

AUTOSUFICIÈNCIA ENERGÈTICA EN NUCLIS DE MUNTANYA:

EXPERIÈNCIA A ARAÓS

Autors:

Martínez, Carlos; Masramon, Xavier; Palaudàrias, Anna

Tutors:

Ester García, Dr. Martí Boada, Dr. Joan Rieradevall

RESUM

A aquest estudi s'ha analitzat si és viable l'autosuficiència energètica en base a un estudi pilot al nucli d'Araós a partir dels recursos renovables locals.

S'ha realitzat un anàlisi del consum energètic del nucli d'Araós i s'ha comparat amb el potencial de producció energètica dels recursos renovables locals, incloent energia provinent de la biomassa forestal dels boscos de què disposa el municipi d'Alins i energia solar. Igualment s'han analitzat les emissions de CO₂ derivades del consum energètic del poble. S'ha comprovat així que la mitjana de consum per habitant i any d'Araós supera en 1Tep a la mitjana de Catalunya. El 38% del consum d'Araós però, prové de biomassa forestal local, que compta amb unes emissions de CO₂ associades pràcticament nul·les.

Finalment s'ha detectat que és possible assolir l'autosuficiència energètica d'Araós, mitjançant diferents estratègies d'implantació d'energies renovables. S'han considerat dues estratègies que cobreixen de 3 a 5 vegades el consum energètic: estratègia individual amb instal·lació d'energia solar en teulada i, calefacció i ACS a partir de calderes de biomassa; estratègia col·lectiva mitjançant una central de biomassa forestal. Ambdues representen beneficis energètics, econòmics i fins un 92% de reducció d'emissions de CO₂.

Paraules clau: Araós, autosuficiència energètica, energies renovables, consum energètic, diòxid de carboni, nucli rural.

RESUMEN

En éste estudio se ha analizado si es viable la autosuficiencia energética en base a un estudio piloto en el núcleo de Araós a partir de los recursos renovables locales.

Se ha realizado un análisis del consumo energético de Araós y se ha comparado con el potencial de producción energética de los recursos renovables locales, incluyendo energía proveniente de la biomasa forestal de los bosques de que dispone el municipio de Alins y energía solar. Igualmente, se han analizado las emisiones de CO₂ derivadas del consumo energético de Araós. Se ha comprobado así, que la media de consumo por habitante y año de Araós supera en 1Tep a la media de Cataluña. El 38% del consumo del pueblo proviene de biomasa forestal local, que cuenta con unas emisiones de CO₂ asociadas prácticamente nulas.

Finalmente, se ha detectado que es viable lograr la autosuficiencia energética de Araós, mediante diversas estrategias de implantación

de energías renovables. Se han considerado dos estrategias óptimas que cubren de 5 a 3 veces el consumo energético: estrategia individual con instalación de energía solar en tejados y calefacción y ACS a partir de calderas de biomasa; estrategia colectiva mediante una central de biomasa forestal. Ambas representan beneficios energéticos, económicos, y la reducción de hasta un 92% de emisiones de CO₂.

Palabras clave: Araós, autosuficiencia energética, energías renovables, consumo energético, dióxido de carbono, núcleo rural.

ABSTRACT

It is been studied whether it is feasible to set energy self-sufficiency based on a pilot study in the core of Araós from the local renewable resources available.

There has been a conducted analysis of energy consumption from the Araós inhabitants and it has been compared to the energy production potential of local renewable resources, including energy from forest biomass at the disposal of the municipality of Alins and solar energy. Also has been analyzed the CO₂ emissions arising from energy consumption of the inhabitants. It allows checking that the 38% of Araós consumption comes from local forest biomass. The CO₂ emissions associates at this consumption are practically nulls.

Finally it is been found out that is possible to achieve the Araós energy self-sufficiency, trough different strategies of implantation of renewable energies. There have been considerate two optimum strategies which cover between 3 and 5 times the energetic uptake: individual strategy with a solar energy installation for electricity and a biomass boiler for calefaction and ACS; collective strategy with a forest biomass boiler central, obtaining in

both cases economic benefits and reductions in energy consumption and CO₂ emissions until the 92%.

Keywords: Araós, energy self-sufficiency, renewable energy, energy uptake, carbon dioxide, rural town.

INTRODUCCIÓ

El poble d'Araós es troba situat als marges del PNAP, dins del municipi d'Alins, municipi que compta amb més superfície dins del parc. En els últims anys, aquesta zona ha gaudit, degut a la seva riquesa natural i cultural, de gran protecció, essent a més, el parc natural més gran de l'estat espanyol.

TAULA 1: Dades generals d'Araós

Població	Araós
Municipi	Alins
Comarca	Pallars Sobirà
Província	Lleida
Latitud (º)	42º 32' 14" N
Longitud (º)	1º 15' 40" E
Altitud (m)	930-1050
Orientació	S
Radiació Solar (MJ/m²·dia)	15
Vent (km/h a 60m d'altitud)	< 19,8
Temperatura mitjana(ºC)	9,5
Precipitacions (mm/any)	700
Humitat (%)	40
Cursos d'aigua (rius 500m)	Noguera de Vallferrera
Vegetació	Prats i boscs

Font: Elaboració pròpia a partir de [8][9] i [10], 2009

Geogràficament, Araós es troba en un paratge d'elevat interès energètic (taula 1), envoltat de grans superfícies boscoses (645 Ha de bosc de propietat comunal d'Araós) i amb una situació topogràfica que li subministra una mitjana mensual de 218,53 hores de sol.

Les característiques del poble, han permès històricament l'explotació dels seus boscos

comunals per a l'obtenció de biomassa susceptible d'extreure benefici econòmic o de ser emprada per l'obtenció d'energia calorífica, especialment a les llars de foc dels habitatges.

En els últims anys, aquesta fusta ha perdut sortida econòmica i a nivell global les energies renovables han sofert un gran auge en la seva implantació i estudi degut a la crisi energètica derivada de l'esgotament de petroli cada cop més propera. Així, s'han creat plans com el **Pla d'Energies Renovables 2005-2010**, que pretén arribar a un 12,1% d'energies renovables a tota Espanya. Paral·lelament, en la línia de l'eficiència energètica (imprescindible per un bon model energètic) s'han incorporat nous criteris de vital importància. Un exemple és l'estipulació pel nou CTE d'una transmissió tèrmica màxima de $0,70\text{W/m}^2\cdot\text{K}$ (a major transmissió menor aïllament tèrmic) en la construcció de nous habitatges.

Araós, disposant de gran quantitat de recursos i una baixa demografia (33 habitants), fa que es consideri una bona opció substituir les fonts energètiques no renovables del poble per fonts renovables (biomassa forestal i energia solar), podent obtenir l'autosuficiència energètica del poble i una reducció en el cost econòmic de l'energia per als seus habitants.

D'altra banda, es poden trobar nombroses subvencions en matèria d'energies renovables a l'IDAE i ICAEN.

OBJECTIUS

Estudiar el model energètic actual de la població i el seu potencial i proposar l'autonomia energètica del poble, segons la seva viabilitat.

Altres objectius es centren en inventariar el consum energètic i emissions de CO_2 del poble, estudiar l'eficiència energètica de tots els edificis i fer un anàlisi d'aquests paràmetres amb el model català.

Finalment, també es buscarà aconseguir optimitzar el consum energètic de la població, estudiar el potencial de les diferents fonts d'energia renovable d'àmbit local i proposar diferents alternatives basades en el consum energètic actual, el potencial de les energies renovables i la disminució de la contaminació.

METODOLOGIA

El recull de dades i el seu anàlisi s'ha basat en els trets del poble a diferents nivells, diferenciant dos sistemes: nucli urbà i mobilitat, per tal de compartimentar la informació i veure en quin dels sectors hi ha una necessitat més urgent d'actuació. (veure figura 1).

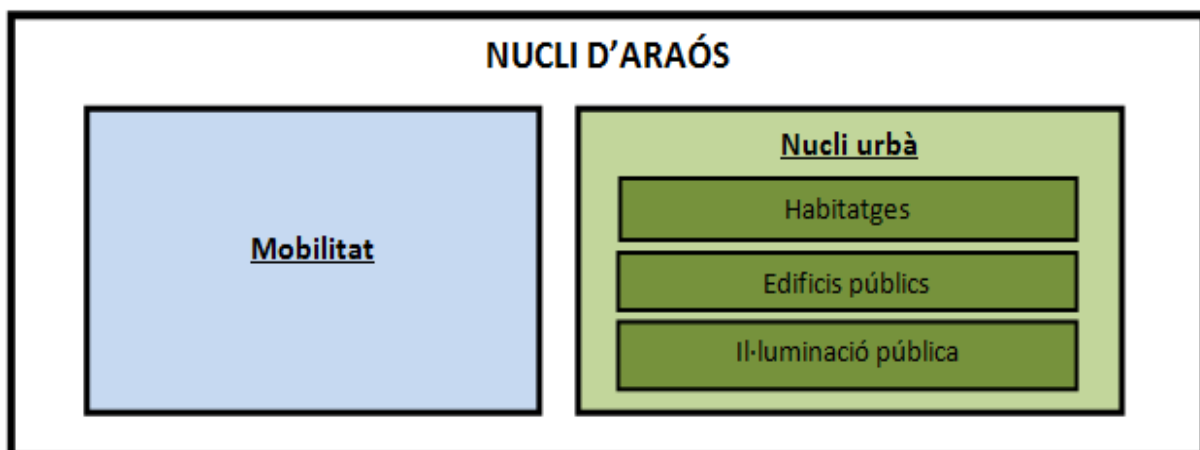


Figura 1: Esquema dels sistemes i subsistemes d'estudi.

Font: Elaboració pròpia, 2009.

Mitjançant treball de camp han estat recollides les característiques generals del nucli rural i de la zona on es troba situat, tals com història demogràfica, cultural i energètica, juntament amb els tipus d'energies renovables susceptibles de ser implementades.

S'ha confeccionat una enquesta per ser realitzada als veïns del nucli que ha permès conèixer els seus hàbits de consum energètic. Paral·lelament, s'han pres mesures directes als habitatges, obtenint diferents tipologies segons el seu any de construcció, i veient si aquest fet afectava al seu consum. Els mateixos paràmetres han estat mesurats als edificis públics i, pel que fa a la il·luminació pública, s'han avaluat els tipus i nombre de llums.

Amb les dades referents al consum energètic i emissions associades a aquest, s'ha calculat el potencial d'energia provinent de la biomassa forestal disponible del municipi d'Alins i de l'energia solar incident a Araós, per així veure si realment és viable obtenir l'autosuficiència energètica al poble.

S'ha considerat essencial la valoració de la reducció de l'impacte ambiental (emissions de CO₂) que suposaria l'autosuficiència energètica al poble, essent aquest un dels objectius específics del projecte.

Per concloure, s'han analitzat les diferents alternatives d'autosuficiència energètica basades en el seu cost econòmic, rendiment energètic i viabilitat ambiental per donar diferents alternatives per la seva implantació.

RESULTATS I DISCUSSIÓ

L'estudi parteix dels consums totals del poble, diferenciats en nucli urbà i mobilitat, i de la seva potencial substitució per una procedència 100% renovable, tot analitzant la seva reducció en emissions de CO₂ i la seva viabilitat econòmica i energètica, i considerant sempre diferents alternatives d'aplicació.

Consum energètic i emissions de CO₂ associades del conjunt del sistema nucli urbà

Al sistema nucli urbà s'han analitzat pels diferents subsistemes, els consums energètics diferenciant segons la font energètica (electricitat, gasoil, gas i biomassa forestal) i les emissions derivades en cada cas (veure figures 2 i 3).

S'ha analitzat a més el consum en funció de l'ús final de l'energia (calefacció, il·luminació, ACS, electrodomèstics de potència elevada i electrodomèstics de baixa potència). D'aquí s'ha pogut extreure que més del 80% del consum que es dona a la totalitat del nucli urbà es destina a calefacció.

FIGURA 2: Consums al nucli urbà d'Araós per font d'energia (Tep/any)

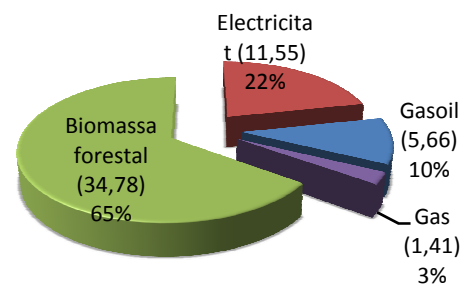
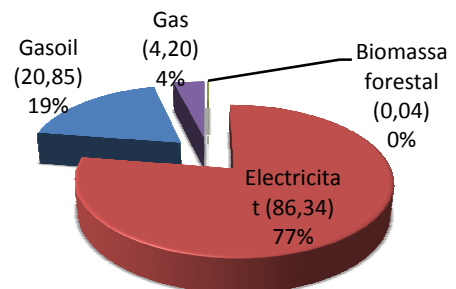


FIGURA 3: Emissions als habitatges d'Araós, per font (T CO₂ eq/any)



Font: Elaboració pròpia (2009).

A tot el nucli urbà, el consum majoritari d'energia ve donat per la biomassa forestal, amb un 65% del consum energètic total; no obstant, les emissions de CO₂ derivades són minoritàries (0%). Les emissions majoritàries al nucli urbà s'associen a l'electricitat, amb un 77% de les emissions totals (86.34T CO₂).

Consum energètic i emissions de CO₂ associades del sistema mobilitat

El 78% de la mobilitat d'Araós es fa amb vehicle privat, amb un consum total de 38Tep i unes emissions associades de 140 T CO₂ eq.

Un 88% dels 17 vehicles totals que pertanyen als habitants de primera residència d'Araós, empra combustible diesel. A més, un 41% d'aquests vehicles, són d'elevat consum i impacte ambiental (tipologia "tot-terreny"), fet motivat en part per les condicions orogràfiques accidentades de la zona.

La majoria de desplaçaments es realitzen a 3 destinacions principals (veure figura 4):

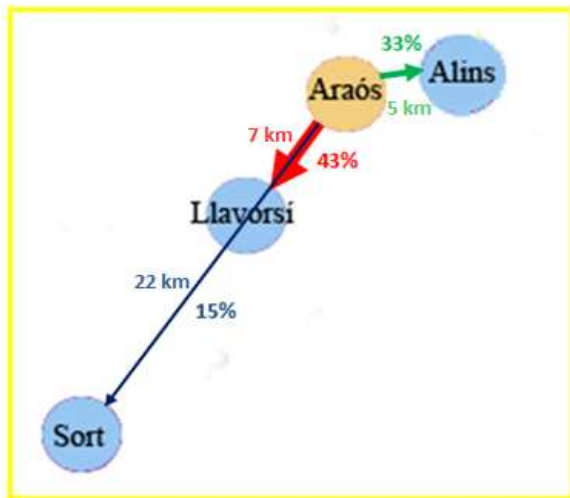


Figura 4: Percentatge de desplaçaments dels habitants d'Araós segons destinació.

Font: Elaboració pròpia, 2009

La figura 2 mostra com la majoria de desplaçaments és realitzada a Llavorsí (7km de

distància) amb un 43% dels desplaçaments.

A més, un 79% dels desplaçaments efectuats són de caràcter ocupacional i el 21% restant de caràcter personal.

Consum energètic i emissions de CO₂ associades totals (nucli urbà + mobilitat)

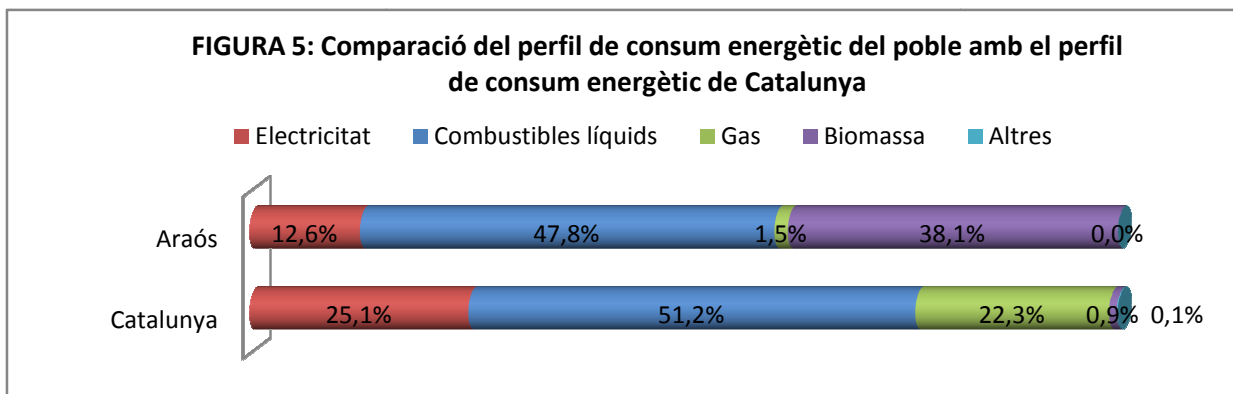
El consum energètic total del poble és de 93.40 Tep, amb unes emissions associades de 251.49 T CO₂eq.

D'aquest, el consum energètic del nucli urbà suposa un 58% i el de mobilitat un 42%. No obstant, les emissions derivades del consum realitzat al nucli urbà són un 44% del total d'Araós envers el 56% associades a la mobilitat, degut a una major emissió de CO₂ per Tep consumit en el sistema mobilitat a causa de les diferències en el combustible emprat.

La mitjana per habitant i any de consum energètic realitzat a Araós supera en 1 Tep a la mitjana de Catalunya, principalment degut al consum realitzat al subsistema habitatge (mitjana de consum 7 vegades superior).

No obstant, les emissions de CO₂ derivades del consum energètic a Catalunya i a Araós són semblants (aprox. 7,8T CO₂eq/habitant·any), degut a que les emissions associades a la elevada quantitat de biomassa consumida a Araós són molt baixes.

A la figura 5 es pot observar la comparació de perfils energètics entre Araós i Catalunya.



Font: Elaboració pròpia, 2009

Potencial energètic d'energies renovables

Per calcular el potencial de producció energètica total del nucli a partir de recursos renovables locals, s'ha diferenciat segons potencial solar i potencial de biomassa forestal.

Potencial solar:

Es disposa de bones condicions per l'aprofitament solar (15 MJ/m²-dia de radiació solar i de 7,18 hores diàries de sol).

Un 88.2% de la superfície de teulada del poble és apta per a la col·locació de panells solars. Aquesta té un potencial de producció fotovoltaica de 44,62 Tep/any i tindria una amortització de la inversió en 13 anys. La producció amb panells tèrmics seria de 262,27Tep/any i tindria una amortització de la inversió en 17 anys. També existeix a Araós la possibilitat d'instal·lar seguidors solars en camps disponibles adjacents al poble. El potencial total d'aquests camps és de 81,37Tep/any.

L'aprofitament de tan sols el 32% de la superfície de teulades (1390m²) apta, permetria produir tota l'energia consumida al nucli urbà actualment.

Potencial de biomassa forestal:

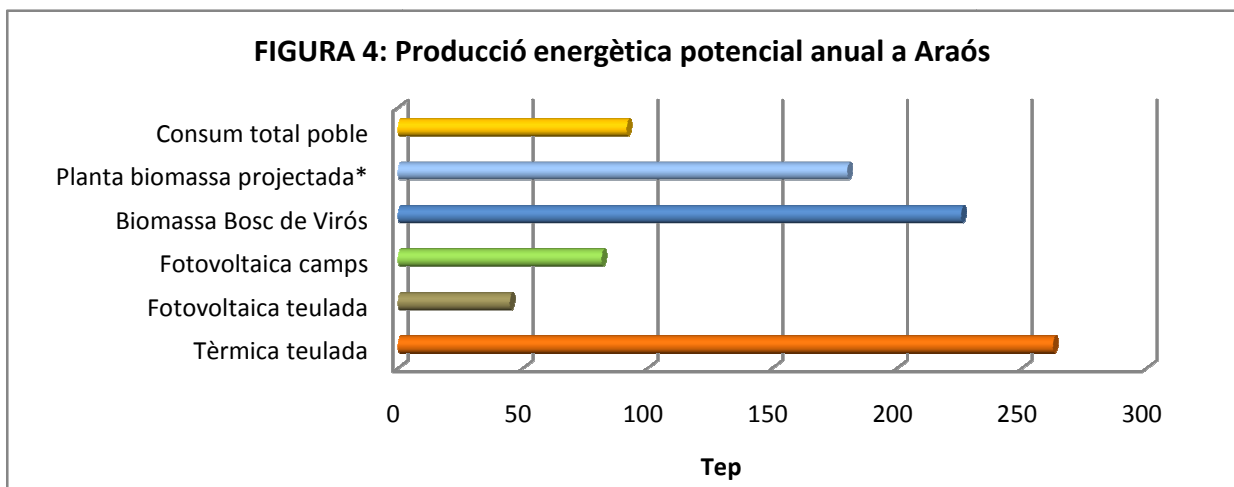
El bosc de Virós (propietat comunal d'Araós) té una superfície de 675,34Ha, un creixement compatible de 1013m³/any [2] i una energia potencial disponible de 265,30Tep/any.

D'aquesta manera, amb l'aprofitament energètic d'una sisena part del potencial total de la biomassa procedent d'aquest bosc es cobriren les necessitats tèrmiques del nucli urbà. Si es volgués cobrir el 100% del consum del poble, caldria una cinquena part d'aquest.

Recentment a Araós s'ha projectat la ubicació d'una planta de cogeneració alimentada amb estelles [1]. Aquesta planta tindria una capacitat per generar el doble del consum actual de tot el poble en energia elèctrica i tèrmica, i a més permetria la producció d'estelles utilitzables en calderes de biomassa.

Potencial total de producció energètica mitjançant fonts renovables

En base a aquests potencials, podem observar com no només és possible produir, mitjançant recursos renovables locals, l'energia que actualment es consumeix a Araós, sinó que es podria arribar a quintuplicar aquesta producció amb una combinació de producció solar i per biomassa (veure figura 6).



Font: Elaboració pròpia; 2009.

*Només es té en compte la producció d'energia tèrmica i elèctrica (no en estelles).

CONCLUSIONS

La font energètica que representa el major consum del poble (38%) és la biomassa. Aquesta, alhora té associat el menor percentatge d'emissions de CO₂ a l'atmosfera (0%). Per contra, l'electricitat amb només un 13% del consum total representa el 34% de les emissions totals del poble.

Els habitants d'Araós utilitzen vehicles d'elevat consum i impacte ambiental per desplaçaments locals (76% dels desplaçaments en un radi de 10km).

L'autosuficiència energètica d'Araós és viable, i aquesta, es pot aconseguir mitjançant diferents alternatives (individuals o col·lectives) d'aprofitament del potencial de les fonts renovables locals.

La implantació d'aquestes energies renovables implicaria a més una reducció de les emissions de CO₂ i una economitació monetària dels costos del consum d'energia.

PROPOSTES DE MILLORA

Les propostes de millora han estat estructurades en quatre àmbits: metodologia, eficiència, mobilitat i energies renovables.

Pel que fa a la metodologia, les propostes fan referència sobretot a mancances de l'enquesta realitzada i a paràmetres que es podrien haver tingut en compte per a obtenir dades més correctament, ràpid i sense pèrdua de dades, com l'elaboració d'un mapa dels habitatges, el repartiment de les hores de visita o entregar una circular uns dies abans de les enquestes.

En referència als resultats obtinguts, s'han repartit les propostes de millora en eficiència energètica, mobilitat i energies renovables.

En matèria d'eficiència energètica, es proposa dur a terme la substitució dels aparells elèctrics de baixa eficiència, tan pel que fa als electrodomèstics com a les llums. També es

proposa la rehabilitació dels edificis de més de 50 anys per una millora en l'aïllament. D'altra banda, també s'hauria de dur a terme la substitució, al subsistema il·luminació pública, dels equips d'il·luminació actuals per equips de major eficiència.

Respecte al sistema mobilitat, les propostes es centren en la instal·lació d'un minibus en hores punta per a anar a Llavorsí, així com el canvi progressiu cap a vehicles híbrids, amb un consum i impactes molt inferiors als vehicles actuals.

En energies renovables, és on rau el major pes de les propostes de millora. Es proposa, per una banda, la implementació d'una estratègia col·lectiva basada en la instal·lació d'una central de biomassa que podria abastir fins a 2 vegades el consum tèrmic del poble (100Tep) i fins a 13 vegades el consum elèctric (90,7Tep).

De manera alternativa, es proposa una estratègia individual basada en energia solar fotovoltaica instal·lada a la teulada de cada habitatge i la utilització de biomassa forestal com a sistema de calefacció i per escalfar l'ACS.

ACRÒNIMS

ACS: aigua calenta sanitària.

CTE: Codi Tècnic de l'Edificació

Ha: hectàrea

ICAEN: Institut català d'energia

IDAE: Instituto para la diversificación y el ahorro de la energía

PNAP: Parc Natural de l'Alt Pirineu

TCO₂eq: Tones equivalents de diòxid de carboni equivalent

Tep: Tones equivalents de petroli

AGRAÏMENTS

Martí Boada, Ester García, Marc Luján, Josep Poch, Joan Rieradevall i veïns d'Araós.

REFERÈNCIES

[1] AULETFORESTAL, S.L (2008). *Avantprojecte de planta de cogeneració per biomassa a Araós.*

[2] CALLAO, P.; CAMP, A. I PLANES, A (2009). *Avaluació de l'aprofitament de la biomassa disponible per a la producció d'energia calorífica al Parc Natural de l'Alt Pirineu.*

[3] CALVET, E; MILLAN, AC; PUY, N; VILLAREAL, M. (2004) *Avaluació del potencial d'aprofitament de Biomassa al Parc del Montnegre i el Corredor.*

[4] FUNDACIÓ GAS NATURAL (2009). *El consumo de energía y el medio ambiente en la vivienda de España. Análisis del ciclo de vida.*

[5] PUIG, J.; COROMINES, J. (1990). *La ruta de la energia.* Editorial: Antrophos

[6] PUY, N. (2006) *Avaluació Integrada de l'aprofitament energètic de la biomassa forestal a Catalunya.*

[7] TECNOAMBIENTE, DIPUTACIÓ DE LLEIDA, AJUNTAMENT DE LA SEU D'URGELL (2007). *Auditoria ambiental de la Seu d'Urgell.*

[8] VALERI, CONSULTORS ASSOCIATS (2008). *Memòria d'Informació i d'Ordenació del POUM provisional d'Alins.*

[9] Ajuntament d'Alins

[10] Departament de Medi Ambient i Habitatge:

<http://mediambient.gencat.cat/cat/inici.jsp>

[11] Endesa: www.endesa.es

[12] Institut Català de l'Energia: www.icaen.net

[13] Instituto por la diversificación i el ahorro energético: www.idae.es