Redes de calor y Frío

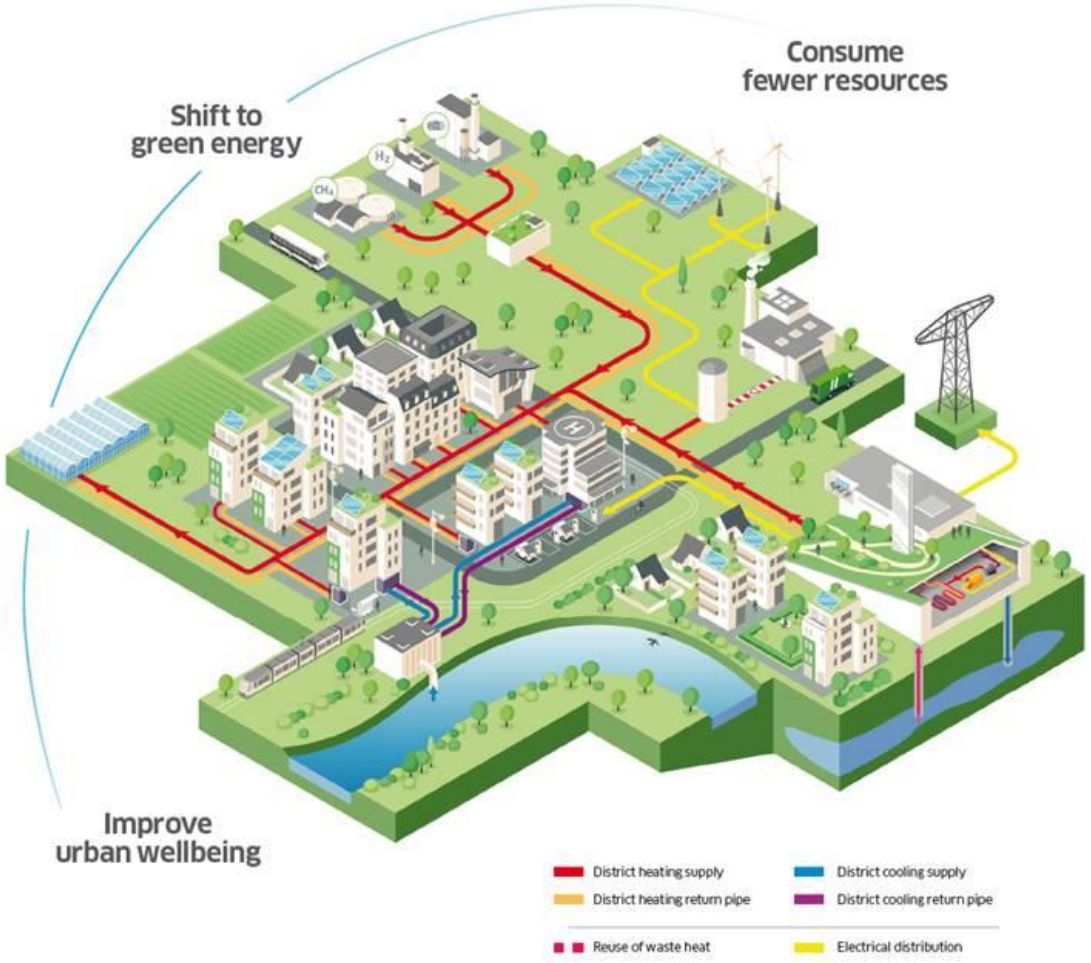
Jordi Serra Muñoz

Area Manager BD Energy Solutions

ENGIE

Expo Biomasa
6.7.8 MAYO 2025
VALLADOLID - SPAIN

¿Qué es una red urbana de calor y frío, o District Heating and Cooling (DHC)?



Las redes de calor y frío son **infraestructuras de transporte de energía térmica** a escala de ciudad o de distrito.

A través de esta infraestructura se **facilita la introducción de energías residuales y renovables**, contribuyendo a la descarbonización de todos los edificios usuarios de la red.

Se trata de infraestructuras ampliamente extendidas en países con climatología más extrema. Sin embargo, **el actual contexto de emergencia climática está impulsando el desarrollo de éstas en España**.

expo Biomasa
6.7.8 MAYO 2025
VALLADOLID - SPAIN

Beneficios de las redes urbanas de calor y frío

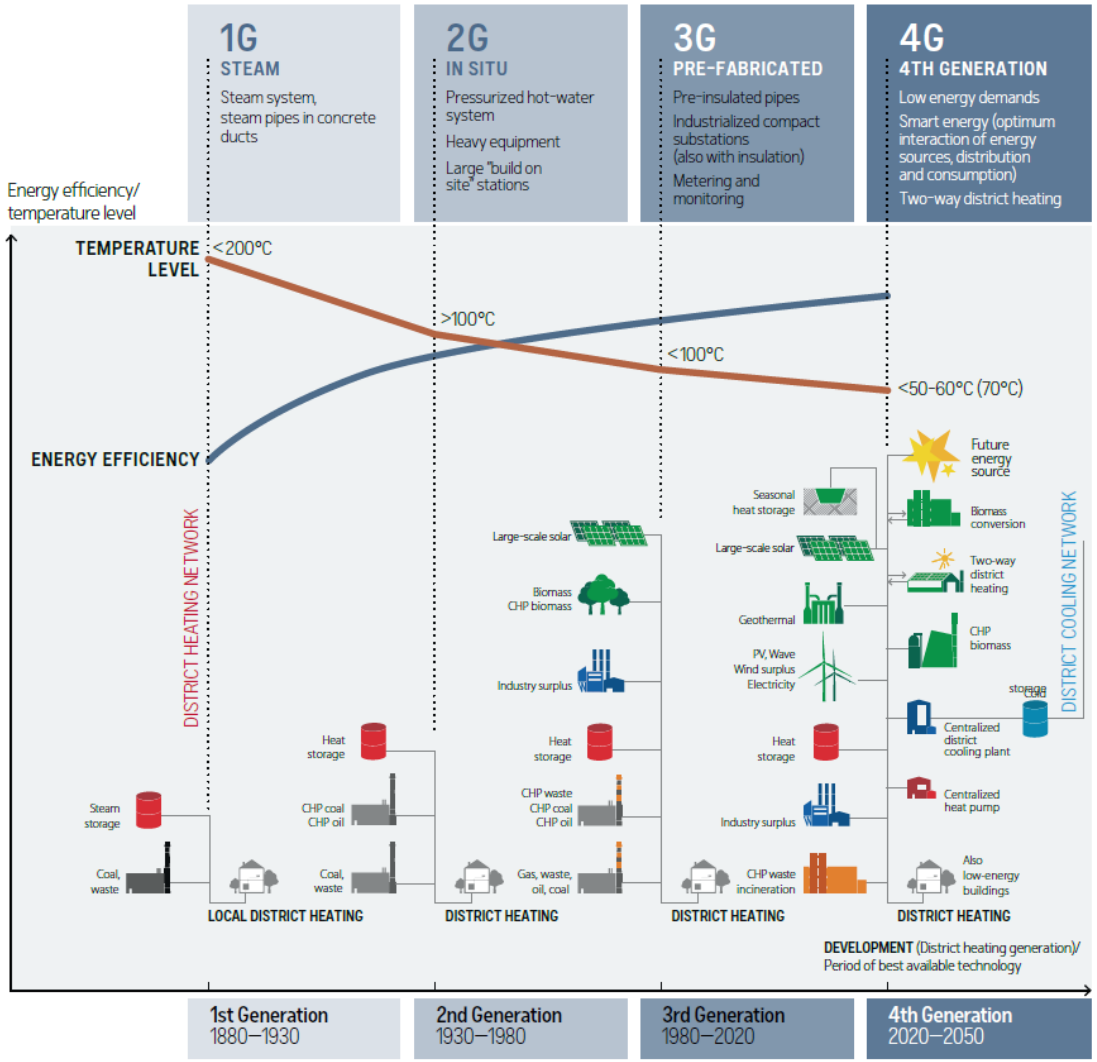
Solución convencional (bombas de calor en cada edificio + gas natural + energía solar térmica):

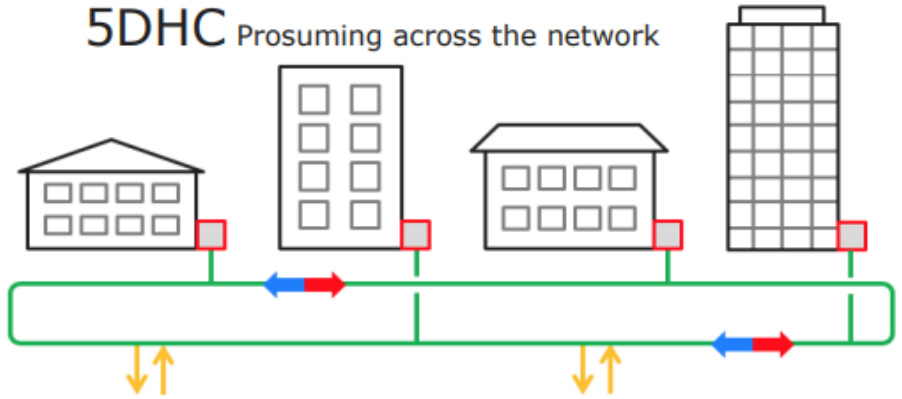
Solución DHC:

- ✓ Ahorro de espacio en cubiertas
- ✓ Cubiertas sin ruidos ni isla de calor
- ✓ Mejor eficiencia (menos emisiones de CO2)
- ✓ Reducción efecto isla térmica
- ✓ Sin refrigerantes en edificio

expo Biomasa
6.7.8 MAYO 2025
VALLADOLID - SPAIN

¿Qué es una red urbana de calor y frío, o District Heating and Cooling (DHC)?





Potenciales fuentes de energía a integrar:

- **Renovable:**

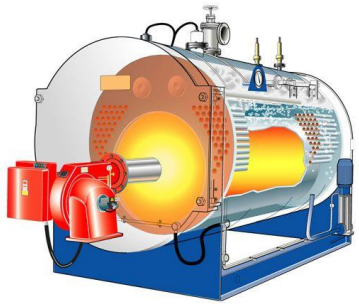
Geotermia, hidrotermia, solar, biomasa.

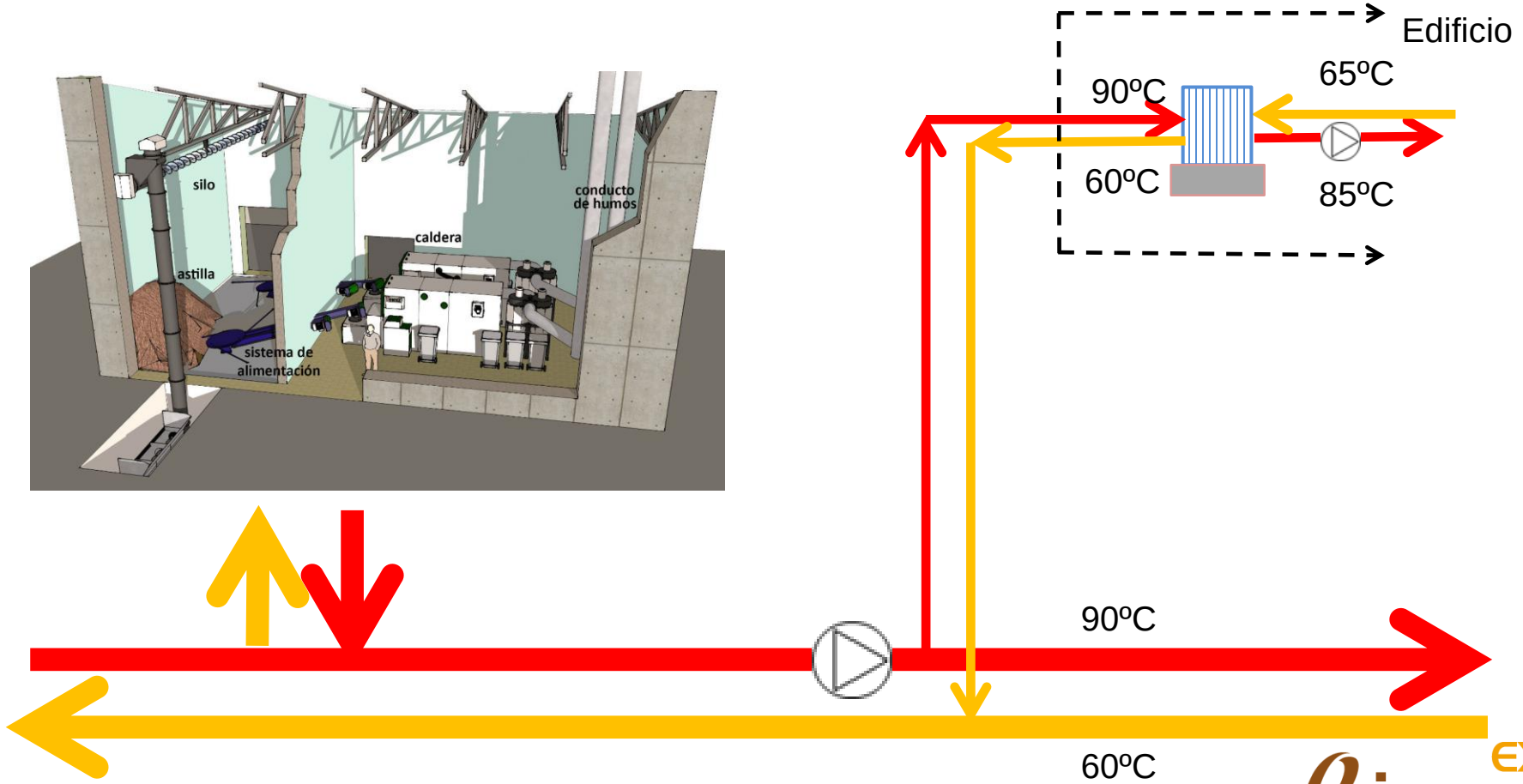
- **Residual:**

Data Centers, industrias con excedente térmico (valorización de residuos, cementeras, …).

expo Biomasa
6.7.8 MAYO 2025
VALLADOLID - SPAIN

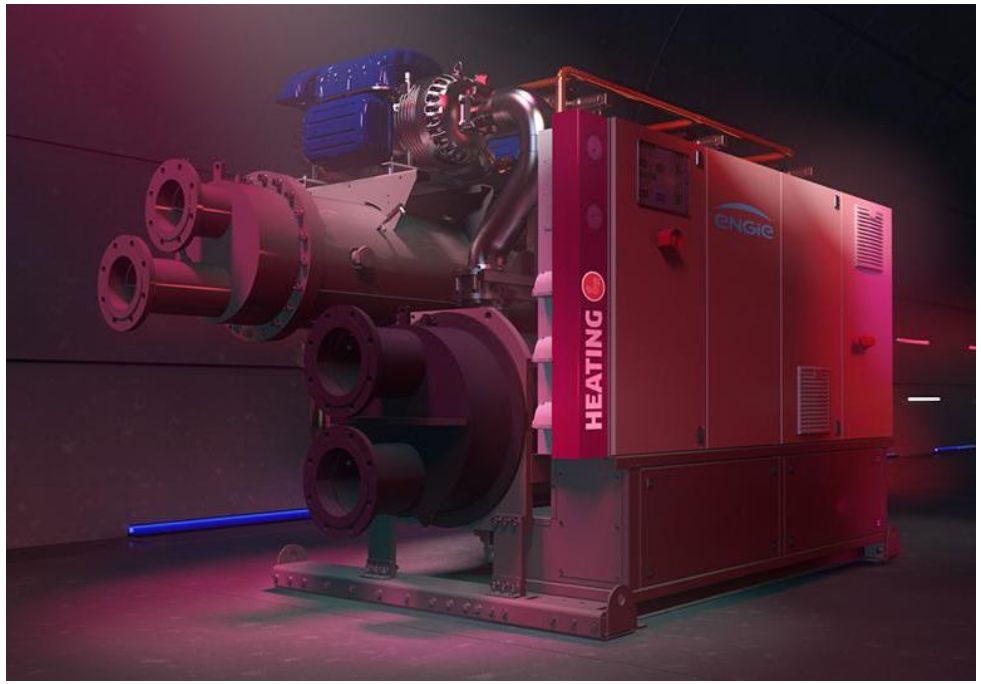
Tecnologías - Calderas

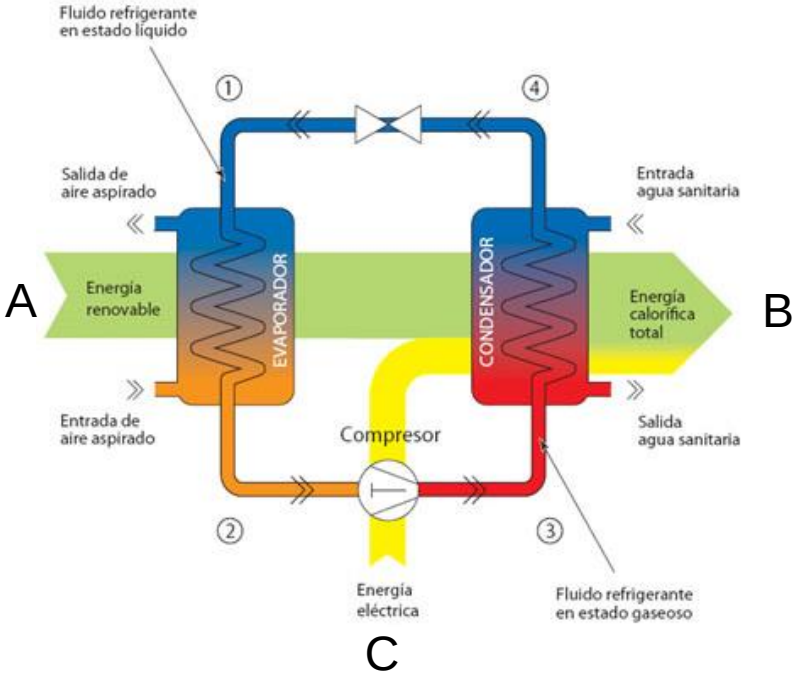




expo Biomasa
6.7.8 MAYO 2025
VALLADOLID - SPAIN

Tecnologías – Bombas de calor

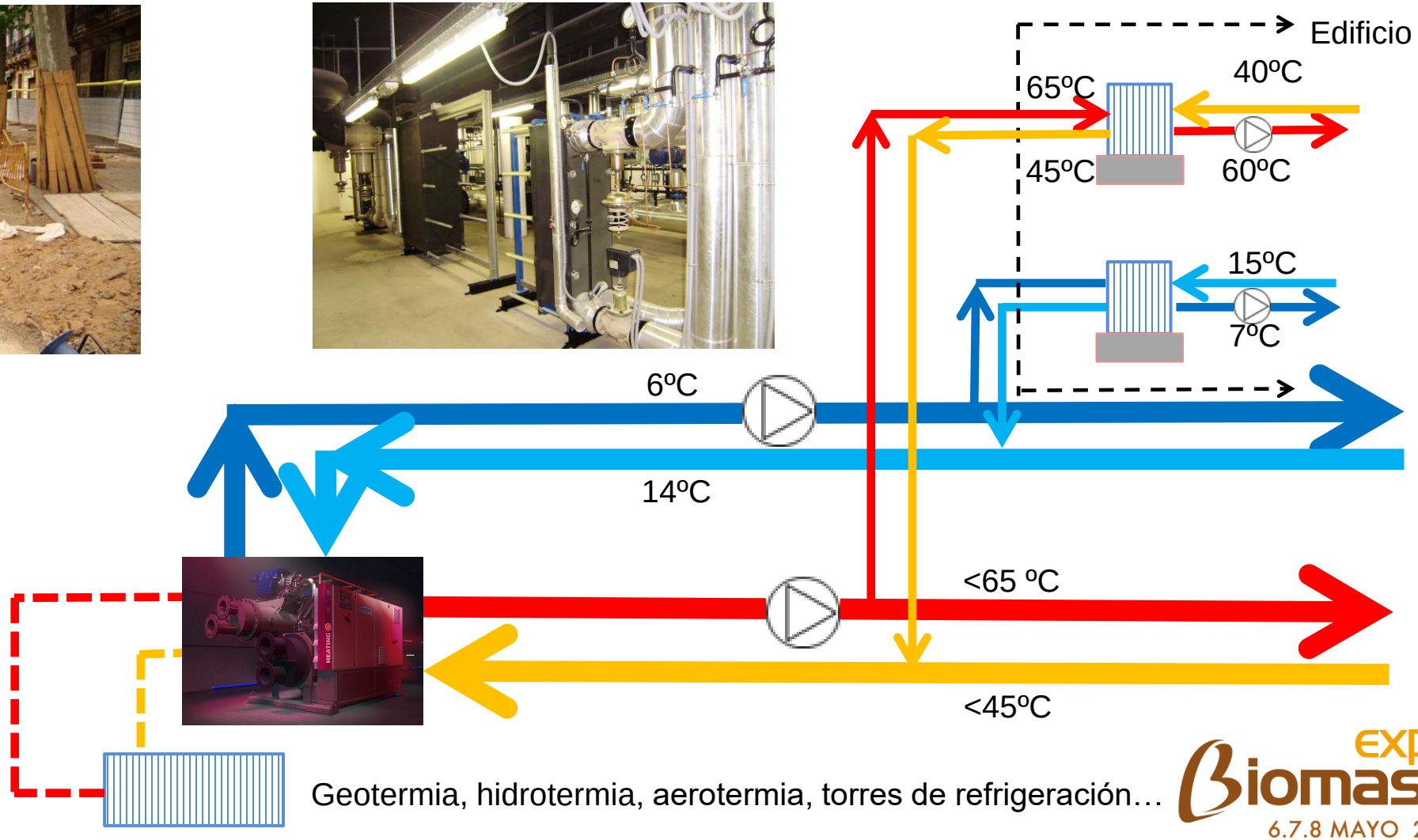




COP = B/C
EER = A/C

expo Biomasa
6.7.8 MAYO 2025
VALLADOLID - SPAIN

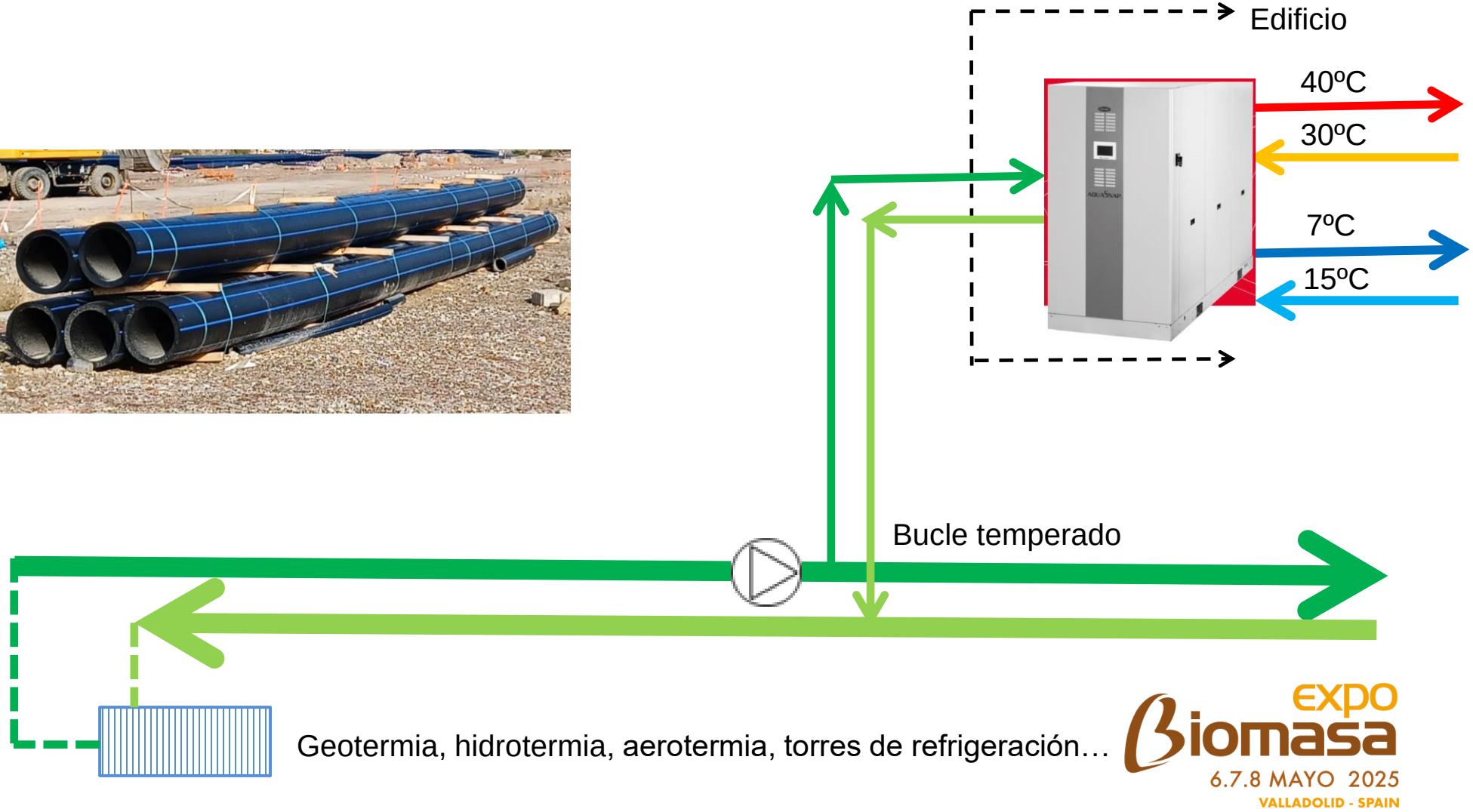
Tecnologías – Bombas de calor. Redes 4G



Geotermia, hidrotermia, aerotermia, torres de refrigeración…

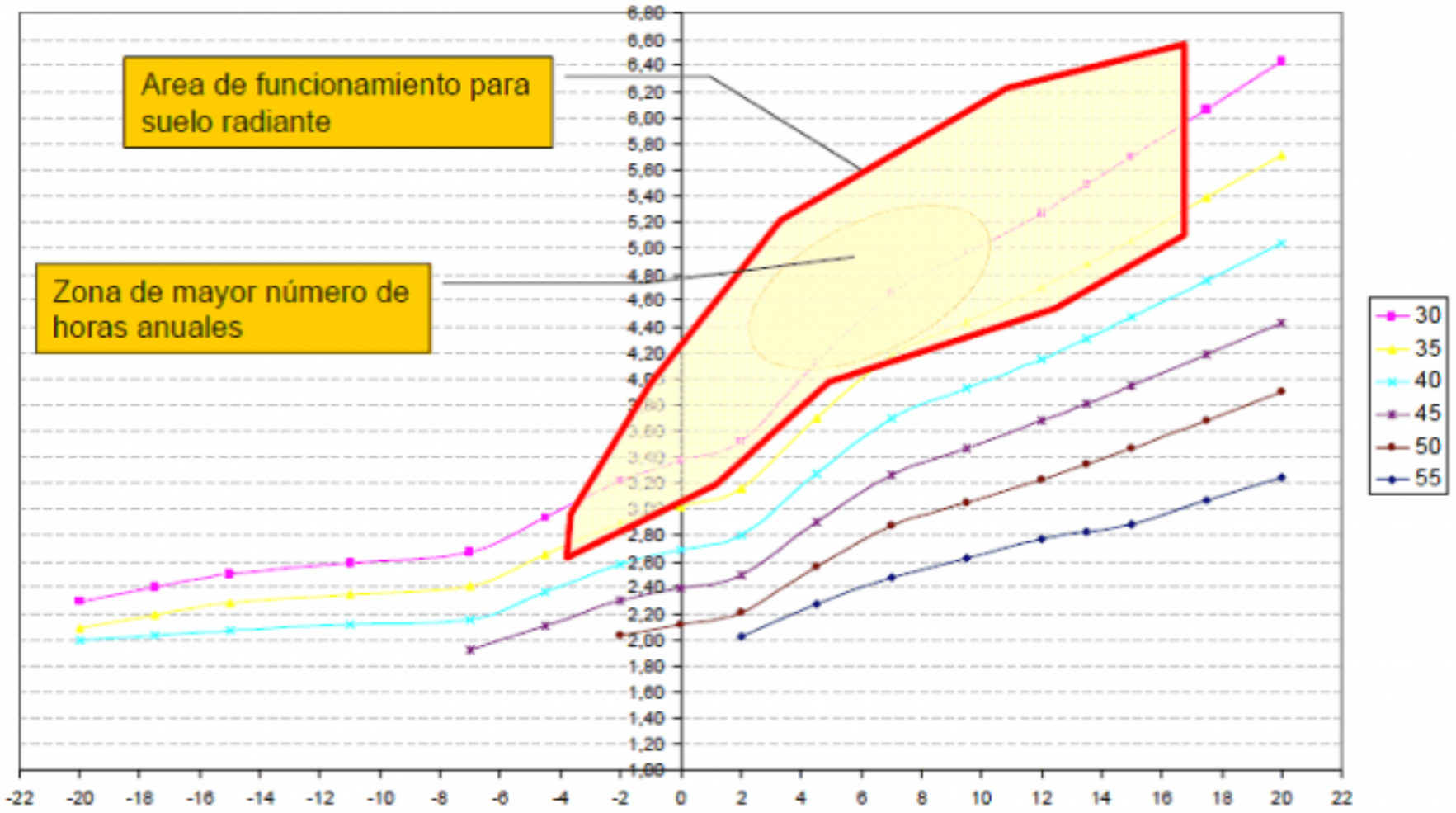
expo Biomasa
6.7.8 MAYO 2025
VALLADOLID - SPAIN

Tecnologías – Bombas de calor. Redes 5G



expo Biomasa
6.7.8 MAYO 2025
VALLADOLID - SPAIN

Tecnologías – Bombas de calor.



Gráfica COP Aerotermia (Fuente: Daikin)

expo Biomasa
6.7.8 MAYO 2025
VALLADOLID - SPAIN

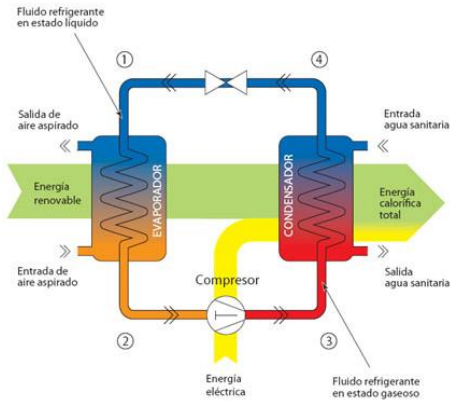
Tecnologías – Bombas de calor.

Tabla COP			Temperatura agua entrada evaporador dT 8ºC					
MODO SOLO CALOR			12	14	16	18	20	22
Temperatura agua salida condensador dT 15ºC	45	Pot calor kW	4394,7	4679,3	4973,3	5272,4	5584	5900,5
		Consumo elec kW	814,5	834,3	853,2	871,6	888,6	905
		COP	5,40	5,61	5,83	6,05	6,28	6,52
	50	Pot calor kW	4358,2	4629,9	4919,9	5197,2	5495,9	5799,7
		Consumo elec kW	883,8	904,2	923,5	942,1	959,2	975,6
		COP	4,93	5,12	5,33	5,52	5,73	5,94
	55	Pot calor kW	4311,9	4569,6	4837,3	5110	5395,1	5685,6
		Consumo elec kW	967,6	988,1	1007,5	1026,2	1043,3	1059,9
		COP	4,46	4,62	4,80	4,98	5,17	5,36
	60	Pot calor kW	4257,9	4502,1	4755,7	5014,8	5286,6	5563,9
		Consumo elec kW	1060,7	1081,3	1100,8	1119,6	1136,9	1153,1
		COP	4,01	4,16	4,32	4,48	4,65	4,83
	65	Pot calor kW	4196,5	4426,6	4667,3	4913,3	5171,2	5434,4
		Consumo elec kW	1163	1183,7	1203,1	1222	1239,3	1256,1
		COP	3,61	3,74	3,88	4,02	4,17	4,33

Tabla COP			Temperatura agua evaporador
MODO FRIO + CALOR			14/6ºC
Temperatura agua salida condensador dT 15ºC	45	Pot frío kW	3939,6
		Consumo elec kW	834,3
		EER	4,72
		EER+COP	10,33
	50	Pot frío kW	3820,2
		Consumo elec kW	904,2
		EER	4,22
		EER+COP	9,35
	55	Pot frío kW	3674,7
		Consumo elec kW	988,1
		EER	3,72
		EER+COP	8,34
	60	Pot frío kW	3512,6
		Consumo elec kW	1081,3
		EER	3,25
		EER+COP	7,41
	65	Pot frío kW	3333,3
		Consumo elec kW	1183,7
		EER	2,82
		EER+COP	6,56

Ejemplo bomba de calor agua-agua:

- Temperaturas evaporador: 14/6ºC
- Temperaturas condensador: 50/35ºC
- COP (modo calor) = 5,12
- EER (modo frío) = 4,22
- EER+COP = 9,35



expo Biomasa
6.7.8 MAYO 2025
VALLADOLID - SPAIN

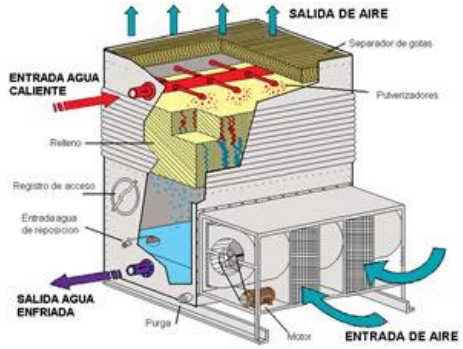
Tecnologías – Enfriadoras

Temp. de salida del agua refrigerada	Temp. ambiente (ºC)									
	21,00		25,00		30,00		35,00		40,00	
	Cap.	Pot.	Cap.	Pot.	Cap.	Pot.	Cap.	Pot.	Cap.	Pot.
(ºC)	KW	KW	KW	KW	KW	KW	KW	KW	KW	KW
5,00	33,59	8,81	31,63	9,08	29,84	9,36	28,20	9,65	26,42	10,13
6,00	34,72	8,94	32,66	9,22	30,79	9,51	29,07	9,80	27,27	10,29
7,00	35,93	9,13	33,77	9,41	31,80	9,70	30,00	10,00	28,17	10,50

Fuente: mundoclima.com

COP indicado por fabricante a temperatura exterior 35ºC = 3
A tener en cuenta, factor de ensuciamiento intercambiadores condensador, factor de degradación mecánica, bomba de primario, etc.
Estimación COP real = 2,5.

+

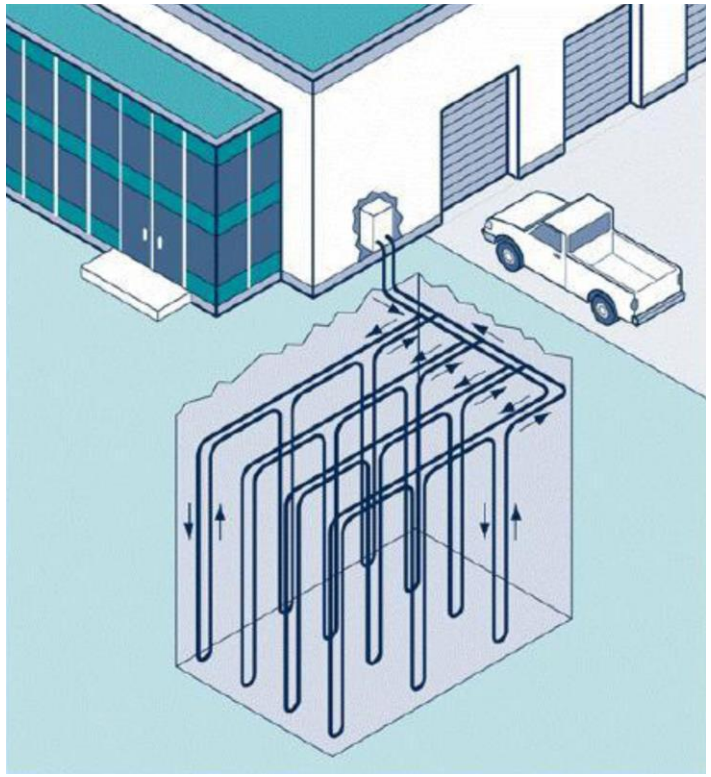


Output Type	Full Load (I-P)	Part Load (I-P)	Part Load (I-P)	Part Load (I-P)	Part Load (I-P)	Part Load (I-P)	Part Load (I-P)	Part Load (I-P)
Percent Load	100,00	90,00	80,00	70,00	60,00	50,00	40,00	30,00
Chiller Capacity	2.000, kW	1.800, kW	1.600, kW	1.400, kW	1.200, kW	1.000, kW	800,0 kW	600,0 kW
Chiller Input kW	318,6 kW	255,4 kW	205,4 kW	166,4 kW	141,1 kW	113,0 kW	92,00 kW	73,10 kW
Chiller Efficiency	0,1593 kW/kW	0,1419 kW/kW	0,1284 kW/kW	0,1189 kW/kW	0,1176 kW/kW	0,1130 kW/kW	0,1150 kW/kW	0,1219 kW/kW
Chiller COPR	6,277 kW/kW	7,047 kW/kW	7,788 kW/kW	8,413 kW/kW	8,505 kW/kW	8,847 kW/kW	8,695 kW/kW	8,206 kW/kW
NPLV.IP (COP)	8,391 kW/kW	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Cooler								
Entering Temp.	15,00 C	14,18 C	13,38 C	12,59 C	11,79 C	10,99 C	10,19 C	9,39 C
Leaving Temp.	7,00 C	7,00 C	7,00 C	7,00 C	7,00 C	7,00 C	7,00 C	7,00 C
Flow Rate	59,80 L/s	59,80 L/s	59,80 L/s	59,80 L/s	59,80 L/s	59,80 L/s	59,80 L/s	59,80 L/s
Pressure Drop	99,8 kPa	100, kPa	100, kPa	100, kPa	101 kPa	101 kPa	101 kPa	102 kPa
Condenser								
Leaving Temp.	25,00 C	24,11 C	23,24 C	22,39 C	21,57 C	20,75 C	20,27 C	19,80 C
Entering Temp.	20,00 C	19,67 C	19,33 C	19,00 C	18,67 C	18,33 C	18,33 C	18,33 C
Flow Rate	110,7 L/s	110,7 L/s	110,7 L/s	110,7 L/s	110,7 L/s	110,7 L/s	110,7 L/s	110,7 L/s

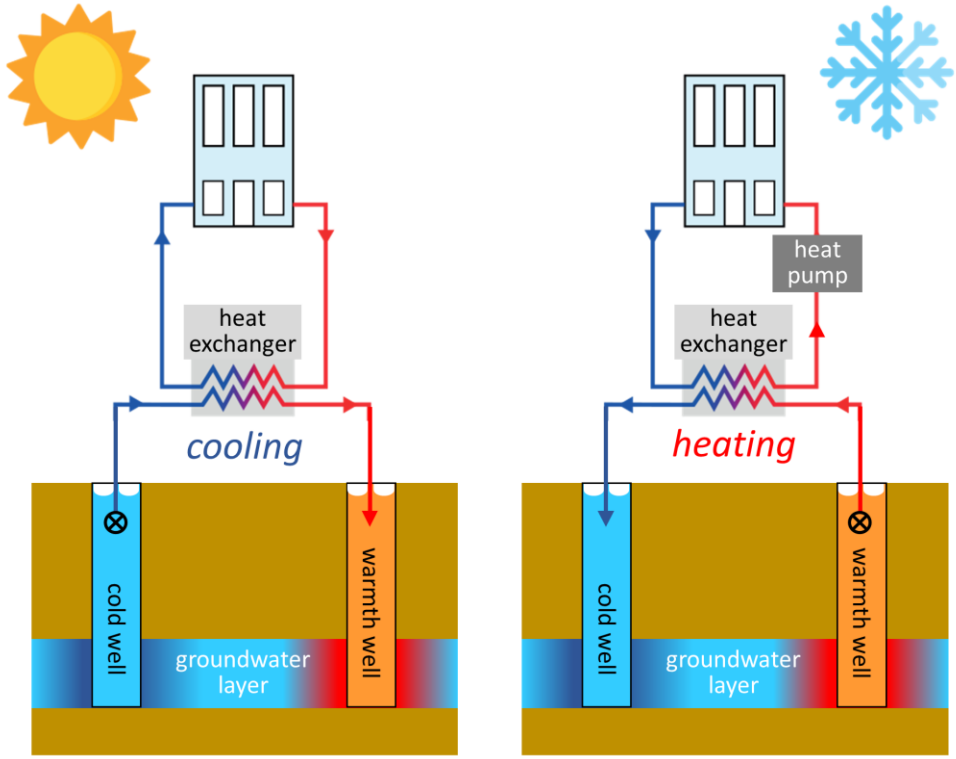
COP enfriadora a plena carga con T entrada condensador 20ºC = 6,27
COP enfriadora a carga 50% con T entrada condensador 18,3 ºC = 8,85
Estimación COP real incluyendo auxiliares = 5.

EXPO Biomasa
6.7.8 MAYO 2025
VALLADOLID - SPAIN

Tecnologías – Geotermia en bucle cerrado (BTES)

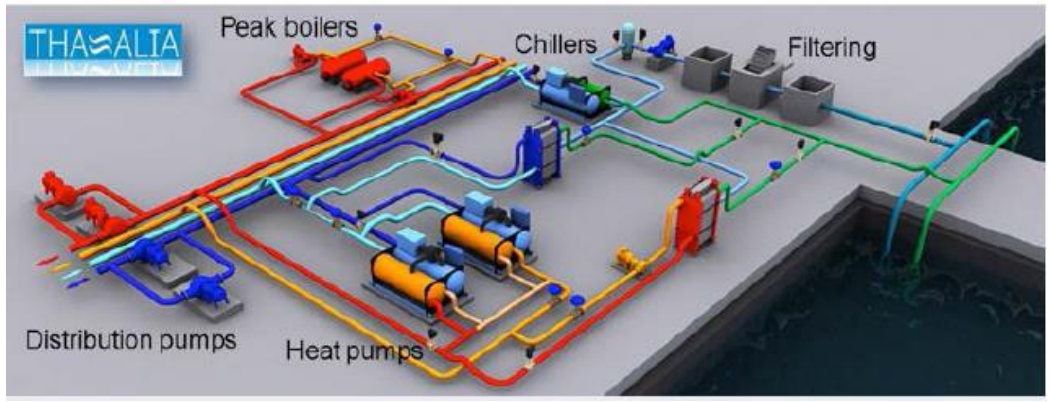


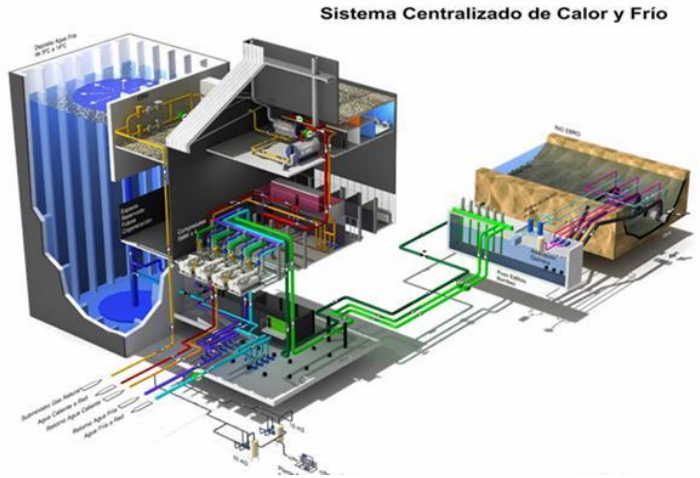
Tecnologías – Geotermia en bucle abierto (ATES)

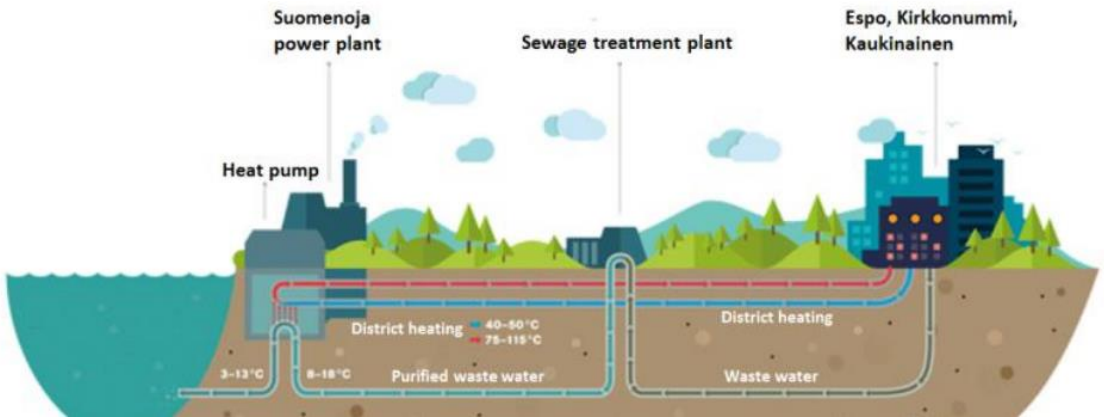


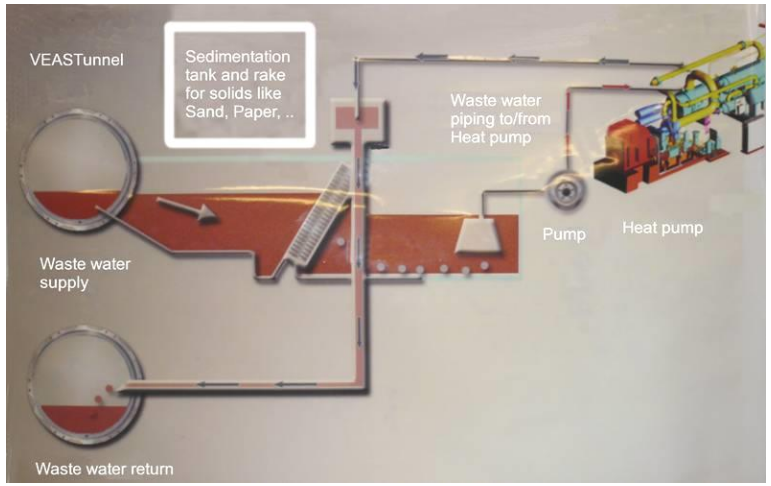
expo Biomasa
6.7.8 MAYO 2025
VALLADOLID - SPAIN

Tecnologías – Hidrotermia





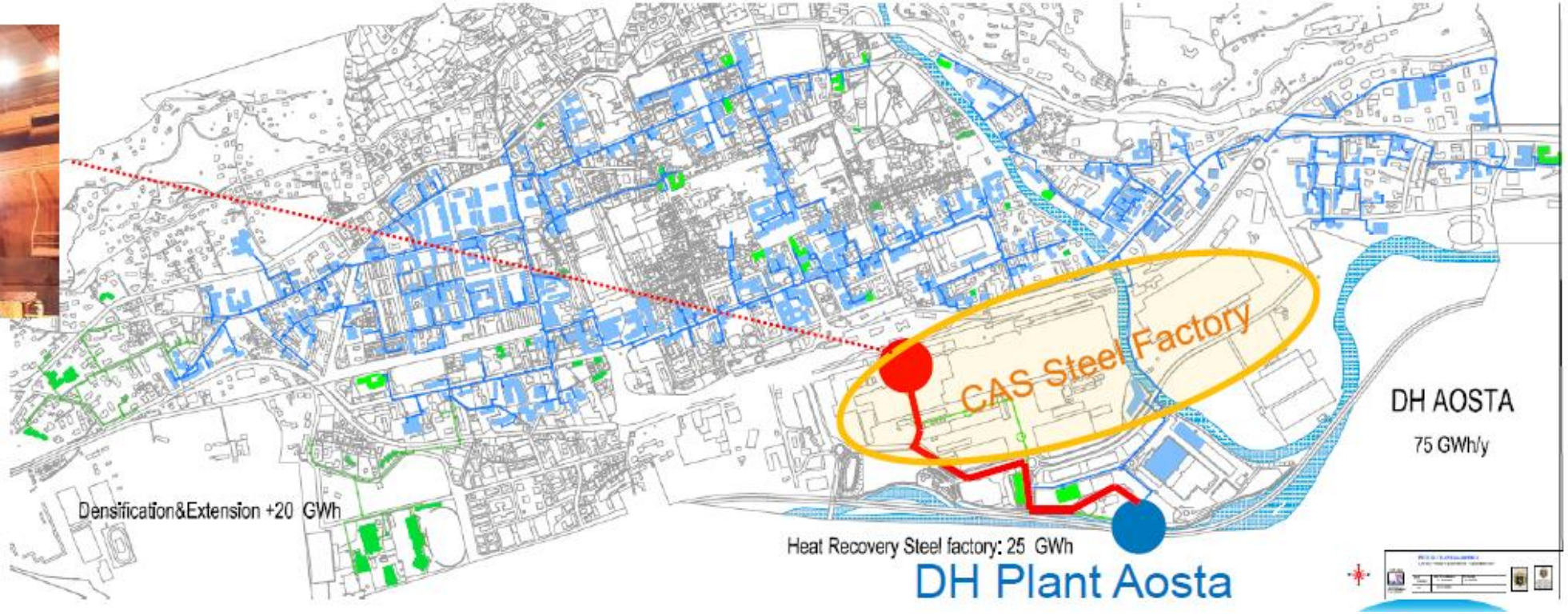




expo Biomasa
6.7.8 MAYO 2025
VALLADOLID - SPAIN

Tecnologías – Aprovechamiento de calor residual - Hornos

Furnace



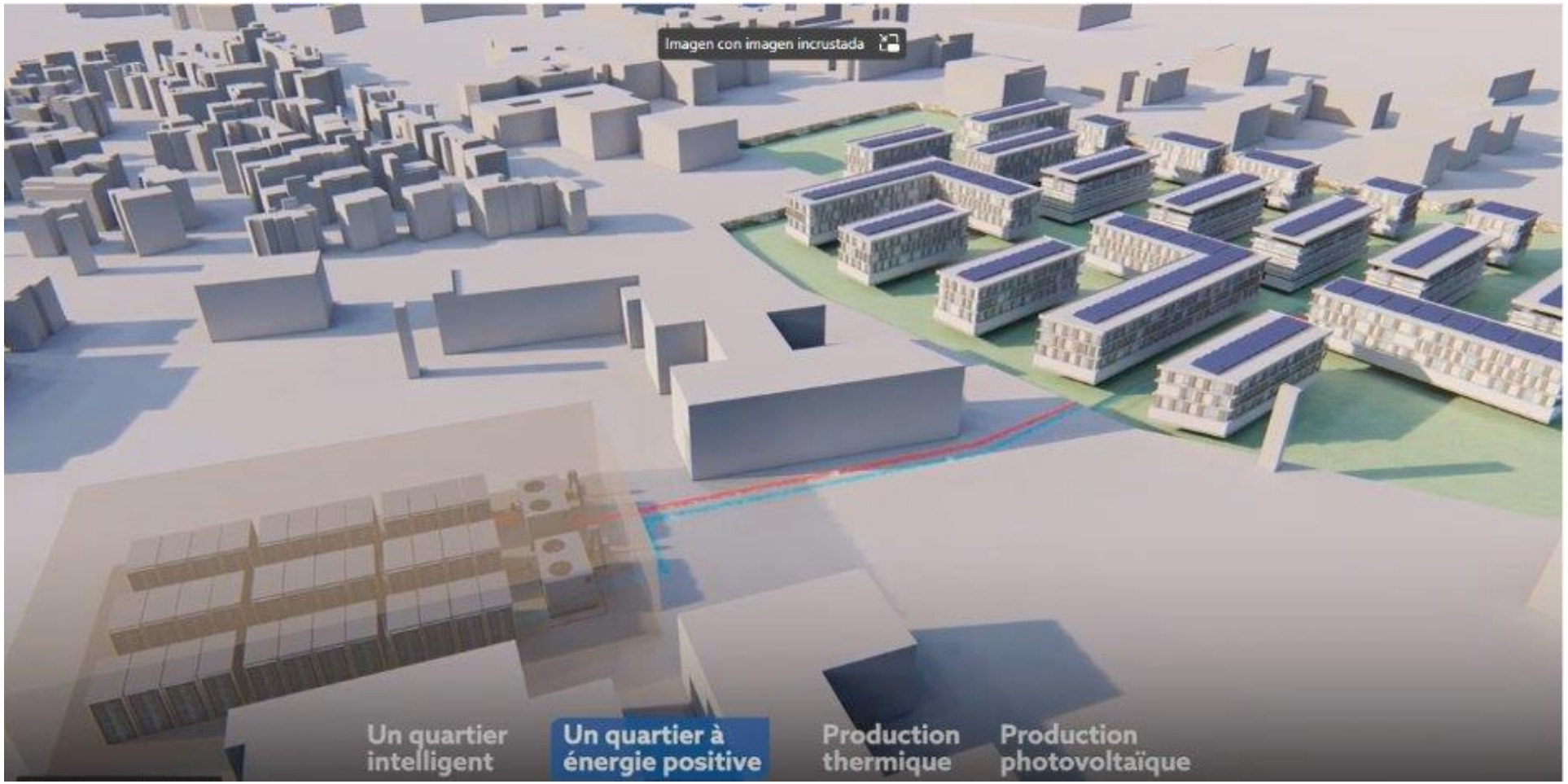
Conexión planta de producción de acero con planta district heating ≈1 km.

expo Biomasa
6.7.8 MAYO 2025
VALLADOLID - SPAIN

Tecnologías – Aprovechamiento de calor residual – Torres de refrigeración

- Recuperación de calor del proceso productivo de Yoplait
- Suministra energía mediante red de calor a 791 viviendas sociales en la ciudad de Vienne.
- Más de 3 GWh/año
- Reducción de emisiones del 50%

Tecnologías – Aprovechamiento de calor residual – Data centers



expo Biomasa
6.7.8 MAYO 2025
VALLADOLID - SPAIN

Tecnologías – Energía solar térmica y acumulación estacional

Fuente: https://www.solar-district-heating.eu/

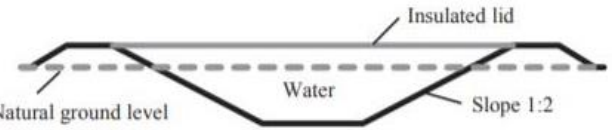
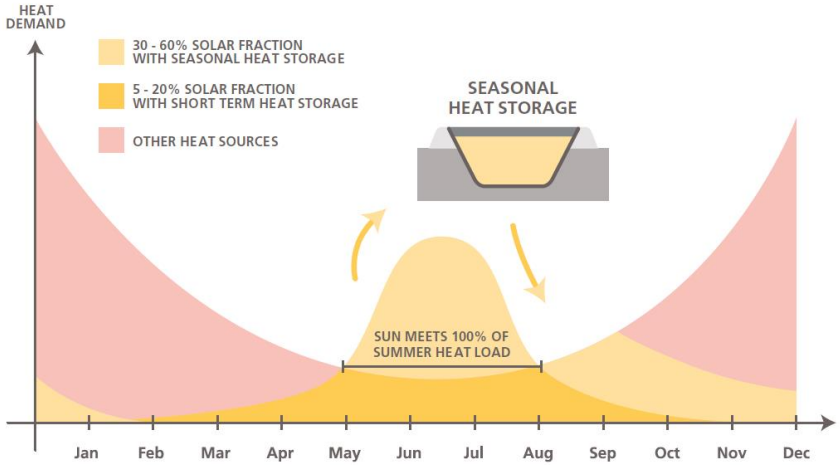
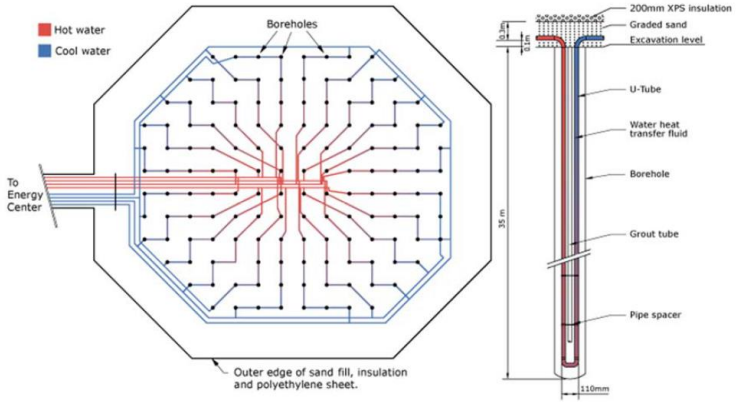


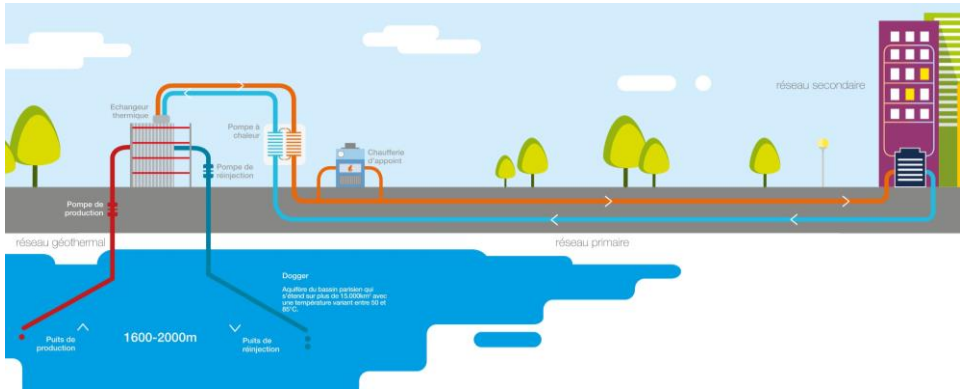
Figure 4. Stylized cross section of the PTES in Marstal.



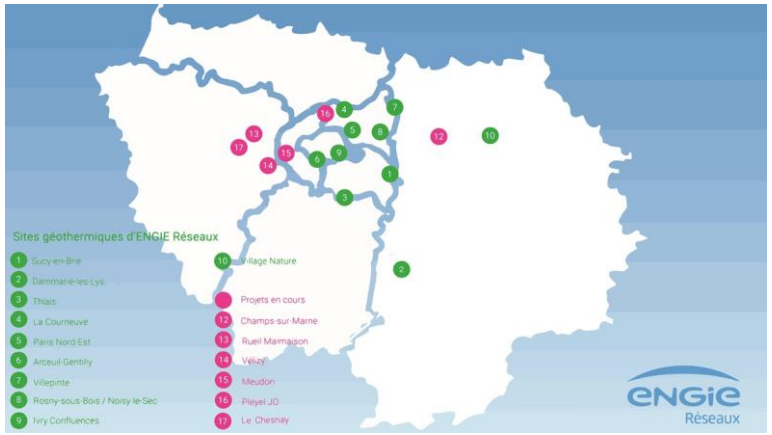


expo Biomasa
6.7.8 MAYO 2025
VALLADOLID - SPAIN

Tecnologías – Geotermia profunda



Esquema típico red de calor con geotermia profunda en cuenca de París.



Ejemplos proyectos de geotermia produnda en cuenca de parís.

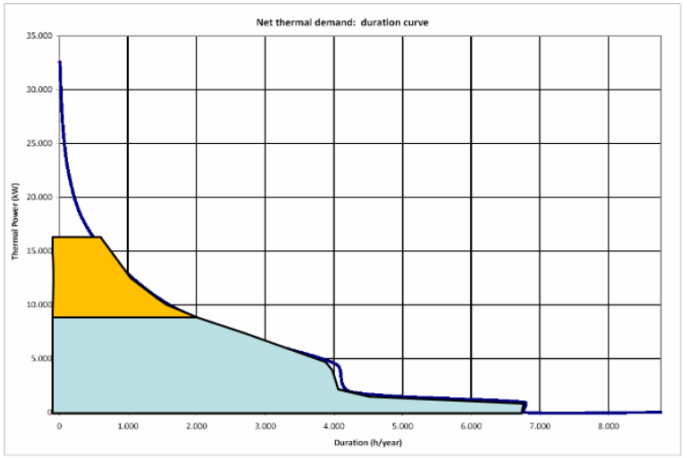
TYPICAL COST BREAKDOWN (10^3€) FOR A GEOTHERMAL DOUBLET

CAPEX	min	max
Mining		
Well drilling/completion	8500	9000
Primary (geothermal) loop	1200	1300
Geothermal heat exchanger	300	400
Total	10000	10700
Surface		
Secondary (grid) loop	600	700
Heat plant	800	900
Grid (piping)	8000	10000
Grid (substations)	2500	3000
Total	11900	14600
GRAND TOTAL	21900	25300

OPEX	min	max
Mining		
P1 Power, chemicals, consummables	200	250
P2 Monitoring, light maintenance	75	90
Heavy duty maintenance, well workover, on duty call	250	300
Miscellaneous	30	50
Total	555	690
Surface		
P1 Power, chemicals	40	50
P2 Heat plant/grid monitoring/maintenance	400	450
P3 Provisions for depreciation	250	350
Miscellaneous	40	60
Total	730	910
GRAND TOTAL	1285	1600

	BREAKEVEN WORST CASE	BREAKEVEN BEST CASE	SELLING COST MEDIUM CASE
CAPEX (10^3€)	25000	22000	23000
OPEX (10^3€/yr)	1600	1285	1400
SUBSIDY (% CAPEX)	0	35	25
BREAKEVEN (€/MWh$_t$)	**81**	**56**	**64**

EGEC GEOTHERMAL



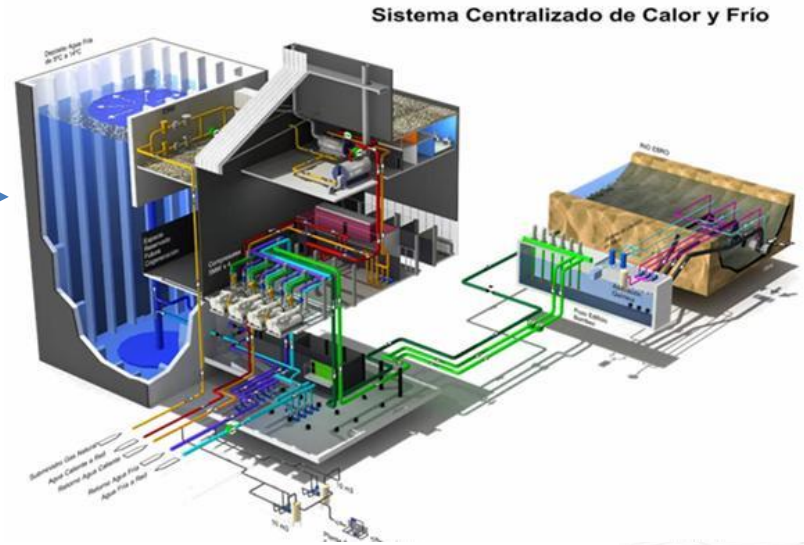
Esquema típico de monótona de funcionamiento. Fuente: ENGIE

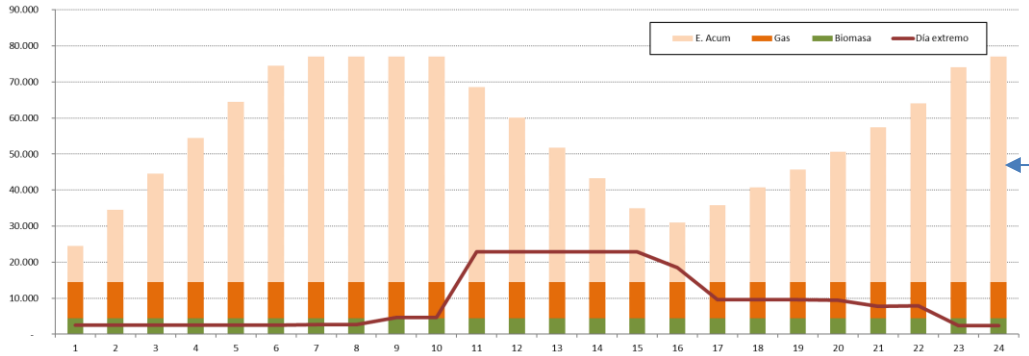
Imagen central Argeo en cuenca de París:
Geotermia + bombas de calor = 15 MW
Calderas de gas para puntas = 18 MW

expo Biomasa
6.7.8 MAYO 2025
VALLADOLID - SPAIN

Tecnologías – Thermal Energy Storage (TES)

Depósito acumulación Frío 11.000 m^3
Fuente: Districlima Zaragoza





Simulación día extremo, fase 1.
Fuente: Districalor Renovable de Pamplona SL.

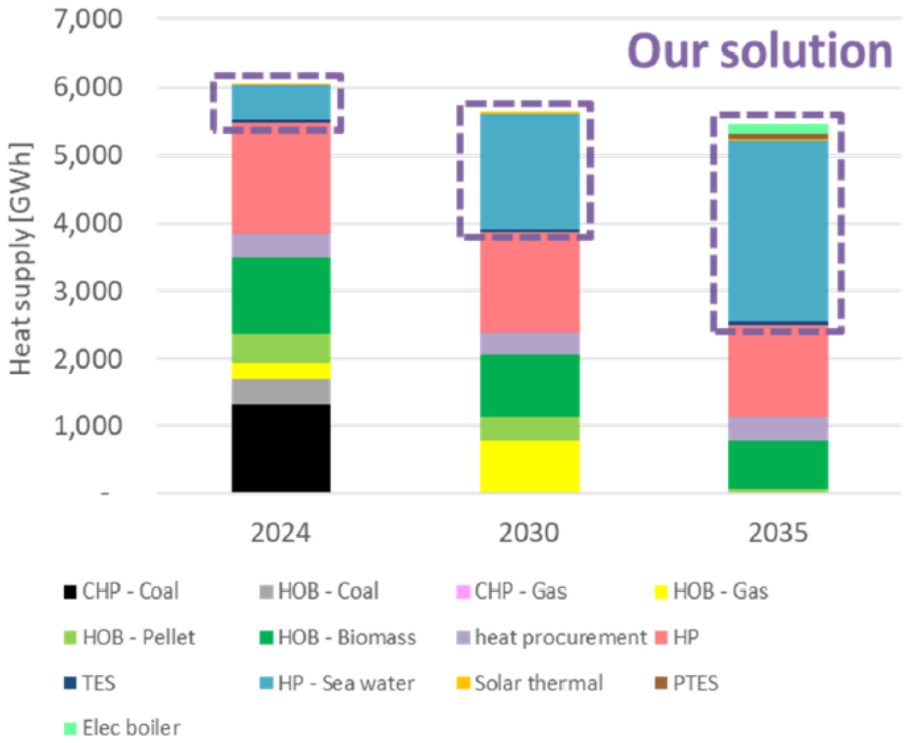
Depósito acumulación calor 1.800 m^3

Fuente: Districalor Renovable de Pamplona.

expo Biomasa
6.7.8 MAYO 2025
VALLADOLID - SPAIN

Tecnologías - Integración de varias tecnologías por fases

Ejemplo Helsinki Energy Challenge (documentos públicos descargables en https://energychallenge.hel.fi/). Ejemplo proyecto ganador HIVE (ENGIE)



Time period	Till 2024	2024-29	2029-35
SWHP (MW_{th})	60	180	220
ST (MW_{th})	25	25	
BTES (MW_{th}/MWh)		100/200	50/100
PTES (MW_{th}/MWh)			275/45
EB (MW_{th})			280

Leyenda acrónimos:
SWHP: Sea Water Heat Pump
ST: Solat Thermal
BTES: Borehole Thermal Energy Storage
PTES: Pit Thermal Energy Storage
EB: Electric Boiler

expo Biomasa
6.7.8 MAYO 2025
VALLADOLID - SPAIN

Jordi Serra Muñoz

Area Manager BD Local Energy Infraestructures

ENGIE

Jordi.serra@engie.com

Expo Biomasa
6.7.8 MAYO 2025
VALLADOLID - SPAIN