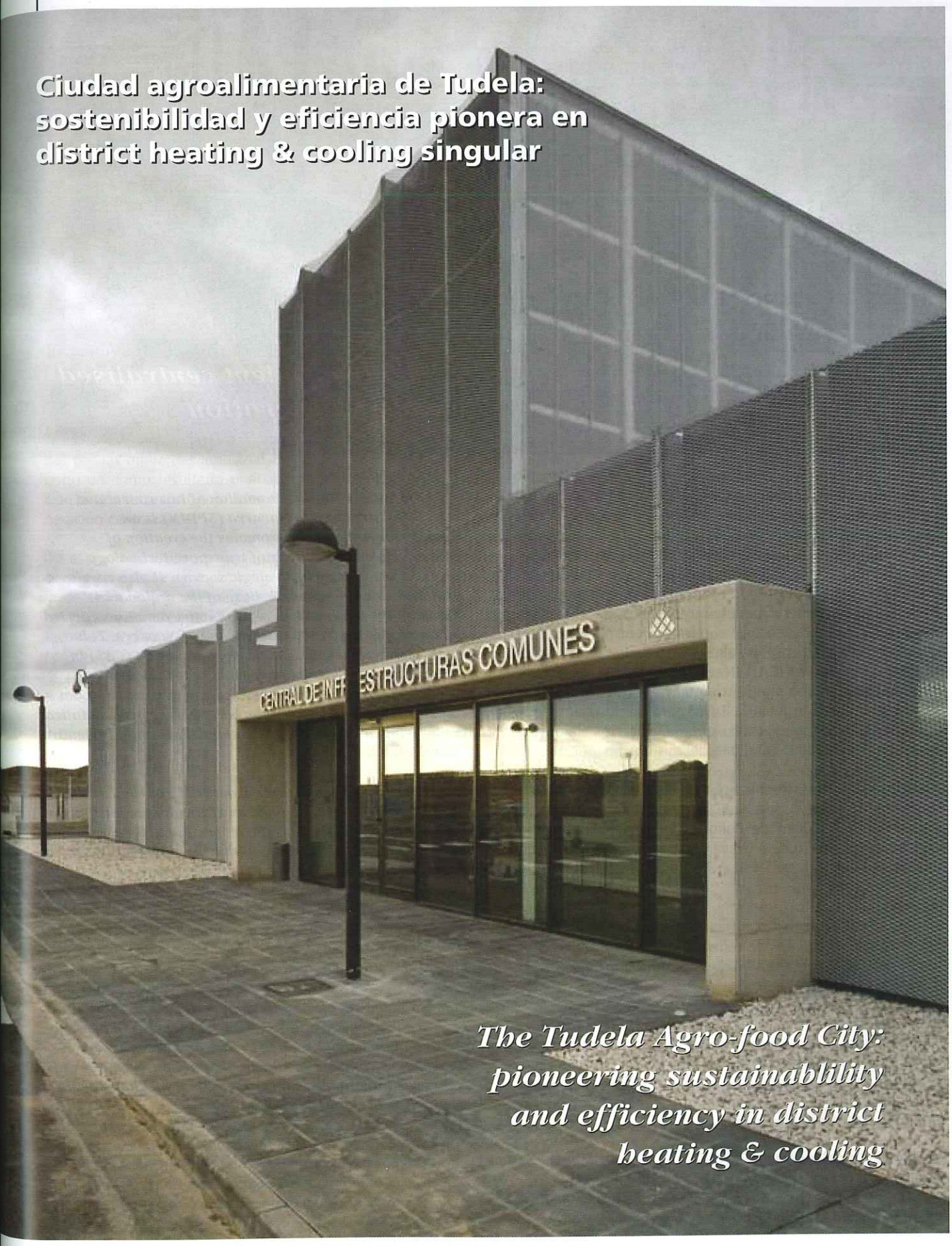
Ciudad agroalimentaria de Tudela: sostenibilidad y eficiencia pionera en district heating & cooling singular



The Tudela Agro-food City: pioneering sustainablility and efficiency in district heating & cooling

Generación energética centralizada de alta eficiencia

© InfoPower

Highly efficient centralised energy generation

La Sociedad de Promoción de Inversiones e Infraestructuras de Navarra (en adelante SPRIN) es una sociedad que promueve la realización de infraestructuras de transporte, tecnológicas, culturales o industriales en sectores estratégicos; el desarrollo de inversiones en Navarra; la elaboración de estudios sobre la base de su economía; y la divulgación de actividades de carácter productivo realizadas por el Gobierno de Navarra o apoyadas por el mismo. Dentro de éste ámbito de actuación se engloba el proyecto de la Ciudad Agroalimentaria de Tudela (CAT) (Navarra), para cuyo desarrollo se contrató un equipo multidisciplinar de técnicos y especialistas de la firma de ingeniería IDOM para la realización de la ingeniería básica, ingeniería de detalle, dirección de obra y puesta en marcha de la totalidad del mismo.

La Central de Infraestructuras Comunes (CIC) de la Ciudad Agroalimentaria de Tudela realizada por SPRIN se ubica en una parcela de 22.000 m² del Polígono Industrial denominado Área Económica en Tudela (Navarra). Desde allí, y a lo largo de todo el polígono, se despliega un *rack* aéreo metálico de 2 km de longitud para la distribución de servicios energéticos a las empresas que así lo demanden. El objetivo de esta Central de Infraestructuras Comunes es evitar una inversión en instalaciones particulares de cada una de las empresas obteniendo, a su vez, un ahorro debido a la reducción de costes en operación y mantenimiento de las mismas.

Se trata de un proyecto único en el mundo, que consiste en el abastecimiento centralizado de vapor, agua caliente, agua refrigerada, glicolada y frío industrial a las empresas del sector que se instalen en el moderno complejo de Tudela, para lo cual dispone de una instalación de cogeneración y de instalaciones convencionales para la producción de calor y frío.

La Ciudad Agroalimentaria de Tudela se convertirá, a buen seguro, en una referencia tecnológica nacional e internacional para mejorar la competitividad del sector y promover productos y procesos agroindustriales de nueva generación.

The Society for the Promotion of Investment and Infrastructure in Navarra (SPRIN) is an organisation that promotes the creation of infrastructure in the areas of transport, technology, culture and industry in strategic sectors. It also carries out studies on the economic base of the region and disseminates information on productive activities carried out or supported by the Government of Navarra. This remit encompasses the Tudela Agro-food City (CAT) in Navarra. A multi-disciplinary team of technicians and specialists from the IDOM engineering firm was commissioned to carry out the basic engineering, detailed engineering, works management and start-up of the entire operation.

The Common Infrastructures Plant (CIC) of the Tudela Agro-food City was developed by SPRIN and is located on a 22,000 m² site in the Área Económica industrial estate in Tudela (Navarra). From this plant, an overhead metal rack, which runs along the entire 2-km length of the estate, distributes energy services to the companies who so desire. The objective of the Common Infrastructures Plant is to eliminate the need for each company to invest in its own energy facility, thereby achieving savings due to lower operational and maintenance costs.

This is the only project of its kind in the world, consisting of the centralised supply of steam, hot water, cold water, glycol and industrial cooling to the companies based on this modern complex in Tudela. For this purpose, there is a cogeneration facility and conventional facilities for the production of heat and cooling.

The Tudela Agro-food City seems destined to become a national and international technological landmark. Its objective is to enhance the competiveness of the sector and promote state-of-the-art agro-food products and processes.

RENDIMIENTO, EFICIENCIA ENERGÉTICA, IMPACTO AMBIENTAL Y SOSTENIBILIDAD

La Central de Infraestructuras Comunes de la Ciudad Agroalimentaria de Tudela es una planta única en España respecto a la diversidad y posibilidad de aprovechamiento energético así como por la gestión hídrica y sostenibilidad medioambiental.

Rendimientos y eficiencia energética

Conceptualmente, la integración, solape y puesta en común de los servicios energéticos demandados por los diferentes sectores que engloban las industrias agroalimentarias (sectores lácteos, hortofrutícolas, agroalimentarios de las distintas gamas, etc.) de la Ciudad Agroalimentaria de Tudela, se ajustan de manera perfecta con la filosofía de generación y distribución de servicios centralizados. El aprovechamiento de las sinergias generadas por las diferentes industrias del polígono da como resultado una optimización de los recursos disponibles en la generación centralizada.

De esta manera, los rendimientos y eficiencia energética de la central generadora de servicios comunes superan ampliamente los valores obtenibles para el abastecimiento discretizado de los mismos consumos.

A modo de resumen, los valores energéticos de la Central de Infraestructuras Comunes (incluida la cogeneración) de la Ciudad Agroalimentaria de Tudela son los siguientes:

- Potencia primaria consumida: 22.119 kWt
- Potencia eléctrica instalada en la cogeneración: 9.999 kWe
- Potencia eléctrica neta exportada: 9.589 kWe
- Potencia térmica convencional instalada: 16.000 kWt
- Potencia frigorífica convencional instalada: 6.000 kWf
- Potencia térmica útil: 9.254 kWt
- Potencia térmica distribuida a la CAT: 3.540 kWt
- Potencia frigorífica distribuida a la CAT: 2.050 kWf

Con estos valores el rendimiento global de la instalación se sitúa en un 68,62%. Por su parte el rendimiento global de la planta de cogeneración es del 87,04%, mientras que el rendimiento eléctrico equivalente de la misma es del 84,47%.

Energía primaria y emisión de gases efecto invernadero

- Reducción en un 26,5 % el consumo de energía primaria respecto a la necesaria para la obtención de los mismos servicios por métodos convencionales
- Reducción de la emisión de gases efecto invernadero en 13,8 t/año respecto a la emisión que se produciría para la obtención de los mismos servicios por métodos convencionales

Recursos hídricos

- Aprovechamiento del orden de 3.000 litros/hora procedentes del agua condensada de gases de escape de los grupos motogeneradores para reposición del agua del sistema de refrigeración de la cogeneración.
- Aprovechamiento del agua procedente de las purgas de los sistemas de refrigeración de planta (del orden de 9.600 litros/h condensadores evaporativos y torres de refrigeración cerradas) para el aprovisionamiento de agua de riego para la CIC y la CAT.

Mejora de la eficiencia de las instalaciones convencionales

- Aprovechamiento del nivel térmico de las purgas procedentes de las calderas de generación térmica convencional instalada para precalentamiento del agua de aporte.
- Reducción en un 40% el consumo de energía eléctrica del sistema de generación frigorífica por métodos convencionales instalada vía disminución de la temperatura de condensación del ciclo frigorífico con recursos internos de la cogeneración.

PERFORMANCE, ENERGY EFFICIENCY, ENVIRONMENTAL IMPACT AND SUSTAINABILITY

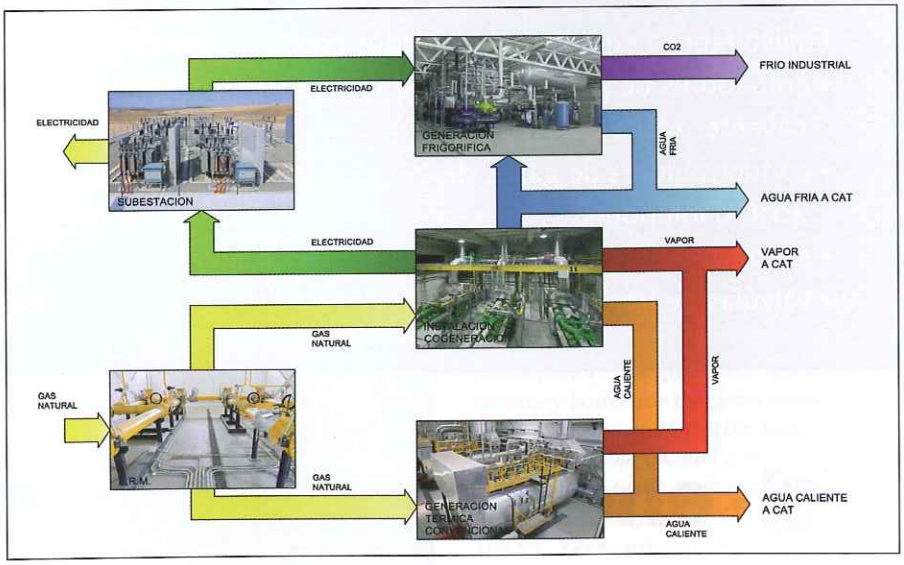
The CIC of the CAT is the only one of its kind in Spain in terms of diversity and possibilities of energy use, water management, and environmental sustainability.

Energy efficiency and performance. *The overall efficiency of the facility is 68.62%. The overall efficiency of the cogeneration plant is 87.04%, while the equivalent electrical efficiency of this plant is 84.47%.*

Primary energy and greenhouse gas emissions. *26.5% reduction in primary energy consumption, Reduction in greenhouse gas emissions of 13.8 t/year.*

Water resources. *Reuse of approximately 3,000 l/h of condensed water from the exhaust gases of the motor generators for the replacement of water in the cogeneration cooling system.*
Use of blowdown water from plant cooling systems (approximately 9,600 l/h from evaporative condensers and closed cooling towers) to provide irrigation water for the CIC and CAT.

Enhancement of the efficiency of the conventional facilities. *Availing of the heat level of water purged from the conventional heat generation boilers for the pre-heating of makeup water.*
40% reduction in consumption of electrical energy of the conventional cooling generating system by means of a lowering of the cooling cycle condensation temperature using internal cogeneration resources.



Esquema de la Central de Infraestructuras Comunes

INSTALACIÓN DE COGENERACIÓN

La instalación de cogeneración consta de tres unidades motogeneradoras de combustión interna, que emplean gas natural como combustible, y suman una potencia total de 9.999 kW. Cada uno de estos tres grupos motogeneradores cuenta con recuperación térmica de los gases de escape y del calor procedente de los circuitos de refrigeración de alta temperatura.

Estos grupos motogeneradores son del modelo Jenbacher JMS 620 GS-N.L de GE Energy, y tienen una potencia eléctrica unitaria de 3.333 kWe. Generan a una tensión de 13,2 kV y su consumo de combustible es de 7.737 kW.

Los gases de escape procedentes de dichas unidades motogeneradoras son introducidos en el circuito de generación de vapor formado por una caldera de recuperación dotada de su respectivo recalentador y economizador. Estos gases de escape tienen una potencia térmica de 1.689 kW (hasta 100 °C).

El calor procedente de los circuitos de refrigeración de alta temperatura, cuya potencia térmica es de 1.681 kW, se destina para:

- Producir agua a +5,5/+13, mediante un sistema de absorción de BrLi de simple efecto.
- Producir y distribuir a través del *rack* aéreo exterior, agua caliente a 80 °C a partir de agua a 50 °C, para proceso, calefacción y agua caliente sanitaria de las industrias del polígono.

CALDERA DE RECUPERACIÓN DE CALOR

En la planta de cogeneración se ha instalado una caldera de recuperación de calor, que aprovecha el calor contenido en los gases de escape de los grupos motogeneradores. Esta caldera está equipada con sobrecalentador y economizador, todos de la firma Cerney, y su potencia térmica útil total es de 2.913 kW. Genera 5.265 kg/h de vapor a 225 °C y 12,5 bar(g), para ello emplea el calor contenido en los gases de escape, cuyo caudal es de 55.422 kg/h, que entran en la caldera a 398 °C.

Esta caldera de cogeneración, conlleva una altísima eficiencia energética ya que consigue producir energía térmica del calor sobrante de la producción eléctrica, consiguiendo de esta manera un excelente rendimiento energético global para el conjunto de la planta.

CALDERA DE RECUPERACIÓN PARA GENERACIÓN DE AGUA PROCESO

Una vez aprovechada parte de la energía de los gases de escape en la caldera de recuperación de vapor, que se ha descrito más arriba, los gases se conducen a una caldera de recuperación para generación de agua de proceso a 95 °C.

Antes de entrar a la misma, se ha colocado una válvula de tres vías DN1200 con regulación de posición mediante acondicionamiento eléctrico. La válvula, marca Enalco, está fabricada 100% en acero inoxidable y regula la cantidad de gases de escape que entran en la caldera, desviando el resto a la chimenea.

Esta caldera, marca Enalco, tiene una potencia térmica de 1.066 kW, trabaja con un caudal de gases de escape de 55.422 kg/h, que entran a una temperatura de 183,5 °C (la de salida de la caldera de recuperación de vapor) y salen a una temperatura de 120 °C. Esta caldera permite generar un caudal de agua de proceso de 47,25 m³/h a 95 °C, a partir de agua a 75 °C.

COGENERATION FACILITY

The cogeneration facility comprises three GE Energy Jenbacher JMS 620 GS-N.L internal combustion motor generator units. These are fuelled by natural gas and have a total power output of 9,999 kW. The exhaust gases from these motor generators are fed into the steam generation circuit, which comprises a recovery boiler equipped with a reheater and economizer. These exhaust gases have a thermal rating of 1,689 kW (up to 100°C). The heat from the high-temperature cooling circuits has a thermal rating of 1,681 kW and is used to:

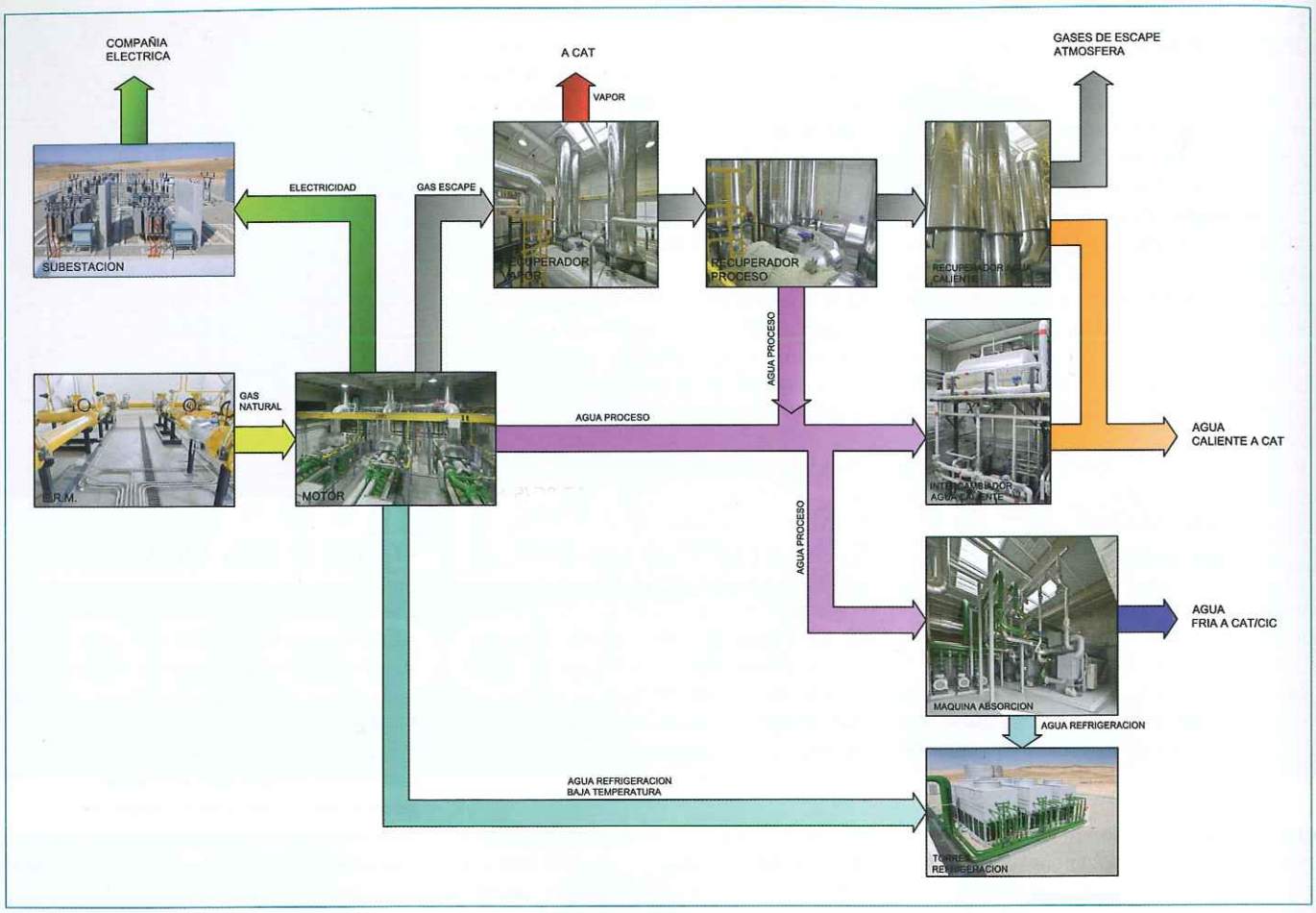
- ***Produce water at +5,5/+13, by means of a single-effect BrLi absorption system.***
- ***Produce and distribute, by means of the outdoor overhead rack, hot water at 80° from water at 50° for process, heating and sanitary hot water of the industries on the estate.***

Heat recovery boiler

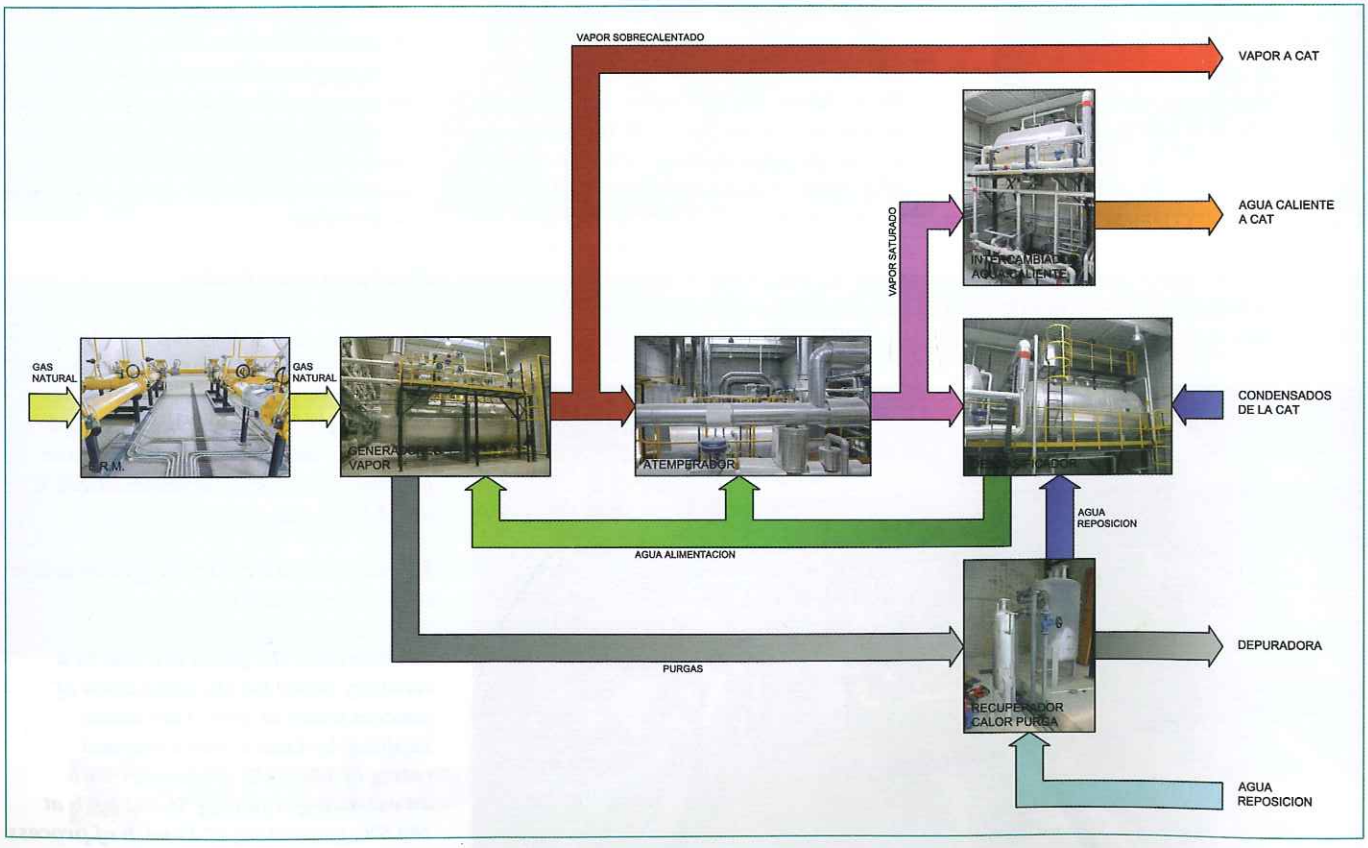
A heat recovery boiler, supplied by Cerney, is installed. This uses the heat of the motor generator exhaust gases (55,422 kg/h at 398°C). It has a total useful thermal rating of 2,913 kW and generates 5,265 kg/h of steam at 225°C and 12.5 bar(g).

Recovery boiler for the generation of process water

Subsequently, the gases are sent to a recovery boiler for the generation of process water at 95°C. This boiler, supplied by Enalco, has a thermal rating of 1,066 kW. It operates with an exhaust-gas flow of 55,422 kg/h at 183.5°C, generating 47.25 m³/h of process water at 95°C from water at 75°C.



Esquema de la instalación de cogeneración



Esquema de la instalación de generación térmica convencional

CALDERA DE RECUPERACIÓN PARA GENERACIÓN DE AGUA CALIENTE

Los gases de escape aún retienen energía térmica aprovechable, para lo que se dispone de una caldera de recuperación para generación de agua caliente. A fin de controlar la cantidad de agua caliente a producir, se ha instalado una válvula de tres vías, DN1200, marca Enalco, fabricada en acero inoxidable y con regulador de posición con actuador eléctrico, la cual controla la cantidad de gases de escape que entran en la caldera.

Esta caldera, también suministrada por Enalco, permite generar 24,42 m³/h de agua a 80 °C a partir de agua a 50 °C, a partir de la energía contenida en los gases de escape, que entran en la caldera a una temperatura de 120 °C y salen de ella a 70 °C.

La caldera está fabricada en acero inoxidable y tiene un sistema de drenaje para los condensados que se producen como consecuencia de las bajas temperaturas de humos. Es por ello que recibe el nombre de "condensador".

Una vez obtenida toda la energía térmica posible de los gases de escape, estos se envían a la atmósfera.

El agua caliente procedente del sistema de refrigeración de alta temperatura de los motores y el agua caliente generada en la caldera de generación de agua proceso se conducen a un intercambiador de agua caliente, que genera agua caliente para la Ciudad Agroalimentaria de Tudela, y a las máquinas de absorción, que generan agua fría para la Ciudad Agroalimentaria de Tudela y para la Central de Infraestructuras Comunes.

MÁQUINAS DE ABSORCIÓN

Para la producción de agua refrigerada a 5,5 °C, se emplea el exceso de agua caliente producido en la planta de cogeneración, para accionar cuatro máquinas de absorción de bromuro de litio, marca Carrier. Las características de estas máquinas se resumen a continuación:

Potencia térmica generador.....1.404 kW
Caudal agua generador.....70,2 m³/h
Tª entrada/salida agua generador.....95 °C/75 °C
Potencia frigorífica absorbedor.907,5 kW
Caudal agua absorbedor .....121 m³/h
Tª entrada/salida agua absorbedor .....13 °C/5,5 °C
Potencia térmica refrigerador....2.265 kW
Caudal agua refrigerador .....453 m³/h
Temperatura entrada/salida agua refrigerador.....30 °C/35 °C

El agua refrigerada así obtenida se emplea en las industrias en procesos de refrigeración y en sistemas de aire acondicionado.

TORRES DE REFRIGERACIÓN

El calor del agua del circuito de refrigeración de baja temperatura de los motores, y de refrigeración de las máquinas de absorción se evacua a través de tres torres de refrigeración, cada una de seis módulos, suministradas por SPX Cooling.

La potencia térmica de refrigeración de estas torres es de 3.171 kW. Producen un caudal de agua de refrigeración de 743,4 m³/h. las temperaturas de entrada y salida del agua de refrigeración son respectivamente de 35 °C y 30 °C.

Recovery boiler for the generation of hot water

The exhaust gases still retain thermal energy that can be availed of. For this purpose, there is a recovery boiler for the generation of 24.42 m³/h of hot water at 80°C.

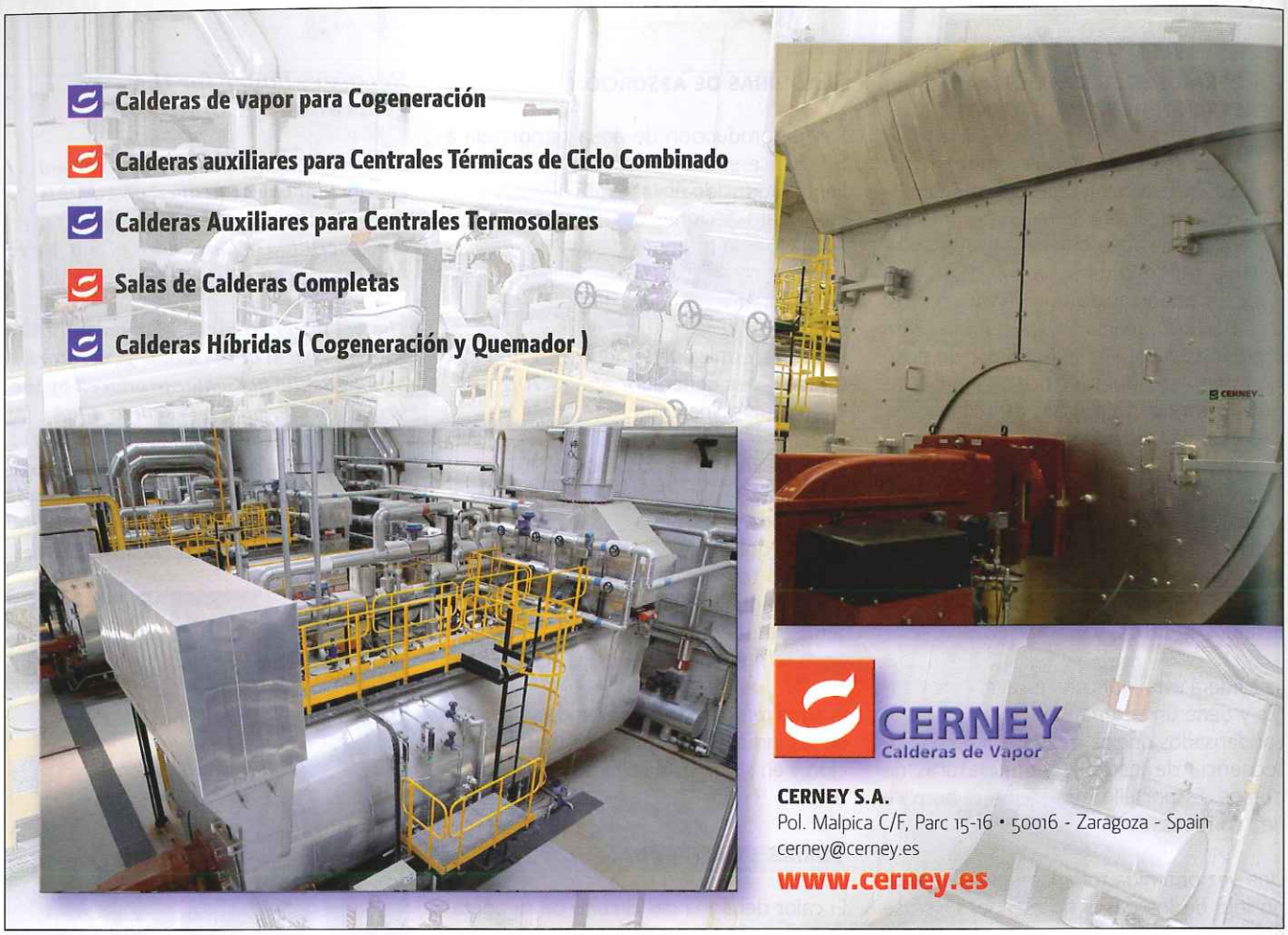
The hot water from the high-temperature cooling system of the motor generators, as well as the hot water produced by the process water boiler, is sent to a hot water exchanger, which generates hot water for the Tudela Agro-food City, and the absorption machines, which generate cold water for the Tudela Agro-food City and the Common Infrastructure Plant.

Absorption machines

The excess hot water produced in the cogeneration plant is used to drive four Carrier lithium bromide absorption machines for the production of chilled water at 5.5°C. The chilled water is used by the industries on the estate in cooling processes and air conditioning systems.

Cooling towers

The heat of the water from the low-temperature cooling system of the motors and that of the water from the cooling system of the absorption machines is evacuated through three six-module cooling towers supplied by SPX Cooling.



Sistemas Sedical para el ahorro de energía en la planta de generación de energías de la Ciudad Alimentaria de Tudela

Sistemas de combustión Weishaupt. En esta instalación Sedical ha suministrado y puesto en marcha dos quemadores mixtos Weishaupt RGL70/2-A ejecución ZM-NR con control electrónico W-FM200, regulación de potencia integrada, control de oxigeno en continuo, sistema de velocidad variable y con integración vía Profibus-DP a puesto central.

Sistemas de intercambio de calor agua/agua. Se han suministrado cinco intercambiadores de placas con juntas tamaños de UFP34 a UFP de 151, presión de trabajo PN 10.

Sistemas de expansión. Sedical contribuye al mantenimiento de la presión de la instalación con sistemas de expansión por transferencia de masa con compresor Reflexomat, compuesto por dos vasos de 2.000 litros junto con la unidad de control. Asímismo se han instalado sistemas de expansión sin transferencia de masa.

Sistemas de equilibrado dinámico K-Flow. En esta instalación se han suministrado cuatro reguladores automáticos de caudal K-Flow tipo KW, para montaje entre bridas conexiones de DN 80 a 200. Con la instalación de los reguladores automáticos de caudal se logra:

- En la producción de calor: la distribución uniforme de caudales entre las diferentes unidades de producción, con lo que se evitan repetidos arranques/paradas por falta de caudal, o la imposibilidad de alcanzar las temperaturas deseadas por exceso de caudal.
- En la distribución y las unidades terminales: se aseguran los caudales nominales por cada ramal, evitando ruidos en unidades terminales con exceso de caudal o falta de caudal en los ramales más desfavorables. Se aseguran los caudales de primario y secundario del intercambiador.

Sistemas de bombeo. En esta instalación Sedical ha participado con un importante suministro de sistemas de bombeo formado por bombas en línea dobles de rotor seco DN 80.

Sistemas de eliminación de aire y lodos. Dotar a la instalación de un sistema capaz de eliminar los gases y lodos garantiza el correcto funcionamiento de todos sus componentes y contribuye a la eficiencia energética de la instalación. En esta instalación se han suministrado equipos embridados de eliminación de lodos de máximas prestaciones DN 125, así como purgadores de aire automáticos.

GENERACIÓN TÉRMICA CONVENCIONAL

La filosofía, objetivos y compromisos que la Ciudad Agroalimentaria de Tudela tiene establecidos para la Central de Infraestructuras Comunes requieren una alta disponibilidad y fiabilidad en la generación y distribución de servicios. Es por ello que la generación de vapor y agua caliente por vía convencional, sólo se producirá cuando la planta de cogeneración existente no pueda generar estos servicios o la cantidad generada no sea suficiente para cubrir las demandas creadas por las industrias del polígono. De manera que la instalación de generación térmica convencional se puede considerar como instalación de apoyo y/o de emergencia.

La instalación está formada por dos sistemas principales:

- Generación de vapor y recogida y recuperación de los condensados.
- Generación de agua caliente.

La generación térmica convencional se realiza por medio de dos calderas de vapor pirotubulares, con quemador dual y modulante, cada una con una producción de 12.000 kg/h de vapor sobrecalentado. Ambos generadores de vapor fueron suministrados por Cerney, y cuentan con una potencia térmica unitaria de 8.060 kW. Las dos calderas están equipadas con sendos economizadores y sobrecalentadores, que permiten elevar la temperatura del vapor producido hasta 225 °C.

SALA TÉRMICA

Tanto las calderas de recuperación de calor de los gases de escape de los grupos motogeneradores, descritas más arriba en el apartado de la planta de cogeneración, como las calderas de vapor convencionales se han instalado en la denominada sala térmica. La firma Cerney ha suministrado, instalado y puesta en marcha el conjunto de equipos que conforman esta sala, cuya función es la producción vapor y agua caliente para el suministro a las industrias de la Cuidad Agroalimentaria de Tudela.

Además de los generadores de vapor ya descritos, la sala se completa con los siguientes equipos.

Desgasificador térmico

Este equipo sirve para desgasificar el agua de aporte a las calderas. Diseñado y fabricado por Cerney, el desgasificador consta de dos grupos. En el superior, construido en acero inoxidable AISI-316 se realiza la desgasificación y en el inferior se almacena el agua desgasificada.

Intercambiador de calor vapor/agua caliente

Se trata de un intercambiador de calor tubular, para la producción de agua caliente, construido en acero al carbono la carcasa y acero inoxidable AISI-304 el haz tubular.

Presión de diseño: 15 bar.
Circuito primario: vapor saturado a 12 barg.
Circuito secundario: agua de 50 a 80 °C con un caudal de 40 m³/h.

Otros equipos

La sala térmica se completa con otros equipos también suministrados por Cerney, como son las chimeneas, colectores de vapor saturado y vapor sobrecalentado, depósitos de purgas, sistema de recuperación del calor de purga de sales, módulos de bombas, aislamiento térmico completo, instalación mecánica y eléctrica completa.

CONVENTIONAL THERMAL GENERATION

Steam and hot water will only be generated by conventional means when they cannot be generated by the cogeneration plant or the quantity generated is insufficient to meet the demands of the industries on the estate.

The conventional thermal generation facility can therefore be considered as a support or emergency system.

Conventional thermal generation is carried out by means of two multi-tubular steam boilers with a modulating dual fuel burner. Each has a superheated steam capacity of 12,000 kg/h. Both steam generators were supplied by Cerney and each has a thermal rating of 8,060 kW.

Both boilers are equipped with economisers and superheaters, which enable the temperature of the steam produced to be raised to 225°C.

GENERACIÓN FRIGORÍFICA CONVENCIONAL

La implantación de infraestructuras de generación de frío centralizadas en la Ciudad Agroalimentaria de Tudela es una herramienta básica para el éxito del proyecto.

La empresa Ramón Vizcaíno resultó adjudicataria para la implantación de esta infraestructura, que abastece a todas las empresas. La instalación propuesta es pionera en el mundo de la agroalimentación al ser la primera instalación de generación de frío centralizada a temperaturas inferiores a 0 °C y al estar basada en la tecnología del CO_2 como refrigerante. Esto ofrece numerosas ventajas.

- Rendimiento energético elevado, sobre todo a bajas temperaturas.
- Refrigerante con índices mínimos en la emisión de contaminantes.

Asimismo, la solución proyectada presenta como directriz operativa constante la seguridad de suministro de frío, con un sistema de circuitos de reserva, que garantizan el servicio en todo momento.

PRODUCCIÓN DE AGUA GLICOLADA

La producción de frío se realiza mediante la producción de agua refrigerada (hasta 6 °C) y agua glicolada (hasta –6 °C), que permitirá, según la temperatura usos, y aplicaciones diferenciadas. Como ya se ha explicado anteriormente la producción de agua refrigerada se realiza en máquinas de absorción en la planta de cogeneración.

La producción centralizada de agua glicolada a –6 °C se realiza mediante máquinas frigoríficas de compresión. Los usos de este fluido para la industria son:

- Cualquier proceso de refrigeración por encima de esta temperatura.
- Acondicionamiento de aire a bajas temperaturas, como es el caso de las salas de manipulación.
- Refrigeración directa en cámaras de refrigeración positiva.
- Servir como fluido de condensación para procesos de refrigeración a muy baja temperatura (congelación, cámaras de congelados, etc.)

El compromiso de garantía de abastecimiento por parte de la Central de Infraestructuras Comunes con las industrias del polígono, genera la necesidad de dotar a la instalación de un nutrido plan de contingencias ante imprevistos y dificultades. Entre ellas destaca la idea básica de dividir la instalación frigorífica de amoniaco en dos circuitos independientes de manera que si uno de ellos sufriera alguna incidencia, el otro circuito garantizase la continuidad del funcionamiento de la central frigorífica.

Compresores frigoríficos

Cada uno de los circuitos lleva instalados dos compresores de diferentes modelos y capacidad de producción y absorción.

- Un compresor de tornillo de gran capacidad, cuya potencia frigorífica es de 1.386,2 kWf. Este compresor, cuyo COP es de 3,67, absorbe una potencia de 377,64 kWe.
- Un compresor de tornillo de media capacidad, cuya potencia frigorífica es de 697,31 kWf. Este compresor, cuyo COP es de 3,61, absorbe una potencia de 192,74 kWe.

CONVENTIONAL COOLING GENERATION

The contract for the installation of the centralised cooling generation infrastructure was awarded to the enterprise Ramón Vizcaíno. This is a pioneering facility in the world of agro-foods in that it is the first centralised cooling generation facility at temperatures below 0ºC and also the first to be based on the technology of CO_2 as a refrigerant.

Production of glycol water at –6 ºC

The uses of this fluid in industry are:

- ***Any cooling process above this temperature.***
- ***Low-temperature air conditioning, as used in food handling areas.***
- ***Direct cooling in positive refrigeration chambers.***
- ***To serve as a condensation fluid for refrigeration processes at very low temperatures (freezing, frozen food chambers, etc.)***

The ammonia cooling facility is divided into two independent circuits, so that in the event of an incident in one circuit, the other guarantees the continued functioning of the cooling plant. Each of the circuits is fitted with two different compressor models with different production and absorption capacities. A fifth compressor serves as a back-up for the two main compressors in case of an incident. With these five compressors, the total refrigeration output is 5,589 kW, which exceeds demand by 66%.

FICHA TÉCNICA Y DE SUMINISTRADORES DE LA CENTRAL DE INFRAESTRUCTURAS COMUNES DE LA CIUDAD AGROALIMENTARIA DE TUDELA

DATOS GENERALES

Promotor	SPRIN (Sociedad de Promoción de Inversiones e Infraestructuras de Navarra)
Ingeniería y Dirección de Obra	IDOM
Cliente	Ciudad Agroalimentaria de Tudela
Obra civil y Edificación	Obenasa
Instalación mecánica cogeneración	Moncobra
Instalaciones mecánicas auxiliares	Elecnor

PLANTA DE COGENERACIÓN

Grupos motogeneradores

Motor	GE Jenbacher

Recuperación de calor

Válvulas circuito gases de escape	Orbinox
Caldera de recuperación de vapor	Cerney
Bombas alimentación agua a calderas	Itur KSB
Caldera recuperación agua de proceso	Enalco
Bombas alimentación agua a calderas	Ideal
Caldera recuperación agua caliente	Enalco
Bombas alimentación agua a calderas	Ideal
Intercambiador agua caliente	Thermal
Torres de refrigeración	SPX

Planta de frío

Máquinas frigoríficas	Carrier
Bombas	Ideal
Válvulas y actuadores	Spirax Sarco

GENERACIÓN TÉRMICA CONVENCIONAL

Calderas	Cerney
Quemadores	Sedical
Sobrecalentador y economizador	Aitesa
Desgasificador	Cerney
Bombas alimentación agua a calderas	Itur KSB

GENERACIÓN FRIGORÍFICA

Compresores frigoríficos	Howden
Intercambiador	Alfa Laval
Condensadores evaporativos	Baltimore
Subenfriador	Grupo Ramón Vizcaíno
Evaporador amoniaco	Grupo Ramón Vizcaíno
Evaporador CO_2	Grupo Ramón Vizcaíno

SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN FRÍO Y CALOR

Rack distribución tuberías	Obenasa
Tuberías distribución fluidos frigoríficos	Grupo Ramón Vizcaíno
Tuberías distribución fluidos térmicos	Moncobra
Material y montaje aislamiento térmico	Senabra/STA

INSTALACIÓN ELÉCTRICA Y DE CONTROL

Transformadores	Alkargo/Gedelsa
Diseño y montaje AT y MT	Isolux Corsan
Diseño y montaje AT y MT	Isolux Corsan
Diseño y montaje BT	Elecnor/Huguet
Instalación de control	Genelek

INSTALACIÓN AUXILIARES

Instalación Protección Contra Incendios

Deposito	Tankeros
Bombas	Itur KSB
Tratamiento de agua	Nalco
ERM	Inimo
Aire comprimido	Atlas Copco

A esto hay que añadirle la capacidad de producción de un quinto compresor, del mismo modelo que el primero de los descritos más arriba, y que sirve de reserva de los dos principales en caso de alguna incidencia.

El amoniaco evapora a una temperatura de -16 °C y condensa a 35 °C, por lo que los compresores mencionados, trabajan entre las presiones de saturación correspondientes a las temperaturas anteriores: 2,26 bar y 13,5 bar respectivamente.

EVAPORADOR DE AMONÍACO

La evaporación del refrigerante principal amoníaco se realiza mediante condensación de ciclo frigorífico en cascada de CO_2 como refrigerante secundario a distribuir por el polígono. El CO_2 se condensa pasando de estado gaseoso a líquido y cediendo su energía térmica para la evaporación de refrigerante principal, amoníaco.

El CO_2 líquido se envía posteriormente a los diferentes consumos.

Condensadores de NH_3

La existencia de dos circuitos idénticos implica la instalación de un condensador evaporativo en cada uno de ellos añadiendo un tercero que garantice el suministro de producción requerido por la instalación en caso de incidencia en cualquiera de los dos anteriores.

Para este proyecto se han empleado condensadores con una capacidad de disipación unitaria de 2.727 kW. Estos condensadores trabajan a una temperatura de condensación de 35 °C, y a una temperatura de bulbo húmedo de 26 °C.

Producción

La necesidad de producción frigorífica es de 3.350 kW, que se cubren con holgura con el sistema propuesto. Con estos cinco compresores, la capacidad total de producción frigorífica es de 5.589 kW, un 66% más que la potencia demandada.

Esto permitirá a la Ciudad Agroalimentaria futuros proyectos de desarrollo o ampliación de instalaciones.

Las necesidades de enfriamiento, 3.350 kW, se cubren de la siguiente forma:

- 43,3% a través del enfriamiento de glicol a +5,5 °C, lo que equivale a 1.450 kW.
- 38,8% a través del enfriamiento de glicol a –10 °C, equivalente a 1.300 kW.
- 17,9% a través de condensación de CO_2, lo que equivale a 600 kW.

DISTRIBUCIÓN DE SERVICIOS

Con el fin de transportar los diferentes fluidos de abastecimiento se ha ejecutado una red de tuberías, que discurren a través de un rack metálico de 2.000 m de longitud y por una galería de 46 m.

La red de distribución hacia las distintas parcelas se compone de los siguientes servicios:

- Vapor sobrecalentado a 12 bar.
- Retorno de condensados.
- Impulsión y retorno de agua caliente a 80/50 °C.
- Impulsión y retorno de agua fría a +5,5/+13 °C.
- Impulsión y retorno de frío industrial vía CO_2 líquido/gas a -10°C.

Para la distribución de agua glicolada se dispone de un sistema de bombeo y una red de distribución.

El CO_2 líquido se introduce en un depósito desde donde se bombea a través del *rack* de tuberías a cada uno de los puntos de consumo. Cada punto de consume dispone de un sistema separador de partículas (líquido/gas) que funciona como evaporador del propio ciclo frigorífico secundario captando la energía térmica necesaria para realizar la evaporización del CO_2 (de líquido a gas) y cubriendo, por tanto, las demandas frigoríficas de las industrias.

Evaporation of the main refrigerant, ammonia, is carried out by means of condensation from the CO_2 cascade refrigeration cycle. CO_2 is the secondary refrigerant distributed around the industrial estate. The CO_2 condenses, changes from a gaseous to a liquid state and yields its thermal energy for the evaporation of the main refrigerant, ammonia. The liquid CO_2 is subsequently sent on to be consumed in the different companies on the estate.

NH_3 condensers

The existence of two identical circuits creates the need for the installation of an evaporative condenser in each. A third condenser guarantees the production required by the facility in the case of an incident. The condensers used in this project each have a dissipation capacity of 2,727 kW.

DISTRIBUTION OF SERVICES

A piping network is installed for the purpose of transporting the different supply fluids. The network is channelled through a metal rack of 2,000 m in length and through a 46-metre duct. This distribution network transports the following services to the different areas of the estate:

- ***Superheated steam at 12 bar.***
- ***Return of condensates.***
- ***Supply and return of hot water 80/50 °C.***
- ***Supply and return of cold water +5,5/+13 °C.***
- ***Supply and return of industrial refrigeration by means of liquid/gas CO_2 at -10°C.***
- ***Distribution of glycol water by means of a pumping system and distribution network.***

SISTEMA DE CONTROL

Genelek Sistemas fue la empresa adjudicataria del suministro del sistema de control de la Central de Infraestructuras Comunes de la Ciudad Agroalimentaria de Tudela. Gracias a la dilatada experiencia adquirida en instalaciones de este tipo, como la central de trigeneración de la terminal T4 del aeropuerto de Barajas o el *district-heating* del Forum 2004 de Barcelona, Genelek ha podido desarrollar con solvencia este proyecto de gran complejidad técnica.

El objetivo del sistema no consistió sólo en realizar el control y/o la monitorización de los elementos propios de la central (motores, calderas, compresores, sistema eléctrico o equipos auxiliares), sino también el de las Estaciones de Regulación y Medida (ERM) de servicios abastecidos, situadas en el punto de consumo de los clientes de la CIC. Con este fin el sistema se ha diseñado tanto en elementos *hardware* como *software* para facilitar la integración de los futuras empresas que se instalen en el polígono y que a través del *rack* aéreo de tuberías reciban los diferentes suministros térmicos: vapor, CO_2 liquido a –10 °C, agua fría a +5.5 °C, y agua caliente a +80 °C.

La primera tarea llevada a cabo, en base al diseño realizado por IDOM, fue el diseño y puesta en servicio de la red de control que engloba todos los equipos integrados en el sistema. Se ha distribuido un doble anillo de fibra óptica multimodo que recorre el interior del edificio de la central con sus correspondientes cajas de conexión, mientras que otros dos anillos de fibra óptica independientes recorren cada uno de los dos *racks* de tuberías, donde se han situado diferentes torpedos de empalme para las conexiones futuras.

El estandar marcado en los equipos de control ha sido el uso de autómatas programables Siemens S7-400H redundantes, que garanticen una operatividad permanente de la instalación ante cualquier eventualidad. Estos equipos de alta disponibilidad se conectan en una red Ethernet/TCP, distribuida sobre los anillos de fibra óptica mediante los conversores de medio necesarios.

Entre los equipos suministrados cabe destacar:

- PLC de Coordinación: encargado de intercambiar las señales de consigna y demandas de funcionamiento entre todos los autómatas que controlan de modo local los equipos de la instalación (motores, calderas, compresores, auxiliares).
- PLC de Medida: encargado de realizar de pasarela de comunicación entre la red del interior de la CIC y la red del polígono. Es posible acceder en tiempo real a todos los parámetros locales de cada uno de los clientes.
- PLC de Cogeneración: encargado de controlar todos los equipos auxiliares de la misma (lectura de instrumentación, gestión automática de bombeos, seguridades de funcionamiento, control automático de las calderas de recuperación de agua caliente y las enfriadoras de absorción).
- PLC de Cliente: situado en cada una de las ERM de la parcela cliente y conectado con los equipos de la central a través de la línea de fibra del *rack*. Este autómata gestiona de modo local la instrumentación utilizada para calcular la energía consumida por los clientes que permita su posterior facturación. Así mismo realiza un control local para garantizar los compromisos de temperatura del punto de suministro.

Desde el punto de vista eléctrico se ha realizado una monitorización completa de todas las celdas de media y baja tensión, con una gestión completa de alarmas de los relés de protección y una visualización y gestión de históricos de los parámetros eléctricos en juego proporcionados por los diferentes multimedidores situados en planta.

Un sistema informático basado en la plataforma Archestra de Wonderware ha sido la herramienta elegida para llevar a cabo la monitorización de todo el sistema. La llave utilizada cuenta con 25.000 puntos de entrada/salida y 12.000 variables. Como elementos integrantes de este control la central dispone de tres puestos de visualización SCADA, dos servidores redundantes de comunicaciones, un servidor de históricos y un servidor web que proporciona acceso remoto a los clientes para comprobar sus consumos instantáneos y acumulados además de acceder a su facturación vía internet.

Mediante un *software* de acceso remoto se facilitan las tareas de supervisión y mantenimiento de la planta.

CONTROL SYSTEM

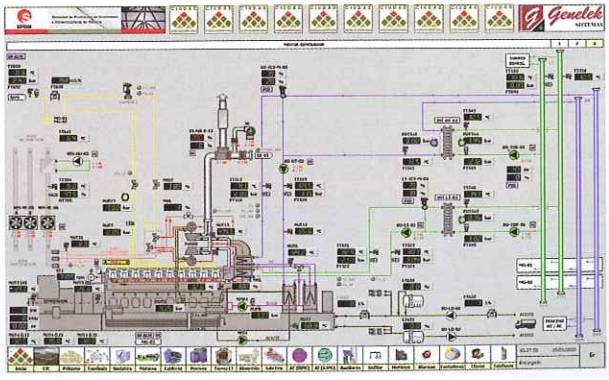
Genelek Sistemas was chosen to supply the control system. The objective of the system was not merely to control and monitor the elements specifically pertaining to the plant (motors, boilers, compressors, electrical system, auxiliary equipment), but also the Regulating and Metering Stations located at the consumption points of the CIC clients. With this in mind, the system was designed to facilitate the integration of companies entering the industrial estate in the future.

The first task was the design and putting into operation of the control network, which encompasses all the equipment integrated into the system. A multi-mode fibre-optic double ring is installed. This runs along the interior of the plant building with its corresponding connector boxes. Meanwhile, a further two independent fibre-optic rings run along each of the two piping racks and "torpedo" splice boxes have been fitted to facilitate future connections.

Chief elements amongst the equipment supplied include:

- ***Coordination PLC: exchanges operational supply and demand signals amongst all locally controlled automatons: motors, boilers, compressors, auxiliary equipment.***
- ***Metering PLC: the communication gateway between the internal CIC network and the industrial estate network.***
- ***Cogeneration PLC: controls all cogeneration auxiliary equipment.***
- ***Client PLC: locally manages the instrumentation used to calculate client energy consumption to facilitate invoicing.***

With respect to electrical energy, comprehensive monitoring of all medium and low-voltage cells is carried out.



A computer system carries out monitoring of the entire system. The plant is fitted with three SCADA supervisory displays, two redundant communications servers, a historical data server and a web server. Remote access software facilitates plant supervision and maintenance tasks.