

**LUISS GUIDO CARLI**

***LIBERA UNIVERSITA' INTERNAZIONALE DEGLI  
STUDI SOCIALI***

***DIPARTIMENTO DI ECONOMIA***

***A.A. (2011/2012)***

**TESI IN : PROSPETTIVE MACROECONOMICHE GLOBALI**

**TITOLO: IL FINANZIAMENTO INTERNAZIONALE PER LE  
ENERGIE RINNOVABILI: OPPORTUNITA' PER LE  
AZIENDE ITALIANE**

**RELATORE: Prof. Gloria Bartoli**

**CORRELATORE: Prof. Franco Fontana**

**CANDIDATO: Sonila Kaloshi**

**MATR.: 630751**

# INDICE

## Introduzione

### Capitolo 1: Energie rinnovabili e l'efficienza energetica

Premessa .....	1
Le fonti rinnovabili	
1. Energia da fonti rinnovabili classiche	
1.1 Energia idroelettrica .....	5
1.1.1 Vantaggi dell'idroelettrico .....	7
1.1.2 Svantaggi dell'idroelettrico .....	8
1.1.3 Costi dell'energia prodotta da fonte idroelettrica...	9
1.2 Energia geotermica .....	11
1.2.1 Vantaggi del geotermico .....	15
1.2.2 Svantaggi del geotermico .....	16
1.2.3 Costi dell'energia prodotta da fonte geotermica ...	16
2. Nuove fonti di energia rinnovabile	
2.1 Energia eolica .....	18
2.1.1 Vantaggi dell'eolico .....	20
2.1.2 Svantaggi dell'eolico .....	21
2.1.3 Costi dell'energia prodotta da fonte eolica .....	23
2.2 Energia solare .....	25
2.2.1 Il solare fotovoltaico .....	27
2.2.2 Il vantaggio del fotovoltaico .....	28
2.2.3 Svantaggi del fotovoltaico .....	30
2.2.4 Costi dell'energia prodotta da fonte fotovoltaica ..	31
2.2.5 Il solare termico a bassa temperatura .....	32
2.2.6 Vantaggi del solare termico a bassa temperatura ...	33
2.2.7 Svantaggi del solare termico a bassa temperatura ...	34

2.2.8 Costi dell'energia prodotta mediante tecnologia solare termica a bassa temperatura .....	34
2.3 Biomasse .....	36
2.3.1 Vantaggi e potenzialità dell'utilizzazione delle biomasse a scopi energetici .....	37
2.3.2 Costi dell'energia prodotta da biomasse .....	38
3. Una fonte rinnovabile sui generis: l'Efficienza Energetica ..	40

## **Capitolo 2 : Il ricorso alle rinnovabili nel contesto internazionale**

Premessa .....	42
1.1 Capacità energetica eolica .....	46
1.2 Capacità energetica idroelettrica .....	47
1.3 Capacità energetica solare .....	49
1.3.1 Capacità energetica fotovoltaica .....	49
1.3.2 Capacità energetica del solare termico .....	51
1.3.3 Capacità energetica del solare termodinamico .....	56
1.4 Capacità energetica geotermica .....	56
1.5 Capacità energetica delle biomasse .....	58
1.6 Il livello di inquinamento e le misure di protezione .....	59
1.6.1 Il Protocollo di Kyoto .....	60
1.6.2 Il Protocollo di Copenaghen .....	62
1.6.3 USA: cosa comporta l'assenza in Kyoto .....	64
1.6.4 Il protocollo di Copenaghen: successo o fallimento ...	65
1.6.5 L'Europa 20-20-20 .....	66
1.6.6 Il 20-20-20 per l'Italia: in linea con l'UE .....	67

## **Capitolo 3 : Gli incentivi e gli investimenti per le energie rinnovabili**

Premessa .....	69
<b>1. Gli strumenti per promuovere e regolare lo sviluppo delle fonti rinnovabili .....</b>	<b>72</b>
<b>1.1 La struttura degli incentivi .....</b>	<b>72</b>
<b>1.1.1 CIP 6 .....</b>	<b>73</b>
<b>1.1.2 I Certificati Verdi .....</b>	<b>74</b>
<b>1.1.3 Il Conto Energia .....</b>	<b>76</b>
<b>1.1.4 La Tariffa Omnicomprensiva (TO) .....</b>	<b>77</b>
<b>1.1.5 Nuove forme di incentivazione .....</b>	<b>79</b>
<b>1.2 Le procedure amministrative di autorizzazione degli impianti .....</b>	<b>80</b>
<b>1.2.1 L'autorizzazione Unica (AU) .....</b>	<b>81</b>
<b>1.2.2 La valutazione di impatto ambientale (VIA) .....</b>	<b>82</b>
<b>1.2.3 La procedura abilitativa semplificata (PAS) e la comunicazione per attività di edilizia libera .....</b>	<b>82</b>
<b>1.3 Perché utilizzare incentivi fiscali per promuovere Energie Rinnovabili .....</b>	<b>83</b>
<b>1.4 Forme di incentivi in Europa .....</b>	<b>84</b>
<b>1.4.1 Le feed-in Tariffs in Europa .....</b>	<b>85</b>
<b>1.4.2 Gli incentivi in Germania .....</b>	<b>87</b>
<b>1.4.3 Gli incentivi in Francia .....</b>	<b>89</b>
<b>1.4.4 Gli incentivi in Spagna .....</b>	<b>90</b>
<b>2. Dagli incentivi ai finanziamenti .....</b>	<b>92</b>
<b>2.1 Andamento degli investimenti della fonte eolica .....</b>	<b>93</b>
<b>2.2 Andamento degli investimenti della fonte solare .....</b>	<b>93</b>
<b>2.3 Investimenti nel settore del solare fotovoltaico .....</b>	<b>94</b>
<b>2.4 Investimenti nel settore del geotermico .....</b>	<b>94</b>
<b>2.5 Investimenti nel settore delle biomasse .....</b>	<b>95</b>

2.6 Investimenti nel settore idrico .....	96
---	----

## **Capitolo 4 : Case study: Progetto fotovoltaico a Montalto di Castro**

Premessa .....	97
1.1 La BEI in Italia nel 2010 .....	99
1.2 I project bonds: definizione, funzionamento e limiti .....	101
1.3 Il progetto fotovoltaico a Montalto di Castro: descrizione .....	103
1.3.1 Una descrizione semplificata della transazione .....	104
1.3.2 La sottoscrizione dei bond: struttura .....	106
1.3.3 Le parti chiave del progetto: descrizione e ruolo .....	108
1.3.4 I ricavi del progetto .....	109
1.3.5 Lo stato del progetto .....	110
1.3.6 I termini chiave del finanziamento: la voce e la descrizione .....	112
<b>Conclusioni</b> .....	114
<b>Bibliografia</b> .....	117

## **RINGRAZIAMENTI**

*Desidero innanzitutto ringraziare la prof.ssa Bartoli Gloria, il mio relatore per i preziosi insegnamenti durante i due anni di laurea magistrale e per le numerose ore dedicate alla mia tesi. Inoltre, ringrazio il prof. Fontana Franco, il mio correlatore per essere stato sempre disponibile durante la stesura di questo lavoro. Intendo poi ringraziare le persone di SACE per avermi fornito testi e dati indispensabili per la realizzazione della tesi. Infine, ho desiderio di ringraziare con affetto i miei genitori per il sostegno ed il grande aiuto che mi hanno dato ed in particolare per essermi stato vicino ogni momento durante questo anno di lavoro.*

# INTRODUZIONE

L'uomo, nel corso della storia ha fatto delle sperimentazioni dalle diverse fonti per estrarre energia utile alla sua evoluzione socio – economica. L'energia è parte della vita e averne a disposizione a sufficienza migliora le nostre vite. Negli ultimi anni si è assistito nel mondo, così come in Italia, ad uno sviluppo di fonti di energia rinnovabile. Ciò che qualche tempo fa sembrava un obiettivo difficile da raggiungere, adesso si sta trasformando in realtà. La crescita dei progetti relativi a tali fonti è sempre più sostenuta dai vari governi. Il Sole, l'acqua, l'aria e la terra sono le risorse su cui puntare per costruire un'economia sostenibile. È indispensabile puntare sulle energie rinnovabili, ovvero investire sulle tecnologie che ci permettano di sfruttare con i costi più bassi possibile l'energia solare, eolica, la forza delle maree e il calore della terra. Jeremy Rifkin<sup>1</sup> in una sua intervista commentava: “non possiamo permetterci di perdere un solo minuto, dobbiamo salvare il pianeta e la razza umana”.

---

<sup>1</sup> In aggiunta al suo impegno negli [Stati Uniti](#), Rifkin è stato attivo anche in [Europa](#) come consigliere di alcuni statisti e capi di governo ed, in particolare, ha operato come consigliere personale sulle questioni energetiche di [Romano Prodi](#) all'epoca dell'incarico di Presidente della [Commissione Europea](#) di quest'ultimo. È stato consulente per il [Ministero dell'Ambiente](#) della [Repubblica Italiana](#).

Un aumento della temperatura terrestre di tre gradi nei prossimi anni potrebbe provocare l'estinzione del 50% delle specie viventi. Da dove cominciare? “Abbiamo bisogno – sostiene Rifkin – di cercare di fare una nuova rivoluzione energetica nel mondo”. Le più grandi rivoluzioni economiche della storia – sostiene ancora Rifkin – si sono avute quando si sono registrati due importanti cambiamenti di base: il primo nell'organizzazione energetica del pianeta ed il secondo nell'innovazione nei sistemi di comunicazione, indispensabile per organizzare i nuovi regimi energetici. Ad esempio, Watt ha perfezionato la macchina a vapore, alimentata con l'utilizzo del carbone ed è stata la prima Rivoluzione Industriale. Nel XX secolo sono arrivati l'elettricità, il telegrafo, il telefono, si è passati all'introduzione del motore a scoppio e allo sfruttamento delle fonti petrolifere, che hanno fatto decollare la seconda Rivoluzione Industriale. Oggi, sostiene ancora Rifkin, siamo di nuovo all'alba di nuovi cambiamenti, con il computer e internet, Wi – Fi, la comunicazione via satellite: tutti strumenti che aiuteranno a costruire un nuovo regime energetico mondiale, che utilizzerà fonti rinnovabili. Ogni casa, ogni azienda diventerà produttrice di energia. L'utilizzo delle fonti rinnovabili porta grandi vantaggi sia per l'ambiente sia per la diminuita dipendenza dai combustibili fossili (carbone, petrolio e gas naturale). Gli effetti dannosi prodotti dall'aumento del consumo di energia da combustibili fossili, unita alla maggiore scarsità di questo tipo di risorse, hanno accresciuto sempre più l'esigenza di ricorrere all'impiego delle fonti rinnovabili di energia. L'inquinamento dell'atmosfera causato dal CO<sub>2</sub> rimane un grande problema e su questo si sono prese delle misure da parte di diversi protocolli mondiali come quello di Kyoto e quello di Copenaghen.



Sulla scorta degli assunti illustrati, il lavoro si articola in quattro capitoli. Nel primo capitolo viene data una panoramica generale delle diverse fonti di energia rinnovabile. Si parte dalle fonti rinnovabili classiche, ossia quelle il cui sfruttamento avviene mediante tecnologie ampiamente sperimentate nel tempo e che si considerano mature; si passa poi alle nuove energie rinnovabili, ovvero quelle per cui negli ultimi anni si sono concentrati i maggiori sforzi nella ricerca e lo sviluppo di tecnologie adatte al loro utilizzo su larga scala. Si affronta infine, il tema dell'efficienza energetica, considerando questa come una fonte di energia per il grande rilievo che svolge nel ambito della sostenibilità energetica, in particolar modo, nel breve periodo.

Nel secondo capitolo, si esaminano le capacità delle diverse fonti rinnovabili nel contesto internazionale. Insieme a questo viene dato una panoramica dell'inquinamento dell'atmosfera e le misure di protezione prese a livello globale e a livello europeo.

Gli incentivi sono uno strumento molto importante per lo sviluppo dell'energia rinnovabile. L'andamento degli investimenti delle diverse fonti rinnovabili e gli incentivi al loro sviluppo vengono descritti nel terzo capitolo. Viene dato una panoramica generale degli incentivi nei diversi paesi europei più importanti per l'incentivazione alle fonti rinnovabili, tra cui l'Italia.

Viene analizzato infine un caso concreto (collaborazione SACE – BEI) per dimostrare l'opportunità che hanno le aziende italiane nello sviluppo delle fonti di energia rinnovabile.

# Capitolo 1

## “Energie rinnovabili e l’efficienza energetica”

### Premessa

L’etimologia della parola energia è greca, essa deriva da *energheia* composta da *en*, termine che in italiano significa in (all’interno), ed *ergon*, che si traduce in *capacità di agire*. L’energia è indispensabile alla vita sulla Terra, essendo la vita stessa in ogni suo aspetto, trasformazione di energia. Essa è il motore principale dello sviluppo di ogni società. Non vi è crescita economica o sociale che non sia strettamente legata alla disponibilità di fonti di energia e alla possibilità di utilizzare queste ultime in modo efficiente. Naturalmente, l’energia non è gratuita; essa ha un suo prezzo quantificabile non solo in denaro; produrre energia comporta anche produrre fenomeni indesiderati come: occupazione di territorio, inquinamento, sgradevoli impatti sul paesaggio, rumorosità ecc.

L’energia esiste in varie forme eterogenee, ognuna delle quali ha delle caratteristiche peculiari che le permettono di essere trasformata in lavoro utile per un determinato uso finale. Una prima distinzione è quella tra fonti primarie e quelle secondarie. Una fonte di energia è considerata primaria quando esiste in natura in forma direttamente

utilizzabile e non deriva dalla trasformazione di nessun'altra forma di energia. Rientrano in questo ambito il petrolio, il carbone, il gas naturale, le biomasse, i combustibili nucleari, le fonti rinnovabili: solare, idrica, eolica e geotermica. Le fonti secondarie di energia, o vettori energetici, non possono essere repute risorse naturali, poiché non sono immediatamente disponibili in natura, ma derivano dalle fonti primarie. Fonti secondarie sono ad esempio: il gas di petrolio liquefatto (GPL), la benzina, l'energia elettrica, l'idrogeno. Un'altra distinzione che può essere operata è quella tra fonti convenzionali e fonti alternative di energia. Rientrano nel primo ambito i combustibili fossili, mentre tutte le altre fonti di energia diverse da questi ultimi sono definite alternative. Apparentemente, la ripartizione tra fonti convenzionali e alternative è assimilabile a quella di cui si parlerà in avanti, che distingue le fonti esauribili da quelle rinnovabili, ma non è così; la classe delle energie alternative è più ampia di quella delle rinnovabili e ad esempio, comprende nel suo interno una importante fonte energetica non rinnovabile, l'energia da fissione nucleare<sup>1</sup>.

---

<sup>1</sup> L'energia ricavabile da fusione nucleare è considerata a tutti gli effetti una fonte rinnovabile di energia. Essa è considerata una tecnologia pulita perché il processo di fusione genera gas inerti non radioattivi, non genera dispersione termica e le scorie si esauriscono in soli 100 anni.

Una differenziazione fondamentale ai fini della presente trattazione, è quella tra fonti rinnovabili e non rinnovabili. Sono considerate fonti rinnovabili quelle che, facendo riferimento alla scala dei tempi umana, possono essere considerate sostanzialmente inesauribili (vento, sole <sup>1</sup>, acqua, calore endogeno terrestre) o in grado di riprodursi molto rapidamente (legna da ardere e biomasse in genere). Tra le seconde rientrano tutte le fonti energetiche il cui ciclo di produzione o riproduzione ha tempi non comparabili con quelli del loro consumo da parte dell'uomo. Rientrano in questa categoria i combustibili fossili (carbone, petrolio e gas naturale) e quelli nucleari (principalmente l'uranio).

Nell'ambito delle rinnovabili può essere fatta un'ulteriore classificazione distinguendo le fonti rinnovabili classiche, le nuove fonti di energia rinnovabile (NER) e le fonti innovative di energia rinnovabile. Le fonti classiche sono quelle il cui sfruttamento avviene mediante tecnologie sperimentate e consolidate nel corso del tempo e tali da essere considerate pienamente mature, è questo il caso dell'idroelettrico e del geotermico. Le nuove rinnovabili sono quelle per cui, negli ultimi anni si sono concentrati con successo i maggiori sforzi nella ricerca e lo sviluppo di tecnologie

---

<sup>1</sup> E' scientificamente noto che il Sole, è soggetto a un processo evolutivo che lo porterà un giorno a spegnersi, tuttavia sulla base di molti studi astronomici si può affermare che esso rimarrà stabilmente nell'attuale fase di evoluzione per altri 300 milioni di anni; è ragionevole considerare tale astro come una sorgente energetica inesauribile.

per il loro utilizzo su larga scala; è questo il caso dell'eolico, del solare fotovoltaico e termico, delle biomasse<sup>1</sup>.

Le fonti rinnovabili innovative (o rinnovabili del futuro) si sostanziano in tecnologie ultramoderne, molte delle quali ancora in fase embrionale di sperimentazione. Tra le rinnovabili del futuro possono essere la fonte solare sfruttata mediante la tecnologia termodinamica a concentrazione e la fonte marina, nelle sue molteplici declinazioni.

L'energia solare, il vento, l'acqua e la bioenergia sono state le uniche fonti di energia usate dall'uomo prima della Rivoluzione Industriale. Durante gli ultimi 150 anni, sono stati usati i combustibili fossili come il carbone, il petrolio e il gas naturale. La loro combustione rilascia nell'atmosfera diossido di carbonio che è uno dei principali responsabili del Global Warming<sup>2</sup>.

---

<sup>1</sup> Il caso delle biomasse è in effetti sui generis; se ci si riferisce alla legna da ardere questa è forse la fonte più antica sfruttata dall'uomo; in tale trattazione si collocano le biomasse tra le nuove fonti rinnovabili di energia, poiché si vuole porre l'accento sulle moderne tecnologie di conversione di energia delle produzioni agricole e delle parti biodegradabili dei rifiuti o residui provenienti dall'agricoltura ecc.

<sup>2</sup> Riscaldamento globale: sono le fasi di aumento della temperatura media dell'atmosfera terrestre e degli oceani dovute a cause naturali (cicli solari, moti della Terra, variazioni dei gas atmosferici,...). Altre cause sono: la deforestazione e l'incremento di aerosol.

# **LE FONTI RINNOVABILI**

## **1. Energia da fonti rinnovabili classiche**

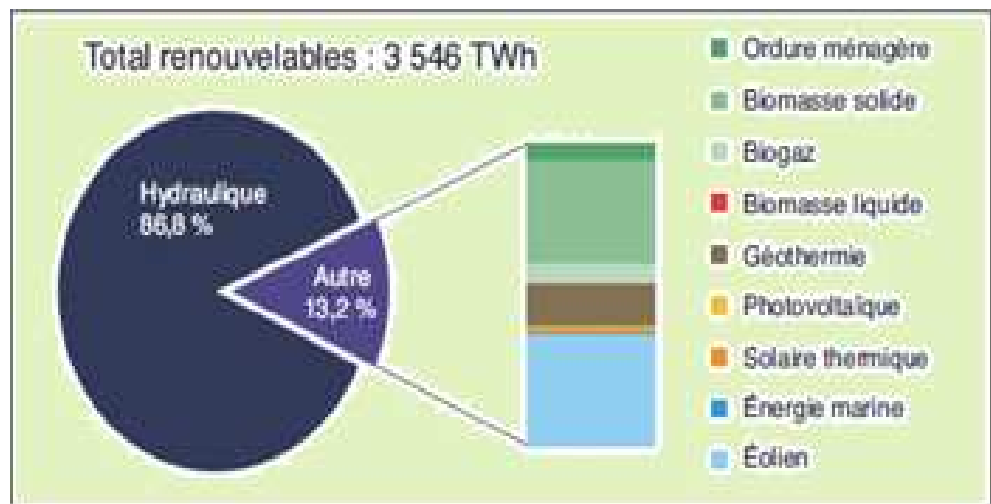
### **1.1 Energia idroelettrica**

L'energia idroelettrica è probabilmente la più nota delle fonti rinnovabili e sicuramente la più utilizzata, allo stato attuale, per produrre elettricità. Gli impianti idroelettrici trasformano l'energia potenziale e cinetica dell'acqua in energia meccanica per mezzo di turbine per produrre energia elettrica. In Italia, l'energia idroelettrica ha avuto un ruolo di grande rilievo nello sviluppo del sistema paese, in particolare tra gli anni '20 e gli anni '50 del secolo scorso fino all'avvenuto uso del petrolio.

Attualmente, la maggior parte dei principali corsi d'acqua del pianeta sono utilizzati per la produzione di energia elettrica, ma ancora vi sono margini per lo sfruttamento di tale fonte energetica, in particolare per quanto riguarda l'utilizzo ex novo, a scopi energetici, di corsi d'acqua minori; si è calcolato che l'energia potenziale complessiva dei corsi d'acqua di tutto il mondo è in grado di generare una potenza di centinaia di milioni di chilowatt.

L'energia idroelettrica fu soprannominata "carbone bianco" per sottolineare la sua caratteristica di alternativa, non inquinante al carbone. La prima centrale idroelettrica fu in Northumberland, in Inghilterra, nel 1880; mentre il primo grande impianto di sfruttamento dell'energia idroelettrica sorse cinque anni più tardi negli Stati Uniti; esso utilizzava il grande salto (circa 70 m) e la notevole portata idrica ( $6000 \text{ m}^3/\text{s}$ ) delle cascate del Niagara. Una delle limitazioni allo sfruttamento dell'energia idoelettrica è costituita dai regimi variabili dei corsi d'acqua, che spesso non consentono di produrre elettricità nei momenti in cui ve ne è

effettiva richiesta <sup>1</sup>; la soluzione a tale inconveniente è stata trovata nella costruzione di dighe. L'energia idroelettrica rappresenta quasi il 90% della produzione mondiale di energia elettrica da fonti rinnovabili (figura sottostante):



**Fig.1** Confronto del idroelettrico con altre fonti rinnovabili

Fonte :AIE 2010

Nell'UE – 15 la produzione idroelettrica rappresenta nel 2009 il 53% della produzione FER rispetto al 57,4% dell'anno precedente. Tra gli Stati Membri Francia, Svezia e Austria coprono oltre

---

<sup>1</sup> E' noto che la richiesta di elettricità è maggiore nelle ore diurne che in quelle notturne, nei giorni feriali piuttosto che in quelli festivi e, inoltre, presenta picchi stagionali.

l'80% della loro produzione FER con produzione idroelettrica, segue l'Italia con il 71%. Rispetto alla produzione lorda totale, il primato è detenuto dall'Austria che copre il 56,7% della produzione totale con produzione idroelettrica rinnovabile.

### **1.1.1 Vantaggi dell'idroelettrico**

La produzione di energia elettrica mediante la tecnologia idroelettrica, come gli altri sistemi di generazione di elettricità da fonti rinnovabili, presenta numerosi vantaggi sia di carattere ambientale che di ordine politico sociale, tra cui i più rilevanti sono:

- Illimitatezza nel tempo della fonte
- Riduzione della liberazione in atmosfera di gas climalteranti, in particolare riduzione delle emissioni di biossido di carbonio pari a 670 kWh per ogni kilowattora di energia prodotta
- Assenza di immissione di calore, polveri sospese o di sostanze chimiche inquinanti
- Economicità
- Scarsa necessità di manutenzione degli impianti
- Alto rendimento di conversione dell'energia
- Riduzione della dipendenza dalle fonti energetiche estere
- Diversificazione delle fonti energetiche disponibili nell'ambito del mix energetico complessivo



- Riorganizzazione a livello regionale della produzione energetica
- Possibilità, a differenza della generalità delle altre fonti rinnovabili, di produrre grandi quantità di energia
- Disponibilità molto ampia della fonte su quasi tutto il pianeta

Nel caso delle centrali di piccola taglia vi sono ulteriori effetti positivi che si aggiungono a quelli appena elencati, in particolare la regolazione e regimentazione delle piene sui corsi d'acqua a regime torrentizio che contribuiscono in maniera efficace a evitare i fenomeni di dissesto idrogeologico e a salvaguardare il territorio.

### **1.1.2 Svantaggi dell'idroelettrico**

I principali svantaggi ambientali dell'idroelettrico sono correlati in maniera direttamente proporzionale alla taglia degli impianti. Si possono determinare fenomeni di:

- Conflittualità tra gli utilizzatori delle acque, dovuti alla diminuzione della disponibilità idrica
- Inquinamento acustico, determinato prevalentemente dalle turbine e dagli eventuali meccanismi di moltiplicazione dei giri.
- Impatto negativo sul paesaggio, in particolare per gli impianti d'alta quota o installati nei centri urbani. Ognuno degli

elementi di un impianto può determinare un cambiamento nell'impatto visuale del sito. È in tal caso opportuno valutare una possibile valorizzazione estetica che può essere data a questi impianti. Ad esempio si possono mascherare alcuni di tali elementi mediante la vegetazione, usare colori che meglio si integrano con quelli del paesaggio ed eventualmente, costruire nel sottosuolo una parte degli impianti (ad esempio la centrale).

### **1.1.3 Costi dell'energia prodotta da fonte idroelettrica**

La tecnologia idroelettrica è la più matura per lo sfruttamento tra tutte le fonti rinnovabili; pertanto i costi di produzione dell'elettricità sono tra i più convenienti nell'ambito del settore. Gli impianti idroelettrici hanno produttività molto dissimili l'uno dall'altro. Ciò rende difficile stabilire, in maniera univoca, il costo dell'energia prodotta mediante fonte idroelettrica; tuttavia, compiendo delle opportune generalizzazioni, si può riuscire a identificare approssimativamente il costo di un kilowattora di elettricità<sup>1</sup>. Secondo uno studio sui costi di generazione dell'energia elettrica da fonti rinnovabili, che ha preso in considerazione quattro diverse tipologie di sistemi idroelettrici, tre a basso salto e di dimensioni grandi, piccole e piccolissime e uno ad alto salto e di potenza tale da essere catalogato tra i piccoli impianti, i costi d'investimento per gli

impianti a basso salto sono generalmente più elevati di quelli per gli impianti ad alto salto, ciò a causa del fatto che, a parità di energia producibile, le portate idriche gestite da un sistema idroelettrico a basso salto, sono notevolmente superiori, la qual cosa fa crescere i costi da sostenere. A influenzare il costo dell'energia prodotta mediante fonte idroelettrica contribuiscono anche i tempi di realizzazione degli impianti, che possono variare tra i tre e i quindici anni, nonché il costo notevole dell'eventuale studio di impatto ambientale richiesto alle regioni per il rilascio delle autorizzazioni e il contributo da corrispondere ai comuni su cui insistono le opere di captazione delle acque e di trasformazione dell'energia che può essere pari anche al 5% del fatturato del impianto. Una voce di costo divenuta molto significativa negli ultimi anni è quella relativa ai monitoraggi e all'impianistica per la gestione ambientale che pesa sui costi complessivi annui di gestione tra lo 0,5 e l'1% del costo di investimento e che va a sommarsi ai costi di gestione e manutenzione, i quali secondo le stime effettuate costituiscono ogni anno l'1,7 – 2,5% del costo di investimento. In generale, il tempo di ammortamento dei sistemi idroelettrici è stimato in 8-10 anni, mentre il periodo di vita è mediamente superiore ai 30 anni, ma esistono centrali in esercizio da circa un secolo. Il costo finale di un kilowattora di elettricità prodotta mediante tecnologia idroelettrica può variare quindi, dai 9,6 centesimi di euro per l'elettricità prodotta mediante un impianto a basso salto di potenza maggiore di 10MW, ai 17,42 centesimi di euro per l'energia elettrica generata da un sistema a basso salto di piccola potenza (inferiore a 1MW).

---

<sup>1</sup> Lorenzoni A. e L. Bano, *I costi di generazione di energia elettrica da fonti rinnovabili*, 2007

## 1.2 Energia geotermica

È una forma di energia rinnovabile che sfrutta il naturale calore interna della crosta terrestre. Così come viene sfruttato il suolo, viene sfruttato anche l'acqua sotterranea. Le aree più favorevoli sono quelle vulcaniche o quelle in cui nel sottosuolo sono presenti magmi in via di raffreddamento in prossimità della superficie. La temperatura all'interno della Terra, si innalza con l'aumentare della profondità secondo un gradiente geotermico di circa 3°C ogni 100 metri. In alcune zone della crosta terrestre sono, tuttavia, riscontrabili le cosiddette anomalie geotermiche, ossia la presenza di gradienti geotermici notevolmente superiori alla media, fino a circa 9-12 °C ogni 100 metri di profondità.

Ciò accade ad esempio nella fascia tirrenica centro – meridionale (Toscana – Lazio – Campania) e dipende da particolari contesti geo – strutturali. Affinchè il sistema geotermico sia “rinnovabile”, è necessario che nel serbatoio roccioso sotterraneo sia sempre disponibile fluido geotermico, a tale scopo è necessaria la presenza di una fonte di alimentazione esterna che reimmetta in loco il fluido sottratto dall'utilizzazione. Secondo i calcoli effettuati dagli studiosi della materia, il calore terrestre è pari a  $0,006 \text{ W/m}^2$ , ciò vuol dire che se si considera l'intero globo terrestre, si raggiungono valori dell'ordine di 30.000 miliardi di watt. L'energia termica per unità superficie e di tempo è detta flusso geotermico e viene espressa in HFU (Heat Flow Unit), equivalente a una micro – caloria per centimetro quadro al secondo <sup>1</sup>.

---

<sup>1</sup> Bisogna però aggiungere che il flusso geotermico è diverse migliaia di volte inferiore a quello proveniente dal Sole.

Lo sfruttamento della geotermia per la generazione di elettricità risale ai primi anni del secolo scorso. Il 4 luglio, in Italia, per la precisione a Larderello (frazione del comune toscano di Pomarance, in provincia di Pisa), il principe Piero Ginori Conti riuscì, utilizzando una dinamo collegata a un motore alternativo alimentato da vapore proveniente dal sottosuolo, ad accendere 5 lampadine. Nel 1905, fu poi installata, a scopo sperimentale, una centrale geotermica da 20 kW, che sfruttava le alte entalpie provenienti dai vapori risalenti mediante perforazioni profonde. Nel 1913 entrò in funzione la prima centrale geotermica di tipo commerciale avente una potenza pari a 250 kW. Nel 1919 furono costruiti impianti geotermici in Giappone, nel 1921 in USA, nel 1925 in Islanda si cominciò ad utilizzare il calore di fluidi geotermici per il riscaldamento delle abitazioni <sup>1</sup>. In Italia, nel 1936, a seguito del miglioramento delle tecniche di perforazione, la capacità installata della centrale di Larderello raggiunse i 73 MW <sup>2</sup> e nel 1944 la potenza elettrica installata toccò i 127 MW.

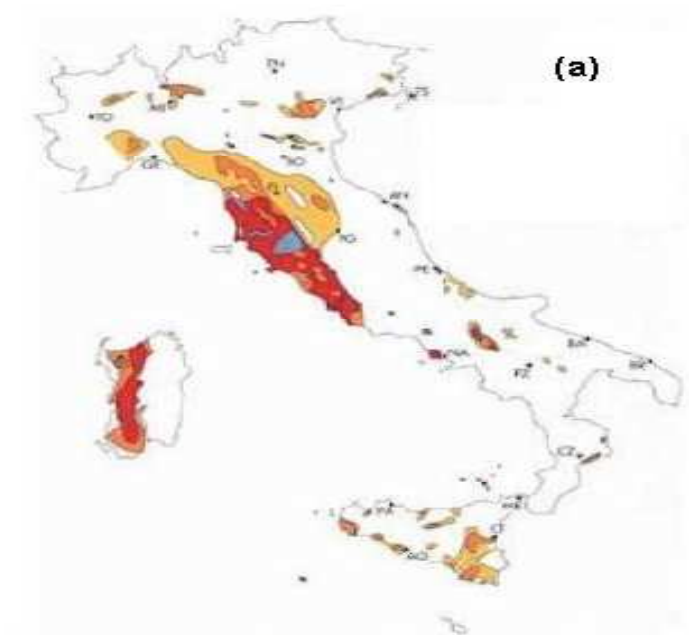
---

<sup>1</sup> Ha il vantaggio di poter utilizzare il fluido a temperature più basse di quelle necessarie per la generazione di elettricità.

<sup>2</sup> Per approfondimenti si consulti internet all'indirizzo:  
[http://www.greencrossitalia.it/ita/educazione/energie\\_di\\_pace/pdf/](http://www.greencrossitalia.it/ita/educazione/energie_di_pace/pdf/approfondimento_geotermico_gc.pdf)  
approfondimento\_geotermico\_gc.pdf.

Nel 1958 fu installata una piccola centrale geotermoelettrica in Nuova Zelanda; l'anno successivo in Messico, nel 1960, in California entrò in funzione la prima centrale industriale degli USA con una potenza pari a 11 MW<sup>1</sup>.

Attualmente è registrata l'esistenza di risorse geotermiche in più di 80 paesi<sup>2</sup>.



**Fig.2** Mappa geotermica italiana

In Italia oltre che in Toscana, esistono campi geotermici ad alta entalpia presso Latera nel Lazio e in località Mofete, nell'area dei Campi Glegrei, in Campania.

---

<sup>1</sup> Dickson M.H. e M. Fanelli, 2004, op. cit

<sup>2</sup> Fridleifsson I.B., *Geothermal energy for the benefit of the people*, in "Renewable and sustainable Energy reviews", 5, 2001

La metà della capacità generativa mondiale è concentrata negli Stati Uniti e nelle Filippine. Gli altri paesi : Messico, Indonesia, Italia e Giappone sono responsabili della parte rimanente. La potenza elettrica geotermica installata nel mondo è rappresentata nella tabella sottostante:

NAZIONE	Potenza MW (2007)	Potenza MW (2010)	% produz.nazionale
Stati Uniti	2687	3086	0.3%
Filippine	1969.7	1904	27%
Indonesia	992	1197	3.7%
Messico	953	958	3%
Italia	810.5	843	1.5%
Islanda	421.2	575	30%
Giappone	535.2	536	0.1%
Iran	250	250	
Russia	79	82	
Turchia	38	82	
Portogallo	23	29	
Cina	27.8	24	
Francia	14.7	16	
Germania	8.4	6.6	
Austria	1.1	1.4	
Australia	0.2	1.1	
TOTAL	9,981.9	10,959.7	

**Fig.3** Potenza elettrica geotermica installata

## 1.2.1 Vantaggi del geotermico

Uno dei principali vantaggi derivanti dall'utilizzo dell'energia geotermica è che il calore nella crosta terrestre è per sua stessa natura una fonte inesauribile e continua di energia, quindi si può produrre energia elettrica costantemente 24 ore su 24 per tutto l'arco dell'anno. Questo rende l'energia geotermica una fonte molto più affidabile ed efficiente rispetto ad altre rinnovabili quali il solare o l'eolico. In alcune aree geografiche del pianeta il geotermico, oltre a limitare il ricorso a combustibili fossili, come avviene per tutte le rinnovabili, nel momento in cui se ne aumenta la quota nella composizione del mix energetico complessivo di un sistema energetico, è perfino in competizione con le fonti fossili di energia, con il vantaggio che lo sfruttamento della fonte geotermica non produce le medesime quantità di rifiuti nocivi prodotte dalle risorse energetiche convenzionali e, si può facilmente evitare di immettere nell'ambiente le sostanze "indesiderate". Gli impianti geotermici sono quelli che, tra le varie tecnologie per lo sfruttamento delle energie rinnovabili, permettono le più alte potenze installate e conseguentemente le maggiori quantità di energia prodotta. Infatti, essi possono essere, con grande facilità, affiancati in maniera modulare e soddisfare conseguentemente, fabbisogni energetici crescenti. In presenza di temperature sufficientemente elevate, la geotermia può essere sfruttata per produrre in maniera combinata energia elettrica e calore per molteplici applicazioni dirette di tale fonte energetica.



### **1.2.2 Svantaggi del geotermico**

Spesso l'impiego della fonte geotermica può generare impatti negativi non trascurabili. I fluidi geotermici portati in superficie, se rilasciati in ambiente, possono essere, talvolta, tossici e danneggiare in maniera significativa gli ecosistemi circostanti la centrale. Le sostanze contenute nei fluidi geotermici in quantità significative sono l'anidride carbonica e il metano, tra i principali responsabili del riscaldamento globale. Non bisogna trascurare l'impatto paesaggistico causato dalla presenza delle centrali geotermiche diffuse sul territorio. Le centrali, soprattutto quelle di vecchia concezione, sono caratterizzate dall'addensamento, in aree relativamente ristrette, di numerosi pozzi di trivellazione e di condutture per il trasporto dei fluidi, nonché da torri di refrigerazioni molto alte, di circa 15-20 metri, che non sono esteticamente gradevoli. Infine, vi è da considerare l'impatto sonoro che è notevole nella fase di trivellazione dei pozzi, per poi ridursi nella fase di esercizio della centrale.

### **1.2.3 Costi dell'energia prodotta da fonte geotermica**

Il calore endogeno terrestre è una fonte energetica molto competitiva, tuttavia i costi legati all'utilizzo del geotermico sono abbastanza elevati e sono in gran parte attribuibili agli studi preliminari alla realizzazione degli impianti e alla costruzione di

questi ultimi. In particolare, per quanto riguarda i costi relativi alla produzione di elettricità da fonte geotermica bisogna considerare che sono significativi i costi da sostenere per effettuare le necessarie indagini tecniche di tipo geologico, idrogeologico, geofisico e geochimico, per individuare i serbatoi, quantificare e qualificare le risorse geotermiche. I fattori che principalmente influiscono sui costi dell'energia elettrica di origine geotermica sono:

la profondità e la temperatura della risorsa geotermica, la produttività del pozzo, la realizzazione delle infrastrutture e le modalità di finanziamento del progetto. I costi per la realizzazione di una centrale geotermoelettrica si aggirano intorno ai 2500 euro per ogni kilowatt installato. Un impianto resta in esercizio circa 30 - 40 anni. Una volta recuperati i costi dell'investimento (di solito entro i primi 15 anni di funzionamento) i costi da sostenere per l'esercizio e la manutenzione degli impianti geotermoelettrici diminuiscono di circa il 50 - 70 % <sup>1</sup>. Gli investimenti per la realizzazione di una centrale geotermoelettrica possono essere così ripartiti: il 6% del costo complessivo è da attribuirsi alla fase di esplorazione preliminare, il 53% è assorbito dai costi di trivellazione, il 36% della spesa finale viene impiegato per l'impianto della centrale e il 5% per i vapordotti. Secondo stime recenti i costi di produzione di energia dal geotermico mostrano una generale tendenza al decremento. Nel 2005, produrre un MWh di energia da fonte geotermica costava tra i 50 e i 150 euro, attualmente, costa all'incirca tra i 40 e i 100 euro e le previsioni per il 2020 segnalano una diminuzione del valore relativo all'estremo superiore di tale range di ulteriori 20 euro <sup>2</sup>.

---

<sup>1</sup> Per approfondimenti si consulti il sito internet dell'International Geothermal Association(IGA),all'indirizzo: <http://iga.igg.cnr.it/index.php>.

<sup>2</sup> Ecosportello Energia News ,2008

## 2. Nuove fonti rinnovabili di energia

### 2.1 Energia eolica

L'energia eolica è la conversione dell'energia cinetica del vento in altre forme di energia: elettrica o meccanica. Si stima che la potenza eolica complessiva sia compresa fra i 1700 e i 3500 TeraWatt; per avere un metro di paragone, si pensi che fabbisogno energetico complessivo primario dell'umanità è inferiore a 20 TW<sup>1</sup>. L'energia del vento non è distribuita uniformemente nell'atmosfera, ma si concentra soprattutto negli strati superiori della troposfera alle latitudini centrali dei due emisferi. La quota a cui la potenza del vento risulta più elevata e la velocità media del vento può oltrepassare i 162 km/h; si colloca a circa 10.000 metri di altitudine; purtroppo con le attuali tecnologie disponibili non è commercialmente sfruttabile l'energia posseduta dal vento a tali quote. Si calcola che a 10 metri di altitudine il vento abbia in media, a livello globale, una velocità di 3,3 m/s e una potenza specifica di 22 W/m<sup>2</sup>; a 80 metri di altezza dal suolo, la potenza specifica del vento è superiore di oltre 2,6 volte; a 800 metri si riscontrano valori sia della velocità che della potenza specifica del vento notevolmente superiori (tabella sottostante):

---

<sup>1</sup> Cfr. <http://www.kitegen.com/it/tecnologia/dati-sul-vento>.

Altezza dal suolo	Velocità del vento	Potenza specifica
800 m	7,2 m/s	205 W/m <sup>2</sup>
80 m	4,6 m/s	58 W/m <sup>2</sup>
10 m	3,3 m/s	22 W/m <sup>2</sup>

**Fig.4** Velocità media del vento e potenza specifica a diverse altitudini;  
 Fonte: Kitegen (<http://www.kitegen.com/it/tecnologia/dati-sul-vento>)

Gli impianti eolici si distinguono, in base alla loro localizzazione sul territorio, in:

- impianti on-shore (sulla terraferma)
- impianti off-shore (in mare).

Gli impianti sulla terraferma possono essere costituiti, anche, da un singolo aerogeneratore, ma solitamente, sono costituiti da un gruppo di turbine eoliche (wind-farm) collegate a un'unica linea che convoglia l'energia prodotta verso una rete locale o nazionale. Gli impianti off-shore sono collocati in mare. Essi si trovano solamente raggruppati in installazioni multi megawatt, ciò perché tale variante tecnologica non è ancora nella fase di maturità e, pertanto, presenta costi molto elevati, oltre che notevoli difficoltà per il collegamento alla rete elettrica, per cui sarebbe antieconomico installare turbine eoliche singole. I vantaggi offerti dagli impianti off-shore sono da ricercarsi, innanzitutto, nella qualità del vento, che in mare è molto più uniforme che non sulla terraferma, incontra meno ostacoli e, quindi, meno attrito; ma anche, nel risparmio di suolo, prezioso soprattutto nei territori densamente popolati. In linea di massima, un impianto eolico, per essere giudicato competitivo, deve essere in grado di generare elettricità in maniera affidabile e a costi relativamente bassi, durante un arco temporale di circa venti anni.

Ovviamente, più la redditività dell'impianto è elevata, più i costi da sostenere per produrre un chilowattora di elettricità sono bassi <sup>1</sup>.

### **2.1.1 Vantaggi dell'eolico**

Numerosi sono i vantaggi offerti dall'utilizzo della fonte eolica per la produzione di energia, essa è certamente tra le meno impattanti sull'ambiente.

- L'entità delle emissioni di gas serra, polveri sottili e sostanze inquinanti in genere è pari a zero e conseguentemente, sostituendo le fonti convenzionali con quella eolica è possibile ridurre le emissioni inquinanti. È possibile produrre elettricità da immettere direttamente sulla rete locale.
- La potenza si rende disponibile direttamente in prossimità dei centri di carico locali.
- È un'energia ottenibile a costi relativamente ridotti.
- I tempi di installazione di un impianto sono abbastanza rapidi, sensibilmente inferiori a quelli di costruzione di una centrale idroelettrica o geotermica.

---

<sup>1</sup> Krohn S. (a cura di), *The economics of wind energy*, EWEA, 2009

## 2.1.2 Svantaggi dell'eolico

L'eolico, sebbene possa ritenersi sostanzialmente una tecnologia di produzione dell'energia estremamente vantaggiosa sotto diversi punti di vista, presenta, in ogni caso, degli aspetti critici che è opportuno tenere nella giusta considerazione.

- In primis, date le attuali tecnologie, non è pensabile poter sostituire le fonti fossili con quella eolica, poiché la quantità di energia producibile mediante l'eolico è, al momento, troppo esigua.
- Diversi sono gli inconvenienti di carattere tecnico, innanzitutto bisogna tener presente che un generatore eolico per produrre energia ha bisogno di un vento di almeno 3-5 m/s, inoltre, la potenza prevista dall'impianto è erogata, normalmente, quando il vento raggiunge le velocità di circa 12-14 m/s e le pale eoliche vengono frenate dal sistema di sicurezza quando la velocità del vento supera i 20-25 m/s.
- Un ulteriore inconveniente della fonte eolica consiste nella sua non continuità, il vento non è sempre disponibile, si pone quindi il problema di immagazzinare l'energia quando la si produce per poterla recuperare quando l'impianto è fermo.
- Gli impianti eolici comportano una notevole occupazione del suolo, sottraendo questo ad altri usi. Nelle centrali eoliche è necessario che tra gli aerogeneratori sia interposta una certa distanza, poiché, in caso contrario, potrebbero prodursi interferenze reciproche che potrebbero causare cadute di produzione. Di regola, gli aerogeneratori vengono situati a una distanza di almeno cinque - dieci volte il diametro delle pale.
- L'energia eolica presenta una bassa densità energetica per unità di superficie di territorio occupato. Le potenze installabili per una moderna centrale eolica si aggirano sui

5 - 8 MW/km<sup>2</sup> <sup>1</sup>. Quindi, per ricavare grandi quantità di energia è necessario procedere all'installazione di più macchine per lo sfruttamento della risorsa disponibile.

- Vi è, poi, da considerare l'inquinamento acustico provocato dal funzionamento degli aerogeneratori. I componenti meccanici posti all'interno della navicella e l'attrito delle pale eoliche con l'aria generano un rumore che può risultare fastidioso.
- La rotazione delle pale eoliche può danneggiare l'avifauna, sia quella stanziale che quella migratoria. Per tale motivo è importante considerare, nella scelta dei siti eolici, le rotte percorse dagli uccelli migratori.
- La riflessione e la diffusione delle onde radio che investono gli aerogeneratori possono dare luogo a interferenze elettromagnetiche e creare problemi alla navigazione aerea e alle telecomunicazioni in genere. Al fine di ovviare a tale problema è necessario stabilire e mantenere una distanza minima fra centrali eoliche e apparati per le telecomunicazioni, quali, ad esempio, stazioni terminali di ponti radio o dispositivi di assistenza alla navigazione aerea.

---

<sup>1</sup> ENEA, *L'energia eolica*, Collana "Sviluppo Sostenibile", n.19, Roma, ENEA, agosto 2000.

## 2.1.2 Costi dell'energia prodotta da fonte eolica

Risulta molto difficile stabilire, a priori e in maniera univoca, il costo dell'energia elettrica prodotta mediante fonte eolica. Ciò a causa di diversi fattori, innanzitutto, perché i regimi di vento possono essere molto diversi tra un sito e l'altro, sia per le varie caratteristiche orografiche presenti sul pianeta, sia per le diverse condizioni ambientali. Tuttavia, facendo delle opportune generalizzazioni è possibile giungere con un grado di affidabilità soddisfacente a stabilire l'ordine di grandezza del costo di un kilowattora di elettricità ricavata dal vento. La prima considerazione che si ritiene opportuno fare è che negli ultimi tempi i costi di investimento e di esercizio degli impianti si sono notevolmente ridotti rispetto agli anni scorsi, in seguito all'avanzamento tecnologico e alle economie di scala raggiunte dall'industria del settore eolico<sup>1</sup>. Prendendo come riferimento ancora una volta lo studio volto a valutare i costi di produzione dell'energia elettrica da fonti rinnovabili, si può affermare che la fonte eolica risulta, tra le rinnovabili, abbastanza conveniente, in particolare se l'energia è prodotta mediante impianti eolici isolati connessi in rete di media tensione. Lo studio sopramenzionato ha preso in esame tre diverse tipologie di soluzioni impiantistiche:

- un parco eolico composto da 20 aerogeneratori di potenza pari a 1,5 MW ciascuno, per complessivi 30 MW installati (quindi di potenza superiore a 10 MW), connessi in rete in alta tensione;
- un parco eolico costituito da 16 aerogeneratori di potenza pari a 0,5 MW ciascuno, per complessivi 8 MW installati (quindi di potenza inferiore a 10 MW), connessi in rete in media tensione;

---

<sup>1</sup> Lorenzoni A. e L. Bano, 2007, op. cit.



- un impianto eolico isolato, costituito, cioè, da un solo aerogeneratore di potenza pari a 2 MW, connesso in rete in media tensione.

Per i parchi eolici si è ipotizzata la collocazione in un sito avente le caratteristiche di ventosità tipiche dell'Italia centro-meridionale con 1900 ore annue di funzionamento; per l'impianto eolico isolato si è, invece, supposto un funzionamento di 2000 ore annue, poiché in tal caso è più agevole posizionare e orientare l'aerogeneratore in maniera tale da ottimizzare lo sfruttamento della ventosità.

Dallo studio è scaturito che, ipotizzando una vita utile degli impianti pari a 20 anni, il costo di un kilowattora di energia elettrica prodotta mediante un sistema eolico di grandi dimensioni connesso in alta tensione è pari a 10,48 centesimi di euro, di cui 8,68 centesimi attribuibili ai costi di investimento e 1,80 centesimi di euro imputabili ai costi di esercizio. Nel caso del sistema eolico connesso in media tensione, il costo di un kilowattora di elettricità prodotto risulta leggermente inferiore, pari a 10,12 centesimi di euro; il calo del costo è attribuibile sostanzialmente a quella dei costi di investimento, pari a 7,82 centesimi di euro per kilowattora, mentre i costi di esercizio risultano in crescita rispetto a quelli del sistema di grandi dimensioni (2,30 c€/kWh). Per quanto riguarda l'aerogeneratore singolo connesso in media tensione, i costi di esercizio risultano i più alti tra le diverse soluzioni impiantistiche esaminate (circa 2,71 centesimi di euro per kilowattora), ma i costi di investimento risultano i più bassi in assoluto (6,73 centesimi di euro per ogni kilowattora prodotto), la qual cosa incide notevolmente sul costo finale dell'elettricità prodotta, rendendola, nell'ambito dei tre casi considerati, la più economica, 9,44 centesimi di euro per ogni kilowattora prodotto.

## 2.2 Energia solare

L'energia solare è la fonte primaria di energia sulla Terra. Da essa derivano più o meno direttamente quasi tutte le altre fonti energetiche disponibili all'uomo quali: i combustibili fossili, l'energia eolica, l'energia del moto ondoso, l'energia idroelettrica, l'energia da biomassa con l'eccezione dell'energia nucleare, geotermica e dell'energia delle maree. In un secondo, il Sole è in grado di produrre una quantità di energia enorme, pari a circa 112,5 miliardi TWh<sup>1</sup>, il confronto con la quantità di energia elettrica prodotta dall'uomo, in un anno, sull'intero pianeta (17.907 TWh nel 2005)<sup>2</sup>, fa acquisire consapevolezza dell'immensità di tale valore. Ma esiste un gap enorme tra le capacità di sfruttamento dell'energia solare esistenti in potenza e le reali possibilità di impiego. L'energia prodotta da fonte solare rappresenta, attualmente, una quota estremamente esigua della produzione complessiva di energia elettrica. In Italia, ad esempio, la produzione di elettricità da fonte solare corrisponde a poco più dello 0,3% dell'energia elettrica prodotta complessivamente da fonti rinnovabili<sup>3</sup>. Utilizzare il Sole quale fonte energetica diretta presenta criticità sia di tipo tecnico che economico non sottovalutabili.

---

<sup>1</sup> Bahcall J. N., 2000, op.cit.

<sup>2</sup> REN21- Renewable Energy Policy Network, *Renewables 2005 Global Status Report*, Washington, DC, Worldwatch Institute, 2005.

<sup>3</sup> GSE-Gestore Servizi Elettrici, *Statistiche sulle fonti rinnovabili in Italia - Anno 2008*, GSE, 2009. Disponibile on line all'indirizzo:

<http://www.gse.it/attivita/statistiche/Documents/STATISTICHE2008GSE.pdf> .

Tre sono le tecnologie principali finalizzate allo sfruttamento dell'energia solare: il fotovoltaico, il solare termico e il solare termodinamico. La prima trasforma in maniera diretta l'energia solare incidente sulla superficie terrestre in energia elettrica, sfruttando le proprietà fisiche di materiali semiconduttori (tra questi il più utilizzato è il silicio); la seconda utilizza l'effetto termico del Sole per produrre calore a bassa temperatura da utilizzare in ambito domestico o industriale; l'ultima detta anche *solare a concentrazione*, sfrutta la radiazione "diretta" del sole, concentrandola tramite specchi per creare alte temperature ed è impiegata principalmente per la produzione di energia elettrica, ma anche in processi chimici ad alta temperatura, quali, ad esempio, la produzione di idrogeno tramite dissociazione dell'acqua e, ovviamente, attraverso tale tecnologia è anche possibile produrre semplicemente calore. Il fotovoltaico nell'ultima decade ha fatto registrare un tasso medio di crescita della capacità globale installata del 35% <sup>1</sup>, il solare termico, in Europa, nell'arco di quattro anni, ha più che raddoppiato la superficie coperta da pannelli solari <sup>2</sup> (nel 2004 l'area coperta corrispondeva a 1,5 milioni di metri quadrati, nel 2008 tale dato è risultato essere superiore a 3 milioni di metri quadri) <sup>3</sup>.

---

<sup>1</sup> Dati EPIA - European Photovoltaic Industry Association, 2007. Disponibili on line all'indirizzo: <http://www.epia.org/>.

<sup>2</sup> Dati ESTEC - European Solar Thermal Energy Conference, 2007.

<sup>3</sup> Dati ESTIF - European Solar Thermal Industry Federation, 2008.

## 2.2.1 Il solare fotovoltaico

L'effetto fotovoltaico consiste nella conversione della radiazione solare in energia elettrica. Un sistema fotovoltaico è essenzialmente costituito da: un generatore fotovoltaico, un sistema di condizionamento e controllo della potenza, un eventuale accumulatore di energia, una batteria. La quantità di energia elettrica che è possibile produrre mediante un sistema fotovoltaico varia, in relazione a diversi fattori: la località in cui l'impianto è installato, la stagione dell'anno considerata, le condizioni meteorologiche, la superficie dell'impianto, il posizionamento dei moduli, il rendimento complessivo del sistema fotovoltaico. È estremamente difficile stabilire a priori quale sia la produttività di un'installazione fotovoltaica senza conoscere tutte le caratteristiche peculiari. Tuttavia, è possibile effettuare delle generalizzazioni che consentono di ottenere in linea di massima risultati attendibili. Consideriamo il territorio italiano suddiviso in tre aree omogenee, il Nord, il Centro e il Sud, sulla base del fatto che la radiazione solare varia principalmente in funzione della latitudine. Per esemplificare l'influenza della località di installazione dei moduli fotovoltaici sulla quantità di energia prodotta da un impianto fotovoltaico, si prendono in considerazione tre casi distinti, relativi a impianti localizzati in tre città italiane situate geograficamente a latitudini diverse: Milano nel Nord, Roma al Centro e Trapani al Sud. L'impianto preso in considerazione ha una potenza pari a 1 kW, il valore medio stimato relativo all'efficienza dei moduli è del 13% e il rendimento complessivo del sistema fotovoltaico è considerato pari all'85%. Nella tabella sottostante sono riportati i valori dell'insolazione media nelle tre città italiane e i dati relativi all'energia elettrica mediamente prodotta in un anno in base alle ipotesi formulate. È evidente che l'elettricità prodotta mediamente in

un anno dalla medesima tipologia di impianto è maggiore nella città meridionale, minore nella città settentrionale e la città posta a latitudine intermedia tra le altre due, Roma, fa registrare un valore intermedio relativamente alla quantità di energia elettrica prodotta sia in corrente continua che alternata.

	<b>Insolazione media annua ( kWh/m<sup>2</sup>)</b>	<b>Elettricità prodotta mediamente in un anno in corrente continua (kWhel/kWp anno)</b>	<b>Elettricità prodotta mediamente in un anno in corrente alternata (kWhel/kWp anno)</b>
Milano	1372,4	1372,4	1167
Roma	1737,4	1737,4	1477
Trapani	1963,7	1963,7	1669

**Fig. 5** Valori medi annui dell'insolazione e dell'elettricità prodotta

Fonte: Elaborazione su dati ISES Italia

### **2.2.2 I vantaggi del fotovoltaico**

I principali vantaggi del fotovoltaico sono:

- L'inesauribilità e gratuità della fonte

- L'assenza di emissioni inquinanti e in particolare di gas serra
- L'assenza di inquinamento termico o acustico
- La riduzione dei consumi di combustibili fossili
- La modularità; gli impianti possono essere ampliati a piacere aumentandone in qualsiasi momento la capacità produttiva, pertanto un sistema fotovoltaico è estremamente flessibile e può variare in funzione delle differenti esigenze
- La notevole affidabilità dei moduli; il funzionamento è generalmente garantito per 25 anni, ma sempre più frequentemente la durata di un modulo può raggiungere, o anche superare, i 30 anni
- I costi di manutenzione contenuti
- La semplicità; un generatore fotovoltaico si installa con relativa facilità e in tempi abbastanza brevi
- La riduzione delle perdite e dei carichi sulla rete elettrica; l'energia elettrica può essere prodotta direttamente nel luogo di consumo evitando perdite dovute al trasporto ed ai cambi di tensione e riducendo attraverso la generazione diffusa di molti impianti fotovoltaici i carichi sulla rete elettrica
- La realizzabilità sia in luoghi isolati che in aree urbane
- La facilità di integrazione negli edifici e nelle infrastrutture urbane e la possibilità di occupazione di superfici solitamente inutilizzate (tetti, facciate, ecc).

### **2.2.3 Svantaggi del fotovoltaico**

A fronte di numerosi vantaggi offerti dalla tecnologia fotovoltaica è doveroso segnalare alcuni elementi sfavorevoli. Innanzitutto, i costi necessari per produrre un kilowattora di elettricità sfruttando la fonte solare non sono ancora competitivi, né con i costi dell'energia ricavata dalle fonti convenzionali né con quelli relativi alle fonti rinnovabili classiche e nuove<sup>1</sup>.

Ulteriore elemento frenante è il rendimento di conversione ancora non elevato. Il rendimento di un sistema di conversione fotovoltaica varia dal 10% al 20% circa.

L'energia solare non può essere prodotta al bisogno, ma la quantità prodotta dipende da numerosi fattori, alcuni dei quali non prevedibili o non controllabili, come le condizioni meteorologiche o l'alternarsi del giorno e della notte e delle stagioni.

Non bisogna poi sottovalutare l'impatto visivo prodotto dagli impianti, che in alcuni contesti, quali ad esempio i centri storici, possono risultare sgradevoli.

---

<sup>1</sup> Fortunatamente, i governi più avveduti, a seguito degli accordi di Kyoto, hanno legiferato a favore dello sviluppo del fotovoltaico, compensando con incentivazioni gli svantaggi dei maggiori costi. Grazie alle politiche di sostegno decise dai vari governi, le installazioni di impianti fotovoltaici hanno avuto un forte incremento negli ultimi anni. In Italia, il sistema di incentivazione è denominato Conto Energia. Si tratta di un sistema di incentivazione alla produzione di energia elettrica che, se immessa nella rete nazionale viene retribuita o se auto-consumata viene scalata dalla bolletta facendo conseguire all'utente-produttore un guadagno pari alla differenza tra costo al dettaglio del kilowattora e quello all'ingrosso.

## 2.2.4 Costi dell'energia prodotta da fonte fotovoltaica

Il fotovoltaico è una tecnologia non pienamente matura e, come già detto, i costi relativi alla produzione di energia elettrica mediante tecnologia fotovoltaica sono, al momento attuale, abbastanza elevati. Dall'analisi dei dati disponibili risulta che produrre un kilowattora di energia elettrica utilizzando quale fonte l'energia solare fotovoltaica è più costoso che produrlo, non solo mediante fonti convenzionali, ma anche mediante altre fonti rinnovabili quali: l'idroelettrico, l'eolico e le biomasse. Le principali voci di costo per quanto riguarda la produzione di energia elettrica da fonte fotovoltaica risultano essere i costi di investimento e quelli di esercizio e manutenzione. Secondo quanto riportato in letteratura, i costi di manutenzione variano tra lo 0,8% e il 3% del costo di investimento<sup>1</sup>. Se si considera un valore di produzione netta media di 1300 kWh/kW per anno e si fa riferimento a un impianto domestico di 3 kW di potenza nominale, che copre una superficie di circa 20 m<sup>2</sup> con efficienza media del 15%, si può affermare che il costo dell'investimento è dell'ordine dei 6500 euro per ogni kilowatt installato, mentre il costo di un kilowattora di elettricità prodotta mediante tale tecnologia è di circa 50 centesimi di euro, di cui solo 42 centesimi di euro attribuibili ai costi di investimento e circa 8 centesimi di euro imputabili ai costi operativi.

---

<sup>1</sup> Cfr. Lorenzoni A. e L. Bano, 2007, op. cit., p.52.



## 2.2.5 Il solare termico a bassa temperatura

La radiazione solare può essere trasformata in energia mediante la tecnologia solare termica a bassa temperatura che utilizza appositi dispositivi denominati collettori solari per produrre energia termica da utilizzare per varie finalità, le più diffuse tra le quali sono: la produzione di acqua calda per scopi sanitari, il riscaldamento di ambienti o di piscine, esigenze industriali e così via. Le diverse tipologie di pannelli solari termici presentano rendimenti di trasformazione dell'energia solare in energia termica maggiori o uguali all'80%; tuttavia bisogna tenere presente che tale tecnologia è caratterizzata da notevoli perdite di sistema che non consentono a tutta l'energia termica prodotta di essere sfruttata per gli usi finali previsti. Esistono diversi pannelli solari, che si distinguono per tecnologia costruttiva e performance finali:

- *Pannelli piani non vetrati*: sono la tipologia più semplice ed economica di pannello solare. Sono adatti prevalentemente ad usi estivi e vengono usati per il riscaldamento di piscine o per fornire acqua calda a impianti balneari o altre strutture a utilizzo stagionale.
- *Pannelli piani vetrati*: consistono in strutture realizzate in materiali assorbenti a superficie piana. In condizioni ottimali di insolazione e temperatura ambientale, questi pannelli hanno un rendimento lievemente più basso rispetto ai collettori non vetrati, ma sono più efficienti in condizioni non ottimali. Essi permettono all'acqua di raggiungere temperature comprese tra i 40°C e gli 80°C e possono essere utilizzati per il riscaldamento degli ambienti, produzione di acqua calda sanitaria e così via.

- *Pannelli sottovuoto*: essi sfruttano la funzione isolante del vuoto, hanno un rendimento molto alto anche in presenza di rigide condizioni climatiche o di scarso irraggiamento solare, pertanto possono essere usati durante tutto l'arco dell'anno. I collettori sottovuoto permettono di disporre l'acqua a temperatura compresa tra i 60°C e gli 80°C.
- *Pannelli ad aria*: la caratteristica di tali collettori è che il fluido circolante è l'aria; l'aria in contatto con il metallo caldo si riscalda a sua volta ed è quindi utilizzabile per riscaldare gli ambienti o per particolari attività produttive.

### **2.2.6 Vantaggi del solare termico a bassa temperatura**

I pannelli solari termici presentano il vantaggio di essere caratterizzati da una tecnologia molto semplice e di non avere parti in movimento, pertanto sono destinati a durare a lungo (circa 20 anni per i collettori ad acqua e svariati decenni per quelli ad aria) e non necessitano di grandi interventi manutentivi, tranne che un periodico controllo del buon funzionamento delle varie parti.

I principali benefici risultanti dall'utilizzo della tecnologia solare termica a bassa temperatura sono quelli ambientali.

Nello specifico, le applicazioni del solare termico consentono di risparmiare in media tra il 60% e il 70% dell'energia estraibile da altre fonti (in particolar modo fossili) per i medesimi impieghi e di

evitare inquinamenti di tipo acustico, termico e da immissioni in atmosfera di sostanze nocive.

### **2.2.6 Svantaggi del solare termico a bassa temperatura**

Il solare termico a bassa temperatura non può considerarsi una tecnologia sostitutiva di altre, ma può utilizzarsi solo per integrare altre tecnologie energetiche contribuendo alla razionalizzazione degli usi finali dell'energia. Infatti, a causa della caratteristica variabilità della radiazione solare e della limitata possibilità di stoccare il calore mediante tale tecnologia, al fine di assicurare una produzione di energia termica idonea a soddisfare la richiesta di un dato sistema energetico, è opportuno associare i sistemi solari termici con impianti integrativi alimentati mediante altre fonti o tecnologie energetiche. Inoltre, la richiesta di energia solare termica è maggiore nei periodi dell'anno in cui la disponibilità della risorsa è inferiore. Un altro elemento a sfavore di tale tecnologia è la scarsa potenza installabile, infatti essa al massimo può raggiungere 1kW/mq.

## **2.2.8 Costi dell'energia prodotta mediante tecnologia solare termica a bassa temperatura**

La tecnologia solare termica prevede che la quasi totalità dei costi sia imputabile alle spese da sostenere per l'installazione dell'impianto. Tra le diverse tipologie di impianti solari termici a bassa temperatura esistono differenze di costo dovute alle peculiarità delle varie tecnologie. I sistemi a circolazione naturale comportano costi di investimento inferiori rispetto a quelli relativi a sistemi a circolazione forzata. Secondo quanto riportato dalla sezione italiana dell' *International Solar Energy Society* (ISES Italia)<sup>1</sup>, una famiglia composta da quattro individui, che consuma mediamente in un giorno tra i 50 e 60 litri di acqua calda, se integra una caldaia a metano con un solare termico, secondo i calcoli effettuati, è in grado di risparmiare circa il 60% di gas combusto<sup>2</sup> che dovrebbe corrispondere, sempre secondo le stime di ISES, a un risparmio annuo variabile tra i 550 e 650 euro, la qual cosa supponendo un costo di investimento per l'impianto solare oscillante tra i 2.750 e 3.250 euro, permetterebbe di recuperare la spesa effettuata nell'arco di cinque anni<sup>3</sup>.

---

<sup>1</sup> Per approfondimenti si consulti il sito internet dell'International Solar Energy Society, all'indirizzo: [www.isesitalia.it](http://www.isesitalia.it).

<sup>2</sup> In una città avente la medesima insolazione di Roma.

<sup>3</sup> Gli incentivi previsti dallo Stato italiano consentono, inoltre, di detrarre dalle tasse una quota delle spese sostenute per l'acquisto e l'installazione dell'impianto solare termico.

## 2.3 Biomasse

È una forma di energia che si fonda su sostanze di origine animale e vegetale (non fossili) impiegabili in vari modi. Le biomasse includono i sottoprodotti dell'industria di legno, dei residui di agricoltura, dell'allevamento, della potatura e del mantenimento dei parchi urbani ognuno dei quali può essere usato per generare elettricità, riscaldare o produrre carburanti per veicoli. Circa il 90% delle biomasse esistenti sul pianeta è di origine vegetale, mentre solo il restante 10% è di origine animale. Ciò spiega l'attenzione particolare rivolta alle biomasse vegetali quali fonti energetiche alternative alle fossili, da parte della ricerca tecnologica. Le tre principali filiere che rappresentano il settore delle biomasse sono:

- La filiera del legno
- La filiera dell'agricoltura
- La filiera degli scarti e dei rifiuti

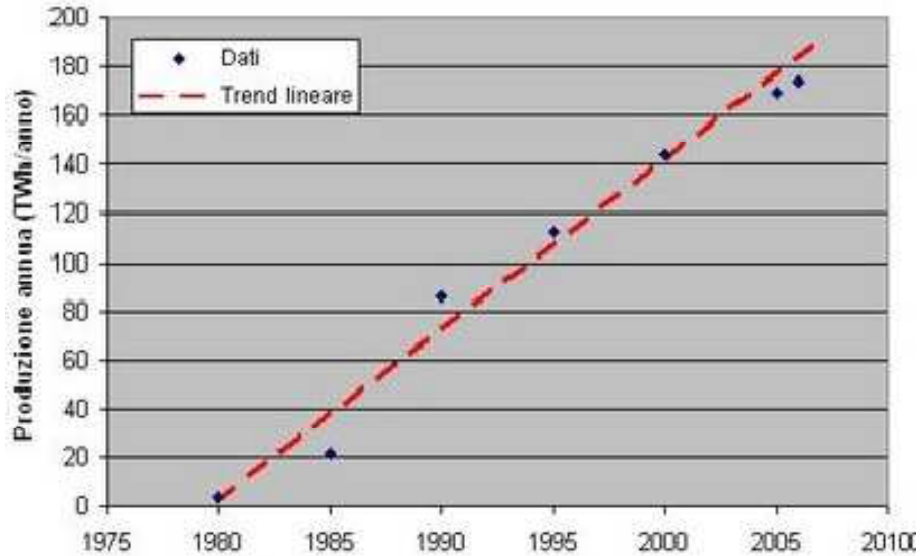
Lo sfruttamento delle biomasse per finalità energetiche ha origini preistoriche, risale infatti, alla scoperta del fuoco. Le prime tipologie di biomassa ad essere utilizzate è presumibile siano state legno e paglia. La conversione energetica delle biomasse può ricondursi a due macrocategorie di processi: termochimici e biochimici. Al momento, è possibile impiegare numerose tecnologie di conversione energetica delle biomasse incardinabili nelle due categorie sopracitate, ma non tutte godono dello stesso grado di sviluppo, pertanto solo alcune, quelle più mature, permettono di ottenere rendimenti soddisfacenti a costi accettabili.

### **2.3.1 Vantaggi e potenzialità dell'utilizzazione delle biomasse a scopi energetici**

Le biomasse sono una risorsa disponibile in ogni parte del globo terrestre. L'importanza del loro sfruttamento a fini energetici è dovuta soprattutto alle emissioni nette di anidride carbonica che, nel computo finale del ciclo di carbonio, risultano nulle. Sostituire quindi parte dell'energia prodotta mediante fonti fossili con energia derivante da biomasse può, nel complesso, concorrere al miglioramento della composizione atmosferica.

Le biomasse sono da considerarsi a tutti gli effetti risorse sostenibili in quanto disponibili localmente, non inquinanti e rinnovabili. Negli ultimi anni, si è diffusa ampiamente tra gli studiosi la consapevolezza che le biomasse utilizzate a scopi energetici possano rivestire una funzione strategica e contribuire allo sviluppo sostenibile del sistema geoeconomico mondiale.

La diffusione dell'utilizzo delle biomasse potrebbe generare rilevanti effetti positivi, oltre che in ambito ambientale, anche nel settore economico e occupazionale. L'incremento della produzione energetica mediante biomasse potrebbe: permettere la valorizzazione degli scarti agroindustriali, ridurre i surplus agricoli, permettere lo sviluppo di aree geografiche marginali, creare opportunità di sviluppo per nuove attività industriali, favorire l'autonomia energetica locale per aziende agricole o operanti nel settore della lavorazione del legno, originare nuova occupazione. Secondo le previsioni effettuate dall'organismo statunitense *Energy Information Administration (EIA)*, basandosi sul trend rilevato dal 1980 ad oggi, nel prossimo ventennio la produzione di energia elettrica da biomasse continuerà a crescere secondo un andamento lineare (figura sotto):



**Fig.6** Trend della produzione mondiale di energia elettrica da biomasse; Fonte: EIA 2009

Per l'Italia, le biomasse potrebbero costituire un importante risorsa complementare, potenzialmente in grado di ridurre la dipendenza energetica dall'estero. L'Italia è dotata di aree boschive le cui caratteristiche energetiche sono scarse, ma sembra che sfrutti solo un terzo della naturale produttività di queste.

### 2.3.2 Costi dell'energia prodotta da biomasse

Il costo dell'energia prodotta mediante valorizzazione di biomasse risulta ancora elevato rispetto a quello relativo alle fonti fossili.

Attualmente, se si considera un impianto alimentato a biomasse solide per la produzione di energia elettrica avente una taglia di circa 17 MWe, si calcola che il costo medio per generare un chilowattora di elettricità è di circa 20,5 centesimi di euro<sup>1</sup>. Il costo dell'elettricità prodotta da un impianto delle medesime dimensioni alimentato a oli vegetali è di circa 15,28 centesimi di euro per kWh<sup>2</sup>.

Le criticità del settore relativo allo sfruttamento energetico delle biomasse, che ne ostacolano lo sviluppo, sono connesse essenzialmente all'esistenza di barriere non tecniche quali, ad esempio: difficoltà nel finanziamento dei costi di investimento, normative restrittive previste nell'ambito della politica agricola comunitaria, diffusione inadeguata delle informazioni<sup>3</sup>.

---

<sup>1</sup> Lorenzoni A. e L. Bano, *I costi di generazione di energia elettrica da fonti rinnovabili*, 2007, op. cit., p.13.

<sup>2</sup> Lorenzoni A. e L. Bano, *I costi di generazione di energia elettrica da fonti rinnovabili*, 2007, op. cit., p.27.

<sup>3</sup> ITABIA, *Biomasse agricole e forestali, rifiuti e residui organici: fonti di energia rinnovabile. Stato dell'arte e prospettive di sviluppo a livello nazionale*, ANPA, Roma, 2001.



### **3. Una fonte energetica rinnovabile sui generis: L'Efficienza Energetica**

L'efficienza energetica di un sistema può definirsi come la capacità dello stesso di ottenere il massimo rendimento dall'utilizzo dell'energia disponibile. Ciò equivale a dire che un sistema è efficiente se per far fronte alle proprie esigenze di funzionamento o di sviluppo consuma la minore quantità possibile di energia<sup>1</sup>. Il concetto di efficienza energetica è strettamente legato a quelli di risparmio energetico e di uso razionale dell'energia, tanto che spesso essi si sovrappongono gli uni agli altri.

L'efficienza energetica è considerata, in senso lato, una fonte di energia rinnovabile in quanto, così come le fonti di produzione energetica rinnovabili, permette di limitare il consumo di risorse energetiche esauribili e le immissioni climalteranti in atmosfera, generando in tal modo un incremento del grado di sostenibilità dello sviluppo di un sistema. Il grado di efficienza energetica di un sistema si esprime, solitamente, mediante un rapporto percentuale; un livello di efficienza energetica del 100% corrisponde all'optimum, mentre il livello minimo (0%) è indice di un sistema che dissipa tutta l'energia disponibile senza generare alcuna utilità. L'Unione Europea ha rilevato che, con le tecnologie disponibili attualmente, è possibile, incrementando l'efficienza energetica, conseguire un risparmio energetico di circa il 20% degli attuali consumi energetici comunitari. Su tale base, il piano d'azione energetico comunitario denominato comunemente con l'appellativo "20-20-20" pone, quale obiettivo da raggiungere entro il 2020, un incremento dell'efficienza energetica del 20%.

---

<sup>1</sup> Nextville, *Che cos'è l'efficienza energetica?*, 2 Maggio 2009. Disponibile on line all'indirizzo: <http://www.nextville.it/index/486>.

Gli ambiti più promettenti dal punto di vista delle possibilità di risparmio di energia sono quelli dell'illuminazione, degli elettrodomestici e dei motori elettrici che, nel complesso, rappresentano il 90% del potenziale di risparmio. La principale problematica legata all'utilizzo di sistemi che consentano una maggiore efficienza energetica è rappresentata dagli elevati costi di investimento iniziali. Ulteriore elemento critico è rappresentato dalla mancanza di una corretta informazione sia in ambito pubblico che privato riguardante la tematica in esame. L'incentivazione da parte degli organismi statali è il principale strumento di superamento di tali criticità. Inoltre, in Italia l'acquisizione delle tecnologie più efficienti in ambito energetico viene svolta dalla Federazione Italiana per l'uso Razionale dell'Energia (FIRE); essa è un'associazione tecnico-scientifica senza scopo di lucro, le cui finalità precipue consistono nella promozione dell'uso razionale dell'energia e nella diffusione delle relative informazioni nel settore <sup>1</sup>. Ovviamente il primo passo verso una maggiore efficienza energetica è quasi obbligatoriamente quantitativo (risparmio energetico), ma l'evoluzione del concetto è destinato a spostarsi strategicamente verso una dimensione qualitativa (sostituzione delle fonti convenzionali con le più innovative fonti rinnovabili). L'utilizzo di sistemi energetici basati sulle fonti rinnovabili di energia è destinato a diventare, quindi, nel lungo periodo, un "sinonimo" di efficienza energetica.

---

<sup>1</sup> La FIRE è stata costituita dall'ENEA (Ente per le Nuove tecnologie, l'Energia e l'Ambiente), dall'AIGE (Associazione italiana per la gestione dell'Energia) e dal EMC (Energy Manager Club) in ambito Finmeccanica, nel 1988.

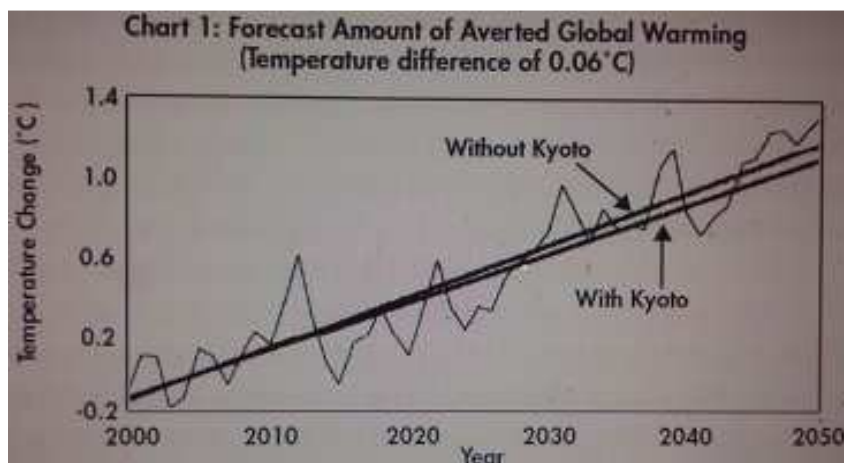
## **Capitolo 2**

### **Il ricorso alle rinnovabili nel contesto internazionale**

#### **Premessa**

Una delle cause che ha spinto di più i diversi paesi a livello mondiale nel fare ricorso alle energie rinnovabili è l'aumento del Global Warming. L'Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) nei suoi studi del 2007 stima che la temperatura della Terra è aumentata di  $0,74 \pm 0,18^{\circ}\text{C}$  durante il XX secolo. I modelli climatici dell'IPCC indicano un potenziale aumento della temperatura durante il XXI secolo compreso tra  $1,4$  e  $5,8^{\circ}\text{C}$ . Un aumento della temperatura significa: lo scioglimento dei ghiacci e quindi l'innalzamento del livello dei mari, aumento dell'energia presente nell'atmosfera e quindi eventi meteorologici estremi (cicloni, alluvioni, ondate di caldo e di gelo ecc). Oltre a questi effetti ambientali, ci sono anche effetti economici. Le stime dei costi economici aggregati netti dei danni causati dai mutamenti climatici variano da 10\$ per tonnellata di carbonio fino a 350\$, con una media di 43\$ per tonnellata di carbonio. Gli studi suggeriscono che i costi e i benefici della mitigazione del

fenomeno di riscaldamento globale sono attorno alla stessa cifra. Si sono adottate delle misure correttive in modo di limitare questo fenomeno da parte di diverse nazioni, aziende ed individui. I due protocolli mondiali più importanti per il controllo del riscaldamento globale sono: il protocollo di Copenaghen e quello di Kyoto. Una simulazione del clima prevedendo l'effetto del protocollo di Kyoto, negoziato nel 1997 e chiede a livello mondiale la riduzione del 5% le emissioni di anidride carbonica dai livelli del 1990, ridurrebbe questo aumento di circa  $0,94^{\circ}\text{C}$  – un aumento insignificante di  $0,06^{\circ}\text{C}$ . Il grafico sottostante dimostra la previsione di anno in anno dell'aumento di temperatura negli anni 2000 – 2050, e viene dimostrato la differenza che esiste in presenza e in assenza del protocollo di Kyoto:



**Fig.1** Il cambiamento della temperatura con Kyoto

Fonte: IPCC 2007

La linea sottile superiore con l'indicazione "without Kyoto" è la misura del trend lineare dell'aumento della temperatura senza l'attuazione del protocollo di Kyoto. La linea inferiore è la stima dell'impatto sulla temperatura con l'attuazione del protocollo di

Kyoto. Entro il 2050, circa il 0,06 °C del riscaldamento globale è scongiurato dalla realizzazione del protocollo di Kyoto. Oltre a questi due protocolli a livello globale, anche l'Europa ha adottato un piano per limitare l'aumento dell'anidride carbonica: il cosiddetto "l'Europa 20-20-20", i quali verranno descritti in questo capitolo.

Non è semplice fornire una visione integrata della situazione globale delle energie rinnovabili. I dati statistici riguardanti l'energia hanno una provenienza geografica molto ampia e la grande varietà di enti, associazioni e organizzazioni che si occupano a diversi livelli territoriali della raccolta, del trattamento e della diffusione di tali informazioni implica l'aumento delle probabilità di utilizzo di metodologie statistiche eterogenee, inoltre non bisogna sottovalutare la possibilità dell'esistenza di interessi economico – politici o ideologici nell'aggregazione e diffusione delle cifre relative all'energia. Bisogna sottolineare che nel bilancio energetico globale, le diverse fonti hanno dimensioni e pesi differenti, il loro utilizzo presenta problemi peculiari legati ai costi, alla sicurezza, alla disponibilità e allo sviluppo di tecnologie di conversione efficienti. Nei quattro anni dalla fine del 2004 alla fine del 2008, se si escludono gli impianti idroelettrici di grandi dimensioni, la capacità installata relativa alle energie rinnovabili ha fatto registrare nel complesso un incremento del 75%, si è giunti a toccare i 280 GW<sup>1</sup> nel 2008, contro i 160 GW del 2004<sup>2</sup>.

---

<sup>1</sup> In tale cifra sono inclusi significativi guadagni nella generazione di energia mediante centrali idroelettriche di piccole dimensioni, centrali geotermiche e impianti funzionanti a biomassa.

<sup>2</sup> REN21, *Renewables Global Status Report: 2009 Update*, Paris, REN21 Secretariat, 2009, p.12.

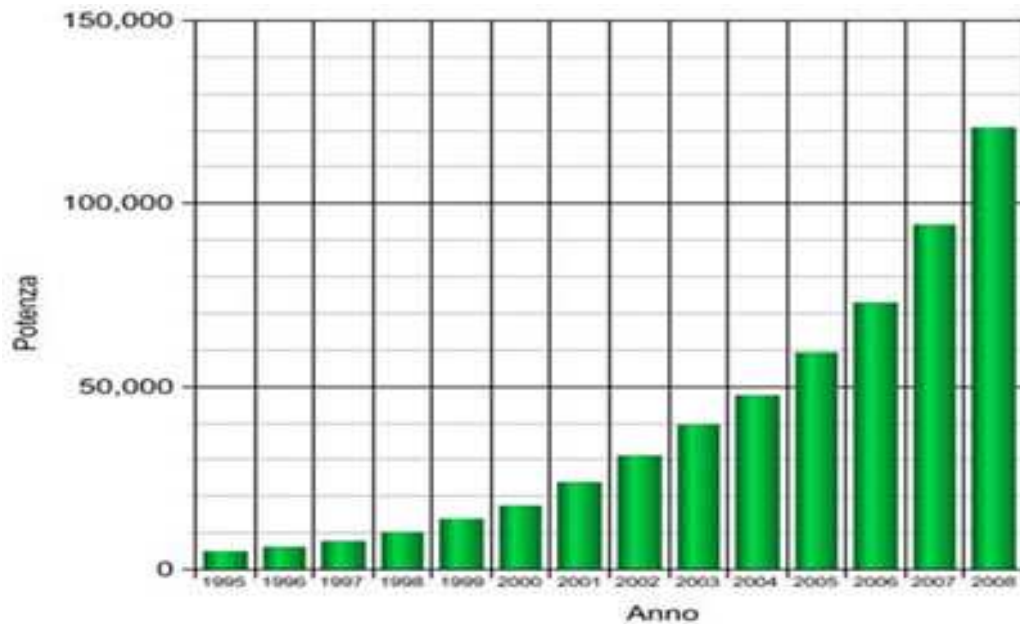
Se si considera anche l'energia idroelettrica prodotta mediante impianti di grandi dimensioni, si stima che a livello globale, la capacità delle energie rinnovabili, nel 2008, ha raggiunto 1.140 GW . I sei paesi alla guida del processo di sviluppo delle fonti rinnovabili di energia sono: la Cina con 76 GW di potenza totale installata, gli Stati Uniti con 40 GW, la Germania con 34 GW, la Spagna con 22 GW, l'India con 13 GW e il Giappone con 8 GW. La capacità dei paesi in via di sviluppo è giunta a toccare i 119 GW, ossia il 43% del totale, con Cina (con le piccole centrali idroelettriche e l'energia eolica) e India (con le centrali eoliche) a guidare l'incremento. Un significativo traguardo è stato raggiunto, nel 2008, quando la capacità energetica da fonti rinnovabili di nuova installazione, sia negli Stati Uniti che nell'Unione Europea ha superato la capacità elettrica delle centrali convenzionali di nuova installazione <sup>1</sup>. Ciò vuol dire che le energie rinnovabili hanno rappresentato più del 50% del totale della capacità aggiunta.

---

<sup>1</sup> Le centrali convenzionali sono quelle alimentate a gas, carbone, petrolio o nucleare.

## 1.1 Capacità energetica eolica

Tra le nuove rinnovabili (escluso l'idroelettrico di grandi dimensioni), l'apporto maggiore all'incremento di capacità energetica è stato fornito dall'energia eolica. La capacità eolica è cresciuta del 29% nel 2008 per raggiungere 121 GW, più del doppio rispetto alla capacità installata nel 2004, che corrisponde a 48 GW (grafico sottostante):



**Fig.2** Potenza eolica installata nel mondo 1995-2008

La crescita del 2008 è stata guidata da alcuni mercati forti come Stati Uniti (8,4 GW aggiunti), Cina (6,3 GW), India (1,8 GW) e Germania (1,7 GW) seguita a poca distanza dalla Spagna (1,6 GW) <sup>1</sup>.

---

<sup>1</sup> REN21, 2009, p23

La Spagna con circa 17 GW di potenza installata è riuscita a conservare il terzo posto nella classifica mondiale dei paesi con il valore più alto relativamente alla capacità eolica installata cumulativa. La Cina, per quanto riguarda il totale della capacità eolica installata, è riuscita a strappare il quarto posto all'India. Gli impianti eolici offshore esistenti, si trovano quasi tutti in Europa e hanno raggiunto nel complesso una capacità di quasi 1,5 GW nel 2008, con 200 MW aggiunti nel 2007 e 360 MW immessi nel 2008. Il Regno Unito è attualmente il paese leader relativamente alla capacità produttiva degli impianti eolici off-shore.

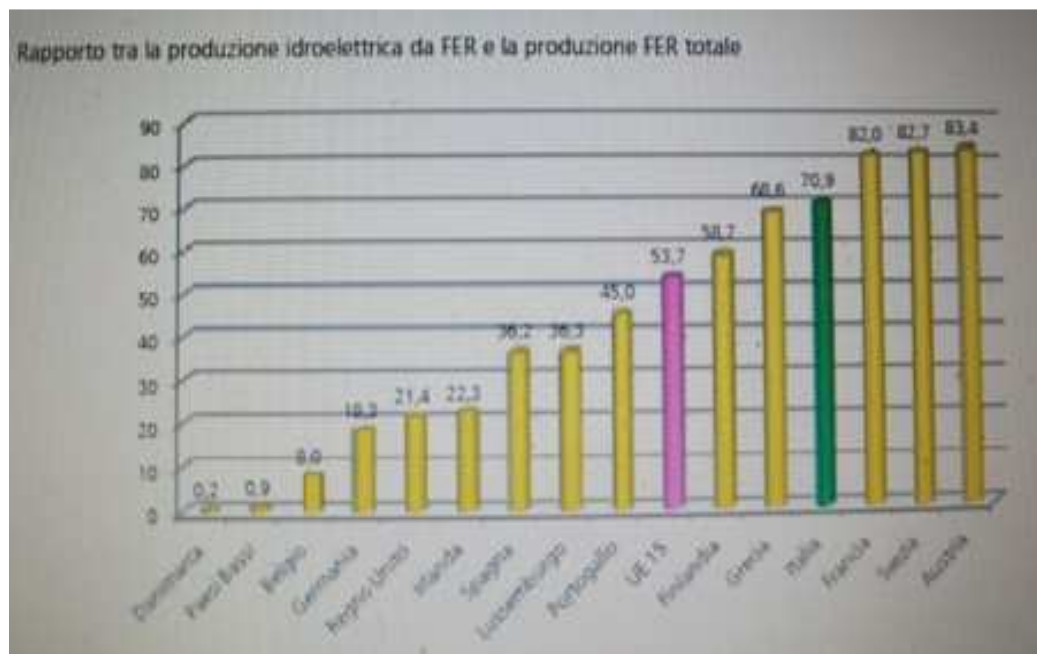
## **1.2 Capacità energetica idroelettrica**

La fonte più autorevole nel settore, l'International Hydropower Association (IHA), stima che, nel 2008, la potenza idroelettrica esistente a livello globale, considerando nel complesso sia quella derivante da centrali di grande taglia che quella relativa a piccoli impianti, abbia subito un incremento di 39 GW, raggiungendo una capacità complessiva di 950 GW. Le statistiche relative all'idroelettrico tendono a distinguere le piccole centrali dagli impianti di grossa taglia. Le motivazioni di ciò sono molteplici: innanzitutto, le centrali idroelettriche di grandi dimensioni sono caratterizzate da potenze elevatissime, pertanto il confronto con le altre fonti rinnovabili risulterebbe impari; il grande idroelettrico, almeno nei paesi industrializzati, ha raggiunto l'apice delle proprie potenzialità, mentre il piccolo idroelettrico è una risorsa emergente ovunque, che



sembra offrire, in prospettiva, notevoli potenzialità di sviluppo, pertanto, appare giusto considerarne separatamente le dinamiche di crescita.

L'energia idroelettrica prodotta mediante impianti di grandi dimensioni è aumentata di circa 25-30 GW nel 2008, valore significativamente più alto rispetto agli anni precedenti e dovuto principalmente al notevole sviluppo nel settore fatto registrare da Cina (12-15 GW di nuova capacità installata) e India (più di 5 GW aggiunti). Il mini – idroelettrico ha incrementato la propria capacità, nel 2008, raggiungendo un valore stimato pari a circa 85 GW a livello mondiale. la maggior parte delle piccole centrali idroelettriche è ubicata in Cina. Lo sviluppo del mini – idroelettrico ha fatto registrare andamenti tendenzialmente positivi anche in diversi paesi africani e asiatici.



**Fig.3** Rapporto tra produzione idroelettrica da FER e la produzione FER totale

Nella figura sopra si rappresenta il rapporto tra la produzione idroelettrica da FER e la produzione FER totale nell'UE-15 nel 2009. Nell'UE – 15 la produzione idroelettrica rappresenta nel 2009 il 53% della produzione FER rispetto al 57,4% dell'anno precedente. Tra gli Stati Membri Francia, Svezia e Austria coprono oltre l'80% della loro produzione FER con produzione idroelettrica, segue l'Italia con il 71%. Rispetto alla produzione lorda totale, il primato è detenuto dall'Austria che copre il 56,7% della produzione totale con produzione idroelettrica rinnovabile. L'Italia con il 16,8% si colloca al quarto posto.

### **1.3 Capacità energetica solare**

Il solare ha subito negli ultimi anni un forte impulso allo sviluppo e appare, in prospettiva, la fonte energetica destinata ad assumere un ruolo predominante nell'ambito del futuro assetto energetico globale, in tutte le sue declinazioni tecnologiche: fotovoltaico, termico a bassa temperatura, termodinamico.

#### **1.3.1 Capacità energetica fotovoltaica**

Gli impianti solari fotovoltaici connessi alla rete hanno continuato a essere la tecnologia di nuova generazione in più rapida evoluzione,

giungendo, nel 2008, a una capacità di quasi 13 GW a livello mondiale, con un incremento del 70% della capacità esistente. Ciò rappresenta un aumento di sei volte superiore alla capacità globale esistente nel 2004. Nel 2008 sono stati installati impianti solari fotovoltaici collegati alla rete elettrica per una capacità totale di circa 5,4 GW. La Spagna, nel 2008, ha visto uno sviluppo notevolissimo del fotovoltaico ed è diventata la leader indiscussa nel settore, facendo registrare un incremento di nuova capacità installata di 2,6 GW, valore che rappresenta la metà degli impianti di nuova installazione a livello mondiale ed è cinque volte superiore rispetto ai 550 MW aggiunti nel paese nel corso del 2007. La Germania ex leader nella produzione di energia elettrica mediante tecnologia fotovoltaica, ha occupato, nel 2008, il secondo posto nella classifica mondiale, con 1,5 GW di nuova capacità installata. Altri mercati dominanti, nel 2008, sono stati gli Stati Uniti (310 MW aggiunti), Corea del Sud (200-270 MW), Giappone (240 MW), e Italia (200-300 MW). Altri paesi quali l'Australia, il Canada, la Cina, la Francia, e l'India hanno mostrato, nell'anno considerato, buone performance di crescita. Bisogna sottolineare che in molti paesi, in particolare in Cina, la crescita del mercato del solare fotovoltaico collegato alla rete elettrica è un fenomeno che è emerso tra il 2007 e il 2008.

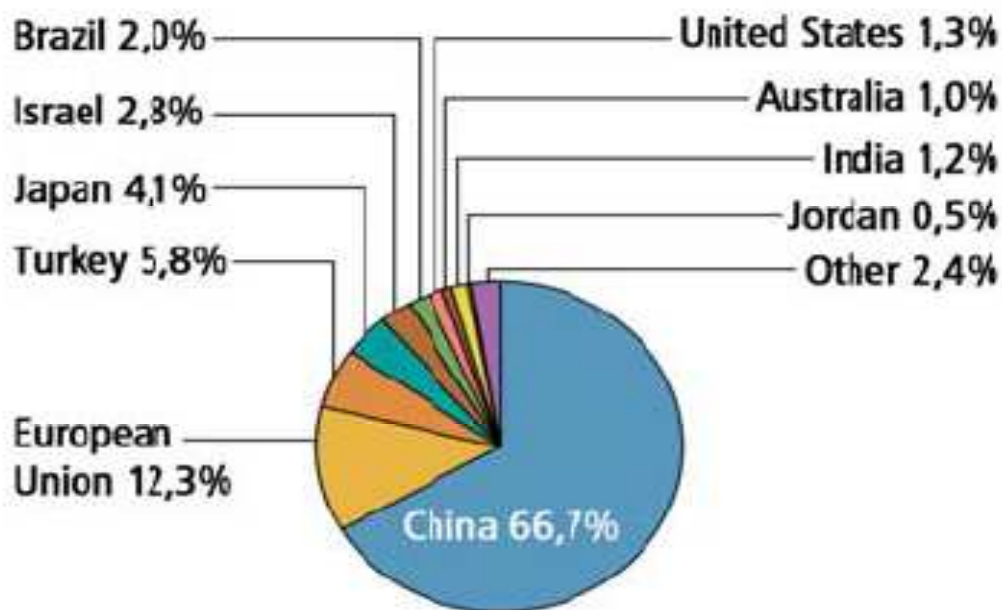
Se si considerano anche gli impianti non direttamente collegati alla rete elettrica, detti anche applicazioni *off-grid*, in tutto il mondo, nel 2008, si è registrato un aumento di capacità di più di 16 GW. Il mercato del solare fotovoltaico ha mostrato tre chiare tendenze nel 2008. La prima è stata la crescente attenzione alla integrazione dei pannelli solari fotovoltaici negli edifici (BIPV) che, rappresenta un piccolo segmento, ma in rapida crescita, con più di 25 MW installati in Europa. In secondo luogo, le tecnologie solari fotovoltaiche a film sottile sono diventate un quota notevole del totale delle installazioni. E, terza tendenza del 2008 è stata la diffusione in gran numero di centrali elettriche di grandi dimensioni, ossia aventi una

capacità superiore a 200 kW, funzionanti mediante energia solare fotovoltaica. La maggior parte degli impianti di grandi dimensioni installati nel 2008 sono stati costruiti in Spagna (oltre 1,9 GW aggiunti); l'impianto spagnolo di Olmedilla de Alarcon, avente una capacità di 60 MW è attualmente il più grande impianto solare fotovoltaico del mondo. Altri impianti di tale tipologia hanno trovato allocazione nella Repubblica Ceca, in Francia, in Germania, in Italia, in Corea e in Portogallo. Nuovi impianti a utilità di scala sono stati progettati o in fase di sviluppo in molti paesi d'Europa e in tutto il mondo, tra cui in Cina, in India, in Giappone, e negli Stati Uniti.

### **1.3.2 Capacità energetica del solare termico**

Negli ultimi anni si è assistito a un notevole sviluppo del mercato del solare termico. Sono sempre di più i paesi in cui il riscaldamento degli edifici vengono realizzati attraverso l'uso della componente termica dell'energia solare. La capacità di produrre acqua calda e riscaldamento degli ambienti mediante l'utilizzo dell'energia solare termica è aumentata, nel corso del 2008, del 15% rispetto al 2007 (126 GW), per raggiungere, secondo le più recenti stime, 145 GW, corrispondenti al doppio della capacità esistente nel 2004. La Cina ricopre il ruolo di leader nel settore; nel 2007 possedeva il 66,7% di tutta la capacità installata relativa al solare termico (figura 4) e dei 20 GW aggiunti

nel corso di quell'anno, ben l'80,2% erano attribuibili ad essa (figura 5).

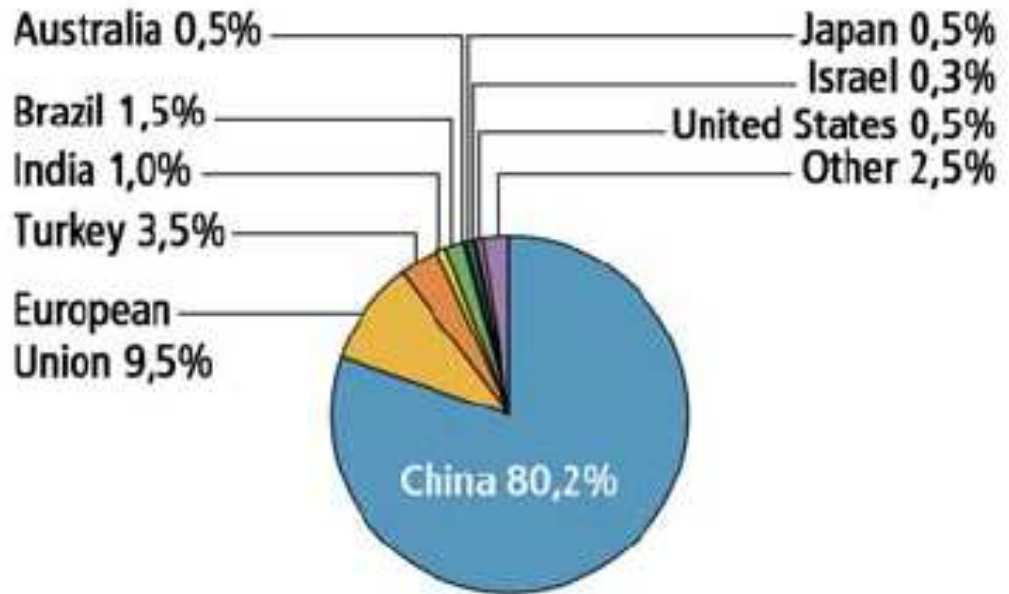


**Fig.4** Quote della capacità globale installata relativa al solare termico nel 2007, Fonte: GRS 2009

Nel 2008, La Repubblica Popolare Cinese ha installato i tre quarti della capacità complessiva aggiunta nel corso dell'anno (14 GW) e ha superato il 70% della capacità esistente a livello mondiale <sup>1</sup>.

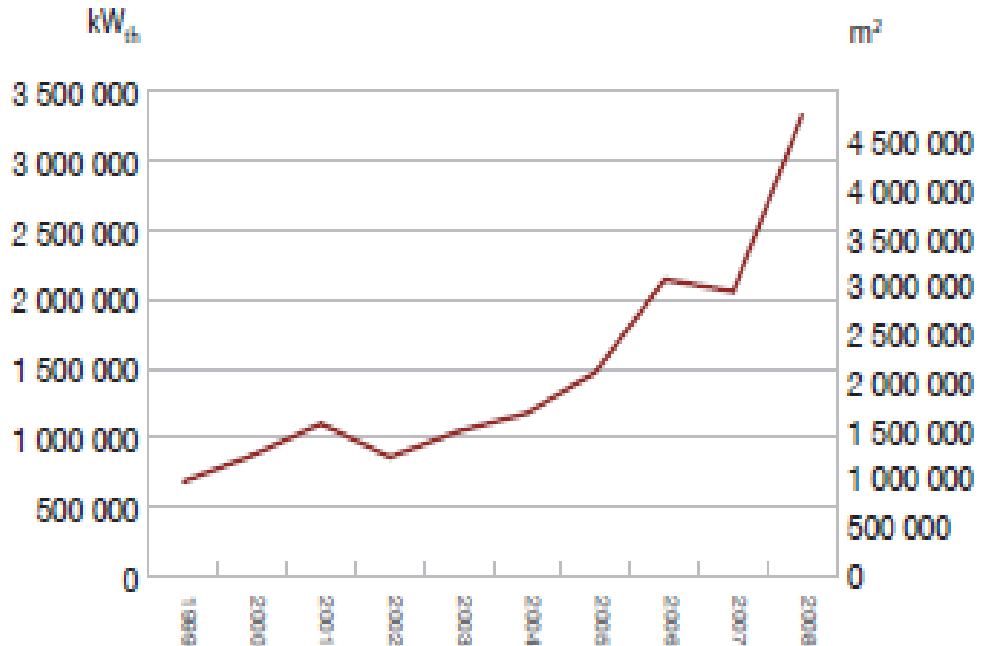
---

<sup>1</sup> REN21, 2009



**Fig.5** Quote della capacità aggiuntiva relativa al solare termico installata nel 2007, Fonte: GRS 2009

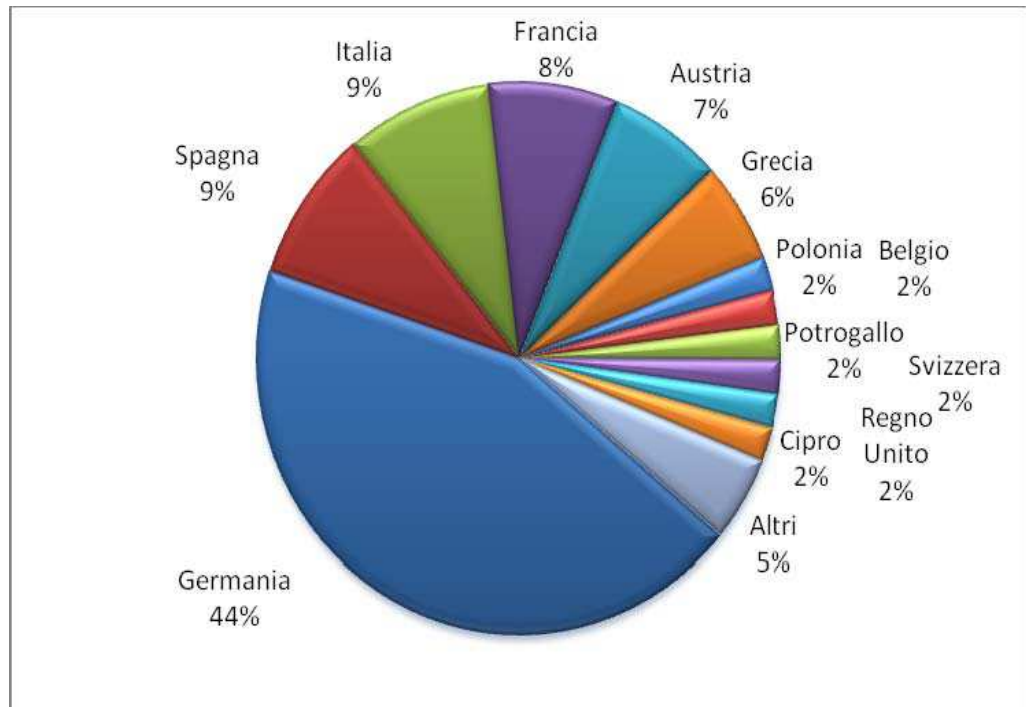
Tra i paesi in via di sviluppo, quelli che hanno fatto registrare un'accelerazione maggiore della crescita degli impianti solari termici finalizzati alla produzione di acqua calda sono stati: Brasile, India, Messico, Marocco e Tunisia. Per quanto riguarda l'Europa, il mercato del solare termico, nel 2008, ha mostrato una brillante performance nel complesso degli Stati membri appartenenti all'Unione Europea e in Svizzera, crescendo del 60%, con 3,3 GW di nuova capacità installata (4,75 milioni di m<sup>2</sup> superficie di collettori solari). La figura 6 mostra l'andamento del mercato solare termico in UE-27 e Svizzera dal 1999 al 2008. La più grande spinta allo sviluppo del settore è da attribuirsi al mercato tedesco che, nel 2008, è più che raddoppiato rispetto al 2007.



**Fig.6** Il mercato solare termico in UE-27 + Svizzera  
 Fonte: Solar Thermal Markets in Europe 2008 (2009)

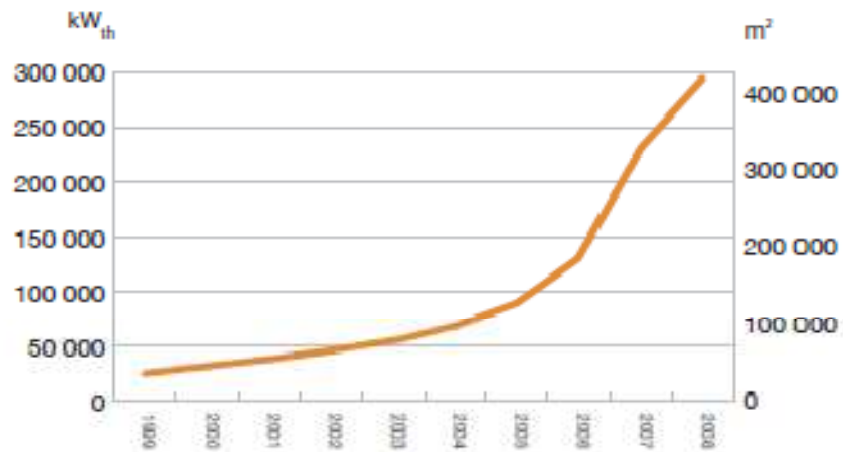
Essa, nel 2008, ha visto salire al 44% del totale, la sua quota all'interno del mercato europeo. Tra i paesi che, oltre alla Germania, occupano un ruolo rilevante nell'ambito del settore solare termico vi sono, nell'ordine: Spagna, Italia, Francia, Austria e Grecia, quest'ultima in seconda posizione nel 2007. Insieme, i sei paesi elencati rappresentano, attualmente, il 83% del mercato solare termico (si consideri che questi stessi paesi rappresentano solo il 54% della popolazione europea e il 61% del suo PIL).

Nella figura 7 sono riportate le quote del mercato solare termico europeo detenute attualmente dai paesi appartenenti all'Unione europea e dalla Svizzera. La Spagna con una crescita del 58% nel 2008, è diventata il secondo mercato più importante per il solare termico in Europa.



**Fig.7** Quote del solare termico europeo  
 Fonte: Solar Thermal Markets in Europe 2008 (2009)

L'Italia, il terzo mercato d'Europa, ha anch'essa assistito al rafforzamento della sua posizione nel corso del 2008. Rispetto al 2007, il mercato interno è aumentato del 28% con 295 MW di nuova capacità installata (figura 8).



**Fig.8** L'andamento del mercato solare termico italiano



### **1.3.3 Capacità energetica del solare termodinamico**

La capacità produttiva del complesso degli impianti solari termodinamici esistenti al mondo, nel 2008, è risultata pari a 436 MW. In Europa, la Spagna è uno dei paesi che ha investito maggiormente nel solare termodinamico.

Secondo il *Global CSP Outlook 2009*, nell'ambito di uno scenario di sviluppo industriale avanzato, con elevati livelli di efficienza energetica, il solare termodinamico potrebbe soddisfare fino al 7% del fabbisogno energetico mondiale nel 2030 e un quarto dello stesso entro il 2050. I progetti in corso di sviluppo o di realizzazione sono aumentati notevolmente nel corso del 2008 e, secondo alcune stime, hanno coinvolto una capacità complessiva di più di 8 GW, con oltre 6 GW in fase di sviluppo nei soli Stati Uniti. Nuovi progetti sono stati varati in Arizona, California, Florida, Nevada e Nuovo Messico per quanto riguarda gli Stati Uniti e altri sono in fase di sviluppo ad Abu Dhabi, in Algeria, Egitto, Israele, Italia, Portogallo, Spagna e Marocco.

### **1.4 Capacità energetica geotermica**

Il mercato dell'energia geotermica ha raggiunto una capacità globale di più di 10 GW nel 2008. Gli Stati Uniti rappresentano il paese leader del settore a livello mondiale, con più di 120 progetti in fase di sviluppo nei primi mesi del 2009, per una capacità complessiva di almeno 5 GW. Altri paesi con una significativa recente crescita nel settore dell'energia geotermica sono: El Salvador, Australia,

Guatemala, Islanda, Indonesia, Kenya, Messico, Nicaragua, Papua Nuova Guinea e Turchia. La tabella sottostante mostra la potenza elettrica geotermica installata nel mondo dove fa vedere i più importanti stati che utilizzano questa tecnologia:

NAZIONE	Potenza MW (2007)	Potenza MW (2010)	% produz.nazionale
Stati Uniti	2687	3086	0.3%
Filippine	1969.7	1904	27%
Indonesia	992	1197	3.7%
Messico	953	958	3%
Italia	810.5	843	1.5%
Islanda	421.2	575	30%
Giappone	535.2	536	0.1%
Iran	250	250	
Russia	79	82	
Turchia	38	82	
Portogallo	23	29	
Cina	27.8	24	
Francia	14.7	16	
Germania	8.4	6.6	
Austria	1.1	1.4	
Australia	0.2	1.1	
TOTAL	9,981.9	10,959.7	

**Fig.9** Potenza elettrica geotermica installata

La metà della capacità generativa mondiale è concentrata negli Stati Uniti e nelle Filippine. Gli altri paesi : Messico, Indonesia, Italia e Giappone sono responsabili della parte rimanente.

## 1.5 Capacità energetica dalle biomasse

La generazione di energia elettrica da biomasse è più che raddoppiata negli ultimi dieci anni, sebbene costituisca solamente l'1,1% della produzione globale, molto distante dalla quota della produzione energetica mondiale ricoperta dai combustibili fossili o dal nucleare. Le biomasse occupano, tra le rinnovabili, un'ottima posizione quale fonte utilizzata nella generazione di elettricità a livello mondiale, con una quota del 6%. Le biomasse, inoltre, rappresentano dopo l'eolico (con un tasso medio annuo di crescita del 29,6%) e il solare fotovoltaico (25,6%) la fonte rinnovabile con il maggior sviluppo negli ultimi dieci anni<sup>1</sup>. La produzione di energia da biomasse ha mostrato un trend crescente sia su grande che su piccola scala, aggiungendo nel 2008, circa 2 GW di capacità, a quella esistente in precedenza e stimata intorno ai 50 GW. La generazione di energia da biomasse ha fatto registrare, nonostante la crisi economica globale, una crescita ininterrotta nel periodo 2007-2008 in diversi Stati dell'Unione europea (UE), tra cui Finlandia, Francia, Germania, Italia, Polonia, Svezia e Regno Unito.

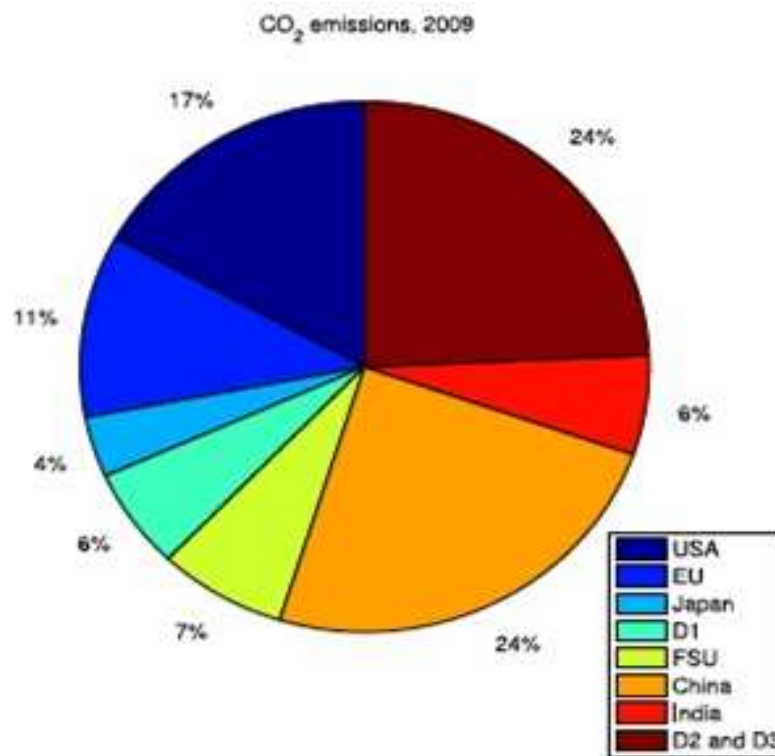
---

<sup>1</sup> D'Orazio A., *Tecnologie rinnovabili: industria non in crisi?*, IEFÉ - Centre for research on Energy and Environmental Economics and Policy – Bocconi University, GME- Gestore del Mercato Elettrico, agosto 2009. Disponibile on line all'indirizzo: [http://portale.unibocconi.it/wps/allegatiCTP/DOrazio\\_3\\_agosto\\_2009.pdf](http://portale.unibocconi.it/wps/allegatiCTP/DOrazio_3_agosto_2009.pdf).

## 1.6 Il livello di inquinamento e le misure di protezione

Come già anticipato all'inizio del capitolo è importante dare un'immagine anche del livello di inquinamento e delle misure correttive prese a livello internazionale dai diversi Stati. È proprio l'inquinamento dell'atmosfera, e conseguentemente dell'aumento del riscaldamento globale, che ha portato all'incremento dell'utilizzo delle fonti rinnovabili.

L'utilizzo di combustibili fossili è responsabile della produzione di sottoprodotti indesiderati (gas ad effetto serra: CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O....) che comportano l'inquinamento dell'atmosfera. L'anidride carbonica è quella che dà maggior contributo con circa il 60%. Il grafico sottostante dimostra l'emissione mondiale di CO<sub>2</sub> nell'anno 2009.



**Fig.10** Emissione mondiale di CO<sub>2</sub> nel 2009

La diminuzione delle emissioni mondiali è stata dell' 1,3%, anche se Cina e India hanno aumentato molto le loro emissioni (rispettivamente del 9 e del 16 per cento): nella classifica degli inquinatori ora Cina è al primo posto con il 24% di emissioni globali di CO<sub>2</sub> seguita dagli USA con il 17% e dall'UE con l'11%. Per ridurre le emissioni di gas ad effetto serra in atmosfera si sono organizzate 2 trattati internazionali: il protocollo di Kyoto e quello di Copenaghen. Ciascuna presenta caratteristiche diverse, ma hanno un obiettivo comune: la riduzione del riscaldamento globale, l'obbligo di ridurre le emissioni ad una misura non inferiore a 5% per il periodo 2008 – 2012 da parte dei paesi industrializzati.

### **1.6.1 Il Protocollo di Kyoto**

Il protocollo di Kyoto, sottoscritto nella città giapponese di Kyoto l'11 dicembre 1997, riguarda il riscaldamento globale. Il protocollo è entrato in vigore il 16 febbraio 2005, dopo la ratifica anche della Russia.

*Paesi aderenti:* Nella figura sottostante, in verde sono gli stati che hanno firmato e ratificato il trattato. La ratificazione da parte della Russia è considerata importante perché questo paese produce da solo il 17,6% delle emissioni. Nell' ottobre 2009 gli stati che hanno aderito e ratificato il protocollo risultano 184.



**Fig.11** Paesi aderenti al protocollo di Kyoto

*Paesi non aderenti:* tra i paesi non aderenti sono gli USA<sup>1</sup> responsabili di una percentuale molto elevata del totale delle emissioni, Cina ed India che sono stati esonerati dagli obblighi di questo protocollo perché non sono stati tra i principali responsabili delle emissioni di gas serra.

L'obiettivo del protocollo è quello di lottare contro i cambiamenti climatici per ridurre le emissioni dei gas ad effetto serra responsabili del riscaldamento del pianeta. Il trattato prevede l'obbligo in capo ai paesi industrializzati di arrivare a una riduzione delle emissioni di gas serra in una misura non inferiore al 5% rispetto alle emissioni registrate nel 1990<sup>2</sup> nel periodo 2008 – 2012. Gli Stati membri dell'Unione Europea devono ridurre le loro emissioni dell'8% per lo stesso arco di tempo.

---

<sup>1</sup> Il presidente B.Clinton aveva firmato il Protocollo negli ultimi mesi del suo mandato, ma G.W.Bush ritirò l'adesione inizialmente sottoscritta.

<sup>2</sup> Preso come anno base

L'Italia è impegnata a ridurre le emissioni del 6,5%, perché è caratterizzata da una bassa intensità energetica e perché dal 1990 ad oggi le emissioni italiane di gas serra sono notevolmente aumentate. La situazione attuale dell'Italia si presenta così: A livello globale, il peso delle emissioni italiane di gas serra si aggira intorno al 2%. Secondo l'Agenzia Internazionale dell'Energia, le emissioni di CO<sub>2</sub> rappresentava l'1,94% del totale mondiale nel 1990 e l'1,80% nel 2001. L'Italia ha ratificato il protocollo al 31 Maggio 2002.

## **1.6.2 Il protocollo di Copenaghen**

Il 7 dicembre 2009 si sono riuniti a Copenaghen i potenti di tutto il mondo nella 15<sup>a</sup> conferenza delle Nazioni Unite sui cambiamenti climatici ed è durata due settimane (18 dicembre 2009). Le delegazioni partecipanti alla conferenza sono 192, tutte membri dell'UNFCCC<sup>1</sup>.

---

<sup>1</sup> United Nations Framework Convention on Climate Change (la Convenzione quadro delle Nazioni Unite sui cambiamenti climatici). È un trattato che non poneva degli obblighi per le emissioni di gas serra, ma includeva dei protocolli che avrebbero posto i limiti obbligatori di emissioni. Il principale di questi è il Protocollo di Kyoto che è diventato molto più noto che la stessa UNFCCC.

Le principali aree di discussione a Copenaghen includono:

- obiettivi per ridurre le emissioni di gas ad effetto serra (riduzione di CO<sub>2</sub>) in particolare dai paesi sviluppati.
- sostegno finanziario per la mitigazione e l'adattamento ai cambiamenti climatici da parte dei paesi in via di sviluppo.
- schema sulle riserve di carbonio, elemento della biosfera in grado di assorbire anidride carbonica, volto a porre fine alla distruzione delle foreste del mondo entro il 2030.

Altri argomenti furono discusse come: estrazione e stoccaggio del carbone, biocarburanti, agricoltura sostenibile, foreste tropicali, auto elettriche come la PHEV <sup>1</sup>, l'auto ibrida elettrica plug – in (già una realtà per esempio con la Toyota Prius, dal 2004 ad emissioni zero).

Le proposte di tagli di anidride carbonica per paese sono:

<b>Unione Europea</b>	20% rispetto ai livelli del 1990 entro il 2020, oppure 30% se gli altri paesi arrivano ad un accordo internazionale più avanzato.
<b>USA</b>	17% rispetto ai livelli del 2005 entro il 2020, del 42% entro il 2030 e l'83% entro il 2050.
<b>Cina</b>	40 – 45% rispetto ai livelli del 2005 entro il 2020.
<b>India</b>	20 – 25% rispetto ai livelli del 2005 entro il 2020.
<b>Brasile</b>	38 – 42% rispetto ai livelli del 2005 entro il 2020.
<b>Giappone</b>	25% rispetto ai livelli del 1990 entro il 2020
<b>Australia</b>	23,9% rispetto ai livelli del 1990 entro il 2020
<b>Sudafrica</b>	Un taglio tra il 3% e il 10,4% rispetto ai livelli del 1990 entro il 2020.

---

<sup>1</sup> E' una tipologia di auto con batterie che possono essere ricaricate.



### **1.6.3 USA: cosa comporta l'assenza in Kyoto?**

Gli Stati Uniti, responsabili di oltre 36% di tali emissioni non hanno mai aderito al Protocollo di Kyoto, mentre paesi in via di sviluppo come la Cina, India e il Brasile furono esonerati per non ostacolare la crescita economica. Il contrario accade nel Protocollo di Copenaghen dove tra i Stati aderenti sono anche gli Stati Uniti, Cina, India e il Brasile. Per entrare in vigore, il protocollo di Kyoto richiede la ratificazione di almeno 55 nazioni (condizione già raggiunta), produttori almeno il 55% delle emissioni di gas serra (condizione non raggiunta). Quest'ultima condizione risulta più critica dal momento che gli Stati Uniti – lo Stato che inquina di più l'atmosfera con il 36% di emissioni di anidride carbonica – e l'Australia non ratificheranno il Protocollo, che è stato invece approvato da Unione Europea, Giappone, Canada, Polonia ed altri paesi, che rappresentano insieme il 43,7% delle emissioni del 1990. Essendo uno Stato che ha una percentuale di inquinamento molto elevata, l'assenza degli Stati Uniti nel protocollo di Kyoto ha portato ad un malfunzionamento del protocollo in termini di raggiungimento degli obiettivi per la riduzione di anidride carbonica. Ed insieme agli USA c'è anche la Cina; entrambe sono i due principali protagonisti della scena dell'inquinamento globale che assieme totalizzano il 41% delle emissioni. La loro presenza nel protocollo significherebbe un'atmosfera meno inquinata e la diminuzione del Global Warming.

## 1.6.4 Protocollo di Copenaghen: Successo o Fallimento?

Il successo del Protocollo di Copenaghen dipende dall'accordo sui temi cruciali, quelli che permetteranno di limitare l'aumento della temperatura media globale al di sotto del 2° C. Questo è ciò che la scienza ritiene necessario per assicurare la sopravvivenza di 1/3 delle specie viventi, di milioni di persone e paesi più esposti agli impatti dei cambiamenti climatici, come le Maldive.

Per raggiungere questo obiettivo:

- I paesi industrializzati devono impegnarsi a una riduzione delle emissioni di almeno il 40% entro il 2020 (rispetto ai livelli del 1990). Al momento gli impegni arrivano a una riduzione del 18% al massimo.
- I paesi industrializzati si impegnano a fornire risorse finanziarie pubbliche pari a 110 miliardi di euro all'anno per sostenere la rivoluzione energetica pulita nei Paesi in Via di Sviluppo (PVS), fermare la deforestazione e ad adattarsi agli impatti inevitabili dei cambiamenti climatici.
- Alcuni PVS a forte crescita economica si impegnano a ridurre l'aumento delle proprie emissioni del 15-30% entro il 2020 rispetto alla crescita tendenziale.
- Occorre creare un meccanismo finanziario per fermare la deforestazione netta e le relative emissioni di gas serra in tutti i PVS entro il 2020. L'obiettivo "deforestazione zero" deve essere raggiunto già entro il 2015 nelle aree prioritarie come: il bacino dell'Amazzonia, il bacino del Congo e in Indonesia. Queste sono le richieste fondamentali per raggiungere un accordo di successo. C'è chi crede e chi no.

Oltre al protocollo internazionale di Copenaghen e quello di Kyoto, anche l'Europa ha preso delle misure di protezione di cui l'Europa 20-20-20.

## 1.6.5 Europa 20-20 -20

Il piano 20-20-20 proposto dalla Commissione Europea e approvato nel marzo 2007 presuppone un pacchetto di proposte legislative. Questo pacchetto riguarda:

- Il raggiungimento del 20% della produzione energetica da fonti rinnovabili
- Il miglioramento del 20% dell'efficienza energetica
- Un taglio del 20% delle emissioni di anidride carbonica

Questi traguardi devono essere raggiunti tutti entro il 2020.

Per conseguire questi obiettivi, si devono ridurre le emissioni molto più rapidamente nel prossimo decennio rispetto a quello passato e sfruttare appieno il potenziale delle nuove tecnologie, come le possibilità di cattura del carbonio. Un uso più efficiente delle risorse contribuirebbe in misura considerevole a ridurre le emissioni, a far risparmiare denaro e a rilanciare la crescita economica. Se si conseguono gli obiettivi in materia di energia, si risparmierebbero 60 miliardi di euro di importazioni petrolifere e di gas da qui al 2020. Non si tratta solo di un risparmio finanziario ma di un aspetto essenziale per la sicurezza energetica. Facendo ulteriori progressi nell'integrazione del mercato europeo dell'energia si potrebbe aggiungere uno 0,6% supplementare all'0,8% del PIL. La sola realizzazione dell'obiettivo UE del 20% di fonti rinnovabili di energia potrebbe creare oltre 600 000 posti di lavoro nell'UE che passano a oltre 1 milione se si aggiunge l'obiettivo del 20% per quanto riguarda l'efficienza energetica. Questi obiettivi necessitano inevitabilmente della collaborazione delle autorità locali. Per questo motivo, alcune città europee hanno sottoscritto un'iniziativa detta Patto dei Sindaci con la quale si impegnano a raggiungere questi obiettivi attraverso una migliore efficienza

energetica e una produzione e un uso più sostenibili dell'energia. L'obiettivo che si pone la Commissione è quello di definire un quadro politico che consenta di trasformare l'economia europea in un'economia più attenta all'ambiente, non sottovalutando il fatto che si vuole dare una risposta al problema della sicurezza energetica oltre a rappresentare un'opportunità per poter creare nuove imprese e conseguenti posti di lavoro in Europa. Ogni stato membro è obbligato a dare una precisa indicazione dei settori in cui intende intervenire ed ha l'obbligo di precisare, all'interno del proprio piano di azione nazionale, il modo in cui intende conseguire i propri obiettivi e come saranno controllati effettivamente i progressi compiuti.

### **1.6.6 Il 20-20-20 per l'Italia: in linea con l'EU?**

La Commissione Europea ha chiesto all'Italia di portare la quota di energia prodotta da fonti rinnovabili al 17% del consumo finale entro il 2020. Tale porzione è cresciuta dal 4,8% del 2000 al 5,2% del 2005, quindi l'Europa chiede di passare da un incremento medio annuo dello 0,08% dell'ultimo quinquennio allo 0,78% medio annuo nel 2006 – 2020. Le emissioni dei settori non ETS<sup>1</sup> dovranno ridursi del 13% al di sotto dei valori del 2005 (un impegno superiore a quello medio europeo, pari al 10%).

---

<sup>1</sup> Settori non inclusi nel sistema di scambio di emissioni

Le previsioni dell'European Wind Energy Association (EWEA) mostrano che entro il 2020, i 27 Stati membri dell'UE, nel complesso, riusciranno a superare uno dei punti dell'“accordo 20-20-20”, cioè quello di portare ad almeno il 20% la quota di produzione europea di energia elettrica da fonti rinnovabili. Lo studio calcola che in 25 faranno la propria parte come stabilito, mentre 2 paesi soltanto non riusciranno a rispettare i propri impegni. E questi sono : Lussemburgo ed Italia. I dati elaborati dall'EWEA, i quali sono gli stessi che ogni paese membro ha consegnato alla Commissione Europea in base al proprio Piano nazionale sulle rinnovabili, classificano ai primi posti la Bulgaria (+2,8%), la Spagna (+2,7%) e la Grecia (+2,2%) relativamente al primo, al secondo e al terzo posto. Sempre secondo l'EWEA, l'eolico sarà quello che raggiungerà la quota record del 14% (10% a terra e 4% offshore). L'idroelettrico rappresenterà invece il 10% circa, le biomasse il 6,6% e il fotovoltaico solo il 2,4%.

## **Capitolo 3**

### **“Gli incentivi e gli investimenti per le energie rinnovabili”**

#### **Premessa**

Il settore delle energie rinnovabili è un settore con ricavi certi a fronte di investimenti iniziali significativi. Ma ci sono delle difficoltà di realizzazione degli investimenti a causa degli iter autorizzativi e difficoltà di finanziare con gli istituti bancari tali opere. A questo vanno aggiunte le discontinuità normative che si sono verificate (per il fotovoltaico) e sono tuttora in corso (per l'eolico e le bioenergie); discontinuità che non solo hanno portato ad una riduzione degli incentivi e pertanto dei rendimenti, ma hanno generato anche incertezza nella programmazione degli investimenti dagli operatori. L'Italia si caratterizza per un'elevata dipendenza energetica dall'estero. Per riequilibrare l'elevata dipendenza energetica dall'estero, negli ultimi anni, ha cercato di diversificare le fonti energetiche utilizzate. Con un sistema di incentivi molto favorevole, gli impianti rinnovabili hanno avuto un

forte sviluppo nel quinquennio 2005 – 2010, dove i più favoriti sono il fotovoltaico e l'eolico. Le rinnovabili non hanno ancora conseguito la grid parity<sup>1</sup> e pertanto in questa fase gli incentivi rimangono determinanti per lo sviluppo del settore. Gli incentivi sostengono le politiche pubbliche volte a stimolare lo sviluppo dei mercati delle energie rinnovabili e delle industrie. L'Unione Europea ha prefissato obiettivi decisamente ambiziosi nel settore della produzione energetica da fonte rinnovabile in generale (in particolare il 20% del consumo energetico complessivo da fonti rinnovabili entro il 2020), imponendo ai singoli Stati membri la predisposizione di adeguate misure di supporto al fine di assicurare la competitività dell'industria delle FER<sup>2</sup> e quindi un abbassamento dei costi in tale settore. Molti Paesi europei hanno così, negli ultimi anni, implementato sistemi di supporto finanziario al fine di incoraggiare lo sviluppo delle energie rinnovabili, che si possono principalmente ricondurre alle seguenti due categorie:

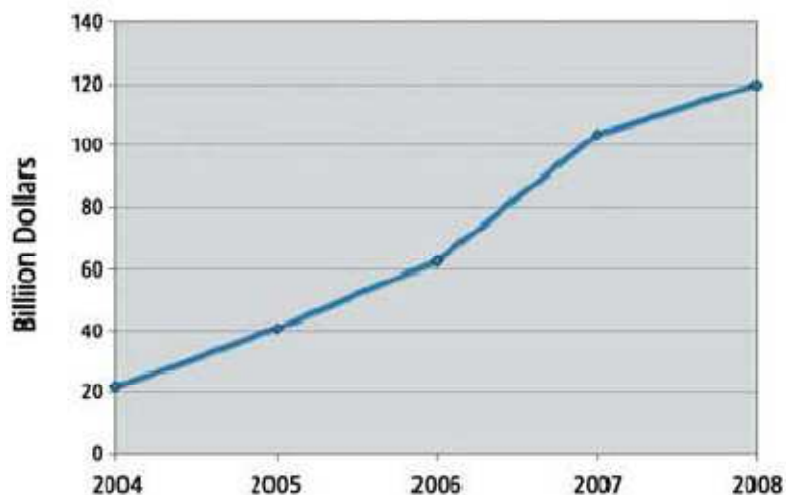
- strumenti basati sul prezzo: viene stabilito un importo fisso corrisposto per l'acquisto di energia da fonte rinnovabile (ad esempio feed-in tariffs o cosiddette tariffe incentivanti).
- strumenti basati sulla quantità: viene legislativamente previsto l'ammontare di energia rinnovabile da dover essere prodotta (ad esempio renewable portfolio standards). Questi strumenti verranno analizzati in seguito.

---

<sup>1</sup> Parità dei costi: un insieme di condizioni economiche caratterizzate dalla coincidenza del prezzo di energia elettrica prodotta con metodi alternativi (energie rinnovabili) e del prezzo dell'energia tradizionale

<sup>2</sup> Fonti energetiche rinnovabili

Gli incentivi sono necessari per effettuare gli investimenti. La figura sottostante dimostra l'andamento degli investimenti effettuati a livello globale nel settore delle energie rinnovabili nel periodo compreso tra 2004 – 2008.



**Fig.1** Investimenti delle Energie Rinnovabili a livello globale 2004-2008;  
Fonte: REN21-Renewable Global Status Report 2009

Sotto il profilo geografico, nel corso del 2008, gli investimenti nel settore delle energie rinnovabili sono aumentati in gran parte delle regioni del mondo. I flussi principali di nuovi investimenti si sono registrati nel continente europeo (49,7 miliardi di dollari, con un incremento rispetto al 2007 del 2%), seguito dalla regione del Nord America (30,1 miliardi di dollari) la quale, tuttavia, ha fatto rilevare un decremento degli investimenti rispetto all'anno precedente dell' 8%. Complessivamente Europa e Nord America coprono più del 67% dell'investimento finanziario globale nel settore considerato. Le nazioni che nel 2008 hanno occupato i primi posti per investimenti in nuova capacità nelle rinnovabili sono nell'ordine: Stati Uniti, Spagna, Cina, Germania e Brasile.



# **1. Gli strumenti per promuovere e regolare lo sviluppo delle fonti rinnovabili**

In Italia ci sono due strumenti del Legislatore che sono:

- un articolata struttura degli incentivi, distinti per tecnologia e dimensione dell'impianto
- un assetto autorizzativo, anch'esso articolato in relazione alla dimensione e alla Regione di ubicazione del sito.

## **1.1 La struttura degli incentivi**

Le politiche finalizzate a dare impulso alle fonti rinnovabili in questi anni sono state numerose e, a seconda delle caratteristiche del mercato e di altri fattori, hanno portato ad esiti differenti. Le due grandi categorie di incentivi sono:

-regimi di mercato (metodi di quantità), quali ad esempio i Certificati Verdi

-regimi amministrati (metodi di prezzo), quali Feed-In Tariff (FIT, come la tariffa Omnicomprensiva), Feed-In Premium (FIP, quale incentivo addizionale rispetto alla remunerazione dell'energia elettrica venduta a prezzi di mercato), gli incentivi in conto capitale e gli incentivi fiscali.

L'Italia ha adottato meccanismi di incentivazione di entrambe le categorie, come illustrato di seguito.

Soggetti destinatari	Modalità d'incentivazione	Entrata in vigore	Fonte rinnovabile di applicazione	Durata incentivo	Ricavi totali per il produttore
Produttori di energia da fonti rinnovabili	<b>CIP 6</b>	Dal 1992 al 1999; non applicabile ai nuovi impianti	Tutte le fonti, incluse alcune convenzionali 'ad alta efficienza'	Fino a 15 anni. <i>di cui i primi 8 anni con incentivo addizionale</i>	Assimilabile ad una Tariffa Omnicomprensiva
	<b>Certificati Verdi</b>	Dal 1999; in fase di superamento con meccanismo di <i>feed-in tariff</i> + quote di installato contingentate	Tutte le fonti ad eccezione del fotovoltaico	15 anni <i>per impianti che entreranno in esercizio entro il 31/12/2012</i>  <i>Normativa ancora in fase di definizione per gli impianti che entreranno in esercizio dopo il 2012</i>	Vendita di energia elettrica a prezzi di mercato + incentivo di valore variabile (valore determinato in base al prezzo sul mercato dei CV)
	<b>IV Conto Energia</b>	Dal 5/5/2011	Fotovoltaico	20 anni <i>per impianti che entreranno in esercizio entro il 31/12/2016; quote di installato contingentate per gli impianti in esercizio dal 1/9/2011</i>  <i>Per gli impianti in esercizio dopo il 2016, normativa ancora in fase di definizione</i>	Vendita di energia elettrica a prezzi di mercato o a valore predeterminato (a scelta del produttore) + incentivo di valore predefinito
	<b>Tariffa Omnicomprensiva</b>	Dal 1/1/2008	Tutte le fonti (fotovoltaico escluso) con potenza fino ad 1 MW (200 kW per l'eolico)	15 anni <i>per impianti che entreranno in esercizio entro il 31/12/2012</i>	Vendita di energia elettrica ad un prezzo omnicomprensivo che già include l'incentivo

Fonte: elaborazioni Ufficio Studi KPMG Advisory su normativa nazionale

**Fig.2** Modalità di incentivazione connesse all'obiettivo di politica energetica di generazione di energia da fonti rinnovabili

### 1.1.1 CIP 6

Il provvedimento CIP n. 6/92 ha costituito, all'inizio degli anni '90, il primo rilevante intervento di incentivazione delle fonti rinnovabili in

Italia, la cui caratteristica peculiare è consistita nella sua applicazione anche alle cosiddette fonti 'assimilate', ovvero a fonti energetiche convenzionali definite all'epoca ad alta efficienza, quali impianti a ciclo combinato gas con cogenerazione di vapore e impianti di generazione di energia elettrica con gli scarti della raffinazione petrolifera.

Gli impianti ammessi nelle graduatorie CIP 6 beneficiavano degli incentivi fino al termine della scadenza delle relative convenzioni (la cui durata massima era di 15 anni), percependo una tariffa inclusiva di:

- una remunerazione per l'energia elettrica ceduta
- un'ulteriore componente incentivante specifica per tecnologia impiegata (erogata per i primi otto anni di esercizio dell'impianto).

L'onere complessivo derivante da questo sistema incentivante è stato principalmente determinato dalla differenza tra i costi sostenuti dal GSE per il ritiro dell'energia elettrica CIP 6 secondo le modalità previste dal

provvedimento e i ricavi ottenuti dal GSE per la rivendita della stessa energia sul mercato tramite meccanismo di asta, ad un prezzo inferiore al livello di mercato. Nel 2010 tali oneri hanno raggiunto 1,7 miliardi di Euro, dei quali 780 milioni di euro per le sole fonti rinnovabili.

### **1.1.2 I Certificati Verdi**

Il Decreto Legislativo 79/1999 ha introdotto l'obbligo, a carico dei produttori e degli importatori di energia elettrica da fonti

tradizionali, di immettere annualmente nel sistema elettrico nazionale una quota minima di energia prodotta da impianti alimentati da fonti rinnovabili. Questa quota minima, inizialmente fissata al 2% dell'energia non rinnovabile, ha subito incrementi annui stabiliti per Legge (D.Lgs. 387/2003, L. 244/2007), e nel 2012 raggiungerà il 7,55%. Produttori ed importatori possono adempiere a tale obbligo immettendo in rete energia elettrica prodotta da impianti qualificati 'IAFR' (impianti di generazione elettrica alimentati da fonti rinnovabili) di loro proprietà oppure, qualora non fossero in grado di soddisfare in tutto o in parte tale obbligo, acquistando da altri produttori da fonti rinnovabili titoli (i Certificati Verdi) comprovanti la produzione di energia 'verde' equivalente.

I Certificati Verdi (CV) sono titoli rilasciati dal GSE ed attestano la produzione di elettricità da fonti rinnovabili, con l'esclusione del fotovoltaico, mediante impianti entrati in esercizio dopo il 1° aprile 1999. Il numero di CV rilasciati varia in base a coefficienti moltiplicativi differenziati per fonte. I CV hanno validità triennale dal momento della produzione della relativa energia rinnovabile; sono rilasciati per i primi 15 anni di funzionamento degli impianti ed aventi una potenza media nominale superiore a 1 MW; per impianti di potenza inferiore, invece, è possibile optare, su richiesta, per la Tariffa Omnicomprensiva. L'onere complessivo di tale modalità di incentivazione è costituito da due componenti:

-i costi che i soggetti obbligati all'acquisto dei CV sostengono per l'adempimento all'obbligo stesso. Tale onere è posto indirettamente a carico dei clienti finali nei prezzi dell'energia elettrica.

-la seconda componente deriva dall'obbligo di ritiro, in capo al GSE.

### 1.1.3 Il Conto Energia

Il meccanismo di incentivazione previsto per l'energia solare fotovoltaica, noto come Conto Energia (CE), consiste nell'erogazione da parte del GSE di una tariffa incentivante proporzionale all'energia prodotta dagli impianti (*feed-in premium*), differenziata a seconda della taglia di potenza installata e del livello di integrazione architettonica dell'impianto. Regolato inizialmente con il Decreto Ministeriale 28 luglio 2005 e successive modifiche, il meccanismo è stato rivisto dal recente Decreto Interministeriale 5 maggio 2011 (il cosiddetto 'IV Conto Energia').

Il CE garantisce una remunerazione dell'energia elettrica per un periodo prestabilito: 20 anni per gli impianti fotovoltaici, 25 anni per gli impianti solari termodinamici. Il "II Conto Energia", in vigore nel periodo 2007 – 2010, ha previsto valori di incentivo molto elevati nell'ottica di riallineare l'Italia in termini di installato fotovoltaico rispetto a Spagna e Germania.

Il 'IV Conto Energia', entrato in vigore il 5 maggio 2011, ha stabilito:

- una graduale riduzione del valore unitario dell'incentivazione, riconosciuta su base mensile per il 2011 e su base semestrale per gli esercizi successivi.
- la trasformazione dell'incentivo, per gli impianti che entreranno in esercizio a partire dal 2013, da *feed-in premium* (cioè un incentivo addizionale ai ricavi di vendita dell'energia) a *feed-in tariff*, ossia una Tariffa Omnicomprensiva (l'energia elettrica immessa in rete viene ritirata a un prezzo già inclusivo dell'incentivo; viene anche previsto un premio per l'energia elettrica prodotta ed auto consumata che, quindi, non verrebbe immessa in rete).

- il contingentamento dei nuovi impianti, mediante l'individuazione, fino all'anno 2012 e limitatamente ai grandi impianti, di limiti di costo annui indicativi ai fini dell'ammissione all'incentivazione, stabiliti a livello di Sistema Paese in 300 milioni di Euro per gli impianti che entreranno in esercizio entro il 31 dicembre 2011 e a 150 e 130 milioni di Euro per quelli con entrata in esercizio rispettivamente nel primo e secondo semestre del 2012.

- l'individuazione, per ogni anno o frazione d'anno a partire dal 2013, dei costi indicativi del meccanismo che, qualora superati, comportano una riduzione aggiuntiva dei valori unitari degli incentivi erogabili agli impianti entrati in esercizio nei periodi successivi, senza limitare l'accesso agli incentivi stessi.

#### **1.1.4 La Tariffa Fissa Omnicomprensiva (TO)**

La Tariffa Omnicomprensiva (TO) è stata introdotta dalla Legge 244/07 quale alternativa ai Certificati Verdi per impianti di potenza ridotta (come già detto sopra). Si tratta di un regime basato sull'erogazione di una tariffa fissa unitaria, riconosciuta agli impianti da fonti rinnovabili in funzione dell'energia elettrica immessa in rete (*feed-in tariff*). Questa tariffa, che include sia l'incentivo sia la remunerazione per l'energia immessa in rete, è applicabile ai soli

impianti entrati in esercizio in data successiva al 31 dicembre 2007 di potenza inferiore a 1 MW (200 kW per l'eolico). La TO è differenziata in funzione della tecnologia, può essere rivista trimestralmente ed è riconosciuta per un periodo di quindici anni. L'onere complessivo derivante dalle Tariffe Fisse Onnicomprensive deriva dalla differenza tra:

-I costi sostenuti dal GSE per il ritiro dell'energia elettrica

-I ricavi ottenuti dal GSE per la rivendita della stessa energia sul mercato. Tale onere è posto a carico dei clienti del settore elettrico.

Mentre i CV sono riconosciuti sulla base dell'energia netta prodotta e quindi premiano anche l'eventuale quota di produzione auto consumata, le tariffe onnicomprensive sono riconosciute in funzione della sola energia netta immessa in rete. Anche nel caso delle TO, così come nel caso dei CV, in base al tipo di intervento impiantistico eseguito cambia l'entità di incentivazione. In particolare, nel sistema delle tariffe onnicomprensive, a seconda della categoria di intervento, cambia la quota di energia netta immessa in rete che può essere incentivata: è su questa quota di energia (energia incentivante) che vengono erogate le tariffe. L'articolazione delle tariffe in funzione della fonte che alimenta l'impianto è illustrata nella tabella sottostante:

Numerazione	Fonte	Tariffa (€/MWh)
1	Eolica per impianti di taglia inferiore a 200kW	300
2	Geotermica	200

3	Moto ondoso	340
4	Idraulica diversa da quella del punto precedente	220
5	Biogas e Biomasse, esclusi i biocombustibili liquidi ad eccezione degli oli vegetali puri	280
6	Gas di discarica, gas residuati dai processi di depurazione e biocombustibili liquidi ad eccezione degli oli vegetali puri	180

**Fig.3** Tariffe onnicomprensive riconosciute all'energia incentivata

### **1.1.5 Nuove forme di incentivazione**

Il D.Lgs. 28/2011 ha previsto l'introduzione di alcuni nuovi sistemi di incentivazione per le energie rinnovabili per la produzione di energia elettrica generata dagli impianti che entreranno in esercizio a partire dal 1° gennaio 2013. In particolare sono stati individuati i seguenti meccanismi:



-il *contributo economico tariffario* sull'energia prodotta dagli impianti rinnovabili aventi potenza inferiore a 5 MW, diversificato per fonte e per scaglioni di potenza.

-il *meccanismo di selezione a base d'asta* per gli impianti rinnovabili con potenza superiore a 5 MW. L'incentivo riconosciuto è quello aggiudicato sulla base dell'asta al ribasso riferita ad un contingente di potenza da installare per ciascuna fonte o tipologia di impianto. Le procedure d'asta prevedono un valore minimo dell'incentivo comunque riconosciuto dal GSE.

-*specifici incentivi* per la produzione di energia da fonti rinnovabili mediante impianti che facciano ricorso a tecnologie avanzate e non ancora pienamente commerciali, compresi gli impianti sperimentali di potenza fino a 5 MW.

## **1.2 Le procedure amministrative di autorizzazione degli impianti**

Le procedure amministrative per l'autorizzazione degli impianti alimentati da fonti rinnovabili e delle infrastrutture ad essi connesse sono differenziate in funzione della tipologia di impianto o di infrastruttura da realizzare, della loro dimensione, nonché della loro localizzazione territoriale. Le principali procedure autorizzative sono riportate di seguito :

Procedimento	Tipologia impianto	Autorità competente	Principali riferimenti normativi
Autorizzazione Unica	Impianti con dimensioni superiori in media ad 1 MW	Regione o Provincia delegata	D.Lgs. 387/2003 e s.m.i. e D.Lgs. 28/2011
Procedura Abilitativa Semplificata (prima DIA)	Impianti con dimensioni inferiori alle soglie previste (in media fino ad 1 MW)	Comune	L. 244/2007, D.MSE 10/09/10 e D.Lgs. 28/2011
	Piccola cogenerazione (potenza inferiore a 1 MW ovvero 3 MW termici)	Comune	L.99/2009, D.MSE 10/09/10 e D.Lgs. 28/2011
	Moduli fotovoltaici su edifici esistenti	Comune	D.M. 06/08/10, D.MSE 10/09/10 e D.Lgs. 28/2011
Comunicazione per attività di edilizia libera	Microgenerazione (potenza inferiore a 50 kW)	Comune	L.99/2009, D.MSE 10/09/10 e D.Lgs. 28/2011
	Impianti fotovoltaici aderenti/ integrati e singoli aerogeneratori h<1,5 metri	Comune	D.Lgs.115/2008, D.MSE 10/09/10 e D.Lgs. 28/2011
	Impianti fotovoltaici, biomasse, idroelettrici e geotermici realizzati in edifici esistenti (potenza inferiore a 200 kW)	Comune	D.P.R. 380/2001, D.MSE 10/09/10 e D.Lgs. 28/2011

*Fonte: elaborazioni Ufficio Studi KPMG Advisory su normativa nazionale*

**Fig.4** Principali procedure di autorizzazione previste dalla legislazione italiana per la realizzazione di impianti di produzione di elettricità da fonti rinnovabili

La gestione dei procedimenti autorizzativi per le fonti rinnovabili a livello locale ha determinato una forte frammentazione e l'insorgere di significative differenze tra Regioni, spesso accompagnate da rilevanti difficoltà burocratiche.

### 1.2.1 L'Autorizzazione Unica (AU)

L'Autorizzazione Unica (AU) è una procedura volta a semplificare l'iter autorizzativo degli impianti di produzione da fonti rinnovabili.

La procedura si applica ad impianti in media aventi una potenza installata superiore a 1 MW, o soglie diverse se disposto dalle Regioni o dalle Province autonome, e costituisce l'atto conclusivo di un procedimento che può avere una durata massima di 90 giorni.

### **1.2.2 La Valutazione di Impatto Ambientale (VIA)**

In base alla specifica tipologia delle opere da realizzare, alcuni dei procedimenti autorizzativi possono prevedere anche lo svolgimento del procedimento di Valutazione di Impatto Ambientale. Si tratta di una procedura svolta dalla pubblica amministrazione, la cui normativa è particolarmente complessa ed articolata anche su scala regionale.

### **1.2.3 La Procedura Abilitativa Semplificata (PAS) e la Comunicazione per attività di edilizia libera**

La Procedura Abilitativa Semplificata è applicabile alle tipologie di impianti alimentati da energia rinnovabile che presentano una soglia di potenza inferiore a quella prevista per l'Autorizzazione Unica (ossia inferiore a 1 MW), quelli operanti in assetto di piccola

generazione, nonché i moduli fotovoltaici collocati su edifici esistenti. Il D.Lgs. 28/2011 ha attribuito alle Regioni la facoltà di semplificare ulteriormente il quadro regolatorio consentendo loro di estendere la PAS agli impianti di potenza nominale superiore a 1 MW. Una procedura ulteriormente semplificata, la Comunicazione per attività di edilizia libera, è invece prevista per tutti gli interventi volti alla realizzazione o installazione di impianti di piccola taglia alimentati da fonti rinnovabili che sono considerati alla stregua di attività di manutenzione ordinaria o tali da non richiedere comunque alcun titolo abilitativo particolare.

### **1.3 Perché utilizzare incentivi fiscali per promuovere Energie Rinnovabili?**

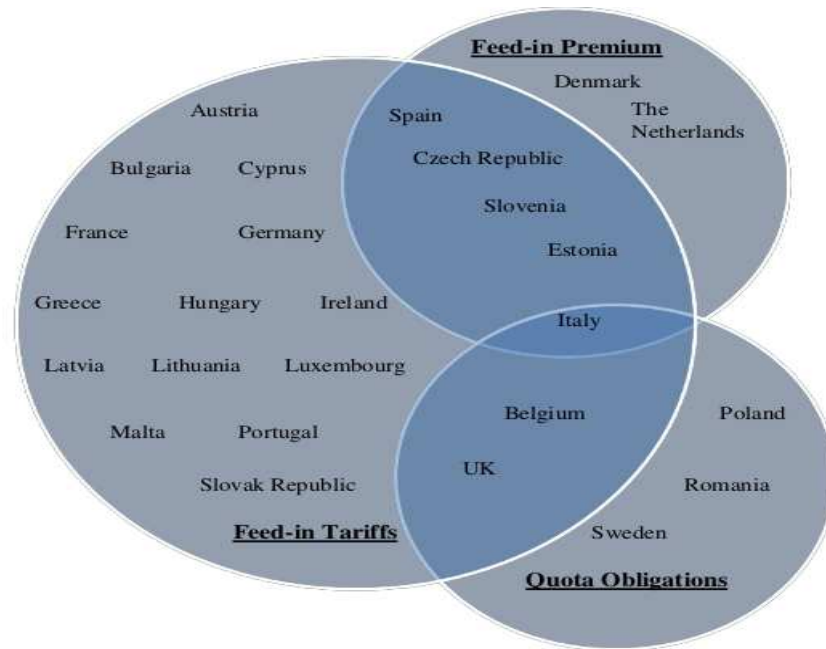
Gli incentivi fiscali sono dimostrati efficaci nel favorire lo sviluppo del settore privato delle risorse energetiche rinnovabili. Possono essere destinati ad influenzare sia le decisioni di investimento (offerta) sia le decisioni di consumo (domanda). Le decisioni di investimento degli investitori e produttori di energia rinnovabile possono essere direttamente influenzate dagli investimenti in credito d'imposta, incentivi fiscali di produzione, riduzioni del valore aggiunto, ammortamenti anticipati ecc. Tutti questi incentivi - ed altri - possono aumentare il flusso di cassa

al netto delle imposte e gli utili delle aziende impegnate nello sviluppo e funzionamento degli impianti di energia rinnovabile. Le decisioni di consumo per le energie rinnovabili possono essere direttamente influenzate dagli incentivi fiscali orientati all'investimento del consumatore, di vendita o riduzione delle accise ecc. Molti di questi incentivi riducono il costo effettivo anticipato delle energie rinnovabili. Questa riduzione dei costi aumenterà la domanda di energia rinnovabile da quella che sarebbe stata senza gli incentivi fiscali.

Anche se gli incentivi fiscali sono strumenti utili, da soli non sono sufficienti a sostenere lo sviluppo di un settore delle energie rinnovabili. Nella maggior parte dei paesi, gli incentivi fiscali sono complementari ad altre politiche come le quote di produzione di energia rinnovabile (norme del portafoglio delle rinnovabili), tariffe feed-in, aste per le energie rinnovabili, accesso alla rete preferita, sovvenzioni, prestiti agevolati, finanziamenti per la ricerca e sviluppo, ecc.

## **1.4 Forme di incentivi in Europa**

Il report di come funzionano gli incentivi alle rinnovabili in Europa è descritto dallo schema sottostante dividendoli per tipologia: feed-in tariff, feed-in premium e quota obligations (obblighi di rinnovabili):



**Fig. 5** Schema dei paesi che adottano i sistemi di incentivi

Come si vede, l'Italia adotta tutti i tipi di incentivi. Come evidenziato da autorevoli esperti in materia, le FITs rimangono lo strumento più allettante e a basso rischio, soprattutto dal punto di vista di un investitore e tale meccanismo ha dato prova della sua efficacia (basti considerare esempi come la Germania, Francia e Italia).

### 1.4.1 Le feed-in Tariffs in Europa

L'Unione Europea ha prefissato degli obiettivi nell'ambito della produzione di energia elettrica derivante da fonti rinnovabili imponendo

agli stati facenti parte della stessa ad adottare dei provvedimenti atti a supportare e ad assicurare la competitività dell'industria delle FER e rendersi meno dipendenti dai combustibili fossili.

### *Come funzionano le FITs?*

Generalmente il sistema delle Feed-in tariffs obbliga le società di distribuzione a dare priorità di accesso alla rete elettrica alle FER e di acquistarla a prezzi fissi e garantiti per un determinato periodo (ad es. 10-20 anni). I fattori che determinano il valore di queste tariffe sono: le deduzioni fiscali / sovvenzioni da parte dello stato, il tipo di tecnologia attraverso il quale l'energia viene prodotta (solare, eolica, idroelettrica, ecc.), il paese in cui viene prodotta e il luogo in cui è stato installato l'impianto. Questi parametri / valori sono stati fissati in modo da rendere l'energia prodotta da FER competitiva rispetto al mercato energetico tradizionale.

*Distribuzione europea della Feed-in tariff*: la prima ad introdurre tali tariffe è stata la Germania nel 1990, che garantiva per la prima volta in Europa libero accesso alla rete elettrica a questo tipo di energie. L'esempio della Germania ha indotto a seguire il suo esempio molti altri paesi tra cui Italia, Francia e Spagna, favorendo in particolare la costruzione di impianti fotovoltaici su terreni in disuso, ed è poi diventato, subendo modifiche e adattamenti nel corso degli anni, il principale strumento di promozione delle energie rinnovabili in Europa. Uno dei recenti sviluppi in materia di feed-in tariffs si è avuto nel Regno Unito, dove a partire dall'aprile 2010 è stato adottato il cosiddetto "Clean Energy Cashback" concernente impianti energetici da FER su piccola scala, come pannelli fotovoltaici e turbine eoliche inferiori a 5 MW. Germania occupa il

primo posto per i meccanismi di incentivazione per le energie rinnovabili. Seguono l'Italia, la Francia e poi la Spagna. Gli incentivi per ciascuno di questi paesi sono descritti nei paragrafi che seguono.

### **1.4.2 Incentivi in Germania**

In Germania, l'elettricità da fonti rinnovabili è supportata tramite una tariffa feed-in. Il sistema di supporto è basato su una tariffa che il gestore della rete paga ai gestori dei sistemi. L'ammontare della tariffa è stabilito dalla legge ed è di solito pagato per un periodo di 20 anni. In alternativa, i gestori del sistema possono richiedere un premio di mercato per l'elettricità che vendono direttamente. L'importo del premio di mercato viene calcolato ogni mese. In generale i gestori dei sistemi sono liberi di scegliere tra la tariffa regolare feed-in e il premio di mercato per la vendita diretta.

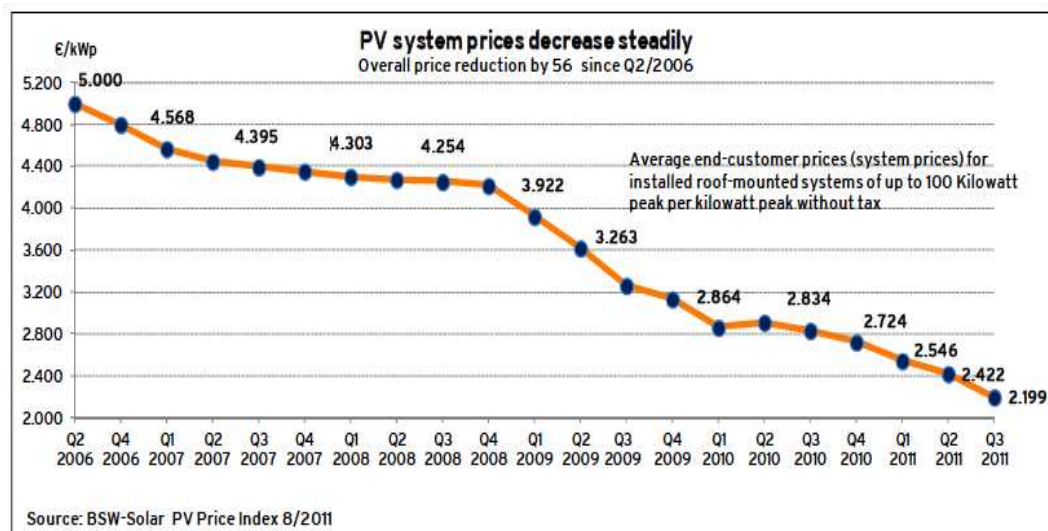
In Germania, a dicembre 2011 si sono installati 3 GW di fotovoltaico. Questo è dovuto ai tagli degli incentivi (fino a -15% nel 2012) e aiutato dal crollo dei prezzi. Sul mercato tedesco l'entità delle riduzioni degli incentivi sono legate al superamento di determinate soglie per le installazioni. Il grafico sottostante incrocia installato e riduzioni degli incentivi:





**Fig. 6** Installato e riduzioni degli incentivi in Germania  
 Fonte: BSW 2011

La crescita del settore permette di dimezzare i finanziamenti per l'energia solare dal 2008. Ma a permettere il boom di fine anno delle installazioni in Germania è stato il crollo dei prezzi, scesi più degli incentivi (si veda grafico, fonte BSW, l'associazione tedesca del solare):



**Fig.7** Crollo dei prezzi in Germania  
 Fonte: BSW 2011

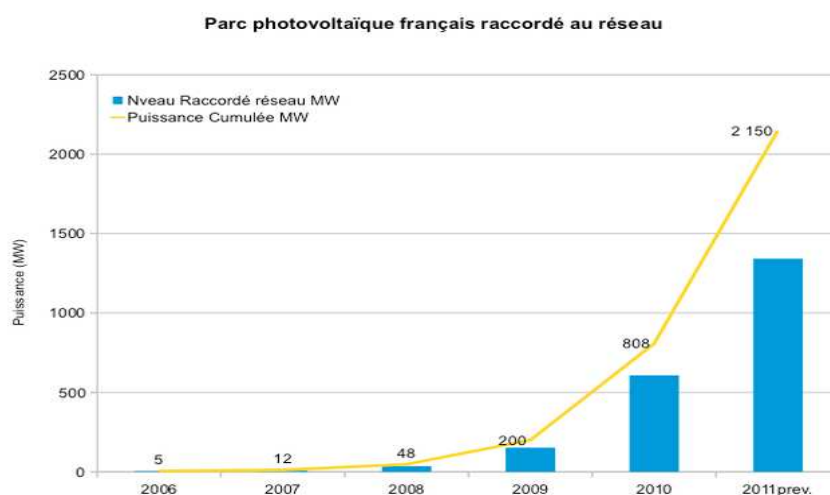
Come si vede in Germania, i prezzi dei sistemi fotovoltaici sono scesi di più di quanto avvenuto su altri mercati. Ad esempio, se qui si è arrivati a fine 2010 a 2,80\$ per watt, negli USA il prezzo medio è ancora di 5,30\$/W . La sovrapproduzione mondiale, in mercati come quello tedesco, si è aggiunta al taglio degli incentivi nel costringere i produttori ad abbassare i prezzi per rimanere competitivi.

### **1.4.3 Incentivi in Francia**

In Francia, l'elettricità da fonti rinnovabili è promossa attraverso un sistema di regolamentazione dei prezzi che si basa su una tariffa feed-in e benefici fiscali. A livello regionale, l'energia rinnovabile è promossa attraverso sussidi.

*Regolamentazione dei prezzi:* in Francia, i prezzi dell'elettricità sono regolati attraverso un piano tariffario feed-in. Il gestore della rete di distribuzione è obbligato a stipulare accordi per l'acquisto di energia elettrica ad un prezzo fissato dalla legge "Obbligo di Concludere Accordi". Il governo francese invita a gare d'appalto per la costruzione di sistemi di energia rinnovabile al fine di raggiungere l'obiettivo di capacità fissato dal Piano pluriennale degli Investimenti (PPI). Gli offerenti di successo possono ricevere un pagamento superiore. Il fotovoltaico in Francia sta crescendo

rapidamente negli ultimi anni. L'ultima riforma degli incentivi pone limiti stretti alle installazioni, superati i quali le tariffe feed-in diminuiscono più rapidamente e, per gli impianti più grandi introduce un sistema di aste/gare d'appalto. Nel 2009 si sono installati circa 215 MW di nuova potenza, nel 2010 circa 719 (secondo i dati Euroobserver) e a fine marzo 2011 si è arrivati a 1146 MW.



**Fig. 8** Potenza installata in Francia 2006 - 2011  
Fonte: Euroobserver

#### 1.4.4 Incentivi in Spagna

In Spagna, la generazione di energia elettrica da fonti rinnovabili viene promossa soprattutto tramite un sistema di regolamentazione dei prezzi. I gestori del sistema possono scegliere tra due opzioni: una tariffa feed-in garantita e un bonus garantito (premium).

Inoltre, gli investimenti in impianti e attrezzature necessari per la produzione di energia elettrica da fonti rinnovabili possono essere dedotti dalle imposte.

*Il meccanismo di regolamentazione delle tasse: dal 1° maggio 2011 a 31 dicembre 2012, tutti gli enti il cui reddito è inferiore a €71,007.20 all'anno hanno diritto a un credito d'imposta pari al 20% di tutti gli investimenti per l'utilizzo di energia rinnovabile o misure simili nel loro edificio di residenza.*



**Fig.9** Entità degli stimoli fiscali per le energie rinnovabili  
Fonte: EPIA

In Europa, il primo posto per gli incentivi lo occupa la Germania, seguita dall'Italia, Francia e poi la Spagna. Nel 2008 il governo ha fissato, nell'ottica di ristrutturazione dei costi dovuta alla situazione finanziaria del paese, un tetto massimo di potenza incentivabile pari a 500 MW. Per il fotovoltaico spagnolo si ha un taglio pari a 45% per gli impianti a terra, del 25% per gli impianti sul tetto e del 5% per impianti di piccole dimensioni.

## **2. Dagli incentivi ai finanziamenti**

I sistemi di incentivazione sono uno strumento essenziale per sostenere lo sviluppo delle rinnovabili. Il tema centrale è la ricerca di un equilibrio tra la sostenibilità del sistema e la convenienza degli operatori a continuare ad investire. In ogni caso, al di là dell'evoluzione del sistema degli incentivi, per gli operatori diventa cruciale anche il tema della dimensione d'impresa e dell'accesso ad economie di scala significative. La crescita dimensionale consente una riduzione del costo di capitale investito e di gestione degli impianti, garantendo quindi la sostenibilità dei nuovi investimenti. Sia in termini di numerosità delle operazioni, che come valore finanziato, il settore delle energie rinnovabili si attesta come settore primario nell'effettuazione di operazioni di project financing. Nel corso del 2011 tuttavia, le incertezze sugli incentivi hanno portato ad ostacoli nel completamento di operazioni di project financing. Per quanto riguarda il ruolo degli istituti finanziari, Unicredit e Intesa San Paolo sono i principali operatori del settore in Italia. Per quanto riguarda gli importi finanziati per la realizzazione dei progetti, Unicredit rappresenta il 25% dei finanziamenti concessi, seguita da Intesa San Paolo al 16% e BNP Paribas al 13% (i tre istituti rappresentano più del 50% dei finanziamenti concessi). È interessante sottolineare l'interesse dimostrato per le rinnovabili da parte degli investitori che non appartengono al settore energetico<sup>1</sup> o vi appartengono ma in attività diverse (Total ha recentemente acquisito la maggioranza di Sun Power Corp. per circa 1 miliardo di Euro; in Italia Erg e Saras sono stati tra i primi ad investire nel settore).

---

<sup>1</sup> l'annuncio di Google di investimenti in parchi eolici

## **2.1 Andamento degli investimenti della fonte eolica**

Secondo i dati forniti da *Global Trends in Sustainable Energy Investment 2009*, nel corso del 2008, quella che ha attratto il più alto numero di nuovi investimenti è la fonte eolica con 51,8 miliardi di dollari. Tra il 2004 e il 2008 vi è stato un incremento degli investimenti del 418%. Nel 2004, la somma investita a livello globale nell'eolico è circa 10 miliardi di dollari; nel 2005 tale cifra è quasi raddoppiata passando a 19,1 miliardi di dollari. Nel campo dell'energia eolica, il rapporto "Turbine Market Share Update", stilato dalla società specializzata Emerging Energy Research (Eer) evidenzia come il mercato mondiale sia dominato da sei compagnie: Vestas, GE Wind, Gamesa, Enercon, Suzlon e Siemens. Esse, nel complesso, detengono una quota di mercato superiore al 70%.

## **2.2 Andamento degli investimenti della fonte solare**

Il solare è, tra i settori energetici incentrati allo sfruttamento delle fonti rinnovabili, quello che, negli ultimi anni, ha mostrato la maggiore vivacità. Nel complesso, le risorse finanziarie impiegate per l'energia solare, nel 2008, risulta pari a 33,5 miliardi di dollari, in crescita del 49% rispetto al 2007 e di 5.483% rispetto al 2004, l'anno in cui il solare attraeva solo 0,6 miliardi di dollari di investimenti finanziari.

### **2.3 Investimenti nel settore del solare fotovoltaico**

La produzione mondiale annua è aumentata di quasi sei volte tra il 2004 e il 2008, raggiungendo 6,9 GW. La produzione annua nel 2008 è stata del 90% più alta rispetto al 2007. La Cina si è affermata quale nuovo leader mondiale nella produzione di celle fotovoltaiche. L'industria del fotovoltaico mondiale ha chiuso il 2008 con oltre 8 GW di capacità produttiva per quanto attiene alle celle ad energia solare fotovoltaica, di cui 1 GW di capacità è dedicato alla tecnologia a film sottile. E nel corso dell'anno considerato, l'industria del solare fotovoltaico ha annunciato ulteriori grandi espansioni di capacità produttiva, molte delle quali riguardanti la tecnologia a film sottile. Ad esempio, la società tedesca Masdar PV ha annunciato 2 miliardi di dollari di investimenti per aggiungere 210 MW alla capacità di produzione di film sottile. Il governo indiano, per sostenere la produzione solare fotovoltaica, ha adottato delle politiche che hanno portato a 18 miliardi di dollari di investimenti nel settore.

### **2.4 Investimenti nel settore del geotermico**

L'energia geotermica, nel 2008, per quanto riguarda gli investimenti, ha fatto registrare la crescita più alta rispetto a tutte le fonti rinnovabili: più 149% e 1,3 GW di nuova potenza installata. A spingere il geotermico sono stati i costi relativi alla produzione di

energia elettrica competitivi nel lungo periodo. Il Dipartimento dell'Energia degli Stati Uniti (DOE) ha finanziato 123 progetti in 39 Stati che mirano a rendere innovativa, sicura e redditizia questa fonte. Nel 2008 sono stati investiti 3 miliardi di dollari per nuove acquisizioni nel settore geotermico, con un decremento del 22% rispetto al 2007.

## **2.5 Investimenti nel settore delle biomasse**

Nel corso degli ultimi anni, sono stati investiti ingenti capitali nell'industria delle bioenergie. Per quanto riguarda l'Europa, essa copre circa il 50% delle importazioni di tecnologie per la produzione di energia da biomasse extra UE. Un posto importante in questo settore è occupato dalle imprese del Sud Est dell'Europa, tra cui la Russia e l'Ungheria. La Cina risulta il primo esportatore mondiale <sup>1</sup>. Nell'ambito del settore in esame, in particolar modo negli ultimi anni, si è assistito al boom degli investimenti nella produzione di biocarburanti. Tale sotto-settore ha recentemente attirato l'attenzione dell'opinione pubblica mondiale, mostrando di essere molto dinamico e ad alto rischio. Come tale, mostra la tendenza ad attrarre, soprattutto, investimenti in forma di venture capital e private equity (2,9 miliardi di dollari nel 2006 contro 1,8 miliardi di dollari del settore relativo all'energia solare) <sup>2</sup>.

---

<sup>1</sup> Per approfondimenti si consulti il sito internet dell' International Solar Energy Society- ISES Italia (<http://www.isesitalia.it> ).

<sup>2</sup> Manna C. e P. Paesani, 2008



## 2.6 Investimenti nel settore idrico

Secondo i dati forniti dal *Global Trends in Sustainable Energy Investment 2009*<sup>1</sup>, gli investimenti nel 2008 sono stati pari a 3,2 miliardi di dollari, in calo del 5% rispetto al 2007 (3,4 miliardi di dollari), ma in crescita del 126,7% (1,5 miliardi di dollari) rispetto al 2006 e del 433,3% (0,6 miliardi di dollari) rispetto al 2004. L'idroelettrico è stata una delle prime fonti rinnovabili ad essere sfruttate in Italia. Attualmente si prevedono margini di sviluppo soprattutto per le piccole centrali di taglia superiore a 500 kW, installabili sui corsi d'acqua principali; mentre applicazioni relative al microidroelettrico possono trovare spazio su corsi minori, soprattutto dove esistano già opere di captazione, in modo da sfruttare i salti d'acqua che garantiscono la produzione di energia senza modificare ulteriormente l'ambiente.

---

<sup>1</sup> New Energy Finance 2009

## **Capitolo 4**

### **Case study: Progetto fotovoltaico a Montalto di Castro**

#### **Premessa**

L'Italia offre molte opportunità di sviluppo per le imprese che intendono investire nel settore delle energie rinnovabili. Il presente capitolo si pone come obiettivo la presentazione di un caso concreto d'investimento in questo settore in Italia dalla SACE, in collaborazione con la Banca Europea per gli Investimenti (BEI). SACE è un gruppo assicurativo – finanziario attivo nell'export credit, nell'assicurazione del credito, nella protezione degli investimenti, nelle garanzie finanziarie, nelle cauzioni e nel factoring. La BEI (EIB European Investment Bank) è l'istituzione finanziaria dell'Unione Europea, di cui sostiene gli obiettivi politici e strategici, accordando prestiti a lungo termine per progetti d'investimento economicamente validi. È stata creata nel 1957 con

il Trattato di Roma. Gli azionisti della BEI sono i 27 paesi membri dell'Unione Europea. L'Italia è uno dei quattro azionisti maggiori, insieme a Regno Unito, Germania e Francia, tutti con il 16,2 del capitale. Di regola, la BEI contribuisce al costo d'investimento complessivo del progetto in una misura non superiore al 50%. Di seguito le eccezioni previste:

	Soglia di finanziamento
Alcuni progetti di reti trans-europee (RTE) e nel settore dell'iniziativa per la crescita	Fino al 75%
Progetti di emergenza dopo catastrofi o disastri naturali	Fino al 100%
Progetti finalizzati a mitigare gli effetti del cambiamento climatico	Fino al 75%
Progetti per le energie rinnovabili (ER) e per l'Efficienza Energetica (EE)	Fino al 75% se l'investimento produce un aumento almeno del 20% dell'EE, o se il risparmio energetico può giustificare almeno il 50% dell'investimento complessivo

**Fig.1** Le eccezioni previste per la BEI

Nell'ambito delle energie rinnovabili SACE promuove un modello di sviluppo sostenibile in modo di coniugare crescita economica e rispetto per l'ambiente, nel quale le imprese italiane possano assumere una posizione di leadership. È stato creato a questo scopo un team dedicato specificamente al settore delle energie rinnovabili e dell'efficienza energetica, che permette alle aziende di operare sia

in Italia sia all'estero, garantendo finanziamenti e fidejussioni. La BEI ha destinato circa 4 miliardi di euro all'anno fino a tutto il 2009 per progetti nel settore dell'energia. La BEI interviene direttamente o tramite intermediari, questo in funzione dell'ammontare dell'intervento richiesto. Gli interventi diretti sono i finanziamenti a medio – lungo termine (fino a 20 anni) per investimenti superiori a 25 milioni di euro. Gli interventi indiretti invece consistono nell'attivazione di linee di credito a favore di intermediari locali (banche commerciali ecc.) che verranno utilizzati da questi ultimi per supportare iniziative non rientranti nei limiti minimi previsti per l'intervento diretto. È necessario distinguere tra due tipologie di azioni. Per gli investimenti diretti bisogna rivolgersi direttamente alla sede della BEI in Lussemburgo, o al suo ufficio locale in Italia. Nel caso di interventi indiretti è necessario rivolgersi agli intermediari della BEI “accreditati” nel paese in cui si intende effettuare l'investimento. Si segnala che per l'Italia il Gruppo Intesa San Paolo è tra gli istituti bancari che gestiscono prestiti globali della BEI.

## **1.1 La BEI in Italia nel 2010**

Nel corso del 2010, la Banca Europea per gli investimenti ha effettuato in Italia finanziamenti complessivi per un ammontare di

8,8 miliardi di euro. La maggior parte delle risorse è andata alle Piccole Medie Imprese (PMI) grazie alla partnership con il settore bancario italiano e all'accordo con ABI e Confindustria. Gli investimenti al settore energetico rappresentano quasi un quarto dei prestiti totali (24% - figura sottostante):



**Fig. 2** I prestiti BEI in Italia nel 2010 suddivisi per settore (8,8 mld di euro) Fonte: [www.eib.org](http://www.eib.org)

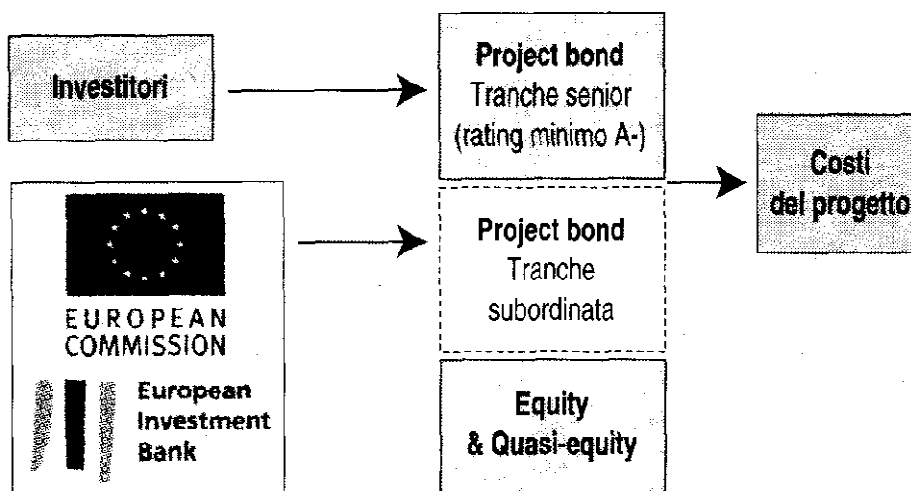
Le PMI sono finanziate tramite gli accordi di partnership con circa 30 gruppi bancari italiani, incluse le aziende di credito di minori dimensioni come le banche di credito cooperativo. Durante l'anno 2010, le operazioni più importanti tra le venti realizzate sono stati gli accordi di finanziamento con Intesa San Paolo e Unicredit.

Nel campo delle *rinnovabili* importanti sono i prestiti a Enel Green Power e Compagnia Valdostana delle Acque; operazioni significative nel settore energetico con Eni (raffinazione), A2A (reti elettriche e gas), Edison (stoccaggio gas) e Terna (trasmissione elettrica). Sempre nel settore delle fonti rinnovabili occorre menzionare ***il progetto Sunray a Montalto di Castro*** (vicino Roma) che è stato il primo project bond in Italia, in collaborazione con altre istituzioni e partner finanziari.

## **1.2 I project bonds: definizione, funzionamento e limiti**

I project bonds sono titoli emessi da compagnie private per realizzare grandi progetti infrastrutturali - trasporti, reti di trasmissione di energia, reti telematiche – che la Commissione si propone di supportare, finanziandoli insieme alla Banca europea degli investimenti (BEI), grazie allo strumento della garanzia o del debito subordinato. Quindi sono emissioni obbligazionarie; la remunerazione ed il rimborso dei project bond dipende dai flussi finanziari che il progetto è in grado di assicurare. **Come funziona questo nuovo strumento?**

## LA POSSIBILE STRUTTURA DEI PROJECT BOND



Fonte: Bei

Poiché gli investitori istituzionali come fondi pensione e assicurazioni sono riluttanti a finanziare infrastrutture senza un rafforzamento del merito di credito dei titoli ad esse collegati, la Commissione e la Bei hanno messo a punto un modello di intervento congiunto basato non su un'unica garanzia ma sul tranching. Il prestito è suddiviso in più tranches con diversi gradi di rischio e la Bei si fa carico della parte più rischiosa. Ciò consente di alzare il rating della tranche destinata agli istituzionali e abbassa il costo del bond. **Quali sono i limiti?**

Se l'obiettivo è attivare meccanismi rapidi per spingere la crescita dell'economia, i project bond non sono lo strumento più adatto almeno per due motivi: sono collegati ad opere pubbliche che richiedono molti anni per essere realizzate; il mercato ha bisogno di tempo per familiarizzare con un nuovo strumento di investimento. Inoltre, occorre considerare che l'eventuale declassamento della Bei da parte delle agenzie di rating potrebbe vanificare in parte il vantaggio di questo schema di condivisione del rischio.

### **1.3 Il progetto fotovoltaico a Montalto di Castro: descrizione**

Il progetto nel comune di Montalto di Castro (VT) è un impianto fotovoltaico da circa 52 MW. Si tratta del primo project bond in Italia e del primo project bond fotovoltaico con rating pubblico (Moody's) al mondo. Il progetto si compone di due impianti ubicati su siti separati con circa 45 MW di capacità (Plant A) e circa 7 MW di capacità (Plant B) che insieme formano l'impianto del progetto in questione. Questo progetto è parte di un più ampio progetto nel comune di Montalto di Castro con una capacità totale di 85 MW; essa comprende altri due sviluppi solari fotovoltaici con capacità rispettivamente 24 MW e 9 MW che ha avuto inizio nel mese di aprile 2009. Il primo parco solare (quello da 24MW) è a cura del Gruppo SunRay costruito nel 2009 da Cassiopea PV s.r.l ("il progetto esistente"). A seguito del progetto esistente, un ulteriore progetto di 9 MW di proprietà di Centauro PV s.r.l è stato avviato nel febbraio 2010 e la costruzione completa nel agosto 2010 ("il progetto Centauro").

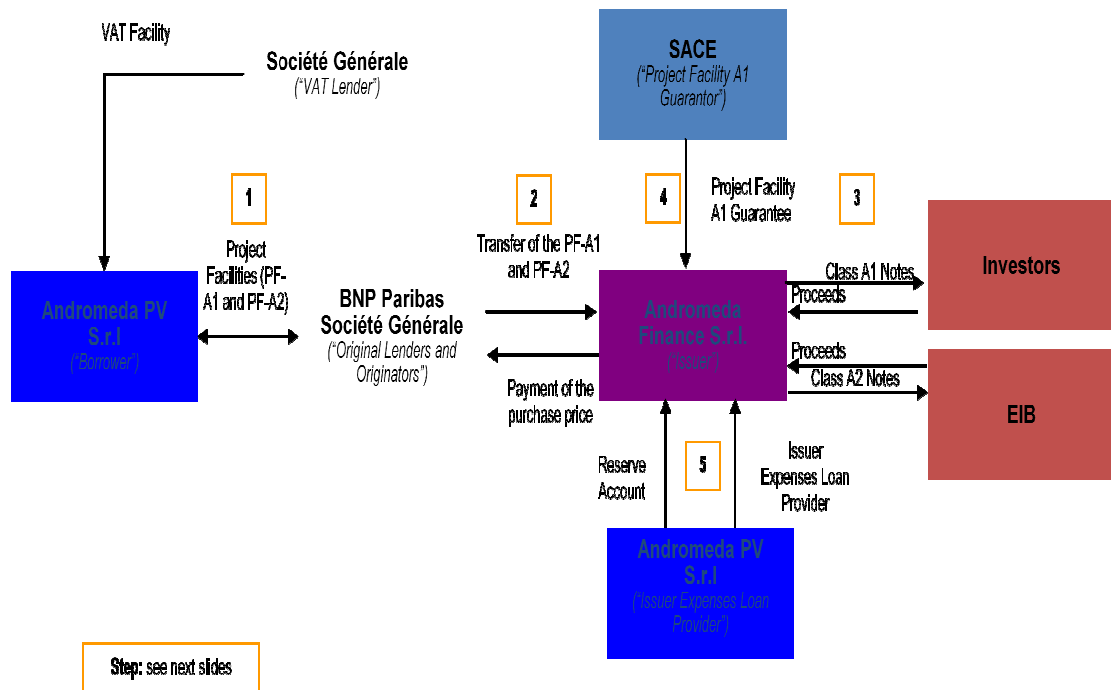


**Fig.3** Montalto di Castro: Area di progetto



Il Progetto Esistente è stato venduto il 5 agosto 2010 (a titolo di trasferimento del patrimonio netto 100%) a Etrion Corporation; anche il Progetto Centauro è stato venduto al gruppo Etrion il 1° ottobre 2010.

### 1.3.1 Una descrizione semplificata della transazione



Andromeda PV S.r.l. (Il "Beneficiario") ha sviluppato un progetto di energia fotovoltaica della potenza 51.4MW in costruzione a due

siti a Montalto di Castro, Lazio, Italia. Il progetto si compone di due impianti ubicati su siti separati con circa 45MW di capacità ("Plant A") e circa 6 MW di capacità ("Plant B"), rispettivamente, insieme, i "Plants".

*Fase 1:* I finanziatori originari avvanzeranno i servizi del progetto per il mutuatario : 98,3 milioni di euro in PF<sup>1</sup>-A1 e 98,3 milioni di euro in PF-A2, al fine di finanziare fino al 85% del fabbisogno del finanziamento totale del progetto (IVA esclusa). Un “pacchetto sicurezza” sarà concesso dal mutuatario e Sun Ray Tre Italia Holding s.r.l a seconda dei casi, ai finanziatori originari rispetto al PF-A1, A2. Il creditore IVA (Societe' Generale) concederà due strutture IVA: “IVA Facility B1” e “IVA Facility B2” al mutuatario (Andromeda s.r.l) per un totale di 20,8 milioni di euro.

*Fase 2:* I finanziatori originari venderanno i crediti sottostanti, compresi i diritti accessori, dal PF-A1 e PF-A2 all'emittente. In seguito al trasferimento dei crediti per l'emittente, il beneficio del Pacchetto Sicurezza deve essere automaticamente trasferito a favore dell'emittente. Il prezzo d'acquisto per i crediti sarà pagato alla data di emissione di Class A1 Notes e Class A2 Notes.

*Fase 3:* L'emittente emetterà le Class A1 Notes e Class A2 Notes alla data di emissione.

Class A1 Notes: titoli senior garantiti a tasso fisso per essere collocati agli investitori istituzionali che beneficiano del sostegno del fondo di garanzia del progetto A1.

---

<sup>1</sup> Project finance

Class A2 Notes: titoli senior garantiti a tasso fisso sottoscritti dalla BEI. I titoli di classe A1 e A2 si collocheranno pari passo tra di loro (fatta salva la corresponsione di SACE nel quadro della garanzia del progetto A1, da applicare esclusivamente ai titoli di classe A1).

*Fase 4:* Alla data di emissione, SACE emetterà per l'emittente una garanzia autonoma a prima richiesta in base alla quale SACE garantirà il pagamento degli interessi e del capitale del PF-A1. La garanzia sarà applicata esclusivamente ai titoli di classe A1.

*Fase 5:* Il mutuatario si impegna a coprire le spese dell'emittente attraverso un prestito subordinato e di finanziare a chiusura un conto di riserva che copre due volte le spese annuali previste.

### **1.3.2 La sottoscrizione dei bond: struttura**

Il progetto è finanziato con l'emissione dei project bond, i quali come nel caso delle cartolarizzazioni, sono emessi in tranche con diversi livelli di garanzia da collocare presso gli investitori istituzionali. Il costo totale del progetto è di 225 milioni di euro dove: 14% è finanziato con capitale proprio e un prestito subordinato del promotore, mentre la parte restante è costituita da un prestito a carico di banche internazionali che viene

cartolarizzato, per poi essere in parte sottoscritto da BEI e in parte da SACE.

Andromeda Finance emette alla pari due diverse tranches di obbligazioni da 97,6 milioni di euro ciascuna, entrambe a scadenza 2028 e con una struttura che prevede il rimborso periodico di una quota del capitale, oltre al pagamento di una cedola fissa.

La tranche A2 dei bond, con un rating Baa3 (Moody's) è sottoscritta da BEI e pagherà una cedola semestrale del 4,839% all'anno. La tranche A1 invece, è proposta a investitori istituzionali da BNP Paribas e Société Générale, nel ruolo di joint lead manager e arranger. A questo scopo è stata chiesta la garanzia di SACE ed è stato ottenuto un più alto rating per i bond confermato da Moody's Aa2, cioè lo stesso livello di rating di SACE. Gli investitori istituzionali, però a differenza della BEI, hanno chiesto spread di mercato, cioè una cedola del 5,715%.

BNP Paribas e Société Générale hanno cartolarizzato il finanziamento da 200 milioni di euro a 18 anni che verrà da loro erogato al USA SunPower per costruire due impianti fotovoltaici adiacenti a Montalto di Castro. Nel dettaglio le due banche finanzieranno la controllata di SunPower, Andromeda PV srl, mentre a emettere i 200 milioni di bond risultato della cartolarizzazione, distinti in due diverse tranches, sarà la società veicolo Andromeda Finance srl. I bond, che sono i primi a servizio di un project finance per un impianto fotovoltaico in Italia e i primi project bond in Italia dopo la crisi, hanno ottenuto rating previsionale di Moody's di Baa3, tenuto conto del fatto che la maggior parte dei ricavi del progetto si basa su una tariffa fissa dell'energia, anche se esiste una certa esposizione ai prezzi all'ingrosso e che la costruzione e la gestione degli impianti godranno della garanzia di SunPower.

### 1.3.3 Le parti chiave del progetto: descrizione e ruolo



*SunRay*: è uno sviluppatore e operatore di impianti fotovoltaici che si concentra sui mercati italiani, greci, francesi e israeliani. Il circuito SunRay include, tra l'altro, lo sviluppo, il finanziamento, la costruzione e vendita sul certificato di accettazione provvisoria (PAC) dei due impianti fotovoltaici a Montalto di Castro, per un totale di 33MWp. SunRay è posseduta e controllata al 100% da SunPower. Il suo ruolo sul progetto è quello dello sponsor.



*SunPower*: è la società leader statunitense per prodotti solari integrati verticalmente. Le referenze del 2009 mostrano: i ricavi di SunPower e l'utile netto di 1,5 miliardi di dollari e 33,2 milioni di dollari rispettivamente per l'anno fiscale chiuso il 3 gennaio 2010. Nello stesso periodo, SunPower ha generato un cash flow operativo di 121.300.000 dollari. È quotata al Nasdaq (SPWRA, SPWRB), capitalizzazione di mercato pari a 1,3 miliardi di dollari come del 15 ottobre 2010. Il ruolo che copre sul progetto è quello di plant contractor e capogruppo di Andromeda.



*Terna*: è il principale proprietario della rete di trasmissione nazionale di energia elettrica ad alta tensione (primo operatore indipendente in Europa in termini di km di linee gestite). Terna ha il ruolo di sottostazione EPC<sup>1</sup> (Engineering, Procurement and Construction) sul progetto di Montalto di Castro.

---

<sup>1</sup> Fa di solito l'intero progetto dall'inizio alla fine



*Gestore dei servizi Energetici*: è un ente pubblico (100% Ministero italiano dell'Economia e delle Finanze) responsabile del supporto, promozione e sviluppo delle fonti energetiche rinnovabili in Italia. GSE è la società madre del “Gestore dei mercati energetici (GME)” e del “Acquirente unico s.p.a (AU)”. Il suo ruolo nel progetto è quello di pagatore del feed-in tariff.

### **1.3.4 I ricavi del progetto**

- “Conto Energia” : un contributo fisso pagato da GSE per 20 anni a decorrere dalla data dell'operazione commerciale. Il contributo dipende dalle dimensioni dell'impianto e dal tipo dello stesso (completamente integrato, parzialmente integrato o non integrato).

-Il contributo applicato ad Anromeda, entrata in esercizio il 30 giugno 2011 , è 0,346 €/KWh.

-Ai sensi del Decreto Solare 2011, la tariffa feed-in applicabile agli impianti non integrati con una potenza superiore a 5000 kW (come il progetto) diventata operativa nel 2011, sarà compresa tra 0,297 €/KWh e 0,251 €/KWh, a seconda del

periodo di 4 mesi durante il quale la parte più importante del impianto entra in funzione.

-Il rischio di perdere il contributo del 2010 è preso da EPC Contractor che è ritenuto responsabile per qualsiasi tipo di ritardo (impreviste condizioni del terreno, il ritardo Terna, la trasformazione della legge ecc.)

-Oltre al contributo del “Conto Energia”, salvo diversa autorizzazione dalle parti, Andromeda venderà l’energia prodotta dal progetto al GSE ai sensi del AEEG n°.280/7, che obbliga GSE di acquistare l’energia sotto le cosiddette regole del Ritiro Dedicato, al prezzo medio di vendita di energia elettrica sul mercato regolamentato italiano applicabile alla zona dove si trova l’impianto (prezzo zonale, come definito nella decisione AEEG n°.111/06).

-L’impianto A e l’impianto B devono ciascuno fare domanda per un Ritiro Dedicato. Per l’impianto A, il ritiro dedicato deve essere applicato a tutto l’impianto dopo il collegamento del primo anello. GSE deve essere poi notificato con l’aumentare della produzione con il collegamento di ogni anello successivo.

### **1.3.5 Lo stato del progetto**

Lo stato del contratto per impianti EPC :

- Contratto impianto A (45,3 MW) eseguito il 5 marzo 2010 (modificata il 15 settembre 2010)

- Contratto impianto B (6,1 MW) eseguito il 15 settembre 2010  
I lavori di costruzione per l'impianto A sono iniziati nel marzo 2010 e per l'impianto B nel giugno 2010.

Avanzamento lavori:

-Circa l'82% del valore del contratto è stato completato nella fase del 45,3 MW (75% del fotovoltaico installato) e la fase del 6,1 MW è attualmente completato all'86% (90% del fotovoltaico installato). Gli anelli 5 (6,03 MW) e 6 (7,95 MW) sono stati collegati alla rete, e sono equivalenti a circa il 29% della potenza totale dell'impianto. Il consulente tecnico ("TA") ha rilasciato il certificato per questi due anelli. L'anello 4 (8,69 MW) è collegato ed è in attesa di certificazione dal TA.

-L'impianto A è programmato per essere concluso entro il 23 novembre 2010, da collegare prima del 7 dicembre 2010 e ottenere l'accettazione provvisoria il 9 marzo 2011.

- EPC Contractor ha richiesto di completare l'impianto B entro il 1° novembre 2010, per collegare questo impianto entro il 15 novembre 2010 e per raggiungere l'accettazione provvisoria il 18 marzo 2011.

La sottostazione comune fu completata da Cassiopea PV s.r.l prima dell'inizio dei lavori di costruzione da Andromeda s.r.l. I contratti delle sottostazioni EPC e O&M sono stati firmati il 15 maggio 2010. I lavori sull'espansione per la sottostazione comune sono stati completati alla fine di giugno 2010 compreso il completamento di nuove baie per 2 x 25 MW e trasformatori di 10MW, la consegna dei trasformatori ABB e il completamento dei lavori elettrici.



### 1.3.6 I termini chiave del finanziamento: la voce e la descrizione

VOCE	DESCRIZIONE
Soggetto che garantisce il progetto	SACE
Importi garantiti da SACE	Interesse programmato e principali somme per il PV-A1, applicato esclusivamente ai titoli di classe A1
Classifica dei titoli di classe A1	Titoli senior secured e pari passo con i titoli A2
Agenzia rating	Moody's
Valutazione prevista di titoli A1	[Aa2]
Valutazione del progetto sottostante	La valutazione delle obbligazioni dei titoli A1 senza il beneficio della garanzia della SACE e dei titoli di classe A2 è [Baa3]
Denominazione dei titoli	€ 100.000 e multipli interi di 1.000€ in eccesso fino a e includendo € 199.000
Prezzo di emissione	100%
Quotazione dei titoli	Irish Stock Exchange
Legge applicabile	Legge italiana
Security package (in relazione alle strutture del progetto)	-Pegno sulle quote -Ipoteca -Privilegio Speciale -Pegno sui crediti -Assegnazione dei crediti IVA
Casi di inadempienza	Tipico per una transazione di questa natura e include: -il mancato pagamento da parte

	dell'emittente -violazione di altri obblighi dell'emittente -mancata azione da parte dell'emittente -Illegittimità
--	---

Montalto di Castro è considerato come un centro fotovoltaico di importanza europea. Gli 85 MW installati in una superficie di 285 ettari riescono a produrre il 30% in più di energia soddisfacendo il fabbisogno di più di 13 mila abitazioni ed evitando l'emissione di 22 mila tonnellate di biossido di carbonio l'anno, cioè 4,89%<sup>1</sup> dell'emissione annua di biossido in Italia.

---

<sup>1</sup> L'emissione annua di biossido in Italia è 449 948 mila tonnellate

## ***CONCLUSIONI***

Il tema sulle “rinnovabili” è un tema molto interessante nei giorni d’oggi. È interessante perché si tratta di un’innovazione e forse anche di una nuova rivoluzione. Dall’inizio della Rivoluzione industriale, la concentrazione atmosferica dell’anidride carbonica è aumentata del 30% circa. L’aumento globale di consumo di combustibili fossili è destinato ad accrescere le emissioni di gas-serra e le temperature, con mutamenti climatici potenzialmente catastrofici ed irreversibili. Gli effetti negativi dei sistemi energetici possono compromettere la qualità della vita; questo rende necessario l’impegno a compiere sforzi per assicurare che il sistema energetico mondiale evolva in modo sostenibile, sia dal punto di vista ambientale, sia da quello sociale sia da quello delle risorse finite.

È necessario spiegare da che cosa è nata l’esigenza di sviluppare fonti di energia rinnovabile: sicuramente da un timore per il futuro energetico del pianeta, dall’esaurimento, ma anche per contrastare in qualche modo il monopolio di fonti energetiche che detiene in particolare il Medio Oriente.

L’incremento demografico previsto per i prossimi anni e l’aumento della domanda di energia, legato soprattutto al miglioramento del tenore di vita di taluni Paesi, rendono sempre più urgente il ricorso a fonti alternative. Quindi uno degli obiettivi primari è la riduzione della dipendenza dell’economia dal settore energetico tradizionale. Lo svantaggio maggiore è rappresentato dai costi ancora elevati e dai limiti naturali.

L'impegno di tutti i paesi interessati alla questione energetica ed ambientale è sfociato nel protocollo di Kyoto, i cui obiettivi però sono falliti. La Commissione Europea si è impegnata nell'ambizioso progetto di riuscire a produrre almeno il 20% dell'energia con risorse rinnovabili per il 2020. Resta da vedere se questo impegno andrà a buon fine o sarà la stessa cosa come il Kyoto, ma vedendo l'andamento della riduzione di anidride carbonica nei principali paesi posso dire che sarà molto difficile raggiungere il fine. Il raggiungimento degli obiettivi fissati dall'UE sull'uso di fonti energetiche rinnovabili risulterebbe per l'Italia molto oneroso, in quanto il sistema di incentivazione vigente agisce quasi esclusivamente sulle FER.

La mia ricerca si basa oltre che sulle misure di protezione dall'inquinamento atmosferico anche sugli incentivi e sui finanziamenti delle energie rinnovabili. Infatti, si è privilegiato lo sviluppo di energia rinnovabile elettrica, in particolare quella fotovoltaica, rispetto ai settori calore e trasporti, che sono modalità economicamente più efficienti per il raggiungimento degli obiettivi (prefissati per il 2020). Gli incentivi sono necessari per effettuare un investimento e per l'investimento serve un finanziamento. Ho scelto di introdurre come caso il finanziamento di un progetto fotovoltaico di interesse europeo in Montalto di Castro, Italia. Si tratta di un project bond garantito da SACE. I moduli fotovoltaici sono in questo momento un prodotto economicamente stabile e realizzabile su vasta scala. L'età media stimata di questi moduli è di più di 25 anni praticamente senza necessità di manutenzioni o ulteriori investimenti. L'energia solare, se sarà effettivamente una delle maggiori alternative del futuro all'uso tradizionale di prodotti fossili, deve essere vincente sulle altre tecnologie in molti sensi. In termini di efficienza, quindi di affinamento della tecnica, in termini di inquinamento provocato, in termini di competitività e di consumo di materiali. Ma, soprattutto nel momento della

comparazione con le altre forme di produzione, deve essere in grado di dimostrare che il fotovoltaico non consuma energia ma la produce.

L'Italia oltre ad essere distinta come un uno dei mercati del solare più dinamici nel mondo, si è rivelata anche leader per i livelli degli investimenti in proporzione alla sua economia<sup>1</sup>. L'Italia oggi è quarta nella classifica dei G-20 per gli investimenti nell'energia pulita, è prima nel tasso di crescita degli investimenti su cinque anni, è prima nell'intensità degli investimenti ed è sesta nella capacità di energia rinnovabile installata per una quota di 28 GW. Le opportunità per le aziende italiane sembrano chiare.

Concludendo, gas e petrolio continueranno a dominare il sistema di produzione per centinaia di anni ancora , nonostante sia evidente la necessità di doverne ridurre la dipendenza. Le possibili soluzioni di questo problema sono numerose. Innanzitutto, la sensibilizzazione delle popolazioni interessate, alla questione ambientale e la correzione del difetto d'informazione riguardante l'impiego delle fonti rinnovabili. In secondo luogo, l'incentivazione delle attività di ricerca tramite il finanziamento pubblico dei progetti in collaborazione con il settore privato. Infine, la sostituzione graduale delle fonti fossili con fonti rinnovabili con la consapevolezza che il problema dell'abbattimento dei costi sarà parzialmente compensato dai guadagni in termini di qualità dell'ambiente e della vita.

---

<sup>1</sup> Bloomberg New Energy Finance

## ***BIBLIOGRAFIA***

Bartolazzi Andrea (2005) , *Le energie rinnovabili*, Hoepli editore

COIANTE D., *Le nuove forme di energia rinnovabile. Tecnologie, costi e prospettive*, Milano, Franco Angeli, 2004

UNFCCC (2005), *Kyoto Protocol, status of ratification*, Bonn

Greco P. & Montesano G. (1990), *Vento per l'energia*, Roma, Hypothesis editore

Coiante D. (2004), *Le nuove fonti di energia rinnovabile*, Milano, Franco Angeli

Kaltschmitt M. & Hartmann H. (2001), *Energie aus Biomasse*, Berlino, Springer Verlag

Masters G. M. (2004), *Renewable and Efficient Electric Power System*, Hoboken, Wiley

Bonardi G. & Patrignani C. (2010), *Energie alternative e rinnovabili*

Reteuna Luca (2009), *E dopo? Energie rinnovabili per tutti*, Effatà editore

Matteini Chiari S. (2009), *Energie rinnovabili e compatibilità ambientale*, Maggioli editore

Vigevani Jacopo (2011), *Guida alle professioni nelle energie rinnovabili*, Maggioli editore

Castagna Luigi (2008), *Il pianeta in riserva, analisi e prospettive della prossima crisi*, Pendragon editore

*Approvato l'Accordo di Copenhagen dopo la dura opposizione del Terzo mondo* (19/12/09) COP15 Copenhagen – UNCCC

De Felice Chiara (22/12/09), *Ue: Accordo, disastro che imbarazza l'Europa*, (Agenzia ANSA)

*Al via il vertice di Copenhagen, Cina India e Brasile compatti*, (07/12/09) ([www.ilsole24ore.com](http://www.ilsole24ore.com))

Riotta Gianni (20/12/09), *Perché Copenhagen ha fallito*, ([www.ilsole24ore.com](http://www.ilsole24ore.com))

F. Casali, *Energia pulita: quale?*, Cappelli Ed., 1987.

N. Armaroli e V. Balzani, *Energia oggi e domani: prospettive, sfide, speranze*. Bononia Univ. Press, 2004.

US Department of Energy: “*Energy, sources and production*”:  
<http://www.energy.gov/sources/index.html>

Apergis N.& J.E. Payne, *Renewable energy consumption and economic growth: evidence from a panel of OECD countries*, *Energy Policy* 38, (2010)

Peveraro Stefania (15/12/2010), *Mercati globali: prezato il primo bond fotovoltaico. In arrivo il secondo*, ([www.ecostampa.it](http://www.ecostampa.it))

*Il nuovo corrente viterbese: Montalto di Castro, i dati ufficializzati dai vertici BEI. I due parchi del fotovoltaico in cima ai finanziamenti italiani* (10/03/2011)

Peveraro Stefania (12/02/2011), *Milano Finanza: Così garantiamo il project*, ([www.ecostampa.it](http://www.ecostampa.it))

BASEGGIO C., *L'incentivazione alla produzione di energia da fonte rinnovabile: profili giuridici del mercato italiano dei Certificati Verdi*, in [www.ambientediritto.it](http://www.ambientediritto.it)

BODANSKY D., *The United Nations Framework Convention on Climate Change*, in *Yale Journal of International Law*, 1993

CONTALDI M., TOSATO G., *Il Protocollo di Kyoto e le sue implicazioni*, in *Energia*, 1998

G. GUZZO, *Le procedure autorizzative nel settore delle energie rinnovabili*, in [www.lexitalia.it](http://www.lexitalia.it).

NOFERI F., *Le agevolazioni finanziarie a livello nazionale per la promozione e la diffusione delle energie rinnovabili*, in (a cura di) G. BONARDI, C. PATRIGNANI, *Fare energia – Fiscalità ed agevolazioni*, Milano, 2007

BARBIER E. e G. SANTOPRETE, *Energia geotermica. Una fonte di energia dall'interno della terra*, Torino, Giappichelli, 1993

BERRA P., L. DE PAOLI e G. ZINGALES, *Economia delle fonti di energia*, Padova, CLEUP, 1997.

BIANCHI G., *Le fonti di energia: storia e problemi*, Firenze, Le Monnier, 1980.

CAMINITI N. M. e C. MANNA (a cura di), *Riduzione delle emissioni e sviluppo delle rinnovabili: quale ruolo per Stato e Regioni?*, Roma, ENEA, 2008

CASTELNUOVO R., F. TREZZA e R. VIGOTTI (a cura di), *Vento per l'energia*, Grassano (FI), Le Monnier, 1995

CELLA P., *L'energia alternativa*, Roma, Editori Riuniti, 1979.

CENSIS (a cura del), *Energia, sviluppo e ambiente*, Milano, Garzanti, 1990.



CHIRONI M. T.e L. G.GIUFFRIDA, *I numeri dell'Energia 2007*, Roma, ENEA, 2007.

COMMISSIONE DELLE COMUNITÀ EUROPEE, *Limitare il surriscaldamento dovuto ai cambiamenti climatici a +2 gradi Celsius. La via da percorrere fino al 2020 e oltre*, Comunicazione della Commissione al Consiglio, al Parlamento Europeo, al Comitato Economico e Sociale Europeo e al Comitato delle Regioni, COM (2007) Bruxelles, 10-01-2007

DICKSON M.H. e M.FANELLI, *What is geothermal energy?*, Istituto di Geoscienze e Georisorse, CNR, Pisa, 2004.

GSE-GESTORE SERVIZI ELETTRICI, *Statistiche sulle fonti rinnovabili in Italia - Anno 2008*, GSE, 2009. Disponibile on line all'indirizzo:

<http://www.gse.it/attivita/statistiche/Documents/STATISTICHE2008GSE.pdf>

IEA - INTERNATIONAL ENERGY AGENCY, *World Energy Outlook 2007*, Paris, IEA Publications, 2007.

IEA- INTERNATIONAL ENERGY AGENCY, *Renewables in Global Energy Supply. An IEA Fact sheet*, Parigi, IEA, 2007. Disponibile on line all' indirizzo:

[http://www.iea.org/papers/2006/renewable\\_factsheet.pdf](http://www.iea.org/papers/2006/renewable_factsheet.pdf)

IPCC - INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE, *Natural Forcing of the Climate System*, in *IPCC Third Assessment Report - Climate Change 2001*. Disponibile on line all'indirizzo: [http://www.grida.no/climate/ipcc\\_tar/wg1/041.htm#121](http://www.grida.no/climate/ipcc_tar/wg1/041.htm#121)

LORENZONI A. e L. BANO, *I costi di generazione di energia elettrica da fonti rinnovabili*, Università degli studi di Padova, APER, 2007

TERNA, *Dati Statistici sull'energia elettrica in Italia, Dati generali*, Terna, 2008. Disponibile on line all'indirizzo:

<http://www.terna.it/LinkClick.aspx?fileticket=98C9%2FExTsKU%3D&tabid=418&mid=2501>

F. Casali, *Energia pulita: quale?*, Cappelli Ed., 1987.

P. Angela e L. Pinna, *La sfida del secolo*, Mondadori Ed., ISBN 88-04-56071-1, 2006.

N. Armaroli e V. Balzani, *Energia oggi e domani: prospettive, sfide, speranze*. Bononia Univ. Press, 2004.

Documenti da BEI (Marco Santarelli) e SACE ( SACE Solar Power Presentation, Corriere Viterbese)

## ***SITOGRAFIA***

<http://www.eib.org/projects/press/2010/2010-057-italia-da-bei-e-ubi-banca-250-milioni-di-euro-alle-pmi.htm>

[www.worldbank.org](http://www.worldbank.org)

[www.ifc.org](http://www.ifc.org)

[www.miga.org](http://www.miga.org)

[www.devbusiness.com](http://www.devbusiness.com)

[www.dgmarket.com](http://www.dgmarket.com)

[www.ice.gov.it](http://www.ice.gov.it)

<http://www.climalteranti.it/2011/01/09/temperature-2010-un-altro-anno-caldo-in-zona-record/>

[http://it.wikipedia.org/wiki/Riscaldamento\\_globale](http://it.wikipedia.org/wiki/Riscaldamento_globale)

[http://it.wikipedia.org/wiki/Conferenza\\_UNU\\_sui\\_cambiamenti\\_climatici\\_2009](http://it.wikipedia.org/wiki/Conferenza_UNU_sui_cambiamenti_climatici_2009)

[www.sace.it](http://www.sace.it)

[www.lavoisier.com.au](http://www.lavoisier.com.au)

<http://www.eib.org/projects/loans/2009/20090498.htm>

<http://www.ise.ie/app/DeptSecurityDocuments.aspx?progID=-1&uID=3696&FIELDSORT=docId>

<http://www.oecd-library.org/docserver/download/fulltext/5kg58j1lwdjd.pdf?expires=1328113604&id=id&accname=guest&checksum=D6E4F2D5DDE39233BC6CD5C7A352A028>

<http://www.campagnaseeitalia.it/doc/CAPITOLO%206.pdf>

[http://www.incentivifotovoltaico.org/incentivi\\_fotovoltaico/2011/](http://www.incentivifotovoltaico.org/incentivi_fotovoltaico/2011/)

<http://www.eib.org/projects/press/2010/2010-107-banca-europea-per-gli-investimenti-bei-e-intesa-sanpaolo-680-milioni-di-euro-di-finanziamenti-a-favore-di-pmi-ambiente-e-infrastrutture.htm?lang=-it>

<http://www.eib.org/projects/press/2009/2009-178-italy-eib-grants-eur-200-million-to-centrobanca-ubi-for-renewable-energy-projects.htm?lang=-it>

<http://books.google.it/books?id=FyaOLkinNj4C&pg=PA173&dq=energia+rinnovabile&hl=it&sa=X&ei=WvknT8q3Doeb-gbW5dSpBQ&ved=0CHMQ6AEwCA#v=onepage&q=energia%20rinnovabile&f=false>

[http://books.google.it/books?id=NClqANnKtEAC&pg=PA97&dq=finanziamenti+energie+rinnovabili&hl=it&sa=X&ei=W\\_wnT6DaLcmN-wbX3ImZBQ&ved=0CFAQ6AEwAQ#v=onepage&q=finanziamenti%20energie%20rinnovabili&f=false](http://books.google.it/books?id=NClqANnKtEAC&pg=PA97&dq=finanziamenti+energie+rinnovabili&hl=it&sa=X&ei=W_wnT6DaLcmN-wbX3ImZBQ&ved=0CFAQ6AEwAQ#v=onepage&q=finanziamenti%20energie%20rinnovabili&f=false)

[http://books.google.it/books?id=NClqANnKtEAC&pg=PA97&dq=finanziamenti+energie+rinnovabili&hl=it&sa=X&ei=W\\_wnT6DaLcmN-wbX3ImZBQ&ved=0CFAQ6AEwAQ#v=onepage&q=finanziamenti%20energie%20rinnovabili&f=false](http://books.google.it/books?id=NClqANnKtEAC&pg=PA97&dq=finanziamenti+energie+rinnovabili&hl=it&sa=X&ei=W_wnT6DaLcmN-wbX3ImZBQ&ved=0CFAQ6AEwAQ#v=onepage&q=finanziamenti%20energie%20rinnovabili&f=false)

<http://books.google.it/books?id=8eIU3kK3RNYC&pg=PA177&dq=finanziamenti+energie+rinnovabili&hl=it&sa=X&ei=RP4nT7fgN4qb-gb80KTBBQ&ved=0CGUQ6AEwBQ#v=onepage&q=finanziamenti%20energie%20rinnovabili&f=false>

<http://www.fonti-rinnovabili.it/index.php?c=nincentivi>