

DOCUMENT DE SÍNTESI

Estudi de la viabilitat econòmica de la implantació d'una planta de piròlisi per a la producció de biochar en un context local i comarcal



Marc Saborit Creus

Llicenciatura de Ciències Ambientals

Projecte de final de Carrera - Setembre 2013

Directors:

Neus Puy Marimon

Jordi Bartrolí Moli

Resum

En aquest document es pretén estudiar de la viabilitat econòmica de la implantació d'una planta de piròlisi per a la producció de biochar o char en un context local i comarcal.

La biomassa és una font d'energia que genera uns rendiments energètics prou interessants i d'una manera respectuosa amb el medi ambient. Així doncs, la teòrica planta utilitzarà biomassa que, a través del tractament termoquímic de la piròlisi, ens generarà uns productes que són d'utilitat per l'obtenció d'energia d'una manera respectuosa amb el medi ambient.

Abans de fer l'anàlisi econòmic, hi ha una explicació extensa dels processos termoquímics, com són la piròlisi, la gasificació i la torrefacció. Posteriorment, es du a terme una revisió de l'estat actual de les tecnologies de conversió de biomassa a Catalunya i finalment es realitza un inventari i anàlisi dels usos de la biomassa a Catalunya, en el qual es parla principalment de l'estella el pèl·let, així com també de la seva producció, consum i exportació.

El nostre anàlisi econòmic de la planta de processament de biomassa es durà a terme a nivell local, és a dir en un municipi, i també a nivell comarcal a Catalunya. A partir del processament de biomassa per mitja de la piròlisi, obtindrem uns productes, entre els quals el biochar, que serà un dels productes finals per poder vendre. L'altre producte serà el pèl·let de biochar, que l'obtindrem a través del procés de pel·letització. Aquest procés ens permetrà densificar el mateix biochar i obtenir-ne pèl·lets amb un poder calorífic superior, com també el seu possible preu de venda final. En aquest anàlisi econòmic plantejarem diferents escenaris tant a nivell local com comarcal, és a dir, farem variar diferents paràmetres de la planta, com poden ser els dies, les hores de treball, el sou dels treballadors, l'existència de procés de pel·letització...per veure la viabilitat del nostre projecte. Aquesta viabilitat la mesurarem amb diferents Índexs, entre els quals hi ha l'Índex de Rendibilitat, que ens determinarà si el projecte és possible si el seu valor és més gran a 1.

Resumen

En este documento se pretende estudiar la viabilidad económica de la implantación de una planta de pirólisis para la producción de biochar o char en un contexto local y comarcal.

La biomasa es una fuente de energía que genera unos rendimientos energéticos interesantes y de una manera respetuosa con el medio ambiente. Así pues, la teórica planta utilizará biomasa que, a través del tratamiento termoquímico de la pirólisis, nos generará unos productos que son de utilidad para la obtención de energía de una manera respetuosa con el medio ambiente.

Antes de hacer el análisis económico, hay una explicación extensa de los procesos termoquímicos, como son la pirólisis, la gasificación y la torrefacción. Posteriormente, se lleva a cabo una revisión del estado actual de las tecnologías de conversión de biomasa en Cataluña y finalmente se realiza un inventario y análisis de los usos de la biomasa en Cataluña, en el que se habla principalmente de la astilla y el pellet, así como también de su producción, consumo y exportación.

Nuestro análisis económico de la planta de procesamiento de biomasa se llevará a cabo a nivel local, es decir en un municipio, y también a nivel comarcal en Cataluña. A partir del procesamiento de biomasa por medio de la pirólisis, obtendremos unos productos, entre los cuales el biochar, que será uno de los productos finales para vender. El otro producto será el pellet de biochar, que lo vamos a obtener a través del proceso de peletización. Este proceso nos permitirá densificar el mismo biochar y conseguir pellets con un poder calorífico superior, así como su posible precio de venta. También se plantearan diferentes escenarios tanto a nivel local como comarcal, es decir, haremos variar diferentes parámetros de la planta, como pueden ser los días y las horas de trabajo, el sueldo de los trabajadores, la existencia de proceso de peletización...para ver la viabilidad de nuestro proyecto. Esta viabilidad la mediremos con diferentes Índices, entre ellos el Índice de Rentabilidad, que nos determinará si el proyecto es posible si su valor es mayor a 1.

Abstract

This paper aims to study the economic feasibility of the implementation of a pyrolysis plant for the production of biochar and char on a local and regional context.

Biomass is an energy source that generates interesting energy yields in a way that respects the environment. So, the theoretical biomass plant use through the thermochemical treatment of pyrolysis, generate products that are useful for energy production.

Before the economic analysis, there is a full explanation of thermochemical processes such as pyrolysis, gasification and roasting. Subsequently conducted a review of the current status of biomass conversion technologies in Catalonia and finally an inventory and analysis of the uses of biomass in Catalonia, which is mainly spoken in woodchips and pellet, as well as its production, consumption and export.

Our economic analysis of biomass processing plant will be carried out locally, and in a regional level in Catalonia. From the processing of biomass by pyrolysis, get some products, including biochar, which is an end product to sell. The other product is the pellet of biochar, which will get it through the process of “**pel·letització**”. This process will allow us to densify the same biochar and obtain pellets with higher calorific value as well as its possible final sale price. This economic analysis will consider various scenarios both local and regional, in which there is a variation in different parameters of the plant, such as days, hours of work, salary worker... to see the feasibility of our project. This viability is going to be measured with different indices, among which is the Rate of Return, that determine if the project is possible if the value is greater than 1.

Introducció

El futur del nostre planeta camina cap a les energies renovables i un ús més sostenible dels recursos si no volem accentuar els problemes que hi ha actualment. En aquest context, al treball que presentem a continuació intentem explicar els avantatges que representa l'ús de la biomassa per l'obtenció d'energia d'una manera respectuosa amb el medi ambient i amb un impacte ambiental pràcticament ínfim. Per això, portem a terme l'estudi de la viabilitat econòmica de la implantació d'una planta de piròlisi per a la producció de biochar en un context local i comarcal.

Actualment, existeixen problemes i incògnites sobre les actuals fonts d'energies. Ens referim als combustibles fòssils, que una de les principals problemàtiques que presenten és la contaminació que generen al planeta i en concret al medi ambient. El carbó, el petroli i el gas natural, tots combustibles fòssils, quan combustionen, és a dir reaccionen amb l'oxigen de l'aire, alliberen i produeixen òxids de carboni i altres compostos que són contaminants i provoquen fenòmens com la contaminació atmosfèrica, la boira fotoquímica, la pluja àcida que fan accelerar el canvi climàtic i l'escalfament planetari.

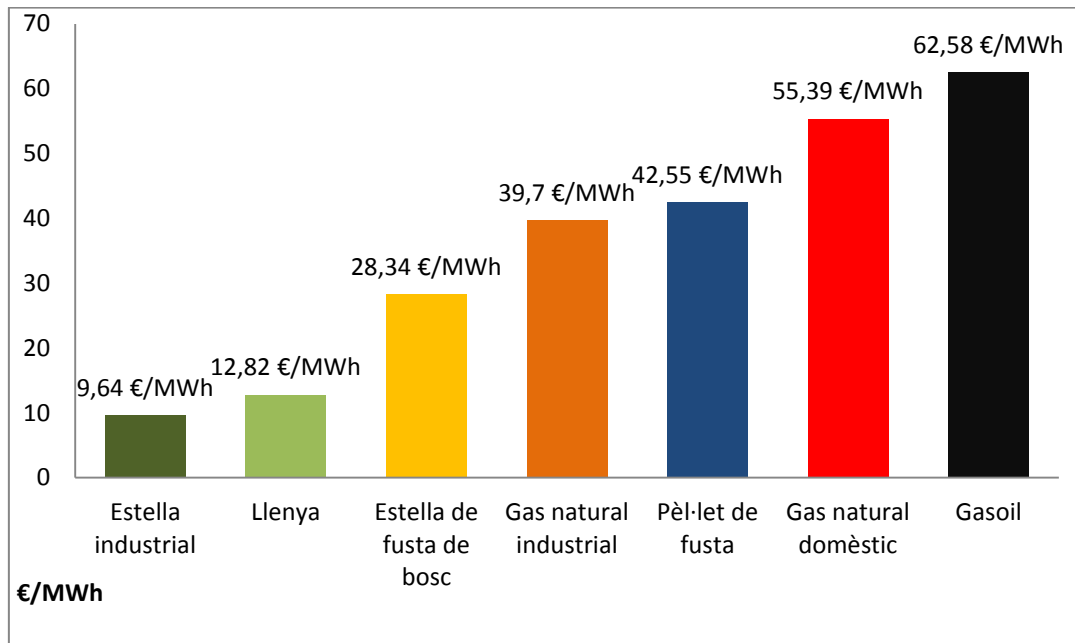
Així doncs, necessitem fonts d'energies renovables, que ja existeixen actualment, però que s'acostin al rendiment energètic dels combustibles fòssils.

Una altra problemàtica en forma d'incògnita que presenten els combustibles fòssils és, fins quan serà possible gaudir de la seva disponibilitat? És a dir, quan s'acabaran? Aquest és un dels grans dubtes que presenten, és a dir, que són finits a diferència de les fonts d'energia renovables com són l'energia eòlica, l'energia solar i també hi podríem incloure la que tractarem en aquest treball: l'energia provinent de la biomassa.

Així doncs, veient les problemàtiques que hem comentat anteriorment dels combustibles fòssils intentarem explicar els avantatges que representa la biomassa respecte els anteriors com a font d'energia renovable. Per començar-nos a introduir aquestes avantatges esmentades, tenim en el **gràfic 1** que mostrem a continuació, la comparativa de preus en €/MWh de diferents energies, tant renovables com no renovables. Com es pot observar, totes les

energies provinents de la biomassa (estella industrial, llenya, estella de fusta de bosc i pèl·let de fusta) ocupen les primeres posicions i solament passa per davant del pèl·let el gas natural industrial. Amb això el que volem dir és que l'energia provinents de la biomassa és molt més econòmica que les fonts d'energia no renovables, el que significa un punt molt positiu respecte altres fonts d'energia.

Gràfic 1. Comparativa de preus(en €/MWh) de diferents fonts d'energia.



Estella industrial = 25€/t45; Llenya = 50 €/t20; Estella de fusta de bosc = 100 €/t30; Gas natural industrial = 11,03 €/GJ; Pèl·let de fusta = 200 €/t10; Gas natural domèstic = 18,92 €/GJ; Gasoil = 0,62 €/l

Font: AFIB-CTFC a partir de dades de la Comissió Europea (Energia i Eurostat).

Objectius i Metodologia

L'objectiu principal d'aquest projecte és l'estudi de la viabilitat econòmica de la implantació d'una planta de piròlisi per a la producció de biochar en un context local i comarcal. Per tal d'assolir aquest objectiu principal, prèviament es realitzen una sèrie d'objectius i explicacions específiques com són els diferents tipus de tractaments termoquímics que podem aplicar per tal de processar la biomassa, una revisió de l'estat actual de la tecnologia pel que fa als

tractaments que s'apliquen a la biomassa i en especial els termoquímics i finalment un inventari i anàlisi dels usos de la biomassa a Catalunya.

L'anàlisi econòmic es realitzarà a través de diferents indicadors econòmics com són l'Anàlisi Cost-Benefici, el Valor Actual Net (VAN), la Taxa Interna de Retorn (TIR), l'Índex de Rendibilitat, el *Cash Flow* incloint també els costos totals i els Beneficis abans i després de taxes.

Anàlisi

Com ja hem comentat anteriorment, volem fer un estudi de la viabilitat econòmica de la implantació d'una planta de piròlisi per a la producció de biochar en un context local i comarcal. Per aquest motiu dibuixem diferents escenaris variant els paràmetres de l'esquerra de la taula que adjuntem a continuació.

Taula 1. Paràmetres i Índexs en l'anàlisi econòmic de la planta.

Variables que es fixen segons cada escenari (variables 1)	Variables que canvien segons les variables 1.
Dies/any*	Costos totals (€/any)
Hores/dia (h)	Benefici abans d'impostos i taxes (BAIT)
Treballadors	Benefici després d'impostos (BDI)
Sou brut treballador/any (€)	Cash-Flow de la planta
Procés pel·letització (cost de 300.000€)	Valor Actual Net (VAN)
	Índex de rendibilitat (IR)
	Taxa Interna de Retorn (TIR)

Font: Elaboració pròpia.

A partir d'aquí, amb les variacions d'aquests paràmetres, les variables de la dreta s'aniran ajustant als nostres canvis fent que s'hagi d'analitzar si és possible o no la realització del projecte. A més a més, jugarà també un paper important el preu que comprarem la biomassa i el preu que vendrem el nostre producte, és a dir, el biochar o el pèl·let de biochar.

Conclusions

Cal destacar els productes que ens genera la piròlisi, que és el tractament termoquímic que hem emprat a la nostra planta de processament de biomassa.

- La piròlisi és el tractament que ens dona un nombre més variable de productes. En referim a que hi ha la possibilitat de realitzar una piròlisi lenta o una de ràpida, el que fa que variï el percentatge de producte final. En general, a la nostra planta es duu a terme una piròlisi convencional en tots els sentits, però modificant les condicions d'operació (que no arriben a ser com les d'una piròlisi ràpida), es pot arribar a fraccions de bio-oli, fins a un 60% aproximadament.
- Un dels productes que obtenim en la piròlisi en baix percentatge, és el gas o syngas, que també obtenim en la gasificació. En aquest sentit, a la gasificació, com que el 85% del producte generat és gas, s'utilitza principalment per generar electricitat.
- Com a producte estrella tenim el char o biochar, que és el producte sòlid, proporciona energia mitjançant la seva crema en calderes que es pot destinar a escalfar l'aigua i proporcionar calefacció a les llars. En aquest sentit, existeix la possibilitat de densificar el char o biochar, generant pèl·lets de biochar, que són molt més energètics. Aquesta darrera opció és la que hem inclòs en les opcions que eren viables econòmicament parlant de la nostra planta de piròlisi, principalment a nivell comarcal, ja que les plantes tenen capacitat per treballar més hores al tenir una possible demanda major que a nivell local.
- Finalment, també es genera bio-oli, que si bé no és gaire utilitzat actualment, és un producte de molt de futur, com a combustible i producte químic ("biorefineries").

Si comparem el pèl·let de biochar amb el pèl·let convencional de fusta veurem que el primer és més energètic que el segon. El pèl·let de biomassa convencional té un poder calorífic (PCI) entre 15 i 16 MJ/kg mentre que el pèl·let de biochar entre els 20 i 24 MJ/kg.

Pel que fa l'anàlisi econòmic pels diferents escenaris d'aprofitament de la biomassa:

Anàlisi econòmic a nivell local: per preu de venda de biochar fixat a 200€/tn i preus de compra de biomassa a 70 i 80€/tn (preus que considerem reals al ser proporcionats per la SERRADORA BOIX):

- En tres dels quatre escenaris (1, 2 i 4) a nivell local, l'IR està per sota d'1 en els preus de compra i venda esmentats. Això significa que en el 75% dels escenaris no és viable econòmicament la realització del projecte.
- El tercer escenari és l'únic que té un IR per sobre d'1 en tots els casos i per tant, l'únic viable localment. El que genera la diferència respecte les altres opcions és el número d'hores que es treballa al dia (16h) i el fet que no s'inclogui procés de pel·letització, que fa que no hi hagi un cost extra de 300.000€.
- El quart escenari és viable quan, augmentem el preu de venda del biochar fins als 230€/tn. En aquest cas, tots els IR estan per sobre d'1 i en concret pels preus de compra a 70 i 80€/tn, que són els que més ens interessin.
- **Conclusió:** podem afirmar que la construcció d'una planta de processament de biomassa per a la producció de biochar a nivell local **NO és viable econòmicament** parlant pels següents motius:
 1. Els costos que genera la planta no es poden amortitzar amb els dies i hores treballades, ja que són insuficients en tres dels quatre casos (1, 2 i 4).
 2. El procés de pel·letització comporta uns costos de 300.000€ que s'han de poder amortitzar amb més dies i hores de treball de la planta.
 3. En un context local, creiem que la demanda no és suficient per sostenir una planta d'aquest tipus unit al context de crisi econòmica actual.

Pel que fa a l'anàlisi econòmic a nivell comarcal: per preu de venda de biochar fixat a 200€/tn i preus de compra de biomassa a 70 i 80€/tn (preus que considerem reals al ser proporcionats per la SERRADORA BOIX):

- En dos dels quatre escenaris a nivell comarcal (opció 1 i 2) l'IR està per sobre d'1 en els preus de compra i venda esmentats. Això significa que

en un 50% dels escenaris la construcció de la planta és viable econòmicament. Val a dir que en tots els escenaris incloem el **procés de pel·letització**.

- El tercer escenari presenta un IR per sobre d'1 en tots els casos menys pel preu de compra de biomassa a 80€/tn que és amb un dels preus reals que treballem .
- El quart escenari no és viable en un inici quan els preus de compra i venda són els esmentats anteriorment, però quan augmentem el preu del producte fins als 240€/tn, passa a ser possible.
- **Conclusió:** podem afirmar que la construcció d'una planta de processament de biomassa per a la producció de biochar a nivell comarcal **és viable econòmicament parlant** pels següents motius:
 1. Els costos que genera la planta i el procés de pel·letització es poden amortitzar amb els dies i hores treballades.

En definitiva, com a **conclusió final** podem afirmar que el que marca molt la diferència són les dies i hores treballats a la planta, ja que al treballar més produeixes més i pots amortitzar els costos. Òbviament que també afecta el preu en que comprem la biomassa, però el fet que els preus reals siguin els més cars fa que la seva possible variació no generi canvis radicals en la viabilitat del projecte, a no ser que siguin a la baixa. Tot el contrari passa amb el preu de venda del producte, ja que quan aquest el variem permet que els IR dels diferents escenaris puguin ser majors o menors a 1. A més a més, s'ha de tenir en compte que el fet que existeixi procés de pel·letització, ens permet obtenir un producte encara més preuat, com és el pèl·let de biochar, que sempre es pot vendre a més de 200€/tn, tenint en compte que és una hipòtesis conservadora.

Bibliografia

Llibres i Articles

- BARTOLÍ, J; PUY, N. (2007). La biomassa i els biocombustibles: Pros i contres.
- CORDERO, E. (2004). Apuntes sobre la composición química de la madera.
- BOADA, M. (2003). Boscos de Catalunya: història i actualitat del món forestal. Figueres. Ed. Brau.
- M.J.C. van der Stelt, H. Gerhauser, J.H.A. Kiel, K.J. Ptasinski (2011). *Biomass upgrading by torrefaction for the production of biofuels: A review.*
- PUY, N (2010). *Integrated Sustainability of innovative uses of forests biomass. Bio-oil as energy vector.*
- Tumuluru. J; Sokhansanj S; Hess J.R; Wright.C; and Boardman R. (2011). *A review on biomass torrefaction process and product properties for energy Applications.*
- Ciolkosz, D; Wallace. R. (2011) *A review of torrefaction for bioenergy feedstock production.*
- A project funded by DECC, project managed by NNFCC and conducted by E4Tech (June 2009). *Review of Technologies for Gasification of Biomass and Wastes.*
- Lehmann, J. (2007) *Bio-energy in the Black.*
- *Fast pyrolysis processes for biomass.* A.V. Bridgwater*, G.V.C. Peacocke
- Bridgwater, A.V; Toft, A.J, Brammer, J.G. (2002) *A techno-economic comparison of power production by biomass fast pyrolysis with gasification and combustion.*
- Czernik, S; Bridgwater, A. V. (2004) *Overview of Applications of Biomass Fast Pyrolysis Oil.*
- Mohan, D; Pittman, C.U; Steele, P.H. (2006) *Pyrolysis of Wood/Biomass for Bio-oil: A Critical Review.*
- Institut Català d'Energia (ICAEN) (Setembre 2010). Els usos energètics de la biomassa forestal. Número 174.
- Institut Català d'Energia (ICAEN) (Juny 2012). El mercat emergent de la biomassa forestal. Número 180.

Pàgines web

<http://www.biomassstradecentre2.eu/Biomass-Trade-Centrell/>

<http://www.csiro.au/files/files/pnzp.pdf>

-Bio-oli: http://www.uef.fi/fi/uef-bulletin/home/-/asset_publisher/EtH1/content/bio-oil-%E2%80%93-the-new-black-gold-

-Torrefacció:

<http://www.negociotecnologico.com/2011/07/bio-carbon-de-torrefaccion/>

-Observatori de la biomassa: <http://observatoribiomassa.forestal.cat/>

-Institut Català de l'Energia: <http://www20.gencat.cat/portal/site/icaen>

-Centre Forestal Tecnològic de Catalunya: <http://www.ctfc.cat/>

-InfoBiomassa: <http://infobio.ctfc.cat/?p=2886&lang=es>

-Biomassa al Lluçanès: http://forestal.llucanes.cat/noticies_projecte_biomassa

-Planta de piròlisi: <http://www.youtube.com/watch?v=jj-URSSF5WE>

-Usos del bio-oli:

<http://www.greener-industry.org.uk/pages/renewable/2renewableBioOil.htm>

-Biogreen i ETIA: <http://www.biogreen-energy.com/> ; <http://www.etia.fr/>