

PLAN DE GESTIÓN DE ENERGÍAS RENOVABLES EN EL MONASTERIO SAKYA TASHI LING DEL GARRAF



SAKYA TASHI LING



- PROYECTO FINAL DE CARRERA DE CIENCIAS AMBIENTALES -

2010

Moyano Porras, Verónica

Pérez-Porro Costa, Lucía

Ruiz Asensio, Marisa

Ybran Gimeno, Ana

Tutores: Dra. Ester García, Dr. Martí Boada, Dr. Joan Rieradevall

“Durante centenares de miles de años, el hombre luchó por hacerse un lugar en la naturaleza. Por primera vez en la historia, la situación se ha invertido y hoy es indispensable hacerle un lugar a la naturaleza en el mundo del hombre”.

Santiago Kovadloff

Gracias a todos los que han hecho posible la realización de este proyecto:

Ester Garcia, Joan Rieradevall, Martí Boada, Xavier Mayor, Jordi Duch, Comunidad Budista Sakya Tashi Ling, y a todos los familiares y amigos que nos han brindado su apoyo en todo momento.

ÍNDICE

1. ANTECEDENTES	11
1.1. Contexto energético global	12
1.1.1. Uso de la energía solar en España	13
1.1.2. Uso de la energía procedente de la biomasa en España	15
1.1.3. Uso de la energía eólica en España	17
1.2. Marco socioambiental del Garraf: El Monasterio Sakya Tashi Ling	21
1.2.1. Localización del Monasterio Budista	21
1.2.2. Entorno natural del Garraf	23
1.2.3. Entorno social y espiritual del Monasterio	30
1.2.4. Gestión energética actual del Monasterio	34
1.3. Ámbito de aplicación del proyecto	36
1.4. Marco tecnológico general	38
1.4.1. El ahorro energético	38
1.4.2. La eficiencia energética	39
1.4.3. Las energías renovables	41
1.5. Experiencias en el aprovechamiento de energías renovables	44
1.5.1. Experiencias en el diseño solar pasivo	44
1.5.2. Experiencias en el aprovechamiento de la energía solar	46
1.5.3. Experiencias en el aprovechamiento de la energía procedente de la biomasa	49
1.5.4. Experiencia en el aprovechamiento de la energía eólica	50
1.6. Marco legal	52
1.6.1. Legislación referente a los espacios naturales protegidos	52
1.6.2. Legislación referente a la eficiencia y ahorro energético en la edificación	53
1.6.3. Legislación referente al aprovechamiento de la energía solar (térmica y fotovoltaica)	54
1.6.4. Legislación referente al aprovechamiento de la energía eólica	55
1.6.5. Legislación referente a la producción de energía eléctrica en régimen especial	56
1.6.6. Legislación referente a la producción de energía procedente de la biomasa	56
1.6.7. Subvenciones a la implantación de energías renovables	57
1.6.8. Subvenciones a la rehabilitación y el ahorro energético	58
2. JUSTIFICACIÓN	60
3. OBJETIVOS	63
4. METODOLOGÍA	64

5. INVENTARIO	67
5.1. Datos generales de estructurales, urbanísticos y ambientales	69
5.2. Descripción general y flujos energéticos del Monasterio Sakya Tashi Ling	70
5.2.1. Subsistema Palacio Novella	72
5.2.2. Subsistema Restauran	74
5.2.3. Subsistema Ladrang	75
5.3. Datos estructurales y de cobertura	77
5.3.1. Subsistema Palacio Novella	81
5.3.2. Subsistema Restaurante.....	82
5.3.3. Subsistema Ladrang	82
5.4. Consumo energético en el sistema Monasterio Sakya Tashi Ling	84
5.4.1. Consumo eléctrico.....	84
5.4.2. Consumo de combustibles fósiles.....	88
5.4.3. Consumo de energías renovables	89
5.5. Consumo energético global en el Monasterio Sakya Tashi Ling	90
5.5.1. Consumo total de energía eléctrica anual	90
5.5.2. Consumo total anual de combustibles fósiles	90
5.5.3. Consumo energético anual total	91
5.5.4. Emisiones totales de CO ₂	91
5.5.5. Consumo energético total según facturas.....	92
5.6. Potencial de captación de energías renovables mediante fuentes renovables	94
5.6.1. Potencial de captación de energía solar	94
5.6.2. Potencial de captación de energía eólica	96
6. DIAGNOSIS	98
6.1. Análisis del consumo de energía en el Monasterio	99
6.1.1. La huella ecológica del Monasterio.....	101
6.2. Análisis del consumo de energía en cada uno de los subsistemas	103
6.2.1. Análisis del consumo de energía en el Palacio Novella.....	103
6.2.2. Análisis del consumo de energía en el Restaurante	104
6.2.3. Análisis del consumo de energía en el Ladrang	105
6.3. Primer escenario: El monasterio como “EDIFICIO ENERGÍA PLUS” o exportador de energía	107
6.3.1. Actuaciones destinadas a la mejora de la eficiencia energética del Monasterio.....	107
6.3.2. Implantación de energías renovables para abastecer al Monasterio.....	119
6.3.3. Análisis del ahorro energético gracias a la mejora de la eficiencia energética	129
6.3.4. Resultado: Sakya Tashi Ling es un edificio Energía Plus.....	130
6.3.5. Coste económico y amortización del primer escenario.....	130
6.4. Segundo escenario: El Monasterio como “EDIFICIO ENERGÍA 0”	131
6.4.1. Coste económico y amortización del segundo escenario.....	132

6.5. Tercer escenario: Cumplimiento de un triple objetivo: “Plan 20/20/20/ para el 2020”	133
6.5.1. Primera opción: Consumo de 20% de energía procedente de los paneles solares fotovoltaicos	134
6.5.2. Segunda opción: Consumo de un 20% de energía generada con una caldera de biomasa	137
6.6. Tabla resumen de los tres escenarios propuestos	141
6.7. Tasa de recuperación energética de las medidas propuestas	142
7. CONCLUSIONES	145
7.1. Sistema Monasterio	145
7.1.1. Subsistema Palacio Novella	146
7.1.2. Subsistema Restaurante	146
7.1.3. Subsistema Ldrang	146
7.2. Potencial de captación de energías renovables	146
7.3. Resultados	148
8. PROPUESTAS DE MEJORA	149
8.1. Propuestas de mejora de metodología utilizada	149
8.2. Propuestas para estudios futuros	150
8.3. Propuestas de mejora de la gestión del Monasterio	150
9. BIBLIOGRAFÍA Y FUENTES DE INFORMACIÓN	154
10. ACRÓNIMOS Y PALABRAS CLAVE	159
11. PRESUPUESTO	163
12. IMPACTO AMBIENTAL	164
13. PROGRAMACIÓN	165
ANEXOS	168

ÍNDICE DE FIGURAS Y TABLAS

FIGURAS

1. ANTECEDENTES

- Figura 1. 1: Consumo de energía primaria en Cataluña según la fuente de energía. 13
- Figura 1. 2: Evolución prevista de la superficie solar según los objetivos del PER..... 14
- Figura 1. 3: Superficie solar instalada por países de la UE. 14
- Figura 1. 4: Mapa de la distribución de energía solar en España por CCAA de captadores instalados. 15
- Figura 1. 5: Biomasa consumida en España por sectores. 16
- Figura 1. 6: Producción de energía primaria con biomasa en la UE. 17
- Figura 1.7: Evolución prevista de la potencia eólica instalada en España18
- Figura 1. 8: Municipios con parques eólicos en funcionamiento. 19
- Figura 1. 9: Estimación de emisiones evitadas de gases de CO₂ equivalente. 20
- Figura 1. 10: Localización general del Monasterio Sakya Tashi Ling. 22
- Figura 1. 11: Diagrama ombrotérmico de Begues. Periodo 2001-2003..... 25
- Figura 1. 12: Águila perdicera (*Hieraaetus fasciatus*)..... 28
- Figura 1. 13: Señalización de la zona Refugio de la Fauna Salvaje..... 29
- Figura 1. 14: Fotografía de la estupa exterior del monasterio. 32
- Figura 1. 15: Imagen del edificio Els Molins..... 44
- Figura 1. 16: Imagen de un Muro Trombe instalado en Valencia. 45
- Figura 1. 17: Imagen de de La Fábrica del Sol 46
- Figura 1. 18: Imagen de los colectores solares en la azotea del edificio.... 47
- Figura 1. 19: Imagen de las instalaciones fotovoltaicas. 47
- Figura 1. 20: Imagen de las placas solares térmicas del aparcamiento. 48
- Figura 1. 21: Imagen de pellets. 49
- Figura 1. 22: Caldera de pellets en el Garraf. 50
- Figura 1. 23: Imagen de la instalación eólico-fotovoltaica. 50

5. INVENTARIO

- Figura 5. 1: Esquema del sistema y subsistemas de estudio.....	67
- Figura 5. 2: Plano arquitectónico del monasterio delimitado por subsistemas.	70
- Figura 5. 3: Fotografía aérea de la Plana Novella (ortofotomapa a escala 1:5000).....	71
- Figura 5. 4: Diagrama de energía primaria y secundaria del Monasterio Sakya Tashi Ling	72
- Figura 5. 5: Diagrama de flujos energéticos del subsistema Palacio.	73
- Figura 5. 6: Diagrama de flujos energéticos del subsistema Restaurante.....	74
- Figura 5. 7: Diagrama de flujos energéticos del subsistema Ladrang.	76
- Figura 5. 8: Imagen de la capilla del Monasterio, uno de los edificios que componen el Palacio.	81
- Figura 5. 9: Imagen de una ventana del Restaurante sin cristal.	82
- Figura 5. 10: Imagen de una ventana del Ladrang.	83
- Figura 5. 11: Gráfica del consumo eléctrico del Monasterio (kWh/año).	92
- Figura 5. 12: Gráfica del consumo eléctrico del Monasterio por meses (kWh).	93
- Figura 5. 13: Gráfica del consumo de gas propano (kWh) del Monasterio por meses.	93
- Figura 5. 14: Área de instalación potencial de placas solares.....	94
- Figura 5. 15: Zonificación finca según Mapa de implantación ambiental de energía eólica de Cataluña	96
- Figura 5. 16: Área de instalación potencial de energía eólica.....	97

6. DIAGNOSIS

- Figura 6. 1: Porcentajes de usos de energía del sistema Monasterio.	100
- Figura 6. 2: Porcentaje de usos de la energía en el subsistema Palacio.	104
- Figura 6. 3: Porcentaje de usos de la energía en el subsistema Restaurante	105
- Figura 6. 4: Porcentaje de usos de la energía en el subsistema Ladrang.	106
- Figura 6. 5: Lana de roca ALPHAROCK E-225.	116
- Figura 6. 6: Esquemas de aislamiento de tejados y de paredes con lana de roca.	117
- Figura 6. 7: Placa FV de tecnología monocristalina.....	122
- Figura 6. 8: Captador solar térmico AS020.....	124
- Figura 6. 9: Caldera de pellets Attack.	127
- Figura 6. 10: Propuesta de colocación de placas fotovoltaicas.....	136

TABLAS

1. ANTECEDENTES

- Tabla 1. 1: Datos meteorológicos de la estación de Begues- Parque Natural del Garraf.....24
- Tabla 1. 2: Evolución demográfica de Sitges entre 1991 y 2007.....30
- Tabla 1. 3: Características de la instalación eólico-fotovoltaica..... 51

5. INVENTARIO

- Tabla 5. 1: Datos de situación del Monasterio Sakya Tashi Ling. 69
- Tabla 5. 2: Datos urbanísticos del Monasterio Sakya Tashi Ling. 69
- Tabla 5. 3: Datos ambientales del Monasterio Sakya Tashi Ling. 69
- Tabla 5. 4: Características generales de cada subsistema. 78
- Tabla 5. 5: Características del tejado de cada subsistema. 799
- Tabla 5. 6: Características de las paredes exteriores de cada subsistema. 79
- Tabla 5. 7: Características de las ventanas de cada subsistema. 80
- Tabla 5. 8: Emisiones de CO₂ de las diferentes fuentes de energía. 85
- Tabla 5. 9: Dispositivos de consumo eléctrico destinados a la iluminación, potencia total, consumo energético y emisiones de CO₂. 85
- Tabla 5. 10: Aparatos eléctricos del Monasterio, potencia total, consumo energético y emisiones. 87
- Tabla 5. 11: Consumo anual de combustibles fósiles en cada subsistema. 88
- Tabla 5. 12: Consumo energético total derivado de la electricidad en el Monasterio. 900
- Tabla 5. 13: Factores de conversión de poder calorífico y energético de diferentes combustibles. 90
- Tabla 5. 14: Consumo total de combustibles fósiles. 91
- Tabla 5. 15: Potencial de captación de energía solar (kWh/año). 95
- Tabla 5. 16: Características de los paneles fotovoltaicos elegidos. 95

6. DIAGNOSIS

- Tabla 6. 1: Superficie en m² de cada subsistema y Monasterio 99
- Tabla 6. 2: Características de las bombillas LEDs..... 108
- Tabla 6. 3: Ahorro energético, económico y de emisiones de CO₂. 110
- Tabla 6. 4: Consumo anual estimado de iluminación y porcentaje de ahorro respecto al total de la iluminación. 110
- Tabla 6. 5: Amortización económica en años de la propuesta de las bombillas LEDs. 110

- Tabla 6. 6: Consumo de combustibles fósiles antes y después de la reforma 114
- Tabla 6. 7: Gasto económico en combustibles fósiles antes después de la reforma..... 114
- Tabla 6. 8: Emisiones antes y después de la reforma..... 114
- Tabla 6. 9: Gasto total aislamiento de los tejados del Palacio Novella y Restaurante..... 117
- Tabla 6. 10: Gasto total aislamiento de las paredes del Palacio Novella y Restaurante..... 117
- Tabla 6. 11: Consumo energético antes y después de la reforma. 118
- Tabla 6. 12: Gasto económico en combustibles fósiles antes después de la reforma..... 118
- Tabla 6. 13: Emisiones antes y después de la reforma..... 118
- Tabla 6. 14: Características paneles fotovoltaicos elegidos..... 121
- Tabla 6. 15: Rendimientos de células solares de distintas tecnologías..... 121
- Tabla 6. 16: Resultados sobre la instalación de las placas solares fotovoltaicas 122
- Tabla 6. 17: Características captador solar térmico..... 124
- Tabla 6. 18: Resultados sobre la instalación de las placas solares térmicas. 124
- Tabla 6. 19: Consumo y gasto anual de pellets. 127
- Tabla 6. 20: Consumo y gasto anual de pellets. 128
- Tabla 6. 21: Aerogeneradores necesarios y coste económico de la instalación. 128
- Tabla 6. 22: Placas necesarias para abastecer el consumo una vez mejorada la eficiencia energética..... 131
- Tabla 6. 23: Resultados sobre la instalación de las placas solares fotovoltaicas. 135
- Tabla 6. 24: Resultados para la generación de energía con biomasa..... 138
- Tabla 6. 25: TRE de las principales fuentes de energía renovable 143

8. PROPUESTAS DE MEJORA

- Tabla 8. 1: Mejora en la recogida de información 149
- Tabla 8. 2: Propuesta de reparación del colector solar existente en el Monasterio 150
- Tabla 8. 3: Propuesta de sustitución de los focos halógenos existentes por LEDs. 151
- Tabla 8. 4: Propuesta de cambio de cambio del sistema de calefacción existente por la calefacción por suelo radiante 151
- Tabla 8. 5: Propuesta de reforma de los edificios del Monasterio debido al mal estado de conservación y a las consecuentes pérdidas energéticas. 152
- Tabla 8. 6: Propuesta de transporte público para los visitantes del Monasterio 152
- Tabla 8. 7: Propuesta para la realización del compostaje en el Monasterio... 153

- Tabla 8. 8: Concienciación ecológica de los residentes y visitantes del Monasterio. 153

1. ANTECEDENTES

El objetivo del presente proyecto, es la elaboración de diversas propuestas que consigan encaminar la gestión energética del Monasterio Sakia Tashi Ling del Parque del Garraf hacia un escenario de autosuficiencia, entendida como la capacidad de un sistema de abastecer sus necesidades energéticas mediante el aprovechamiento de los recursos locales.

Para alcanzar la autosuficiencia energética deben tenerse en cuenta al menos dos factores importantes: la eficiencia energética y las energías renovables. Éstas serán pues las dos líneas de actuación principales de las medidas que se irán proponiendo a lo largo de este trabajo:

- La mejora de la eficiencia energética de los edificios del Monasterio, entendida como una serie de estrategias encaminadas a reducir la energía que emplean los dispositivos y sistemas sin afectar la calidad de los servicios suministrados (IDAE, 2009).
- El aprovechamiento de las fuentes de energía renovables disponibles a nivel local, fuentes de energía limpias e inagotables a escala humana.

Antes de pasar a describir cuáles son las posibilidades y potencialidades del Monasterio en el ámbito de la suficiencia energética, es necesaria una contextualización social y ambiental no sólo del Monasterio, sino también del Parque del Garraf. El análisis del marco legal y tecnológico y de las características naturales del objeto de estudio ejemplificarán la situación de partida en que se encuentra el Monasterio, y la presentación de experiencias previas en la utilización de energías renovables dará una idea del potencial de ahorro energético que presenta el edificio en el que se aplicará el presente proyecto.

1.1. CONTEXTO ENERGÉTICO GLOBAL

Desde hace ya unos años se ha podido evidenciar el proceso de cambio que está sufriendo la Tierra a causa del crecimiento desmesurado de la población y la sobreexplotación de los recursos, y con ello el agotamiento de los combustibles fósiles, la base de la producción energética y el transporte desde la era industrial. Esto ha supuesto que actualmente se esté llevando a cabo un cambio del modelo energético mundial, donde se buscan otras alternativas que puedan garantizar el suministro de energía con los menores impactos ambientales posibles.

Por un lado, la Unión Europea ha creado el **Libro Verde** para el sector energético, que tiene como objetivo dibujar una política energética europea capaz de responder a tres objetivos fundamentales: el desarrollo sostenible, la competitividad y la seguridad de abastecimiento. Con la finalidad de disminuir el consumo energético y mejorar la eficiencia se trata de fomentar el uso de las energías renovables y así, a la vez, poder reducir la dependencia energética que, tradicionalmente, tiene el viejo continente del exterior.

Por otro lado, España aún tiene una mayor dependencia de las importaciones para cubrir sus necesidades energéticas, que se sitúan en torno al 80% (Agencia de Energía de Barcelona¹). Para paliar este problema se han desarrollado diversas normativas, entre ellas: el **Plan de Energías Renovables (PER) 2005-2010**, que se encarga de las fuentes de generación de energía, y, luego, la **Estrategia de Ahorro y Eficiencia Energética (E4) 2004-2012**, que incide sobre el consumo energético (*Ministerio de Industria, Turismo y Comercio, 2009*)

Cataluña por su parte, también ha realizado un **Plan de Energía de Cataluña (PEC) 2006-2015**, con objetivos básicos en materia de ahorro y eficiencia energética y uso de energías renovables.

¹ La Energía Solar en Barcelona. La ordenanza solar térmica. Xavier Casanovas. Cosntruir Barcelona 2007. Agencia de Energía de Barcelona.

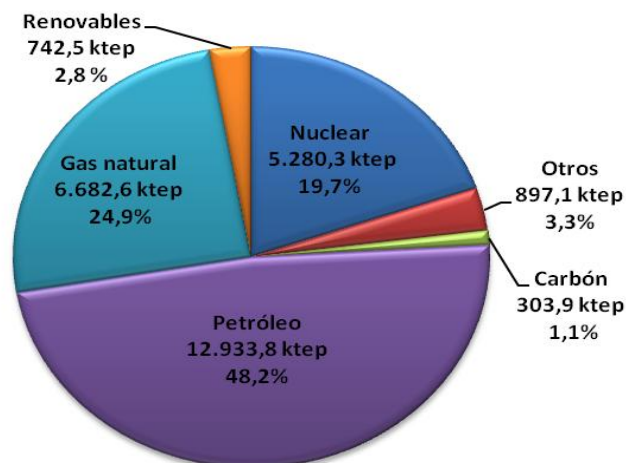


Figura 1. 1: Consumo de energía primaria en Cataluña según la fuente de energía. **Fuente:** Instituto Catalán de la Energía (ICAEN, 2007)

En la figura 1.1 se puede observar como en Cataluña aún hay una gran dependencia de la energía que proviene de los combustibles fósiles (petróleo 48,2% y gas natural 24,9%), representando más de la mitad del consumo energético de energía secundaria en Cataluña, frente al 2,8% que proviene de las energías renovables.

No obstante, con las nuevas iniciativas se prevé mejorar poco a poco estos avances hacia el uso de las energías limpias.

1.1.1. Uso de la energía solar en España

En cuanto al uso de la energía solar en España, ésta se rige por la reciente entrada en vigor del **Código Técnico de la Edificación**, que entró en vigor el 29 de septiembre de 2006. Según el Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE) se espera que en el periodo 2006-2010 se puedan haber implantado 2.000.000 m² de superficie solar, con una inversión asociada de 1.300 millones de euros. De esta manera se producirá energía en una cantidad de 132.000 toneladas equivalentes de petróleo (Tep) y se evitará la emisión a la atmósfera de 490.000 toneladas de CO₂.

Por otro lado, están las ordenanzas solares resueltas a nivel municipal, más restrictivas que el Código Técnico de la Edificación y que tienen la capacidad para regular la obligatoriedad de instalar captadores solares. Actualmente existen más de 50 ordenanzas solares aprobadas en toda España que afectan a más del 20% de la población.

Según los objetivos previstos para el 2010 la evolución de la superficie destinada a la captación de energía solar es la siguiente (figura 1.2).

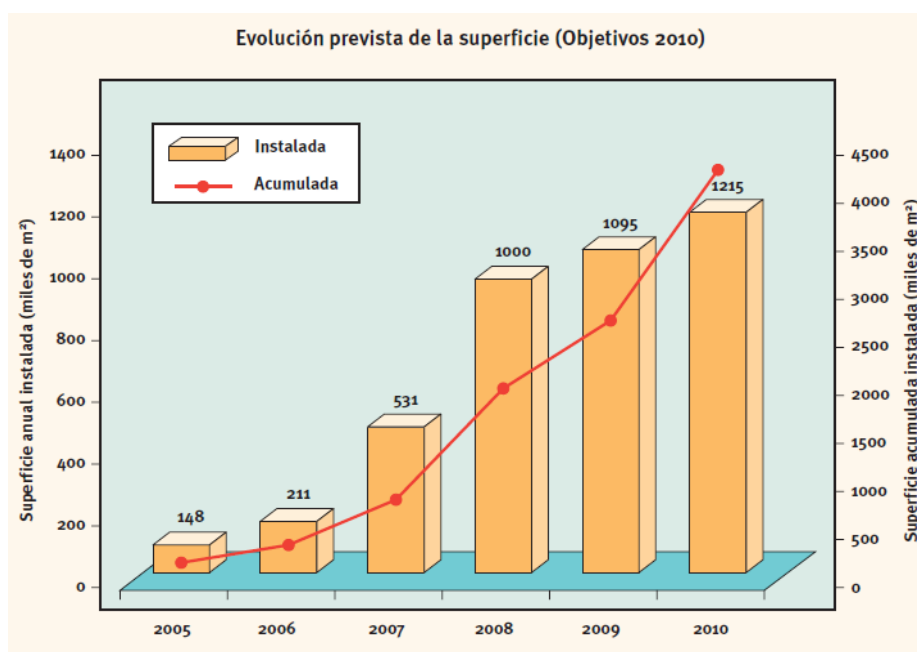


Figura 1. 2: Evolución prevista de la superficie solar según los objetivos del PER.
Fuente: Instituto para la diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE), 2006.

Comparando la superficie acumulada instalada en la Unión Europea (figura 1.3) se puede observar que aunque España es uno de los países con más horas de radiación solar al año no se encuentra entre uno de los primeros a nivel de instalación. Esto puede ser debido a la lenta madurez del mercado en todos los sentidos y al déficit de ayudas públicas y planes a favor de las energías renovables.

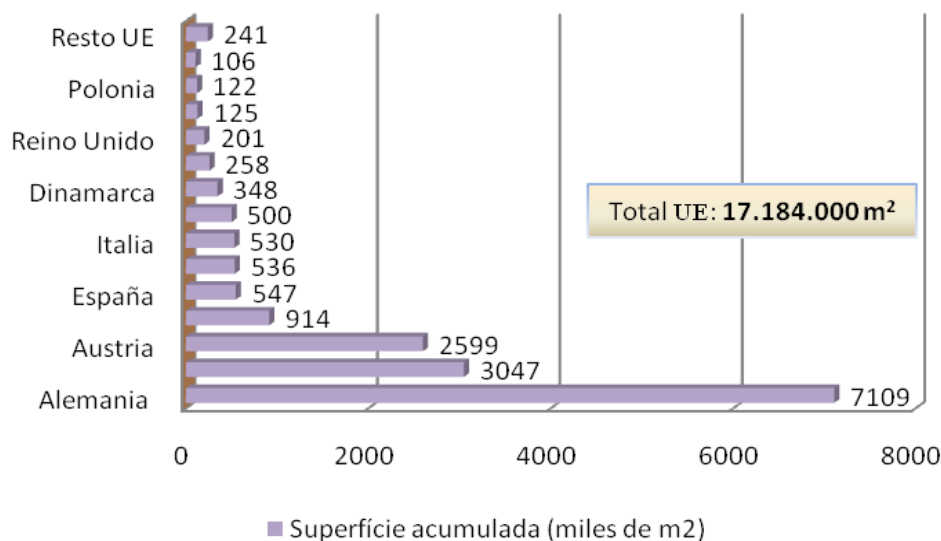


Figura 1. 3: Superficie solar instalada por países de la UE. **Fuente:** IDAE, 2006.

Por tanto, aunque nuestro país se encuentra aún lejos de los objetivos nacionales fijados en el Plan de Energías Renovables (PER), se espera que ésta tendencia cambie a partir del año 2010.

En cuanto al reparto del mercado por zonas geográficas en España se puede observar que Cataluña es claramente una de las comunidades autónomas con mayor superficie solar instalada (Figura 1.4) que esta favorecida por la concentración de zonas turísticas y alto nivel de renta.

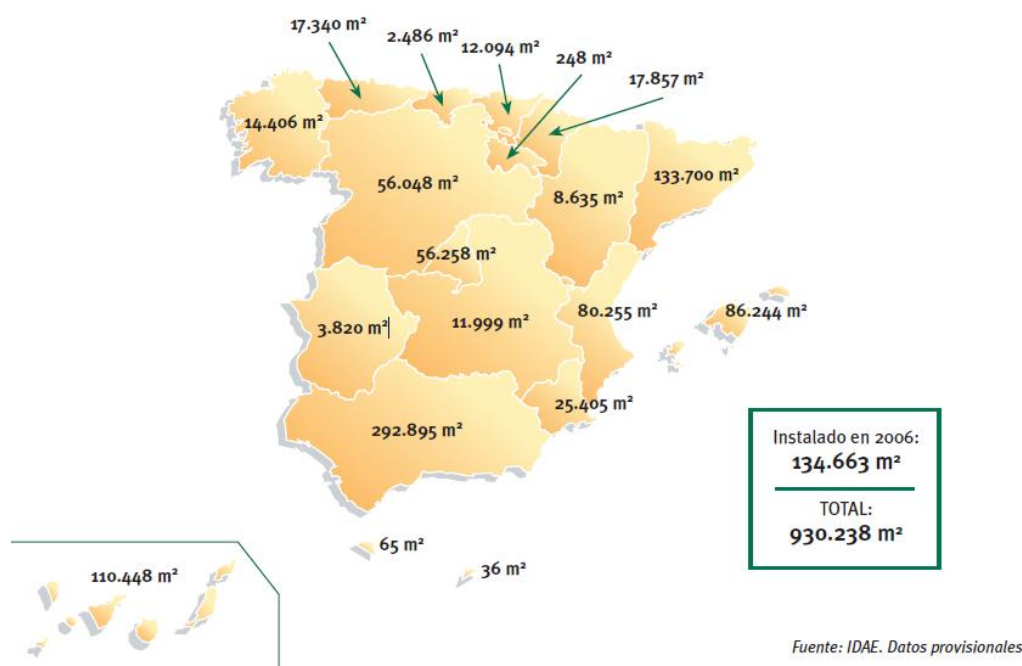


Figura 1. 4: Mapa de la distribución de energía solar en España por CCAA de captadores instalados. **Fuente:** IDAE, 2006.

1.1.2. Uso de la energía procedente de la biomasa en España

En España, la biomasa aún es una energía emergente que tiene muchas posibilidades de futuro para ser, conjuntamente con otras energías renovables, una de las alternativas a los combustibles fósiles.

Hace tiempo que se está produciendo un abandono de explotaciones forestales y agrícolas debido a su poca rentabilidad. Esta nueva energía crea una nueva oportunidad de revalorización de los cultivos energéticos agrícolas y forestales, residuos urbanos, agrícolas y forestales, y residuos de la industria agrícola y forestal.

Además, su gestión conllevaría un ahorro y saneamiento forestal y sobre todo, disminuiría y limitaría el alto riesgo de incendios existente en España, ya que no sería necesaria la quema de rastrojos y demás residuos forestales.

En España, los recursos potenciales de biomasa, calculados en el Plan de Energías Renovables (PER), se sitúan en torno a los 19.000 ktep, de los cuales, más de 13.000 ktep corresponden a biomasa residual y casi 6.000 ktep a cultivos energéticos. En la actualidad, la biomasa alcanza el 45% de la producción con energías renovables en España, lo que equivale al 2,9% respecto del total de consumo de energía primaria, incluidas las convencionales.

Como se puede observar en el gráfico siguiente (figura 1.5), la biomasa está presente en un amplio grupo de materiales de diversos orígenes y características muy diferentes. Viendo cómo el sector doméstico utiliza prácticamente la mitad de este recurso y cómo el resto se encuentra repartida en usos industriales, se crea una idea de la importancia que podría llegar a tener la biomasa.

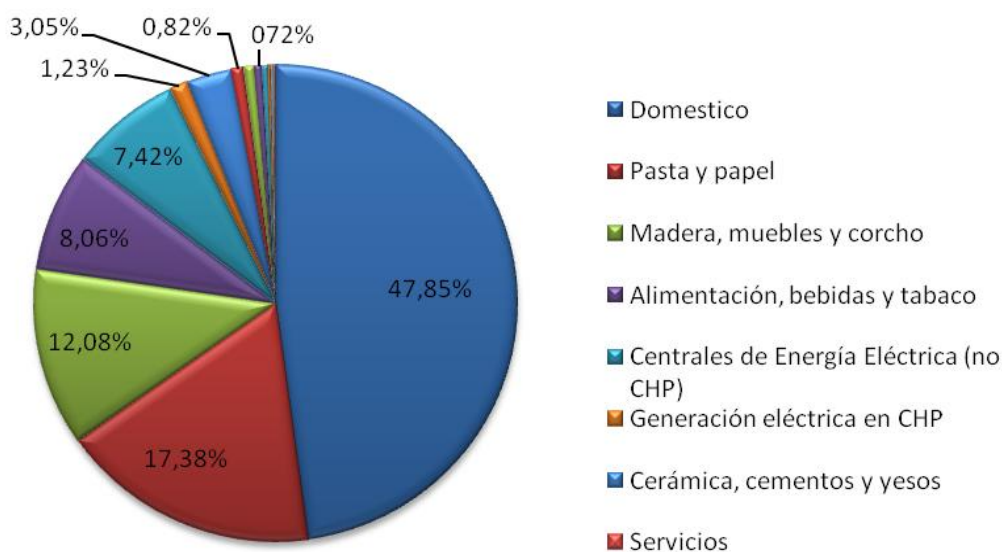


Figura 1. 5: Biomasa consumida en España por sectores. **Fuente:** IDAE, 2005.

Pero a pesar de las facilidades que se dan a los países para el impulso de la utilización de la biomasa, tanto a nivel regional como nacional, con ayudas y subvenciones, se puede observar en el siguiente gráfico (figura 1.6) que España se sitúa en quinto lugar en la producción de energía a partir de la biomasa y aún le queda mucho por mejorar.

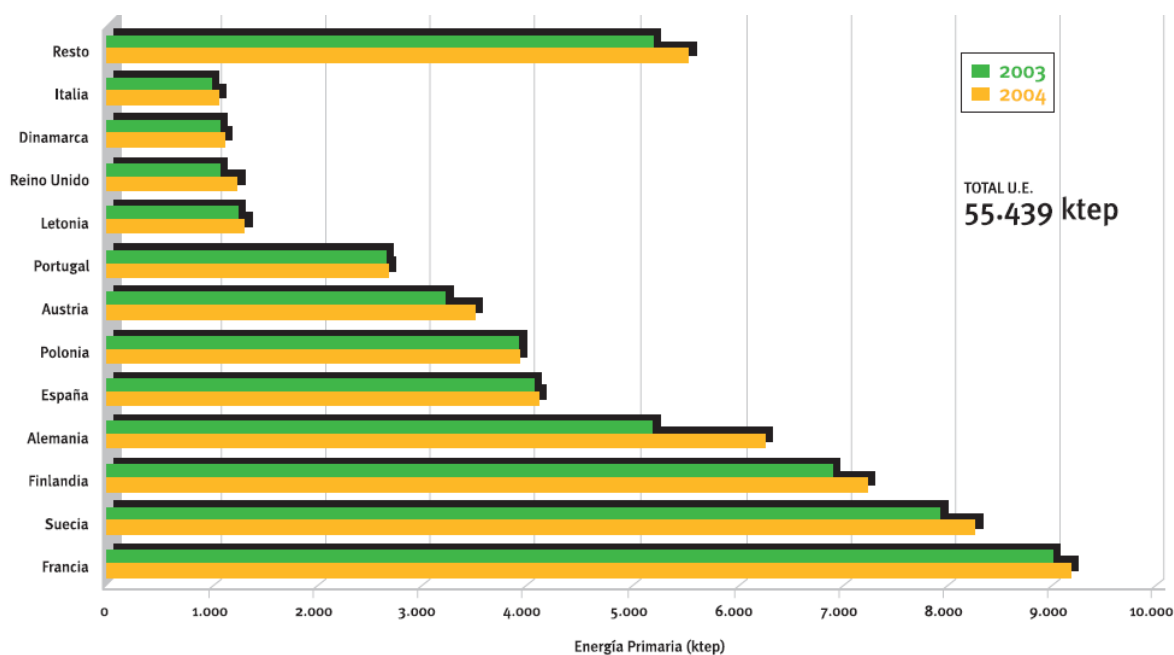


Figura 1. 6: Producción de energía primaria con biomasa en la UE. **Fuente:** Wood Energy Barometer (Euroserd'ER), 2005.

Esto se debe sobre todo, a que el suministro aún no está organizado en muchos casos, siendo necesario promover un verdadero mercado europeo de biomasa.

1.1.3. Uso de la energía eólica en España

La energía eólica es una de las muchas tecnologías del futuro en las que España juega un papel importante.

España es el segundo productor de energía eólica en Europa, después de Alemania, con unos niveles de producción (16.740 MW en el 2008) muy similares a los de los Estados Unidos, y se encuentra entre los tres países que más energía produce en el mundo en este campo. Esto es posible gracias a un marco regulatorio estable, un mejor conocimiento de los recursos, y una mejora en la tecnología, que ha propiciado una considerable reducción de la inversión inicial, el mantenimiento, y la explotación.

Según los objetivos marcados tanto por el PER (2005-2010), 20.155 MW en 2010, y por la Planificación de los sectores de electricidad y gas 2008-2016, con 29.000 MW en 2016, el crecimiento del sector está garantizada por el importante aumento de la potencia eólica que se prevé instalar en nuestro país (figura 1.7).

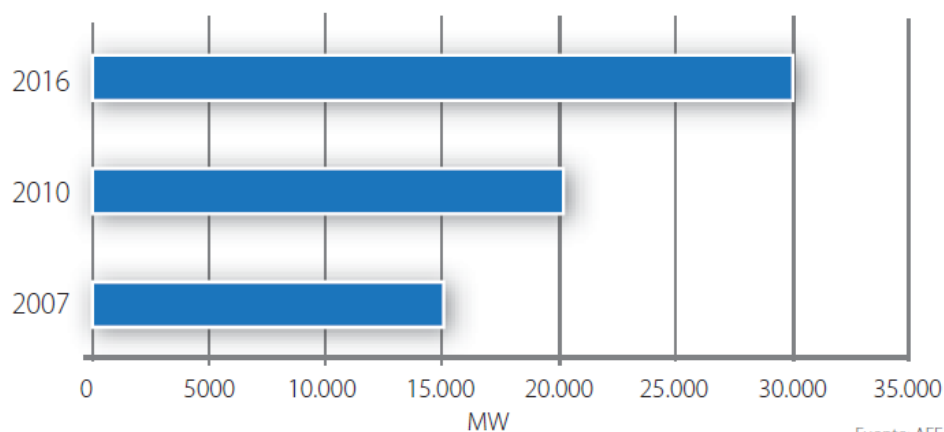


Figura 1. 7: Evolución prevista de la potencia eólica instalada en España. **Fuente:** Asociación Empresarial Eólica (AEE).

En cambio, Cataluña ocupa el noveno puesto dentro del Estado Español, muy por debajo de comunidades autónomas como Castilla y la Mancha, Castilla y León, Galicia o Andalucía.

Actualmente, en Cataluña hay 17 parques eólicos en funcionamiento que se distribuyen en las demarcaciones de Barcelona, Lleida y Tarragona. Además, hay 52 parques eólicos con autorización administrativa concedida, con una potencia instalada de 1.533,85 MW. En tramitación, habiendo estado publicado el anuncio de información pública al DOGC y pendiente de la autorización administrativa, hay 24 parques, con una potencia de 709,65 MW.

El crecimiento diferenciado por Comunidades Autónomas se ha debido, además de a las diferencias en cuanto al recurso eólico disponible (figura 1.8), al apoyo recibido por parte de los gobiernos autonómicos, estando ligado, en muchos casos, el desarrollo de los parques eólicos a planes industriales concretos.

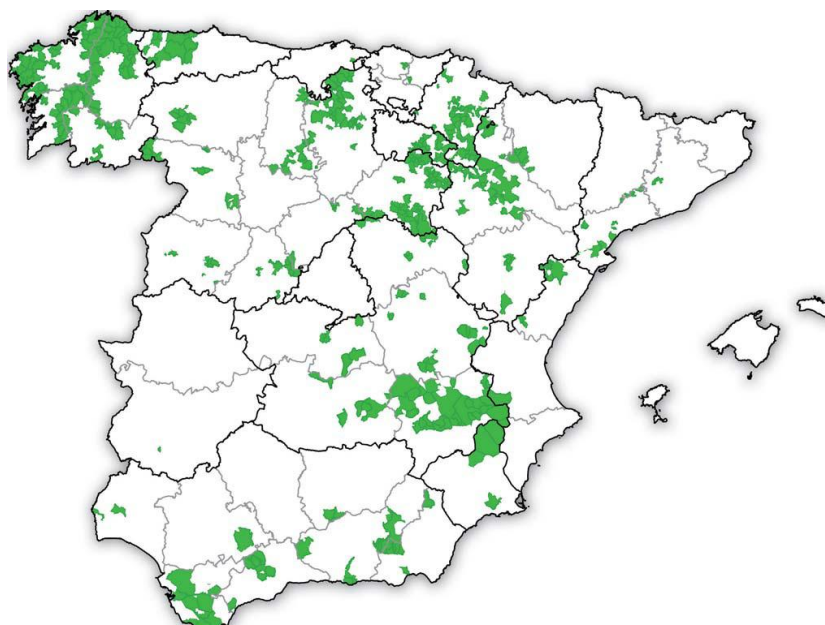


Figura 1. 8: Municipios con parques eólicos en funcionamiento. **Fuente:** Asociación empresarial eólica (AEE), 2008.

Además, el sector eólico ha contribuido a que el incremento del impacto ambiental por emisiones de Gases Efecto Invernadero (G.E.I) fuese menor, puesto que la generación eólica evitó que se emitiesen, en 2007, unos 18 millones de toneladas de Gases de Efecto Invernadero (figura 1.9), un 3,5% del total de las emisiones a nivel nacional, según el estudio de la consultoría *Deloitte* (Estudio Macroeconómico del Impacto del Sector Eólico en España²). La AEE estima que en 2008 la cifra ha alcanzado los 20 millones de toneladas evitadas y según las previsiones realizadas para el periodo, serán mucho mayores en 2010 y 2012: más de 24,66 y 30,23 millones de toneladas respectivamente, a pesar de que para esos ejercicios el parque de generación será más limpio por la mayor implantación de las energías renovables.

² Anuario Eólico 2009. Asociación Empresarial Eólica, la referencia del sector (AEE).

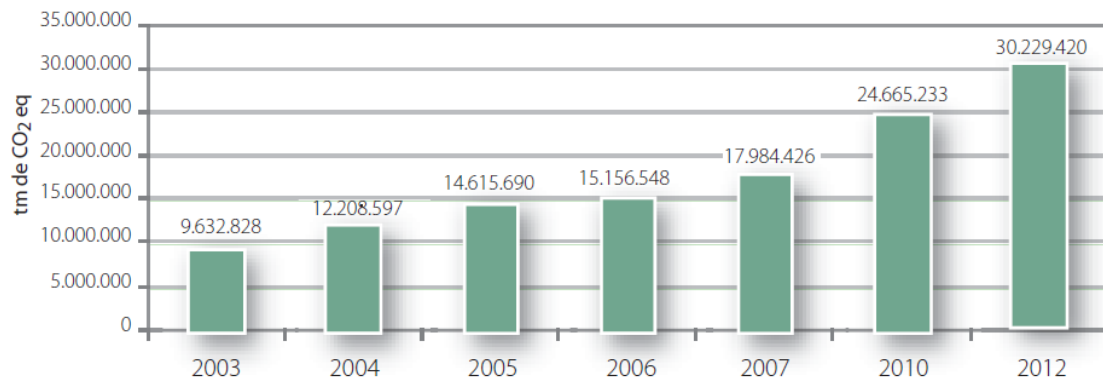


Figura 1. 9: Estimación de emisiones evitadas de gases de CO₂ equivalente. **Fuente:** REE, Secretaría General de Energía del Ministerio de Industria, Turismo y Comercio, MMA y Deloitte, 2007.

1.2. MARCO SOCIOAMBIENTAL DEL GARRAF: EL MONASTERIO SAKIA TASHY LING

En este apartado se describirán las principales características ambientales, sociales y culturales de nuestro objeto de estudio, un monasterio localizado en una zona declarada de interés natural como es el Parque del Garraf, con características que difícilmente se pueden encontrar en ningún sitio más que en el litoral catalán.

El monasterio Sakya Tashi Ling es el único monasterio budista de Cataluña. Por las características de la filosofía budista en cuanto al respeto por la naturaleza y el medio ambiente, que se describirán más adelante, la elaboración de un plan de gestión que minimice los impactos que sobre el medio ambiente tiene la utilización de un edificio se justifica por sí sola.

1.2.1. Localización del Monasterio budista³

El monasterio Sakya Tashi Ling se encuentra instalado dentro de los límites del Parque del Garraf, situado entre las comarcas del Baix Llobregat, l'Alt Penedès y el Garraf, en lo que corresponde a la zona sur-oeste de la Sierra litoral catalana. Los límites geográficos del Garraf son el mar Mediterráneo, la depresión del Penedès y el valle inferior del Llobregat.

La superficie que ocupa el parque es de 12.820 hectáreas, de las cuales 12.376 están protegidas por el Plan Especial aprobado en el año 1986.

Los municipios que forman parte del parque son Avignonet del Penedès, Begues, Olivella, Gavà, Sitges, Sant Pere de Ribes, Vilanova i la Geltrú, Olesa de Bonesvalls y Castelldefells. Precisamente entre Begues y Olivella se encuentra el Monasterio, en pleno corazón del parque, en la finca denominada Plana Novella, cuyos terrenos se reparten entre estos dos municipios, quedándose la mayor parte en los dominios de Olivella.

La Plana Novella está localizada en una elevación central del macizo del Garraf, en la cota topográfica 276; el espacio limita al norte con la ribera de Jafre (afuente y tributaria de la ribera de Begues); al sur con la cadena que configuran las sierras del Morsell y de Les Llenties; al este con el fondo de Vallgrassa y los bosques comunales de Begues; y al oeste con el fondo de la Cova Fumada. La urbanización Plana Novella envuelve el sector del Palau Novella por el sur-este.

³ Extraído de la "Guía del Parc Natural del Garraf". Servei de Parcs Natural. D'Iputació de Bracelona, 1986.

La finca que rodea el Monasterio tiene una superficie total de 136 hectáreas repartidas, como ya se ha dicho antes, entre Begues y Olivella. En cuanto a los accesos, una de las ventajas de estar rodeado de poblaciones importantes (Sitges, Castelldefels, Vilanova i la Geltrú, etc) es que el espacio está bien comunicado con las áreas que lo rodean.

En los mapas de localización general que a continuación se muestran (figura 1.10) se puede ver cómo la inmensa mayoría de los terrenos del monasterio se encuentran dentro del Espacio de Interés Natural del Macizo del Garraf (9.967,4 ha) y, por tanto está regulado por el Plan de Espacios de Interés Natural (PEIN), por lo que las actuaciones que se propongan a la hora de implantar los dispositivos de aprovechamiento de energías renovables deberán ser compatibles con las disposiciones de dicho plan. En los anexos 1, 2 y 3 se adjuntan los planos del ámbito de La Plana Novella y un plano arquitectónico del edificio.

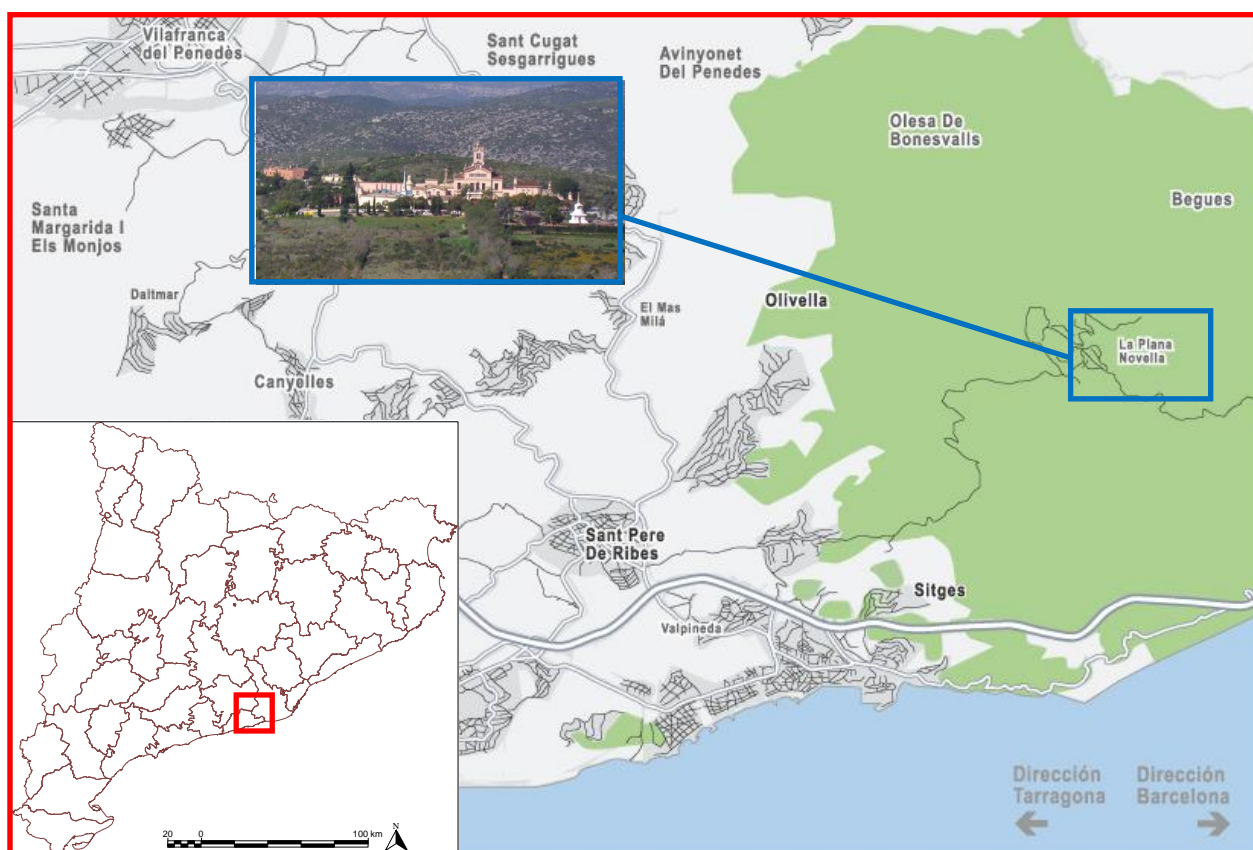


Figura 1. 10: Localización general del Monasterio Sakya Tashi Ling. **Fuente.** Elaboración propia (2009).

1.2.2. Entorno natural del Garraf.

A continuación se describirán aquellas características referentes a las condiciones ambientales del Parque del Garraf, y que, por tanto son propias también del Monasterio.

De esta forma se descubrirá la climatología, el paisaje, la fauna y muchos otros aspectos naturales que son propios y en muchas ocasiones exclusivos de esta zona mediterránea.

El clima en el Garraf

El clima del Garraf tiene las características del clima mediterráneo templado, es decir, presenta una fuerte irregularidad térmica y también pluviométrica, como ocurre en todo el litoral catalán.

En la Plana Novella no existe ninguna estación meteorológica, por lo que los datos que se utilizarán son los disponibles de las estaciones de Begues, Gavà y Sant Pere de Ribes (tabla 1.1). La media anual de precipitaciones es relativamente elevada, sobre todo en los lugares más elevados, y en el nor-este y en Begues se sitúa en 778'8 mm; este valor, comparado con los datos de otras estaciones cercanas se podría considerar elevado. En cambio, Sant Pere de Ribes, presenta valores muy inferiores expresando la tendencia a la reducción de las precipitaciones a medida que nos desplazamos hacia el sur. Es por eso que para la Plana Novella se considerarán valores intermedios entre estos dos extremos: un máximo de precipitaciones en el otoño, sobre todo en los meses de septiembre y octubre, y un mínimo en verano, centrado en junio. El carácter torrencial de las lluvias provoca una erosión mecánica extraordinariamente potente que genera un paisaje muy típico de la zona.

En cuanto a las temperaturas cabe decir que el hecho de estar pegado al mar, reduce las grandes variaciones térmicas, por lo que éstas son bastante moderadas debido a la capacidad de amortiguación térmica que tienen las grandes masas de agua. Los inviernos son moderados, con medias de 7°C a 9°C, y los veranos calurosos, entre 22°C y 24°C; así vemos como la amplitud térmica anual es realmente moderada. Esta proximidad al mar es la misma que hace que la humedad atmosférica sea muy elevada, lo que atenúa en cierta medida el calor que genera el relieve cárstico y el color blanquecino de las rocas. Y es que la radiación solar alcanza valores bastante elevados en el Garraf, según los datos que se han podido consultar a través del Atlas Climático de Cataluña, la media de radiación solar en base mensual de esta comarca se sitúa en torno a los 15,95 MJ/m² (Institut Català de l'Energia (ICAEN), 2000).

Además de la elevada radiación solar y las altas temperaturas que se alcanzan en el Garraf, la sensación de sequedad que genera el paisaje del parque se acentúa aún más al no existir corrientes superficiales de agua ni bosques de ribera. Todos estos factores influyen en el paisaje y la vegetación, que sufre fuertes restricciones hídricas ya que el agua de lluvia se infiltra fácilmente por las fisuras de la roca calcárea y el suelo, de poco grosor y discontinuo, no es capaz de retener el agua. Todo esto hace que, a pesar de que las precipitaciones son relativamente abundantes, el agua no puede llegar a ser aprovechada por las plantas. Utilizando el diagrama ombrotérmico del municipio de Begues (figura 1.11) se puede hacer un resumen del balance hídrico de la Plana Novella; se observa una falta de agua concentrada en el verano y muy especialmente en los meses de junio y julio.

Tabla 1. 1: Datos meteorológicos de la estación de Begues- Parque Natural del Garraf.

Datos medios (unidades)	Begues
Temperatura media (°C)	14,0
Precipitación (l/m ²)	778,8
Media de temperaturas máximas (°C)	17,6
Media de temperaturas mínimas (°C)	11,3
Temperatura máxima absoluta (°C)	32,0
Temperatura mínima absoluta (°C)	-1,1
Velocidad media del viento (m/s)	3,2
Humedad relativa media (%)	81,7
Irradiación media diaria (MJ/m ²)	17,2

Fuente: Elaboración propia a partir de datos del Servei Meteorològic de Catalunya.

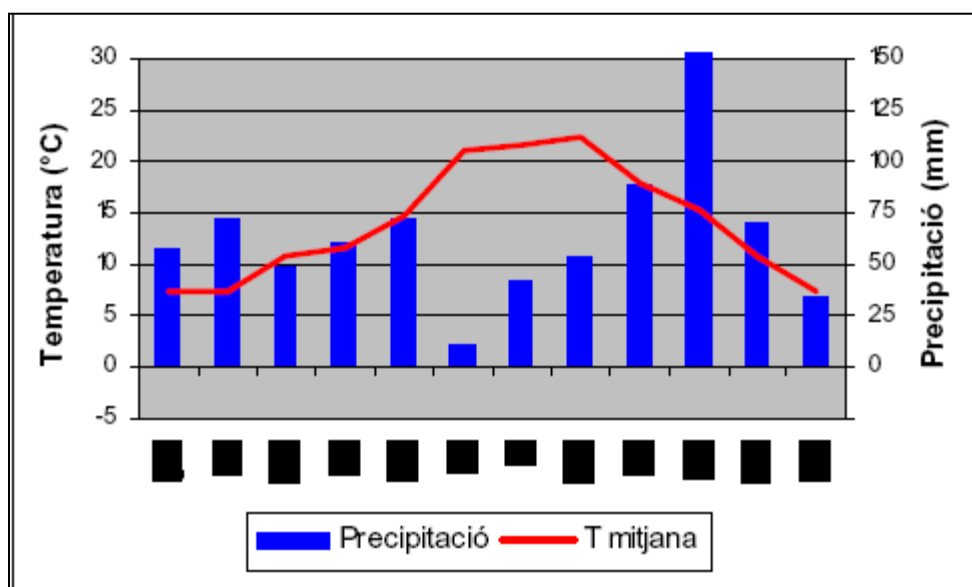


Figura 1. 11: Diagrama ombrotérmico de Begues. Período 2001-2003. **Fuente:** Web del Servei Meteorològic de Catalunya.

Paisaje e hidrografía

Las montañas de Garraf forman parte de la porción meridional de la Sierra de Marina o Litoral. El paisaje que nos ofrece es totalmente original, diferente y único en toda Catalunya. Los relieves son bajos y de cimas redondeadas, los valles profundos y de pendientes escarpadas; las paredes rocosas y de color blanquecino se ven a través de una cubierta vegetal discontinua. El aspecto árido de la zona contrasta con la vista azul del mar (Diputació de Barcelona. Servei de Parcs Naturals. *Guía del Parc Natural del Garraf*, 1986).

Para entender el paisaje del Garraf se deben tener en cuenta tres consideraciones importantes: su localización geográfica, las grandes masas calcáreas que afloran por todo el macizo y como no, la actividad humana.

El macizo está compuesto casi totalmente de substrato calcáreo, por lo que es propicia la formación de procesos de tipo cárstico; aunque la falta de humedad ambiental actual hace que estos procesos estén paralizados, las cuevas, simas y depresiones existentes son la manifestación cárstica actual de lo que ocurrió hace años.

La actividad humana también ha dejado su huella en el paisaje. La ganadería, la agricultura y la tala de grandes extensiones de bosque han marcado históricamente el paisaje de esta zona. Las características del suelo han determinado que estas actividades más tradicionales no fueran demasiado rentables, por lo que las cepas y los animales dejaron paso al turismo residencial, a las canteras y a los vertederos de basuras. De cualquier forma no

hay que olvidar que el Garraf ha conseguido sobreponerse a todos los impactos del hombre y conserva una belleza intrínseca difícil de eliminar.

En cuanto a la hidrología del Garraf, ésta está condicionada por su estratigrafía y geología. El macizo está compuesto por calcáreas, margas y dolomías, es decir, rocas carbonatadas, compuestas por CaCO_3 , cuya génesis comienza en el mar. Una de las características más específicas del Garraf es el fenómeno de la carstificación, fenómeno eminentemente químico en el cual, el agua y el dióxido de carbono que lleva disuelto se combinan con el carbonato cálcico generando bicarbonato cálcico, que es arrastrado por el agua debido a su elevada solubilidad. El resultado es una roca agujereada, en la que el agua va penetrando apareciendo los elementos típicos del paisaje cárstico: rastros, depresiones, cuevas y simas.

Así pues, el espacio destaca por no tener ningún curso fluvial importante; de todas formas existen, cerca de la finca de la Plana Novella, algunos torrentes de funcionamiento esporádico, propios de una región cárstica, entre los que cabe destacar la riera del Jafre y la riera de Carxol. La Cova Fumada es uno de los fondos de valle por los que discurre el agua en épocas de lluvia.

Por otro lado existe “el lago romántico”, una balsa naturalizada construida en los antiguos jardines del Palacio Novella y que en la actualidad se encuentra muy degradado desde el punto de vista ecológico.

Vegetación y fauna en el Garraf

Una de las características del macizo del Garraf es que su recubrimiento vegetal permanece prácticamente invariable a lo largo del año. Su verdor se debe a que la mayoría de las plantas que se pueden encontrar son perennifolias, es decir, van renovando sus hojas de forma gradual y aparentemente inapreciable.

La vegetación que se encuentra en el Garraf es vegetación mediterránea, y de los tres tipos en que se divide este tipo de vegetación, la del Garraf pertenece al tipo meridional boscosa, lo que da al territorio un especial interés botánico.

Paisajísticamente, se puede dividir el macizo en dos zonas: las vertientes marítimas y las tierras interiores.

En las zonas cercanas al mar abunda la maquia, la coscoja (*Quercus coccifera*) y el palmito, junto con el lentisco (*Pistacea lentiscus*) y el aligustre (*Ligustrum japonicus*). Otras comunidades vegetales que se pueden encontrar son el romero (*Rosmarinus officinalis*) y el brezo (*Erica multiflora*), el carrizo

(*Ampelodesmos mauritanica*) y los prados sabanoides, incluso especies rupícolas como el té de roca (*Jasonia glutinosa*)

En las zonas interiores se encuentran encinas (*Quercus rotundifolia*) y durillo (*Viburnum tinus*), aunque la presión a la que ha sido sometida la zona (fuegos, talas a matarrasa, ganadería, etc) han hecho que cada vez sea más difícil encontrar este tipo de asociación.

A pesar de esto último el Garraf es una zona muy interesante para el estudio de las sucesiones de comunidades vegetales y de las adaptaciones a un clima seco y caluroso, próximo al mar y con un sustrato calcáreo que agrava los problemas hídricos.

La fauna del Garraf es variada y está influida por el clima y la vegetación. Como no hay apenas corrientes superficiales no hay peces, los anfibios, aunque los hay, son escasos y sólo se encuentran salamandras (*Salamandra salamandra*) y ranas verdes (*Rana perezii*). Las especies que si abundan son las de reptiles, pudiendo encontrar serpientes, lagartos y lagartijas y un tipo de tortuga (*Testudo hermanni hermanni*) que tiempo atrás se había reproducido en las costas.

El relieve y carácter cárstico de la zona supone un sustrato ideal para el desarrollo de mamíferos que viven en cuevas, como los murciélagos (*Pipistrellus pipistrellus*), pero también los conejos (*Oryctolagus cuniculus*), la gineta (*Genetta genetta*) y de otros muchos como los jabalís (*Sus scrofa*) y los zorros (*Vulpes vulpes*).

Otro grupo faunístico importante son las aves que, por la acción del hombre y la degradación del medio, han sufrido tradicionalmente pérdidas significativas; águila perdicera (*Heriditas fasciatus*), mostrada en la figura 1.12, halcones peregrinos (*Falco peregrinus*), cernícalos comunes (*Falco tinnunculus*) o lechuzas (*Tyto alba*) son algunas de las muchas especies de aves que se pueden observar en el Garraf.



Figura 1. 12: Águila perdicera (*Hieraaetus fasciatus*). **Fuente:** Xavier Perellada, web del Departament de Medi Ambient i Habitatge, 2009.

Espacios protegidos y de interés natural del Garraf

Como ya se comentó anteriormente, de las 12.820 hectáreas que ocupa el Parque del Garraf, el 96% de las mismas están protegidas por el Plan Especial de protección del Medio Físico y del Paisaje del Espacio Natural del Garraf, aprobado en el año 1986.

El Departamento de Medio Ambiente terminó en el año 2005 la realización del catálogo de Hábitats de Interés Comunitario de Catalunya, resultando el Parque del Garraf como uno de los propuestos por la Generalitat como Lugar de Interés Comunitario (LIC) con el nombre de Sierras del Litoral Central, esto significa que se incluirá en la Red Europea Natura 2000.

Casi toda la propiedad de la Plana Novella se encuentra dentro del Espacio de Interés Natural del Macizo del Garraf (9.967 ha), y por tanto está regulada por el “Pla d’Espais d’Interés Natural” (PEIN), un instrumento de planificación territorial con categoría de plan territorial parcial. La finca que rodea al Monasterio se puede dividir en dos zonas, una es el palacio-monasterio y otra la zona de prados y zonas boscosas.

La zona del monasterio Budista y sus terrenos más inmediatos constituyen el ámbito principal de actuación del *Plan especial urbanístico de regulación de usos del suelo en el sector de la Plana Novella* y está clasificado como zona agrícola por el Plan Especial de Protección del Medio Físico y del Paisaje del Espacio Natural de Garraf, por este motivo, las actuaciones que se propongan en los distintos apartados de este proyecto, deberán evitar cualquier tipo de impacto sobre el espacio inmediato al Monasterio, manteniendo así el valor ecológico de la zona intacto.

La zona de los prados presenta hábitats que han sido declarados de interés comunitario (matorrales predesérticos y prados mediterráneos), en la Directiva Hábitats de la Comunidad Europea (92/43/CEE).

Además, en febrero de 1998, la finca Plana Novella fue declarada “Refugio de la Fauna Salvaje”, una figura establecida en el marco de protección de los animales de Catalunya por la cual está prohibida la caza en toda la finca. El “Refugio de Fauna Salvaje” de la Plana Novella tiene una superficie de 105 hectáreas (figura 1.13).



Figura 1. 13: Señalización de la zona Refugio de la Fauna Salvaje. **Fuente:** Plan de Gestión del Entorno del Monasterio Sakya Tashi Ling, Caixa Catalunya, 2008.

Riesgos naturales en el Garraf

Las características climatológicas y naturales del Parque del Garraf (climatología extrema y vegetación mediterránea) hacen que el principal riesgo natural sean los incendios forestales que, tradicionalmente, se han producido en esta zona.

El fuego es un elemento característico de los climas y vegetaciones mediterráneos y en el Garraf la abundancia de estepas, gramíneas y plantas pirófitas, aumentan aún más el riesgo de incendios; uno de los más devastadores fue el que se inició el 5 de julio de 1982, que se comenzó bajo el castillo de Erampunyà y duró 10 días, en los que arrasó todas las pinedas.

La realización de un proyecto de instalación de dispositivos de captación de energías renovables como el presente puede generar impactos sobre el riesgo de incendios, por lo que se deberá tener en cuenta este factor a la hora de establecer actuaciones concretas.

1.2.3 Entorno social y espiritual del Monasterio

De la misma forma que se hizo con el entorno natural, en este apartado se pasan a describir aquellos aspectos sociales y culturales que caracterizan a la comarca del Garraf y más concretamente al área objeto de estudio de este proyecto, La Plana Novella.

Historia social y económica del Garraf

En lo económico, los habitantes del Garraf se han dedicado tradicionalmente al sector primario, es decir, a la agricultura y la ganadería, que todavía hoy son las actividades fundamentales, sobre todo el cultivo de la viña. Actualmente, la falta de grandes extensiones cultivables y la pobreza del suelo hacen que los rendimientos económicos sean bajos, por lo que los habitantes buscan ingresos eventuales que les ayuden a vivir en mejores condiciones. El ganado caprino ha perdido mucha importancia en la zona y la pesca se ha desplazado casi totalmente al puerto de Vilanova i La Geltrú, de manera que las ocupaciones tradicionales se están perdiendo para dar paso a trabajos relacionados con el sector secundario y terciario.

La industria, sobre todo la de la construcción, la carpintería, la confección y la piel, la alimentación o la química son las principales fuentes de trabajo de las gentes del Garraf.

El sector servicios experimentó un gran impulso con la llegada, a principios del siglo XX, del tren, la carretera de la costa, el gas y el agua canalizada, convirtiendo algunas zonas del Garraf, sobre todo Sitges en grandes centros turísticos con la construcción de hoteles, campings, restaurantes, cafeterías y discotecas que dieron trabajo a gran parte de la población activa (Diputació de Barcelona. Servei de parcs Naturals. *Guía del Parc Natural del Garraf*)

Las poblaciones que rodean el parque han evolucionado de manera muy distinta y aprovechando los recursos disponibles se ha producido un espectacular aumento demográfico. Un ejemplo de este crecimiento de población es el que se produjo en Sitges desde 1991 hasta 2007 (tabla 1.2).

Tabla 1. 2: Evolución demográfica de Sitges entre 1991 y 2007.

Año	1991	1996	2001	2004	2007
Población (hab.)	13.109	16.801	20.343	23.172	26.255

Fuente: Elaboración propia a partir de datos del instituto de estadística de Catalunya.

En cuanto a La Plana Novella, la actividad económica que aquí se desarrollaba era la agricultura y la ganadería ya que se trataba de una colonia agrícola. Hasta 1996, año en que la comunidad Sakya Tashi Ling adquiere la finca, la casa se encontraba en muy malas condiciones; fue la comunidad budista, compuesta actualmente por 17 monjes, la que al decidir establecer aquí su Monasterio comenzó las obras de restauración del Palacio.

Así pues, la actividad que actualmente se lleva a cabo en La Plana Novella es la actividad espiritual y de difusión de la filosofía budista con el fin de ayudar a las personas que lo necesiten. La fundación Monjes Budistas Sakya Tashi Ling imparte un programa de autoconocimiento y meditación para el desarrollo personal y reciben cada semana cientos de visitantes interesados en conocer la cultura budista y en visitar el museo del palacio.

Otra de las posibilidades que ofrece el Monasterio es la de hospedería; cuentan con 50 plazas y durante la estancia se puede convivir con la comunidad y participar en los ritos y plegarias.

Patrimonio arquitectónico: La Plana Novella

El monasterio Sakya Tashi Ling ocupa la finca conocida como Plana Novella. La Plana Novella es un conjunto arquitectónico ecléctico, es decir, que lejos de tener un estilo definido es una mezcla de estilos entre los que se encuentra el neoclásico, barroco e incluso el árabe.

El recinto está rodeado de muros entre los que se encuentra un palacio, una capilla y una serie de dependencias auxiliares que los monjes, tras su llegada a la finca han transformado en un monasterio budista, el único de Cataluña.

El palacio es un edificio de tres plantas, coronado por una torre a la que se accede a través de una escalera de caracol. En la planta baja se encontraban las habitaciones de invitados, magníficamente amuebladas. Una escalera principal de barandilla de madera y flanqueada por dos impresionantes esculturas permite acceder a la planta noble. El techo de esta planta, así como las paredes estaban decoradas profusamente y en el gran salón se podían ver grandes esculturas femeninas, frescos y tapices con motivos eróticos.

En la parte central del patio se encuentra una fuente; una escultura de metal que representa un niño sobre un delfín y con una serpiente en la mano. Una de las partes del antiguo palacio que mejor se conserva es la capilla anexa, que tiene un retablo barroco y un fresco del maestro Monserdà i Vidal.

Todos estos detalles dan una idea de la importancia de la familia que vivió en este palacio modernista, la familia de Pere Domenech i Grau, que junto con su mujer, Maria Vilanova, residentes en Cuba, mandó construir el palacio en 1885.

Pero el paso del tiempo ha deteriorado gran parte de lo que es hoy un monasterio budista, por lo que la comunidad Sakya Tashi Ling está llevando a cabo algunas reformas para adecuar la decoración a la práctica de la religión budista que allí se profesa y arreglar algunas de las deficiencias que el edificio tiene.

Como ya se ha dicho, la llegada en 1996 de la comunidad budista ha supuesto numerosos cambios en la fisonomía de la Plana Novella, entre ellas la construcción de dos estupas, las primeras de Cataluña.

Las estupas (figura 1.14) son monumentos sagrados característicos de la India Budista que se levantan en lugares sagrados; la que se puede ver en el Monasterio del Garraf es de tipo Namgyal (denominada así por su consagración a Namgyelma, un aspecto femenino con la mente búdica), y es una representación de Buda, de la mente iluminada y de la consciencia completamente despierta. La estupa simboliza el camino desde una base amplia que representa Sámsara, hasta una punta dorada que representa el estado del Nirvana. Y se le considera un elemento potenciador de las energías positivas. Otra de las zonas a destacar dentro del monasterio es el museo, que posee una de las colecciones de arte, cultura y tradición budista más importantes de Europa en un espacio de casi 500 metros cuadrados de exposición.



Figura 1. 14: Fotografía de la estupa exterior del monasterio. **Fuente:** Elaboración propia.

Principios espirituales y conservacionistas de la comunidad Sakya Tashi Ling.⁴

Desde el punto de vista del Budismo, la naturaleza se considera sagrada; por su fauna, por su vegetación, por el paisaje solitario y agreste del Garraf este espacio fue seleccionado por maestros del linaje Sakya como asentamiento del monasterio. El valor espiritual del entorno del Monasterio Sakya Tashi Ling reside fundamentalmente en la naturaleza del lugar en que se encuentra y esto influye directamente en las enseñanzas que desde la comunidad se tratan de transmitir a todos sus visitantes, el sentimiento de unión con la naturaleza es un valor que trasciende el ámbito espiritual y genera actitudes conservacionistas hacia ella.

La buena disposición de los monjes para adquirir un estilo de vida ambientalmente más sostenible es notable, y se concreta en algunas de las reformas que se han empezado a realizar en los edificios que componen el monasterio.

La relación de la comunidad de Sakya Tashi Ling con la naturaleza surge de la esencia de las enseñanzas budistas, que consideran la naturaleza como algo sagrado que se ha de respetar y sobre todo conservar. La naturaleza y los seres que habitan en ella suponen una fuerza especial para los miembros de la comunidad al tenerlos muy presentes en sus rituales, ofrendas y plegarias. Un ejemplo de esto es que cuando se inauguró el monasterio se pidió permiso a todos los seres del lugar que ahí habitaban, a través de una consagración del terreno.

En los rituales que se llevan a cabo en la Comunidad se invocan a diferentes divinidades de todo el Universo, teniendo en cuenta a toda la naturaleza y a todos los seres vivos que la conforman, por ejemplo, los animales tienen un gran valor para la comunidad, “conocer la esencia de un animal, su arquetipo, es tener un conocimiento más profundo de la realidad”; esta misma consideración se tiene hacia todo lo que habita en la Tierra.

El desarrollo espiritual necesita de la naturaleza, y de una naturaleza no perturbada, en la cual las energías sean favorables para un desarrollo personal pleno, que pueda revertir después en energías positivas hacia la naturaleza, considerada también como una maestra. Buda Shakyamuni dijo que todo su conocimiento procedía de la Naturaleza y es así como se entiende desde la comunidad Sakya Tashi Ling. El conocimiento de las verdades fundamentales necesario para el crecimiento espiritual como son, la impermanencia de las cosas a través del ciclo natural de la vida, la vivencia de formar parte

⁴ Adaptación procedente del *Pla de Gestió de l'Entorn del Monestir Sakia Tashi Ling*. Fundació Caixa Catalunya, 2008.

inseparable de una ecosistema cósmico y la fragilidad del ser humano, sólo son posibles con una vida ligada íntimamente y en contacto con la naturaleza. Esta relación de aprendizaje se lleva a cabo mediante la meditación.

Por todo esto, existe en el monasterio una vocación conservacionista que se trata de transmitir a todos sus habitantes y visitantes a través del cambio personal de cada uno de los individuos, que comienza por los propios miembros de la Comunidad. Este cambio interior del individuo es esencial para que los valores espirituales generen un sentido de responsabilidad hacia el espacio y la naturaleza, identificándose con ella y todo lo que en ella vive.

Un ejemplo concreto es el proyecto *Medinat*, que la Comunidad quiere desarrollar en los terrenos que rodean al monasterio; se trata de un proyecto que permita la contemplación y la meditación en la naturaleza así como el desarrollo de actividades para conseguir el conocimiento interno de las personas en un medio natural. Con este proyecto se trata de dar vida espiritual al parque del Garraf.

El hecho de que reciban gran cantidad de visitantes en busca de ayuda para su crecimiento espiritual es un factor muy positivo a la hora de adquirir actitudes responsables con el medio ambiente en un espacio protegido como son los terrenos del monasterio.

Plantear un proyecto de aprovechamiento de energías renovables como este puede suponer una ayuda a la Comunidad para integrarse con un menor impacto ambiental en el espacio natural que ocupan.

1.2.4 Gestión energética actual del Monasterio

El consumo energético actual del monasterio es muy elevado. Las grandes dimensiones de los edificios que componen el conjunto de la Plana Novella disparan la cantidad de energía necesaria para calentar y refrigerar las diversas estancias, aunque uno de los mayores problemas, que tiene una influencia mayor en el alto consumo eléctrico, es la deficiencia y en ocasiones ausencia de aislamiento térmico en la mayor parte de los edificios.

Aunque la mayor parte de los dispositivos lumínicos utilizados en el monasterio (bombillas y fluorescentes) son de bajo consumo, la capacidad de ahorro energético en los edificios es mucho mayor con algunas actuaciones muy sencillas, la mayoría de ellas relacionadas con una mejora de la eficiencia energética, tanto de los aparatos eléctricos como de los propios edificios.

Los combustibles fósiles utilizados tanto para la calefacción, cocina y agua caliente son el propano, el butano y el gasoil, cuyas cantidades consumidas son muy elevadas, del orden de miles de litros anuales. Esto supone grandes

cantidades de CO₂ emitidas a la atmósfera, que contribuyen a incrementar los efectos perjudiciales que sobre el clima tiene la utilización de combustibles fósiles. El potencial de aprovechamiento de las fuentes de producción de energías renovables que tiene el monasterio, supone una oportunidad para mejorar su gestión energética, lo que revertirá muy positivamente en la gestión económica del mismo.

1.3 ÁMBITO DE APLICACIÓN DEL PROYECTO

Los edificios son uno de los sectores en los que se produce un mayor consumo energético; se calcula que el 40% de la energía total demandada es consumida en los edificios, residenciales y terciarios, siendo estos los responsables de la mayor parte de las emisiones de gases de efecto invernadero como el CO₂. En la provincia de Barcelona, este porcentaje aumenta hasta el 50%. Sin embargo y a pesar de ello, este sector tiene un potencial de ahorro energético enorme. (*Agencia Local d'Energia de Barcelona, 2009*)

La gran mayoría de los esfuerzos dedicados a la mitigación del cambio climático y otros impactos que, sobre el medio ambiente tiene el consumo de energía, se han centrado en el uso de combustibles alternativos, el consumo energético de los vehículos o en los métodos de generación de la energía, olvidándose de la importancia que tiene en el ahorro energético el diseño previo de los edificios y la mejora de la eficiencia energética.

La eficiencia energética es de vital importancia para la reducción del consumo de energía en los edificios. Esta eficiencia se puede conseguir de distintas formas, tanto a través de la utilización de materiales que mejoran el aislamiento de los edificios, la compra de electrodomésticos de clase A y los estudios previos a la construcción para determinar las necesidades energéticas de los edificios, como las radiaciones solares, la luz natural o la pluviometría.

Todos los actores de la edificación (promotores, usuarios, profesionales de las empresas tecnológicas, la administración, etc.) juegan un papel muy importante a la hora de reducir el consumo energético en los edificios. La normativa en relación a ello es muy extensa, desde directivas europeas como la SAVE 97/76/CEE, relativa a la reducción de emisiones de CO₂ mediante la mejora de la eficiencia energética en la edificación, hasta ordenanzas como la ordenanza solar térmica de Barcelona, pasando por Decretos como el de Ecoeficiencia, que regula la adopción de criterios ambientales y de ecoeficiencia en la gestión de los edificios.

De todas formas, para reducir el consumo energético de un edificio se deben coordinar dos tipos de acciones: por un lado, la reducción de la demanda de energía y por otro el aumento del rendimiento.

Por otra parte, el cambio de los sistemas de producción de energía es fundamental para lograr una reducción de los gases de efecto invernadero que se emiten a la atmósfera como consecuencia del uso de energía. En este sentido, la promoción del uso de energías renovables, fuentes inagotables a escala humana, debe ser un complemento al ahorro y al aumento de la eficiencia que permita una generación sostenible de la misma. El efecto invernadero, el calentamiento progresivo con el consiguiente cambio climático son sólo algunas de las graves consecuencias de la emisión a la atmósfera de

gases contaminantes, principalmente CO₂, que la utilización de energías alternativas en un sector como la vivienda podría aliviar.

El presente proyecto trata de elaborar un plan de gestión que permita compatibilizar todas estas opciones en un sólo edificio, el Monasterio Sakya Tashi Ling.

1.4. MARCO TECNOLÓGICO GENERAL

Una vez presentadas las características socioambientales del ámbito de estudio, se describirán en el siguiente apartado las tres estrategias básicas a seguir para mejorar la gestión energética del Monasterio y encaminar al edificio hacia la autosuficiencia energética. Estas estrategias son las siguientes:

- El ahorro energético
- La mejora de la eficiencia energética
- El uso de energías renovables

1.4.1. El ahorro energético

La disminución del consumo de energía en los edificios es el primer paso en el camino hacia una gestión energética sostenible. Para reducir el consumo del Monasterio es importante aumentar la eficiencia energética del mismo, pero además existen diversas estrategias de ahorro de energía que pueden aplicarse a corto plazo, con resultados muy satisfactorios. A continuación de describen algunas medidas ordenadas según al sistema de consumo energético a que hacen referencia:

Calefacción

- Aprovechamiento de las horas de sol para ganar calor e iluminación natural.
- Utilización de persianas que aíslen térmicamente durante la noche.
- Llevar a cabo la ventilación de las habitaciones cuando la diferencia de temperatura entre el interior y el exterior es menor. En invierno, las mejores horas son las del mediodía.

Refrigeración

- Evitar la exposición solar excesiva en los meses de calor mediante la colocación de toldos.
- Llevar a cabo la ventilación de la casa en las horas más frescas; en los meses de verano, la hora ideal serían las primeras de la mañana.

Iluminación

- Hacer un buen uso de la luz natural, por ejemplo subiendo persianas y cortinas cuando se pueda prescindir de la iluminación artificial.
- Mantener las luces apagadas durante las horas solares y siempre que no sean necesarias.

- Utilizar colores claros en paredes y techos para una mejor dispersión de la luz natural.
- Reducir la potencia de las bombillas al mínimo posible, utilizando bombillas de bajo consumo o LEDs.

ACS (Aqua Caliente Sanitaria)

- Instalar los termos del agua caliente dentro del edificio y lo más cerca posible de los puntos de consumo.
- Instalar una válvula mezcladora en la salida del termo para obtener agua caliente a temperatura constante, con lo que se ahorra energía.

Electrodomésticos

- Comprar siempre que se pueda electrodomésticos de clase A, es decir, de alta eficiencia energética.
- Graduar el termostato de la nevera entre 4 y 6°C y el del congelador a -18°C.
- Apagar los equipos desde el propio aparato y no desde el mando a distancia para no utilizar la opción “*Standby*”.
- Utilizar las lavadoras con agua fría, carga máxima y programas cortos; poner la secadora lo mínimo indispensable, y usar el centrifugado de la lavadora.

1.4.2. La eficiencia energética

Para aumentar la eficiencia energética del Monasterio existen múltiples posibilidades, desde la mejora del aislamiento del edificio hasta la instalación de sistemas de calefacción más eficientes. Algunas de ellas se describen a continuación:

Suelo radiante

Dispone de diferentes ventajas frente a los radiadores convencionales, fundamentalmente el ahorro de combustible y el consiguiente ahorro económico que conlleva. Esto es debido a que necesita una temperatura más baja para funcionar. Al tener una mayor superficie de emisión no necesita calentar todo el volumen de la habitación para ser eficiente y el reparto del calor que hace lo convierte en un sistema de calefacción más comfortable.

Se podría instalar en el caso de querer aumentar la eficiencia de la calefacción.

Doble vidrio en las ventanas y carpintería con rotura de puente térmico

Instalar ventanas con doble vidrio en el Monasterio sería otra forma de ahorrar en calefacción durante el invierno, y en climatización en verano, con lo que se aumentaría la eficiencia en el uso y consumo de la energía. Estas medidas pueden llegar a suponer un ahorro de energía de entre un 30 y un 48% en el consumo anual, dependiendo del sistema de vidrio que se instale y de la cámara de aire que haya entre los dos vidrios. Y es que es a través de las ventanas por donde se producen la mayor parte de las pérdidas energéticas de un edificio.

Este sistema además de proteger del frío también actúa como aislante acústico.

Bombillas LEDs, en vez de bombillas de bajo consumo

Sería conveniente, para mejorar la eficiencia y ahorrar consumo en la iluminación, sustituir las bombillas halógenas e incandescentes por bombillas LEDs.

Las ventajas respecto a las bombillas convencionales son las siguientes:

- Vida útil de unas 50.000-100.000 horas. (las bombillas convencionales tienen una vida útil de 9.000 horas aproximadamente).
- No emiten calor ni rayos UV.
- Consumo energético hasta un 90% inferior.
- No contienen gas ni metales nocivos para la atmósfera o nuestra salud

Estas bombillas tienen un consumo de 2,3 W respecto a las bombillas incandescentes de 50 W.

Electrodomésticos de clase A o AA.

Evitar la compra de electrodomésticos innecesarios y escoger aquellos con una eficiencia energética de clase A o AA, es una buena medida que permite ahorrar energía ya que tienen una potencia inferior, si los comparamos con los electrodomésticos convencionales, por lo que el consumo anual también será inferior.

1.4.3. Las energías renovables

Las energías renovables son aquellas que “*se obtienen de fuentes naturales inagotables, ya sea por la inmensa cantidad de energía que contienen, y otras porque son capaces de regenerarse por medios naturales*” (IDAE, 2009).

En este apartado se muestran algunas de las energías renovables que el Monasterio podría incorporar para abastecer su consumo energético. De esta forma generaría energía limpia y segura para el medioambiente, y disminuirían las emisiones derivadas del consumo energético del mismo. Éstas son:

- La energía solar (fotovoltaica y térmica)
- La energía de la biomasa
- La energía eólica

Energía solar fotovoltaica

Se basa en el aprovechamiento de la radiación solar y su transformación directa a energía eléctrica mediante el conocido como efecto fotoeléctrico.

Para conseguir la máxima eficiencia en la captación de la energía solar es conveniente que el sistema esté orientado al sur, con un margen máximo de $\pm 25^\circ$. Sólo en circunstancias excepcionales, como cuando haya sombras creadas por edificaciones o para mejorar su integración en el edificio, se deberá modificar esta orientación.

Existen dos tipos de instalaciones de energía solar fotovoltaica:

- Instalaciones aisladas de la red eléctrica: Son sistemas aislados de captadores de energía solar fotovoltaica, aquellos que pueden disponer de electricidad en zonas alejadas de la red de distribución eléctrica. De esta manera es posible suministrar electricidad a casas de campo, refugios de montaña, instalaciones ganaderas, sistemas de iluminación o balizamiento, sistemas de comunicaciones, entre otras muchas más. Estos sistemas se componen en gran medida de captación de energía solar mediante paneles solares fotovoltaicos y almacenamiento de la energía eléctrica por los paneles en baterías.
- Centrales de generación conectadas a la red: Consiste en generar electricidad mediante paneles fotovoltaicos e inyectarla directamente a la red de distribución eléctrica.

Las ventajas que ofrece la energía solar fotovoltaica son las siguientes:

- Es limpia y respetuosa con el medio ambiente, cada kWh generado evita la emisión de un kilo de CO₂, aproximadamente.
- Se puede vender cada kilowatio-hora producido a un precio de 0,44 €/kWh., mientras que la que se compra a la compañía eléctrica se paga a un precio mucho inferior, de unos 0,09€/kWh. Lo que supone un ahorro importante en las facturas de agua y electricidad.
- Es una importante fuente generadora de empleo, fomenta el desarrollo rural en zonas poco favorecidas, mejora la calidad de vida y reduce la dependencia energética.

Energía solar térmica

La energía solar térmica o energía termosolar consiste en el aprovechamiento de la energía del Sol para producir calor. Las aplicaciones más utilizadas hoy en día son el calentamiento de agua sanitaria (ACS), la calefacción y el precalentamiento de agua para procesos industriales.

Este sistema funciona de la siguiente manera: el panel solar capta los rayos del sol, absorbiendo su energía en forma de calor, a través del cual pasa el agua, de manera que parte del calor que absorbe el panel se transfiere al fluido, este aumenta su temperatura y puede ser almacenado o directamente llevado al punto de consumo.

Con el mismo objetivo de conseguir el máximo aprovechamiento energético en instalaciones de demanda de agua caliente sanitaria constante a lo largo del año, es necesario que la inclinación del sistema de captación respecto a la horizontal sea fija, es decir, que sea igual a la latitud geográfica, de 41'25°. Aún así esta inclinación puede variar según si las necesidades de agua caliente son en invierno o en verano.

Energía de la biomasa

Se denomina biomasa a todo aquel combustible renovable de origen animal o vegetal, incluyendo el aprovechamiento de residuos forestales o residuos agrícolas. Si se implantara en el Monasterio, se podrían aprovechar los restos orgánicos del restaurante y los restos de la limpieza de los campos de los alrededores. Aunque hay que estudiar si este tipo de energía sería viable.

Se podría utilizar este tipo de energía en estufas y calderas de biomasa, las cuales no contribuyen al efecto invernadero y ayudan a conservar el medioambiente.

La energía eólica

El aprovechamiento de este tipo de energía consiste en la instalación de aerogeneradores que aprovechan la fuerza del viento para hacer girar sus aspas y así generar electricidad.

Una posibilidad de aprovechamiento de este tipo de energía en el Monasterio sería la colocación de minigeneradores eólicos. Este tipo de aerogeneradores suelen ser de poca potencia y se utilizan como apoyo a las instalaciones fotovoltaicas aisladas en los momentos más desfavorables de generación, que suelen ser los más favorables para los aerogeneradores (p.e. viento). De esta forma se complementan las dos formas de generación, la eólica y la fotovoltaica.

1.5. EXPERIENCIAS EN EL APROVECHAMIENTO DE ENERGÍAS RENOVABLES

Se ha llevado a cabo una búsqueda de experiencias actuales de aprovechamiento de energías renovables, similares en ámbito y características a las demandas energéticas del Monasterio, con el objetivo de completar los conocimientos previos en este campo.

1.5.1 Experiencias en diseño solar pasivo

Edificio plurifamiliar Els Molins, Sitges.

Este es un ejemplo de construcción que aprovecha la energía solar pasiva en una zona cercana al ámbito de estudio.

El edificio está situado en Sitges y fue desarrollado como un proyecto de demostración de construcción sostenible integral, que incluye la instalación de paneles solares térmicos, el uso de materiales ecológicos y el concepto de ahorro energético (figura 1.15).



Figura 1. 15: Imagen del edificio Els Molins. **Fuente:** Solarge (www.solarge.org)

La instalación solar térmica se utiliza para el ACS y está constituida por colectores de placa plana orientados al sur (0°). Los materiales del edificio no contienen polietileno, además de utilizar pinturas naturales para las paredes interiores.

La totalidad del edificio está construido para maximizar la cantidad de energía absorbida y reducir las pérdidas al exterior a través de un sistema pasivo y activo.

El sistema pasivo está basado en adecuar el diseño arquitectónico a su balance térmico, en este caso: aislamiento térmico, ventanas y fachadas, energía solar y orientación del edificio.

El sistema activo consiste en captar y acumular la energía solar en un espacio cerrado con gran inercia térmica, que la trasvasa al interior en el momento en el que se necesita.

Gracias al diseño y al sistema de captación solar se consigue un ahorro energético del 70% en calefacción y del 80% en ahorro de agua caliente.

Muro Trombe (Valencia)

El Muro Trombe (figura 1.16) es una opción muy utilizada de la arquitectura solar pasiva.

Consiste en un muro de 25 a 40 cm de grosor construido con materiales de gran masa térmica (como la piedra o el ladrillo), orientado convenientemente al sur ($\pm 15^\circ$), para obtener la máxima captación de energía, pintado con un color oscuro para absorber el calor desde su lado exterior y que está recubierto por una lámina de cristal (sencillo o doble).



Figura 1. 16: Imagen de un Muro Trombe instalado en Valencia.

Fuente: www.ison21.es i www.coac.net.

Entre el muro y el cristal se crea una pequeña cámara de aire, además los vidrios facilitan la transmisión de calor al muro y producen un efecto invernadero que minimiza las posibles pérdidas energéticas hacia el exterior. El calor del sol, que pasa a través del cristal, es absorbido por la superficie selectiva de color oscuro, acumulando parte de la radiación directa (que llega al interior con un retardo de 8 horas).

Unas rejillas regulables en la parte superior e inferior del muro permiten la convección del aire de la cámara hacia el edificio, de forma que parte del calor captado no se acumula, sino que se libera al interior instantáneamente. Durante el verano, estas rejillas permiten que el muro ventile el edificio, también hay que tener en cuenta una protección solar exterior para evitar el sobrecalentamiento.

Estos muros son útiles en situaciones donde se requiere calor durante el día y la noche en invierno y ventilación en verano, como es el caso de la zona mediterránea, en concreto el Garraf.

1.5.2 Experiencias en el aprovechamiento de la energía solar

Edificio con instalaciones solares, La Fábrica del Sol (Barcelona)

Éste es un ejemplo de recuperación de un edificio de más de 100 años de antigüedad, convirtiéndolo en sostenible a partir de la utilización de energías como la solar, la biomasa, la hidráulica o la eólica, para un doble uso: como sede de una serie de ONG y diversas entidades dedicadas al medio ambiente y la intermediación social, y como espacio museográfico de divulgación y sensibilización de los principios y prácticas de la sostenibilidad (figura 1.17).



Figura 1. 17: Imagen de de La Fábrica del Sol. **Fuente:** La Fábrica del Sol.

Se destacará la incorporación de una instalación solar térmica que permite calentar el agua para el ACS y para climatización y una instalación solar fotovoltaica que produce electricidad y la distribuye a la red.

- **Instalación solar térmica**

Se trata de una tecnología solar térmica de colectores solares de tubos al vacío, que están ubicados formando una pérgola en la cubierta del edificio, y que producen agua caliente sanitaria (ACS) y para climatización (figura 1.18).

Las placas térmicas están formadas por 120 m² de tubos. Este sistema de captación de tubos al vacío proporciona calor y frío. A su vez, la pérgola diseñada en la azotea ofrece una agradable sombra en las épocas cálidas, y el cobre da una tonalidad rojiza muy agradable.



Figura 1. 18: Imagen de los colectores solares en la azotea del edificio. **Fuente:** La Fábrica del Sol.

- **Instalación solar fotovoltaica**

El edificio también dispone de placas fotovoltaicas para producir electricidad, que se integraron en la pared medianera orientada al sur (figura 1.19).

Se trata de una instalación autónoma de 32 placas de 0,035 kW con una potencia de 1,12 kW (parte central) y otra instalación conectada a la red de 52 placas de 0,1 kW que pueden impulsar 5 kW a la red (parte lateral).

El sistema autónomo de energía solar fotovoltaica servirá como estación de recarga de las baterías de los coches eléctricos de próxima aparición.



Figura 1. 19: Imagen de las instalaciones fotovoltaicas. **Fuente:** La Fábrica del Sol.

Debido a que el Monasterio es un edificio antiguo en el que se pretende integrar medidas de mejora de la eficiencia y uso de energías renovables, este ejemplo puede servir de ayuda, ya que ofrece de manera clara la integración adecuada de captadores solares térmicos y fotovoltaicos, en un edificio antiguo que ha sido restaurado e incluido en el catálogo del patrimonio.

Instalación solar térmica en las Piscinas Bernat Picornell (Barcelona)

Esta instalación solar térmica permite satisfacer la demanda de ACS de las duchas y del gimnasio de las piscinas. Ha sido diseñada en forma de pérgola para dar sombra al aparcamiento del centro deportivo (figura 1.20).



Figura 1. 20: Imagen de las placas solares térmicas del aparcamiento. Fuente: Solarge (www.solarge.org)

Se trata de colectores de placa plana con una superficie de colectores de 334m², compuesta de 176 colectores con una pendiente de 15° orientados hacia el sur. El sistema está compuesto de 4 baterías de colectores. Cada una calienta 3.540 l/h de agua.

La reducción de energía final, después de la instalación, fue de 369.444 kWh/a.

El Monasterio dispone de zona de aparcamiento, que podría aprovecharse como en el caso de las Piscinas Bernat Picornell, para la instalación de placas solares térmicas y la consiguiente proporción de sombra.

1.5.3. Experiencias en el aprovechamiento de energía procedente de la biomasa

Caldera de biomasa (pellets) en Olivella, Barcelona

Los pellets son unos pequeños cilindros formados por un material reciclado procedente de residuos de madera, restos de podas o limpiezas forestales (figura 1.21).

Este material es previamente triturado y tratado para eliminar la humedad, finalmente se compacta.



Figura 1. 21: Imagen de pellets. **Fuente:** www.solliclima.es

Su ventaja principal frente a otros combustibles de biomasa es que son muy limpios y sencillos de usar. Las calderas o estufas disponen de un depósito que va alimentando automáticamente la máquina, cosa que no ocurre con otras biomásas, como por ejemplo la leña, donde la alimentación es totalmente manual.

Además, si se compran fuera de temporada y se almacenan para el invierno, su precio es varias veces más bajo que el precio del gas o el gasoil, con lo que el ahorro económico en la compra de combustibles es más que considerable. Otra ventaja añadida frente a otros combustibles, es que son materiales reciclados, con el consiguiente doble ahorro para el medio ambiente: nula emisión de CO₂ (el CO₂ que producen es el mismo que absorbió la planta durante su crecimiento) y aprovechamiento de lo que era considerado un residuo, disminuyendo también el riesgo de incendio y acumulación de desechos.

La energía que contienen los pellets es alta en comparación con su bajo precio. Las estufas y calderas de pellets (figura 1.22), generaran el mismo confort ahorrando hasta un 40% comparándolas con el consumo de una caldera a gasoil.



Figura 1. 22: Caldera de pellets en el Garraf. **Fuente:** www.soliclma

1.5.4 Experiencias en el aprovechamiento de la energía eólica

Instalación eólica-fotovoltaica en una vaquería, Alt Urgell

Una vaquería de l'Alt Urgell, situada en una zona lejana de la red eléctrica, cuenta con un sistema de autogeneración de electricidad que integra una instalación fotovoltaica de 5,6 kW con un aerogenerador de 1 kW (figura 1.23). Este sistema aprovecha de manera óptima los recursos solar y eólico para producir electricidad, con la que se cubre el 87% de las necesidades energéticas de la explotación.



Figura 1. 23: Imagen de la instalación eólico-fotovoltaica. **Fuente:** ICAEN

La instalación fotovoltaica supone el 85% de la potencia total instalada, combinada con el aerogenerador que complementa la producción solar (tabla 1.3).

Tabla 1. 3: Características de la instalación eólico-fotovoltaica

Características técnicas de la instalación eólico-fotovoltaica
Aerogenerador de 1kW
Grupo electrógeno de soporte: 15 kW
Velocidad media del viento: 3 m/s
Producción solar media: 20,7 kWh/día
Producción eólica media: 1,5 kWh/día
Consumo medio invernal: 18 kWh/día
Consumo medio estival: 22 kWh/día

Fuente: Elaboración propia (2009)

Según el resultado de seguimiento de los primeros meses, junio a diciembre, la aportación eólico-solar de la planta cubrió el 85,7% de las necesidades de energía eléctrica.

Según el Mapa de Implementación ambiental de Energía eólica de Cataluña (“Mapa eólico”), la finca de la Plana Novella está ubicada principalmente en zona de implantación condicionada a la declaración de impacto ambiental y únicamente la parte más meridional de la finca es de implantación compatible.

Debido a esta restricción la combinación de energías como la eólica y la fotovoltaica puede ser una opción.

1.6. MARCO LEGAL

Actualmente en nuestro país existen numerosas leyes, ordenanzas, directivas y reglamentos, que se pasan a comentar en este apartado, y que tienen como objetivo la promoción del ahorro de energía mediante la reducción en el consumo y la mejora de la eficiencia energética con el objetivo de disminuir las emisiones de CO₂ derivadas del uso de la energía.

1.6.1. Legislación referente a los espacios naturales protegidos

Según la legislación vigente relativa a los espacios naturales protegidos, los espacios naturales se clasifican en las siguientes categorías: Parques (como el Parque del Garraf), Reservas Naturales, Monumentos Naturales y Paisajes Protegidos.

Definición de parque: *“Un parque es un área natural poco transformada por la explotación u ocupación humana, que debido a la belleza de sus paisajes, la representatividad de sus ecosistemas o la singularidad de su flora, de su fauna o de sus formaciones geomorfológicas, poseen unos valores ecológicos, estéticos, educativos y científicos cuya conservación merece una atención preferente”* (Glosario ambiental, Ecoestrategia, 2009).

A escala autonómica, los niveles de protección de espacios naturales en Cataluña son:

- Normativa de aplicación general en todo el territorio: legislación de especies protegidas, de control de la contaminación y de impacto ambiental, de aguas, de costas, etc.
- Plan de Espacios de Interés Naturales (PEIN) (aprobado por el real decreto 328/1992), es un régimen jurídico para zonas que contienen valores naturales de interés general, destinado a garantizar la conservación frente a urbanizaciones, canteras, infraestructuras, etc. Queda libre de grandes transformaciones.
- Espacios naturales de Protección Especial: parques nacionales, parques naturales, paisajes naturales de interés nacional y reservas naturales (ya incluidos en el PEIN).
- *Red Natura 2000: Iniciativa europea, que impulsa la creación de una red de áreas de especial protección:*
 - *ZEPA: Zona de Especial Protección para las Aves.*

- *LIC: Lugar de Interés Comunitario.*
 - *ZEC: Zona de Especial Conservación.*
- Real Decreto Legislativo 1302/1986 de Evaluación de Impacto Ambiental, estipula la evaluación ambiental de determinadas actuaciones públicas y privadas. Marca la forma y el contenido que tiene que incorporar un Estudio de Impacto Ambiental.

A continuación se detallan las normativas (comunitarias, estatales, autonómicas y municipales) más recientes en cuanto a energía. Es por eso que se han detallado 5 ámbitos:

- Legislación referente a la eficiencia y ahorro energético en la edificación.
- Legislación referente al aprovechamiento de la energía solar (térmica y fotovoltaica).
- Legislación referente al aprovechamiento de la energía eólica.
- Legislación referente a la producción de energía eléctrica en régimen especial.
- Legislación referente a la producción de energía procedente de la biomasa.

1.6.2. Legislación referente a la eficiencia y ahorro energético en la edificación.

En el caso de querer aumentar la eficiencia y el ahorro energético en la edificación, se deberían tener en cuenta las siguientes normativas:

Escala comunitaria (Europa)

- **Directiva 2002/91/CE**, de 16 de diciembre de 2002, referente a la eficiencia energética en los edificios.
- **Directiva SAVE 97/76/CEE**, de 13 de septiembre de 1993, relativa a la limitación de las emisiones de CO₂, mediante la mejora en la eficiencia energética.

La transposición de la directiva 2002/91/CE ha dado lugar a diferentes normas y criterios que hacen referencia a aspectos de eficiencia energética, que han de tenerse en cuenta a la hora de construir edificios, tal y como se puede ver a continuación con el **Código Técnico de Edificación (CTE)**, que regula

parámetros relacionados con la construcción. RD 314/2009 de 28/03/2006, y se centra en unos requisitos básicos en edificios de nueva construcción y cuando haya que hacer alguna rehabilitación:

1. Limitar la Demanda energética, es decir, marca unos mínimos de eficiencia energética en cuanto a la energía térmica del edificio.
2. El Rendimiento de las instalaciones térmicas, marca unos requisitos de eficiencia energética de estas instalaciones.
3. Eficiencia energética en la iluminación, determina los requisitos de eficiencia en este consumo.
4. Contribución solar mínima en agua caliente sanitaria (ACS), de solar térmica.
5. Contribución fotovoltaica mínima en energía eléctrica. Determina que edificios están obligados a instalar placas solares FV y cuál será la potencia a instalar.

Escala estatal (España)

- **Reglamento de Instalaciones Térmicas de los Edificios (RITE)**: regula la eficiencia energética de las instalaciones térmicas. RD 1027/2007 de 29/08/2007.
- **Decreto de Ecoeficiencia. Decreto 21/2006**, que regula parámetros de transmitancia y aislamientos, factores solares, etc.

Escala municipal (Sitges)

- **Ordenanza municipal de Sitges**, sobre los criterios de ecoeficiencia energética y medidas de ahorro y uso racional del agua en los edificios del municipio de Sitges (BOP 123 de 24/05/2006).

1.6.3. Legislación referente al aprovechamiento de la energía solar (térmica y fotovoltaica).

Una de las energías renovables más implantadas en nuestro país es la energía solar, debido a la elevada radiación que se puede captar con los paneles.

Es por eso que, para una buena instalación de equipos de energía solar, ya sean térmicos o fotovoltaicos, es necesario estar en conocimiento de una serie de normativas al respecto, como las que se muestran a continuación:

Escala estatal (España)

- **RD 1578/2008**, a partir del 30 de septiembre de 2008 se regula mediante este real decreto, según el cual se fijan unas primas variables en función de la ubicación de la instalación solar (suelo: 0,32€/Kwh. o tejado: 0,34€/Kwh.).
- **RD 661/2007**, que regula la actividad de producción de energía eléctrica en régimen especial y la inyección de la energía solar fotovoltaica a la red. Marca cuales son las primas económicas para la producción eléctrica mediante EERR. El valor del Kwh. fotovoltaico es del 575% del valor del kilovatio-hora normal, lo que corresponde a unos 0,44 euros por cada Kwh. que se inyecta a la red.

1.6.4. Legislación referente al aprovechamiento de la energía eólica.

La energía eólica es otra de las muchas energías renovables que se están implantando en nuestro país de manera progresiva. Es una energía limpia y segura, por este motivo existen normativas relacionadas que son de especial importancia:

Escala autonómica (Cataluña)

- **Decreto 147/2009, de 22 de septiembre**, por el cual se regulan los procedimientos administrativos aplicables por la implantación de parques eólicos e instalaciones fotovoltaicas en Cataluña.
- **Decreto 174/2002, de 11 de junio**, regulador de la implantación de la energía eólica en Cataluña. DOGC 3664, de 26-06-2002.

1.6.5. Legislación referente a la producción de energía eléctrica en régimen especial.

La actividad de generación en régimen especial recoge la generación de energía eléctrica en instalaciones de potencia no superior a 50 MW que utilicen como energía primaria energías renovables o residuos, y aquellas otras como la cogeneración, que implican una tecnología con un nivel de eficiencia y ahorro energético considerable.

Esta actividad goza de un régimen económico y jurídico beneficioso en comparación con el régimen ordinario que comprende las tecnologías convencionales.

Las normativas que regulan el marco legal de producción de energía eléctrica en régimen especial son las siguientes:

Escala estatal (España)

- **Real Decreto 661/2007, de 25 de mayo**, por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica en régimen especial.

Por otro lado el régimen económico para las nuevas instalaciones fotovoltaicas se encuentran en el:

- **Real Decreto 1578/2008, de 26 de septiembre**, de retribución de la actividad de producción de energía eléctrica mediante tecnología solar fotovoltaica, para instalaciones posteriores a la fecha límite de mantenimiento de la retribución de Real Decreto 661/2007, de 35 de mayo, para dicha tecnología.

1.6.6. Legislación referente a la producción de energía procedente de la biomasa.

Es un tipo de energía renovable muy rentable, pero es muy importante respetar los recursos ilimitados, para que sea una energía del todo sostenible. Por eso es importante tener en cuenta las normativas que se han adoptado respecto a esta fuente energética:

Escala comunitaria (Europa)

- **Directiva 92/42/CEE del Consejo, de 21 de mayo de 1992**, relativa a los requisitos de rendimiento por las calderas nuevas de agua caliente, alimentadas con combustibles líquidos o gaseosos.

Escala estatal (España)

- **RD 2818/1998 de 23 de diciembre**, sobre la producción de energía por instalaciones abastecidas por recursos o fuentes de energía renovables, residuos y cogeneración.

- **RD 2366/1994, de 9 de diciembre**, sobre producción de energía eléctrica por instalaciones hidráulicas, de cogeneración y otras abastecidas por recursos o fuentes de energía renovables. Delimita las instalaciones que pueden acogerse al régimen especial, crea un registro General de instalaciones de producción en régimen especial, sin perjuicio de los propios de las comunidades autónomas, y regula el régimen económico aplicable.

Escala autonómica (Cataluña)

- **Orden de 18 de enero de 1995**, de declaración de árboles monumentales y de actualizaciones del inventario de árboles declarados de interés local y comarcal.
- **Decreto 357/1989**, por el cual se establece el funcionamiento del fondo forestal de Cataluña.
- **Decreto 75/1983, de 3 de marzo**, sobre tratamientos de la biomasa forestal para su utilización energética. DOGC de 11-03-1983.

1.6.7. Subvenciones a la implantación de energías renovables

La implantación de energías renovables es una forma de disponer de energía limpia y segura para el medioambiente, pero es cierto que en muchos casos supone un elevado coste. Por eso se exponen algunas subvenciones que ofrece la Generalitat de Cataluña para la **implantación de energías renovables** y para la renovación de los electrodomésticos, calderas y aparatos de aire acondicionado (para el año 2009).

La entidad responsable de estas subvenciones es el ICAEN (*Institut Català d'Energia*) que habilita una línea de subvenciones para la realización de actuaciones en materia de energías renovables.

1. Instalaciones de aprovechamiento de biomasa leñosa para la calefacción de edificios con calderas de agua caliente, estufas o chimeneas.
2. Instalaciones de aprovechamiento de energía solar mediante captadores solares térmicos para cualquier tipo de aplicación: agua caliente sanitaria, calefacción, calentamiento de piscinas, etc.
3. Instalaciones de energía solar fotovoltaica o energía eólica aisladas de la red eléctrica o instalaciones mixtas para aplicaciones como:

iluminación, sistemas de riego, señalización y comunicación. Son aplicaciones que no pueden ser conectadas a la red.

El **Plan Renove de electrodomésticos, calderas y aparatos de aire acondicionado (2009)**, promueve la introducción de equipos eficientes en el sector doméstico mediante el otorgamiento de ayudas a los titulares que cambien un electrodoméstico por otro de clase A o superior, siempre que figure en la clasificación establecida por el IDAE. O bien una caldera por otra de condensación, o su aparato de aire acondicionado actual por otro con cualificación energética clase A. En el caso de las lavadoras y lavavajillas deberán tener la categoría eficaz de lavado A.

1.6.8 Subvenciones a la rehabilitación y el ahorro energético

Escala estatal (España)

El **Plan Estatal de Vivienda y Rehabilitación 2009-2012**, aprobado en diciembre de 2008, pretende potenciar, entre otras cosas, la mejora de las viviendas, su entorno y eficiencia energética. El Plan integra el **Programa Renove** que incluye la rehabilitación aislada de los edificios y actuaciones de mejora de la eficiencia energética, utilización de energías renovables y dispositivos de acceso para personas con discapacidad. El presupuesto del Plan es de 10.188 millones de euros que se reparten en diversas subvenciones, como las del Programa de Sostenibilidad, Eficiencia y Rehabilitación del Ministerio de Vivienda (*página web Ministerio de Vivienda, 2009*). De éstas, las más interesantes para el Monasterio serían las de mejora del aislamiento térmico y acústico, concretamente la que hace referencia a la intervención en las aberturas formadas por el conjunto de la perfilería más los cristales, que pueden llegar a subvencionar hasta el 40% del coste de la reforma.

Escala autonómica (Cataluña)

La Generalitat de Cataluña invirtió en 2008 más de 122 millones de euros en subvenciones para la rehabilitación de edificios (*página web Departament de Medi Ambient i Habitatge, 2009*). Algunas de las subvenciones disponibles son las siguientes:

El **Plan Renove de ventanas, aberturas y protecciones solares** de la Generalitat consiste en ayudas para la compra e instalación de aberturas y protecciones solares térmicamente eficientes en edificios particulares, plurifamiliares y para edificios del sector terciario, instituciones sin ánimo de lucro, fundaciones y otros entes corporativos. El objetivo es mejorar la

eficiencia energética y reducir el consumo de energía en los hogares y el sector terciario catalán.

La inversión mínima que se debe realizar para poder solicitar la subvención es de 1.000 €.

Las **Ayudas a la rehabilitación de edificios de uso residencial** son otra posible subvención, que consiste en ayudas para rehabilitar elementos comunes de edificios de uso residencial, en concreto, para actuaciones relacionadas con patologías, deficiencias y riesgo, accesibilidad, instalaciones comunitarias y sostenibilidad. Estas ayudas están dirigidas a promotores de obras de rehabilitación, comunidades de propietarios y propietarios de edificios de uso residencial y a titulares de edificios de viviendas de uso residencial. En este caso no se requiere inversión mínima.

Las **ayudas para la rehabilitación de viviendas** están destinadas a viviendas que requieran la adecuación de las instalaciones de agua, gas, electricidad y saneamiento; facilitar la movilidad en el interior para personas disminuidas y mejorar el aislamiento térmico y acústico son otras acciones subvencionadas. Estas ayudas están dirigidas a los promotores de las obras de rehabilitación y propietarios de viviendas.

Escala local (Barcelona)

Las subvenciones que el ayuntamiento de Barcelona dedica a la rehabilitación de edificios son las siguientes (*página web del Instituto de Paisaje Urbano de Barcelona, 2009*):

Aislamiento térmico y acústico de huecos arquitectónicos existentes en edificios privados de viviendas. El ayuntamiento subvenciona el 50% de la factura de las obras de sustitución de cristales y carpinterías de viviendas y locales individuales, así como de fachadas completas, para instalar otras de mejores características aislantes.

Reducción de las emisiones contaminantes de las calefacciones urbanas. El ayuntamiento subvenciona hasta el 20% del coste del cambio o adecuación de calderas que permitan sustituir el combustible empleado por otro menos contaminante.

Obras e instalaciones para el fomento de la sostenibilidad. El ayuntamiento propone ayudas económicas para aquellos que lleven a cabo actuaciones de ahorro energético, utilización de energías renovables, que fomenten un uso eficaz del agua, la adopción de opciones alternativas al PVC o el fomento de la recogida selectiva de basura.

2. JUSTIFICACIÓN

Desde siempre la energía ha sido una necesidad básica para la vida de los seres humanos. Conforme éste ha ido encontrando nuevas fuentes energéticas se ha ido desarrollando cada vez más, tanto desde el punto de vista social como económico y ha incrementado su bienestar.

El modelo energético actual se basa en la utilización a gran escala de los combustibles fósiles como petróleo, carbón y gas, con una participación en la energía consumida de más del 80%. Ya en los años setenta, la utilización indiscriminada de los combustibles fósiles, fuentes de energía barata, conllevó que el consumo per cápita se multiplicara por 4 en pocos años; esto ligado a un incremento exponencial de la población generó que el consumo energético mundial creciera a tales niveles que provocó la gran crisis del petróleo de los años 70. A partir de este acontecimiento los países industrializados empezaron a tomar conciencia de que el modelo energético basado en los combustibles fósiles era insostenible (Juan Antonio González, *La crisis del petróleo de los 70: consecuencias políticas y sociales*, 2009)

Se puede decir que en la actualidad, en los países industrializados, los seres humanos consumen de media unas 17 veces más de la energía mínima necesaria para la vida, y esta cantidad aumenta si se habla de Estados Unidos y Canadá. A pesar del gran consumo de energía en el mundo es de esperar un fuerte incremento del mismo debido a: el aumento de población mundial, estimado de un 40% para 2020 (1.200 millones de habitantes), la tasa de crecimiento económico de los países industrializados entre el 1 y el 3% y sobre todo la fuerte subida en la demanda de los países subdesarrollados (Pedro Gómez Vidal. *Energías renovables: La necesidad de un cambio energético*, 2008).

El modelo energético actual está originando tres problemas fundamentales que marcan su carácter de no sostenibilidad: desarrollos centralizados, agotamiento de los recursos y deterioro medioambiental. El efecto invernadero, el calentamiento progresivo y el cambio climático son sólo algunas de las consecuencias que está sufriendo la Tierra, debido a las emisiones a la atmósfera de gases contaminantes derivados del uso de la energía convencional, como el CO₂.

Un cambio en los sistemas de producción de energía es fundamental para lograr reducir las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI), para ello no sólo es necesario generar esta energía de forma limpia si no también reducir su consumo.

En un modelo energético sostenible es fundamental el fomento del uso de las energías renovables, así como un impulso de las estrategias de ahorro y

aumento de la eficiencia energética, de forma que estos tres ámbitos se complementen de forma eficaz y que nos permita alcanzar, si no sobrepasar los objetivos de las actuales normativas y planes, que en el contexto de la actual crisis energética se están desarrollando.

En este sentido, la utilización de energías renovables como la solar, eólica o la biomasa, suponen una solución energética que no genera emisiones directas de CO₂, son inagotables, accesibles a todos los países y sustituyen al soporte energético actual basado en combustibles fósiles.

La mejora de la eficiencia energética es otra asignatura pendiente del modelo actual. El consumo se reduciría si se mejorasen los sistemas de utilización de la energía. En concreto, el sector de la edificación y uso de los edificios es uno de los que mayor capacidad de reducción de consumo de energía presentan.

Las principales emisiones que conforman el ámbito de este sector son de dos tipos: por una parte están las asociadas a la fabricación de los materiales de construcción, con valores próximos en España a los 500 kg de CO₂ por m² construido; puesto que el proyecto se centra en un edificio ya construido, el campo de acción en este sentido es nulo. Donde sí que existe la posibilidad de reducir estas emisiones es en el uso de los edificios (iluminación, agua caliente, aparatos eléctricos, etc.). Se calcula que un edificio antiguo, de las dimensiones como el estudiado puede llegar a generar emisiones de hasta 113 kg de CO₂/m²/año (*Solanas, T, Calatayud, D, Claret, C, 34Kg de CO₂, Departament de Medi Ambient i Habitatge*).

Más del 25% de la energía utilizada en Cataluña se consume en el sector de los edificios, por lo que cambiar la forma de consumir energía en los edificios y viviendas constituye una necesidad si se quieren reducir los efectos negativos que sobre el medio ambiente supone la utilización de la energía (*Agencia Local d'Energia de Barcelona, 2009*).

Por todos estos motivos es de vital importancia sentar las bases de una gestión sostenible del consumo de energía. Para llevar a cabo este reto se propone realizar una alternativa al actual nivel de consumo energético de un monasterio.

La elección de un monasterio como objeto de estudio frente a cualquier otro tipo de edificio o vivienda responde a que sus habitantes practican una religión de respeto y unión con la naturaleza, por lo que el desarrollo de un proyecto de implantación de energías renovables es el primer paso para integrar el Monasterio de forma sostenible en el espacio que ocupa.

Este Monasterio se extiende dentro del Parque del Garraf, lo que conlleva que la instalación de sistemas de captación de energías renovables sea viable por el gran espacio disponible alrededor del edificio. Además al tratarse de un edificio antiguo, presenta pérdidas energéticas por mal aislamiento y requiere

de un Plan de gestión que proyecte la integración sostenible en el entorno y la autosuficiencia energética del edificio.

3. OBJETIVOS

Objetivos generales:

- 1 Analizar el consumo energético actual del monasterio Sakya Tashi Ling.
- 2 Establecer propuestas de mejora de la eficiencia energética del Monasterio.
- 3 Proponer la autonomía energética del sistema estudiado a partir de energías renovables.

Objetivos específicos:

- 1.1 Inventariar el consumo energético global y por subsistemas y las emisiones de CO₂ derivadas.
- 1.2 Estudiar la eficiencia energética del Monasterio.
- 2.1 Analizar las subvenciones disponibles en materia de energías renovables en el ámbito catalán.
- 2.2 Estudiar los diferentes tipos de fuentes de energías renovables disponibles y seleccionar los más adecuados.
- 2.3 Proponer diferentes escenarios de aplicación de las propuestas y analizar su viabilidad basándose en los costes económicos, amortizaciones y emisiones de CO₂.
- 3.1 Proponer acciones para mejorar la eficiencia energética y optimizar el consumo energético.
- 3.2 Estudiar el potencial de las diferentes fuentes de energía renovable en la parcela del Monasterio.

4. METODOLOGÍA

Para cada uno de los apartados principales del presente proyecto se ha utilizado una metodología concreta, que se describe a continuación.

Antecedentes

La búsqueda de bibliografía relacionada ha permitido llevar a cabo un estudio preliminar de las características naturales y antropogénicas de la zona objeto de estudio.

Inventario

En primer lugar, para la realización del inventario se dividirá el sistema Monasterio en tres subsistemas, lo que facilitará la toma y posterior gestión de los datos que se recojan en esta etapa del proyecto. Estos tres subsistemas son: Palacio, Restaurante y Ladrang (Casa del Maestro).

Además de esta primera división, también se separarán en dos los flujos de energía que entran en el Monasterio: electricidad, que se destina a la iluminación y el funcionamiento de los electrodomésticos, y combustibles fósiles, utilizados para la calefacción y la generación de ACS.

Una vez realizado un primer inventario de todos los dispositivos y flujos de energía relacionados con el Monasterio, se llevarán a cabo los cálculos que permitan conocer el consumo energético y emisiones de CO₂ asociadas al Monasterio:

- Para estimar el consumo de energía del Monasterio se contabilizarán todos los dispositivos de consumo energético de la zona de estudio. Para calcular el consumo (kWh) se tendrá en cuenta la potencia de cada dispositivo y las horas de funcionamiento de cada uno de ellos.
- La estimación de las emisiones de CO₂ derivadas de los consumo de energía se calculará a partir de factores de conversión para cada fuente energética. Estos factores de conversión han sido consultados en la página web del Instituto para la Diversificación y Ahorro de Energía (IDAE, 2009).

También se estimará la superficie disponible en el Monasterio para la instalación de placas solares que generen energía de forma limpia, para ello se utilizarán mapas del instituto cartográfico de Cataluña y programas informáticos (google maps y Miramón) y mapas del Monasterio proporcionado por los

monjes, con los cuales se visualizarán las zonas más próximas al Monasterio en las que se podían instalar este tipo de dispositivos.

Diagnosis

Una vez estudiados los consumos de energía y emisiones contaminantes asociadas al Monasterio, se plantearán en la diagnosis diversas alternativas para reducir este consumo y disminuir la emisión de CO₂.

Algunas de las medidas propuestas requerirán ciertos cálculos cuya metodología se especifica a continuación:

- En el caso de sustitución de bombillas LEDs se tendrán en cuenta las bombillas existentes de los tres subsistemas, la potencia de las mismas y las horas de funcionamiento. Para calcular el consumo anual de las bombillas LEDs (kWh/año) se estimarán las mismas horas de funcionamiento al año (horas/año), únicamente varía la potencia de las bombillas, en este caso pasa de unos 20-30W a unos 3W.
- Para el cálculo del coste de ejecución de la instalación de ventanas con rotura de puente térmico se contabilizará el número de ventanas que se deberían cambiar y también aquellas que carecen de cristal y que por lo tanto se deberían instalar, en los subsistemas Palacio y Restaurante, ya que el Subsistema Ladrang ya goza de este tipo de acristalamiento. Los resultados finales del gasto de la instalación de todas las ventanas se han obtenido mediante el presupuesto que se pidió a la empresa de cristalería y carpintería de aluminio Sánchez Cubero S.L.L.
- En el caso del aislamiento térmico de los tejados y paredes se tendrán en cuenta los metros cuadrados que tienen y se multiplicará por el precio del metro cuadrado de la lana de roca incluyendo la mano de obra.
- La estimación del número de placas solares (fotovoltaica y térmica) se hará a partir de la siguiente fórmula:

$$S (m^2) = (\text{Consumo} / \text{Ed} * 365 * \text{Rend.})$$

Donde **S** es la superficie de placas solares (en m²) que se deberían instalar; **Consumo**, es el consumo (kWh) que se quiere producir con las placas solares; **Ed**, es la energía primaria en kWh/m²/día, que en el caso del Monasterio se ha calculado y es de **4,8 kWh/m²/día** (el cálculo se ha realizado con los datos del Atlas Climático de Cataluña); **365**, son los días del año (ya que se considerará el consumo y la producción anual de energía) y **Rend**, es el rendimiento de las

placas. En los sistemas fotovoltaicos el rendimiento es del 16% y en captadores térmicos del 40%.

- Para la propuesta de instalación de la caldera de biomasa se calcularán los kg de pellets necesarios para generar calefacción y ACS a través de los kWh/año que se quieren generar y el potencial calorífico de los pellets elegidos, que es de 4'9 kWh/kg. El precio del kg de pellet (que para el año 2009 era de 0,14€/kg) es otro dato que se deberá tener en cuenta.
- En el caso de la alternativa de generación de electricidad a partir minieólica se tendrán en cuenta las características ambientales propias de la zona (velocidad media y dirección del viento).

La amortización económica de todas las propuestas se calculará a partir del coste de la instalación de la medida en cuestión y del ahorro económico anual que rendiría la instalación de las propuestas.

Conclusiones

De todos los datos que se obtengan a lo largo del proyecto, se extraerán en este apartado las principales conclusiones que resuman las aportaciones del estudio elaborado.

Presupuesto

Para calcular el coste en euros de la realización del presente proyecto se tendrán en cuenta los costes asociados a los cuatro viajes realizados al Monasterio, es decir, el coste de la gasolina del vehículo privado y de los billetes de tren. También se considerarán las impresiones realizadas, las encuadernaciones, los CDs, el material de oficina y la mano de obra empleada.

Impacto ambiental

La estimación del impacto ambiental se realizará en función de las emisiones que resultan de los kilómetros recorridos con vehículo privado y transporte público, las emisiones de CO₂ y consumo eléctrico de los equipos (ordenadores, impresoras y escáneres) y de las impresiones en papel de las copias del proyecto.

5. INVENTARIO

En el siguiente apartado se mostrarán los datos más relevantes relacionados con los flujos de energía en el monasterio Sakya Tashi Ling, los cuales han sido recogidos, a partir del trabajo de campo realizado en el Monasterio, hasta obtener un inventario completo como el que se presenta a continuación.

Debido a las grandes dimensiones del Monasterio, éste se divide en tres subsistemas que serán estudiados de forma independiente, para facilitar la discusión e interpretación de los valores de consumo y emisiones.

Un estudio individual de los flujos y consumos energéticos conllevará una realización más sencilla del diagnóstico, que permitirá conocer cuál es el punto crítico del Monasterio, dónde se concentra el mayor consumo y dónde existen mayores deficiencias en cuanto a la eficiencia energética. A partir de aquí se podrán emitir una serie de conclusiones y propuestas de mejora que supongan un cambio en la gestión energética del objeto de este proyecto. El criterio que se ha seguido para realizar esta división es la homogeneidad de las características físicas, de materiales de construcción y características del aislamiento de las diferentes estancias, de manera que el conjunto del sistema Monasterio quedará dividido en tres subsistemas que se muestran en la figura 5.1:

- Palacio Novella
- Restaurante
- Ladrang (o casa del Maestro)

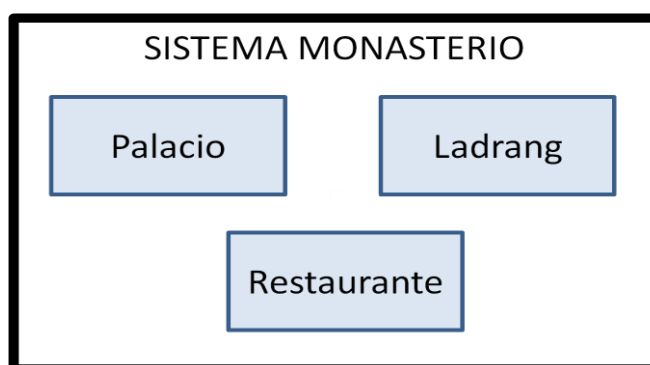


Figura 5. 1: Esquema del sistema y subsistemas de estudio. **Fuente:** Elaboración propia (2009).

La totalidad de la energía que se consume en el Monasterio procede del uso de electricidad y combustibles fósiles por lo que, el análisis de los flujos energéticos se dividirá en dos flujos (electricidad y combustibles fósiles). De esta forma, los datos inventariados se presentarán agrupados según el flujo principal al que contribuyen y divididos a su vez en los tres subsistemas especificados anteriormente. En el inventariado del flujo eléctrico se tendrán en

cuenta aquellos dispositivos que suponen un consumo de electricidad directo, como son los dispositivos de iluminación y los electrodomésticos, y para el estudio del flujo de combustibles fósiles se presentará el consumo directo de los mismos en cada uno de los subsistemas.

El inventario que se presenta a continuación se ha llevado a cabo a partir de la observación directa en las cuatro visitas que se han realizado al monasterio, la información facilitada por los encargados de mantenimiento y por las personas que viven de forma permanente en el edificio. Para emitir una diagnosis más precisa se presentarán además datos de las características principales de los edificios que constituyen cada subsistema. Estas características son las siguientes:

- **Características del tejado:** Orientación, inclinación, material y superficie total del mismo.
- **Características del subsistema:** Número de edificios, antigüedad, última reforma, número de pisos, material del techo, orientación de la fachada y observaciones.
- **Forma y volumen:** Altura media de las estancias, superficie de la base, volumen y superficie exterior.
- **Características de las ventanas:** Tipo de cierre, tipo de vidrio y presencia de aislantes móviles.
- **Características de las paredes exteriores:** Grosor, material y presencia de aislantes.

5.1 DATOS GENERALES DE SITUACIÓN, URBANÍSTICOS Y AMBIENTALES

En el siguiente apartado se presentan, mediante tres tablas, datos referentes a las características de situación (tabla 5.1), características urbanísticas (tabla 5.2) y ambientales (tabla 5.3) de la Finca Plana Novella, que han sido realizadas a partir de la información general recogida al inicio de este proyecto, las visitas al propio monasterio y la búsqueda bibliográfica.

Tabla 5. 1: Datos de situación del Monasterio Sakya Tashi Ling.

SITUACIÓN PLANA NOVELLA	
Nombre	Monasterio Budista Sakya Tashi Ling
Municipios	Olivella y Begues
Comarca	Garraf
Provincia	Barcelona
Latitud	41'39°
Longitud	2'17°
Cota topográfica	276 m

Fuente: Elaboración propia a partir de datos del Plan de Gestión del Monasterio de la Fundación Caixa Catalunya (2008)

Tabla 5. 2: Datos urbanísticos del Monasterio Sakya Tashi Ling.

DATOS URBANÍSTICOS PLANA NOVELLA	
Superficie total finca (m ²)	1.360.000
Superficie pavimentada (m ²)	3.845
Superficie edificada (m ²)	2.925
Edificios (nº)	13

Fuente: Elaboración propia a partir de datos del Plan de Gestión del Monasterio de La Fundación Caixa Catalunya (2008)

Tabla 5. 3: Datos ambientales del Monasterio Sakya Tashi Ling.

DATOS AMBIENTALES PLANA NOVELLA	
Orientación	Sudeste
Radiación solar (MJ/m ²)	17,2
Viento (m/s)	3,2
Temperatura media (°C)	14
Precipitación (l/m ²)	778,8
Humedad relativa media (%)	81,7
Vegetación	Matojos y prados
Cursos de agua	Riera del Jafre

Fuente: Elaboración propia a partir de datos del Instituto Meteorológico de Cataluña (2009)

5.2 DESCRIPCIÓN GENERAL Y FLUJOS ENERGÉTICOS DEL MONASTERIO SAKYA TASHI LING

A continuación, se describen las características generales de cada uno de los tres subsistemas que componen el Monasterio Budista. En la figura 5.2 se representa el plano arquitectónico de la parte amurallada del Monasterio. Los nombres de cada una de las estancias de los subsistemas, indicados en el plano, permitirán situarlas a lo largo del proyecto.

La zona coloreada de azul representa el subsistema del restaurante, que será detallado al igual que todos los subsistemas, más adelante. El color verde engloba el subsistema Palacio Novella, que incluye la mayoría de las zonas exteriores, debido a que los sistemas de iluminación y depósitos de gas hallados en estas zonas se han tenido en cuenta como parte del Palacio en el inventario.

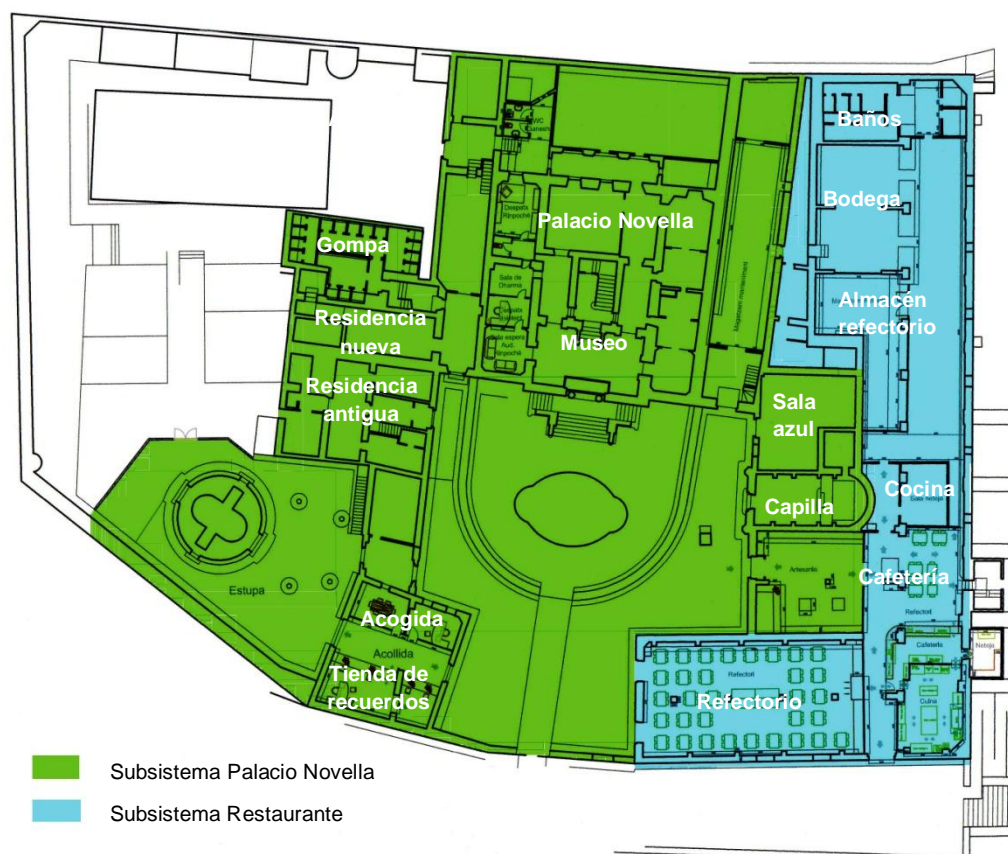


Figura 5. 2: Plano arquitectónico del monasterio delimitado por subsistemas.

Fuente: Elaboración propia a partir del plano proporcionado por el monasterio (2009).

El tercero de los subsistemas no aparece en el plano de la figura 5.2 ya que desde la dirección del Monasterio no se ha podido facilitar un plano arquitectónico del mismo, de forma que el subsistema Ladrang aparece representado en la siguiente fotografía aérea (figura 5.3).

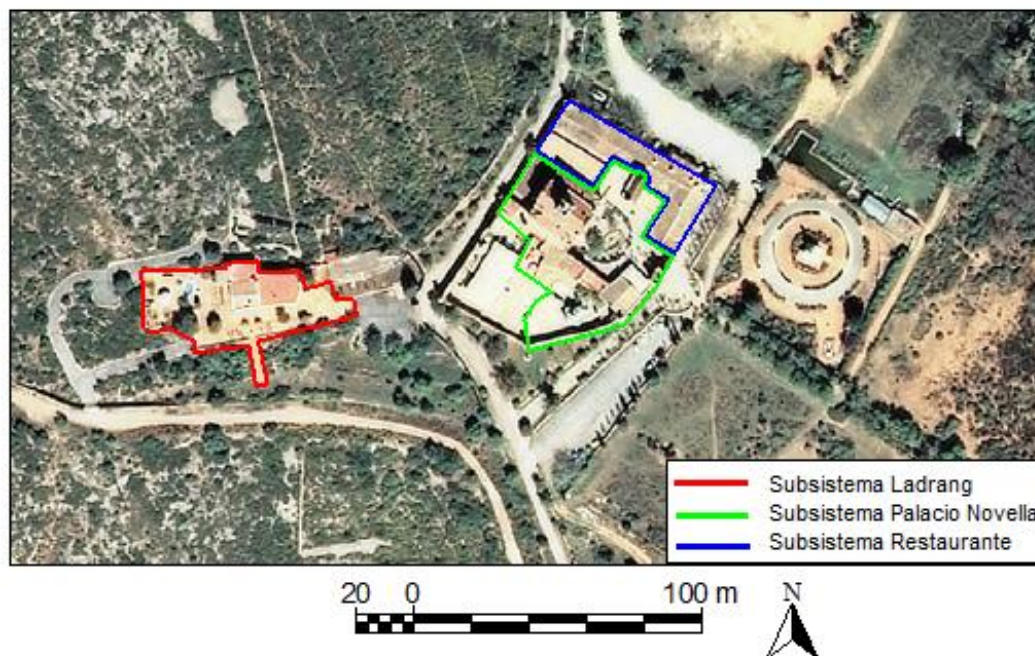


Figura 5. 3: Fotografía aérea de la Plana Novella (ortofotomapa a escala 1:5000).

Fuente: Instituto Cartográfico de Cataluña.

Otro de los aspectos que se tratarán en este apartado es el conjunto de flujos energéticos tanto de entrada como de salida de todos los subsistemas existentes. En conjunto, el Monasterio presenta una serie de flujos energéticos, tanto de entrada como de salida, que se representan de forma esquemática en la figura. 5.4.

Entre las entradas de energía encontramos entradas de energía primaria, en concreto la energía solar, que como se explicará más adelante es aprovechada en algunos de los subsistemas que componen el Monasterio, y entradas de energía secundaria, que son los dos flujos energéticos que serán objeto de análisis en los siguientes apartados, la electricidad y los combustibles fósiles.

Como flujo principal de salida aparecen las pérdidas de calor residual como consecuencia del mal aislamiento térmico que presentan casi todos los edificios.

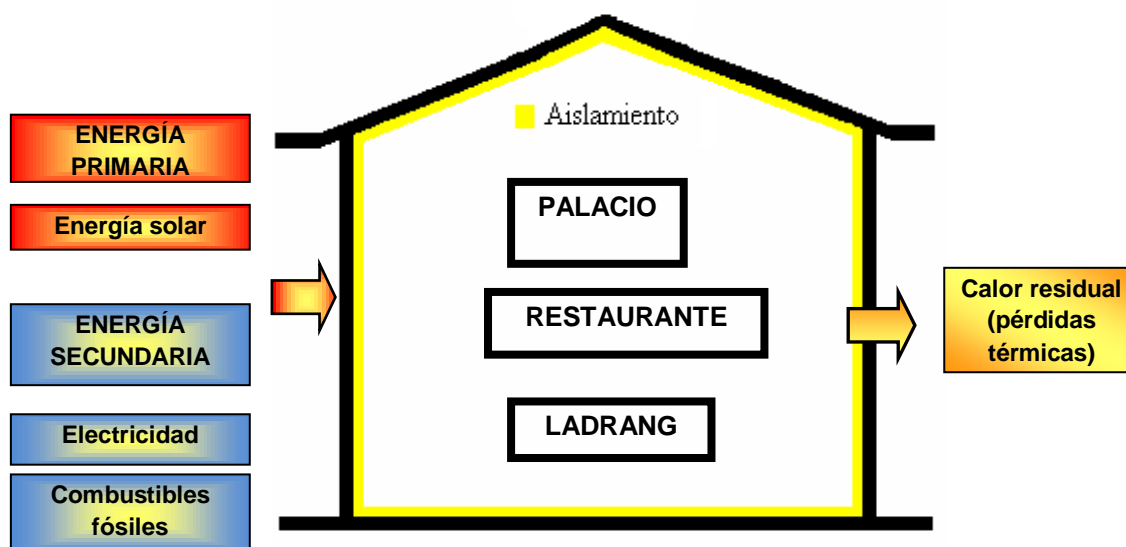


Figura 5. 4: Diagrama de energía primaria y secundaria del Monasterio Sakya Tashi Ling.
Fuente: Elaboración propia (2009).

5.2.1 Subsistema Palacio Novella

El Palacio Novella corresponde al edificio principal de todos los que se pueden encontrar en la finca.

Este subsistema está compuesto por varios edificios que se tratarán de forma conjunta a la hora de presentar el inventario correspondiente, debido a la homogeneidad de sus características en cuanto a la antigüedad de la edificación, los materiales de construcción y las características del aislamiento. Algunos de los edificios que configuran el subsistema Palacio Novella son los que están destinados a la vivienda, tanto de los 17 monjes que viven de forma permanente en el Monasterio como de los visitantes que, de forma esporádica realizan estancias para la realización de retiros espirituales y otras actividades de carácter espiritual que se ofrecen en el Monasterio.

Otras estancias del mismo subsistema son utilizadas como oficinas desde las que se gestiona la Fundación Monjes Budistas. El museo del Monasterio, con más de 500 m² de exposición, ocupa gran parte de las primeras plantas del Palacio. La Gompa o sala de oraciones y una capilla que fue construida al mismo tiempo que el Palacio en el siglo XIX, son otras de las dependencias que se pueden encontrar en esta parte del Monasterio.

De todas formas, a la hora de la presentación de las características generales de cada subsistema se dividirá el subsistema Palacio en los 8 edificios que lo componen para hacer una evaluación más exacta de las condiciones de partida del subsistema. La numeración usada será la siguiente:

- | | |
|------------------------|------------------------------|
| 1. Palacio Novella | 2. Capilla |
| 3. Residencia antigua | 4. Sala azul |
| 5. Residencia nueva | 6. Gompa o sala de oraciones |
| 7. Tienda de recuerdos | 8. Zona de acogida |

En la figura 5.5 se observa el diagrama de entradas y salidas de energías primarias y secundarias del subsistema Palacio. Hay que tener en cuenta que las emisiones de CO₂ derivan del uso de la energía eléctrica y los combustibles fósiles, es decir no se consideran como flujo energético.

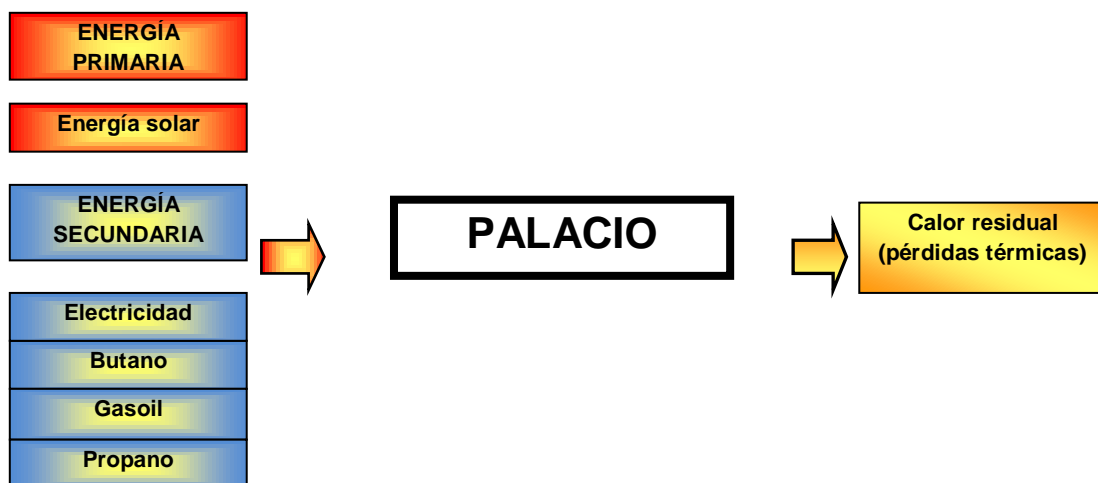


Figura 5. 5: Diagrama de flujos energéticos del subsistema Palacio. **Fuente:** Elaboración propia (2009).

5.2.2 Subsistema Restaurante

El segundo de los subsistemas presentado es el correspondiente a los edificios del ala este de la finca donde se puede encontrar el Restaurante.

Este subsistema también está compuesto por varios edificios pero debido a su similitud de características, a la hora de describir los flujos energéticos, se tratará como un único subsistema general.

Estructuralmente, éste está compuesto por una zona visible al público que consiste en un refectorio con una sala principal utilizado como comedor y restaurante para los visitantes y un refectorio secundario que se utiliza como comedor para los monjes. En una de las entradas laterales, tras pasar la zona de bodegas se pueden encontrar los baños y una zona habitualmente cerrada que se utiliza como almacén.

Otra de las estancias principales de este subsistema es la cafetería, en cuya zona privada se encuentran los electrodomésticos necesarios diariamente para el servicio de los clientes y la cocina. En la zona de trabajadores, no visible para los visitantes se puede encontrar otra cocina y una zona de lavado donde se utilizan algunos lavavajillas.

En cuanto a los flujos energéticos del subsistema Restaurante, como el resto de los subsistemas, presenta entradas energéticas en forma de electricidad y combustibles fósiles, salidas de CO₂ y pérdidas de calor, todo ello representado en la Figura 5.6.



Figura 5. 6: Diagrama de flujos energéticos del subsistema Restaurante. **Fuente:** Elaboración propia (2009).

5.2.3 Subsistema Ladrang

El tercer y último subsistema corresponde al Ladrang, que es una casa de dos plantas situada fuera de la zona de murallas del Monasterio. En esta vivienda residen cinco personas, incluido el maestro Rinponche.

Se ha decidido estudiar esta casa como un subsistema a parte debido a que se trata de una construcción renovada del Monasterio y sus características son diferentes al resto de los edificios.

La recogida directa de datos para el inventario no fue posible en el Ladrang, por lo que la información necesaria sobre flujos energéticos (como por ejemplo el número de bombillas, electrodomésticos y las horas de funcionamiento) fueron proporcionados por los monjes.

En cuanto a la iluminación del Ladrang, el tipo de bombillas que hay instaladas son de bajo consumo. En un pequeño patio localizado en el espacio que ocupa el Ladrang y orientado al oeste, se hallan 10 placas solares térmicas que proporcionan ACS y calefacción a todo el edificio, formado por: seis habitaciones con baño, una lavandería, un comedor grande, un despacho, una cocina, un salón-comedor, un salón pequeño y una sala de recepción.

Se dispone de un depósito de gas propano de 1.800L utilizado para ACS y calefacción el cual se consume aproximadamente en un mes, en invierno y a pleno rendimiento, que complementa a las placas solares cuando la demanda es mayor que la energía proporcionada por las mismas, hecho que ocurre la mayor parte del invierno y comienzo de la primavera. Además hay un sistema de calefacción de suelo radiante en los 600 m² de la casa.

En la habitación del maestro se localiza un aparato de aire acondicionado que se suele utilizar en pocas ocasiones. En la lavandería se realizan aproximadamente dos lavadoras diarias y en la cocina hay dos frigoríficos grandes, tipo combi de tres puertas.

Seguidamente se muestra en la figura 5.7, un diagrama de flujos del subsistema Ladrang donde se observan los flujos de entrada, en este caso, energía solar, electricidad y propano. Como en los anteriores subsistemas, los flujos de salida corresponden al calor residual producido según las pérdidas térmicas a consecuencia del nivel de aislamiento y las emisiones de CO₂.

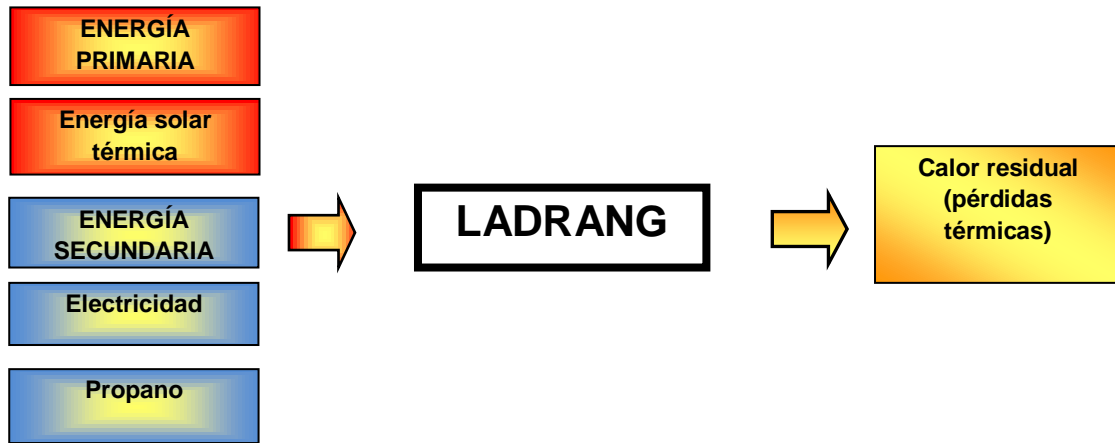


Figura 5. 7: Diagrama de flujos energéticos del subsistema Ladrang. **Fuente:** Elaboración propia (2009).

5.3 DATOS ESTRUCTURALES Y DE COBERTURA

Seguidamente, se realiza una descripción de las características estructurales y de cobertura del sistema Monasterio. Los datos se presentarán, en todos los casos, en forma de tablas divididas según el componente del subsistema que se analice, así pues, se diferenciará entre las características del tejado, los componentes del subsistema, la forma y volumen, las características de las paredes exteriores y las características de las ventanas de cada subsistema.

Todos estos datos resultarán fundamentales a la hora de elaborar una diagnosis acertada de los flujos energéticos, ya que hacen referencia al aislamiento de los edificios, aspecto que condicionará de forma directa la eficiencia energética y la pérdida de calor del sistema Monasterio y permitirán además establecer cuál es el nivel de mejora que se puede alcanzar tomando las medidas y aplicando las propuestas que se establecerán en el presente proyecto.

Así pues, en las tablas 5.4, 5.5, 5.6 y 5.7, se presenta una descripción sintética de las principales características estructurales de los edificios del Monasterio

Tabla 5. 4: Características generales de cada subsistema.

CARACTERÍSTICAS GENERALES	PALACIO NOVELLA								RESTAURANTE	LADRANG
	1	2	3	4	5	6	7	8	1	1
Edificios	1	2	3	4	5	6	7	8	1	1
Antigüedad (años)	124	124	124		124	7	7	124	124	124
Última reforma (año)	2009	No	2007		No	No	No	2007	Ninguna	2007
Pisos (nº)	4	1	2	1	3	1	1	1	1	2
Techo de madera (Sí/No)	No	No	No		No	No	No	No	Sí	No
Orientación fachada	SE	SO	SO		SE	SE	NE	NE	NE	SE
Altura (m)	16	14	8	4	8	4	4	4	3,5	2,5
Superficie base (m ²)	581,1	78,3	70,9		173,9	83,5	28,4	68,6	815	630
Volumen (m ³)	9.298	1.096	567	286	1.391	334	114	274	2.851	1.575

LEYENDA
1. Palacio
2. Capilla
3.+ 4. Residencia nueva
5. Residencia vieja
6. Gompa
7. Tienda
8. Acogida

Fuente: Elaboración propia (2009).

Tabla 5. 5: Características del tejado de cada subsistema.

CARACTERÍSTICAS TEJADO	PALACIO NOVELLA								RESTAURANTE	LADRANG
	1	2	3	4	5	6	7	8	1	1
Edificio										
Orientación (Norte/sur/este/oeste)	NE/SO	SE/NO	-		NE/SO	-	NE/SO	-	SE/NO – NE/SO	-
Inclinación tejado (respecto la horizontal)	30°	40°	0°		15°	0°	15°	0°	20°	0°
Material tejado	Tejas								Tejas	Tejas
Superficie total tejado (m ²)	1.085								815	630

Fuente: Elaboración propia (2009).

LEYENDA

- 1. Palacio
- 2. Capilla
- 3.+ 4. Residencia nueva
- 5. Residencia vieja
- 6. Gompa
- 7. Tienda
- 8. Acogida

Tabla 5. 6: Características de las paredes exteriores de cada subsistema.

PAREDES EXTERIORES	PALACIO NOVELLA	RESTAURANTE	LADRANG
Grosor de las paredes (cm)	70	70	60
Material	Arena y cal	Arena y cal	Hormigón
Aislante (Sí/No)	No	No	Sí

Fuente: Elaboración propia (2009).

Tabla 5. 7: Características de las ventanas de cada subsistema.

VENTANAS	PALACIO NOVELLA								RESTAURANTE	LADRANG
	1	2	3	4	5	6	7	8		
Tipo de cierre (hermético, material)	Sin cierre	Sin cierre	Hermético	Hermético	Sin cierre	Hermético	Hermético	Hermético	Sin cierre	Cierre hermético de aluminio
Tipo de vidrio	Simple y reciclado	Simple y reciclado	Climalit	Climalit	Simple y reciclado	Climalit	Climalit	Climalit	Simple y reciclado	Doble tipo climalit
Aislantes móviles (persianas, porticones)	No	No	Si	Si	No	Si	No	Si	No	Persianas
Observaciones									Algunas ventanas sin vidrio	

Fuente: Elaboración propia (2009).

LEYENDA						
1. Palacio	2. Capilla	3.+ 4. Residencia nueva y sala azul	5. Residencia vieja	6. Gompa	7. Tienda	8. Acogida

5.3.1 Subsistema Palacio Novella

El aislamiento del subsistema Palacio es muy precario (tablas 5.4, 5.5, 5.6, 5.7), a pesar de que las paredes son gruesas, alcanzan los 70 cm de espesor (aspecto que permitiría una mejor conservación de la temperatura). El estado de las mismas conlleva que las pérdidas de calor sean continuas, de forma que en invierno no se llega a alcanzar nunca una temperatura confortable, lo que obliga a mantener la calefacción encendida prácticamente todo el día.

Ocho de los edificios del Palacio presentan cristales simples, fabricados además de vidrio reciclado (tabla 5.7). El techo, construido en yeso, carece también de cualquier tipo de aislamiento. Los pisos de los edificios que componen el subsistema varían entre uno (los edificios más pequeños) y cuatro (como el propio Palacio). Algunos de estos edificios tienen más de 120 años de antigüedad en los que, en la mayoría de los casos, no se ha producido ninguna reforma. Otras estancias, en cambio, han sido reformadas durante el año 2009, como son las estancias destinadas a las oficinas. El techo de madera del Palacio carece del aislamiento necesario y la altura de las estancias tiene una media de 3'5 metros, lo cual supone que cada estancia y el Palacio en general, constituyan un gran volumen (tabla 5.4).

Otro de los edificios que componen el subsistema Palacio es la Gompa o sala de oraciones, una construcción ligera prefabricada que se instaló en el Monasterio hace 7 años aproximadamente. El interior está construido íntegramente de madera y las ventanas, así como las puertas son de PVC.

Otros apartados de este mismo subsistema han sido recientemente reformados, como uno de los edificios dedicados a la residencia de los visitantes que realizan estancias en el Monasterio, y la sala azul, una sala de reuniones instalada justo al lado de la capilla, cuya reforma se llevó a cabo hace dos años.



Figura 5. 8: Imagen de la capilla del Monasterio, uno de los edificios que componen el Palacio.

Fuente: Elaboración propia (2009).

5.3.2 Subsistema Restaurante

En lo referente al aislamiento de este subsistema, los datos reflejan la total inexistencia de materiales y mecanismos de aislamiento (tablas 5.4, 5.5, 5.6, 5.7), que también se pueden observar en la figura 5.9. Se trata de estancias altas y espaciosas, con tejados de madera en los que no se ha llevado a cabo ninguna reforma desde que se construyeron los edificios de la finca, por lo que tanto los techos como las paredes, también muy gruesas como las del Palacio, presentan un estado de deterioro muy elevado.

El gran número de ventanas que se hallan en este espacio y el hecho de que muchas de ellas carezcan de cristal provoca que la temperatura en el interior del Restaurante sea muy baja. Las puertas exteriores tampoco presentan aislamientos ni cierres herméticos que disminuyan las pérdidas de temperatura, de manera que la entrada de aire frío del exterior es constante.



Figura 5. 9: Imagen de una ventana del Restaurante sin cristal. **Fuente:** Elaboración propia (2009).

5.3.3 Subsistema Ladrang

La estructura y la cobertura de este subsistema es una de las más acertadas de todo el conjunto del Monasterio, ya que a pesar de su antigüedad (la misma que la del resto del Monasterio), fue reformada hace tan solo dos años. En la reforma se incluyeron aislamientos térmicos en las paredes con un elemento denominado “lana de roca” o *rockwool*, que aísla del frío, el calor, el ruido y el fuego. En cuanto a las ventanas, el aislamiento se ha hecho a través del doble cristal de tipo *Climalit* con cierres herméticos (figura 5.10). Este mecanismo de aislamiento ayuda a mantener la temperatura interior adecuada con un menor gasto energético y uso de los sistemas de calefacción o frío. A la vez, el suelo radiante instalado en la totalidad de la casa, proporciona una forma económica

y eficiente de calefacción, ya que debido a la baja temperatura requerida para generar la calefacción, este sistema se puede combinar con sistemas de paneles solares y otras fuentes de energía alternativas.

A pesar de que las características que presenta este edificio (dispositivos de aislamiento, electrodomésticos de clase A y bombillas de bajo consumo) esta construcción no puede autoabastecerse con las placas solares que tiene instaladas en su terreno. El consumo de calefacción y agua caliente es muy elevado, por lo que la energía que producen las placas solares térmicas no es suficiente y sigue siendo necesario el consumo de gas propano para poder cubrir las necesidades energéticas, sobre todo en invierno.



Figura 5. 10: Imagen de una ventana del Ladrang. **Fuente:** Elaboración propia (2009).

5.4 CONSUMO ENERGÉTICO EN EL SISTEMA MONASTERIO SAKYA TASHI LING

Como ya se especificó al principio de este apartado, el estudio del consumo de energía del Monasterio se llevará a cabo diferenciando dos flujos principales: el flujo de energía eléctrica y el flujo de combustibles fósiles.

En las tablas que se presentan a continuación aparece un inventario exhaustivo de todos y cada uno de los dispositivos de consumo energético que se utilizan en el Monasterio, así como el cálculo del consumo anual en kWh, el porcentaje de consumo de cada subsistema por separado respecto al total del Monasterio y las emisiones derivadas de CO₂.

Los consumos energéticos, tanto de electricidad como de combustibles fósiles, han sido estimados, a partir de las horas de funcionamiento de los dispositivos y de la potencia de los mismos. Este consumo estimado del año 2009 es mayor que el consumo real de las facturas que fueron proporcionadas por los monjes, ya que no se pudo disponer de facturas de todo el año 2009. Se ha calculado también el porcentaje de uso de cada fuente energética, y el consumo utilizado en la iluminación, en los electrodomésticos y calefacción y ACS.

Al final del apartado se incluirán las gráficas de consumos totales, de electricidad y combustibles, a partir de las facturas proporcionadas en el Monasterio.

5.4.1 Consumo eléctrico

Para el cálculo del consumo de energía eléctrica se han tenido en cuenta los dispositivos de iluminación y los electrodomésticos existentes en el interior de cada subsistema.

En cada tabla, además, se presenta un cálculo del consumo total de energía de todos los dispositivos existentes en cada subsistema. Para realizar este cálculo se ha tenido en cuenta la potencia de cada dispositivo y el número medio de horas de utilización. A partir de las características del uso que se realiza de los edificios y estancias que componen el Monasterio, se ha considerado un uso medio de 5 horas diarias para la iluminación, excepto en el caso de las bombillas de una de las salas del museo, que permanecen las 24 horas del día encendidas, al albergar una estatua que recibe veneración y requiere estar permanentemente iluminada.

El cálculo de las emisiones de CO₂ se ha realizado a través de una serie de factores de conversión, teniendo en cuenta la fuente a partir de la cual se obtiene la energía. Estos datos aparecen en la siguiente tabla (tabla 5.8).

Tabla 5. 8: Emisiones de CO₂ de las diferentes fuentes de energía.

FUENTE DE ENERGIA		FACTOR DE EMISIÓN
Electricidad (kg CO ₂ /kWh)		0,40
Combustibles fósiles (kg CO ₂ /kg)	Gasoil	2,61
	Butano	2,96
	Propano	2,94

Fuente: Elaboración propia a partir de la información de la página web del Ministerio de Industria, Turismo y Comercio (2009).

Tabla 5. 9: Dispositivos de consumo eléctrico destinados a la iluminación, potencia total, consumo energético y emisiones de CO₂.

ILUMINACIÓN	PALACIO NOVELLA	RESTAURANTE	LADRANG
Bombilla alto consumo (nº)	4	1	0
Bombillas bajo consumo (nº)	225	17	120
Bombillas pin (nº)	3	0	0
Bombillas halógenas (nº)	185	0	0
Focos (nº)	35	3	0
Focos dicroicos (nº)	49	0	10
Fluorescentes (nº)	44	11	0
Potencia (kW)	43,5	1,1	3,9
Uso (horas/día/dispositivo)	5	5	5
Consumo eléctrico anual (kWh/año)	79.340	2.008	3.960
Porcentaje sobre consumo energético total (%)	22,7	0,6	1,1
Emisiones anuales (kg CO ₂ eq/año)	31.736	803	1.584

Fuente: Elaboración propia (2009).

Como se observa en la tabla 5.9, la inmensa mayoría de las bombillas que se utilizan son bombillas de bajo consumo y halógenas, es decir, aquellas cuyo diseño permite tener un consumo reducido de energía y una vida media superior a las convencionales (*Diccionario de arquitectura y construcción, 2009*).

En el caso de los aparatos eléctricos (tabla 5.10.) el cálculo del uso medio es más complejo debido a los numerosos tipos de estos dispositivos que se utilizan en el Monasterio, los cuales presentan un número de horas de uso diferentes.

En el caso de las cámaras frigoríficas y de los congeladores se ha considerado un uso de 24 horas al día. Para los calefactores y demás aparatos eléctricos destinados a la calefacción de las estancias se considera un uso diario de 5,5 horas. Para las lavadoras, la media diaria que se ha utilizado es de 1 hora, ya que parte de la ropa que se utiliza en el Monasterio se envía a lavar fuera, y la mitad para las secadoras, ya que éstas no son utilizadas durante todo el año. Estos datos responden a las informaciones que desde el Monasterio se facilitaron en las visitas de reconocimiento. En cuanto a la eficiencia de los aparatos eléctricos, todos los que se utilizan en el Monasterio son de los denominados de clase A, es decir, que presentan un elevado nivel de eficiencia energética y que pueden llegar a consumir un 55% menos de energía que un aparato eléctrico con una eficiencia menor (IDAE, 2009)

Tabla 5. 10: Aparatos eléctricos del Monasterio, potencia total, consumo energético y emisiones.

APARATOS ELÉCTRICOS	PALACIO NOVELLA	RESTAURANTE	LADRANG
Humidificador (Uds)	1	0	0
Aparato aire acondicionado (Uds)	16	0	1
Equipo de música (Uds)	5	0	0
Aparato wifi (Uds)	4	0	0
Impresora (Uds)	4	0	0
Ordenador (Uds)	12	2	0
DVD (Uds)	1	0	0
Proyector (Uds)	1	0	0
Congelador (Uds)	1	0	0
Secadora (Uds)	2	0	0
Microondas (Uds)	2	1	0
Freidora (Uds)	0	2	0
Lavadora industrial (Uds)	1	0	0
Lavadora (Uds)	1	0	2
Lavavajillas (Uds)	0	4	0
Calefactor eléctrico (Uds)	3	1	0
Bomba de frío (Uds)	2	0	1
Bomba de agua (Uds)	1	0	0
Televisión (uds)	1	0	0
Vídeo (Uds)	1	0	0
Teléfono (Uds)	6	0	0
Datáfono (Uds)	4	0	0
Escaner+fax (Uds)	1	0	0
Horno (Uds)	2	1	0
Cortadora de fiambre (Uds)	1	1	0
Estufas de aceite eléctricas (Uds)	10	0	0
Cámara frigorífica (Uds)	1	5	2
Congeladores (Uds)	0	3	0
Botellero (Uds)	0	1	0
Cafetera (Uds)	0	1	0
Molinillo de café (Uds)	0	2	0
Tostadora (Uds)	0	1	0
Vitrina expositora (Uds)	0	2	0
Calefactor ventilador (Uds)	1	0	0
Potencia (kW)	106,6	19,5	12,6
Consumo anual de aparatos eléctricos (kWh/año)	49.591	29.189	7.067
Porcentaje sobre consumo energético total (%)	14,2	8,3	2,0
Emisiones anuales (kg CO ₂ eq/año)	19.837	11.676	2.827

Fuente: Elaboración propia (2009).

5.4.2 Consumo de combustibles fósiles

El uso de combustibles fósiles en el Monasterio se destina fundamentalmente a la calefacción y a la generación de agua caliente sanitaria (ACS). El tipo de combustible fósil más utilizado es el gasoil, que se utiliza totalmente en uno de los subsistemas, el Palacio Novella. El consumo de gasoil es de unos 3.000 litros al año, ya que el gasoil se almacena en un depósito de 1.500 litros el cual se recarga dos veces al año. En este mismo subsistema también se utiliza propano, con un consumo de unas 8 botellas al mes, cada una de las cuales contiene 10,5 Kg de producto, y butano, que se consume a razón de 2 bombonas al mes con 12,5 kg de butano cada una.

En el resto de los subsistemas, Restaurante y Ladrang, el único combustible fósil que se consume es el propano, cuyo consumo se ha estimado a partir de las facturas proporcionadas desde el Monasterio, un ejemplo de las mismas se presentan en el anexo 5. En estos casos el propano también se consume para la calefacción y el agua caliente sanitaria (ACS).

En el caso del Ladrang la calefacción se utiliza durante 6 meses al año y está conectada 24 horas al día. En el Palacio y el Restaurante la calefacción se utiliza durante 5 meses al año y funciona también casi durante todo el día, ya que las condiciones en que se encuentran los edificios provocan que nunca se alcance la temperatura a la que está fijado el termostato (22°C).

A continuación, se presentan los datos referentes al uso, consumo anual y emisiones de CO₂ derivadas del uso de combustibles fósiles en los tres subsistemas del Monasterio (tabla 5.11).

Tabla 5. 11: Consumo anual de combustibles fósiles en cada subsistema.

CONSUMO ANUAL DE COMBUSTIBLES FOSILES			
	PALACIO NOVELLA	RESTAURANTE	LADRANG
Gasoil (litros)	3.000	0	0
Propano (litros.)	2.206	7.159	10.843
Butano (litros)	115.385	0	0
Consumo total anual (litros)	120.591	7.159	10.843
Uso (horas/año)	1.800	2372	4320
Consumo anual (kWh/año)	50.070	51.115	77.419
Porcentaje del consumo energético total (%)	14,3	14,6	22,1
Emisiones (kg de CO ₂)	353.833	10.725	16.249

Fuente: Elaboración propia (2009).

Para el cálculo de las emisiones de CO₂ derivadas del uso de combustibles fósiles se utilizaron factores de conversión que relacionaban los kg de CO₂ emitidos por kg de combustibles fósiles utilizado, a pesar de ello, en la tabla 5.11, el consumo se presenta en litros con el fin de poder unificar y presentar los datos en las mismas unidades.

5.4.3. Consumo de energías renovables

En el Ladrang hay instalado un sistema de captación de energía solar. Este sistema está compuesto por 10 placas solares térmicas, con un acumulador que transforman la energía solar en energía para la generación de agua caliente sanitaria y calefacción, complementando el uso de combustibles fósiles como el propano. Estas placas fueron adquiridas a la empresa alemana Schüco y corresponden a la gama Kompakt, las cuales tienen una superficie de 2,32 m² cada una y una potencia de 1,7kW (www.schüco.com, 2009).

En el caso del Ladrang hay instaladas 10 placas de 2,32 m² cada una, la energía primaria que reciben es 4,77 kWh/m²/día y el rendimiento de las placas es del 40%. Así pues la producción de energía eléctrica a partir del sol es de: **16.156 KWh/año.**

5.5 CONSUMO ENERGÉTICO GLOBAL EN EL MONASTERIO SAKYA TASHI LING

A continuación, se presenta un resumen del consumo energético total de los tres subsistemas que constituyen el Monasterio, así como los factores de conversión que han sido utilizados para poder conocer el consumo en kWh que suponían los combustibles fósiles.

5.5.1 Consumo total de energía eléctrica anual

En la tabla 5.12 se presentan los datos referentes al consumo de energía eléctrica (iluminación y aparatos eléctricos) de los tres subsistemas que componen el Monasterio.

Tabla 5. 12: Consumo energético total derivado de la electricidad en el Monasterio.

CONSUMO ELECTRICO ANUAL TOTAL EN EL MONASTERIO (kWh)	
Iluminación	85.308
Aparatos eléctricos	85.847
Consumo total Monasterio	171.155

Fuente. Elaboración propia (2009).

Las emisiones derivadas del consumo eléctrico fueron de **68.462 kg CO₂**.

5.5.2. Consumo total anual de combustibles fósiles

El cálculo del consumo energético total a partir de combustibles fósiles requiere la utilización de ciertos factores de conversión (tabla 5.13), que permiten conocer cuál es el poder calorífico y energético de cada uno de ellos a partir de los datos que se han inventariado. Así pues, a partir de los kg de combustible consumidos es posible conocer los kWh equivalentes. Aunque los datos de consumo de combustibles inventariados se presentan en litros, el uso del concepto de densidad permite fácilmente conocer el valor en unidades de masa para así poder hacer los cálculos pertinentes.

Tabla 5. 13: Factores de conversión de poder calorífico y energético de diferentes combustibles.

COMBUSTIBLE	Densidad (kg/l)	Poder Calorífico (Kcal/kg)	Poder Energético (kWh/kg.)
Gasoil	0,875	10.350	11,62
Butano	0,0026	10.938	12,7
Propano	0,51	11.082	14

Fuente: Elaboración propia a partir de la información del mityc (2009).

En la Tabla 5.14 aparecen reflejados los datos de consumo total en litros de combustibles fósiles del Monasterio, así como la equivalencia en kWh de este consumo. Este último dato es imprescindible para poder comparar los consumos de las distintas fuentes energéticas que se utilizan en la Finca Novella.

Tabla 5. 14: Consumo total de combustibles fósiles.

CONSUMO TOTAL ANUAL DE COMBUSTIBLES FOSILES EN EL MONASTERIO	
Consumo total (litros)	138.593
Consumo total de energía (kWh)	178.604

Fuente. Elaboración propia (2009).

Las emisiones derivadas del uso de los combustibles fósiles fueron de **380.807kg CO₂**.

5.5.3 Consumo energético anual total

Uno de los objetivos principales de la realización del presente inventario era conocer cuáles eran las necesidades energéticas del Monasterio Sakya Tashi Ling, para así poder estudiar las posibilidades de implantación de dispositivos de captación de energías renovables que pudiesen sustituir, en la medida de lo posible, a la electricidad y los combustibles fósiles, disminuyendo de esta forma el impacto ambiental de la vida en el Monasterio.

Después de realizar todos los cálculos necesarios, el resultado obtenido del consumo energético global que se produce en un año en el Monasterio es de 349.759 kWh. Este consumo se verá reducido con la implantación de propuestas de mejora enfocadas a la mejora de la eficiencia energética del edificio.

5.5.4 Emisiones totales de CO₂

Uno de los impactos ambientales directos de la utilización de la energía es la generación y emisión a la atmósfera de gases contaminantes que contribuyen al agravamiento del efecto invernadero y el calentamiento global. Entre esos gases, uno de los que favorecen de forma más notable al calentamiento del planeta es el CO₂. Por esta razón, la estimación de las emisiones de CO₂ que se derivan del uso de la energía es una de las cuestiones principales en este proyecto.

Las emisiones globales de CO₂ calculadas han sido de **449.200 kg CO₂/año**, las cuales también se pretenden disminuir con una serie de propuestas de mejora que concluirán el presente proyecto.

5.5.5 Consumo energético total según facturas

En el siguiente apartado se presentan los datos de consumo energético según las facturas facilitadas desde el Monasterio. En el anexo 4 se facilita un ejemplo de factura de Fecsa Endesa. A pesar de que no ha sido posible acceder a todas las facturas necesarias, el estudio de las disponibles permitirá comparar los consumos estimados con los de las facturas, aunque sea de manera aproximada.

Los consumos totales de energía eléctrica y combustibles fósiles del Monasterio según las facturas proporcionadas se muestran en las gráficas (5.11, 5.12 y 5.13).

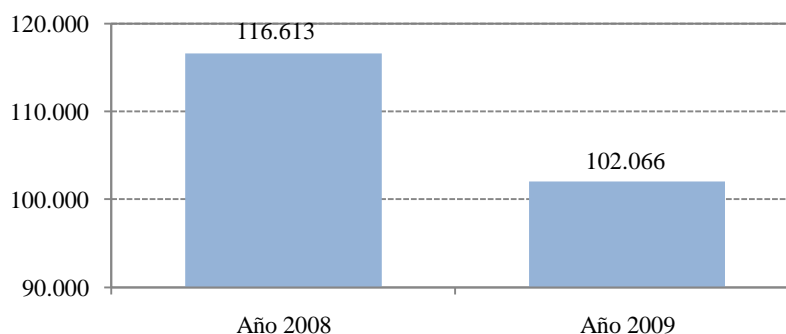


Figura 5. 11: Gráfica del consumo eléctrico del Monasterio (kWh/año).**Fuente.** Elaboración propia a partir de las facturas proporcionadas (2009).

Tal y como se observa en la gráfica 5.11 el consumo eléctrico del año 2009 es menor que el año 2008, pero como se ha especificado anteriormente no se han tenido en consideración las facturas desde septiembre hasta diciembre de 2009 por falta de datos.

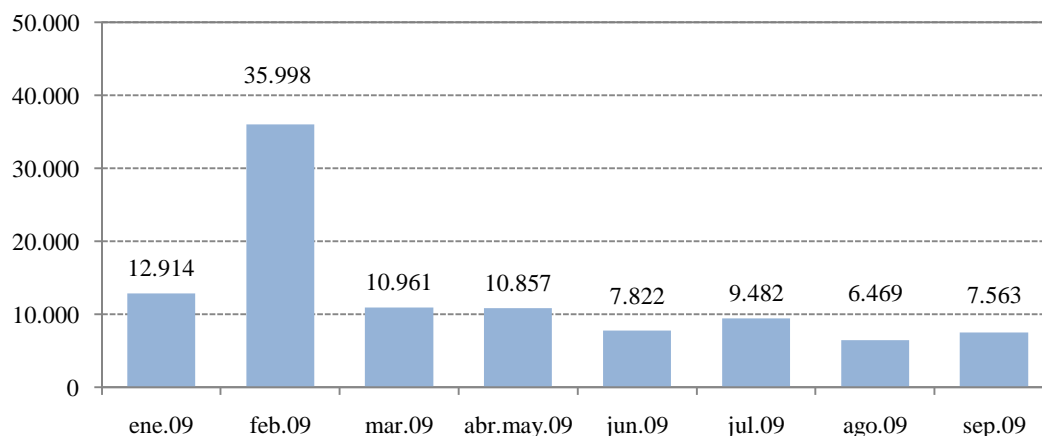


Figura 5. 12: Gráfica del consumo eléctrico del Monasterio por meses (kWh). **Fuente.** Elaboración propia a partir de las facturas proporcionadas (2009).

En la gráfica 5.12 se ha disgregado el consumo eléctrico del año 2009 por meses, hasta septiembre del mismo año. El consumo es constante a lo largo del año excepto en febrero con un pico de 35.998kWh. La factura del mes de mayo era de 0kWh porque no se realizó la lectura del contador por parte de la empresa suministradora, por esta razón se han unificado los meses de abril y de mayo en la gráfica.

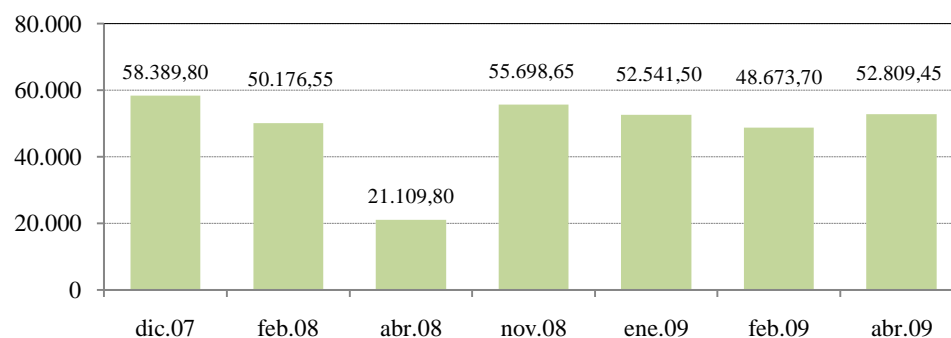


Figura 5. 13: Gráfica del consumo de gas propano (kWh) del Monasterio por meses. **Fuente.** Elaboración propia a partir de las facturas proporcionadas por el Monasterio (2009).

En la gráfica 5.13 se observa el consumo de gas propano disgregado por meses. En los meses de invierno el consumo es mayor ya que el propano es utilizado para la calefacción en todos los subsistemas del Monasterio.

5.6 POTENCIAL DE CAPTACIÓN DE ENERGÍA MEDIANTE FUENTES RENOVABLES

De acuerdo con el objetivo final de este proyecto, en el cual se propondrá una sustitución del sistema energético actual del Monasterio por uno de renovable, primeramente es necesario saber el área de captación de energía disponible en todo el recinto. De este modo, se podrá calcular el potencial de producción de energía a partir de fuentes renovables. Finalmente se podrá comprobar la viabilidad de una autosuficiencia energética y las alternativas para llevarla a cabo.

5.6.1 Potencial de captación de energía solar

En este apartado se tendrá en cuenta el potencial de captación de energía solar diferenciando entre el producido por los tejados del monasterio y los campos que lo rodean y pertenecen a la finca.

En cuanto a la superficie de campos, se ha tenido en cuenta la que mediante observación de la zona se ha visto viable para la colocación de placas fotovoltaicas o térmicas, por su cercanía al propio Monasterio (lo cual reduce las pérdidas de energía que se producen cuando esta se traslada desde el punto donde se genera y el punto en que se consume), y por las características topográficas de estas áreas. En la figura 5.14 aparecen señaladas en amarillo las zonas de campo que podrían ser óptimas para la implantación de los sistemas de captación de energía solar y que actualmente se encuentran en desuso.

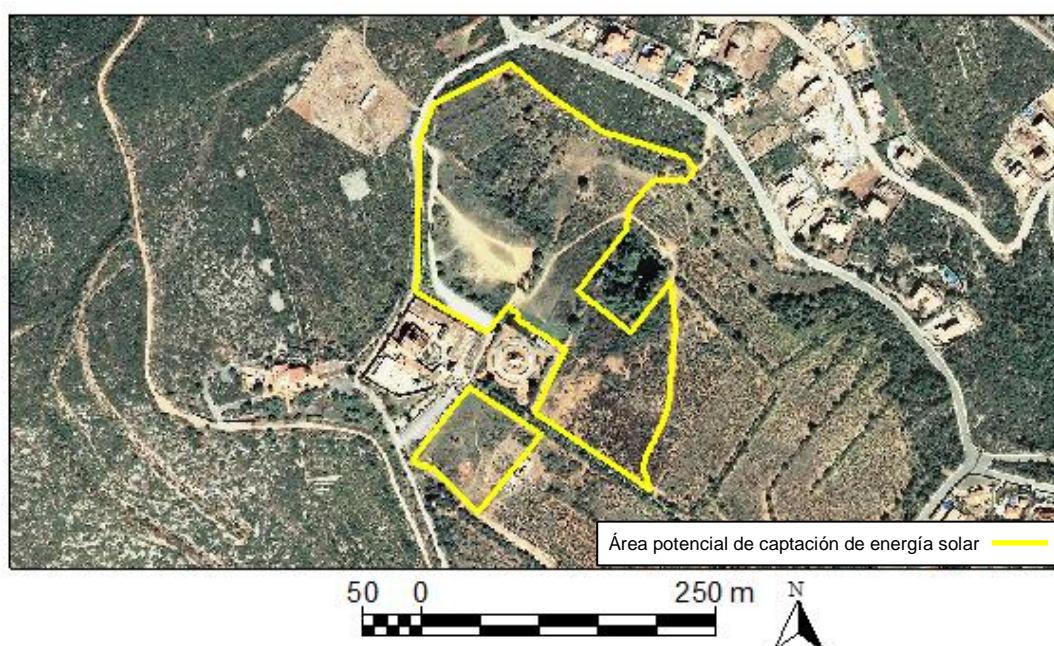


Figura 5. 14: Área de instalación potencial de placas solares. **Fuente:** Elaboración propia a partir de mapas del ICC (2009).

Las superficies en m² tanto de los campos como de los tejados, se han obtenido a partir del Plan de Gestión del Entorno del Monasterio Sakya Tashi Ling (2008) en algunos casos, o han sido calculadas a partir de programas como el “Atlas Electrónico de Cataluña” del Departamento de Política Territorial y Obras Públicas de la Generalitat de Catalunya.

La irradiación global media diaria de la zona (17.200 KJ/m²/día) se ha extraído del Plan de Gestión del Entorno del Monasterio Sakya Tashi Ling (2008). Multiplicando la irradiación global media diaria en 1m² por el área de la zona de tejados o de campos, se han obtenido los siguientes potenciales de captación solar (tabla 5.15).

Tabla 5. 15: Potencial de captación de energía solar (kWh/año).

Potencial de captación de energía solar (kWh/año)	
En campos	82.344.000
En tejados	4.406.280

Fuente: Atlas electrónico de Cataluña y Plan de Gestión del Entorno del Monasterio Sakya Tashi Ling (2008).

A pesar de que el potencial de captación de energía solar del Monasterio parece muy elevado, la realidad es que la eficiencia en la captación de la energía o rendimiento medio de los paneles solares no es del 100%, por lo que solamente una parte de la energía solar captada se acabará convirtiendo en energía eléctrica. Así pues, tomando en cuenta las características de las placas solares fotovoltaicas que se han elegido, para la realización de la posterior diagnosis, se considerará un rendimiento del 16% en la captación de la energía, por lo que el potencial de captación de energía solar se reduce hasta un valor de **13.893.220 kWh** al año.

El tipo de placa escogida es *Solarworld Monocristalino SW 230 Texturizado* y sus características se encuentran en la tabla 5.16.

Tabla 5. 16: Características de los paneles fotovoltaicos elegidos.

Tensión máxima (V)	Potencia nominal (W)	Tamaño (m ²)	Precio unitario (€)	Vida útil (años)
20	230	1,7	1.898	40

Fuente: Compañía JHRoerden (2009).

5.6.2 Potencial de captación de energía eólica

Para calcular el potencial de energía eólica en el Monasterio se ha tenido en cuenta el área de zona de implantación compatible que según el Mapa de implantación ambiental de energía eólica en Cataluña existe en los límites de la Finca Novella. Este mapa se muestra en la Figura 5.15. Para concretar este cálculo se ha utilizado el dato de la densidad de potencia eólica media anual a 80 m de altura en la zona de estudio, que es igual a 200W/m^2 (Atlas eólico de España, IDAE, 2009) y la superficie disponible para la implantación compatible de dispositivos de captación de energía eólica del Monasterio, que es de 260.000 m^2 . (Figuras 5.15 y 5.16). Así pues, se obtiene que el potencial de captación de energía eólica es de **455.520.000 kWh/año**.

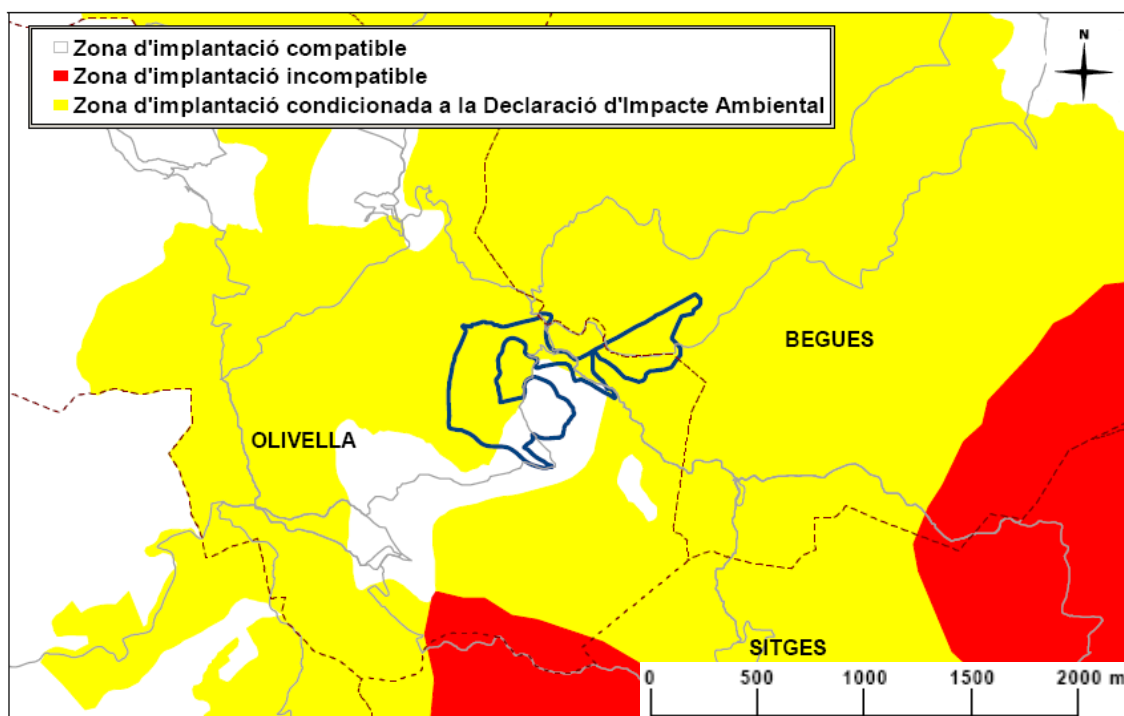


Figura 5. 17: Zonificación finca según Mapa de implantación ambiental de energía eólica de Cataluña. **Fuente:** Sistema de información ambiental de Departamento de Medio Ambiente y Vivienda.

En la Figura 5.16 se muestra el área potencial de instalación de aerogeneradores en los campos que rodean al monasterio; no se ha tenido en cuenta el espacio disponible en los tejados de los edificios para la instalación de minigeneradores debido al mal estado en que se encuentran.

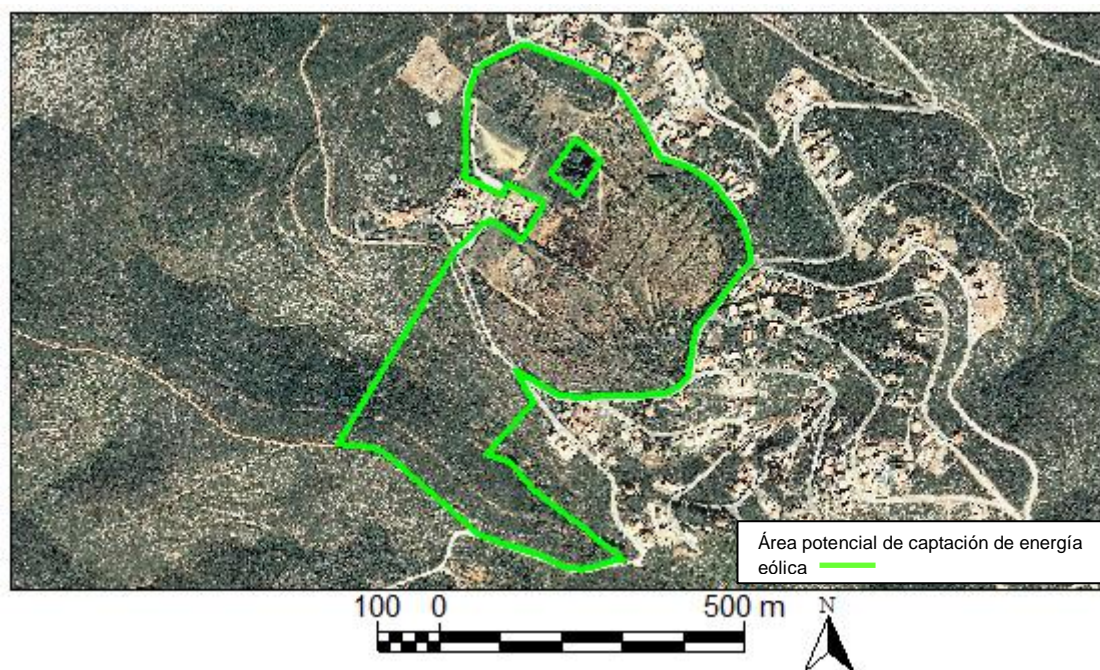


Figura 5. 18: Área de instalación potencial de energía eólica. **Fuente:** Elaboración propia a partir de mapas del ICC (2009).

6. DIAGNOSIS

Una vez analizados los flujos de entrada al Monasterio (electricidad y combustibles fósiles) se presentarán a continuación una serie de medidas destinadas a la reducción del consumo energético en el edificio, principal objetivo del presente proyecto; esto comportará una disminución de las emisiones de CO₂ derivadas y también un ahorro económico. Estas propuestas están divididas en dos líneas principales de actuación:

- La mejora de la eficiencia energética del Monasterio, lo que supone una disminución del consumo energético y de las emisiones de CO₂ derivadas.
- La implantación de sistemas de captación de fuentes de energías renovables como la solar, la eólica o la biomasa, que no reducen el consumo de energía, si no que están dirigidas al abastecimiento de toda la energía demandada en el Monasterio producida de forma limpia.

El monasterio Sakya Tashi Ling, por sus características y localización, presenta una enorme potencialidad en cuanto a la posibilidad de abastecerse de forma autónoma de toda la energía que se consume en su interior. Es por esta razón que, en primer lugar, se presentarán cuales serían las actuaciones necesarias para transformar el monasterio en un edificio pasivo, es decir, que genere de forma limpia, sin emisiones directas de CO₂, toda la energía que se consume en su gestión. Además se verá como combinando las dos líneas de actuación que se han presentado anteriormente, se podría conseguir un edificio exportador de energía, es decir, que genere más energía de la que consume.

Posteriormente, se presentará una propuesta más factible y viable económicamente, sobre todo a corto plazo, para la reducción del impacto ambiental del uso del Monasterio y alcanzar los objetivos del paquete de medidas *“Energía para un mundo que cambia”*, con el que la U.E se compromete de manera unilateral a reducir las emisiones de CO₂ aumentando la eficiencia energética y fomentando el uso de fuentes de energía renovables en un porcentaje del 20% para cada una de las medidas citadas. De esta forma, se presentarán una serie de propuestas destinadas a cumplir este triple objetivo. Después de la descripción de las propuestas, se estudiarán las posibilidades de implantación de cada medida, teniendo en cuenta el coste de la instalación, la amortización económica de la misma, el ahorro energético, económico y de emisiones de CO₂.

Antes de describir estas propuestas se analizará el consumo energético del Monasterio de forma conjunta y dividido por subsistemas, tal como se realizó en el apartado de inventario, con el objetivo de facilitar la identificación de los puntos de mayor consumo energético y poder así establecer medidas de ahorro más eficaces y focalizadas.

6.1 ANÁLISIS DEL CONSUMO DE ENERGÍA EN EL MONASTERIO

Antes de pasar a describir todas aquellas propuestas que se dirigen a la mejora de la eficiencia energética se analizarán los datos que se obtuvieron en el apartado de inventario.

En primer lugar se muestran los datos de consumo de energía secundaria y emisiones de CO₂ por unidad de superficie del conjunto de todo el Monasterio, así como los porcentajes de uso de energía para la iluminación, los electrodomésticos y la calefacción y ACS. A continuación se presentarán estos mismos datos para cada uno de los tres subsistemas que componen el Monasterio, para ello es necesario conocer la superficie que ocupa cada subsistema. Esta información se especifica en Tabla 6.1.

Tabla 6. 1: Superficie en m² de cada subsistema y Monasterio

Subsistema	Superficie (m ²)
Palacio	1.085
Restaurante	815
Ladrang	630
Monasterio	2.530

Fuente: Elaboración propia a partir del Atlas digital de Cataluña (2009)

El consumo total anual de energía del Monasterio es de 350.000 kWh, la superficie total es de 2530 m², esto supone que el consumo energético por unidad de superficie es de algo más de 138 kWh/m²/año. Si las emisiones del Monasterio son de 450.000 kg de CO₂, las emisiones por unidad de superficie alcanzan los 177,5 kg de CO₂/m²/año.

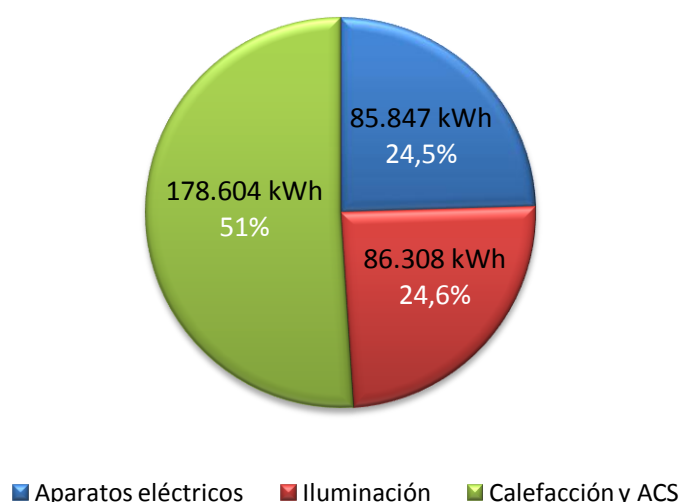


Figura 6. 1: Porcentajes de usos de energía del sistema Monasterio. **Fuente:** Elaboración propia (2009).

Como se puede observar en el gráfico 6.1, en el conjunto del Monasterio más del 50% de la energía consumida se destina a calefacción y ACS de las diferentes estancias. Los aparatos eléctricos y la iluminación, se reparten casi de forma igualitaria el resto del consumo.

Según la monografía “*El consumo de energía de las familias españolas*”, publicado por el Instituto para la Diversificación y el Ahorro de la Energía (IDAE), en colaboración con el Instituto Nacional de Estadística (INE), la mayor parte de la energía que se usa en las viviendas españolas se dedica al uso de la calefacción y el agua caliente, que suman el 66% del gasto energético, del 34% restante un 27% se utiliza para el funcionamiento de los aparatos eléctricos y el 7% restante se lo lleva la iluminación (IDAE, 2009).

Los resultados que se han obtenido coinciden sólo parcialmente con los estudios del IDAE. El consumo de combustibles fósiles sí es similar al consumo doméstico medio estatal, sin embargo, el consumo energético en iluminación dista mucho de las medias estadísticas. Esto puede deberse a que el uso que se hace de alguno de los edificios no es un uso doméstico, sino más bien un uso museístico. Algunos subsistemas, sin embargo, si que presentan porcentajes similares, sobre todo en lo que se refiere al uso de combustibles fósiles, como es el Ladrang, que se utiliza como vivienda, o el Restaurante, cuyo uso es similar al doméstico.

6.1.1 La huella ecológica del Monasterio

En este apartado se tratará de hacer un cálculo aproximado de la huella ecológica del Monasterio⁵. Debido a que en el presente proyecto se ha estudiado únicamente el consumo energético del sistema Monasterio, se aplicará el concepto de huella ecológica al consumo energético del sistema, es decir, la estimación que se hará será la de la de huella energética o *energy land* en inglés, es decir, el número de hectáreas de tierra productiva que son necesarias para absorber el CO₂ que se emite como consecuencia de la utilización y consumo de energía en el Monasterio.

Los cálculos de la huella energética se harán en base a consumos anuales de energía, traducidos a kg de CO₂ emitidos. El cálculo de esta huella se basa en la relación entre las emisiones de CO₂ y el índice productividad global de los ecosistemas capaces de absorber CO₂, que Rees y Wackernagel fijaron en un valor de 6,6 Tn CO₂/ha/año, es decir, establecieron que una hectárea de tierra productiva es capaz de absorber 6,6 toneladas de CO₂ en un año (Wackernagel y Rees, 1996).

Sin embargo, no todos los ecosistemas tienen la misma capacidad de absorción, por lo que se debe introducir un factor de equivalencia que indique qué tipo de ecosistema se está teniendo en cuenta (bosque, mar, etc.) para poder después comparar la huella estimada de un sistema con la biocapacidad de este mismo sistema en unidades comparables de hectáreas globales (has de bosque, has de mar, etc.) (Xavier Mayor Farguell, *“Estudi sobre la Petgada Ecològica de Catalunya i seguiment de la participació de Catalunya en la Xarxa Global de Petgada Ecològica”*, 2006).

La biocapacidad es un concepto que pretende valorar la máxima capacidad productiva en términos ecológicos de un territorio dado en un tiempo determinado. Calcular esta potencialidad permite valorar si la huella ecológica de un sistema está convenientemente ajustada a esta capacidad biológica, y si no es así establecer cuál es el déficit ecológico correspondiente. Al resultado del cálculo de esta capacidad de carga del terreno considerado, se le debe restar un 12%, que corresponde a la superficie que se supone necesaria para preservar la biodiversidad de los ecosistemas; esta idea fue propuesta por la comisión redactora del informe “Nuestro Futuro Común” en 1987, y es uno de los puntos más polémicos del cálculo de la huella ecológica al considerarse un porcentaje insuficiente (PRAT NOGUER, A.; RELEA GINÉS, F. *“Aproximación de la huella ecológica de Barcelona: Resumen de los cálculos y reflexiones sobre los resultados”*. Comisión de Medio Ambiente y Servicios Urbanos del Ayuntamiento de Barcelona).

⁵ La huella ecológica es el área de territorio ecológicamente productivo (cultivos, pastos, bosques y ecosistemas acuáticos) necesaria para producir los recursos utilizados y para asimilar los residuos producidos por una población dada con un modo de vida específico de forma indefinida». Mathis Wackernagel y William Rees, *Nuestra Huella Ecológica*, LOM, Santiago de Chile, 2001.

Tomando en consideración todos estos datos, se ha estimado que la huella energética del Monasterio es de 94 ha de bosque necesarias para absorber el CO₂ que se emite por el uso de la energía. La biocapacidad se ha calculado en 67 ha de bosque; con esto se tiene que el déficit ecológico del Monasterio es de 27 ha es decir, la huella energética del Monasterio excede en 27 ha su biocapacidad.

Si se hace el cálculo de la huella energética del Monasterio por habitante tomando los 17 monjes que viven de forma permanente en el Monasterio, se obtiene una huella per cápita de 5,5 ha. A la luz de estos datos son necesarias dos consideraciones. La primera es que esta huella calculada se refiere solamente al consumo de energía y al territorio necesario para la absorción de CO₂ generado, es decir, no se ha tenido en cuenta el resto de factores que contribuyen a la huella ecológica como son el consumo de materiales, la generación de residuos o la ocupación del terreno. Así pues, comparando los resultados del Monasterio con la huella ecológica por habitante calculada para otros lugares, como por ejemplo las 4,7 gha/hab calculadas para Cataluña o las 5,6 gha/hab para el caso de la ciudad de Sevilla, se observa como el Monasterio está por encima de las medias españolas en cuanto a huella ecológica (CALVO, M.; SANCHO, F.; “Estimación de la Huella Ecológica de Andalucía y su aplicación a la Aglomeración Urbana de Sevilla”. Universidad de Sevilla).

La segunda consideración hace referencia al número de habitantes entre los que se ha dividido la huella energética. Y es que en el Monasterio no solamente viven los 17 monjes de la congregación, sino que también hay visitantes, trabajadores y huéspedes que contribuyen al consumo de energía, pero que no se han tenido en cuenta por no tener datos exactos de ocupación del edificio. Sin embargo, el resultado del déficit ecológico por habitante del Monasterio es inferior a los resultados del conjunto de Cataluña y España. Éste es de 1,6 ha en el caso del Monasterio, mientras que en Cataluña y España es de 3,6. Esto se debe a que la biocapacidad per cápita del Monasterio es superior a la media de estos otros dos casos.

De todas formas, el déficit ecológico positivo que se ha calculado no deja lugar a dudas de que el Monasterio no es un sistema sostenible energéticamente, sino que emite más CO₂ del que después puede absorber por sí mismo, por lo que es necesario establecer propuestas de reducción del consumo de energía con el objetivo de que el Monasterio reduzca la diferencia entre su huella energética y su biocapacidad.

6.2 ANÁLISIS DEL CONSUMO DE ENERGÍA EN CADA UNO DE LOS SUBSISTEMAS

En el siguiente apartado se presenta un análisis del consumo de energía del Monasterio desglosado en cada uno de los tres subsistemas que lo conforman.

6.2.1 Análisis del consumo de energía en el Palacio Novella

El subsistema Palacio genera un consumo energético anual de 179.000 kWh, es decir, 165 kWh/m²/año que generan 374 kg de CO₂/m²/año.

Como se observa en la figura 6.2, la iluminación es el uso que supone una mayor demanda energética (con un 44,3%), este hecho responde a que gran parte de este subsistema (casi el 50% de todo el edificio) está ocupado por el Museo de Arte Budista, instalado en las primeras plantas del Palacio y que tiene una superficie de 500m².

En esta zona del Palacio se hallan, además, ciertas estancias en las que se pueden contemplar diferentes estatuas sagradas dedicadas al culto, lo que supone que la iluminación de las mismas debe estar encendida las 24 horas del día.

Como ya se comentó en el apartado de inventario, este subsistema está compuesto por otros edificios, dedicados a la residencia tanto de los visitantes del Monasterio como de los propios monjes. Por esta razón también se requiere la utilización de ciertos electrodomésticos (27,7% uso de energía), sobre todo los necesarios en una cocina, y el uso de combustibles fósiles para la calefacción y el ACS (con un 28% de uso de energía respecto al total del Palacio). La mayoría de estas habitaciones sólo se utilizan los fines de semana cuando llegan los visitantes a disfrutar de sus estancias, pero el consumo de combustibles fósiles es muy elevado debido a las malas condiciones en que se encuentran algunos de los edificios. Las deficiencias en el aislamiento provocan que a pesar del poco uso que se hace de estas estancias, el consumo se dispare para poder mantener una temperatura confortable.

La zona del Museo no presenta calefacción, pero sí las otras tres plantas que componen el Palacio. Algunas de estas zonas están siendo reformadas para mejorar el aislamiento del edificio, sin embargo la mayoría de los edificios y habitaciones carecen de sistemas que permitan una reducción del consumo de energía, como ventanas con doble acristalamiento o materiales aislantes en las paredes y techos.

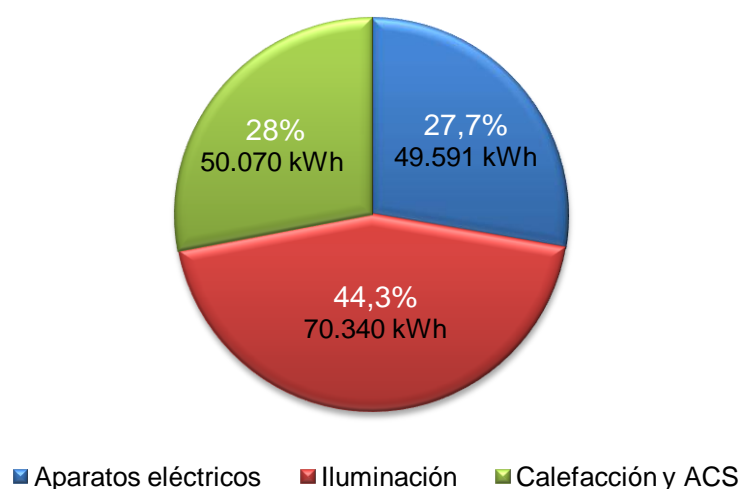


Figura 6. 2: Porcentaje de usos de la energía en el subsistema Palacio. **Fuente:** Elaboración propia (2009)

6.2.2 Análisis del consumo de energía en el Restaurante

El consumo energético total en el Restaurante es de 82.000 kWh/año, si tenemos en cuenta el espacio proporcional que ocupa en el total del Monasterio el consumo es de 101 kWh/m²/año, lo que supone unas emisiones de 28 kg de CO₂/m²/año.

En el subsistema Restaurante el principal uso corresponde a la calefacción y ACS (62,1%), seguido de los aparatos eléctricos (35,5%) y por último la iluminación (2,4%). Este elevado consumo de combustibles fósiles responde fundamentalmente a la falta de mecanismos de aislamiento del edificio y a la ausencia de cristales en la mayoría de las ventanas. Esto genera que para conseguir una temperatura agradable en las estancias sea necesario el consumo de grandes cantidades de energía para el funcionamiento de la calefacción (figura 6.3).

Por otro lado, el uso de electrodomésticos también supone gran parte de la demanda energética, al tratarse de un restaurante los electrodomésticos son numerosos y se utilizan durante muchas horas al día, en cambio la iluminación es el uso que menor demanda energética presenta, y es que al tratarse de estancias amplias y sin dividir por tabiques el uso de la luz se optimiza.

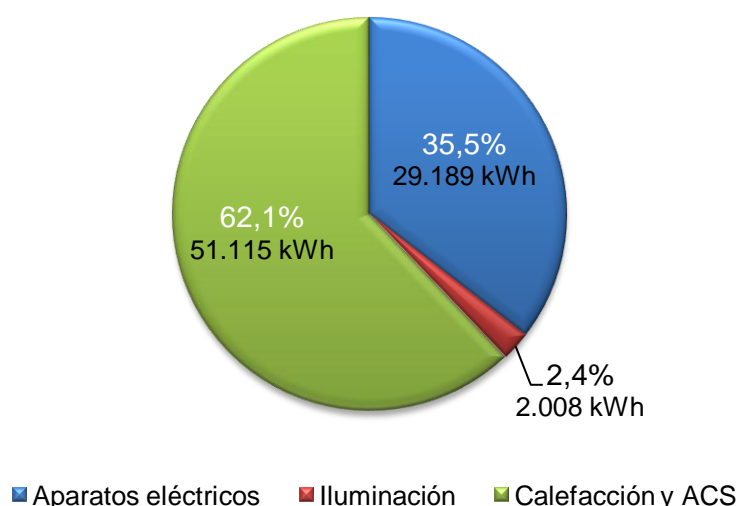


Figura 6. 3: Porcentaje de usos de la energía en el subsistema Restaurante. **Fuente:** Elaboración propia (2009).

6.2.3. Análisis del consumo de energía en el Ladrang

La demanda energética de este subsistema es de casi 90.000 kWh/año, es decir, de 140 kWh/m²/año que suponen la emisión de 32 kg de CO₂/m²/año.

Como se puede observar la energía más utilizada del subsistema Ladrang es la procedente de la calefacción y ACS, (87,5% del total de este subsistema), los aparatos eléctricos representan un 8% del toda la energía consumida y la iluminación un 4,5% (figura 6.4).

Paradójicamente este subsistema es el que presenta el mejor aislamiento respecto al resto del Monasterio, pero presenta un porcentaje notoriamente superior de utilización de combustibles fósiles que los otros dos subsistemas. Esto es debido al gran consumo de gas propano para ACS y para calefacción, que durante los meses de frío permanece encendida las 24 horas de día.

Esta elevada demanda energética supone que las 10 placas solares térmicas no puedan abastecer totalmente el consumo del Ladrang y se dependa de los combustibles fósiles.

La energía eléctrica utilizada para los electrodomésticos es menor porque los electrodomésticos de la vivienda se utilizan únicamente unas pocas horas al día o a la semana, ya que se trata de una casa en la que viven cinco personas fijas, pero algunas están fuera durante algunos meses del año.

En cuanto a la iluminación, hay que tener en cuenta que todas las bombillas tanto del interior de la casa como del exterior son de bajo consumo y esto conlleva que el consumo eléctrico sea menor que si la iluminación fuese de tipo incandescente. Además algunas luces exteriores de mayor potencia se encienden sólo en ocasiones especiales y el uso de la iluminación interior se utiliza a ciertas horas del día en las que disminuye la luz natural, esta utilización también dependerá de la cantidad de personas que se encuentren en la vivienda.

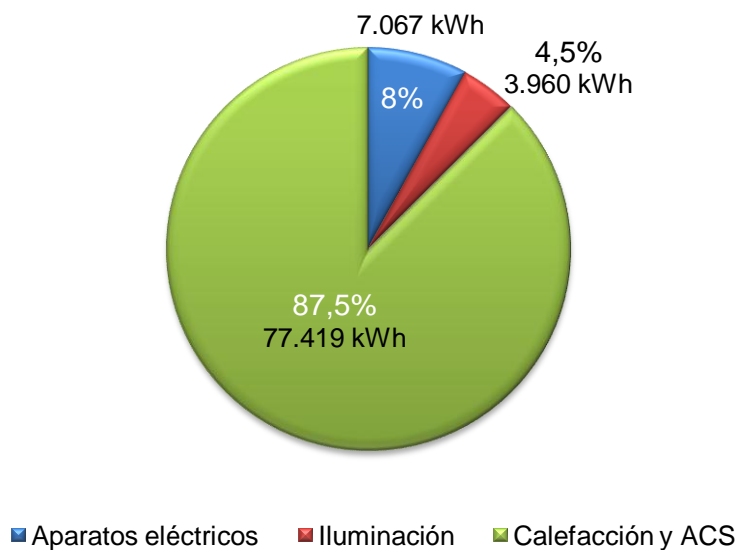


Figura 6. 4: Porcentaje de usos de la energía en el subsistema Ladrang. **Fuente:** Elaboración propia (2009).

6.3 PRIMER ESCENARIO: EL MONASTERIO COMO “EDIFICIO ENERGÍA PLUS” O EXPORTADOR DE ENERGÍA.

El primero de los escenarios que se proyectan es el que convertiría al Monasterio en un edificio de tipología “Energía Plus”, es decir, en un edificio capaz de producir, a partir de fuentes renovables, más energía de la que se consume en un año promedio en su interior. Para ello se requiere la combinación de dos tipos de actuaciones: la mejora de la eficiencia energética y la instalación de captadores de energías renovables. A continuación se describirán las actuaciones que se dirigen a la consecución de este objetivo.

6.3.1 Actuaciones destinadas a la mejora de la eficiencia energética del Monasterio.

Seguidamente, se describirán las medidas que se proponen para aumentar la eficiencia energética del Monasterio, esto permitirá no sólo un ahorro energético, sino también económico y de emisiones de CO₂, obteniendo la misma calidad de los servicios suministrados (IDAE, 2009).

Estas medidas son dos, y se enumeran a continuación:

1. Substitución de bombillas de bajo consumo y bombillas halógenas por bombillas LEDs.
2. Rehabilitación del edificio para mejorar el aislamiento térmico del mismo a través de dos actuaciones:
 - 2.1. Substitución de las ventanas existentes por ventanas provistas de rotura de puente térmico tanto en el cristal como en la carpintería de la ventana.
 - 2.2. Colocación de materiales de aislamiento térmico en paredes y tejados.

Substitución de bombillas, de bajo consumo y halógenas, por bombillas LEDs.

La palabra LED es el acrónimo del inglés de *Light-Emitting Diode*, o lo que es lo mismo, Diodo Emisor de Luz en castellano.

La tecnología LED es una tecnología mucho más eficiente que la iluminación incandescente tradicional, es decir, permite obtener la misma cantidad y calidad de luz con un consumo energético muy inferior, ya que las bombillas tradicionales presentan un rendimiento energético del 10% mientras que los

diodos LED aprovechan el 90% de la energía que consumen. Su potencia también es inferior, pero gracias a la mayor eficiencia que presenta la equivalencia es de una bombilla de 15-20 W. Esta es sólo una de las múltiples ventajas que presentan este tipo de bombillas LED, entre las que se encuentran una vida útil mayor de los dispositivos o la ausencia de sustancias contaminantes en su fabricación, como el tungsteno y el mercurio que se utiliza para la iluminación incandescente o fluorescente, de manera que son reciclables y cumplen la normativa europea de sustancias contaminantes RoHS.⁶

La utilización de la tecnología LED se ha popularizado en los últimos años, de manera que estos diodos se emplean en dispositivos de señalización (de tránsito, de emergencia), en paneles informativos o en indicadores de estado, aunque en los últimos años, gracias al avance de la tecnología, las LEDs se han empezado a utilizar como sustitución de la iluminación tradicional, uso que se les podría dar en el caso del Monasterio.

Así pues, en el siguiente apartado se propone sustituir todas las bombillas del Monasterio, ya sean halógenas o de bajo consumo, por bombillas LEDs. Las características de la bombilla LED que se ha escogido para hacer esta propuesta aparecen a continuación (tabla 6.2).

Tabla 6. 2: Características de las bombillas LEDs.

	Potencia (W)	Vida útil (horas)	Equivalente de luz	Precio bombilla (€, año 2009)
Bombilla LED GU10 3W Cálido 110 lm	3	50.000	halógena 15-20W	19
Bombilla incandescente tradicional	15-20	1.000	-	1,2

Fuente: www.microluz.es i www.phillips.es

También se ha calculado la amortización económica de esta propuesta, es decir, los años que pasarían hasta obtener un beneficio económico. Para este cálculo se ha tenido en cuenta la inversión económica (coste de todas las bombillas) y el ahorro económico anual debido a un consumo energético menor. Una vez amortizada la compra de las bombillas LEDs, el coste de utilización será inapreciable, debido al elevado ahorro económico que supondría esta sustitución al consumir menos energía y tener una vida útil mayor que otros dispositivos de iluminación.

⁶ Se refiere a la directiva 2002/95/CE de Restricción de ciertas Sustancias Peligrosas en aparatos eléctricos y electrónicos (RoHS del inglés "Restriction of Hazardous Substances") adoptada en febrero de 2003 por la Unión Europea.

Esta propuesta se ha analizado para cada uno de los tres subsistemas: el Restaurante, el Palacio y el Ladrang.

A continuación se muestran los resultados que se han obtenidos a partir del análisis de los datos referentes al ahorro económico, energético y de emisiones de CO₂ en el caso de sustituirse todas las bombillas del monasterio por dispositivos LED (tablas 6.3, 6.4. y 6.5.).

Tabla 6. 3: Ahorro energético, económico y de emisiones de CO₂.

	Palacio	Restaurante	Ladrang	Palacio	Restaurante	Ladrang	Palacio	Restaurante	Ladrang
	Ahorro energético (kWh/año)			Ahorro económico (€/año)			Ahorro (kg. CO ₂ /año)		
Todas las bombillas	16.500	1.040	3.290	1.490	94	296	6.210	416	1.314

Fuente: Elaboración propia a partir del inventario realizado en el monasterio.

Tabla 6. 4: Consumo anual estimado de iluminación y porcentaje de ahorro respecto al total de la iluminación.

	Consumo iluminación		
	Palacio	Restaurante	Ladrang
Consumo sin LEDs (kWh/año)	83.830	2.270	3.960
% Ahorro respecto al total de la iluminación	20%	46%	83%

Fuente: Elaboración propia a partir del inventario realizado en el monasterio.

Tabla 6. 5: Amortización económica en años de la propuesta de las bombillas LEDs.

	Palacio	Restaurante	Ladrang
	Amortización (años)		
Sustituir todas las bombillas	5	3	8

Fuente: Elaboración propia a partir del inventario realizado en el monasterio.

El número de bombillas necesario para llevar a cabo esta propuesta en los tres subsistemas es de:

- 17 para el Restaurante.
- 568 en el Palacio.
- 120 en Ladrang (casa del Maestro).

Por lo tanto la inversión que se debería de hacer en cada subsistema es la siguiente:

- 323 € en el Restaurante.
- 10.792 € en el Palacio
- 2.280 € en Ladrang.

En la tabla 6.4. se muestra cuál es el porcentaje de ahorro energético de cada subsistema al sustituir las bombillas (halógenas y de bajo consumo), respecto al total del consumo anual de iluminación del Monasterio, es decir, que se tiene en cuenta el consumo de las bombillas, de los fluorescentes y de los focos.

El mayor porcentaje de ahorro energético (kWh/año) se obtendría en la casa del maestro o Ladrang con un 83%, seguido del Restaurante con un 46% y por último el Palacio con un 20% de ahorro.

La instalación de las bombillas LEDs en el subsistema Palacio supondría un ahorro económico de 1.490 €/año, el más elevado de los tres subsistemas. Aunque la inversión que se deberá hacer para la compra de las bombillas LEDs sea mayor, comparándolo con los subsistemas Restaurante y Ladrang, esta inversión se compensará a partir del octavo año con el elevado ahorro económico.

Debido a la mayor eficiencia energética de la tecnología LED y el ahorro energético que supone la instalación de este tipo de diodos, se reducen las emisiones derivadas del consumo de electricidad para la iluminación, evitando la emisión de 7.940 kgCO₂/año.

Rehabilitar el edificio para mejorar el aislamiento.

La utilización de un edificio supone siempre el consumo de grandes cantidades de energía denominada “energía útil”, que depende de las características de la construcción y en particular del grado de aislamiento térmico del edificio, así como del uso que se hace de él (Solanas, T; Calatayud, D; Claret, C, 34 kg de CO₂. Departament de Medi Ambient y Habitatge. Generalitat de Catalunya).

La entrada en vigor del Código Técnico de la Edificación (CTE, aprobado mediante R.D. 314/2006) ha supuesto la obligatoriedad de tomar medidas de eficiencia energética en el sector de los edificios de nueva construcción y también en los de obra antigua.

La manera de conseguir los objetivos de este Código para aumentar la eficiencia energética de un edificio y disminuir el consumo de energía útil de los mismos es la rehabilitación de los edificios de obra antigua que derrochan energía, mejorando, o implantando en el caso de que no existan, mecanismos de aislamiento térmico.

Muchos materiales, como la lana de roca, gracias a su capacidad de aislar tanto del frío como del calor contribuyen a la reducción del consumo de energía derivado de la calefacción y del aire acondicionado. Otra posibilidad de mejora del aislamiento es la colocación de ventanas que cuenten con dispositivos de rotura de puente térmico mediante el doble acristalamiento. El objetivo es pues conseguir un edificio de alta eficiencia energética.

En el caso del Monasterio, las deficiencias en el aislamiento de los diferentes edificios son una de las principales causas del gran consumo de energía, sobre todo para la calefacción. Debido al mal estado de algunas de las zonas del Monasterio, el calor y el frío se disipan rápidamente y para conseguir una temperatura confortable se necesita un consumo energético muy elevado.

Mejorar el aislamiento de las diferentes partes de los edificios (paredes, tejados, ventanas y puertas) aumentaría la eficiencia energética del Monasterio y disminuiría el consumo. Por esta razón, en este apartado se proponen dos medidas principales de mejora del aislamiento:

1. Instalación de ventanas con doble acristalamiento y rotura de puente térmico.
2. Colocación de materiales de aislamiento térmico en paredes y tejados.

Instalación de ventanas con rotura de puente térmico.

En primer lugar se proyectará la instalación de ventanas (incluyendo marco y cristal) en los lugares donde no existan, y el cambio de las ya existentes (que en su mayoría carecen de mecanismos de aislamiento como la rotura de puente térmico) por el modelo de ventanas escogido.

El tipo de acristalamiento que se propone para la rehabilitación es **Climalit Plus Max Confort SGG Planitherm S**, de la empresa “*La Veneciana de Saint-Gobain S.A*”, consistente en dos vidrios de 4 y 6 mm cada uno y una cámara aislante de 12 mm y cuyas características técnicas aparecen en el anexo 6.

Debido al mal estado de la carpintería existente se propone también la colocación de una nueva carpintería de aluminio. El modelo que se ha escogido es un marco de aluminio en color madera (que generará un menor impacto visual y estético en el conjunto del Monasterio), con rotura de puente térmico.

Estas mismas consideraciones sirven también para el caso de las 4 puertas que también deberían ser reemplazadas por otras que contribuyan al ahorro de energía, estas puertas se localizan en el Restaurante (3 de ellas) y en la entrada principal del Palacio.

Este tipo de acristalamiento conjuntamente con un cambio en la carpintería de las ventanas supondrá una disminución de las pérdidas de energéticas provocadas por el mal aislamiento del Monasterio tanto en invierno como en verano ya que entre las ventajas de este tipo de ventanas no sólo están las que se refieren al ahorro de energía en calefacción sino que también en verano reducen en gran medida la entrada de energía solar directa respecto de un acristalamiento clásico, por lo que también aumentan la confortabilidad térmica en los meses más calurosos.

El coste presupuestado de esta reforma es de 32.600 € e incluye el precio de las 68 ventanas que se deben colocar así como el precio de la mano de obra, precios todos ellos a fecha de diciembre de 2009. El presupuesto detallado y desglosado incluye las medidas de cada una de las ventanas y puertas y se puede consultar en el anexo 7.

El ahorro energético que permite la colocación de este tipo de ventanas es del 48%, según las características técnicas del tipo de cristal que se proyecta colocar, de forma que el consumo de combustibles fósiles se reduciría en este mismo porcentaje.

Puesto que el Ladrang ya tiene este tipo de ventanas y puertas, la reducción en el consumo de combustibles fósiles se aplicará al consumo que se genera en el Palacio y el Restaurante, subsistemas en los que se debería acometer la reforma. En la tabla 6.6 se presentan los datos del ahorro energético que se consigue con la implantación de esta propuesta.

Utilizando datos de facturas de combustibles fósiles de los meses de verano, se ha estimado el consumo que se destina a la calefacción, y sobre estos datos se han calculado los ahorros energéticos que se derivan de la instalación de las ventanas.

Tabla 6. 6: Consumo de combustibles fósiles antes y después de la reforma

	Antes de la reforma (kWh/año)	Después de la reforma (kWh/año)	Diferencia (kWh/año)
Palacio	43.561	22.652	20.909
Restaurante	44.470	23.124	21.346

Fuente. Elaboración propia (2009).

La reducción del consumo de combustibles fósiles supone un ahorro económico en la misma proporción (Tabla 6.7). Teniendo en cuenta que el precio del litro de gasoil es de 0,7 €/l (a fecha de octubre del 2009), la bombona doméstica de butano cuesta 10,69 € y la de propano 9,41€, (precios de la última revisión de octubre de 2009, MITYC) el coste económico en combustibles fósiles antes y después de la reforma y el ahorro que se obtiene al realizarse es el siguiente:

Tabla 6. 7: Gasto económico en combustibles fósiles antes después de la reforma.

	Antes de la reforma (€/año)	Después de la reforma (€/año)	Diferencia (€/año)
Palacio	2.787	1.449	1.338
Restaurante	3.395	1.765	1.630

Fuente. Elaboración propia (2009).

El ahorro económico anual en la compra de los combustibles fósiles necesarios para generar la demanda de energía del monasterio es de 2.968 €, con lo que esta inversión se amortizaría en un plazo de 9 años aproximadamente.

La mejora del aislamiento no sólo reduce el consumo de energía y el gasto económico si no que disminuye las emisiones de CO₂ que se generan para producir la energía que se demanda (tabla 6.8).

Tabla 6. 8: Emisiones antes y después de la reforma.

	Antes de reforma (kg CO ₂ /año)	Después de la reforma (kg CO ₂ /año)	Diferencia (kg CO ₂ /año)
Palacio	307.835	160.074	147.761
Restaurante	9.331	4.852	4.479

Fuente. Elaboración propia (2009).

Colocación de materiales aislantes en paredes y tejados.

La segunda línea de actuación que se proyectará es el aislamiento de paredes y tejados mediante la colocación de un aislante térmico, acústico e ignífugo como es la “lana de roca” o *Rockwool*, que es el nombre con el que se comercializa, y que consiste en una lana mineral elaborada a partir de rocas

volcánicas basálticas que se presenta comercialmente en forma de láminas rígidas que permiten colocarla cómodamente en paredes y tejados (www.rockwool.es, 2009)

Hoy en día existen muchos tipos de materiales para el aislamiento de un edificio así como metodologías de colocación a la hora de realizar la reforma. En cuanto a materiales con características aislantes térmicas, los más comercializados son la fibra e vidrio, el vidrio celular, el poliestireno tanto expandido como extrudido o la espuma de poliuretano, sin embargo estos materiales son altamente contaminantes para el medio ambiente y en algunos casos incluso perjudiciales para la salud humana por contener sustancias carcinogénicas (como la fibra de vidrio que contiene altas cantidades de asbesto), es por eso que se ha elegido la lana de roca como material aislante, ya que el impacto ambiental generado en su fabricación es de los menores posibles, es químicamente neutra y no contiene productos corrosivos. Está clasificada como F0⁷, además dispone del certificado EUCB (*European Certification Board for Mineral Wool Products*)⁸, es decir, que su fabricación cumple la directiva europea 97/69/CE⁹, que considera las lanas minerales aislantes como materiales no peligrosos para la salud al cumplir las condiciones de biosolubilidad establecidas en la normativa. Además, la fabricación de la lana de roca no supone el agotamiento de recursos naturales, ya que la roca volcánica basáltica que se necesita se produce de forma natural y abundante con la actividad de los volcanes y la tectónica de placas¹⁰.

En el Monasterio se han llevado a cabo reformas de aislamiento en el Ladrang y en algunas estancias del Palacio, y se pretende seguir con la reforma en la totalidad del sistema, pero sin fechas estimadas. Teniendo en cuenta este aspecto y las características y estructura del edificio, la alternativa más factible a la hora de plantear la rehabilitación en el Monasterio sería el aprovechamiento del momento de las reformas necesarias tanto en las fachadas como en el tejado de los edificios para colocar los materiales de aislamiento térmico en las zonas interiores, ya que de esta manera se evitaría el impacto visual y paisajístico que supondría en un conjunto arquitectónico como el Monasterio. Además al ejecutarse en el interior, puede limitarse a una parte del inmueble intervenido sin necesidad de obra mayor y no se precisan

⁷ La clasificación como material F0 garantiza que este producto no emite ni humos ni gases contaminantes (página web de Rockwool Peninsular, 2009)

⁸ www.euceb.org

⁹ La Directiva 97/69/CE modifica a la Directiva 67/548/CEE, que hace referencia a las disposiciones legales, reglamentarias y administrativas en materia de clasificación, envasado y etiquetado de las sustancias peligrosas (www.boe.es)

¹⁰ Cada año, los volcanes del planeta y la tectónica de placas producen 38.000 veces más material rocoso del que se utiliza para fabricar la lana de roca.

sistemas de andamiaje que invadan la vía pública. Se podrá aprovechar la reforma también para sanear los muros de fábrica que muestren defectos o imperfecciones.

Así pues, el material escogido para la reforma es la “lana de roca” y el modelo seleccionado es **ALPHAROCK E-225** (figura 6.5) ya que por las posibilidades y facilidad de instalación, calidad, duración, respeto al medio ambiente y precio este es el modelo más recomendado por la propia empresa fabricante.



Figura 6. 5: Lana de roca ALPHAROCK E-225. **Fuente:** Compañía Rockwool. Fuente (www.rockwool.es).

Las características técnicas principales del material escogido se pueden consultar en el anexo 8.

Gracias a su estructura multidireccional (figura 6.5), la lana de roca contiene aire seco en su interior que constituye una barrera al flujo de calor, unido al bajo nivel de conductividad térmica de los filamentos de roca que la componen, hacen de este producto una herramienta clave para alcanzar un excelente nivel de confort térmico, consiguiendo así unas menores pérdidas de calor y su mantenimiento por todo el Monasterio y una disminución a su vez del consumo energético en calefacción y/o refrigeración (hasta un 30% según IDAE y ANDIMA, “ *Guía práctica de la energía para rehabilitación de edificios. El aislamiento es la mejor solución*”, 2008).

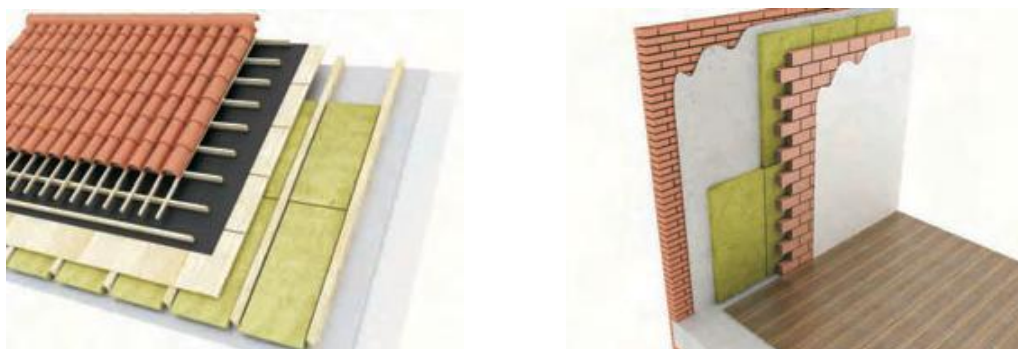


Figura 6. 6: Esquemas de aislamiento de tejados y de paredes con lana de roca. **Fuente:** Compañía Rockwool (www.rockwool.es)

La inversión económica necesaria para la instalación (tabla 6.9), supondrá un extra coste mínimo ya que se aprovecharía la rehabilitación del edificio para aplicar estas mejoras. Además, en este sentido sólo se deberían rehabilitar el Palacio y el restaurante ya que el Ladrang ya consta con aislamientos térmicos colocados en la última reforma realizada hace dos años.

Tabla 6. 9: Gasto total aislamiento de los tejados del Palacio Novella y Restaurante.

GASTO TOTAL AISLAMIENTO TEJADOS	
Superficie total tejado (m ²)	1.899
Precio m ² plancha lana de roca (€/m ²)	7,35
Total (€)	13.961

Fuente: SUMINISTROS RUFINO NAVARRO, S.L

Para el aislamiento térmico de las paredes, el coste del aislamiento se calcula a partir de los metros cuadrados de superficie exterior, es decir, los metros cuadrados de paredes menos los de las ventanas y puertas por el precio que tiene el metro cuadrado de la aplicación de la lana de roca, incluyendo la mano de obra (tabla 6.10).

Tabla 6. 10: Gasto total aislamiento de las paredes del Palacio Novella y Restaurante.

GASTO TOTAL AISLAMIENTO PAREDES	
Superficie exterior Palacio y Restaurante (m ²)	5.006
Superficie ventanas y puertas Palacio y Restaurante (m ²)	63
Precio m ² plancha lana de roca (€/m ²)	7,35
Total (€)	13.961

Fuente: SUMINISTROS RUFINO NAVARRO, S.L

Se ha estimado en un 30% la reducción del consumo energético de combustibles fósiles al instalar la lana de roca en paredes y tejados (IDAE, 2009).

A continuación se muestran los valores de consumo energético (tabla 6.11), ahorro económico (tabla 6.12) y de emisiones (tabla 6.13), antes y después de la rehabilitación.

Tabla 6. 11: Consumo energético antes y después de la reforma.

	Antes de la reforma (kWh/año)	Después de la reforma (kWh/año)	Ahorro (kWh/año)
Palacio	43.561	30.472	13.059
Restaurante	44.470	31.129	13.341

Fuente. Elaboración propia (2009).

Tabla 6. 12: Gasto económico en combustibles fósiles antes después de la reforma.

	Antes de la reforma (€/año)	Después de la reforma (€/año)	Ahorro (€/año)
Palacio	2.786	1.950	836
Restaurante	3.395	2.376	1.108

Fuente. Elaboración propia (2009).

Tabla 6. 13: Emisiones antes y después de la reforma.

	Antes de la reforma (kg CO ₂ /año)	Después de la reforma (kg CO ₂ /año)	Ahorro (kg CO ₂ /año)
Palacio	307.834	215.483	92.350
Restaurante	9.331	6.532	2.799

Fuente. Elaboración propia (2009).

El ahorro económico anual es de 1.854 €/año. Teniendo en cuenta el coste de la instalación que es de 50.292 €, el tiempo de amortización sería de unos 24 años aproximadamente.

6.3.2. Implantación de energías renovables para abastecer al Monasterio

En el siguiente apartado se hará una descripción de las posibilidades de abastecimiento energético del Monasterio a partir de la utilización de energías renovables y limpias que supongan una disminución de las emisiones de CO₂ que se derivan del uso de las energías convencionales que actualmente se consumen en el Monasterio.

Las medidas relacionadas con el uso de energías renovables son las siguientes:

1. Instalación de placas solares fotovoltaicas para generar electricidad de forma limpia y sin emisiones directas de CO₂.
2. Instalación de placas solares térmicas para la producción de agua caliente para uso sanitario (ACS) y calefacción.
3. Instalación de calderas y/o estufas de biomasa.

La generación de calefacción y de ACS en el Monasterio se consigue a través del uso de combustibles fósiles como el propano, el gasoil y el butano. En el 2009, según las facturas proporcionadas por el Monasterio el gasto anual de combustibles fósiles fue:

- 257 € butano/año (2 bombonas de butano al mes con un coste de 10,69 €/bombona)¹¹
- 903 € propano/año (8 bombonas de propano al mes a 9,41€/bombona).
- 3.902 € de propano/año en el Restaurante (el combustible se almacena en depósitos que son rellenados con el gas que se lleva en camión cisterna hasta el Monasterio).
- 5.675 € de propano/año en el Ladrang (se dispone del mismo sistema de almacenamiento que en el Restaurante).
- 2.100 €/año (se dispone de un depósito de gasoil de 1500l que se rellena dos veces al año, con lo que el consumo anual es de 3000l de gasoil).

El gasto anual de los combustibles fósiles utilizados en el Palacio es de 3.260€/año, de 3.902 €/año en el Restaurante y de 5.675€/año en el Ladrang, lo que comporta un total de 12.837€/año de coste de utilización de

¹¹ Los precios de todos los combustibles que aquí aparecen se han extraído del BOE núm. 236/09 y corresponden a la última revisión trimestral de precios de venta al público en octubre de 2009

combustibles fósiles en el Monasterio, que podría verse reducido con la implantación de dispositivos de captación y uso de energías renovables, como las placas solares térmicas o las calderas de biomasa; las posibilidades de implantación de estas tecnologías serán estudiadas en los siguientes apartados.

El consumo de electricidad puede abastecerse con la instalación de placas solares fotovoltaicas, que podrían ubicarse en las numerosas hectáreas que rodean al monasterio y que presentan características propicias para su instalación, tanto por su topografía como por su cercanía a los puntos de consumo, lo que reduce las pérdidas de energía en el transporte de la misma. Esta electricidad podría verse a la red eléctrica y obtener un beneficio económico gracias a la enorme diferencia que existe entre el precio de venta de la energía solar y el de compra de la electricidad a la empresa, que es 4 veces inferior (www.energy-spain.com, 2009).

La inversión económica que se destina al pago de las correspondientes facturas tanto de combustibles fósiles como de luz podrían reducirse si se optara por llevar a cabo las reformas que se están proponiendo a lo largo del presente trabajo, de manera que no únicamente supondrían un beneficio para el medio ambiente si no que también revertiría en beneficios económicos y fiscales para el Monasterio, es decir, que no sólo se ahorraría dinero si no que es posible que se obtuvieran reducciones a la hora del pago de impuestos fiscales.

Así pues, a continuación se presentan las propuestas dirigidas a la generación de toda la energía demandada para su uso en el monasterio a partir de fuentes renovables.

Instalación de placas solares fotovoltaicas

La energía solar es la energía obtenida mediante la captación de la luz y el calor emitidos por el sol. Recogiendo de forma adecuada esta radiación solar, podemos obtener calor y electricidad.

La producción de electricidad a partir de energía solar es posible con la instalación de placas solares fotovoltaicas. Las grandes superficies de que dispone el Monasterio hacen que la implantación de este tipo de tecnologías sea factible actualmente.

La entrada en vigor del nuevo Código Técnico de Edificación (CTE) en marzo de 2007, ha supuesto la base normativa necesaria para propiciar un impulso a la instalación de sistemas de aprovechamiento de energía solar, y es que durante el año 2009 el sol arrojó sobre la Tierra cuatro mil veces más energía de la que vamos a consumir. Concretamente, el Garraf, donde se encuentra el

monasterio, por su privilegiada situación y climatología, se ve particularmente favorecido para la instalación de estas tecnologías, ya que sobre cada metro cuadrado de suelo inciden unos 4'8 kWh al año¹².

Para elaborar esta propuesta es necesario estudiar las siguientes variables:

- Las características técnicas de la placa que se quiere instalar.
- El consumo anual de electricidad del monasterio, es decir, los kWh/año que se quieren producir con este tipo de tecnología
- La radiación solar anual media (kW/m²día) que incide en la zona donde se quiere implantar esta propuesta.
- Las amortizaciones económicas, energéticas y ecológicas de la implantación de las placas.

El tipo de placa que se ha escogido para hacer este análisis es la monocristalina, cuyas características técnicas, como la potencia, el tamaño, el precio unitario y el tiempo de vida medio se muestran en la tabla 6.14. Los rendimientos medios de cada tipo de placa, dependiendo de su material, se observan en la tabla 6.15. Para el presente análisis se ha escogido un rendimiento medio del 16%.

Tabla 6. 14: Características paneles fotovoltaicos elegidos.

Tipo de placa	Tensión máxima (V)	Potencia nominal (W)	Tamaño (m ²)	Precio unitario (€/placa)	Vida útil (años)
SOLARWORLD MONOCRISTALINO SW 230 Texturizado	20	230	1,677	1.897,5	40

Fuente: Compañía JHRoerden (2009).

Tabla 6. 15: Rendimientos de células solares de distintas tecnologías.

Tecnología	Rendimiento medio fabricación	Máximo obtenido
Silicio amorfo	5% - 7%	16%
Silicio policristalino	13,5% – 16,5 %	22%
Silicio monocristalino	15% - 18%	26%
Arseniuro de galio	25%	38%

Fuente: Col·legi d'Enginyers Tècnics de Barcelona.

La figura 6.3 muestra una representación del tipo de dispositivo que se ha escogido para proyectar la instalación de las placas fotovoltaicas.

¹² Dato obtenido a partir de la información del Atlas Climático de Cataluña, 2009.



Figura 6. 7: Placa FV de tecnología monocristalina. **Fuente:** BP Solar, modulo BP 7190.

La energía que se quiere producir debe abastecer el consumo eléctrico actual del Monasterio, que es de 171.154 kWh/año, así pues, siguiendo los cálculos establecidos en la fórmula anterior se ha calculado la superficie necesaria para la colocación de las placas fotovoltaicas. Los resultados de superficie necesaria, número de placas necesarias y coste de las mismas aparecen en la tabla 6.16.

Tabla 6. 16: Resultados sobre la instalación de las placas solares fotovoltaicas

Energía necesaria (kWh/año)	Superficie necesaria (m ²)	Placas necesaria	Precio unitario (€)	Coste placas (€)
171.154	614	367	1.898	696.383

Fuente: Elaboración propia (2009).

La amortización económica de la instalación de las placas, calculada a través del coste de la instalación y el ahorro económico anual se alcanzaría aproximadamente en 13 años. Para este cálculo se ha considerado la venta de la electricidad generada con las placas a la compañía eléctrica, que está obligada por ley a comprar toda la energía generada de forma limpia para abastecer al resto de los usuarios. El precio de venta de esta electricidad es de 0,41 €/kWh, mientras que la electricidad que consumieran los monjes deberían pagarla a 0,1 €/kWh, con lo que se obtendría un beneficio económico anual de 54.342 €, lo que genera que la instalación fotovoltaica se amortice económicamente en 13 años. Este período ha sido estimado al alza ya que no se han tenido en cuenta las posibles subvenciones a las que se podría optar.

Una vez instaladas y en funcionamiento las placas solares fotovoltaicas, las emisiones de CO₂ derivadas de la producción de electricidad serán nulas, ya

que las placas permiten generar energía a partir del sol de forma limpia, por lo que las emisiones anuales de CO₂ del Monasterio se reducirían en 68.462 kg CO₂, sin embargo, la tecnología fotovoltaica no es una tecnología 100% limpia, ya que en el proceso de fabricación y posterior gestión del residuo al final de su vida útil, se consumen grandes cantidades de energía (ACV). Aunque todavía pasarán unos años antes de que una parte importante de módulos fotovoltaicos finalice su ciclo de vida. Ya existe un programa europeo, PV Cycle (www.pvcycle.org), que garantiza la recogida de los módulos y el reciclaje de un 85% de sus desechos.

La pregunta sería entonces ¿Cuánto tarda una placa solar en compensar la energía utilizada en su producción? Este dato es el que se conoce como tasa de recuperación energética, que en el caso de España se estima en una media de dos años, según un estudio de la Agencia Internacional de Energía¹³. Estos datos corresponden a lo que se denominarían amortizaciones energética y ecológica, conceptos que se tratarán de desarrollar al final del apartado.

Instalación de placas solares térmicas para la generación de la energía necesaria para la calefacción y el ACS.

Al igual que en el caso de la electricidad, el consumo de energía para la calefacción y el ACS puede obtenerse de forma limpia, con un impacto ambiental casi nulo. La forma de conseguir un suministro de calor sin emisiones de CO₂ pasa por la instalación de placas solares térmicas, que aprovechan el calor del sol para calentar un fluido (normalmente agua) que es almacenado o llevado directamente al punto de consumo.

Actualmente, la generación de la calefacción y del ACS en el Monasterio se hace a través del uso de combustibles fósiles como el propano, el gasoil y el butano, lo que supone un gasto económico importante que podría verse reducido con la utilización de la tecnología termosolar.

En el siguiente apartado se proyectará la generación de todo este consumo, actualmente procedente de energías altamente contaminantes, a partir de energías limpias y sin emisiones de CO₂ derivadas.

La placa solar térmica elegida para el análisis de esta propuesta (figura 6.8) junto a sus características térmicas se presenta a continuación en la tabla 6.17:

¹³ <http://energyconsulting.wordpress.com>

Tabla 6. 17: Características captador solar térmico.

Área total (m ²)	Área absorbedor (m ²)	Peso en vacío (kg)	Contenido de fluido (l)	Material absorbedor	Material aislamiento térmico	Material carcasa
2,6	2,4	49	1,6	Cobre	Lana de vidrio	Aluminio anodizado

Fuente: Elaboración propia (2009).

**Figura 6. 8:** Captador solar térmico AS020. **Fuente:** www.catálogosolar.com

El uso de combustibles fósiles en el Monasterio supone un gasto energético de 178.604 kWh al año, que se quiere sustituir con la captación de energía solar. Utilizando la fórmula especificada en el apartado de la diagnosis de la metodología, los resultados de superficie necesaria, número de placas y coste de las mismas aparecen en la tabla 6.18.

Cada una de las placas tiene una superficie del absorbedor de 2,4 m², pero el tamaño total de una placa, teniendo en cuenta la superficie del absorbedor y la carcasa, es de 2,6 m². Esta diferencia se ha tenido en cuenta a la hora de calcular la superficie necesaria para la colocación de las placas.

Tabla 6. 18: Resultados sobre la instalación de las placas solares térmicas.

Producción energética necesaria (kWh/año)	Superficie necesaria (m ²)	Placas necesarias (Uds.)	Precio unitario (€)	Coste placas (€)
178.604	256	98	704	68.867

Fuente. Elaboración propia (2009).

El precio de cada una de las placas es de 704 €/placa esto supone una inversión económica inicial de 68.867 €.

El tiempo de amortización económica se ha calculado a partir de esta inversión inicial y el gasto actual del Monasterio en combustibles fósiles (12.837€), siendo de unos 5 años aproximadamente, sin aplicar la reducción

del coste inicial que supondría la obtención de subvenciones al realizar esta actuación.

La utilización de esta tecnología conseguiría reducir las emisiones de CO₂ derivadas del uso de combustibles fósiles a 0, es decir, se dejarían de emitir a la atmósfera 38.037 kg de CO₂ cada año, sin embargo, al igual que en el caso de las placas fotovoltaicas, la producción y posterior gestión del residuo que suponen las placas solares térmicas tienen costes energéticos importantes.

La instalación de las placas solares térmicas es una muy buena opción desde el punto de vista económico para acabar con la dependencia de los combustibles fósiles a la hora de generar calefacción, ya que el coste de instalación no es demasiado elevado y la amortización de la inversión inicial se alcanza en tan solo 5 años. Sin embargo, desde el punto de vista energético esta no sería la mejor opción, ya que el uso de calefacción no es un consumo constante durante el año, si no que tiene máximos en los meses de invierno y en las épocas estivales el uso de calefacción es nulo. La implantación de este tipo de tecnología significaría que en verano, el Monasterio estaría generando y disipando una energía que no necesita y es posible que en invierno las placas no produjeran energía suficiente para generar toda la calefacción necesaria para mantener una temperatura confortable en el interior del edificio.

Por esta razón, en el apartado que sigue, se presenta una nueva posibilidad de calentar el edificio y generar ACS sin necesidad de combustibles fósiles ni emisiones de gases contaminantes, se trata de la utilización de la biomasa.

Instalación de calderas y/o estufas de biomasa.

Los sistemas de energía por biomasa aprovechan el calor generado por la combustión de materiales orgánicos como leña y carbón vegetal, o preparados para la combustión, como los denominados pellets, transmitiéndolo a las conducciones de agua que alimentan el sistema de calefacción y ACS (IDAE, 2009).

La utilización de biomasa forestal procedente de la zona del Parque del Garraf para abastecer la demanda energética del Monasterio no sería viable actualmente, ya que no se realiza ningún tipo de poda especial destinada a la producción de biomasa. Además, la falta de una central de biomasa cercana que pueda llevar a cabo el tratamiento de la masa forestal extraída del Parque imposibilita su gestión y encarece económica y ambientalmente el transporte hasta el Monasterio, es por eso que a continuación se estudiará la instalación de calderas de biomasa para sistemas de calefacción y ACS que utilizarán pellets como combustible.

Los pellets se distribuyen a domicilio, son fáciles de conseguir y presentan múltiples ventajas frente a otros tipos de combustibles que se detallan a continuación:

- **Económicas:** El precio es más estable, pues no depende de cotización internacional como el gas o el petróleo.
- **Facilidad de automatización:** Al ser un material granulado se comporta como un líquido, permitiendo a las estufas y calderas la capacidad de regulación automática, siendo la propia máquina la que añade material según la demanda de energía.
- **Reducción de espacio:** Al presentar un tamaño reducido, debido a su alto poder calorífico y densidad energética¹⁴, la estufa o caldera también reduce su tamaño.
- **Seguridad:** El almacenaje no presenta riesgo de explosión, no es volátil ni provoca olores, fugas o vertidos. Los pellets no son tóxicos, ni ellos ni las cenizas resultantes de la combustión, que incluso se pueden utilizar como fertilizante.
- **Beneficios ambientales:** En la fabricación de pellets se utilizan como materia prima virutas de carpinterías principalmente, este subproducto es un residuo que de otra manera sería quemado.

Además, el tipo de caldera que funciona a partir de este combustible es más sostenible que la caldera convencional que funciona con gas natural o gasoil. Por una parte debido a que la biomasa como combustible, está catalogada como de emisión de CO₂ neutro, dado que el CO₂ emitido en la combustión es igual a la cantidad fijada durante su crecimiento. A este hecho hay que sumarle una menor emisión de aerosoles por parte de este tipo de calderas por los sistemas de recirculación de aire que implementan (www.catalogosolar.com).

Considerando que el poder calorífico de los pellets es de 4,9kWh/kg y que su precio es de aproximadamente 0,14€/kg (www.factorpellet.com, diciembre 2009), se ha seleccionado un tipo de caldera de pellets media (figura 6.9) cuyas características técnicas aparecen en el anexo 9.

¹⁴ El poder calorífico del pellet alcanza las 4.200 kcal/kg, con una densidad energética de 3000 – 3.400 KWh/m³ (www.lansolar.com)



Figura 6. 9: Caldera de pellets Attack. **Fuente:** www.catalogosolar.com.

A partir de estos datos y teniendo en cuenta que el consumo de combustibles fósiles del Monasterio es de 178.604 kWh/año, se han obtenido los kilogramos de pellets anuales necesarios para abastecer esta demanda y el gasto anual de la adquisición de este tipo de combustible (tabla 6.19).

Tabla 6. 19: Consumo y gasto anual de pellets.

CONSUMO ANUAL DE PELLETS EN EL MONASTERIO	
Pellets necesarios (kg/año)	36.500
Gasto anual en pellets (€/año)	5.103

Fuente. Elaboración propia (2009).

Teniendo en cuenta los datos de la tabla 6.19, la inversión el primer año es de 10.143 €, aún así se obtiene un ahorro de 2.694 € el primer año, calculado a partir de la diferencia de la inversión de compra de la caldera más lo que cuestan los pellets necesarios para la calefacción y ACS, del coste anual en combustibles fósiles destinados a este uso. El segundo año el ahorro es de 7.734 € ya que solo se tiene en cuenta el coste de los pellets y la compra de la caldera ya no se considera. Si se suma el ahorro de los dos primeros años se obtiene un total de 10.428 €, con lo que ya estaría amortizada la compra de la caldera de biomasa.

A partir de los datos de la tabla 6.20, se ha obtenido como resultado una amortización económica de 3 años en el Palacio, 2 años en el Restaurante y de año y medio en el Ladrang, aproximadamente.

Tabla 6. 20: Consumo y gasto anual de pellets.

CONSUMO ANUAL DE PELLETS EN EL MONASTERIO			
Subsistema	Consumo anual (kWh/año)	Pellets necesarios (kg/año)	Gasto anual en pellets (€/año)
Palacio	50.070	10.218	1.431
Restaurante	51.115	10.432	1.460
Ladrang	77.419	15.800	2.212

Fuente. Elaboración propia (2009).

Producción de energía a partir de la minieólica.

El abastecimiento de la demanda eléctrica del Monasterio a partir de la generación eólica es otra de las opciones que se pueden barajar a la hora de buscar alternativas al uso de fuentes de energía no renovables.

El Monasterio está rodeado de hectáreas de tierra en las que es posible instalar molinos de viento que generen de forma limpia energía eléctrica, sin embargo, la cercanía de núcleos de población y las consideraciones de la zona como refugio de la fauna salvaje, de espacio de interés natural (PEIN) y Lugar de Interés Comunitario (LIC), entre otras figuras de protección de que consta la zona, hacen poco recomendables la instalación de los aerogeneradores. Por este motivo, la mejor alternativa para la aerogeneración de electricidad es la instalación de generadores minieólicos, pequeños molinos capaces de generar energía a no muy altas velocidades de viento y que se pueden instalar en los tejados de los edificios sin generar impactos negativos sobre el medio ambiente, la fauna ni la población cercana.

A partir de las características ambientales propias de la zona (velocidad media y dirección del viento) se ha escogido el modelo de aerogenerador AVX400, (catalogosolar.com, 2009), con el que se debería cubrir todo el consumo eléctrico de 171.154,4 kWh/año, por lo que se requerirían 257 unidades para abastecer este consumo.

En la tabla 6.21 se muestran los valores del coste de instalación y los molinos necesarios para cubrir el consumo eléctrico.

Tabla 6. 21: Aerogeneradores necesarios y coste económico de la instalación.

AEROGENERADORES Y COSTE DE LA INSTALACIÓN	
Aerogeneradores necesarios	257
Coste (€)	398.820

Fuente: Elaboración propia a partir de los datos de la página web catálogo solar (2009).

Como se puede ver en la tabla 6.21, el coste de instalación de los molinos necesarios para cubrir las necesidades energéticas del Monasterio es muy alto. Por considerarse totalmente inviable económicamente y fuera del alcance de las posibilidades del Monasterio, no se tendrá en cuenta esta posibilidad. Además, la velocidad del viento en la zona es suficiente para la instalación de estos molinos, pero con variaciones estacionales que podrían generar problemas en el abastecimiento de electricidad en momentos de menor velocidad eólica.

6.3.3 Análisis del ahorro energético gracias a la mejora de la eficiencia energética

La instalación de bombillas de tecnología LED, la colocación de las ventanas con rotura de puente térmico y la utilización de la lana de roca como aislante son medidas dirigidas al aumento de la eficiencia energética, cada una de las cuales contribuye en distinta medida al ahorro energético.

En este apartado se realiza el cálculo del ahorro energético de cada uno de las medidas explicadas en los puntos anteriores.

Instalación de las bombillas LED

Una vez sustituidas las bombillas incandescentes y halógenas por las nuevas bombillas propuestas, el consumo de electricidad para iluminación se reduciría desde los 85.308 kWh/año a los 65.230 kWh/año, esto significaría que la instalación de placas solares fotovoltaicas que se propuso generaría más energía de la que el monasterio necesita, con las ventajas económicas que esto supone. Concretamente, si la instalación fotovoltaica que se proyectó generaba 171.155 kWh/año y el consumo eléctrico después de la reforma es de 151.076 kWh/año, esto hace que el Monasterio genere 20.079 kWh/año de más.

Colocación de los dispositivos de aislamiento térmico

La colocación de las ventanas y la lana de roca reduciría el consumo de combustibles fósiles de 178.604 kWh/año a 64.117 kWh/año, con la respectiva disminución de las emisiones de CO₂ asociadas a este consumo.

En el caso de la energía para usos térmicos, la generación de un superávit supondría que se estaría disipando energía innecesaria y que ningún otro usuario podría aprovechar. Por este motivo, la cantidad de energía calculada que debería generarse a partir de fuentes renovables como la biomasa es de

los 64.117 kWh/año que se han calculado. Así pues, se necesitarían 13.085 kg de pellets al año, que supondrían un gasto de 1.832 € anuales. El coste de la caldera, 5.040 € también debe tenerse en cuenta para calcular la amortización económica, que se alcanzaría en menos de 2 años.

6.3.4. Resultado: Sakya Tashi Ling es un edificio *Energía Plus*

El resultado de la implementación de todas las medidas anteriores hace que el Monasterio sea un edificio generador de más energía de la que necesita, que vierte a la red electricidad producida a partir de una fuente renovable como es el sol. Esto significa que el Monasterio no solo no generaría emisiones de CO₂ derivadas del uso de energía sino que contribuiría a que otros usuarios emitieran menos gases con efecto invernadero.

6.3.5. Coste económico y amortización del primer escenario

El coste económico de la implantación de todas estas medidas es de 798.521 €. En cuanto a la amortización económica de este escenario, se alcanzaría en poco menos de 11 años.

La consecución de este primer objetivo, que transformaría al Monasterio en un edificio “Energía Plus”, supone unas inversiones económicas iniciales muy elevadas que, al menos de momento, la hacen inviable en el Monasterio objeto de este proyecto, por esta razón, seguidamente se presentan otras opciones más viables económicamente, aunque quizás menos ambiciosas desde el punto de vista ambiental.

6.4. SEGUNDO ESCENARIO: EL MONASTERIO COMO “EDIFICIO ENERGIA 0”

En el segundo de los escenarios que se presentan, se analizará la posibilidad de que el monasterio se convierta en un edificio pasivo de tipología “Energía 0” (EEC), en otras palabras, que la energía que se consume proviene del propio edificio generándose a partir de fuentes de energías renovables.

Así pues, en este escenario se estudiarán las medidas de mejora de eficiencia energética y aprovechamiento de energías renovables necesarias para conseguir esta transformación.

Aunque los edificios “Energía 0” siguen siendo poco frecuente en los países desarrollados, están ganando importancia y popularidad debido principalmente a los ahorros económicos que se pueden obtener a largo plazo en este tipo de edificaciones y a que parecen ser una solución potencial a los problemas sociales y ambientales del uso y dependencia de la energía fósil para la habitabilidad de las viviendas, en un escenario de crisis energética, precios crecientes y agotamiento del recurso fósil.

Análisis de la necesidad de las energías renovables después de mejorar la eficiencia.

La reducción del consumo eléctrico que supondría la sustitución de las bombillas tradicionales por las LED supone la necesidad de una instalación fotovoltaica menor, reduciendo el espacio necesario para su colocación y la inversión económica inicial.

La instalación de las LEDs supone un ahorro de electricidad de **20.079 kWh/año**. El resto del consumo eléctrico del Monasterio es el que corresponde a la utilización de los aparatos eléctricos, pero para estos no se han propuesto mejoras debido a que la mayoría de los existentes ya eran de clase A, es decir, de los más eficientes que existen actualmente en el mercado. De esta manera, el consumo eléctrico del Monasterio una vez sustituidos los dispositivos de iluminación es de **151.076 kWh/año**, por lo que el número de placas solares fotovoltaicas necesarias respecto al primer escenario se reduce. Los datos calculados aparecen en la tabla 6.22.

Tabla 6. 22: Placas necesarias para abastecer el consumo una vez mejorada la eficiencia energética.

Energía producida (kWh/año)	Superficie necesaria (m ²)	Placas necesarias (unidades)	Coste placas (€)
151.076	543	323	612.892

Fuente: Elaboración propia (2009).

En el caso de la generación de la calefacción y ACS, ya se calculó en el escenario anterior la cantidad anual necesaria de pellets, su coste económico y amortización para la caldera de biomasa una vez implementadas las medidas de la mejora del aislamiento térmico del edificio, ya que este tipo de energía no se puede exportar fuera del edificio de forma que sea aprovechable por usuarios secundarios. Así pues, los cálculos anteriores son válidos para este escenario.

6.4.1. Coste económico y amortización del segundo escenario

Conseguir que el monasterio genere justamente la energía que necesita una vez mejorada la eficiencia energética del edificio y por lo tanto hacer de él un edificio de tipo “Energía 0”, tendría un coste económico total de 715.030 €, con una amortización muy similar a la del primer escenario que se planteó, con una diferencia de unos pocos meses, alrededor de 10 años y medio. Esta inversión seguiría siendo demasiado elevada como para poder ser acometida a corto plazo, de manera que a continuación se plantea la posibilidad de un tercer escenario con un coste económico menor, aunque los beneficios para el medio ambiente que supondrán estas propuestas también serán menores.

6.5. TERCER ESCENARIO: CUMPLIMIENTO DE UN TRIPLE OBJETIVO: “PLAN 20/20/20 PARA EL 2020”

Pese a la vocación conservacionista y de respeto a la naturaleza de la congregación del monasterio Sakya Tashi Ling, la realidad es que llegar a tener un edificio íntegramente pasivo energéticamente hablando es muy difícil al menos a corto plazo. Por este motivo, se quiere analizar en este tercer escenario, la posibilidad de reducir significativamente el impacto de la utilización de energía en el Monasterio con unos costes económicos más realistas y viables.

El objetivo de la tercera propuesta es el conocido como “20/20/20 para el año 2020”.

El año 2007 supuso un punto de inflexión en la lucha por proteger el planeta e intentar decelerar los cambios que el clima ha estado padeciendo en las últimas décadas. El cambio climático y los efectos que el consumo de energía tiene en el medio ambiente global están cada vez más presentes en las agendas políticas europeas, gracias a que la comunidad científica y la opinión pública han situado este problema entre las principales preocupaciones de la sociedad.

Este aumento de la concienciación por el medio ambiente y el clima se reflejó en la Comisión Europea de enero de 2007 en una serie de propuestas presentadas y en el hecho de que todos los jefes de estado de la Unión Europea se comprometieron a implementar en sus correspondientes países el paquete de medidas “*Energía para un mundo que cambia*”, lo que significa que los Jefes de Estado y de Gobierno se comprometieron a reducir en un 20% las emisiones de CO₂, aumentar en un 20% la energía que procede de fuentes renovables y a que la eficiencia o rendimiento energético aumente en un 20%; todo esto con una fecha límite, el año 2020.

El aumento de la eficiencia energética es uno de los puntos clave en la reducción de las emisiones de CO₂, y es que el consumo de energía en los edificios residenciales y comerciales representa aproximadamente el 40% del consumo total de energía final y el 36% de las emisiones totales de CO₂ de la Unión Europea.

En cuanto a las energías renovables, el paquete de medidas “*Energía para un mundo que cambia*” prevé subvenciones y ayudas a los países que tengan mayores dificultades. En este sentido, la Comisión Europea colabora con el Banco Europeo de Reconstrucción y Desarrollo (BERD) para crear una iniciativa de financiación de la UE para las energías sostenibles.

El actual plan 20/20/20 que tiene vigencia hasta 2012, será revisado a lo largo de 2009 con la finalidad de presentar un plan de acción revisado en el que se considere la posibilidad de establecer porcentajes de reducción más restrictivos. Por el momento esta revisión no se ha llevado a cabo, así que los porcentajes que se aplicarán a la propuesta seguirán siendo del 20%.

A continuación, se presentarán dos posibles vías para la consecución de los objetivos que se acaban de detallar, con las que se conseguirá reducir las emisiones de CO₂ en una proporción mayor que el 20%.

La primera de las vías consiste en la generación del 20% de la energía consumida en el monasterio a partir de la instalación de placas solares fotovoltaicas que generen electricidad. La segunda vía se basa en la generación del 20% de la energía con una caldera de biomasa alimentada con pellets como la que se ha presentado anteriormente en este mismo apartado.

El cálculo de los costes de cada una de las vías, de la amortización económica y de las emisiones de CO₂ que se evitarían en cada caso, permitirá hacer una elección de cuál es la mejor alternativa para el Monasterio. El estudio de las diferentes posibilidades que existen para cumplir un mismo objetivo, tiene por objeto dar prioridad a aquellas alternativas que tengan un menor coste efectivo de oportunidades para la generación de energías limpias.

6.5.1 Primera opción: Consumo de 20% de energía procedente de los paneles solares fotovoltaicos.

Como primera propuesta se proyectará la colocación de placas solares fotovoltaicas para abastecer parte de la demanda eléctrica del Monasterio, concretamente el 20 % de la demanda de electricidad. Estas placas deberían instalarse en una zona cercana al Monasterio (figura 6.10), para reducir al máximo las pérdidas de energía que se producen en el transporte de la misma. El área en que se ha proyectado la colocación de estas placas es la zona del parking que se encuentra enfrente de la fachada principal del Monasterio.

Las placas se instalarían sobre una pérgola que cumpliera una doble función: la pérgola haría de soporte físico de los captadores solares y a la vez se generaría sombra sobre los coches aparcados y se protegería de la lluvia las motos, muy numerosas en el Monasterio debido a que la mayoría de los monjes se desplazan en sus salidas en este tipo de vehículo. Además, la zona elegida está muy cercana a los puntos de consumo y su orientación es hacia el sur, lo que la convierte en el área más propicia para la colocación de los captadores solares.

Del consumo energético anual que es de 350.000 kWh/año, se busca la generación de tan sólo el 20%, lo que en términos absolutos supone unos 70.000 kWh/año, que deberían ser suministrados con energía fotovoltaica.

Las placas que se proponen colocar son las mismas que se han utilizado para las propuestas de los escenarios anteriores.

El número de placas, la superficie necesaria y el coste económico total de la propuesta se detallan a continuación:

Tabla 6. 23: Resultados sobre la instalación de las placas solares fotovoltaicas.

20% consumo anual	Placas necesarias (unidades)	Superficie necesaria (m ²)	Coste económico (€)
70.000	150	251	284.625

Fuente: Elaboración propia (2009).

La energía producida sería vertida a la red eléctrica y comprada por la compañía suministradora de la electricidad a un precio 4 veces superior al precio que el Monasterio paga la electricidad que consume. De esta manera, el Monasterio compra la electricidad a un precio muy inferior al de venta, obteniendo un ahorro económico anual de 22.190 €

Esta instalación se amortizaría económicamente en 13 años aproximadamente, calculado a partir del ahorro económico anual en electricidad y el coste inicial de la instalación. Además se evitaría la emisión de 28.000 kg de CO₂ al año, es decir, se reducirían en un 6 % las emisiones de CO₂.

Aumento de la eficiencia en un 20%.

El segundo de los objetivos es el aumento de la eficiencia energética en un 20%, para conseguirlo se propone la sustitución de los dispositivos de iluminación del Palacio (ya que este es el subsistema que presenta un mayor consumo de electricidad para la iluminación) por dispositivos LED, cuyas características y capacidades de ahorro energético se especificaron en apartados anteriores. Este cambio supone un aumento de la eficiencia en un porcentaje del 5%, si se compara el ahorro energético que conlleva la utilización de LEDs con el consumo total de energía del Monasterio.

El coste económico de esta propuesta es de 10.792 €, inversión que se amortizaría en tan solo 3 años, y que evitaría la emisión de 6.606,6 kg de CO₂ en un año, es decir, se reducirían en un porcentaje del 1,4 %.

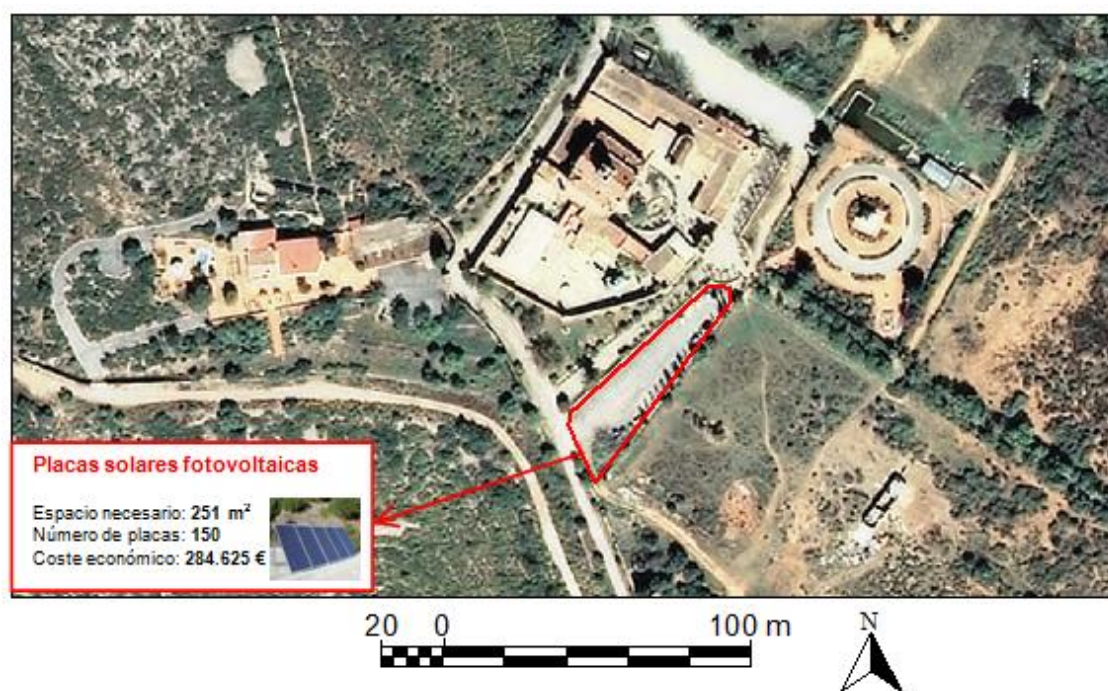


Figura 6. 10: Propuesta de colocación de placas fotovoltaicas. **Fuente:** Elaboración propia a partir del ICC (2009)

La segunda propuesta para el aumento de la eficiencia consiste en la instalación de ventanas con características como la rotura de puente térmico, de la que ya se habló en los anteriores escenarios.

El coste económico de la colocación de las ventanas es de 32.581,15 €, si se tiene en cuenta el ahorro energético y económico que suponen estas ventanas la amortización económica de la inversión inicial se alcanza en 9 años aproximadamente. En cuanto a las emisiones de CO₂, éstas se reducirían en un 48% respecto a las que se generan cuando el edificio está mal aislado, o lo que es lo mismo, se evitaría la emisión de 215.000 kg de CO₂ al año.

El aumento de la eficiencia energética que produce esta propuesta es del 15%, lo que sumado al 5% que conlleva la sustitución de las bombillas por LEDs, hace que se alcance el segundo de los objetivos del tercer escenario que se propone en este proyecto.

Disminución de las emisiones de CO₂ de al menos un 20%.

El tercero de los objetivos del *Plan 20/20/20* es el la disminución de las emisiones de CO₂ al menos en un 20%. Teniendo en cuenta las actuaciones propuestas, se reduciría la emisión de CO₂ en un 48% gracias a la colocación y cambio de ventanas en el Restaurante y el Palacio. El cambio de las bombillas

a LEDs en el Palacio tiene como resultado la disminución de la emisión de CO₂ en un 1,4% y en un 6 % la instalación solar fotovoltaica.

Se puede observar como la disminución total de emisiones de CO₂ a la que se llegaría aplicando estos cambios es del 55%, porcentaje con el que se cumpliría con creces el objetivo mínimo de reducción del 20%. En términos absolutos, se estaría hablando de evitar la emisión de 249.606 kg de CO₂ al año, es decir, que se reducirían la emisiones derivadas del consumo de energía del Monasterio casi a la mitad.

Coste económico y amortización económica de la primera opción del tercer escenario.

La inversión económica que sería necesaria para la implementación de todos estos cambios que permitan alcanzar el triple objetivo del *Plan 20/20/20* asciende aproximadamente a 327.998 € y la amortización económica se alcanzaría en 12 años aproximadamente.

Esta inversión, aunque elevada, podría ser asumida por los responsables del Monasterio, ya que existen muchas ayudas económicas y subvenciones tanto para la implantación de sistemas de captación de energías renovables como para la rehabilitación de los edificios. Algunas de ellas aparecen en el apartado de antecedentes que precede a la presente diagnosis.

6.5.2. Segunda opción: Consumo de un 20% de energía generada con una caldera de biomasa

Para la consecución del primero de los tres objetivos que constituyen este tercer escenario se propone la instalación de una caldera de biomasa alimentada con pellets, que genere toda la energía necesaria para la calefacción y ACS que se consume en el subsistema Ladrang. Este consumo energético constituye el 22% del consumo energético total de todo el Monasterio, por lo que, con una sola actuación se cumpliría el primer objetivo del *Plan 20/20/20*.

La caldera de biomasa que se propone colocar es aquella cuyas características aparecen en la tabla 6.24, y el material para su funcionamiento también, por lo que no se volverán a mostrar las características, aunque si los resultados de los cálculos necesarios para obtener los costes, amortización y ahorro de emisiones de CO₂, que aparecen en la siguiente tabla:

Tabla 6. 24: Resultados para la generación de energía con biomasa.

Energía generada (kWh/año)	Pellets necesarios (kg/año)	Coste pellets (€/año)
77.419	15.800	2.212

Fuente: Elaboración propia (2009)

La instalación de este tipo de caldera abastecería completamente el edificio del Ladrang de calefacción y ACS sin emisiones directas de CO₂, al eliminarse por completo la dependencia y utilización de combustibles fósiles para tal fin.

Teniendo en cuenta el coste de la caldera de biomasa que es de 5.040 € y la inversión anual en pellets que es de 2.212 €, hacen que el coste de esta primera actuación sea de 7.252€. Si comparamos esta inversión con el ahorro económico que supone dejar de consumir los todos los combustibles fósiles que se requerían para la calefacción y ACS, la amortización económica de la colocación de la caldera se alcanza en poco más de un año.

En cuanto a las emisiones de CO₂, estas se reducirían en 16.249 kg de CO₂/año, lo cual supone una reducción muy importante de la generación de gases con efectos contaminantes.

Como se puede observar, esta propuesta no solo es muy beneficiosa desde el punto de vista ambiental por la reducción de las emisiones de CO₂, sino también desde el punto de vista económico, y es que, con la caldera de biomasa que se propone instalar en el Ladrang el ahorro económico es muy importante; se pasaría de tener que invertir 5.675 € anuales para la calefacción y el ACS a necesitar solamente 2.212 € para la compra de los pellets necesarios, es decir, se ahorra casi un 60%.

Aumento de una 20% de la eficiencia energética.

El segundo de los objetivos es el aumento de la eficiencia energética en un 20%, para conseguirlo se propone la sustitución de los dispositivos de iluminación del Palacio (ya que este es el subsistema que presenta un mayor consumo de electricidad para la iluminación) por dispositivos LED, cuyas características y capacidades de ahorro energético se especificaron en apartados anteriores. Solamente este gesto supone un aumento de la eficiencia en un porcentaje del 5%, si se compara el ahorro energético que conlleva la utilización de LEDs con el consumo total de energía del Monasterio.

El coste económico de esta propuesta es de 10.792 €, inversión que se amortizaría en tan solo 3 años, y que evitaría la emisión de 6.606 kg de CO₂ en un año, es decir, se reducirían en un porcentaje del 1,4 %.

La segunda propuesta para el aumento de la eficiencia consiste en la instalación de ventanas con características como la rotura de puente térmico en aquellos lugares donde no existan o estén en mal estado.

Las zonas en que se deberían sustituir las ventanas son los subsistemas Palacio y Restaurante, ya que son los que presentan las mayores deficiencias en cuanto al aislamiento, y las ventanas que se encuentran no aíslan eficientemente los edificios. En el caso del Ladrang no sería necesaria la reforma, puesto que este edificio ya consta de mecanismos de aislamiento térmico que se colocaron en la última reforma de 2007.

El aumento de la eficiencia energética que produce esta propuesta es del 15%, lo que sumado al 5% que conlleva la sustitución de las bombillas por LEDs, hace que se alcance el segundo de los objetivos del tercer escenario que se propone en este proyecto.

El coste económico de la colocación de las ventanas es de 32.581,15 €, si se tiene en cuenta el ahorro energético y económico que suponen estas ventanas la amortización económica de la inversión inicial se alcanza en 9 años aproximadamente. En cuanto a las emisiones de CO₂, éstas se reducirían en un 48% respecto a las que se generan cuando el edificio está mal aislado, o lo que es lo mismo, se evitaría la emisión de 215.000 kg de CO₂ al año.

Reducción de las emisiones de CO₂ al menos en un 20%.

Teniendo en cuenta las actuaciones propuestas, se reduciría la emisión de CO₂ en un 48% gracias a la colocación y cambio de ventanas en el Restaurante y el Palacio. El cambio de las bombillas a LEDs en el Palacio tiene como resultado la disminución de la emisión de CO₂ en un 1,4% y la sustitución de los combustibles fósiles por una caldera de biomasa en el Ladrang en un 3,6 %.

Así pues, la disminución total de emisiones de CO₂ a la que se llegaría aplicando estos cambios es del 53%, porcentaje con el que se cumpliría con creces el objetivo mínimo de reducción del 20%. En términos absolutos, se estaría hablando de evitar la emisión de 238.400 kg de CO₂ al año, es decir, que se reducirían la emisiones derivadas del consumo de energía del Monasterio casi a la mitad.

Coste económico y amortización del tercer escenario.

La inversión económica que sería necesaria para la implementación de todos estos cambios que permitan alcanzar el triple objetivo del *Plan 20/20/20* asciende aproximadamente a 50.625 €. Para el cálculo del coste de la

implementación de las medidas incluidas en este escenario no se han tenido en cuenta las posibles subvenciones a las que podría optar el Monasterio, las cuales reducirían la inversión inicial reduciendo además el tiempo de amortización económica, que, para el conjunto de todas las actuaciones propuestas sería de menos de 5 años.

Así pues, con la aplicación de este escenario no sólo se cumplen los tres objetivos que se plantearon al comienzo de este apartado sino que además es la alternativa más viable desde el punto de vista económico de las que se pueden plantear para reducir el consumo energético y las emisiones de CO₂ del Monasterio y es que, las medidas que se han propuesto son las que presentan una inversión inicial menor y que suponen un ahorro energético mayor, por lo que el tiempo de amortización es pequeño respecto a otras medidas posibles. Pero además de tratarse de las medidas que menor coste inicial presentan también suponen una reducción de emisiones de gases contaminantes nada despreciable.

Por todas estas razones, este último escenario debería ser implantado en el Monasterio, ya que es económicamente viable y se reduce en gran medida el impacto que la utilización de los edificios genera sobre el medio ambiente.

6.6. Tabla resumen de los tres escenarios propuestos

Escenario	Actuaciones propuestas	Coste económico (€)	Reducción consumo energético	Reducción emisiones de CO ₂	Amortización económica (años)
1er escenario: "Edificio Energía Plus"	<ul style="list-style-type: none"> Sustitución de bombillas tradicionales por LEDs. Instalación de ventanas con rotura de puente térmico y vidrio tipo "Climalit". Colocación de lana de roca como aislante térmico en paredes y tejados. Instalación de placas fotovoltaicas que abastezcan un consumo eléctrico mayor que el del Monasterio. Instalación de una caldera de biomasa que abastezca de la energía necesaria para la generación de calefacción y ACS. 	798.521	Se consigue reducir a 0 el consumo energético	Se producen emisiones negativas de CO ₂	11
2º escenario: "Edificio Energía 0"	<ul style="list-style-type: none"> Sustitución de bombillas tradicionales por LEDs. Instalación de ventanas con rotura de puente térmico y vidrio tipo "Climalit". Colocación de lana de roca como aislante térmico en paredes y tejados. Instalación de placas fotovoltaicas que abastezcan el consumo eléctrico del Monasterio Instalación de una caldera de biomasa que abastezca de la energía necesaria para la generación de calefacción y ACS. 	715.030	Se consigue reducir a 0 el consumo energético	Las emisiones de CO ₂ son nulas	10,5
3er escenario: 20/20/20 Opción A	<ul style="list-style-type: none"> Instalación de placas fotovoltaicas que generen el 20% de la energía consumida en el Monasterio. Sustitución de bombillas tradicionales por LEDs en el subsistema Palacio. Instalación de ventanas con rotura de puente térmico y vidrio tipo "Climalit" en subsistema Palacio y Restaurante. 	327.998	Se reduce el consumo en un 38%	Se reducen las emisiones en un 55%	12
3er escenario: 20/20/20 Opción B	<ul style="list-style-type: none"> Instalación de una caldera de biomasa que abastezca el consumo de calefacción y ACS del subsistema Ladrang (22%). Sustitución de bombillas tradicionales por LEDs en el subsistema Palacio. Instalación de ventanas con rotura de puente térmico y vidrio tipo "Climalit" en subsistema Palacio y Restaurante. 	50.625	Se reduce el consumo en 41%	Se reducen las emisiones en un 53%	5

6.7. TASA DE RECUPERACIÓN ENERGÉTICA DE LAS MEDIDAS PROPUESTAS

Que el uso de energías renovables disminuye las emisiones directas de CO₂ es un hecho comprobado y conocido por todo el mundo, pero que la industria que rodea la construcción de los materiales necesario para su utilización consume energía y emite gases de efecto invernadero es algo que en ocasiones se obvia.

En un proyecto como el que se presenta, en el que se busca la reducción del impacto ambiental que tiene implícita intrínsecamente la utilización de un edificio, no podría olvidarse un concepto tan importante como la Tasa de Recuperación Energética (TRE por sus siglas en castellano y EROI por sus siglas en inglés ,*de Energy Return on Energy Invest*) asociada a cada uno de los sistemas de captación de energías renovables que se han propuesto a lo largo de este apartado.

El concepto de EROI resulta del cociente entre la energía útil que nos retorna un proceso (ER) y la energía útil que se necesita para la desarrollar y mantener ese mismo proceso (EI), o dicho de otra manera, este concepto coincide con lo que se podría denominar “amortización energética” de los distintos sistemas de captación de fuentes renovables.

Si lo que se relaciona son las emisiones de gases contaminantes que se generan durante la construcción de los diferentes materiales que permitan la utilización de las energías renovables, con las emisiones que se evitan durante la vida útil de los materiales, se estaría hablando de la amortización ecológica de los materiales.

Ampliando esta observación a toda la vida útil de los materiales incluyendo no solo la producción, sino también las necesidades energéticas para el mantenimiento y el posterior reciclado, se estaría realizando un Análisis del Ciclo de Vida de los productos (ACV) (*Diputación de Barcelona. 34 kg de CO₂, 2009*).

La pregunta sería entonces ¿Cuánto tarda una placa solar en compensar la energía utilizada en su producción? Este dato es el que se conoce como TRE, y cuando se trata de evaluar procesos de obtención de energía útil, la TRE debe ser lo más alta posible, puesto que eso implica que se obtiene una mayor cantidad de energía neta utilizable por cada unidad de energía invertida en el proceso, ya que:

$$\text{TRE} = \text{Energía retornada por el proceso} / \text{Energía invertida}$$

Si la TRE es menor o igual que 1, el proceso no es rentable energéticamente y se trataría de un sumidero de energía.

A continuación aparecen en la tabla 6.25 las TRE de las energías renovables que se ha propuesto utilizar a lo largo del apartado según distintos autores.

Tabla 6. 25: TRE de las principales fuentes de energía renovable

Fuentes	TRE según Cleveland	TRE según Elliott	TRE según Hore-Lacy
Biomasa		3 - 5	5 - 27
Hidroeléctrica	11,2	50 - 250	50 - 200
Eólica		5 - 80	20
Geotérmica	1,9 - 13		
Solar mediante colectores	1,6 – 1,9		
Solar Térmica	4,2		
Solar Fotovoltaica	1,7 - 10	3 - 9	4 - 9

Fuente: “Associazione per lo studio del picco del petrolio” (ASPO- Italia ,2009)

Como se puede observar en la tabla 6.25, los valores de TRE para las mismas tecnologías de los diferentes autores presentan mucha variabilidad. Esto puede deberse a que no existe una norma que establezca hasta qué nivel del proceso productivo y reciclaje se debe contabilizar la energía consumida, es decir, ¿se debe tener en cuenta la energía necesaria para la alimentación de los trabajadores de la fábrica de placas solares o no?

El EROI asociado a los pellets con los que se propone alimentar la caldera de biomasa es alto, y se estimó en un valor de 13 en el artículo “*Los beneficios de la utilización del pellet como combustible para la calefacción doméstica*” de Jim Houck y Paul Tiegs (*The 2007 Annual Conference Of The Pellet Institute*).

Otra de las medidas, cuyo instalación se propuso aunque al final y por motivos económicos se descartó, era la instalación de mini-molinos eólicos. La TRE de estos mini-molinos se considera ligeramente menor que la de los grandes molinos a los que hace referencia el dato de la tabla 6.25, aunque se ha podido acceder a datos exactos. La energía empleada en la construcción de una turbina eólica y su infraestructura se recupera en unos pocos meses de funcionamiento de la misma (Agencia Internacional de la Energía, 2008), de manera que aunque la amortización energética de la mini-eólica sea ligeramente peor se puede considerar que la elección de esta tecnología supone un beneficio ambiental.

La energía solar fotovoltaica es una de las tecnologías en que existe un mayor consenso en cuanto a su TRE, que se estima en un valor de 9. Sin embargo, el cálculo de la amortización energética de esta tecnología si presenta cierta variabilidad. Según un estudio de la Universidad Técnica de Berlín, las instalaciones fotovoltaicas basadas en silicio amorfo tendrán un tiempo de

amortización de tan sólo 17 a 41 meses, es decir, que la instalación de captadores fotovoltaicos muestran un balance energético positivo. Los módulos policristalinos se mueven en magnitudes similares, mientras que los módulos monocristalinos presentan un comportamiento ligeramente peor, debido al costoso proceso de cristalización.

Para el caso de España, la amortización energética de una placa fotovoltaica se estima en una media de dos años, según estudios de la Agencia Internacional de la Energía. Concretamente en la provincia de Barcelona, el dato de la amortización energética para una instalación fotovoltaica en cubierta se ha estimado en 2,12 años, y es que según Siemens Solar S.A, un panel solar producirá 5 veces más energía de la que se emplea en su producción y a lo largo de su vida útil, un kilogramo de silicio amorfo produce tanta energía en España como 1 kilogramo de Uranio.

El caso de la energía termosolar es similar, la amortización energética se alcanza en un año y medio aproximadamente, aunque las nuevas tecnologías (de lámina fina, de soportes flexible, etc.) reducen este tiempo a los 6 meses o un año (www.nanosolar.com).

Este concepto que se ha aplicado al caso de las energías renovables, también puede aplicarse a las medidas de mejora de la eficiencia energética que se propusieron en los diversos escenarios. La obtención de datos en este caso ha sido más difícil, ya que la información disponible es menor.

Según la empresa fabricante de la lana de roca (Rockwool S.A), cuya colocación de propuso con la finalidad de mejorar el aislamiento térmico de los edificios del Monasterio, el ACV de sus productos demuestra que la cantidad de energía economizada durante la vida del producto (calculada en 50 años) es 1.000 veces superior a la cantidad de energía necesaria para su fabricación.

Charles Hall consideró que una TRE aceptable para un sistema energético, debería estar por encima de 5 (Cleveland et al. *Renewable Energy and Nuclear, Revista Science, 2004*). Quiere decir, que debería ser capaz de obtener de forma estable del entorno unas 5 unidades energéticas por cada unidad de energía consumida en su obtención.

Como se puede ver en la tabla 6.25, casi todas las tecnologías que se han propuesto a lo largo del proyecto rondan ese valor, lo que significa que la instalación de las medidas que se han propuesto se amortizan energética y ecológicamente de forma rápida, lo que significa que en su producción de consume menos energía contaminante de la que permiten ahorrar y por lo tanto, suponen un ahorro de emisiones de CO₂ mayor del que generan. El beneficio ambiental es indiscutible.

7. CONCLUSIONES

A continuación, se muestran las conclusiones extraídas del estudio que se ha realizado en el Monasterio.

7.1 Sistema Monasterio

En el conjunto del Monasterio el consumo energético anual es de 350.000 kWh/año. De éste, más de la mitad se destina a la calefacción y ACS (51%), el resto se reparte de forma casi igualitaria entre los aparatos eléctricos y la iluminación.

El consumo por unidad de superficie del sistema es de 138 kWh/m²/año, lo que supone unas emisiones de 178 kg CO₂/m²/año.

A partir de los datos de consumo energético del Monasterio se ha estimado su huella energética, que es de 94 ha, es decir, se necesitan 94 hectáreas de terreno productivo para poder absorber las emisiones de CO₂ que se generan como consecuencia del consumo de electricidad y combustibles fósiles. También se ha estimado la biocapacidad del entorno del Monasterio, obteniéndose como resultado una biocapacidad de 77 ha. Así pues, el déficit ecológico del Monasterio es de 17 ha.

El deficiente aislamiento del edificio (o inexistente en algunos casos) conlleva grandes pérdidas energéticas, lo que genera la necesidad de aumentar el consumo de combustibles fósiles utilizados para la calefacción.

El Monasterio presenta una alta potencialidad de captación de fuentes de energía renovables. Existen áreas disponibles y actualmente desaprovechadas para la instalación de placas solares fotovoltaicas y térmicas y aerogeneradores, de manera que la autosuficiencia energética del Monasterio es posible.

7.1.1. Subsistema Palacio Novella

Se trata del punto de mayor consumo energético del Monasterio, con un consumo total de 179.000 kWh/año. La mayor parte de este consumo se utiliza en la iluminación.

El consumo por unidad de superficie es de 165 kWh/m²/año, que conlleva unas emisiones de 374 kg deCO₂/m²/año.

Este subsistema presenta una gran heterogeneidad en cuanto al nivel de aislamiento de los edificios que lo componen ya que algunos edificios han sido reformados recientemente y otros en cambio permanecen en las mismas condiciones desde la construcción del edificio hace algo más de cien años.

7.1.2. Subsistema Restaurante

El consumo de combustibles fósiles representa un 62% del consumo total del subsistema (82.000 kWh/año) y el consumo por unidad de superficie es de 101 kWh/m²/año. Este consumo conlleva unas emisiones de 28 kg CO₂/m²/año.

El punto débil de este subsistema son las deficiencias en el aislamiento y el mal estado en que se encuentra el edificio. La falta de cristal en las ventanas y los daños de las paredes y el techo generan grandes pérdidas de calor y una alta demanda de combustibles fósiles destinada a la calefacción (62% del consumo energético anual)

7.1.3. Subsistema Ladrang

El consumo de combustibles fósiles representa un 87,5 % del consumo energético total del subsistema (88.446 kWh/año) y el consumo por unidad de superficie es de 140 kWh/m²/año con unas emisiones que se derivan de este consumo de 32 kg CO₂/m²/año.

El encendido excesivo de la calefacción, que se prolonga a lo largo de más de la mitad del año, y la excesiva temperatura a la que se ajusta el termostato son el punto crítico de este subsistema, ya que estas prácticas hacen que el consumo de combustibles fósiles suponga el 87% del consumo de energía en un año, con las emisiones de CO₂ que esto supone.

7.2. Potencial de captación de energías renovables

El potencial de captación de energía solar disponible en la finca del Monasterio es de 82.344.000 kWh/año en los campos y 4.406.280 kWh/año en los tejados. Al instalar captadores solares en campos se pierde una posible zona productiva, pero esto sería más factible a corto plazo que hacer la instalación en los tejados, ya que estos están muy deteriorados.

El potencial de captación de energía solar hace que sea posible producir la energía demandada actualmente e incluso generar excedentes, convirtiendo al Monasterio en un edificio exportador de energía.

El potencial de captación de energía eólica disponible es de 455.520.000 kWh/año. Esta propuesta es poco viable, debido a que la velocidad del viento de la zona es insuficiente para los aerogeneradores y los miniaerogeneradores necesarios para abastecer el consumo resultan muy costosos económicamente.

1^{er} escenario: El Monasterio como “Edificio Energía Plus”

Con la aplicación de las propuestas del primer escenario se consigue una autosuficiencia energética a partir de actuaciones de mejora de la eficiencia energética (cambio de bombillas a LEDs y mejora del aislamiento) e implantación de energías renovables (solar fotovoltaica, térmica y calderas de biomasa). La producción de toda la demanda energética del Monasterio a partir de fuentes renovables junto con la mejora de la eficiencia energética permitiría convertir el Monasterio en un edificio pasivo de los denominados “Energía Plus”.

El Monasterio generaría, sin emisiones directas de CO₂, más energía de la que realmente consume, pudiendo verter a la red la electricidad producida de manera limpia y contribuyendo a que otros usuarios generaran menos emisiones de CO₂.

El coste total de esta propuesta es de 798.500€. La amortización económica de todas las propuestas del primer escenario de 11 años aprox.

2º escenario: El Monasterio como “Edificio Energía 0”.

Esta propuesta resulta algo más factible, ya que el coste económico total asciende a 715.030€ (un 10% inferior al primer escenario) aún así la inversión sigue siendo elevada. La amortización económica de todas las propuestas es de 10 años aprox.

3^{er} escenario. Consecución de un triple objetivo: *El Plan 20/20/20 para 2020.*

La elevada inversión económica que supone la consecución de los escenarios anteriores, motivó la elaboración de la propuesta de un tercer escenario que consiguiera reducir el impacto del consumo energético del Monasterio con costes asumibles a corto plazo.

Para llegar a lograr este objetivo se presentaron dos propuestas, que permitían obtener el mismo ahorro energético, pero diferentes en cuanto a la fuente de energía renovable aprovechada, el coste y amortización económica y emisiones de CO₂ evitadas.

Propuesta 1: 20% del consumo energético a partir de energía solar.

Para cubrir el 20% del consumo energético actual se necesitaría 150 placas que ocuparían un área de 251 m².

Una posible ubicación de las placas sería en una pérgola en la zona del aparcamiento del Monasterio (superficie de 800 m²). Tendría una doble función: producción de energía sin emisiones de CO₂ y protección del sol y la lluvia a los vehículos estacionados sin la ocupación de terrenos agrícolas, que podría suponer la pérdida de suelo cultivable.

Para la mejora de la eficiencia energética: se ha propuesto la colocación de ventanas con rotura de puente térmico y vidrio de tipo “Climalit” en los edificios que carecen de ellas, y la sustitución de las bombillas existentes por LEDs en el Palacio, ya que este es el que presenta un mayor gasto energético para la iluminación.

Todas estas mejoras permiten cumplir los objetivos del *Plan 20/20/20*, con una reducción de las emisiones del **55%**, es decir, unos **249.600 kg CO₂/ año**.

El coste económico de esta opción es de **328.000 €** y la amortización de 12 años aprox.

Propuesta 2: 20% del consumo energético generado con biomasa.

Se propuso la instalación de una caldera de biomasa alimentada con pellets para generar la energía necesaria para la calefacción y el ACS del Ladrang, lo que supone un 22% de la energía total consumida en el Monasterio.

El combustible necesario sería de 15.800 kg de pellets al año (2.212 €) y la amortización económica de la instalación de la caldera sería de poco más de un año.

Las medidas de mejora de la eficiencia energética planteadas para esta segunda propuesta son las mismas que las de la primera opción.

Con la aplicación de todas estas medidas se consigue una reducción del **54%** de las emisiones, lo que en términos absolutos supone dejar de emitir **238.400 Kg CO₂/año**.

El coste económico de esta opción es de **50.600 €**, que se amortizarían en algo menos de 5 años.

7.3. Resultados

De las dos posibilidades que se presentaron para alcanzar los objetivos del tercer escenario, la opción que resulta más viable a corto plazo es la segunda, ya que el coste de ejecución es perfectamente asumible a corto plazo y la amortización económica se consigue en pocos años. Además, la reducción de emisiones de CO₂ que rinde esta segunda opción es grande y la diferencia con la primera opción es tan solo de un 2% aproximado.

8. PROPUESTAS DE MEJORA

En este apartado se presentan las mejoras que se podrían hacer al proyecto en el presente y en estudios futuros. Además, se presentarán otras propuestas destinadas a la mejora de la eficiencia energética del Monasterio, complementarias a las que se describieron en los diferentes escenarios de la diagnosis.

8.1. Propuestas de mejora de metodología utilizada.

En la siguiente tabla aparecen explicadas, de forma esquemática, las mejoras que se podrían aplicar en la etapa de realización de este proyecto. Se muestran los objetivos de la aplicación de la mejora así como la razón que la justificaría, la descripción, y la mejora que supondría en la calidad del trabajo.

Tabla 8. 1: Mejora en la recogida de información

TITULO	
Mejora de la recogida de información	
OBJETIVO	Realizar una recogida de datos más completa y exacta.
JUSTIFICACIÓN	Una mayor información sobre los flujos energéticos del Monasterio supondría una mejora en el análisis de los datos y mayor exactitud de los resultados.
DESCRIPCIÓN	<p>P.1. Movilidad del Monasterio: Incorporación de una encuesta sobre movilidad y desplazamientos a los residentes, trabajadores y a los visitantes.</p> <p>P.2. Amortización energética y ecológica: Estudio de las amortizaciones energéticas y ecológicas de las medidas propuestas a lo largo del proyecto.</p> <p>P.3. Consumo energético estimado y facturas: Recogida de un mayor número de facturas de electricidad y combustibles fósiles.</p>
MEJORA	<p>P.1. Permitiría una evaluación más completa del consumo energético y las emisiones de CO₂ asociadas al uso del Monasterio.</p> <p>P.2. Permitiría comparar el impacto ambiental que generan estas medidas a lo largo de su vida útil con el impacto ambiental que evita su instalación.</p> <p>P.3. Permitiría comparar de forma más fiable el consumo energético estimado y el real.</p>

8.2. Propuestas para estudios futuros.

De cara a la realización de estudios similares se propone la inclusión de la siguiente mejora:

- Estudio prospectivo del aumento de visitas y habitantes del Monasterio, teniendo en cuenta el correspondiente aumento de consumo energético.

8.3. Propuestas de mejora de la gestión del Monasterio.

Además de las medidas de ahorro energético y utilización de fuentes de energía renovables que se han planteado a lo largo del proyecto, se proponen a continuación otras opciones dirigidas a mejorar distintos aspectos del Monasterio.

Las propuestas se describen en las tablas 8.1, 8.2, 8.3, 8.4, 8.5, 8.6 y 8.7.

Tabla 8. 2: Propuesta de reparación del colector solar existente en el Monasterio

TITULO	
Reparación del colector solar térmico existente	
OBJETIVO	Aprovechar la existencia de un colector solar que está inutilizado
JUSTIFICACIÓN	La utilización del colector térmico podría abastecer una parte de la calefacción y ACS de alguno de los subsistemas del Monasterio.
DESCRIPCIÓN	El colector termosolar tiene estropeado el acumulador. La sustitución del viejo por una nuevo no tendría un coste muy elevado.
MEJORA ECONÓMICA	El aprovechamiento de la energía solar reduciría las necesidades de uso de combustibles fósiles destinados a la generación de calefacción y ACS.
MEJORA	La reducción del consumo de combustibles fósiles asociada al uso del colector solar supondría la disminución de las emisiones de CO2 asociadas al consumo de energía del Monasterio.

Tabla 8. 3: Propuesta de sustitución de los focos halógenos existentes por LEDs.

TITULO	
Sustitución de los focos tradicionales por focos LED	
OBJETIVO	Reducir el consumo energético derivado de la iluminación de las zonas exteriores del Monasterio
JUSTIFICACIÓN	El consumo eléctrico de los focos que se utilizan actualmente es muy elevado debido a la potencia de los dispositivos. Los focos LED tienen una potencia inferior a los focos tradicionales y una vida útil mayor, lo que supone un ahorro de la energía que se utiliza en la iluminación.
DESCRIPCIÓN	Sustitución de los focos tradicionales por focos LED.
MEJORA ECONÓMICA	El ahorro económico que supone la sustitución de los focos es de unos 2000 € al año.
MEJORA	Esta sustitución supone un ahorro energético de 24.000 kWh/año y de 9.700 kg deCO ₂ /año y la inversión se amortizaría en algo menos de 8 años.

Tabla 8. 4: Propuesta de cambio de cambio del sistema de calefacción existente por la calefacción por suelo radiante

TITULO	
Instalación de calefacción por suelo radiante	
OBJETIVO	Instalar un sistema de calefacción más eficiente que el de los radiadores existentes.
JUSTIFICACIÓN	El suelo radiante supone ahorros energéticos de entre el 10 y el 30%. Además, permite instalar un termostato a bajas temperaturas en cada habitación y obtener una sensación térmica confortable a temperaturas inferiores que con los radiadores. Por otra parte, este sistema de calefacción no reseca el ambiente y no moviliza partículas de polvo e impurezas mejorando la calidad del ambiente, por lo que es el único sistema de calefacción recomendado por la OMS.
DESCRIPCIÓN	El suelo radiante se podría colocar durante las reformas que se están realizando actualmente en el Monasterio.
MEJORA ECONÓMICA	La instalación en los 1.900 m ² del Palacio y Restaurante supondría un coste económico inicial de 51.300 € y se ahorraría el combustible utilizado para calefacción, evitando las emisiones de CO ₂ derivadas de los combustibles fósiles.
MEJORA	El ahorro energético respecto a la calefacción por radiadores es del 15%, ya que se producen menos pérdidas de calor por el techo y en tuberías generales y menos pérdidas por aireación.

Tabla 8. 5: Propuesta de reforma de los edificios del Monasterio debido al mal estado de conservación y a las consecuentes pérdidas energéticas.

TITULO		Reforma de la estructura del Monasterio
OBJETIVO		Reducir las pérdidas de energía producidas por el mal estado de los muros y el tejado de los edificios más antiguos del Monasterio.
JUSTIFICACIÓN		Los edificios que constituyen los subsistemas Palacio y Restaurante no han sido reformados desde su construcción hace más de 100 años. El paso del tiempo ha hecho que los muros y los tejados presenten daños graves en su estructura, que imposibiliten entre otras cosas, la colocación de placas solares en los tejados, debido a la debilidad de los mismos y a la existencia de agujeros.
DESCRIPCIÓN		Se debería contratar mano de obra cualificada que llevara a cabo las reformas necesarias para la restauración de los tejados y fachadas de los diferentes edificios.
MEJORA		Las mejoras de las características de aislamiento del Monasterio reducen el consumo de energía destinada a la calefacción

La cantidad de combustibles fósiles que se consumen en los desplazamientos hasta y desde el Monasterio por los monjes y los visitantes, constituye un consumo de energía importante aunque no se haya podido tener en cuenta a lo largo de este proyecto. Las emisiones de CO₂ derivadas del transporte suponen la mayor parte de las emisiones de gases con efecto invernadero en el mundo, por este motivo se plantea la posibilidad de implantar un servicio de transporte público para el Monasterio (Tabla 8.5).

Tabla 8. 6: Propuesta de transporte público para los visitantes del Monasterio

TITULO		Transporte público para el Monasterio
OBJETIVO		Proporcionar la posibilidad de que los visitantes lleguen al Monasterio utilizando el transporte público.
JUSTIFICACIÓN		El acceso al Monasterio únicamente es posible en coche particular, no existe la posibilidad de llegar utilizando el transporte público. El consumo de combustibles fósiles y las emisiones de CO ₂ que se derivan de la utilización de los coches particulares son enormes y podrían verse reducidas con una medida como la que se propone.
DESCRIPCIÓN		Se trataría de crear un servicio de autobús que llevara a los visitantes desde la estación de RENFE de Castelfells Ciutat hasta el Monasterio.
MEJORA		Esta actuación supondría la reducción de las emisiones de CO ₂ derivadas del transporte de los visitantes, que cada día son más numerosos.

Desde la comunidad de monjes, se ha planteado la instalación de un pequeño huerto que abastezca de verduras y hortalizas. Para gestionar el huerto de

forma sostenible se propone la instalación de una pila de compostaje en el Monasterio que permita obtener abono orgánico sin la necesidad de importar abonos del exterior, con el ahorro energético que esto supone, al no ser necesario el transporte del material hasta el punto de consumo (Tabla 8.6).

Tabla 8. 7: Propuesta para la realización del compostaje en el Monasterio

TITULO		Compostaje en el Monasterio
OBJETIVO		Reciclar los restos orgánicos que se generan en el Restaurante junto con los restos de las podas y limpiezas forestales que se llevan a cabo en la finca.
JUSTIFICACIÓN		Una de los objetivos que, a corto plazo se quiere cumplir en la comunidad de monjes es la utilización de algunas tierras agrícolas disponibles para instalar un huerto. El compost generado a partir de los propios residuos del Monasterio podría utilizarse como abono orgánico en este huerto.
DESCRIPCIÓN		Para compostar los residuos del Monasterio solamente se necesitarían una pila de compostaje y un pequeño espacio donde colocarla. El proceso de compostaje podría ser de los denominados pasivos o fríos, es decir, que no se controla la temperatura y el proceso se lleva a cabo a temperatura ambiente.
MEJORA		Con la utilización del compost casero se reducen los costes de mantenimiento del huerto y se evitan las emisiones de CO ₂ derivadas del transporte de los abonos, al utilizar un recurso totalmente autóctono

La reducción del impacto que genera el uso de una casa o un edificio no es posible si no se cuenta con la colaboración de los que lo habitan, es por eso que la concienciación ambiental de los habitantes y visitantes es muy importante (Tabla 8.7).

Tabla 8. 8: Concienciación ecológica de los residentes y visitantes del Monasterio.

TITULO		Concienciación ecológica de los residentes y visitantes
OBJETIVO		Dirigir el comportamiento de los residentes, trabajadores y visitantes sea más hacia comportamientos más responsables con el medio ambiente.
JUSTIFICACIÓN		En muchas ocasiones se produce un mal uso de la energía como consecuencia de los malos hábitos adquiridos por las personas.
DESCRIPCIÓN		La entrega de documentos divulgativos como la “Guía Práctica de la Energía. Consumo Eficiente y Responsable” elaborada por el IDAE, tanto a los residentes habituales como a los visitantes podría impulsar un comportamiento responsable hacia el uso de la energía.
MEJORA		Se podría reducir el consumo de energía sobre todo en los espacios destinados a los visitantes (habitaciones, baños, zonas comunes, etc)

9. BIBLIOGRAFÍA Y FUENTES DE INFORMACIÓN

Libros

- CASANOVAS, X., (2007). *La Energía solar a Barcelona: la ordenanza solar térmica*. Barcelona.: Agència d'Energia de Barcelona.
- CASTELLS, X.E., (2005). *Tratamiento y valorización energética de residuos*. Madrid.: Ed. Díaz de Santos.
- CASTELLS, F; RODRIGO, J. (2008). *El consumo de energía y el medio ambiente en la vivienda de España. Análisis del ciclo de vida*. Barcelona.: Fundación Gas Natural.
- SERVEI DE PARCS NATURALS. (1986). *Guia del Parc Natural del Garraf*. Barcelona.: Diputació de Barcelona.
- SOLANAS, T.; CALATAYUD, D.; CLARET, C. (2009). *34kg de CO₂*. Generalitat de Catalunya, Departament de Medi Ambient i Habitatge.: Ed. Líniazero edicions.

Artículos

- AJUNTAMENT DE BARCELONA. (2009). “*Pla Director Urbanístic de L'àrea Residencial Estratègica del Barcelonès a L'Àmbit de Barcelona pel Quadrienni 2008-2011*”.
- ASOCIACIÓN EMPRESARIAL EÓLICA. (2009). “*Anuario Eólico 2009*”.
- CLEVELAND, C.; (2005). “*Net energy from the extraction of oil and gas in the United States*”.
- DIPUTACIÓ DE BARCELONA, XARXA DE MUNICIPIS. (2003). “*Mesures d'eficiència energètica, d'estalvi i altres criteris ambientals a incorporar en els edificis i equipaments municipals*”. Xarxa de Ciutats i Pobles cap a la Sostenibilitat.
- DIPUTACIÓ DE BARCELONA, XARXA DE MUNICIPIS. (2001). “*Model d'ordenança reguladora de la incorporació de sistemes de captació*”.

d'energia solar en el municipi”. Xarxa de Ciutats i Pobles cap a la Sostenibilitat.

- ELLIOT, D.; (2003). “A sustainable future?” Open University.
- FUNDACIÓ CAIXA CATALUNYA, ÀREA DE TERRITORI I PAISSATGE. (2008). “*Pla de Gestió de l’Entorn del Monestir Sakya Tashi Ling, Olivella i Begues (Parc del Garraf)*”. X3 Estudis Ambientals scp.
- GARCÍA R.; GABARRELL X.; OLIVER-SOLÀ J.; RIERADEVALL J.; (2009). “*L’energia fotovoltaica en el marc de les ciutats sostenibles*”. *Revista Tecnodebats* , 4, p. 8-13.
- GÓMEZ, P.; (2007). “*Energías renovables: la necesidad de un cambio energético*”.
- HAGENS, N.; (2006). “*Energy from Wind: A Discussion of the EROI Research*”.
- HORE- LACY, I.; (2003). “*Renewable Energy and nuclear power*”.
- INSTITUTO PARA LA DIVERSIFICACIÓN Y AHORRO DE LA ENERGÍA. (2007). “*Energías Renovables: Energía Solar en España 2007. Estado actual y perspectivas*”.
- INSTITUTO PARA LA DIVERSIFICACIÓN Y AHORRO DE LA ENERGÍA. (2006). “*Manuales de Energías Renovables: Energía de la Biomasa, Energía eólica, Energía solar térmica*”. Volumen 2, 3 y 4.
- INSTITUTO PARA LA DIVERSIFICACIÓN Y AHORRO DE LA ENERGÍA. (2007). “*Plan de acción 2008-2012*”. E4.
- INSTITUTO PARA LA DIVERSIFICACIÓN Y AHORRO DE LA ENERGÍA. (2005). “*Plan de Energías Renovables en España 2005-2010*”.
- LÓPEZ, C.; (2008) “*El coste energético de la producción de energía*”. El país.
- MARTINEZ-ALIER, J. (2008). “*La crisis económica vista desde la economía ecológica*”. *Ecología política. Crisis económica y financiera*, 36, p. 138.

- MAYOR FARGUELL, X.; 2006. “*Estudi sobre la Petjada Ecològica de Catalunya en la Xarxa Global de Petjada Ecològica*”. Generalitat de Catalunya. Departament de Medi Ambient i Habitatge.
- PRAT A.; RELEA F. 1998. “*La Petjada Ecològica de Barcelona: Una Aproximació*”. Comissió de Medi Ambient i Serveis Urbans. Ajuntament de Barcelona. Barcelona.
- REES, W.; WACKERNAGEL, M. 1996. “*Our ecological footprint? Reducing Human Impact on the Earth*”. New Society Publishers.
- SALAZAR, M; SANCHO, F.; “*Estimación de la huella ecológica de Andalucía y su aplicación a la Aglomeración Urbana de Sevilla*” Universidad de Sevilla.
- SECRETARÍA DE ESTADO DE ENERGÍA, DESARROLLO INDUSTRIAL Y DE LA PEQUEÑA Y MEDIANA EMPRESA, MINISTERIO DE ECONOMÍA. (2003). “*Estrategia de ahorro y eficiencia energética en España 2004-2012*”, E4.
- SECRETARÍA DEL ESTADO DE ENERGÍA. MINISTERIO DE INDUSTRIA, TURISMO Y COMERCIO. (2008). *La energía en España 2008*.
- WACKERNAGEL, M. (1994). “*Ecological Footprint and Appropriated Carrying Capacity: A Tool for Planning Toward Sustainability*”. The University of British Columbia.

Documentos no publicados

- AJUNTAMENT DE BARCELONA. (2008). “*Pla d’Energia, Canvi climàtic i Qualitat atmosfèrica de Barcelona 2010-2020*”.
- ESTEBAN, M.; MARTÍNEZ, J.; VILAR, M. (2007). “*Disseny i aplicació del Protocol d’instal·lació d’energia fotovoltaica en edificis aïllats de la xarxa elèctrica al PNAP*” -Parc Natural de l’Alt Pirineu- Trabajo de Investigación. UAB. (ejemplar mimeografiado).
- MARTÍNEZ, C.; MASRAMON, X.; PALAUDÀRIES, A. (2009). “*Autosuficiència energètica en nuclis de muntanya: Experiència a Araós*”

-Parc Natural de l'Alt Pirineu- Trabajo de Investigación. UAB. (ejemplar mimeografiado).

Páginas web

- Arquitectura y energías renovables:
<http://www.coac.net/mediambient/renovables>
- Asociación de Productores de Energías Renovables: www.appa.es
- Asociación Empresarial Eólica: www.aeeolica.es
- Asociación Nacional de fabricantes de Materiales Aislantes:
www.andima.es
- Bombillas LEDs: www.microluz.es
- Centro de Investigación de Recursos y Consumos Energéticos:
<http://circe.cps.unizar.es>
- Compañía JHRoerden: www.jhroeden.com
- Compañía *Rockwool*: www.rockwool.es
- Diputació de Bcelona: www.diba.es/mediambient
- Energía solar: www.soliclina.es
- Empresa de pellets: www.factorpelet.com
- Empresa distribuidora: www.catalogosolar.com
- Energía eólica: www.sealan.biz/microeolica
- Energías renovables: www.energias-renovables.com
- Gas Natural: www.gasnatural.com
- Generalitat de Catalunya. www.gencat.cat
- Global Footprint Network www.globalfootprintnetwork.org
- Iberdrola: www.iberdrolarenovables.es
- Instituto Cartográfico de Catalunya: www.icc.es
- Instituto Catalán de Energía: www.icaen.net
- Instituto para la Diversificación y el Ahorro de Energía: www.idae.es
- Legislación energía eólica: www.miliarium.com
- Legislación de parques naturales: www.unescoeh.org
- Ministerio de Industria Turismo y Comercio: www.mityc.es
- Ministerio de Industria y energía. Dirección General de la Energía..
<http://www.miner.es>
- Monasterio Budista Sakya Tashi Ling: www.monjesbudistas.org
- Portal de energía solar: www.solarweb.net
- Red eléctrica de España: www.ree.es

Programas empleados

- Adobe Photoshop (Editor de imágenes)
- Google Earth (Google)

- Google Maps (Google)
- MiraMon (Sistema de Información Geográfica)

Otras fuentes

- Asesoría Xavier Mayor Farguell
- Empresa de cristalería y carpintería de aluminio Sánchez Cubero S.L.L.
- Monjes budistas

10. ACRÓNIMOS Y PALABRAS CLAVE

A continuación se muestran en orden alfabético el conjunto de acrónimos y palabras clave utilizadas en este proyecto.

Acrónimos:

- **ACS:** Agua Caliente Sanitaria.
- **ACV:** Análisis del Ciclo de Vida.
- **AEE:** Asociación Empresarial Eólica.
- **BERD:** Banco Europeo de Reconstrucción y Desarrollo.
- **BOP:** Boletín Oficial de la Provincia.
- **BOE:** Boletín Oficial Español.
- **CaCO₃:** Carbona Cálcico.
- **CCAA:** Comunidades autónomas
- **CEE:** Comunidad Europea.
- **CF:** Combustibles fósiles.
- **CFC:** Clorofluorocarbono.
- **CO₂:** Dióxido de Carbono.
- **CTE:** Código Técnico de Edificación.
- **DGTREN:** Dirección General del Transporte y la Energía.
- **DMAH:** Departament de Medi Ambient y Habitatge.
- **DOGC:** Diario Oficial de la Generalitat de Catalunya.
- **E4:** Estrategia de Ahorro y Eficiencia Energética 2004-2012.
- **EI:** Energía Invertida.
- **EEC:** Edificio de Energía Cero.
- **EERR:** Energías Renovables.
- **EE.UU.:** Estados Unidos.
- **ER:** Energía Retornada.
- **EROI :** *Energy Return On Investment* (Tasa de Recuperación Energetica).
- **EUCEB:** *European Certification Board for Mineral Wool Products* (Certificado Europeo de productos de lana mineral)
- **FV:** Fotovoltaicas.
- **GEI:** Gases de Efecto Invernadero.
- **HCFC:** Hidroclorofluorocarburos.
- **ICAEN:** Instituto Catalán de la Energía.
- **ICC:** Instituto Cartográfico de Cataluña.
- **ICO:** Instituto de Crédito Oficial.
- **IDAE:** Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía.
- **INE:** Instituto Nacional de Estadística.
- **IVA:** Impuesto de Valor Añadido.
- **LEDs:** *Light-Emitting Diode* (Diodo Emisor de Luz).

- **LIC:** Lugar de Interés Comunitario.
- **MITYC:** Ministerio de Industria, Turismo y Comercio.
- **MMA:** Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino.
- **ONG:** Organización No Gubernamental.
- **OMS:** Organización Mundial de la Salud.
- **PEC:** Plan de Energía de Cataluña.
- **PEIN:** Plan de Espacios de Interés Natural.
- **PER:** Plan de Energías Renovables.
- **PVC:** *Polyvinyl chloride* (Policloruro de vinilo).
- **RAE:** Real Academia Española.
- **RD:** Real Decreto.
- **REE:** Red eléctrica de España.
- **RITE:** Reglamento de Instalaciones Térmicas de los Edificios.
- **RoHS:** *Restriction of Hazardous Substances* (Restricción de Sustancias Peligrosas).
- **S.A.:** Sociedad Anónima.
- **S.L.:** Sociedad Limitada.
- **TRE:** Tasa de Recuperación Energética.
- **U:** Coeficiente de transmitancia térmica.
- **UE:** Unión Europea.
- **UV:** Radiación ultravioleta.
- **ZEC:** Zona de Especial Conservación.
- **ZEPA:** Zona de Especial Protección para las Aves.

Unidades:

- **dB:** Decibelios.
- **°C:** Grados centígrados.
- **ha:** Hectáreas.
- **K:** Grados Kelvin.
- **kcal:** Kilocalorías.
- **kg.:** Kilogramos.
- **kJ:** KiloJoules.
- **Ktep:** Kilotoneladas equivalentes de petróleo.
- **kWh:** Kilowatts-hora.
- **l:** Litros.
- **m²:** Metros cuadrados.
- **m³:** Metros cúbicos.
- **MJ:** MegaJoules.
- **mm:** Milímetros.
- **MW:** Megawatt.
- **T:** Toneladas.
- **T CO₂ eq:** Toneladas de Dióxido de Carbono equivalente.

- **Tep:** Toneladas equivalentes de petróleo
- **V:** Voltios.
- **W:** Watts.

Palabras clave:

- **Ahorro de Energía:** El ahorro de energía en el hogar se puede conseguir, tanto con el uso de equipos más eficientes energéticamente, como con la aplicación de prácticas más responsables con los equipos que la consumen (IDAE, 2009).
- **Aislamiento térmico:** Se colocan en techos, tabiques y muros y tienen la propiedad de impedir el paso del calor en ambos sentidos; por eso evitan que en invierno se escape el calor al exterior y que en verano entre el calor en la vivienda. Los materiales aislantes pueden ser de origen vegetal (corcho, fibra de madera, etc.) o sintético (espuma de poliuretano, poliestireno, espumas fenólicas, etc.). Se pueden colocar sobre la cara interna o externa de los paramentos, o incluso en el interior de los mismos, si existiera cámara de aire y se pudieran inyectar en ésta.
- **Análisis del ciclo de vida:** “Proceso objetivo para evaluar las cargas ambientales asociadas a un producto, proceso o actividad, identificando y cuantificando tanto el uso de materia y energía como las emisiones al entorno, para determinar el impacto de ese uso de recursos [...]. El estudio incluye el ciclo completo del producto, proceso o actividad, teniendo en cuenta las etapas de: extracción y procesado de materia primas, producción, transporte y distribución, uso, reutilización y disposición final (*Society of Environment Toxicology and Chemistry, SETAC*).
- **Consumo energético:** Acción de gastar energía (adaptación RAE, 2009).
- **Desarrollo Sostenible:** Aprovechamiento de los recursos que satisface las necesidades actuales, protegiendo el medio ambiente, sin poner en peligro la capacidad de las generaciones futuras de satisfacer las suyas (adaptación informe Brundtland).
- **Edificio de tipología “Energía Cero”:** La energía que se consume proviene del propio edificio generándose a partir de fuentes de energías renovables.
- **Edificio de tipología “Energía Plus”:** Tipología de vivienda que produce más energía generada por fuentes renovables, en el curso de un año promedio, de la que consume. Para esto se requiere una combinación de tecnología de microgeneración y un edificio de baja

energía mediante la implementación de técnicas de diseño solar pasivo y aislamiento térmico, junto a una cuidadosa elección del emplazamiento.

- **Eficiencia energética:** Conjunto de programas y estrategias para reducir la energía que emplean determinados dispositivos y sistemas sin que se vea afectada la calidad de los servicios suministrados (IDAE).
- **Emisiones de CO₂:** Cantidad de CO₂ que se libera a la atmósfera a causa de la realización de ciertas actividades.
- **Energías renovables:** Aquella energía que se obtiene de fuentes naturales inagotables, ya sea por la inmensa cantidad de energía que contienen o porque son capaces de regenerarse por medios naturales.
- **Lana de roca (en inglés *Rockwool*):** Lana mineral elaborada a partir de rocas volcánicas basálticas que se utiliza como aislante térmico, acústico e ignífugo de paredes y tejados. Comercialmente se presenta en forma de láminas rígidas que facilita su manejo y colocación.
- **Plan 20/20/20:** Acuerdo establecido por la UE donde los países que firman se comprometen a reducir sus emisiones de CO₂ en al menos un 20% para el año 2020, como resultado de aumentar en un 20% la eficiencia energética y cubrir un 20% de la demanda energética con energías renovables.
- **Pellets:** Cilindros fabricados a partir de la compresión de virutas, serrines y astillas, procedentes de restos de poda, residuos de madera o limpiezas forestales que se usan como combustible para calderas de calefacción y ACS. Para su uso final es necesario que el material pase por un proceso compuesto por 6 fases: secado, granulado, compactado, enfriado, tamizado y empaquetado.
- **Tasa de recuperación energética (TRE), del inglés *Energy Return On Investment (EROI)*:** Resulta del cociente entre la energía útil que nos retorna un proceso (ER) y la energía útil que se necesita para desarrollar y mantener ese mismo proceso (EI).
- **Transmitancia térmica:** Cantidad de energía que atraviesa, por unidad de tiempo, una unidad de superficie de un elemento constructivo de caras plano paralelas cuando entre dichas caras hay un gradiente térmico unidad (pagina web de Fisicanet).

11. PRESUPUESTO

A continuación se presenta el coste calculado de elaboración del proyecto, para ello se han tenido en cuenta:

- El precio de las horas dedicadas al trabajo de campo y al trabajo de despacho (18€/hora y 15€/hora respectivamente) y se ha multiplicado este coste por el total de horas realizadas.
- Los desplazamientos en vehículo privado tienen un coste de 0,03€/km y se han realizado 3 viajes de ida y vuelta, lo que suponen 192 km en total; en transporte público se realizó un viaje de ida y vuelta con un coste de 3 € cada viaje.
- Para el gasto en materiales se ha tenido en cuenta los materiales de oficina (con un coste de 50€ aprox.), las unidades de CD's (0,3€/unidad), las encuadernaciones realizadas (3€/encuadernación) y las impresiones (0,04€/impresión) y se ha multiplicado por el coste unitario de cada una de ellas.

En la tabla siguiente se detallan los costes del proyecto:

Tabla 11. 1: Presupuesto final del proyecto.

Costes variables	Tipos	Precio unitario	Unidades	Personas	Precio (€)
Honorarios	Trabajo de campo	18 €/hora	25 horas	4	1.800
	Trabajo de despacho	15 €/hora	350 horas		21.000
Desplazamientos	Vehículo privado	0,3 €/km	192 km	4	230
	Transporte público	3 €	2 viajes		24
Materiales	Materiales de oficina	-	-	-	50
	Impresiones	0,04 €	735		29,4
	Encuadernaciones	3 €	4		12
	CD's	0,3 €	4		1,2
Total costes variables					23.147
Costes fijos (15% de los costes variables)					3.472
Total (variables + fijos)					26.619
IVA (16%)					4.259
TOTAL + IVA (€)					30.878

Fuente: Elaboración propia (2009).

12. IMPACTO AMBIENTAL

En este apartado se muestran los consumos de energía exógena y el impacto ambiental que ha supuesto la realización del proyecto.

Para estimar el impacto ambiental de los desplazamientos se han calculado los consumos de combustibles fósiles en l/km para el coche y la motocicleta y se ha aplicado un factor de conversión de 9,33 kWh/km. En el caso del tren el consumo se calculó directamente con los km recorridos (19kWh/km).

Las emisiones de CO₂ derivadas de los desplazamientos son:

- Coche: 119 gr CO₂/km (6L/100km)
- Motocicleta: 120 gr CO₂/km (2,8L/100km)
- Tren: 35 grCO₂/km.

Para la estimación de las emisiones derivadas de la realización del proyecto primero se ha calculado el consumo energético de los equipos (ordenadores, escáneres, impresoras) y el consumo de electricidad en iluminación (bombillas de bajo consumo de 25W). Una vez estimado el consumo energético (en kWh) se ha multiplicado por el factor de emisión de CO₂ (0,4 kg CO₂/kWh, factor de emisión de la electricidad).

Tabla 12. 1: Impacto ambiental del proyecto.

		Unidades	Consumo (kWh)	Emisiones (kg CO ₂)
Transporte	Turismo	64 km	156	8
	Motocicleta	128 km	333	15
	Tren	64 km	1.216	2
Realización	Equipos	350 horas	32	13
	Iluminación		9	4
TOTAL			1.745	41

Fuente: Elaboración propia (2009).

13. PROGRAMACIÓN

Durante la duración del proyecto cada persona ha dedicado, de lunes a viernes, individualmente 4 horas diarias a la elaboración de los apartados, previamente repartidos, teniendo en cuenta 2 reuniones de grupo a la semana.

A continuación se mostrará la programación seguida por la totalidad de los miembros del grupo y diferentes actividades realizadas de forma individual a lo largo del proyecto.

MES	Sept.	Octubre					Noviembre				Diciembre					Enero				Febrero		
SEMANA	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
Elección del tema del proyecto	█																					
Búsqueda de información general	█	█		█						█												
Definición de los objetivos		█	█														█					
Elaboración del índice				█	█													█	█			
Trabajo de campo en el Monasterio			█		█				█			█										
Elaboración de la metodología				█	█		█															
Trabajo de campo en Sitges				█																		
Elaboración de los antecedentes					█	█	█	█	█													
Diseño del inventario									█	█	█											
Análisis de los datos del inventario										█	█	█	█	█	█							
Asistencia a conferencias							█															
Elaboración de la diagnosis										█		█	█	█	█	█	█	█				
Elaboración de las conclusiones y propuestas de mejora																█	█	█				
Cálculo del presupuesto e impacto ambiental del proyecto												█							█			
Elaboración de tablas, acrónimos y palabras clave						█		█					█				█					
Elaboración de mapas						█											█					
Redacción del artículo científico																	█	█	█			
Redacción y revisión del documento escrito		█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	
Elaboración de la presentación final																				█	█	█
Defensa pública del proyecto																						█

Legenda:

- █ Grupo
- █ Verónica Moyano Porras
- █ Lucía Pérez-Porro Costa
- █ Marisa Ruiz Asensio
- █ Ana Ybran Gimeno

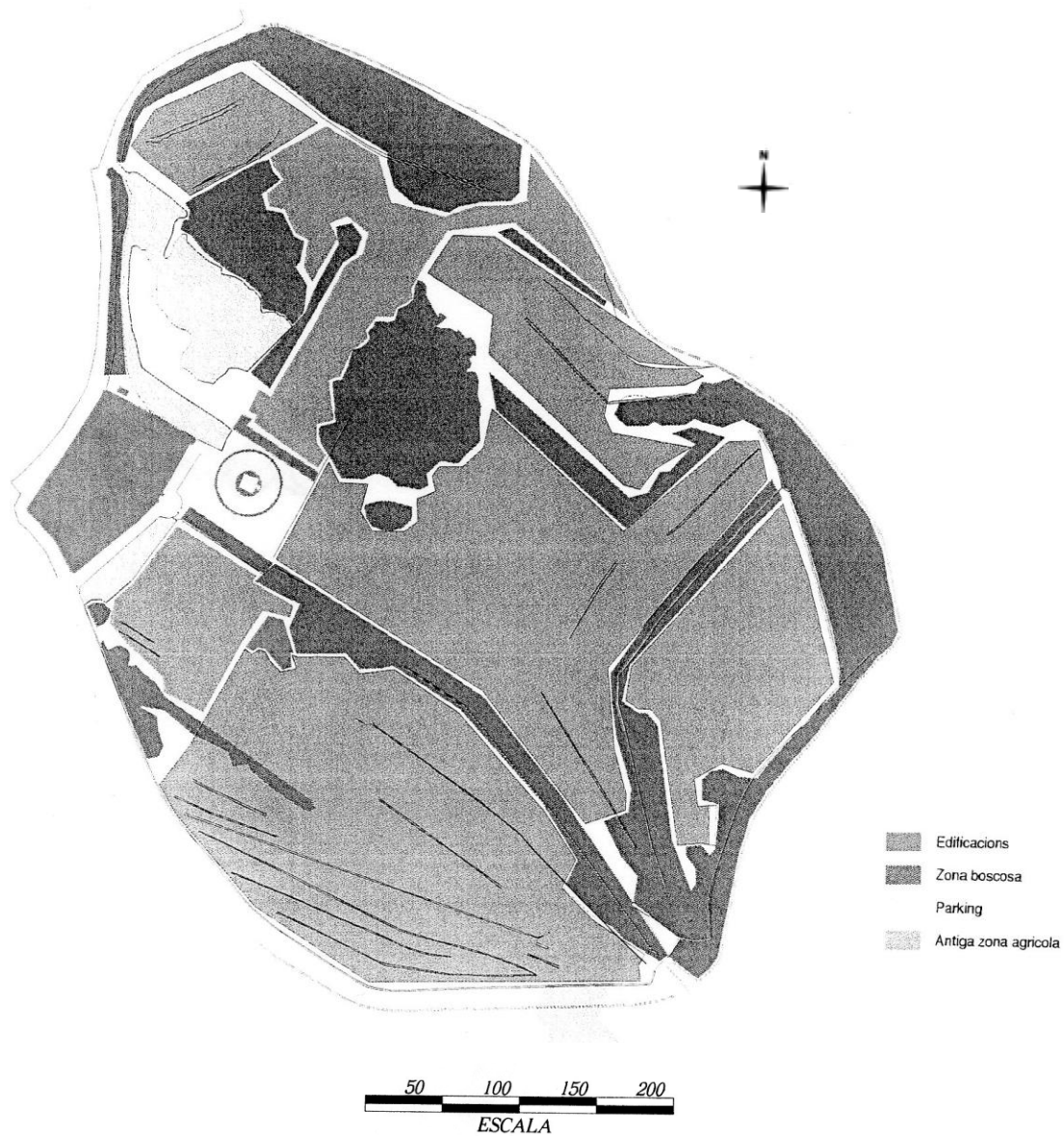


“Mucha gente pequeña, en muchos lugares pequeños, harán pequeñas cosas que transformarán el mundo”.

Proverbio africano.

1. Levantamiento topográfico de la Plana Novella (Olivella)

2. Plano de la Plana Novella según usos del suelo



3. Plano arquitectónico del Monasterio



4. Ejemplo de factura de electricidad de Fecsa Endesa



Títular: CAN MADRONAS S L
DNI/NIF: B61090478
Adreça: PLANA NOVELLA - FTE-REST-EDUARD OLIVELLA B
Activitat econòmica (CNAE): 5610
Tarifa: 301DH **Facturació de la potència:** MODE 1
Potència contractada: 15 kW
Comptador/s: núm. 058049304
CUPS: ES0031405899484001XV0F

RESUM DE LA FACTURA

Emissió: Barcelona a 14 de maig de 2009
Període de Facturació: Del 09/02/2009 al 11/03/2009
Contracte de Subministrament núm.: 13783912
Factura núm.: F4903N00017611
Ref.: 13783912 2761

TASHI LING
 APARTAT DE CORREUS 226
 08860 CASTELLDEFELS BCN

Total Factura: 2.481,79 Eur

	PLA	VALL	
Lectura real	11/03/2009	344.651	93.688
Lectura estimada	09/02/2009	-323.486	-90.860
		21.165	2.828
Factor de multiplicació		x1	x1
Consum del període		21.165	2.828
			23.993 kWh

Facturació

Concepte	Càlculs	Imports Eur
Potència	15 kW x 1 x 1,77 eur	26,55
Consum punta	7.438 kWh x 0,13625 eur/kWh	1.013,43
Consum vall	16.555 kWh x 0,060102 eur/kWh	994,99
	Subtotal	2.034,97
Impost sobre Electricitat	2.034,97 eur x 1,05113 x 4,864 %	104,04
Conservació de l'aparell	1 x 0,455 eur	0,46
	Base imposable	2.139,47
I.V.A.	16 % de 2.139,47	342,32

Caixa o Banc
1491 (TRIADOS BANK)
 Sucursal
0001
 D.C.
24
 Compte Corrent
00100*****
 Import
2.481,79 Eur

L'import d'aquesta factura li serà carregat en el seu compte a partir del 21/05/2009. El seu pagament es justifica amb el corresponent apunt bancari.

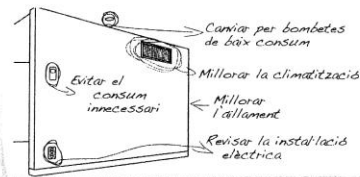
29/05/09
0.56

2009296
 FECHA ENTR.
 FECHA CONTA. 26/5/09
 AREA: Cadruus
 FIF RESP. FIF AUTO.

Total Factura 2.481,79 Eur

Distribució de Costes segons B.O.E. 31/12/08
 Servei: 94,572%
 Permanents: 5,159%
 Diversificació: 0,269%

Atenció al client



Mireu-vos la vostra empresa a través dels ulls d'un expert

Actiueu-ho a:
www.endesaonline.com/empreses

Model aprovat per la O.G.P.E.M. el 15/12/2000.
 Tarifa aprovada B.O.E. 31/12/2008.
 Endesa Distribució Elèctrica S.L. Unipersonal. Registre Mercantil de Barcelona.
 Tom 36.345, Foli 83, Full B-295819, Inscripció 32 - CIF B82846817.



A prop de vostè

902 523 400

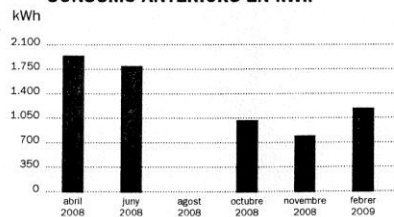
Servei d'Atenció a Empreses

902 51 54 51
 Servei d'Informació d'Avaries

Contracte núm.: 13783912

www.endesaonline.com/oficina

CONSUMS ANTERIORS EN kWh



Cost mitjà diari del període: **3,99 Eur**

5. Ejemplo de factura de gas propano de Repsol Gas

REPSOLGAS



Repsol Butano, S.A.
 E-mail: sacgas@repsolypf.com
 Servicio de Averías: 901.12.12.12
 Servicio de Atención al Cliente: 901.120.120
www.repsolypf.com

FACTURA

Nº de Factura: 0030716353
 Fecha emisión: 05.01.2009
 Lugar emisión: BARCELONA
 Tipo de contrato: Contrato PROPA-10

FUND.PARA LA PRESERV DE LOS VALORES 1/1
 APARTADO DE CORREOS Nº226
 08860 - CASTELLDEFELS
 BARCELONA

En caso de devolución remitir a: Apdo. de Correos 8.462 28080 Madrid

Dirección de Suministro
 Nº de Instalación: 0050124412
 FUND.POR LA PRESERV DE LOS VALORES
 URB. PLANA NOVELLA S/N
 08818 - OLIVELLA
 BARCELONA

Titular del Contrato
 Nº de Cliente: 0051122314 / NIF: G63697304
 FUND.PARA LA PRESERV DE LOS VALORES
 APARTADO DE CORREOS Nº226
 08860 - CASTELLDEFELS
 BARCELONA
 Teléfonos de contacto: 902503353
 Cualquier error en su datos rogamos nos lo comuniquen en el teléfono 901120120

Datos de facturación

Fecha Suministro	Producto	Talón Entrega	Suministro Cantidad (l)	Suministro Cantidad (kg)	Precio (Eur./kg)	Importe(1) (Eur.)	I.E.H. Precio(Eur./kg)	I.E.H. Importe(2)(Eur.)	TOTAL (1 + 2)
03.01.2009	PR	3134938	2.431	1.240	0,7957	986,72	0,00000000	0 0,00	986,72

2009-007
 FECHA ENTR. 15/1/09
 FECHA CONTA. 15/1/09.
 AREA: Propano
 F/F RESP. F/F AUTO.
 CONTABILIZADO

DATOS PRODUCTO e I.E.H.

Producto	Densidad (kg/l)	Epígrafe I.E.H.	BASE IMPONIBLE	TOTAL
PR	0,510	1.8	986,72	
			I.V.A. 16 %	157,88
			TOTAL	1.144,60

[Handwritten signature]
 23/01/09

Observaciones

Datos Bancarios


Para pago mecanizado

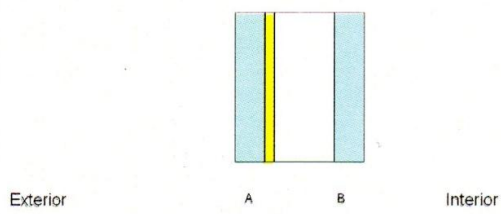
Forma de Pago: Domiciliado a la vista
 Fecha de Vencimiento: 05.01.2009
 Nº de Cuenta: 0049-4915-08-231605****
 BANCO SANTANDER CENTRAL HISPANO
 PADRE MARCHENA,9
 CORNELLA DE LLOBREGAT
 BARCELONA

**** Oculto por su seguridad



6. Ficha técnica del vidrio "Climalit"

 http://www.saint-gobain-glass.com	Sanchez Cubero Planitherm 4/8/ Planilux 4	21-07-2009
--	---	------------

Diseño del acristalamiento		A-Primer vidrio	B- Segundo vidrio	C-Tercer vidrio
	Gas		Aire 8 mm	
	Capa			
	Primera hoja	PLANILUX 4.0 mm	PLANILUX 4.0 mm	
	Capa	PLANITHERM S		
	Película			
	Segunda hoja			
	Capa			
	Capa			

Espesor y pesos

Espesor nominal	16.0	mm
Peso	20.0	kg/m ²

Factor UV

Transmisión:	23	%
--------------	-----------	---

Factores luminosos

Transmisión:	67	%
Reflexión exterior:	11	%
Reflexión interior:	11	%

Factores energéticos EN 410

Transmisión:	47	%
Reflexión exterior:	20	%
Absorción A1	30	%
Absorción A2	4	%

Factor solar g	0.52
Shading coefficient SC :	0.60

Transmisión térmica

Ug :	2.2	W/(m ² .K)
------	------------	-----------------------



2.3.4

Certificado por el Fraunhofer Institut.
 Certificado por el TNO S&I

Manuel Ariño Galve
 LA VENECIANA CRISA NORTE S.A.
 Comercial
 C/ Alemania nº 97
 50800 Zaragoza

Número telefónico 976 682 006
 Número de teléfono móvil 650 528 136
 Número de fax: 976 690 327
manuel.arino@saint-gobain.com

Este programa CALUMEN está aprobado por el TNO S&I para ejecutar ITC (Cálculos tipo inicial) con el objetivo de redactar un informe ITT (Ensayo inicial de tipo) de acuerdo con EN 673 e EN 410. Ref. Report TNO No TC-RAP-06-17286/mso.

El programa Calumen calcula los valores espectrofotométricos de los productos de Saint-Gobain-Glass y de sus combinaciones. Es responsabilidad del usuario del mismo vigilar que el producto calculado es apto para la aplicación prevista así como el respeto de la normativa y reglamentación vigente y aplicable en cada momento. El usuario verificará la disponibilidad comercial de la combinación calculada. Saint-Gobain declina cualquier responsabilidad derivada del uso incorrecto de este programa.

Estos valores se calculan según las normas EN 410 (valores espectrofotométricos) y EN 673 (coeficiente de transmisión térmica Ug). Estos valores calculados son valores promedio, dados únicamente para propósitos indicativos y están sujetos a modificaciones. La tolerancia es de +/- 3 puntos para los valores de los factores luminoso y energético y de +/- 0,1 W/m².K para el valor del coeficiente de transmisión térmica.





7. Presupuesto de la instalación de las ventanas con vidrio "Climalit" y carpintería de aluminio.



PRESUPUESTO N° : 90.412/1
Fecha : 14.12.2009

- MONASTERIO SAKYA TASHI LING

Estimado Cliente,
Según sus indicaciones, le presentamos la oferta de los productos que nos solicitó.
A continuación tiene un desglose de los mismos :

Concepto	Udes.	Importe	Total
Abisagrada de 1 Hoja s/EBRO  <p>Serie Ebro 52 con Rotura de Puente Térmico Premarco Vidrio c/Cámara de 4-12-6 PLAMITHERM Color : MADERA Ancho : 700 Alto : 1.100</p>	4	306,77	1.227,08
Abisagrada de 1 Hoja s/EBRO  <p>Serie Ebro 52 con Rotura de Puente Térmico Premarco Vidrio c/Cámara de 4-12-6 PLAMITHERM Color : MADERA Ancho : 500 Alto : 700</p>	1	225,76	225,76
Abisagrada de 1 Hoja s/EBRO  <p>Serie Ebro 52 con Rotura de Puente Térmico Premarco Vidrio c/Cámara de 4-12-6 PLAMITHERM Color : MADERA Ancho : 500 Alto : 600</p>	1	213,38	213,38
Abisagrada de 1 Hoja s/EBRO  <p>Serie Ebro 52 con Rotura de Puente Térmico Premarco Vidrio c/Cámara de 4-12-6 PLAMITHERM Color : MADERA Ancho : 200 Alto : 500</p>	9	164,64	1.481,76

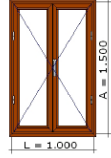
C/. Aragón, 18 – 50600 EJE A DE LOS CABALLEROS (Zaragoza)
Nuevas Instalaciones : Polígono Valdeferrín, parc. 27-28, Nave 2-3
Tlf.: 976 66 22 81, 976 66 42 31. Fax : 976 66 44 03

Página 1 de 3

PRESUPUESTO Nº : 90.412/1 Fecha : 14.12.2009
- MONASTERIO SAKYA TASHI LING



Suma y sigue : 3.147,98

Concepto	Udes.	Importe	Total
<p>Abisagrada de 1 Hoja s/EBRO</p>  <p>Serie Ebro 52 con Rotura de Puente Térmico Premarco Vidrio c/Cámara de 4-12-6 PLAMITHERM Color : MADERA Ancho : 500 Alto : 2.000</p>	7	414,42	2.900,94
<p>Abisagrada de 1 Hoja s/EBRO</p>  <p>Serie Ebro 52 con Rotura de Puente Térmico Premarco Vidrio c/Cámara de 4-12-6 PLAMITHERM Color : MADERA Ancho : 500 Alto : 1.500</p>	15	330,67	4.960,05
<p>Abisagrada de 2 Hojas s/EBRO</p>  <p>Serie Ebro 52 con Rotura de Puente Térmico Premarco Vidrio c/Cámara de 4-12-6 PLAMITHERM Color : MADERA Ancho : 1.000 Alto : 1.500</p>	16	597,65	9.562,40
<p>Abisagrada de 1 Hoja s/EBRO</p>  <p>Serie Ebro 52 con Rotura de Puente Térmico Premarco Vidrio c/Cámara de 4-12-6 PLAMITHERM Color : MADERA Ancho : 500 Alto : 700</p>	7	225,76	1.580,32
<p>Abisagrada de 1 Hoja s/EBRO</p>  <p>Serie Ebro 52 con Rotura de Puente Térmico Premarco Vidrio c/Cámara de 4-12-6 PLAMITHERM Color : MADERA Ancho : 600 Alto : 900</p>	4	262,78	1.051,12
<p>Puerta 2 Hojas s/EBRO</p>  <p>Serie Ebro 52 con Rotura de Puente Térmico Premarco Vidrio c/Cámara de 4-12-6 PLAMITHERM Color : MADERA Ancho : 1.250 Alto : 2.000</p>	3	945,12	2.835,36

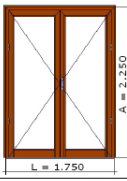
C/. Aragón, 18 – 50600 EJE DE LOS CABALLEROS (Zaragoza)
Nuevas Instalaciones : Polígono Valdeferrín, parc. 27-28, Nave 2-3
Tlf.: 976 66 22 81, 976 66 42 31. Fax : 976 66 44 03

Página 2 de 3

PRESUPUESTO N° : 90.412/1 Fecha : 14.12.2009
- MONASTERIO SAKYA TASHI LING



Suma y sigue : 26.038,17

Concepto	Udes.	Importe	Total
Puerta 2 Hojas s/EBRO  <p>Serie Ebro 52 con Rotura de Puente Térmico Premarco Vidrio c/Cámara de 4-12-6 PLAMITHERM Color : MADERA Ancho : 1.750 Alto : 2.250</p>	1	1.186,96	1.186,96
OPCIONALES PARA PUERTAS:			
MUELLE FRENO CIERRAPUERTAS 100 € UD. PUERTA			
MANILLON DECORATIVO OPCIONAL 100 € POR PUERTA			
Forma de Pago:		Base Imponible :	27.225,13
		I.V.A. (16,00%)	4.356,02
		TOTAL :	31.581,15

8. Ficha técnica de la lana de roca

ALPHAROCK-E 225

DESCRIPCIÓN ▼

Panel rígido de lana de roca volcánica, no revestido.

APLICACIONES ▼

Aislamiento térmico y acústico en particiones verticales separativas o distributivas de placas de yeso laminado o doble hoja cerámica.



Excelente aislamiento térmico y acústico. Buenas propiedades mecánicas y de reacción al fuego.

Dimensiones (mm)

LARGO	1.350
ANCHO	600
ESPESOR	30 40 50 60 75
ANCHO	400
ESPESOR	40 50

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS ▼

Densidad nominal

70 Kg/m³.

Conductividad térmica

0,034 W/(m.K.)

Según norma UNE-EN 12667

Resistencia térmica

Espesor en mm	30	40	50	60	80
R(m ² K/W)	0.85	1.15	1.45	1.75	2.35

Calor específico

0.84 kJ/kg K a 20 °C.

Reacción al fuego

Euroclase: A1

Según norma UNE-EN 13501.1

Aislamiento acústico

A menudo es necesario dotar a los cerramientos de un alto nivel de aislamiento acústico. La lana de roca Rockwool gracias a su disposición multidireccional aporta a los elementos constructivos una notable capacidad de aumentar el nivel de aislamiento acústico.

Comportamiento al agua
No retienen el agua y poseen una estructura no capilar. La lana de roca ofrece una fuerte permeabilidad al vapor de agua.

Resistencia al paso del vapor de agua de la lana de roca
 $\mu \pm 1,3$.

Coefficiente de absorción acústica
Según norma UNE-EN 20354

Frecuencia (Hz)	Coefficiente α
125	0,15
250	0,50
500	0,85
1000	1,00
2000	0,95
4000	1,00

* Espesor del panel 40 mm
NRC = 0,85 αw = 0,75

VENTAJAS ▼

- ① → Facilidad y rapidez de instalación.
- ② → Perfecta adaptación a los elementos estructurales.
- ③ → Seguridad en caso de incendio.
- ④ → Excelente aislamiento térmico y acústico.
- ⑤ → No hidrófilo ni higroscópico.
- ⑥ → Químicamente inerte.
- ⑦ → Libre de CFC y HCFC, respetuoso con el medio ambiente.

ESTE PRODUCTO SE UTILIZA EN LOS SIGUIENTES SISTEMAS CONSTRUCTIVOS:

Toda la información actualizada en www.rockwool.es

9. Ficha técnica de la caldera de biomasa

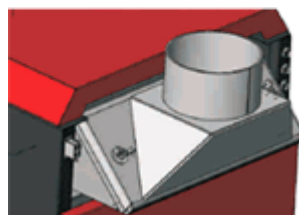
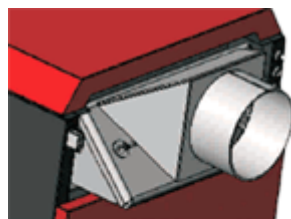


PELLET FP 20Kw | Silo | Sinfin de 1,5 m - Caldera completa.

PELLET FP 20Kw | Silo | Sinfin de 1,5 m - Caldera completa.

Caldera de pellet, económica, de fácil uso y robusta. Quemador **IWABO 20 S1** tornillo sinfin de 1,5 metros y silo de pellets de 330 litros. Caldera de hierro fundido.

Funcionamiento automático controlado por termostato interior que asegura un ambiente confortable en su calefacción. Alta efectividad de combustión y bajo consumo de combustible. Esta caldera tiene además la posibilidad de quemar leña. Fácil uso y limpieza. Alimentación de combustible automática. Posibilita obtener calefacción a través de una vaina eléctrica de hasta 6 kw de potencia. El cuerpo de caldera ha sido construido en hierro fundido de 4-6 milímetros. Altamente fiable en su uso y manipulación, facilitando a usuario un alto grado de seguridad. Bajos costos de uso y mantenimiento, larga vida útil de la caldera. De dimensiones compactas y cumple toda la normativa RITE sobre biomasa.

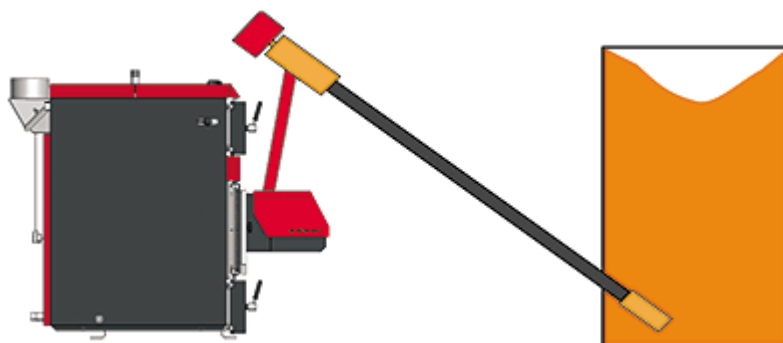


IWABO 20 S1 quemador de pellets:

Destinado para caldera ATTACK PELLET 20

Potencia 10 - 22 kW

Combustible recomendado: pellets de madera con humedad máxima hasta 12% y con diámetro de 6-8 mm, de longitud máxima de 35mm



Tornillo sinfín:

Automatiza el transporte del combustible desde el silo al quemador de la caldera.

Dimensiones 1,5 metros

Silo:

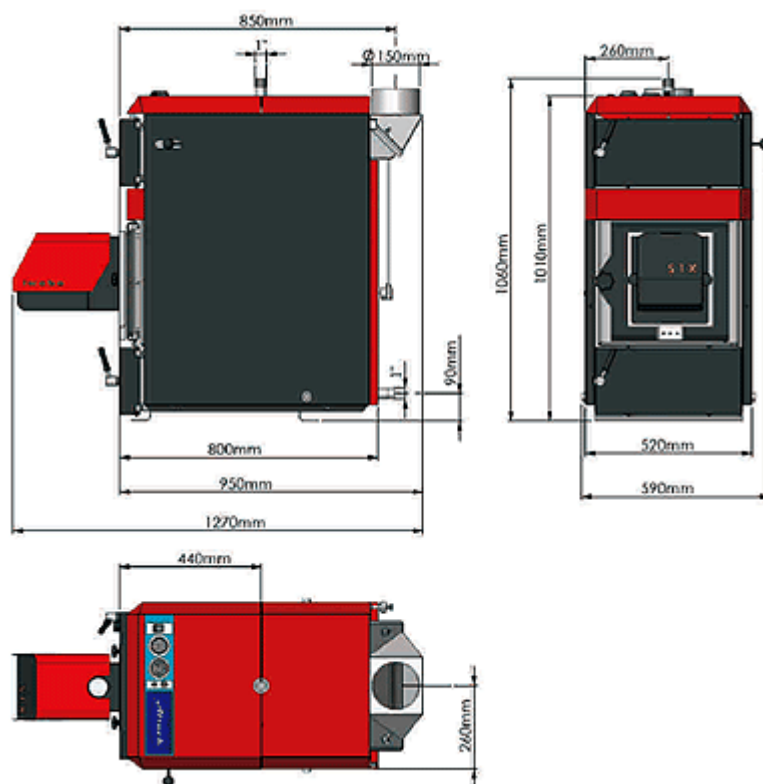
Capacidad de depósito de pellets es 330 litros



Características técnicas:

Potencia de la caldera	20 kW
Área de cambio de calor	1,9 m ²
Tiro de chimenea	15-20 Pa
Sobrepresión máx. de agua calentada	300 kPa
Peso de la caldera	270 kg
Combustible para quemador	pellet de madera 6/8mm
Consumo medio de combustible	2,4/4,5 kgh
Fuerza nominal - Temp. gases quemados	127 C
Capacidad de agua en caldera	60 litros
Potencia de entrada en la inflamación	1200 w
Potencia de entrada durante el uso	90 w
Diámetro de cuello de tiro	150 mm
Tensión en conexión	230/50 V/Hz
Alto de caldera	1060 mm
Ancho de caldera	590 mm
Profundidad sin/con quemador	950/1270 mm

Dimensión de abertura para el quemador	170x180 mm
Dimensiones de abertura para limpieza	370x140 mm
Parámetros del calentador eléctrico	2.4/6 kw
Cubierta de partes eléctricas	IP IP 40
Efectividad de la caldera	90 %



Detalles

REF	FP20kW1.5
Peso	270,00 kg
Precio:	5.039,80 €