

Proyecto PITAGORAS: integración eficiente del binomio ‘ciudad-industria’ a través de redes de calor

PITAGORAS es un proyecto europeo enmarcado dentro del programa ‘FP7-Smart Cities program’ y coordinado por TecNALIA. El proyecto se centra en la integración eficiente del binomio ‘ciudad-industria’ a través de redes de calor. Conceptos y tecnologías para recuperación de calor a media-alta temperaturas (entorno a 400°C) han sido desarrollados e implementados, como es el caso del demostrador en la acería de la empresa Italia Ori Martin en la ciudad de Brescia (Italia).

TECNALIA

El demostrador de la planta de Brescia se basa en la generación de vapor saturado a través de una caldera de recuperación de calor de los gases (16MWt

de potencia instalada) procedentes del horno de arco eléctrico (EAF), los cuales entran al recuperador a unos 450°C de media y ceden su calor para la generación de vapor a partir del agua de alimentación que circula

por el interior tubos que la conforman. En este caso, el vapor generado se dirige a un Acumulador de Vapor (150m³), indispensable en este tipo de industrias, ya que otorga continuidad al proceso, convirtiéndose en uno de los objetivos de diseño claves del proyecto. El EAF hace que el proceso de fusión del acero sea discontinuo, ya que el horno para cada 50 minutos para la descarga del material fundido y carga de la materia prima a fundir en el siguiente arranque (batch process). Con el Acumulador de Vapor, tanque bifásico líquido-vapor, la continuidad del proceso de asegura, ya que en función de la demanda de calor aguas abajo, el tanque modula la presión entre 10 - 24 barg y 185 - 224 °C y, por tanto, la producción de vapor.

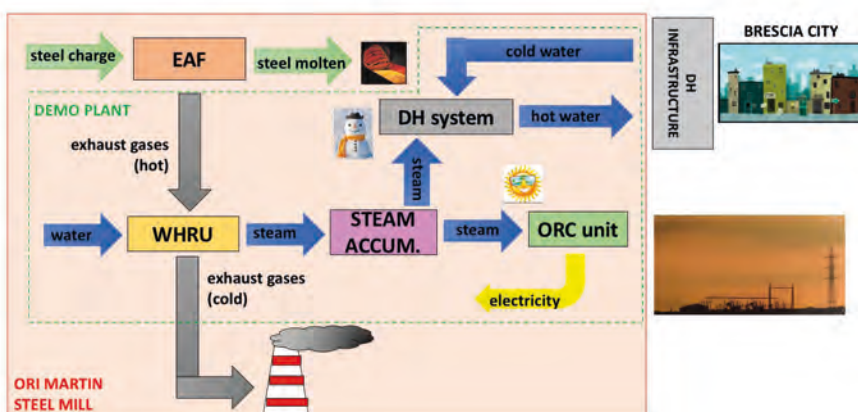
Este vapor, entre los meses de octubre y abril, se dirige a una batería de intercambiadores de calor (tipo placas) donde ceden su calor latente al caudal de agua que circula hacia la red de distrito, alcanzando temperaturas de suministro entorno a los 95°C-120°C. La potencia de intercambio instalada en los intercambiadores es de 10MWt. El vapor condensado se almacena en un Tanque de Flash y, colocado en la parte superior de dicho tanque, se encuentra un Condensador, el cual intercambia el calor remanente en el condensado con el retorno del agua procedente de la red de distrito (60°C-85°C), antes de entrar en la batería de intercambiadores, ejerciendo un precalentamiento previo.

Como se ha comentado, este vapor generado se destina, coincidiendo con las estaciones de otoño- invierno y, por tanto, con una mayor demanda de calor, a generar agua caliente que se suministra a la red de distrito existente en la ciudad de Brescia.

Durante los meses de verano (mayo a septiembre), la demanda térmica de la red



Caldera de recuperación de calor instalada en Ori Martin. Fuente: ORI MARTIN



EFICIENCIA ENERGÉTICA EN LA INDUSTRIA



Sistema de generación de calor para la red de distrito de la ciudad de Brescia.
Fuente: ORI MARTIN



Sistema ORC y turbogenerador instalado en ORI MARTIN. Fuente: Ori Martin

disminuye, por lo que el vapor generado en planta se destina a activar un sistema ORC (Organic Rankine Cycle) de potencia instalada 1,8MWe para abastecer las necesidades eléctricas de la planta. El vapor llega al Evaporador del sistema en donde cede su calor al fluido orgánico (en este

caso aceite base silicona) que circula presurizado (3 barg) a lo largo de un circuito cerrado, el cual se evapora y se dirige a un Turbogenerador, donde se expande y genera electricidad. Este fluido a la salida de la Turbina, aún a una alta temperatura, pero baja presión (0,12barg), condensa y

vuelve a bombearse hacia el evaporador, iniciándose de nuevo el ciclo.

La construcción del demostrador PITAGORAS se realizó durante el año 2015 y el comisionado de la planta tuvo lugar en enero de 2016. Desde tal fecha hasta octubre de 2016, se llevaron a cabo los



Gamesa Electric

GAE PO 56/63



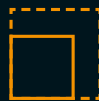
Rango potencia

De 2 a 4 MVA  Hasta 20 MVA

Velocidad

1.500 rpm  Media y alta

Máxima adaptabilidad



GAE CUSTOM PO



Parque Tecnológico de Bizkaia.
Edificio 100. 48170 (Zamudio) Vizcaya.
Teléfono: 944 870 837
www.gamesaelectric.com

ajustes en planta necesarios para permitir su operación nominal hasta el día de hoy. Durante la duración del proyecto, se llevó a cabo la monitorización de la instalación

en sus dos modos, tanto en modo calor (red de distrito) como en modo ORC (generación de energía eléctrica). Durante la operación en modo calor, aproximadamente 21GWh de calor fueron suministrados a la red de calor de la ciudad de Brescia. Por su parte, durante la operación del sistema ORC, se generaron cerca de 1,8GWh de electricidad, con una eficiencia global de la planta de entorno al 15%. En particular, el módulo ORC alcanzó eficiencias medias entorno al 17,7%, lo que supone un valor acorde con las especificaciones del fabricante.

Durante este primer año de operación de la planta, se evitó aproximadamente el consumo de aproximadamente 29GWh de energía primaria y se evitaron cerca de 5.600 toneladas de CO₂ emitidas, en comparación con las formas tradicionales de generación de calor y energía eléctrica. El calor suministrado desde la planta a la red de distrito de Brescia, supone un 3% del consumo anual total, lo que se estima en aportar calor a 200 hogares.

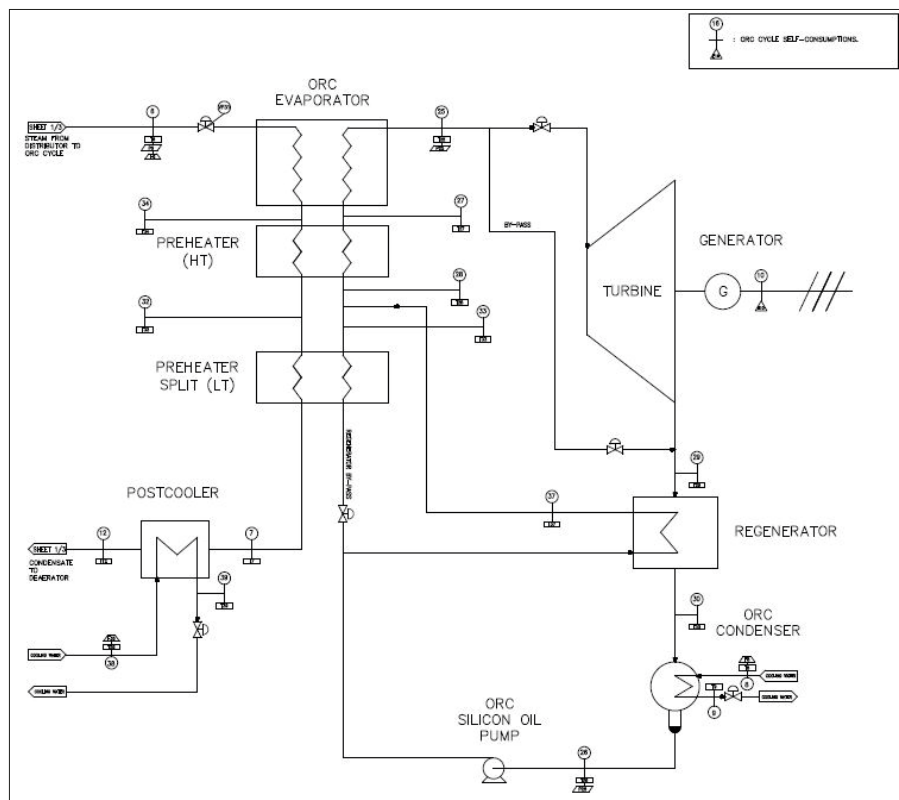
Durante la realización del proyecto, también se analizaron tanto el mercado de la recuperación de calor, como los modelos de negocio acordes con esta tecnología. Como era de esperar, el Estudio de Ciclo de Vida del demostrador concluyó que la energía necesaria para llevar a cabo la construcción de la planta se retorna a los pocos meses derivado de las "casi cero" emisiones generadas por la planta. Por el contrario, la principal barrera de este proyecto reside en la parte económica. Excepto en ubicaciones muy específicas, la inversión inicial de este tipo de instalaciones es relativamente alta y sin las correspondientes subvenciones, los periodos de retorno son excesivamente largos, en torno a 10 años. En el caso del proyecto PITAGORAS, el período de retorno se reduce entorno a los 5-7 años derivado de las subvenciones e incentivos provenientes de la Comisión Europea y del gobierno italiano ◀◀

DATOS TÉCNICOS DE LA PLANTA	
Recuperador de calor	<ul style="list-style-type: none"> • Caudal medio de gases: 120.000Nm³/h • Temperatura media de entrada/salida de gases: 450°C/200°C • Capacidad nominal: 16MWth • Condiciones de vapor generado: 16barg/ 204°C • Energía térmica generada promedio durante el primer año: 22,8 GWh/año
Acumulador de vapor	<ul style="list-style-type: none"> • Presión / temperatura de operación: 10 - 24 barg /185 - 224°C • Capacidad de almacenamiento térmico: 3MWht
ORC	<ul style="list-style-type: none"> • Energía térmica promedio a la entrada del Evaporador: 10,42 MWt • Eficiencia promedio: 17,7%. • Capacidad nominal: 1.800kWe. • Energía eléctrica promedio durante el primer año: 1,8GWh/año
Red de distrito	<ul style="list-style-type: none"> • Capacidad de los sistemas de generación de agua caliente: 10MWt • Temperatura de suministro: 95-120°C • Temperatura de retorno: 60-85°C • Energía térmica generada promedio durante el primer año: 21,8GWh/año

Tabla 1. Características técnicas de la instalación. Fuente: PITAGORAS-TECNALIA.

DATOS SOCIOECONÓMICOS	
Inversión total	12M€ donde: <ul style="list-style-type: none"> • Recuperador de calor: cerca de 75% • ORC: cerca de 20% • Sistema de generación de agua caliente: cerca de 5%
Coste de operación y mantenimiento	3-5% de la inversión total
Ingresos por venta de calor	10-15 €/MWht suministrado
Trabajadores en planta	4 (a tiempo completo)

Tabla 2. Datos socio-económicos de la planta.



Para más información acerca del proyecto PITAGORAS, se realizó el siguiente promocional: <https://www.youtube.com/watch?v=7PPapTAzFUA>. Por otra parte, resultados técnicos del proyecto están disponible en la siguiente web: <https://pitagorasproject.eu>

Lista de participantes: Tecnalia, Solites, Solid, Acciona, Bios, CIM-MES, Forsteel Aiguasol, Ori Martin y Graz