

# Universidad de Navarra = 0 CO<sub>2</sub>

**Autores de la comunicación: César Martín Gómez<sup>1</sup> y Ainara Mutuberria Larrayoz<sup>2</sup>**

- 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. ainaramutuberria@gmail.com

**Resumen:** Un proyecto académico, realizado por alumnos de la Escuela de Arquitectura de la Universidad de Navarra durante el curso 2008-2009, derivó en una ambiciosa actuación propositiva para que en el Campus de la Universidad de Navarra en Pamplona se minimizaran las emisiones de CO<sub>2</sub>. Las ideas propuestas incluyen acciones relacionadas con el transporte, la gestión del agua, la gestión de residuos,... Es objeto de esta comunicación exponer la metodología seguida en el proyecto, así como los principales resultados obtenidos en distintas áreas.

**Palabras clave:** Arquitectura, urbanismo, universidad, sostenibilidad, concienciación, energía.

## 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 del agua, residuos urbanos,...

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, desarrollan un proyecto bajo el lema  $UN = 0 CO_2$ .

En este proyecto el propio Campus de la Universidad sirve de 'laboratorio urbano' en el que analizar, estudiar y proponer diferentes medidas que promuevan que el conjunto de edificios e infraestructuras de este Campus alcance un balance global de 0 emisiones de CO<sub>2</sub>.

Este ambicioso proyecto trata, desde una visión multidisciplinar y en el marco de la concienciación en el ámbito universitario, distintas cuestiones como los medios de transporte, la gestión del agua o la mejora del reciclaje de residuos, con el fin último de alcanzar un entorno sostenible y, en definitiva, un estilo de vida saludable.

El objeto de esta comunicación es exponer los objetivos iniciales, la metodología seguida, los principales datos de partida, así como los 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 se establecen desde varias perspectivas:

1. **ACADÉMICA.** 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 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] [2]

2. **APLICABILIDAD.** La Universidad de Navarra, en consonancia con la actual situación social, es una institución preocupada por alcanzar la máxima eficiencia energética en sus infraestructuras 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.

Además, es necesario destacar que los objetivos del proyecto van más allá de alcanzar unos resultados específicos en este Campus, ya que la concienciación y por tanto, la divulgación de conocimientos y resultados, son pilares básicos del proyecto.

De forma común a estos objetivos, y coincidiendo con los objetivos de este Congreso, el proyecto profundiza y desarrolla los ejes que definen las universidades saludables: entornos, investigación, servicios y programas, e información y participación.

## **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:

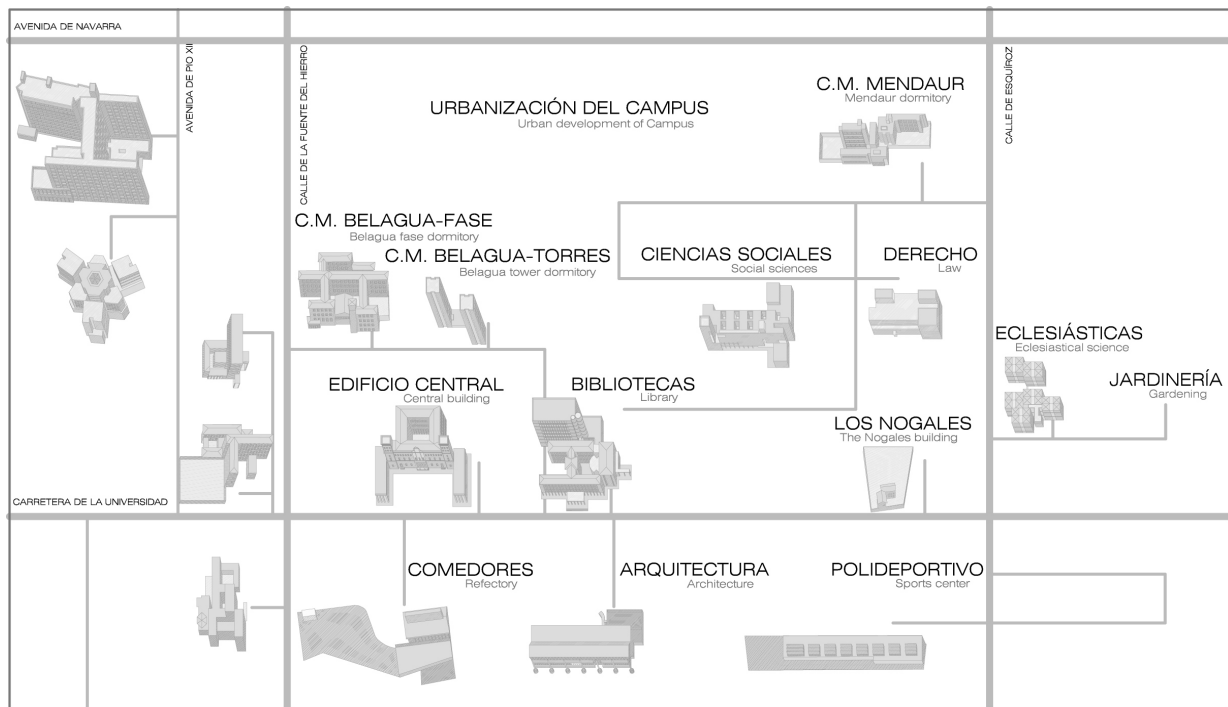
- Transporte.
- Gestión del agua.
- Residuos urbanos.
- Edificios.
- Producción de energía.

A partir de estos datos, 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 CO<sub>2</sub> para las distintas medidas planteadas.

## **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 (Edificio de 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 de gestión y de energía, con consumos y usos 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 resultados finales constituyen un indicador que resume el potencial de ahorro, en emisiones de CO<sub>2</sub>, tanto en cada edificio como para el conjunto del Campus.

En todos los casos se considera el potencial de ahorro posible de obtener, pero para la mayor parte de las medidas planteadas, se requiere de la participación activa de los alumnos, los profesores y el resto de trabajadores de la Universidad.

A continuación, se exponen los resultados del proyecto agrupados por áreas de actuación, destacando las principales medidas adoptadas en cada una de ellas:

### 1. TRANSPORTE

- a. Gestión de aparcamientos. En los aparcamientos de vehículos privados en los que el usuario deba identificarse con una tarjeta de acceso, no se permitirá el paso de vehículos que no estén catalogados con la letra de eficiencia energética A o B de acuerdo con los criterios del Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía - IDAE.
- b. Autobús lanzadera. Se propone la implantación de un autobús lanzadera eléctrico (gratuito para los estudiantes y trabajadores de la Universidad) que comunique toda la Universidad con una frecuencia de 10 minutos y minimice los consumos asociados a los desplazamientos con vehículos privados.

- c. Autobús urbano. Se amplía la red de transporte público, mejorando su accesibilidad en el Campus<sup>1</sup>.
- d. Punto de carga. Se coloca un punto de carga eléctrico, alimentado por las diversas fuentes de energía renovables instaladas, en el aparcamiento del edificio de Comunicación. Desde este punto de carga, se permite la alimentación eléctrica del transporte privado de la Universidad (autobús lanzadera y vehículos del Servicio de Seguridad) y los vehículos eléctricos de los que dispongan los estudiantes y el personal de la Universidad en un futuro próximo.
- e. Aparcamiento de bicicletas. Se aumenta el número de aparcamientos de bicicletas, varios de ellos acondicionados bajo marquesinas fotovoltaicas. Además, se coloca un aparcamiento de bicicletas, junto a la Facultad de Derecho, para alojar una estación del servicio proporcionado por el Ayuntamiento de Pamplona (NBICI).
- f. Carril-bici. Se propone la prolongación y aumento de los carriles-bici, ejecutándolos en paralelo a los caminos peatonales existentes.

**Tabla IV.** Ahorro anual de toneladas de CO<sub>2</sub> y repercusión económica de las acciones asociadas al transporte.

MEDIDA PLANTEADA	AHORRO (Tn CO <sub>2</sub> / año)	AHORRO (€ / año)
Aparcamientos	29	4.500
Autobús lanzadera	40	6.000
Autobús urbano	70	10.700
Punto de carga	10	1.500
Aparcamiento de bicicletas	63	9.800
Carril-bici	0	0
	<b>212</b>	<b>32.500</b>

## 2. GESTIÓN DEL AGUA

- a. Reutilización de aguas grises. La reutilización se lleva a cabo mediante la colocación de un sistema de tuberías que transportan las aguas grises procedentes de lavabos y duchas a unos depósitos, donde se lleva a cabo un tratamiento de depuración que permitirá su reutilización para alimentar las cisternas de los inodoros y el riego de las zonas verdes.
- b. Economizadores de agua. Estos elementos se colocan en duchas, lavabos y fregaderos, ahorrando hasta el 40% del consumo de agua, sin perder la sensación de caudal.
- c. Recogida de aguas pluviales. Las instalaciones canalizan el agua de las cubiertas de los edificios, para su empleo posterior en el sistema de riego de las zonas verdes de la Universidad.

**Tabla II.** Ahorro anual de toneladas de CO<sub>2</sub> y repercusión económica de las acciones asociadas a la gestión del agua.

MEDIDA PLANTEADA	AHORRO (Tn CO <sub>2</sub> / año)	AHORRO (€ / año)
Reutilización de aguas grises	36	7.650
Economizadores de agua	24	5.100
Recogida de aguas pluviales	50	10.610
Inodoros de doble descarga	7	1.590
Turbina hidroeléctrica	70	27.000
	<b>187</b>	<b>51.950</b>

<sup>1</sup> Actualmente, el autobús urbano nº 5 solo llega hasta el edificio de Derecho y se propone la ampliación de la línea hasta el edificio Central.

### 3. RESIDUOS URBANOS

- a. Recogida y tratamiento de residuos en la Universidad. Se establece el uso de máquinas trituradoras para optimizar el volumen y rapidez de recogida en el propio Campus, contribuyendo a una recogida de residuos más espaciada en el tiempo y un menor tráfico. También se realiza una recogida selectiva de colillas de cigarrillos para su posterior reciclaje y conversión en insecticida orgánico.
- b. Cubos de basura separadores. Se propone el uso de cubos separadores para reciclaje, tanto en el interior y exterior de cada edificio del Campus como en sus exteriores. La separación se realiza por tres tipos de materia: envases, papel y residuos orgánicos.
- c. Punto limpio. Se propone la colocación de un punto de recogida selectiva para residuos tóxicos o productos compuestos por distintos materiales susceptibles de reciclado y que están asociados al sector más joven de la población: pilas, teléfonos, aparatos electrónicos,...
- d. Se proponen otras medidas, que aun pudiendo considerarse menores en cuanto a su repercusión, de igual manera contribuyen al ahorro de CO<sub>2</sub>:
  - o Limitar y reducir el consumo de papel. Se preferencia la entrega de información en formato digital.
  - o Se propone el uso de nuevas tecnologías y soportes informáticos para ahorrar material de papelería en asignaturas con gran carga de trabajos.
  - o Café para llevar en vasos y tazas reutilizables de propileno. Su uso se gestiona en las cafeterías previo cobro de una fianza que será devuelta tras su devolución.
  - o Se fomenta el uso de botellas de vidrio, frente a las latas y briks en todas las cafeterías del Campus.

**Tabla III.** Ahorro anual de toneladas de CO<sub>2</sub> y repercusión económica de las acciones asociadas a la gestión de los residuos urbanos.

MEDIDA PLANTEADA	AHORRO (Tn CO <sub>2</sub> / año)	AHORRO (€ / año)
Recogida y tratamiento de residuos	13	4.700
Cubos de basura separadores	0	0
Punto limpio	0	0
Ahorro de papel	62	22.700
Entregas en formato digital	4'5	1.600
Vasos y tazas reutilizables	70	25.700
Priorizar tipos de envases	4	1.500
	<b>153'5</b>	<b>56.200</b>

### 4. EDIFICIOS.

- a. Mejora de las envolventes de los edificios. Las envolventes de los edificios condicionan las pérdidas de energía hacia el exterior. Se plantea la mejora progresiva de los cerramientos exteriores de los edificios de mayor antigüedad.
- b. Eficiencia del uso de la electricidad. Por una parte, se actúa sobre el control lumínico en los edificios mediante detectores de luz natural, instalación de control con tarjetas y detectores de presencia. Por otra parte, se establece que solo puedan utilizarse aparatos eléctricos de clase A.

El éxito de estas medidas está directamente relacionado con el aspecto social del proyecto, puesto que requiere que los usuarios sepan (y quieran) utilizar los edificios. Es por ello que la concienciación y la divulgación no suponen solamente un valor añadido para las medidas técnicas, sino que son fundamentales para su ejecución.

**Tabla IV.** Ahorro anual de toneladas de CO<sub>2</sub> y repercusión económica de las acciones realizadas en los edificios y en la urbanización.

MEDIDA PLANTEADA	AHORRO (Tn CO <sub>2</sub> / año)	AHORRO (€ / año)
Envoltentes de los edificios	7	3.000
Control lumínico	250	98.000
Aparatos eléctricos de clase A	180	69.500
Árboles de hoja caduca	66	26.000
	<b>503</b>	<b>196.500</b>

## 5. PRODUCCIÓN DE ENERGÍA.

Aun tratándose de una cuestión fundamental para la disminución de las emisiones de CO<sub>2</sub>, la producción activa de energía no es objeto de este Congreso, por lo que únicamente se resumen los principales datos de producción. [3]

**Tabla V.** Tabla resumen de la producción anual de energía y su equivalencia en toneladas de CO<sub>2</sub>.

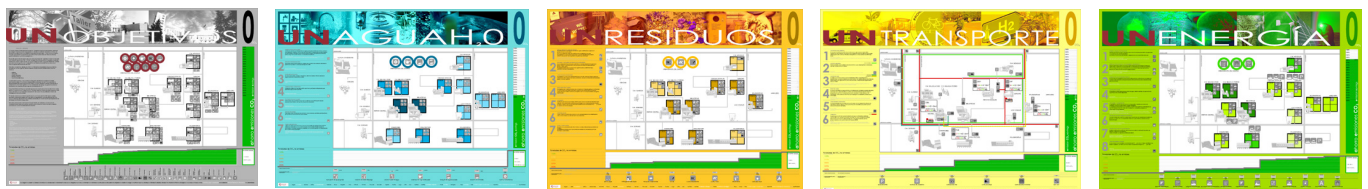
MEDIDA PLANTEADA	AHORRO (Ton CO <sub>2</sub> / año)	PRODUCCIÓN (kWh / año)
Paneles fotovoltaicos	274'7	686.752
Farolas fotovoltaicas	30	75.000
Pérgolas fotovoltaicas	327	817.562
Cogeneración	116	290.000
Turbinas eólicas	29'4	73.440
Miniturbinas hidroeléctricas (inicialmente para realizar pruebas técnicas)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

## 6. CONCIENCIACIÓN.

Además del planteamiento de las medidas anteriores y el estudio de los correspondientes ahorros de CO<sub>2</sub>, el proyecto 'Universidad de Navarra = 0 CO<sub>2</sub>' aporta resultados de un carácter más amplio, fundamentalmente relacionados con la concienciación de las personas, tanto de las involucradas directamente en el proyecto, como de todas aquellas a las que sea posible llegar. Para ello, se establecen distintas iniciativas que difunden y amplían los resultados teóricos del estudio.

Por una parte, los objetivos y resultados del proyecto se han resumido en 5 láminas de manera que la información se transmita a través de un lenguaje expresivo, visual y de fácil comprensión.

También se ha colaborado con la Facultad de Comunicación para la elaboración de un documental audiovisual que será expuesto, junto con las láminas, en los vestíbulos de varios edificios del Campus.



**Figura 3.** Láminas resumen del proyecto: análisis, gestión del agua, residuos urbanos, transporte y producción de energía eléctrica.



**Figura 4.** Ejemplos de algunos de los iconos utilizados para asegurar la legibilidad del mensaje de las láminas.

Por otra parte, los alumnos de la asignatura ‘Ingeniería Ambiental Aplicada a la Ciudad’ firman un acuerdo, voluntario, por el que se comprometen a acudir a clase de una manera sostenible (andando, en coche compartido, en bicicleta o en transporte público).

Esta iniciativa se amplía a toda la Escuela de Arquitectura a través del ‘I Concurso de Movilidad Sostenible’, que premia a los alumnos que se desplazan a la Universidad de forma sostenible. La repercusión mediática en prensa<sup>2</sup> y radio<sup>3</sup> constituye una evidencia de la importancia del trabajo realizado.



**Figura 5.** Contraportada del Diario de Navarra (25/11/2008) con la noticia del ‘I Concurso de Movilidad Sostenible’.

## 6. CONCLUSIONES

**Tabla VI.** Resumen por áreas del ahorro anual estimado de toneladas de CO<sub>2</sub>.

ÁREA	AHORRO (Tn CO <sub>2</sub> / año)
Transporte	212
Gestión del agua	187
Residuos urbanos	153’5
Edificios	503
Producción de energía	1.738
	<b>2.793’5</b>

<sup>2</sup> Diario de Navarra (25/11/2008), Diario de Noticias (1/12/2008), aunclick (12/12/2008), Diario Social Digital de Europa Press (24/11/2008-3/4/2009), El Periódico de Aragón (4/4/2009).

<sup>3</sup> Entrevista para Radio Euskadi y para 98.3 Radio <[http://www.unav.es/arquitectura/asignaturas/diseinstalaciones/pagina\\_11.html](http://www.unav.es/arquitectura/asignaturas/diseinstalaciones/pagina_11.html)>

Las conclusiones de esta comunicación se realizan desde varias perspectivas:

1. 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, futuros arquitectos urbanistas, lo que ha proporcionado respuestas multidisciplinarias y aglutinadoras. Por tanto, la fortaleza del estudio no está tanto en las grandes aportaciones científicas, como en la importancia de aunar distintos conocimientos que, en muchos casos, tienden a funcionar independientemente y sin una visión global debido al esfuerzo y el tiempo que ello requiere. Por tanto, el proyecto confirma la necesidad de que los arquitectos urbanistas, no solo los ingenieros, sean formados sobre estas cuestiones técnicas en la Universidad.

2. El proyecto ha permitido establecer unas líneas de actuación para su ejecución inmediata en la 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. A pesar de la dificultad en ejecutar simultáneamente todo lo que aquí se plantea, la ejecución paulatina de diversas de las medidas planteadas en el proyecto sería posible con relativa sencillez técnica.

3. Uno de los aspectos básicos del proyecto es el aspecto social, es decir, la concienciación. Por ello, ha sido fundamental fijar las bases de una correcta comunicación, teniendo en cuenta que el receptor es un público no especializado. La necesidad del uso de un lenguaje expresivo, confirma la importancia de que el proyecto se haya realizado desde una Escuela de Arquitectura.

4. El trabajo muestra que se pueden alcanzar importantes ahorros en emisiones de CO<sub>2</sub> con el sumatorio de las distintas medidas planteadas, en una actuación que requiere de una estrategia planificada a largo plazo. Estos valores alternativos en defensa de la sostenibilidad, permiten alcanzar un entorno y un estilo de vida más saludable.

Como resumen, aunque los objetivos planteados sean complicados de alcanzar sin una importante inversión económica, el proyecto ha pretendido servir de revulsivo intelectual para concienciar sobre la necesidad de implementar las mejoras propuestas 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.

[2] PIZARRO, R. (2009). “Climate Change, Peak Oil and New Curricula in Urban Planning Education” in Kenny Tang (ed). Green CITYnomics: The Urban War against Climate Change. Sheffield, UK: Greenleaf Publishing.

[3] MARTÍN GÓMEZ, C. et. al. (2009): “Integración de la generación distribuida en el Campus de la Universidad de Navarra en Pamplona”. I Congreso de Generación Distribuida GENEDIS. (Pendiente de aceptación definitiva).