



▶ POLITECNICO DI MILANO



# L'IMPORTANZA DELLA COGENERAZIONE NELL'USO ENERGETICO DELLE BIOMASSE

Ennio Macchi \*

Dipartimento di Energia - Politecnico di Milano

\* relatore [Paolo Silva](mailto:paolo.silva@polimi.it) (paolo.silva@polimi.it)

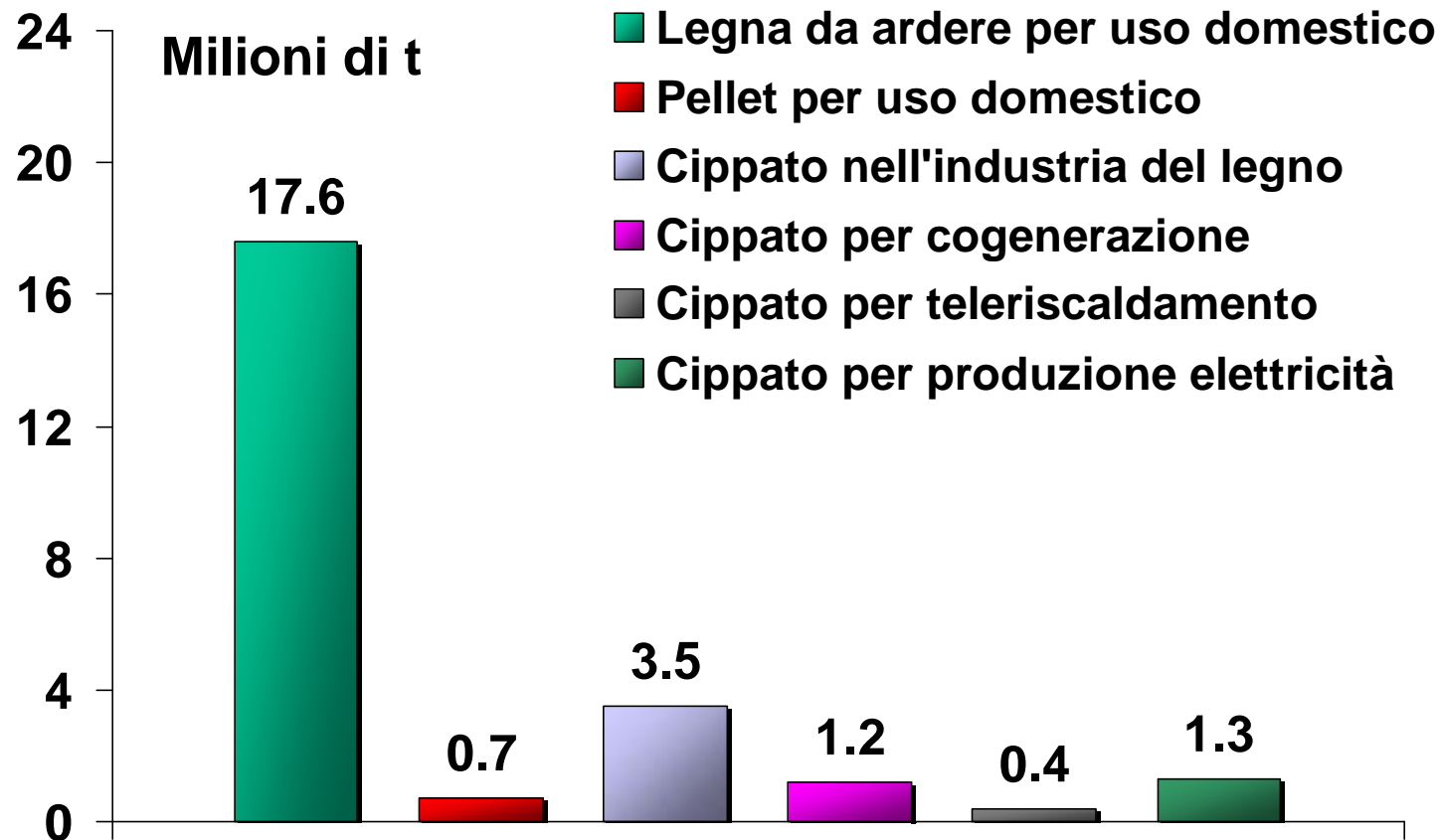


- Utilizzo biomasse in Italia
- Frazione impianti cogenerativi
- Importanza della cogenerazione da biomassa
- Analisi quadro tariffario
- Tecnologie per la cogenerazione da biomassa



## Consumo di combustibili legnosi in Italia nel 2006

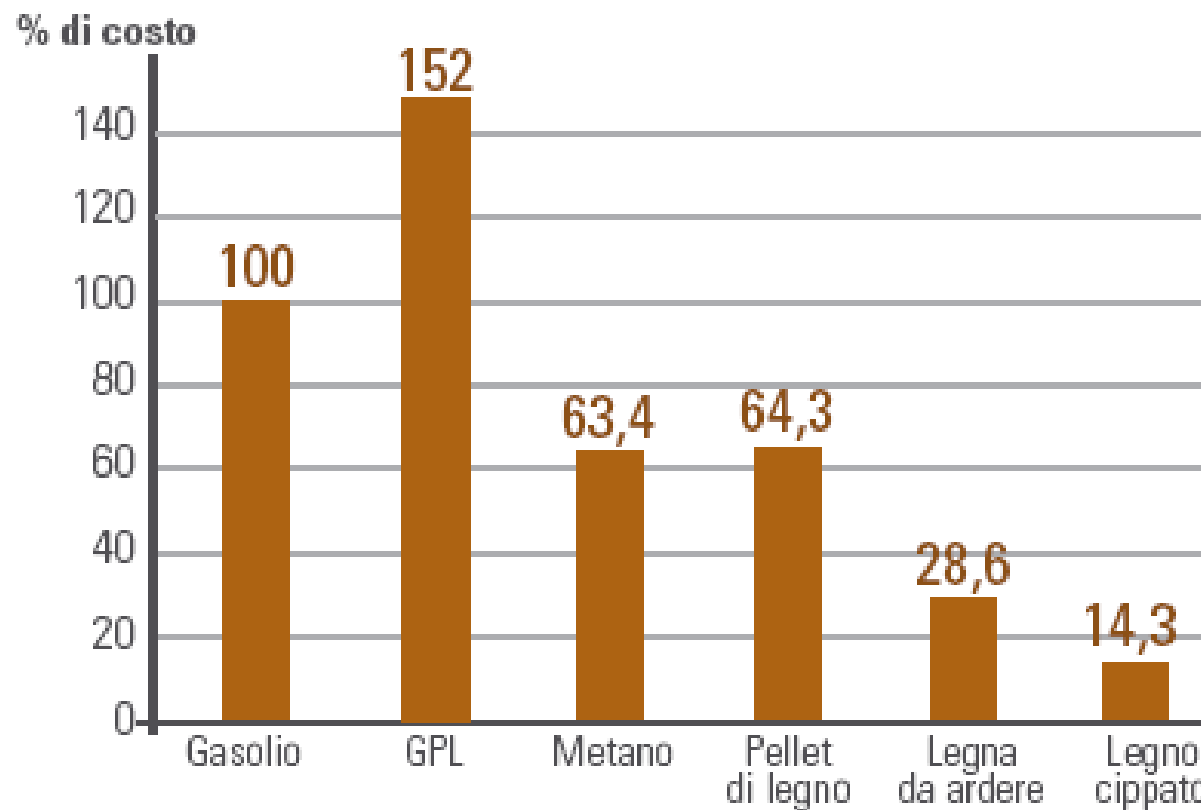
3



Fonte: AIEL - 2007



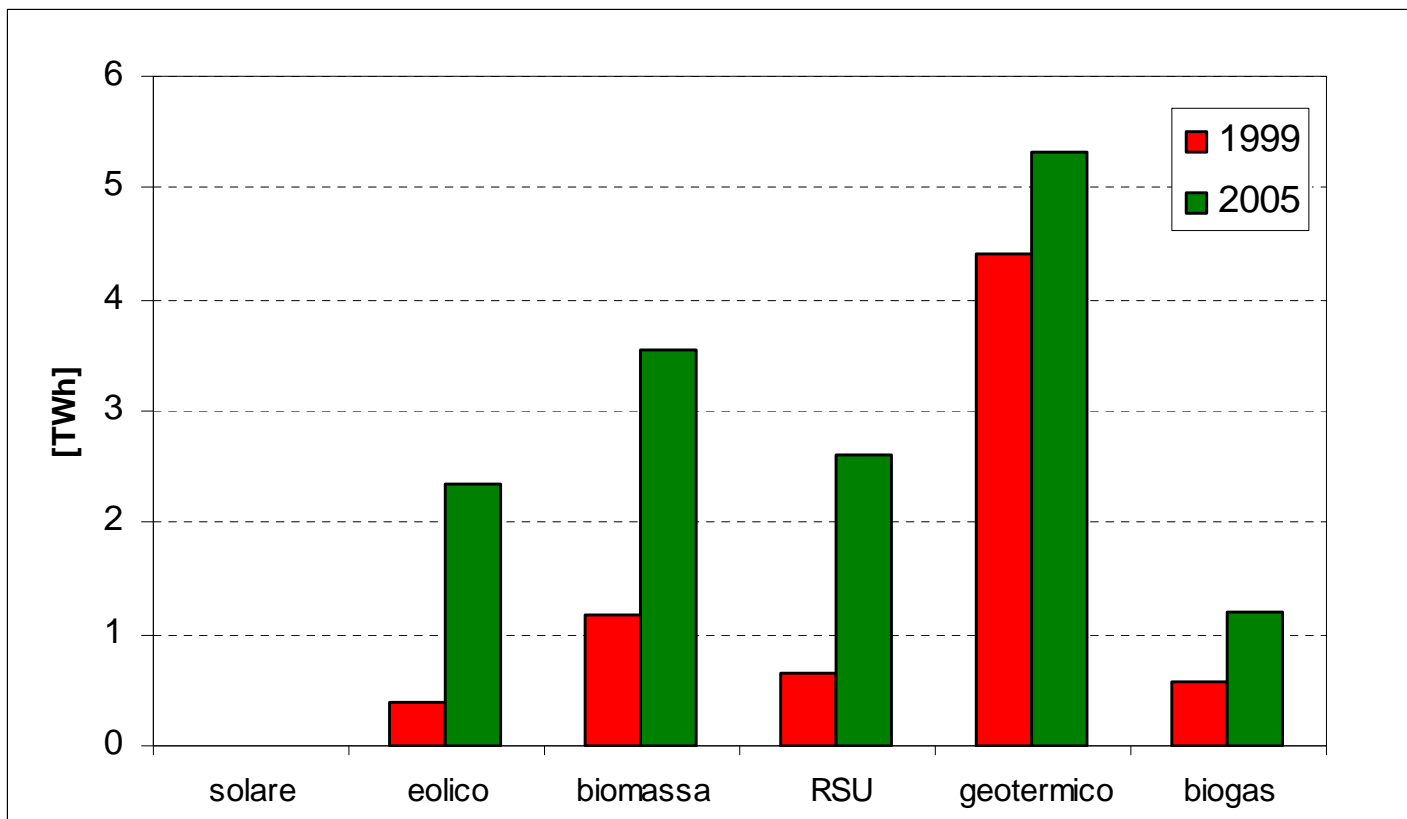
### Confronto del prezzo di vari combustibili (a parità di energia ottenibile) fatto 100 il costo del gasolio





## Frazione di energia elettrica da fonti rinnovabili in Italia (5% dei consumi nazionali, esclusa la fonte idroelettrica)

5



*(dati Terna 2005)*



# La produzione elettrica italiana da biomasse (Terna 2006)

## – 1 sola produzione elettrica

6

GWh	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Biomasse e rifiuti	1.906,2	2.587,3	3.422,6	4.493,0	5.637,2	6.154,8	6.744,6
Sola produzione di energia elettrica	933,5	1.060,1	1.892,1	2.486,5	2.689,9	2.872,8	3.702,9
<u>Solidi</u>	409,4	465,0	1.107,9	1.635,7	1.725,1	1.905,7	2.608,3
- rifiuti solidi urbani	266,5	313,0	422,2	592,0	722,5	831,2	1.095,3
- colture e rifiuti agro industriali	142,8	152,0	685,7	1.043,7	1.002,6	1.074,5	1.513,0
<u>Biogas</u>	524,1	595,0	784,2	850,8	964,7	967,1	1.094,6
- biogas da rifiuti solidi urbani	523,5	593,8	779,2	843,2	956,0	951,5	1.061,9
- biogas da fanghi	0,3	0,1	-	-	-	-	-
- biogas da deiezioni animali	0,2	-	-	3,5	6,3	8,8	16,2
- biogas da colture e rifiuti agro industr.	0,2	1,1	5,0	4,1	2,4	6,8	16,4



# La produzione elettrica italiana da biomasse (terna 2006) – 7

## 2 - produzione combinata

GWh	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Produzione combinata di energia elettrica e calore	972,8	1.527,3	1.530,5	2.006,6	2.947,3	3.282,0	3.041,7
Solidi	930,7	1.437,8	1.371,6	1.824,4	2.741,8	3.051,2	2.800,0
- rifiuti solidi urbani	537,0	945,5	1.005,7	1.219,9	1.554,1	1.788,5	1.821,3
- colture e rifiuti agro industriali	393,8	492,4	365,9	604,5	1.187,8	1.262,7	978,7
Biogas	42,0	89,4	158,9	182,2	205,5	230,8	241,7
- biogas da rifiuti solidi urbani	27,8	70,8	42,8	67,3	82,4	100,8	114,9
- biogas da fanghi	5,8	4,5	2,8	2,7	1,2	3,2	3,3
- biogas da deiezioni animali	4,7	8,7	11,3	9,7	12,2	16,9	28,5
- biogas da colture e rifiuti agro industr.	3,7	5,3	101,9	102,4	109,7	110,0	95,1



- Produzione di energia elettrica da biomassa
  - (senza cogenerazione) = circa 1550 GWh (58,5%)
  - (con cogenerazione) = circa 1100 GWh (41,5%)

totale = circa 2650 GWh: < 1% del fabbisogno nazionale,  
ca. = all'energia prodotta da RSU

- Non si hanno dati sul rendimento elettrico e termico degli impianti



- 1) Perché la cogenerazione, se ben applicata, batte nettamente qualunque altra tecnologia di conversione (confronto a pari combustibile)
- 2) Perché l'affermazione è particolarmente vera per le biomasse
- 3) Perché la situazione italiana non favorisce lo sviluppo della cogenerazione nell'utilizzo energetico da biomasse



## L'idea che vada incentivato l'utilizzo cogenerativo della biomassa comincia a farsi strada

10

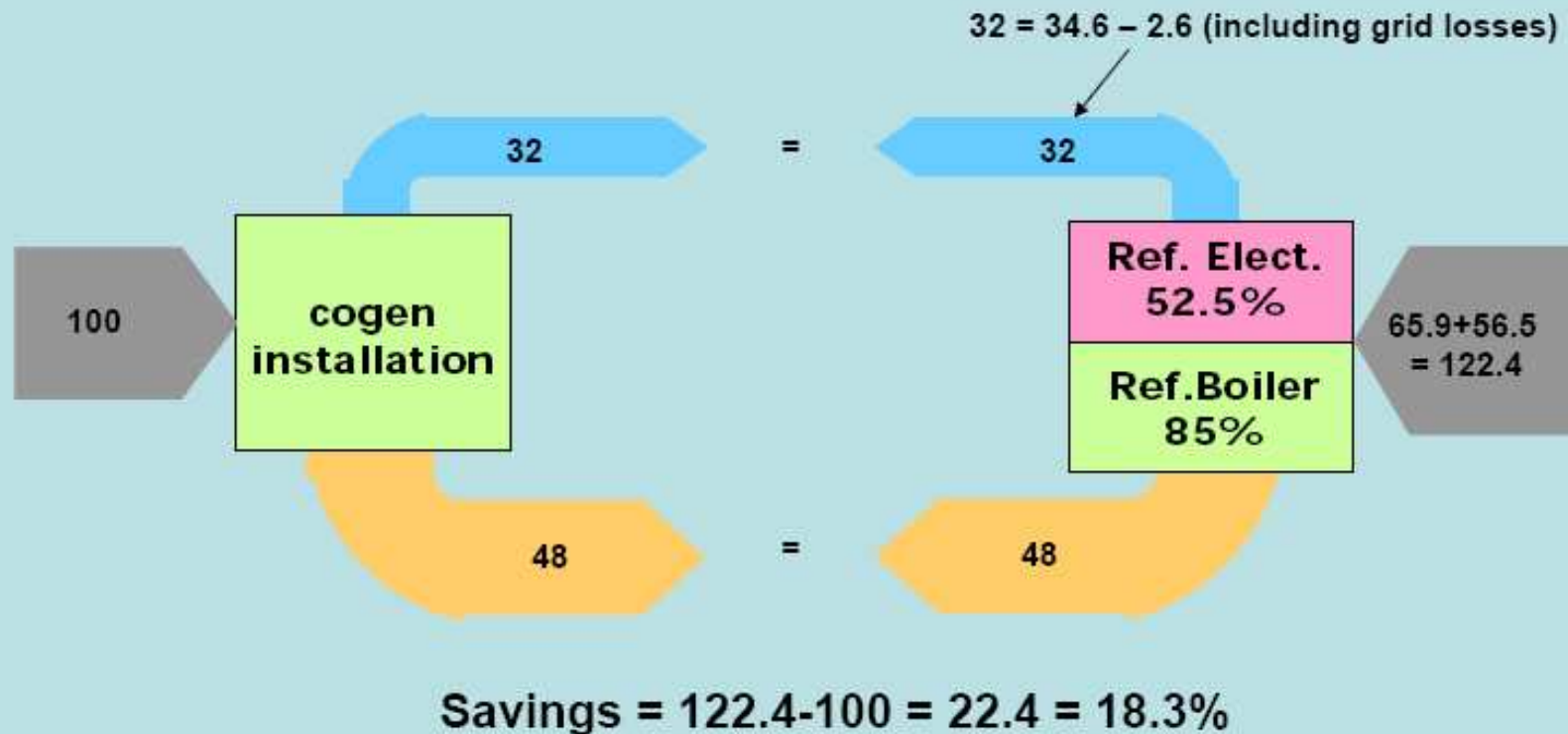
Efficienza Energetica per la competitività e lo  
sviluppo sostenibile  
Piano del Progetto di Innovazione industriale

**impianto dimostrativo di utilizzo energetico di colture erbacee e di altri scarti agricoli**, con coinvolgimento delle associazioni di categoria dell'area interessata nella raccolta del materiale e nello smaltimento delle ceneri, di potenza superiore a 40 MW termici, con utilizzo sia dell'elettricità che del calore prodotto, in modo che il rendimento stagionale nell'utilizzo delle biomasse sia superiore al 60%. La tecnologia suggerita è la

**impianto di taglia superiore ai 15 MWe, che utilizza biomasse umide** per produzione di elettricità e per la produzione di pellet al servizio di impianti di riscaldamento di piccola taglia, con un rendimento stagionale superiore al 60%; il contributo per le attività innovative del ciclo termico è previsto dell'ordine di 6-7 ME, gli aspetti più applicativi possono trovare contributi a livello regionale mentre l'impianto accederà ai certificati verdi;



# Primary energy savings



**BASTA UNA MACCHINA CON UN RENDIMENTO DEL 32% PER RISPARMIARE IL 18.3%  
SE VOLESSI OTTENERE LO STESSO RISPARMIO CON UN CICLO COMBINATO PER SOLA  
GENERAZIONE ELETTRICA, DOVREI AVERE UN RENDIMENTO MEDIO ANNUO > 64%**



## Con la cogenerazione si producono due “beni”: elettricità e calore

12

- 1) Qual è il rapporto di valore fra i due beni?
- 2) Diverse logiche per rispondere:
  - 1) Termodinamica
    - 1) primo principio: rapporto =1 (fuorviante, tutti sanno che l'elettricità è più pregiata del calore)
    - 2) Secondo principio: exergia → rapporto molto (troppo) elevato, fuorviante, sottovaluta il valore del calore, soprattutto se utilizzato a temperature medio-basse
  - 2) Criterio economico: fuorviante, alterato da incentivi, fiscalità, ecc.
  - 3) Risparmio di energia primaria. Indice IRE (EEC→PES): è la via scelta dalle più moderne legislazioni
  - 4) In Italia → risparmio rispetto al gas naturale

Sviluppiamo il concetto nella prossima slide



**Primo esempio:** un impianto che produce solo elettricità, senza recuperare il calore (rendimento elettrico = 33%)

Energia primaria risparmiata =  $.33/.525 = 63\%$

**Secondo esempio:** un impianto che produce solo calore (rendimento termico = 80%)

Energia primaria risparmiata =  $.80/.90 = 89\%$

**Terzo esempio:** un impianto di cogenerazione (rendimento elettrico = 18%, rendimento termico 62%)

Energia primaria risparmiata =  $.18/.525 + .62/.90 = 103\%$

## Valori di rendimento di riferimento armonizzati per la produzione separata di elettricità (di cui all'articolo 1)

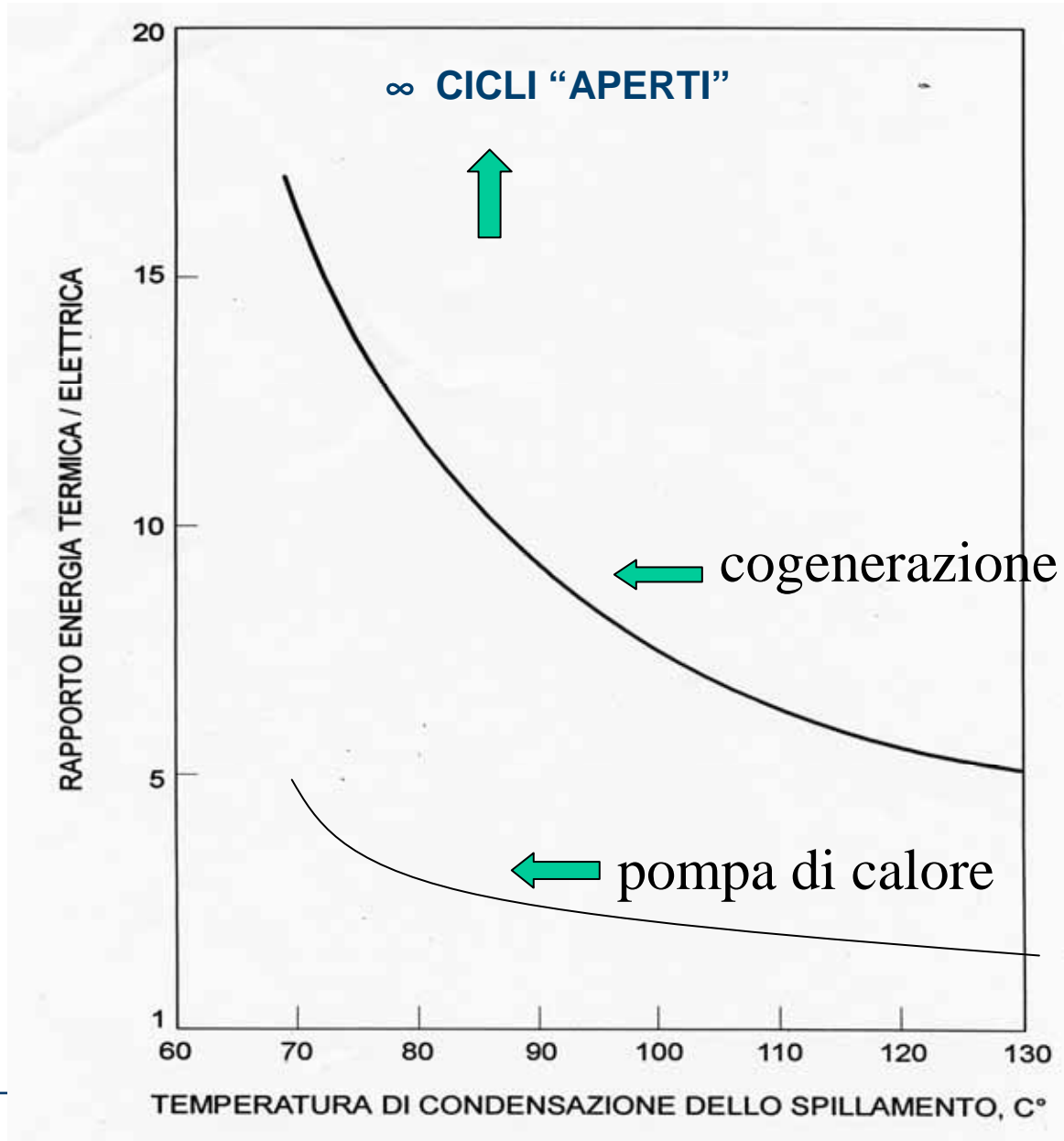
	Anno di costruzione: Tipo di combustibile:	1996 e antece- denti	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006- 2011
Solido	Carbone fossile/coke	39,7	40,5	41,2	41,8	42,3	42,7	43,1	43,5	43,8	44,0	44,2
	Lignite/mattonelle di lignite	37,3	38,1	38,8	39,4	39,9	40,3	40,7	41,1	41,4	41,6	41,8
	Torba/mattonelle di torba	36,5	36,9	37,2	37,5	37,8	38,1	38,4	38,6	38,8	38,9	39,0
	Combustibili a base di legno	25,0	26,3	27,5	28,5	29,6	30,4	31,1	31,7	32,2	32,6	33,0
	Biomasse di origine agricola	20,0	21,0	21,6	22,1	22,6	23,1	23,5	24,0	24,4	24,7	25,0
	Rifiuti (urbani) biodegradabili	20,0	21,0	21,6	22,1	22,6	23,1	23,5	24,0	24,4	24,7	25,0
	Rifiuti (urbani e industriali) non rinnovabili	20,0	21,0	21,6	22,1	22,6	23,1	23,5	24,0	24,4	24,7	25,0
	Scisti bituminosi	38,9	38,9	38,9	38,9	38,9	38,9	38,9	38,9	38,9	38,9	38,9
	Biogas	36,7	37,5	38,3	39,0	39,6	40,1	40,6	41,0	41,4	41,7	42,0


 Valori di rendimento di riferimento armonizzati per la produzione separata di calore (di cui all'articolo 1)

Tipo di combustibile:	%	
	Vapore (*) /acqua calda	Utilizzo diretto dei gas di scarico (*)
Carbone fossile/coke	88	80
Lignite/mattonelle di lignite	86	78
Torba/mattonelle di torba	86	78
Combustibili a base di legno	86	78
Biomasse di origine agricola	80	72
Rifiuti (urbani) biodegradabili	80	72
Rifiuti (urbani e industriali) non rinnovabili	80	72
Scisti bituminosi	86	78
Biogas	70	62



# IL RAPPORTO CALORE/ENERGIA ELETTRICA E' MOLTO PIU' ELEVATO DEL RAPPORTO FRA I RENDIMENTI DI RIFERIMENTO





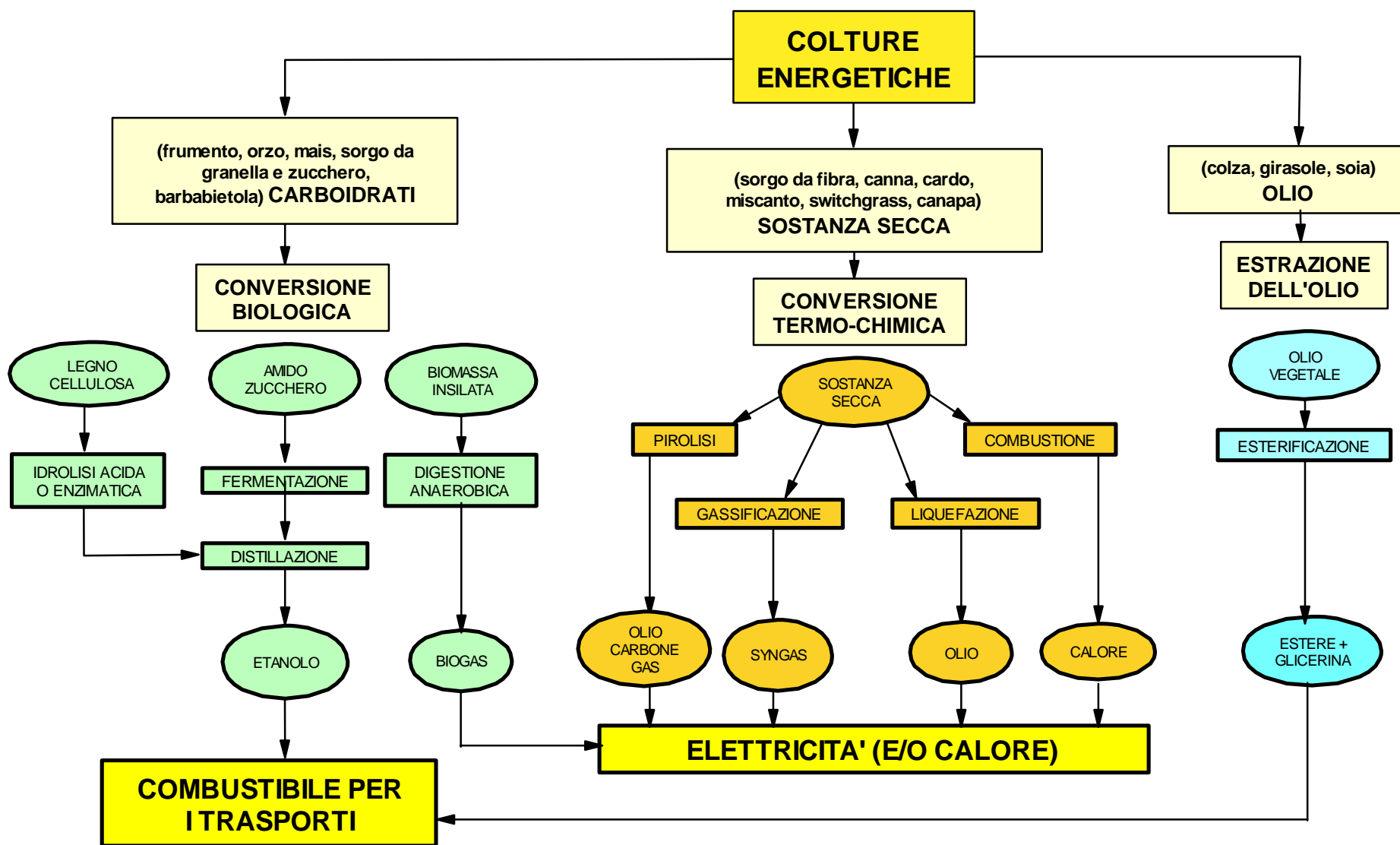
	rendimento elettrico di riferimento	rendimento termico di riferimento	rapporto termico/elettrico
	%	%	%
combustibili a base di legno	33	86	2.61
biomasse di origine agricola	25	80	3.20
biogas	42	70	1.67
biocarburanti	44.2	89	2.01
gas naturale	52.5	90	1.71

**Prezzo vendita calore: 15 €/MWh**

**Prezzo vendita energia elettrica: 300 €/MWh**

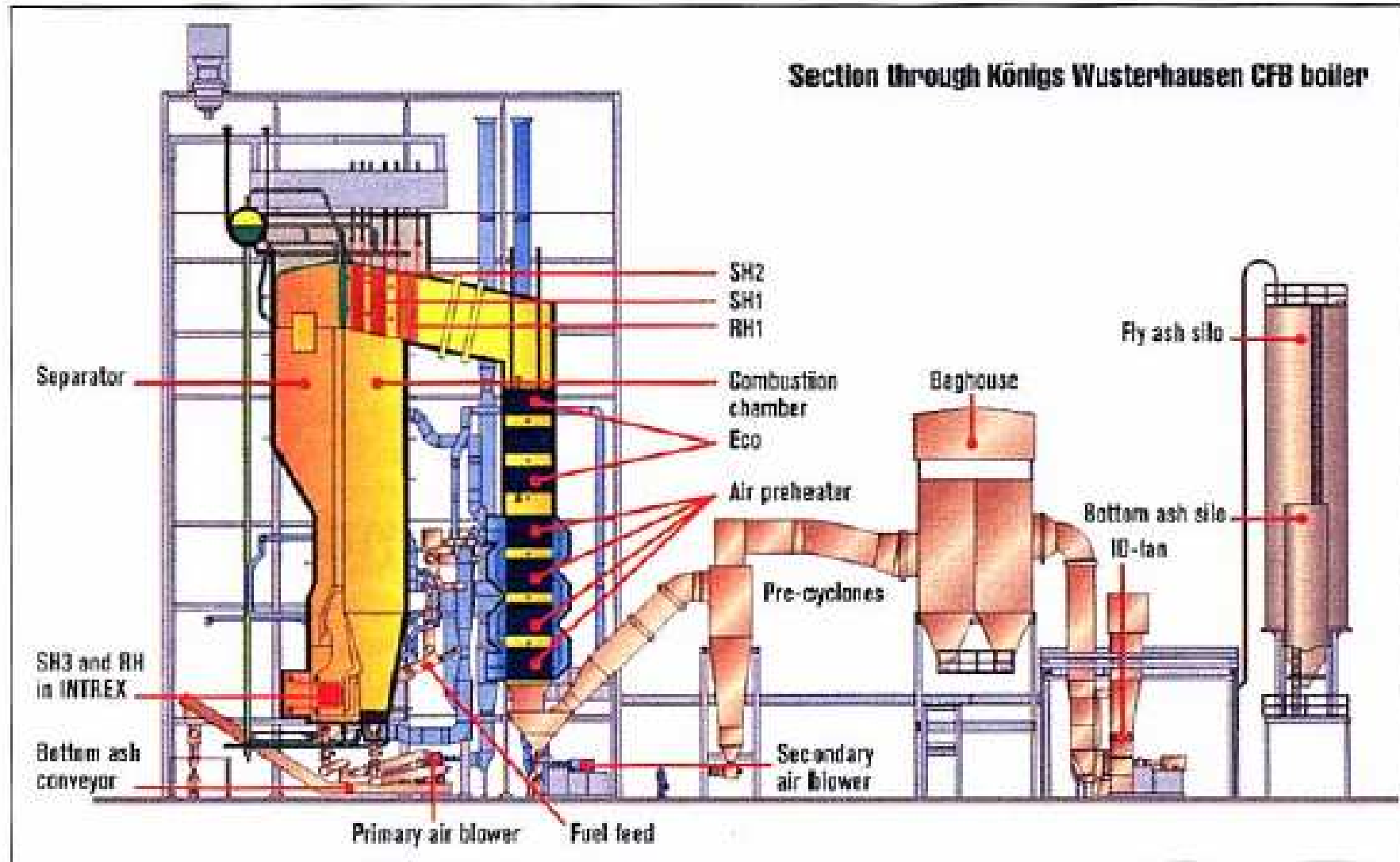


# Processi e tecnologie per la produzione di energia da biomassa



# Impianto a letto fluido di Cutro (Kr)







- Uso limitato biomasse in Italia
- Utilizzi scarsamente cogenerativi
- Importanza della cogenerazione da biomassa: benefici energetici e ambientali
- La situazione italiana non favorisce lo sviluppo della cogenerazione nell'utilizzo energetico da biomasse