



***Oltre l'economia minerale:  
le fonti rinnovabili e l'agroalimentare energetico***

***L'economia minerale, l'agroenergia, le nuove fonti rinnovabili:  
eolico, fotovoltaico, solare termico, geotermia, idroelettricità,  
bioenergia, efficienza energetica.***

***L'economia rinnovabile e le prospettive per il settore agroalimentare***

***T. Federico***

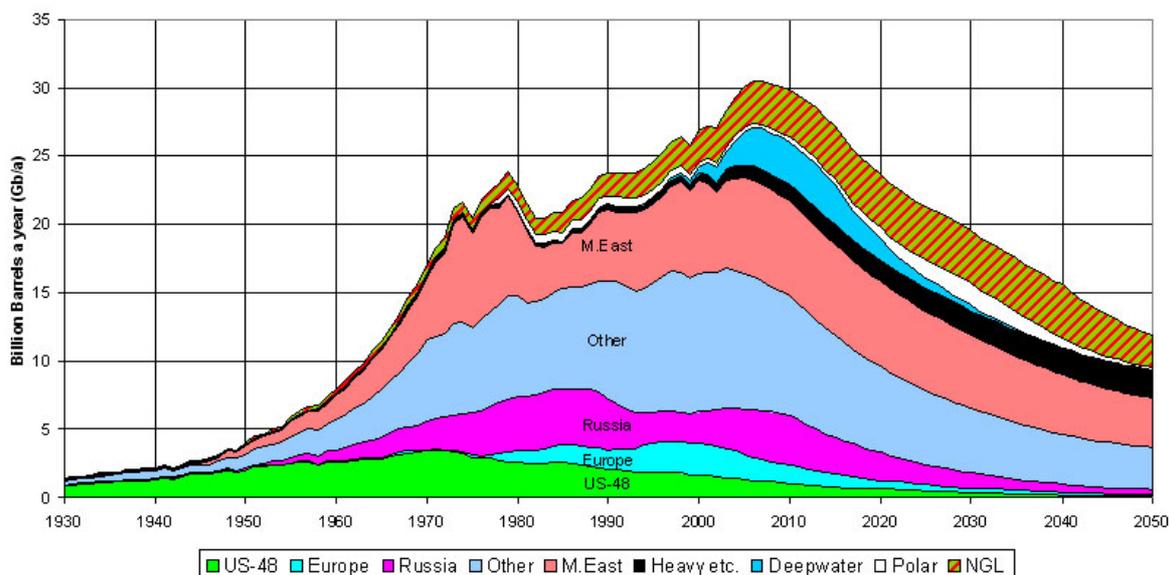
**2006**

## L'ECONOMIA MINERALE<sup>1</sup>

Nella storia l'economia si è sviluppata essenzialmente sulle risorse agricole. Causa e conseguenza della rivoluzione industriale degli ultimi due secoli è stato lo sfruttamento dei combustibili fossili e dei minerali, nell'ordine carbone e petrolio poi uranio, silicio e gas naturale. Questo tipo di risorsa non è tipicamente riutilizzabile né è indefinitamente disponibile.

Il geofisico texano Hubbert, della compagnia petrolifera Shell, dimostrò che la curva di produzione delle risorse non rinnovabili ha una forma a campana nella quale, ad una fase di espansione succede il declino verso lo zero poiché il progressivo esaurimento delle risorse comporta investimenti crescenti per accedere a risorse sempre più costose fino a divenire non più sostenibili e determinare la caduta della produzione. In fig. 1 è rappresentata la ormai famosa curva di Hubbert delle risorse mondiali di petrolio fossile. Le curve delle altre risorse non rinnovabili sono simili ma l'esaurimento avverrà più tardi: il gas naturale e l'uranio raggiungeranno il picco poco oltre la metà del secolo mentre si può parlare di oltre due secoli per il più abbondante carbone.

**Fig. 1 Curva di esaurimento del petrolio mondiale (miliardi di barili per anno)**



Fonte ASPO; Campbell; 2004

Le produzioni agricole hanno invece, in linea di principio, curve di produzione di tipo logistico. Si tratta di produzioni basate sull'energia solare, non esauribile che tendono a stabilizzarsi solo quando tutta la superficie disponibile e tutte le tecnologie di coltivazione sono state sfruttate. Ciò evidentemente a condizione che entrambi i tipi di sfruttamento, cioè i processi agro-industriali, siano sviluppati in maniera sostenibile, senza mettere a repentaglio la risorsa suolo e la risorsa acqua. Si tratta però almeno di una "chance" che dipende dalle scelte e dai comportamenti dell'uomo, che si possono governare.

La figura 2 mette a confronto i due tipi di curve di produzione. Oggi l'umanità è in prossimità del primo importante picco di Hubbert per il petrolio. Con il punto di vista che abbiamo l'apparente abbondanza della produzione mineraria la rende preferibile all'approccio agricolo ma la ricchezza che deriva dalle risorse minerarie è ineluttabilmente effimera.

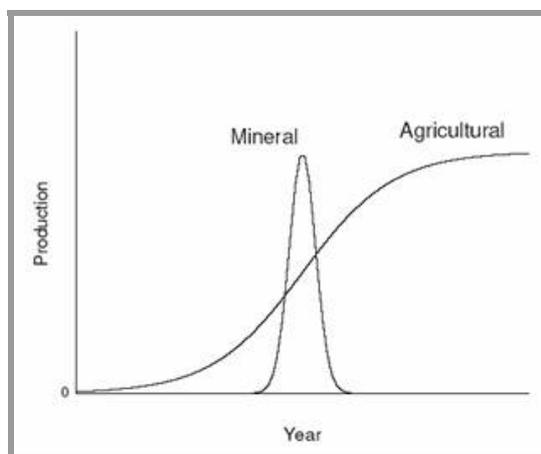
<sup>1</sup> Il termine "Economia minerale" è stato introdotto da U. Bardi

## AGROENERGIA

Definiamo *agroenergia* ogni approccio all'abbandono dell'economia minerale per sostituirla con la produzione costante di risorse energetiche da coltivazioni agricole ovvero direttamente e indirettamente dalla radiazione solare<sup>2</sup>.

Secondo questo concetto, l'economia energetica deve essere del tutto equivalente alla tradizionale economia agricola. In particolare l'agricoltura stessa può produrre parte dell'energia necessaria ai consumi mondiali. Oltre a essere un supporto per l'agricoltura, questa strategia dà alla produzione di energia rinnovabile una dimensione strategica finora assente. Danimarca e Germania hanno inserito la produzione di energia rinnovabile nell'ambito dell'agricoltura dando inizio a uno sviluppo su scala contenuta ma con un grande potenziale di sviluppo fino a livelli significativi per la sostituzione delle energie fossili.

Fig 2. Le curve di produzione dell'economia minerale e dell'economia agricola a confronto



Fonte Bardi; 2004; Dpt. di Chimica; Univ. di Firenze

La possibilità di utilizzare l'energia rinnovabile su grande scala in terreni agricoli dipende in particolare dall'uso possibile dei suoli e dalla risposta alla domanda se non vi sarà competizione tra l'agricoltura tradizionale per la produzione alimentare e gli spazi per l'agroenergia. Vi sono anche questioni altrettanto critiche in materia di costi, di scelte strategiche e di consenso dei cittadini.

Una stima delle future necessità energetiche passa anche per la dinamica demografica mondiale e per la soluzione del problema dell'accesso all'energia ed all'energia elettrica delle quali sono privati due miliardi di persone, come emerso al Summit ONU di Johannesburg. Oggi il consumo totale finale annuale di energia è di  $8.4 \times 10^7$  GWh, meno di un ottavo del quale è energia elettrica. I paesi OCSE, con una popolazione pari al 17% del totale mondiale utilizzano il 53.5% dell'energia totale prodotta.

La quantità di energia solare che raggiunge la terra ogni anno è di  $10^{12}$  GWh, oltre 10.000 volte superiore ai consumi. Le terre emerse ne ricevono meno di un terzo. La radiazione solare in aree popolate del pianeta va da un minimo di  $900 \text{ kWh/m}^2 \cdot \text{anno}$  in Europa del

<sup>2</sup> In senso stretto petrolio e gas sono di origine solare, pur se millenaria. I tempi lunghi di ricostituzione degli *stock* fossili ne assimilano sfortunatamente l'economia a quella dei minerali. Tra questi ultimi solo l'uranio ha dato per breve tempo l'illusione di poter essere tecnologicamente trasformato in plutonio, un elemento inesistente in natura, con guadagno di energia (reattori nucleari veloci autofertilizzanti). La fusione nucleare, frutto di tecnologie in perenne fase di ricerca, permetterebbe invece di sfruttare l'idrogeno dell'acqua, praticamente inesauribile, con le stesse reazioni nucleari che avvengono nel sole. La questione energetica sarebbe così definitivamente risolta.

Nord, fino a valori dell'ordine di 2200 kWh/ m<sup>2</sup>-anno nelle regioni subtropicali, in media 1500 kWh/ m<sup>2</sup>-anno, ridotta a 1200 kWh/ m<sup>2</sup>-anno in media per i paesi OCSE. Vento e moto ondoso ne assorbono una piccola parte. All'energia solare va attribuita la biomassa che si produce annualmente per agricoltura e per sviluppo naturale che provvede anche alle esigenze energetiche del metabolismo umano (Tabella 1).

**Tab. 1. Produzione e consumi globali di energia e biomassa**

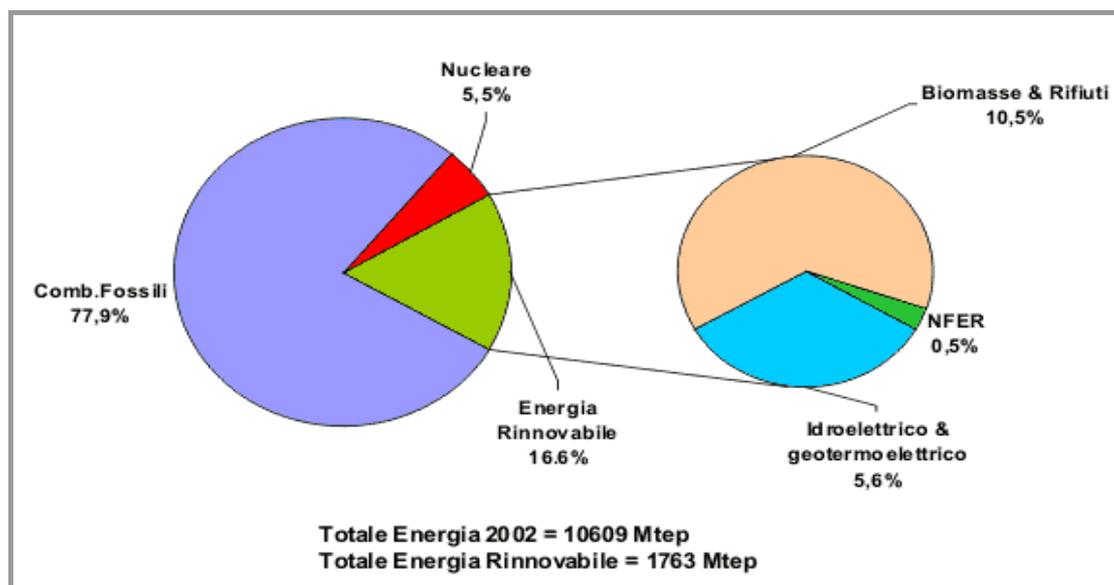
Tipo di Energia	GWh/anno
Totale consumo finale di energia (TFC)	$8 \times 10^7$
Richiesta metabolica umana totale	$5 \times 10^6$
Potenza elettrica mondiale generata	$10^7$
Energia solare che arriva sulla superficie emersa	$3 \times 10^{11}$
Energia solare che arriva sulla superficie totale	$10^{12}$
Ammontare totale di biomassa prodotta in energia equivalente	$10^9$

Fonte Bardi; 2004; Dpt. di Chimica; Univ. di Firenze

Lo stesso dato viene replicato in Tabella 2 sotto forma di equivalente in petrolio (Mtep: Milioni di tonnellate eq.) raffrontato con i dati del consumo di energia da fonti fossili e rinnovabili.

**Tab.2. e Fig. 3 Consumo mondiale di energia primaria nel 2002**

Fonte energetica primaria	Energia prodotta nel 2002	Energia equivalente al petrolio (Mtep)	Percento
Combustibili fossili <sup>1</sup>	8261 Mtep	8261	77.9%
Nucleare <sup>2</sup>	2660 TWh	585 <sup>3</sup>	5.5%
Idro-geotermoelettrico <sup>2</sup>	2676 TWh	589 <sup>3</sup>	5.5%
Biomasse & Rifiuti	1119 Mtep	1119	10.5%
NFER <sup>4</sup>	251 TWh	55 <sup>3</sup>	0.52%
Totale rinnovabili		1763	16.6%
<b>TOTALE ENERGIA</b>		<b>10609</b>	<b>100%</b>



Fonte: Amici della terra da: <sup>1</sup>BP; Statistical Review of World Energy; 2004; <sup>2</sup>IEA; Key World Energy Statistics; 2004; <sup>3</sup>(1TWh = 0.22 Mtep); <sup>4</sup>IEA; World Energy Outlook; 2004

Le tecnologie di trasformazione dell'energia solare in energia elettrica sono assai diversificate. A titolo esempio i pannelli solari hanno un'efficienza di conversione in rapido aumento, stimabile ad oggi tra il 5 e il 20% ed oltre. Nella media possono produrre intorno ai 200 kWh per metro quadro ogni anno. La bassa efficienza della fotosintesi clorofilliana (0,1% secondo molti pareri) consente produzioni elettriche da biomassa dell'ordine di un kWh m<sup>2</sup>-anno ma ne consente altri tipi di usi energetici per riscaldamento ed autotrazione, in particolare la produzione di combustibili liquidi, indispensabili per i trasporti.

A partire da queste considerazioni, è possibile calcolare in modo del tutto grossolano quanto territorio è necessario per la produzione di agroenergia da varie fonti. Il rapporto va fatto con la superficie coltivata a fini alimentari, stimata in 50 milioni di km<sup>2</sup>. Si calcola (Bardi) che con i pannelli solari si impegnerebbe lo 0,2% del terreno a coltivazione per il solo consumo elettrico (1,5% per i consumi totali), lo 0,003% con l'eolico (0,03%) e il 21% con le biomasse (più del 100% per tutta l'energia).

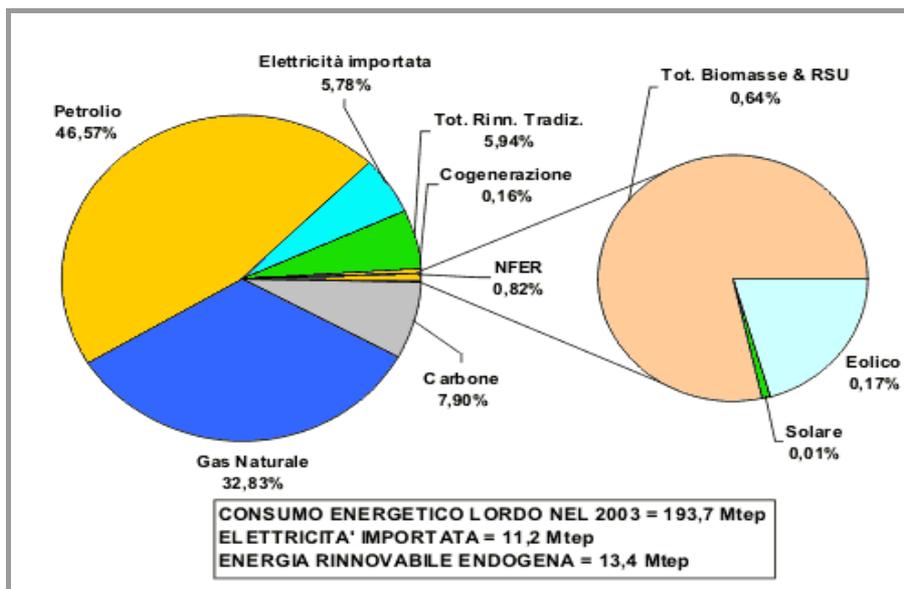
### Le fonti rinnovabili in Italia

Il contributo delle fonti rinnovabili al bilancio energetico nazionale è inferiore a 14 Mtep nel 2002. Seppure dal 1995 l'energia prodotta dalle nuove fonti rinnovabili è più che raddoppiata, la quota delle fonti rinnovabili sull'offerta totale di energia primaria è cresciuta marginalmente. La produzione di energia da fonti rinnovabili, valutata in equivalente fossile sostituito, mette in evidenza il contributo preponderante dell'idroelettrico tradizionale. Il contributo di biocombustibili, biogas, energia solare ed eolica copre una quota pari solo al 3%. L'energia elettrica è prodotta per l'82,5% da impianti idroelettrici e solo per il 7% da nuove fonti rinnovabili (ISES; 2004).

Tab. 3 Energia primaria in Italia nel 2003

Fonte primaria	Energia consumata nel 2003	Energia equivalente al petrolio (Mtep)	Quota percentuale (%)
Carbone	15.3 Mtep	15.3	7.90
Gas Naturale	63.6 Mtep	63.6	32.83
Petrolio	90.2 Mtep	90.2	46.57
Elettricità importata	50.9 TWh	11.2	5.78
<i>Fonti rinnovabili tradizionali:</i>			
• Idroelettrico	36.67 TWh	8.068	
• Geotermoelettrico	5.341 TWh	1.175	
• Geotermico	8916 TJ	0.213	
• Legna da ardere	85655 TJ	2.047	
<b>Totale energia rinnovabile tradizionale</b>		<b>11.503</b>	<b>5.94</b>
<i>Nuove rinnovabili</i>			
• Eolico	1.458 TWh	0.321	
• Solare fotovoltaico	0.023 TWh	0.005	
• Biomasse (elettricità)	4.493 TWh	0.988	
• Solare termico	673 TJ	0.016	
• Biomasse usi termici	3425 TJ	0.082	
• Biocombustibili	0.177 Mtep	0.177	
<b>Totale nuove rinnovabili</b>		<b>1.589</b>	<b>0.82</b>
Cogenerazione	12752 TJ	0.305	0.16
<b>Totale energia rinnovabile e cogenerazione</b>		<b>13.397</b>	<b>6.92</b>
<b>TOTALE ENERGIA</b>		<b>193.7<sup>1</sup></b>	<b>100</b>

Fig. 4 Consumi energetici primari in Italia nel 2003

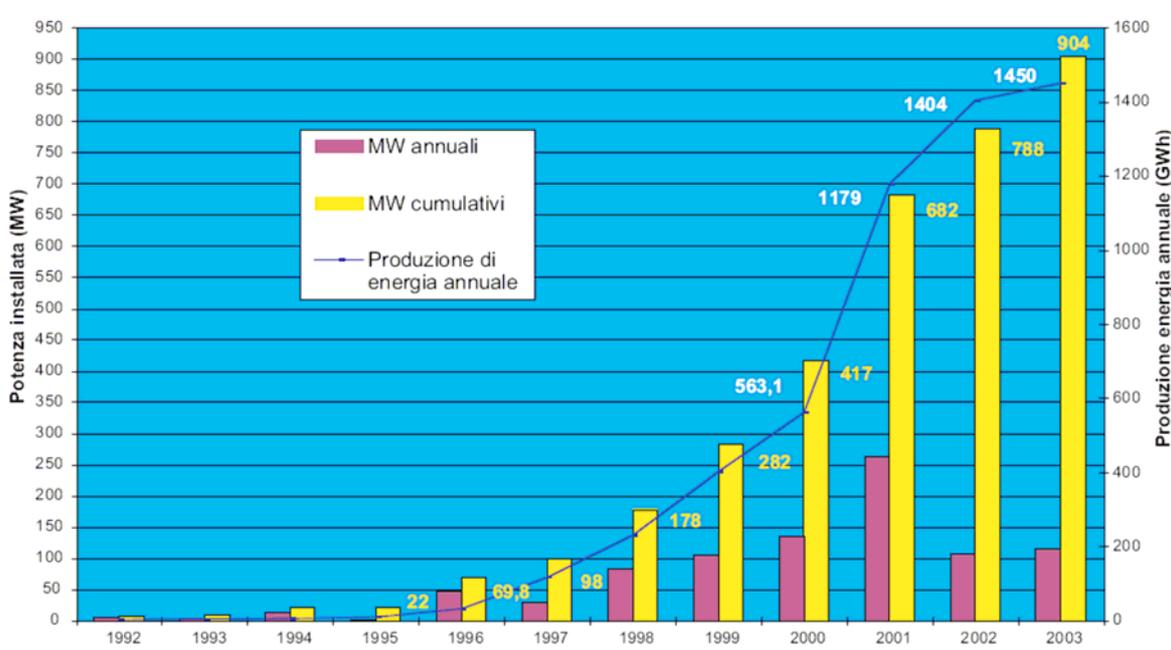


<sup>1</sup>Il dato differisce leggermente da quello ufficiale per la presenza del contributo della legna  
 Fonte: ENEA; Energia e Ambiente; 2004

### Eolico

Nel 2003 è stata installata una potenza eolica di 116 MW che portano la potenza totale dell'eolico a 904 MW ed a 1500 aerogeneratori. Nel 2003 hanno prodotto circa 1,4 miliardi di kWh, ma con una potenzialità annuale vicina a 1,7 - 1,8 miliardi di kWh. L'Italia è così in quarta posizione a livello europeo, ma è molto distante da Germania e Spagna con una crescita del 15%, inferiore alla media europea. Per raggiungere l'obiettivo minimo del Libro Bianco italiano (2.500 MW al 2010) sarebbe necessaria una crescita media annuale del 16% circa. Le Regioni in cui è presente più potenza eolica sono: Campania (264,8 MW), Puglia (221,4), Sardegna (121,8), Abruzzo (108), Basilicata (74,9) e Sicilia (61,1).

Fig. 5. Produzione di energia eolica in Italia nel 2003



Fonte: ENEA

## Fotovoltaico

L'Italia è uno dei pochi paesi in controtendenza in cui il fotovoltaico dal 1995 al 2001 non cresce. Gli impianti, a parte la centrale di Serre in Campania di 3,3 MW si trovano in poche abitazioni isolate. Sarebbero stati previsti per il 2003 5.000 impianti per circa 20 MW di potenza e 300 MW al 2010 (Libro Bianco). Nonostante la miseria delle cifre l'Italia è al 4° posto per installato nell'Unione Europea e al 7° posto a livello mondiale (ISES; 2004).

Per il rilancio duraturo del fotovoltaico un ruolo molto importante sarà svolto dal nuovo meccanismo di incentivazione della produzione elettrica, il cosiddetto *Conto Energia*, già delineato con l'approvazione del Dlgs n. 387/2004, in attuazione della Direttiva europea 2001/77/CE.

La tecnologia di produzione delle celle fotovoltaiche, che impiega il silicio mono e policristallino, è attualmente la più affidabile sia per impianti di piccola taglia per utenza domestica, sia per centrali di media e grande taglia diffuse sul territorio. Questa dote di grande affidabilità è legata soprattutto alle caratteristiche fisiche del silicio ed alla sua stabilità nel tempo. Le celle fotovoltaiche incapsulate nei moduli evidenziano 25 anni di funzionamento ininterrotto e le previsioni lasciano intendere che una vita di 30 anni è altamente probabile (Coiante). L'efficienza ha raggiunto in laboratorio il 24.7% nel silicio monocristallino ed il 19.8% in quello policristallino. Sono in commercio moduli con efficienza del 15% e sono annunciati sul mercato a breve moduli con efficienza del 18%.

In Italia il settore manifatturiero fotovoltaico è costituito da 40 aziende, con un totale di circa 750 addetti, un numero modesto, se confrontato con i 6.000 addetti del mercato tedesco ed i 16.000 di quello giapponese.

Nel mondo spicca il Giappone con 950 MW installati in totale e la Germania con 398 MW. La metà della produzione totale di celle è in Giappone; un quarto del mercato è della giapponese Sharp che nel 2003 ha prodotto celle per una potenza pari a 197,9 MW. L'incremento annuale della produzione mondiale nel 2003 è stato del 36%. Le industrie sono passate da 43 nel 2000 a 64 nel 2003, ma le prime 10 compagnie detengono l'84,7% del mercato mondiale. La quota delle celle policristalline è cresciuta anche nel 2003 (56,3% sul totale), mentre il monocristallino ha il 33,2%; in diminuzione il silicio amorfo, con un 4,5% del totale (ISES; 2004).



**Fig. 6. La centrale ENEL di Serre**

È la più grande centrale fotovoltaica operante al mondo; si sviluppa su 5,5 ha con 26.500 mq di pannelli installati (124,5 w/mq).

Nove sezioni sono fisse mentre la decima varia automaticamente la propria inclinazione in modo da trovarsi sempre nella posizione ottimale per raccogliere il massimo di luce dal sole nell'arco della giornata.

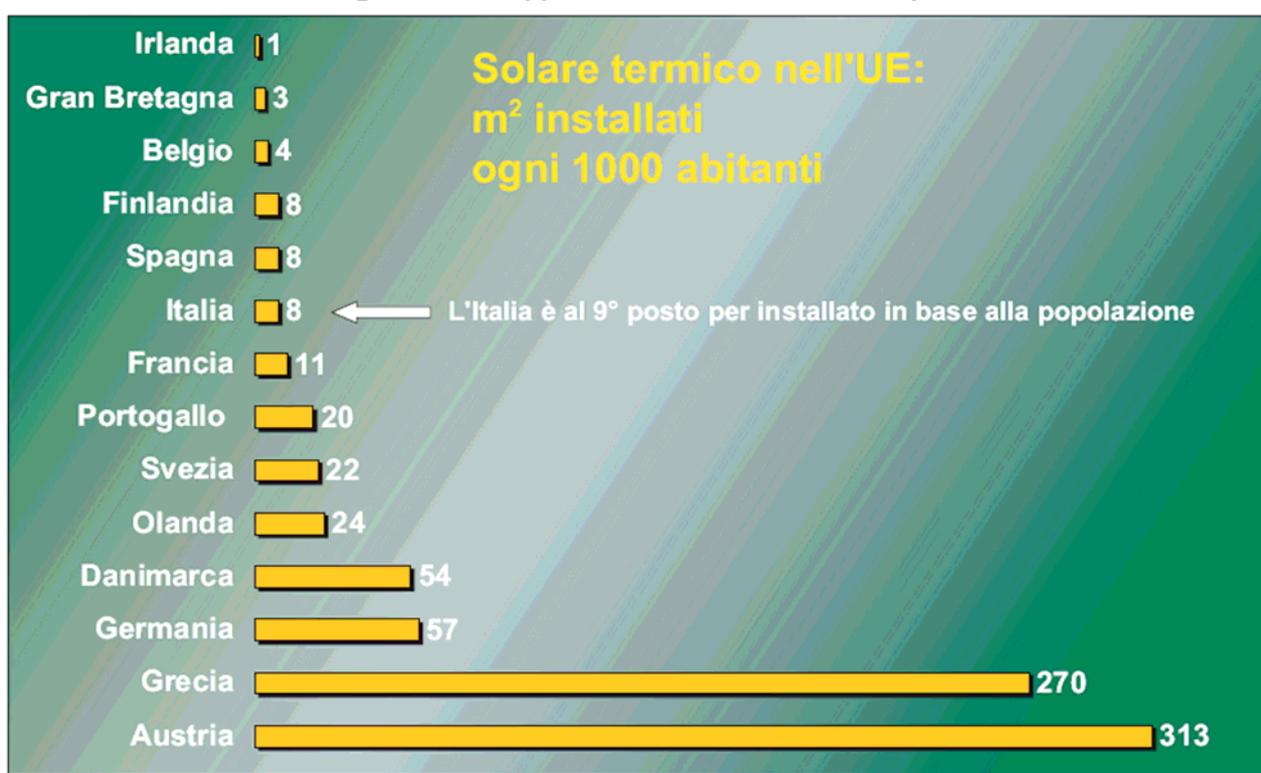
Fonte ENEL

## Solare termico

Il solare termico è cresciuto del 25% nel 2003. L'installato, che è di circa 470.000 metri quadrati, appena il doppio di cinque anni prima, è realizzato dalla Germania in un solo anno.

Il settore commerciale e industriale in Italia, ancora molto artigianale, è costituito da 50-60 distributori di impianti solari termici. I 18 produttori nazionali coprono, oggi, circa il 30% delle vendite annuali. Gli obiettivi prevedono un target di 3 milioni di m<sup>2</sup> di collettori solari installati entro il 2010 con una crescita media annuale del 30-35%, più del doppio di quella registrata.

Fig. 7. Lo sviluppo del solare termico in Europa



Fonte ISES Italia; 2004

## Energia geotermica

Vulcani, soffioni boraciferi e sorgenti termominerali fanno dell'Italia un paese ricco di questa risorsa. Abbiamo più di 30 centrali con 860 MW che nel 2002 hanno prodotto 4,7 miliardi di kWh: 1,5% dei consumi elettrici del paese ed il 9% di tutta la produzione elettrica da fonti rinnovabili.

L'energia geotermica è utilizzata in 80 paesi per 8356 MW, (+22,3% rispetto al 1995). Nell'Unione Europea la potenza installata di 883 MW è quasi tutta italiana.

La produzione di calore diretta mediante sfruttamento delle acque calde a bassa temperatura è stimata in 680 MWt. Il calore è utilizzato per il riscaldamento degli edifici, per usi termali, per le serre, per i processi industriali e per l'orticoltura ed in vari impianti di teleriscaldamento tra i quali quelli di Ferrara (14.000 appartamenti) Pomarance e Bagno di Romagna. In Europa la capacità geotermica installata è di 1.050MWt (Italia e Francia): Interessante la produzione di calore a bassissima temperatura con l'utilizzo delle *pompe di calore geotermiche*, oltre 355 mila installate nell'UE15, in gran parte in Svezia.

### Il piccolo idroelettrico

Per i danni apportati al territorio ed i rischi di tipo ambientale e sociale l'idroelettrico di grande taglia che utilizza i bacini artificiali e le dighe non può essere considerato rinnovabile.

Al contrario turbine idrauliche di piccola taglia che operano sui corsi d'acqua e sui cosiddetti piccoli salti si stanno diffondendo come alternativa rinnovabile importante e come strumento di governo del territorio agricolo montano e collinare. In Europa esistono 14.000 impianti di questo tipo che sono convenzionalmente quelli con potenza inferiore ai 10 MW; l'Italia ha circa 2.250 MW di *piccolo idro*.

Tra il 1995 e il 2002, la potenza totale installata, piccolo + grande idro è aumentata in Italia del 4,3%, passando da 16.055 MW a 16.740 MW con 1.930 impianti. La risorsa idroelettrica contribuisce con il 15,4% alla produzione di elettricità ed è pertanto la maggiore risorsa interna. Tra il 1995 e il 2002, la produzione è passata da 37.781 GWh a 42.500 GWh.

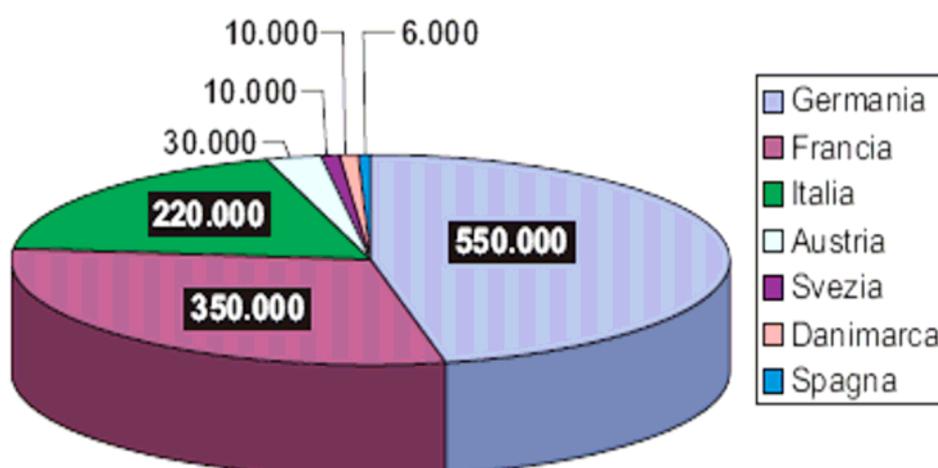
### La bioenergia

Il consumo italiano di energia da biomassa, principalmente legnosa, è di 5 Mtep. Il 90% è convertito in energia termica, il 9%, 2 TWh/anno, in energia elettrica e l'1% è utilizzato per i biocombustibili, biodiesel e biogas. La legna rappresenta il 27% dell'energia ricavata da fonti rinnovabili, pari a 4,9 Mtep nel 2002, compresa la legna da ardere usata nelle abitazioni per il riscaldamento (ENEA) per circa 3,6 Mtep. 4,5 milioni di famiglie italiane consumano almeno 30 quintali di legno all'anno per un totale compreso tra 16 ed i 20 Mt/anno in totale (ISES; 2004) con dispositivi per lo più di basso livello tecnologico e poco efficienti.

La biomassa legnosa per la produzione di energia elettrica è meno del 10%. Nel 2002 i 30 impianti in rete con potenza totale di 225 MW hanno prodotto circa 850 GWh ed in parte anche calore. Il consumo di legna e assimilati è stato stimato intorno a 1 Mt. Nel 2002 l'elettricità prodotta da biogas da rifiuti organici in discarica è pari circa a 665 GWh.

L'impianto di *Minworth* in UK tratta le acque reflue mediante digestione anaerobica che dà per sottoprodotto 75.000 m<sup>3</sup> di biogas che aziona cinque generatori da 1,5 MW. Il calore di risulta alimenta il processo di purificazione biochimica. L'energia elettrica prodotta serve un distretto di 1,3 milioni di abitanti ed esporta ancora il 12% di energia sulla rete elettrica inglese. La tab. 4 e la fig. 8 consentono il raffronto tra i paesi europei.

Fig. 8. I produttori di biodiesel in Europa



Tab. 4. Energia primaria da legna in Europa (Mtep)

	Produzione 2001	Produzione 2002	Crescita %
Francia	9,14	8,48	-7,2
Germania	6,80	8,00	17,6
Svezia	7,63	7,86	3,0
Finlandia	6,50	6,40	-1,5
Spagna	3,67	3,89	6,0
Austria	2,84	3,01	6,0
Portogallo	1,88	1,90	1,1
Italia	1,52	1,46	-3,9
Grecia	0,94	0,94	0,0
Danimarca	0,76	0,81	7,0
Gran Bretagna	0,47	0,47	0,0
Olanda	0,32	0,40	25,0
Belgio	0,27	0,28	3,7
Irlanda	0,15	0,15	0,0
Lussemburgo	0,01	0,01	0,0
<b>TOTALE UE15</b>	<b>42,90</b>	<b>44,06</b>	<b>2,7</b>

Fonte EurObserver 2003; Assobiodiesel

### **L'efficienza energetica**

È stato sottolineato quanto un kW risparmiato abbia costi nettamente minori di un chilowattora prodotto, persino escludendo i costi ambientali e sociali esterni causati dall'impianto. A livello europeo è di imminente approvazione una serie di direttive volte al contenimento della domanda energetica. La direttiva 2002/91/CE, sull'efficienza energetica degli edifici, è stata recentemente recepita dall'Italia con il Dlgs 192/2005 che fissa standard minimi accettabili ma con sanzioni amministrative del tutto inadeguate.

Con opportune misure di risparmio è possibile ridurre ogni anno la domanda energetica di almeno il 2% per il settore privato e del 3% per il settore pubblico. Il settore residenziale in Italia mostra potenziali di risparmio energetico fino al 50% con notevoli benefici ambientali ed economici. I principali ambiti di intervento per l'applicazione della risorsa *efficienza* sono la razionalizzazione degli impianti esistenti, la architettura bioecologica e il solare passivo, gli interventi sulla coibentazione dell'involucro che riducono il carico del condizionamento estivo, l'uso di materiali a bassa energia inglobata, l'obbligo del certificato energetico per edifici pubblici, la pianificazione urbanistica sostenibile, la promozione di elettrodomestici efficienti e la rottamazione di quelli inefficienti, la micro-generazione e la rigenerazione.

### **L'ECONOMIA RINNOVABILE**

È fuori discussione che l'economia prossima ventura sarà sostenibile e rinnovabile, oppure non sarà. Ciò dovrà valere prioritariamente per l'energia ed i trasporti che per ora sono quasi completamente dominati dall'uso di risorse fossili e minerali.

Le implicazioni di una affermazione come questa sono realmente imponenti poiché prefigurano una serie di transizioni sostanziali in materia di tecnologie industriali, di livelli occupazionali, di stili di vita, di ordinamenti sociali e di rapporti internazionali.

Abbiamo scelto l'agricoltura come paradigma di questo nuovo tipo di economia perché dalle tradizioni e dalla cultura agricola si possono derivare gli insegnamenti necessari per il nuovo modello di economia. Tendenzialmente al ciclo produttivo di tipo industriale, lineare

ed aperto, che assorbe risorse e produce rifiuti ed inquinamento, dovrà essere sostituito un nuovo tipo di ciclo, circolare e chiuso, che assorbe soltanto energia solare e minimizza gli apporti di risorse materiali, i residui inquinanti e i rifiuti.

L'economia rinnovabile o agroeconomia è dunque composta di segmenti di filiera integrati in un ciclo che si alimenta di risorse naturali, diversificate, non esauribili, spesso a carattere locale, raramente di importazione. Questa economia produce non solo servizi energetici, elettricità, calore e freddo, ma anche prodotti stoccabili, non diversamente dall'agricoltura tradizionale. Si tratta di combustibili liquidi, di biogas e, in prospettiva, di nuovi vettori energetici come l'*idrogeno*, un gas che in natura non esiste isolato, che può essere prodotto da molte fonti, oggi fossili, in seguito rinnovabili ed anche dai residui agricoli e che potrà essere gestito né più né meno di come oggi si gestisce il gas naturale.

La produzione di beni e servizi rinnovabili sarebbe scevra da inquinanti e priva di emissioni di gas serra, responsabili del *cambiamento climatico* in atto dovuto alla accumulazione in atmosfera di anidride carbonica, metano ed altri refluvi gassosi di origine antropica, contenenti carbonio che l'ecosistema globale terrestre e marino non è ormai più in grado di metabolizzare. Si potrebbe osservare che per la natura transitoria dell'economia fossile la fase delle emissioni serra massicce è destinata ad esaurirsi contemporaneamente all'esaurimento delle materie prime. Sfortunatamente i ritmi di accumulo del carbonio in atmosfera sono *già oggi* tali da far prevedere che le concentrazioni possano arrivare a livelli più che doppi rispetto a quelli naturali pre-industriali. Ciò farà aumentare la temperatura media terrestre di molti gradi centigradi e determinerà un periodo lungo di forti e pericolose instabilità climatiche. Per di più le molecole carboniose tendono a persistere in atmosfera per 150 anni e più dopo l'emissione perpetuando il danno climatico e gli effetti connessi per molte generazioni.

Come si sa nel 1997 è stato raggiunto a Kyoto un accordo negoziale (il Protocollo) che è finalmente diventato obbligo internazionale nel 2005. Fu negoziato per fermare le emissioni serra dei paesi grandi consumatori di energia ma non avrebbe potuto avere da solo la forza di fermare il cambiamento climatico. Il Protocollo andava inteso come una grande prova di *governance* internazionale multilaterale indirizzata a mitigare uno tra i più gravi squilibri del modello di sviluppo industriale<sup>3</sup>. È noto che l'ostilità degli USA e dell'Australia al Protocollo di Kyoto e l'impressionante crescita della domanda di energia da parte delle economie indo-cinesi lasciano prevedere molte e gravi difficoltà sulla strada del successo di questa iniziativa.

Lo sviluppo delle fonti rinnovabili e dell'agroenergia è universalmente considerato una delle chiavi strategiche anche per l'acquisizione della stabilità climatica. La produzione agricola di gas, di liquidi e di solidi combustibili è scevra infatti da produzioni nette di carbonio perché il ciclo della produzione (per fotosintesi) e del consumo (per combustione) ha un bilancio nullo in termini di emissioni di carbonio. L'idrogeno inoltre, di qualsiasi origine, produce soltanto acqua sia se viene bruciato nei motori e nelle turbine sia se viene utilizzato dalle celle chimiche a combustibile per produrre elettricità per la trazione degli autoveicoli.

L'Unione Europea è in prima linea sulla strada dell'innovazione energetica. La Direttiva EU E-FER prevede per il 2010 un target del 12% di quota rinnovabile dei consumi energetici primari totali e il 21% di elettricità da questo tipo di fonti. La Commissione valuta che questo obiettivo ha un potenziale occupazionale molto rilevante e pari a mezzo milione di

---

<sup>3</sup> Non la prima. Il Protocollo di Montreal per la difesa della fascia dell'ozono ha già avuto successo ed ha raggiunto gli scopi programmati.

nuovi posti di lavoro al raggiungimento del target. L'obiettivo al 2010 è molto meno del necessario per una vera transizione oltre l'economia fossile e minerale. L'occupazione potrà svilupparsi pertanto a livelli molto superiori. Nel settore agricolo ed alimentare cresceranno per le produzioni *non food* le competenze e le specializzazioni poiché secondo la concezione che va sotto il nome di *multifunzionalità* ogni operatore sarà al medesimo tempo coltivatore di alimenti e produttore di energia, proteggerà il territorio e preserverà l'ambiente, la natura e la biodiversità.

Ma i problemi non mancano.

Potrà sorprendere ma, accanto ai problemi legati al relativo ritardo delle tecnologie rinnovabili, alla scarsità di materie prime come il silicio per i pannelli solari, alla rarità di risorse naturali come il vento ed i corsi d'acqua, ai costi molto spesso non ancora competitivi con le tecnologie del fossile, si aggiunge al problema del consenso.

Non v'è evidentemente consenso da parte delle compagnie che vendono uranio petrolio e gas, ostili alle nuove fonti. Non vi è consenso da parte degli operatori tecnici delle reti di distribuzione dell'energia, ostili al modello diffuso della produzione di energia. Nemmeno l'opinione pubblica vede necessariamente con benevolenza queste nuove fonti e queste altre infrastrutture che gravano sul territorio, solo perché buone o rinnovabili. Sia d'esempio la vicenda della ferrovia della Valsusa. Anzi proprio per il loro carattere diffuso e per le dimensioni importanti dell'occupazione di territorio le fonti rinnovabili possono alimentare opposizioni a carattere locale, non sempre e non del tutto irragionevoli, specialmente quando si determinano evidenti violazioni dell'integrità del territorio e del paesaggio.

In questa chiave qualcuno dice non a torto che *la risorsa energetica più importante è il consenso*. Questa non è certo la minore delle questioni che restituiscono centralità alle parti sociali in un tipo di economia che vede la negoziazione come parte integrante di un modello di sviluppo che, per essere nuovo e rinnovabile, deve essere anzitutto consapevole e partecipato.

#### **SCHEDA: IMPIANTO FOTOVOLTAICO PER UNA SERRA AGRICOLA TIPO**

*Il recente decreto ministeriale del 18 luglio 2005 introduce l'incentivazione per il fotovoltaico in "conto energia". Gli incentivi sono validi per un periodo di 20 anni, inoltre a tali incentivi possono accedere soltanto impianti di potenza nominale non superiore a 1000 kW. Per impianti di potenza inferiore a 20kW l'incentivo è di 44,5 c€/kWh con la formule dello "scambio sul posto"; tra 20 kW e 50 kW, si pagano 46 c€/kWh; per gli impianti tra 50 kW e 1000 kW, l'incentivo è contrattato con un minimo di 49 c€/kWh. Il valore dell'energia elettrica sarà dato dai livelli stabiliti nella delibera 34/05 per la regolazione degli impianti rinnovabili, pari a circa 9,5 c€/kWh per gli impianti di taglia compresa tra 20 e 50 kW e di circa 8,5 c€/kWh per quelli di taglia compresa tra 50 e 1000 kW (ENEA;2005).*

Una serra tipo che ospita un impianto di 1.000 m<sup>2</sup> che ha una potenza stimata di 125 kW ca. capace di produrre con l'insolazione dell'Italia meridionale una energia media giornaliera di 575 kWh ed annua di 209.875 kWh.

Con un incentivo di 0,49 € in un anno verranno pagati 102.838,75 € a cui va aggiunto il costo dell'energia risparmiata pari, ad un costo corrisposto di 0.095 €/kWh, a 19.938 € ogni anno.

Da consultazioni delle ditte che producono impianti fotovoltaici si evince che l'installazione del miglior impianto di tale dimensione costa meno di 1 M€. Tale spesa, con tutti i vantaggi economici sopraesposti, verrebbe ammortizzata nell'arco di 8 anni, con la possibilità, quindi, di poter usufruire degli incentivi per altri 12 anni e di non ricorrere per 30 anni all'energia fornita dalla rete elettrica, dato che un impianto fotovoltaico ha questa durata in esercizio dalla sua installazione.

## **LE OPPORTUNITÀ PER IL SETTORE AGROALIMENTARE**

L'interesse verso la bioenergia si è risvegliato alla metà degli anni settanta, con la prima crisi energetica. Per ottenere energia da fonti diverse dalle fossili, come le biomasse, in questo lasso di tempo sono state fatte numerose sperimentazioni. Soltanto in un secondo tempo si è compreso che le biomasse entrano nel ciclo dell'accumulo dell'anidride carbonica in atmosfera con processi a somma zero che, pertanto, possono contribuire al contenimento delle emissioni serra antropogeniche. Una parte del carbonio viene assorbita dal terreno e dalle sue dinamiche ed una quota viene immagazzinata per effetto dell'accrescimento della massa agricola e forestale. È difficile calcolare questi contributi in maniera precisa, ma è certo che la quota di biomassa in crescita destinata alla produzione energetica non contribuisce all'accrescimento delle emissioni.

L'*Intergovernmental Panel on Climate Change* (IPCC), accreditato come fonte scientifica di riferimento per le Nazioni Unite, comunica che *“potrebbe essere ottenuto da biomasse su basi sostenibili”* almeno  $\frac{3}{4}$  della attuale domanda globale di energia. Ciò non vuole però dire che disponiamo della tecnologia e dell'organizzazione per ottenere questi risultati. Allo stato il contributo delle biomasse alla produzione energetica globale è attorno a 1200 - 1500 Mtep, pari al 14% del consumo totale di energia. Tuttavia 2,5 Miliardi di persone, il 40% della popolazione mondiale, dipende per intero dalle biomasse per i necessari consumi energetici, con metodi primitivi che sono spesso gravemente lesivi della salute umana e causa di degrado ambientale.

Per biomassa L'UE intende *“la parte biodegradabile dei prodotti, rifiuti e residui provenienti dall'agricoltura (comprendente sostanze vegetali ed animali) e dalla silvicoltura e dalle industrie connesse, nonché la parte biodegradabile dei rifiuti industriali ed urbani”*.

Le principali colture utilizzate a fini energetici in Italia sono Colza, Girasole, Soia, Ricino, Cartamo, Barbabietola da zucchero, Sorgo zuccherino, Topinambur, Mais, Frumento, Canapa, Discanto, Canna comune, Sorgo da fibra, Cardo, Panico, Robinia, Ginestra, Eucalipto, Salice, Pioppo. Le coltivazioni di queste varietà per fini *non food* impegnano 22.500 ha, mezzo millesimo della SAU (ISTAT; 2004). I sottoprodotti dell'agricoltura utilizzati provengono da una serie di attività, sia direttamente dalle lavorazioni agricole, sia dagli utilizzi industriali dei prodotti agricoli, e il loro ammontare equivale potenzialmente a 14,2 Mt per anno.

La produzione di energia da rifiuti organici in Italia, ottenibile dai rifiuti solidi urbani trasformati in olio mediante pirolisi, o da biogas da discarica, consentirebbe, secondo l'ENEA, una potenza elettrica teorica complessiva lorda di 1000 MW, pari ad una buona centrale nucleare.

### **Benefici dell'utilizzo delle biomasse**

L'uso delle biomasse può significare affrancare parzialmente il Paese dai combustibili fossili importati e porsi al riparo dalla salita dei prezzi. La Commissione Europea nel recente Piano d'azione per le biomasse, ne quantifica il contributo in termini di riduzione della dipendenza comunitaria da petrolio e gas importati da Paesi terzi di 6 punti percentuali e di abbattimento di oltre 200 Mt di CO<sub>2</sub>. Da un punto di vista ecologico l'uso delle biomasse porta i seguenti benefici:

- ❑ la quantità di CO<sub>2</sub> emessa è praticamente zero, al netto delle emissioni dovute alle lavorazioni ed al trasporto;
- ❑ non ci sono emissioni di composti solforati in atmosfera, con conseguente riduzione delle piogge acide;
- ❑ le emissioni di particolato sono inferiori ai combustibili fossili;

- ❑ le emissioni di ossidi di azoto non superano di molto quelle dei combustibili fossili;
- ❑ l'utilizzo di questa fonte di energia elimina anche il problema dei residui di lavorazione, in quanto biodegradabili;
- ❑ le biomasse, a determinate condizioni di gestione, sono una fonte non esauribile;
- ❑ grazie alle biomasse si possono sfruttare territori prima abbandonati, per la coltura di piante atte alla creazione di biocombustibili, anche, nella maggior parte dei casi, come mezzo efficace per limitare la perdita di biodiversità, botanica e faunistica.

Il tipo di agricoltura utilizzata per le colture *non food* è tale da permettere di arricchire il terreno di sostanze fertilizzanti senza l'uso di additivi di origine sintetica, i resti delle colture vengono spesso lasciati appositamente sul territorio e la loro degradazione determina un apporto di sostanze nutritive al terreno. La limitata immissione di sostanze di origine sintetica salvaguarda i bacini idrografici e le falde acquifere.

La crescita di una filiera agroenergetica è una opportunità per la creazione di posti di lavoro. Nel nostro Paese creando coltivazioni *non food* a scopo energetico e sfruttando i rifiuti di origine organica, si potrebbero creare circa 90.000 posti di lavoro. Il rapporto ITABIA 2003 asserisce che in Italia circa un milione di ettari di territorio, il 7% della SAU, potrebbe essere utilizzato per colture *non food* per una produzione di 10 Mt annue di biomassa, pari a 4 Mtep /anno, con una produzione energetica di 45 TWh, il 2% circa del fabbisogno totale lordo. La Commissione Europea stima gli impieghi direttamente associati alla filiera dei biocombustibili, sotto forma di differenti e variegate professionalità, tra 0,19 e 0,32 persone-ora per MWh, pertanto in Italia, soltanto con la coltivazione a biomassa del territorio indicato, si verrebbero a creare 90.000 posti di lavoro.

### ***I biocombustibili liquidi***

Le biomasse per trasporto ed autotrazione sono una realtà affermata, sotto forma di bio(m)etanolo, ETBE e biodiesel. A seconda del prodotto e della percentuale utilizzata nelle miscele, fino al 100%, le regolazioni da apportare ai motori sono modeste.

Il bioetanolo non è altro che alcool etilico vegetale che può essere ricavato mediante un processo di fermentazione delle produzioni agricole e forestali ricche di carboidrati e zuccheri quali i cereali, le colture zuccherine, gli amidacei e le vinacce. Le materie prime per la produzione di etanolo possono essere racchiuse nelle seguenti classi:

- ❑ residui di coltivazioni agricole;
- ❑ residui di coltivazioni forestali;
- ❑ eccedenze agricole temporanee ed occasionali;
- ❑ residui di lavorazione delle industrie agrarie e agro - alimentari;
- ❑ materiali zuccherini (canna e barbabietola);
- ❑ materiali amidacei (grano, mais, orzo, sorgo da granella, patata);
- ❑ materiali lignocellulosici: paglia, stocchi del mais, scarti legnosi (per estrarre bioetanolo da questi materiali serve un'idrolisi della cellulosa che richiede reazioni chimiche di una certa complessità).

Il bioetanolo, (fig. 9) può essere utilizzato come componente per benzine o per la preparazione dell'ETBE (EtilTerButilEtere) un derivato alto-ottanico, rinnovabile al 50% circa, prodotto come antidetonante per i carburanti.

Le colture *non food* di particolare interesse per la produzione di bioetanolo sono la canna da zucchero, il mais, la barbabietola da zucchero e le patate (Tab.5). La coltura a maggior resa è quella della canna da zucchero, mentre quelle del mais e delle patate hanno una resa inferiore.

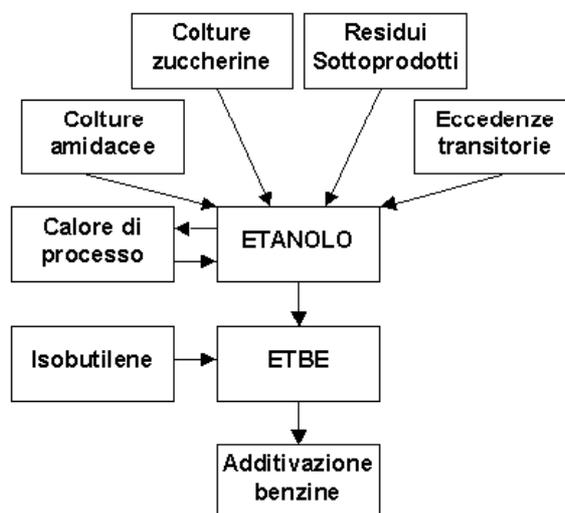
Tab. 5. Le colture per il bioetanolo

Colture a tecnologie standard	Rese quantitative in t/ha
Canna da zucchero	7
Barbabietola da zucchero	4
Mais	3
Patate	3

L'uso dei biocarburanti per il trasporto è ancora oggi modesto. I costi di produzione industriali risultano essere ancora quasi doppi di quello dei carburanti di origine fossile ma il petrolio è in continua crescita. L'etanolo è il più utilizzato in questa categoria grazie soprattutto agli USA e al Brasile. In alcuni paesi del sudamerica viene utilizzato puro in normali motori a combustione interna opportunamente tarati, oppure immesso in quantità del 25% in miscele con la benzina per qualsiasi tipo di auto. L'italiana Magneti Marelli della FIAT è il produttore principale di motori *Flex Fuel* che possono usare etanolo in qualsiasi percentuale, anche puro.

Negli USA l'etanolo è utilizzato come carburante per il trasporto già dal 1980, ma fu in origine commercializzato dallo stesso Henry Ford alla fine degli anni 30. La produzione è 20 volte maggiore di ogni altro paese OCSE. Nonostante ciò, negli Stati Uniti, l'etanolo rappresenta solo il 2% del carburante utilizzato per il trasporto, mentre in Brasile, dove la produzione di etanolo ha raggiunto 11 miliardi di litri nel 2000, esso copre il 30% del fabbisogno.

Fig. 9. Ciclo produttivo dell'etanolo



L'etanolo, con più di 18,3 Mt nell'anno 2003, risulta il biocarburante più prodotto nel mondo, essenzialmente dal Brasile (9,9 Mt) e dagli Stati Uniti (8,4 Mt). L'Europa è in ritardo: nel 2003 sono state prodotte 309.500 t (547.650 t di ETBE) contro le 317.300 t del 2002 con un decremento del 2,5%. La domanda attuale, derivante dalla sostituzione del metanolo per gli additivi antidetonanti (ETBE al posto di MTBE), è di 1,5 Mt/anno.

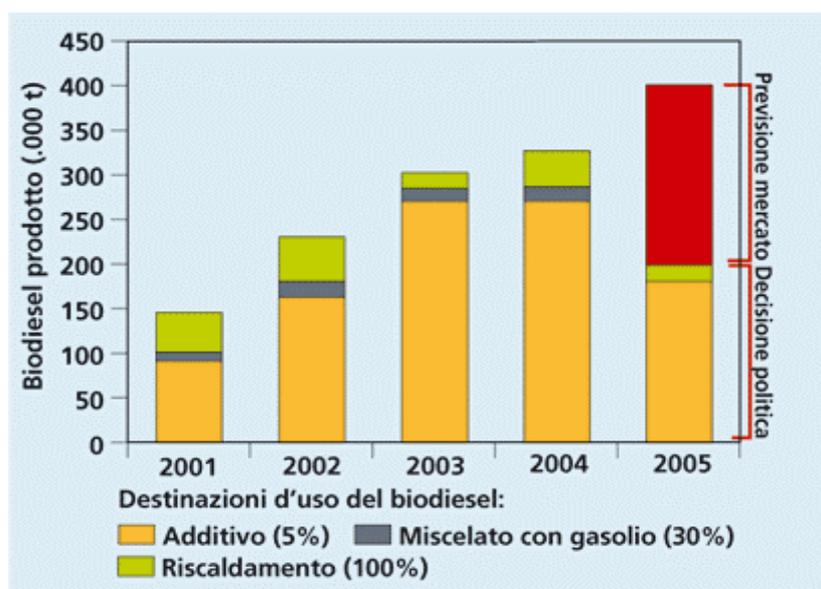
In Italia il mercato del bioetanolo si apre nel 2001, a seguito dello stanziamento nella Finanziaria di un fondo a favore di un progetto sperimentale per incentivare l'impiego di alcoli e derivati (ETBE) nel mercato dell'autotrazione. Con la Finanziaria 2005, vengono destinati 219 M€ per le agevolazioni fiscali, essendo stato trasferito il progetto bioetanolo

al triennio 2005-2007. Ciò permetterà di produrre in 3 anni circa 3 milioni di ettolitri di etanolo agricolo da destinare principalmente alla trasformazione in ETBE.

Il progetto non è ancora partito, ne consegue che, ad oggi, una discreta quantità di etanolo italiano viene venduto ad altri Paesi (Brasile, Svezia ecc.); in Italia, quindi, l'etanolo è assente dal mercato energetico, nonostante le riconosciute potenzialità e la disponibilità. Si possono produrre 15 t/anno di biomassa per ettaro, corrispondenti a circa 5 t/anno di bioetanolo.

Il biodiesel è un combustibile liquido di origine vegetale, sostitutivo ed integrativo del gasolio fossile. E' un biocombustibile prodotto attraverso una reazione di transesterificazione, un processo nel quale un olio vegetale è fatto reagire in eccesso di alcool metilico, in presenza di un catalizzatore alcalino. Il prodotto finale è costituito da una miscela di alcuni (6-7) metil esteri che non contiene zolfo e composti aromatici; contiene invece ossigeno in quantità elevata (non meno del 10%) e può essere utilizzato per autotrazione e riscaldamento, sia miscelato con gasolio che tal quale. Il sottoprodotto che si ottiene dalla reazione di produzione comunemente conosciuto come glicerina, viene venduto raffinato alle industrie farmaceutiche e cosmetiche.

Fig. 10. Utilizzo del biodiesel in Italia



La produzione combinata di bioetanolo e biodiesel ha raggiunto nel 2003, in Europa, 1.743.500 tonnellate (equivalenti a 1,5 Mtep), di cui 309.500 di etanolo e 1.434.000 di biodiesel, con una crescita del 26,1% rispetto all'anno precedente.

Nel nostro Paese la disponibilità di biomasse residuali (legno, residui agricoli e dell'industria agroalimentare, rifiuti urbani e dell'industria zootecnica ecc.) corrisponde ad un ammontare di circa 66 Mt di sostanza secca l'anno. Tenuto conto degli altri usi della biomassa e della difficoltà di accesso a molti luoghi di produzione e di raccolta, la quantità utilizzabile per fini energetici è di 45 Mt. I terreni non utilizzati, perché poco produttivi per produzioni agricole e incolti per effetto delle norme comunitarie sulle eccedenze agroalimentari, sono almeno 20.000 km<sup>2</sup> che, utilizzati a fini energetici, potrebbero produrre circa 30 Mt di biomassa. Si potrebbero quindi ottenere 25 Mt di bioetanolo, corrispondenti a circa un terzo dei combustibili oggi necessari per autotrazione.

Una tale stima è dovuta sia alle peculiarità della produzione del bioetanolo, sia al fatto che potrebbe essere ricavato con il completo sfruttamento delle risorse agricole disponibili senza dover lasciare improduttive le vaste aree delle quale oggi si incentiva l'abbandono in base alle vigenti norme sulle eccedenze agroalimentari. Il bioetanolo è diventato una opportunità per la creazione di posti di lavoro, sia nella produzione dei veicoli che fanno uso di etanolo, sia nella produzione stessa del bioetanolo (Tab. 6). Le stime della produzione e dell'esportazione da qui a 5 anni dimostrano una potenziale crescita di 10,24 milioni di litri prodotti, di cui 2,6 esportati.

**Tab. 6. Sbocco occupazionale con l'utilizzo di etanolo come combustibile per autotrazione per la produzione dell'etanolo e dei veicoli**

<i>Tipo di carburante</i>	<i>Tasso di occupazione</i>
Etanolo	21.87
Miscela di etanolo al 25%	6.01
Benzina	1

fonte: Copersucar/Unica/ANFAVEA/PETROBAS

### **Efficienza dei biocombustibili liquidi**

L'efficienza dei biocombustibili usati come biocarburanti, etanolo e biodiesel, ottenuti a partire da colture amidacee, zuccherine e oleaginose è stata studiata in profondità. Solo alcuni tipi di colture sono contraddistinti da guadagni energetici realmente significativi, così mentre per le saccarifere anche sui terreni più poveri non si scende mai sotto un rendimento di 2.8 (con punte di 7.4 sui terreni più fertili), per le oleaginose su terreni poveri (es. terreni marginali) avremmo addirittura remissioni e solo sui terreni più fertili e solo per le colture di colza e girasole si potrebbe guadagnare fino a 2,9 unità energetiche.

Considerata la migliore resa energetica netta per la colza, 43 GJ/ha, la capacità produttiva è di circa 1 tep/ha. Con 1 Mha coltivato a colza si potrebbe arrivare a 1 Mtep, un valore pari a circa il 2,28% dei 43,8 Mtep consumati dal settore trasporti nel 2003 in Italia. Secondo il WWF da questi dati si calcola che per rispettare la Direttiva 2003/30/CE ed arrivare a sostituire il 5,75% dei combustibili fossili per i trasporti (benzina e diesel), se si decidesse di puntare tutto sul biodiesel, occorrerebbe destinare a colza circa 2,5 Mha dei terreni più fertili, pari a circa il 16,7% dell'intera SAU (15 Mha) pari al 30% dei seminativi (8,4 Mha).

Qualora si decidesse di puntare tutto sull'etanolo lo stesso risultato potrebbe essere teoricamente conseguito destinando circa tre volte meno territorio: il sorgo zuccherino può arrivare ad una resa energetica per ettaro di 128 GJ/ha  $\equiv$  3,06 tep/ha, circa tre volte superiore a quella della colza. In questo caso l'obiettivo del 5,75 %, richiesto dalla direttiva biocarburanti, potrebbe essere raggiunto destinando circa 840.000 ha dei migliori terreni agricoli.

### **Il quadro normativo**

Durante il 2002 la Commissione europea ha proposto un utilizzo delle biomasse come integrative ai combustibili usati nel settore dei trasporti per il 20% entro il 2020. A breve termine gli obiettivi sono 2% al 2005 (l'Italia pianifica invece solo 0,2 Mt di biodiesel) e 5,75% al 2010. Nel dicembre 2005 è stato reso pubblico il Piano d'Azione europeo per l'utilizzo delle biomasse.

In Italia è stata finalmente recepita la linea comunitaria relativa alla promozione dei biocarburanti, ma la quantità prevista entro il 2010 è di gran lunga inferiore in percentuale a quella indicata dalla UE, infatti l'Italia stabilisce un massimo del 2,5%, mentre la direttiva auspica entro il 2010 l'utilizzo di energia prodotta da biomasse per il 5,75% del fabbisogno nazionale. L'allontanamento dalla direttiva europea viene giustificato con le limitate disponibilità economiche e finanziarie da dedicare all'incentivazione della produzione dei biocarburanti da colture dedicate e la constatazione del loro limitato potenziale di produzione a partire dalle materie prime attuali.

Secondo l'Agenzia Europea per l'Ambiente *“la conversione di prodotti agricoli in biocarburanti destinati ai trasporti genera minori risparmi energetici e minori riduzioni di emissioni di gas a effetto serra rispetto alla combustione diretta della biomassa per la produzione di elettricità.”* Va peraltro considerato che non esistono alternative per i trasporti, che necessitano di combustibili liquidi. I calcoli di efficienza dovranno invece essere tenuti nel dovuto conto quando si tratta di scelte di processo per la produzione di energia elettrica.

Dal punto di vista del reperimento delle materie prime, il recupero dei residui forestali può avere un modesto impatto negativo nel campo della salvaguardia della biodiversità. Le tecniche di coltivazione utilizzate evitano l'immissione di sostanze chimiche di origine sintetica, con indiscutibili vantaggi sia per la salvaguardia del territorio, sia per la preservazione delle falde acquifere e dei bacini idrografici. Inoltre parte delle materie prime provengono da scarti di lavorazione e verrebbero riciclati invece di venire stoccati in altro modo.

La creazione di una filiera agroenergetica è fonte di nuovi posti di lavoro, e consente di creare nuove figure professionali. Questo è di notevole interesse nel settore dell'agricoltura, dato che l'apertura di colture *non food* avverrebbe in territori marginali o in terreni non utilizzati perchè poco produttivi o incolti per effetto delle norme comunitarie sulle eccedenze agroalimentari e determinerebbe un incremento occupazionale in zone agricole dove è maggiore la necessità di creare posti di lavoro.