



Las energías renovables al servicio de la humanidad

Renewable Energies in the Service of Mankind

Dania González Couret

RESUMEN: A pesar de las acciones dirigidas hacia un desarrollo más sustentable, en Cuba se aprecia una escasa comprensión sobre el rol del diseño arquitectónico y urbano para alcanzar tal meta. Se pretende demostrar cómo es posible mejorar la sustentabilidad del medio construido, mediante propuestas de transformación simples y económicas, tomando como objeto de estudio la Universidad de Ciencias Informáticas (UCI). Se realizó un diagnóstico cualitativo urbano para definir las principales estrategias de actuación. Las propuestas son progresivas, de mínima intervención y máximo impacto, entre las que se encuentran: rezonificación por facultades para disminuir recorridos, uso de transporte alternativo como bicicletas y microbuses de energía cero, incorporación de nuevos servicios, aprovechamiento de fuentes renovables de energía y creación de un parque ecológico con humedal para el tratamiento de aguas grises. A partir del diagnóstico urbano se seleccionan los edificios con mayores problemas para soluciones a partir de una evaluación cualitativa y cuantitativa.

PALABRAS CLAVE: sustentabilidad, ciudad universitaria, energía, diseño bioclimático.

ABSTRACT: Despite the actions toward a more sustainable development, a poor understanding of the role of architecture and urban design to achieve this goal is appreciated in Cuba. The objective of this paper is to show how it is possible to improve the sustainability in a built environment, by simple and economic transformations, taking as study object the Universidad de Ciencias Informáticas (UCI). A qualitative urban diagnosis was carried out in order to define the main performance strategies. The proposals are progressive, based on minimum intervention and maximum impact. Some of them are: rezoning to reduce distances, using alternative transportation means as bicycles and zero energy minibuses, incorporating new services, using renewable sources of energy and creating an ecological park with a wetland for the gray water treatment. This diagnosis allowed to select the more problematic buildings to be transformed based on a qualitative and quantitative evaluation.

KEYWORDS: sustainability, University City, energy, bioclimatic.

Este fue el lema escogido para el XIII Congreso Mundial de Energías Renovables celebrado en la Universidad de Kingston en Londres, en agosto de 2014. Siguiendo la trayectoria de estos congresos en los últimos 20 años, es posible notar la evolución en el tratamiento del tema y cómo el foco de los debates va cambiando según las circunstancias condicionantes y el desarrollo científico técnico.

El cambio climático continúa siendo una realidad que en opinión de Kutschester [1], avanza más rápido de lo esperado, ya que los riesgos fueron subestimados. Según este conferencista del Laboratorio Nacional de Energías Renovables (NREL) en los Estados Unidos, el nivel medio del mar deberá elevarse unos 5 o 6 m en los próximos 200 años y serían necesarios 271 billones de dólares anuales para proteger las costas de ese país.

Renné, del propio laboratorio de Energía solar en Colorado, precisa que la temperatura se ha elevado en 0,85 grados a partir de 1850, como consecuencia de las 2 000 Gt de CO₂ emitidas a la atmósfera desde 1750, la mitad de las cuales se han generado en los últimos 40 años [2]. Por tanto, según este autor, hasta 2100 no debieran generarse más de 1 000 Gt de CO₂, pero las emisiones se incrementan a razón de 30 Gt por año. No obstante, según Sala [3], lo más importante no es el aumento de la temperatura, sino la ampliación del período caluroso.

Posiciones optimistas como la de Fell [4] se refieren a la necesidad de “enfriar la tierra”, lo cual es posible si se reducen las emisiones de CO₂ y se incrementa la masa verde para absorberlo. En este sentido, el autor expone acciones encaminadas a reverdecer los desiertos y desarrollar fincas orgánicas donde se cultivan plantas como la jatrofa, muy similares a las desarrolladas por el programa de “Soberanía alimentaria” en la provincia de Guantánamo años atrás [5]. La afirmación de que la energía solar ayuda a reducir la pobreza, también coincide con la idea expresada hace 20 años por Turrini [6] en cuanto a que “El camino del sol” es la única vía democrática y solidaria hacia el futuro.

Otra vía para “enfriar” el planeta y contrarrestar el calentamiento global parece ser la “captura de CO₂”, que constituye una solución tecnológica cara, a partir del empleo de reactores de biogás y electrolizadores, entre otros [7].

Se dice que un escenario futuro 100 % renovable requiere de una tecnología madura a una escala apropiada, investigación-desarrollo, políticas regulatorias, disponibilidad de recursos acceso a capital de bajo costo y aceptación pública, entre otros factores [2], pero no solo son importantes las políticas, sino su implementación [8]. Por ejemplo, aunque el 25,4 % de la

energía en Alemania es generada por fuentes renovables y el mayor objetivo político del país es la transición energética, las políticas financieras de la Unión Europea impedirán que se alcance el objetivo 20-20-20, que se reduzca la generación de gases de efecto invernadero, así como el costo de la energía [9]. Por el contrario, crecerá drásticamente la importación de gas.



Figura 1: Edificio Cristal. Exposición sobre Ciudades Sustentables.

1. KUTSCHESTER, Charles F. “The reality of climate change”. En: XIII Congreso Mundial de Energías Renovables. Londres: Universidad de Kingston, agosto del 2014.
2. RENNÉ, David S. “A 100 % renewable energy future: a solution to climate change, and the challenge of renewable technology integration”. En: XIII Congreso Mundial de Energías Renovables. Londres: Universidad de Kingston, agosto del 2014.
3. SALA, Marco. “Examples of green buildings from the Mediterranean region and modern architecture. The real clean energy: energy efficiency in existing buildings”. En: XIII Congreso Mundial de Energías Renovables. Londres: Universidad de Kingston, agosto del 2014.
4. FELL, Hans Josef. “New climate strategy: global cooling”. En: XIII Congreso Mundial de Energías Renovables. Londres: Universidad de Kingston, agosto del 2014.
5. COSUDE, “La biomasa como fuente renovable de energía para el medio rural (BIOMAS-CUBA)”. En: Taller Internacional Cubasolar 2012. Santiago de Cuba: Cubasolar, abril 2012.
6. TURRINI, Enrico. Energía y Democracia. La Habana: Cubasolar, 1997.
7. MURPHY, Jerry D.; AHERN, Eoin y LEAHY, Paul. “What is the optimal application of power to gas to Ireland?”. En: XIII Congreso Mundial de Energías Renovables. Londres: Universidad de Kingston, agosto del 2014.
8. ELLIOT, David y FINNEY, David. “Path to renewables, UK 2050”. En: XIII Congreso Mundial de Energías Renovables. Londres: Universidad de Kingston, agosto del 2014.
9. SCHURING, Stefan. “Perspectives of renewables in germany. Will the energy transition be successful?”. En: XIII Congreso Mundial de Energías Renovables. Londres: Universidad de Kingston, agosto del 2014.

Sin embargo, el mayor debate se centra hoy en cuanto a cómo integrar las energías renovables (algunas de las cuales como el sol y el viento son variables) en un suministro estable y competitivo con el de las energías convencionales [10]. Para ello sería necesario una mayor flexibilidad en los sistemas y credibilidad en la generación y distribución mediante redes inteligentes ("smartgrids") [2]. Según Watts, esto constituye un proceso de "de-carbonización" de la red. [11]

Hay también consenso con respecto a que la mayor contribución a las necesidades energéticas globales provendrá de la generación fotovoltaica, que incluso ya hoy ha superado a la eólica [2]. No obstante, esas esperanzas no están cifradas en las celdas de segunda o tercera generación, como podía apreciarse en anteriores congresos, sino en la tecnología de silicio, cuya eficiencia aumenta, con un costo cada vez menor (desde 2010 es más barata que la nuclear) [4], que debe continuar reduciéndose hasta 0,50 USD/W [2] para llegar a una capacidad instalada de 900 Gw en 2020 [12].

Aun así, en el congreso se han presentado otras opciones como las plantas de concentración solar que promueve como alternativa la corporación española ABENCOA, entre cuyas ventajas se encuentra, por ejemplo, la generación de empleos para producir componentes como tubos absorbentes, reflectores, tanques, tuberías y torres [13].

En cualquier caso, uno de los temas discutidos con respecto al aprovechamiento de las fuentes renovables de energía en la actualidad, ha sido, además de su integración a la red, el necesario almacenaje para equilibrar los períodos de máxima generación como el verano o el día en el caso de la energía solar, y los de máxima demanda, fundamentalmente, en los países fríos. La propia empresa ABENCOA emplea tanques de 1 000 MW para compartir el vapor acumulado [13], "Villa Flora" en Holanda, almacena el calor en un depósito de agua estratificada [14], la Universidad de Ciencias Aplicadas de Stuttgart, Alemania, trabaja en la integración de las energías renovables en los sistemas energéticos urbanos con almacenamiento estacional [15], y Colclough, Griffith y Hewittm [16] declaran haber obtenido mejores resultados que los esperados en el Proyecto Einstein encaminado al almacenamiento estacional de energía térmica en edificios existentes, por un periodo de 3 a 6 meses, para calefacción y agua caliente.

En resumen, como se plantea en el programa para el desarrollo de las energías renovables en La India, los principales cambios que se requieren actualmente se concentran en el desarrollo de plantas de generación eléctrica a partir de las energías renovables, la búsqueda de soluciones para almacenar la energía generada,

su integración en la red, y el adecuado manejo de las políticas de financiamiento, precios e impuestos, en las cuales ese país comienza a trabajar [17].

Las ciudades

Se habla ahora de "ciudades inteligentes", calificativo que hace unos 20 años solo se otorgaba a los edificios. Para Vasileva, Ekstorm y Campillo [18], este término involucra la economía, la vida urbana, la población, el ambiente, la movilidad y la gobernanza. Según esta autora, las ciudades en Suecia emiten el 80 % del CO₂ y se espera que para el 2050 el 80 % de la población del país sea urbana.

La ciudad de Eekilstuna, presentada como caso de estudio, reconocida en 2011 por sus resultados en el reciclaje y en 2012 por su calidad ambiental, se propone para el 2020 aumentar la generación de energías renovables a 95 kWh/habitante con fotovoltaica y 480 kWh/habitante con eólica, y reducir en un 30 % las emisiones de CO₂ por ciudadano (y al 75 % para 2050). Para ello, entre otras acciones, se elaborará un plan de rutas para simplificar el transporte, se reducirán las plazas de parqueo, se incrementará el uso de la bicicleta entre los empleados de las compañías, y todos los autobuses

10. GARRAD, Andrew D. "Wind energy: technology and policies". En: XIII Congreso Mundial de Energías Renovables. Londres: Universidad de Kingston, agosto del 2014.
11. WATTS, Bill y FORDHAM, Max. "How to heat sustainably buildings in UK?". En: XIII Congreso Mundial de Energías Renovables. Londres: Universidad de Kingston, agosto del 2014.
12. HOFFMAN, Winfried. "Photovoltaic as a main contribution to the global energy future needs". En: XIII Congreso Mundial de Energías Renovables. Londres: Universidad de Kingston, agosto del 2014.
13. GEYER, Michael. "Why concentrated solar energy?". En: XIII Congreso Mundial de Energías Renovables. Londres: Universidad de Kingston, agosto del 2014.
14. GVOZDENOVIC, Kristian; Wim ZEILER y Wim MAASSEN. "Towards zero energy in 2020 in Netherlands". En: XIII Congreso Mundial de Energías Renovables. Londres: Universidad de Kingston, agosto del 2014.
15. EICKER, Ursula; HASSINE, Ilyes. "Integration of renewable energies into the urban energy systems". En: XIII Congreso Mundial de Energías Renovables. Londres: Universidad de Kingston, agosto del 2014.
16. COLCLOUGH, Shane; GRIFFITH, Philip y HEWITTM, Neil. "Seasonal thermal energy storage in existing buildings. Initial results of the einstein project". En: XIII Congreso Mundial de Energías Renovables. Londres: Universidad de Kingston, agosto del 2014.
17. CHATURVEDI, Pradeep. "Future Indian program in renewable energy". En: XIII Congreso Mundial de Energías Renovables. Londres: Universidad de Kingston, agosto del 2014.

públicos deberán estar libres de combustibles fósiles en 2017. Así mismo, se trabajará en la renovación de los edificios antiguos y los de las “viviendas del millón” para hacerlos más eficientes desde el punto de vista energético, se realizarán talleres de cocina orgánica y festivales de ciudad para comprometer a los jóvenes en temas de energía y sustentabilidad.

Este caso de estudio da una idea de las acciones que pueden ser desarrolladas en las ciudades de los países desarrollados, cuya población oscila como en el caso de Suecia, entre 100 mil y 500 mil habitantes, pero su implementación resulta mucho más difícil en las megaciudades de los países en desarrollo.

Como en congresos anteriores, Aboulnaga [19] abordó la sustentabilidad urbana para la adaptación al cambio climático, mencionando en este caso, retos, medidas y acciones. Baizhan [20], se refirió a las más de 100 eco-ciudades reconocidas en China, y Mastura y Taofeekat [21] presentaron propuestas de galerías elevadas para una circulación peatonal más segura en la ciudad de Kuala Lumpur.

Los Edificios

La escala arquitectónica también estuvo presente en los debates. Una cuestión esencial es que de manera general en los países desarrollados el principal reto es la rehabilitación de los edificios existentes [3], porque en muchos casos prácticamente no hay demanda para nuevas construcciones, al menos, en edificios residenciales [22]. Por otro lado, no tendría sentido emplear energías renovables, por ejemplo, para calentar edificios cuyo consumo es ineficiente [11].

Por supuesto, el tema de las etiquetas verdes y los sistemas de evaluación no podía faltar. Además de la etiqueta china para edificios verdes [20], resultó interesante la “Pirámide Verde” de Egipto, que considera la eficiencia energética en los edificios residenciales, comerciales o gubernamentales; la etiqueta energética de los equipos como lavadora, refrigerador, aire acondicionado, lámparas y calentadores, y el empleo de energías renovables como la solar, el viento, la hidráulica y la biomasa [23].

En el caso particular de los edificios residenciales, éstos constituyen en Egipto el 40 % del consumo total de energía, la mayoría de ella en iluminación y enfriamiento, y el quinto quintil, es decir, el 20 % de la población con mayores ingresos consume el 46 % de esa energía, por lo cual la tarifa de pago es escalonada y diferenciada por sectores de ingreso. Según la “Pirámide Verde”, el planeamiento urbano, la morfología y el diseño que están en la base, contribuyen a reducir los costos iniciales.

También fue tratado el tema de la necesaria integración entre especialistas en el proceso de diseño,

para evitar la tradicional “caja negra” y crear sinergias que permitan desde el inicio, optimizar las propuestas. WimZeiler, de la Universidad Técnica de Eindhoven en Holanda [24], emplea una “carta morfológica” para facilitar la visualización de posibles soluciones en el trabajo conjunto de los especialistas, y su eficacia la demuestra a partir de que usando esta herramienta, los estudiantes pueden encontrar tantas soluciones como los profesionales.

Sin embargo, el problema no es cuantitativo, sino cualitativo. No se trata de encontrar muchas soluciones, sino solo aquellas que mejor resuelvan íntegramente el problema. Esta herramienta parece ser similar a la “caja morfológica” que emplean algunos profesores en la Facultad de Arquitectura de La Habana, solo que no para integrar el trabajo de especialistas.

Diversas realizaciones arquitectónicas que integran ecotécnicas y soluciones pasivas y activas fueron presentadas en el congreso [25], tanto en edificios nuevos como en intervenciones de rehabilitación. Valentina Dessi [26], asegura reducir en hasta 41,5 %

18. VASILEVA, Iana; EKSTORM, Per; CAMPILLO, Javier. “Eekilstuna (Sweden) as example of smart city from an energy efficient perspective”. En: XIII Congreso Mundial de Energías Renovables. Londres: Universidad de Kingston, agosto del 2014.
19. ABOULNAGA, Moshen M. “Sustainable cities for adapting to climate change: urban challenges, measures and actions”. En: XIII Congreso Mundial de Energías Renovables. Londres: Universidad de Kingston, agosto del 2014.
20. LI, Baizhan. “Development of green building and eco-cities in china”. En: XIII Congreso Mundial de Energías Renovables. Londres: Universidad de Kingston, agosto del 2014.
21. KEUMALA, Mastura Adam y O. Mustapha TAOFEKAT. “Innovative high pedestrian ways for a livable Kuala Lumpur”. En: XIII Congreso Mundial de Energías Renovables. Londres: Universidad de Kingston, agosto del 2014.
22. AKANDER, Jan y Mathias CEHLIN. “Potential reduction of energy and carbon reduction by retrofitting a multifamily building in the northern region. What is economically viable and why?”. En: XIII Congreso Mundial de Energías Renovables. Londres: Universidad de Kingston, agosto del 2014.
23. BASSILIHANNA, George. “Energy efficiency in buildings and green pyramid evaluation system”. En: XIII Congreso Mundial de Energías Renovables. Londres: Universidad de Kingston, agosto del 2014.
24. ZEILER, Wim. “How to achieve the needed synergy between architecture and engineering?”. En: XIII Congreso Mundial de Energías Renovables. Londres: Universidad de Kingston, agosto del 2014.
25. SERGHIDES, Despina. “Low energy architecture. From theory to design”. En: XIII Congreso Mundial de Energías Renovables. Londres: Universidad de Kingston, agosto del 2014.
26. DESSI, Valentina. “The solar greenhouse: strategy to save energy in social housing in milan”. En: XIII Congreso Mundial de Energías Renovables. Londres: Universidad de Kingston, agosto del 2014.



Figura 2: Vivienda social sustentable en Londres.

el consumo de energía en edificios de vivienda social en Milán, adicionando un invernadero en los balcones, aunque reconoce que se afecta la imagen urbana por la falta de control de las acciones individuales (no coordinadas) de los habitantes en la ejecución de los invernaderos.

En la obra de Marco Sala [3], de la Universidad de Florencia, se aplican diversos recursos como invernaderos en espacios de acceso, conexión y transición, intercambiadores de calor para controlar la ventilación en edificios con buen aislamiento térmico, techos verdes y radiantes, ventanas innovadoras, y ventilación nocturna, para lo cual recomienda vincular viviendas y oficinas en un mismo edificio, ya que sus horarios de uso son opuestos.

Se hizo evidente una vez más, la importancia de la sombra, incluso para los países de clima frío, con vistas a prevenir el sobrecalentamiento (como ha ocurrido con las casas pasivas de los años 80's), preferiblemente colocada al exterior de los vidrios. Según Hutchins [27], el vidrio complejo es una combinación de vidrio y sombra, y el autor ofrece una metodología para optimizar esta relación.

Algo que resulta novedoso con respecto a ocasiones anteriores, es el empleo de materiales que permiten incrementar el aislamiento y la capacidad térmica de la envolvente arquitectónica mediante el cambio de fase [28], para lo cual Bouguerra y Retiel recomiendan seleccionar adecuadamente las temperaturas de fusión de los materiales a emplear, mezclar varios de ellos encapsulados y usar diferentes tipos para paredes, pisos y techos [29].

Cero energía

A pesar de las metas y objetivos propuestos, como la intención holandesa de que para 2018 todos los edificios

gubernamentales sean "Cero energía" [14], muchos de los presentes coincidieron en que "Cero" no es rentable. En ese sentido, Sala [3] considera que "bajo" consumo de energía es mejor que "cero" energía, porque esto último puede requerir de grandes inversiones.

Es lo que sucede con los controles automáticos que encarecen las soluciones, mientras que la participación de los usuarios en la regulación del edificio no solo permite reducir costos, sino que los hace sentirse responsables y por tanto, comprometidos. Los usuarios no pueden ser ignorados, porque resultan decisivos en el desempeño del edificio y el consumo de energía, y por tanto, es necesario incrementar su conciencia [28]. Y de aquí se deriva otra importante tendencia detectada en el congreso recién finalizado: la conveniencia de transitar del acondicionamiento del lugar al acondicionamiento a la persona, sin lo cual no se obtiene una adecuada relación costo – beneficio [14].

En cuanto a la discusión económica, para Jan Akander y Mathias Cehlin mejorar los edificios es menos costoso que construirlos, y demuestran que en el clima frío del norte de Suecia (4 °C de temperatura media) es recomendable hasta un 20 % de reducción del consumo energético mediante los sistemas de calefacción, ventilación y aire acondicionado, pero no el empleo de aislamiento adicional en la envolvente, excepto en el ático. Por tanto, llegar al 50 % de consumo para 2020 es posible, pero no económico, y en cualquier caso, su materialización dependerá de la decisión de los propietarios con respecto a la inversión necesaria [22].

27. HUTCHINS, Michael. "Complex glasses and shading solutions for comfort and energy efficiency in high performance buildings". En: XIII Congreso Mundial de Energías Renovables. Londres: Universidad de Kingston, agosto del 2014.
28. CHWIEDUK, Dorota. "Traditional and modern options to conserve energy in buildings". En: XIII Congreso Mundial de Energías Renovables. Londres: Universidad de Kingston, agosto del 2014.
29. BOUGUERRA, El Hadi y Nouredine RETIEL. "Reduction of cooling energy in buildings by phase change materials incorporated in the Mediterranean climates". En: XIII Congreso Mundial de Energías Renovables. Londres: Universidad de Kingston, agosto del 2014.
30. AZARBAYJANI, Mona. "The way towards the integral design process of a zero energy solar house". En: XIII Congreso Mundial de Energías Renovables. Londres: Universidad de Kingston, agosto del 2014.
31. GARCÍA MARÍN, Alberto; BARRIOS COPA, Jorge; TERRADOS CEPEDA, Javier; CASA HIGUERAS, Juan de la y AGUILERA TEJERO, Jorge. "Selfsufficient prefab modular house. Integrated passive systems". En: XIII Congreso Mundial de Energías Renovables. Londres: Universidad de Kingston, agosto del 2014.

Solar decathlon

Especial interés tiene para la academia el concurso estudiantil "SolarDecathlon" para el cual los estudiantes, conjuntamente con sus profesores diseñan una vivienda cuya operación sea "energía cero", la construyen y luego por diez días la monitorean mientras es usada, para validar su desempeño. Posteriormente la vivienda debe ser desmontada y trasladada al sitio donde se exponen los prototipos en competencia [30].

El proyecto de la Universidad de Carolina del Norte en los Estados Unidos que ganó el Tercer Premio en Ingeniería y el Premio de la Popularidad, tiene un área de 80 m² y un costo de 35 mil USD. Aprovecha la inercia térmica de un muro de hormigón sin cemento, solo con cenizas como puzolana, al interior del cual se sitúa un sistema de tubos capilares. El espacio interior se transforma, integrándose a una terraza que queda cubierta por una estructura portante de los paneles fotovoltaicos que se desplazan sobre la cubierta, y limitada por un jardín vertical.

También se presentó el proyecto de la Universidad de Málaga en España, que ganó Segundo Premio General, Primero en Eficiencia Energética y Balance de Energía, Segundo en Sustentabilidad e Innovación, y Tercero en Ingeniería y Construcción. En este caso se trata de cuatro unidades espaciales independientes conectadas por un patio interior techado con vidrio y protegido por una vegetación artificial. Además del aislamiento térmico se emplea en este caso el enfriamiento evaporativo, se aplica el reuso y reciclaje, y se ubican paneles fotovoltaicos en la cubierta [31].

Este concurso constituye sin dudas una experiencia invaluable en la formación de los estudiantes, que deben desarrollar múltiples habilidades en un corto período de tiempo. Además de diseñar el prototipo aplicando los conocimientos teóricos sobre el desempeño energético de las edificaciones, deben construirlo con sus propias manos en un corto período de tiempo, para luego monitorear los resultados y finalmente, desmontarlo para trasladarlo a su destino final.

En ambos casos, los controles del ambiente interior se realizan mediante sistemas inteligentes con el uso de dispositivos tipo "Ipad". La experiencia de la Universidad de Málaga ha dado lugar a nuevos trabajos encaminados al desarrollo de viviendas turísticas altamente eficientes y prototipos industrializados para viviendas emergentes.

Conclusiones

Enfriar la tierra constituye un nuevo reto ante el calentamiento global, y la captura de CO² es una vía para lograrlo, lo cual es posible con el incremento de la masa verde como sumidero.

Un futuro 100 % renovable requiere de investigaciones, tecnologías, recursos y sobre todo, de políticas adecuadas. La atención se concentra actualmente en su incorporación de forma integrada a la red, para lo cual se necesitan sistemas flexibles y redes inteligentes, así como en las formas de almacenaje. La energía fotovoltaica ofrece un futuro promisorio a partir del incremento de su eficiencia y la reducción de los costos.

La rehabilitación de edificios para un mejor desempeño cobra gran importancia en los países desarrollados, y el incremento del aislamiento y la capacidad térmica de la envolvente mediante el cambio de fase de materiales encapsulados se presenta como una solución novedosa.

Entre los aspectos más discutidos en el presente congreso se encuentra la factibilidad económica de las soluciones "cero energía", el equilibrio entre el control automatizado y manual del desempeño, así como la transición del acondicionamiento del lugar al de la persona.

El XIV Congreso Mundial de Energías Renovables se desarrollará en Malasia en abril de 2016.



Dania González Couret
Arquitecta, Doctora en Ciencias, Profesora. Titular de la Facultad de Arquitectura del ISPJAE. Directora de Posgrado del ISPJAE. Correo electrónico: dania@arquitectura.cujae.edu.cu