

FACOLTÀ ECONOMIA

CATTEDRA: FINANZA IMMOBILIARE

**I FONDI PER LO SVILUPPO DI
ENERGIE ALTERNATIVE**

RELATORE

PROF. GAETANO CASERTANO

CANDIDATO

ROBERTO PIRAS

MATR. 613591

CORRELATORE

PROF. GIANFRANCO DI VAIO

ANNO ACCADEMICO 2009 2010

Indice

Ringraziamenti	Errore. Il segnalibro non è definito.
Introduzione	Errore. Il segnalibro non è definito.
Obiettivi e metodologia di ricerca.....	Errore. Il segnalibro non è definito.
Capitolo 1	5
L'energia, un settore in continua evoluzione	5
La questione energetica.....	5
Impatto ambientale e sfruttamento delle fonti energetiche	6
Capitolo 2.....	14
Le energie rinnovabili	14
Inquadramento delle fonti rinnovabili.....	14
Il trend delle energie rinnovabili	17
Il consumo energetico: le principali definizioni:	18
Fonti rinnovabili: l'evoluzione.....	28
Le tipologie di fonti energetiche	29
Energia eolica.....	29
Energia idroelettrica	36
Biomasse	41
Fotovoltaico	44
Capitolo 3.....	53
Il quadro normativo di riferimento.....	53
L'evoluzione europea nell'ottica di una disciplina comunitaria delle fonti rinnovabili	53
La situazione italiana in tema di FER	58
Incentivi e servizi per le fonti rinnovabili nel 2009	59
Capitolo 4.....	Errore. Il segnalibro non è definito.

Prospettive e mezzi per l'investimento in energie rinnovabili **Errore. Il segnalibro non è definito.**

Ulteriori aree di ricerca **Errore. Il segnalibro non è definito.**

Conclusioni **Errore. Il segnalibro non è definito.**

Bibliografia **Errore. Il segnalibro non è definito.**

Sitografia..... **Errore. Il segnalibro non è definito.**

Capitolo 1

L'energia, un settore in continua evoluzione

La questione energetica

L'energia è un bene fondamentale ed è strettamente legata allo sviluppo ed ai cambiamenti climatici.

L'energia è necessaria per il soddisfacimento di tutti i bisogni umani fondamentali, dalla cottura dei cibi, al riscaldamento, all'illuminazione e tutte le attività strettamente legate alla vita quotidiana dell'uomo, essa svolge un ruolo fondamentale nello sviluppo ed espansione delle attività economiche, da quella agricola a quella industriale, dei servizi e dei trasporti.

Lo sviluppo economico ed il benessere sono strettamente legati all'accesso all'energia, e tale requisito è ritenuto fondamentale affinché si possano raggiungere gli obiettivi del MDG (Millennium Development Goals)¹.

Le risorse energetiche fossili sono limitate e l'uso di tali fonti energetiche determina una serie di effetti ambientali negativi, quindi l'energia oggi, è diventata un

¹ I seguenti dati sono tratti dal sito internet delle Nazioni Unite: www.un.org.

argomento delicato e dibattuto a livello mondiale si da un punto di vista sociale che economico.

Questa evoluzione mette sotto pressione tutti i paesi, maggiormente i paesi in via di sviluppo che si trovano a dover affrontare due ostacoli, da una parte la necessità di impiegare una maggiore quantità di energie che svolgano il ruolo di propulsore nei vari ambiti, sia economici che sociali, in modo da determinare un miglioramento della situazione generale del paese, dall'altra, il limite di dover affrontare questo percorso attraverso un processo di sviluppo sostenibile, in una prospettiva di risparmio energetico, di conservazione e tutela dell'ambiente, limite che certamente non ha avuto lo stesso impatto nei paesi sviluppati nella loro fase di sviluppo in passato.

Un altro fattore di pressione è l'eccessiva dipendenza della popolazione mondiale ai combustibili fossili, ciò rallenta il processo di evoluzione verso l'utilizzo di energie alternative che sarebbe necessario per il miglioramento della qualità ambientale, per la conservazione dell'ambiente e per il risparmio energetico.

Impatto ambientale e sfruttamento delle fonti energetiche

Il gruppo consulente intergovernativo sui cambiamenti climatici IPCC² (Intergovernmental Panel on Climate Change), afferma che le emissioni attuali di gas serra, derivanti principalmente da combustibili fossili per la fornitura di calore, produzione di energia elettrica e trasporti, rappresentano il 70% delle emissioni totali

² I seguenti dati sono tratti dal sito internet ufficiale dell'Intergovernmental Panel on Climate Change: www.ipcc.ch.

tra anidride carbonica, metano e protossido di azoto, elementi che determinano un innalzamento della temperatura globale.

L'IPCC attribuisce inoltre una vasta serie di effetti a livello mondiale, in particolare un aumento della temperatura media superficiale di $0,74 \text{ } ^\circ \text{C} \pm 0,18 \text{ } ^\circ \text{C}$ tra il 1906 e il 2005, come indicato in Figura 1. Tale aumento è stato particolarmente significativo negli ultimi 50 anni. In una visione globale l'IPCC sostiene che ulteriori effetti siano l'aumento delle tempeste e delle piogge di maggior energia, una maggior frequenza dei periodi di siccità dal 1970 soprattutto nelle zone sub-tropicali e cambiamenti su larga scala della circolazione atmosferica, che determina poi un aumento dei cicloni tropicali.

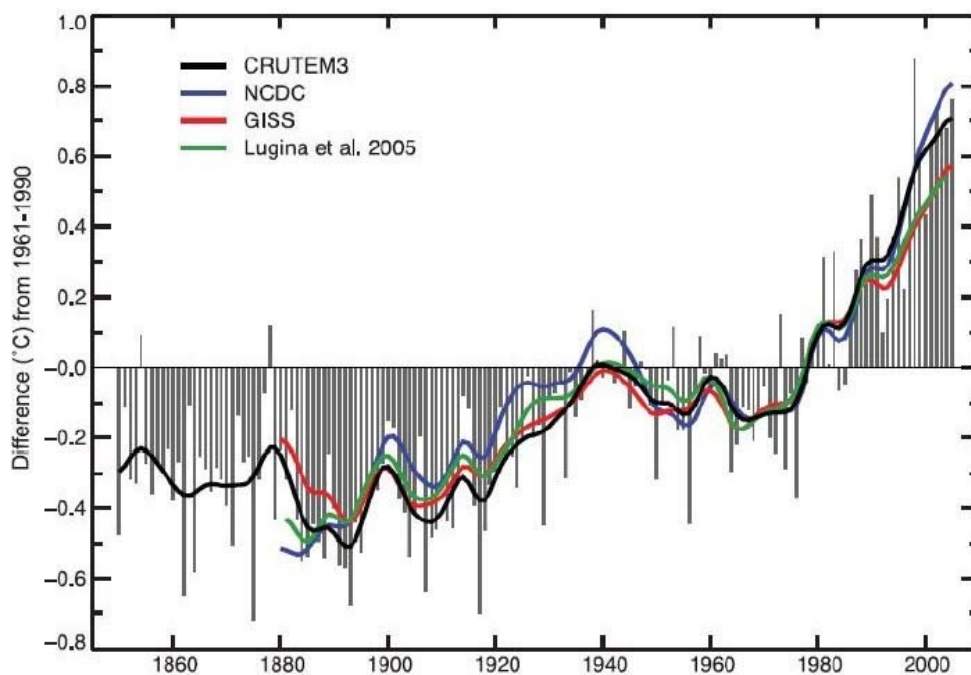


Figura 1: Anomalie della temperatura dell'aria della superficie terrestre in $^\circ \text{C}$ 1850-2005.

Fonte: IPCC, report sui cambiamenti climatici, 2007.

Una famosa frase dello sceicco Yamani, fondatore dell'OPEC, sosteneva che l'era del petrolio non avrebbe avuto fine per esaurimento delle scorte, come quella delle pietre non cessò per esaurimento delle stesse.

Lo sceicco con questa affermazione intendeva dire che l'elemento che determina il passaggio non è tanto l'esaurimento delle scorte ma il salto tecnologico.

Il settore delle energie rinnovabili rappresenta uno dei comparti caratterizzati da importanti prospettive di sviluppo sia tecnologiche che di mercato, ciò grazie all'andamento dei prezzi dei prodotti energetici.

Alcuni elementi di rilevanza e complessità del settore delle energie rinnovabili sono rappresentati da:

- la profonda diversità tra le varie alternative tecnologiche (idroelettrico, fotovoltaico/solare termico, eolico, biomasse);
- la forte dipendenza da specifiche normative, alcune non particolarmente consolidate, tra cui le normative riferite ai contributi/incentivi pubblici a specifiche tecnologie, le normative riferite alla localizzazione degli impianti, la regolamentazione dei prezzi e delle condizioni di cessione dell'energia prodotta in surplus (ad esempio, nell'ipotesi di una produzione utilizzata in specifici ambiti produttivi di filiera), l'insieme di normative ambientali legate alle specifiche tecnologie (ad esempio, la termovalorizzazione dei rifiuti o l'utilizzo privilegiato delle materie prime specifiche).

Tra i vari tipi di fonti rinnovabili, mi soffermerò sulle alternative più "viabili" nell'attuale contesto di sviluppo del mercato, che vengono quindi assunte come reali scelte rispetto alle fonti di energia tradizionale, considerando in particolare

alcune delle diverse fonti di energia rinnovabile, che comprendono: *solare fotovoltaico*, basato sulla proprietà che hanno alcuni materiali, detti semiconduttori, che opportunamente trattati generano energia elettrica quando esposti alle radiazioni solari; *solare termico*, costituito da una serie di dispositivi contenenti un fluido (acqua o anche aria), che esposti alle radiazioni solari rendono disponibile acqua calda per usi sanitari o per la climatizzazione degli uffici; *energia eolica*, mediante aerogeneratori converte direttamente l'energia del vento in meccanica, può essere quindi utilizzata per il pompaggio, per usi industriali e soprattutto per la generazione di energia elettrica; *energia da biomasse*, prodotta da materiali biologici (residui agricoli e forestali, rifiuti urbani, etc.) grazie a processi di conversione quali combustione, gassificazione, pirolisi, fermentazione e digestione anaerobica; *bioclimatica*, sistemi e tecnologie per captare, accumulare, distribuire e controllare l'energia del sole all'interno degli edifici; *energia geotermica*, conservata nelle rocce e nei fluidi della crosta terrestre, viene usata direttamente o convertita in elettricità; *minidraulica*, mediante apposite turbine si sfrutta l'energia dei fiumi e dei bacini artificiali, in genere per produrre elettricità; *energia del mare*, sfruttamento dell'energia di correnti, onde, maree, e del gradiente termico esistente tra superficie e profondità³.

Prima di analizzare le condizioni di convenienza economica delle diverse tecnologie è fondamentale esaminare le ragioni che spiegano il forte interesse suscitato dal comparto delle energie rinnovabili nell'attuale fase storica.

Il primo elemento che a livello globale ha acceso l'interesse economico verso le energie rinnovabili è rappresentato dalla forte crescita nelle quotazioni del petrolio

³ I seguenti dati sono tratti dal sito internet ufficiale dell'Agenzia per il Risparmio Energetico di Roma: www.romaenergia.org.

greggio, che ha visto un aumento del prezzo del 600% tra il 2001 e la metà del 2008 con un successivo intenso ma breve calo tra la seconda metà del 2008 e la prima metà del 2009, vedendo poi un tenue ma costante aumento sino a febbraio 2010 assestandosi da fino al marzo 2010 tra 70 e 80 \$ al barile.

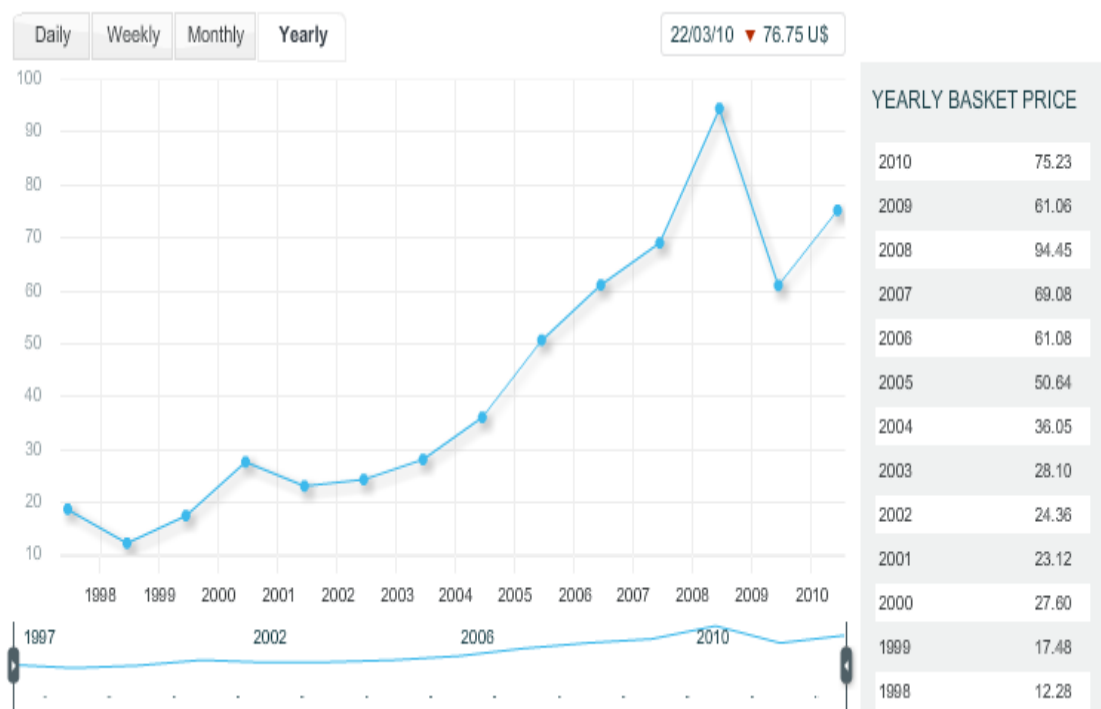


Figura 2: Andamento quotazioni del petrolio.

Fonte: .OPEC⁴

L'impatto di questa crescita ha coinvolto anche tutti i prodotti energetici derivati estendendosi a valle, sia in termini di combustibili fossili destinati al settore dell'autotrazione, sia da riscaldamento che destinati alla generazione di elettricità.

⁴ I dati sono tratti dal sito internet ufficiale dell'OPEC (Organization of the Petroleum Exporting Countries), www.opec.org.

Allo stesso modo, spinto da meccanismi di sostituzione, anche il gas naturale ha subito rilevanti incrementi, pur registrando un decorso più favorevole dovuto un sistema di estrazione meno articolato come quello del petrolio (cartello dell'OPEC).

La sostituibilità del gas naturale ai prodotti petroliferi (come ad esempio per le auto) ed una tendenza alla razionalizzazione dell'offerta mondiale attraverso la previsione di un cartello che regolerà i criteri di estrazione, fanno presumere un inevitabile e progressivo incremento dei prezzi del gas naturale e di un allineamento sempre più vicino rispetto al prezzo del petrolio.

In questa visione di "shortage" dell'offerta e di aumento dei prezzi, l'Italia sembra accentuare ulteriormente un problema energetico.

La fragilità del sistema energetico in Italia che si riflette di conseguenza al sistema delle imprese rispetto ai costi energetici e competitività, può essere rappresentata da tre fattori principali:

- una possibilità in Italia ancora troppo ridotta di attivare importanti fonti energetiche alternative;
- una forte dipendenza del sistema energetico italiano dall'estero, sia in termini di petrolio, gas che pura elettricità;
- elevati costi dell'energia elettrica dovuti alla massiccia importazione a prezzi sfavorevoli, una reattività accentuata dei prezzi in relazione alle materie prime, condizioni fiscali onerose ed inoltre una struttura del mercato elettrico non ottimale.

Un forte indicatore è la presenza dell'Italia al secondo posto fra gli importatori mondiali di energia elettrica, mentre di contro, non appare nella classifica dei primi dieci produttori.⁵

Questo elemento fa sì che il sistema italiano sia particolarmente vulnerabile rispetto all'andamento di un mercato, sia in termini di produzione interna di energia elettrica con i combustibili fossili (caratterizzati quindi da un forte rialzo dei prezzi che determinano importanti effetti a valle), sia in termini di acquisto da paesi produttori come la Francia, che pur operando in maniera relativamente indipendente rispetto ai prezzi di prodotti come petrolio e gas, tendono ad adeguare i loro prezzi alle dinamiche del mercato determinando elevati surplus di pricing.

L'Italia ha un indice di dipendenza elettrica fra i più elevati in Europa, ciò implica una forte vulnerabilità rispetto alle oscillazioni del mercato e una generale dipendenza da sistemi esterni che possono causare elementi di discontinuità sia di prezzo che di fornitura nel sistema elettrico nazionale.

Per diverse questioni sia produttive che fiscali, il prezzo medio per kWh (sia per utenza industriale che privata) in Italia, risulta fra i più elevati in Europa, e questo rappresenta un grande limite in termini di competitività dei settori ad alta intensità energetica, sul quale vanno ad incidere anche altre leve di sistema come la fiscalità ed il costo del lavoro.

Questa parentesi riferita al contesto italiano, mostra come le dinamiche del mercato delle materie prime e le caratteristiche del sistema italiano rendano allo stesso tempo la questione energetica fondamentale e critica per il nostro paese. È evidente che la ricerca di alternative energetiche (come ad esempio le fonti rinnova-

⁵ Cfr. Lanzini P., Nova A., Pogutz S., Russo A., Vurro C., *Investire in energie rinnovabili*, EGEA, Milano, 2009

bili) rappresenta, un elemento fondamentale per chiunque, ma in particolare per il sistema italiano al fine di garantire la capacità competitiva delle imprese. Di conseguenza, sia da un punto di vista ambientale che economico si verifica una forte convenienza all'adozione di tecnologie energetiche legate alle fonti rinnovabili.

Secondo un comunicato stampa del Gestore Servizi Energetici risalente ad ottobre 2010, vi sono positive prospettive di sviluppo e dati che fanno presumere una continua crescita del settore dell'energie rinnovabili sul territorio nazionale: il 2009 ha registrato una forte crescita del settore rispetto al 2008, con una potenza installata di oltre 25.600 MW, (+11%), ed una produzione complessiva di 63.900 GWh (+19%). L'aumento della produzione è dovuto in particolar modo alla fonte idroelettrica con una produzione nel 2009 pari a 49 100 GWh (+ 18% rispetto al 2008) nonché alla crescita dell'eolico e delle biomasse.

La quota di energia rinnovabile nazionale, opportunamente normalizzata secondo le indicazioni della direttiva 2009/28/CE, valutata rispetto al consumo lordo di energia elettrica, ha raggiunto nel 2009 il valore del 19% anche grazie alla forte riduzione dei consumi elettrici registrata nello stesso anno, come verrà evidenziato in seguito.

Di seguito tratteremo le diverse tipologie di tecnologie legate alle fonti rinnovabili con caratteristiche e peculiarità di ciascuna.

Capitolo 2

Le energie rinnovabili

Inquadramento delle fonti rinnovabili

Il fenomeno dell'elettricità consiste in sostanza nel passaggio da un atomo ad un altro di particelle dotate di carica negativa (elettroni) verso particelle con carica positiva (protoni). L'energia elettrica, ossia la forma sotto la cui azione si muovono cariche elettriche, tuttavia, non è disponibile direttamente in natura, ma viene ottenuta prevalentemente dalla conversione di energia potenziale (chimica o cinetica) di fonti fossili o rinnovabili in energia meccanica, a sua volta trasformata attraverso gruppi turbo-generativi in energia elettrica.

Attualmente oltre i due terzi della produzione di energia mondiale proviene da fonti primarie di origine fossile come petrolio, gas naturale e carbone. Il costante aumento della domanda mondiale di energia, porterà anche ad un aumento dell'utilizzo di fonti fossili, con importanti impatti a livello sociale e ambientale, incompatibili con uno sviluppo che possa essere definito *sostenibile*. Da qui nasce quindi la necessità di operare con una maggiore varietà di fonti per la produzione di energia elettrica, investendo nelle fonti cosiddette energie *rinnovabili*.

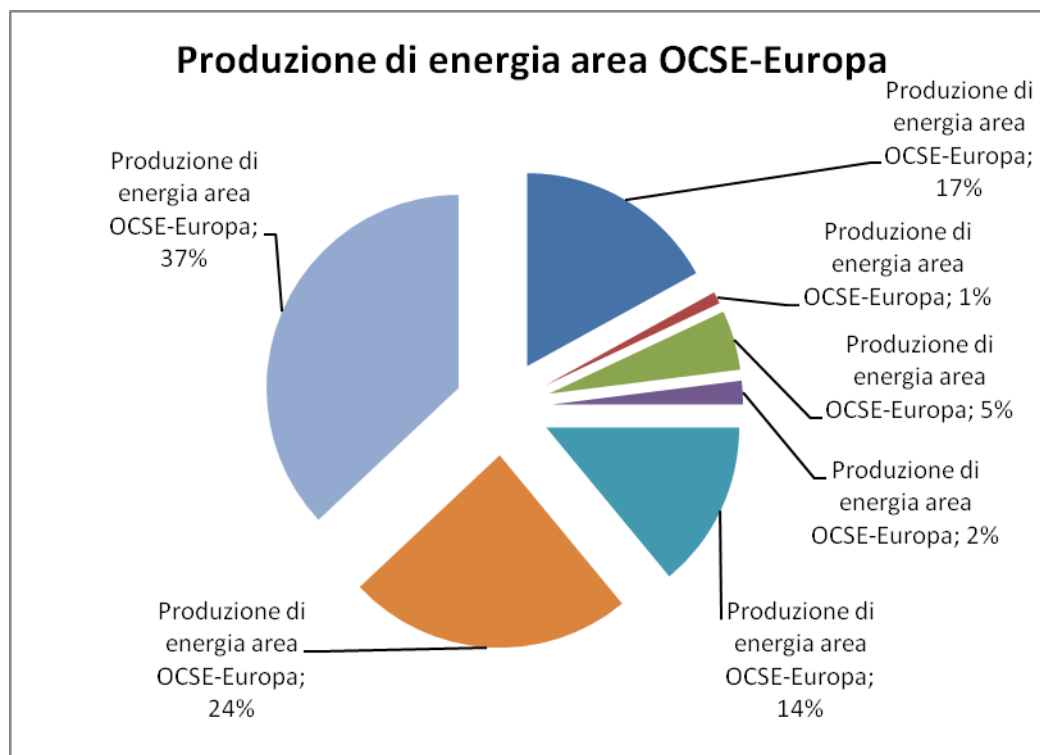
Innanzitutto sono da considerare rinnovabili quelle forme di energia prodotte dall'impiego di fonti che non pregiudicano le risorse naturali per le generazioni

future o che, per le loro caratteristiche intrinseche, si rigenerano o non sono esauribili nella scala dei tempi umani.

La normativa italiana con il D.l. 16 marzo 1999 n. 79 include nelle fonti di energia rinnovabili (FER), “il sole, il vento, le risorse idriche, le risorse geotermiche, le maree, il moto ondoso e la trasformazione in energia elettrica dei prodotti vegetali o dei rifiuti organici e inorganici”.

Le tipologie di fonti energetiche sono più numerose comprendendo inoltre, una serie di fonti tradizionali come i combustibili fossili, (carbone, petrolio, gas) e nucleari derivanti da fissione o fusione. Oggi le fonti rinnovabili producono una quota minoritaria dell'energia elettrica a livello mondiale. Pur considerando un incremento dell'energie rinnovabili nelle previsioni internazionali, tale incremento non sembra comunque avere una portata tale da poter modificare in maniera rilevante l'attuale paradigma energetico, ossia il paradigma degli idrocarburi.

La produzione di energia nell'area OCSE – Europa è descritta dalla figura 3.

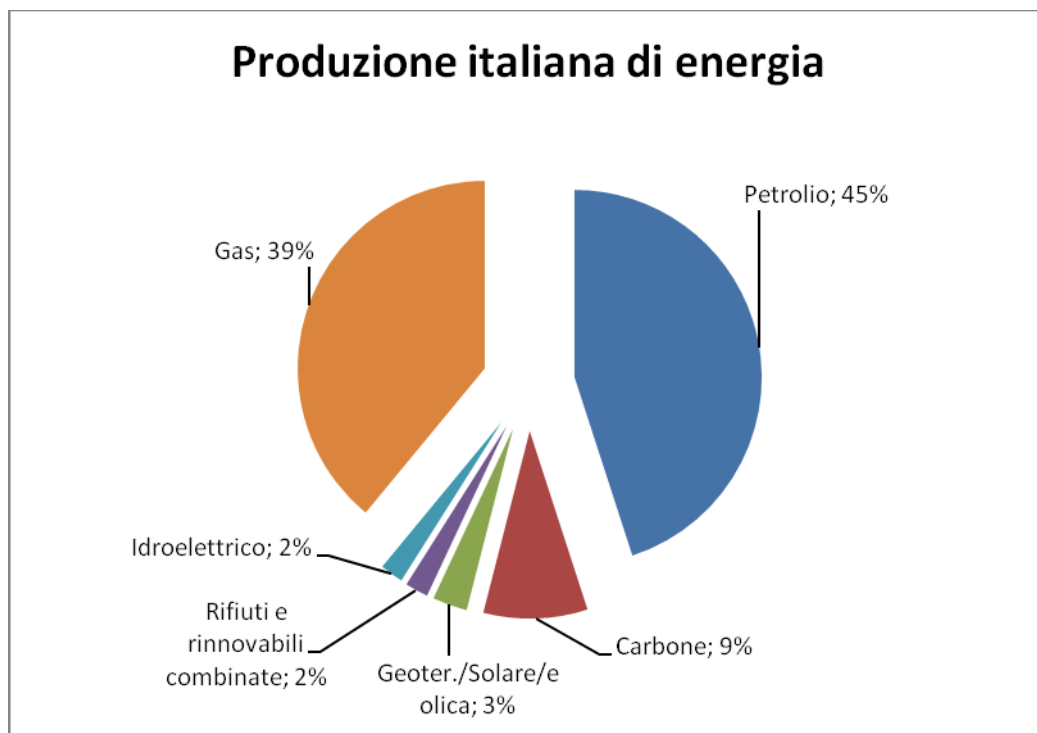


Figura⁶ 3

Fonte: Nostra elaborazione su dati *Renewables in global Energy supply*, International Energy Agency (IEA), 2008

La produzione di energia a livello italiano è descritta dalla figura 4:

⁶ Cfr. Energy Agency (IEA) *Renewables in global Energy supply*, International, 2008.



Figura⁷ 4

Fonte: Nostra elaborazione su dati *Renewables in global Energy supply*, International Energy Agency (IEA), 2008

Il trend delle energie rinnovabili

Le statistiche sulle fonti rinnovabili, elaborate dall'Unità Statistiche, mostrano un quadro degli impianti a fonti rinnovabili in esercizio a fine 2009 e la loro distribuzione sul territorio nazionale, ponendo in evidenza gli sviluppi degli ultimi anni.

I dati di base di produzione, potenza e numerosità degli impianti, ad eccezione della fonte solare, provengono da Terna, responsabile della raccolta e della pubblicazione dei dati statistici sull'energia elettrica in Italia. Il GSE, che è entrato a

⁷ Cfr. Ibidem.

far parte del SISTAN (Sistema Statistico Nazionale) in base al DPCM 25/11/2009, collabora con Terna per la raccolta e per l'elaborazione dei dati statistici sull'energia elettrica nel settore delle rinnovabili. I dati per l'UE15 provengono da fonte IEA (International Energy Agency).

Il consumo energetico: le principali definizioni⁸:

Potenza Efficiente: Massima potenza elettrica che può essere prodotta con continuità durante un intervallo di tempo sufficientemente lungo, supponendo tutte le parti dell'impianto di produzione in funzione e in condizioni ottimali di portata e di salto nel caso degli impianti idroelettrici, di disponibilità di combustibile e di acqua di raffreddamento nel caso degli impianti termici. E' lorda se misurata ai morsetti dei generatori elettrici dell'impianto, netta se depurata della potenza assorbita dai macchinari ausiliari necessari per il funzionamento dell'impianto stesso e di quella perduta nei trasformatori necessari per elevare la tensione.

Produzione: Processo di trasformazione di una fonte energetica in energia elettrica. E' lorda se misurata ai morsetti dei generatori elettrici dell'impianto di produzione, netta se depurata dell'energia assorbita dai macchinari ausiliari necessari per il funzionamento dell'impianto stesso e di quella perduta nei trasformatori necessari per elevare la tensione.

⁸ Le seguenti definizioni sono state riprese dal Gestore Servizi Energetici (GSE), *Impianti a fonti rinnovabili – Rapporto statistico 2009* reperibile sul sito internet www.gse.it.

Ore equivalenti di utilizzazione: sono pari al rapporto tra la produzione e la potenza (kWh/kW).

IAFR: Impianto Alimentato da Fonte Rinnovabile, riconosciuto tale nell'ambito dell'attività del GSE di qualificazione degli impianti, propedeutica all'emissione dei certificati verdi o al riconoscimento della tariffa onnicomprensiva (DM 18/12/2008).

Energia richiesta dalla rete: produzione destinata al consumo meno l'energia elettrica esportata più l'energia elettrica importata. Equivale alla somma dei consumi di energia presso gli utilizzatori finali e delle perdite di trasmissione e distribuzione della rete.

Consumo Interno Lordo di energia elettrica (CIL): E' pari alla produzione lorda di energia elettrica al netto della produzione da pompaggi, più il saldo scambi con l'estero (o tra le Regioni). Il CIL equivale al Consumo Finale Lordo di energia elettrica introdotto dalla Direttiva Europea 28/2009/CE.

Produzione rifiuti solidi urbani biodegradabili: E' stata assunta pari al 50% della produzione da rifiuti solidi urbani, come previsto dagli accordi statistici Eurostat.

B.Rb.B.B.: Biomasse, Rifiuti solidi urbani biodegradabili, Biogas e Bioliquidi.

Tabella 1: Principali unità di misura.

Potenza	1 MW=1.000 kW	1 GW=1.000.000 kW	1 TW=1.000.000.000 kW
Produzione	1 MWh=1.000 kWh	1 GWh=1.000.000 kWh	1 TWh=1.000.000.000 kWh

:

Tabella 2: Numerosità e potenza degli impianti da fonte rinnovabile in Italia.

	2008		2009		% 09/08	
	n°	kW	n°	kW	n°	kW
Idraulica	2.184	17.623.475	2.249	17.721.465	3,0	0,6
0_1	1.223	450.046	1.270	465.561	3,8	3,4
1_10 (MW)	665	2.155.558	682	2.189.647	2,6	1,6
> 10	296	15.017.871	297	15.066.257	0,3	0,3
Eolica	242	3.537.578	294	4.897.938	21,5	38,5
Solare	32.018	431.504	71.288	1.144.021	122,6	165,1
Geotermica	31	711.000	32	737.000	3,2	3,7
Biomasse	352	1.555.342	419	2.018.554	19,0	29,8
Solidi	110	1.068.485	122	1.255.406	10,9	17,5
– rifiuti solidi urbani	65	619.475	69	781.964	6,2	26,2
– da biomasse solide	45	449.010	53	473.442	17,8	5,4
Biogas	239	365.648	272	378.181	13,8	3,4
– da rifiuti	193	306.980	194	299.254	0,5	-2,5
– da fanghi	11	5.822	20	9.922	81,8	70,4
– da deiezioni animali	19	12.678	28	17.170	47,4	35,4
– da attività agricole e forestali	16	40.168	31	51.835	93,8	29,0
Bioliquidi	12	121.209	42	384.967	250,0	217,6
– oli vegetali grezzi	8	54.509	35	302.543	337,5	455,0
– altri bioliquidi	4	66.700	7	82.424	75,0	23,6
Totale	34.827	23.858.899	74.282	26.518.978	113,3	11,1

Fonte: Gestore Servizi Energetici (GSE), *Impianti a fonti rinnovabili – Rapporto statistico 2009*.

Si può notare come nel 2009, gli impianti alimentati a fonti rinnovabili abbiano raggiunto le 74.282 unità con potenza installata complessiva pari 26.519 MW.

Rispetto al 2008 la numerosità degli impianti è più che raddoppiata, spinta in particolar modo dalla crescita del solare – fotovoltaico che passa da 32.018 a 71.288 unità.

In termini di potenza installata, il contributo maggiore alla crescita (11%), deriva invece dalla fonte eolica, che solo nell'ultimo anno ha visto un'installazione addizionale di circa 1.360 MW.

Nella tabella che segue, viene mostrata l'elettricità prodotta dagli impianti alimentati con fonti rinnovabili. Si nota come nel 2009 la produzione effettiva sia stata pari a 69.330 GWh, oltre il 19% in più rispetto all'anno precedente. La produzione normalizzata è pari a 63.422 GWh, questa differisce dalla precedente perché, per la fonte idraulica e eolica, sono stati considerati valori depurati dalla componente climatica attraverso l'applicazione delle formule indicate dalla direttiva 28/2009/CE. Il Consumo Interno Lordo diminuisce di circa il 6% fino a 333.296 GWh. L'incidenza della produzione effettiva rinnovabile rispetto al CIL raggiunge il 20,8% grazie al sempre maggiore contributo delle rinnovabili e della diminuzione della richiesta di energia elettrica.

Tabella 3⁹: Produzione degli impianti da fonte rinnovabile in Italia.

GWh	2008		2009		% 09/08	
	Effettiva	Normalizzata ¹	Effettiva	Normalizzata ¹	Effettiva	Norm. ¹
Idraulica	41.623,0	42.715,8	49.137,5	42.942,1	18,1	0,5
Eolica	4.861,3	5.839,2	6.542,9	6.830,4	34,6	17,0
Solare	193,0	193,0	676,5	676,5	250,5	250,5
Geotermica	5.520,3	5.520,3	5.341,8	5.341,8	-3,2	-3,2
Biomasse	5.966,3	5.966,3	7.631,1	7.631,1	27,9	27,9
Solidi	4.302,3	4.302,3	4.443,8	4.443,8	3,3	3,3
– da RSU biodegradabili ²	1.556,2	1.556,2	1.616,2	1.616,2	3,9	3,9
– RSU non biodegradabili	(1.556,2)	(1.556,2)	(1.616,2)	(1.616,2)	3,9	3,9
– da biomasse solide	2.746,1	2.746,1	2.827,7	2.827,7	3,0	3,0
Biogas	1.599,5	1.599,5	1.739,6	1.739,6	8,8	8,8
– da rifiuti	1.355,1	1.355,1	1.447,4	1.447,4	6,8	6,8
– da fanghi	14,8	14,8	20,1	20,1	35,5	35,5
– da deiezioni animali	69,8	69,8	88,4	88,4	26,7	26,7
– da attività agricole e forestali	159,8	159,8	183,7	183,7	15,0	15,0
Bioliquidi	64,5	64,5	1.447,8	1.447,8	2144,1	2144,1
– oli vegetali grezzi	30,0	30,0	1.049,5	1.049,5	3394,9	3394,9
– da altri bioliquidi	34,5	34,5	398,3	398,3	1054,9	1054,9
Totale	58.163,9	60.234,6	69.329,8	63.421,9	19,2	5,3
Totale/CIL	16,5%	17,0%	20,8%	19,0%		

CIL (esclusa produzione da pompaggio)	353.560	353.560	333.296	333.296	-5,7	-5,7
--	----------------	----------------	----------------	----------------	-------------	-------------

Fonte: Gestore Servizi Energetici (GSE), *Impianti a fonti rinnovabili – Rapporto statistico 2009*.⁹ Cfr. Ibidem.

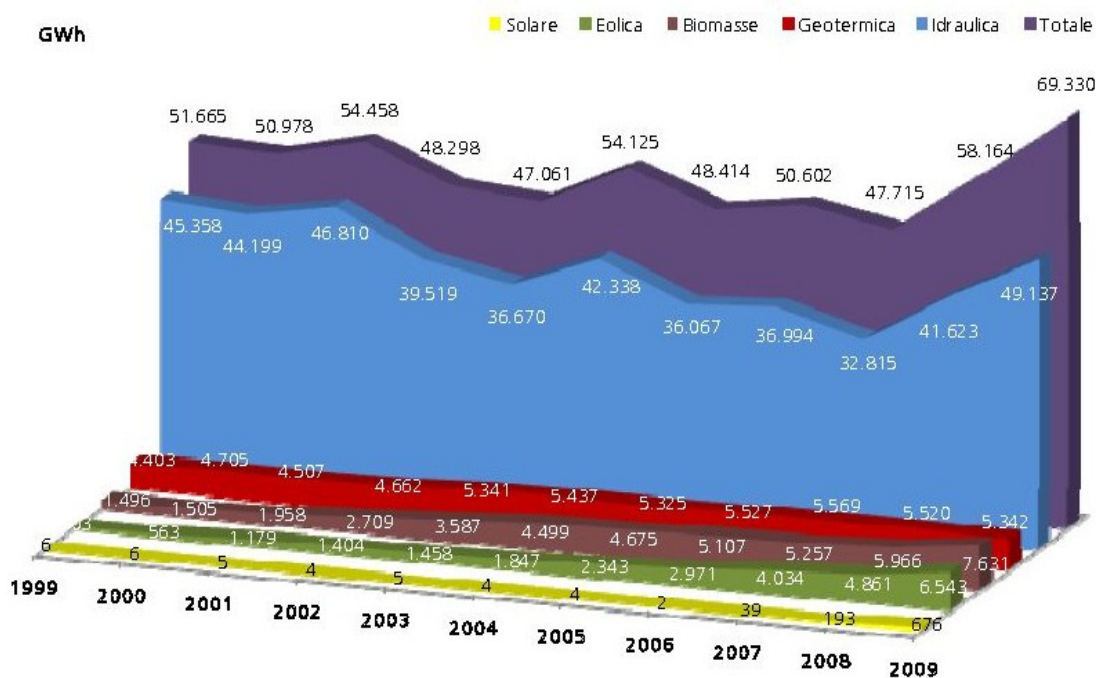


Figura 5¹⁰: Produzione da fonte rinnovabile in Italia dal 1999 al 2009:

Fonte: Gestore Servizi Energetici (GSE), *Impianti a fonti rinnovabili – Rapporto statistico 2009*.

Il grafico mostra come l'andamento della produzione lorda totale da fonte rinnovabile in Italia sia influenzato dalla variabilità della produzione idroelettrica che rappresenta infatti la sua principale componente. L'evoluzione mostra come nell'ultimo decennio anche le altre fonti abbiano dato un contributo sempre maggiore alla produzione rinnovabile che ha raggiunto nel 2009 il valore massimo di 69.330 GWh. Nel 2009 il contributo della produzione rinnovabile alla produzione totale si è collocato a ben il 23,9% rispetto al 18,2% dell'anno precedente.

L'incremento della produzione verde (+19%) e la contrazione della produzione da combustibili fossili (-14%) danno ragione di un risultato eclatante che dovrebbe ridimensionarsi con la ripresa economica.

¹⁰ Cfr. Ibidem.

I fondi per lo sviluppo di energie alternative

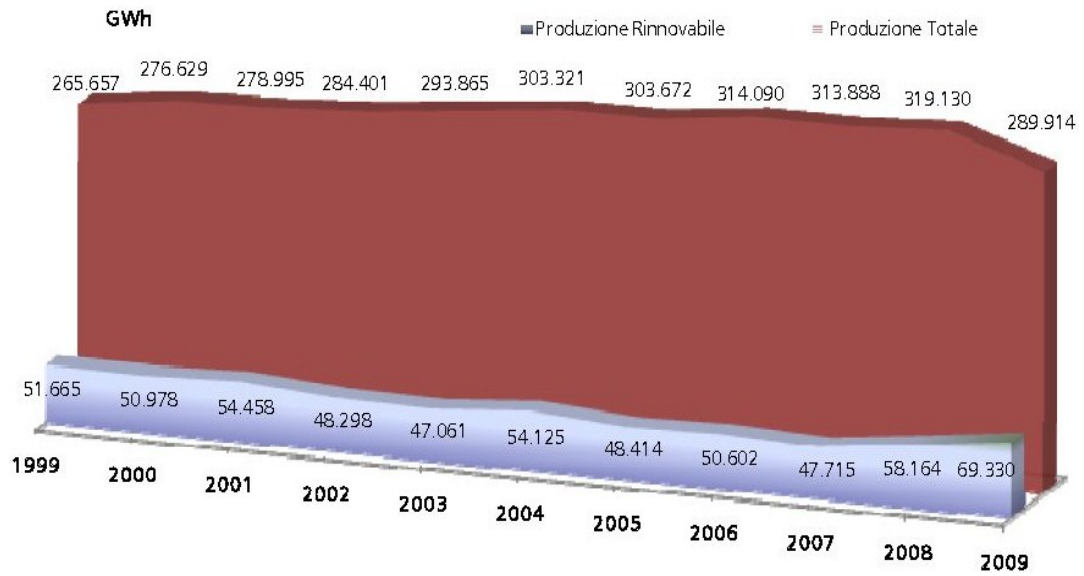


Figura 6¹¹: Confronto tra produzione totale e la produzione rinnovabile in Italia dal 1999 al 2009:

Fonte: Gestore Servizi Energetici (GSE), *Impianti a fonti rinnovabili – Rapporto statistico 2009*.

¹¹ Cfr. Ibidem.

Tabella 4: Numerosità e potenza degli impianti da fonte rinnovabile nelle regioni a fine 2009.

	Geotermica		Biomasse		Totale	
	n°	MW	n°	MW	n°	MW
Piemonte	-	-	30	74,5	6.306	2.624,1
Valle d'Aosta	-	-	1	0,8	161	883,9
Lombardia	-	-	90	460,5	11.255	5.538,0
Trentino Alto Adige	-	-	22	26,6	4.139	3.205,8
Veneto	-	-	46	121,9	7.118	1.301,8
Friuli Venezia Giulia	-	-	5	18,9	3.640	521,6
Liguria	-	-	9	16,8	994	115,9
Emilia Romagna	-	-	64	370,8	6.798	778,6
Toscana	32	737,0	29	118,9	5.136	1.279,1
Umbria	-	-	12	27,7	1.688	573,1
Marche	-	-	16	16,0	2.942	310,7
Lazio	-	-	18	83,8	4.393	577,7
Abruzzo	-	-	6	6,2	1.450	1.223,9
Molise	-	-	3	40,7	277	370,5
Campania	-	-	18	202,7	1.809	1.375,6
Puglia	-	-	23	183,0	5.386	1.549,8
Basilicata	-	-	2	32,0	989	418,1
Calabria	-	-	10	119,9	1.712	1.314,4
Sicilia	-	-	6	25,4	3.834	1.370,9
Sardegna	-	-	9	71,5	4.255	1.185,4
ITALIA	32	737,0	419	2.018,6	74.282	26.519,0
	Idraulica		Eolica		Solare	
	n°	MW	n°	MW	n°	MW
Piemonte	498	2.455,8	1	12,5	5.777	81,3
Valle d'Aosta	64	882,1	-	-	96	1,0
Lombardia	351	4.951,2	-	-	10.814	126,3
Trentino Alto Adige	392	3.112,5	2	3,0	3.723	63,7
Veneto	201	1.100,2	4	1,4	6.867	78,3
Friuli Venezia Giulia	144	473,6	-	-	3.491	29,1
Liguria	42	74,8	9	16,6	934	7,8
Emilia Romagna	74	296,5	3	16,3	6.657	95,0
Toscana	98	332,4	4	36,1	4.973	54,8
Umbria	30	510,0	1	1,5	1.645	33,9
Marche	106	232,7	-	-	2.820	62,0
Lazio	69	399,9	4	9,0	4.302	85,1
Abruzzo	53	1.001,9	20	190,4	1.371	25,3
Molise	26	84,3	18	237,0	230	8,5
Campania	27	343,7	54	797,5	1.710	31,7
Puglia	-	-	72	1.151,8	5.291	215,0
Basilicata	8	129,3	13	227,5	966	29,2
Calabria	32	722,1	13	443,3	1.657	29,1
Sicilia	17	152,2	49	1.147,9	3.762	45,4
Sardegna	17	466,2	27	606,2	4.202	41,5
ITALIA	2.249	17.721,5	294	4.897,9	71.288	1.144,0

La distribuzione regionale del numero di impianti in Italia risulta fortemente influenzata dalla fonte solare. Dei 74.282 impianti presenti in Italia alla fine del 2009, ben 71.288 (il 96%) sono fotovoltaici. Esiste una demarcazione piuttosto netta tra le Regioni dell'Italia settentrionale ed il resto delle Regioni peninsulari ed insulari. In particolare in Lombardia (15,2%) c'è il numero maggiore di impianti, seguita dal Veneto (9,6%) e dall'Emilia Romagna (9,2%). Nell'Italia centrale Toscana e Lazio presentano i valori più alti, rispettivamente 6,9% e 5,9%. Tra le Regioni meridionali la Puglia detiene il primato con 7,3%. Sicilia e Sardegna mostrano valori affini, rispettivamente del 5,7% e del 5,2%.

In termini di potenza la Lombardia continua a detenere il primato tra tutte le Regioni con il 20,9% del dato nazionale; a seguire il Trentino Alto Adige con il 12,1% ed il Piemonte con il 9,9% di potenza installata. La Toscana rimane la Regione con maggior potenza installata nel Centro Italia, mentre nel Sud Italia e sulle Isole il dato è abbastanza uniforme (intorno al 5% per ogni Regione). Uniche eccezioni sono la Basilicata ed il Molise con 1,6 e 1,4% di potenza.

Tabella 5: Produzione degli impianti da fonte rinnovabile nelle regioni nel 2009.

GWh	Idraulica	Eolica	Solare	Geotermica
Piemonte	7.431	18	50	-
Valle d'Aosta	3.156	-	0	-
Lombardia	10.605	-	73	-
Trentino Alto Adige	9.959	0	42	-
Veneto	4.587	2	45	-
Friuli Venezia Giulia	2.109	-	18	-
Liguria	270	33	5	-
Emilia Romagna	1.060	21	55	-
Toscana	726	44	40	5.342
Umbria	1.402	2	26	-
Marche	641	-	36	-
Lazio	1.277	14	38	-
Abruzzo	2.157	260	13	-
Molise	255	296	3	-
Campania	737	1.175	22	-
Puglia	-	1.684	96	-
Basilicata	369	406	22	-
Calabria	1.868	433	27	-
Sicilia	104	1.444	33	-
Sardegna	424	711	31	-
ITALIA	49.137	6.543	676	5.342

	* Rifiuti	Biomasse e Bioliquidi	Biogas	Totale
Piemonte	14	209	197	7.920
Valle d'Aosta	-	-	6	3.162
Lombardia	767	316	337	12.097
Trentino Alto Adige	11	63	30	10.105
Veneto	91	58	150	4.933
Friuli Venezia Giulia	50	124	7	2.307
Liguria	0	-	101	410
Emilia Romagna	254	928	287	2.605
Toscana	49	170	86	6.457
Umbria	-	100	28	1.558
Marche	6	3	127	813
Lazio	94	10	101	1.535
Abruzzo	-	4	35	2.469
Molise	46	108	5	712
Campania	95	201	65	2.295
Puglia	42	803	64	2.689
Basilicata	16	137	-	950
Calabria	49	719	10	3.106
Sicilia	-	22	92	1.695
Sardegna	34	301	12	1.513
ITALIA	1.616	4.275	1.740	69.330

* Quota biodegradabile

La distribuzione regionale della produzione rinnovabile totale presenta una demarcazione piuttosto netta tra le Regioni dell'Italia settentrionale ed il resto delle Regioni peninsulari ed insulari. Il 63% della produzione rinnovabile proviene infatti dal Nord. In particolare si segnalano le alte quote della Lombardia (17,4%) e del Trentino (14,6), a cui fanno seguito Piemonte e Toscana. L'Italia centrale, tranne l'eccezione della Toscana con 9,3%, presenta un quadro abbastanza omogeneo: i valori sono analoghi ed al disotto del 3%. Tra le Regioni meridionali è la Calabria a spiccare sulle altre con il 4,5%. Sicilia e Sardegna mostrano valori affini, rispettivamente del 2,4% e del 2,2%.

Fonti rinnovabili: l'evoluzione

Nel corso degli ultimi anni si è assistito ad un sempre maggiore interesse nei confronti delle FER, dovuto a molteplici considerazioni di carattere ambientale, ma non solo. Innanzitutto le tradizionali fonti di energia (fossili) non sono delle fonti rinnovabili e pertanto vanno incontro e sono destinate ad un inevitabile esaurimento, sebbene in base alle previsioni ed alle diverse stime si giunge a pareri divergenti e non vi sia ancora una visione universalmente accettata sul tema.

Un altro elemento da tenere in considerazione è la presenza della maggioranza delle fonti fossili in regioni geopolitiche ad alta instabilità, ulteriore elemento che spinge alla ricerca di fonti alternative in grado di garantire una certa sicurezza in termini di approvvigionamento energetico a livello globale.

Altro elemento sono le istanze ambientali, volte alla riduzione delle emissioni inquinanti, responsabili del cosiddetto *effetto serra* e di altri fenomeni di tipo ecologico, economico e sociale, con un miglioramento ambientale da una parte e per l'umanità dall'altra, passaggi ottenibili soltanto con uno spostamento verso l'impiego di fonti alternative o rinnovabili.

Sebbene siano necessari elevati costi tecnologici per lo sfruttamento dell'energia pulita, si sta osservando un andamento decrescente che rende già ai giorni d'oggi, l'impiego di forme di energia rinnovabile piuttosto competitive rispetto all'energia tradizionale.

Le tipologie di fonti energetiche

Energia eolica

Le differenze di pressione atmosferica, presenti sul nostro pianeta, a scala locale, intermedia e globale, fanno sì che l'aria sia in continuo movimento generando correnti che vengono comunemente chiamate vento. Il vento è caratterizzato da tre parametri fondamentali: l'intensità, la direzione e la velocità. Questi aspetti uniti ad altri di carattere economico determinano la possibilità di sfruttare o meno la risorsa eolica di un dato sito.¹²

¹² Alcune delle seguenti informazioni sono riprese dal sito internet ufficiale della società Solarte Italia: www.solarteitalia.it.

L'uomo utilizza l'energia del vento da centinaia di anni. Inizialmente sfruttata a fini meccanici, la sua energia cinetica può essere oggi convertita in elettricità tramite le cosiddette *centrali eoliche*.

Caratterizzato da un buon rapporto costo/produzione, è caratterizzato da uno sfruttamento piuttosto semplice dovuto un elevato grado di maturità tecnologica, l'eolico si avvale di aerogeneratori di varie dimensioni. Dai più piccoli destinati soprattutto ad utenze domestiche (inferiori ai 100 kw, micro e mini eolico), a dimensioni maggiori destinati all'alimentazione di utenze industriali oppure alla immissione di energia elettrica nella rete.

Nel mondo come in Italia la presenza eolica installata è in costante aumento, anche se dal 2008 fino al 2009 vi è stata una lieve flessione degli investimenti a livello globale in energie rinnovabili come mostrato in Figura 7.

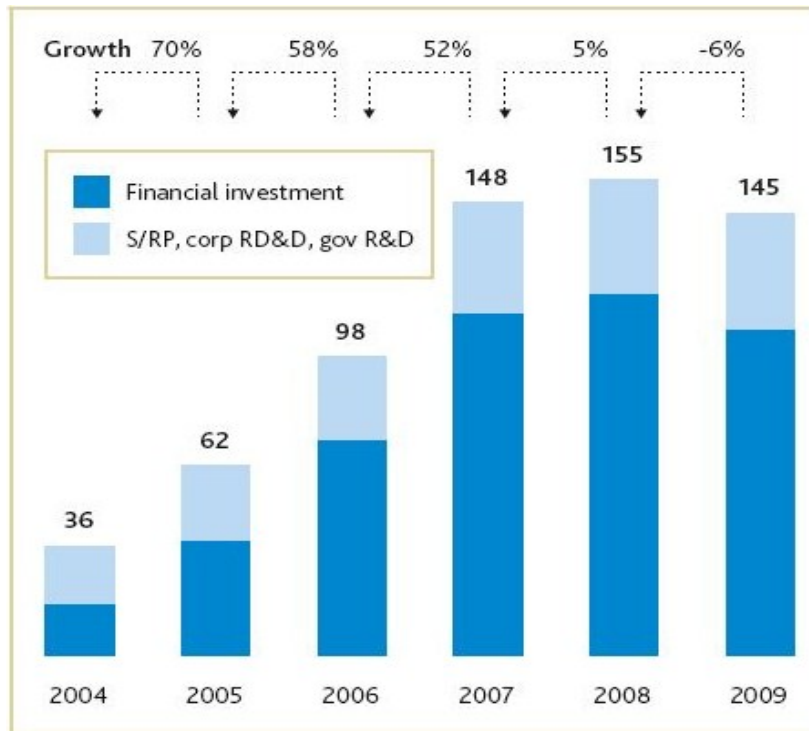


Figura 7¹³: Total global annual in clean energy 2004 to 2009 us \$ billions.

Note: S/RP = small/residential projects. New investment volume adjusts for re-invested equity. Total values include estimates for undisclosed deals.

Fonte: GWEC Global Wind 2009 Report.

¹³ Global Wind Energy Council (GWEC), *Global Wind 2009 Report*.

A livello globale la potenza installata per l'eolico ha comunque registrato un continuo aumento come descritto nella Figura 8.

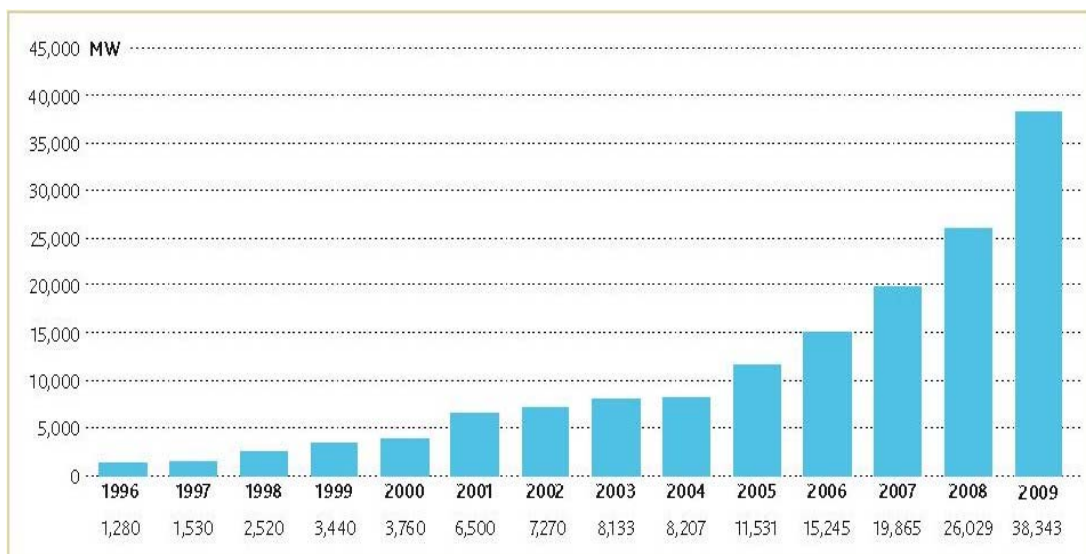


Figura 8¹⁴: Global annual installed capacity 1996 – 2009.

Il settore eolico è caratterizzato da una tecnologia relativamente matura e consolidata. Il principio di funzionamento prevede che la forza cinetica del vento venga catturata da pale posizionate su una torre e collegate ad una turbina.

Attraverso il passaggio sulle due facce della pala, il vento crea un differenziale di pressione che si traduce in una forza chiamata *portanza aerodinamica* che causa la rotazione delle pale che si muovono su un piano, intorno al mozzo il quale è collegato ad un primo albero che ruota alla medesima velocità angolare del rotore (pale più mozzo). La tipologie di turbine eoliche è ampia ed una prima e ad una prima suddivisione può essere fatta in base alla posizione dell'asse di rotazione: si distinguono turbine ad asse orizzontale, quelle più note e diffuse e turbine ad asse

¹⁴ Cfr. Ibidem

verticale, utilizzate sin dall'antichità ma solo di recente oggetto di ulteriori studi e ricerche per migliorarne l'efficienza.¹⁵

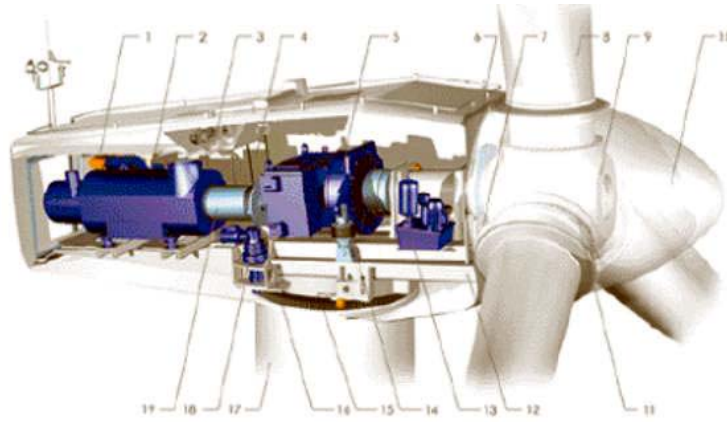


Figura 9¹⁶: Generatore e Navicella

Fonte: www.resitsrl.it.

Gli impianti eolici possono differire notevolmente l'uno dall'altro, in base ad una serie di caratteristiche, quali in primis, la dimensione, in base alla tecnologia o anche il posizionamento delle torri (impianti on-shore e impianti off-shore posizionati su piattaforme marine, Figura 10)¹⁷

¹⁵ Alcune delle seguenti informazioni sono riprese dal sito internet ufficiale della società Solarte Italia: www.solarteitalia.it.

¹⁶ Alcune informazioni sono tratte dal sito internet ufficiale della Società Resit Srl: www.resitsrl.it.

¹⁷ <http://greenreporter.myblog.it/>

1



2



Figura 10 Impianti on-shore (1) e Impianti off-shore (2)

Per quanto concerne l'energia prodotta da un impianto eolico, questa di per se dipende oltre che dalle caratteristiche dell'impianto, dall'intensità del vento, misurata a sua volta in metri al secondo (m/s).

Possiamo parlare di due soglie, denominate *cut in* e *cut out*, che formano un intervallo all'interno del quale l'aerogeneratore produce elettricità. Al di sotto della soglia *cut in* (intorno ai 3 m/s, anche se variano in base a dimensioni e caratteristiche dell'impianto), il rotore rimane fermo, mentre oltre il *cut out* (intorno ai 25 m/s) il rotore smette di girare per evitare danni alla turbina. All'interno di questo intervallo la quantità di energia effettivamente prodotta varia notevolmente, a parità di kW dell'impianto, all'aumentare della velocità del vento l'energia prodotta aumenta più che proporzionalmente, quindi con una forza del vento che raddoppia, l'energia prodotta aumenta di oltre quattro volte.

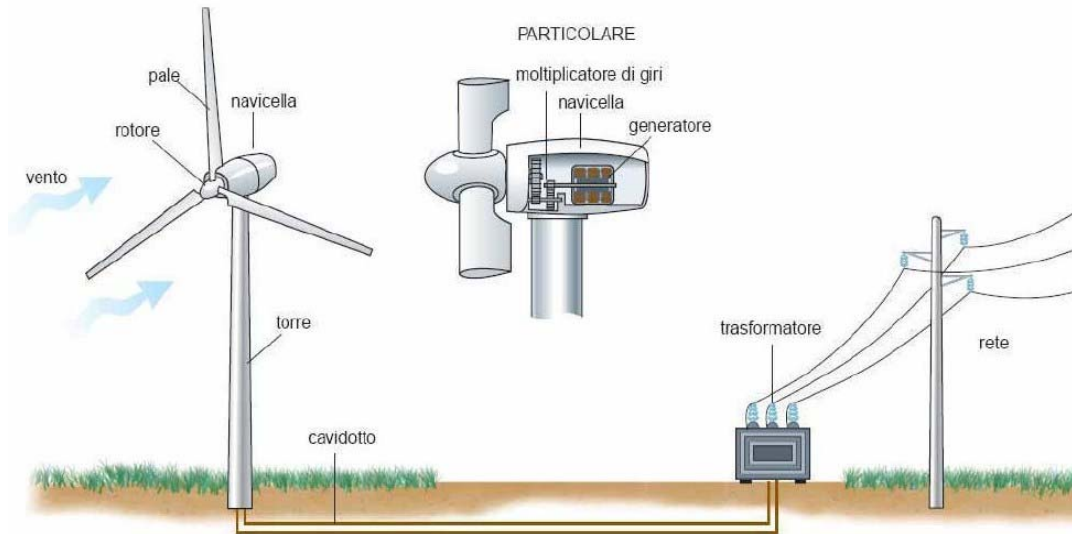


Figura 11: Schema impianto eolico:

La prima considerazione che si può effettuare è tanto ovvia quanto fondamentale, ossia che l'energia eolica è pulita, ossia senza immissione di elementi inquinanti nell'ambiente, e rinnovabile, basata su una materia gratuita quale è il vento a differenza di altre fonti alternative come le biomasse.

Da un'analisi tecnica emerge la convenienza della conversione della forza del vento in elettricità, garantendo rendimenti teorici superiori al 59% (sebbene un rendimento effettivo superiore al 40% sia già da considerare un ottimo risultato). Si tratta di una tecnologia ampiamente affermata, caratterizzata da progetti semplici e tempi di installazione standard molto brevi, trattandosi di analisi sulla potenza del vento seguite dal trasporto e fissaggio delle pale eoliche al terreno.

Da un punto di vista economico, lo sviluppo tecnologico ha reso questa tecnologia maggiormente vantaggiosa, secondo i dati IEA il costo medio di produzione sarebbe compreso tra 0,03 – 0,08 €/kWh.

D'altro canto, si tratta comunque di una fonte di energia aleatoria, almeno in parte, basata sui venti e quindi sulle condizioni climatiche non facilmente prevedibili

e soprattutto non programmabili, risulta quindi difficile determinare con esattezza la quantità di energia che si prevede di produrre in zone geografiche non caratterizzate da vento costante ed elevato. Ciò determina l'impossibilità di garantire la copertura istante per istante, tanto da rendere necessaria la presenza di impianti ausiliari per assicurare l'erogazione continua di energia. Altro elemento da considerare è l'impatto ambientale di determinati impianti, tanto che in alcuni casi le comunità locali tendono ad impedirne l'installazione per non vedere deturpato il paesaggio, pur essendo una fonte di energia pulita e gratuita.

Energia idroelettrica

Tra le fonti rinnovabili, l'energia idroelettrica è di gran lunga quella di maggiore importanza. Contribuisce infatti per una quota rilevante alla domanda mondiale di energia primaria: in misura superiore al 6% su scala mondiale, ma con valori molto superiori per alcune aree geografiche (ad esempio il 27% nel caso dell'America centro-meridionale) o singoli paesi.

Circa il 17% dell'energia elettrica prodotta nel mondo è di origine idroelettrica. Questa percentuale rende tuttavia scarsa giustizia all'importante ruolo che tale fonte ha svolto nello sviluppo industriale di molti Paesi, ove è stata a lungo la principale fonte di elettricità. In Svizzera, Austria, Norvegia, Svezia, Islanda, Francia e Italia, ma anche Giappone e Canada, il maggiore impulso all'industrializzazione, all'inizio del XX secolo, è stato dato proprio dalla possibilità di disporre di centrali idroelettriche.

Ancora oggi vaste aree del pianeta dipendono fortemente da questa fonte di energia: nel Sud-America, ad esempio, quasi il 58% dell'elettricità prodotta è di origine idrica. Ma anche in numerose nazioni a forte sviluppo (Norvegia, Svezia, Islanda, Svizzera, Austria, Canada e Nuova Zelanda) quella idraulica rimane ancora la principale fonte di energia elettrica.¹⁸

Attualmente nel mondo sono installati 740.000 MW di impianti idroelettrici, con una produzione di 3.200 TWh che rappresenta circa il 20% dell'attuale consumo di energia elettrica.¹⁹

Le aree dove si nota un forte sviluppo di questa tecnologia sono i paesi OCSE, l'America Latina, la Cina e l'ex Unione Sovietica.²⁰

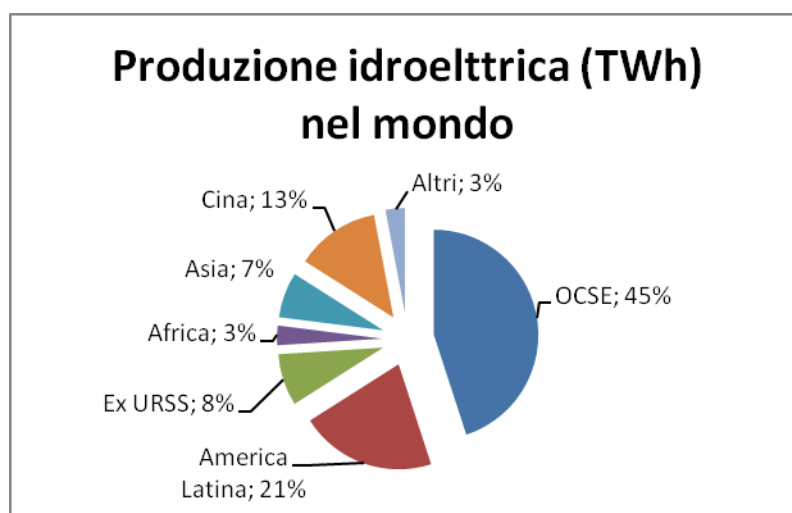


Figura 12

Fonte: Nostra elaborazione su dati dell'International Energy Agency (IEA), 2008

Vi sono alcune teorie concordanti da parte di scienziati sulla possibilità di accrescere la produzione totale di energia idroelettrica fino a cinque volte quella attua-

¹⁸ Dati tratti dal sito ufficiale della Regione Toscana : www.regione.toscana.it.

¹⁹ Cfr. Lanzini P., Nova A, Pogutz S., Russo A., Vurro C., *Investire in energie rinnovabili*, EGEA, Milano, 2009

²⁰ Cfr. International Energy Agency (IEA), *Key World Energy Statistics*, 2008.

le, soddisfacendo quindi l'attuale richiesta di energia elettrica. Secondo un rapporto annuale della British Petroleum viene utilizzato solo il 10% del potenziale idroelettrico.²¹

Gli impianti possono essere di diverse tipologie:

- Impianti a deflusso regolato (a bacino): Sono impianti a bacino idrico naturale (laghi) o artificiale, come nel caso di molti serbatoi, a volte sono bacini naturali nei quali si aumenta la capienza con sbarramenti, in molti casi gli sbarramenti consistono in dighe alte molte decine di metri. Sono ad oggi gli impianti idroelettrici più potenti e più sfruttati ma hanno un notevole impatto ambientale. In genere queste centrali sono superiori ai 10 MW di potenza e arrivano a potenze enormi a seconda delle dimensioni del bacino utilizzato²².
- Impianti ad accumulo o serbatoio: si tratta di impianti con le stesse caratteristiche di quelli tradizionali ma caratterizzati dalla presenza di due serbatoi alle estremità collocati a quote differenti collegati mediante i manufatti tipici di un impianto idroelettrico: nelle ore diurne di maggior richiesta (ore di punta) dell'utenza l'acqua immagazzinata nel serbatoio superiore è usata per la produzione di energia elettrica; nelle ore di minor richiesta (ore notturne) la stessa viene risollelevata al serbatoio superiore.²³

²¹ Cfr. British Petroleum, *Annual Report 2009*.

²² Alcuni dati sono tratti dal sito ufficiale dell'Associazione di cultori, ricercatori, innovatori e appassionati di fonti energetiche rinnovabili e di tecnologie efficienti: www.energoclub.it.

²³ Alcune delle seguenti informazioni sono riprese dal sito internet ufficiale della società Solarte Italia: www.solarteitalia.it.

- Impianti ad acqua fluente molto diffusi all'inizio del secolo scorso soprattutto nei piccoli laboratori, fino ai più recenti impianti inseriti in condotte idriche come ad esempio canali di approvvigionamento idrico o condotte, ponendo delle valvole nei punti di ingresso o l'inserimento di una turbina per il recupero dell'energia che altrimenti andrebbe persa.

La potenza ottenibile da una turbina idraulica è espressa da un'equazione:²⁴

$$P = R * g * Q * H$$

Dove:

P = potenza espressa in kW

R = rendimento globale dell'impianto

G = accelerazione di gravità

Q = portata d'acqua espressa in m³/s

H = salto di dislivello espresso in metri.

²⁴ Cfr.. Lanzini P., Nova A, Pogutz S., Russo A., Vurro C., *Investire in energie rinnovabili*, EGE-A, Milano, 2009

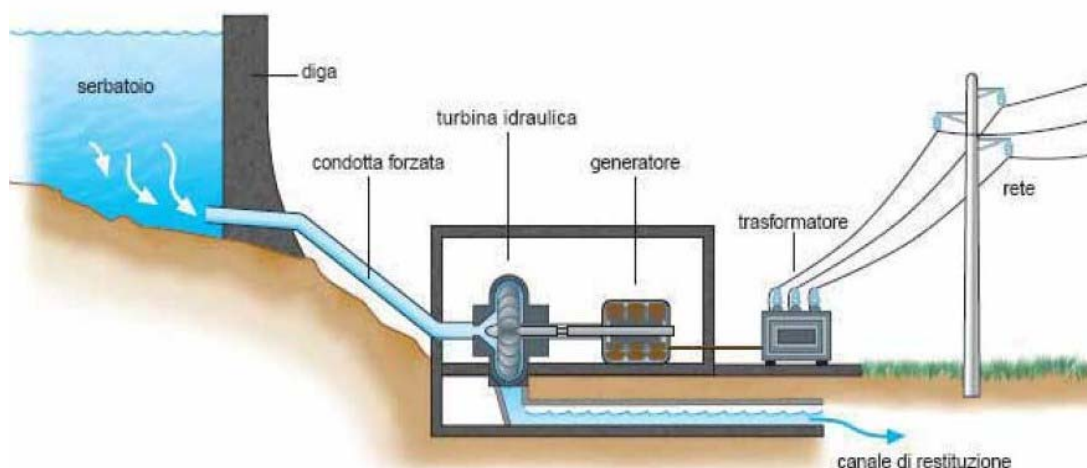


Figura 13: Schema di un impianto idroelettrico.

Una particolare categoria di impianti idroelettrici è costituita dai micro-hydro (o micro-idroelettrico), con la quale si indicano le installazioni che producono meno di 100 kW di energia. Gli impianti di piccola taglia (*micro-ydro*) di potenza inferiore a 100 kW, sono più versatili e privi di effetti negativi sull'ambiente. In Italia i luoghi adatti allo sviluppo dell'energia idraulica in micro scala sono assai numerosi, anche in considerazione del fatto che è molto varia la tipologia dei possibili utenti: enti locali, parchi naturali, utenze isolate, nuclei familiari, borgate, aziende agricole e agriturismi, artigiani, imprese industriali, ecc.²⁵

Questa tecnologia in particolare si avvale di microimpianti che producono basse potenze sfruttando in generale portate più contenute su salti modesti, risultano quindi adatti a quelle situazioni in cui vi sia un fabbisogno energetico da soddisfare e la disponibilità di una portata d'acqua, anche di non notevole entità, su salti addirittura di pochi metri.

²⁵ Alcuni concetti relativi agli impianti micro ydro sono stati ripresi dal sito internet ufficiale dell'Associazione Produttori Energia da Fonti Rinnovabili: www.aper.it.

In conclusione, la piovosità media annua in Italia si attesta attorno ai 1.000 mm, e ciò ci porta a considerare un investimento in impianti idroelettrici abbastanza sicuro, considerato che teoricamente si tratta di una fonte inesauribile e disponibile in modo capillare sul territorio nazionale.

La risorsa idrica inoltre garantisce una spinta sulla pale di un girante anche 800 volte superiore a quella del vento.

Da un punto di vista ambientale, pure in questo caso, vi è l'assenza di immissione di sostanze inquinanti nell'ambiente, dovendo invece considerare l'occupazione del suolo, la trasformazione del territorio, derivazione e captazione di risorse idriche superficiali andando quindi ad influire sulla flora e sulla fauna di un territorio in modo negativo, con conseguenze anche importanti.

Biomasse

Con il termine di biomassa viene indicata la materia organica, prevalentemente vegetale, sia spontanea che coltivata dall'uomo, terrestre e marina, prodotta per effetto del processo di fotosintesi clorofilliana con l'apporto dell'energia della radiazione solare, di acqua e di sostanze nutritive.

Sono quindi biomasse:

- tutti i prodotti delle coltivazioni agricole e della forestazione;
- i residui delle lavorazioni agricole e gli scarti dell'industria alimentare;
- le alghe;
- tutti i prodotti organici derivanti dall'attività biologica animale;

- i rifiuti solidi urbani (a rigore solo la parte biodegradabile).²⁶

La biomassa può essere utilizzata per fini energetici sia in maniera diretta che indiretta:

- uso diretto: utilizzo in caldaie per la produzione di energia termica o di sistemi per la produzione combinata di energia termica ed energia elettrica;
- uso indiretto: utilizzo come materia prima per ottenere, dopo adeguati processi di trasformazione, vari biocombustibili.

Attualmente le biomasse soddisfano il 15% circa degli usi energetici primari del mondo, anche se con forti disomogeneità a livello macroregionale. In alcuni paesi in via di sviluppo, nel complesso ricavano oltre un terzo della propria energia dalle biomasse (con punte del 90%, grazie alla combustione del legno, paglia e rifiuti animali), mentre nei paesi industrializzati la percentuale si riduce fortemente (3% circa).

In particolare, gli USA ricavano il 3.2% della propria energia dalle biomasse, l'Europa il 3.5% , con punte del 18% in Finlandia, 17% in Svezia, 13% in Austria. L'Italia, con il 2,5% del proprio fabbisogno coperto dalle biomasse, è al di sotto della media europea.

Lo sfruttamento della biomassa si presta a diversi scopi, tradizionalmente viene impiegato nel mercato del riscaldamento degli edifici, già ora in posizione di competitività nei confronti di combustibili fossili.

²⁶ Alcune delle seguenti informazioni sono riprese dal sito internet ufficiale della società Solarte Italia: www.solarteitalia.it.

Tra le varie tecnologie di conversione energetica delle biomasse, alcune grazie ad un forte sviluppo tecnologico possono essere impiegate su scala industriale, mentre altre necessitano di ulteriori sperimentazioni e miglioramenti in modo da aumentare i rendimenti e ridurre i costi.

In particolare, fra le diverse tecnologie, le più importanti per quanto concerne la produzione di energia elettrica dalla biomassa sono:

- motori a pistoni a vapore Spillino (che sfruttano sostanzialmente le tecnologie delle vecchie locomotive a vapore);
- turbogeneratori ORC – Organic Rankine Cycle (per la produzione contemporanea dell'energia elettrica e del calore sottoforma di acqua calda);
- turbine a vapore.

Tra queste la tecnologia più promettente è costituita dai turbogeneratori ORC, con potenzialità nominale tra i 450 e i 1.500 kW elettrici, e che utilizza olio silconico come fluido di lavoro.²⁷

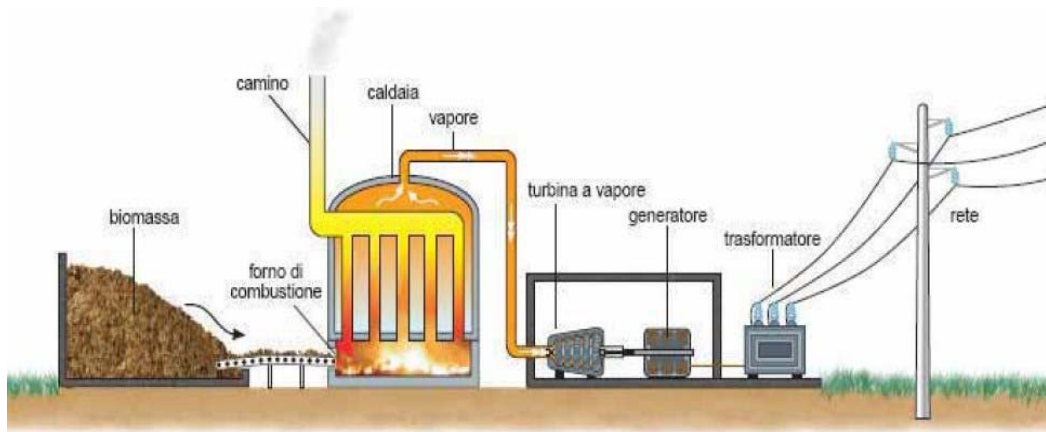


Figura 14: Schema impianto a biomasse.

²⁷ Cfr.. Lanzini P., Nova A, Pogutz S., Russo A., Vurro C., *Investire in energie rinnovabili*, EGE-A, Milano, 2009

In conclusione, le biomasse consistono in una risorsa locale, pulita e rinnovabile, nonché disponibile ovunque. Lo sfruttamento delle biomasse non contribuisce all'effetto serra, poiché la quantità di anidride carbonica rilasciata durante la decomposizione è equivalente a quella assorbita durante la crescita della biomassa stessa.

Un altro particolare aspetto da tenere considerazione è l'assenza di piombo e zolfo, e la loro degradabilità, elementi che determinano un forte vantaggio rispetto ai combustibili fossili tradizionali. D'altro canto presentano costi di investimento molto elevati, barriere tecnologiche, politiche informative e politiche agricole e comunitarie ancora non propriamente adeguate. Questi elementi rendono il costo di produzione dell'energia attraverso lo sfruttamento delle biomasse più elevato rispetto ai costi di produzioni attraverso i combustibili fossili, pur se si prospetta un andamento positivo delle biomasse che permetteranno alle ultime una posizione più competitiva rispetto alle fonti tradizionali.

Fotovoltaico

L'energia del sole può essere sfruttata attraverso diverse modalità e per diversi scopi. Con il solare termico ad esempio si può produrre dell'acqua calda attraverso un captatore, trasformando quindi l'energia del sole in calore, mentre con il fotovoltaico l'energia solare viene trasformata direttamente in energia elettrica senza l'impiego di alcun combustibile. I costi di realizzazione di un impianto fotovoltaico sono ancora piuttosto elevati, ma la tecnologia è in continuo sviluppo , ed i

continui miglioramenti fanno presumere buone possibilità di un sempre più competitivo utilizzo dell'energia solare.

La tecnologia fotovoltaica consente di trasformare direttamente in energia elettrica l'energia associata alla radiazione solare. Essa sfrutta il cosiddetto effetto fotovoltaico, basato sulle proprietà di alcuni materiali semiconduttori (il più utilizzato è il silicio, elemento molto diffuso in natura) che, opportunamente trattati, sono in grado di generare elettricità se colpiti da radiazione luminosa. Il dispositivo elementare capace di operare una conversione dell'energia solare si definisce cella fotovoltaica ed è in grado di produrre una potenza di circa 1,5 Watt. Il componente base, commercialmente disponibile, è invece il modulo composto da più celle collegate ed incapsulate. Più moduli fotovoltaici, collegati in serie e in parallelo, formano le sezioni di un impianto, la cui potenza può variare da poche centinaia di Watt a milioni di Watt.

La corretta esposizione all'irraggiamento solare dei moduli fotovoltaici rappresenta un fattore chiave al fine di ottenere le prestazioni ottimali dell'impianto in termini di producibilità di energia elettrica. Ad esempio in Italia l'esposizione ottimale è verso Sud con un'inclinazione di circa 30-35° gradi. Nella mappa riportata nella figura 10 viene mostrata per il territorio italiano la producibilità di un impianto fotovoltaico da 1kWp, ottimamente orientato ed inclinato, installato su una struttura fissa (orientativamente si passa da Nord al Sud dell'Italia con una produzione specifica variabile da 1000 a 1400 kWh per ogni kWp installato). Inoltre ogni kWp installato richiede uno spazio netto di circa 8 – 10 m² qualora i moduli siano installati in modo complanare alle superfici di pertinenza degli edifici, oc-

corre invece uno spazio maggiore se l'impianto è installato in più file successive su strutture di supporto inclinate collocate su superfici piane.²⁸



Figura 15²⁹ Produttività annuale per kWp installato, con inclinazione dei moduli ottimale.

La configurazione dell'impianto prevede, solitamente, l'inserimento a valle dei moduli fotovoltaici di un inverter che trasforma la corrente continua generata dalle celle in corrente alternata direttamente utilizzabile dagli utenti. Infine il sistema è completato da una struttura di sostegno per fissare i moduli alla superficie d'installazione: terreno, tetto, facciata, parete, etc. La struttura può essere fissa o

²⁸ I seguenti dati sono tratti dal sito internet ufficiale del Gestore Servizi Energetici (GSE): www.gse.it.

²⁹ Cfr. Ibidem.

mobile, in grado di seguire il sole lungo il suo percorso giornaliero durante l'intero anno.

Le principali applicazioni dei sistemi fotovoltaici sono:

- impianti con sistema di accumulo per utenze isolate della rete;
- impianti per utenze collegate alla rete in bassa tensione;
- centrali di produzione di energia elettrica collegate alla rete in media o alta tensione.

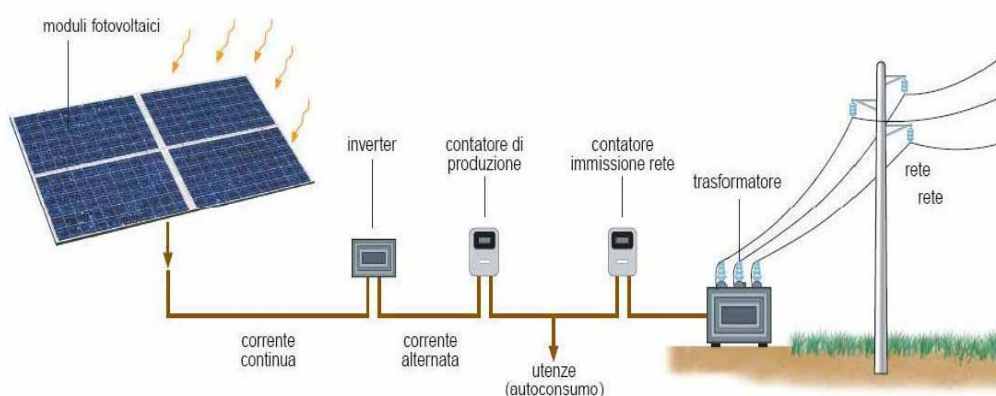


Figura 16³⁰: Schema di un impianto fotovoltaico.



Figura 17: Impianto localizzato nel comune di Narni (TR), costituito da 252 moduli di potenza unitaria, pari a 160 W. Producibilità annua: 52.800 kWh.

³⁰ Cfr. Ibidem.



Figura 18: Distribuzione regionale % del numero di impianti fotovoltaici a fine 2009.

Numero impianti in Italia: 71.288

Nella mappa tematica è posta in evidenza la distribuzione regionale degli impianti fotovoltaici in Italia. Le regioni del Nord rappresentano il 54% delle installazioni, quelle del Sud il 27% ed infine le Regioni del Centro il 19%. La regione con il maggior numero di impianti è la Lombardia (15,2%) seguita da Veneto (9,6%) ed

Emilia Romagna (9,3%). Al Sud si distingue la Puglia con il 7,4% e al Centro la Toscana al 7%.

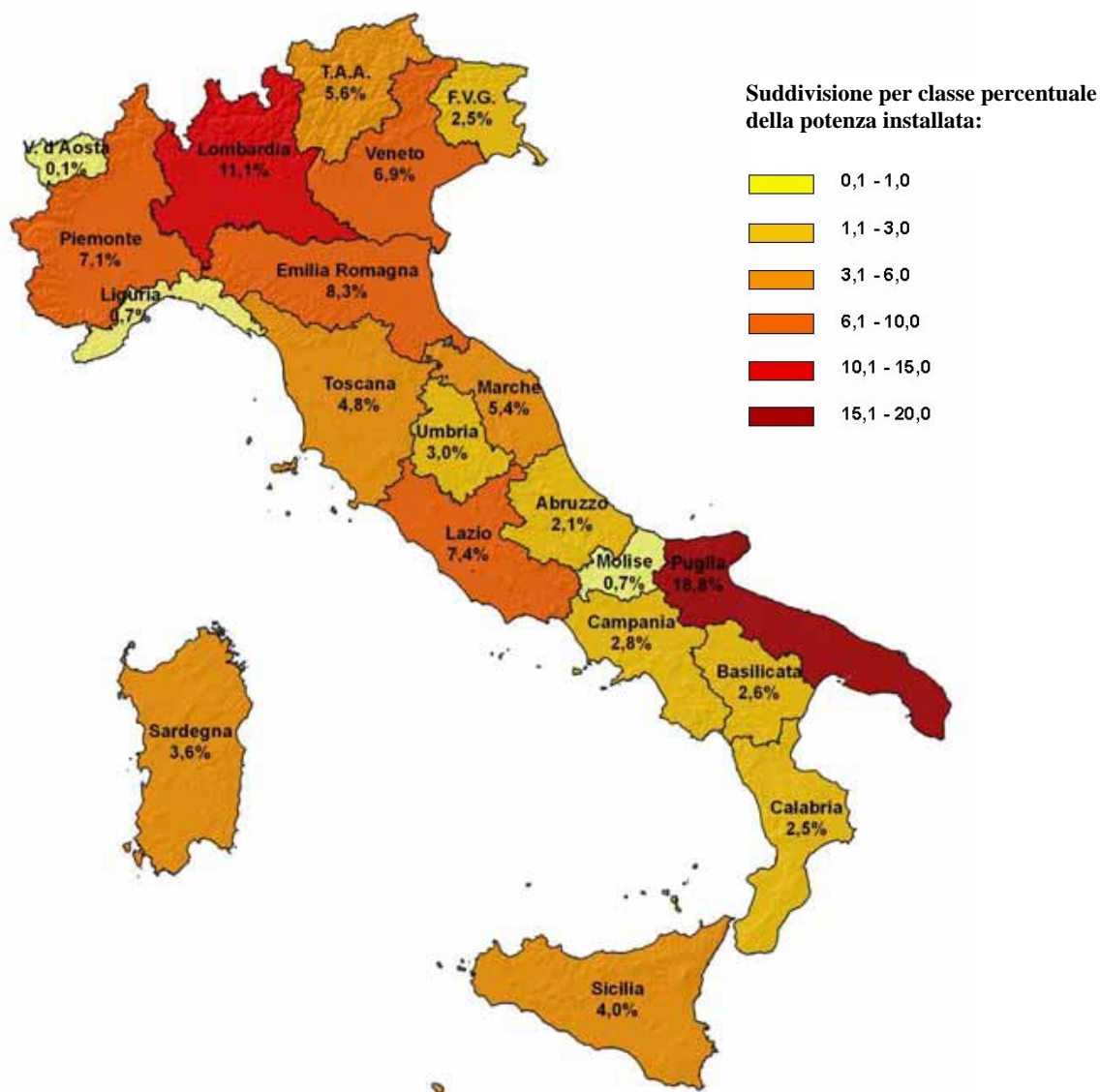


Figura 19: Distribuzione regionale % della potenza fotovoltaica a fine 2009.

Potenza installata in Italia: 1.144 MW.

Nella mappa tematica della distribuzione regionale di fig. 13, mostra che oltre il 42% della potenza installata è al Nord, il 37% al Sud, e il 21% al Centro. In parti-

colare è la Puglia con il 18,8% ad avere la massima potenza installata, seguita da Lombardia (11,1%) ed Emilia Romagna (8,3%).

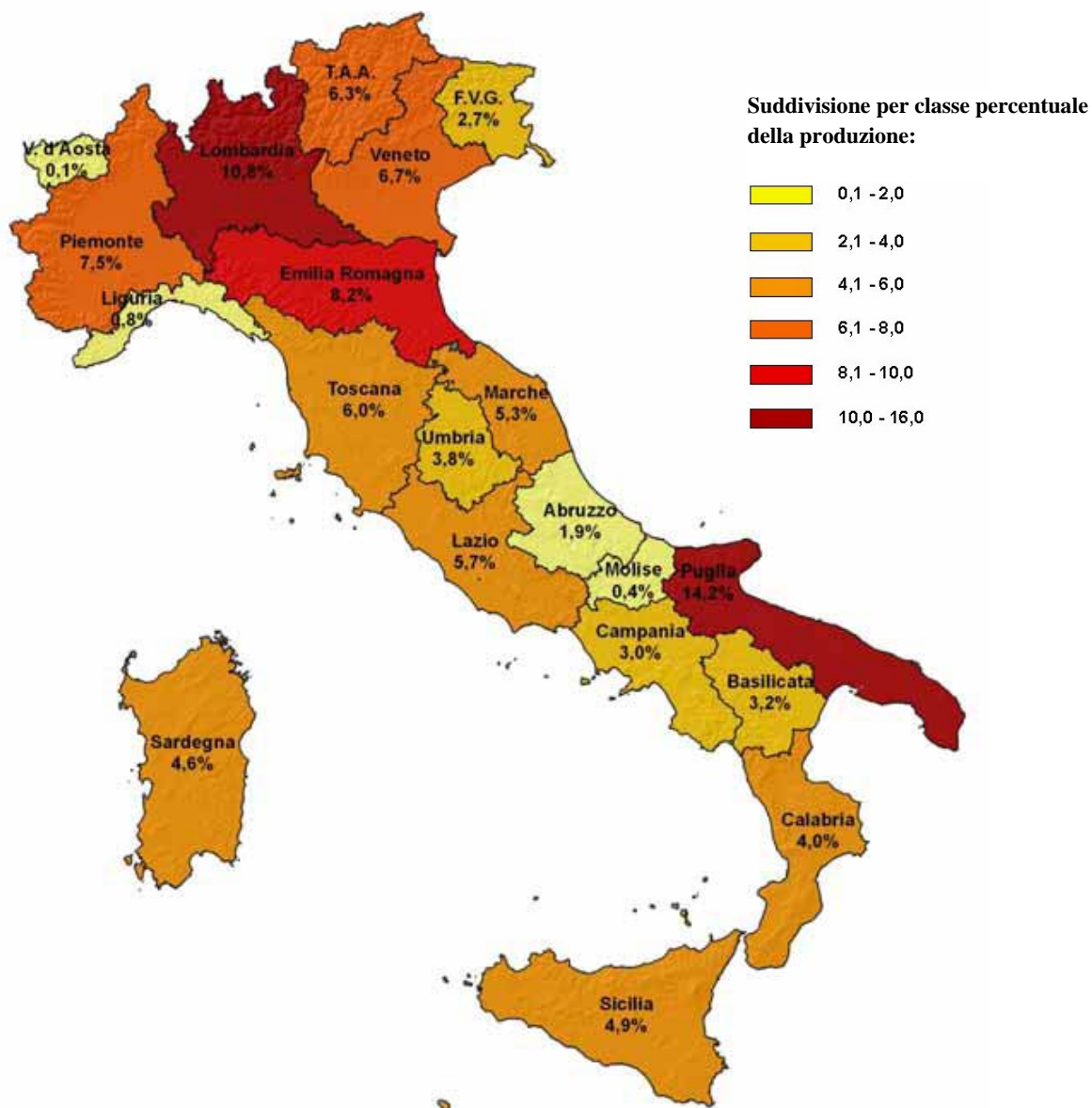


Figura 20: Distribuzione regionale % della produzione fotovoltaica del 2009.

Produzione in Italia: 676 GWh.

La mappa tematica descrive la distribuzione percentuale della produzione da impianti fotovoltaici. La Regione più produttiva è la Puglia che con i suoi 95,4 GWh

ricopre il 14,2% del totale. Al secondo posto la Lombardia, che spinta dalle sue numerosissime installazioni, raggiunge il 10,8%.

Mentre le prime posizioni sono invariate rispetto all'anno precedente, al terzo posto sale l'Emilia Romagna con l'8,2% della produzione totale.³¹

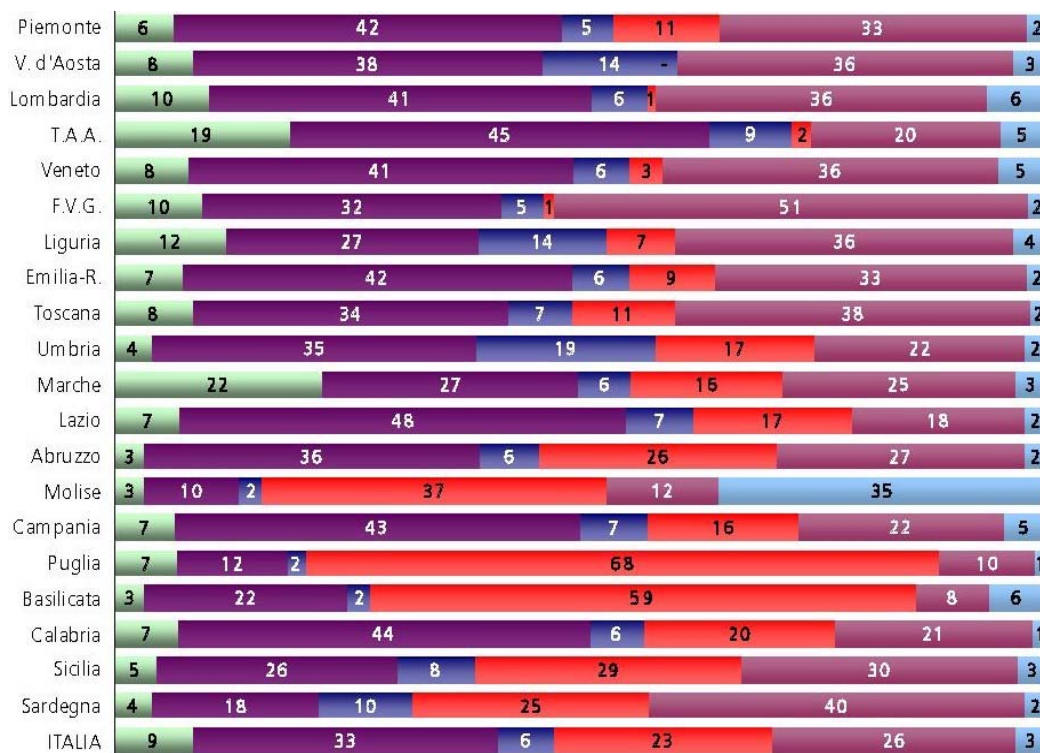


Figura 21: Potenza fotovoltaica % per regione, secondo la tipologia di sito a fine 2009.

- Agricoltura, Silvicultura e Pesca
- Attività manifatturiere estrattive ed altre
- Commercio servizi
- Installati a terra
- Abitazioni
- Pubblica Amministrazione

Nel grafico a barre è mostrata la distribuzione percentuale della potenza in base alla tipologia di sito dove l'impianto è stato installato. Le varie casistiche sono state ricondotte a sei classi principali.

³¹ Statistic Report GSE 2009

Gli impianti fotovoltaici installati in aziende agricole o di allevamento rientrano nella prima classe, che ha il maggiore peso nelle Marche, dove raggiunge il 22% del totale. Nelle “attività manifatturiere, estrattive ed altre” sono compresi, tra l’altro, tutti gli insediamenti produttivi: la potenza percentuale più elevata è nel Lazio (48%). La classe comprendente “commercio e servizi”, nonché depositi o strutture alberghiere, raggiunge il 19% in Umbria. La composizione del parco fotovoltaico delle Regioni del Sud si caratterizza da impianti installati a terra, con in testa la Regione Puglia (68%). Le ultime due classi interessano gli impianti su edifici abitativi dove si evidenzia il Friuli Venezia Giulia (51%) e quelli installati dalle Pubbliche Amministrazioni con il Molise in testa (35%).

Capitolo 3

Il quadro normativo di riferimento

L'evoluzione europea nell'ottica di una disciplina comunitaria delle fonti rinnovabili

Da circa un decennio la Commissione Europea ha posto fra i suoi obiettivi principali, lo sviluppo delle fonti energetiche rinnovabili (FER), attraverso integrazione tra progresso energetico, tutela dell'ambiente e sviluppo sostenibile. In particolare, l'impegno maggiore si concentra sull'energia eolica, solare, idrica e sulle biomasse.

In linea generale si riconosce come le fonti di energia rinnovabile giochino un ruolo decisivo nella riduzione delle emissioni di anidride carbonica, obiettivo del protocollo di Kyoto, ratificato dall'UE con la decisione 2002/358/CE. Al contempo, l'incremento della quota di risorse rinnovabili del bilancio energetico europeo rappresenta un modo per garantire una maggiore sicurezza nell'approvvigionamento ed una riduzione della dipendenza dell'UE dall'importazione. La Direzione Generale Energia della Commissione Europea ha previsto in tal senso che le fonti di energia rinnovabile saranno economicamente competitive con le risorse convenzionali in un tempo medio-lungo, considerando che, in particolare per l'eolico ma anche micro-idroelettrico, solare termico e bio-

masse, alcune tecnologie disponibili le rendano già economicamente sfruttabili in modo competitivo.

Un ulteriore elemento di incentivo allo sviluppo di tecnologie pulite per la produzione energetica è dato dalla normativa in materia di protezione ambientale e riduzione delle emissioni. Inoltre, con il *Libro Verde per una Strategia Comunitaria delle Fonti Rinnovabili di Energia* (1996) e la successiva pubblicazione del *Libro Bianco per una Strategia e un piano d'azione della Comunità: Energia per il futuro – le fonti energetiche rinnovabili* (1997), l'UE si è posta degli obiettivi concreti, finalizzati per il primo, ad un raddoppiamento della quota di fonti rinnovabili impiegate, attraverso una maggiore cooperazione fra gli stati membri attraverso delle politiche incisive a livello nazionale ed un coordinamento degli interventi a livello comunitario, il secondo libro invece con obiettivi di definizione di un piano d'azione per il raggiungimento di un risultato programmato, in riferimento alle misure di ordine normativo e finanziario, al rafforzamento delle politiche comunitarie a cui è affidata l'introduzione delle FER nel mercato energetico ed alla promozione dell'informazione nel campo delle rinnovabili.

Contemporaneamente alle dichiarazioni d'intenti e definizione degli orientamenti politici e strategici, la Commissione ha adottato misure sia normative che economiche per incentivare l'uso delle FER, ed in particolare il risparmio energetico.

Tra le più importanti va nominata la Direttiva 96/92CE riguardante “*norme comuni per il mercato interno dell'energia elettrica*”. Con l'obiettivo di definire una base comune in materia di generazione, trasmissione e distribuzione elettrica, la Direttiva definisce le norme organizzative di funzionamento del settore

dell'energia elettrica, l'accesso al mercato, i criteri e le procedure da applicarsi nei bandi di gara, rilascio delle autorizzazioni e gestione delle reti.

Con la Direttiva 42/01/CE concernente "*criteri di valutazione di impatto sull'ambiente*" si è tenuto il medesimo tenore, identificata come Direttiva sulla Valutazione Ambientale Strategica (VAS), si occupa della valutazione dei piani e dei programmi sull'ambiente, con lo scopo di garantire un più elevato livello di protezione per quest'ultimo e contribuire all'elaborazione e adozione di piani e programmi nazionali, regionali e locali ed eventualmente cofinanziati dalla Comunità Europea.

Di rilievo, è inoltre la Direttiva 77/01/CE riguardante la "*promozione dell'energia elettrica prodotta da fonti energetiche rinnovabili nel mercato interno dell'elettricità*" dove si può apprezzare un primo intervento normativo volto alla creazione di un quadro comunitario finalizzato alla produzione e sviluppo di fonti di energia alternative (FER), successivamente recepito dai paesi membri nel 2003. La Commissione definisce il proprio ruolo di valutatore nel raggiungimento degli obiettivi fissati per ciascuno stato per quanto concerne il consumo di elettricità da FER, coerentemente con gli obiettivi fissati a livello globale. In particolare la Direttiva determina il ruolo di ciascuno stato membro nella certificazione della garanzia d'origine dell'energia, nell'ottimizzazione delle procedure amministrative per facilitarne la produzione, e la gestione delle reti di trasmissione e distribuzione di elettricità proveniente da fonti di energia rinnovabili.

Con la comunicazione "*The share of renewable Energy in the EU*" (2004) la Commissione si propone, coerentemente con l'art. 3 della Direttiva 77/01, di valu-

tare l'effetto delle politiche comunitarie e degli strumenti legislativi sull'incremento della produzione di energia elettrica da FER, rilevando nella comunicazione il solo parziale allineamento alle misure prefissate nella Direttiva Comunitaria 77/2001. Tale disallineamento è stato attribuito alla persistenza di barriere amministrative e alle lunghe procedure di autorizzazione e mancanza di coordinamento tra organi amministrativi. La comunicazione, inoltre, riconosce con decisione la necessità di rafforzare gli impegni soprattutto in materia di supporti finanziari.

Il finanziamento resta quindi una priorità in tale settore, prendendo spunto dalle diverse forme di sostegno a favore dell'elettricità prodotto da FER, la comunicazione del 2005, tratta le specificità di quattro gruppi di strumenti di sostegno: le tariffe di alimentazione, il sistema di certificati verdi, le procedure di aggiudicazione e gli incentivi fiscali. Lo scopo di tale comunicazione è stata quella di sottolineare la necessità di maggiori interventi non solo nell'ambito economico-finanziario, ma volti al contempo ad un'ottimizzazione dei sistemi nazionali, e all'eliminazione delle barriere amministrative. Questa comunicazione rappresentò la base per la redazione del secondo *Libro Verde sull'efficienza energetica*, pubblicato dalla commissione nel 2005.

La continua ricerca di efficienza ha portato alla Comunicazione "*Verso un piano strategico europeo per le tecnologie energetiche*" (2006) dove, oltre al rafforzamento dell'impegno nello sviluppo di un percorso alternativo alle fonti energetiche tradizionali, la Commissione identifica quattro fronti principali su cui focalizzarsi per il progresso del sistema energetico europeo:

I fondi per lo sviluppo di energie alternative

- conversione e utilizzo efficiente in tutti i settori economici;
- diversificazione del mix energetico a favore delle fonti energetiche rinnovabili e delle tecnologie di conversione a basse emissioni di carbonio, per l'elettricità, il riscaldamento ed il raffreddamento;
- decarbonizzazione del sistema di trasporto con il passaggio a carburanti alternativi;
- una piena liberalizzazione ed interconnessione dei sistemi energetici, con impiego di tecnologie "intelligenti", dell'informazione e della comunicazione per fornire una rete di servizio flessibile e interattiva (clienti/operatori).

Da un punto di vista strategico hanno fatto seguito alcune dichiarazioni di rilievo:

- realizzazione entro il 2020 dell'obiettivo del 20% di quote di mercato per le FER;
- decarbonizzazione della produzione di elettricità e di calore entro il 2030;
- trasformazione radicale nelle modalità di produzione, distribuzione e utilizzo dell'energia a partire dal 2050.

Tenendo fermo l'impegno dell'UE e degli stati membri nell'incrementare gli investimenti pubblici e privati e nel mobilitare in maniera più efficace le risorse a disposizione attraverso cooperazione e concertazione, alla fine del 2007 è stato presentato il *Piano Strategico Europeo per le Tecnologie Energetiche* (*Piano*

SET). Orientato verso un futuro a bassa emissione di carbonio ed indirizzato all'individuazione degli strumenti politici che meglio rispondono alle esigenze delle differenti tecnologie nelle varie fasi di sviluppo e messa in opera con particolare attenzione ai cambiamenti e atteggiamenti in campo socio-economico, in grado di incidere sull'utilizzo e consumo di energia.

La situazione italiana in tema di FER

L'Italia nell'ultimo decennio ha seguito il trend europeo attraverso una serie di misure di incentivazione, documenti programmatici e norme. Il primo passo è stato compiuto nel 1975 con l'approvazione del Piano Energetico Nazionale, evoluzione continuata nel 1981, fino alla prima delineazione di una più concreta cornice normativa organica in tema energetico in generale e di fonti rinnovabili in particolare.

Con la Legge 9 gennaio 1991 n. 9 si dà inizio ad una parziale liberalizzazione della produzione di energia elettrica da fonti rinnovabili, restando invece vincolata la produzione di energia da fonti convenzionali. Attraverso questa legge viene introdotto l'obbligo di realizzare una pianificazione energetica a tutti i vari livelli amministrativi e la previsione di una serie di misure rivolte sia al pubblico che al privato per incentivare l'uso delle fonti rinnovabili ed il contenimento dei consumi energetici nel settore civile e produttivo. Si tratta di un primo sforzo normativo volto al sostegno dello sviluppo energetico da fonti rinnovabili, con la possibilità in quest'ambito di ottenere contributi in conto capitale fino all'80% del costo

dell'investimento nel caso, ad esempio, di installazione di impianti fotovoltaici per la produzione di energia elettrica, emerge quindi un chiaro orientamento verso lo sviluppo del settore.

Prendendo atto della notevole rilevanza delle fonti rinnovabili, il Libro Bianco

Incentivi e servizi per le fonti rinnovabili nel 2009

(gse)

Un organismo fondamentale negli investimenti in energie rinnovabili è il Gestore Servizi Energetici – GSE S.p.a che opera per la promozione dello sviluppo sostenibile, attraverso l'erogazione di incentivi economici destinati alla produzione energetica da fonti rinnovabili e con azioni informative tese a diffondere la cultura dell'uso dell'energia compatibile con le esigenze dell'ambiente. Il GSE concentra in modo esclusivo la sua azione su tali tematiche a partire dal 1° novembre 2005, quando hanno avuto efficacia le disposizioni del Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri dell' 11 maggio 2004 che prevedevano il trasferimento alla società Terna S.p.a. delle attività di gestione della rete di trasmissione nazionale, fino ad allora svolte dalla società GRTN - Gestore della Rete di Trasmissione Nazionale S.p.a.

Le attività inizialmente attribuite al GSE dal DPCM 11 maggio 2004 sono:

- svolgimento delle attività beni, rapporti giuridici e personale afferenti alle funzioni di compravendita dell'energia CIP 6 e di emissione e verifica del meccanismo dei certificati verdi;

- svolgimento della attività' correlate all'attuazione delle Direttive Europee in tema di promozione dell'energia elettrica ottenuta da fonti energetiche rinnovabili;
- gestione delle partecipazioni detenute nelle società' Gestore dei Mercati Energetici S.p.a. ed Acquirente Unico S.p.a.,

Nel tempo con successive leggi e normative dei Ministeri competenti e dell'Auto-rità per l'Energia Elettrica e il Gas sono stati aggiunti ulteriori compiti :

- per incentivare la produzione elettrica da energia solare;
- per qualificare gli impianti di cogenerazione ad alto rendimento;
- per facilitare la generazione elettrica distribuita sul territorio mediante l'erogazione del servizio di ritiro dell'energia e lo scambio sul posto;
- per supportare la Pubblica Amministrazione nello svolgimento di attività connesse alla produzione e l'uso dell'energia;
- per garantire trasparenza e terzietà in segmenti dei mercati energetici non ancora completamente aperti alla concorrenza;
- per la razionalizzazione del settore della ricerca di sistema in campo elettrico, mediante prima la partecipazione e poi l'acquisizione della società RSE S.p.a.

Le disposizioni emanate prevedono che GSE assicuri, oltre alla regolazione economica, anche il supporto informativo per promuovere i meccanismi di sostegno ed il corretto uso delle fonti energetiche.³²

In seguito all'ottenimento della qualifica di Impianto Alimentato da Fonte Rinnovabile (IAFR) da parte del GSE, i produttori titolari degli impianti possono chiedere l'accesso all'incentivazione con la Tariffa Onnicomprensiva (TO) oppure con i Certificati Verdi (CV). Le due forme di incentivazione sono alternative e sono legate alla diversificazione della dimensione degli impianti tra piccoli e medio/grandi.

³² I seguenti dati sono tratti dal sito internet ufficiale del Gestore Servizi Energetici (GSE): www.gse.it.