% Glicol de etileno	LWE(°C)	Cap	P.I.	HP	LP	Cap	P.I.	HP	LP	Cap
		kW	kW	bar	bar	kW	kW	bar	bar	kW
37	-12	33.6	15.4	13.9	1.9	31.9	17.2	15.9	1.9	30.0
33	-8	39.7	16.0	14.5	2.3	37.7	17.8	16.5	2.3	35.6
27	-4	46.5	16.6	15.2	2.8	44.2	18.6	17.2	2.8	41.6
20	0	53.8	17.4	15.9	3.3	51.1	19.4	18.1	3.3	48.2
10	4	61.6	18.2	16.8	3.9	58.5	20.3	19.0	3.9	55.3
0	5	63.8	18.4	17.1	4.1	60.6	20.5	19.2	4.1	57.2
0	6	65.8	18.6	17.3	4.2	62.5	20.8	19.5	4.2	59.0
0	7	67.7	18.9	17.5	4.4	64.3	21.0	19.7	4.4	60.8
0	8	69.7	19.1	17.7	4.5	66.2	21.2	20.0	4.5	62.5
0	9	71.6	19.3	18.0	4.7	68.1	21.5	20.2	4.7	64.3
0	10	73.6	19.5	18.2	4.8	70.0	21.7	20.4	4.8	66.1
0	11	75.6	19.8	18.4	5.0	71.9	22.0	20.7	5.0	67.8
0	12	77.6	20.0	18.7	5.1	73.7	22.2	20.9	5.2	69.6

figura 4.18: Tablas de capacidades frigoríficas

Para temperaturas del agua de salida muy bajas viene indicado a la izquierda el % de glicol necesario para que no se congele.

Las tablas de capacidades caloríficas, dan para cada modelo y en función de la temperatura del agua a la salida y de la temperatura del aire a la entrada del evaporador, los siguientes parámetros:

- CAP. Capacidad total.
- P.I: potencia absorbida por los compresores.

Temp. del aire BH a 50% de HR	Temp. de salida del agua (°C)	25°C		30°C	
		Cap kW	P.I. kW	Cap kW	P.I. kW
	-10	37.0	14.0	37.0	15.4
	-7	40.0	14.0	40.1	15.5
	-4	43.6	14.1	43.5	15.6
	0	48.9	14.2	48.8	15.8
	4	54.4	14.3	54.1	15.8
	7	59.2	14.4	58.8	15.9
	10	64.5	14.5	64.0	16.0
	14	72.2	14.6	71.6	16.1
	18	80.8	14.7	79.9	16.2

figura 4.19: Tablas de capacidades caloríficas

Estos datos, tanto en refrigeración como en calefacción siempre se dan teniendo en cuenta que el incremento de temperatura del intercambiador del lado del agua es de 5°C y que el factor de ensuciamiento es 0.44×10^{-4} (m²K)/W.

- Factores de ajuste del caudal del agua, caída de presión, potencia consumida y capacidad de refrigeración según el % de glicol que lleve.

- Caudal de agua mínimo para 0 y 30% de glicol, caudal de agua nominal y caída de presión al nivel nominal de flujo de agua.
- Caudal de agua en función de la caída de presión del agua.
- Para unidades con módulo hidráulico se da el caudal de agua y la presión disponible en el caso de que tuviese una bomba o bomba doble.
- Gráficos de curva de presión estática de la bomba, en el caso de bomba sencilla o bomba doble.
- Límites de funcionamiento:
 - Para refrigeración y calefacción, se da la temperatura mínima y máxima de salida de agua(-12 y 12°C respectivamente para refrigeración y 25 y 50°C respectivamente para calefacción) y temperatura mínima y máxima de entrada de aire (-10 y 42°C respectivamente para refrigeración y -10 y 20°C respectivamente para calefacción).
- Esquema de dimensiones.
- Diagrama de tuberías.
- Diagramas de cableado.
- Nivel de potencia sonora en función de la frecuencia.
- Instrucciones de instalación.
- Accesorios y opcionales.

4.2.3. Catálogo de enfriadora de agua modelo de RHUE40AG Hitachi

Esta enfriadora pertenece a la gama RHUE*AG, la cual tiene seis modelos, que van del RHUE40AG (con una capacidad frigorífica nominal de 106 kW), hasta el RHUE120AG (con una capacidad frigorífica nominal de 312 kW).

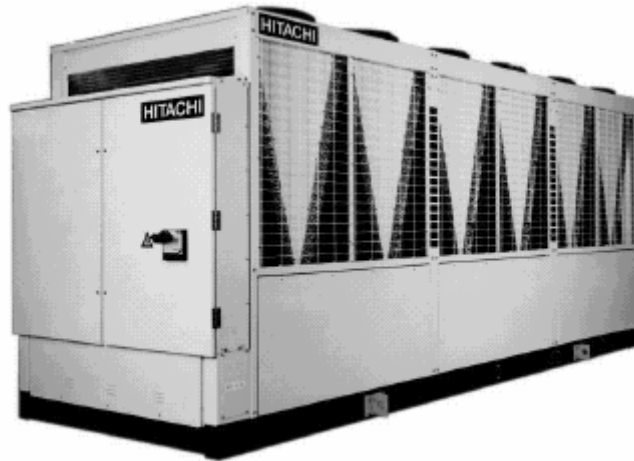


figura 4.20: Enfriadora de agua reversible condensada por aire RHUE40AG

Por orden, se citan a continuación las distintas partes que nos encontramos en el catálogo técnico de Hitachi:

- Características del compresor, sistema de control e intercambiadores de calor.
- Especificaciones generales. Dentro de este apartado da los siguientes datos:
 - Capacidad frigorífica nominal para cada modelo, donde las condiciones nominales se refieren a temperaturas de entrada del agua en el intercambiador de calor de placas (evaporador) son 12°C, la temperatura de salida 7°C y la temperatura del aire exterior de 35°C.
 - Capacidad calorífica nominal para cada modelo.

MODELO	Capacidad frigorífica nominal (kW)	Capacidad calorífica nominal (kW)
040	103	110
050	130	135
060	156	162
080	212	220
100	260	270
120	312	324

Tabla 4.7: Capacidades frigoríficas y caloríficas de la enfriadora de agua RHUE*AG de Hitachi.

- Consumo total, tanto para refrigeración como para calefacción.
- Dimensiones de la unidad y espacio que ocupa.
- Peso neto.
- Compresores; el compresor que usa es un compresor de tornillo semihermético. En este apartado se da la cantidad de compresores y los W que consume el calentador de aceite.
- % de control de capacidad.
- Tipo de intercambiador de calor de agua (intercambiador de placas soldado).
- Tipo de intercambiador de calor de aire (aletas cruzadas de paso múltiple), potencia consumida por el motor del ventilador, diámetro de la hélice del ventilador y cantidad de ventiladores.
- Número de circuitos independientes de refrigerante y modo de control de refrigerante(a través de una válvula de expansión termostática).
- Tipo de aceite y litros de él.
- Tipos de conexiones de tubería.
- Rangos de temperatura de salida del agua enfriada(de 5 a 15°C) y del agua calentada(de 35 a 55°C).
- Temperatura de entrada del aire al condensador.
- Presión máxima del agua permisible.
- Dispositivos de seguridad y protección.
- Tipo de fuente de alimentación.
- Planta, alzado y perfil de la enfriadora, acotadas.
- Instalación de la unidad (montaje, cimentaciones, tuberías, etc.).
- Ejemplo de selección de modelo. Aquí se explica como se debe seleccionar un equipo según los requisitos del sistema, a parte se dan factores de corrección por si la diferencia de la temperatura a la entrada y salida del intercambiador no es 5°C o en el caso de que el factor de ensuciamiento no sea $0.044 \text{ (m}^2\text{°C)/kW}$.

Se proporciona en este apartado también una fórmula para el cálculo de la caída de presión del agua.

- Tablas de capacidades, para funcionamiento en refrigeración y funcionamiento en calefacción.

Las tablas de capacidad de refrigeración, dan para cada modelo y en función de la temperatura del agua a la salida y de la temperatura del aire a la entrada del condensador, los siguientes parámetros:

- CAP: capacidad frigorífica.
- CFR: caudal de agua enfriada 5°C.
- CPD: caída de presión en el intercambiador de calor del lado del agua.
- IPT: potencia absorbida por los compresores.

ABT	COT	RCUE40AG				RCUE5		
		CAP	CFR	CPD	IPT	CAP	CFR	
25,0	5,0	112,1	19,3	40,8	37,6	137,5	23,6	
	6,0	115,4	19,9	43,0	38,0	141,5	24,3	
	7,0	118,7	20,4	45,3	38,3	145,6	25,0	
	8,0	122,0	21,0	47,7	38,6	149,7	25,7	
	9,0	125,3	21,6	50,1	38,9	153,7	26,4	
	10,0	128,7	22,1	52,6	39,3	157,8	27,1	
	11,0	132,0	22,7	55,1	39,6	161,9	27,8	
	12,0	135,3	23,3	57,7	39,9	165,9	28,5	
	13,0	138,6	23,8	60,3	40,2	170,0	29,2	
	14,0	141,9	24,4	63,0	40,6	174,0	29,9	
	15,0	145,2	25,0	65,8	40,9	178,1	30,6	
	30,0	5,0	105,7	18,2	36,6	39,6	129,7	22,3
		6,0	109,0	18,8	38,7	40,2	133,7	23,0
7,0		112,4	19,3	41,0	40,9	137,8	23,7	
8,0		115,7	19,9	43,2	41,5	141,9	24,4	
9,0		119,0	20,5	45,5	42,2	145,9	25,1	
10,0		122,3	21,0	47,9	42,8	150,0	25,8	

figura 4.21: Tablas de capacidades frigoríficas

Las tablas de capacidades caloríficas, dan para cada modelo y en función de la temperatura del agua a la salida y de la temperatura del aire a la entrada del evaporador, los siguientes parámetros:

- HCAP. Capacidad calorífica.
- HFR: caudal de agua calentada 5°C.
- HPD: caída de presión del intercambiador de calor del lado del agua (kPa).
- IPT: potencia absorbida por los compresores.

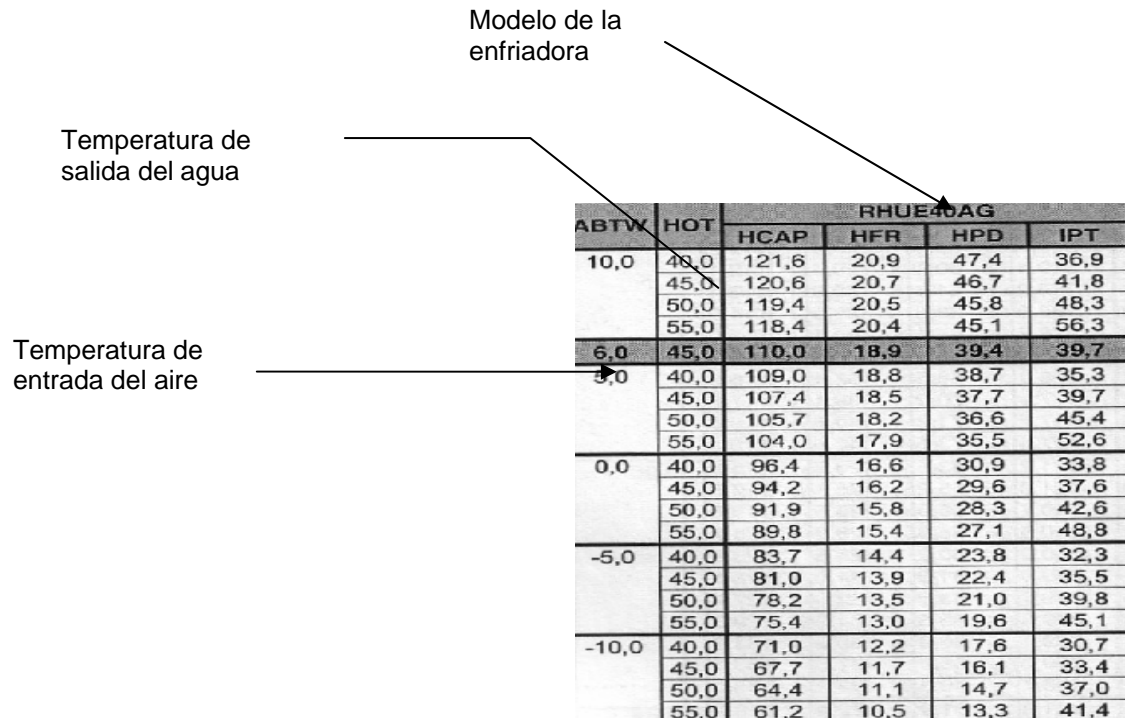


figura 4.22: Tablas de capacidades caloríficas

Estos datos, tanto en refrigeración como en calefacción siempre se dan teniendo en cuenta que el incremento de temperatura del intercambiador del lado del agua es de 5°C y que el factor de ensuciamiento es $0.44 \times 10^{-4} \text{ (m}^2\text{K)/W}$.

- Datos eléctricos. Para tres tipos de tensiones de alimentación de la unidad, se proporcionan:
 - Tensión instantánea aplicable.
 - Para el motor del compresor se da en refrigeración y calefacción, la corriente inicial, corriente en funcionamiento potencia de entrada.
 - Para el motor del ventilador se proporciona la corriente en funcionamiento y la entrada de potencia.
 - Corriente máxima de la unidad.
- Nivel de presión acústica para distintas bandas de frecuencias.
- Límites de funcionamiento:
 - Rango de la tensión de servicio en porcentaje de la tensión nominal.
 - Desequilibrio de tensión.
 - Tensión inicial.

- Para refrigeración y calefacción, se da la temperatura mínima y máxima de salida del agua (5 y 15°C respectivamente para refrigeración y 30 y 35°C respectivamente para calefacción) y temperatura mínima y máxima de entrada de aire (-5 y 40°C respectivamente para refrigeración y -10 y 15.5°C respectivamente para calefacción).
- Presión máxima permisible del agua.
- Caudal de agua.
- Volumen mínimo interno de agua y volumen interno del enfriador de agua.
- Tablas de rendimientos a carga parcial. En esta tabla según la temperatura exterior y el % de carga en el compresor, da el % de capacidad frigorífica, la potencia total de entrada y el COP.
- Tablas de correcciones por el glicol necesario a bajas temperaturas ambientes para la capacidad de enfriamiento, la potencia de entrada , el caudal y la caída de presión.

Datos relativos a los componentes:

- Para el compresor se da el tipo, las rpm, el desplazamiento volumétrico,% de control de capacidad, presión neumática al lado de alta y al lado de baja, tipo de motor, aceite y peso neto.
- Condensador: tipo, material, diámetro exterior y filas del tubo de condensador; material de las aletas y separación, número de condensadores, presión de servicio máxima; tipo, cantidad, diámetro exterior, rpm, y caudal de aire del ventilador; tipo del motor del ventilador, salida nominal, cantidad y polos.
- Enfriador de agua: se proporciona el tipo, las dimensiones la presión máxima permisible al lado del agua y al lado del refrigerante, el volumen interno y material.
- Sistema de control.
- Diagrama de cableado.
- Opciones.

4.3. Comparación de datos disponibles en los catálogos

En este apartado se estudiarán las diferencias que al estudiar los catálogos anteriores se han encontrado. Esto pondrá de manifiesto la dificultad que existe en el entendimiento y correcto manejo de los catálogos. Algunas de las diferencias más destacadas se citan a continuación.

Respecto a la potencia frigorífica, Eurovent da el concepto de capacidad frigorífica bruta, que se definió en el apartado 3.3. En los tres catálogos, en los apartados de especificaciones técnicas, dan la capacidad frigorífica nominal. En las tablas de capacidad, sin embargo, se habla en Hitachi de capacidad de enfriamiento, en Daikin de capacidad total, la cual, por cierto, es distinta a la nominal que se da en las especificaciones técnicas, y en Carrier se habla de capacidad frigorífica neta.

En ningún punto del catálogo se habla de capacidad frigorífica bruta, que es la definida por Eurovent, pero no solo eso, sino que además no se explica de qué capacidad de se está tratando.

Por ejemplo, ¿Qué significa la capacidad frigorífica neta de Carrier? Esta coincide con la capacidad frigorífica nominal que se da en las especificaciones técnicas y se supone que es la capacidad frigorífica sin corregir por el calor de la bomba.

Lo que se llama capacidad total en las tablas de Daikin ¿Por qué no coincide con la capacidad frigorífica nominal que se da en las especificaciones técnicas?(la capacidad nominal de las especificaciones técnicas es un poco mayor que la total de las tablas de capacidad). Supuestamente esta capacidad total de Daikin es lo mismo que la capacidad neta de Carrier, sin embargo, en Carrier sí coincide con la capacidad frigorífica nominal.

En Hitachi, sólo se menciona la capacidad de enfriamiento, ¿A qué tipo de capacidad hará referencia?

Con la capacidad calorífica nominal ocurre algo muy parecido a lo anterior. En las especificaciones técnicas se ofrece una capacidad calorífica nominal, sin embargo en las tablas de capacidades se da en Hitachi la capacidad calorífica, en Carrier la capacidad calorífica instantánea, y en Daikin la capacidad total. No se tiene claro si todas estas capacidades son similares y coinciden con la capacidad bruta que define Eurovent.

Referentes a los consumos, también existen muchas diferencias. Por ejemplo, en las especificaciones técnicas, Hitachi da una entrada total de potencia y Daikin da un consumo nominal, probablemente este consumo sea el total también, pero en realidad no se indica.

En las tablas de capacidades de refrigeración y calefacción, la potencia absorbida por los compresores se dan en las tres marcas, pero el consumo total de la unidad sólo lo da Carrier, y aunque indique que se refiere a compresores, ventiladores y sistema de control, no se tiene claro que coincida con la potencia absorbida útil de Eurovent.

A parte, en las tablas de capacidades se ofrecen los caudales de agua en el evaporador en caso de refrigeración y en el condensador en el caso de calefacción. Dependiendo de la marca que se trate los caudales se dan en distintas unidades, así, Hitachi lo da en m^3/h mientras que Carrier y Daikin lo dan en l/s. Daikin no lo da el caudal explícitamente, sino que ofrece una fórmula para su cálculo.

La caída de presión se da en las tablas de refrigeración en las marcas de Carrier e Hitachi en kPa, sin embargo en Daikin, se da como lecturas de un manómetro de alta y otro de baja, en bar. En las tablas de calefacción, se da en las marcas de Carrier e Hitachi, y en Daikin ni se da.

Las pérdidas de carga las certifica Eurovent, en el evaporador y en el condensador en refrigeración y en calefacción, sin embargo en los catálogos sólo se dan las que se han indicado antes.

Datos como el EER y el COP que también son certificados por Eurovent, en ningún momento se dan en los catálogos, tan sólo en las especificaciones técnicas de Daikin, se da un EER y un COP nominal, pero las confusiones que existen con las potencias, implicarán confusiones en el EER y el COP.

Otros aspecto a destacar interesante es que si Eurovent da una nomenclatura ninguno de los catálogos se adapta a ella, esto facilitaría mucho la comprensión de los catálogos.

Los puntos de temperatura en los que se dan los datos de los catálogos, no son iguales en ninguna de las tres marcas estudiadas nada más que en las condiciones nominales. Que sean iguales en las condiciones nominales permiten comparar los equipos en estas condiciones, pero si el equipo va a trabajar en otras condiciones, resultará imposible saber mirando los catálogos, cuál será el más interesante, y habrá que interpolar para poder hacer estas comparaciones.

Esto pone de manifiesto la complicación del estudio de los equipos. Cuando se estudia un catálogo hay que ser objetivo en los datos e intentar saber a qué se está refiriendo cada dato en cada momento, esto a veces es bastante difícil y en realidad no es sencillo escoger el equipo más adecuado.

4.4. Representación de datos

En este apartado se representan datos de los catálogos de los equipos estudiados en el apartado anterior, como potencias y consumos, en función de las temperaturas de agua a la salida y del aire a la salida.

De cada una de las características representadas se estudian las tasas de variación, con lo que se puede ver cuál de los equipos variará más sus características fuera de las condiciones nominales.

4.4.1. Modelo 30RH120B de Carrier

En primer lugar, para refrigeración, se representa la potencia frigorífica, consumo total, consumo del compresor y EER respecto a la temperatura del agua de salida.

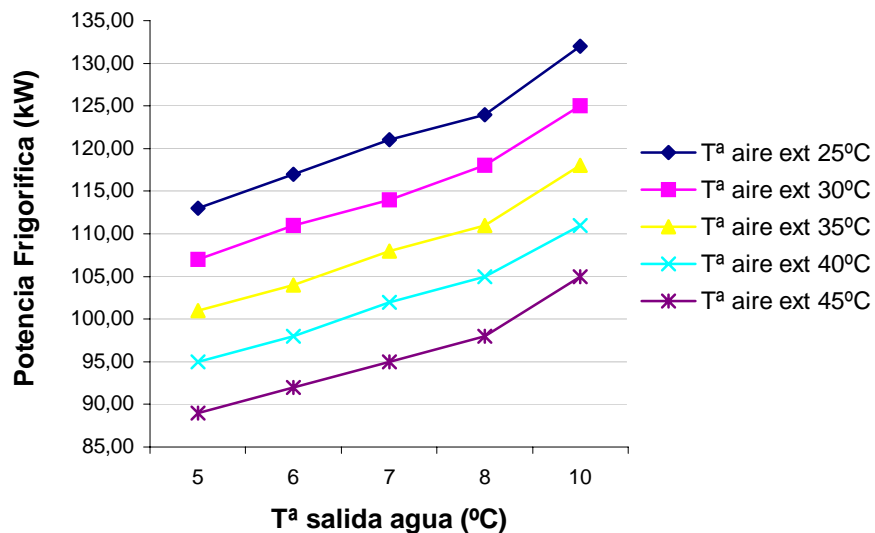


figura 4.23: Potencia frigorífica frente a temperatura de salida del agua, para distintas temperaturas del aire exterior.

La potencia frigorífica aumenta con la temperatura de salida del agua, porque el salto de temperaturas a la entrada del evaporador está aumentando. Para una temperatura de agua de salida, los valores menores de potencia frigorífica los encuentran las temperaturas exteriores mayores, ya que esto hará que el calor intercambiado en el condensador disminuya.

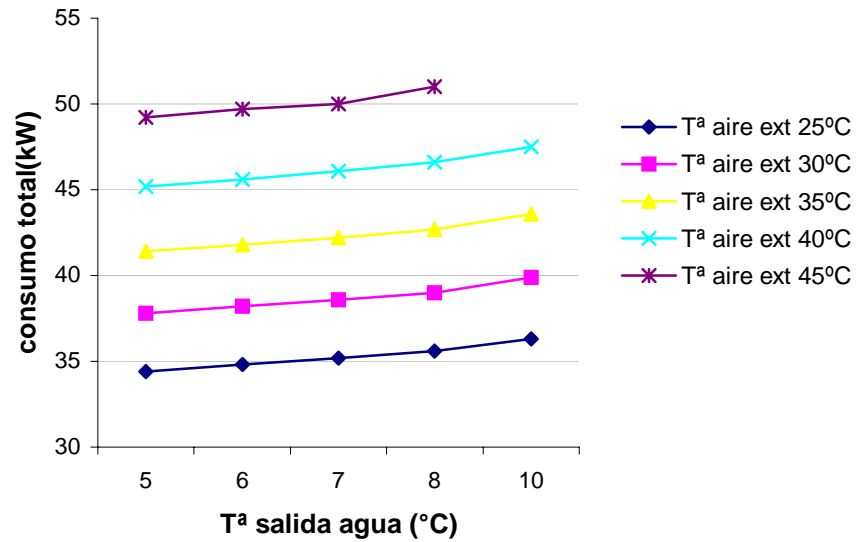


figura 4.24: Consumo total de la unidad frente a temperatura de salida del agua, para distintas temperaturas del aire exterior.

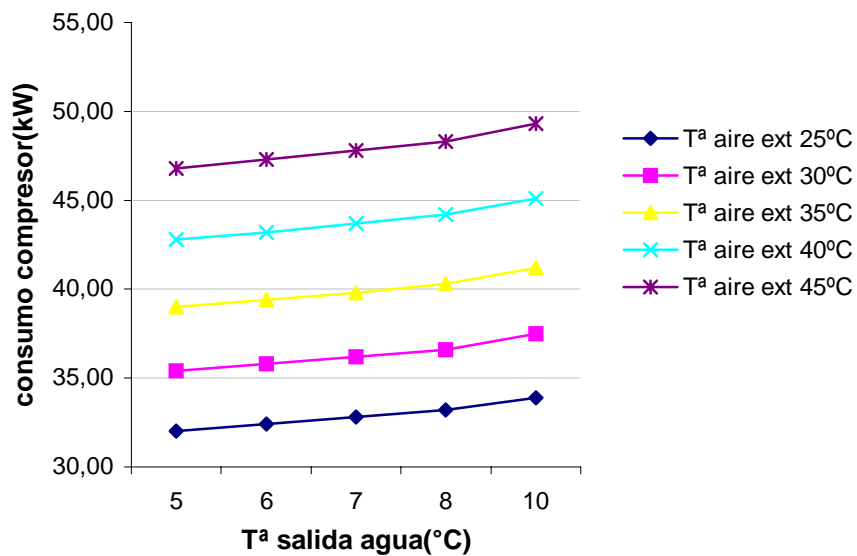


figura 4.25: Consumo del compresor frente la temperatura de salida del agua, para distintas temperaturas del aire exterior.

El EER que se representa a continuación, ha sido hallado como el cociente entre la capacidad frigorífica neta que se da en tablas y el consumo del compresor. Este valor del EER no es el que se certifica en Eurovent, porque no es ni la capacidad bruta la que usa ni la potencia absorbida útil, pero servirá para tener una idea de las variaciones que presenta con la temperatura.

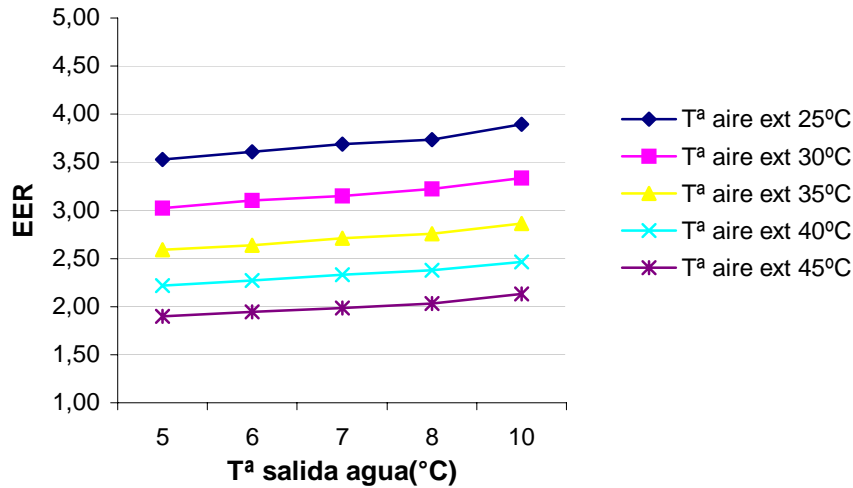


figura 4.26: EER frente la temperatura de salida del agua, para distintas temperaturas del aire exterior.

A continuación, se da el valor de la tasa de variación de cada curva de temperatura de aire exterior. Esta tasa de variación se ha conseguido hallando lo que varía cada uno de los intervalos y obteniendo un valor medio de estos.

La tasa de variación media de la potencia frigorífica, del consumo del compresor y del EER, da un valor estimado de los kW que varía la potencia frigorífica o el consumo del compresor, al variar un °C la temperatura de salida del agua.

Dividiendo las capacidades, consumos y EER por su valor nominal, se hallarán el valor de las tasas de variación porcentuales. Las tasas de variación, junto las tasas de variación porcentuales se indican en la siguiente tabla

Temperatura del aire exterior (°C)	Tasa de variación de la potencia frigorífica (kW/°C)	Tasa de variación porcentual de la potencia frigorífica (%/°C)	Tasa de Variación del consumo del compresor (kW/°C)	Tasa de variación porcentual del Consumo del compresor (%/°C)	Tasa de Variación del EER (1/°C)	Tasa de variación porcentual del EER (%/°C)
25	3,75	3,47	0,39	0,98	0,07	2,58
30	3,63	3,36	0,41	1,03	0,06	2,21
35	3,38	3,13	0,44	1,11	0,05	1,85
40	3,25	3,01	0,46	1,16	0,05	1,85
45	3,13	2,90	0,50	1,26	0,04	1,48
Valor medio de la tasa de variación	3,428	3,17	0,440	1,11	0,05	1,99

Tabla 4.8: Tasas de variación para la Potencia frigorífica, consumo del compresor, y EER respecto la temperatura del aire exterior.

De la interpretación de las tasas de variación anteriores se obtiene que se gana aproximadamente 3.428 kW de Potencia frigorífica por cada °C que aumente la temperatura de salida del agua, el consumo del compresor aumenta en 0.440 kW. Estos mismos valores en porcentajes dan que la potencia frigorífica aumenta un 3.17% de su valor nominal, el consumo del compresor un 1.11% del valor nominal y el EER un 1.99% de su valor nominal al aumentar un °C la temperatura de salida del agua.

Ahora, se representan los mismos parámetros anteriores respecto la temperatura del aire de entrada, para distintas temperaturas del agua de salida.

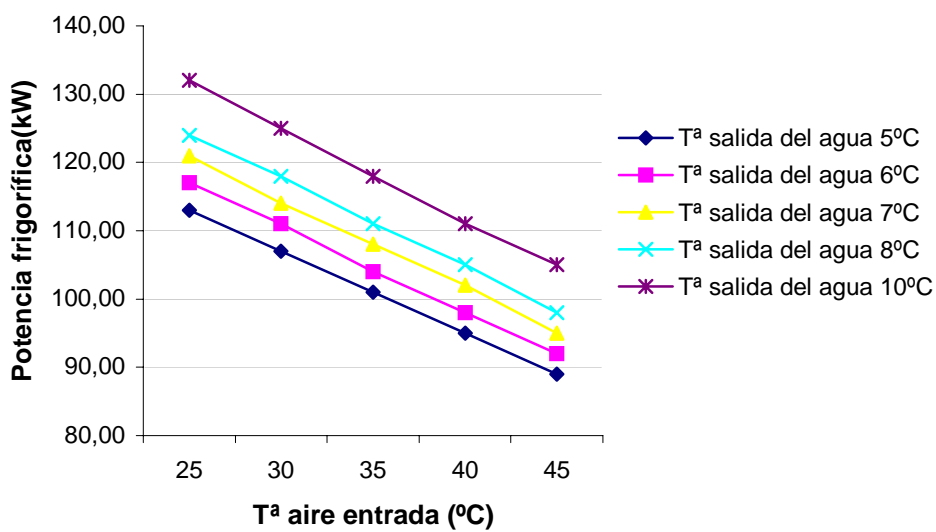


figura 4.27: Potencia frigorífica frente a temperatura de entrada de aire, para distintas temperaturas de salida del agua.

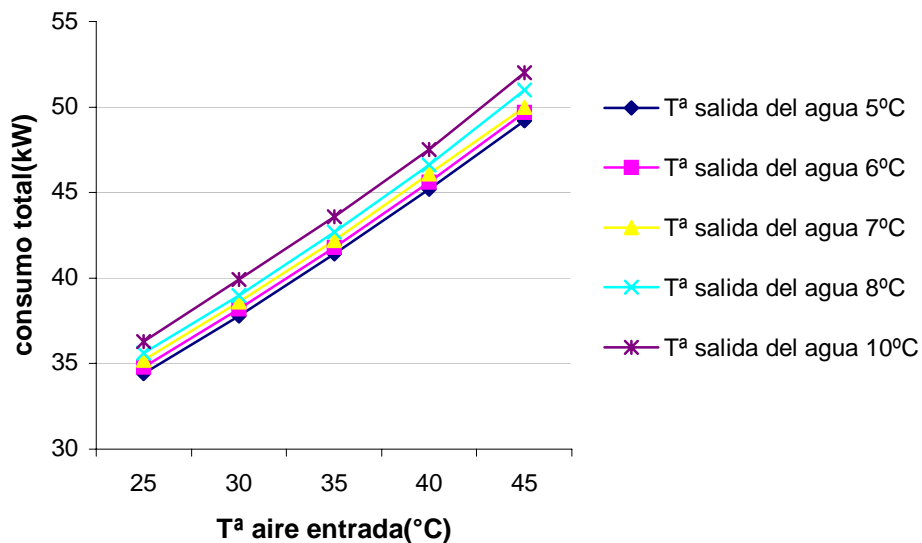


figura 4.28: Consumo total frente a temperatura de entrada de aire, para distintas temperaturas de salida del agua.

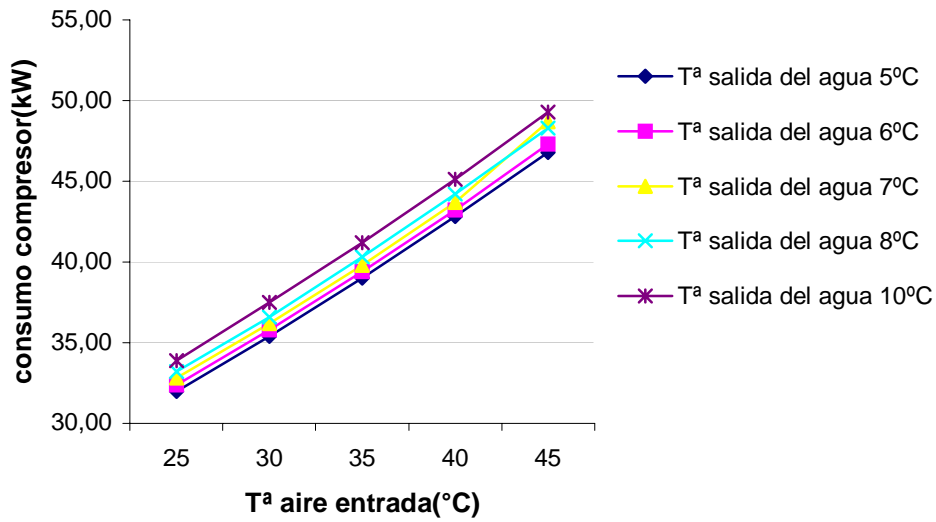


figura 4.29: Consumo del compresor frente la temperatura de entrada de aire, para distintas temperaturas de salida del agua.

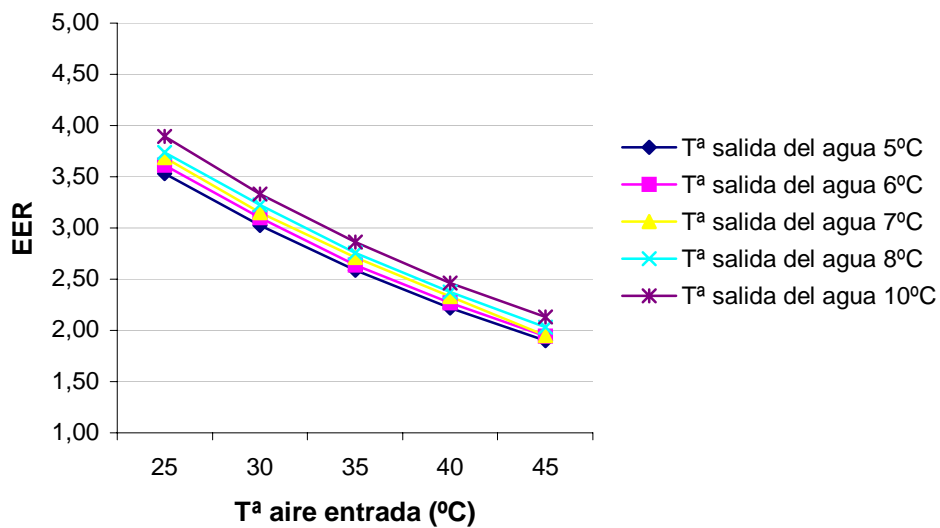


figura 4.30: EER frente la temperatura de entrada de aire, para distintas temperaturas de salida del agua.

La tabla de las tasas de variación quedan:

Temperatura del Agua de salida (°C)	Tasa de variación de la potencia frigorífica (kW/°C)	Tasa de variación porcentual de la potencia frigorífica (%/°C)	Tasa de Variación del consumo del compresor (kW/°C)	Tasa de variación porcentual del Consumo del compresor (%/°C)	Tasa de Variación del EER (1/°C)	Tasa de variación porcentual del EER (%/°C)
5	-1,2	-1,11	0,74	1,86	-0,08	-2,95
6	-1,25	-1,16	0,75	1,88	-0,08	-2,95
7	-1,3	-1,20	0,80	2,01	-0,09	-3,32
8	-1,3	-1,20	0,76	1,91	-0,09	-3,32
10	-1,35	-1,25	0,77	1,93	-0,09	-3,32
Valor medio de la tasa de variación	-1,28	-1,19	0,76	1,92	-0,09	-3,17

Tabla 4.9: Tasas de variación para la Potencia frigorífica y el consumo del compresor, respecto la temperatura del agua de salida.

De la interpretación de las tasas de variación anteriores se obtiene que se pierde aproximadamente 1.28 kW de potencia frigorífica y el consumo del compresor aumenta en 0.76 kW por cada °C que aumente la temperatura de entrada del aire exterior. De las tasas porcentuales, se obtiene que la potencia frigorífica disminuye un 1.19% sobre el valor nominal, el consumo del compresor aumenta un 1.92% sobre el valor nominal y el EER, disminuye un 3.17% del valor nominal.

Se repite el mismo proceso para calefacción, comenzando por representar la capacidad de calefacción, consumo del compresor, consumo total y COP frente a la temperatura del agua de salida y a continuación frente a la temperatura de aire a la entrada:

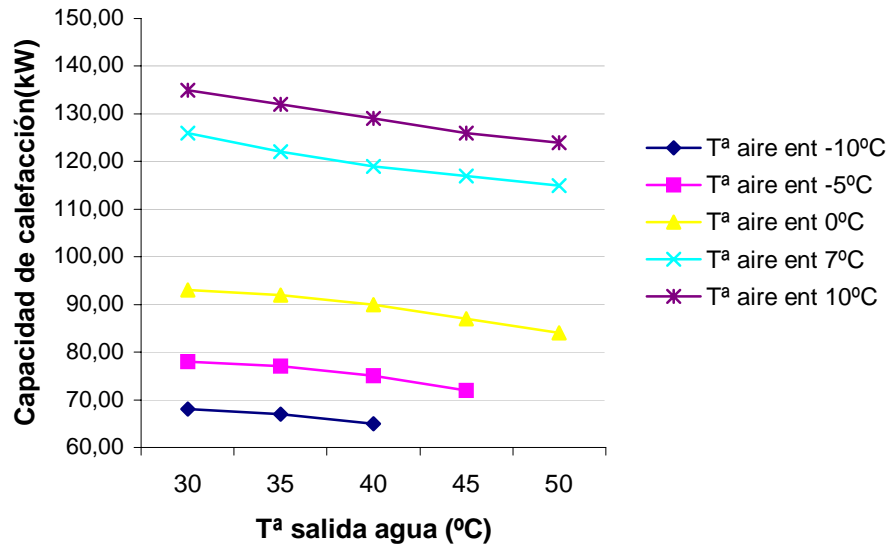


figura 4.31: Capacidad de calefacción frente a temperatura de salida del agua, para distintas temperaturas del aire exterior.

En el gráfico anterior se puede observar como al aumentar la temperatura de salida del agua, el calor intercambiado en el condensador disminuye, por tanto la capacidad de calefacción. Para una temperatura de salida del agua constante, se obtiene menos capacidad de calefacción con una temperatura del aire a la entrada más pequeña, ya que el calor intercambiado en el evaporador disminuirá.

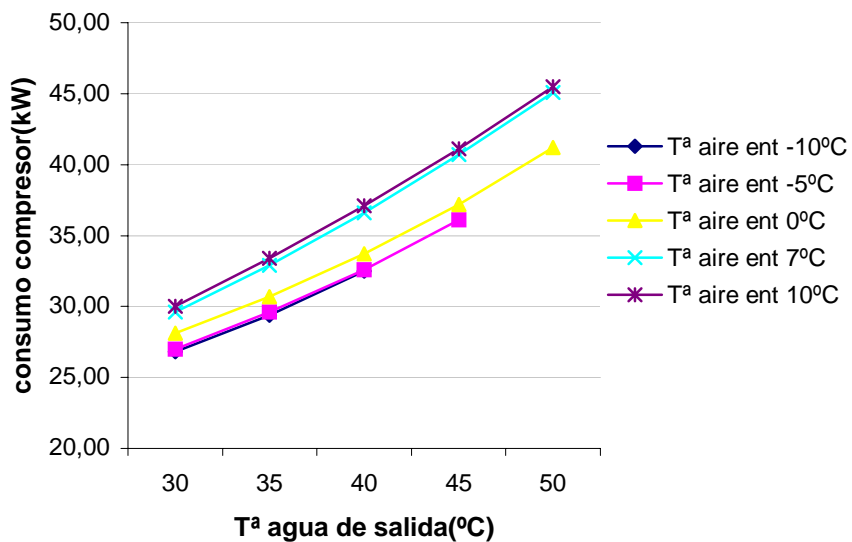


figura 4.32 : Consumo del compresor frente a temperatura de salida del agua, para distintas temperaturas del aire exterior.

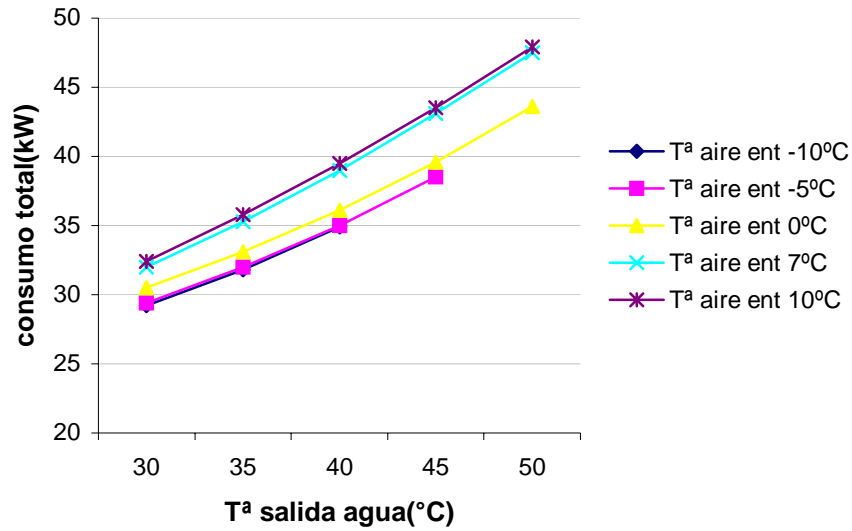


figura 4.33: Consumo total frente la temperatura de salida del agua, para distintas temperaturas del aire exterior.

Los valores del COP representados a continuación, no son en realidad los que certifica Eurovent, ya que están hallados con la capacidad que se da en tablas y la potencia absorbida por los compresores.

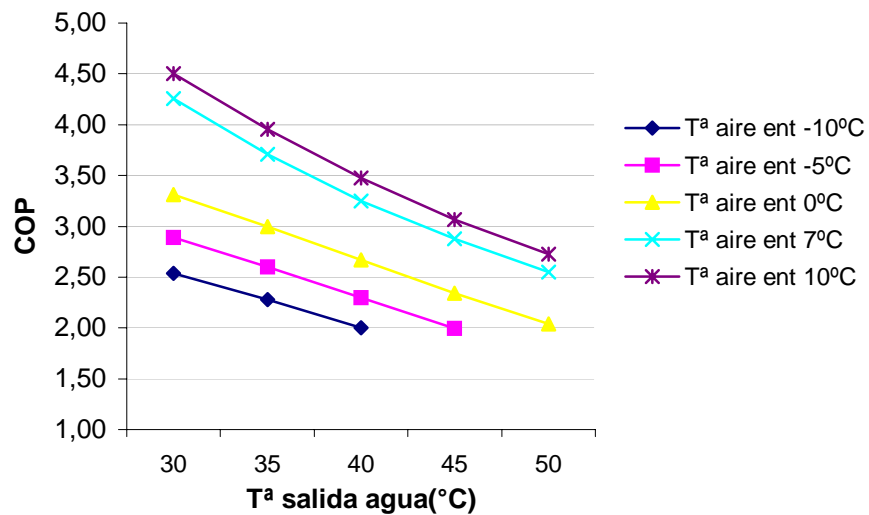


figura 4.34: COP frente la temperatura de salida del agua, para distintas temperaturas del aire exterior.

Las tasas de variación en el caso de calefacción, son:

Temperatura del aire exterior (°C)	Tasa de variación de la capacidad calorífica (kW/°C)	Tasa de variación porcentual de la capacidad calorífica (%/°C)	Tasa de Variación del consumo del compresor (kW/°C)	Tasa de variación porcentual del Consumo del compresor (%/°C)	Tasa de Variación del COP (1/°C)	Tasa de variación porcentual del COP (%/°C)
-10	-0,30	-0,26	0,57	1,40	-0,08	-2,79
-5	-0,40	-0,34	0,61	1,50	-0,06	-2,09
0	-0,45	-0,38	0,66	1,62	-0,06	-2,09
7	-0,55	-0,47	0,78	1,92	-0,10	-3,48
10	-0,55	-0,47	0,78	1,92	-0,10	-3,48
Valor medio de la tasa de variación	-0,45	-0,38	0,68	1,67	-0,08	-2,79

Tabla 4.10: Tasas de variación para Capacidad de Calefacción, consumo del compresor y COP respecto la temperatura del aire exterior.

De la interpretación de las tasas de variación anteriores se obtiene que se pierde aproximadamente 0.45 kW de Capacidad de calefacción, aumenta el consumo del compresor en 0.68 kW por cada °C que aumente la temperatura de salida del agua. Las tasas de variación porcentual indican que la capacidad de calefacción disminuye un 0.38%, el consumo del compresor aumenta un 1.67% y el COP aumenta en un 2.79% sobre sus valores nominales por cada °C que aumente la temperatura de salida del agua.

Respecto la temperatura del aire a la entrada, la capacidad de calefacción queda:

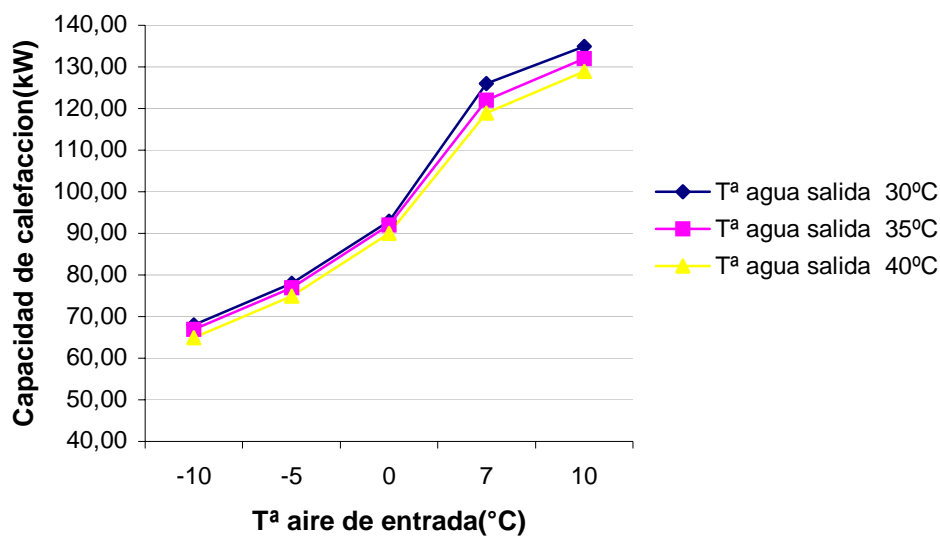


figura 4.35: Capacidad de calefacción respecto la temperatura del aire a la entrada para distintos valores de la temperatura de salida del agua

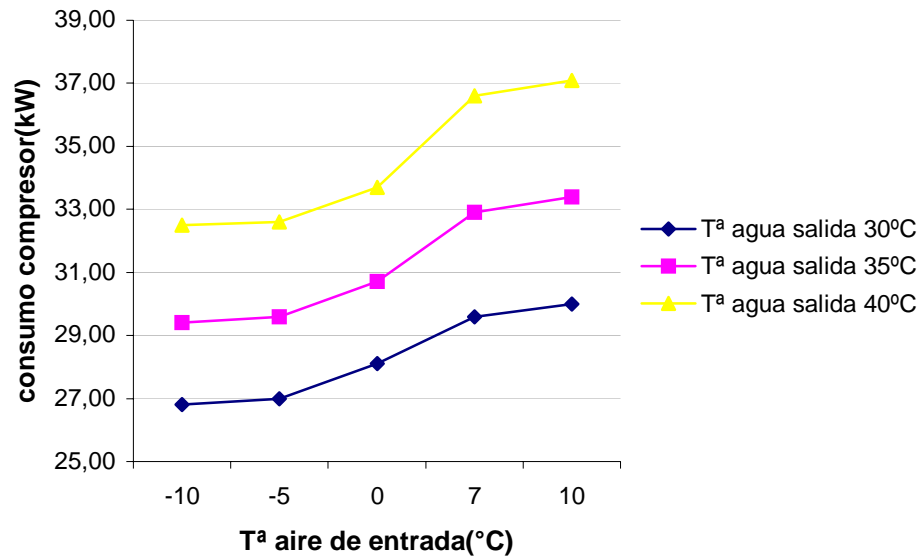


figura 4.36: Consumo del compresor respecto la temperatura del aire a la entrada para distintos valores de la temperatura de salida del agua

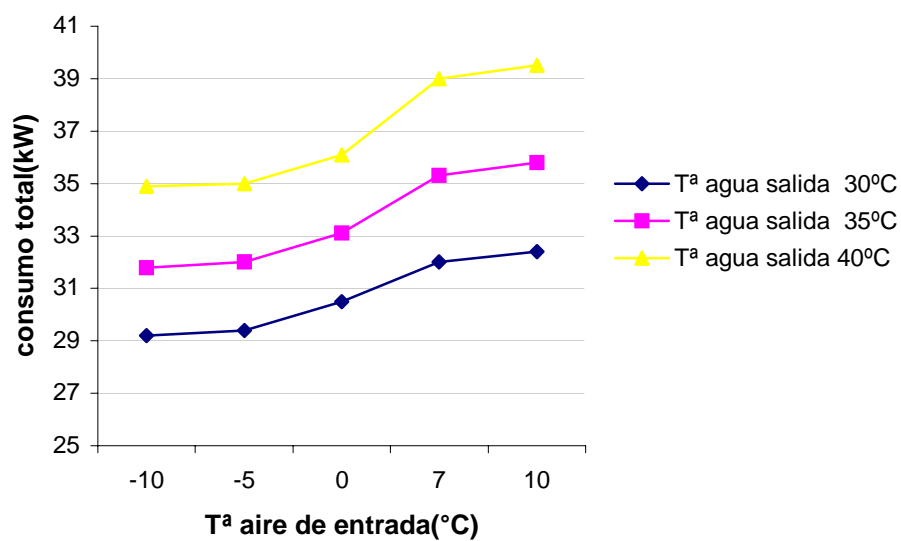


figura 4.37: Consumo total respecto la temperatura del aire a la entrada para distintos valores de la temperatura de salida del agua

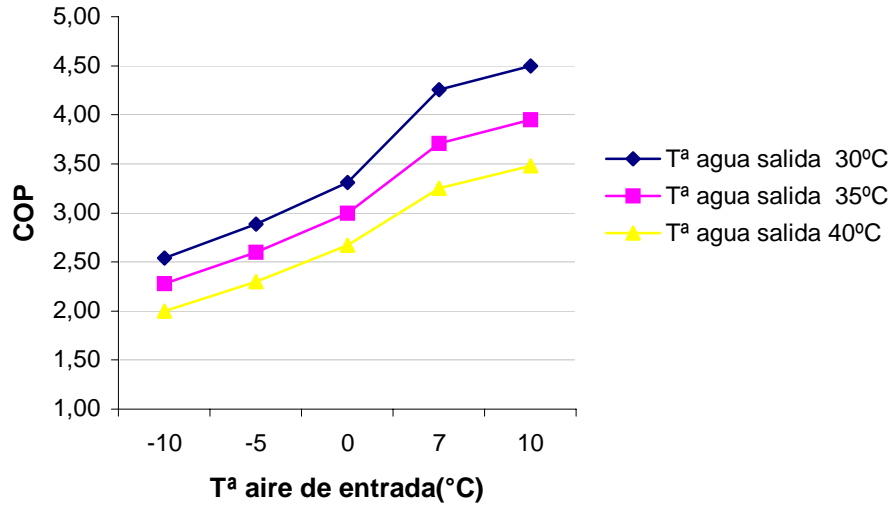


figura 4.38: COP respecto la temperatura del aire a la entrada para distintos valores de la temperatura de salida del agua

Las tasas de variación en el caso de calefacción, son:

Temperatura del agua de salida (°C)	Tasa de variación de la capacidad calorífica (kW/°C)	Tasa de variación porcentual de la capacidad calorífica (%/°C)	Tasa de Variación del consumo del compresor (kW/°C)	Tasa de variación porcentual del Consumo del compresor (%/°C)	Tasa de Variación del COP (1/°C)	Tasa de variación porcentual del COP (%/°C)
30	3,18	2,72	0,13	0,32	0,09	3,14
35	3,15	2,69	0,19	0,47	0,08	2,79
40	3,12	2,67	0,21	0,52	0,07	2,44
Valor medio de la tasa de variación	3,15	2,69	0,18	0,43	0,08	2,79

Tabla 4.11: Tasas de variación para Capacidad de Calefacción, consumo del compresor y COP respecto la temperatura del aire exterior.

De la interpretación de las tasas de variación anteriores se obtiene que se gana 3.15 kW de Capacidad de calefacción y el consumo del compresor aumenta en 0.18 kW por cada °C que aumente la temperatura del aire a la entrada. De las tasas de variación porcentuales se obtiene que la capacidad de calefacción aumenta en un 2.69%, el consumo del compresor un 0.43% y el COP un 2.79% respecto sus valores nominales por cada °C que aumente la temperatura del aire de entrada.

4.4.2. Modelo EUWY040BZ6Y de Daikin

En primer lugar, para refrigeración, se representa la potencia frigorífica, consumo del compresor y EER respecto a la temperatura del agua de salida.

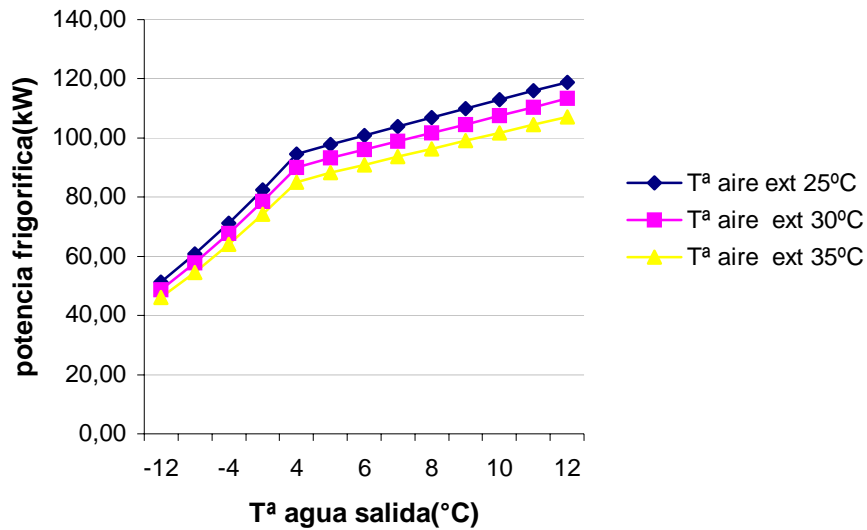


figura 4.39: Potencia frigorífica frente a temperatura de salida del agua, para distintas temperaturas del aire exterior.

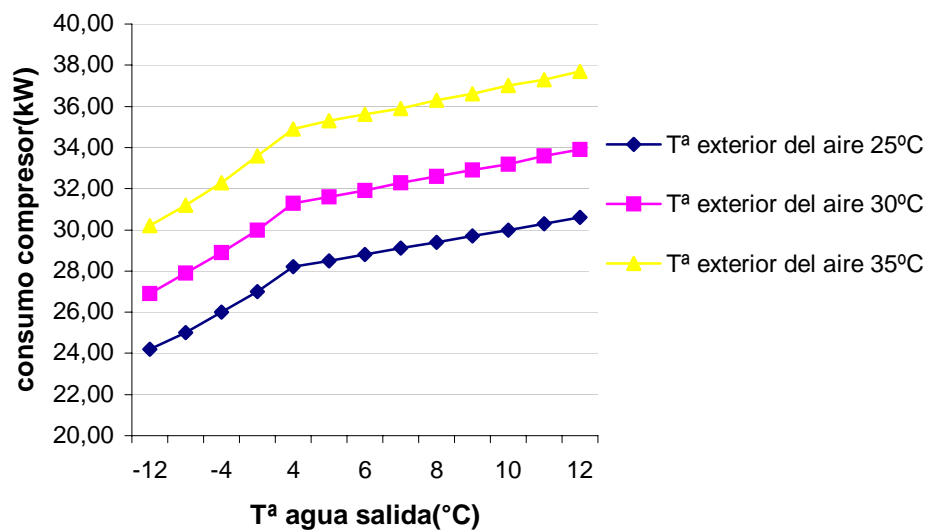


figura 4.40: Consumo del compresor frente la temperatura de salida del agua, para distintas temperaturas del aire exterior.

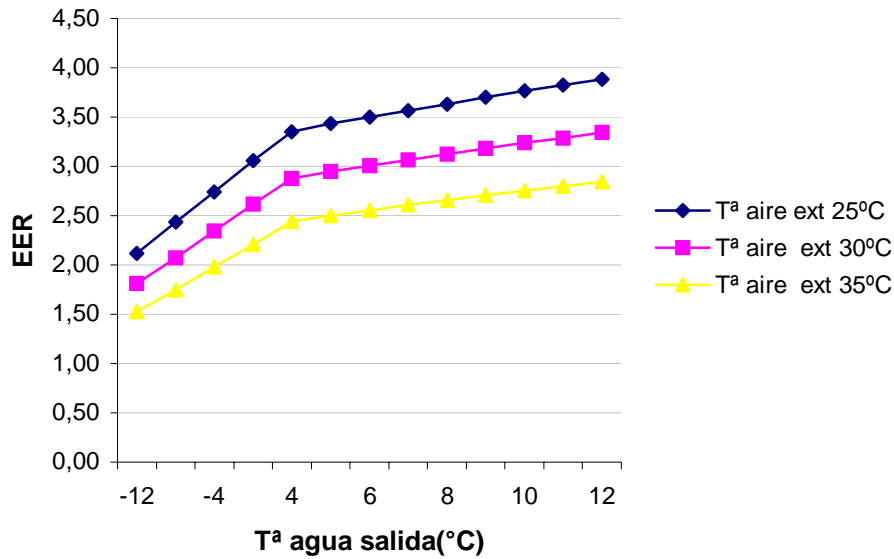


figura 4.41: EER frente la temperatura de salida del agua, para distintas temperaturas del aire exterior.

Los valores de las tasas de variación son:

Temperatura del aire exterior (°C)	Tasa de variación de la potencia frigorífica (kW/°C)	Tasa de variación porcentual de la potencia frigorífica (%/°C)	Tasa de Variación del consumo del compresor (kW/°C)	Tasa de variación porcentual del Consumo del compresor (%/°C)	Tasa de Variación del EER (1/°C)	Tasa de variación porcentual del EER (%/°C)
25	3,05	3,26	0,30	0,84	0,07	2,69
30	2,913	3,11	0,33	0,92	0,06	2,31
35	2,763	2,95	0,35	0,97	0,05	1,92
Valor medio de la tasa de variación	2,909	3,108	0,33	0,91	0,06	2,31

Tabla 4.12: Tasas de variación para la Potencia frigorífica, consumo del compresor y EER respecto la temperatura del aire exterior.

De la interpretación de las tasas de variación anteriores se obtiene que se gana aproximadamente 2.909 kW de Potencia frigorífica y el consumo del compresor aumenta en 0.330 kW por cada °C que aumente la temperatura de salida del agua. De las tasas de variación porcentuales se tiene que la capacidad frigorífica aumenta un 3.108%, el consumo del compresor un 0.91% y el EER un 2.31%, sobre sus valores nominales, por cada °C que aumente la temperatura de salida del agua.

Ahora, se representan los mismos parámetros anteriores respecto la temperatura del aire de entrada, para distintas temperaturas del agua de salida.

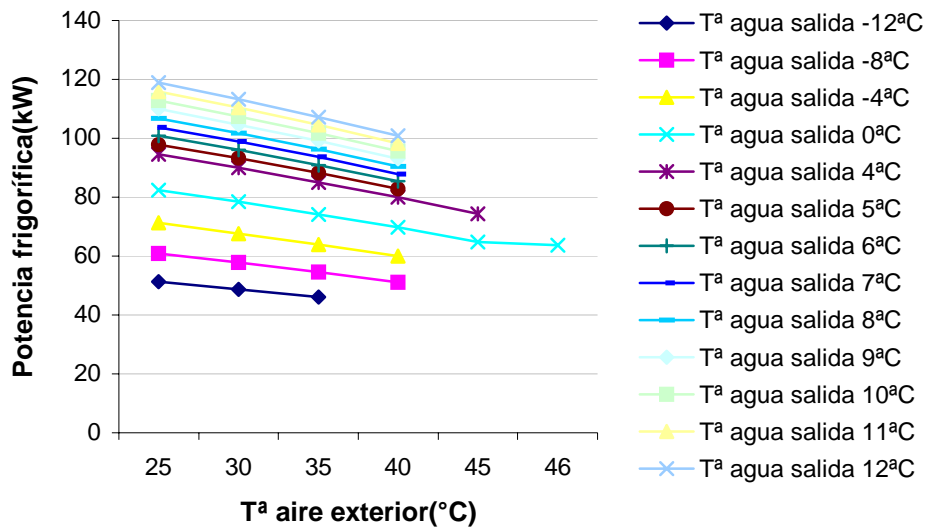


figura 4.42: Potencia frigorífica frente a temperatura de entrada de aire, para distintas temperaturas de salida del agua.

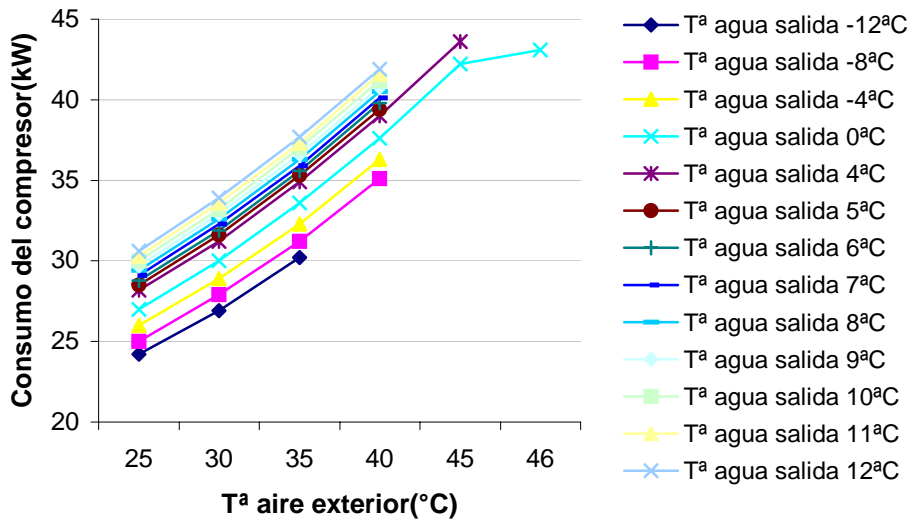


figura 4.43: Consumo del compresor frente la temperatura de entrada de aire, para distintas temperaturas de salida del agua.

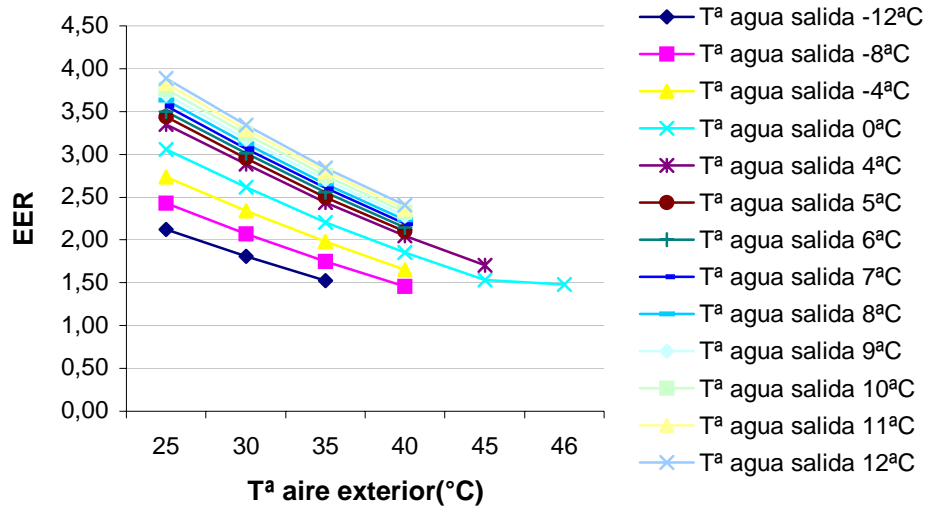


figura 4.44: EER frente la temperatura de entrada de aire, para distintas temperaturas de salida del agua.

La tabla de las tasas de variación quedan:

Temperatura del Agua de salida (°C)	Tasa de variación de la potencia frigorífica (kW/°C)	Tasa de variación porcentual de la potencia frigorífica (%/°C)	Tasa de Variación del consumo del compresor (kW/°C)	Tasa de variación porcentual del Consumo del compresor (%/°C)	Tasa de Variación del EER (1/°C)	Tasa de variación porcentual del EER (%/°C)
5	-1,01	-1,08	0,73	2,03	-0,09	-3,46
6	-1,03	-1,10	0,73	2,03	-0,09	-3,46
7	-1,06	-1,13	0,73	2,03	-0,09	-3,46
8	-1,09	-1,16	0,74	2,06	-0,09	-3,46
9	-1,12	-1,20	0,74	2,06	-0,09	-3,46
10	-1,15	-1,23	0,75	2,09	-0,10	-3,85
11	-1,17	-1,25	0,75	2,09	-0,10	-3,85
12	-1,21	-1,29	0,75	2,09	-0,10	-3,85
Valor medio de la tasa de variación	-1,11	-1,18	0,74	2,06	-0,09	-3,61

Tabla 4.13: Tasas de variación para la Potencia frigorífica, consumo del compresor y EER, respecto la temperatura del agua de salida.

De la interpretación de las tasas de variación anteriores se obtiene que se pierde aproximadamente 1.11 kW de Potencia frigorífica y el consumo del compresor aumenta en 0.74 kW por cada °C que aumente la temperatura de entrada del aire exterior. De las tasas de variación porcentual se tiene que la potencia frigorífica

disminuye un 1.18%, el consumo del compresor aumenta un 2.06% y el EER disminuye un 3.61%, sobre sus valores nominales por cada °C que aumente la temperatura de entrada del aire exterior.

Funcionando en calefacción:

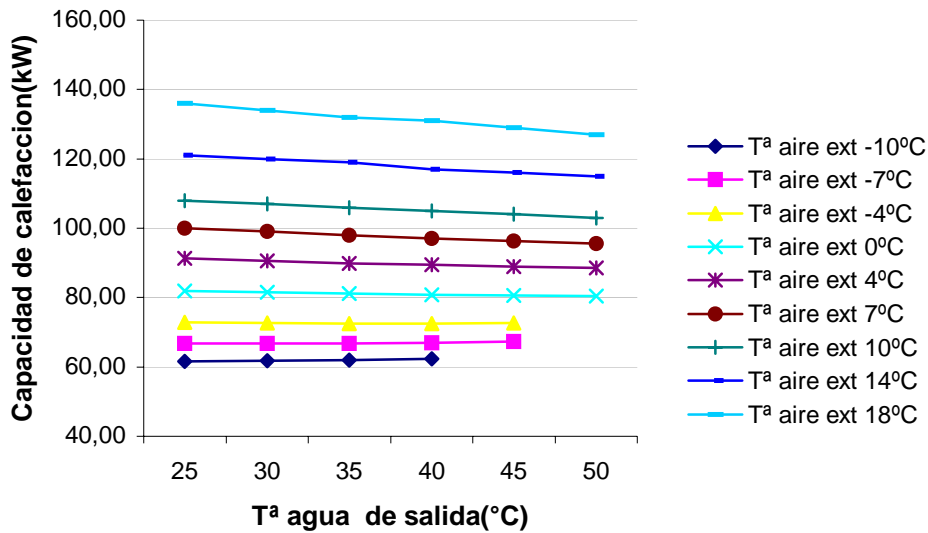


figura 4.45: Capacidad de calefacción frente a temperatura de salida del agua, para distintas temperaturas del aire exterior.

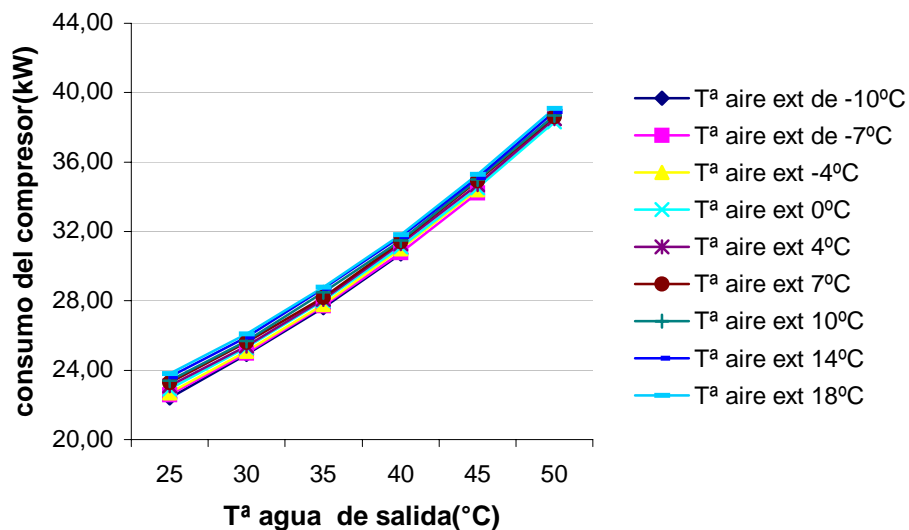


figura 4.46: Consumo del compresor frente la temperatura de salida del agua, para distintas temperaturas del aire exterior.

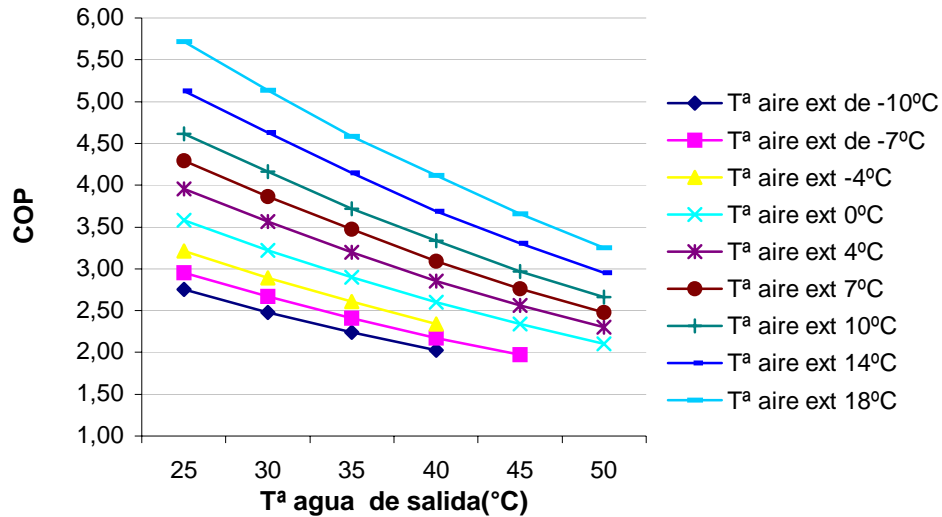


figura 4.47: COP frente la temperatura de salida del agua, para distintas temperaturas del aire exterior

Las tasas de variación en el caso de calefacción, son:

Temperatura del aire exterior (°C)	Tasa de variación de la capacidad calorífica (kW/°C)	Tasa de variación porcentual de la capacidad calorífica (%/°C)	Tasa de Variación del consumo del compresor (kW/°C)	Tasa de variación porcentual del Consumo del compresor (%/°C)	Tasa de Variación del COP (1/°C)	Tasa de variación porcentual del COP (%/°C)
-10	0,05	0,05	0,55	1,58	-0,05	-1,81
-7	0,03	0,03	0,58	1,66	-0,05	-1,81
4	-0,01	-0,01	0,59	1,69	-0,05	-1,81
0	-0,06	-0,06	0,62	1,78	-0,06	-2,17
4	-0,11	-0,11	0,62	1,78	-0,07	-2,54
7	-0,18	-0,19	0,61	1,75	-0,07	-2,54
10	-0,20	-0,21	0,61	1,75	-0,08	-2,90
14	-0,24	-0,25	0,61	1,75	-0,09	-3,26
18	-0,36	-0,37	0,61	1,75	-0,10	-3,64
Valor medio de la tasa de variación	-0,12	-0,12	0,60	1,72	-0,07	-2,50

Tabla 4.14: Tasas de variación para Capacidad de Calefacción, el consumo del compresor y COP, respecto la temperatura del aire exterior.

De la interpretación de las tasas de variación anteriores se obtiene que se pierde aproximadamente 0.12 kW de Capacidad de calefacción y el consumo del compresor aumenta en 0.60 kW, por cada °C que aumente la temperatura de salida del agua. De las tasas de variación porcentual lo que se sabe es que la capacidad calorífica disminuye un 0.12%, el consumo del compresor aumenta un 1.72% y el COP

disminuye un 2.51% sobre sus valores nominales, por cada °C que aumente la temperatura de salida del agua.

La representación respecto la temperatura del aire a la entrada, queda:

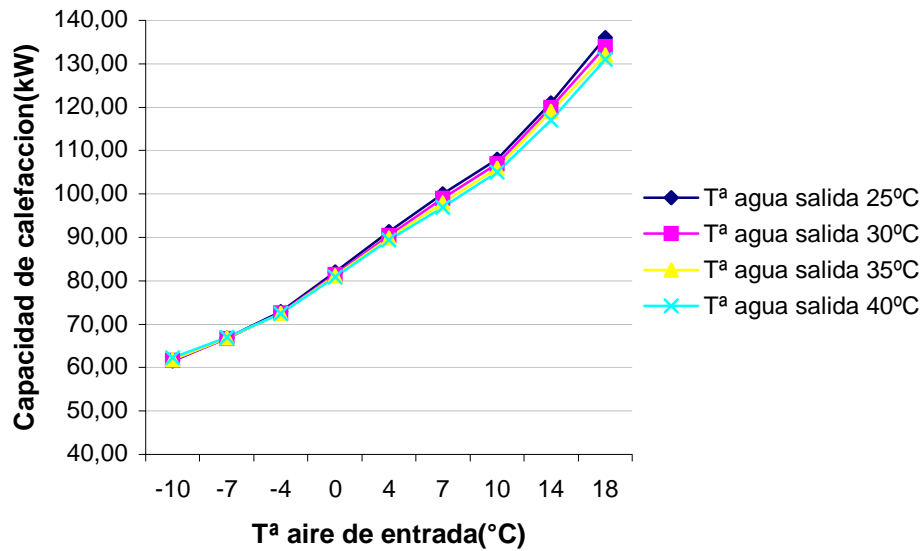


figura 4.48: Capacidad de calefacción frente la temperatura de entrada del aire, para distintos valores de temperatura de entrada de agua.

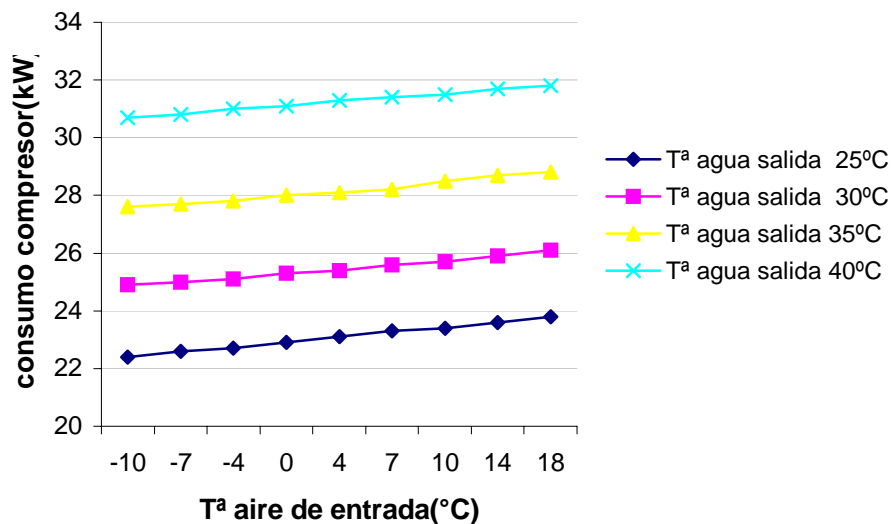


figura 4.49: Consumo del compresor frente la temperatura de entrada del aire, para distintos valores de temperatura de entrada de agua.

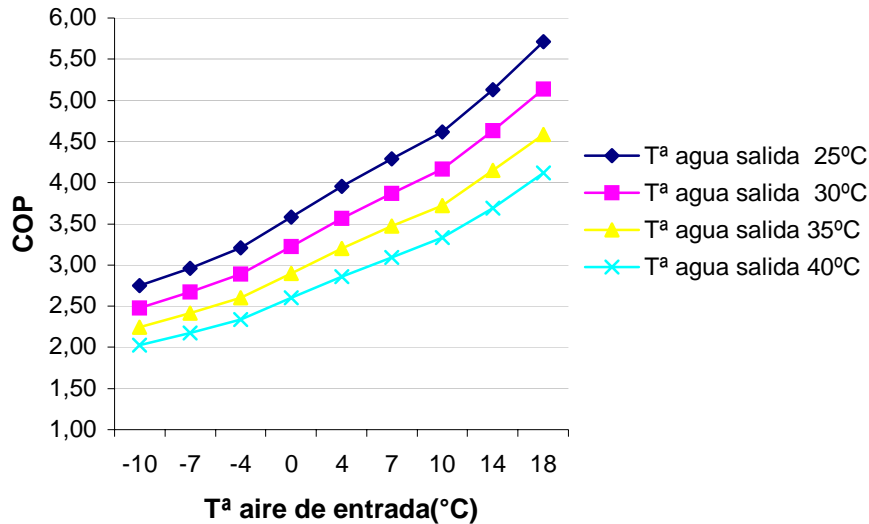


figura 4.50: COP frente la temperatura de entrada del aire, para distintos valores de temperatura de entrada de agua.

La tabla de las tasas de variación quedan:

Temperatura del Agua de salida (°C)	Tasa de variación de la capacidad calorífica (kW/°C)	Tasa de variación porcentual de la capacidad calorífica (%/°C)	Tasa de Variación del consumo del compresor (kW/°C)	Tasa de variación porcentual del Consumo del compresor (%/°C)	Tasa de Variación del COP (1/°C)	Tasa de variación porcentual del COP (%/°C)
25	2,62	2,72	0,05	0,14	0,10	3,64
30	2,54	2,64	0,04	0,11	0,09	3,27
35	2,47	2,56	0,04	0,11	0,08	2,91
40	2,42	2,51	0,04	0,11	0,07	2,55
Valor medio de la tasa de variación	2,51	2,61	0,04	0,12	0,09	3,09

Tabla 4.15: Tasas de variación para la Capacidad de calefacción , el consumo del compresor y el COP, respecto la temperatura del agua de salida.

De la interpretación de las tasas de variación anteriores se obtiene que se gana aproximadamente 2.51 kW de Capacidad de calefacción y el consumo del compresor aumenta en 0.04 kW por cada °C que aumente la temperatura de entrada del aire exterior. De las tasas de variación porcentuales se puede observar como la potencia frigorífica aumenta un 2.61%, el consumo del compresor aumenta un 0.12% y el COP aumenta un 3.09% sobre sus valores nominales por cada °C que aumente la temperatura de entrada del aire exterior.

4.4.3. Modelo RHUE40AG de Hitachi

En primer lugar, para refrigeración, se representa la potencia frigorífica, consumo del compresor y EER respecto la temperatura del agua de salida.

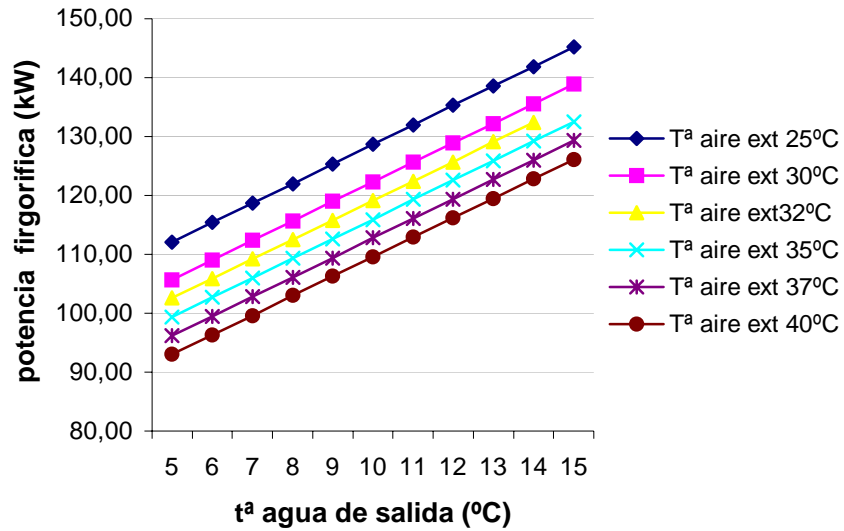


figura 4.51: Potencia frigorífica frente la temperatura de salida del agua, para distintas temperaturas del aire exterior.

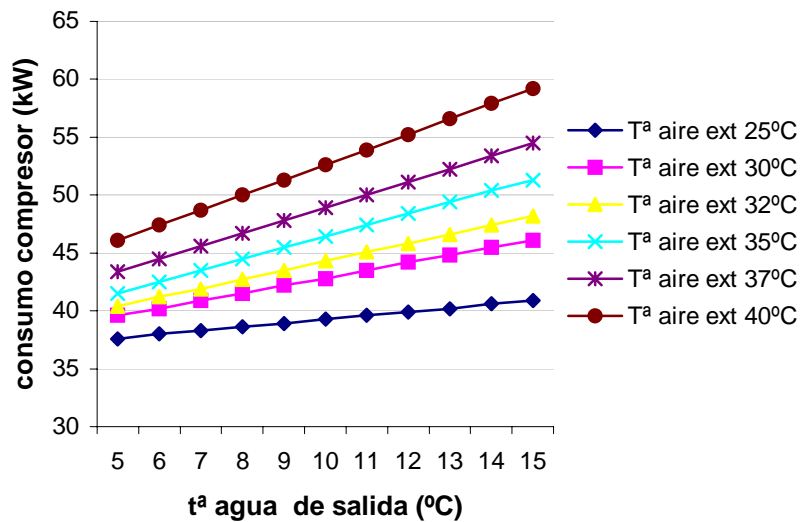


figura 4.52: Consumo del compresor frente la temperatura de salida del agua, para distintas temperaturas del aire exterior.

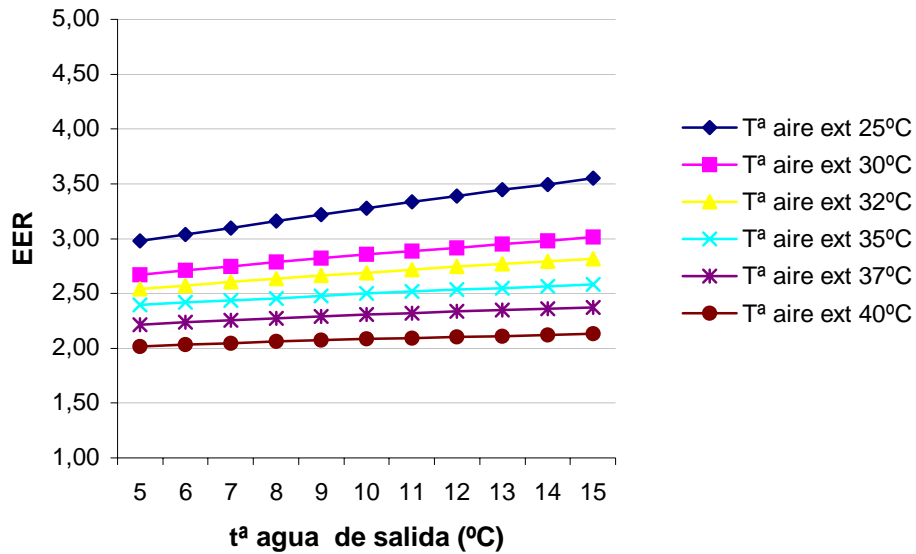


figura 4.53: EER frente la temperatura de salida del agua, para distintas temperaturas del aire exterior.

Los valores de las tasas de variación son:

Temperatura del aire exterior (°C)	Tasa de variación de la potencia frigorífica (kW/°C)	Tasa de variación porcentual de la potencia frigorífica (%/°C)	Tasa de Variación del consumo del compresor (kW/°C)	Tasa de variación porcentual del Consumo del compresor (%/°C)	Tasa de Variación del EER (1/°C)	Tasa de variación porcentual del EER (%/°C)
25	3,31	3,12	0,33	0,76	0,06	2,42
30	3,32	3,13	0,65	1,49	0,03	1,21
32	3,31	3,12	0,78	1,79	0,03	1,21
35	3,31	3,12	0,98	2,25	0,02	0,81
37	3,31	3,12	1,11	2,55	0,02	0,81
40	3,31	3,12	1,31	3,01	0,01	0,40
Valor medio de la tasa de variación	3,312	3,124	0,86	1,98	0,03	1,14

Tabla 4.16: Tasas de variación para la Potencia frigorífica, consumo del compresor y EER, respecto la temperatura del aire exterior.

De la interpretación de las tasas de variación anteriores se obtiene que se gana aproximadamente 3.312 kW de Potencia frigorífica y el consumo del compresor aumenta en 0.86 kW por cada °C que aumente la temperatura de salida del agua. De las tasas de variación porcentuales se tiene que la potencia frigorífica aumenta en 3.124%, el consumo del compresor en 1.98% y el EER un 1.14%, sobre sus valores nominales, por cada °C que aumente la temperatura de salida del agua.

Ahora, se representan los mismos parámetros anteriores respecto la temperatura del aire de entrada, para distintas temperaturas del agua de salida.

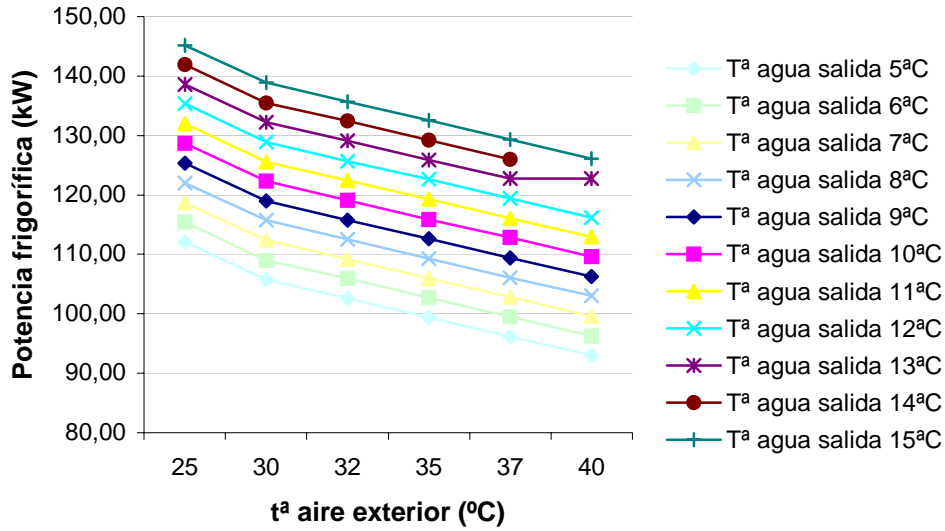


figura 4.54: Potencia frigorífica frente la temperatura de entrada de aire, para distintas temperaturas de salida del agua.

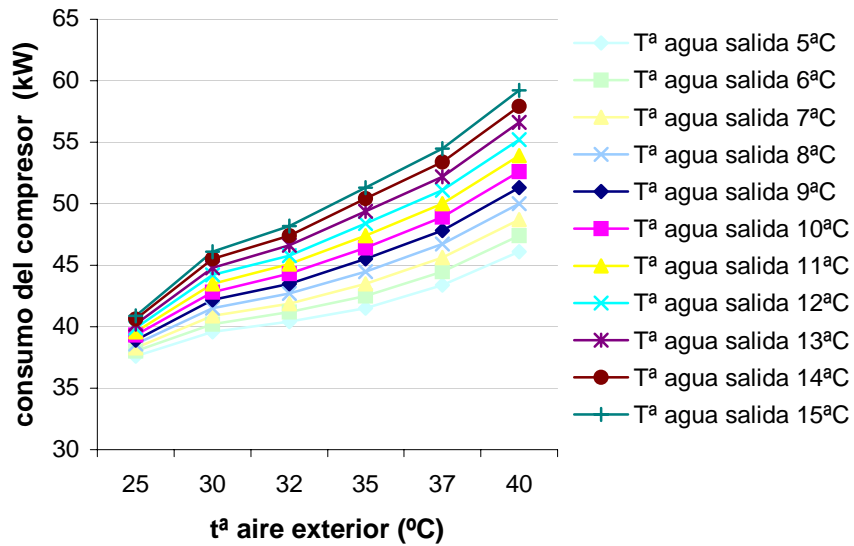


figura 4.55: Consumo del compresor frente la temperatura de entrada de aire, para distintas temperaturas de salida del agua.

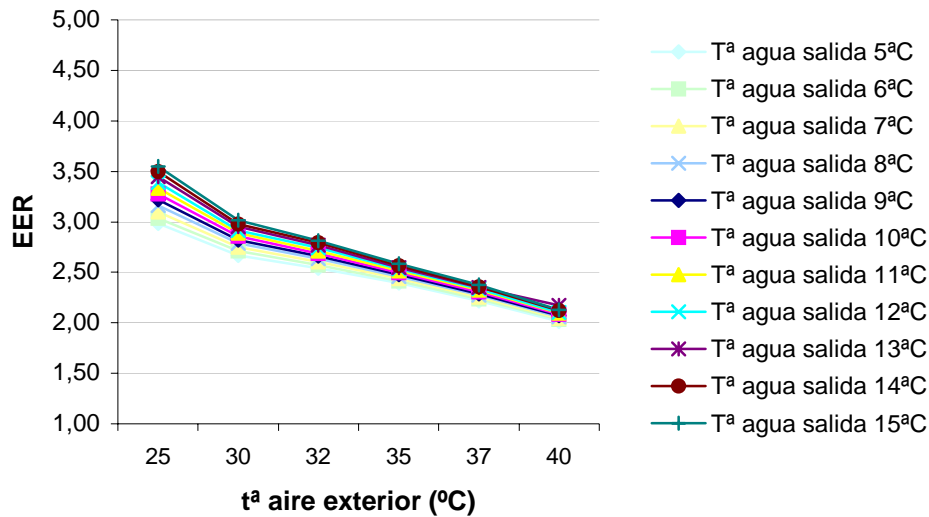


figura 4.56: EER frente la temperatura de entrada de aire, para distintas temperaturas de salida del agua.

La tabla de las tasas de variación quedan:

Temperatura del Agua de salida (°C)	Tasa de variación de la potencia frigorífica (kW/°C)	Tasa de variación porcentual de la potencia frigorífica (%/°C)	Tasa de Variación del consumo del compresor (kW/°C)	Tasa de variación porcentual del Consumo del compresor (%/°C)	Tasa de Variación del EER (1/°C)	Tasa de variación porcentual del EER (%/°C)
5	-1,31	-1,24	0,6	1,38	-0,07	-2,88
6	-1,31	-1,24	0,67	1,54	-0,07	-2,88
7	-1,32	-1,25	0,73	1,68	-0,07	-2,88
8	-1,31	-1,24	0,8	1,84	-0,07	-2,88
9	-1,31	-1,24	0,86	1,98	-0,08	-3,29
10	-1,31	-1,24	0,93	2,14	-0,08	-3,29
11	-1,32	-1,25	0,99	2,28	-0,08	-3,29
12	-1,32	-1,25	1,05	2,41	-0,09	-3,70
13	-1,31	-1,24	1,12	2,57	-0,08	-3,29
15	-1,31	-1,24	1,19	2,74	-0,09	-3,70
15	-1,32	-1,25	1,26	2,90	-0,09	-3,70
Valor medio de la tasa de variación	-1,31	-1,24	0,93	2,13	-0,08	-3,25

Tabla 4.17: Tasas de variación para la Potencia frigorífica, consumo del compresor y EER respecto la temperatura del agua de salida.

De la interpretación de las tasas de variación anteriores se obtiene que se pierde aproximadamente 1.31 kW de Potencia frigorífica y el consumo del compresor aumenta en 0.93 kW por cada °C que aumente la temperatura de entrada del aire exterior. De las tasas de variación porcentuales se tiene que la potencia frigorífica disminuye un 1.24%, el consumo del compresor aumenta un 2.13% y el EER disminuye un 3.25%, sobre sus valores nominales, por cada °C que aumente la temperatura de entrada del aire exterior.

Funcionando en calefacción:

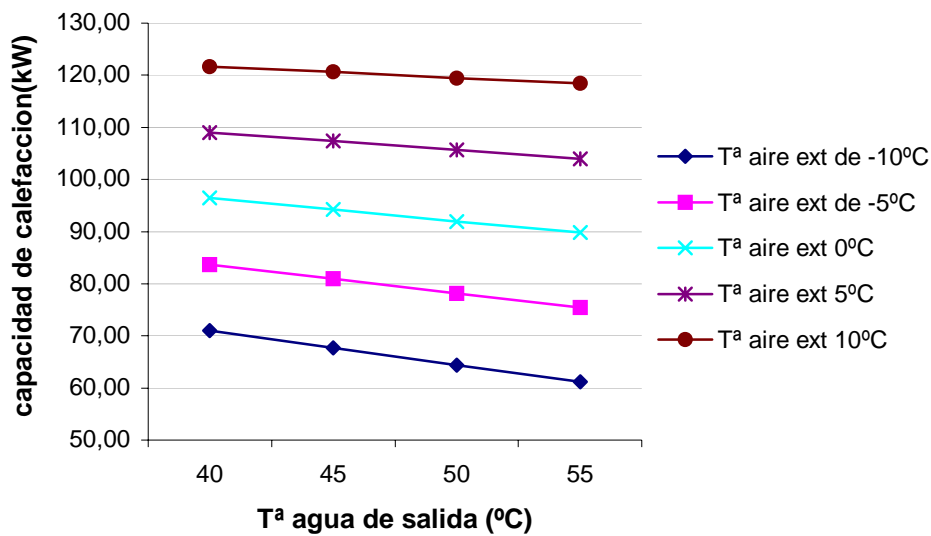


figura 4.57: Capacidad de calefacción frente a temperatura de salida del agua, para distintas temperaturas del aire exterior.

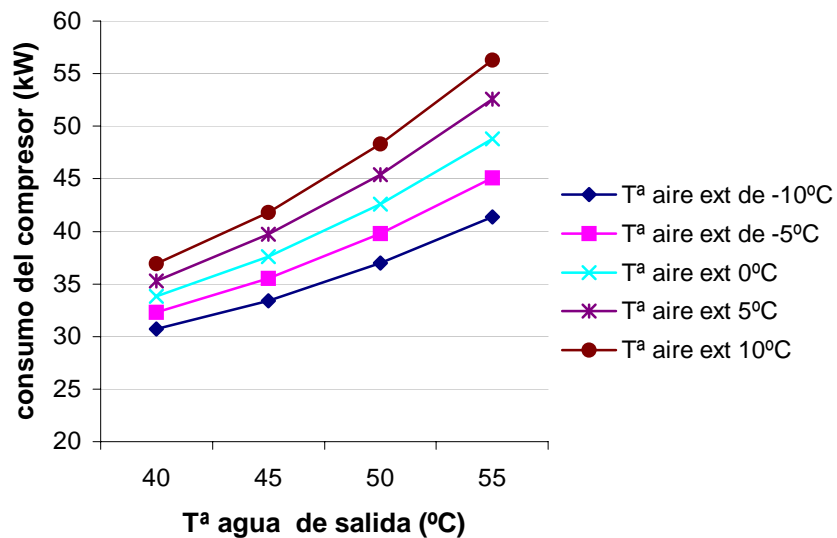


figura 4.58: Consumo del compresor frente la temperatura de salida del agua, para distintas temperaturas del aire exterior.

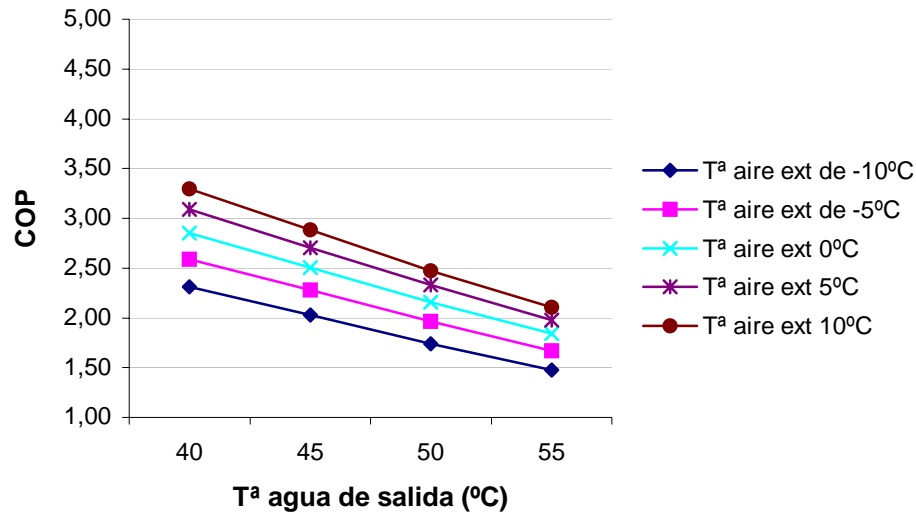


figura 4.59: COP frente la temperatura de salida del agua, para distintas temperaturas del aire exterior.

Las tasas de variación en el caso de calefacción, son:

Temperatura del aire exterior (°C)	Tasa de variación de la capacidad calorífica (kW/°C)	Tasa de variación porcentual de la capacidad calorífica (%/°C)	Tasa de Variación del consumo del compresor (kW/°C)	Tasa de variación porcentual del Consumo del compresor (%/°C)	Tasa de Variación del COP (1/°C)	Tasa de variación porcentual del COP (%/°C)
-10	-0,65	-0,59	0,71	1,79	-0,06	-2,17
-5	-0,55	-0,50	0,85	2,14	-0,06	-2,17
0	-0,44	-0,40	1,00	2,52	-0,07	-2,53
5	-0,33	-0,30	1,15	2,90	-0,07	-2,53
10	-0,21	-0,19	1,29	3,25	-0,08	-2,89
Valor medio de la tasa de variación	-0,44	-0,40	1,00	2,52	-0,07	-2,45

Tabla 4.18: Tasas de variación para Capacidad de Calefacción, consumo del compresor y COP, respecto la temperatura del aire exterior.

De la interpretación de las tasas de variación anteriores se obtiene que se pierde aproximadamente 0.44 kW de Capacidad de calefacción y el consumo del compresor aumenta en 1.00 kW por cada °C que aumente la temperatura de salida del agua. De las tasas de variación porcentuales se tiene que la capacidad de calefacción

disminuye 0.40%, el consumo del compresor aumenta un 2.52% y el EER disminuye un 2.45% sobre sus valores nominales, por cada °C que aumente la temperatura de salida del agua.

La representación respecto la temperatura del aire a la entrada, queda:

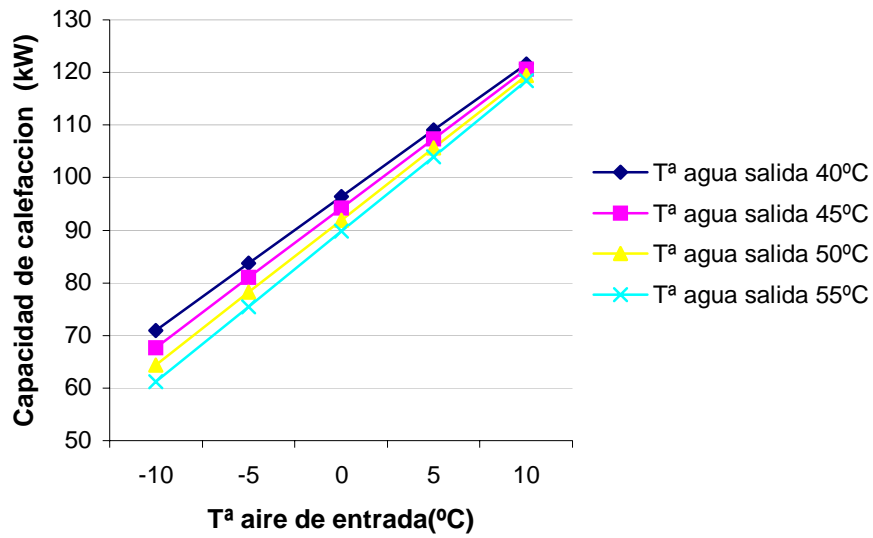


figura 4.60: Capacidad de calefacción frente la temperatura de entrada del aire, para distintos valores de temperatura de entrada de agua.

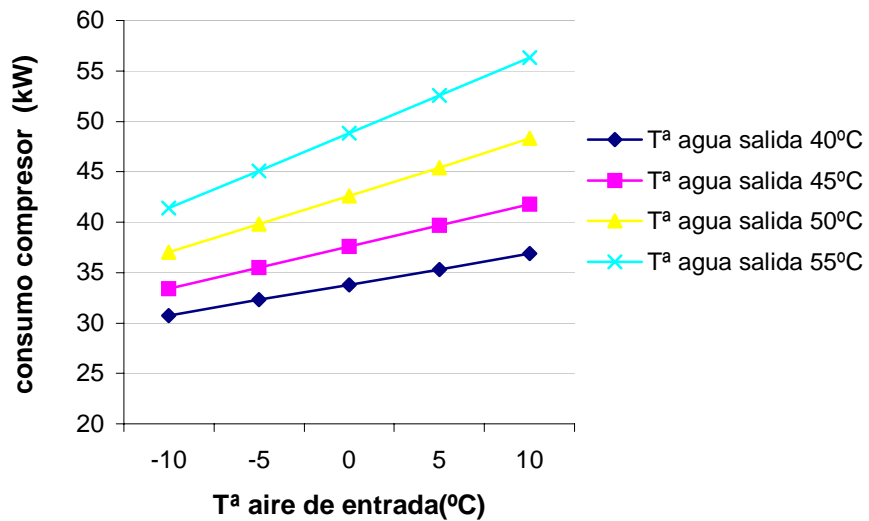


figura 4.61: Consumo del compresor frente la temperatura de entrada del aire, para distintos valores de temperatura de entrada de agua.

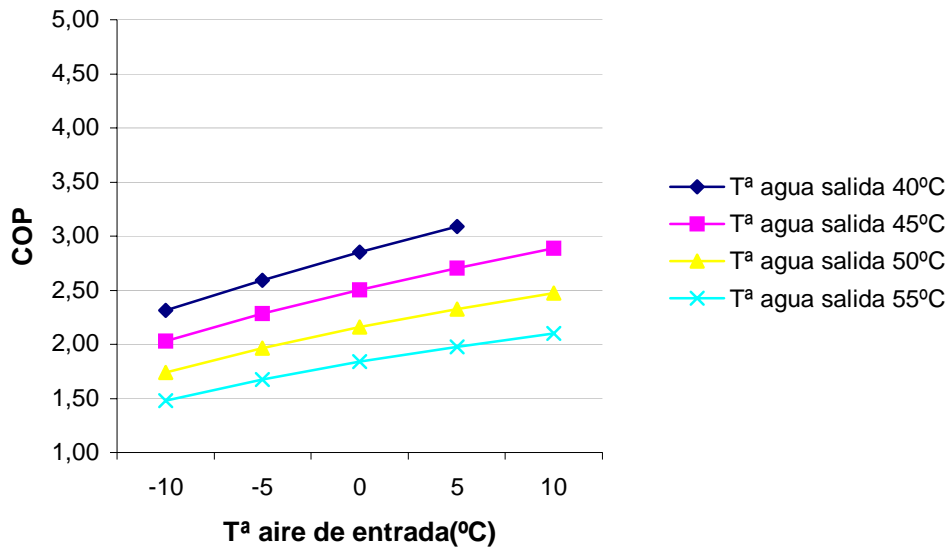


figura 4.62: COP frente la temperatura de entrada del aire, para distintos valores de temperatura de entrada de agua.

La tabla de las tasas de variación quedan:

Temperatura del Agua de salida (°C)	Tasa de variación de la capacidad calorífica (kW/°C)	Tasa de variación porcentual de la capacidad calorífica (%/°C)	Tasa de Variación del consumo del compresor (kW/°C)	Tasa de variación porcentual del Consumo del compresor (%/°C)	Tasa de Variación del COP (1/°C)	Tasa de variación porcentual del COP (%/°C)
40	2,53	2,30	0,31	0,78	0,05	1,81
45	2,65	2,41	0,42	1,06	0,04	1,44
50	2,75	2,50	0,57	1,44	0,04	1,44
55	2,86	2,60	0,75	1,89	0,03	1,08
Valor medio de la tasa de variación	2,70	2,45	0,51	1,29	0,04	1,44

Tabla 4.19: Tasas de variación para la Capacidad de calefacción, consumo del compresor y COP respecto la temperatura del agua de salida.

De la interpretación de las tasas de variación anteriores se obtiene que se gana aproximadamente 2.70 kW de Capacidad de calefacción y el consumo del compresor aumenta en 0.51 kW por cada °C que aumente la temperatura de entrada del aire exterior. De las tasas de variación porcentuales se tiene que la capacidad de calefacción aumenta en 2.45%, el consumo del compresor en 1.29% y el EER un 1.44%, sobre sus valores nominales, por cada °C que aumente la temperatura de salida del agua.

4.5. Resultados y comparación de datos

Para poder analizar mejor los datos obtenidos en los apartados anteriores se presentan a continuación las tasas de variación porcentuales que se obtienen al aumentar un °C las temperaturas de salida del agua o de entrada del aire.

Estos valores representan el tanto por ciento que aumenta la potencia frigorífica sobre su valor nominal al aumentar un °C la temperatura de salida del agua. El valor nominal de Carrier era 108 kW, el de Daikin era 93.6 kW, y el de Hitachi era 106kW.

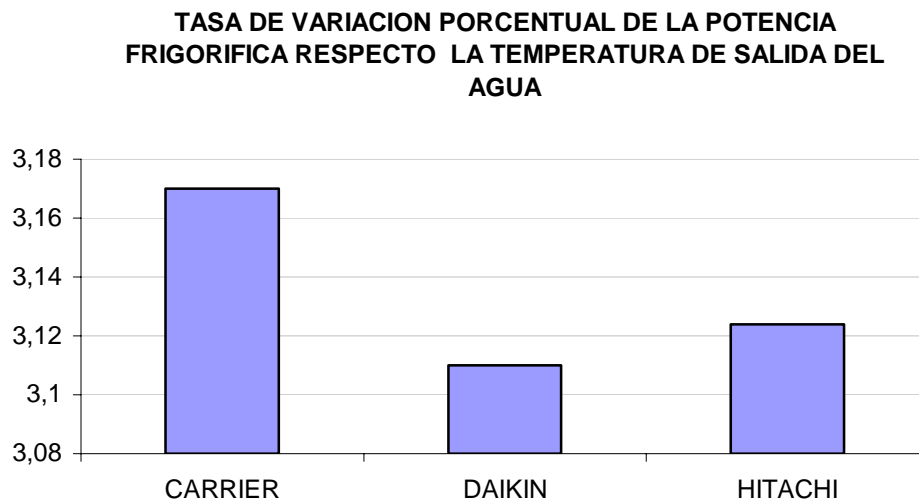


figura 4.63: Representación de la tasa de variación de la potencia frigorífica respecto a la temperatura de salida del agua.

Ahora se estudia la potencia frigorífica respecto variación de temperatura del aire de entrada. En este caso los porcentajes no serán de aumento sino disminuirán al aumentar la temperatura del aire de entrada.

TASA DE VARIACION PORCENTUAL DE LA POTENCIA FRIGORIFICA RESPECTO A LA TEMPERATURA DEL AIRE A LA ENTRADA

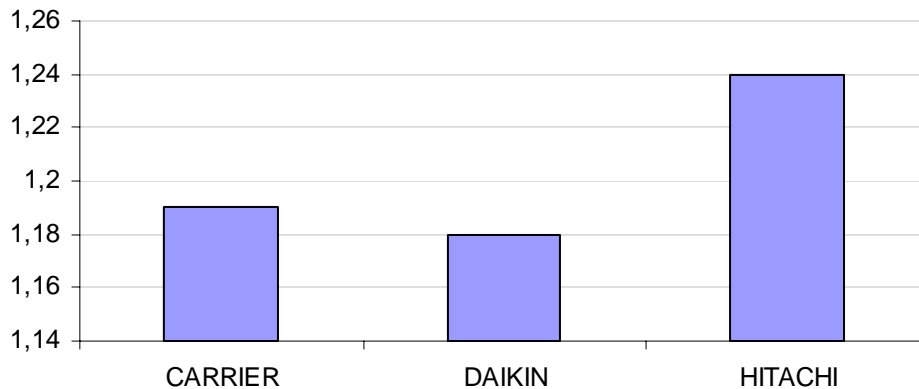


figura 4.64: Representación de la tasa de variación de la potencia frigorífica respecto la temperatura del aire a la entrada.

Igual que se hacía con la potencia frigorífica se hace con el consumo del compresor, los valores nominales sobre los que se ha tomado los porcentajes, son: en Carrier 39.8kW, en Daikin 35.9 kW y en Hitachi 43.5 kW. En este caso los porcentajes aumentarán el consumo del compresor al aumentar la temperatura de salida del agua y la entrada del aire.

TASA DE VARIACION PORCENTUAL DEL CONSUMO DEL COMPRESOR EN REFRIGERACION RESPECTO LA TEMPERATURA DEL AGUA A LA SALIDA

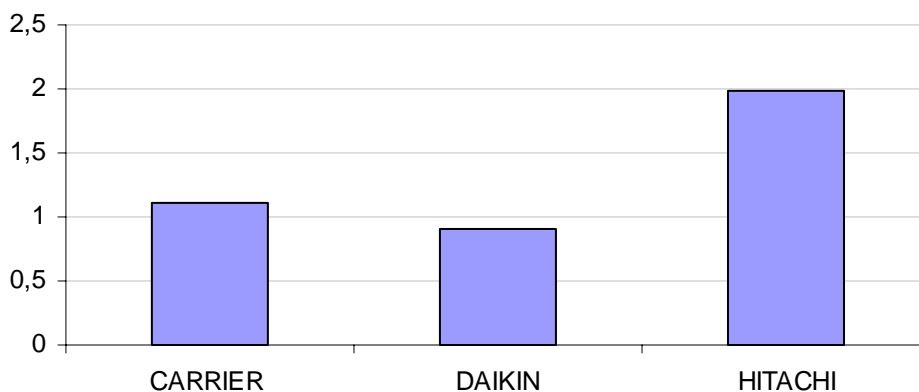


figura 4.65: Representación la tasa de variación del compresor en respecto la temperatura del agua a la salida

TASA DE VARIACION PORCENTUAL DEL CONSUMO DEL COMPRESOR EN REFRIGERACION RESPECTO LA TEMPERATURA DEL AIRE A LA ENTRADA

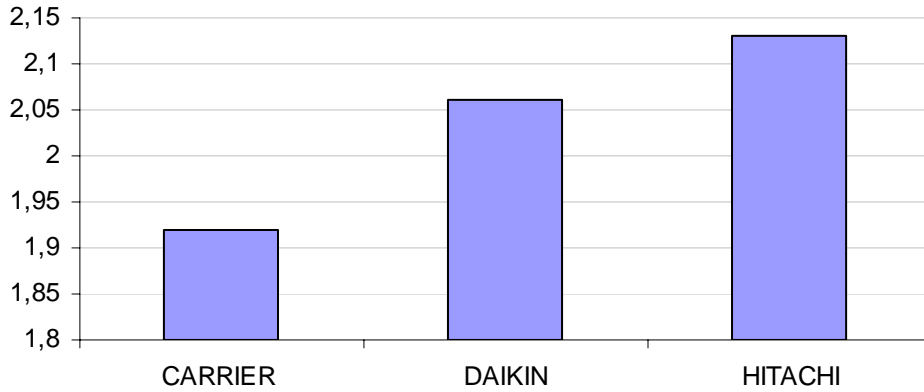


figura 4.66: Representación la tasa de variación del compresor en refrigeración respecto la temperatura del aire a la entrada.

Lo más interesante quizás sea el estudio del EER, este EER como ya se indicó, no se corresponde con el EER que certifica Eurovent, ya que no se tienen datos para hallarlo, pero será parecido. El EER, presenta los siguientes porcentajes de aumento sobre sus valores nominales por cada °C que aumente la temperatura de salida del agua. Los valores nominales de EER que se han considerado, son: en Carrier 2.71, en Daikin 2.6 y en Hitachi 2.43.

TASA DE VARIACION PORCENTUAL DEL EER RESPECTO LA TEMPERATURA DE SALIDA DEL AGUA

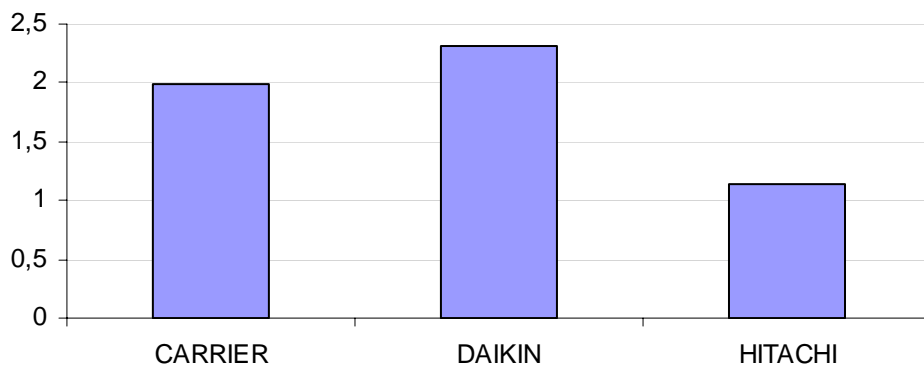


figura 4.67: Representación de las tasas de variación del EER respecto la temperatura de agua de salida.

Para una temperatura exterior de 35°C, se ve a continuación la evolución del EER/EERnominal. Esto lo que nos representa es cual de las enfriadoras fuera de las condiciones nominales interesará más, ya que dependiendo si se necesita una temperatura de salida mayor o menor de 7°C, la enfriadoras aumentan más o menos el EER sobre su valor nominal. Así, si se va a trabajar con una temperatura de salida del agua de más de 7°C, interesará más la enfriadora de Daikin y de Carrier, y si se va a trabajar a una temperatura inferior a 7°C, interesa la enfriadora más la enfriadora de Hitachi.

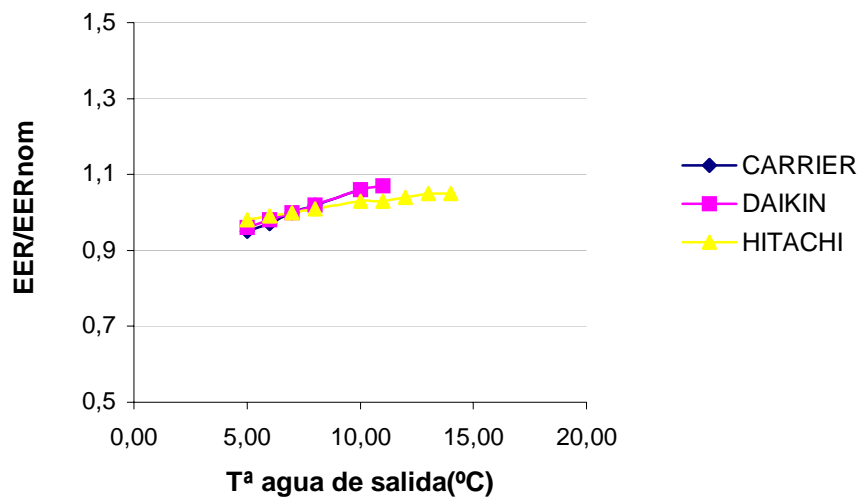


figura 4.68: EER/EERnominal frente la temperatura de salida del agua

Las tasas de variación del EER respecto la temperatura del aire de entrada se dan a continuación. Estas tasas son de disminución al aumentar la temperatura del aire a la entrada.

TASA DE VARIACION PORCENTUAL DEL EER RESPECTO LA TEMPERATURA DEL AIRE A LA ENTRADA

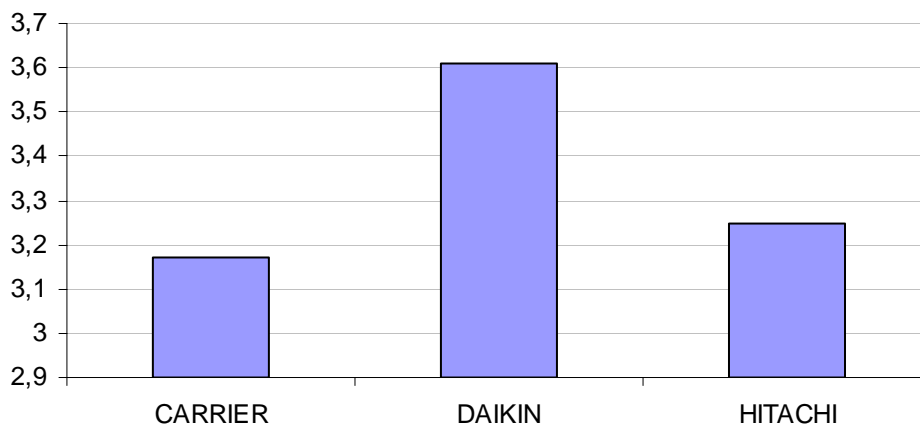


figura 4.69: Representación de las tasas de variación del EER respecto la temperatura del aire de entrada

El siguiente gráfico se ha representado EER/EERnom para una temperatura de salida del agua a 7°C.

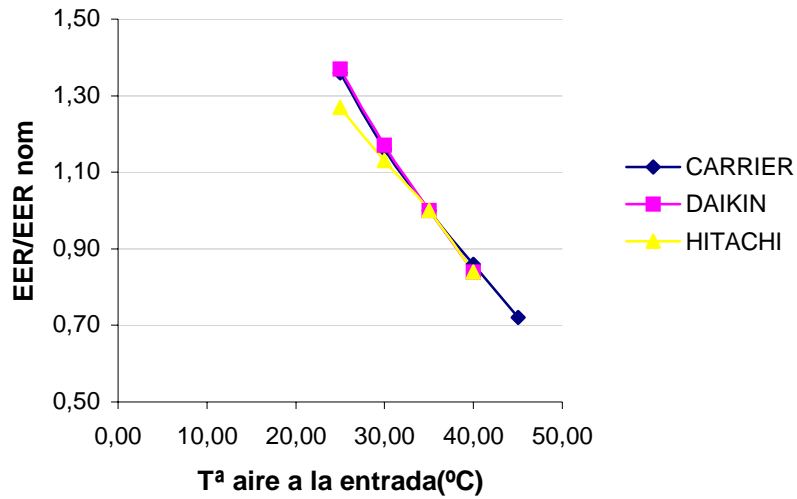


figura 4.70: EER/EERnominal frente la temperatura del aira a la entrada

En calefacción, se va a hacer el mismo estudio. Los valores nominales sobre los que se halla los porcentajes, son: en Carrier 117kW, en Daikin 96.3 y en Hitachi 110kW. Respecto la temperatura de salida del agua los porcentajes son de disminución y respecto la temperatura de entrada del aire son de aumento.

TASA DE VARIACION PORCENTUAL DE LA CAPACIDAD CALORIFICA RESPECTO LA TEMPERATURA DEL AGUA A LA SALIDA

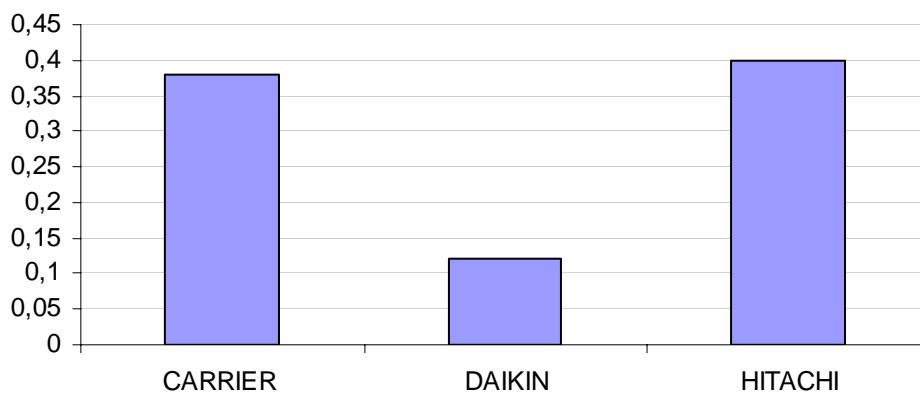


figura 4.71: Representación de la tasa de variación de la capacidad de calefacción respecto a la temperatura de salida del agua.

TASA DE VARIACION PORCENTUAL DE LA CAPACIDAD CALORIFICA RESPECTO LA TEMPERATURA DEL AIRE A LA ENTRADA

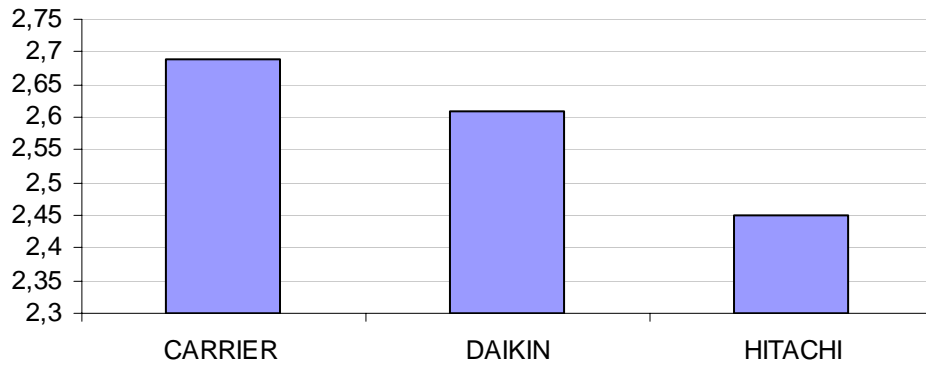


figura 4.72: Representación de la tasa de variación de la capacidad calorífica respecto la temperatura del aire a la entrada.

En los consumos, los valores nominales sobre los que se halla los porcentajes, son: en Carrier 40.7 kW, en Daikin 34.9 kW y en Hitachi 39.7 kW. Estos porcentajes son de aumento al aumentar la temperatura de salida del agua y la temperatura del aire a la entrada.

TASA DE VARIACION PORCENTUAL DEL CONSUMO DEL COMPRESOR EN CALEFACCIÓN RESPECTO A LA TEMPERATURA DEL AGUA DE SALIDA

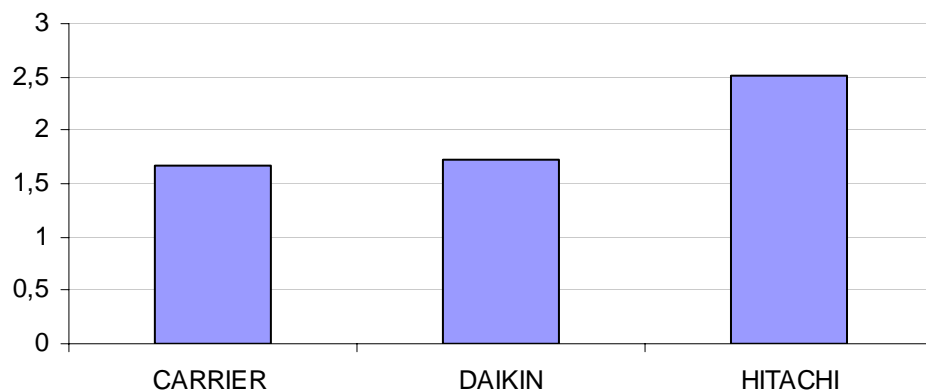


figura 4.73: Representación la tasa de variación del compresor en calefacción para las distintas marcas, respecto la temperatura de salida del agua.

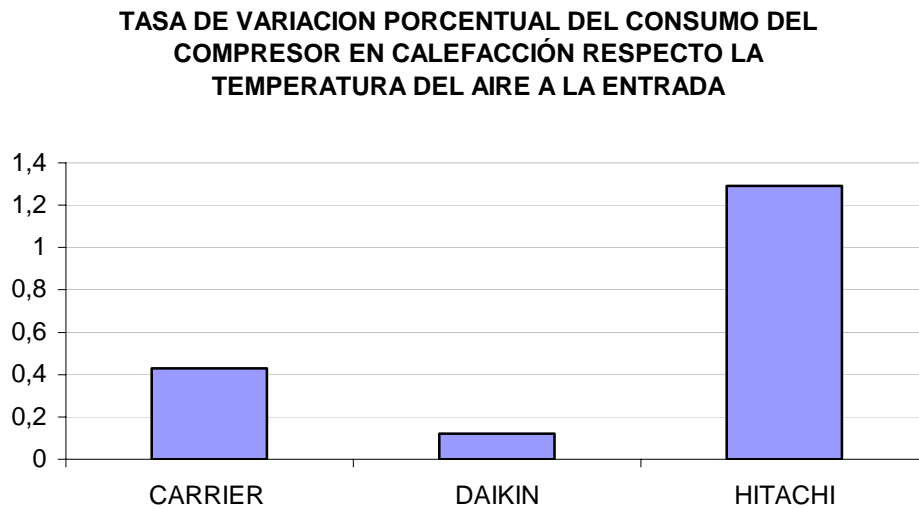


figura 4.74: Representación la tasa de variación del compresor en calefacción para las distintas marcas, respecto la temperatura a la entrada.

Igual que se hizo con el EER, ahora se representa el COP. Los valores nominales del COP son: 2.87 para Carrier, 2.76 para Daikin y 2.77 para Hitachi. El COP disminuye con la temperatura del agua a la salida y aumenta con la temperatura del aire a la entrada.

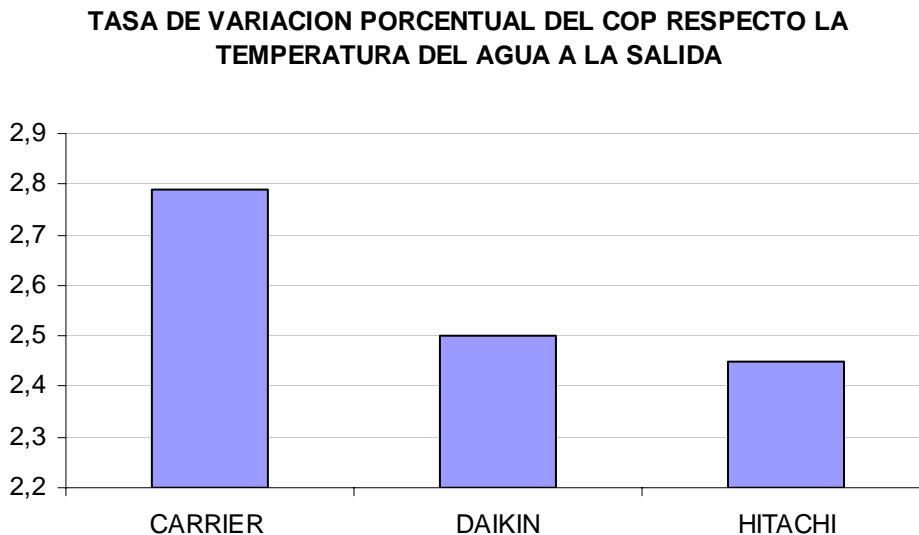


figura 4.75: Representación COP respecto la temperatura del agua a la salida.

TASA DE VARIACION PORCENTUAL DEL COP RESPECTO LA TEMPERATURA DEL AIRE A LA ENTRADA

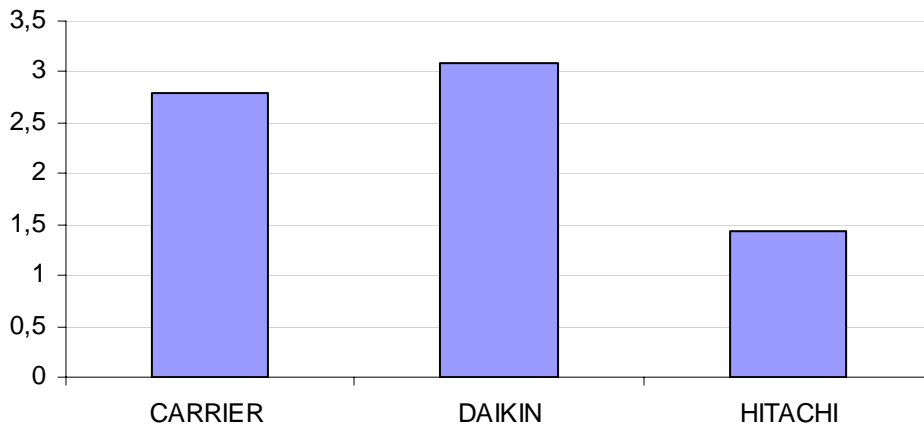


figura 4.76: Representación COP respecto la temperatura del aire a la entrada.

A continuación se representan las tendencias del COP/COPnom con la temperatura de salida del agua para una temperatura del aire a la entrada de 7°C, y la variación con la temperatura del aire a la entrada para una temperatura de salida del agua de 45°C.

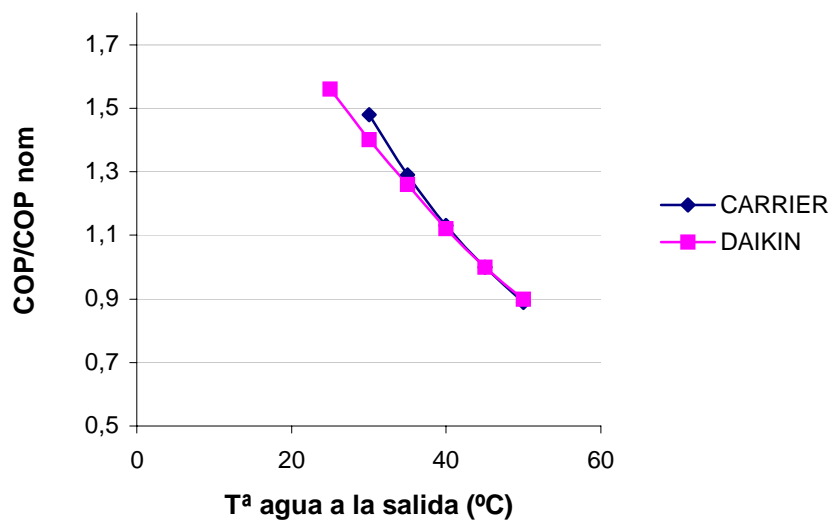


Figura 4.77: COP/COPnom frente la temperatura de salida del agua

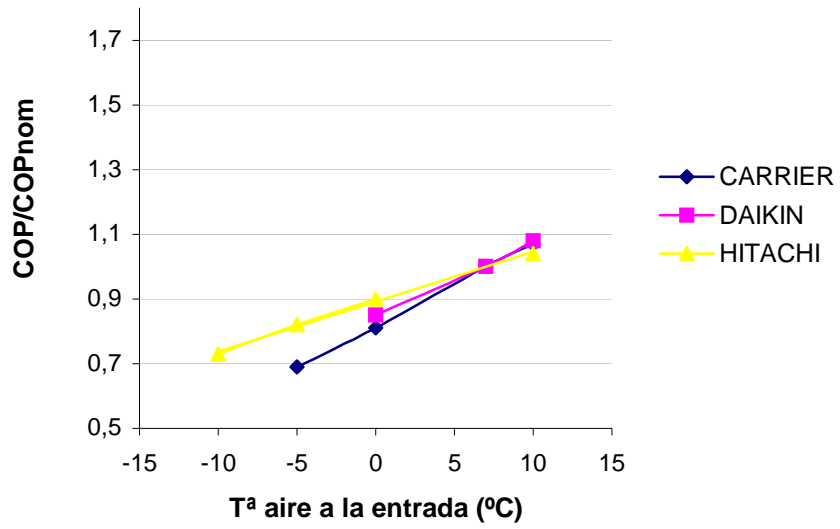


Figura 4.78: COP/COPnom frente la temperatura del aire de entrada