

**18 maggio 2012**

**Biomasse agro-forestali e energie alternative**



*Università degli Studi di Firenze*

**Facoltà di Agraria**

Corso di Laurea Magistrale in  
Scienze e Tecnologie dei Sistemi Forestali

**18 MAGGIO**

**WORKSHOP**

**BIOMASSE AGRO-FORESTALI E  
ENERGIE ALTERNATIVE**

***La strutturazione di  
filiera foresta energia  
economicamente  
efficienti***

***Claudio Fagarazzi***



**C.R.E.A.R. CENTRO RICERCA  
ENERGIE ALTERNATIVE E RINNOVABILI**



# Filiera biomassa – energia opportunità da strutturare bene

- Nel contesto produttivo forestale toscano (boschi cedui bassa qualità) si tratta di una opportunità interessante
- Interessante anche per coinvolgimento professionisti agro-forestale per risolvere problemi di sostenibilità della filiera..



Es. nella progettazione

# Le esigenze

- La realizzazione di un impianto energetico (teleriscaldamento o CHP) è quasi sempre svincolata da valutazioni sulla filiera (disponibilità e prezzi biomassa..presenza imprese forestali, capacità delle imprese forestali di produrre il cippato, ecc.)
- Questo può generare problemi successivi nella gestione della filiera...

**PROGETTARE UN IMPIANTO VUOL DIRE  
PROGETTARE UNA FILIERA..NON  
CONSIDERARLO ⇒ INTRODUCO RISCHI**



# Input di progettazione

## 1. La filiera andrebbero progettate al contrario:

- Siete produttori di energia: dovete esaminare la concorrenza locale (gas, gpl, gasolio, ecc.) rispetto a prezzo e qualità (flessibilità uso, praticità, ecc.)
- Indagare l'offerta "reale" di biomasse: le proprietà, gli assortimenti prodotti, i costi di produzione forestali, le dotazioni, le infrastrutture, ecc.
- Solo dopo siete in grado di verificare sostenibilità economica impianto

(privati o *Dotazione forestale, proprietà forestali, imprese di utilizzazione, altre fonti, ecc.*



**Analisi offerta**

a. *Disponibilità reale biomasse f.ne proprietà, orografia, infrastrutture, presenza imprese forestali, ecc.*

b. *Disponibilità imprese di utilizzazione forestale*

c. *Dotazione delle imprese forestali*

d. *Tipi di assortimenti forestali prodotti*

e. *Tipo e qualità del cippato realizzabile*

**f. Margini unitari dei prodotti forestali**

**g. Costi di produzione del cippato**

h. *Disponibilità infrastrutture logistiche (piattaforme, piazzali, ecc.)*

i. *Livello di manutenzione del territorio e prodotti derivati*

j. *Livello di sostegno economico a interventi manutenzione*

Tagli

- *Fitosanitari*
- *Diradamenti*
- *Ripuliture alvei*

econ. efficiente

**Analisi**  
**analisi c**

a. *Prezzo*

b. *Risparm*

*richies*

*consum*

*potenzi*

c. *Prezzo*

*dell'ene*

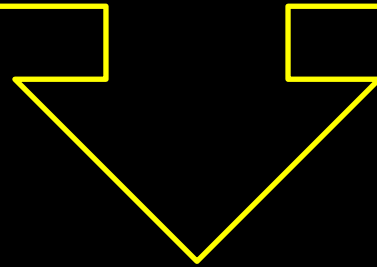
d. *Quantità*

*energetica*

e. *Distribuzione*

*geograf. domanda*

**Realizzare un impianto a biomassa  
costa di più rispetto ad  
un impianto a combustibili fossili**



**Costi di gestione**

**Imp. a biomassa < imp. a comb. fossili**

- ✓ *Costi di produzione del cippato*
- ✓ *Quantità di cippato annua*



- ✓ *Prezzo max dell'energia venduta*
- ✓ *Quantità di domanda energetica*

### *Analisi efficienza investimento*

*a. Dati i parametri da fase 1 e 2*

*b. Esigenza di:*

- *Ottimizzare dimensioni impianto (min investimento possibile)*
- *Favorire il regime dell'impianto (min dimensioni possibili)*
- *Garantire alta efficienza impianto ( $\eta \geq 0,7-0,8$ )*
- *Garantire elevati margini di sicurezza rispetto a:*
  - I. Prezzo di vendita energia*
  - II. Prezzo di acquisto del cippato*

*indice di efficienza :*  
*Il prezzo di Break Even Point (BEP) del*  
*cippato*

- Il Prezzo di BEP del cippato rappresenta il prezzo massimo che è in grado di pagare l'impianto garantendo l'indifferenza dell'investimento.

(uguaglianza tra flusso dei costi annui attualizzati derivati dall'investimento in impianti termici alimentati a biomassa (legno cippato) e flusso dei costi annui attualizzati derivati dall'investimento in impianti termici alimentati a combustibili fossili (gasolio o metano))



# Riassumendo:



**$C_{pc}$**   
Costi  
produzione

**$P_{mc}$**   
P mercato  
cippato

$$C_{pc} \leq P_{mc} \leq P_{bepc}$$

**$P_{bepc}$**   
P bep  
cippato



$\uparrow \eta$

Maggiore è  $P_{bepc} - C_{pc}$  più sicura risulterà la filiera



$\uparrow \eta$

**$P_{mk}$**   
P mercato  
calore  
cippato

$$P_{bepk} \leq P_{mk} \leq P_{maxk}$$

**$P_{bepk}$**   
P bep  
calore

**$P_{maxk}$**   
P max  
calore



Maggiore è  $P_{maxk} - P_{bepk}$  più sicura risulterà la filiera



# Esempio di filiera di autoconsumo FIVIZZANO

*Piattaforma logistica*





# Fivizzano

220 Kw potenza

320 m rete telerisc.

70 t s.f./anno cippato

## Impianto cippato nel Comune di Fivizzano (Provincia di Massa Carrara)

- Numero di caldaie a biomassa (n): 1
- Potenza unitaria delle caldaie (kWt): 220
- Volume accumulatori inerziali (mc): 5
- Tipologia di impianto di soccorso/integrazione: Assente
- Periodo di funzionamento: annuale
- Funzione impianto: acqua calda sanitaria e riscaldamento ambienti
- Rete (m): 320
- Consumo stimato (t/anno): 70

L'impianto, realizzato dalla Comunità Montana della Lunigiana, è a servizio di tre utenze pubbliche: la sede della Comunità Montana, la sede della Pubblica Assistenza, la scuola elementare. Come ogni impianto monitorato, anche quello di Fivizzano differisce dagli altri, in particolare per quanto riguarda la gestione e la filiera di approvvigionamento che di fatto rimane sotto il controllo della C.M. Lunigiana. Questo impianto si caratterizza per la presenza di una piattaforma di servizio che garantisce la disponibilità del cippato durante tutti i mesi di funzionamento ed una elevata qualità del cippato. La piattaforma, grazie allo stoccaggio estivo dei tronchi ed al successivo stoccaggio invernale in capannone del cippato, permette una progressiva riduzione del contenuto idrico con il passare del tempo.





# Efficienza economica dell'impianto di FIVIZZANO

- Autoproduzione di legname da aree demaniali (taglio, abbattimento, allestimento, esbosco) (costo implicito)
- Trasporto da imposto a piattaforma logistica (costo esplicito/implicito)
- Cippatura (costo esplicito)
- Stoccaggio (costo esplicito)
- Trasporto cippato all'impianto (costo implicito)
- Gestione impianto per autoconsumo (costi espliciti/impliciti) (a terzi chiede contributo spese)



# FIVIZZANO

## Costi totali di gestione considerando anche la piattaforma logistica (con soli costi espliciti)

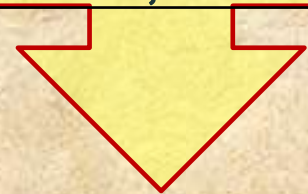
Voce di costo	Costi di gestione annui (€)	Costi di realizzazione con finanz. 25% (€)
Manutenzione ordinaria (€/anno)	1.979	1.979
Manutenzione straordinaria (€/anno)	423	423
Acquisto cippato (€/anno)	3.147	3.147
Costo dell'energia elettrica (€/anno)	2.059	2.059
Interessi su capitali (€/anno)	715	535
<b>TOTALE (€)</b>	<b>8.324</b>	<b>8.144</b>



# FIVIZZANO

## INDICI DI EFFICIENZA FINANZIARIA nel caso di acquisto di cippato da terzi

	senza finanziamento iniziale	con finanziamento del 25%
Tempo di ritorno (anni)	4	2
$\Delta VAC$ (€)	152,566	190,836
Saggio di Rendimento Interno (%)	25.9%	61.3%
Prezzo di BEP del cippato (€/t s.f.)	-	-
<i>Risparmio medio annuo</i>	12,097	15,131

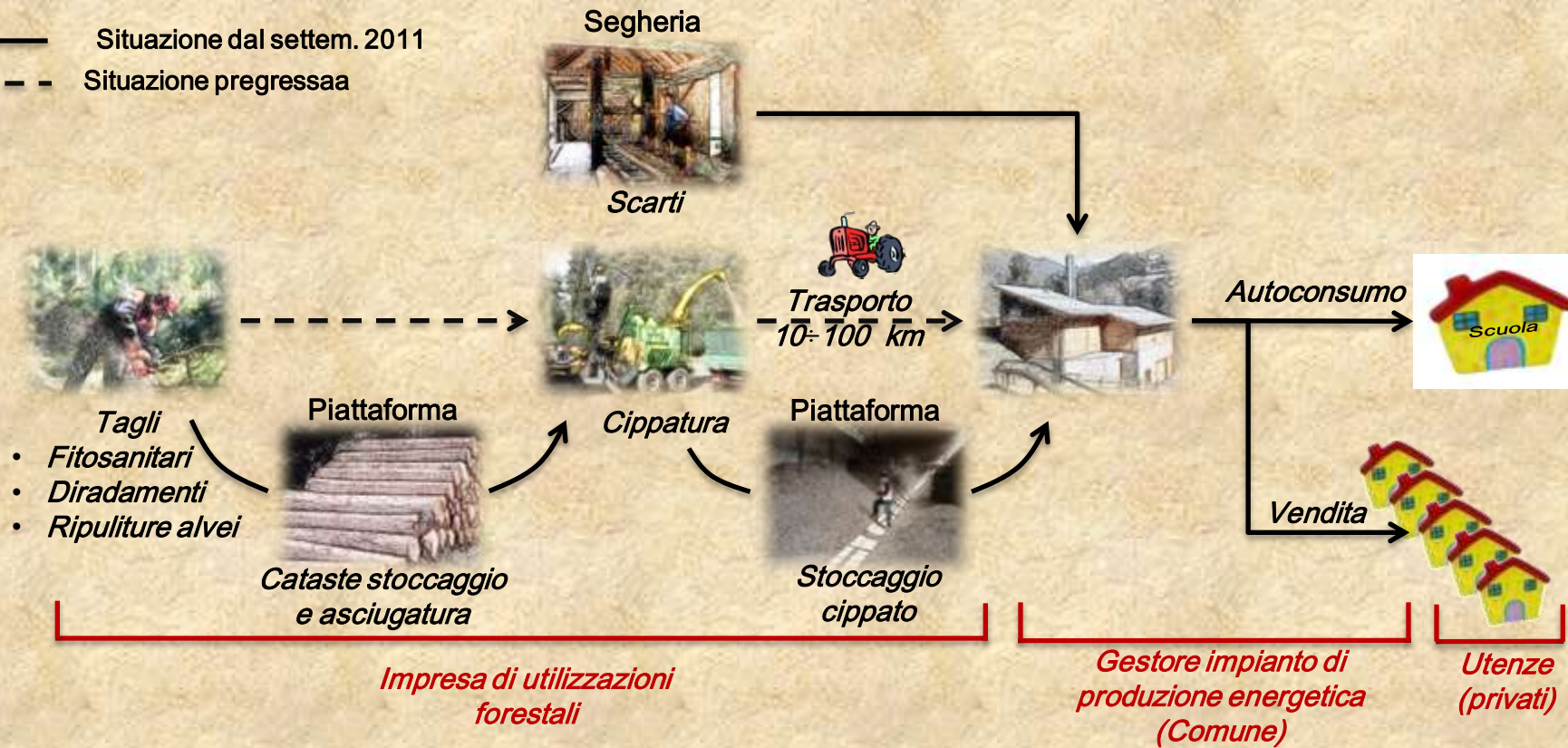


**Situazione attuale**



# SAN ROMANO

— Situazione dal settem. 2011  
- - - Situazione pregressaa



# S. Romano

850 Kw potenza

2 caldaie (500-350)

2.200 m rete telerisc.

550 t s.f./anno cippato

Impianto situato nel Comune di San Romano in Garfagnana (Provincia di Lucca)

- Numero di caldaie a biomassa (n): 2
- Potenza unitaria delle caldaie (kWt): 500 + 350
- Volume accumulatori inerziali (mc): 20
- Tipologia di impianto di soccorso/integrazione: Assente (sono presenti due caldaie)
- Periodo di funzionamento: annuale
- Funzione impianto: acqua calda sanitaria e riscaldamento ambienti
- Rete (m): 2.200
- Consumo (t/anno): 550

L'impianto è costituito da due caldaie indipendenti di differente potenza, in grado di modulare l'offerta termica a seconda delle variazioni dei bisogni stagionali. Così facendo viene garantito un rendimento medio più elevato rispetto ad un'ipotetica caldaia singola di pari potenza. Nei periodi estivi, quando la domanda termica si riduce alla sola acqua calda sanitaria, viene tenuta in funzionamento la caldaia più piccola, di 350 kWt; mentre nei periodi invernali viene utilizzata anche quella con potenza maggiore, raggiungendo la potenza complessiva di 850 kWt. La struttura edile dell'impianto è stata parzialmente interrata in modo da avere un minore impatto visivo e consentire un agevole accesso ai camion per lo scarico del cippato. L'impianto serve oltre 80 utenze private e pubbliche.







# Efficienza economica dell'impianto di SAN ROMANO

- Acquisto cippato da imprese forestali e segherie
- Gestione impianto per autoconsumo e per vendita calore (costi espliciti/impliciti)
- ATTENZIONE! VALUTAZIONE NON E' A PARITA' DI ENERGIA (ADESSO GENERANO OLTRE IL DOPPIO DI ENERGIA TERMICA)



# Efficienza economica complessiva SAN ROMANO

<b>Costi totali di gestione (con soli costi espliciti)</b>		
<b>Voce di costo</b>	<b>Costi di gestione annui (€)</b>	<b>Costi di realizzazione con finanz. 37% (€)</b>
Manutenzione ordinaria (€/anno)	1.760	1.760
Manutenzione straordinaria (€/anno)	1.000	1.000
Acquisto cippato (€/anno)	33.064	33.064
Costo dell'energia elettrica (€/anno)	9.180	9.180
Interessi annui mutuo CDP (€/anno)	27.403	17.234
<b>TOTALE (€)</b>	<b>72.407</b>	<b>62.238</b>



# Efficienza economica del gestore (Comune) SAN ROMANO

- Considerando **vendita calore+autoconsumo**
- **40 utenze (primi 2 anni) poi 51 utenze fino a 15 anni**

*Indici di efficienza finanziaria complessiva (autoconsumo+vendita) con 51 UTENZE a regime*

<i>Parametri</i>	<i>senza finanziamento iniziale</i>	<i>con finanziamento della Regione del 37%</i>
Tempo di ritorno (anni)	16	10
$\Delta VAC$ (€)	-166.785	165.495
Saggio di Rendimento Interno (%)	NC	9,0%
Prezzo di BEP del cippato (inclusa iva 10%) (€/t s.f.)	39,70	84,30
Risparmio o perdite medie annue derivate dall'autoconsumo di energia in strutture pubbliche e dalla vendita di energia a privati €/anno	-13.224	13.122
Energia mediamente consumata dalle strutture pubbliche nei 15 anni EX-POST	6.542	6.542
Energia mediamente consumata dalle strutture pubbliche nei 15 anni EX-ANTE	3.125	3.125
Costo medio di produzione dell'energia nei 15 anni sia per edifici pubblici che privati €/Mwh EX-POST	76	59
Costo medio di produzione dell'energia nei 15 anni sia per edifici pubblici che privati €/Mwh EX-ANTE		153



# Efficienza economica del (Comune) S. ROMANO vendita+autoconsumo

- Considerando dinamica utenze private 40 (2 anni) 51 (1 anno) poi 80 (12 anni)

Indici di efficienza finanziaria complessiva (autoconsumo+vendita) con 80 UTENZE a regime

Parametri	senza finanziamento iniziale	con finanziamento della Regione del 37%
Tempo di ritorno (anni)	13	7
$\Delta VAC$ (€)	81.251	390.538
Saggio di Rendimento Interno (%)	4,25%	16,3%
Prezzo di BEP del cippato (inclusa iva 10%) (€/t s.f.)	70,00	100,00
Risparmio o perdite medie annue derivate dall'autoconsumo di energia in strutture pubbliche e dalla vendita di energia a privati €/anno	6.442	30.965
Energia mediamente consumata dalle strutture pubbliche nei 15 anni EX-POST	6.542	6.542
Energia mediamente consumata dalle strutture pubbliche nei 15 anni EX-ANTE	3.125	3.125
Costo medio di produzione dell'energia nei 15 anni sia per edifici pubblici che privati €/Mwh EX-POST	64	52
Costo medio di produzione dell'energia nei 15 anni sia per edifici pubblici che privati €/Mwh EX-ANTE		140



# Efficienza economica per le utenze SAN ROMANO

- Comune vende calore a 75 €/Mwh (incluso credito d'imposta (circa 28 €/Mwh))
- Utente finale paga quindi circa 45 €/Mwh
- A Firenze paghiamo circa 113 €/Mwh

attuale risparmio annuo per utenze (40 utenze 2010/2011)	futuro risparmio annuo per utenze (80 utenze 2011/2012)
<b>50.165,49</b>	<b>100.330,99</b>



# Ultimo aspetto da affrontare efficienza economica “locale”

- La Toscana è già un grande consumatore di biomasse (circa 1,4 mil mc/anno)
- Reti soprattutto in aree rurali con mercato legna da ardere
- Cosa accade?



# Es. un comune toscano

Consumi Energetici per Riscaldamento

**EX-ANTE**

*Settore*

*Fonti*

*Energia  
Mwh/ann*

*%*

*0*

**PUBBLICO**

Energia fossile

Gasolio  
Gpl

51,04 24%  
157,30 76%

**TOTALE**

**208,34** 100%

**PRIVATO**

Energia fossile

Gasolio  
Gpl

163,34 24%  
278,60 41%

Energie  
rinnovabili

legna  
ardere  
Pellets

216,08 32%  
20,43 3%

**TOTALE**

**678,44** 100%

**Consumi Energetici Totali**

**EX-ANTE**

**886,79**



## Consumi Energetici per Riscaldamento EX-POST

<i>Settore</i>	<i>Fonti</i>	<i>Energia</i>	<i>%</i>	
		<i>Mwh/an</i>		
PUBBLICO	Energie rinnovabili	Cippato	436,10	100%
		<b>TOTALE</b>	<b>436,10</b>	
	PRIVATO	Energie rinnovabili	Cippato	954,64
legna ardere			94,15	9%
Pellets			7,21	1%
<b>TOTALE</b>		<b>1.056,00</b>	<b>100%</b>	
<b>Consumi Energetici Teleriscaldamento EX-POST</b>		<b>1390,74</b>	<b>93%</b>	
<b>Consumi Energetici Totali EX-POST</b>		<b>1492,10</b>	<b>%</b>	

**1280 q.li di legna da ardere sono stati sostituiti da cippato...  
a regime saranno circa 2.000 q.li/anno in meno**





# effetti

- Ambientale ottimo, uso biomassa in modo più efficiente
- Economia locale...a regime avrò circa 20.000 €/anno di legna da ardere in meno...
- Determinante quindi lo sviluppo di filiere locali che vedano il coinvolgimento delle imprese locali che già si occupavano della produzione di legna da ardere



**Grazie per l'attenzione**



**[claudio.fagarazzi@unifi.it](mailto:claudio.fagarazzi@unifi.it)**