

# **PLAN DE GESTIÓN DE ENERGÍAS RENOVABLES EN EL MONASTERIO**

## **BUDISTA SAKYA TASHI LING DEL PARQUE DEL GARRAF**

### **Autores:**

Moyano, Verónica; Pérez-Porro, Lucía; Ruiz, Marisa; Ybran, Ana

\*\*\*

### **Tutores:**

Dra. Ester Garcia, Dr. Joan Rieradevall, Dr. Martí Boada

**Palabras clave:** Monasterio budista, consumo energético, emisiones de CO<sub>2</sub>, eficiencia energética, energías renovables, Plan 20/20/20.

## ***RESUMEN***

---

En el presente estudio se han analizado las posibilidades de reducción del impacto ambiental que genera el consumo de energía en el Monasterio budista Sakya Tashi Ling del Parque del Garraf, mediante la mejora de la eficiencia energética de los edificios y la producción de la energía consumida a partir de fuentes de energía renovables.

Se ha realizado un inventario exhaustivo de los flujos energéticos de entrada del Monasterio: electricidad y combustibles fósiles, y el análisis de estos datos ha permitido observar que la mayor parte del consumo energético del Monasterio tiene como uso final la iluminación. El consumo total de energía se ha cuantificado en 138 kWh/m<sup>2</sup>/año y la emisiones de CO<sub>2</sub> en 177 kg CO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>/año. A partir de estos datos se ha estudiado la posibilidad de reducir el consumo y abastecer la demanda energética del Monasterio a través de fuentes de energía renovable como las placas solares fotovoltaicas o las calderas de biomasa. Para alcanzar este objetivo se han propuesto tres escenarios posibles con costes económicos y resultados muy distintos. A diferencia de los escenarios “*Edificio Energía Plus*” y “*Edificio Energía 0*”, el tercer escenario propuesto, que trataba de alcanzar el triple objetivo del *Plan 20/20/20* (producir a partir de fuentes renovables el 20% de la energía consumida, aumentar en una 20% la eficiencia energética y reducir en un 20% las emisiones de CO<sub>2</sub> derivadas del uso de la energía) ha resultado ser muy viable económicamente: la inversión necesaria se amortizaría en tan sólo 5 años.

**Paraules clau:** Monestir budista, consum energètic, emissions de CO<sub>2</sub>, eficiència energètica, energies renovables, Pla 20/20/20.

## RESUM

---

En el present estudi s'han analitzat les possibilitats de reducció de l'impacte ambiental que genera el consum d'energia en el Monestir budista Sakya Tashi Ling del Parc del Garraf, mitjançant la millora de l'eficiència energètica dels edificis i la producció de l'energia consumida a partir de fonts d'energia renovables.

S'ha realitzat un inventari exhaustiu dels fluxos energètics d'entrada del Monestir: electricitat i combustibles fòssils, i l'anàlisi d'aquestes dades ha permès observar que la major part del consum energètic del Monestir té com a ús final la il·luminació. El consum total d'energia s'ha quantificat en 138 kWh/m<sup>2</sup>/any i les emissions de CO<sub>2</sub> en 177 kg CO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>/any. A partir d'aquestes dades s'ha estudiat la possibilitat de reduir aquest consum i proveir la demanda energètica del Monestir a través de fonts d'energia renovable com les plaques solars fotovoltaïques o les calderes de biomassa. Per arribar a aquest objectiu s'han proposat tres escenaris possibles amb costos econòmics i resultats molt diferents. A diferència dels escenaris "Edifici Energia Plus" i "Edifici Energia 0", el tercer escenari proposat, que tractava d'assolir el triple objectiu del Pla 20/20/20 (produir a partir de fonts renovables el 20% de l'energia consumida, augmentar en un 20% l'eficiència energètica i reduir en un 20% les emissions de CO<sub>2</sub> derivades de l'ús de l'energia) ha resultat ser molt viable econòmicament: la inversió necessària s'amortitzaria en només 5 anys.

**Key words:** Buddhist monastery, power consumption, renewable energies, CO<sub>2</sub> emissions, efficiency energetics, 20/20/20 Plan.

## ABSTRACT

---

The current study analyzes the possibility of reducing the environmental impact generated by the consumption of energy in the Sakya Tashi Ling Buddhist Monastery of Garraf Park through the improvement of the energy efficiency in buildings and the energy production consumed from renewable energy sources.

A comprehensive inventory of the energy flux (electricity and fossil fuels) that comes from the Monastery has been undertaken. The findings of these data have revealed that most of the energy consumption is devoted to lighting purposes. The total energy inputs have been calculated in 138 kWh/m<sup>2</sup>/year and the associated emissions in 177kgCO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>/year. Once the energy consumption of the Monastery was analyzed, the possibility of reducing such consumption was considered in order to meet the energy demands of the Monastery through the installation of uptake of renewable energy sources, such as photovoltaic solar panels or biomass boilers. To achieve this goal, three possible outcomes have been proposed with very different economic costs and results.

Unlike stages "Building Energy Plus" and "Building Energy 0", the third proposed stages, that tried to reach the objective triple of the Plan 20/20/20 (to produce from renewable sources 20% of the consumed energy, to increase the energy efficiency by 20% and to reduce overall CO<sub>2</sub> emissions by 20%) it has resulted be very viable economically: the investments required would be amortized in only just 5 years.

# INTRODUCCIÓN

---

El Monasterio Sakia Tashi Ling se encuentra instalado en la Plana Novella, una antigua finca agrícola de 136 ha repartidas entre los municipios de Olivella y Begues, dentro de los límites geográficos del Parque del Garraf. La finca cuenta con un palacio modernista que desde 1996, año en que la Comunidad Sakia Tashi Ling adquiere la Plana Novella, constituye el único monasterio budista de toda Cataluña.

La finca que rodea al Monasterio presenta unas características naturales de alto valor ecológico, que hacen que la mayor parte de los terrenos sean considerados de interés natural por diversas figuras de protección como el *PEIN* o el *Plan Especial de Protección del Medio Físico y del Paisaje del Espacio Natural del Garraf*. Además, parte de la finca fue declarada como “*Refugio de la fauna salvaje*”.

Conscientes de la importancia de preservar estos valores, la Comunidad budista intenta reducir el impacto que el desarrollo de sus actividades genera en la naturaleza, pero uno de sus puntos débiles es la gestión del consumo de energía del Monasterio, que genera grandes volúmenes de gases contaminantes, fundamentalmente CO<sub>2</sub>, que podrían reducirse con la implantación de sistemas de captación de energías renovables como el sol, el viento o la biomasa.

La gran cantidad de terrenos disponibles alrededor del Monasterio, donde se podrían instalar estos dispositivos, facilitarían la transición a un modelo energético sostenible y haría posible la autosuficiencia energética del edificio.

Paralelamente, la reforma y restauración de los edificios que componen el Monasterio, supondría un aumento de la eficiencia energética, sobre todo en lo que se refiere al consumo de energía para calefacción, lo que no sólo supondría un beneficio para el medio ambiente, sino también un beneficio económico para la Comunidad.

## OBJETIVOS

---

El objetivo principal del presente proyecto es estudiar la posibilidad de alcanzar la autosuficiencia energética del Monasterio budista del Garraf mediante la utilización de fuentes de energía renovables y la mejora de la eficiencia energética.

Los objetivos específicos son:

1. Inventariar el consumo energético del Monasterio y calcular las emisiones de CO<sub>2</sub> derivadas.
2. Proponer diferentes escenarios para la instalación de sistemas de energía renovables: paneles fotovoltaicos, térmicos o calderas de biomasa que

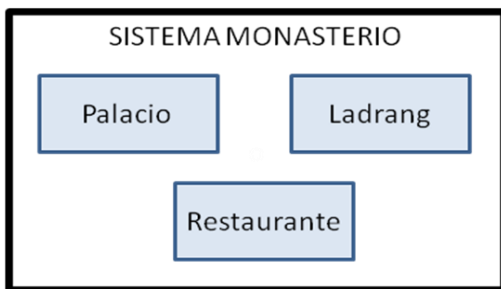
abastezcan el consumo energético.

3. Estimar el ahorro energético, la reducción de las emisiones de CO<sub>2</sub> y la amortización económica de cada una de las propuestas.

## METODOLOGÍA

---

Para facilitar la recogida de los datos a la hora de realizar el inventario y poder identificar los puntos de mayor consumo, se dividió el conjunto del monasterio en tres subsistemas: Palacio, Restaurante y Ladrang (Figura 1)



**Figura 1.** Esquema del sistema y subsistemas de estudio.

**Fuente:** Elaboración propia (2009)

Los datos que se muestran en el inventario fueron recogidos a través del trabajo de campo que se llevó a cabo en las cuatro visitas que se realizaron al Monasterio durante los casi 4 meses que ha llevado la realización del proyecto. Se elaboraron bases de datos para la recogida de las características estructurales de los edificios y para la estimación del consumo energético se dividió el flujo de entrada energética en dos: electricidad y combustibles fósiles. Para la estimación de la electricidad

consumida se tuvo en cuenta la potencia de cada dispositivo eléctrico y electrodomésticos y sus horas de funcionamiento. Para la estimación del consumo de combustibles fósiles se utilizaron facturas de la empresa suministradora.

En el apartado de diagnóstico, se plantearon diversas posibilidades de instalación de captadores de energías renovables y de mejora de la eficiencia energética. Los costes económicos, los ahorros energéticos y de emisiones de CO<sub>2</sub> se calcularon a partir de los datos que se obtuvieron durante la búsqueda bibliográfica de la información necesaria.

## RESULTADOS

---

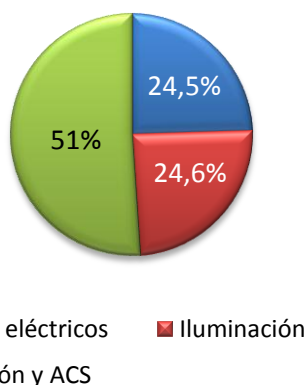
El estudio parte del inventariado del consumo energético total del Monasterio y las emisiones de CO<sub>2</sub> que conlleva, para seguir con el análisis de las diversas alternativas que existen para reducir ese consumo y abastecerlo con el uso de energías renovables.

### **Consumo energético y emisiones de CO<sub>2</sub> asociadas al Monasterio**

El consumo energético y las emisiones de CO<sub>2</sub> por unidad de superficie y año asociadas al conjunto de todo el Monasterio se estimaron en 138 kWh/m<sup>2</sup>/año y 177 kg de CO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>/año.

Además, se analizó el consumo energético según el uso final de la energía (aparatos eléctricos,

iluminación y calefacción y ACS). En el conjunto del Monasterio la mayor parte de la energía consumida para calefacción y ACS (Figura 2).



**Figura 2.** Porcentaje de usos del sistema Monasterio. **Fuente:** Elaboración propia (2009)

### Potencial de captación de fuentes de energía renovables.

Los terrenos adyacentes al Monasterio presentan las características propicias para la instalación de sistemas de captación de energías renovables, especialmente la solar. Se trata de terrenos planos, cercanos al punto de consumo y que de momento están en desuso, por lo que la instalación de captadores solares permitiría la generación de grandes cantidades de energía limpia sin emisiones directas de CO<sub>2</sub>. Lo mismo ocurre con la instalación de aerogeneradores capaces de producir energía a partir del viento. Tomando en cuenta todos los recursos disponibles, se estimó que se podrían generar 13.900.00 kWh/año de electricidad con la colocación de placas fotovoltaicas

en los campos y tejados. En cuanto a la fuerza del viento, esta podría llegar a generar 455.500.000 kWh/año.

### Análisis de la mejora de la eficiencia energética y el uso de energías renovables.

Para conseguir el objetivo principal de este proyecto de propusieron tres posibles escenarios con consecuencias distintas en la gestión energética del Monasterio.

#### Primer escenario: “Edificio Energía Plus”.

Con el primero de los escenarios que se presentaron se trataba transformar el Monasterio en un edificio que generase de forma limpia más energía de la que consume. Para ello se propusieron una serie de medidas de mejora de la eficiencia energética como la sustitución de las bombillas tradicionales por dispositivos LED, la instalación de ventanas con rotura de puente térmico y la colocación de lana de roca como aislante térmico. En cuanto al uso de energías renovables se propuso la colocación de placas fotovoltaicas que produjesen toda la electricidad demandada y la instalación de una caldera de biomasa alimentada con pellets para la generación de la calefacción y ACS. La utilización de energías renovables junto con las mejoras de la eficiencia suponía la producción de un excedente energético de alrededor de 20.000 kWh/año.

El coste económico de la consecución de este escenario, que permitiría que el Monasterio no sólo no emitiese CO<sub>2</sub> de forma directa, sino que además contribuiría a que otros usuarios emitiesen menos gases contaminantes es de cerca de **800.000 €**, que se amortizarían en 11 años.

### **Segundo escenario: “Edificio Energía 0”.**

En este escenario se propuso que el Monasterio produjese de forma renovable exactamente la misma energía que consume, convirtiéndose en un edificio pasivo, sin emitir CO<sub>2</sub> derivado del consumo de energía.

En este caso, se propusieron las mismas medidas que en el primer escenario, pero en cuanto a la generación de electricidad, se proyectó la instalación de las placas fotovoltaicas necesarias para producir la electricidad una vez mejorada la eficiencia energética mediante la instalación de LEDs.

El coste económico de esta opción es de unos **715.000 €**, que se amortizarían en 10 años y medio.

### **Tercer escenario: Plan 20/20/20 para 2020.**

Con el tercero de los escenarios se buscaba conseguir el triple objetivo del Plan 20/20/20 propuesto por la U.E, y que busca conseguir que un 20% de la energía que se consuma en los estados miembro proceda de fuentes renovables, que se mejore un 20% la eficiencia energética y

que estas medidas supongan la reducción de al menos el 20% de las emisiones de CO<sub>2</sub>.

Para cumplir estos objetivos se plantearon dos posibles opciones.

#### **Opción A:**

1. Generar un 20% de la energía mediante placas fotovoltaicas.
2. Mejorar un 20% la eficiencia energética sustituyendo las bombillas tradicionales por LEDs y colocando ventanas con rotura de puente térmico.

Estas medidas suponen una reducción de las emisiones de CO<sub>2</sub> del 45% y el coste implementación de las mismas es de **328.000 €**, que se amortizarían en 12 años.

#### **Opción B:**

1. Generar el 20% de la energía a partir de una caldera de biomasa.
2. Mejorar la eficiencia energética con las mismas medidas que las propuestas en la opción A.

Estas medidas suponen una reducción de las emisiones de CO<sub>2</sub> del 44%. Y la inversión necesaria para implantarlas sería de **50.600 €**, que se amortizarían en tan sólo 5 años.

## **CONCLUSIONES**

---

El uso mayoritario que se hace de la energía en el Monasterio es el de la iluminación, que supone más del 50% de la energía consumida anualmente.



La principal causa del elevado consumo de combustibles fósiles destinados a la calefacción es el mal estado de conservación de tejados y muros y la ausencia de aislamientos.

La autosuficiencia energética del Monasterio es posible aunque inviable económicamente, ya que la potencialidad de captación de energías renovables supera al consumo energético.

La forma más económica y viable a corto plazo, para la reducción de las emisiones de CO<sub>2</sub> derivadas del uso de la energía es la aplicación de la opción B del tercer escenario propuesto.

La tasa de recuperación energética de las diferentes fuentes de energía renovables hace de ellas buenas opciones para reducir el consumo energético.

## **PROPUESTAS DE MEJORA**

---

Se han propuesto mejoras tanto a la realización del proyecto como a la gestión del edificio.

Las mejoras para el proyecto consisten en tener en cuenta el sistema de movilidad asociado al Monasterio, realizar un cálculo exacto de las amortizaciones energéticas y ecológicas de las medidas propuestas y determinar con facturas reales el consumo energético.

Las propuestas de mejora para la gestión del Monasterio están

relacionadas con varios aspectos y son las siguientes:

- Arreglo del colector solar estropeado.
- Sustitución de los focos tradicionales por focos de tecnología LED.
- Instalación de un sistema de calefacción por suelo radiante.
- Implantación de un sistema de transporte público.
- Concienciación ecológica de los habitantes y visitantes.
- Utilización del compost generado con los residuos orgánicos.

## **ACRÓNIMOS**

---

**ACS:** Agua Caliente Sanitaria

**LED:** Light Emitting Diode (Diodo Emisor de Luz)

**PEIN:** Pla d'Espais d'Interès Natural

## **AGRADECIMIENTOS**

---

Ester Garcia, Martí Boada, Joan Rieradevall, Jordi Duch y Comunidad de Monjes Budistas Sakia Tashi Ling.

## **REFERENCIAS**

---

- Departament d'Indústria Comerç i Turisme.
- Diputació de Barcelona. (1986). *Guía del Parc del Garraf*.

- Diputació de Barcelona. (2009). *34 kg de CO<sub>2</sub>*.
- ELLIOT, D. (2003). *A Sustainable Future? The limits to Renewables*.
- Fundació Caixa Catalunya. (2008). *Pla de Gestió de l'Entorn del Monestir Sakia Tashi Ling*.
- Generalitat de Catalunya. (2000). *Atlas de Radiació Solar a Catalunya*. Edició 2000.
- IDAE. (2009). *Atlas Eólico de España*.
- IDAE. (2005). *Plan de Energías Renovables en España 2005-2010*.
- Institut Català de l'Energia (ICAEN), 2009.
- LLARDÉN, A. (2004). "El ahorro y la eficiencia energética en la vivienda". Seminario de gestión ambiental.
- PUIG, J.; COROMINES, J. (1990). *La ruta de la energía*. Ed.: Antrophos.
- Universitat Politècnica de Catalunya.
- [www.catalogosolar.com](http://www.catalogosolar.com), (2009)