

# Biomassa forestal - Producció d'estella forestal



**Objectiu:** aportar coneixements generals a propietaris forestals i estudiants per millorar la utilització de biomassa en la producció d'energia

## INDEX

1	Introducció.....	1
2	Estella per a indústria.....	3
3	Estella domèstica.....	3
4	Operació d'estellat.....	4
5	Operació de cribat.....	5
6	Emmagatzematge.....	6
7	Compra d'estella.....	7
8	Requisits de qualitat.....	8



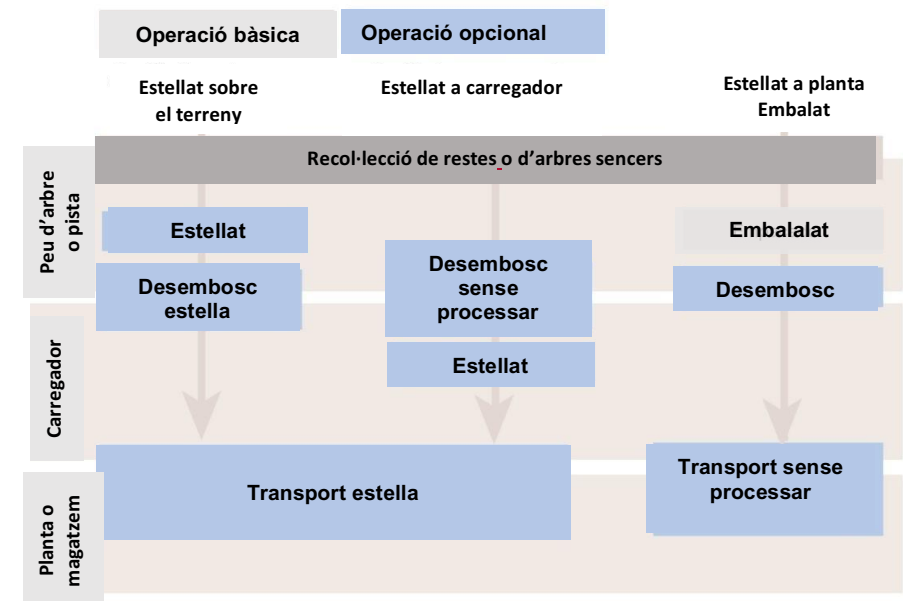
# 1 Introducció

L'estella **procedent de fusta de bosc** (o biomassa forestal primària) s'obté de la retirada del bosc de les restes dels aprofitaments forestals, del producte de tallades de millora, així com d'aquelles procedents de treballs de prevenció d'incendis. En canvi, l'estella **d'indústria** és aquella que prové de subproductes derivats d'indústries primàries de la fusta (les que processen directament l'arbre o tronc que arriba del bosc) i secundàries (que processen la fusta ja elaborada en las indústries de primera transformació).

L'aprofitament de biomassa per a estella consta de:

- Aprofitament: tallada i desembosc de l'arbre
- Processat (estellat o compactat): estellat a pista, a carregador o a pati
- Transport: en funció d'on es processa el material, el transport és d'estella o de l'arbre
- Emmagatzemament i assecat: opcionalment de l'arbre; i, generalment, de l'estella
- Subministrament de l'estella

El sistema de producció gira al voltant de l'operació més important: **l'estellat**. En funció del punt de la cadena on es faci aquesta operació s'organitzen tres grans sistemes operatius (Gràfic 1): 1. estellat sobre el terreny, a peu d'arbre o mòbil; 2. Estellat a carregador; 3. estellat en planta o magatzem.



Gràfic 1: Diagrama de flux de l'aprofitament de biomassa

Les següents operacions a l'estellat poden ser independents o interdependents:

- **Operacions independents:** Per exemple, l'estellat es descarrega en piles o contenidors per la seva posterior càrrega al camió. Aquestes operacions requereixen menys coordinació i impliquen més moviment del material i per tant un encariment del procés.
- **Operacions interdependents:** Per exemple, descàrrega de la estella directament al camió. Aquest tipus d'organització requereix un procés força coordinat entre els diferents mitjans que intervenen, tot i que el resultat sol ser més ràpid, productiu i econòmic.



Estellat. J. Famadas, Argentina.

En funció del seu destí es poden diferenciar dues cadenes de producció d'estella: estella **industrial** o estella **domèstica**.

Taula. Cadenes de producció d'estella forestal

	Cadena	Mètode d'aprofitament	Destí
Estella industrial	Industrial	Tronc sencer, integral	Estella para indústria per a exportació o grans plantes
Estella domèstica	Tronc sencer	Tronc sencer	Estella per a ús domèstic, estella per a indústria local
	Fusta curta	Fusta curta	

## 2 Estella per a indústria

Aquesta cadena de producció es caracteritza per les altes quantitats de biomassa mobilitzada i l'elevada productivitat de tots els processos.

El sistema de treball utilitzat és el aprofitament *d'arbre sencer* (principalment coníferes), amb un temps d'emmagatzemament màxim de l'estella de 6 mesos, per a subministrar a punts de consum importants (centrals elèctriques i ports).

Els arbres s'abateixen i es desembosquen amb *skidder* o *tractor* (si el bosc no és accessible amb autocarregador) fins a pista, on es transporten fins a un carregador o pati intermig amb camió o autocarregador.

## 3 Estella domèstica

Aquest sistema produeix estella per a calderes petites i mitjanes, això implica un major temps d'emmagatzemament i controls de qualitat. És una evolució de las cadenes de producció tradicionals de tronc sencer per a subministrar a serradores, on el destí energètic domèstic és una nova sortida empresarial, i la cadena de fusta curta per a la indústria de trituració.

La principal diferència amb la cadena de tronc sencer convencional és la rectitud dels arbres (per a bioenergia no es necessiten troncs rectes, això incrementa els costos de transport) i les distàncies a recórrer (teòricament més curtes per a bioenergia), fent necessari un bon control dels costos de producció i l'eficiència i productivitat si no hi ha punts de consum locals.

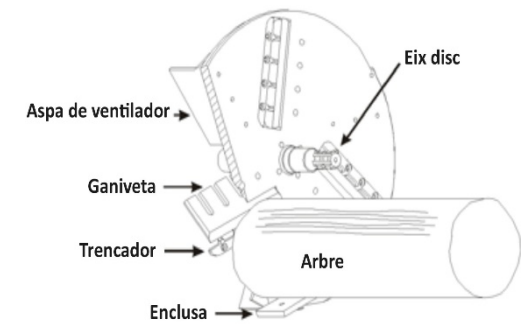
Aquesta cadena funciona tant amb coníferes com amb frondoses. Els arbres es tallen i processen a bosc, es desembosquen els troncs sencers amb *skidder* o *tractor* fins a la pista, d'on es realitza una classificació de la fusta en rotllo, serradora i la de destí energètic. Llavors, la fusta para bioenergia es transporta fins un carregador o pati intermig amb camió o autocarregador.

## 4 Operació d'estellat

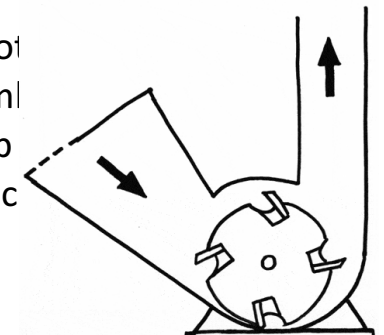
Una estelladora és una màquina construïda especialment per reduir la fusta llarga a petits fragments anomenats estelles. L'estellat de la biomassa té l'avantatge de millorar el transport, l'emmagatzemament i l'assecat. Es pot realitzar en diferents punts de la cadena d'abastament: a peu de pista, a carregador o bé a planta.

L'element de tall és una part molt important de les estelladores, que condiciona el tipus, forma i qualitat de l'estella. Segons la unitat d'estellat es diferencien:

- **Estelladora de disc:** consisteix en un volant pesat sobre el qual van muntades radialment de dos a quatre ganivetes. El material entra en contacte amb el disc a un angle de 30 a 40 graus en el plano del disc i de les ganivetes giratòries, actuant contra un topall al final de la boca d'alimentació i tallant progressivament trossos de fusta que es divideixen en fragments a mida. El tamany de les estelles oscil·la normalment entre 0,3 i 4,5 cm, i es pot modificar amb una ganiveta fixa ajustable. Esta i la de tambor són les més utilitzades.
- **Estelladora de tambor:** es més voluminosa i més potent que les estelladores de disc i pot tant amb troncs com amb restes forestals. L'eina de tall consisteix en un cilindre d'acer amb instal·lades en posició tangencial; el tamany de l'estella resultant és més heterogeni, amb a 6,5 cm. Las ganivetes s'han de renovar cada 50-100 t (si es treballa amb fusta dura) o c fusta tova).

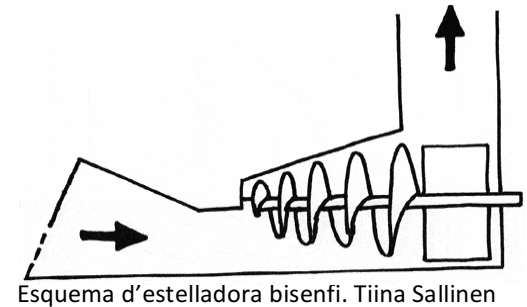


Esquema d'estelladora de disc.



Esquema d'estelladora de tambor. Tiina

- **Estelladora de bisenfi:** l'estellat es produeix en un cargol bisenfi gran de secció decreixent (forma cònica) amb arestes esmolades que gira al voltant d'un eix horitzontal. Aquestes màquines no són particularment conegudes, i poden processar bé arbres sencers o troncs i produir estelles més grans (de fins 8 cm) en comparació amb las estelladores de disc o de tambor.



Segons la potència que es necessiti es poden identificar tres categories diferents:

- **Baixa potència:** s'accionen a través de la pressa de força del tractor o per un motor independent ( $\approx 50$  kW). Només poden processar diàmetres petits (màxim 20 cm) i no produeixen més de 20 t / dia.
- **Mitja potència:** van sobre remolc i generalment amb un motor independent (50-110 kW). Produeixen fins a 50 t / dia de estelles  $\leq 30$  cm de diàmetre.
- **Alta potència:** s'instal·len sobre remolc o camió. A vegades funcionen amb el motor del camió, però normalment tenen un propi ( $> 130$  kW); poden generar fragments de gran diàmetre ( $> 30$  cm) i produir més de 60 t / dia fàcilment.

Existeix una gran oferta d'aquest tipus de maquinària en el mercat. El factor més important a tenir en compte són els rendiments i las característiques de l'estella obtinguda (homogeneïtat, dimensions, etc.).

## 5 Operació de cribat

El cribat consisteix en separar els diferents tamanyes de partícula de l'estella . Per a l'obtenció d'estelles de fusta d'acord amb els estàndards o normes pot ésser necessari l'ús d'un equip específic que permeti dividir la biomassa en tres fraccions (fins, fragments del tamany desitjat i trossos grans). Els fins i els elements gruixuts es poden destinar a altres clients o bé usos no domèstics, per el motivo que aquestes fraccions del cribat no són aptes per a cremar en caldera de mitja baixa potència o estufes domèstiques.

## 6 Emmagatzemament

Un dels pilars fonamentals per a l'abastament és l'existència de magatzems o patis per compensar tot tipus de fluctuacions en la cadena de subministrament, tant previstes com imprevistes i també cert assecat del material. És a dir, serveix per reunir la biomassa d'una temporada i assecar-la fins al moment de l'entrega.

Las característiques que haurien de tenir aquests patis són:

- Zones planes sense vegetació (per exemple, camps en guaret, abocadors clausurats, etc.)
- Bon accés per vehicles d'arribada i de sortida (si pot ser pista asfaltada o carretera)
- Proximitat a una bàscula per poder efectuar les pesades
- Suficientment allunyats de la superfície arbòria
- Pròxims a un punt d'agua (en cas d'incendi)
- Tenir una part plana, preferentment pavimentada, i ben drenada per l'estella



Magatzem d'estella . Françalou, Envall.

De forma opcional, es pot deixar el material sencer al aire lliure durant uns mesos perquè perdi una part important de la humitat abans de ser estellat. Habitualment en Europa la fusta es deixa un any al aire per realitzar l'estellat en sec i passar directament a l'entrega en grans plantes, sense emmagatzemaments entremetjats d'estella .

L'assecat de l'estella es pot fer al aire lliure, amb tèxtil protector o sota coberta:

- A l'aire lliure: és la opció més senzilla i econòmica. Es realitza normalment en determinades circumstàncies: temporalment en el temps de producció; en el lloc d'estellat per al seu posterior transport; en llocs d'emmagatzemament, ben exposats per afavorir l'assecat (principalment en estiu).
- Amb tèxtil protector: es cobreix la pila d'estella amb un tèxtil, el qual té la propietat de permetre l'evaporació de la humitat de la pila però impedeix que la pluja o la neu mullin directament l'estella, amb el que s'afavoreix el seu assecat.
- Sota coberta: si està ben dissenyat és l'assecat més segur. És important controlar alguns aspectes del disseny com la ventilació, l'aïllament i l'accés.

## 7 Compra d'estella

Les estelles de fusta es comercialitzen per volum o pes. Un metre cúbic aparent correspon a una quantitat d'entre 200 i 450 kg, depenent del corresponent tipus de fusta, el tamany i el contingut d'aigua. El poder calorífic oscil·la per tant entre 630 i 1.100 kWh.

És per això que les estelles s'haurien d'admetre tan a pes com per contingut d'aigua. El pes de l'entrega exacte es pot calcular simplement pesant el vehicle en una bàscula calibrada, en una bàscula pont o en bàscules de vehicles. El contingut d'aigua només es pot calcular exactament *a posteriori*, ja que es tracta d'un procés estandaritzat (que necessita assecat en estufa). Es podria realitzar una estimació inicial del contingut d'aigua utilitzant instruments de mesura disponibles en el mercat.

Generalment són subministradores regionals els que proveeixen estella forestal. A més també és possible el subministrament pneumàtic d'estelles a la sitja d'emmagatzemament, de forma similar al mètode utilitzat amb els



pèl·lets.

## 8 Requisits de qualitat

Els paràmetres de qualitat més importants a vigilar en l'estella són la distribució de tamany (granulometria), contingut d'humitat i contingut de cendres. El contingut d'aigua és el factor de qualitat més important i és molt significatiu a l'hora d'avaluar el poder energètic i les propietats d'emmagatzemament del biocombustible.

La distribució de tamany, o distribució granulomètrica, d'un material es determina mesurant el percentatge en pes de les partícules que passen a través d'una sèrie de tamisos amb obertura de malla decreixent. El tamany de malla a partir de la qual passa el 80% del material serveix com referència per un subministrador de biomassa a l'hora de vendre el seu producte. El resultat que s'obté de l'anàlisi granulomètric depèn dels ajustaments de la maquinària utilitzada en l'estellat i d'altres factors com l'espècie, la humitat, el tamany de la fusta emprada, la velocitat de rotació del tambor o l'estat d'esmolat de las ganivetes.

*Més informació:*

- *Propietats, mesures i factors de conversió*
- *Requisits de qualitat*

## 9 Conclusió

L'estellat és una operació fonamental si es vol aprofitar l'energia continguda en la biomassa, tant per aquella que prové directament del bosc com de subproductes de la indústria, de forma eficaç i eficient.

La tecnologia actual permet estellar en diferents emplaçaments donant flexibilitat a l'operació, fet que implica realitzar un anàlisi de cada aprofitament per veure on i comés millor estellar. Això, juntament amb el cribat, emmagatzemament i altres característiques de la pròpia explotació forestal, definiran la qualitat de la mateixa estella. .

***Disseny i redacció:*** Judit Rodríguez

***Crèdits d'Il·lustracions:***

AFiB-CTFC

***Edició:*** Maig 2019

***Maquetació:*** Eduter-CNP



Aquest projecte va ser finançat amb el suport de la Comissió Europea. Aquesta publicació (comunicació) reflecteix únicament l'opinió de l'autor, i la Comissió Europea no és responsable de l'ús que pugui fer de la informació continguda en la mateixa.

# Per a més informació contactar amb les entitats sòcies del projecte eforOwn

## Si ets propietari/a forestal

A Bèlgica



A Espanya



A França



## Si ets estudiant o formador/a

A Bèlgica



A Espanya



A França

