

PLA D'ACCIÓ D'ENERGIA SOSTENIBLE AL MONESTIR BUDISTA

SAKYA TASHI LING

Autors: AGUILAR, J.; ARGELAGUET, C.; GARCÍA, M. I GONZALEZ, Y.

Llicenciatura de Ciències Ambientals, Universitat Autònoma de Barcelona

Tutors: Dr. Martí Boada i Juncà; Dr. Jordi Duch i Cortinas; Dr. Joan Rieradevall i Pons i
Dr. Joan Albert Sánchez i Cabeza

RESUM:

El Monestir Budista del Garraf presenta un Pla Executiu per a l'ampliació del monestir. Amb la finalitat de millorar l'eficiència energètica en el futur monestir, s'estima el consum en compliment amb alguns criteris del Decret d'Ecoeficiència. Posteriorment, es realitza una comparació del consum actual del sistema amb l'estimat, analitzant les dades de manera global i per subsistemes.

Mitjançant la realització d'un inventari del consum actual, l'estimació del consum futur, l'eficiència energètica i els potencials de captació d'energies renovables, es realitza un estudi per la implantació d'energies renovables al monestir. Es realitzen i s'avaluen les propostes per tal d'augmentar l'estalvi energètic del monestir i disminuir l'impacte ambiental. Es realitza l'estudi de

dos escenaris energètics: el cobriment del 20% de la demanda energètica amb energies renovables (Pacte d'Alcaldes) i l'abastiment complet del consum amb energies renovables. Valorant diferents criteris ambientals, socials i econòmics es recomanen propostes per la seva aplicació.

Paraules clau:

Eficiència energètica, energies renovables, autosuficiència energètica, Monestir Budista Sakya Tashi Ling.

RESUMEN:

El Monasterio Budista del Garraf presenta un Plan Ejecutivo para la ampliación del monasterio. Con la finalidad de mejorar la eficiencia energética en el monasterio futuro, se estima el consumo en cumplimiento con algunos criterios del

Decreto de Ecoeficiencia. Posteriormente se realiza una comparación del consumo actual del sistema con el estimado, analizando los resultados de forma global y por subsistemas.

Mediante la realización de un inventario del consumo actual, la estimación del consumo futuro, la eficiencia energética y los potenciales de captación de energías renovables, se realiza un estudio para la implantación de energías limpias en el monasterio. Se evalúan las propuestas con la finalidad de aumentar el ahorro energético y disminuir el impacto ambiental. Se realiza el estudio de dos escenarios energéticos: cubrir el 20% de la demanda energética con energías renovables (Pacto de Alcaldes) y suplir completamente el consumo con energías renovables. Valorando diferentes criterios ambientales, sociales y económicos se proponen aquellas medidas más recomendables para aplicar.

Palabras clave:

Eficiencia energética, energías renovables, autosuficiencia energética, Monestir Budista Sakya Tashi Ling.

ABSTRACT:

Garraf's Buddhist Monastery has an Executive Plan in order to expand the monastery. In order to improve the energy efficiency in the future monastery, consumption is estimated in accordance with certain criteria Ecoeficiencia Decree. Later it's done a comparison between the current consumption and the estimated system, analyzing the global and the subsystems results.

By using the inventory of current consumption, the estimate of future consumption, energy efficiency and potential uptake of renewable energy, a study for the implementation of clean energy in the monastery is done. Proposals are evaluated in order to increase energy savings and reduce environmental impact. The same purpose has the study of two energy scenarios: cover 20% of energy demand with renewable energies (Covenant of Mayors) and replace completely the energy consumption with renewable energy. Through different environmental, social and economic criteria, decisions are recommended proposals which in order to establish what proposals to apply are recommended.

Key words:

Energy efficiency, renewable energies, energy self-sufficiency, Garraf's Buddhist Monastery.

INTRODUCCIÓ:

Actualment l'ús de recursos no renovables en el nostre planeta s'ha estès de manera insostenible i indiscriminada, acostant-se així a l'esgotament de les seves reserves (Associació per a l'estudi de recursos energètics, 2009). Per aquest motiu, i per tal d'atenuar l'impacte ambiental que provoquen, és necessari considerar l'aplicació d'energies renovables per abastir la demanda de consum energètic de la societat actual.

D'acord amb la filosofia budista de la integració de l'activitat humana amb el medi natural, es valora la disminució de les emissions de CO₂ del sistema a partir de l'aplicació de diverses mesures d'eficiència i l'obtenció d'energia mitjançant fonts renovables.

METODOLOGIA:

Prèvia recerca bibliogràfica, es realitzen dues visites al monestir on es porten a terme entrevistes amb els responsables del Monestir per tal de recopilar la informació

necessària: hores d'ús de les diferents sales, habitants usuals, nombre de visites anuals, plànols de les reformes previstes, etc. per calcular el consum actual i poder realitzar l'estimació correcte del consum futur aplicant els paràmetres d'ecoeficiència.

Es separa el sistema en tres subsistemes independents: Palau, Estupa i Restaurant; per tal de poder identificar els punts de major consum. Es calculen les diferents variables (consum, emissions de diòxid de carboni i dades econòmiques) normalitzant els valors globals per càpita i per superfície de tots els subsistemes per tal de poder comparar-les.

S'estudien les variables econòmiques, socials i ambientals de cada tipus d'energia renovable, separant-les entre els consums tèrmics i elèctrics. Posteriorment es realitza una tria segons les variables i, en cas que aquestes no siguin decisives, es realitza un anàlisi cost benefici on s'integren les valoracions de tots els membres de l'equip, utilitzant el criteri de viabilitat com a excloent.

RESULTATS I DISCUSSIÓ:

Amb la reforma del monestir, s'obté un augment del consum de 105.404 kWh/anual i un augment d'emissions de 30.684 kg de

CO₂. Al normalitzar els valors per superfície obtenim els resultats de la Taula I, on s'observa que el consum per unitat de superfície augmenta en l'escenari futur, mentre les emissions de diòxid de carboni disminueixen. L'augment de consum és conseqüència de la forta demanda energètica d'alguns sectors de nova construcció o d'incorporació d'aparells d'elevat consum (com és el cas de la cuina amb les càmeres refrigerades), mentre les emissions es veuen disminuïdes pels criteris aplicats d'estalvi energètic (aparells de categoria A, canvi de combustible a propà, etc.), portant implícitament la disminució de CO₂.

La figura 1 mostra el consum normalitzat per càpita, on s'han considerat diferents escenaris: augment del 25%, 35% i 50% dels visitants. Quan l'afluència de visitants augmenta un 35% o més s'observa una disminució del consum per càpita, mentre que si és inferior augmenta el valor. Les emissions de CO₂ es redueixen en la totalitat dels escenaris proposats. En el cas d'emissions de CO₂ per càpita, s'observen els mateixos resultats respecte la disminució de diòxid de carboni com a conseqüència dels l'augment d'eficiència energètica. El consum per càpita es redueix amb un increment d'afluència de visitants, degut al mateix

consum derivat de les zones comunes independentment dels usuaris. La Comunitat Budista espera incrementar les visites de manera important, motiu pel qual realitzen les reformes.

Els resultats del consum i emissions normalitzats per superfície de cada subsistema es poden observar a les figures 2 i 3, on el subsistema Restaurant mostra tant en l'energia tèrmica com en l'elèctrica els valors més elevats.

S'ha realitzat un anàlisi del potencial de captació de diferents energies renovables. La zona del monestir rep una irradiació solar mitjana de 4,4 kWh/m², una velocitat del vent de 3,2 m/s, estímem unes 900 tones de biomassa procedents de fonts properes i una superfície disponible per la instal·lació de sistemes de captació d'energia de 136 ha, de les quals s'ha considerat la superfície més adequada depenen de cada font d'energia. En referència a l'energia geotèrmica no es poden presentar resultats, ja que no es disposa de cap estudi suficientment acurat a la zona del Garraf.

Es valoren les variables ambientals, socials i econòmiques per a cada font d'energia, de manera qualitativa i quantitativa. En quant als valors de caràcter social es poden generalitzar per a totes les fonts de energies

renovable: augmenten la sensibilitat ambiental, incrementen el turisme ambiental, disminueixen els gasos d'efecte hivernacle, milloren la imatge del monestir i generen un estalvi de les reserves de combustibles fòssils, entre d'altres avantatges. Respecte el valor ambiental, les energies proposades presenten un impacte mínim i no presenten emissions de GEH en l'etapa d'aplicació. Només la biomassa produeix emissions de CO₂, tot i que aquestes són fixades en part per la generació de la mateixa. A més, la biomassa genera beneficis locals de caràcter ambiental com la disminució del risc d'incendi, l'augment del treball local per tasques de neteja de boscos i disminució dels RSU.

Alguns impactes negatius a valorar de les energies renovables és la seva contaminació visual, accentuada en la minieòlica, així com la contaminació acústica d'aquesta. D'altra banda, la biomassa depèn del combustible usat i la instal·lació crea una dependència cap al gestor pel subministrament de combustible.

La Taula II ens mostra les dades de les fonts d'energia tèrmica proposades, en els escenaris del 20% i d'autosuficiència. La solar tèrmica no és una font suficient d'energia pels pic de demanda, ja que caldria instal·lar

aproximadament 500 plaques tèrmiques per cobrir la totalitat de la demanda a l'hivern, mentre la resta de l'any estaria sobre dimensionat. Per tant en l'escenari de l'autosuficiència es considera la biomassa com a font d'energia adequada, amb un temps d'amortització de 10 anys, calculat pel combustible d'estella. Per l'escenari del 20% s'ha realitzat un ACB (anàlisi cost benefici), del qual s'ha obtingut que la solar tèrmica seria la proposta millor valorada, com a conseqüència del seu menor cost inicial i menor temps d'amortització.

A la Taula III s'observen les dades quantitatives de l'energia elèctrica procedent de fotovoltaica i la minieòlica. La fotovoltaica és la millor valorada degut al seu menor cost d'inversió inicial i el menor temps d'amortització respecte la minieòlica, en els dos escenaris. La diferència principal del valor econòmic entre aquestes dues fonts es degut a la venda a la xarxa de la energia solar fotovoltaica, mentre que la minieòlica es regeix per una legislació que dificulta la seva implantació.

CONCLUSIONS:

Les reformes realitzades al monestir, generaran un augment del consum energètic, especialment en subsistemes de major activitat, com el Restaurant. Per tal

d'esmorteir l'impacte, cal aplicar les mesures d'eficiència adequades. Les mesures proposades en el projecte com la substitució de les bombetes per LEDs, el canvi de combustible a propà, mesures de comportament eficient, etc. amb les dades obtingudes, s'observa que, tot i comportar un augment del consum, el qual és implícit en l'aplicació del nou projecte d'ampliació, aquest no és indiscriminat. Cal destacar però que les emissions de CO₂ es veuen reduïdes un 20% només portant a terme les mesures d'eficiència proposades.

El potencial de captació d'energia al Monestir fa viable l'ús de l'energia solar tant fotovoltaica com tèrmica, minieòlica i biomassa. L'ús d'energies renovables al Monestir causa també uns impactes positius als visitants, augmentant la seva sensibilització ambiental, la implicació social pel medi ambient i serà font d'augment pel turisme ambiental de la zona, així com el coneixement d'altres fonts d'energia. Un cop estudiats diferents criteris i característiques de cada font d'energia, es proposa l'aplicació de l'energia solar fotovoltaica per la totalitat del consum elèctric del monestir, descartant la minieòlica degut a la elevada inversió inicial i temps d'amortització. Respecte la tèrmica, es valora més positivament la solar tèrmica per assolir el 20% de renovables

amb uns valors econòmics més favorables. En l'escenari de l'autosuficiència s'aposta per la biomassa, degut a que cobreix la totalitat de la demanda i als seus positius valors socials i ambientals.

AGRAÏMENTS:

Ens agradaria donar les gràcies a totes aquelles persones que amb la seva implicació i consells proporcionats han ajudat a la materialització d'aquest projecte:

Joan Albert Sánchez, Joan Rieradevall, Jordi Duch, Martí Boada, Comunitat Budista Sakya Tashi Ling i a tots els amics i familiars que ens han proporcionat suport durant aquests mesos.

BIBLIOGRAFIA:

DMAH, (2006). "La contribució de l'habitatge de Catalunya a la reducció d'emissions de gasos amb efecte d'hivernacle" Generalitat de Catalunya. p. 81.

Generalitat de Catalunya, (Gener, 2011). Disponible a : www.gencat.cat

Institut Català d'Energia, (Gener, 2011). Disponible a: www.icaen.cat

Instituto para la Diversificación y Ahorro de Energía, (Gener, 2011). Disponible a: www.idae.es

JOANATI, C.; RODRÍGUEZ, J.; VAYREDA, J. (2001). *Pla de biomassa*. Centre de Recerca

Ecològica i Aplicacions Forestals (CREAF) i Centre Tecnològic Forestal de Catalunya (CTFC).

Ministerio de Industria, Turismo y comercio, (Gener, 2011). Disponible a: www.mityc.es
MOYANO, V.; PÉREZ-PORRO, L.; RUIZ, A.; YBRAN, A. (2010) “Plan de gestión de energías renovables en el Monasterio Sakya Tashi Ling del Garraf”. Projecte de fi de carrera CCAA, UAB.

Pacte d'alcaldes (Gener,2011). Disponible a: <http://www.diba.es/mediambient/Pactealc.asp>

ROMERO-LENGUA, J.; BASORA,X.; SABATÉ, X.; VILLARREAL,M.; SORIA, I.; MALLARACH, J.M. (2008). “Pla de Gestió de l'Entorn del Monestir Sakya Tashi Ling” X3 estudis ambientals i Iniciativa Delos, p.112.

Taula I: Consum i emissions per subsistema i total respecte la superfície.

	ACTUAL		FUTUR	
	Consum (kWh/m ²)	Emissions (kg CO ₂ /m ²)	Consum (kWh/m ²)	Emissions (kg CO ₂ /m ²)
Estupa	0	0	58	14
Palau	205	97	209	73
Restaurant	94	40	146	44
Total	300	137	413	132

Font: Elaboració pròpia.

Taula II: Valoració quantitativa de l'energia tèrmica.

ENERGIA TÈRMICA			S.TÈRMICA		BIOMASSA	
			20%	100%	20%	100%
Econòmic	Sense subvenció	Inversió (€)	5.745	32.300	7.744	62.376
		Amortització (anys)	3	3	12	10
	Subvencionat	Inversió (€)	3.619	20.346	5.421	43.663
		Amortització (anys)	2	2	9	7
Ambiental	Estalvi de CO ₂ (t/any)	11	54	8	40	

Font: Elaboració pròpia

Taula III: Valoració quantitativa de l'energia elèctrica

ENERGIA ELÈCTRICA			S.FOTOVOLTAICA		MINIEÒLICA	
			20%	100%	20%	100%
Econòmic	Sense subvenció	Inversió (€)	81.754	409.000	120.000	420.000
		Amortització (anys)	3	6	15	15
	Subvencionat	Inversió (€)	61.754	390.000	100.000	400.000
		Amortització (anys)	2	6	13	14
Ambiental	Estalvi de CO ₂ (t/any)	17	84	17	84	

Font: Elaboració pròpia (2011).

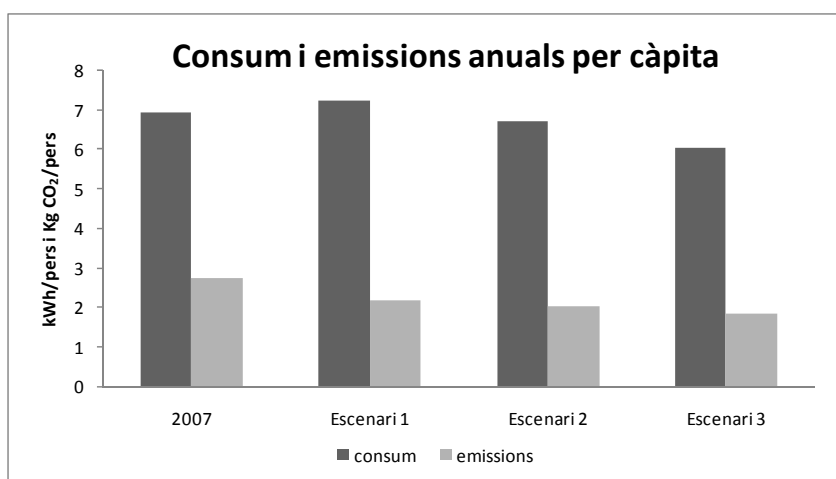


Figura 1: Representació del consum i emissions anuals per càpita dels diferents escenaris proposats respecte el 2007. Font: Elaboració pròpia.

Consum i emissions per superfície derivats de l'ús d'energia elèctrica

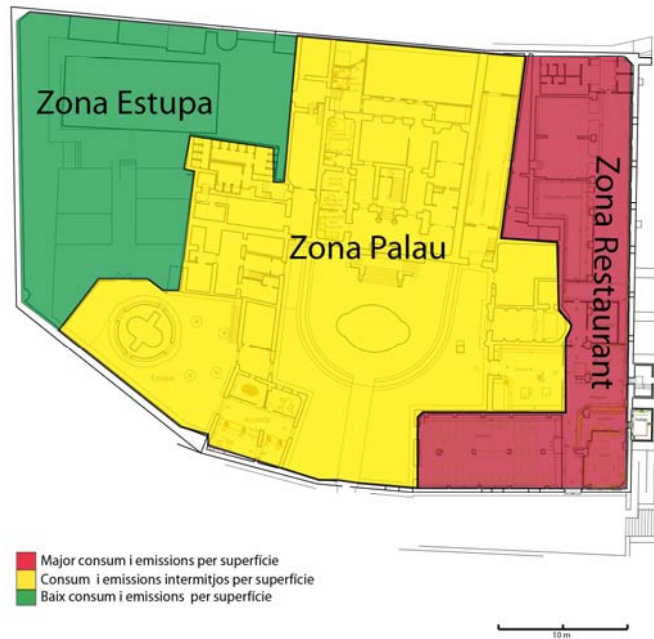


Figura 2: Consum i emissions anuals per superfície derivats de l'ús d'energia elèctrica. Escenari futur. **Font:** Elaboració pròpia.

Consum i emissions per superfície derivats de l'ús d'energia tèrmica

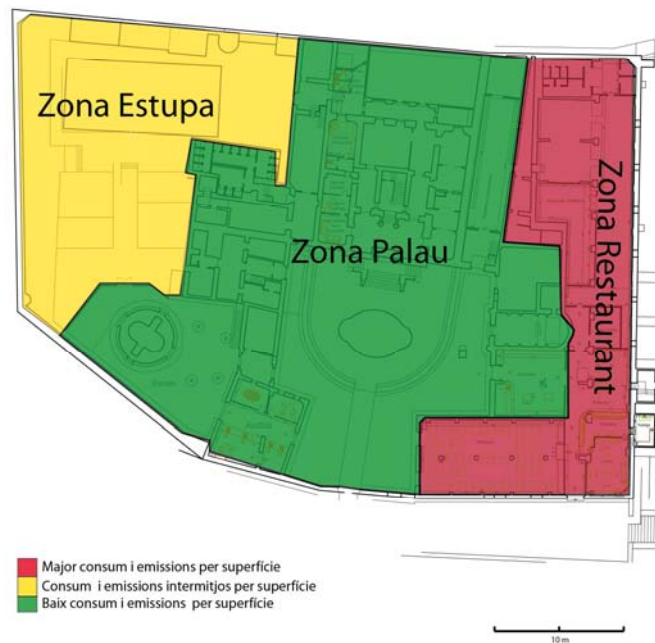


Figura 3: Consum i emissions anuals per superfície derivats de l'ús d'energia tèrmica. Escenari 2011. **Font:** Elaboració pròpia.