genera

FERIA INTERNACIONAL DE ENERGIA Y MEDIO AMBIENTE

La eficiencia energética en entornos urbanos como herramienta para mitigar el cambio Climático

Aprovechamiento de la energía térmica de las redes de infraestructuras urbanas.

Recuperación y uso de calor de las aguas residuales en el Centro Deportivo Municipal de Moratalaz. Madrid

14 de junio de 2018

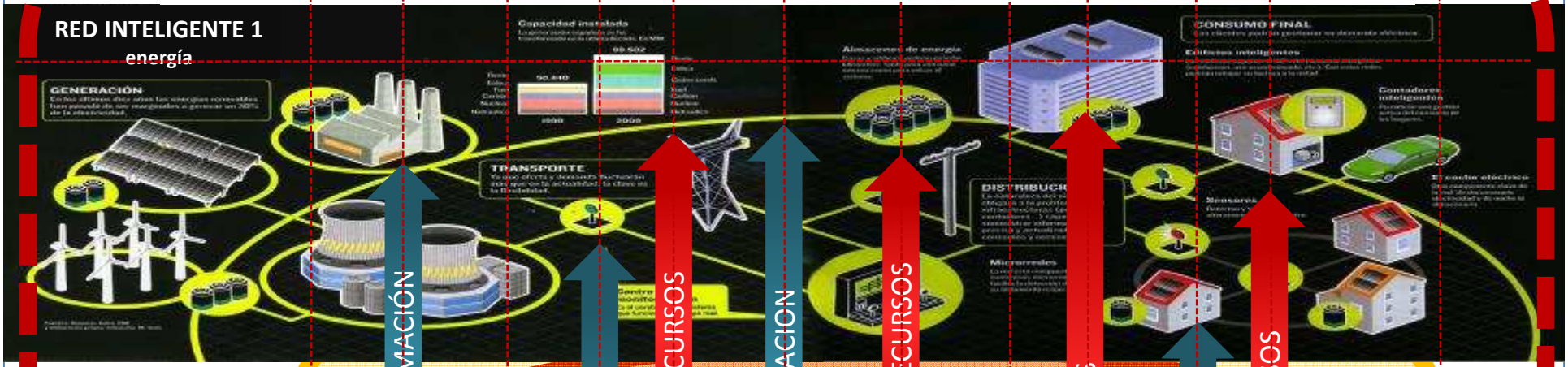
Luis de Pereda Fernández

eneres
sistemas energéticos sostenibles
www.eneres.es

Madrid Subterra

GESTION INTEGRAL - AUTOREGULACIÓN - INFORMACIÓN

APROVECHAMIENTO INTEGRAL DE LOS RECURSOS DE LAS REDES DE INFRAESTRUCTURAS



RED INTELIGENTE 2
edificación subterranea

RED INTELIGENTE 3
redes de agua y saneamiento

RED INTELIGENTE 4
Infraestructuras de transporte

RED INTELIGENTE 5
Movilidad urbana

Aprovechamiento de la energía térmica de las redes de infraestructuras urbanas.
Recuperación y uso de calor de las aguas residuales en el Centro Deportivo Municipal de Moratalaz. Madrid

eneres
sistemas energéticos sostenibles
www.eneres.es

Madrid subterra

genera
FERIA INTERNACIONAL DE ENERGIA Y MEDIO AMBIENTE

1.ANTECEDENTES. 2009/2018. Realizaciones.

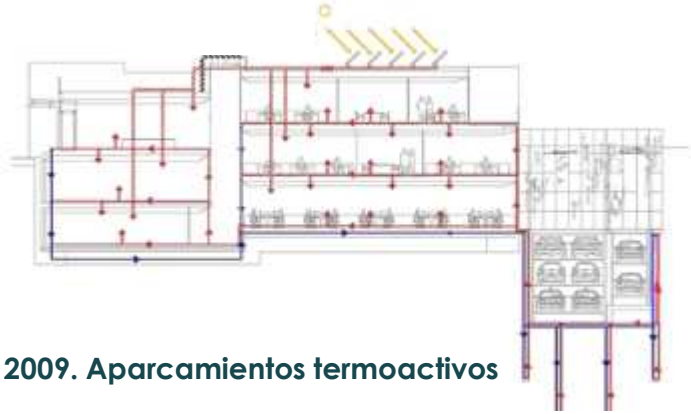
2011. Guía FENERCOM. CAM

2009. EMV. Edificio dotacional geotérmico / solar

Madrid subterra

2014. Asociación Madrid Subterra

2011/2014. Túneles de Calle 30



2009. Aparcamientos termoactivos

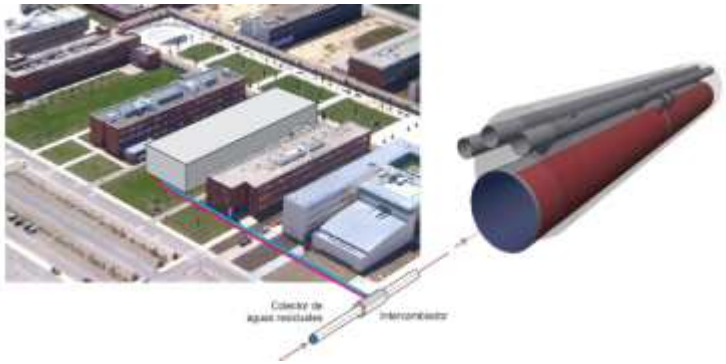
Aprovechamiento de la energía térmica de las redes de infraestructuras urbanas.
Recuperación y uso de calor de las aguas residuales en el Centro Deportivo Municipal de Moratalaz. Madrid

eneres
sistemas energéticos sostenibles
www.eneres.es

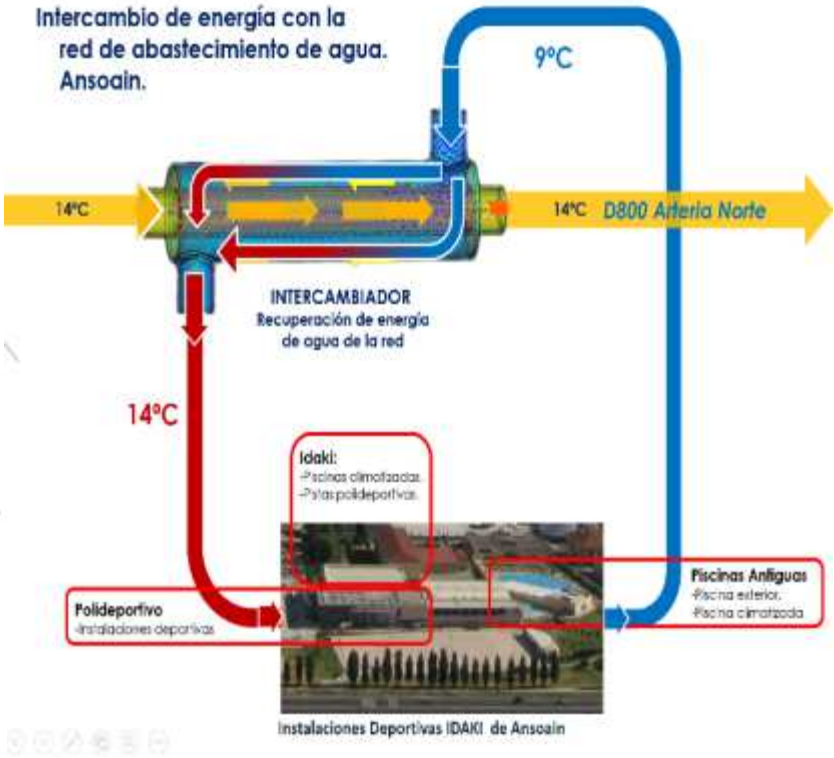
Madrid subterra

genera
FERIA INTERNACIONAL DE ENERGIA Y MEDIO AMBIENTE

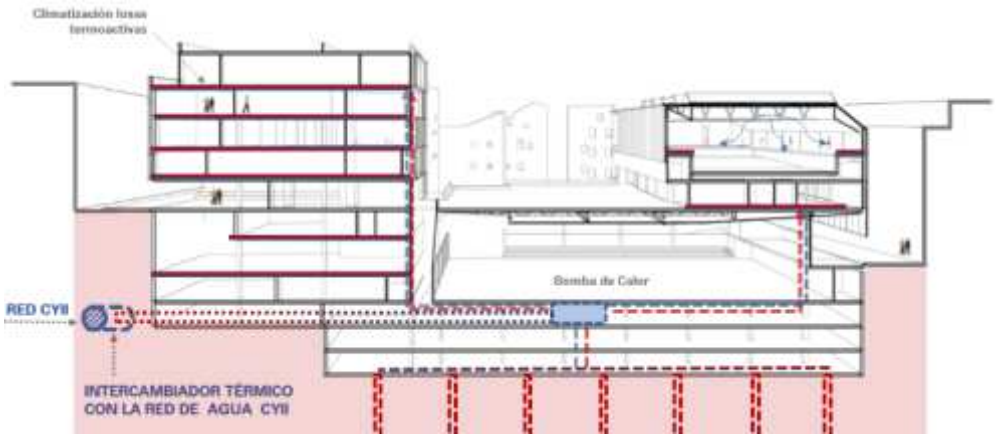
1.ANTECEDENTES. 2009/2018. Realizaciones.



2011. Universidad Aveiro + Aguas de Portugal



2013 / 2016. SODENA + Ayto. Ansoain + Mancomunidad Comarca de Pamplona



2017 / 2018 . Ayuntamiento de Madrid + Canal de Isabel II, CYII
Proyecto

2. EL CENTRO DEPORTIVO Y LA OPORTUNIDAD ENERGÉTICA

Construido en 1990 el Centro Deportivo Municipal Moratalaz, CDM, cuenta con una superficie construida de **7.350 m2** en dos plantas sobre rasante y una planta bajo rasante. Operado por **136 empleados** municipales, da servicio anualmente a **580.000 usuarios**, en turnos de **14 y 12 horas al día, todos los días del año.**

Piscina Cubierta (edificio exento).

Piscina Cubierta (vaso de 25 m).

2. EL CENTRO DEPORTIVO Y LA OPORTUNIDAD ENERGÉTICA

A la intensa condición de uso corresponde un importante consumo energético, especialmente intenso en la piscina cubierta del CDM , en la que se concentra el uso de calor para el calentamiento de agua de la piscina, la calefacción del recinto, el calentamiento del aire deshumectado y la producción de agua caliente sanitaria.

Producción de ACS

Deshumectación

Calentamiento agua piscina

Calefacción

CONSUMOS ANUALES CDM:

- **Electricidad: 661.658 kWh. / Año.**
- **Gas: 1.359.206 kWth./ Año**
- **Agua: 121.946 m3 / Año**

EMISIONES :

- Electricidad: 218.347 kg de CO /Año
- Gas: 277.278 kg de CO/ Año

CONSUMOS ANUALES PISCINA CUBIERTA:

- **Gas: 960.703 kWth./ Año**

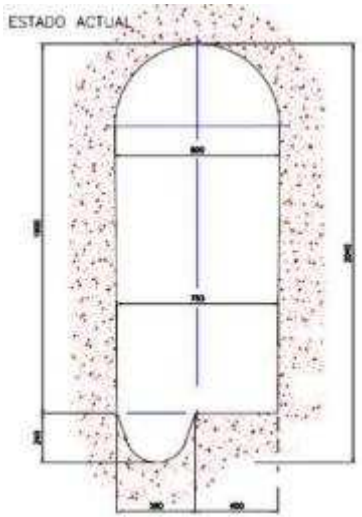
EMISIONES :

- Gas: 195.980 kg de CO/ Año

2. EL CENTRO DEPORTIVO Y LA OPORTUNIDAD ENERGÉTICA

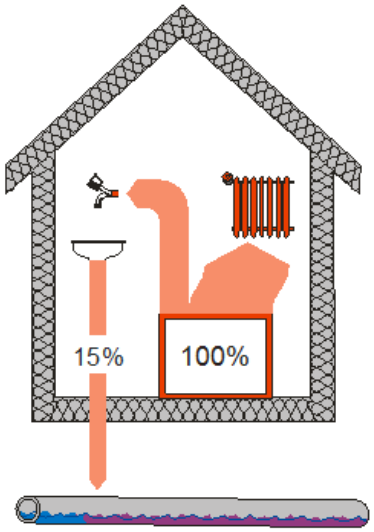
Junto al CDM discurre un colector visitable de aguas residuales una temperatura media de 15ºC y con un caudal medio de 50 L/s = 180 m3/h . Un recurso continuo y gratuito de energía hasta hoy desperdiciada y una enorme oportunidad energética.

Waste water flow		
Volume flow	V1	0.0500 m³/s
		50.0 l/s
Temperature waste water in	TH	15.00 °C
Temperature waste water out	TA	13.88 °C



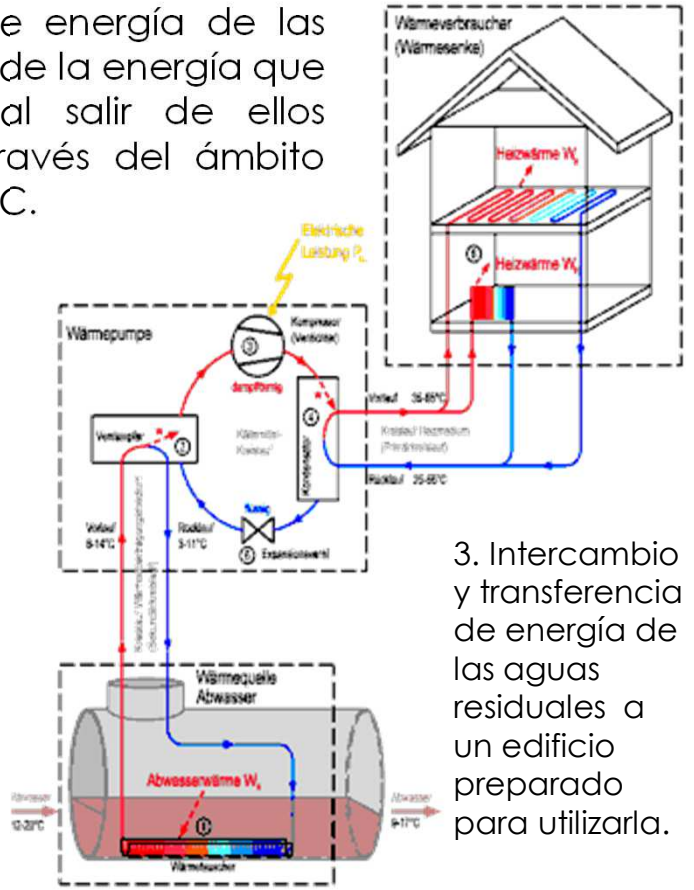
3. EL INTERCAMBIO ENERGÉTICO CON LA RED DE AGUA RESIDUAL

La recuperación y el uso, como recursos primarios, de energía de las aguas residuales, es un recurso muy valioso. Más del 15% de la energía que introducimos en nuestros hogares, se desperdicia al salir de ellos incorporada a las aguas residuales , que fluyen a través del ámbito geotérmico del subsuelo a temperaturas entre 15ºC y 20ºC.



1 Vertido de energía

2. Captación de energía

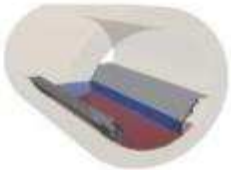


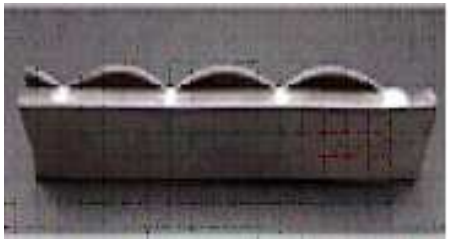
3. Intercambio y transferencia de energía de las aguas residuales a un edificio preparado para utilizarla.

3. Intercambio y transferencia

3. EL INTERCAMBIO ENERGÉTICO CON LA RED DE AGUA RESIDUAL

El desarrollo de la tecnología y la técnica para el intercambio térmico con el agua residual en los colectores de la red de alcantarillado y la incorporación de intercambiadores en la red existente para activar su capacidad de recuperación de energía desperdiciada, ha experimentado una importante evolución tanto en la tecnología de intercambio, como en los intercambiadores específicamente diseñados para cada caso, como en la técnica constructiva que permite su incorporación.





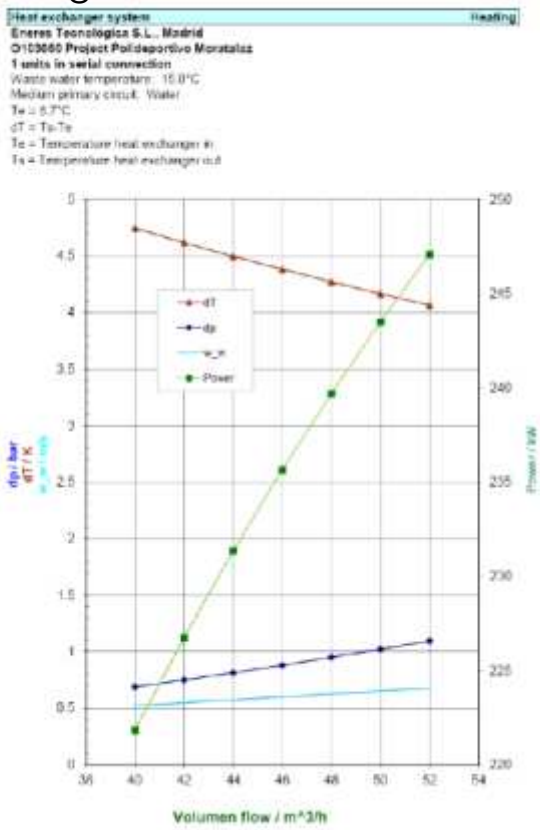
4. PROYECTO DE CAPTACIÓN Y USO DE CALOR DE LA RED DE ALCANTARILLADO

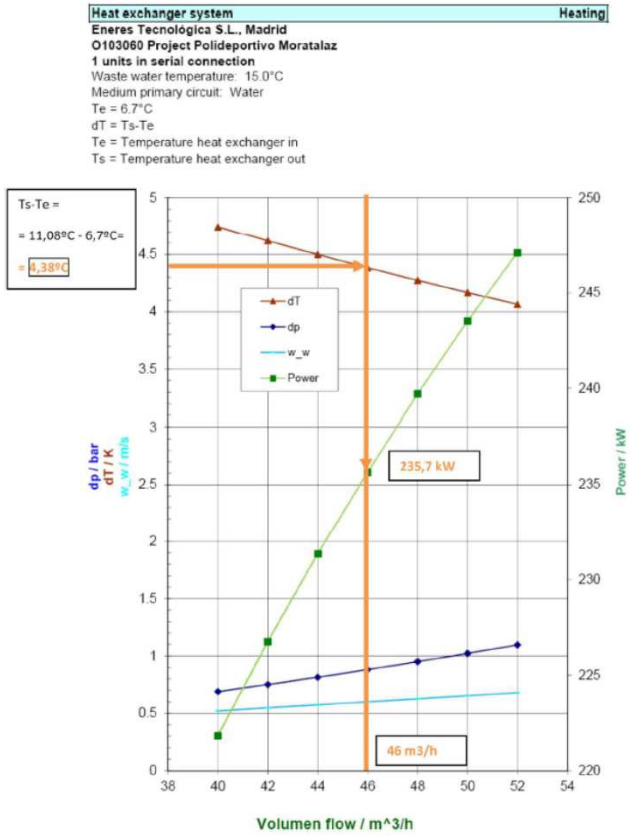
KASAG

KASAG Swiss AG
Hohgantweg 4
3550 Langnau i.E.

Heatexchanger System		Heating
Eneres Tecnológica S.L., Madrid		
O103060 Project Polideportivo Moratalaz		
Construction datas		
Amount units in serial connection	n	1 -
Amount of units	Z	46 -
Total lenght	L	144 m
Construction of single element		
Lenght of one unit	l	3000 mm
Widht of chamber	b	233 mm
Amount of chambers	nk	3 -
Pressure drop		
Pressure drop heatexchanger	dptot	0.59 bar
Pressure drop piping	dptot	0.29 bar
Total pressure drop	dp	0.88 bar
Waste water flow		
Volume flow	V1	0.0500 m³/s
		50.0 l/s
Temperature waste water in	TH	15.00 °C
Temperature waste water out	TA	13.88 °C
Primary circuit		
Volume flow	V2	46.00 m³/h
		12.78 l/s
Volume flow per unit	VE	0.27 l/s
Flow speed chamber	w_w	0.60 m/s
Temperature in	Te	6.70 °C
Temperature out	Ts	11.08 °C
Medium		Water
Power of System		
Coefficient of heat transmission	k	402 W/m²K
Fouling-Faktor	f	670 W/m²K
Effectiveness	E	0.53 -
Retention time	t	14.97 s
Power per unit		**4.910 kW**
Power Total		**235.7 kW**
Power / Surface		**2.34 kW/m²**

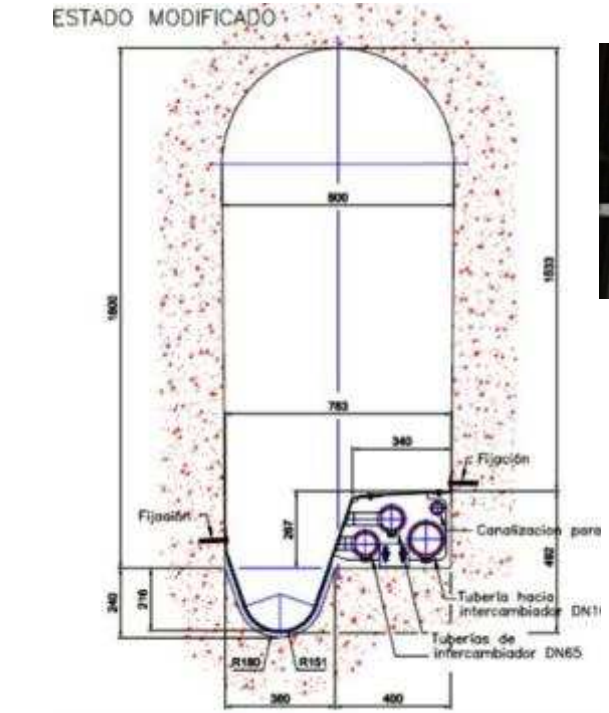
El colector del CDM puede suministrar 247 kW térmicos con un caudal de 46 m3/hora, y un salto térmico de 4,38ºC, mediante la integración de un intercambiador de 144 m de longitud.

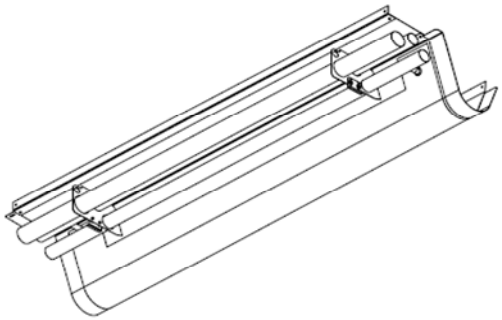


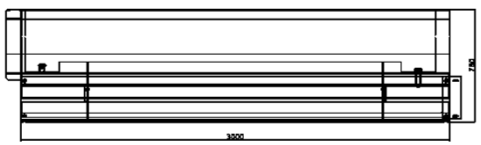


4. PROYECTO DE CAPTACIÓN Y USO DE CALOR DE LA RED DE ALCANTARILLADO

El intercambiador discurrirá a lo largo del colector de aguas residuales y está constituido por 48 módulos de 3 metros de longitud cada uno. Ha sido diseñado y fabricado específicamente para adecuarse a las características del colector, funcionalidad y muy bajo mantenimiento.

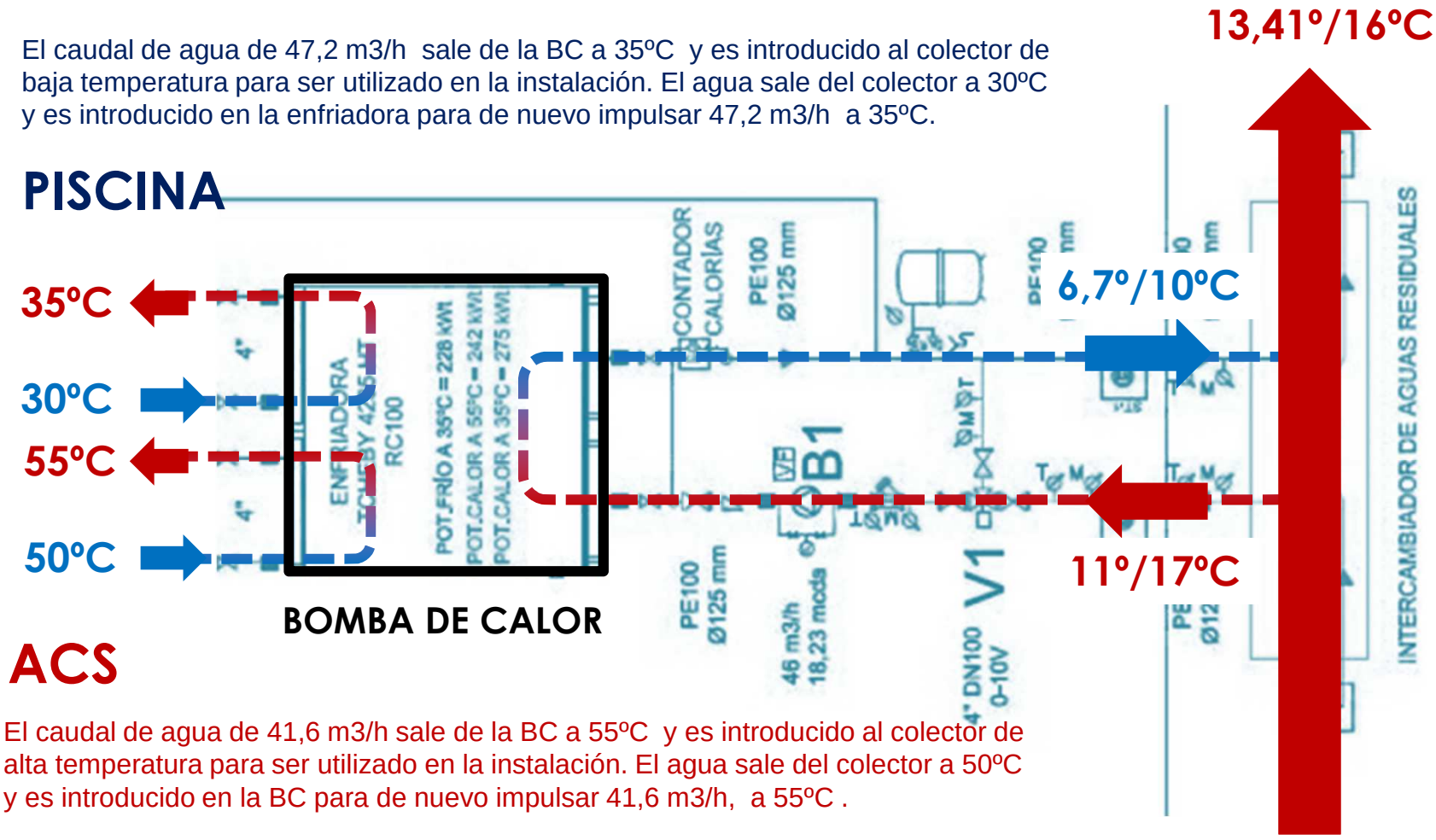






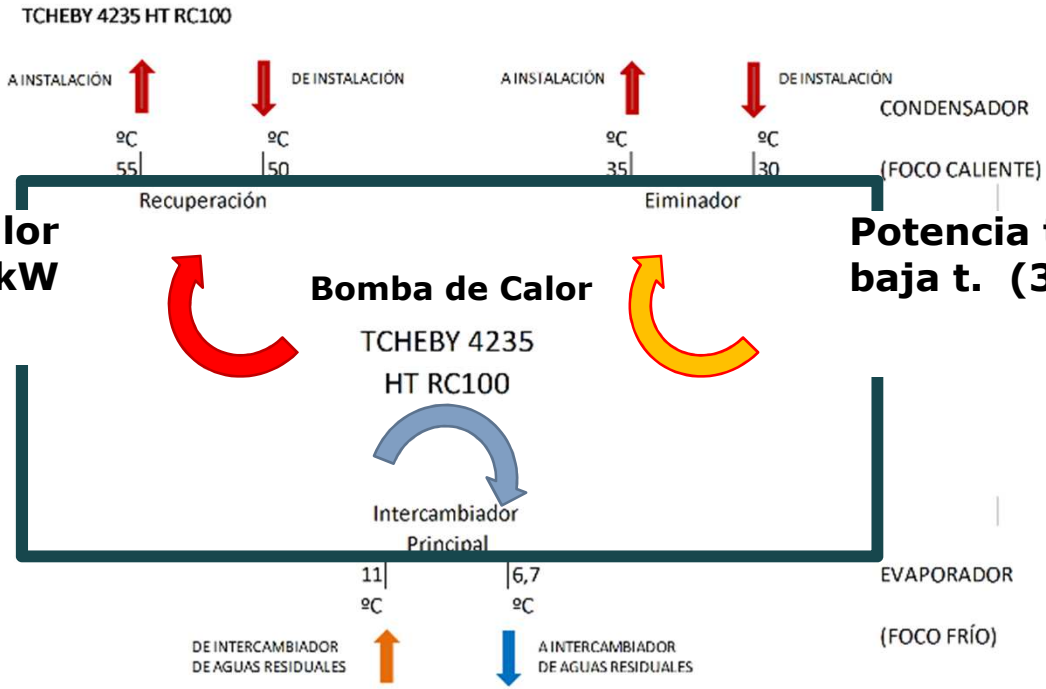
4. PROYECTO DE CAPTACIÓN Y USO DE CALOR DE LA RED DE ALCANTARILLADO

El caudal de agua de 47,2 m3/h sale de la BC a 35ºC y es introducido al colector de baja temperatura para ser utilizado en la instalación. El agua sale del colector a 30ºC y es introducido en la enfriadora para de nuevo impulsar 47,2 m3/h a 35ºC.



El caudal de agua de 41,6 m3/h sale de la BC a 55ºC y es introducido al colector de alta temperatura para ser utilizado en la instalación. El agua sale del colector a 50ºC y es introducido en la BC para de nuevo impulsar 41,6 m3/h, a 55ºC .

4. PROYECTO DE CAPTACIÓN Y USO DE CALOR DE LA RED DE ALCANTARILLADO



Potencia térmica calor alta t.(55ºC): 241kW

Potencia térmica calor baja t. (35ºC): 275 kW

Potencia frigorífica evaporador: 228,2 kW

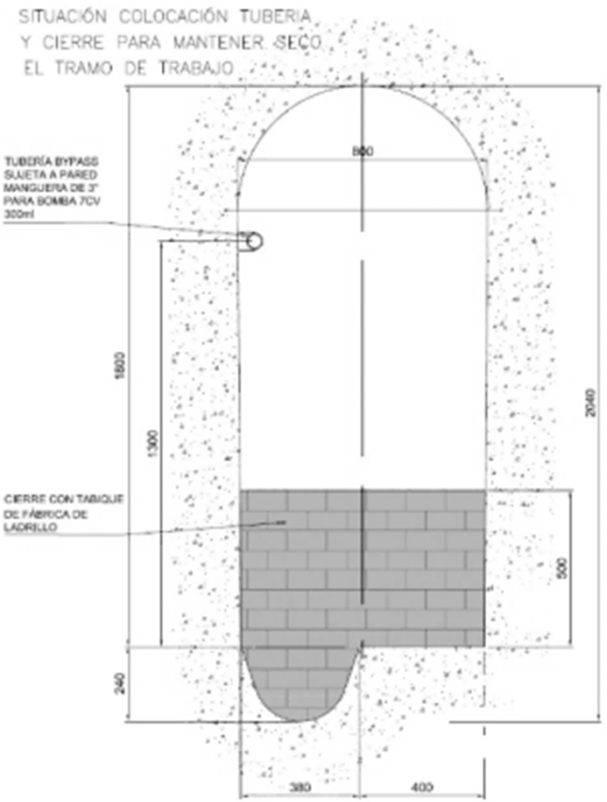
Potencia térmica máx. producida: 275 kW

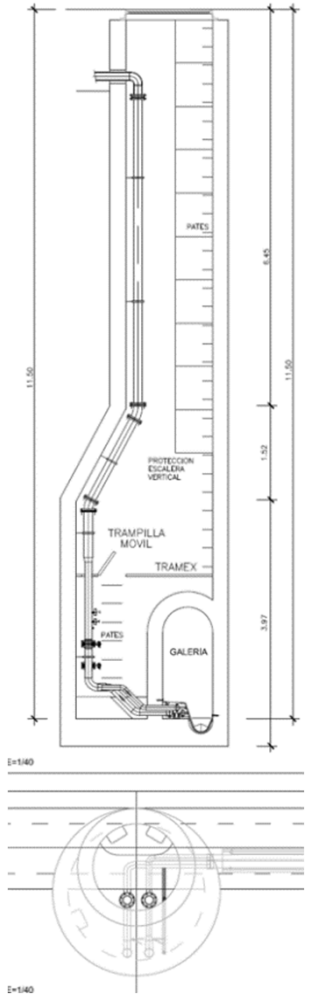
Potencia térmica calderas existentes: 396 kW

El tratamiento antilegionela del ACS (70ºC) y el calor para la deshumectadora se resolverán con apoyo de las calderas de gas.

5. EJECUCIÓN E INTEGRACIÓN DEL SISTEMA DE INTERCAMBIO TERMICO

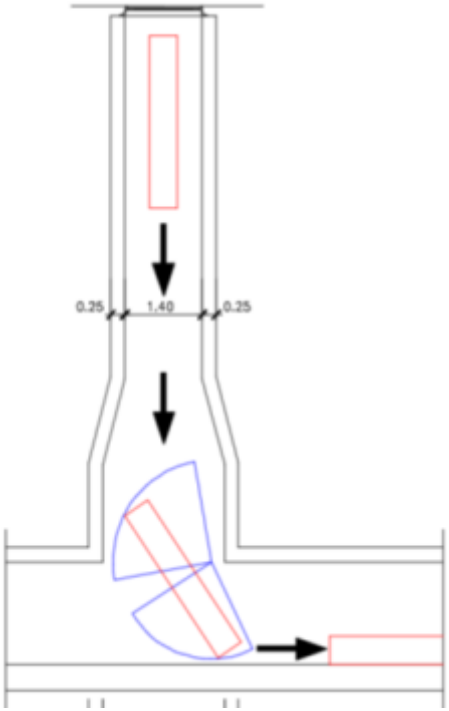
Se realizó un bypass de galería visitable de saneamiento durante los días que duró la ejecución de los trabajos. El intercambiador conecta con la enfriadora en la sala técnica del CDM a través de tuberías de conducción que ascienden por un pozo desde la cota del colector , - 11,5 m.



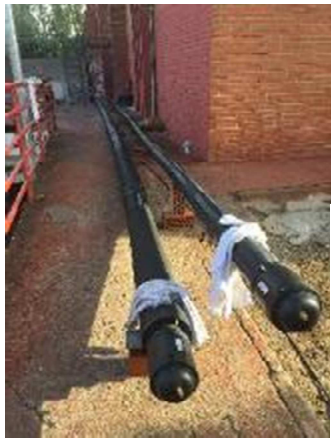


5. EJECUCIÓN E INTEGRACIÓN DEL SISTEMA DE INTERCAMBIO TERMICO

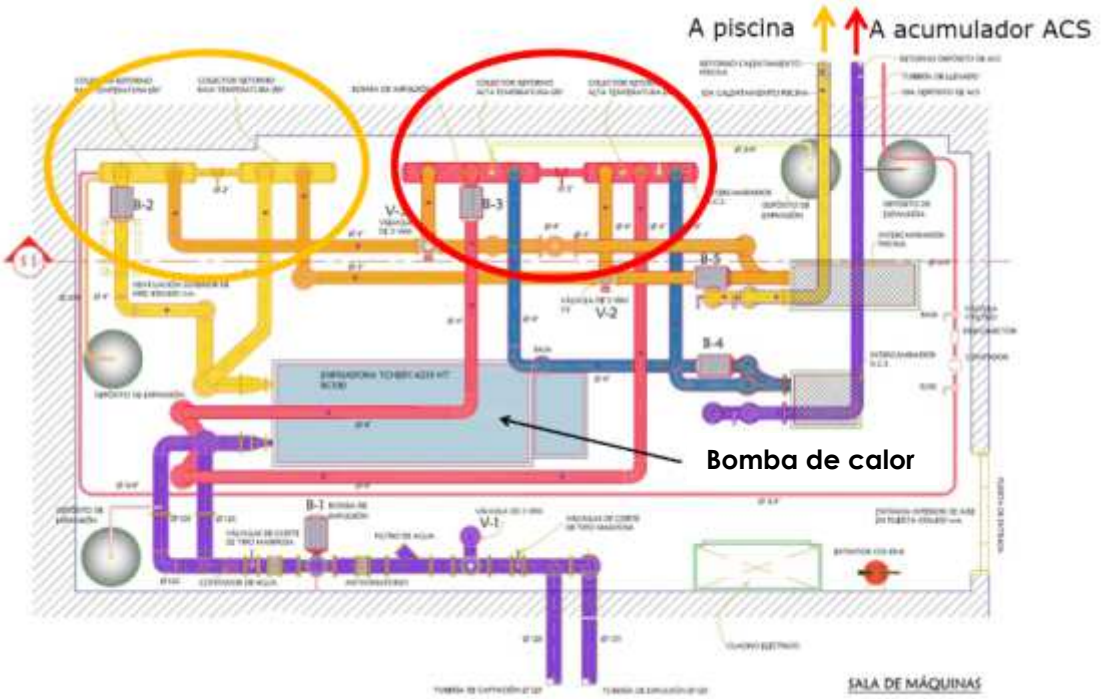
El intercambiador de aguas residuales se integra en el colector de la red de saneamiento contigua al edificio de la Piscina Cubierta Climatizada. Se encuentra a una profundidad media de 11,50 m sobre el nivel de calle. Su altura media es de 1,8 m y su anchura media es de 0,8 m. La distancia desde el nivel de calle al edificio de Piscinas Cubiertas Climatizadas del Polideportivo es de aproximadamente 30 m. Se ejecutó un pozo dimensionado para introducir a través de él los módulos del intercambiador en el interior del colector existente.



5. EJECUCIÓN E INTEGRACIÓN DEL SISTEMA DE INTERCAMBIO TERMICO



El circuito de enlace entre el intercambiador y la sala técnica discurre por un pozo de conexión y una zanja , antes e entrar a la sala y conectar con la nueva bomba de calor. La instalación ha quedado preparada para la integración de futuras alternativas sostenibles de captación de energía. .



intercambiador

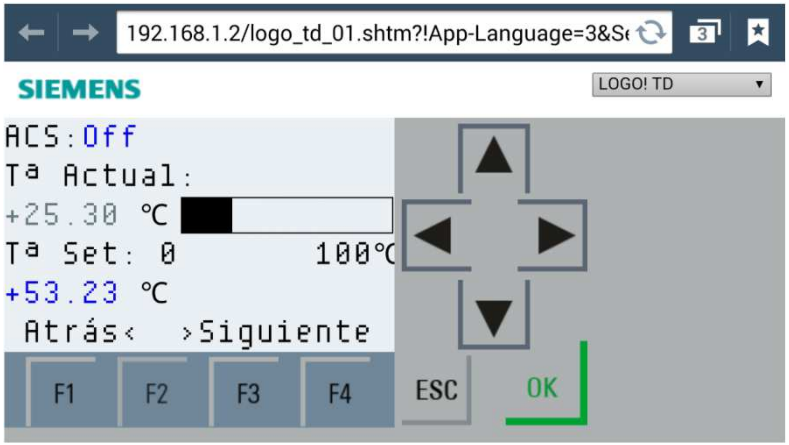
5. EJECUCIÓN E INTEGRACIÓN DEL SISTEMA DE INTERCAMBIO TERMICO

El sistema, concebido, diseñado, desarrollado , fabricado, instalado y operado a la medida de las necesidades y oportunidades del CDM y su entorno ha quedado completamente integrado con las infraestructuras urbanas y con los sistemas técnicos del edificio. Su rendimiento y eficiencia son estables y ofrecerán al CDM la posibilidad de una cobertura que será proporcionalmente más importante cuando se vayan implementando otras medidas de reducción de consumo y eficiencia que , progresivamente, irán aplicándose.

5. EJECUCIÓN E INTEGRACIÓN DEL SISTEMA DE INTERCAMBIO TERMICO

Control. El sistema de control asegura que el principal de generación sea el sistema de intercambio y la nueva bomba de calor proyectada, mientras que el sistema existente estará supeditado al primero y sólo entrará en funcionamiento en algunas ocasiones, como puede ser el fallo del sistema principal, el apoyo en alta temperatura a la deshumectación o la protección anti legionela.

El sistema de control posee un servidor web para su monitorización y control remotos, siempre y cuando se disponga de la red ADSL correspondiente, una IPfija y la clave de acceso designada. Adicionalmente, incorpora un enlace wifi que permite su monitorización mediante cualquier dispositivo móvil (teléfono/Tablet) o fijo (ordenador) que se encuentre dentro de su alcance.



6. RESULTADOS. CONCLUSIONES

El coeficiente de rendimiento del sistema es alto y procede de fuentes contínuas y renovables
La reducción del consumo de gas es muy importante y también la reducción de emisiones. .

CÁLCULO COP PROMEDIO DE LA ENFRIADORA

% tiempo produciendo agua a 35ºC		75%
% tiempo produciendo agua a 55ºC		25%

(14)	COP ENFRIADORA a 35ºC	5,78
(46)	COP ENFRIADORA a 55ºC	3,54
	COP ENFRIADORA PROMEDIO	5,22

$$\frac{(5{,}78 * 75\%) + (3{,}54 * 25\%)}{75\% + 25\%} = 5{,}22$$

CÁLCULO COP PROMEDIO

% tiempo produciendo agua a 35ºC		75%
% tiempo produciendo agua a 55ºC		25%

(16)	COP SISTEMA a 35ºC	4,42
(48)	COP SISTEMA a 55ºC	3,17
	COP SISTEMA PROMEDIO	4,11

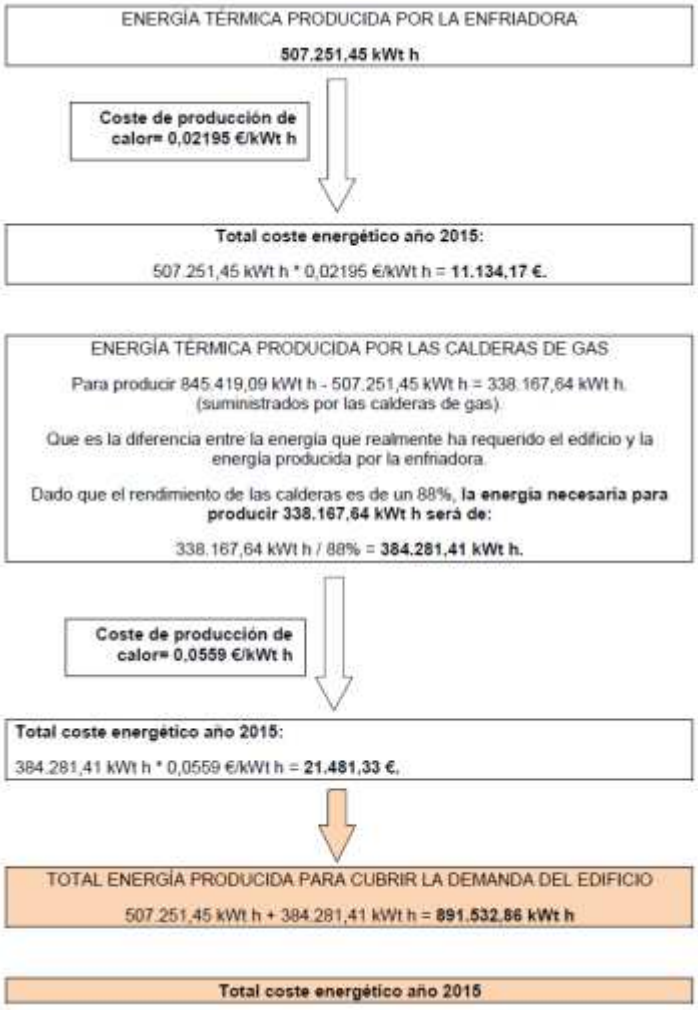
$$\frac{(4{,}42 * 75\%) + (3{,}17 * 25\%)}{75\% + 25\%} = 4{,}11$$

COP del Sistema	4,11
kg CO2 / kWt h producidos con electricidad	0,357

	ACS	toneladas de CO2 producidos con electricidad anualmente
Demanda E térmica [kWt h/año]	507.251,45	44,05
Demanda de E eléctrica [kWe h/año]	123.390,36	
Demanda E térmica restante [kWt h/año]	338.167,64	
E térmica producida por las calderas para cubrir esa demanda [kWt h/año] (considerando rto caldera)	384.281,41	78,39
TOTAL TONELADAS DE CO2 PRODUCIDAS CON BOMBA DE CALOR E INTERCAMBIADOR AGUAS RESIDUALES + APOYO CALDERAS DE GASOIL		122,44

TONELADAS DE CO2 PRODUCIDAS ANTES DE IMPLANTACIÓN NUEVO SISTEMA	195,98	100,00%
TONELADAS DE CO2 PRODUCIDAS TRAS DE IMPLANTACIÓN NUEVO SISTEMA	122,44	62,48%
TONELADAS DE CO2 EVITADAS TRAS DE IMPLANTACIÓN NUEVO SISTEMA	73,54	37,52%

6. RESULTADOS. CONCLUSIONES



COSTE ENERGÉTICO ANUAL ANTES DE LA IMPLANTACIÓN	53.703,32 €
COSTE ENERGÉTICO ANUAL TRAS LA IMPLANTACIÓN	32.615,50 €
AHORRO EN COSTE ENERGÉTICO ANUAL TRAS LA IMPLANTACIÓN	21.087,82 €
% AHORRO EN COSTE CLIMATIZACIÓN	39,27%

El ahorro económico que se deriva de la eficiencia del nuevo sistema híbrido, respecto al sistema existente de producción de calor es muy importante, casi un 40%. Más aún si consideramos que la instalación ejecutada podrá, sin ningún problema, **dar servicio a otras instalaciones no sólo demandantes de calor sino también de "frío"** por la propia naturaleza reversible del sistema de intercambio con las aguas residuales.

genera

FERIA INTERNACIONAL DE
ENERGIA Y MEDIO AMBIENTE

eneres

sistemas energéticos sostenibles

www.eneres.es

Madrid
Subterra