

El proyecto LIFE_OPERE como consolidación de la valorización de las instalaciones energéticas en la USC

Según la Directiva Europea 2010/31/UE relativa a la eficiencia energética en edificios, el 40% del consumo to-

tal de energía en la Unión Europea se corresponde con la existente en dichos edificios, y dado que el sector se encuentra en fase de expansión, este

porcentaje está incluso en aumento. Los gastos energéticos de mayor entidad dentro de éstos últimos están asociados por su parte al sector terciario (20% del total de la energía consumida en España, según el IDAE), con una importante presencia en particular de los de tipo público.

En ese contexto, la reducción del consumo de energía y el uso de fuentes renovables en el sector de la edificación constituyen una parte importante de las medidas necesarias para cumplir los objetivos medioambientales de consumo y eficiencia energética propuestos por la unión europea para el 2020 y los posteriores aún más restrictivos.

Por otro lado, las universidades son entidades cuya magnitud y gasto energético asociado alcanza cotas elevadas. Cada una de dichas universidades consta de diferentes sedes administrativas, sectores, y campus, que por su parte están integrados por numerosas facultades, residencias de estudiantes, laboratorios, centros de investigación, instalaciones deportivas y un sinfín de focos de consumo energético con distintos grados de antigüedad y conservación. Esto se traduce en que, a efectos, una gran cantidad de las universidades se comportan como pueblos distribuidos con mayor o menor nivel de concentración y ordenación a lo largo del territorio.

En el caso concreto de la Universidad de Santiago de Compostela (USC),



Imagen de Alonso de Fonseca, principal impulsor de la USC (Imagen cedida por Servimav (USC))

está constituida a gran escala por dos campus principales: Campus de Santiago y Campus de Lugo, constando cada uno de ellos de sus propias divisiones. Se trata en total de un conjunto de unas 100 edificaciones con un consumo anual de unos 72GWh relativamente estable. Además de los usos propios de las universidades, las instalaciones de la USC se utilizan por diversos organismos o personas, bajo convenios de colaboración u otras formas de uso, para rentabilizarlas socialmente y que exigen cubrir las necesidades de estos usos desde el punto de vista energético.

En este contexto. Han de considerarse de manera interrelacionada varios factores:

- Confort
- Las instalaciones y su estado
- Impacto ambiental.
- Coste económico.

Estos tres factores no han de estar desequilibrados entre sí, y el hecho de que la USC se comporte como un 'organismo' en constante evolución y ampliación debe ser considerado con suficiente previsión y resiliencia. Esto exige adelantarse a los acontecimientos, es decir, a los nuevos focos de consumo, con la máxima eficiencia de gestión, y sin desalinearse de los objetivos marcados por la normativa y la USC.

PLAN DE OPTIMIZACIÓN ENERGÉTICA (POE) DE LA USC

El proyecto LIFE-OPERE tiene sus antecedentes, motivación y justificación en actuaciones emprendidas por la USC a finales de los años 90 en el que se empezó a planificar y promover un plan global de energía con un enfoque global, medioambiental, tecnológico y de sostenibilidad y eficiencia. Dicho plan se denominó Plan de Optimización Energética (POE).

El POE de la USC nació con el objetivo de implantar una política energética en la USC con un enfoque global,

respetuoso con el medio ambiente y que facilitase su supervisión y mantenimiento a un coste razonable. La situación previa a la ejecución de dicho plan constaba de instalaciones que llevaban tiempo en funcionamiento, y por ende con potencial de reforma y optimización. Por otro lado, desde el punto de vista energético, la situación era la de dependencia eléctrica de las suministradoras públicas, sin posibilidad de gestión de la misma más allá de los procesos de altas y control de recibos. Desde el punto de vista térmico, la mayor parte de los edificios constaban de sistemas de calefacción basados en calderas de gasoil y un contrato único con la suministradora. Esto último llevaba consigo la posibilidad de planificación de otras vías de gestión más optimizadas que las establecidas, a través del aprovechamiento de calor residual, el control térmico por zonas o el aprovechamiento de la inercia térmica.

Los objetivos del POE consistían en la mejora de la calidad de suministro de energía de la USC, en facilitar la gestión y mantenimiento de las instalaciones energéticas, racionalizar su coste, disminuir el impacto ambiental y aumentar el confort de los usuarios. Con el fin de llevarlos a cabo, se realizaron auditorías energéticas que derivaron en la renovación de instalaciones (iluminación, acristalado, etc), si bien las reformas más profundas de cara a buscar

los objetivos propuesto vinieron dadas a través de los siguientes puntos, entre los que se encuentra como denominador común un cambio hacia un enfoque corporativo e integrador dentro de la USC y su propio potencial infraestructural, estamental y humano:

- Creación de una red eléctrica propia independiente. En este caso, se proyectó la instalación de 11 motores de cogeneración a gas natural, cuya energía eléctrica es vertida a unos anillos de consumo comunes creados para la Universidad en sus campus. Mediante esta conexión a dicho nodo común, la USC puede negociar como gran consumidor y acogerse a una tarificación diferente y más ventajosa. Esto permitió por se una reducción importante en los gastos económicos, así como por otro lado actuar independientemente de Red Eléctrica en las instalaciones,
- Creación de una red térmica propia independiente. A partir de la generación energética de los motores de cogeneración, se creó una red distribuida de energía térmica dirigida hacia las zonas de consumo universitarias con necesidades térmicas, como complemento al aporte de las calderas preexistentes. Estas microrredes energéticas se extendieron por los distintos campus, distribuyendo combustible y energía hacia las distintas zonas de consumo/producción.

En particular, las redes consideradas se dividen en 6 en el Campus Vida (cu-



Facultad de Óptica de la USC

yas fuentes de energía en cada caso serán uno o más motores en función de sus necesidades y de cuántos edificios esté conectados a ellas) y una en el Campus Norte.

- Monitorización de las redes e instalaciones. Haciendo uso del potencial de comunicaciones y cómputo existente en la USC, se estableció una completa monitorización de las distintas instalaciones y redes mediante las señales asociadas a las variables requeridas para un control, gestión y confort adecuados. De esta forma, la información, su transparencia y potencial quedaron a disposición de la propia universidad y sus responsables de cara a una toma de decisiones eficiente y adecuadamente fundamentada.

El importe asociado al POE ascendió en su día, en pesetas, al equivalente de 10 millones de euros.

EL PROYECTO LIFE+ OPERE: OPERACIÓN EFICIENTE DE REDES ENERGÉTICAS

Alineado con el POE de la USC, y un paso más allá, surge el proyecto OPERE, financiado por la iniciativa LIFE de la Unión Europea, con la intención de implantar sistemas de gestión eficiente en redes energéticas, tanto térmicas como eléctricas, como un enfoque para

mejorar el comportamiento energético y medioambiental en edificios, en particular y especialmente en aquellos con grandes consumos energéticos. Se trata de un proyecto demostrativo cuyo objetivo no sólo implica el establecimiento de medidas de eficiencia energética de notables consecuencias, sino de demostrar el potencial que presenta el hecho de profundizar en un enfoque corporativo e integrador para alcanzar dichos fines. Este enfoque existía originalmente en el POE, pero necesita impulsarse, actualizarse y generalizarse de cara a un plan eficiente y dinámico de futuro en la energía.

El proyecto, liderado por la USC, ha contado con la participación como socio de EnergyLab, que es un centro especializado en el impulso de la eficiencia y la sostenibilidad energética, lo que ha permitido articular un equipo de trabajo multidisciplinar, cohesionado y orientado hacia la consecución de los objetivos. De esta forma, el proyecto OPERE engloba varios puntos clave:

- Internacionalización a nivel europeo y cofinanciación de acciones para promover la implantación rápida de acciones de eficiencia energética.
- Cooperación con socios tecnológicos externos (Aprendemos de los mejores)
- Cooperación y coordinación a nivel interno entre técnicos del Área de Infraestructuras, Servicio de Gestión Económico, Oficina de Desarrollo Sostenible, Unidad de Proyectos Europeos e investigadores de los centros de investigación de la USC, IIT y CITIUS. Todos ellos dirigido y coordinado por el Rectorado y la Gerencia..
- El Proyecto OPERE surge como un piloto estratégico clave de la USC en su apuesta corporativa por un desarrollo ambiental y económicamente sostenible, así como la validación de una metodología para dichos fines y orientación de las acciones a futuro.
- Incremento de los contactos con otros proyectos y expertos. Intercambio de Experiencias y buenas prácticas.

MOTIVACIÓN DEL PROYECTO PILOTO DEMOSTRATIVO. MONTE DE LA CONDESA

A la hora de seleccionar la el edificio o conjunto de edificios piloto sobre la cual sería llevado a cabo el proyecto OPERE, se buscó que fuese lo suficientemente adecuada desde diferentes aspectos:

- Formar parte de la Smart-grid térmica de la USC, con cogeneración asociada.
- Involucrar diferentes usos, diferentes usuarios y finalidades.
- Tener un alto consumo energético global.
- Ser representativo dentro de la USC de cara a la generalización/extensión/replacibilidad del mismo y su idiosincrasia subyacente (ver tabla).
- Estar aislado y tener un impacto potencial reducido de las obras de ejecución.

Finalmente, el proyecto OPERE se llevó a cabo sobre el complejo universitario del Monte de la Condesa (MC), situado en el Campus Vida de la USC. Este complejo de edificios, fue diseñado y construido inicialmente en el 1978 como Hospital Materno Infantil de la ciudad de Santiago de Compostela, en terrenos del campus de la USC. Actualmente, el complejo denominado Monte de la Condesa comprende los edificios de la Facultad de Óptica, la Facultad de Física, la residencia universitaria Monte da Condesa o el Centro de Transfusión de Galicia, entre otros. El objetivo fundamental del proyecto fue la optimización energética, económica y medioambiental de dicho complejo, establecido, como se indicaba, como edificio de referencia para el proyecto, si bien el enfoque fue más amplio y replicable a otros edificios de la USC en particular, así como de cualquier otro organismo o persona física o jurídica.

Para lograr este objetivo, se toman una serie de medidas entre las que se incluye el desarrollo de un sistema de gestión energética, cuyo objetivo persi-



Residencia Monte de la Condesa

Edificio	Centro similar en MC	Uso
CITIUS, IIT, CIBUS, Emprendia	Dpto. Física de partículas	Investigación
Facultades de Física, Medicina, Psicología, Farmacia	Escuela de Óptica, Aulario de Física	Docencia
R.U. Rgz. Cadarso, Fonseca, Burgo, Clemente	R. U. Monte de la Condesa (MC1, MC2)	Residencia

que la mejora continua planificada en el empleo de la energía mediante un uso más eficiente de la misma, reduciendo su consumo, los costes de operación asociados y las emisiones de gases de efecto invernadero. Las herramientas desarrolladas tienen como fin último el poner a disposición, de forma rápida, clara, representativa y solvente, la información esencial para el control de funcionamiento de los recursos y sistemas, la toma de decisiones en base a los mismos y la posibilidad de destinar más recursos humanos a otro tipo de labores como la gestión y planificación. De esta forma, todo el personal implicado tiene acceso rápido a la información que requieran, con mayor o menor grado de procesado de la misma, en función de sus necesidades.

ACTUACIONES DEL PROYECTO OPERE

Diagnóstico

En la primera fase del proyecto, se procedió al diagnóstico energético del edificio, analizando los factores que afectan a la demanda energética y costes de operación dentro del complejo universitario. Como herramienta de apoyo al diagnóstico, y a las encuestas realizadas entre usuarios, se desarrolló una simulación energética del complejo de edificios que permitió el establecimiento de la línea energética base en cada uno de los equipos para evaluar medidas de ahorro y lograr la optimización energética de la instalación resultante. Se comprobó que el complejo universitario utilizado como piloto para

el proyecto es un importante consumidor de energía, cuyo uso principal se destina a calefacción y agua caliente sanitaria (ACS) (75%), lo cual indica de partida el ámbito donde había mayor potencial de mejora. Cabe mencionar asimismo que, a nivel constructivo el edificio mantiene niveles de aislamiento térmico comparables a los exigidos por el código técnico de la edificación en su versión de 2006.

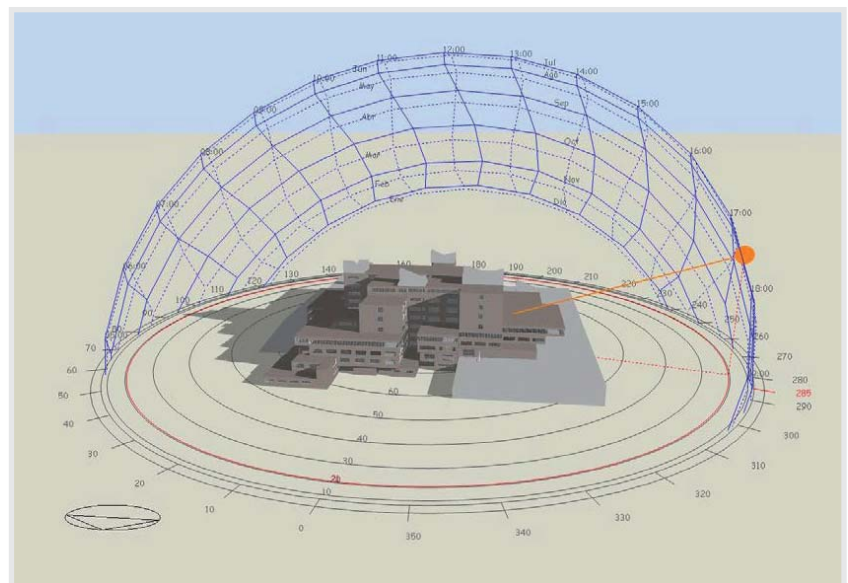
El complejo contaba, como núcleo de su generación energética, con un sistema de calderas de gasoil más un motor de cogeneración a gas natural para producción térmica y eléctrica. Como se indicaba anteriormente, la parte eléctrica se vierte a un anillo mediante el que está conectada la Universidad a Red Eléctrica, mientras que la térmica aportaba de modo directo a los circuitos de calefacción y ACS del complejo. A pesar de esto, el aprovechamiento de

la instalación de cogeneración se evaluó como claramente mejorable, puesto que, por un lado, su impulsión y retorno se conectaba a servicios que trabajaban en rangos de temperaturas diferentes (calefacción y ACS), mientras que por otro, el aprovechamiento energético y correcta refrigeración del motor estaban condicionados a la demanda instantánea del edificio.

Medidas de ahorro implantadas

Las medidas de ahorro identificadas fueron evaluadas desde el punto de vista energético y económico para seleccionar aquellas con un mayor potencial para contribuir a alcanzar los objetivos del proyecto. De esta forma, de las doce medidas consideradas y estudiadas, se implantaron de modo general las siguientes:

- Sustitución de calderas de gasoil por gas natural. Esto no sólo reduce el consumo al tratarse de calderas de mayor eficiencia (hasta 110% nominal al considerar el Poder Calorífico Inferior), sino que el tipo de combustible empleado es menos contaminante.
- Producción instantánea de agua caliente sanitaria (ACS) en lugar de acu-





Paso a calderas

Producción instantánea de ACS. Depósitos de inercia para optimizar el uso de la cogeneración

Inclusión de bombas con variador de velocidad. Producción centralizada de calor y sectorización. Medidas de energía para cada servicio y en cada productor

mulación. En este caso, el ACS no necesita tratamientos anti legionella, además de que en general se reducen los costes por mantenimiento.

- Incorporación de depósitos de inercia para acumulación de energía térmica, de modo que se optimiza el uso del calor procedente de la cogeneración y aumenta la extracción del mismo.
- Inclusión de bombas con variador de velocidad para mejorar la regulación de los sistemas.
- Producción centralizada de energía térmica y sectorización por servicios. En el cambio realizado para los circuitos térmicos, no sólo se optimizaron los mismos y sus aislamientos, sino que se agregaron válvulas mezcladoras regulables mediante lazos de control en los autómatas para obtener en cada caso las temperaturas requeridas para cada sector.
- Medida detallada de cada productor y consumidor energético.

La implantación de estas medidas supuso una fuerte modificación de la

red térmica del complejo en la que se pasa de un sistema constituido por 10 calderas, divididas en 5 subredes que interaccionaban entre sí de forma poco controlada a través del motor de cogeneración, a un modelo compuesto por una producción centralizada de la que obtienen la energía los distintos servicios sin efectos colaterales entre ellos.

El sistema y su control constan ahora de una importante flexibilidad y adaptabilidad a las necesidades de cada caso, combinando los flujos energéticos de forma adecuada para cumplir

con las necesidades de confort minimizando los gastos de energía.

Medidas de energía para cada servicio y en cada productor

Como se indicaba anteriormente, para apoyar la consecución de los objetivos del proyecto se desarrolló asimismo una herramienta software a partir del sistema de monitorización preexistente desde el POE, como una adecuada evolución del mismo, que ya forma



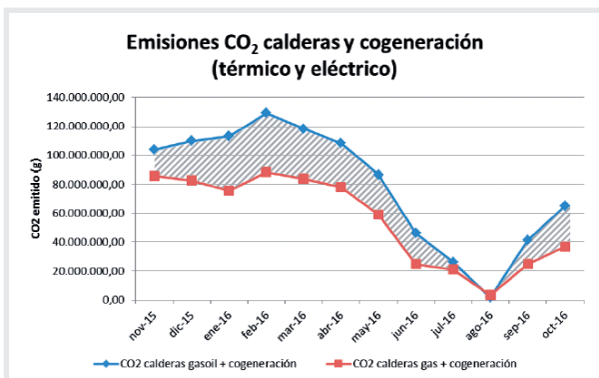
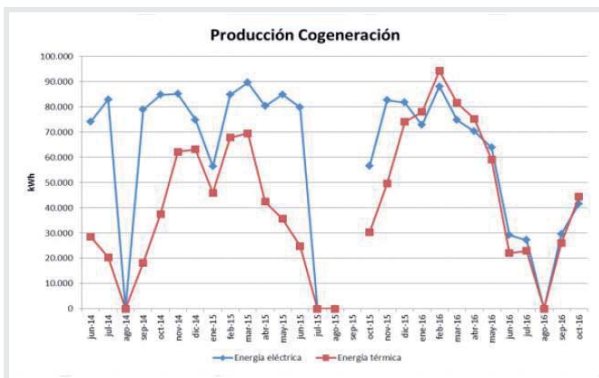
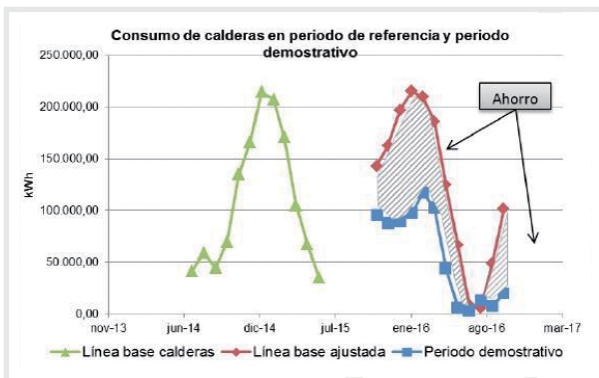
parte del sistema de gestión energético de la USC, con el fin de encontrar mediante diferentes análisis de datos posibles mejoras y optimizaciones energéticas. Está operativa no sólo en el edificio objeto del proyecto, sino en otros 20 edificios de la universidad que también pueden ser operados con dicha herramienta desde hace más de seis meses, a expensas de que pueda ser ampliada a los más de 40 en los que está funcionando la monitorización implantada en el POE.

La herramienta se apoya en una serie de servicios que le permiten realizar su función y simplifican la expansión de sus posibilidades, entre las cuales se incluye la extracción de información procesada general en un cuadro de control, como por ejemplo el rendimiento de los elementos, consumos generales (tanto en energía como traducido en términos económicos), codificación de la incertidumbre de las medidas por nivel de transparencia de los gráficos, etc.

Por otro lado, cabe destacar que como una medida más de la optimización del sistema, el proyecto OPERE trabajó en la aplicación de técnicas de inteligencia artificial para el desarrollo de modelos predictivos de la dinámica térmica en los edificios con un doble objetivo:

- La generación de modelos de temperatura interior para los distintos pisos de un edificio.
- La generación de modelos para predecir la evolución de la temperatura en los depósitos de inercia.

Esto permitirá configurar en un futuro los sistemas de control de forma au-



tomática en base a las predicciones.

RESULTADOS

Tras un año en funcionamiento, el proyecto ha permitido reducir el consumo energético asociado a la generación térmica en más de 785.000kWh, que representa un 53% del total, la reducción de emisiones de CO₂ en un 35%, y el ahorro económico de más del 20% (26.000€ anuales), todo ello a pesar de la anómala y abrupta caída en los precios del gasoil acontecida durante el periodo del proyecto (no así del gas natural). Otro de los logros del

proyecto ha sido el citado desarrollo instrumental evolucionado del sistema de gestión de redes energéticas que ya se está implantando en el Servicio de Gestión de Infraestructuras de la USC.

El proyecto ha generado el Informe Técnico OPERE que recoge de forma detallada todos los trabajos realizados, así como el Informe Layman, que tiene un carácter más divulgativo y contiene, de forma sintética, una visión general del alcance y principales resultados del proyecto con el fin de su difusión entre público no profesional. Asimismo se han publicado artículos científicos en revistas especializadas.

El proyecto OPERE, Premio Galicia de Energía 2017, refuerza el compromiso social de la USC en el ámbito de la ecología interna y sostenibilidad, y trasciende claramente los citados objetivos establecidos por la Directiva 2012/27/EU sobre eficiencia energética, que establecía el incremento de la eficiencia energética en un 20% y la reducción emisiones de CO₂ en un 20% para el año 2020, abriendo un claro frente de potencial y planificación futura.

La USC, a través de la Gerencia y el área de infraestructuras, está trabajando en diversos frentes de cara a una planificación integrada de infraestructuras, la racionalización de mecanismos de adquisición y gestión, así como la previsión de fuentes de financiación contemplando la cooperación interna entre todos los recursos disponibles, la cooperación con socios tecnológicos y la cofinanciación competitiva o no que mejor se adapte en cada caso. Esperemos que el proyecto LIFE-OPERE sea uno más entre los muchos que se desarrollen en la USC en el futuro.