

# Forme di legna per energia



# Categorie di legna per energia (norma CH)

- **Legno naturale** (proveniente dal bosco o dalle segherie)
- **Scarti di legno** (resti dell'industria di lavorazione del legno)
- **Legno vecchio** (proveniente da demolizioni, imballaggi e mobili)
- **Avanzi di legno problematici** (rifiuti legnosi speciali, legno trattato chimicamente)



# Ad ogni tipo di legna ... il suo impianto

- L'attribuzione ad una certa categoria dipende unicamente dall'origine del legno.
- Per tutte e quattro le categorie sono in vigore delle norme precise che riguardano sia la combustione (potenza minima caldaia), sia i livelli massimi di emissioni, sia lo smaltimento delle ceneri.



# Cosa capita durante la combustione?

## 1) **Essiccazione**

Evaporazione dell'acqua,  $T < 150 \text{ }^{\circ}\text{C}$

## 2) **Gassificazione** (pirolisi)

Scomposizione termica, liberazione dei gas,  
 $150 - 600 \text{ }^{\circ}\text{C}$

## 3) **Ossidazione**

Combustione dei gas di pirolisi e del carbone,  
 $400 - 1'300 \text{ }^{\circ}\text{C}$  (liberazione di energia)



# Aria primaria – aria secondaria

I sistemi di riscaldamento a legna più avanzati hanno una regolazione differenziata **dell'aria primaria** (che serve alla prima parte della combustione) e **dell'aria secondaria** (che viene aggiunta ai gas di pirolisi e serve alla loro ossidazione)



# Emissioni dalla combustione di legna naturale

- H<sub>2</sub>O (vapore acqueo)
- CO<sub>2</sub> (globalmente neutrale)
- CO (monossido di carbonio)
- NO<sub>x</sub> (ossidi di azoto, 2% delle emissioni CH)
- pulviscolo + SO<sub>2</sub>, VOC
- cenere

**N.B.: il bilancio ambientale è comunque positivo!**

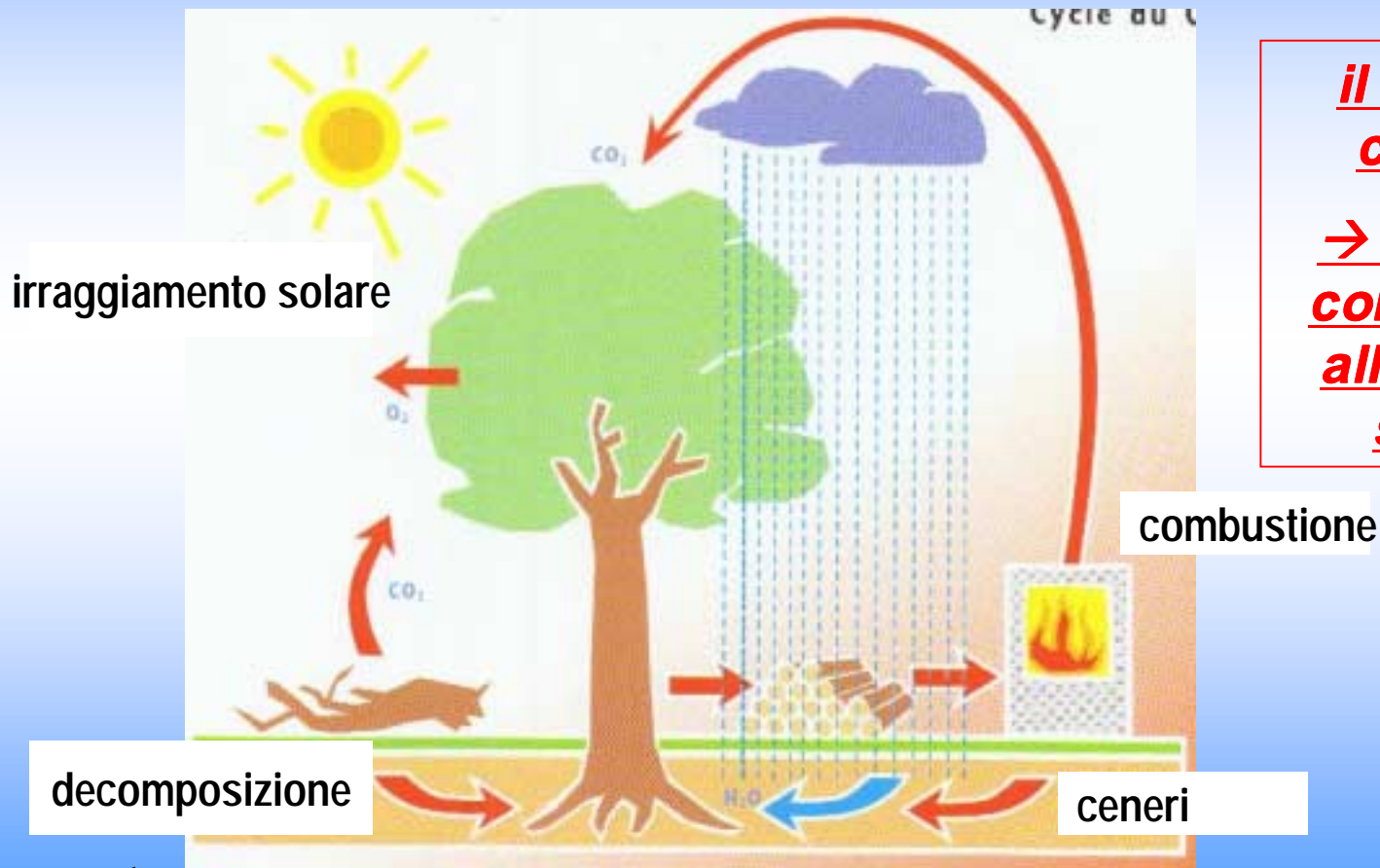


# Emissioni supplementari dalla combustione di legna trattata o con cattiva combustione

- diossine
- metalli pesanti
- formazione importante di fuliggine e catrame



# Ciclo del CO<sub>2</sub> (diossido di carbonio o anidride carbonica)



**il ciclo è chiuso**

**→ nessun contributo all'effetto serra**



# E la cenere?

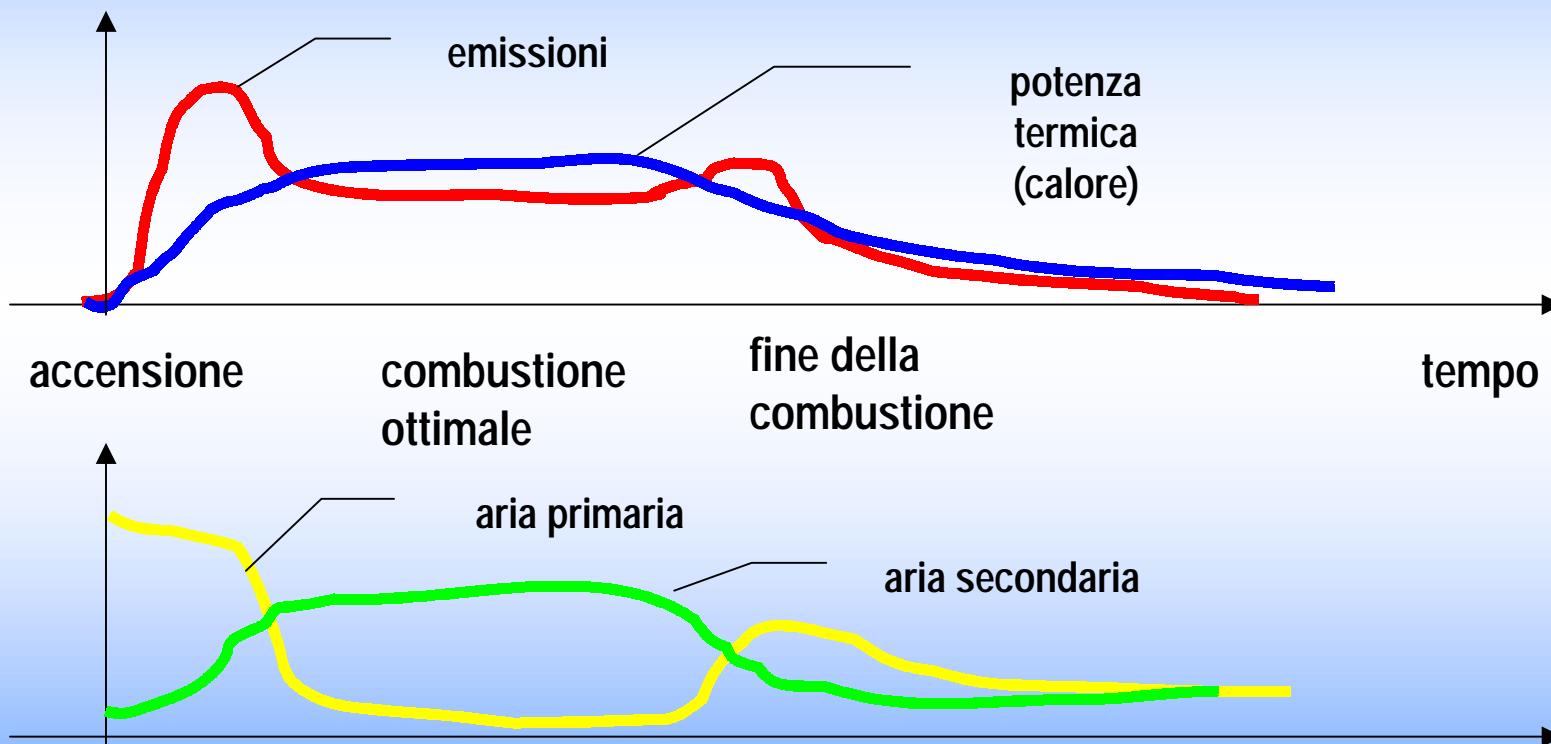
La cenere risultante dalla combustione ottimale di legna allo stato naturale (ca 1% del peso) è composta essenzialmente da

- ossidi di calcio
- silicio
- potassio
- magnesio

**e può essere usata come fertilizzante!**



# Andamento della combustione



# Contenuto d'acqua e umidità del legno

Il contenuto d'acqua in % (a) corrisponde a  
peso dell'acqua nella legna x 100  
peso della legna verde

L'umidità della legna in % (u) corrisponde a  
peso dell'acqua nella legna x 100  
peso della legna secca



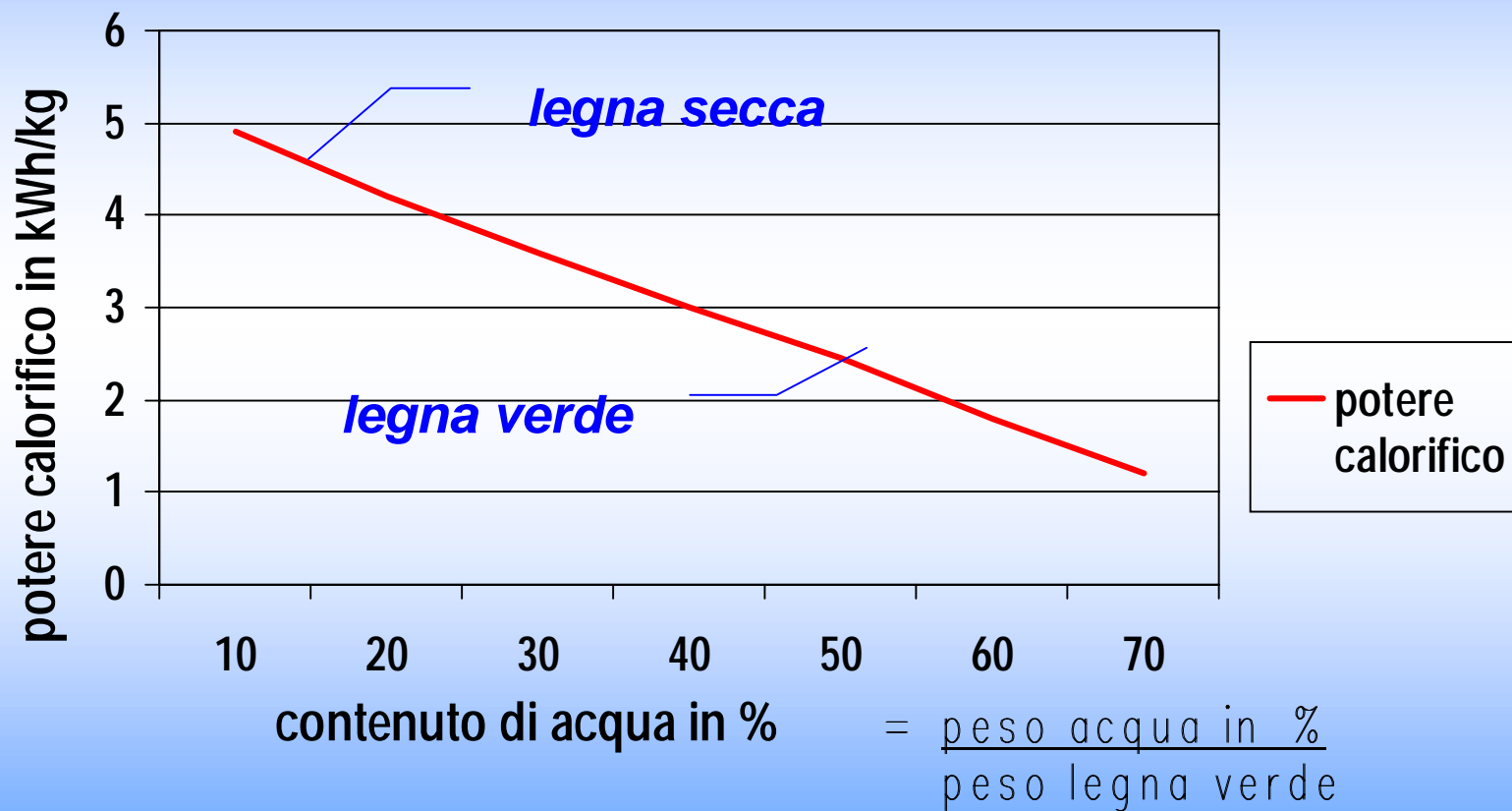
# Potere calorifico, contenuto d'acqua e umidità del legno

**Il potere calorifico** (potere calorico inferiore) dipende dal volume di acqua contenuto nella legna.

→ La legna umida ha un pci inferiore rispetto alla legna secca: una parte dell'energia termica viene infatti sprecata per far evaporare l'acqua.



# Potere calorifico in funzione del contenuto di acqua



# Acquistare legna o “calore”?

Chi gestisce un impianto ha interesse ad avere il calore (la “prestazione” della centrale termica) a buon mercato.

→ Può essere interessante fare un contratto per la fornitura basato sul calore (kWh/anno) prodotto dalla caldaia e non sul volume o sul peso della legna acquistata.



# Unità di misura - equivalenze

**1 stero = catasta di legna a pezzi di 1m x 1m x 1m**

**1 m<sup>3</sup> di legna = cubo di 1m x 1m x 1m (pieno)**

**1 m<sup>3</sup>T = volume di 1m x 1m x 1m di cippato (chips, truciolato)**

**1 litro di olio combustibile = 10 kWh = 36 MJ**

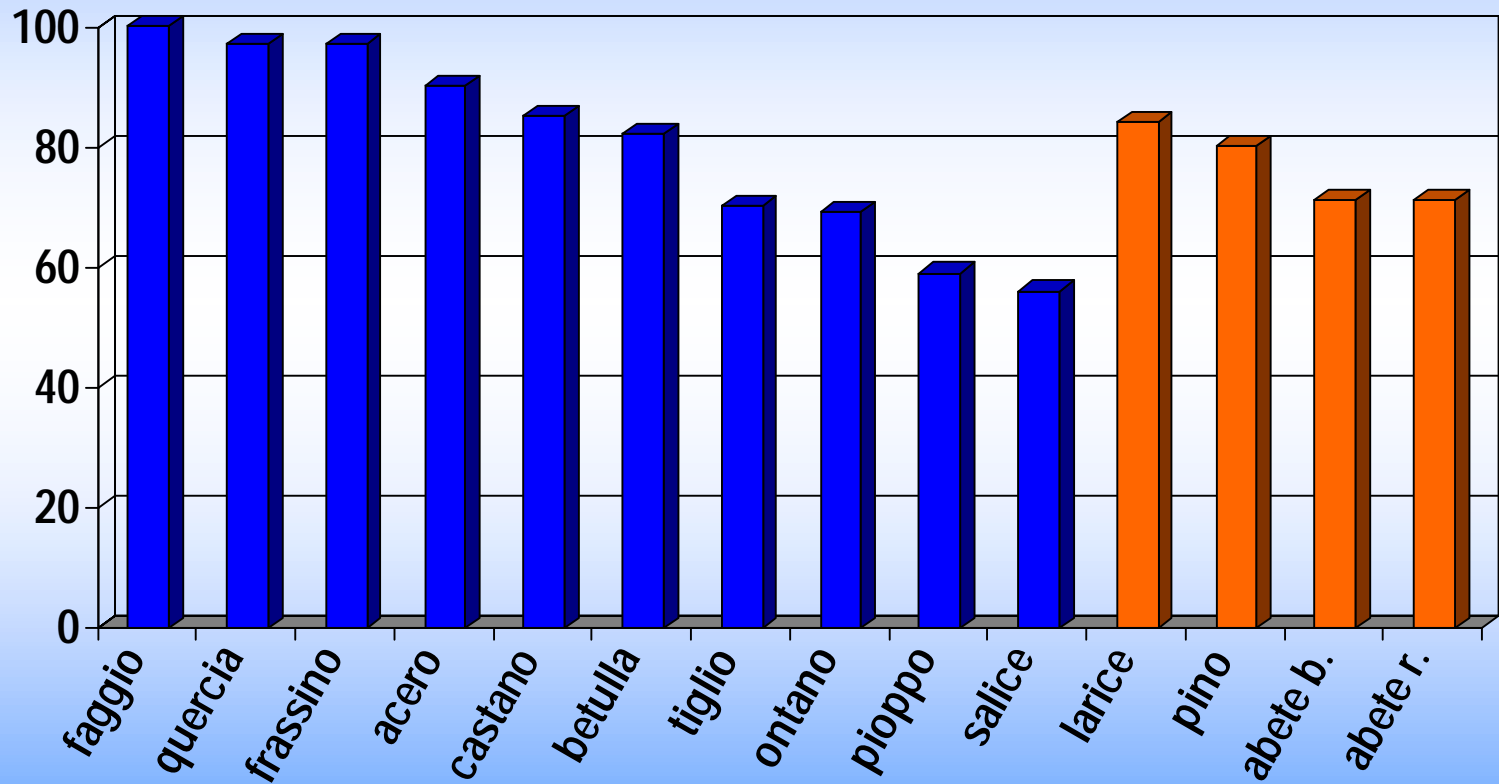


# Equivalenze energetiche

Equivalenze	Abete rosso /Abete bianco	Faggio
<b>1 metro cubo (mc)</b>	2.8 m3T	2.8 m3T
	1.4 steri	1.4 steri
	550 kg di legna	750 kg di legna
	200 l di olio combustibile	280 l di olio combustibile
	2'000 kWh	2'800 kWh
<b>1 m3 di cippato (m3T)</b>	0.36 mc	0.36 mc
	0.5 steri	0.5 steri
	200 kg di legna	270 kg di legna
	70 l di olio combustibile	100 l di olio combustibile
	700 kWh	1'000 kWh
<b>1 stero di legna</b>	0.72 mc	0.72 mc
	2 m3T	2 m3T
	400 kg di legna	540 kg di legna
	140 l di olio combustibile	200 l di olio combustibile
	1'400 kWh	2'000 kWh



# Equivalenze energetiche tra essenze legnose (potere calorico relativo, faggio = 100)



# Fabbisogno annuo di legna

<i>Riscaldamento di</i>	Potenza termica necessaria	consumo annuo di legna in steri
singolo locale	1 – 2 kW	2 - 3
casa monofamiliare 5 locali, ben isolata termicamente	4 – 8 kW	4 - 8
casa monofamiliare 5 locali, poco isolata termicamente	10 – 20 kW	10 - 20



# Fabbisogno annuo di legna per m<sup>2</sup> riscaldato

	potenza termica per riscaldamento	fabbisogno annuo di olio da riscaldamento	fabbisogno annuo di cippato di legna
	kW / m2 riscaldato	kg olio / m2 riscaldato	m3T
edificio termicamente ben isolato	30 - 60	8 - 10	0.08 - 0.10
edificio termicamente poco isolato	60 - 100	9 - 14	0.09 - 0.16



# L'energia del legno: applicazioni

L'energia del legno viene usata per il riscaldamento di:

- ✓ Singoli locali
- ✓ Piani, intere abitazioni, ateliers
- ✓ Edifici plurifamiliari
- ✓ Grandi edifici
- ✓ Interi quartieri

In impianti di **cogenerazione** può produrre contemporaneamente calore ed elettricità



# Che punti bisogna osservare nella progettazione?

- **Aspetti legali (norme, raccomandazioni)**
- **Aspetti pratici (stoccaggio della legna, ecc.)**
- **Aspetti tecnici (dimensionamento della produzione e dell'accumulo del calore, della canna fumaria, delle prese d'aria, ecc)**



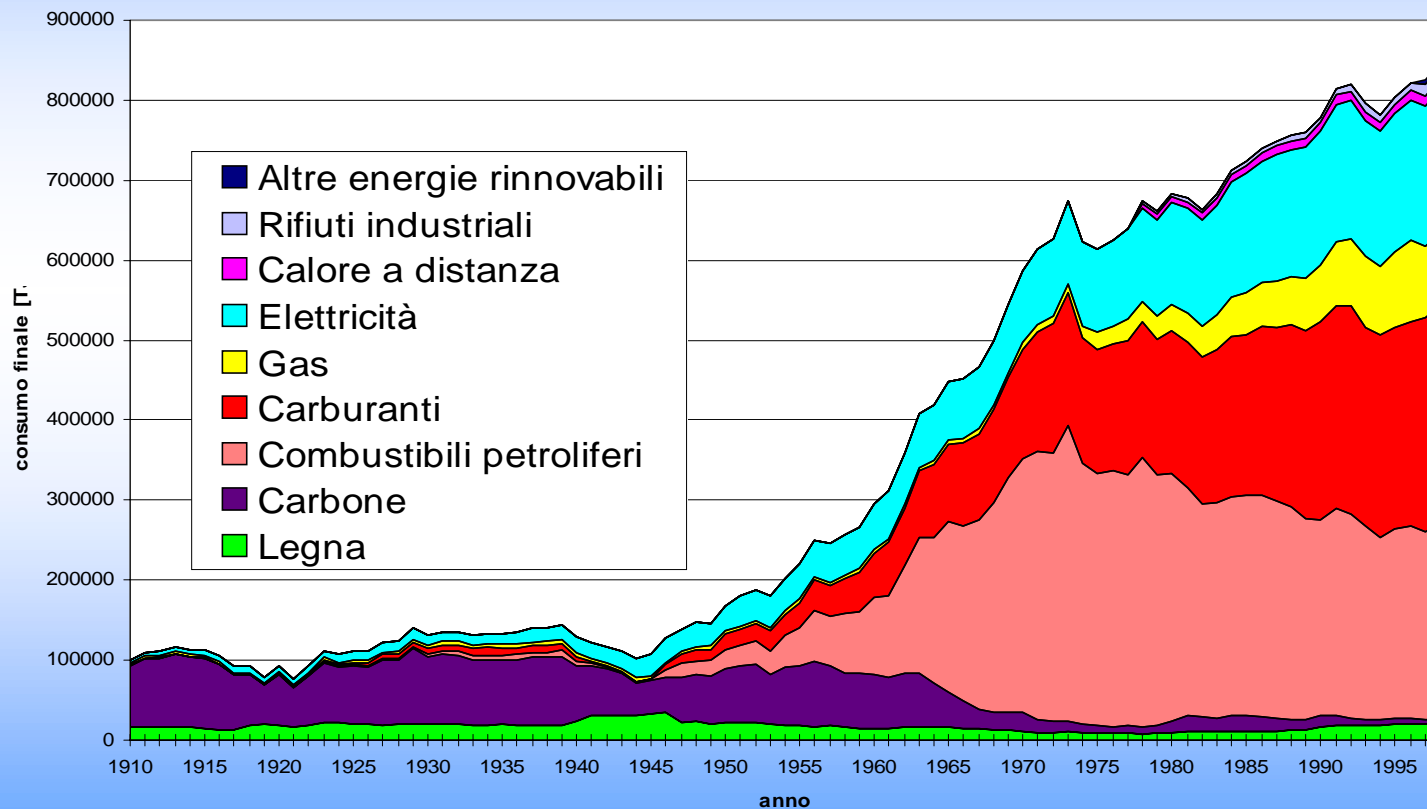


AELSI – Energia legno Svizzera, Claudio Caccia

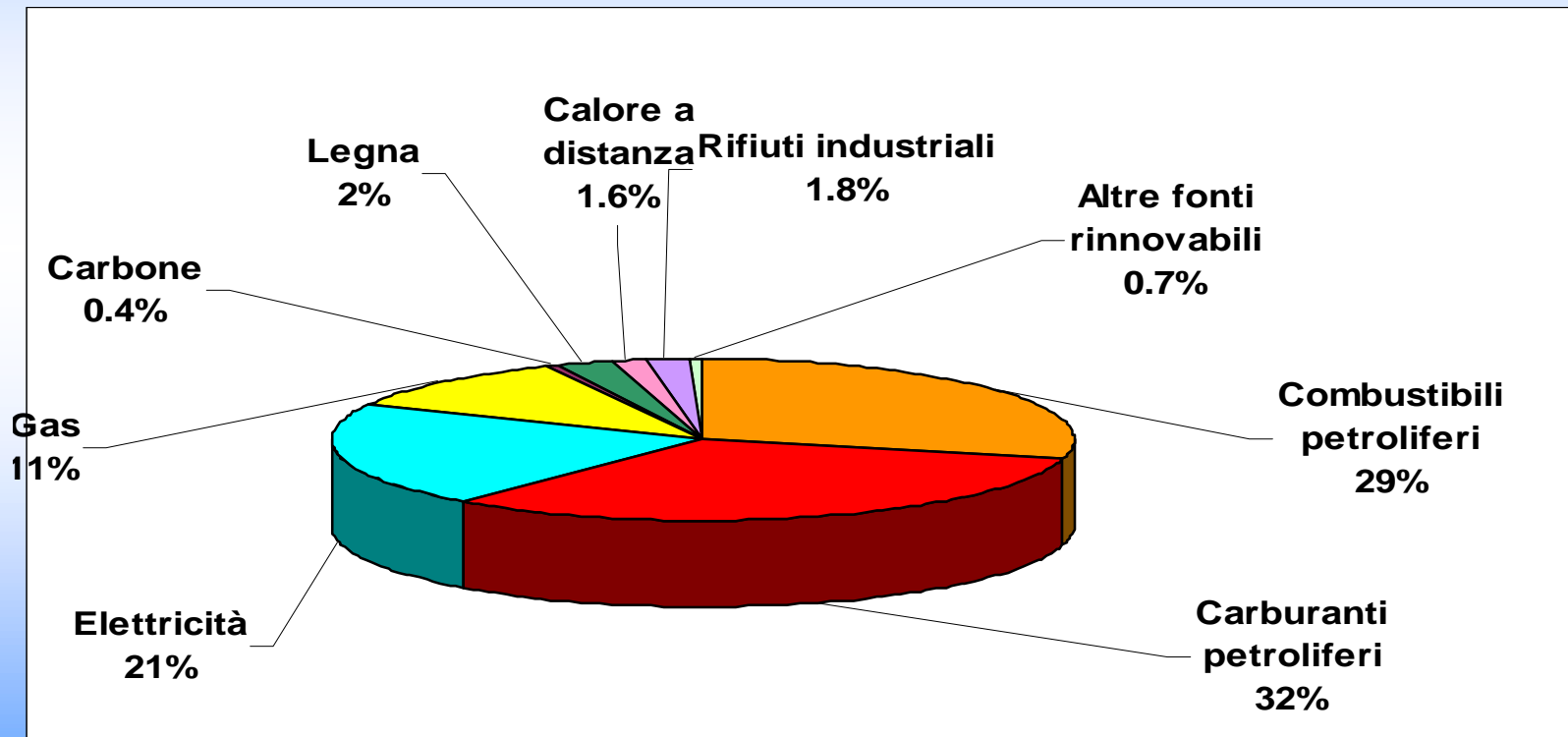
L'energia del legno in Svizzera

# Il consumo di energia finale in Svizzera

(1910 - 1998, fonte: Ufficio federale dell'energia)



# Consumo di energia finale nel 1998 (CH)



# L'energia del legno in Svizzera: Evoluzione del numero di riscaldamenti

Categoria di impianti a legna	1990	2000	differenza
a carica manuale	630'000	700'000	+ 11%
a carica automatica	3'000	6'300	+ 110%

**Commento: grande interesse per i sistemi automatici!**



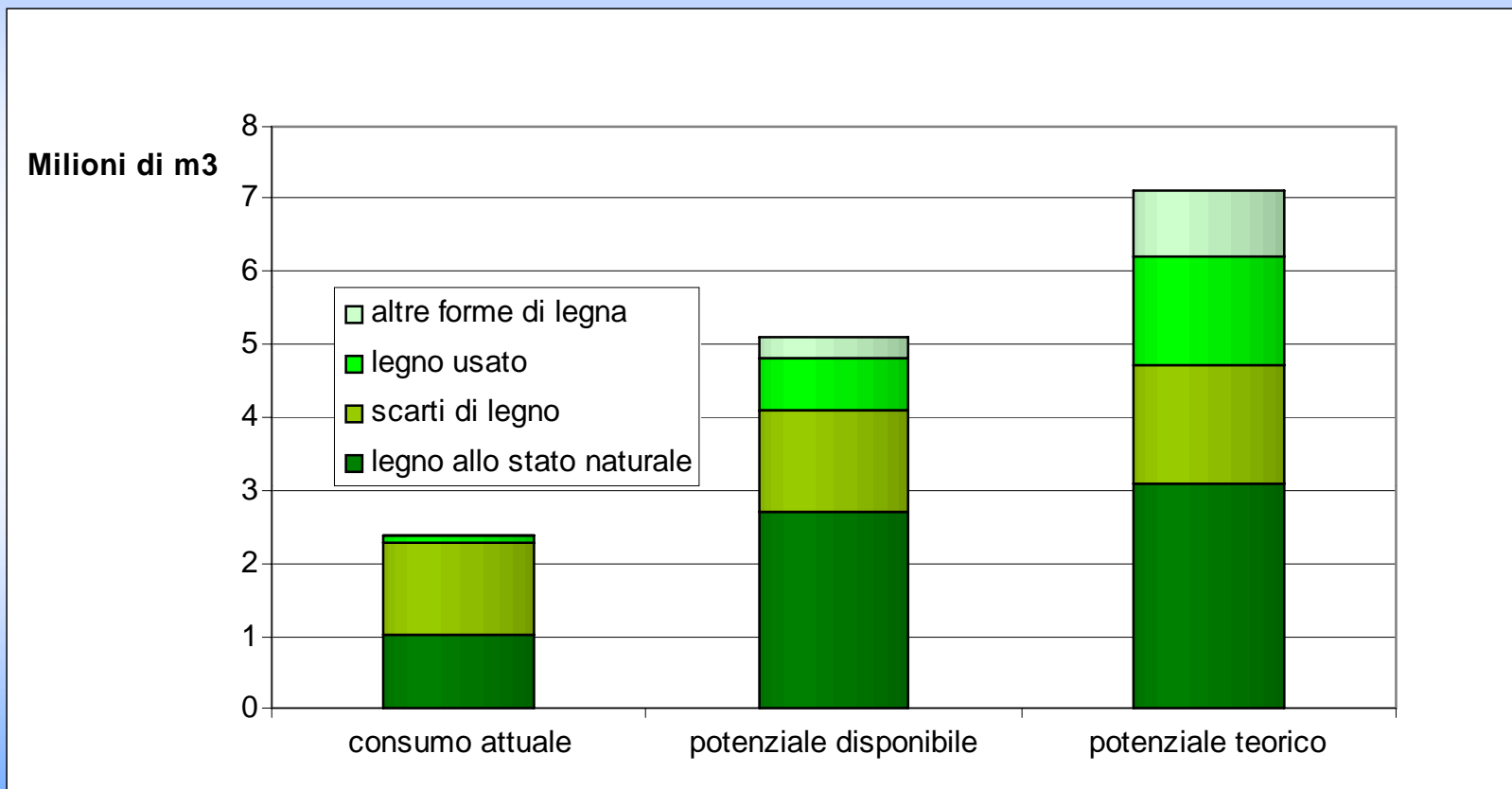
# Evoluzione del consumo di legna per energia in Svizzera

Tipo di legna per energia	1990	2000	differenza
legna a pezzi	1'225'000 m <sup>3</sup>	980'000 m <sup>3</sup>	- 20%
cippato	522'000 m <sup>3</sup>	1'050'000 m <sup>3</sup>	+ 101%

**Oss.: migliora il rendimento dei sistemi a carica manuale  
boom dei sistemi a cippato**



# Potenziale di energia del legno in Svizzera



# L'energia del legno in Svizzera: potenziale di crescita

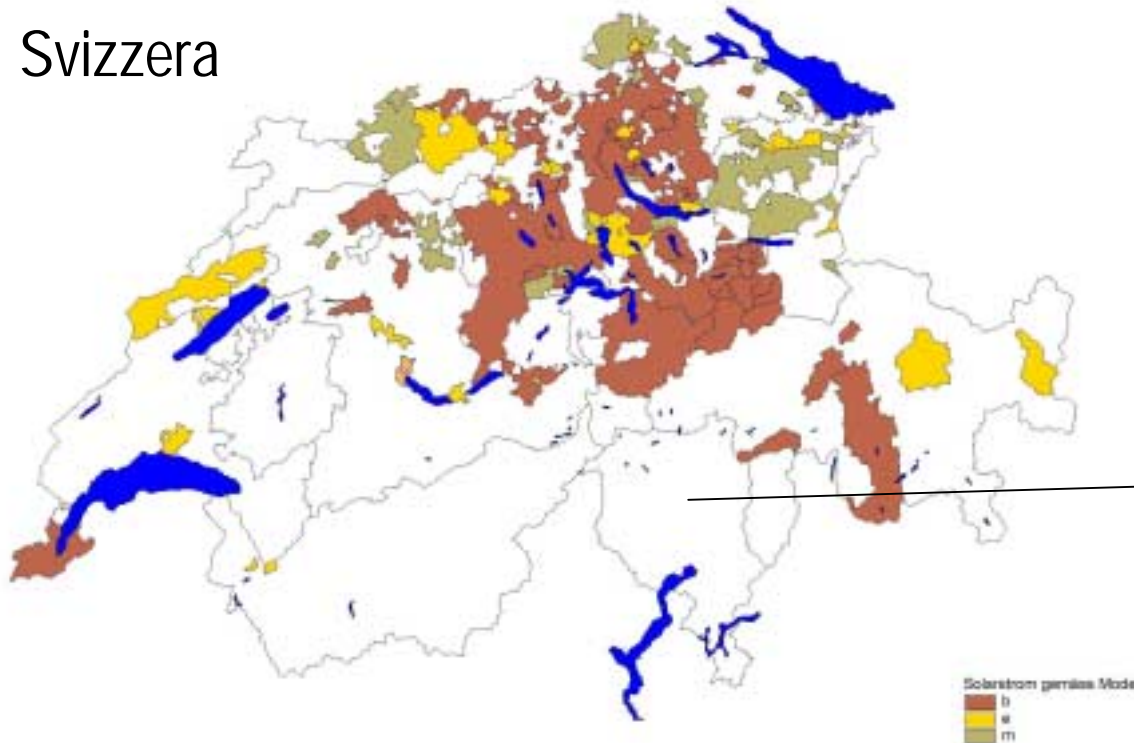
- In Svizzera, si stima che utilizzando appieno tutto il potenziale di legna per energia\* si potrebbe più che triplicare il consumo attuale
- La legna coprirebbe in tal modo ca. il 10% del fabbisogno nazionale di energia per la produzione di calore

*\* legna dai boschi + scarti + legno vecchio, ecc.*



# L'energia del legno nel Canton Ticino

Svizzera



Canton  
Ticino



# L'energia del legno nel Canton Ticino stima del potenziale utilizzabile a breve termine

- Superficie totale: 2'810 km<sup>2</sup>
- Superficie di boschi: 1'420 km<sup>2</sup> (50.5%)
- Volume di legna esboscabile:  
ca. 100'000 m<sup>3</sup> /anno (25% dell'annualità)
- Volume di legna da ardere: ca. 75'000 m<sup>3</sup>/anno  
equivalenti a 19'000'000 litri di olio combustibile!



# L'energia del legno: centrali pubbliche in Ticino (100 – 1'000 kW)

Bedigliora (scuole, 1981)	Isonne (caserma, 1993)
Acquarossa (scuole, 1981)	Val Colla (casa anziani, 1993)
Tesserete (scuole, 1982/1998)	Airolo (caserma, 1993)
Monte Carasso (scuole, 1983)	Novaggio (ospedale, 1994)
Castel S. Pietro (scuole, 1990 )	Faido (scuole + altri, 1999)
Bedano (casa anziani, 1991)	Airolo (centro Motta, 1999 )
Novaggio (scuole, 1991)	Bellinzona (2002)
Chiggiogna (atelier, 1991)	

