

DOSSIÈRTÈCNIC

FORMACIÓ I ASSESSORAMENT AL SECTOR AGROALIMENTARI

N63 | BIOMASSA (II)

Agost 2013

P03 El mercat del pèllet i l'estella a Catalunya P07 Tecnologies i aplicacions de la biomassa
P17 Conreus energètics



ruralCat

La comunitat virtual agroalimentària
i del món rural

www.ruralcat.net



Generalitat de Catalunya
**Departament d'Agricultura, Ramaderia,
Pesca, Alimentació i Medi Natural**
www.gencat.cat/agricultura



PRESENTACIÓ



Denis Boglio

Director General del Centre Tecnològic Forestal de Catalunya

Catalunya és un país de boscos. I també un país agrícola. Tenim disponible cada any una quantitat molt important de matèries primeres a les quals podem donar un ús energètic: fusta, pinyols d'oliva, clofolla, sarments, restes de poda, possibilitats de cultius energètics, etc.

Fins ara, l'ús de la biomassa com a recurs energètic s'ha estès principalment en l'àmbit terciari (equipaments públics, comerços), i s'està expandint ràpidament en l'àmbit residencial (pèl·let/estella). També ho està fent en l'àmbit agrari, tant a nivell d'explotacions agràries com per a les indústries de transformació. Els estalvis que pot generar la substitució d'una caldera de gasoil o de gas per una de biomassa poden ésser molt importants, permetent una amortització relativament ràpida dels equipaments.

Però, més enllà de la reducció dels costos energètics, l'ús de la biomassa proporciona una sèrie d'avantatges que no tenen els combustibles fòssils: s'utilitzen circuits curts de producció i subministrament, que redueixen les emissions de CO₂ i generen ocupació local, consolidant-se les empreses en el territori. El valor afegit de l'energia es queda al territori on es produeix i es consumeix.

Avui dia, la tecnologia és estable i segura, i ofereix solucions des de calderes i estufes petites, automatitzades o no, per escalfar una única sala, fins a grans calderes de policom-bustió capaces de subministrar aigua i aire calents a una sèrie d'edificis. Hi ha nombrosos instal·ladors i enginyeries a Catalunya amb una àmplia experiència, així com fabricants especialitzats en les instal·lacions agrícoles. Els casos d'èxit existents són la clara mostra del fet que aquesta energia renovable és una realitat i una alternativa.

Opcions de finançament, n'hi ha, sigui a través de subvencions i crèdits públics (Institut Català de l'Energia, Departament d'Agricultura, Institut Català de Finances), o sigui a través d'organismes privats (diversos bancs tenen línies de crèdit per a energies renovables, i Catalunya compta amb empreses de serveis energètics amb molta capacitat tècnica i financera).

La nova PAC i en general les noves orientacions europees per al període 2014-2020 apunten cap a una millora de la sostenibilitat ambiental i energètica de l'economia, i en aquest sentit, la biomassa representa per al sector agrari una clara oportunitat de respondre-hi.

Dossier Tècnic. Núm. 63 "BIOMASSA (II)".

Agost de 2013

Edició

Direcció General d'Alimentació,
Qualitat i Indústries Agroalimentàries.

Consell de Redacció

Domènec Vila Navarra, Jaume Sió Torres, Joan Gòdia Tresanchez, Xavier Clopès Alemany, Ignasi Rodríguez Galindo, Joaquim Xifra Triadú, Agustí Fonts Cavestany (IRTA), Montserrat Alomà Masana, Mireia Medina Sala, Àngela Seira Sanmartín, Joan S. Minguet Pla i Josep M. Masses Tarragó.

Coordinació

Josep Maria Masses Tarragó.

Producció

Teresa Boncompte Ribera, Josep Maria Masses Tarragó i Annabel Teixidó Martínez.

Correcció i assessorament lingüístic

Joan Ignasi Elias Cruz,
Lluís Piqueres Pla,
Núria Domènech Pont.

Grafisme i maquetació

Hands On

Impressió

Ediciones Gráficas Rey, S.L.
Paper 50% reciclat i 50% ecològic.

Dipòsit legal

B-16786-05
ISSN: 1699-5465

El contingut dels articles és responsabilitat dels autors. DOSSIER TÈCNIC no s'hi identifica necessàriament. S'autoritza la reproducció total o parcial dels articles citant-ne la font i l'autor.

DOSSIER TÈCNIC es distribueix gratuïtament. En podeu demanar més exemplars a l'adreça: dossier@ruralcat.net

Departament d'Agricultura, Ramaderia, Pesca, Alimentació i Medi Natural
Gran Via de les Corts Catalanes, 612, 4a planta
08007 - Barcelona
Tel. 93 304 67 45. Fax. 93 304 67 02
e-mail: dossier@ruralcat.net

Més recursos, enllaços i versió electrònica al web de RuralCat:
www.ruralcat.net

Foto portada:

Caldera de biomassa. Oficina de Turisme de Sort.
Autor: CTFC.

EL MERCAT DEL PÈL·LET I L'ESTELLA A CATALUNYA



Foto 1. Estella i pèl·let. Autor: AFIB-CTFC.

01 Introducció

Des dels darrers cinc anys, la utilització de la biomassa forestal per la seva valorització energètica ja és una realitat i actualment el mercat de l'estella i el pèl·let està en clara expansió. Això comporta també un increment en el nombre d'empreses forestals que han incorporat la producció de biomassa amb finalitats energètiques en una part del seu negoci.

A continuació, es presenten les dades sobre la producció d'estella i pèl·let a Catalunya durant el 2012, així com també una anàlisi de diferents aspectes del mercat.

02 La producció i el mercat d'estella forestal

Les dades estimades de la quantitat de fusta comercialitzada en forma d'estella i amb destinació energètica el 2012, d'acord amb les enquestes realitzades als productors, es presenta a la Taula 1.



El nombre d'instal·lacions en funcionament actualment a Catalunya no és encara suficient per a la gran quantitat de biomassa existent en els nostres boscos.

Mobilització de fusta amb valorització energètica *1	Consum a Catalunya	Exportació
196.302 tones *2	61.302 tones	135.000 tones

Taula 1. Dades estimades de la quantitat d'estella de destinació energètica el 2012.

*1 Únicament es considera la fusta que s'ha comercialitzat en forma d'estella.

*2 No s'han comptabilitzat les tones de fusta d'autoconsum produïdes en les finques forestals, perquè no se'n disposa de dades.



Tot i que l'exportació encara és el principal destí de l'estella, en els darrers dos anys -i es preveu que de manera rellevant ho serà el 2013- el consum a Catalunya comença a ser significatiu.

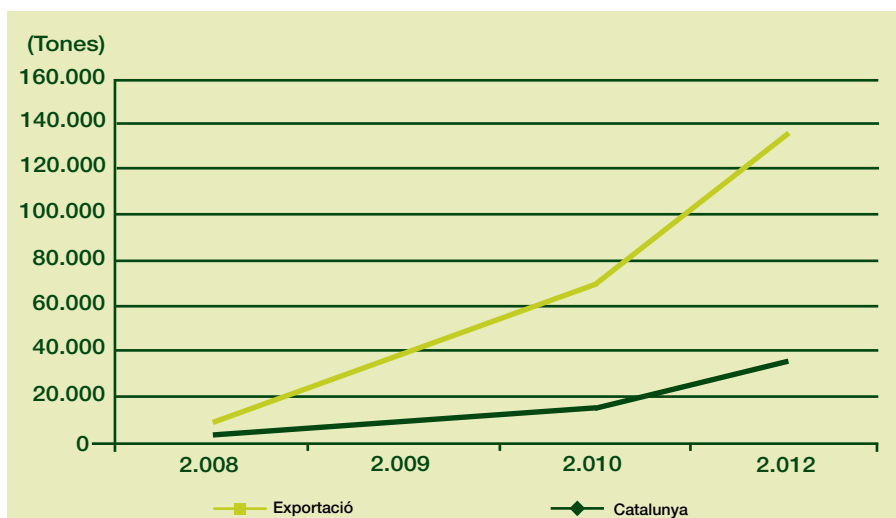
S'observa a la taula 1 que el 69% de l'estella produïda es destina a l'exportació i únicament el 31% es consumeix a Catalunya. Això és degut al fet que el nombre d'instal·lacions en funcionament actualment a Catalunya no és encara suficient per a la gran quantitat de bio-massa existent en els nostres boscos; així, els empresaris forestals catalans han trobat en l'exportació nous mercats, com és el cas de l'exportació de l'estella a Itàlia, on el govern italià subvenciona l'energia generada amb bio-massa forestal.

Si es comparen les dades dels 2008, quan el mercat de l'estella s'iniciava, amb les dades del 2012, s'observa el seu ràpid creixement i es comprova el pes important que representa l'exportació (Gràfic 1).

Cal puntualitzar que, tot i que l'exportació encara és el principal destí de l'estella, en els darrers dos anys -i es preveu que de manera rellevant ho serà el 2013- el consum a Catalunya comença a ser significatiu.

De les 61.302 t de consum a Catalunya durant el 2012, s'ha estimat que el 22% (13.486 t) va ser per a consum domèstic i la resta, el 78% (47.815 t) per a consum industrial en les 4 plantes que estan funcionant actualment (Taula 2). Es preveu que el consum assolirà més de 100.000 tones quan totes les plantes estiguin en ple rendiment, ja que la de les Borges Blanques es va inaugurar a finals del 2012.

No es disposa de cap registre del nombre de calderes que estan funcionant actualment amb estella forestal, tot i que ja són significatives les instal·lacions municipals que disposen d'una caldera d'estella o les granges i indústries que ja la tenen en funcionament o en projecte d'instal·lació.



Gràfic 1: Evolució del mercat d'estella 2008-2012 (no es disposa de les dades del 2011).

Projecte	Tipus instal·lació	Municipi	Potència elèctrica (MW)	Consum biomassa (t/any)
Energia Natural de Móra, SL	Elèctrica	Móra d'Ebre	0,50	2.000
Nufri	Elèctrica	Mollerussa	2	14.000
Central zona franca	Elèctrica i xarxa de calor	Barcelona	2	16.000
Termosolar Borges, SL (*)	Termosolar amb biomassa	Les Borges Blanques	11,1 MW (total 22,5 Mw)	70.700
TOTAL			15,6 MW	102.700 t/any

Taula 2: Plantes industrials de biomassa a Catalunya. Consum de biomassa en t/any.



Foto 2. Treballs de trituració d'arbres sencers per obtenir estella amb destinació a una planta de cogeneració. Autora: Francesca Farnadas.

S'estima que durant el 2012 a prop d'unes 25 empreses forestals van comercialitzar estella. La major part d'aquestes empreses es dediquen a realitzar treballs forestals, com aclarides de millora, tallades selectives, tallades arreu i adevesaments. La fusta de bona qualitat i amb diàmetre suficient la venen a les indústries de primera transformació i estellen per a usos energètics la fusta de pitjor qualitat.

La major part de les empreses que es dediquen a l'exportació, a part dels aprofitaments que realitzen a la seva pròpia empresa, també compren fusta a propietaris, associacions de propietaris i altres empreses forestals, amb l'objectiu d'estellar-la, assecar-la si escau i exportar-la en forma d'estella.

Part d'aquestes empreses disposen d'estelladores pròpies, d'altres contracten els serveis d'estellar a altres empreses. En total, s'han comptabilitzat 17 estelladores treballant (entre fixes i mòbils).

Alguna serradora també ven per a usos tèrmics l'estella que produeix en la pròpia indústria.

La major part de les empreses no mobilitzen per a usos energètics més de 5.000 m³ de fusta a l'any, tot i que hi ha una sola empresa que durant el 2013 va mobilitzar a prop de 100.000 m³, principalment per a exportació. Les empreses amb produccions més petites es dediquen principalment a estella per a usos tèrmics i per a consums locals.

Cal considerar, també, les calderes instal·lades en les masies de les finques forestals i que consumeixen la pròpia fusta de la finca. El propietari realitza l'aprofitament del bosc i destina la totalitat o una part d'aquest al subministrament de la caldera, contractant puntualment una empresa el servei de l'estelladora.

Respecte al preu de l'estella, aquest està en funció de quin és el seu destí, si és el mercat elèctric o el tèrmic i en aquest darrer cas si és per a una caldera industrial o una domèstica. Característiques com la humitat, la granulometria, si s'ha estellat l'arbre sencer o únicament el tronc, la distància de transport, etc, determinaran la qualitat d'aquesta estella i per tant el seu preu final.

Per al mercat tèrmic, els preus de referència es situen al voltant dels 90€/t per una estella amb humitat inferior al 30%, provinent únicament del



Foto 3. Fusta a punt de ser estellada per a alimentar una caldera municipal. Autora: Francesca Famadas.

Producció Catalunya 2012	Consum a Catalunya	Exportació
9.000 tones	5.000 tones	4.000 tones

Taula 3: Mercat del pèl·let a Catalunya. Dades estimades per al 2012.

Producte	Preu	Observacions
1 sac de 15 kg	4,5 €/sac	IVA inclòs i sense transport
1 palet amb 70 sACC de 15 kg/sac	4,8 €/sac	IVA i transport inclosos
A granel, mínim 3 tones	265 €/t	IVA i transport inclosos
Grans consumidors, mínim 15 tones	220 €/t	IVA i transport inclosos

Taula 4: Preus del pèl·let. 2012.

tronc i de granulometria G30. En aquest preu no està inclòs el transport.

Per al mercat elèctric, amb humitats superiors al 30%, estella provinent de l'arbre sencer i amb granulometries superiors a la G30, els preus de referència es situen al voltant dels 42€/t.

03 La producció i el mercat del pèl·let forestal

Pel que fa al mercat del pèl·let i d'acord amb les consultes realitzades al sector, les dades de producció estimades durant l'any 2012 a Catalunya es presenten a la Taula 3.

La producció del pèl·let a Catalunya ha variat molt poc els darrers anys. La primera dada de la qual es disposa és del 2008, amb una producció de 8.000 tones i per part de tres empreses productores. El 2012 la producció va ser a prop

de 9.000 tones, estant en actiu únicament dues empreses. Ara bé, aquesta producció es preveu que sigui superior a les 25.000 tones el 2013, ja que una de les empreses productores encara no estava en ple funcionament durant el 2012.

De les 9.000 tones produïdes a Catalunya, al voltant del 50% es destinen a exportació, principalment com a pèl·let industrial per al mercat italià.

És important incidir en el fet que a Catalunya, en el moment de redactar aquest article, no estava en funcionament cap planta que consumeixi el subproducte de la indústria (serradures i estelles), perquè l'única planta que ho consumia, Tradema, va tancar a finals del 2012. Aquest fet comporta que hi hagi una gran quantitat de subproducte de la indústria disponible i de molta bona qualitat. Actualment, les dues empreses productores de pèl·let utilitzen com a matèria



Durant el 2012 unes 25 empreses catalanes van comercialitzar biomassa arreu del país, amb 17 estelladores treballant (entre fixes i mòbils).

primera per a la seva fabricació el subproducte de les serradores i no la fusta provinent directament del bosc.

Les expectatives del sector són que el consum de pèl·let s'incrementi de manera significativa atesa la gran quantitat d'estufes i calderes que s'estan instal·lant o que estan en projecte. Segons dades del sector, durant el 2012 es van instal·lar a raó de 50 estufes de pèl·let al mes.

Cal destacar que una part del pèl·let consumit a Catalunya, un 20%, prové de fora, principalment de França, Castella i Lleó, Astúries i Galícia.

Respecte als preus del pèl·let, tot i que poden ser diferents segons quina sigui la marca comercial, els preus consultats són els reflectits a la Taula 4.

04 Garanties de subministrament de la biomassa

Com ja s'ha exposat en els capítols anteriors, en els boscos catalans hi ha una gran quantitat de biomassa disponible, que actualment, per les seves característiques, no és apte o no es valora comercialment en el mercat de primera transformació de la indústria catalana.

Com ja s'ha destacat anteriorment, és important el 2012 el 70% de la producció d'estella es va exportar (135.000 tones), ja que a Catalunya encara no hi ha suficients centres de consum per a consumir aquesta producció. I que durant el 2012 unes 25 empreses catalanes van comercialitzar biomassa arreu del país, amb 17 estelladores treballant (entre fixes i mòbils).

Pel que fa al pèl·let i com també ja s'ha comentat en el capítol anterior, el potencial de producció supera amb escreix el consum actual a Catalunya.



Foto 4. Caldera de 500 MW instal·lada en una piscina municipal. Autora: Francesca Famadas.

En aquest context, el subministrament de biomassa a Catalunya està garantit, sempre que hi hagi una convergència entre el preu de la biomassa i el que pugui pagar el propietari o el promotor per fer viable la instal·lació. La situació òptima per a garantir el subministrament es donaria quan un consumidor de biomassa disposés de més d'un centre subministrador proper a la instal·lació i a uns preus que li fessin viable el seu projecte a llarg termini.

Actualment, si molts dels projectes de biomassa no es posen en marxa és perquè principalment el promotor de la instal·lació no disposa de les garanties de subministrament que considera necessàries perquè financerament sigui viable la instal·lació; és a dir, disposar de contractes de subministrament a llarg termini (10-15 anys) que li assegurin una quantitat mínima de biomassa a un preu fixat. En els contractes existents es pren com a referència el preu del combustible fòssil abans utilitzat i el preu establert es revisa anualment en funció de l'IPC.

La major part de les instal·lacions que estan funcionant a Catalunya són instal·lacions petites i mitjanes, amb consums propers a les 2.000 t/any i amb contractes de subministrament anuals o bianuals, ja sigui a través d'empreses de serveis energètics o bé directament al consumidor.

05 Autora



Francesca Famadas Cabrespina
Enginyera de Forests
Cap d'Àrea de Gestió Forestal
Centre de la Propietat Forestal
ffamadas@gencat.cat

TECNOLOGIES I APLICACIONS DE LA BIOMASSA



Foto 1. Instal·lació de biomassa a la Torre d'en Roca. Autor: Agrofresc.

01 Tipus de calderes de biomassa

Les calderes de biomassa poden dotar els edificis de calefacció, o de calefacció i aigua calenta corrent (ACC), i la seva fiabilitat és equiparable als sistemes habituals de gas o gasoil.

Les instal·lacions de producció de calor amb biomassa forestal requereixen una inversió inicial més elevada que els sistemes convencionals amb el mateix nivell d'automatismes. Per això s'utilitzen per a necessitats tèrmiques constants i elevades, on l'economia del preu de la biomassa respecte al preu del combustible fòssil permet amortitzar més ràpidament la inversió.

L'ús de la biomassa forestal primària per a calefacció és especialment recomanat en aquells habitatges que compleixen alguns dels requisits següents:

- Caldera instal·lada amb més de 15 anys (de gas natural o gasoil)
- De propera renovació
- De futura construcció
- Amb demanda de climatització alta i constant
- Amb espai per la sitja i la descàrrega

Per a la generació d'aigua calenta corrent (ACC) i calefacció per a ús domèstic, existeixen al mercat una àmplia oferta d'estufes i calderes



El nombre d'instal·lacions en funcionament actualment a Catalunya no és encara suficient per a la gran quantitat de biomassa existent en els nostres boscos.

amb la possibilitat de cremar material vegetal de diferents orígens. La producció tèrmica es pot realitzar mitjançant:



És necessari plantejar-se des del principi el biocombustible que es vol emprar i les característiques del lloc que s'ha de calefactar, per tal de dissenyar-ne la instal·lació adient.

- **Estufes**, normalment de llenya o pèl·lets, que escalfen una única sala i normalment actuen simultàniament com a elements decoratius.
- **Calderes de baixa potència per a habitatges** unifamiliars o construccions de mida reduïda.
- **Calderes dissenyades per a un bloc o edifici d'habitatges**, que actuen com a calefacció centralitzada.
- **Centrals tèrmiques** que escalfen diverses instal·lacions o grup d'habitatges (xarxa de calor o *district heating* en anglès).

Les calderes de biomassa es classifiquen en funció del tipus de combustible que admeten i de la classe de tecnologia que utilitzen:

01.01 En funció del tipus de combustible

- **Calderes de llenya:** mida petita, molt eficients i baix cost.
- **Calderes específiques de pèl·let:** mida petita (fins a 40 kW), altament eficients i baix cost.
- **Calderes d'estella:** mida mitjana o gran, altament eficients i una mica més cares que les de pèl·lets.
- **Calderes mixtes o policombustibles:** mida mitjana (potències des de 25 kW fins a 150 kW) o gran (potències superiors als 200 kW), i admeten diferents tipus de combustible programant la caldera i a vegades canviant el cremador.

01.02 En funció del tipus de tecnologia utilitzat

- **Calderes convencionals adaptades per a biomassa:** antigues calderes de carbó

adaptades per poder utilitzar biomassa o calderes de gasoil amb un cremador de biomassa. Tot i que són barates, la seva eficiència és reduïda (75% – 85%). Acostumen a ser semiautomàtiques, ja que com que no estan dissenyades específicament per a biomassa no disposen de sistemes específics de manteniment i neteja.

- **Calderes estàndard de biomassa:** dissenyades específicament per a un combustible determinat (llenya, pèl·lets, estella...), assolixen rendiments de fins a un 92%. Generalment es tracta de calderes automàtiques, ja que disposen de sistemes automàtics d'alimentació del combustible, neteja de l'intercanviador de calor i extracció de cendres.
- **Calderes mixtes:** permeten l'ús alternatiu de dos combustibles en funció de les necessitats econòmiques o de subministrament de cada situació. Necessiten un emmagatzematge i un sistema d'alimentació de la caldera per a cada combustible, per la qual cosa el cost d'inversió és més gran que per a altres tecnologies. El seu rendiment és alt, pròxim al 92%, i són calderes totalment automàtiques.
- **Calderes de pèl·lets a condensació:** petites, automàtiques i per a ús exclusiu de pèl·lets, aquestes calderes recuperen la calor latent de condensació continguda al combustible abaixant progressivament la temperatura dels gasos fins que es condensa el vapor d'aigua a l'intercanviador. Mitjançant aquesta tecnologia, l'estalvi de pèl·lets és del 15% respecte a una combustió estàndard, de manera que s'aconsegueixen les eficiències més altes del mercat, amb un rendiment de fins al 103% respecte al PCI.

Avui en dia, l'avanç tecnològic ha permès que les calderes de biomassa igualin en prestacions de comoditat i rendiment les calderes de combustibles fòssils a què estem acostumats. Tot i que el cost de les calderes de biomassa és de 3 a 5 vegades el cost d'una caldera de gas o gasoil, el preu de la biomassa és molt menor, cosa que fa que l'amortització d'aquestes calderes de biomassa sigui interessant.

Tanmateix, l'ús energètic de la biomassa presenta una sèrie de petits inconvenients en comparació amb l'ús dels combustibles fòssils:

- La biomassa té menys densitat energètica, la qual cosa fa que els sistemes d'emmagatzematge siguin més grans.
- Els sistemes d'alimentació del combustible i l'eliminació de les cendres són més com-

plexos i requereixen uns costos d'operació i manteniment més elevats.

- Els canals de distribució de la biomassa no s'han desenvolupat tant com els dels combustibles fòssils.
- La biomassa té un contingut elevat d'humitat, i això fa que en determinades aplicacions pugui caldre un procés previ d'assecatge.

La instal·lació (caldera, cremador, sistemes d'alimentació, sitja, etc.) determina el material que hi pot entrar o no. Per això és necessari plantejar-se des del principi el biocombustible que es vol emprar i les característiques del lloc que s'ha de calefactar, per tal de dissenyar-ne la instal·lació adient.

02 Aspectes d'instal·lacions de biomassa forestal (estella)

02.01 Sitja

Els sistemes d'emmagatzematge del biocombustible són una de les particularitats pròpies dels sistemes de biomassa i que no tenen els sistemes que funcionen mitjançant combustibles fòssils clàssics. També és la causa habitual que les instal·lacions ocupin espais més grans i és una de les parts més complicades durant l'execució a causa del volum i de la rigidesa d'instal·lació.

Hi ha sitges prefabricades i sitges dissenyades i construïdes al detall per a una instal·lació en concret. Quan construïm una sitja al detall, el dimensionament que tingui estarà relacionat amb el sistema d'alimentació entre la sitja i la caldera.

Les sitges poden ser bàsicament de quatre tipus, amb les seves particularitats: prefabricades tèxtils, prefabricades rígides i d'obra.

Volum i capacitat

El volum de la sitja hauria de permetre una autonomia de 15 dies. Per calcular la capacitat de biocombustible i d'energia disponible dins la sitja cal fixar les variables següents:

- Densitat aparent del biocombustible.
- Poder calorífic inferior del biocombustible.
- Volum del biocombustible que ocupa dins la sitja.
- Factor de correcció del volum real per a sitges d'obra. No són líquids i la seva ocupació a la sitja no és total.
 - Biocombustibles granulats: factor 0,8
 - Biocombustibles no granulats: factor 0,6-0,7

També resulta molt útil tenir en compte el volum del mitjà de lliurament, ja que és molt recomanable que la sitja tingui un volum útil d'1,5 vegades el volum del camió.

Descàrrega

El subministrament de biocombustibles que no tinguin una granulometria homogènia requereixen una logística més complexa, lligada al disseny, les dimensions i l'accessibilitat de la sitja i del magatzem. Les descàrregues d'aquests biocombustibles es fan habitualment per gravetat amb un camió bolquet, en sitges que es troben soterrades, o bé aprofiten un talús.

En altres casos requereixen solucions més complexes basades en bombes pneumàtiques, cintes acostellades, etc.

Mides de l'obertura

L'embocadura de la sitja hauria de ser almenys de 2,5x1,25m, trobar-se arran de terra i estar protegida amb una reixa no menor de 15x15 cm per evitar caigudes al seu interior. Preferentment, una sola persona podrà manipular la tapa.

Sistema de tancament (tapa lliscant o similar)

El sistema de tancament/obertura més senzill és el de tapa lliscant, tot i que no sempre l'espai disponible permet instal·lar-lo.

Cal tenir en compte també que la tapa ha d'evitar l'entrada d'aigua de la pluja, parant especial atenció amb les condensacions que tindran lloc a la part inferior si la tapa es troba a la part superior. En aquests casos, no serà sobrer preveure una petita inclinació per evitar que les gotes d'aigua de condensació es reincorporin al biocombustible.

El tancament no ha de ser estanc, per permetre la sortida d'aire saturat d'aigua cap enfora. Tanmateix, s'ha de tenir en compte que qualsevol obertura ha d'estar protegida per tal d'evitar l'entrada accidental d'animals i persones que després no puguin sortir.

02.02 Tipus de cremadors

02.02.01 D'alimentació per lots

Aquests sistemes s'alimenten de forma manual o bé mecànicament, amb rolls de fusta, troncs o altres trossos de fusta. Generalment no requereixen més que omplir la cambra de combustió o tremuja cada dia, encara que la freqüència depèn del perfil de demanda. El biocombustible



Foto 2 i 3. Vista superior de dos cremadors d'aflorament, el de la dreta amb problemes de fusió de cendres. Autor: AFIB-CTFC.

carregat crema en una sola tongada més que de forma continuada segons la resposta a una demanda variable (com en els exemples anteriors). Solen emprar-se ventiladors per garantir una combustió completa.

Aquests sistemes ofereixen solucions ajustades de preu, on la biomassa es pugui aconseguir a baix cost, i on hi hagi mà d'obra per atendre alguns aspectes de manteniment.

Habitualment són a escales d'entre 20 a 500 kW. Atès que tendeixen a tenir sistemes de control menys sofisticats, requereixen fusta seca (20%-25% bh). Són adients especialment per a usos de petites indústries i granges.

02.02.02 D'alimentació automàtica

Cremador horitzontal

Aquests cremadors poden ser autònoms o no. Les calderes amb cremadors horitzontals són les més senzilles. La graella sol ser petita i forma part directament del final del sistema d'alimentació. Com que són petits, per tal de poder funcionar de manera eficient necessiten que el combustible, pèl·lets o estella, tinguin un contingut d'humitat (base humida) igual o inferior al 30%, i mai per sobre del 35%. L'estructura de les calderes que munten aquests tipus de cremadors està feta per permetre una resposta ràpida a la demanda de calor i necessiten que la humitat sigui baixa. La granulometria del combustible ha de ser consistent, ja que la zona on té lloc la combustió és petita i es veu afectada fàcilment per inconsistències. Aquests cremadors es poden trobar en calderes amb rangs de potència d'entre 30 i 500 kW.

Cremador per aflorament

En aquests cremadors el biocombustible és empès amunt en forma de con invertit, i forma una pila on el foc crema pels costats i per la superfície. S'hi poden cremar idealment biocom-

bustibles (pèl·let i estella) amb una humitat de fins al 30%. Si hi ha material refractari, aleshores poden acceptar humitats excepcionalment fins al 40%. En el cas de l'estella, aquesta ha de tenir una mida de partícula limitada (<50 mm, segons Sebastian (2010)). Aquests cremadors s'alimenten principalment amb vis sens fi.

Les cendres es formen a tots els costats de la zona de combustió, i la seva expulsió està basada en el desplaçament causat per l'entrada de nou material combustible en el cremador. Alguns cremadors tenen parts vibrants per tal de facilitar la caiguda de les cendres al fons de la caldera. Les cendres s'extreuen normalment amb sistemes mecànics (Fotos 1 i 2).

Aquests cremadors són comuns en el rang de potències de 25 a 300 kW (fins a 500 kW en el cas de pèl·lets). Normalment és convenient cremar biocombustibles de qualitat mitjana-alta i estable.

Cremadors de graella mòbil

Les calderes que munten aquesta graella permeten més flexibilitat que les anteriors, i de fet estan dissenyades per cremar estelles d'entre el 30% i el 60% d'humitat. Munten més refractari, que permet que la temperatura de la cambra de combustió sigui més estable, i d'aquesta manera el biocombustible s'asseca mentre es troba al començament de la graella. Aquestes calderes, però, tenen resposta més lenta a les demandes de calor.



És molt recomanable que la sitja tingui un volum útil d'1,5 vegades el volum del camió



Foto 4. Vis sans fi. Autor: AFIB-CTFC.



Foto 6. Plat giratori amb braços i vis sans fi. Autor: AFIB-CTFC.

carbonització però a temperatura més elevada per tal de maximitzar la producció de gas.

L'objectiu de la utilització d'un reactor de gasificació es justifica en abundància d'un recurs de granulometria homogènia, que no provoqui problemes amb la seva composició química, i on es desitgi l'obtenció d'un gas pobre, sigui per a combustió directa o en motors de combustió interna o externa (motors Stirling) per a la generació d'electricitat. Els reactors poden ser fixos o de llit fluiditzat.

02.03 Sistemes d'alimentació

Tot i que hi ha una certa diversitat de sistemes de transport dels biocombustibles sòlids particulats des de la sitja al cremador, els més comuns amb diferència són el vis sans fi i l'empenyedor hidràulic, que es descriuen a continuació.

02.03.01 Vis sans fi

És molt fiable però requereix unes certes limitacions pel que fa a les dimensions del biocombustible (foto 4). La granulometria del biocombustible sòlid va lligada a la fluïdesa del moviment –o la manca d'aquesta– al vis sans fi. La granulometria de qualsevol biocombustible d'alta qualitat ha de ser consistent, amb una variació mínima.

Els visos sans fi més grans poden acceptar estelles de dimensions de fins a 100 mm (típicament la classe CEN P100) tot i que també es recomanen per a una mida màxima de 50 mm. Les estelles que siguin anormalment gruixudes i llargues per a una mida donada de vis sans fi el poden arribar a bloquejar. Per això, algunes cases comercials incorporen una ganiveta a l'extrem per tallar aquestes partícules.

Els punts de bloqueig més comuns són els punts de transferència entre vis sans fi (colzes), i això pot succeir habitualment si no se segueixen



Foto 5. Alimentació amb pistó hidràulic per a una caldera de 3 MW en una petita central de cogeneració. Autor: AFIB-CTFC.

El moviment de la graella ajuda a evitar problemes d'incrustacions, escorificacions i bloquejos, i permet l'ús de combustibles de baixa qualitat en termes de contingut de cendres i elements alcalins. L'extracció de cendres requereix sistemes una mica més complicats i cars. Les graelles mòbils són comunes a partir de 100 kW en amunt.

Reactors de gasificació

La gasificació és un tractament tèrmic de la biomassa que, per tot un seguit de reaccions d'oxidació i reducció, endotèrmiques i exotèrmiques i amb poc subministrament d'oxigen, produeix un gas combustible compost principalment de metà, hidrogen, monòxid de carboni i altres hidrocarburs. És un procés equivalent a la

les indicacions del fabricant. De totes maneres, com més curt sigui un vis sens fi, menys possibilitats hi ha d'embussos.

02.03.02 Pistons hidràulics

Els pistons o empenyedors hidràulics impulsen una càrrega de biocombustible cap al cremador (Foto 5). Aquest sistema pot treballar amb trossos de fusta relativament grans que poden ser trencats, tret d'aquells excessivament grans. Generalment disposen de ganivetes per acabar de trencar les peces més grans. Per tot això, és difícil que aquest sistema s'embussi. Malgrat els seus avantatges, aquests sistemes són cars i habitualment necessiten situar-se en el mateix pla i en línia amb l'entrada de combustible al cremador. Aquest sistema típicament alimenta cremadors de graella mòbil amb partícules d'un màxim de 100 mm.

02.03.03 Plat amb braços articulats o ballestes

Aquest és un dels sistemes més fiables d'extracció del biocombustible de la seva sitja en l'escala mitjana i el que més comunament es trobarà instal·lat per a calderes d'estella (Foto 6). Aquest sistema sovint evita el problema de l'efecte volta que pot ocasionar treballar amb estella amb excés d'elements llargs i humitat. Aquest problema es pot donar en sitges amb parets inclinades, on es dificulta la caiguda per gravetat de l'estella cap al vis sens fi.

02.03.04 Terra mòbil

Els terres mòbils empenyen a poc a poc el biocombustible en tota la seva llargada en direcció a un vis sens fi o un pistó que alimenta finalment el cremador. El moviment s'origina amb pistons hidràulics fixats en formigó. Aquest sistema és adequat per a grans sitges normalment associades a calderes de potències superiors als 800 kW.

02.03.05 Altres sistemes de transport

Altres sistemes de transport comprenen l'alimentació pneumàtica, per gravetat amb vàlvula rotacional, amb espargidor, amb cintes, amb catúfols o amb cadenes.

02.04 Acumulador d'inèrcia

Les calderes de biomassa regulen la seva potència en funció de la seva pròpia temperatura i la necessitat de demanda. Així, si no tenen de-

manda s'aturen, cosa que deriva en una baixa de rendiments a causa del règim estacionari d'aturada i engegada.

Una bona opció, especialment en èpoques de l'any on la demanda de calor sigui baixa (per exemple, quan només hi ha consum d'ACC), o quan la demanda és intermitent i de poca durada, és dotar el circuit de calefacció d'un dipòsit inercial. D'aquesta manera s'allarguen els cicles de treball de la caldera, s'eviten engegades i aturades i es millora significativament el rendiment del sistema.

02.05 Sonda lambda i sensor de temperatura

Mesura l'oxigen residual al fum, per ajudar a ajustar els paràmetres de la combustió i fer augmentar el rendiment. Si hi ha excés d'oxigen, l'equip abaixa l'aire secundari o apuja lleugerament la càrrega de combustible. Si hi ha dèficit, actua de manera contrària. D'aquesta manera es poden corregir automàticament petites variacions de les característiques del combustible sense perdre rendiment i sense necessitat que hi intervingui l'usuari.

02.06 Neteja dels gasos de combustió

El gasos de combustió arrossegueu certes quantitats de cendres (anomenades volants) i sutge que en la seva gran majoria poden ser retinguts amb els següents sistemes de neteja:

- Cyclons
- Filtre electrostàtic
- Filtre de mànigues



El sistema més habitual per a la neteja de bescanviadors en calderes grans són els equips d'aire comprimit interns.

02.07 Neteja dels intercanviadors

El sistema més habitual per a la neteja de bescanviadors en calderes grans són els equips d'aire comprimit interns que periòdicament bufen tots els conductes. Aquest sistema neteja les cendres i evita la formació de dipòsits de brossa, però no és tan efectiu amb incrustacions com les produïdes pel quitrà.

Un altre sistema de neteja dels bescanviadors és mitjançant uns rascadors, també anomenats turbuladors, que són elements mòbils, amb forma d'espiral, ubicats a l'interior dels tubs de pas de fum. Aquests es mouen provocant el desplaçament i la caiguda de cendres i creen turbulència, cosa que augmenta el rendiment de bescanvi. L'accionament dels turbuladors pot ser manual, mitjançant una palanca, en els sistemes més senzills, o comandats per un motor automatitzat en sistemes més sofisticats.

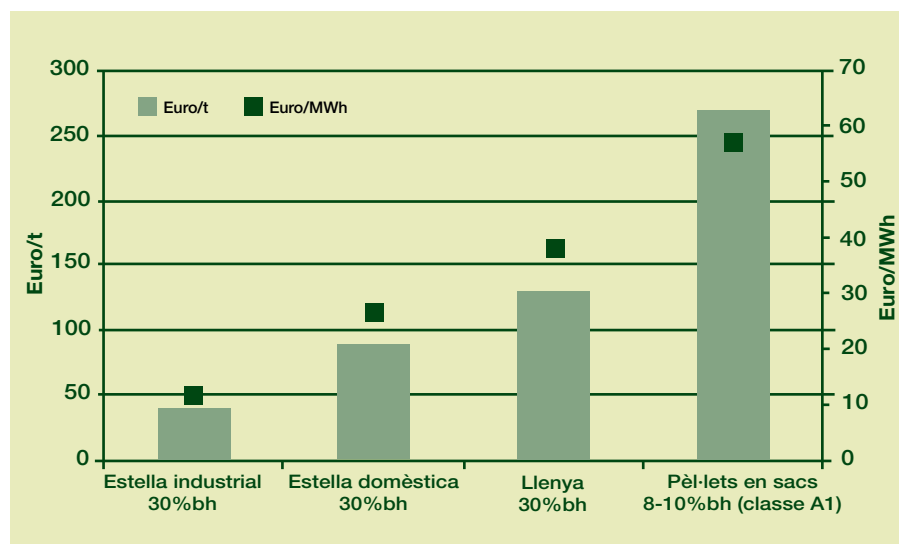


Figura 1. Preus de biomasses a Catalunya, hivern-primavera 2013. Autor: AFIB-CTFC, projecte BTCL.

02.08 Retirada de cendres

L'eliminació de les cendres es pot fer de manera manual, normalment extraient el calaix de cendres o, si l'equip no disposa de cendrera extraïble, mitjançant un aspirador.

Hi ha, però, sistemes automàtics per a recollir cendres mitjançant un vis sense fi directament a la cambra de combustió, que porta la cendra fins a un contenidor exterior.

02.09 Protecció contra retorn de flama

Quan el biocombustible està molt sec, existeix risc de retorn de flama des del cremador fins

a la sitja. Per tal d'evitar aquest retorn moltes cases comercials incorporen un dipòsit d'aigua amb una termovàlvula en el sistema d'alimentació del biocombustible; en sobrepassar una certa temperatura, com ara 85°C, la termovàlvula s'obre i inunda d'aigua el sistema d'alimentació. El retorn de flama també es pot evitar amb discontinuïtats a diferents alçades, mitjançant tancaments de papallona que normalment romanen tancats.

03 Prospecció de la possibilitat d'instal·lar-se bioenergia

Les instal·lacions de calefacció amb biomassa llenyosa permeten generar calor amb elevada eficiència i un gran estalvi econòmic. Aquests

aspectes estan condicionats per la demanda de calor de l'establiment a calefaccionar (distribució al llarg de l'any, distribució al llarg del dia) i altres aspectes com el tipus de caldera. A l'hora de triar una caldera de biomassa hi ha una sèrie d'aspectes que s'han de considerar prèviament.

D'un costat és necessari valorar de forma general la instal·lació de biomassa més adient tal i com veiem a la figura següent:

→
Hi ha sistemes automàtics per a recollir les cendres, que mitjançant un vis sense fi les porten fins a un contenidor exterior.

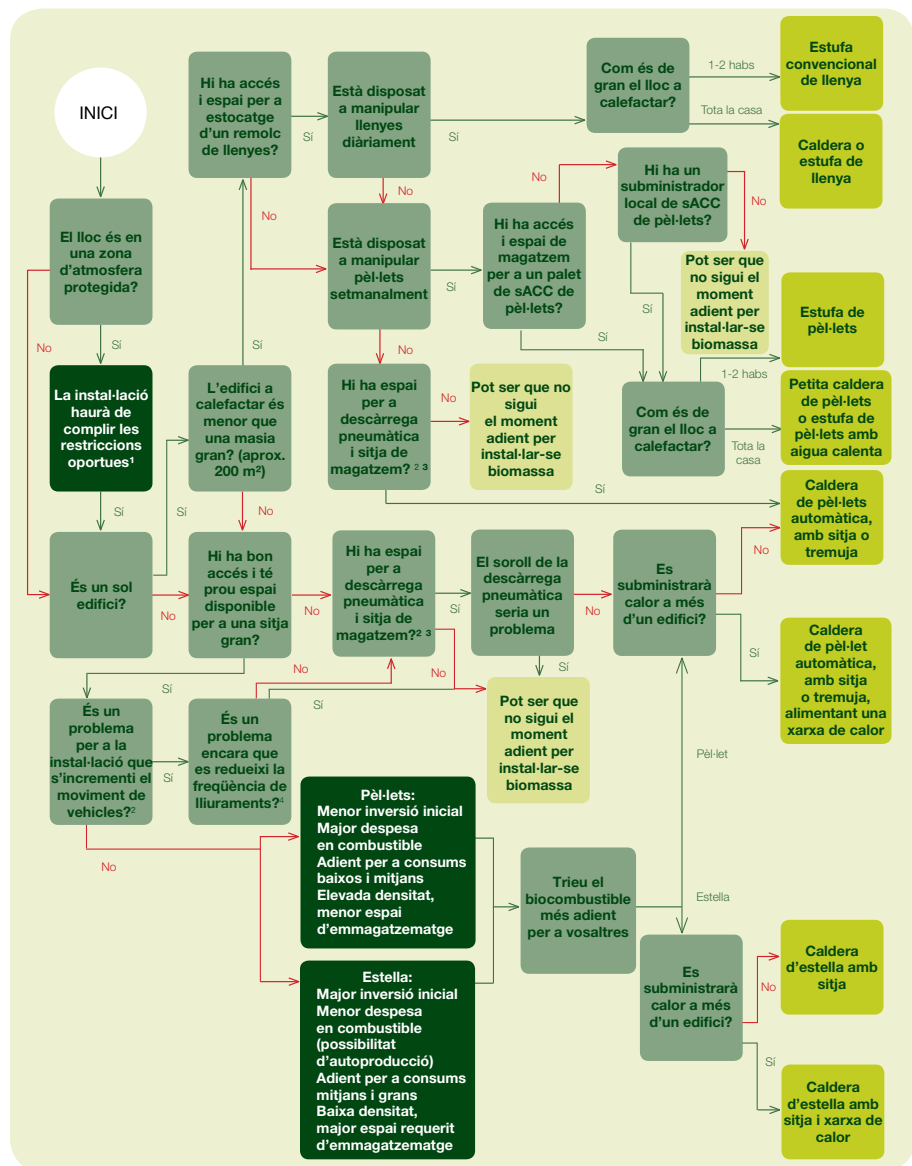


Figura 2. Procés de decisió per a la tria d'un sistema de calefacció amb biocombustibles (adaptat per AFIB-CTFC de Palmer et al., 2011).
 ¹ Qualitat de l'aire (www.gencat.cat).
 ² Camions per al transport d'estella (caixa tancada) o per al transport de pèl·let (cubes).
 ³ Sitja de pèl·let: mínim 7-8 m³ aprox.
 ⁴ Amb un mateix volum de sitja, el nombre de viatges de lliurament es redueix.

D'altra banda, cal avaluar de forma seqüencial els diferents aspectes que ho condicionen. Esquemàticament:

1. Hi ha espai disponible per a la caldera i la sitja? (estimació preliminar)

Un sistema de calefacció amb biomassa té uns requeriments d'espai més grans que un sistema convencional. En general, és necessari disposar d'espai suficient per a la caldera i instal·lacions adjacents, la sitja i l'accés dels camions per poder subministrar la biomassa.

2. Hi ha disponibilitat de subministrament de biocombustible?

Cal d'assegurar-se el subministrament a mitjà-llarg termini amb una qualitat de la biomassa adient i constant abans del seu establiment. El subministrament de llenya i estella és recomanable a distàncies curtes, mentre que el pèl·let (a causa de la seva elevada densitat energètica) facilita el seu transport a llargues distàncies.

3. És possible l'accés per a un vehicle de subministrament?

Convé revisar si els accessos permeten l'entrada dels vehicles que hauran de portar els elements de la instal·lació, i –sobretot– el biocombustible (camions de caixa tancada, cubes o similars). Això significa comprovar l'amplada, alçada màxima, radi de gir, espai per maniobrar en la descàrrega, disposició i mides de l'entrada de la sitja d'acord amb les possibilitats d'un camió. La descàrrega ideal és basculant.

4. Permet l'edifici o procés la conversió a biomassa?

Per optimitzar l'ús d'instal·lacions de biomassa ha d'haver-hi una demanda de calor significativa, preferentment continuada. Si només hi ha demandes puntuals o molt baixes, es poden emprar altres fonts d'energia.

5. Quina és la mida de caldera i dipòsit d'inèrcia requerits?

És necessari estimar el consum anual i la seva distribució temporal (si és possible, mensual i horària) per tal d'escollir la potència de caldera més adequada i dimensionar el dipòsit d'inèrcia.

Idealment, la caldera de biomassa ha d'estar el màxim temps possible treballant prop de la màxima potència. Això permet l'optimització del sistema, menor manteniment i millor amortització.

Els pics de consum o temporades de baix consum es recomana cobrir-los amb una cal-

dera addicional menor o bé el sistema original de combustible fòssil/electricitat.

Cal evitar el sobredimensionament de la caldera o la infravaloració de l'acumulador de calor. Per això és important recórrer a un professional.

6. Quina és la mida de la sitja necessària?

Cal dimensionar la capacitat de la sitja segons l'autonomia desitjada i l'espai disponible. Per considerar la capacitat útil, es descompta la part d'estella que no és accessible al sistema d'alimentació automàtic (p. ex., cantonades o sota del sistema d'alimentació).

7. Quin és exactament l'espai necessari per a la caldera i la sitja?

L'espai necessari dependrà de si es manté el sistema original de calefacció (com a sistema d'emergència) o es substitueix, com es connecten els equips al sistema de calefacció (directament o amb intercanviador), la ubicació de la sala de calderes i la sitja, la/les calderes i ampliacions previstes, espai per desmuntar i fer manteniment, filtres i sortida de fums, vasos d'expansió.

La sitja ha de ser emplaçada propera a la sala de calderes, si és possible amb descàrrega basculant. Si és d'estella, cal que estigui ventilada i permeti l'evaporació, però sense entrades d'aigua. Per això, la part superior pot ser inclinada, de manera que les condensacions escolin cap a un costat sense entrar-hi.

8. És una zona d'atmosfera protegida o amb restriccions especials d'emissions? És possible acomplir els requeriments legals? Quina ha de ser l'alçada de la xemeneia?

Caldrà tenir en compte el RITE (Reglament d'instal·lacions tèrmiques en edificacions) i qualsevol altra restricció legal (p. ex., sorolls). En cas d'estar en una zona d'atmosfera protegida, caldrà vetllar perquè s'acompleixin els requeriments exigits.

9. Instal·lació, manteniment i servei tècnic

És interessant disposar de servei tècnic de confiança i proper.

Així mateix, és necessari un cert manteniment. Quan no s'utilitzen sistemes automàtics de neteja d'intercanviadors, és necessari planificar la retirada periòdica de les cendres d'aquests elements. A més, s'ha de vigilar el nivell de combustible a la sitja d'emmagatzematge i planificar-ne la reposició per tal d'evitar la falta de subministrament.

04 Exemples d'instal·lacions a Catalunya

TAVERTET Masia, turisme rural i piscina (L'Avenc, www.avenc.com/)

Instal·lació:

Caldera d'estella de 120 kW

Dipòsit d'inèrcia de 2.000 l

Sitja de 27 m³ amb ballesta, 1 càrrega setmanal.

En construcció una nova sitja de 100 m³ aprox.

amb pis mòbil.

Enggada: 2019-2010.

- Neteja dels intercanviadors: manual

- Enggada: manual

- Operacions manuals i manteniment: buidada periòdica de la sitja, desmuntatge vis sens fi i revisió; Revisió del cremador i la caldera; Retirada de cendres (barreja amb fems per a adob).

Utilització i demanda de calor:

Calefacció, ACC de l'habitatge principal, casa de turisme rural, annexos (total uns 2.000 m²) i piscina 180 m³ climatitzada.

Funcionament tot l'any.

Biocombustible:

Estella forestal autoproduïda, humitat 25% bh aprox.

Origen: Taverdet (finca pròpia)

Consum: 100 t/any aprox.

Inversió i temps d'amortització:

60.000 euros aproximadament. Molt ràpid a causa de l'ajustament de la caldera a les necessitats i l'autoproducció del biocombustible. Estimen que inverteixen aprox. 25% del que es gastaria en gas natural.

Altres energies:

Autonomia energètica completa amb biomassa, solar (tèrmica i fotovoltaica) i eòlica.

Observacions:

L'autoproducció d'estella suposa una despesa aproximada de 30 €/t, més l'estellat i la gestió de biomasses i la instal·lació.

La caldera sempre funciona al màxim, ja que no es va sobredimensionar. Això ha estat un fet molt positiu. Actualment es planteja ampliar la instal·lació de biomassa.

Taula 1. Passos per sondejar i avaluar la instal·lació de bioenergia (adaptat per AFIB-CTFC de Palmer et al., 2011).

VILANOVA DE SAU Granja de porcs, hotel i habitatge (Hotel i granja la Riba, www.hotellariba.com/)

Instal·lació:

Caldera d'estella de 400 kW

Dipòsit d'inèrcia

Sitja de 30 m³ (unes 7,5 t). Sistema hidràulic amb pis mòbil.

Enggada: setembre 2009

- Neteja d'intercanviadors: manual (amb aire comprimit es netegen els tubs de l'intercanviador).
- Enggada: manual.
- Automatismes: avisos SMS per a aturades o avaries.
- Manteniment: retirada de cendres manual.

Utilització i demanda de calor:

Granja de deslletament de porcs (3 naus), hotel i habitatge particular. Ús tot l'any per a calefacció i aigua calenta corrent.

Superfície aprox.: 2.500-3.000 m² d'hotel i habitatge, més uns 2.000 m² de naus.

Biocombustible:

Estella forestal (humitat 30-40% bh) autoproduïda, de qualitat i sense residus. Arbre sencer d'alzina, roure, pi roig i altres.

Consum: 120-130 t/any

Inversió i temps d'amortització:

250.000 € aprox.

Subvenció 30% més incorporació jove ramader.

Amortització 7-8 anys.

Altres energies:

Es conserven les calderes anteriors de gasoil com a sistema de suport per fer manteniment i en cas d'avaria.

Despesa anterior: uns 35.000 l gasoil/any.

Observacions:

Es planteja la possible ampliació de la xarxa de calefacció a edificis propers.



Autor: Hotel i granja la Riba. Autor: Marc Font.

SALLENT Fabricació de làctics, habitatge i restaurant (La Torre d'en Roca, www.torredenroca.com)

Instal·lació:

Caldera d'estella de 350 kW

Dipòsit d'inèrcia

Sitja de 40 m³ (contenidors de pis mòbil)

Enggada: març 2011

- Neteja d'intercanviadors: automàtic
- Enggada: automàtic
- Automatismes: sistema de telegestió GSM via mòbil
- Manteniment: semestral; revisió periòdica pel fabricant. Cendres aprofitades per a adob de camps agrícoles.

Utilització i demanda de calor:

Habitatge, restaurant i fabricació dels productes lactis (bàsicament pasteurització de llet per a iogurt).

Calor per a calefacció, ACC i maduració iogurt, ús continuat.

Superfície aproximada: 500 m² més pasteurització de iogurt amb capacitat de 8.000 l/h a 90°.

Biocombustible:

Estella forestal, humitat 30% (G30).

Origen: Bages-Berguedà.

Consum: 8t/25 dies (aprox. 132 t/any)

Inversió i temps d'amortització:

180.000 €, subvenció 40%

Temps amortització: 8 anys

Altres energies:

Solar per a ACC.



Dipòsit de biomassa. Autor: Agrofresc

MONTMAJOR Granja de porcs

Instal·lació:

Caldera d'estella de 200 kW

Dipòsit d'inèrcia de 2.000 l

Sitja de 54 m³ amb ballesta.

Enggada: gener 2012.

- Neteja d'intercanviadors: automàtic
- Retirada de cendres centralitzat, buidat cada 20 t
- Enggada: automàtica
- Manteniment cada 90 t

Utilització i demanda de calor:

Calefacció granges i ACC vestíbuls. Una granja paridores i una granja deslletament.

Ús continuat. 4.000 m² aprox.

Biocombustible:

Estella forestal, humitat 30% bh màx. (G30-G50)

30% màx (G30-G50)

Autoproducció

Consum: 170 t/any

Temps d'amortització:

2-3 anys

Altres energies:

Abans es consumien uns 44.000 l de gasoil/any

SUCS/ALMACELLES Hivernacles

(Cherry Glamour, www.glamour-edoa.com)

Instal·lació:

10 calderes de pèl·let.

Dipòsits d'inèrcia: 100.000 l

Sitja de 100 t, amb vis sens fi.

Enggada: 2005

- Sistema de neteja de la caldera: manual
- Enggada: automàtica
- Automatismes: temporitzador manteniment brases

Utilització i demanda de calor:

Calefacció d'hivernacles per a la producció de cireres. Ús durant la temporada de producció. 50.000 m²

Biocombustible:

Pèl·lets de fusta (humitta 8-9% bh).

Origen: País Basc

Consum: 1.000 t

Temps d'amortització:

Aprox. 10 anys

Altres energies:

Es disposa de l'anterior instal·lació de gasoil com a sistema de suport o emergències.



Foto 8. Sistema extracció cendres. Autor: AFIB-CTFC.

SOLSONA Venda de calor a residència (Ecotermik, www.ecotermik.net/)

Instal·lació:

Caldera d'estella de 500 kW
Dipòsit d'inèrcia de 4.000l
Sitja: 75 m³ totals, 65 m³ útils
Enggada: gener 2012

- Neteja d'intercanviadors: automàtic
- Enggada: automàtic
- Automatismes: hi ha un nivell a la sitja que avisa al subministrador
- Manteniment: retirada de cendres per part del subministrador. Temperatura del circuit variable segons la temperatura exterior. Revisió trimestral.

Utilització i demanda de calor:

Residència Pere Màrtir Colomé. Calefacció i ACC. Ús tot l'any, consum principal a l'hivern. Aprox. 4.500 m²

Biocombustible:

Estella forestal, humitat 25% bh.
Origen: Prepirineu.
Consum: 120 t/any

Altres energies:

Instal·lació antiga de gasoil per a reparacions i manteniment.

Inversió:

Subvenció del 30%

Observacions:

Es gestiona com a servei energètic: La residència compra kWh a l'ESE i no té cap responsabilitat sobre el manteniment. L'ESE ven la calor a la residència, i s'encarrega del subministrament, manteniment, reparacions, etc.

ARGENÇOLA Ajuntament

Instal·lació:

Caldera d'estella de 90 kW
Sitja prefabricada de formigó, 20 m³. En època de màxima demanda, reposició setmanal.
Enggada: 2009
Retirada de cendres per a aprofitament hortícola

Utilització i demanda de calor:

Calefacció de l'edifici de l'Ajuntament (540 m²)

Biocombustible:

Estella forestal d'Argençola.
Consum: 16-18 t/any

Inversió i temps d'amortització:

105.000 aprox.
Estalvi d'uns 4.000 €/any respecte el gasoil.



Foto 9. Ecotermik CTFC (Solsona). Autor: AFIB-CTFC.

BARONIA DE RIALB

Ajuntament

Instal·lació:

Caldera de pèl·let de 45 kW
Sitja de 6 t. Reposició 2-3 cops/any.
Enggada: 2006
Retirada de cendres per a terra de cultiu (aprox. 15 kg/mes).

Utilització i demanda de calor:

Calefacció Ajuntament (500 m²)

Biocombustible:

Pèl·let de fusta de la comarca de la Noguera.
Consum: 12-15 t/any

Inversió i temps d'amortització:

27.000€, part subvencionada.
Estalvi d'uns 5.000€/any respecte al gasoil.

SOLSONA Xarxa de calor en oficines i laboratoris CTFC (Centre Tecnològic Forestal de Catalunya, www.ctfc.cat)

Instal·lació:

Caldera d'estella de 350 kW.
Sitja soterrada de 66 m³ útils.
Enggada: 2008
Cendres recollides pel subministrador, aprofitades per a jardineria.

Utilització i demanda de calor:

Calefacció d'edifici d'oficines i laboratoris (CTFC) i edificis adjacents (Cedricat i Can Mascaró). 3.500 m² aprox.

Biocombustible:

Estella forestal humitat màx. 35% bh (G50).
Origen: aclarides i tallades de millora del Solsonès.
Consum: 70 t/any.

Inversió i temps d'amortització:

158.000 €, amb subvenció.
Estalvi de més de 17.000€/any respecte al gasoil.

Altres energies:

L'ACC es genera amb energia solar i electricitat.



Foto 10. Descàrrega pneumàtica d'estella. Autor: AFIB-CTFC

SORT Oficina de turisme**Instal·lació:**

Caldera d'estella de 240 kW
 Sitja 40 m², reposició 1 cop/mes
 Enggada 2010
 Cendres aprofitades per a adob

Utilització i demanda de calor:

Calefacció i ACC de l'Oficina de Turisme de Sort, CEEI i, en el futur, les oficines del Consell Comarcal del Pallars Sobirà.
 2.400 m²

Biocombustible:

Estella forestal, humitat màx. 30% bh (G50).
 Origen: treballs forestals boscos Pallars Sobirà
 Consum: 94 t/any

Inversió i temps d'amortització:

81.000€, subvenció i cofinançament del PUOSC
 Estalvi d'uns 24.000 €/any respecte al gasoil.



Caldera de l'Oficina de Turisme de Sort

TERRASSA

Escola d'infantil i primària

Instal·lació:

Caldera d'estella de 250 kW.
 Sitja: d'obra de fàbrica sobre llosa de formigó.
 Ballesta de 3,5 m.
 Enggada: 2010
 Cendres dipositades al reciclatge de fracció orgànica.

Utilització i demanda de calor:

ACC i calefacció a l'escola Salvador Vinyals.
 3.000 m²

Biocombustible:

Estella forestal humitat màx. 30% bh.
 Origen: forests de les demarcacions de Girona i Barcelona.
 Consum: 46 t/any

Inversió i temps d'amortització:

152.000€, subvenció del FEOSL.
 Estalvi d'uns 11.000 €/any respecte al gasoil.



Foto 11. Cicló de partícules. Autora: Armanda Marques. CTFC.

05 Per saber-ne més

ICAEN (2011) "Instal·lació de calderes de biomassa en edificis".

HERNÁNDEZ, A.C. (2010) "Recomanacions per al disseny de sitges d'estella en instal·lacions de calderes de biomassa forestal". Productes Forestals de la Catalunya Central SCCL, Manresa.

VAN LOO, S., KOPPEJAN, J. (2008) "The Handbook of Biomass Combustion and Co-firing" Earthscan."

PALMER, D., TUBBY, I., HOGAN, G., ROLLS, W. (2011) "Biomass heating: a guide to feasibility studies". Biomass Energy Centre, Forest Research, Farnham.

SEBASTIÁN, F., GARCÍA-GALINDO, D. REZEAU, A. (2010) "Energía de la biomasa". Prensas Universitarias de Zaragoza.

ANÓN. (2008). "Biomass heating. A practical guide for potential users". The Carbon Trust.

06 Projectes

La redacció d'aquest article s'inclou dins del marc dels següents projectes:

**07 Autors****Ignacio López Vicens**

Enginyer de Forests
 Centre Tecnològic Forestal de Catalunya (CTFC)
ignacio.lopez@ctfc.cat

**Judit Rodríguez Bayo**

Enginyera de Forests
 Centre Tecnològic Forestal de Catalunya (CTFC)
judit.rodriguez@ctfc.cat

**Mireia Codina i Palou**

Enginyera Tècnica Forestal
 Àrea d'Aprofitaments Fusters i Biomassa
 Centre Tecnològic Forestal de Catalunya
mireia.codina@ctfc.es

**Isart Gaspà Company**

Enginyer de Forests
 Centre Tecnològic Forestal de Catalunya (CTFC)
isart.gaspa@ctfc.cat

**Pere Josep Navarro Maroto**

Enginyer de Forests
 Cap d'Àrea del Centre Tecnològic Forestal de Catalunya (CTFC)
pere.navarro@ctfc.cat

CONREUS ENERGÈTICS



Foto 1, 2, 3 i 4. Pollancrens i màquina recol·lectora de cultius energètics en torn curt. Autor: AFIB-CTFC.

01 Cultius energètics llenyosos

El cultiu energètic llenyós, o cultiu forestal en torn curt, és la pràctica silvícola en la qual plantacions d'alta densitat d'espècies llenyoses de creixement ràpid produeixen biomassa en terrenys agrícoles o forestals, mitjançant un sistema de gestió intensiva i amb un torn de tallada d'entre 1 i 10 anys.

Els darrers anys, a Europa, els cultius energètics han esdevingut molt rellevants, ja que constitueixen la font de biomassa amb major potencial energètic i l'única producció que es pot planificar i especialitzar per a la producció

d'energia en terminis relativament curts. Alhora, contribueixen a assegurar l'establiment sostenible de biomassa i permeten la diversificació de la producció agrícola i forestal.

02 Estat actual i mercat potencial

Mentre que la biomassa forestal es destina principalment al sector tèrmic, és a dir, la combustió de la biomassa per a la producció d'aigua calenta corrent o calor, l'objectiu pel qual es busca establir cultius energètics llenyosos de curta rotació a mitjana o gran escala són les plantes de producció d'energia elèctrica i de cogeneració (energia elèctrica i tèrmica).

L'avantatge fonamental dels cultius energètics front a la biomassa forestal és la concentració espacial de la biomassa, permetent una gestió mecanitzada i assegurant el subministrament continu a les plantes elèctriques de biomassa, les quals requereixen grans quantitats de combustible al llarg de tot l'any. En general, aquests cultius són considerats una inversió en seguretat de subministrament que pot complementar fluctuacions d'altres biomasses.

És per això que els cultius energètics generalment es plantegen pròxims a les plantes de biomassa elèctrica, ja que aquest tipus de plantes requereixen un tipus de biomassa de



Foto 5. Paulònia. Autor: AFIB-CTFC.

molt baix cost, competitiu amb els carburants a substituir i amb un alt rendiment per unitat de superfície. Alhora, en estar pròxims als centres de consum, garanteixen el subministrament i disminueixen les pèrdues per transport.

El Pla d'Energia de Catalunya 2006-2015 considera que la potència instal·lada en centrals de règim especial l'any 2015 sigui de 6.215 MW de potència, dels quals tan sols 63,7 MW provin- dran de biomassa llenyosa (forestal i agrícola).

Segons l'Institut per a la Diversificació i l'Estalvi de l'Energia (IDAE, 2011), considerant cultius llenyosos dels gèneres *Populus*, *Salix*, *Eucalyptus* i *Quercus*, Catalunya té un potencial per generar 532.713 t_{se}/any, sense entrar en competència amb el mercat alimentari, equivalent a generar 39 MW només amb cultius energètics.

Actualment, a Catalunya hi ha 4 plantes de producció d'energia elèctrica amb biomassa en operació que sumen una potència de 15,6 MW elèctrics i suposen un consum d'unes 102.700 tones de biomassa a l'any (restes d'aprofitaments forestals, cultius energètics, restes de podes, closca d'ametlla, etc.).

Catalunya, a causa de les seves característiques climàtiques i disponibilitat de terres de cultiu i aigua té un gran potencial quant a cultius energètics. No obstant això, actualment tan sols hi ha unes 150-200 ha de pollancre, paulònia i altres espècies repartides principalment entre les províncies de Lleida i Girona. Tot i això, no hi ha dades oficials de plantacions llenyoses per a bioenergia.

Tanmateix, aquest creixement de la implantació de cultius energètics està condicionat a les primes i els incentius establerts per a la producció d'energia elèctrica amb biomassa.

03 Espècies amb potencial de cultiu energètic en el clima mediterrani

A Europa, els cultius energètics es basen principalment en l'ús d'espècies dels gèneres *Salix* i *Populus*. També s'utilitzen *Eucalyptus* sp., *Robinia pseudoacacia* L., *Betula pendula*, *Alnus* sp., *Acer pseudoplatanus* i *Fraxinus excelsior*. Altres espècies com la *Paulownia* sp., *Platanus* sp. o *Ulmus pumilla* L., encara estan en estadi experimental de moment.

Es tracta d'espècies de creixement molt ràpid, que compten a més amb una base genètica àmplia, cicles de millora breus, facilitat per a la multiplicació vegetativa, capacitat de rebrotar després de la tallada, balanços energètics positius, alta taxa de supervivència de les soques a les reiterades i freqüents tallades, bona resistència a les plagues i malalties, bona capacitat d'adaptació a diferents condicions del lloc i tenir altres usos en paral·lel amb les plantacions energètiques.

De forma general, les espècies llenyoses que poden ser conreades a Catalunya són el pollancre (*Populus* sp.), el salze (*Salix* sp.) i la paulònia (*Paulownia* sp.) en zones de regadiu, i la robínia (*Robinia pseudoacacia*) i el plataner (*Platanus x hispanica*) en zones de secà.

A Catalunya, les espècies més plantades són el pollancre i la paulònia en terrenys que disposen de reg. El salze, tot i que és àmpliament cultivat a Europa, a Catalunya no assoleix grans produccions, ja que resisteix malament la sequera. La robínia i el plataner semblen ser espècies prometedores en zones de secà segons plantacions d'Itàlia o els Estats Units, però a Catalunya encara estan en fase molt experimental.

Tradicionalment, el pollancre s'ha utilitzat per a l'obtenció de fusta de serra, per a cel·lulosa i desenrotllament, però des de fa uns anys s'està utilitzant per a l'obtenció de biomassa llenyosa amb finalitats energètiques. A Catalunya, hi ha disponibles els clons utilitzats tradicionalment per a desenrotllament: I-MC, Triplo, I-214 i Beaupré, que també estan disponibles per a biomassa i, alhora, s'estan provant clons italians com Adige, Muur i Oudenberg.

Les zones més adequades per a la plantació del pollancre són les planes fèrtils, pròximes als cursos d'aigua i que s'inunden periòdicament. Les plantacions poden fer-se en rotacions curtes i d'alta densitat, o bé en rotacions llargues i de baixa densitat. A priori, el model que dona millors resultats a Espanya és el cultiu de torn curt (tallada cada 2 anys amb 5 rotacions) i amb una densitat de 6.666 peus/ha (foto 6). Tanmateix, segons l'objectiu de la plantació, pot ser preferible optar per marcs més amplis (model americà) i en conseqüència més flexibles a l'hora de triar el torn de tallada.

En funció del clon utilitzat, el torn de tallada i la densitat de plantació, entre d'altres, es pot ob-



Foto 6. Plantació de pollancre. Autor: AFIB-CTFC.

tenir una producció pel pollancre per a biomassa entre 8 i 20 t/ha-any. Poden haver-hi diferències de produccions molt grans entre clons, per la qual cosa s'ha d'escollir el material vegetal que millor s'adapti a les condicions climàtiques de cada zona de cultiu.

Els costos de la biomassa produïda en aquest tipus de plantacions encara no estan ben definits a Catalunya, ja que no es sap el temps que poden mantenir-se amb la mateixa productivitat, la qual cosa influeix en l'amortització de les despeses de la plantació inicial, ni tampoc estan optimitzats els sistemes de recol·lecció.

L'altra espècie més utilitzada a Catalunya com a cultiu energètic és la paulònia, la qual és originària de la Xina, on es planta per a la producció de fusta. Creix molt bé en zones amb temperatures elevades, és resistent a condicions moderades de sequera una vegada la planta ja està desenvolupada (al cap dels 2 anys), amb una alta capacitat de rebrot i ràpid creixement després de la tallada, i amb elevada capacitat d'absorció de nitrogen.

Les plantacions de paulònia acostumen a fer-se en rotacions d'uns 3 o 4 anys i amb una densitat de 1.600 peus/ha (foto 7). Encara no es coneix el seu potencial productiu per a biomassa a Catalunya, ja que fins al moment s'ha dedicat a la producció de fusta. Segons dades de vivers, la paulònia per a biomassa pot arribar a assolir produccions de fins a 33 t/ha-any.

04 Legislació actual

La Política Agrícola Comuna (PAC), a través del Reglament (CE) n. 1782/2003 i el Reial decret 147/2007, estableix ajudes per a la instal·lació de cultius energètics en terres agrícoles. D'aquesta manera, es pot concedir una ajuda de 45 euros per hectàrea i any a les superfícies sembrades amb cultius energètics que tinguin un contracte entre l'agricultor i l'empresa de transformació.



Foto 7. Plantació de paulònies. Autor: AFIB-CTFC.

El Reial Decret 661/2007, que regula la producció d'energia elèctrica en règim especial, va comportar un impuls als projectes de producció elèctrica amb biomassa, ja que va augmentar la retribució d'aquestes instal·lacions. Aquest Reial decret estableix unes tarifes tenint en compte l'origen i el tipus de biomassa, on la prima per a la generació d'energia elèctrica mitjançant biomassa provinent de cultius energètics és superior a la provinent de biomassa forestal. D'acord amb la (àmplia) definició de cultiu energètic que estableix aquest decret, diverses regions espanyoles han elaborat normes per regular l'ús de l'energia forestal.

A Catalunya, l'Ordre AAM/79/2013 regula el règim d'obtenció de la qualificació d'orientació energètica dels aprofitaments forestals dedicats a l'obtenció de biomassa per produir energia elèctrica. Aquesta Ordre pretén promoure l'accés als mercats forestals i als incentius a la producció d'energia d'origen forestal, a més de donar una sortida als productes llenyosos d'algunes forests que, d'altra manera, no tindrien cabuda en el mercat forestal actual.

Tanmateix, el Reial Decret 661/2007 ha estat suspès parcialment pel Reial Decret-Llei 1/2012, en part per la crisi econòmica actual, amb la qual cosa fomentar l'ús de la biomassa per a la producció d'energia es veurà afectat per la suspensió dels incentius econòmics a les instal·lacions de producció energètica elèctrica de règim especial.

05 Per saber-ne més

IDAE, 2011. Evaluación del potencial de energía de la biomasa. Estudio Técnico PER 2011-2020. Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía.

Reglament (CE) n. 1782/2003 del Consell, de 29 de setembre de 2003, pel qual s'estableixen disposicions comunes aplicables als règims d'ajut directe en el marc de la política agrícola



Catalunya té un potencial per produir només amb cultius energètics 532.713 t/any, equivalent a generar 39 MW .

comú i s'instauen determinats règims d'ajut als agricultors.

Reial Decret 1470/2007, de 2 de novembre, sobre aplicació dels pagaments directes a l'agricultura i a la ramaderia.

Reial Decret 661/2007, de 25 de maig, pel qual es regula l'activitat de producció d'energia elèctrica en règim especial.

Reial Decret-Llei 1/2012, de 27 de gener, pel qual es procedeix a la suspensió dels procediments de preassignació de retribució i a la supressió dels incentius econòmics per a noves instal·lacions de producció d'energia elèctrica a partir de cogeneració, fonts d'energia renovables i residus.

06 Projectes

La redacció d'aquest article s'inclou dins del marc dels següents projectes:



07 Autors



Mireia Codina i Palou
Enginyera Tècnica Forestal
Àrea d'Aprofitaments Fusters i Biomassa
Centre Tecnològic Forestal de Catalunya
mireia.codina@ctfc.es



Isart Gaspà Company
Enginyer de Forests
Centre Tecnològic Forestal de Catalunya (CTFC)
isart.gaspa@ctfc.cat



Ignacio López Vicens
Enginyer de Forests
Centre Tecnològic Forestal de Catalunya (CTFC)
ignacio.lopez@ctfc.cat

L'ENTREVISTA

Jordi Jané Viñals
Director-gerent de Fustes Jané, S.L.
Solsona (Solsonès)

“LES EMPRESSES DE SERVEIS ENERGÈTICS APORTEN BENEFICI ECONÒMIC, COMODITAT I TRANQUIL·LITAT”



Les noves necessitats econòmiques, energètiques i mediambientals fan de la biomassa forestal un recurs cada cop més valorat i utilitzat per les empreses, els particulars i les administracions. En aquesta entrevista en parlem amb un innovador del sector, Jordi Jané.

En Jordi Jané va començar amb 18 anys a treballar al negoci familiar, Fustes Jané, on ha acumulat experiència i coneixements relacionats amb el sector forestal i la gestió d'empreses. Arran de la crisi, ha hagut d'innovar i aprendre altres pràctiques productives i comercials per diversificar les activitats i els productes de l'empresa.

Les seves empreses són un exemple de diversificació. Quins serveis ofereixen?

Oferim serveis i productes relacionats amb l'exploració forestal, la fusta serrada i la biomassa. Fustes Jané és una empresa familiar, fundada el 1923. Primerament es serrava fusta per fer radis de carros; als anys seixanta es va especialitzar en fusta per a la construcció i als anys noranta, per a l'emballatge; fa uns 35 anys vam començar a fer estella forestal, per a la indústria en general, per exemple per fer taules o paper. Els darrers anys hem diversificat la nostra activitat obrint-nos pas en el mercat de la biomassa, com a subministradors de combustible, instal·ladors de calderes i empresa de serveis energètics.

Per què i com van decidir entrar al món de la biomassa i les empreses de serveis energètics?

Aquest, com altres canvis, fou impulsat pel mercat. El 2008, a causa de la crisi, hi va haver un fort descens tant de la demanda com dels preus de la fusta serrada. Calia fer un canvi, fer altres coses per poder continuar... Feia anys que havia vist com funcionava a l'estranger el tema de la biomassa i vam decidir treure profit també dels subproductes de la fusta serrada, que representen el 50% del volum de la matèria que produïm nosaltres.

Vam començar muntant una caldera d'estella com a prova pilot per fer proves amb diferents geometries, percentatges d'humitat i comptadors de calories; així vam millorar el combustible.

També vam desenvolupar una solució per al clàssic

problema de la manca d'espai per a la instal·lació de calderes de biomassa: la màquina és més gran i també es necessita espai per emmagatzemar un combustible que ocupa molt més que els altres. Nosaltres vam desenvolupar un mòdul tèrmic on compactem la caldera, la sitja, etc. de manera que no és necessari fer obres i els costos es redueixen sensiblement. A més és molt pràctic per al client perquè també oferim tots els serveis associats: alimentació, funcionament, manteniment, etc.

Quina mena de clients tenen?

Ens dirigim a un mercat català, de proximitat. Vam començar per Solsona i rodalia però ara ja ens movem per tot Catalunya. Encara no ens hem llançat a anar més lluny, tot i que els mòduls són fàcils de transportar perquè són compactes i en sis o set hores queden instal·lats.

De moment hem fet instal·lacions allà on hi havia una altra caldera que es decideix substituir per qüestions de rendibilitat. A partir d'aquí, hi ha de tot i ens adaptem a cada perfil. Cada cas té les seves necessitats, no és el mateix un particular, una casa de pagès, un hotel o una escola.

“En el sector agrari es donen tres factors clau que faciliten el consum de biomassa: necessitats energètiques, espais per fer-hi instal·lacions i combustible de proximitat a bon preu. A més, la bioenergia pot diversificar l'economia rural”

Quins edificis són els més adequats per a instal·lar-hi una caldera de biomassa?

Hi ha dos tipus de biomassa: el pèl·let i l'estella forestal. El pèl·let es pot col·locar a tot arreu, es pot instal·lar una estufa en un pis de 40 metres quadrats, es pot instal·lar una caldera al garatge d'una caseta unifamiliar o en una gran instal·lació. L'estella necessita més espai, tant pel volum del combustible com de la màquina. Les residències d'avis, els hotels, les empreses agropecuàries o les instal·lacions que disposin d'espai són ideals. El preu de l'estella és molt més econòmic que el del pèl·let però la instal·lació és més cara, per això és recomanable quan es fan consums energètics elevats. Com més gran sigui el consum, abans s'amortitzarà la inversió.

Quina pot ser la utilitat de la bioenergia i les empreses de serveis energètics per al sector agrari?

En el sector agrari es donen tres factors clau que faciliten el consum de biomassa: necessitats energètiques, espais per fer-hi instal·lacions i combustible de proximitat a bon preu. A més, la bioenergia pot diversificar l'economia rural. Per això crec que són uns possibles usuaris privilegiats per al consum de biomassa.

Per altra banda, tot i que el sector primari pot gaudir dels avantatges de les empreses de serveis energètics com els altres, és al terciari on se'n treu més profit. Al camp, el cost del subministrament del combustible i part del manteniment es poden assumir amb recursos i personal propi. Tenir accés a la fusta o coneixements sobre el seu emmagatzematge i transport és menys habitual en empreses o instal·lacions de tipus urbà, i per tant és més còmode i segur disposar d'uns serveis professionals externs.

Quin benefici tenen els usuaris que contracten una empresa de serveis energètics?

El benefici principal és l'econòmic perquè no han de posar tots els diners de la inversió inicial. La tranquil·litat i la comoditat són altres beneficis perquè una empresa de serveis com la nostra s'encarrega de fer tot el necessari perquè tingui subministrament: manteniment, comprovació de nivells, control del combustible, gestió de les cendres, transport... El client no s'ha de preocupar de res.

“El que podria ser perjudicial és fer gestió forestal directament per aconseguir biomassa; el producte seria molt més car i el propietari forestal no guanyaria mercat sinó que substituiria els clients de fusta pels clients de biomassa”

Quins seran els reptes futurs en el mercat de la biomassa?

La crisi ha frenat el ritme de la seva expansió perquè una instal·lació de biomassa és quatre o cinc vegades superior a una d'un altre tipus i potser es fan menys crèdits i els ajuts han baixat. Malgrat tot, continua endavant, entre d'altres coses, per la pujada dels preus del gasoil. Si els primers projectes que vam fer ja eren rendibles quan el gasoil anava a 0,8 cèntims el litre, ara ho són més.

Els preus del pèl·let i l'estella són estables i molt econòmics comparats amb altres combustibles. Això és així perquè són l'aprofitament de les restes de la producció industrial de la fusta. El que podria ser perjudicial és fer gestió forestal directament per aconseguir biomassa; el producte seria molt més car i el propietari forestal no guanyaria mercat sinó que substituiria els clients de fusta pels clients de biomassa. Així no hi sortiria guanyant ningú. Hem d'aprendre a gestionar el bosc perquè sigui una font de riquesa tant per extreure'n fusta com biomassa i alhora, gestionant-lo, no tindrà l'aspecte d'abandonament que ara presenten molts boscos. Així, com a font energètica de proximitat i rendible, amb un bon plantejament dels ajuts necessaris, confio que la biomassa continuï implantant-se a Catalunya fins a arribar als nivells d'altres països del nord d'Europa.

