



Presidenza del Consiglio
Assessorato all'Ambiente e Suolo
della Provincia di Oristano

SEA
AGENZIA PER
L'ENERGIA SOSTENIBILE
della Provincia di Oristano

**TERRE
SHARDANA**
SARDEGNA
Gruppo
Azione
Locale

G.A.L.
INTERPROVINCIALE
MARMILLE | SARCIDANO | ARCI | GRIGHINE

Uno Sviluppo Energetico Sostenibile per la Provincia di Oristano

Stato Attuale e Prospettive nella Produzione di Energia da Biomassa

Daniele Cocco

Dipartimento di Ingegneria Meccanica
Università degli Studi di Cagliari

cocco@dimeca.unica.it



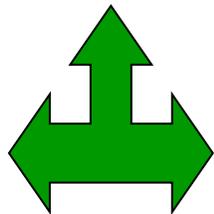
Oristano – 3 Giugno 2011



Le Biomasse

- ✓ Specie arboree ed erbacee coltivate ad uso energetico (colza, girasole, pioppo, canna da zucchero, mais, sorgo, triticale, etc.);
- ✓ Residui agricoli e forestali (paglie, potature, ramaglie, cortecce, etc.);
- ✓ Residui agro-industriali (vinacce, sanse, scarti vegetali, etc.);
- ✓ Residui zootecnici (pollina, deiezioni animali, etc.);
- ✓ Frazione organica dei rifiuti solidi urbani (il cosiddetto “umido”).

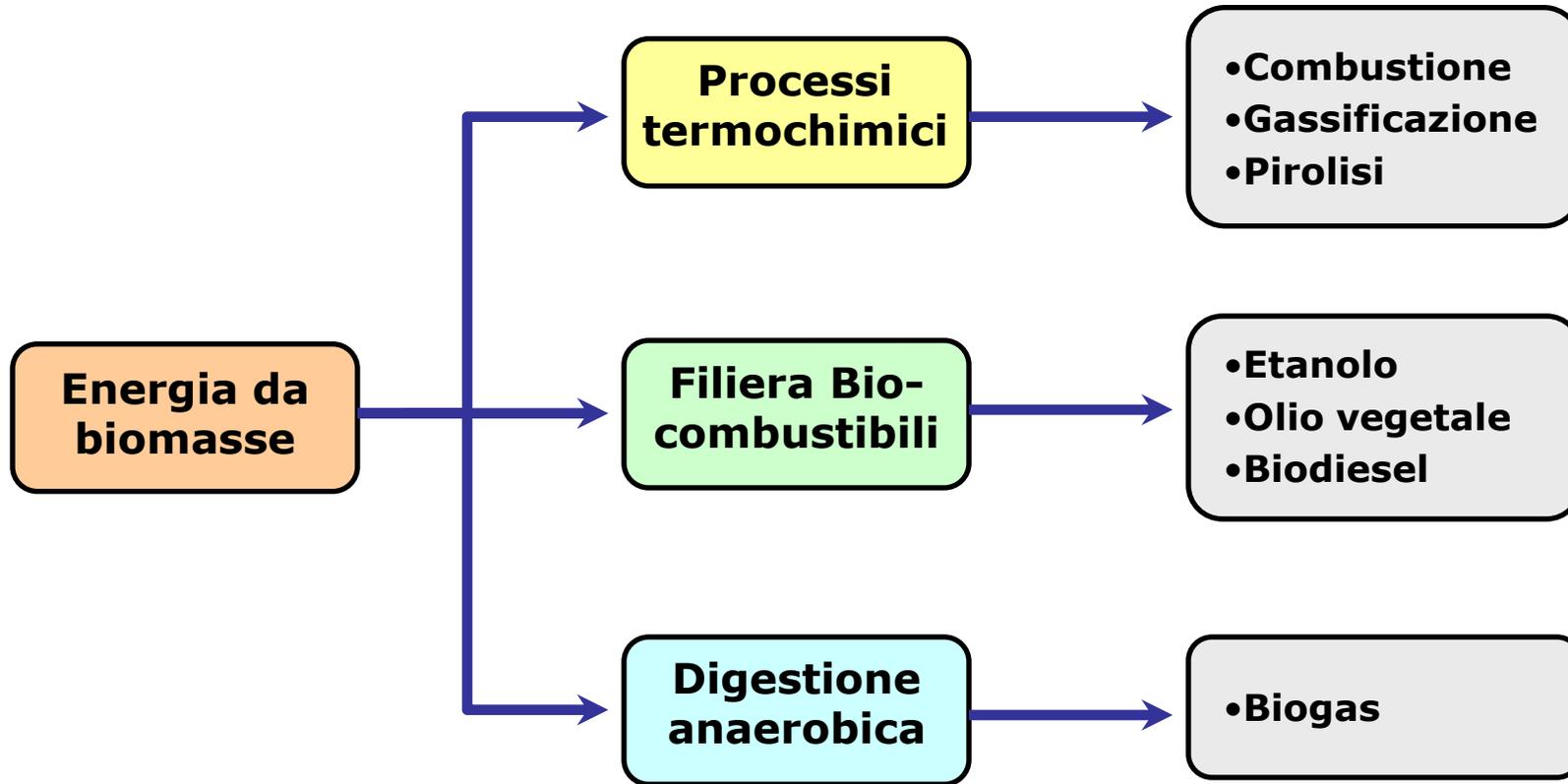
**Biomasse
Residuali**



**Coltivazioni
Energetiche**



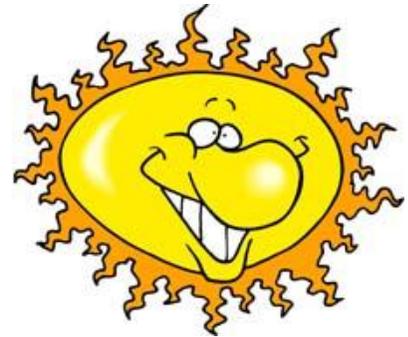
I Processi di Conversione



Etanolo e biodiesel sono ottimi sostituti dei combustibili liquidi fossili (benzina, gasolio etc.)

I bio-combustibili solidi, liquidi e gassosi sono impiegati per produrre energia elettrica e/o termica

Tutto (o quasi) viene dal Sole



**Costante Solare:
1370 W/m²**



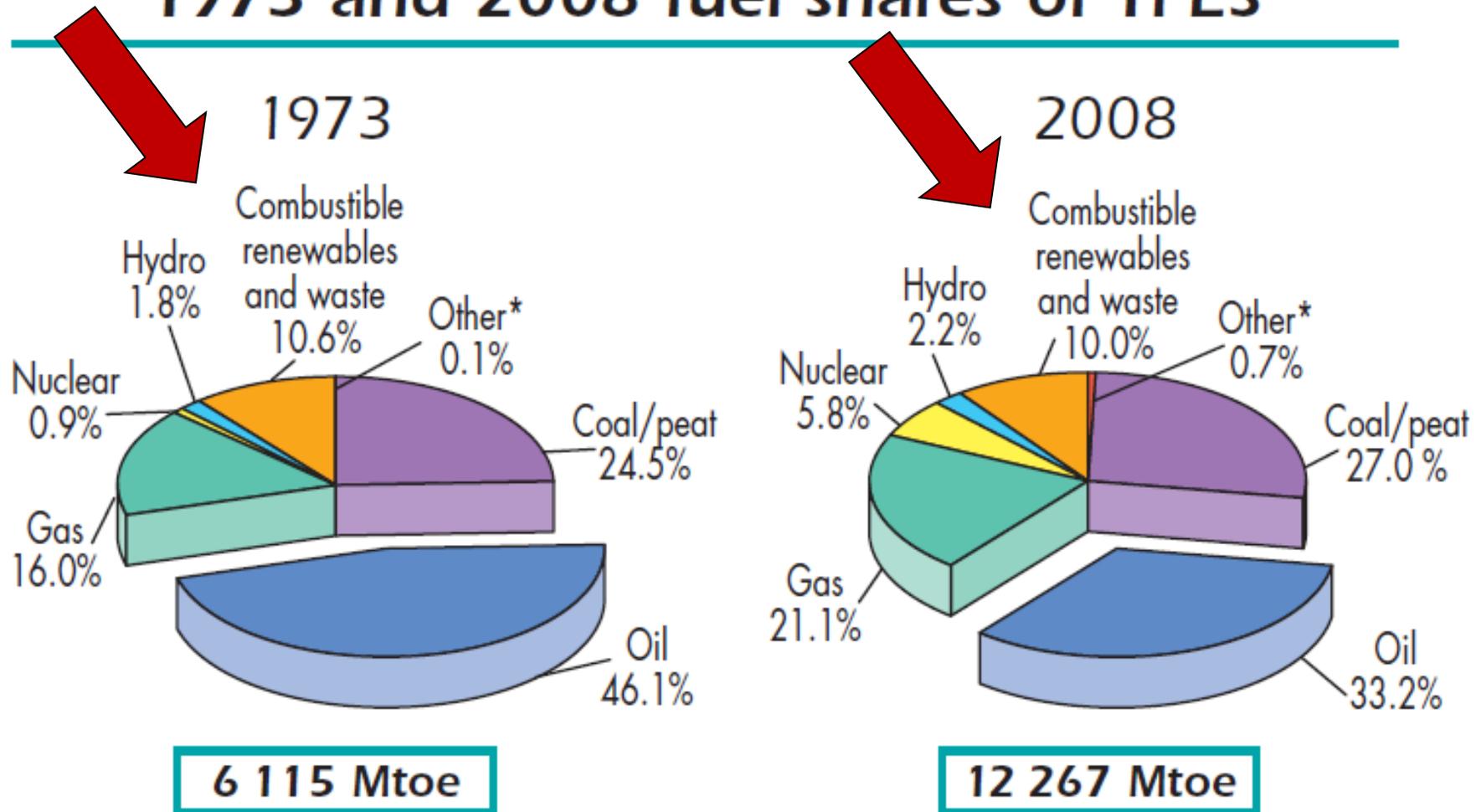
Il Sole invia sulla Terra una quantità di energia pari a **10000 volte** i consumi mondiali annui. Circa **la metà** arriva al suolo e una piccola frazione viene convertita in **biomasse**, **energia eolica**, **del moto ondoso** e **idraulica**

- **Energia del vento e del mare (10-20 volte i consumi mondiali)**
- **Energia idraulica (circa 1-2 volte i consumi mondiali)**
- **Energia chimica delle biomasse (circa 1-2 volte i consumi mondiali)**

Serve il contributo di tutte le FER

Usi attuali delle Biomasse

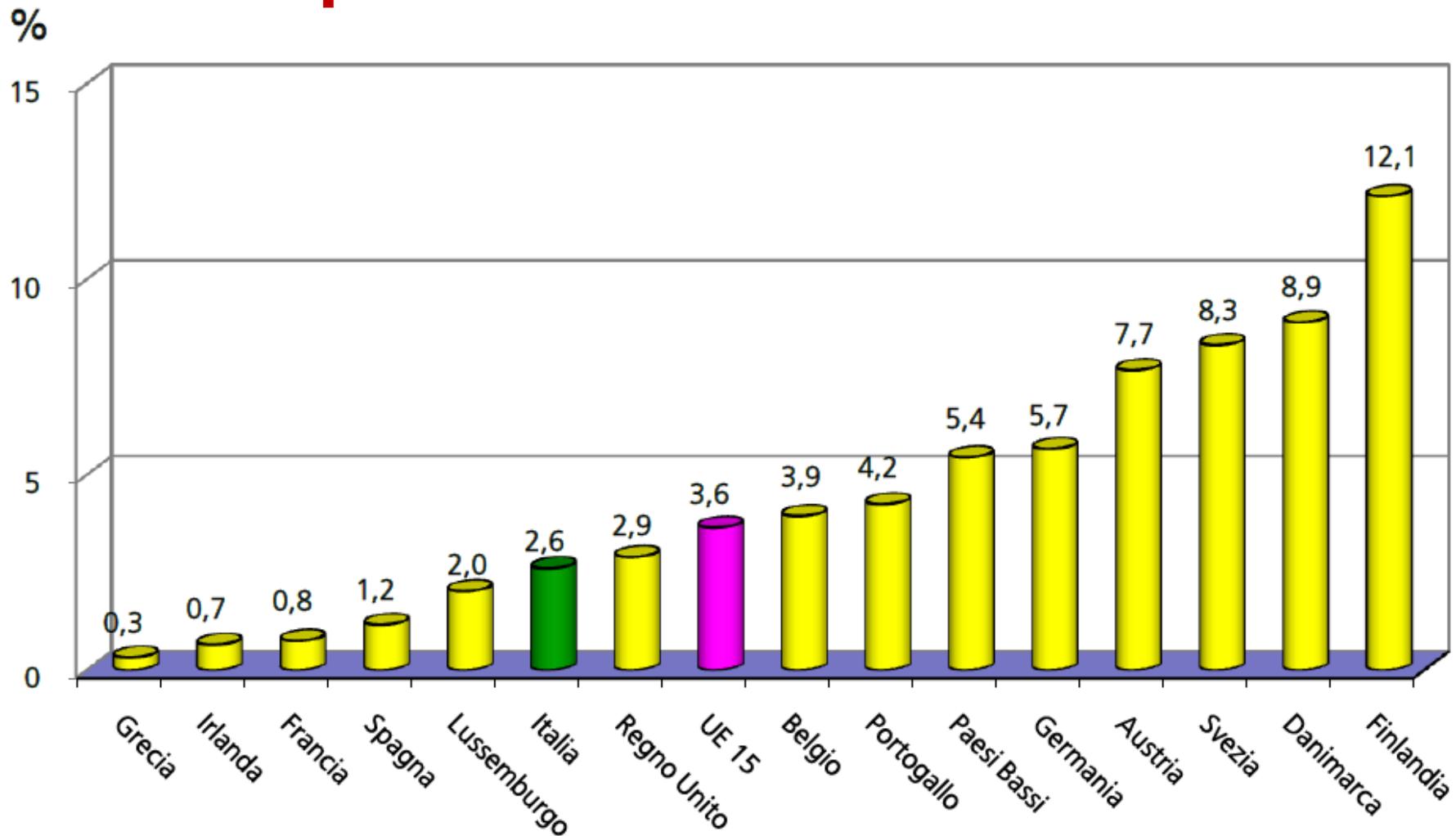
1973 and 2008 fuel shares of TPES



*Other includes geothermal, solar, wind, heat, etc.

Le Biomasse nella UE

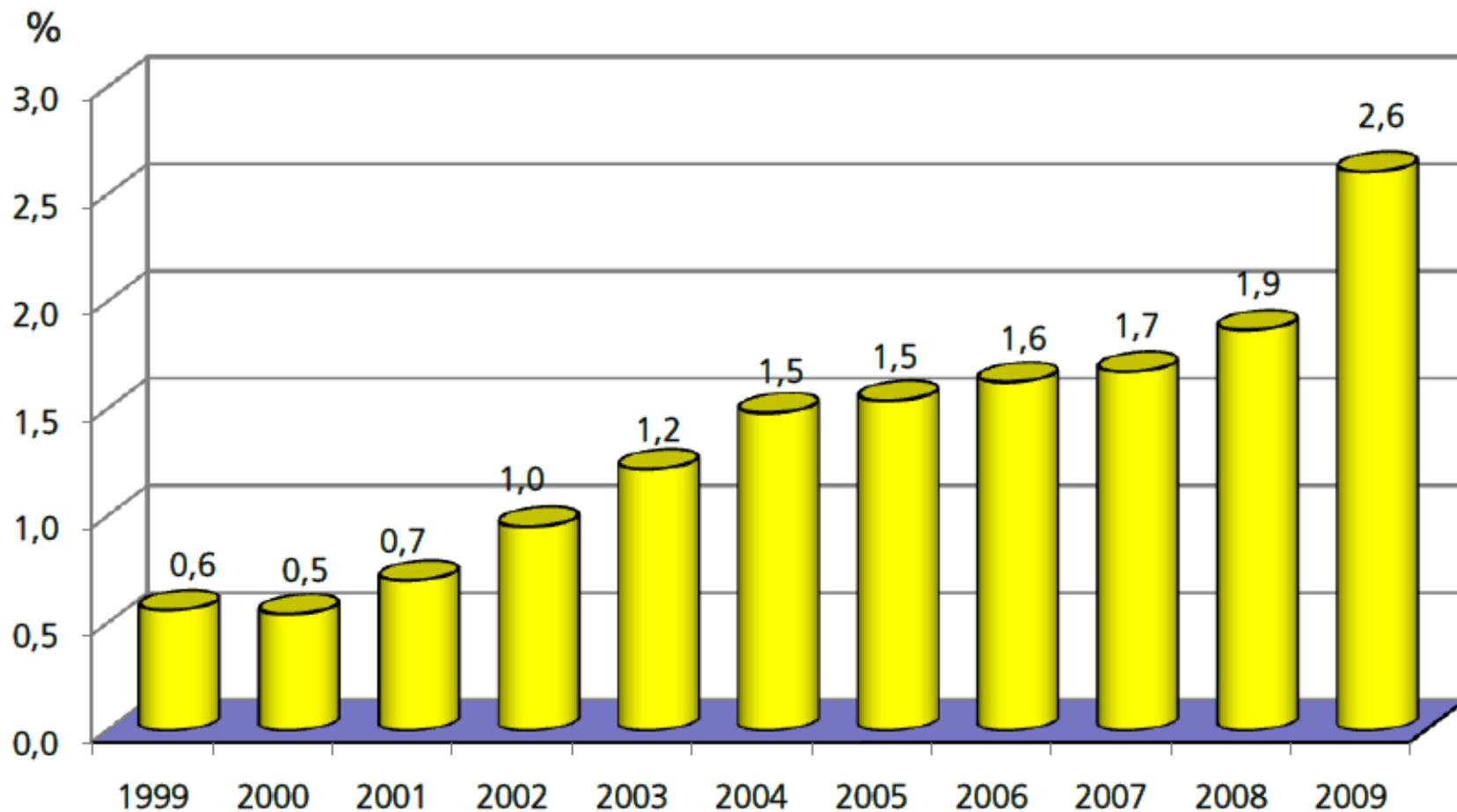
% di produzione elettrica da biomassa



Fonte GSE: Biomasse – Rapporto Statistico 2009

Le Biomasse in Italia

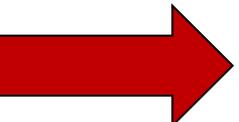
% di produzione elettrica da biomassa



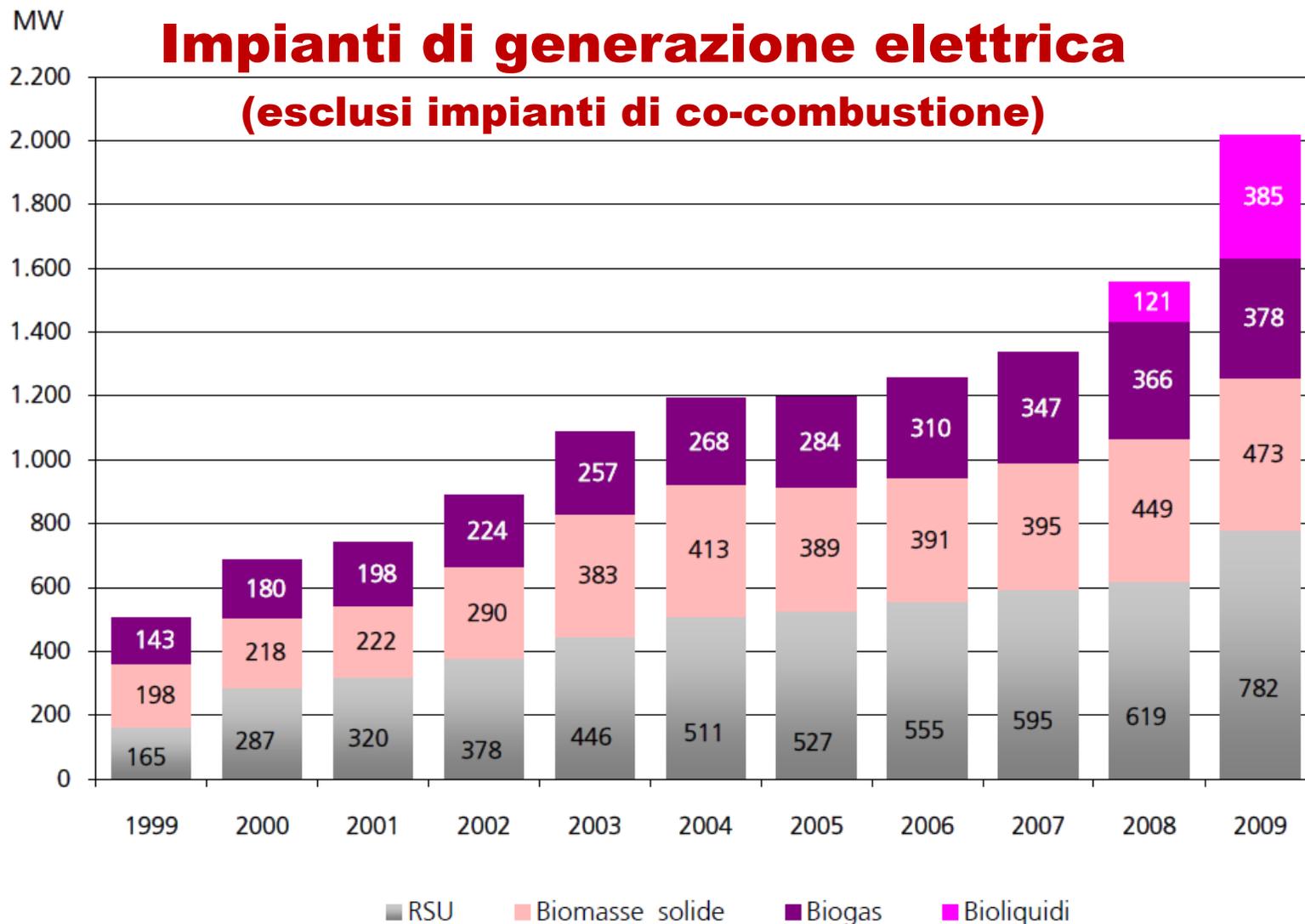
Fonte: GSE, "Biomasse – Rapporto Statistico 2009"

Energia Elettrica – Italia 2010

| Composizione per fonte | 2010 | | 2009 | | 2010/2009 |
|---|----------------|---------------|----------------|---------------|--------------|
| | GWh | % | GWh | % | % |
| Consumo interno lordo di energia elettrica (al netto dei pompaggi) | 338.963 | 100,0% | 333.296 | 100,0% | +1,7% |
| di cui: | | | | | |
| Fonti tradizionali | 219.750 | 64,8% | 219.007 | 65,7% | +0,3% |
| Solidi | 37.900 | 11,2% | 39.745 | 11,9% | -4,6% |
| Gas naturale | 153.800 | 45,4% | 147.270 | 44,2% | +4,4% |
| Petroliferi | 10.850 | 3,2% | 15.878 | 4,8% | -31,7% |
| Altri combustibili | 17.200 | 5,1% | 16.113 | 4,8% | +6,7% |
| Fonti rinnovabili | 75.269 | 22,2% | 69.330 | 20,8% | +8,6% |
| Idrica da apporti naturali | 50.582 | 14,9% | 49.137 | 14,7% | +2,9% |
| Geotermica | 5.358 | 1,6% | 5.342 | 1,6% | +0,3% |
| Eolica | 8.449 | 2,5% | 6.543 | 2,0% | +29,1% |
| Fotovoltaica | 1.600 | 0,5% | 676 | 0,2% | +136,5% |
| Bio combustibili | 9.281 | 2,7% | 7.631 | 2,3% | +21,6% |
| Saldo | 43.944 | 13,0% | 44.959 | 13,5% | -2,3% |



Le Biomasse in Italia



Fonte: GSE, "Biomasse – Rapporto Statistico 2009"

In Sardegna?

Impianti qualificati IAFR in esercizio al 31.12.2010

| | | | |
|---------------------|---|--------------------------|---------|
| TORRICELLA | D - Nuova Costruzione | Eolica | 20 |
| TORRICELLA | D - Nuova Costruzione | Eolica | 20 |
| TORRICELLA | D - Nuova Costruzione | Eolica | 20 |
| ASSEMINI | D - Nuova Costruzione | Eolica | 21.000 |
| CAPOTERRA | D - Nuova Costruzione | Eolica | 1.320 |
| CAPOTERRA | D - Nuova Costruzione | Rifiuti | 4.690 |
| NURRI | D - Nuova Costruzione | Eolica | 22.100 |
| QUARTUCCIU | D - Nuova Costruzione | Idraulica | 1.400 |
| SAN BASILIO | D - Nuova Costruzione | Eolica | 24.650 |
| SARROCH | D - Nuova Costruzione | Biomasse Solide | 256 |
| SERDIANA | B - Rifacimento | Gas di discarica | 1.870 |
| SESTU | D - Nuova Costruzione | Idraulica | 1.400 |
| CARBONIA | D - Nuova Costruzione | Gas di discarica | 660 |
| PORTOSCUSO | D - Nuova Costruzione | Biomasse Solide (Ibrido) | 340.000 |
| PORTOSCUSO | E - Co-combustione in impianti esistenti prima del 1999 | Biomasse Solide (Ibrido) | 240.000 |
| GONNOSFANADIGA | D - Nuova Costruzione | Eolica | 22.000 |
| GUSPINI | D - Nuova Costruzione | Eolica | 24.000 |
| SAN GAVINO MONREALE | B - Rifacimento | Biogas | 510 |
| SAN GAVINO MONREALE | D - Nuova Costruzione | Eolica | 24.000 |
| SAN GAVINO MONREALE | D - Nuova Costruzione | Gas di discarica | 330 |

Circa 127 MW in totale, di cui oltre la metà relativa ai due impianti a vapore ENEL di Portovesme operano in co-combustione biomasse-carbone (5% il gruppo da 240 MW e 15% il gruppo da 340 MW) per una produzione massima di circa 60-65 MW.

In Sardegna?

Impianti qualificati IAFR in esercizio al 31.12.2010

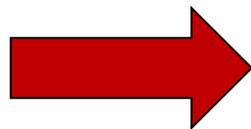
| Comune | Categoria d'intervento | Fonte | Potenza [kW] |
|------------|------------------------|------------------|--------------|
| SERRAMANNA | D - Nuova Costruzione | Biomasse Solide | 13.140 |
| SERRENTI | D - Nuova Costruzione | Bioliquidi | 420 |
| VILLACIDRO | D - Nuova Costruzione | Gas di discarica | 2.706 |
| DORGALI | C - Riattivazione | Idraulica | 2.500 |
| DORGALI | D - Nuova Costruzione | Idraulica | 3.360 |
| MACOMER | A - Potenziamento | Rifiuti | 2.100 |
| OTTANA | D - Nuova Costruzione | Bioliquidi | 36.500 |
| TORPE' | D - Nuova Costruzione | Idraulica | 990 |
| ULASSAI | D - Nuova Costruzione | Eolica | 9.000 |
| ULASSAI | D - Nuova Costruzione | Eolica | 16.500 |
| ULASSAI | D - Nuova Costruzione | Eolica | 18.000 |
| ULASSAI | D - Nuova Costruzione | Eolica | 19.500 |
| OLBIA | D - Nuova Costruzione | Gas di discarica | 840 |

Una centrale a biomasse solide a Serramanna (13 MW);
Una centrale a olio di palma (due MCI da 17 MW);
Due impianti a biogas (Olbia e Villacidro) da FORSU;
Due impianti di termovalorizzazione dei RSU (Capoterra 4,7 MW e Macomer 2,1 MW);
Alcuni piccoli impianti a biogas, olio vegetale e biomasse solide.

Energia Termica – Italia 2008

| | Municipal Waste* | Industrial Waste | Primary Solid Biomass** | Biogas | Liquid Biofuels | Geothermal | Solar Thermal |
|---------------------------------------|------------------|------------------|-------------------------|--------------|--------------------|---------------|---------------|
| <i>Unit</i> | <i>GWh</i> | <i>GWh</i> | <i>GWh</i> | <i>GWh</i> | <i>GWh</i> | <i>GWh</i> | <i>GWh</i> |
| Gross Elec. Generation | 3112 | 143 | 2746 | 1599 | 64 | 5520 | 0 |
| <i>Unit</i> | <i>TJ</i> | <i>TJ</i> | <i>TJ</i> | <i>TJ</i> | <i>TJ</i> | <i>TJ</i> | <i>TJ</i> |
| Gross Heat Production | 6181 | 134 | 3621 | 685 | 171 | 0 | 0 |
| | | | | | | | |
| <i>Unit</i> | <i>TJ</i> | <i>TJ</i> | <i>TJ</i> | <i>TJ</i> | <i>1000 tonnes</i> | <i>TJ</i> | <i>TJ</i> |
| Production | 53511 | 4728 | 87602 | 17165 | 777 | 207647 | 2800 |
| Imports | 0 | 0 | 26611 | 0 | 239 | 0 | 0 |
| Exports | 0 | 0 | -171 | 0 | -108 | 0 | 0 |
| Stock Changes | 0 | 0 | 0 | 0 | -54 | 0 | 0 |
| Domestic Supply | 53511 | 4728 | 114042 | 17165 | 854 | 207647 | 2800 |
| Statistical Differences and Transfers | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Transformation | 53511 | 2128 | 46205 | 17165 | 19 | 198731 | 0 |
| Electricity Plants | 23735 | 1376 | 25298 | 13500 | 9 | 198731 | 0 |
| CHP Plants | 29776 | 752 | 12269 | 3665 | 10 | 0 | 0 |
| Heat Plants | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Other Transformation | 0 | 0 | 8638 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Energy Industry Own Use | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Losses | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Final Consumption | 0 | 2600 | 67837 | 0 | 835 | 8916 | 2800 |
| Industry | 0 | 2600 | 10177 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Transport | 0 | 0 | 0 | 0 | 835 | 0 | 0 |
| Residential | 0 | 0 | 50878 | 0 | 0 | 0 | 2800 |
| Commercial and Public Services | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Agriculture / Forestry | 0 | 0 | 6782 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Fishing | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Other Non-Specified | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 8916 | 0 |

Circa 1% dei consumi finali

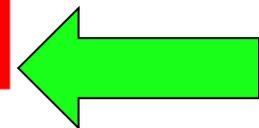


Attenzione alle statistiche!



(5) Distribuzione per area geografica delle modalità di approvvigionamento della legna utilizzata per il riscaldamento domestico calcolata sul numero di abitazioni

| | Totale | Nord Ovest | Lombardia |
|---|------------------|----------------|----------------|
| TOTALE ABITAZIONI CENSITE n° | 4.432.419 | 1074511 | 594.396 |
| Modalità di approvvigionamento in: | % (*) | % (*) | % (*) |
| Uso di legna tutta autoprodotta | 34,6 | 44,8 | 27,1 |
| Uso di legna parzialmente autoprodotta | 26,4 | 25,5 | 20,8 |
| Uso di legna regalata | 8,1 | 3,7 | 15,1 |
| Acquisto di legna solo da contadino | 36,0 | 30,2 | 40,9 |
| CONSUMI IN GRAN PARTE SOMMERSI | 91,9 | 93,6 | 88,3 |
| Acquisto di legna solo in negozio | 8,0 | 6,4 | 11,7 |
| Acquisto di legna "on-line" | 0,1 | - | - |
| CONSUMI CONSUNTIVABILI | 8,1 | 6,4 | 11,7 |



Nota: (*) in ogni abitazione censita ci possono essere nessuna, una o più modalità di approvvigionamento, pertanto la somma in % è diversa da 100

La Direttiva “20-20-20”

Direttiva 2009/28/CE

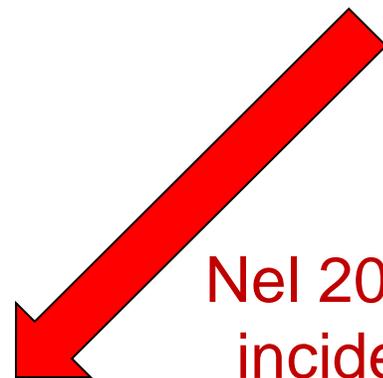
Consumi finali lordi di energia e obiettivi per le energie rinnovabili

| | 2005 | | | 2008 | | | 2020 | | |
|--------------------------------------|----------------|----------------------------|---------------|----------------|----------------------------|---------------|----------------|----------------------------|---------------|
| | Consumi da FER | Consumi finali lordi (CFL) | FER / Consumi | Consumi da FER | Consumi finali lordi (CFL) | FER / Consumi | Consumi da FER | Consumi finali lordi (CFL) | FER / Consumi |
| | [Mtep] | [Mtep] | [%] | [Mtep] | [Mtep] | [%] | [Mtep] | [Mtep] | [%] |
| Elettricità | 4,846 | 29,749 | 16,29% | 5,040 | 30,399 | 16,58% | 9,112 | 31,448 | 28,97% |
| Calore | 1,916 | 68,501 | 2,80% | 3,238 | 58,534 | 5,53% | 9,520 | 60,135 | 15,83% |
| Trasporti | 0,179 | 42,976 | 0,42% | 0,723 | 42,619 | 1,70% | 2,530 | 39,630 | 6,38% |
| Trasferimenti da altri Stati | - | - | - | - | - | - | 1,144 | - | - |
| Totale | 6,941 | 141,226 | 4,91% | 9,001 | 131,553 | 6,84% | 22,306 | 131,214 | 17,00% |
| Trasporti ai fini dell'ob.10% | 0,338 | 39,000 | 0,87% | 0,918 | 37,670 | 2,44% | 3,419 | 33,975 | 10,06% |

Entro il 2020 l'UE dovrà ridurre del 20% le emissioni di gas serra, ridurre del 20% i consumi finali di energia e aumentare al 20% il contributo delle FER sui consumi finali (di cui il 10% nei trasporti), rispetto ai valori del 2005.

Da dove si parte ...

| | 2005 | | |
|--------------------------------------|----------------|----------------------------|---------------|
| | Consumi da FER | Consumi finali lordi (CFL) | FER / Consumi |
| | [Mtep] | [Mtep] | [%] |
| Elettricità | 4,846 | 29,749 | 16,29% |
| Calore | 1,916 | 68,501 | 2,80% |
| Trasporti | 0,179 | 42,976 | 0,42% |
| Trasferimenti da altri Stati | - | - | - |
| Totale | 6,941 | 141,226 | 4,91% |
| Trasporti ai fini dell'ob.10% | 0,338 | 39,000 | 0,87% |



Nel 2005 le FER incidono sui consumi finali per meno del 5%

I Consumi Finali Lordi italiani sono rappresentati per il **21%** da **Energia Elettrica**, per il **48,5%** da **Energia Termica** e per il restante **30,5%** da energia per il settore dei **Trasporti** (essenzialmente derivati petroliferi).

... e dove si vuole arrivare

Consumi finali lordi di energia e obiettivi per le energie rinnovabili

| | 2005 | | | 2008 | | | 2020 | | |
|--------------------------------------|----------------|----------------------------|---------------|----------------|----------------------------|---------------|----------------|----------------------------|---------------|
| | Consumi da FER | Consumi finali lordi (CFL) | FER / Consumi | Consumi da FER | Consumi finali lordi (CFL) | FER / Consumi | Consumi da FER | Consumi finali lordi (CFL) | FER / Consumi |
| | [Mtep] | [Mtep] | [%] | [Mtep] | [Mtep] | [%] | [Mtep] | [Mtep] | [%] |
| Elettricità | 4,846 | 29,749 | 16,29% | 5,040 | 30,399 | 16,58% | 9,112 | 31,448 | 28,97% |
| Calore | 1,916 | 68,501 | 2,80% | 3,238 | 58,534 | 5,53% | 9,520 | 60,135 | 15,83% |
| Trasporti | 0,179 | 42,976 | 0,42% | 0,723 | 42,619 | 1,70% | 2,530 | 39,630 | 6,38% |
| Trasferimenti da altri Stati | - | - | - | - | - | - | 1,144 | - | - |
| Totale | 6,941 | 141,226 | 4,91% | 9,001 | 131,553 | 6,84% | 22,306 | 131,214 | 17,00% |
| Trasporti ai fini dell'ob.10% | 0,338 | 39,000 | 0,87% | 0,918 | 37,670 | 2,44% | 3,419 | 33,975 | 10,06% |

Rispetto ai valori attuali (2008), il contributo delle FER dovrà raddoppiare nel settore dell'Energia Elettrica e in pratica triplicare nel settore dell'Energia Termica e dei Trasporti!

Settore dell'Energia Elettrica



| | 2005 | | | | |
|----------------------------|--------------------------|------------------------|---|--|---------------|
| | Potenza | Energia | | | |
| | Potenza installata FER-E | Produzione Lorda FER-E | Percentuale su FER-E Tot. (4.846 ktep = 56.349 GWh) | Percentuale su CFL-E (29.749 ktep = 345.921 GWh) | |
| | MW | GWh | [ktep] | [%] | [%] |
| Idroelettrica | 13.890 | 43.762 | 3.763 | 77,66% | 12,65% |
| < 1MW | 409 | 1.851 | 159 | 3,29% | 0,54% |
| 1MW –10 MW | 1.944 | 7.390 | 636 | 13,11% | 2,14% |
| > 10MW | 11.537 | 34.521 | 2.969 | 61,26% | 9,98% |
| Geotermica | 671 | 5.324 | 458 | 9,45% | 1,54% |
| Solare | 34 | 31 | 3 | 0,06% | 0,01% |
| fotovoltaico | 34 | 31 | 3 | 0,06% | 0,01% |
| a concentrazione | - | - | - | - | - |
| Maree e moto ondoso | - | - | - | - | - |
| Eolica | 1.635 | 2.558 | 220 | 4,54% | 0,74% |
| onshore | 1.635 | 2.558 | 220 | 4,54% | 0,74% |
| offshore | - | - | - | - | - |
| Biomassa | 1.990 | 4.674 | 402 | 8,30% | 1,35% |
| solida | 1.706 | 3.476 | 299 | 6,17% | 1,00% |
| biogas | 284 | 1.198 | 103 | 2,13% | 0,35% |
| bioliquidi | - | - | - | - | - |
| Totale | 18.220 | 56.349 | 4.846 | 100,00% | 16,29% |

| | 2020 | | | | |
|----------------------------|--------------------------|------------------------|--|--|---------------|
| | Potenza | Energia | | | |
| | Potenza installata FER-E | Produzione Lorda FER-E | Percentuale su FER-E Tot. (9.112 ktep = 105.950 GWh) | Percentuale su CFL-E (31.448 ktep = 365.677 GWh) | |
| | MW | GWh | [ktep] | [%] | [%] |
| Idroelettrica | 15.732 | 42.000 | 3.612 | 39,64% | 11,49% |
| < 1MW | 771 | 2.554 | 220 | 2,41% | 0,70% |
| 1MW –10 MW | 3.711 | 11.434 | 983 | 10,79% | 3,13% |
| > 10MW | 11.250 | 28.012 | 2.409 | 26,44% | 7,66% |
| Geotermica | 1.000 | 7.500 | 645 | 7,08% | 2,05% |
| Solare | 8.500 | 11.350 | 976 | 10,71% | 3,10% |
| fotovoltaico | 8.000 | 9.650 | 830 | 9,11% | 2,64% |
| a concentrazione | 500 | 1.700 | 146 | 1,60% | 0,46% |
| Maree e moto ondoso | 3 | 5 | 0,4 | 0,00% | 0,00% |
| Eolica | 16.000 | 24.095 | 2.072 | 22,74% | 6,59% |
| onshore | 15.000 | 21.600 | 1.858 | 20,39% | 5,91% |
| offshore | 1.000 | 2.495 | 215 | 2,35% | 0,68% |
| Biomassa | 4.650 | 21.000 | 1.806 | 19,82% | 5,74% |
| solida | 3.000 | 11.500 | 989 | 10,85% | 3,14% |
| biogas | 750 | 3.200 | 275 | 3,02% | 0,88% |
| bioliquidi | 900 | 6.300 | 542 | 5,95% | 1,72% |
| Totale | 45.885 | 105.950 | 9.112 | 100,00% | 28,97% |

Dal Piano di Azione Nazionale sulle FER (Giugno 2010)

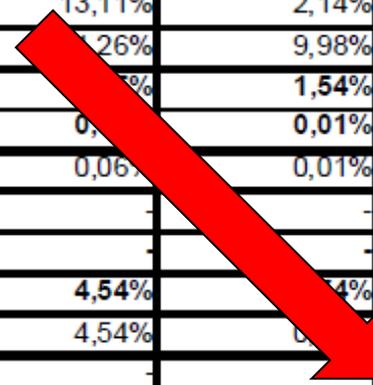


Settore dell'Energia Elettrica



| | 2005 | | | | |
|----------------------------|--------------------------|------------------------|---|--|---------------|
| | Potenza | Energia | | | |
| | Potenza installata FER-E | Produzione Lorda FER-E | Percentuale su FER-E Tot. (4.846 ktep = 56.349 GWh) | Percentuale su CFL-E (29.749 ktep = 345.921 GWh) | |
| | MW | GWh | [ktep] | [%] | [%] |
| Idroelettrica | 13.890 | 43.762 | 3.763 | 77,66% | 12,65% |
| < 1MW | 409 | 1.851 | 159 | 3,29% | 0,54% |
| 1MW –10 MW | 1.944 | 7.390 | 636 | 13,11% | 2,14% |
| > 10MW | 11.537 | 34.521 | 2.969 | 60,26% | 9,98% |
| Geotermica | 671 | 5.324 | 458 | 9,45% | 1,54% |
| Solare | 34 | 31 | 3 | 0,06% | 0,01% |
| fotovoltaico | 34 | 31 | 3 | 0,06% | 0,01% |
| a concentrazione | - | - | - | - | - |
| Maree e moto ondoso | - | - | - | - | - |
| Eolica | 1.635 | 2.558 | 220 | 4,54% | 0,64% |
| onshore | 1.635 | 2.558 | 220 | 4,54% | 0,64% |
| offshore | - | - | - | - | - |
| Biomassa | 1.990 | 4.674 | 402 | 8,30% | 1,35% |
| solida | 1.706 | 3.476 | 299 | 6,17% | 1,00% |
| biogas | 284 | 1.198 | 103 | 2,13% | 0,35% |
| bioliquidi | - | - | - | - | - |
| Totale | 18.220 | 56.349 | 4.846 | 100,00% | 16,29% |

| | 2020 | | | | |
|----------------------------|--------------------------|------------------------|--|--|---------------|
| | Potenza | Energia | | | |
| | Potenza installata FER-E | Produzione Lorda FER-E | Percentuale su FER-E Tot. (9.112 ktep = 105.950 GWh) | Percentuale su CFL-E (31.448 ktep = 365.677 GWh) | |
| | MW | GWh | [ktep] | [%] | [%] |
| Idroelettrica | 15.732 | 42.000 | 3.612 | 39,64% | 11,49% |
| < 1MW | 771 | 2.554 | 220 | 2,41% | 0,70% |
| 1MW –10 MW | 3.711 | 11.434 | 983 | 10,79% | 3,13% |
| > 10MW | 11.250 | 28.012 | 2.409 | 26,44% | 7,66% |
| Geotermica | 1.000 | 7.500 | 645 | 7,08% | 2,05% |
| Solare | 8.500 | 11.350 | 976 | 10,71% | 3,10% |
| fotovoltaico | 8.000 | 9.650 | 830 | 9,11% | 2,64% |
| a concentrazione | 500 | 1.700 | 146 | 1,60% | 0,46% |
| Maree e moto ondoso | 3 | 5 | 0,4 | 0,00% | 0,00% |
| Eolica | 16.000 | 24.095 | 2.072 | 22,74% | 6,59% |
| onshore | 15.000 | 21.600 | 1.858 | 20,39% | 5,91% |
| offshore | 1.000 | 2.495 | 215 | 2,35% | 0,68% |
| Biomassa | 4.650 | 21.000 | 1.806 | 19,82% | 5,74% |
| solida | 3.000 | 11.500 | 989 | 10,85% | 3,14% |
| biogas | 750 | 3.200 | 275 | 3,02% | 0,88% |
| bioliquidi | 900 | 6.300 | 542 | 5,95% | 1,72% |
| Totale | 45.885 | 105.950 | 9.112 | 100,00% | 28,97% |



Le **biomasse** dovranno aumentare di oltre **2,5 volte** rispetto al **2005** (di circa **2 volte** rispetto ad oggi)



Riscaldamento e Raffrescamento

| | 2005 | | | 2020 | | |
|-----------------------------------|-------------------------------|--|--|-------------------------------|--|--|
| | Produzione Lorda FER-H [ktep] | Percentuale su FER-C Tot. (1.916 ktep) [%] | Percentuale su CFL-C (68.500 ktep) [%] | Produzione Lorda FER-C [ktep] | Percentuale su FER-C Tot. (9.520 ktep) [%] | Percentuale su CFL-C (60.135 ktep) [%] |
| Geotermica (escluse pdc) | 23 | 1,19% | 0,03% | 100 | 1,05% | 0,17% |
| Solare | 27 | 1,43% | 0,04% | 1.400 | 14,71% | 2,33% |
| Biomassa: | 1.655 | 86,34% | 2,42% | 5.520 | 57,98% | 9,18% |
| solida | 1.629 | 84,99% | 2,38% | 5.185 | 54,46% | 8,62% |
| biogas | 26 | 1,35% | 0,04% | 141 | 1,49% | 0,24% |
| bioliquidi | - | - | - | 194 | 2,04% | 0,32% |
| En.rin.da pompe di calore: | 212 | 11,04% | 0,31% | 2.500 | 26,26% | 4,16% |
| di cui aerotermica | 176 | 9,17% | 0,26% | 1.875 | 19,69% | 3,12% |
| di cui geotermica | 19 | 1,01% | 0,03% | 450 | 4,73% | 0,75% |
| di cui idrotermica | 16 | 0,86% | 0,02% | 175 | 1,84% | 0,29% |
| Totale | 1.916 | 100,00% | 2,80% | 9.520 | 100,00% | 15,83% |

La produzione dovrà crescere di **5 volte** (circa **3 volte** rispetto ad oggi) e il maggiore contributo è previsto derivare dalle **biomasse**, dalle **Pompe di Calore** e dal **Solare**

Settore dei Trasporti

| 2005 | | | |
|----------------------------|--------------------------------|-------------------------------------|--|
| Consumi Lordi FER-T [ktep] | ai fini dell'obiet. 10% [ktep] | Percentuale su FER-T 10% (ktep 338) | Percentuale su CFL-T 10% (39.000 ktep) |
| - | - | - | - |
| - | - | - | - |
| - | - | - | - |
| 179 | 199 | 58,95% | 0,51% |
| 21 | 42 | 12,30% | 0,11% |
| - | - | - | - |
| - | - | 0,00% | 0,00% |
| 139 | 139 | 41,05% | 0,36% |
| - | - | - | - |
| 139 | 139 | 41,05% | 0,36% |
| - | - | - | - |
| - | - | - | - |
| 318 | 338 | 100,00% | 0,87% |

| 2020 | | | |
|----------------------------|--------------------------------|---------------------------------------|--|
| Consumi Lordi FER-T [ktep] | ai fini dell'obiet. 10% [ktep] | Percentuale su FER-T 10% (3.419 ktep) | Percentuale su CFL-T 10% (33.975 ktep) |
| 600 | 700 | 20,47% | 2,06% |
| 100 | 200 | 5,85% | 0,59% |
| 200 | 200 | 5,85% | 0,59% |
| 1.880 | 2.130 | 62,29% | 6,27% |
| 250 | 500 | 14,62% | 1,47% |
| 800 | 800 | 23,40% | 2,35% |
| - | - | - | - |
| 386 | 539 | 15,77% | 1,59% |
| 102 | 256 | 7,48% | 0,75% |
| 284 | 284 | 8,30% | 0,84% |
| 50 | 50 | 1,46% | 0,15% |
| - | - | - | - |
| 2.916 | 3.419 | 100,00% | 10,06% |

Il consumo da FER dovrà crescere di circa **10 volte** (circa **3-4** volte rispetto ad oggi) e il maggiore contributo deriverà dai biocombustibili (ovvero **Biodiesel** e **Bioetanolo**)

Opportunità e Criticità

- ✓ Le biomasse sono l'unica FER che necessita di un combustibile non disponibile gratuitamente (elevate ricadute economiche e occupazionali sul territorio);
- ✓ La biomassa può essere stoccata (è una fonte programmabile, diversamente da eolico e solare);
- ✓ La filiera di conversione energetica ha un suo bilancio energetico e ambientale (le filiere non sono pertanto tutte equivalenti);
- ✓ Sul medio periodo e a larga scala vi sono problemi di competizione con le coltivazioni alimentari.

**FILIERA CORTA – USO RESIDUI O PIANTA INTERA
SOSTITUZIONE COMBUSTIBILI FOSSILI PREMIUM**



Esempio: plesso scolastico

| | P _c (kW) | P _u (kW) | Rendimento | Gasolio (kg/a) |
|-------------------|---------------------|---------------------|------------|----------------|
| Edificio A | 85 | 75 | 88% | 6500 |
| Edificio B | 175 | 150 | 86% | 9500 |
| Edificio C | 220 | 200 | 91% | 8600 |



**Spesa totale
annua di circa
45000 €**

Caldaie a biomassa

Pellet

- Elevato grado di automazione
- Maggiore costo rispetto alle caldaie convenzionali
- Necessità di evitare sovradimensionamenti
- Rendimenti elevati (85-90%)
- Volumi di stoccaggio di circa 5 mc per 1 mese di autonomia per una caldaia da 40 kW
- Costi di circa 400-500 €/kW per potenze fino a circa 10-20 kW e 200-300 €/kW oltre 100 kW
- Costo pellet da 0,15 a 0,4 €/kg

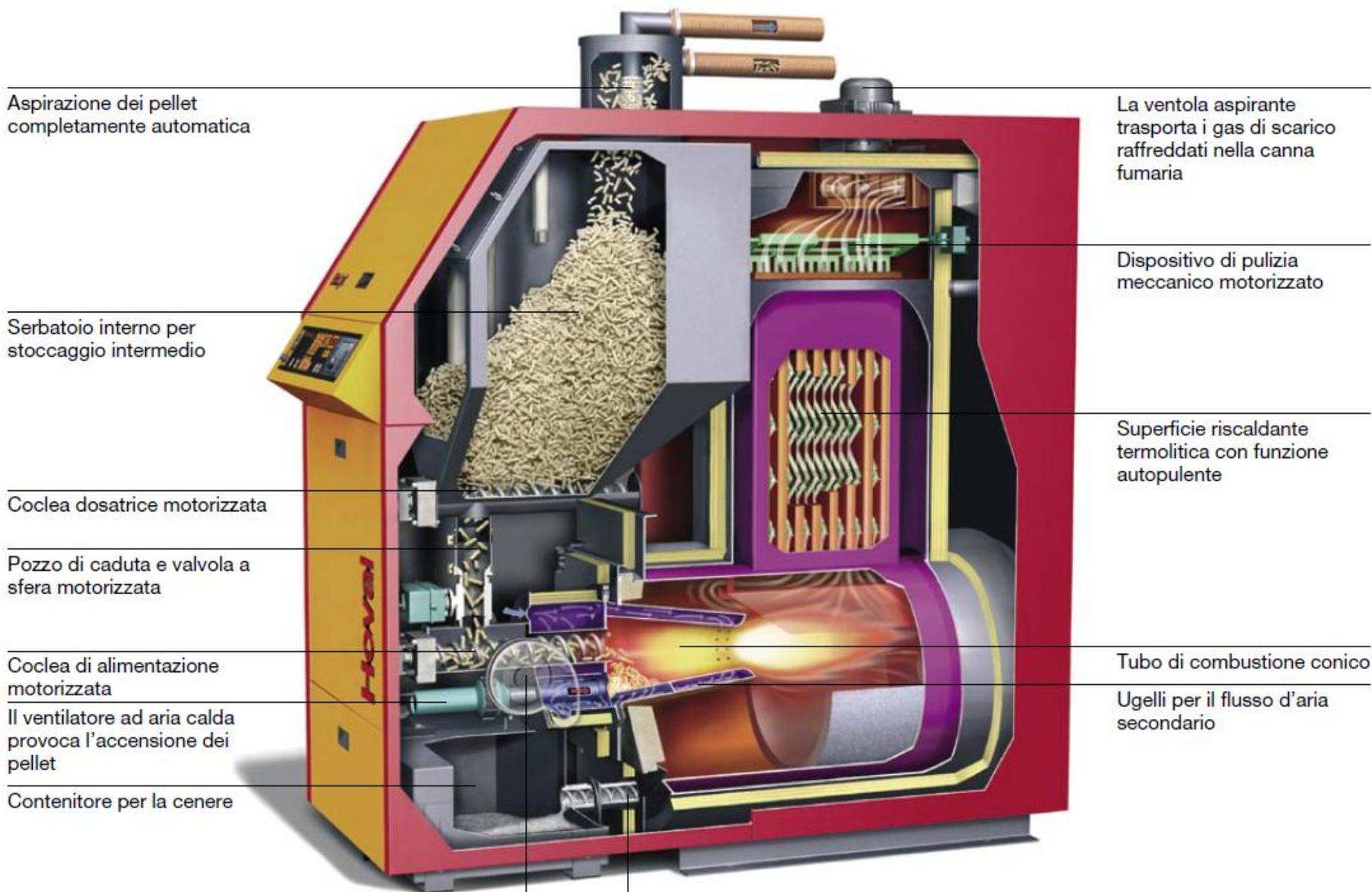
Cippato

- Elevato grado di automazione
- Adatte a sistemi di maggiore dimensione
- Necessità di evitare sovradimensionamenti
- Rendimenti elevati (85-90%)
- Volumi di stoccaggio di circa 120 mc per 1 mese di autonomia per una caldaia da 250 kW
- Costi di circa 200-250 €/kW per potenze fino a circa 100-200 kW e 100-150 €/kW oltre 1000 kW
- Costo cippato da 0,03 a 0,1 €/kg

Ciocchi

- Buon grado di automazione
- Adatte a sistemi di piccola dimensione (da 20 a 100 kW)
- Necessità di evitare sovradimensionamenti
- Rendimenti elevati (85-90%)
- Volumi di stoccaggio di 7-8 mc per 1 mese di autonomia per una caldaia da 25 kW
- Costi di circa 500-600 €/kW per potenze fino a circa 10-20 kW e 200-300 €/kW oltre 100 kW
- Costo legna da 0,10 a 0,15 €/kg

Caldaie a pellet



Caldaie a cippato



Caldaia per solo Edificio A

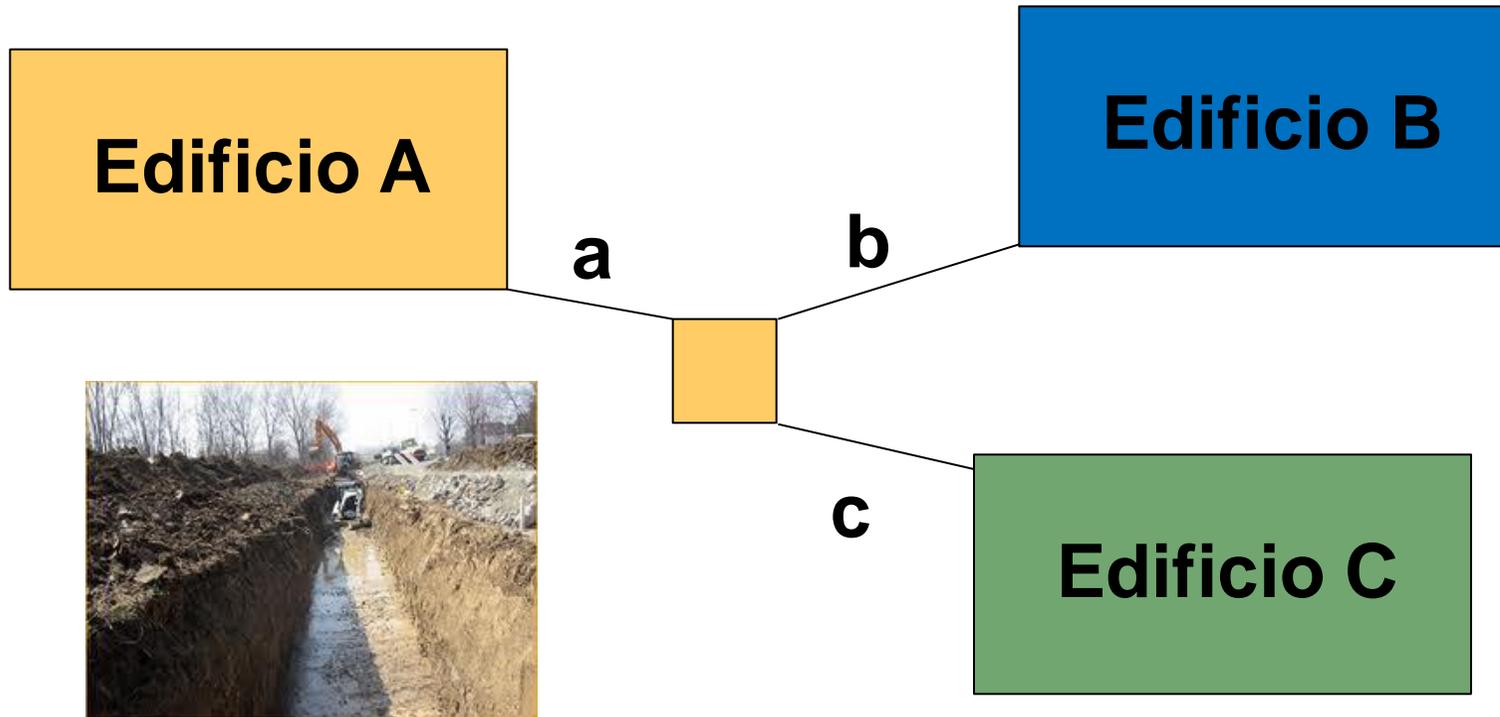
| | Pc (kW) | Pu (kW) | Rend. | Pci (MJ/kg) | cons. (kg/a) | Costo (€/kg) | Spesa (€/a) |
|----------------|---------|---------|-------|-------------|--------------|--------------|-------------|
| Gasolio | 85 | 75 | 88% | 42 | 6500 | 1,75 | 11375 |
| Pellet | 70 | 64,4 | 85% | 17 | 15350 | 0,3 | 4600 |
| Cippato | 75 | 64 | 85% | 12 | 22800 | 0,1 | 2270 |

Edificio A



| | Risp. (€/a) | Caldaia (€) | Acc. (m ³) | PBT (anni) |
|----------------|-------------|-------------|------------------------|------------|
| Pellet | 6775 | 25000 | 23,6 | 3,7 |
| Cippato | 9100 | 35000 | 90,9 | 3,8 |

Impianto di Teleriscaldamento



- ✓ Caldaia da 330 kW, rendimento 87,7%, potenza utile 290 kW, costo 80000 €;
- ✓ Investimento totale: 94000 €
- ✓ Consumo totale cippato 86670 kg/anno



Costo produzione cippato



- ✓ Costi di esbosco da 30 €/t (cantieri con buone condizioni di esbosco) fino a 70 €/t (cantieri con meno buone condizioni);
- ✓ Costo di cippatura dell'ordine di circa 10-15 €/t (con cippatrici da 5-6 t/h, con due operai specializzati);
- ✓ Costi di trasporto dell'ordine di 10-20 €/t entro distanze di circa 20-30 km;
- ✓ Il costo totale di produzione del cippato risulta pertanto dell'ordine di 40-100 €/t (da 4000 a 10000 € per 100 t).

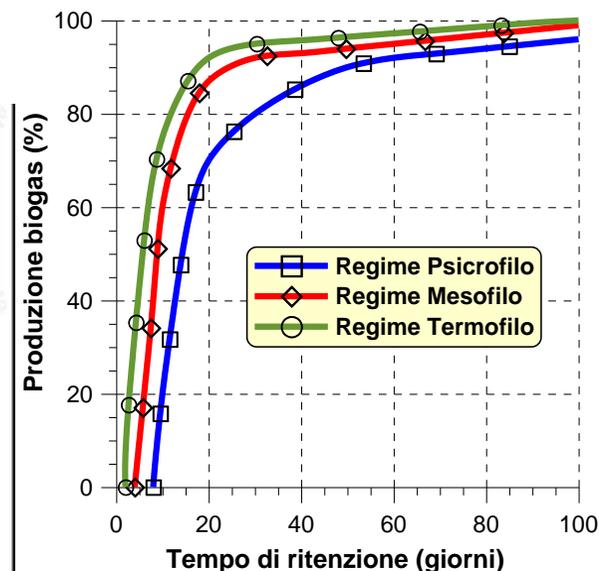


La filiera del biogas

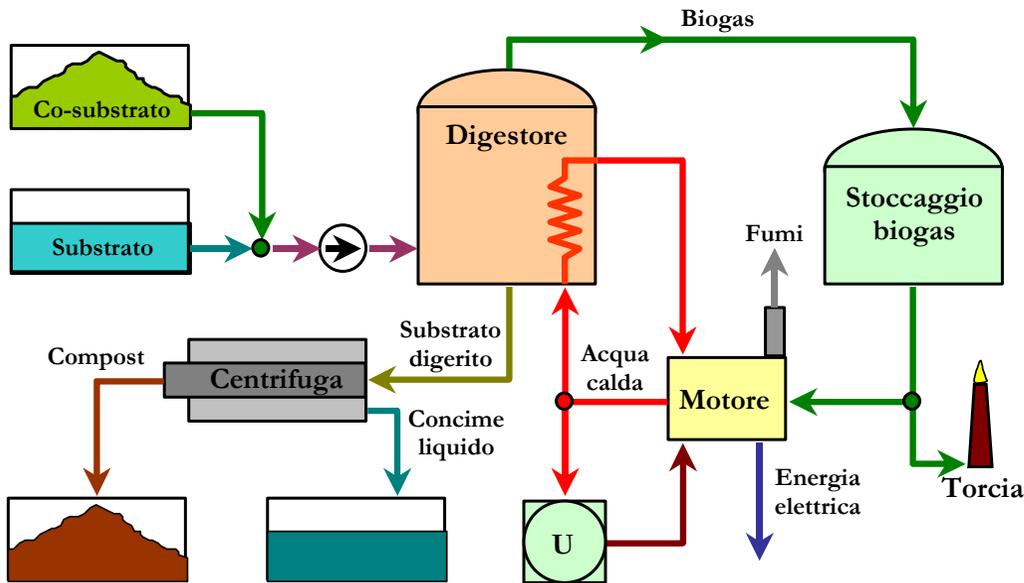


| | Sostanza Secca (%) | Sostanza Organica (% su SS) | Resa biogas (m^3/kg_{sv}) | Tempo ritenuta (giorni) | Tenore CH_4 nel biogas (% vol) |
|-------------------|--------------------|-----------------------------|-------------------------------|-------------------------|----------------------------------|
| Deiezioni suine | 3-10 | 65-85 | 0,30-0,55 | 25-40 | 70-80 |
| Deiezioni bovine | 7-15 | 65-85 | 0,20-0,40 | 20-30 | 55-75 |
| Deiezioni avicole | 10-30 | 70-80 | 0,35-0,60 | > 30 | 60-80 |
| Segatura di legno | 75-85 | 90-95 | 0,35-0,55 | > 100 | 55-75 |
| Grassi animali | 50-90 | 75-95 | 0,6-1,30 | 25 | 70-90 |
| Paglia | 70-80 | 80-90 | 0,35-0,45 | 10-50 | 50-70 |
| Residui vegetali | 10-20 | 65-85 | 0,40-0,70 | 10-30 | 55-80 |
| Mais insilato | 15-40 | 75-95 | 0,50-0,90 | 10-30 | 50-70 |

Tabella 5.10 – Principali caratteristiche di alcuni substrati per digestione anaerobica.



Il biogas da erbacee

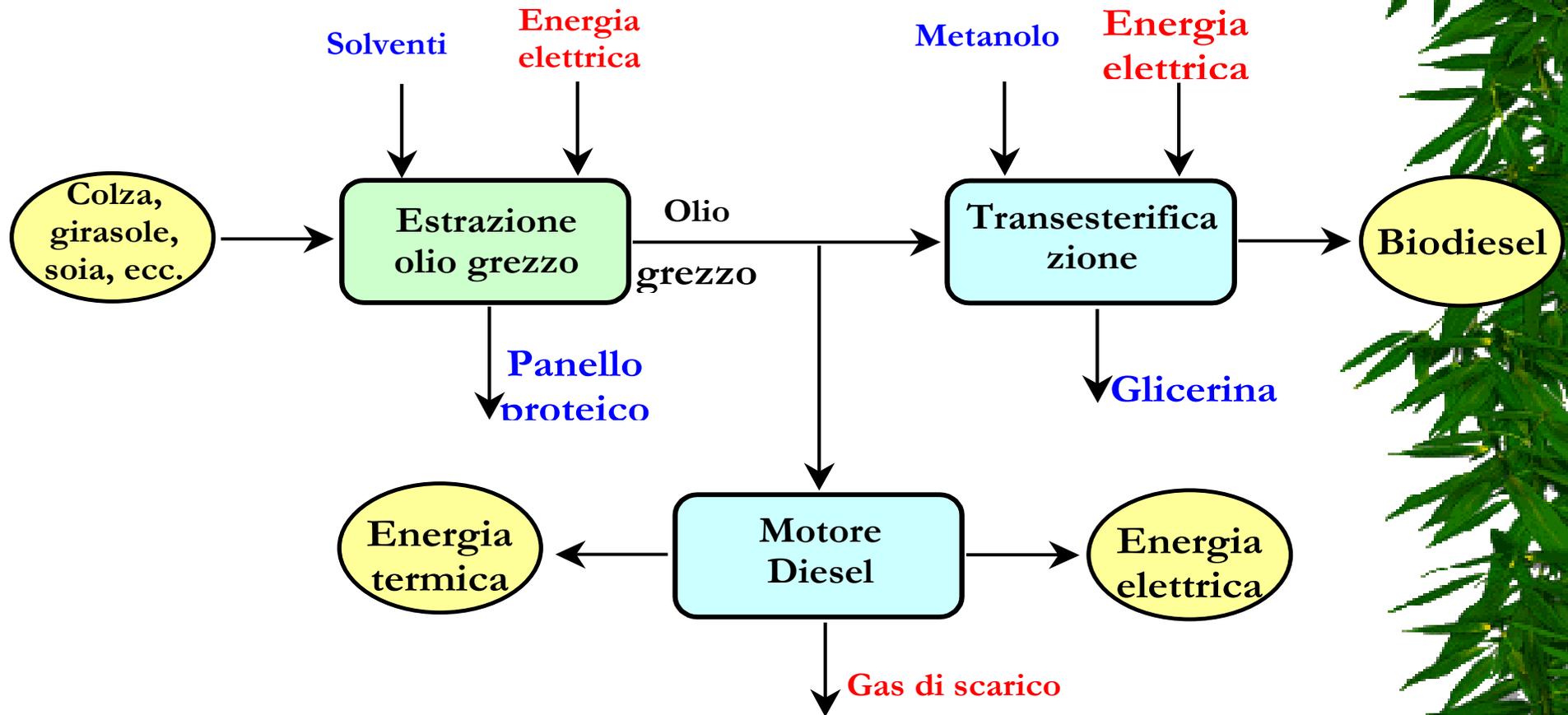


La coltivazione di **300-400 ettari** ad erbacee (mais, sorgo, etc.) può alimentare un impianto da **1 MW** (costo **5 M€**) e produrre **8000-8500 MWh/anno** di energia, con ricavi che grazie agli attuali incentivi sono di circa **2,5 M€/a.**

Dedotte le spese e l'ammortamento, si ha un buon reddito agricolo (**2000-3000 €/ha**) e notevoli ricadute occupazionali sul territorio



La Filiera delle oleaginose



Sardegna - Colza e Girasole



Colza: 1,8 t/ha anno, 3,6 t/ha residui agricoli, 40% olio (720 kg/ha anno)



Girasole: 2,2 t/ha anno, 4,4 t/ha residui agricoli, 40% olio (880 kg/ha anno)



Conclusioni

- ✓ Il criterio della sostenibilità energetica è un fattore discriminante per la scelta della coltivazione energetica in filiera;
- ✓ Le filiere migliori sono quelle corte e che utilizzano la pianta intera e che sostituiscono combustibili fossili di costo elevato;
- ✓ Permangono elementi di criticità sul fronte economico (in particolare per il settore agricolo), soprattutto laddove le rese sul campo sono modeste;

