

BIOMASSA

EL RECORREGUT DE L'ENERGIA



Generalitat
de Catalunya



Generalitat de Catalunya
Departament d'Indústria,
Comerç i Turisme
Institut Català d'Energia



Generalitat de Catalunya
**Departament
d'Ensenyament**



c o n t i n g u t

La biomassa

Descripció de la tecnologia

Aplicacions de l'energia de la biomassa
i els RSU

Situació de l'energia de la biomassa
i els RSU a Catalunya

Aspectes ambientals, econòmics
i legals

Projectes de biomassa
i RSU a Catalunya

DIRECCIÓ: Albert Mitjà

EQUIP DE TREBALL: Joan Josep Escobar
Núria Reol
Cristina Castells
Xavier Martí

Yolanda Larruy
Mercè Cusi
Assumpta Farran

PRIMERA EDICIÓ: Desembre 1999

TIRATGE: 1000

Generalitat de Catalunya
Departament d'Indústria, Comerç i Turisme
Institut Català d'Energia

Generalitat de Catalunya
Departament d'Ensenyament

EDITOR: Edicions i Serveis Escolars Domènech, S.A.

DISSENY: Vicenç Cegarra

MAQUETACIÓ: Victòria Comunicació

PREIMPRESSIÓ: Estudi Copitrama

IMPRESSIÓ: Tallers Gràfics Soler

DIPOSIT LEGAL: B50052/99

Durant la major part de la història de la humanitat, la biomassa i l'energia solar han estat les úniques fonts d'energia tèrmica utilitzades per l'home.

Al llarg del temps i fins a l'arribada del carbó, en la Revolució Industrial, la biomassa ha servit per resoldre les necessitats de calor i il·luminació tant en la vida quotidiana com en les diverses aplicacions industrials existents.

Actualment la biomassa continua tenint un paper molt important com a font d'energia renovable i no contaminant, especialment en un món tan preocupat pels greus problemes mediambientals.

D'una banda, l'home utilitza els anomenats residus forestals o agrícoles, que són aquells recursos que es generen directament al camp o a la muntanya de manera dispersa, per aprofitar-ne l'energia. D'altra banda,

ja en el nostre segle, l'home també ha après a recuperar l'energia de les deixalles domèstiques, anomenades RSU (residus sòlids urbans), les quals constitueixen un cas singular de la biomassa.

Les deixalles tenen un alt contingut en matèria orgànica i altres components, com ara el paper, amb un poder calorífic similar al dels carbons dolents. Actualment, amb tecnologies molt diverses, s'extreu l'energia que nosaltres hem dipositat al contenidor del carrer en forma de bossa d'escombraries.

Cal no oblidar, però, que la millor estratègia d'eliminació dels residus urbans consisteix a combinar processos de recollida selectiva amb reciclatge i compostatge, i alhora limitar, com més millor, les opcions d'abocament i incineració, pels problemes mediambientals que generen.



La fageda d'en Jordà.

◆ LA BIOMASSA

El terme "biomassa" inclou tota la matèria viva, o que l'origen en sigui la matèria viva, que existeix en un instant de temps a la Terra.

L'energia que es pot obtenir de la biomassa prové de la llum solar, la qual, gràcies al procés de fotosíntesi, és aprofitada per les plantes verdes i transformada en energia que queda acumulada a l'interior de les seves cèl·lules. Aquesta energia pot ser traspasada per la cadena alimentària al regne animal.

L'energia acumulada a la biomassa pot ser alliberada sotmetent-la a diversos processos d'aprofitament energètic. Atenent al seu origen, podem classificar la biomassa, de la qual es pot extreure energia útil per a la humanitat, en: residus agrícoles, residus forestals, cultius energètics i residus urbans.

Residus agrícoles, forestals i cultius energètics

Entenem com a residus agrícoles aquells que provenen de conreus llenyosos o herbacis. Aquest residus s'obtenen de les restes dels conreus, i també de les neteges que es fan al camp per tal d'evitar les plagues o els incendis.

Els residus forestals poden venir, d'una banda, del manteniment i la millora de les muntanyes i masses forestals quan s'hi fan podes, neteges, etc., i, d'altra banda, són els residus resultants de tallar les soques dels arbres per fer productes de fusta, com mobles, etc.

Finalment, els cultius energètics són uns conreus de plantes de creixement ràpid destinades únicament a l'obtenció d'energia.

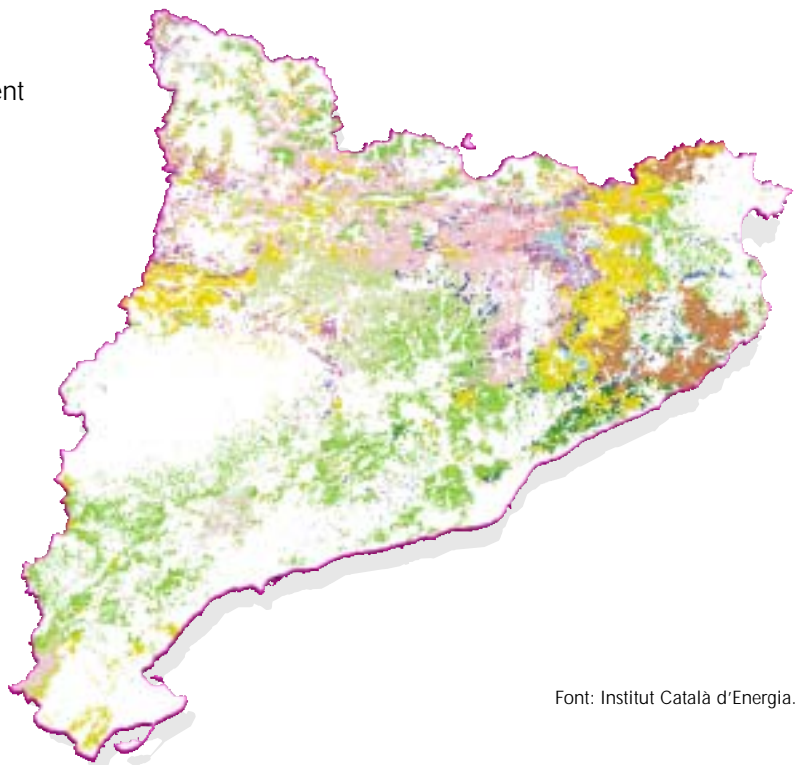
Residus urbans

Les deixalles que generem a casa nostra i que cada dia dipositem al contenidor de la cantonada són triades per poder-ne reciclar i recuperar tot allò que sigui possible. La fracció no reciclable rep diversos tractaments; sovint són situades en dipòsits controlats, incinerades o tractades per obtenir-ne compost. Aquests processos, ben gestionats, ajuden a millorar el medi ambient i, a més, l'home ha après a aprofitar-ne l'energia que alliberen en la descomposició.

ATLAS FORESTAL DE CATALUNYA

Espècies forestals (més significatives)

	Pi blanc
	Castanyers i alsines
	Pi roig
	Roures
	Surera
	Eucaliptus
	Arbres de ribera



Font: Institut Català d'Energia.

DESCRIPCIÓ DE LA TECNOLOGIA

Residus agrícoles i forestals. Cultius energètics

Els diversos aprofitaments de la biomassa tenen aplicacions domèstiques i industrials. Aquestes aplicacions estan molt influenciades per la realització de tractaments previs dels residus.

Entre aquests tractaments previs podem destacar:

- **Homogeneïtzació:** són aquells processos de trituració, estallatge, assecatge, etc. que transformen la biomassa en unes condicions adequades de mida, humitat i composició per ser tractada i aprofitada energèticament.
- **Densificació:** és un tractament per millorar les propietats de la biomassa i fer-la més compacta. El producte d'aquest tractament té la forma de pellets i briquetes, que són residus amb una elevada densitat i molt adequats per a l'emmagatzematge i el transport.

Després d'aquests tractaments previs, la biomassa ja pot ser utilitzada per a diversos processos.

Processos termoquímics: són aquells que transformen la biomassa, en determinades condicions de pressió i temperatura, per tal d'obtenir productes sòlids, líquids o gasosos. Aquests productes seran diferents segons el tipus de tècnica aplicada.

Atenent a la quantitat d'oxigen que intervé en la transformació, es classifiquen en:

- **Combustió:** és un tractament a una temperatura entre 150°C i 800°C en el què la quantitat d'oxigen no està controlada. Els residus de biomassa s'oxiden (reaccionen químicament amb l'oxigen) completament i s'obtenen gasos calents, que és la part que s'aprofita com a energia tèrmica. Col·loquialment diríem que cremem la biomassa.
- **Piròlisi:** tractament a una temperatura entre 500°C i 600°C i amb absència d'oxigen. Es basa en la descomposició per calor de la matèria orgànica. Com a resultat s'obté una mescla que és en part sòlida (principalment carbó), en part líquida i en part gasosa. Els líquids i els gasos són hidrocarburs i compostos alifàtics. Aquests productes poden ser utilitzats com a combustibles i matèries primeres.
- **Gasificació:** tractament molt semblant a la piròlisi, però en què la quantitat d'oxigen està controlada, amb la qual cosa es redueix significativament l'obtenció de sòlids respecte del procés anterior. Com a resultat s'obté un gas anomenat gas pobre que s'utilitza com a combustible.

Processos fisicoquímics: aquests tractaments físics d'una banda i químics d'una altra vindrien a ser els que preparen i condicionen la biomassa per a l'aprofitament energètic posterior.

Els tractaments físics són els ja descrits com a tractaments previs de la biomassa. Els tractaments químics són els d'esterificació dels residus per obtenir uns combustibles líquids. D'aquesta manera, a partir de l'oli vegetal, resultat del premsatge de la biomassa, s'obté químicament un èster pur amb propietats molt similars a les del gasoil.

Processos biològics: en aquest tipus d'aprofitament els residus són transformats mitjançant l'activitat de microorganismes. Se'n diferencien dues vies principals:

- La **digestió anaeròbia** és un procés que és utilitzat pels residus biodegradables a fi de reduir la càrrega contaminant que tinguin. Consisteix, en absència d'oxigen, que determinats bacteris degradin la matèria orgànica; com a resultat s'obté, d'una banda, un gas (biogàs) i, d'una altra banda, una part sòlida que concentra els minerals i els productes de degradació difícil. El biogàs conté una elevada proporció de metà (entre un 50% i un 70%) i pot ser utilitzat com a combustible.
- La **fermentació alcohòlica** s'utilitza principalment per a les plantes de conreus sucres o amidats per obtenir alcohols anomenats bioalcohols. Aquests alcohols es poden utilitzar com a combustibles per a motors d'explosió, ja sigui directament o barrejats amb gasolina.



Productes de densificació: pellets i briquetes.



Planta de gasificació a alta pressió.

Residus sòlids urbans (RSU)

Incineració dels RSU

Consisteix en un procés de combustió controlada de les deixalles domèstiques (fracció que no s'ha pogut reciclar), que són transformades en escòries (compostos que no s'han cremat, matèria no orgànica), cendres i fums que s'emeten a l'atmosfera. Tots aquests elements resultants són tractats adequadament per tal de protegir el medi ambient. Per exemple, un dels aspectes que preocupa molt la gent són els fums emesos a l'atmosfera. Les instal·lacions per incinerar les deixalles, per tal de complir la normativa i que puguin funcionar, han de disposar d'uns equips amb una tecnologia molt avançada que permetin filtrar els gasos de partícules contaminants i d'uns sistemes de rentatge que permetin eliminar els compostos gasosos nocius i perillosos.

Des del punt de vista energètic es pot aprofitar l'energia tèrmica generada en la combustió. Per poder aprofitar aquesta energia actualment cal tractar volums de deixalles al voltant de 15.000 Tn/any o més. Per a les incineradores de capacitat inferior, cal estudiar-ne la viabilitat en cada cas concret.



Planta incineradora de Tarragona.



Recollida del gas.

Disposició controlada dels RSU

Un altre sistema per tractar les nostres deixalles és mitjançant la seva disposició en uns espais preparats per emmagatzemar-les amb les condicions adequades per tal que no puguin ser font de contaminació de l'entorn. Els residus es van col·locant sobre un terreny que abans ha estat impermeabilitzat. S'estenen en capes de poc gruix i es compacten per reduir-ne el volum. Després es cobreixen amb terra per reduir-ne les males olors, evitar problemes sanitaris i confinar de manera correcta els residus.

El fons de l'abocador s'impermeabilitza acuradament per tal que la fracció líquida resultant de la fermentació de les deixalles enterrades, lixiviats, no es pugui filtrar sòl avall i contaminar les aigües subterrànies. Mitjançant un drenatge es recullen aquests lixiviats i es condueixen a unes basses de recollida.

D'altra banda, aquesta mateixa fermentació dona lloc a la descomposició de les deixalles que s'han anat dipositant. Els gasos que genera aquesta reacció química cal que siguin extrets a l'exterior mitjançant una xarxa de canonades d'evacuació.

Aquests gasos reben el nom de biogàs i es caracteritzen perquè en la seva composició tenen un percentatge al voltant del 50% de metà (el metà no és res més que el gas natural que utilitzem per al consum domèstic i industrial). La composició restant és bàsicament de CO_2 i d'altres gasos minoritaris, com ara l'àcid sulfhídric, mercaptans, amoníac..., caracteritzats tots per la seva mala olor.

El metà contribueix a l'efecte hivernacle en una proporció quatre vegades superior a com ho fa el CO_2 , per aquest motiu és molt important no alliberar aquest gas directament a l'atmosfera.

Per tal de tenir una idea de les quantitats de gas que són emesos a l'atmosfera si no els tractem, cal dir com a exemple que una tona humida de residus urbans produeix uns 20 m^3 de biogàs anuals, però a la pràctica només el 40% es pot recuperar. Això suposa uns $12 \text{ m}^3/\text{any}$ alliberats a l'atmosfera per Tn de RSU i durant els primers 10 anys de permanència dels residus a l'abocador.

Compostatge i metanització

L'escenari actual de tractament de la matèria orgànica dels RSU indica que els propers anys, possiblement, uns dels tractaments viables seran el compostatge i la metanització.

Pel que fa al compostatge, no s'obté un aprofitament directe de l'energia, però sí un reaprofitament de la matèria primera en obtenir-ne un producte, el compost, que posteriorment es podrà utilitzar com a adob.

El compost s'obté, una vegada separats els elements no adequats de les deixalles, per la fermentació de la matèria orgànica en presència d'aire que provoquen certs microorganismes existents de manera natural en les substàncies tractades. El procés de fermentació té lloc sota coberta, amb recuperació de lixiviats, ventilació forçada i un procés d'extracció i tractament d'aire.

Pel que fa a la metanització, es tracta de fer fermentar de forma controlada la matèria orgànica. Els organismes biològics que degraden la matèria necessiten un ambient sense oxigen (anaerobi). En aquest procés s'allibera de nou biogàs. És un procés idèntic al de la fermentació anaeròbia que hem descrit per als residus agrícoles i forestals.

A Catalunya aquest sistema s'ha dut a terme en la depuració de les nostres aigües brutes. Les estacions depuradores utilitzen aquest gas per generar escalfor en els seus digestors (recipients on es du a terme la fermentació).

Aquestes opcions, tot i que no constitueixen per si mateixes la solució del problema de l'eliminació de residus i del seu impacte ambiental, poden ajudar a resoldre'l, alhora que permeten l'aprofitament energètic d'una font renovable.



Planta de digestió anaeròbia d'aigües residuals.

◆ APLICACIONS DE L'ENERGIA DE LA BIOMASSA I ELS RSU

Aplicacions de l'energia obtinguda a partir dels residus agrícoles i forestals

Els residus agrícoles i forestals després de ser transformats pels diversos processos ja esmentats donen lloc a uns productes que poden tenir aplicacions variades.

Els productes que s'obtenen poden estar en forma sòlida, líquida o gasosa i depenent d'això tindran aplicacions diverses (calor, electricitat i força motriu).

D'una manera directa, la combustió dels residus forestals i agrícoles poden ser una font energètica per a calefacció en l'àmbit domèstic, tant en instal·lacions individuals com col·lectives.

Pel tractament de combustió també es genera vapor, que es pot utilitzar en una turbina per produir energia mecànica i, si s'escau, fer moure un generador i obtenir energia elèctrica.

Pels tractaments biològics i termoquímics obtenim l'anomenat biogàs i també combustibles fluids que es poden utilitzar en motors alternatius i turbines de gas per produir electricitat.

Darrerament s'han obtingut uns productes anomenats olis vegetals que tenen unes característiques semblants al petroli i poden ser utilitzats com a combustible en alguns tipus de vehicles.

Segons l'àmbit en què s'utilitzin aquests productes resultants, es parla d'aplicacions industrials o bé d'aplicacions domèstiques.



Instal·lació d'una turbina de vapor.

Aplicacions de l'energia obtinguda a partir dels RSU

Pel que fa a la incineració, l'energia que es recupera és aprofitada per:

- Generar electricitat: un exemple el tenim en la incineradora de Tarragona, que subministra electricitat per a aquesta ciutat.
- Generar vapor: per ser venut a indústries properes que en els seus processos necessiten aquest element.

Pel que fa al biogàs, provingui dels dipòsits controlats o de les plantes de metanització, es pot utilitzar en:

- Turbines: podem cremar el biogàs directament en una turbina i obtenir electricitat i calor.
- Motors alternatius: obtenim electricitat i calor en major proporció a l'anterior, però cal depurar el biogàs d'impureses com ara l'àcid sulfhídric.
- Xarxa de gas natural: el gas natural que utilitzem a casa nostra és constituït per metà; si aconseguim netejar el nostre biogàs de les altres substàncies, recordem que un 50% (com a mínim) és metà, el podrem barrejar amb el gas de la xarxa.
- Combustible d'automoció: darrerament hem vist autobusos que circulen amb gas comprimit. El biogàs, un cop depurat de tots els seus components diferents del metà, es comporta igual que aquest combustible.

Val a dir que aquestes diverses aplicacions encara es troben en una fase inicial, llevat potser de les turbines, que han estat més emprades.



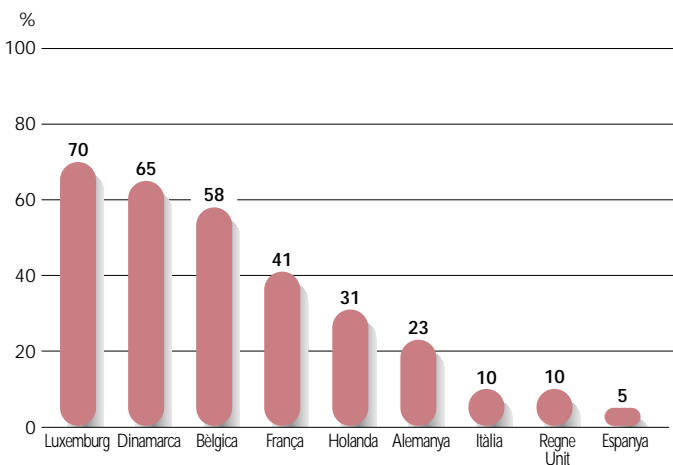
Centre de valoració energètica de les deixalles amb depuració i control de les emissions de fums.



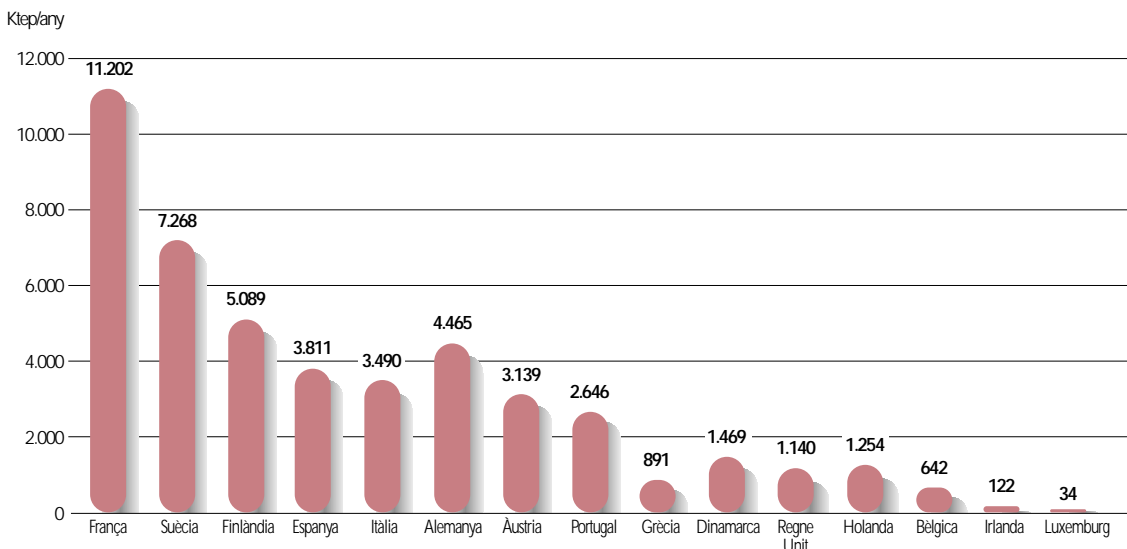
SITUACIÓ DE L'ENERGIA DE LA BIOMASSA I ELS RSU A CATALUNYA

El consum de biomassa a Catalunya l'any 1997 va ser de 289.152 tep, xifra que ens situa en el quart lloc de l'Estat espanyol per aquest concepte. A Catalunya, el sector agrícola és el principal generador de la biomassa valorada energèticament, seguit del de les indústries de primera i segona transformació de la fusta. El potencial d'aplicació de la biomassa a Catalunya multiplica per tres la xifra actual. Cal destacar que el potencial de desenvolupament de la biomassa es fonamenta en primer lloc en l'ús de la terra. A Catalunya, el terreny forestal té una gran importància –representa un 42,4% de la superfície total– i, en conseqüència, les tasques de neteja i millora dels bosc generen residus que és possible aprofitar energèticament.

Així mateix, els conreus llenyosos ocupen una part important de les terres de conreu a Catalunya i, també, les podes d'aquests cultius generen una gran quantitat de residus. Pel que fa als residus sòlids urbans, la producció a Catalunya és de 2,9 milions de tones anuals. El valor mitjà de residus generat per habitant és d'1,273 kg cada dia; d'aquest valor, un 36% correspon a matèria orgànica i un 26% a paper. Dels sistemes de tractament dels RSU a Catalunya, el 65,3% correspon a dipòsits controlats, mentre que el 20,4% s'incinera. Les plantes incineradores de Catalunya tracten més de 700.000 tones anuals de residus. La potència total de les plantes que recuperen l'energia és de 39,3 MW. Pel que fa al biogàs, a Catalunya l'extracció i el reaprofitament energètic sembla, de moment, només viable en 5 dipòsits controlats, dels quals 4 ja han començat a fer les primeres experiències. El potencial estimat de biogàs extraïble és de 140 M m³/any.



Percentatge d'incineració dels RSU als països de la Unió Europea (1996).



Consum de biomassa a la Unió Europea (1996).



ASPECTES AMBIENTALS, ECONÒMICS I LEGALS

Biomassa forestal i RSU

L'aprofitament de l'energia de la biomassa forestal contribueix notablement a la millora i conservació del medi. Mitjançant les neteges, aclarides i podes es contribueix a millorar-lo i preservar-lo de possibles incendis. És convenient que l'explotació dels boscos es faci d'una manera sostenible.

L'aprofitament energètic de la biomassa forestal no té un impacte mediambiental significatiu, atès que el CO₂ que s'allibera a l'atmosfera durant la combustió ha estat prèviament captat pels vegetals durant el seu creixement; per tant, el balanç final és nul.

Les plantes d'aprofitament energètic de la biomassa estan regulades per diverses normatives. D'una banda, des del punt de vista de la potència tèrmica, totes aquelles instal·lacions de combustió en què la seva potència tèrmica nominal sigui igual o superior a 50 MW estan sotmeses a la legislació del Reial decret 646/1991, que estableix els límits d'emissió d'agents contaminants com el diòxid de sofre, els òxids de nitrogen i les partícules. Totes aquelles instal·lacions industrials de combustió de potència tèrmica nominal inferior a 50 MW estan regulades pel Decret 833/75, que desplega la Llei estatal de protecció de l'ambient atmosfèric.

A Catalunya, però, aquests límits són més restrictius i vénen determinats pel Decret de la Generalitat de Catalunya 319/1998, per a instal·lacions industrials de combustió de potència tèrmica inferior a 50 MW i instal·lacions de cogeneració.

Actualment davant l'avenç tècnic d'aquestes últimes instal·lacions s'ha vist la necessitat d'adaptar-hi la normativa i s'ha fet una proposta de decret per tal de regular-les de manera més convenient.

Al mateix temps, com a productors d'electricitat que puguin ser aquestes plantes d'aprofitament energètic, estan sotmeses al marc econòmic delimitat pel que fa a ingressos per venda d'electricitat (Reial decret 2818/98).

D'altra banda, el tractament dels RSU, ja sigui mitjançant reciclatge, compostatge, metanització o incineració permet reduir considerablement el volum de deixalles, de lixiviats generats i la generació de males olors.

Pel que fa al metà generat als abocadors, considerats una de les fonts principals causants de l'escalfament global del planeta, la bona gestió d'aquests dipòsits amb la captació i l'aprofitament dels gasos emesos afavoreix que es deixin d'emetre a l'atmosfera directament milers de tones de gasos causants de l'efecte hivernacle.

Pel que fa al marc legal, en l'àmbit territorial de Catalunya el Programa de Gestió dels Residus Urbans està regulat per la Llei 6/93, de 15 de juliol, reguladora dels residus.

El model de gestió establert a Catalunya preveu la recollida selectiva dels residus urbans, incloent-hi la matèria orgànica, i la seva valoració. S'estableix l'obligatorietat que els municipis de més de 5.000 habitants realitzin la recollida diferenciada de la matèria orgànica i tendeixin a la posada en servei de les deixalleries.

El model de gestió adoptat tendeix a l'organització sistemàtica de les opcions prioritàries de tractament per tal d'evitar la generació de residus i desviar de la deposició final (abocador) tots aquells residus susceptibles de ser aprofitats amb les opcions disponibles, d'una manera viable ambientalment i econòmicament.

Per a una mateixa capacitat d'un incinerador (tones/hora), si es cremen combustibles derivats dels residus, pràcticament es duplica la contribució d'aquest índex. Cal pensar que en la separació mecànica d'envasos, van majoritàriament al grup de combustibles derivats dels residus.

Pel que fa a l'aspecte econòmic, cal dir que la gestió dels RSU té com a finalitat la reducció del volum que es genera d'aquest tipus de residus i no l'obtenció d'energia. L'aprofitament energètic no sempre és viable econòmicament, cal disposar d'unes quantitats mínimes de deixalles i amb uns certs continguts combustibles.

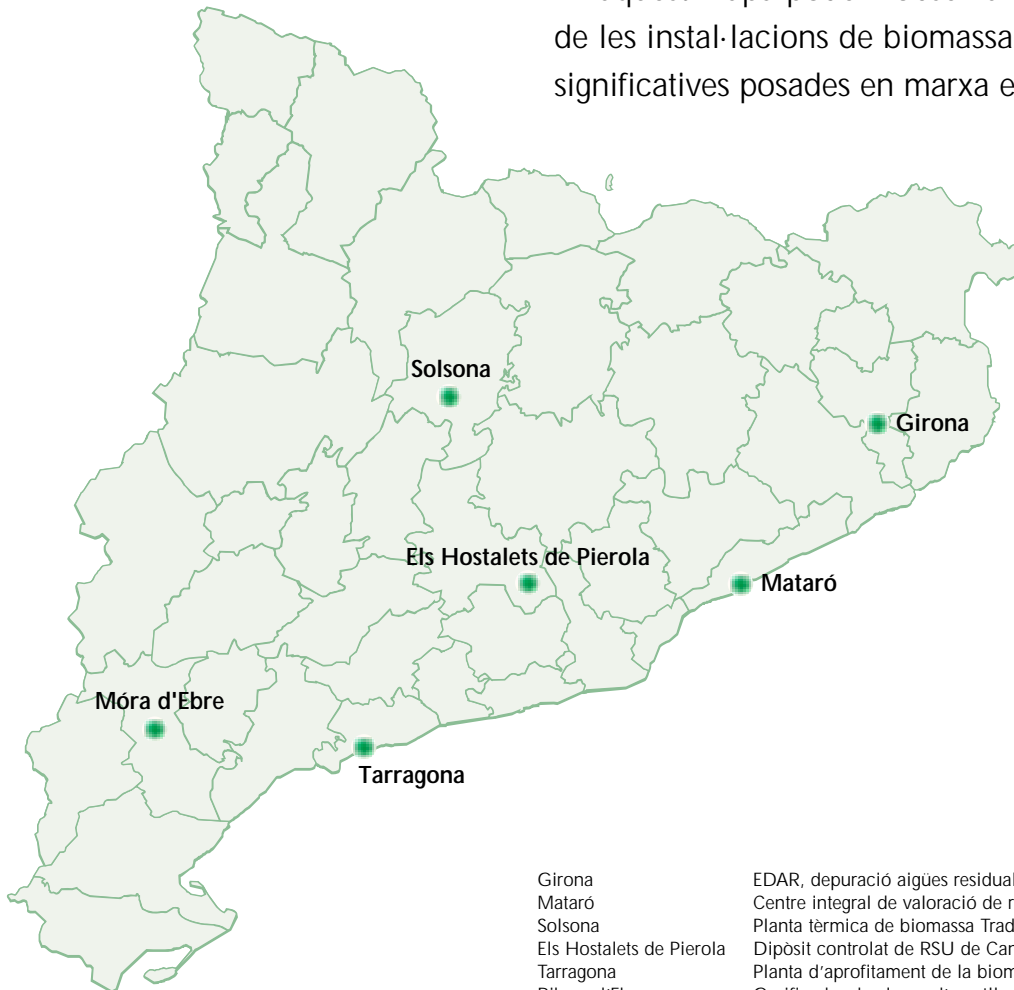
Quant als aspectes econòmics de l'aprofitament energètic de biomassa, hi ha dos condicionants importants per a la seva viabilitat: la garantia en el preu de la biomassa i les possibles subvencions rebudes de les administracions corresponents.

El cost d'obtenció de la biomassa pot produir molta incertesa, si no s'aconsegueix la garantia d'un preu mínim durant un llarg període de temps. Per exemple, en el marc actual la viabilitat d'una instal·lació de 6 MW requereix subvencions a la inversió de l'ordre del 30%, i garantia de subministrament de combustible a un màxim de 4 PTA/kg.

PROJECTES DE BIOMASSA I RSU A CATALUNYA

El consum de la biomassa a Catalunya és aproximadament de 288.036 tep, essent el sector agrícola el generador principal de la biomassa amb possibilitats de ser valorada energèticament, seguit del de les indústries de primera i segona transformació de la fusta.

Pel que fa als residus sòlids urbans, la producció a Catalunya és de 2,9 milions de tones anuals, de les quals aproximadament unes 650.000 tones anuals poden ser tractades en plantes d'incineració i amb un total de recuperació d'energia de 39,3 MW. En aquest mapa podem observar algunes de les instal·lacions de biomassa més significatives posades en marxa els darrers anys.



GLOSSARI

Biodegradables	Es diu d'aquelles substàncies que poden destruir-se per l'acció dels bacteris o altres agents biològics.	Fracció líquida	Part líquida d'una mescla de diverses substàncies que es troben en diferents estats d'agregació.
Biomassa	És el conjunt de tota la matèria orgànica procedent de l'activitat dels éssers vius present a la biosfera. La biomassa pot ésser convertida en energia utilitzant diverses tècniques.	Hidrocarburs	Compostos químics orgànics formats per hidrogen i carboni. S'obtenen principalment del petroli, el gas natural, el quitrà d'hulla i en menor quantitat de les ceres, les resines i els olis d'origen vegetal.
Compostos alifàtics	Hidrocarburs les molècules dels quals formen cadenes obertes que no es tanquen sobre elles mateixes.	Lixiviats	Substàncies líquides que se separen de manera natural en els RSU (residus sòlids urbans).
Esterificació	Procés de la química orgànica que consisteix a fer reaccionar un àcid orgànic amb un alcohol. El producte de la reacció és un èster (un tipus de producte químic orgànic) i aigua.	Valoració	Referit a la biomassa, indica els diferents tipus de transformacions i processos als quals pot ser sotmesa per tal de treure'n un profit energètic.

Amb col·laboració:



Generalitat de Catalunya
Departament d'Indústria,
Comerç i Turisme
Institut Català d'Energia



Generalitat de Catalunya
Departament
d'Ensenyament