

Integración de la generación distribuida en el Campus de la Universidad de Navarra en Pamplona

Autores de la comunicación: C. Martín Gómez¹ y N. Mambrilla Herrero²

1 Dr. Arquitecto. Sección de Instalaciones y Energía. Escuela de Arquitectura de la Universidad de Navarra. instetsaun@unav.es

2 Arquitecto. Sección de Instalaciones y Energía. Escuela de Arquitectura de la Universidad de Navarra. instetsaun@unav.es

Resumen: Un proyecto académico, realizado por alumnos de la Escuela de Arquitectura de la Universidad de Navarra, derivó en una ambiciosa actuación propositiva para que en el Campus de la Universidad de Navarra en Pamplona se minimizaran las emisiones de CO₂. Las ideas propuestas incluyen acciones relacionadas con el transporte, la gestión del agua, la gestión de residuos,... y también con la generación distribuida. Es objeto de esta comunicación exponer la metodología seguida en el proyecto así como los resultados obtenidos en el área de la generación distribuida de energía eléctrica. Las tecnologías incorporadas al proyecto son: fotovoltaica, turbinas eólicas para entornos urbanos, micro-generación y otras soluciones de producción eléctrica de pequeña potencia.

Palabras clave: Integración, generación, energía, arquitectura, universidad.

1. INTRODUCCIÓN

Todo Campus universitario constituye una ciudad en miniatura: los colegios mayores pueden equipararse a viviendas, los edificios docentes a oficinas, las instalaciones deportivas y las bibliotecas a espacios dotacionales,... En estos Campus se tienen también que resolver los problemas asociados al transporte diario de miles de personas, gestión de residuos, suministros energéticos,...

Desde este planteamiento, durante el curso académico 2008-2009, los alumnos de la asignatura de 'Ingeniería Ambiental Aplicada a la Ciudad' común a las especializaciones de 'Paisaje y Medio Ambiente' y 'Planeamiento y Desarrollo Urbanístico' de la Universidad de Navarra, desarrollaron un trabajo bajo el lema $UN = 0 CO_2$, en el que el propio Campus de la Universidad servía de 'laboratorio urbano' en el que analizar, estudiar y proponer diferentes medidas que promuevan que el conjunto de edificios e infraestructuras de este Campus alcancen un balance global de 0 emisiones de CO₂.

Este ambicioso proyecto trata distintas cuestiones como la gestión del agua, la mejora del reciclaje de residuos o la propuesta de sistemas alternativos de transporte. Evidentemente, la generación distribuida también tiene un papel relevante, y es objeto de esta comunicación exponer la metodología seguida, así como los principales datos de partida y resultados obtenidos.



Figura 1. Imagen aérea con varios de los edificios del Campus de la Universidad de Navarra en Pamplona.

2. OBJETIVOS

Los objetivos de este proyecto tienen una doble componente: académica y de investigación aplicada.

OBJETIVOS ACADÉMICOS

El proyecto surge y se desarrolla dentro de una asignatura orientada a arquitectos, no a ingenieros, con una clara componente práctica: Se pretende que los arquitectos que reciben esta asignatura, futuros profesionales del diseño de las ciudades, sean conscientes de que el diseño energético de las infraestructuras ha de tenerse en cuenta como un elemento más de diseño desde el inicio, tanto para la nueva planificación urbana, como en el caso de las reformas urbanas. [1]

OBJETIVOS DE INVESTIGACIÓN APLICADA

La Universidad de Navarra, en consonancia con la actual situación social, es una institución preocupada por alcanzar la máxima eficiencia energética en sus instalaciones y por la integración de energías renovables adaptadas a la casuística existente en los diversos edificios de sus distintos Campus. Prolongando este argumento, se pretendía que este proyecto no fuese tan solo teórico, sino el primer paso necesario para la ejecución de las medidas que en él se plantean.

Los objetivos pasan por analizar la implantación de las siguientes tecnologías:

- Energía fotovoltaica.
- Cogeneración.
- Energía eólica.
- Viabilidad de la aplicación de otras tecnologías para la producción de energía eléctrica.
- Pilas de combustible¹.
- Aplicación de la energía eléctrica generada en el transporte interno del Campus.

Por último, y coincidiendo con los objetivos de este Congreso, el proyecto pretende dar a conocer e impulsar la ejecución de las medidas planteadas, pues este tipo de actuaciones, con una importante repercusión económica, requieren de una transmisión de información clara para que todos los agentes participantes sean conscientes de la necesidad de su implantación².

3. METODOLOGÍA

Los alumnos, desde una visión multidisciplinar del problema al que se enfrentan y coordinados por el profesor de la asignatura, analizan en primer lugar los diversos elementos que conforman el conjunto del gasto energético del Campus: transporte, gestión del agua en la urbanización, residuos urbanos, los propios edificios,...

A partir de estos datos, y tras analizar también la integración de distintas energías renovables, los alumnos se reparten la responsabilidad de plantear acciones en cada uno de los ámbitos anteriores, cuantificando los gastos económicos asociados y las previsiones de ahorro en emisiones de CO₂ para las distintas medidas planteadas. De éstas, en la presente comunicación solo se tratan las relacionadas con la generación distribuida de energía eléctrica.

¹ Se está desarrollando actualmente un proyecto para la instalación de pilas de combustible de hidrógeno, de distintas potencias, en varios edificios del Campus. Dicho proyecto está orientado al estudio de la integración de esta tecnología en la edificación cuantificando potencias, estudiando problemas de instalación,... No obstante, en estos momentos, su desarrollo quedaría fuera de esta comunicación.

² La Facultad de Comunicación de la Universidad de Navarra ha preparado un documental audiovisual sobre este proyecto que se exhibirá en los vestíbulos de varios edificios del Campus de Pamplona.

4. DATOS DE PARTIDA

El Campus de la Universidad de Navarra en Pamplona está formado por 28 edificios, donde reciben clases más de 14.000 alumnos y trabajan más de 2.000 personas (incluyendo el profesorado).

Sin embargo, para este proyecto, se decide trabajar solo sobre 11 de los edificios del Campus. Se toma esta decisión, ya que estos 11 edificios comparten la misma situación geográfica, mientras que el resto (Ciencias, Clínica de la Universidad de Navarra, Centro de Investigación Médica Aplicada,...), además de ubicarse en un punto más elevado de la geografía pamplonesa, son edificios complejos en términos energéticos, con consumos eléctricos 'singulares' que dificultarían la extrapolación de los resultados del proyecto a otras situaciones urbanas.

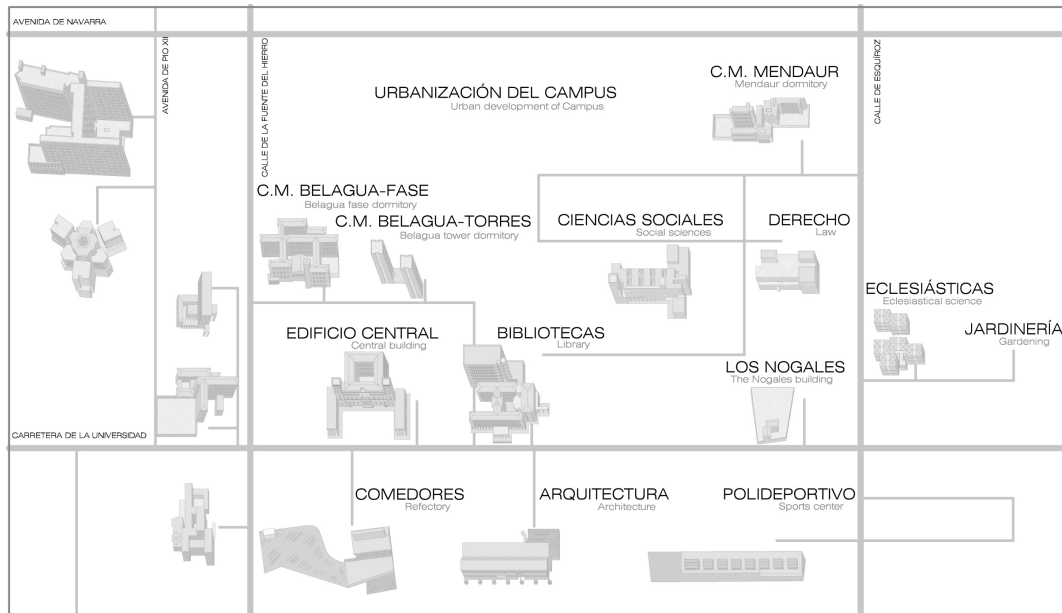


Figura 2. Plano simplificado del Campus de la Universidad de Navarra con los edificios analizados.

Del área objeto de estudio, los datos generales de partida serían los siguientes:

- Se analizan las interrelaciones energéticas de la propia urbanización del Campus y 11 edificios: 2 colegios mayores, 1 edificio de comedores, 4 facultades y escuelas, 1 polideportivo y 3 edificios de gestión.
- Las personas que desarrollan su actividad profesional cotidiana (incluyendo profesores y alumnos) están en torno a 6.800, a las que hay que añadir los residentes de los colegios mayores, que suponen aproximadamente 450 personas más.

5. RESULTADOS

Los principales resultados del trabajo, agrupados por tipos de tecnologías, serían los siguientes:

1. Energía fotovoltaica
 - a. Edificación. Aprovechando las superficies de cubiertas disponibles (aquellas con capacidad de sobrecarga adicional, orientadas a sur,...) se colocan paneles fotovoltaicos para la producción de energía eléctrica.
 - b. Farolas. En los distintos accesos peatonales al Campus, aproximadamente cada 20 metros, se dispone de un total de 300 farolas que se sustituirían progresivamente por otras que incorporasen paneles fotovoltaicos para la producción de la energía eléctrica que requieren.

- c. Se plantea la colocación de diversas pérgolas fotovoltaicas para la cubrición tanto de algunos de los aparcamientos exteriores de vehículos, como para la ampliación de las áreas dedicadas al estacionamiento de bicicletas.



Figura 3. Estudio de la ubicación de las pérgolas fotovoltaicas en relación con los edificios adyacentes, para evitar que las sombras de éstos afecten el rendimiento de los paneles fotovoltaicos.

2. Cogeneración. Se plantea a dos escalas y dos plazos de ejecución distintos:
 - a. Pequeña escala y a corto plazo. Implantación de un sistema de micro-cogeneración en el edificio del polideportivo para producción de agua caliente (vestuarios) y electricidad.
 - b. Gran escala y a medio-largo plazo. Está prevista la construcción de varios edificios en el Campus en el área de actuación, para los cuales se plantea la implantación (preferiblemente integrada en los nuevos edificios) de un sistema de cogeneración para producción de agua caliente y electricidad que sirva simultáneamente a estos nuevos edificios³. Además, tras el análisis de los residuos que se producen en las diversas cafeterías de la Universidad, en el edificio de comedores y desde el Servicio de Jardinería, se plantea la construcción de un sistema de producción de biogás a partir de estos residuos con dos fines: primero, producir gas que pueda utilizarse en la instalación de cogeneración; segundo, que la instalación sirva como espacio de experimentación tanto para la Facultad de Biología como para la Escuela de Ingenieros de la Universidad de Navarra.
3. Turbinas eólicas de pequeña potencia. Estos aerogeneradores, optimizados para su implantación en entornos urbanos, se distribuirían fundamentalmente por los caminos peatonales del Campus⁴.
4. Miniturbinas hidroeléctricas. Colocadas en los sistemas de saneamiento fecal y pluvial de los edificios existentes o por construir, aprovechan la fuerza del agua en movimiento⁵.

³ Los consumos analizados durante el trabajo, sin embargo no avalan la implantación de un sistema de cogeneración para la producción de agua fría.

⁴ Para analizar la viabilidad económica y energética de estas turbinas, se han utilizado los datos de viento de la estación meteorológica de Pamplona situada en Larrabide. Mod. Quiet Revolution qr2.5. <www.quietrevolution.co.uk>



Figura 4. Ubicación prevista de los accionamientos piezoeléctricos en los accesos a los aparcamientos.

5. Accionamiento piezoeléctrico. En los accesos a los aparcamientos se colocaría un mecanismo que aprovecha la parada y paso de vehículos para producir energía eléctrica⁶.
6. Se colocan varios puntos de carga eléctricos (alimentados desde las pérgolas fotovoltaicas) en el aparcamiento de la Facultad de Comunicación, para la carga del autobús lanzadera eléctrico planteado en el proyecto (que comunicaría la Universidad internamente), para los vehículos eléctricos del Servicio de Seguridad, así como otros vehículos eléctricos de los que puedan disponer el personal o los estudiantes en el futuro.

El resumen de los resultados presentados en este apartado se recoge en la Tabla I.

Tabla I. Tabla resumen de la producción anual de energía y su equivalencia en toneladas de CO₂.

MEDIDA PLANTEADA	PRODUCCIÓN (kWh / año)	AHORRO (Ton CO ₂ / año)
Paneles fotovoltaicos	686.752	274'7
Farolas fotovoltaicas	75.000	30
Pérgolas fotovoltaicas	817.562	327
Cogeneración	290.000	116
Turbinas eólicas	73.440	29'4
Miniturbinas hidroeléctricas (inicialmente para realizar pruebas técnicas)	17.530	7
Accionamiento piezoeléctrico	90.000	36
	2.050.284	820'1

6. CONCLUSIONES

De forma paralela a lo planteado en los objetivos iniciales, las conclusiones de esta comunicación pueden hacerse desde una doble lectura académica y de investigación aplicada.

CONCLUSIONES ACADÉMICAS

⁵ Evidentemente, la energía producida depende de la presión disponible. Por cada pulsación de la cisterna se ha considerado una producción media de 80 w de acuerdo a las consideraciones del fabricante Leviathan Energy para el modelo Berkatine Turbine. <www.leviathanenergyinc.com>

⁶ Los datos utilizados son los proporcionados por Highway Energy Systems Ltd. <www.hughesresearch.co.uk>

Para la resolución del proyecto ha resultado fundamental la visión multidisciplinar de los problemas que ofrece la asignatura con el trabajo conjunto de más de veinte estudiantes, lo que a su vez ha proporcionado, respuestas multidisciplinarias y aglutinadoras.

Tal y como se indica en las bases de este Congreso, este proyecto ha permitido la transferencia de conocimientos, contribuyendo a promover las alternativas tecnológicas de generación de energía, además de potenciar el intercambio de conocimientos y metodologías de trabajo entre distintas facultades de la propia Universidad.

Evidentemente, algunas de las medidas planteadas son difíciles de ejecutar, pero no son utópicas en modo alguno, es más, se entiende que corresponde al ámbito de la Universidad hacer este tipo de propuestas innovadoras.

Por último, el proyecto confirma la necesidad de que los arquitectos urbanistas, no solo los ingenieros, sean formados sobre estas cuestiones técnicas en la Universidad.



Figura 5. Los objetivos y resultados del proyecto se han resumido en 5 láminas para su exposición, junto con el documental elaborado por la Facultad de Comunicación, en los vestíbulos de varios edificios del Campus.

CONCLUSIONES DE INVESTIGACIÓN APLICADA

El trabajo muestra que se pueden alcanzar importantes ahorros en términos económicos y en emisiones de CO₂ con el sumatorio de las distintas medidas planteadas, en una actuación que requiere de una estrategia planificada a largo plazo.

Existe una evidente dificultad en ejecutar simultáneamente todo lo que aquí se plantea. Sin embargo, la ejecución paulatina de diversas de las medidas planteadas en el proyecto, tanto en lo referente a la generación distribuida como al resto de elementos, sería posible con relativa sencillez técnica.

Como resumen, aunque los objetivos planteados sean complicados de alcanzar sin una importante inversión económica, el proyecto ha pretendido servir de revulsivo intelectual para implementar estas mejoras en el Campus.

7. REFERENCIAS

- [1] MARTÍN GÓMEZ, C. et. al. (2009): “Low-Energy Urban Infrastructures for the City of Nefta (Tunisia)”. 1st International Conference on Construction and Building Research Book, UPM, p. 181.

“Por la presente, y como autores del trabajo mencionado arriba, cedemos a la Comunidad de Madrid una licencia no-exclusiva irrevocable para imprimir, reproducir, distribuir, transmitir o comunicar de cualquier manera dicho trabajo, incluyendo el derecho de hacer modificaciones de formato. Además, afirmamos que esta cesión no lesiona los derechos de terceros”.