

**POLITECNICO DI MILANO**

Facoltà dell'Ingegneria dei Sistemi

Corso di Laurea Specialistica in Ingegneria Gestionale



**ANALISI STRATEGICA DEL  
SOLARE TERMICO**

Relatore: Prof.re Davide Chiaroni

Tesi di Laurea di:

Pietro BUCCOLIERI Matricola n.739640

Anno Accademico 2010 - 2011

## INDICE

1. INTRODUZIONE.....	4
1.1 Le fonti rinnovabili .....	5
1.2 La produzione di energia elettrica da fonti rinnovabili.....	9
1.3 Usi termici delle fonti rinnovabili.....	20
2. LA METODOLOGIA DI LAVORO .....	26
3. LE TECNOLOGIE .....	28
3.1 Le tipologie di impianto.....	31
3.2 Le tipologie di collettori.....	35
3.3 Le dinamiche tecnologiche .....	39
4. LA NORMATIVA.....	42
4.1 La normativa vigente in Italia .....	43
4.2 Le critiche e le proposte degli operatori.....	50
5. IL MERCATO .....	52
5.1 Il mercato europeo .....	53
5.2 Il mercato italiano .....	58
5.3 Le prospettive future in Europa .....	60
5.4 Le prospettive future in Italia.....	62
5.5 Il solare termico per usi industriali .....	64
6. IL SOLAR COOLING.....	66
6.1 Le tecnologie disponibili.....	67
6.2 La diffusione .....	73
6.3 Le potenzialità.....	76
6.4 Analisi economica.....	79
7. LA FILIERA .....	82
7.1 La suddivisione del mercato .....	83

7.2 Gli attori della filiera.....	85
7.3 Le dinamiche della filiera del solare termico.....	89
8. CASI STUDIO.....	92
8.1 Kloben.....	93
8.2 Riello.....	97
8.3 Paradigma.....	98
8.4 AristonThermo.....	101
8.5 Sonnenkraft.....	102
8.6 Velux.....	103
APPENDICE.....	104
RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI.....	109

## 1. INTRODUZIONE

Negli ultimi anni abbiamo assistito a una crescita, sempre maggiore, dell'utilizzo delle fonti rinnovabili per la produzione di energia elettrica e termica. I primi ad avvicinarsi al tema sono stati i Paesi più industrializzati, con l'Unione Europea che ha sempre avuto un ruolo da locomotiva, ed, ora, anche i Paesi emergenti guardano con attenzione a questo comparto industriale e alcuni hanno già iniziato ad investire nel comparto.

In questo capitolo saranno presentate brevemente le varie fonti rinnovabili attualmente impiegate, sia per un utilizzo elettrico che per un utilizzo termico, e verranno analizzate la loro diffusione e le prospettive future del settore.

## 1.1 Le fonti rinnovabili

La recente crisi economica, le incertezze legate ai costi e all'approvvigionamento dell'energia, il crescente livello delle emissioni e il rischio di cambiamenti climatici, mettono seriamente in discussione la sostenibilità dell'attuale sistema economico – produttivo mondiale.

È opinione condivisa che gli interventi prioritari da assumere, a livello globale, per affrontare tali problematiche, riguardino in primo luogo la diffusione di tecnologie e di comportamenti per un uso razionale dell'energia. Ma se gli interventi sull'efficienza, in particolare negli usi finali dell'energia, costituiscono una condizione necessaria per affrontare le sfide dell'energia e del clima, una prospettiva di lungo termine non può essere affrontata se non accelerando l'impegno nella ricerca e nello sviluppo di tecnologie, che consenta da una parte un ricorso più pulito alle fonti fossili, e dall'altra il pieno utilizzo delle fonti rinnovabili.

Gli sforzi fatti negli ultimi decenni da enti internazionali e dai governi di alcuni Paesi, mostrano come questa sia la strada da seguire per un futuro pienamente sostenibile. Il termine "Sostenibilità" è diventato la parola chiave degli ultimi anni. La commissione Brundtland ha provato a darne una prima definizione nel 1987: *"development that meets the needs of the present without compromising the ability of future generations to meet their own needs"*. Ciò significa che lo sviluppo deve riuscire a soddisfare i bisogni attuali senza compromettere la capacità delle generazioni future di soddisfare i propri bisogni.

Le fonti rinnovabili, cioè che si rigenerano o non sono "esauribili" nella scala dei tempi "umani" come il sole, il vento e il calore della Terra, possono apportare un contributo essenziale alla sostenibilità. È opportuno, ora, conoscere i momenti storici che hanno inquadrato il problema dell'inquinamento e cercato di trovare una soluzione:

- **1972, Club di Roma:** nel rapporto Meadows si afferma che l'umanità nel XXI secolo dovrà affrontare il problema del superamento dei limiti fisici del pianeta.
- **1987, Commissione Brundtland:** definizione di sostenibilità.
- **1992, Conferenza di Rio:** organizzata dall'ONU. Al termine vengono redatti due documenti: la convenzione quadro sui cambiamenti climatici e l'agenda 21. Il primo obbliga i governi a perseguire l'obiettivo non vincolante di ridurre le concentrazioni atmosferiche dei gas serra; la seconda fissa un piano d'azione per lo sviluppo sostenibile, ma l'adozione è comunque volontaria.
- **1997, Protocollo di Kyoto:** viene fissato l'obiettivo, da raggiungere entro il 2012, di riduzione del 5,2% del livello di emissione dei gas serra del 1990 dei Paesi firmatari. È

previsto il ricorso a dei meccanismi di mercato per facilitare il raggiungimento dell'obiettivo. L'Unione Europea va oltre e fissa un obiettivo dell'8% e approva, a seguito della conferenza di Kyoto, tre direttive comunitarie per la promozione della produzione di energia elettrica da fonti rinnovabili, per la promozione di biocarburanti e per l'adozione di un sistema di scambio di quote di emissioni dei gas serra.

- **2002, Conferenza di Johannesburg:** si riconosce il fallimento dei piani approvati a seguito della conferenza di Rio.
- **2009, Conferenza di Copenaghen:** viene raggiunto un accordo non vincolante sulla necessità di limitare l'aumento della temperatura di massimo 2°C.
- **2010, Conferenza di Cancún:** anche in questo caso l'accordo raggiunto non è vincolante e si esprime la necessità di un'azione urgente per la riduzione dell'aumento della temperatura.

Negli anni si è capito, quindi, che per sviluppare un'economia sostenibile è necessario, prima di tutto, ridurre il livello di emissioni di inquinanti in generale, ed in particolar modo dei gas serra. Infatti le attività dell'uomo, sin dall'epoca pre-industriale, hanno aumentato la quantità di gas serra presenti nell'atmosfera. Basti pensare che dal 1970 al 2004, secondo le stime del foro intergovernativo sul cambiamento climatico, il livello di emissioni dei gas serra è aumentato del 70% e il livello della sola CO<sub>2</sub> dell'80%.

I maggiori colpevoli di questo aumento sono certamente i combustibili fossili, responsabili da soli del 56% delle emissioni di gas serra nel 2004. Tra i vari combustibili fossili i più inquinanti sono il petrolio e il carbone, come possiamo vedere in Figura 1.

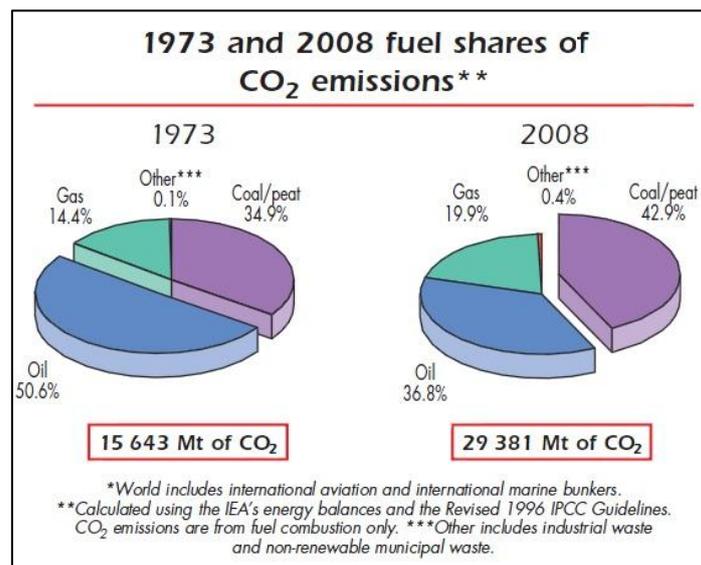


Figura 1: Fonte IEA - KWES 2010

Come indicato dall'Unione Europea con la famosa direttiva 20-20-20 approvata nel 2008, la strada da percorrere prevede tre direttrici principali: l'aumento dell'uso di energia prodotta da fonti rinnovabili, la crescita dei biocombustibili e il miglioramento dell'efficienza energetica. Infatti il pacchetto prevede tre obiettivi da raggiungere entro il 2020: ridurre almeno del 20% le emissioni di gas serra derivanti dal consumo di energia rispetto ai livelli del 1990, raggiungere almeno il 20% di energia da fonti rinnovabili sul totale di quella consumata e il 10% di biocarburanti nel consumo totale di benzina e gasolio, e infine migliorare almeno del 20% l'efficienza energetica rispetto alla proiezioni del 2020.

La direttiva ha lo scopo di: aumentare la sicurezza dell'approvvigionamento energetico dei Paesi dell'UE, garantire la competitività delle economie europee e la disponibilità di energia a prezzi accessibili, di promuovere la sostenibilità ambientale e di lottare contro i cambiamenti climatici.

La Commissione Europea ha posto degli obiettivi ad ogni singolo Stato membro, come vediamo in Figura 2, ad esempio per il raggiungimento di almeno il 20% di uso di energia da fonti rinnovabili.

	% FER al 2005	% FER al 2020	Incremento richiesto
Austria	23,3	34	10,7
Belgio	2,2	13	10,8
Danimarca	17	30	13
Francia	10,3	23	12,7
Germania	5,8	18	12,2
Grecia	6,9	18	11,1
Italia	5,2	17	11,8
Olanda	2,4	14	11,6
Polonia	7,2	15	7,8
Portogallo	20,5	31	10,5
Regno Unito	1,3	15	13,7
Repubblica Ceca	6,1	13	6,9
Spagna	8,7	20	11,3
Svezia	39,8	49	9,2
<b>MEDIA EUROPEA</b>	<b>8,5</b>	<b>20</b>	<b>11,5</b>

Figura 2: Ripartizione obiettivo uso energia da fonti rinnovabili - Commissione Europea, 2007

L'Italia ha l'obiettivo vincolante di raggiungere entro il 2010 il 17% di energia consumata prodotta da fonti rinnovabili. Nel 2009 l'Italia ha raggiunto il livello dell'11% come vediamo nel grafico di Figura 3.

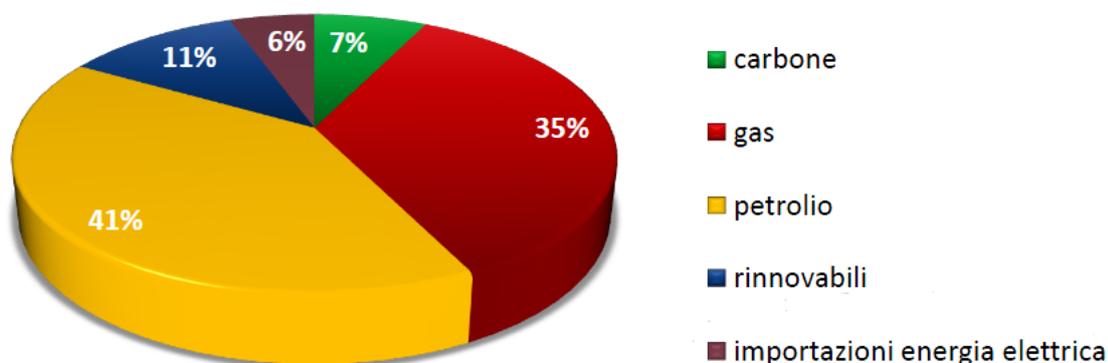


Figura 3: Fonti di produzione di energia secondaria - ENEA, 2010

Vedremo nei capitoli seguenti le possibilità che offrono le fonti rinnovabili disponibili al momento per la produzione di energia elettrica ed energia termica.

## 1.2 La produzione di energia elettrica da fonti rinnovabili

Nel 2007 nel mondo le fonti rinnovabili hanno contribuito per il 17,9% alla produzione di energia elettrica, con l'idroelettrico in cima alla lista che da solo ha raggiunto il 15,6%. Nel grafico di Figura 4 vediamo come la fonte maggiormente resti comunque il carbone.

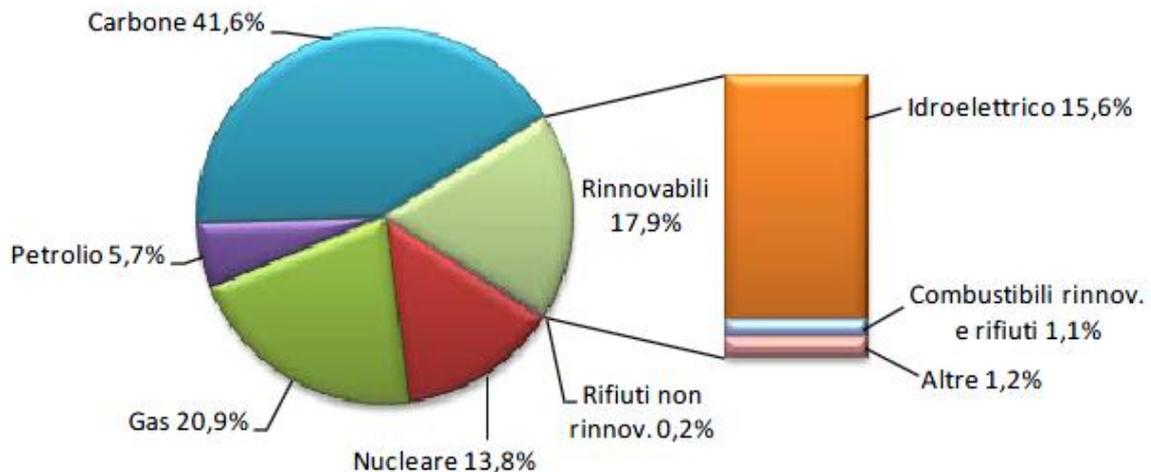


Figura 4: Produzione di energia elettrica nel mondo - IEA, Renewables information 2009

Nel 2008 i ventisette Paesi membri dell'UE mostrano collettivamente un livello di penetrazione delle fonti rinnovabili sui consumi di energia elettrica pari al 16,4% del totale con un incremento rispetto al 2007 dell'1,1%. L'obiettivo posto dalla Commissione per il 2010 è pari al 21% e al momento è distante di 4,6 punti percentuali.

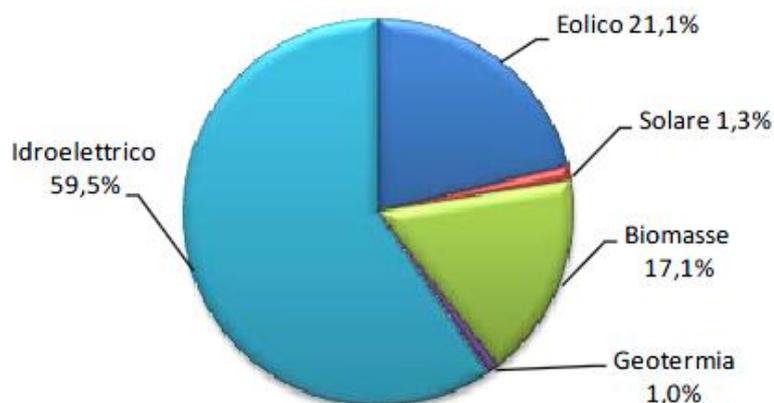


Figura 5: Contributo delle fonti rinnovabili alla produzione di energia elettrica nell'UE – Fonte: EurObserv'ER 2010

Nel grafico di Figura 5 possiamo vedere come anche in Europa la fonte più utilizzata sia l'idroelettrico, seguito dall'eolico e dalle biomasse.

In Italia nel 2009 la produzione di energia elettrica da fonti rinnovabili ha superato i 68 TWh, raggiungendo il 20% del consumo interno lordo con un tasso di crescita rispetto al 2008 pari al 17%. L'obiettivo per l'Italia, fissato dalla direttiva comunitaria 77/2001, per il 2010 è di raggiungere il 25%.

Anche nel nostro Paese la fonte più utilizzata è l'idroelettrico, che da solo copre il 72% della produzione di energia elettrica da fonti rinnovabili.

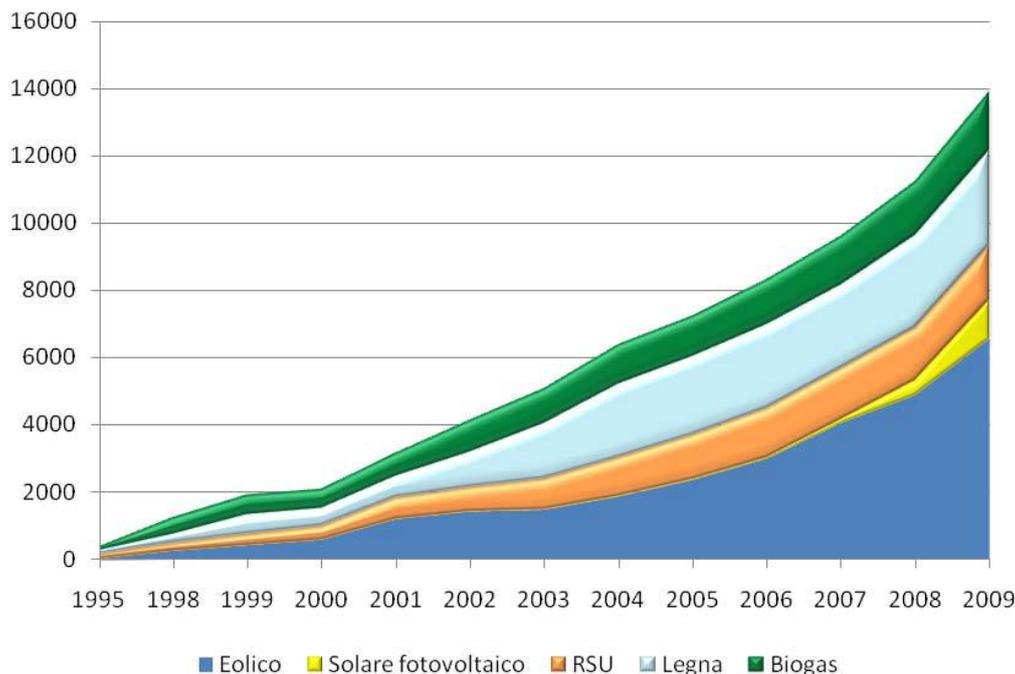


Figura 6: Elettricità da fonti rinnovabili non tradizionali in Italia [GWh] - Elaborazioni ENEA

Nel grafico di Figura 6 è mostrato l'andamento dal 1995 al 2009 dei contributi delle varie fonti rinnovabili non tradizionali, idroelettrico e geotermia, alla produzione di energia elettrica nazionale.

La nostra legislazione prevede degli incentivi specifici per la produzione di energia elettrica da fonti rinnovabili. Per il solare fotovoltaico è previsto il conto energia, che incentiva direttamente ogni kWh prodotto con questa fonte. Per il solare termodinamico il decreto ministeriale dell'11 aprile 2008 ha previsto un sistema di incentivazione che riconosce una tariffa incentivante per 25 anni per ogni kWh prodotto e varia a seconda del contributo solare. In appendice (Allegato A) sono presenti le tabelle con le tariffe previste dal legislatore.

Per tutte le altre fonti sono previsti due sistemi a seconda della potenza dell'impianto: la tariffa omnicomprensiva per gli impianti più piccoli (fino a 1 MWe) e i certificati verdi per gli impianti di taglia maggiore. La prima riconosce una tariffa per 15 anni comprensiva sia di una quota di incentivo che del prezzo dell'energia elettrica prodotta. Nella Tabella 1 sono elencate le tariffe suddivise a seconda della fonte.

<b>FONTE</b>	<b>TARIFFA [€CENTS/kWh]</b>
Eolica con taglia inferiore a 200 kW	30
Geotermica	20
Monte ondoso e maremotrice	34
Idraulica diversa da quella del punto precedente	22
Biogas e biomasse, esclusi i biocombustibili liquidi ad eccezione degli oli vegetali puri tracciabili attraverso il sistema integrato di gestione e di controllo previsto dal regolamento (CE) n. 73/2009 del Consiglio, del 19 gennaio 2009.	28
Gas di discarica, gas residuati dai processi di depurazione e biocombustibili liquidi ad eccezione degli oli vegetali puri tracciabili attraverso il sistema integrato di gestione e di controllo previsto dal regolamento (CE) n. 73/2009 del Consiglio, del 19 gennaio 2009.	18

Tabella 1: Tariffe omnicomprensive – Fonte: GSE

Per gli impianti di taglia superiore il legislatore ha previsto l'uso dei certificati verdi, che sono i diritti su una quota di produzione da fonte rinnovabile che possono essere acquistati dai produttori o importatori da fonte convenzionale per adempiere all'obbligo di immettere nel sistema elettrico nazionale una quota di produzione prodotta da fonti rinnovabili.

I certificati verdi vengono assegnati dal GSE, Gestore Servizi Energetici, ai produttori di energia elettrica da fonte rinnovabile in impianti di taglia superiore ad 1 MW<sub>e</sub>. Per ogni MWh generato, viene riconosciuto al produttore un certificato verde. L'offerta quindi è alimentata dai produttori di energia rinnovabile. La domanda, invece, è rappresentata dai produttori di energia da fonti tradizionali, che hanno l'obbligo di assicurare che una percentuale, crescente negli anni, della loro produzione provenga da fonte rinnovabile (5,3% nel 2009, 6,05% nel 2010, 6,8% nel 2011).

Rappresentano un meccanismo di mercato. Il valore del certificato verde dipende dalle dinamiche della domanda e dell'offerta.

Il numero di certificati verdi riconosciuto per ogni MWh di energia elettrica prodotto è incrementato, secondo alcuni coefficienti, nel caso di alcune fonti rinnovabili la cui produzione è soggetta a particolari onerosità, ad esempio in termini di difficoltà di approvvigionamento della materia prima o di entità di investimento iniziale. Nella Tabella 2 sono elencati i coefficienti previsti dal GSE.

<b>FONTE</b>	<b>COEFFICIENTE</b>
Eolico con taglia superiore ai 200 kW	1
Eolico offshore	1,5
Geotermica	0,9
Moto ondoso e maremotrice	1,8
Idraulica diversa di quella al punto precedente	1
Rifiuti biodegradabili, biomasse diverse da quelle di cui al punto successivo.	1,3
Biomasse e biogas prodotti da attività agricola, allevamento e forestale da filiera corta.	1,8

Tabella 2: Coefficienti per il calcolo dei certificati verdi - GSE

Nei successivi paragrafi analizzeremo le singole fonti disponibili iniziando dall'eolico.

### 1.2.1 Eolico

L'energia eolica è il prodotto della conversione dell'energia cinetica del vento in altre forme di energia, in particolare elettrica tramite delle centrali formate da aereogeneratori. Grazie ai recenti sviluppi tecnologici, l'energia eolica inizia ad essere economicamente vantaggiosa dal punto di vista del costo di produzione. Infatti il suo Levelized cost of the electricity (LCOE), cioè l'approssimazione del costo unitario dell'elettricità in €/kWh ottenuto come rapporto tra il costo totale durante l'arco di vita dell'impianto e la quantità di energia elettrica prodotta nell'arco di funzionamento dell'impianto varia tra i 4 €cents/kWh per impianti costruiti in zone costiere e 7,3 €cents/kWh per impianti di tipo on-shore dislocati in zone caratterizzate da una velocità del vento medio-bassa. Gli impianti di tipo off-shore presentano un costo di produzione di energia elettrica più elevato, tra i 7,5 e gli 8,5 €cents/kWh, dovuto ad oggi alle necessità di alti costi di posa dell'aerogeneratore.

L'eolico ha avuto un fortissimo tasso di crescita nel mondo pari al 229% tra il 2005 e il 2010, arrivando a una potenza installata cumulata di 194 GW. In particolare il 2010 ha visto il sorpasso della Cina, che è arrivata a una potenza totale di 42,3 GW, a discapito degli Stati Uniti, "fermi" a 40,2 GW.

La potenza installata in Europa a fine 2010 è di circa 86 GW, con Germania e Spagna che da sole coprono il 56%. L'Italia segue al terzo posto con una potenza installata totale di 5,8 GW (dato ufficioso), pari al 6,5% della potenza installata in Europa e al 3% della potenza mondiale. In Italia l'eolico riesce a soddisfare i consumi di sette milioni di persone.

Gli aspetti negativi delle turbine eoliche sono diversi. Innanzitutto l'impatto ambientale, seppur rivalutato negli ultimi anni, è un grosso disincentivo all'installazione di questo genere di impianti. Nella maggior parte dei casi, infatti, i luoghi più ventosi risultano essere le cime ed i pendii di colline e montagne, spesso luoghi dove la natura viene protetta e dove gli impianti eolici risultano visibili anche da grande distanza, con un impatto paesaggistico in alcuni casi non tollerabile. Inoltre generano un lieve inquinamento acustico, che in ecosistemi delicati potrebbe influenzare la vita delle specie animali presenti.

Un altro problema, per ora marginale, ma importante per produzioni in larga scala, è l'intermittenza (o "aleatorietà") della potenza elettrica prodotta. Il vento non fornisce energia continuamente e omogeneamente nel tempo, e soprattutto non può essere controllato per adattare l'energia prodotta alla richiesta delle utenze.

Infine recentemente, le autorità preposte al controllo del traffico aereo di alcuni paesi hanno avanzato delle perplessità circa l'installazione di nuovi parchi eolici: essi sono in grado, in molti casi, di interferire con l'attività dei radar, i quali non riescono facilmente ad eliminare gli echi dovuti alle torri eoliche, a causa della loro elevata RCS (Radar Cross Section) e, soprattutto, delle pale in continua rotazione che un sistema di telerilevamento può scambiare erroneamente per velivoli in movimento.

## **1.2.2 Idroelettrico**

L'energia idroelettrica è l'energia elettrica ottenibile da una massa d'acqua che sfrutta l'energia potenziale ceduta attraverso un salto (centrali a salto) o un percorso in discesa (centrali ad acqua fluente). Gli impianti idroelettrici sono realizzabili ovunque esista un flusso d'acqua costante con una portata considerevole.

La produzione idroelettrica copre attualmente il 15,6% della produzione mondiale di elettricità. La copertura del fabbisogno energetico europeo da parte di impianti idroelettrici è pari al 59,5% della produzione elettrica europea (in Italia il 72%) da fonti di energia rinnovabile e al 10,4% della produzione europea totale di energia elettrica (in Italia il 15,3%).

Ultimamente si sta sviluppando anche l'idroelettrico in piccola scala: impianti mini e micro-idro, pur generando una limitata potenza unitaria, presentano notevoli vantaggi sia dal punto tecnico che da quello economico. La piccola taglia permette lo sfruttamento di corsi d'acqua di modeste dimensioni e richiede modalità costruttive ed organizzative di basso impatto sul territorio, oltre al fatto di poter esser gestiti anche da piccole comunità e singoli nuclei familiari. Inoltre i costi di

realizzazione e manutenzione degli impianti sono contenuti. Attualmente il costo medio dell'energia prodotta da impianti mini-idro elettrici varia nell'intorno dei 10 €cents/kWh in funzione delle caratteristiche del sito (salto e/o portata).

Nel 2009 la potenza installata in Italia di impianti mini-idro ha raggiunto i 466 MW, con un incremento rispetto al 2008 del 3,4%. In Europa, invece, la potenza cumulata nel 2006 era pari a 2834 MW.

Per permettere di immagazzinare energia e di averla a disposizione nel momento di maggiore richiesta, sono state messe a punto centrali idroelettriche di generazione e di pompaggio. Nelle centrali idroelettriche di pompaggio, l'acqua viene pompata nei serbatoi a monte sfruttando l'energia prodotta e non richiesta durante la notte cosicché di giorno, quando la richiesta di energia elettrica è maggiore, si può disporre di ulteriori masse d'acqua da cui produrre energia. Questi impianti permettono di immagazzinare energia nei momenti di disponibilità per utilizzarla nei momenti di bisogno.

L'energia idroelettrica è una fonte di energia pulita (non vi sono emissioni) e rinnovabile, tuttavia la costruzione di dighe e grandi bacini artificiali, con l'allagamento di vasti terreni, può provocare lo sconvolgimento dell'ecosistema della zona con enormi danni ambientali. Purtroppo sono tristemente famosi incidenti che hanno causato l'inondazione di intere città al ridosso dei bacini e la conseguente morte di migliaia di persone, come nel caso dell'incidente della diga del Vajont che nel 1963 causò la morte di quasi 2.000 persone.

### **1.2.3 Energia Marina**

Il mare costituisce un'enorme fonte di energia pulita, sfruttata finora solo in minima parte. Attualmente esistono pochi impianti di tipo commerciale, mentre sono molto più numerosi gli impianti sperimentali e i prototipi.

L'energia ricavabile dal mare può essere suddivisa in diverse tipologie, a cui corrispondono differenti soluzioni tecnologiche, in base alle diverse fonti di energia: moto ondoso, maree, correnti marine e di marea, gradiente termico oceanico e il gradiente di salinità.

Il costo medio dell'elettricità prodotta con queste fonti rinnovabili è di circa 10 €cents/kWh, prezzo abbastanza competitivo pensando soprattutto al fatto che ancora non si sono raggiunte economie di scala in grado di abbassare i costi di alcuni componenti dei sistemi. Si ipotizza quindi che in futuro queste fonti diventeranno sempre più competitive.

Restano comunque delle difficoltà non ancora risolte. Infatti il mondo ondoso è molto irregolare, sia dal punto di vista della frequenza che dell'intensità, e, in casi estremi, potrebbe portare al danneggiamento dell'impianto. Inoltre a seconda del sistema installato ci sono diverse critiche e problematiche rivolte allo sfruttamento dell'energia marina: l'impatto visivo, l'occupazione marina, la rumorosità degli impianti sulla costa, la ciclicità delle maree e l'erosione dei componenti.

### 1.2.4 Geotermico

L'energia geotermica è quella forma di energia che utilizza il calore endogeno della terra, che si propaga fino alle rocce più vicine alla superficie terrestre e che può così essere utilizzato per produrre energia elettrica o per usi diretti, quali il riscaldamento. A seconda della temperatura della fonte geotermica abbiamo due tipi di sistemi:

- Sistemi ad alta entalpia, dove il fluido ha una temperatura superiore a 150°C e consente la produzione di energia elettrica;
- Sistemi a bassa-media entalpia, con temperature fino ai 150°C, dove il fluido viene generalmente usato per il riscaldamento. Questa tipologia sarà trattata nel prossimo paragrafo.

La copertura del fabbisogno energetico italiano da parte di impianti geotermici è pari al 7,7% della produzione elettrica italiana da fonti di energia rinnovabili e al 1,8% della produzione italiana totale di energia elettrica.

La potenza elettrica complessiva installata nell'Unione Europea è stata pari a 1.160 MW, con una produzione complessiva di 9 TWh, il che mostra come l'Italia abbia contribuito a questa produzione per più del 60%.

Due sono fondamentalmente le critiche mosse a questa tecnologia: la prima riguarda l'impatto esteriore delle centrali geotermiche che può recare qualche problema paesaggistico in quanto la centrale si presenta, come un groviglio di tubature e non dista comunque da siti industriali; la seconda invece è riferita all'odore sgradevole che fuoriesce dalle centrali geotermiche insieme al vapore, problema comunque risolvibile mediante l'installazione di particolari impianti di abbattimento.

### 1.2.5 Biomasse

La biomassa utilizzabile ai fini energetici consiste in tutti quei materiali organici che possono essere utilizzati direttamente come combustibili o precedentemente trasformati in combustibili liquidi o gassosi negli impianti di conversione. Il termine biomassa riunisce materiali di natura eterogenea, dai residui forestali agli scarti dell'industria di trasformazione del legno o delle aziende zootecniche.

La brevità del periodo di ripristino fa sì che le biomasse rientrino tra le fonti energetiche rinnovabili, in quanto il tempo di sfruttamento della sostanza è paragonabile a quello di rigenerazione; poiché nel concetto di rinnovabilità di una fonte energetica è insita anche la sostenibilità ambientale, è necessario che le biomasse, con particolare riferimento a quelle di origine forestale, provengano da pratiche aventi impatto ambientale trascurabile o nullo (es. le operazioni di manutenzione boschiva).

In Italia le differenti tipologie di biomasse hanno raggiunto una potenza complessiva installata di circa 2.450 MW, con un apporto di anidride carbonica in atmosfera che può essere considerato virtualmente nullo poiché la quantità di CO<sub>2</sub> rilasciata durante la combustione è equivalente a quella assorbita dalla pianta durante il suo accrescimento. Affinché questo processo sia effettivamente considerabile neutro in termini di produzione di gas serra, deve essere mantenuta la ciclicità del processo sostituendo sempre la biomassa utilizzata.

I problemi dell'utilizzo delle biomasse sono il problema del potere calorifico moderato (circa la metà del carbone), la loro disponibilità e la resa per ettaro.

La disponibilità dipende dal fatto che le biomasse non sono disponibili in ogni momento dell'anno. Basti pensare ad esempio a tutte quelle che derivano da colture stagionali, la cui raccolta avviene in un determinato periodo dell'anno; per questo motivo impianti alimentati a biomasse richiedono grandi zone per lo stoccaggio del materiale, che è dunque disponibile solo una volta l'anno.

Il principale limite allo sfruttamento delle biomasse rimane comunque la resa per ettaro in quanto, al contrario dei combustibili tradizionali, che si trovano generalmente in giacimenti di grandi dimensioni, la produzione di biomasse avviene generalmente su aree molto vaste. Si pensi che, volendo alimentare a biomasse un impianto di generazione elettrica di 4 gruppi da 660 MW sarebbe necessario dedicare alla coltura delle biomasse una superficie maggiore dell'intera Pianura Padana.

### 1.2.6 Solare fotovoltaico

La tecnologia fotovoltaica permette di trasformare l'energia solare direttamente in energia elettrica (sfruttando il fenomeno fotoelettrico) attraverso un dispositivo, la cella fotovoltaica, costituito da un materiale semiconduttore all'interno del quale si crea un campo elettrico che orienta le cariche elettriche dando origine a un flusso di corrente. L'energia elettrica prodotta attraverso i moduli fotovoltaici (costituiti dall'assemblaggio di celle fra uno strato superiore di vetro e uno strato inferiore di materiale plastico, Tedlar, e racchiuse da una cornice di alluminio) può essere utilizzata per tutte le utenze domestiche che richiedono per il funzionamento consumo di energia elettrica (elettrodomestici, illuminazioni, computer etc.) con il vantaggio di non produrre emissioni inquinanti e, una volta coperto il costo d'installazione dell'impianto, di avere energia elettrica gratuita (la durata media di un impianto è di circa 25-30 anni).

Il materiale usato per le celle fotovoltaiche è il silicio, materiale che richiede una certa purezza. Per questa motivazione i prezzi sono tuttora elevati, sebbene in costante diminuzione, il che comporta che questa tecnologia debba essere incentivata per favorirne lo sviluppo. La ricerca sperimentale sta, inoltre, aumentando sempre più il rendimento degli impianti, anche se bisogna considerare che solo una parte dell'energia radiogena che colpisce la cella può essere convertita in energia elettrica: l'efficienza di conversione dipende infatti in gran parte dalle caratteristiche del materiale costitutivo ed è, per le applicazioni commerciali, generalmente al di sotto del 20%.

Gli impianti fotovoltaici sono generalmente suddivisi in due grandi famiglie:

- Impianti a isola o stand-alone: sono impiegati in caso di utenze a bassissimi consumi energetici e per edifici ubicati in zone poco accessibili dalla rete elettrica e quindi difficilmente collegabili;
- Impianti connessi alla rete o grid-connected: sono impianti in cui la rete fornisce l'energia sufficiente a coprire la richiesta quando non viene prodotta dal generatore fotovoltaico (periodi di scarsa o nulla insolazione) e riceve il surplus di elettricità che il sistema genera nelle ore di massima incidenza solare (sono principalmente impiegati nelle centrali fotovoltaiche e negli impianti inseriti negli edifici).

In Italia nel 2010 si è arrivata a una potenza installata cumulata pari a 7.226 MW (considerando anche gli impianti installati grazie al decreto salva Alcoa<sup>1</sup>), con una potenza installata solo nel 2010

---

<sup>1</sup> Per approfondire vedere il Solar Energy Report del 2011

pari a 6.050 MW. In Europa si sono raggiunti 29.600 MW e nel mondo 42.300 MW di potenza installata.

In Italia è previsto un sistema di incentivazione specifico per questa fonte chiamato conto energia. L'ultimo approvato dal Consiglio dei Ministri, il quarto in pochi anni, risale al 5 maggio 2011 e si applica a tutti gli impianti che entreranno in funzione dal 1 giugno 2011 al 31 dicembre 2016. Il sistema di incentivazione mira a premiare l'energia prodotta da impianti fotovoltaici, affinché la produzione di energia elettrica con questa fonte sia profittevole per gli investitori. Il conto energia prevede delle tariffe per 20 anni da dare a chi produce energia elettrica con un impianto fotovoltaico. Le tariffe variano a seconda del periodo di installazione, della grandezza dell'impianto e se è costruito o meno su un edificio. La Tabella con le varie tariffe previste dall'ultimo conto energia è allegata in appendice (Allegato A).

A parte l'impatto ambientale praticamente nullo e la semplicità di utilizzo, i vantaggi principali della tecnologia fotovoltaica riguardano innanzitutto la sua modularità, in quanto si ha un'alta flessibilità di impiego, e le ridotte esigenze di manutenzione, in quanto costituiti da materiali resistenti agli agenti atmosferici, e soprattutto l'integrazione dei moduli fotovoltaici negli edifici permette di ridurre le perdite dovute alla distribuzione di energia e di ridurre la domanda di picco nei mesi estivi. I moduli fotovoltaici stanno inoltre trovando sempre più spazio di diffusione commerciale in tutti quei casi in cui l'allaccio alla rete nazionale comporterebbe costi sproporzionati rispetto alle ridotte richieste di energia come ad esempio per l'illuminazione e la segnaletica stradale, le stazioni per la raccolta dati, i ponti radio e i ripetitori televisivi per finire poi anche con le batterie di servizio di imbarcazioni e roulotte.

### **1.2.7 Solare Termodinamico**

Il solare termodinamico permette di sfruttare il calore immagazzinato in un fluido termovettore per attivare un ciclo termodinamico e produrre così energia elettrica. Esistono diverse tecnologie sul mercato a seconda della modalità di cattura dell'energia solare: parabolic trough, specchi di Fresnel, solar dish e la solar tower. Tutte però hanno in comune quattro elementi tipici: il concentratore, dove incide la radiazione solare, il ricevitore dove scorre il fluido termovettore, il sistema di trasporto e accumulo e il ciclo termodinamico.

A fine 2010 gli impianti più diffusi sono quelli che adottano la tecnologia parabolic trough con una percentuale dell'89,7%. Però negli ultimi anni, grazie alla ripartenza del mercato americano in questo settore, dovrebbe veder crescere sempre più l'adozione della solar tower, che nell'ultimo anno ha avuto un incremento positivo pari a 3,4% arrivando al 9% di diffusione.

Questa tecnologia è molto interessante perché consente di installare dei serbatoi di accumulo del calore immagazzinato nel fluido durante le ore di insolazione. In questo modo è possibile sia evitare danni ai componenti per un improvviso calo della radiazione solare e sia attivare il ciclo termodinamico anche in assenza della radiazione solare. E' possibile con i sistemi attuali aumentare il tempo di funzionamento del ciclo di potenza di diverse ore, tipicamente dalle sei alle otto ore. Negli impianti che non prevedono un accumulo è necessario installare una caldaia di backup per evitare stress termici ai componenti.

Dal punto di vista del costo di produzione dell'energia elettrica le tecnologie più interessanti sono anche le più diffuse: la parabolic trough e la solar tower. La prima ha un costo di 13-14 €cents/kWh, mentre la seconda è vicina ai 15 €cents/kWh. Si prevede che in futuro le tecnologie più convenienti saranno la solar dish e la solar tower, con un costo che si aggirerà intorno ai 5-6 €cents/kWh.

La potenza installata nel mondo durante il 2010 è pari a 330 MW, con un incremento del 50% rispetto al 2009. La potenza cumulata è di poco inferiore ai 1000 MW. Si prevede che nel 2020 si arriverà a una potenza installata pari a circa 18 GW.

L'Italia ha un potenziale di mercato abbastanza ridotto a causa della morfologia del territorio e per la bassa radiazione solare (ad esclusione di alcune regioni del sud: Sicilia, Sardegna e parte della Puglia). L'unico impianto attivo è in Sicilia e ha una potenza di 5 MW. Gli altri impianti presenti sono dei prototipi di piccola taglia.

### 1.3 Usi termici delle fonti rinnovabili

Da sempre nel dibattito sul ricorso alle fonti rinnovabili per la produzione di energia, si è data più importanza all'elettricità e ai trasporti trascurando la produzione di energia termica. Nonostante l'uso termico di energia primaria sia maggioritario, spesso si è ignorato questo sviluppo delle fonti rinnovabili. Come vediamo nei grafici di Figura 7, sia nel mondo che nei Paesi appartenenti all'OECD il calore domina tutti gli altri utilizzi energetici.

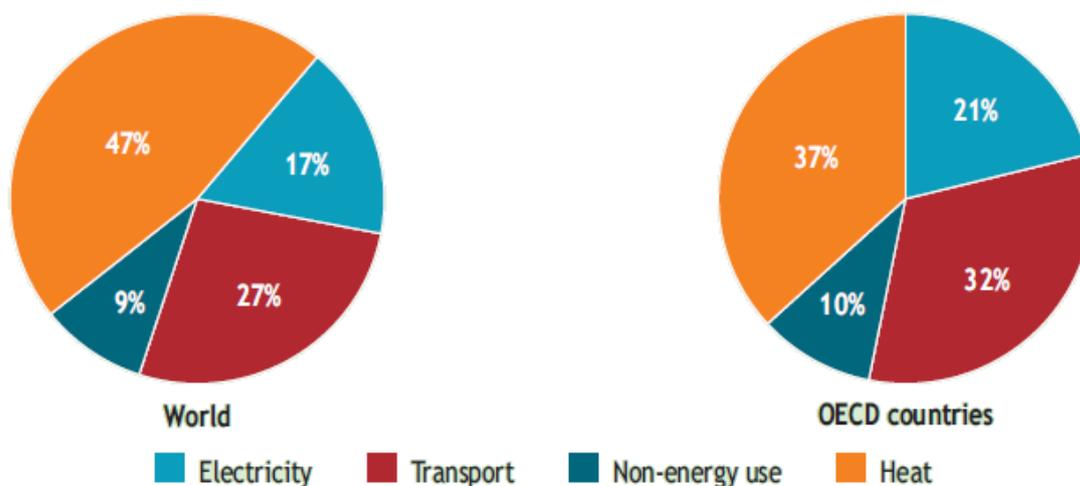


Figura 7: Utilizzi finali di energia nel mondo e nei Paesi appartenenti all'OECD - IEA, Cogeneration and Renewables 2011

Nel grafico di Figura 8 è possibile vedere come nei Paesi appartenenti all'OECD il gas sia la fonte più utilizzata con una quota che supera il 50%. Nel mondo invece c'è un maggior equilibrio tra i combustibili fossili tradizionali e la combustione dei rifiuti. Vediamo come il peso delle fonti rinnovabili per la produzione di calore sia ancora molto basso, raggiungendo nei Paesi dell'OECD lo 0,6%.

È importante notare come però il “*commercial heat*”, cioè il calore proveniente dalle centrali di teleriscaldamento, abbia raggiunto una quota interessante, arrivando fino al 4,4% nei Paesi dell'OECD e nel mondo al 6,5%. Il calore di queste centrali può essere prodotto partendo da diverse fonti, tra cui le rinnovabili come il solare, il geotermico e le biomasse.

Nel grafico di Figura 9 è possibile osservare per alcuni Paesi dell'OECD l'andamento dal 1995 al 2007 della quota di fonti rinnovabili che hanno alimentato le centrali di teleriscaldamento.

Durante il periodo considerato Austria, Danimarca, Finlandia e Svezia hanno avuto l'incremento più alto, tra il 15% e il 24%, della porzione di fonti rinnovabili per la produzione di calore commerciale.

La Danimarca nel 2007 è stato l'unico Paese ad utilizzare il solare termico a bassa temperatura nelle centrali di teleriscaldamento. L'Islanda è nota per lo sfruttamento delle fonti geotermiche che coprono più del 90% del calore distribuito dalle centrali di teleriscaldamento.

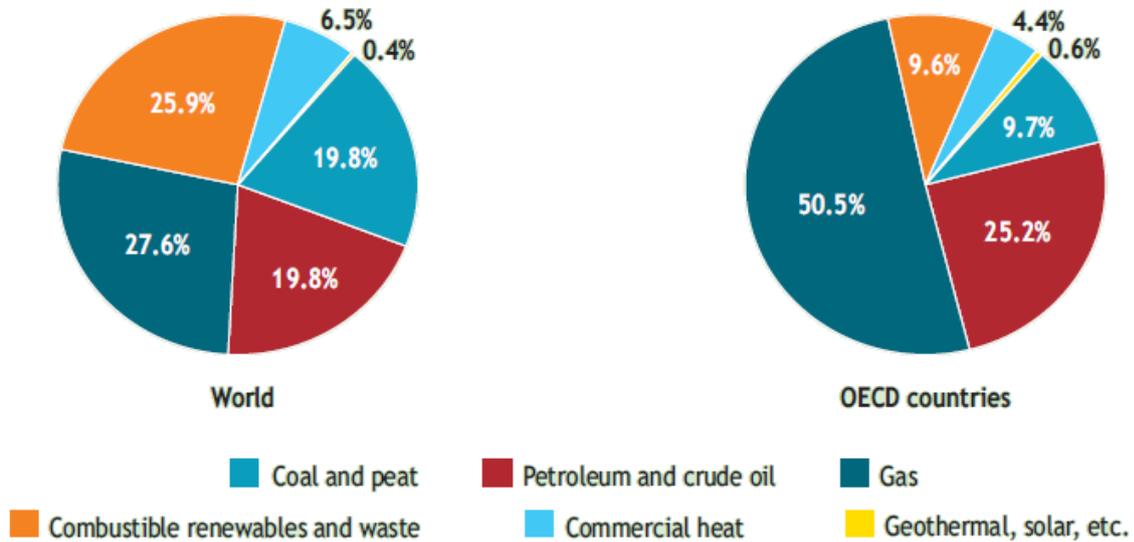


Figura 8: mix energetico per la produzione di calore nel mondo e nei Paesi dell'OECD - IEA, Cogeneration and Renewables 2011

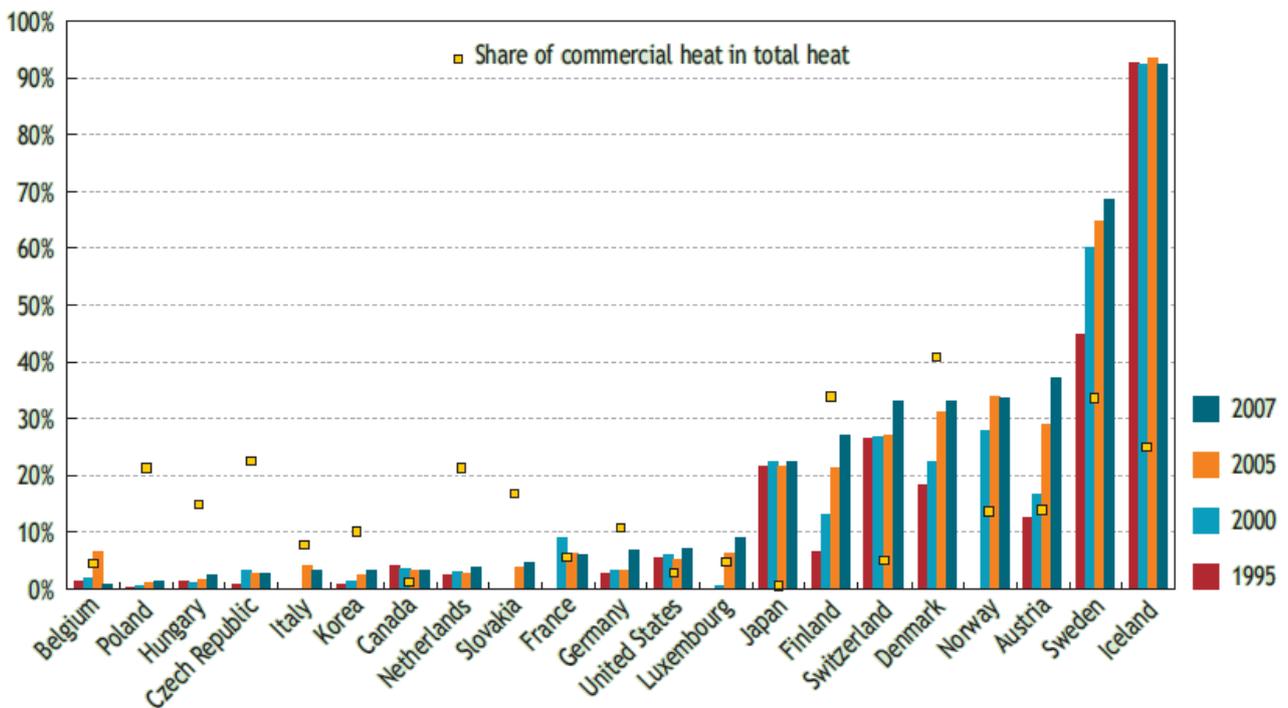


Figura 9: Andamento dal 1995 al 2007 della quota di fonti rinnovabili per la produzione di calore nelle centrali di teleriscaldamento - IEA , Cogeneration and Renewables 2011

Dal punto di vista delle fonti rinnovabili è interessante studiare a quale temperatura è richiesto il calore. Infatti l'energia termica generata dalle fonti rinnovabili è solitamente a basse-medie temperature rendendole utilizzabili solo per alcuni usi. Nel grafico di Figura 10 è analizzata la richiesta di calore industriale in 32 Paesi europei.

Le fonti rinnovabili possono soddisfare la richiesta di calore a bassa e media temperatura, integrando e/o sostituendo i combustibili tradizionali. Si vede immediatamente che i settori con il maggior potenziale sono: l'industria alimentare, l'industria del tabacco e l'industria tessile e l'industria della carta. Il calore ad alta temperatura è minoritario, raggiungendo il 43% della domanda totale. È comunque possibile utilizzare il calore prodotto da fonti rinnovabili per preriscaldare il fluido che deve arrivare ad alte ed altissime temperature, diminuendo così notevolmente la spesa energetica, sia in termini di inquinamento che in termini monetari.

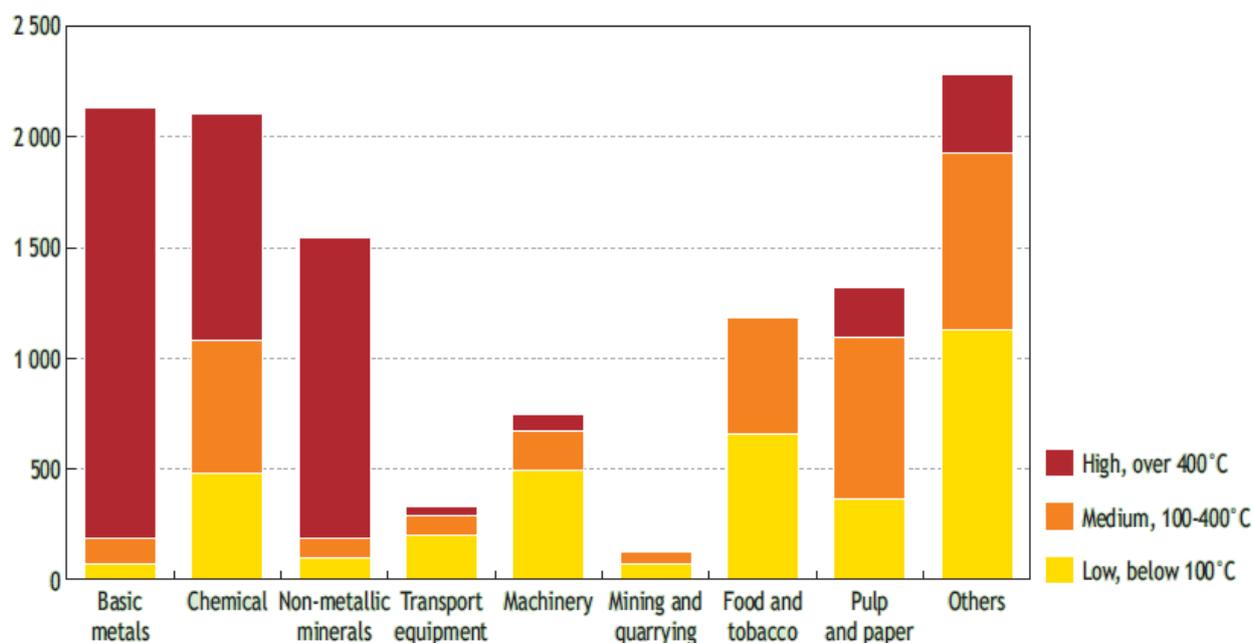


Figura 10: analisi della domanda di calore industriale in 32 Paesi europei - IEA, Cogeneration and Renewables 2011

Per quanto riguarda il settore terziario e residenziale, solitamente il calore viene richiesto a temperature basse in quanto viene usato per riscaldare gli ambienti e l'acqua sanitaria. In questo campo le fonti rinnovabili potrebbero sostituire quasi totalmente le fonti tradizionali, ove ce ne fosse la disponibilità.

Ma come mai i governi hanno sempre privilegiato la produzione di energia elettrica e il settore dei trasporti? Per rispondere a questa domanda è utile studiare le differenze dei sistemi di incentivazione adottati dai governi. Sicuramente il supporto dato dai Paesi alla produzione di calore da fonti rinnovabili è inferiore a quello dato per la produzione di energia elettrica o per i

biocarburanti. Alcuni studi<sup>2</sup> hanno evidenziato come questa differenza possa esser dovuta alle differenti necessità di distribuzione del calore rispetto all'elettricità. Il mercato della produzione di calore è molto più frammentato, come la domanda, che è anche difficile da individuare. Il calore molto spesso è generato da tutti i proprietari di un immobile. È un mercato, quindi, molto meno controllabile e difficile da incentivare.

Gli incentivi previsti per la generazione di energia termica da fonti rinnovabili prevedono maggiormente o dei finanziamenti a fondo perduto o delle detrazioni fiscali per l'acquisto di sistemi rinnovabili. Molto spesso gli incentivi, però, vengono elargiti senza controllare se i nuovi impianti vengano poi effettivamente installati.

Alcuni Paesi hanno introdotto l'obbligo di installazione negli edifici di sistemi per la produzione di calore da fonte rinnovabile. Il governo spagnolo è stato il primo a introdurre l'obbligo di installazione del solare termico, seguito da quello portoghese, italiano, brasiliano e indiano. Il problema che è sorto è che non vengono incentivate, e quindi escluse dal mercato, le altre fonti rinnovabili, come la geotermia o le biomasse.

Sembra, però, che il tempo stia facendo ricredere i governi. Infatti nel marzo 2011 il governo britannico ha annunciato un piano di incentivi per la generazione di calore da fonti rinnovabili, chiamato *Renewable Heat Incentive* (RHI). Il piano prevede una tariffa di 0,099 €/kWh<sub>th</sub> per gli impianti con una taglia inferiori ai 200 kW<sub>th</sub>. Per ora finanzia solo il settore commerciale, ma il segmento residenziale beneficerà degli incentivi a partire dal 2012.

In Italia la produzione di calore da fonti rinnovabili, come vediamo in Figura 11, viene stimata nel 2009 in circa 45.000 TJ da impianti industriali (legna e assimilati, compreso calore da cogenerazione) e in circa 81.000 TJ dal settore civile (legna da ardere e teleriscaldamento a biomasse). Quest'ultimo dato può essere considerato approssimato per difetto in quanto tiene conto esclusivamente della biomassa legnosa commercializzata e rilevata dalle statistiche nazionali quando gran parte dei consumi di biomassa legnosa nel settore residenziale sfugge alle rilevazioni ufficiali.

Più limitato è l'apporto proveniente dagli utilizzi diretti dell'energia geotermica (quasi 9.000 TJ) mentre il dato del contributo del solare termico, 2.300 TJ, ha mostrato un interessante profilo di crescita negli ultimi anni.

---

<sup>2</sup> Connor et al., 2009

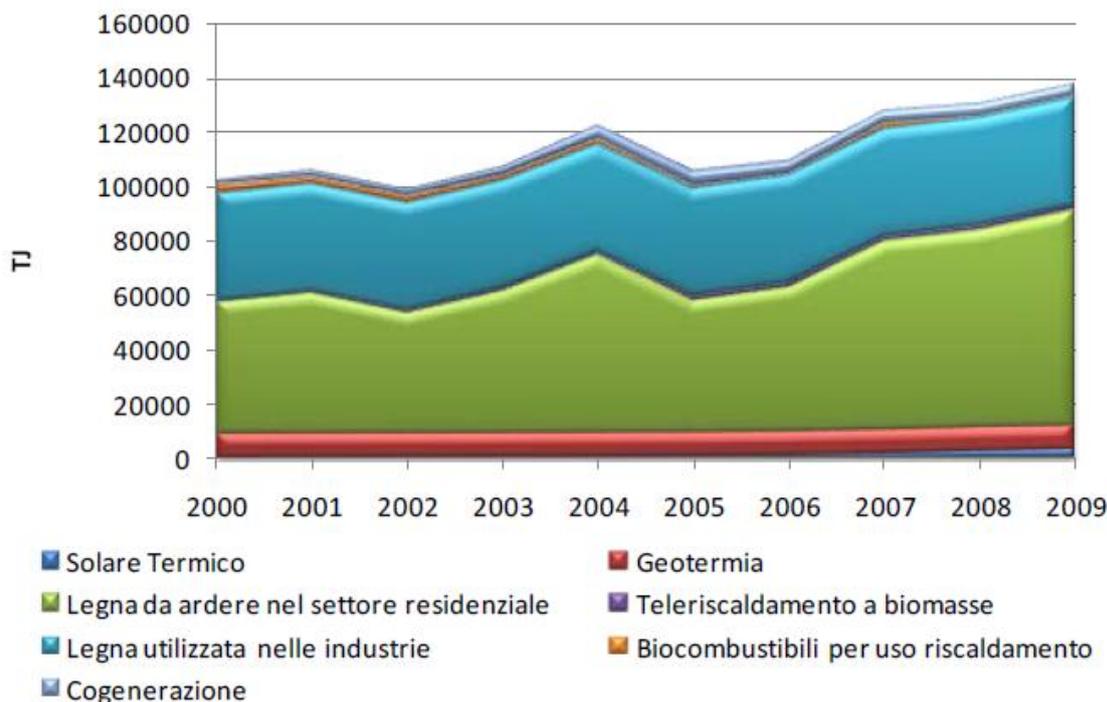


Figura 11: produzione di calore da fonti rinnovabili in Italia dal 2000 al 2009 - ENEA, Rapporto Energia e Ambiente 2009

Nei paragrafi seguenti verranno analizzate la geotermia e le biomasse come fonti rinnovabili per la produzione di calore. Il solare termico verrà ampiamente trattato nei prossimi capitoli.

### 1.3.1 La geotermia per la produzione di calore

Abbiamo già analizzato in precedenza l'energia geotermica e i sistemi ad alta entalpia. Vedremo ora i sistemi a bassa e media entalpia, cioè con una temperatura della fonte geotermica inferiore ai 150 °C. Più precisamente i sistemi a bassa entalpia prevedono che la temperatura sia di massimo 100 °C, quelli medi sono con una temperatura compresa tra 100 e 150 °C. Entrambi questi sistemi sono usati solitamente per il riscaldamento.

Se la temperatura della fonte è superiore agli 80 °C è possibile utilizzare il calore direttamente, senza l'ausilio di una pompa di calore: il flusso proveniente dal sottosuolo entra in uno scambiatore di calore all'interno del quale avviene la cessione termica all'acqua circolante nei corpi scaldanti delle abitazioni.

Nel caso di temperature inferiori, l'impianto deve prevedere anche l'installazione di una pompa di calore. La fonte geotermica risulta conveniente a partire dai 12 °C.

La maggior parte delle fonti geotermiche presenti in Italia sono utilizzate per la produzione di energia elettrica. I sistemi di utilizzazione non elettrica sono situate in poche regioni italiane, come Emilia Romagna e Toscana. La potenza totale installata è pari a 606 MW<sub>th</sub> e l'energia utilizzata è

pari a 7554 TJ/anno, valore particolarmente basso per l'elevata potenzialità geotermica del nostro territorio. L'utilizzo maggiore è per il riscaldamento di edifici residenziali e commerciali.

Le maggiori barriere alla sua adozione sono gli alti costi, la complessa pianificazione e le procedure autorizzative.

### **1.3.2 Le biomasse per la produzione di calore**

Le biomasse agroforestali possono essere utilizzare come combustibile rinnovabile e pulito (il bilancio delle emissioni di CO<sub>2</sub> è nullo come abbiamo visto in precedenza) per la produzione di energia termica. Possono essere utilizzate sia in impianti di grande taglia, le centrali di teleriscaldamento, che in impianti domestici, come le stufe e/o le caldaie.

In Italia la potenza termica totale installata è pari a 7.558 MW<sub>th</sub>, che la vede in Europa dietro a Germania, Francia, Svezia e Finlandia. L'Italia però è il primo mercato in Europa delle stufe a pellet, con 1.000.000 di unità vendute finora. Il secondo Paese per importanza, la Svizzera, segue a 140.000 unità vendute.

La potenza complessiva degli impianti di teleriscaldamento che bruciano biomassa agroforestale ha superato i 400 MW<sub>th</sub>. Possiamo individuare tre distretti principali, presenti tutti nel nord Italia per la presenza di materie prime, e sono: il distretto lombardo-valtellinese, il distretto altoatesino-trentino e il distretto piemontese-valdostano. Le centrali sono solitamente di medie dimensioni, cioè con una potenza compresa tra 1 e 10 MW<sub>th</sub>.

## 2. LA METODOLOGIA DI LAVORO

In questo capitolo verrà presentata la metodologia di lavoro che è stata seguita per svolgere l'analisi contenuta in questa tesi.

L'analisi della letteratura si è basata, in gran parte, sui documenti e i report delle associazioni di settore, come Assolterm, Assotermica ed ESTIF. Inoltre sono stati consultati i rapporti di Legambiente e di altri organi governativi e filogovernativi, sia italiani che comunitari. Nei riferimenti bibliografici sono elencati tutti i documenti esaminati per svolgere il lavoro di tesi.

Questo primo lavoro di analisi è stato eseguito con lo scopo di avere un'idea generale del settore e delle sue dinamiche. Successivamente sono state analizzate le imprese che operano nel solare termico in Italia. Per trovarle si è fatto riferimento alle associazioni di settore e ai loro iscritti. In questo modo si è ottenuta una lista di tutte le imprese.

In seguito è stato scelto un campione di imprese che potesse rappresentare al meglio il settore. I fattori scelti sono stati: la dimensione dell'impresa, il numero di anni di presenza nel settore, il ruolo nella filiera e la vocazione innovativa. Per la dimensione si è fatto riferimento al fatturato e al numero di dipendenti, dati trovati nel database AIDA, come anche il ruolo nella filiera. Per il numero di anni di presenza dell'impresa nel solare termico si è cercato nel web i primi impianti solari termici prodotti, distribuiti e/o installati dall'impresa stessa. Per l'ultimo fattore, la vocazione innovativa, si è visto se l'impresa avesse partecipato in passato a concorsi che premiano appunto l'innovazione, come ad esempio il premio "*Innovazione*" di Legambiente.

Grazie alle idee raccolte durante la fase di analisi, si è proceduto alla compilazione dei questionari da sottoporre alle imprese. Si è preparato un questionario differente a seconda del ruolo svolto dall'impresa all'interno della filiera. I questionari non sono mai stati definitivi e sono stati cambiati durante il lavoro di analisi per migliorarla con il sopraggiungere di nuovi spunti e dubbi.

Successivamente sono state chiamate le imprese scelte per fissare l'appuntamento per sottoporre il questionario. In tutti i casi si è trattato di interviste telefoniche.

Nella Tabella 3 sono elencate le imprese contattate che sono state disponibili a rispondere alle domande previste nell'intervista.

Impresa	Ruolo filiera	Ruolo contatto
AristonThermo	Produzione e vendita	Product manager
Baxi	Vendita e distribuzione	Product manager
CPL	Installazione	Ufficio stampa
Kloben	Produzione e distribuzione	Product manager
Paradigma	Distribuzione	Product manager
Riello	Produzione e vendita	Product manager
Sonnenkraft	Distribuzione	Direttore generale
Vaillant	Distribuzione	Marketing specialist
Velux	Distribuzione	Product manager

**Tabella 3: Elenco delle imprese intervistate. I dati si riferiscono alle filiali italiane.**

Dopo una prima analisi dei dati raccolti, si è proceduto a richiamare tutte le imprese per ricevere un feedback su quanto affermato nella prima intervista e per porre ulteriori quesiti, sorti in fasi successive alla prima compilazione dei questionari.

Alla fine di questa fase si sono analizzati tutti i dati raccolti ed elaborato l'indagine che segue in questa tesi.

### 3. LE TECNOLOGIE

Come per le altre fonti rinnovabili, anche il solare termico è fortemente dipendente dalle tecnologie disponibili e dai loro rendimenti. In questo settore, però, si registra, più che negli altri comparti, una certa maturità tecnologica. Infatti dalle interviste condotte risulta che le innovazioni introdotte riguardano la scelta di componenti e materiali più efficienti e il miglioramento dell'assemblaggio dei componenti stessi. Non si sono registrate novità né riguardo la tipologia dei collettori né riguardo nuovi salti tecnologici. Le aziende si impegnano maggiormente nel migliorare l'esistente che nell'indagare nuove tecnologie.

In questo capitolo verranno analizzate le tipologie di collettori disponibili sul mercato e le differenti tipologie di impianto. In generale, le tecnologie termo-solari possono essere considerate mature per un'adozione diffusa e conveniente in quanto offrono buone prestazioni, prezzi abbastanza convenienti e grande risparmio energetico. Esistono inoltre configurazioni e soluzioni per tutte le regioni climatiche e per tutte le esigenze termico-logistiche residenziali, commerciali e produttivo-industriali.

Solitamente gli impianti non sono autonomi (non sempre la radiazione solare presente è sufficiente per le esigenze termiche) ma possono essere integrate nel sistema termico preesistente oppure integrate in un sistema termico ad hoc che consente anche la climatizzazione estiva, come nel caso del solar cooling, che verrà affrontato largamente più avanti.

Il solare termico è una tecnologia che permette la conversione diretta dell'energia solare in energia termica, sfruttando i principi della termodinamica. Un sistema solare termico normalmente è composto da un collettore che riceve l'energia solare, da uno scambiatore dove circola il fluido termovettore e da un serbatoio, in cui viene immagazzinata l'energia accumulata. Il fluido termovettore dopo aver assorbito l'energia solare nel pannello la cede all'acqua attraverso lo scambiatore di calore. Il sistema può avere due tipi di circolazione, naturale o forzata.

I principali componenti di un impianto solare termico sono: pannello solare (collettore), serbatoio di accumulo (boiler), sistema di controllo (centralina elettronica) e sistemi di circolazione (tubazioni).

Esistono attualmente in commercio tre principali tipologie di collettori: scoperti, piani vetrati e sottovuoto. Gli usi tipici di questa tecnologia sono: la produzione di acqua calda sanitaria, il condizionamento degli ambienti e l'integrazione in alcuni processi industriali.

L'impianto solare termico non è mai venduto in dimensioni standard, ma va progettato su misura a seconda delle esigenze dell'utente, operazione che ovviamente sarà a cura dell'installatore o del progettista.

Le variabili principali di cui si tiene conto nel dimensionare un impianto domestico sono il fabbisogno di acqua calda sanitaria nei diversi mesi dell'anno (ed eventualmente di riscaldamento) e la quantità di radiazione solare disponibile in quella zona, strettamente correlata con la latitudine.

Un impianto solare termico non viene mai progettato per coprire il fabbisogno totale di ACS durante tutto l'anno per un discorso di convenienza economica: l'aumento della spesa per questo impianto sarebbe elevato con una produzione di acqua calda in estate in eccesso. L'impianto si progetta dunque cercando di coprire il 100% del fabbisogno nei soli mesi estivi e il 60-70% sui consumi medi annuali.

Il fabbisogno di acqua calda sanitaria ovviamente dipende da molti aspetti. Alcune variabili sono: il numero di persone, la frequenza dell'uso di elettrodomestici e del bagno, ect. A livello indicativo si può stimare un fabbisogno di acqua calda di circa 40-60 litri al giorno per persona.

Per soddisfare questa quantità serve circa 1 metro quadrato di collettori piani vetrati nel centro Italia, che diventano circa 0,8 a sud e 1,2 al nord. Se si scelgono collettori a tubi sottovuoto, più efficienti, la superficie di collettori necessaria si riduce di circa un terzo, ma dall'altro lato aumentano i costi.

Per quel che riguarda il bollitore, nel caso di sistemi a circolazione naturale monoblocco, in cui serbatoio d'accumulo e collettore costituiscono un tutt'uno, il volume dell'accumulo di acqua calda è già ottimizzato rispetto alla superficie corrispondente di pannelli. Anche molti impianti a circolazione forzata vengono venduti in kit. Diversamente si valuta che serva un accumulo d'acqua di 50-75 litri a persona.

Se ci riferiamo a impianti destinati a soddisfare oltre al fabbisogno di ACS anche quello di riscaldamento per gli ambienti, i calcoli si modificano. In questo caso l'impianto viene dimensionato in modo da soddisfare il 30-40% del fabbisogno di calore necessario per gli ambienti. Serve allora una superficie di collettori quasi doppia rispetto ad un impianto per la sola produzione di acqua calda.

Un modo semplice per farsi un'idea del dimensionamento è considerare che la stessa quantità di collettori necessaria al fabbisogno di ACS di una persona, 40-60 litri, può scaldare 10 metri quadrati di abitazione con sistemi a bassa temperatura come i pannelli radianti. Per questi impianti anche il

bollitore va dimensionato di conseguenza: indicativamente 50-70 litri in più per ogni metro quadro di collettori piani vetrati o per ogni 0,75 metri quadrati di collettori a tubi sottovuoto.

Un impianto solare termico ha una vita media di 20-25 anni. Per legge i collettori e il serbatoio devono essere garantiti almeno per 5 anni, mentre le altre componenti almeno per 2 (spesso gli installatori offrono garanzie più lunghe).

I costi di manutenzione vengono stimati, a seconda della tipologia dell'impianto, dallo 0,1 al 2,5% dell'investimento: più delicati sono i sistemi a circolazione forzata, in cui si possono riscontrare dopo 10-15 anni guasti alla pompa elettrica (costo attorno ai 50 €). Questa tipologia di impianto ha bisogno di controlli da parte di un tecnico ogni 4-5 anni. I sistemi a circolazione naturale richiedono una manutenzione specializzata meno frequente.

### 3.1 Le tipologie di impianto

Una prima suddivisione degli impianti solari termici è in base al tipo di circolazione del fluido termovettore: infatti può essere a circolazione naturale o a circolazione forzata.

#### 3.1.1 Impianti a circolazione naturale

Negli impianti a circolazione naturale la circolazione tra collettore e serbatoio di accumulo viene determinata dal principio di gravità, senza energia addizionale (il serbatoio di accumulo è infatti posto al di sopra del collettore). Il fluido termovettore si riscalda all'interno del collettore. Il fluido caldo all'interno del collettore è più leggero del fluido freddo all'interno del serbatoio, tanto che a causa di questa differenza di densità si instaura una circolazione naturale. Il fluido riscaldato cede il suo calore all'acqua contenuta nel serbatoio e ricade nel punto più basso del circuito del collettore.

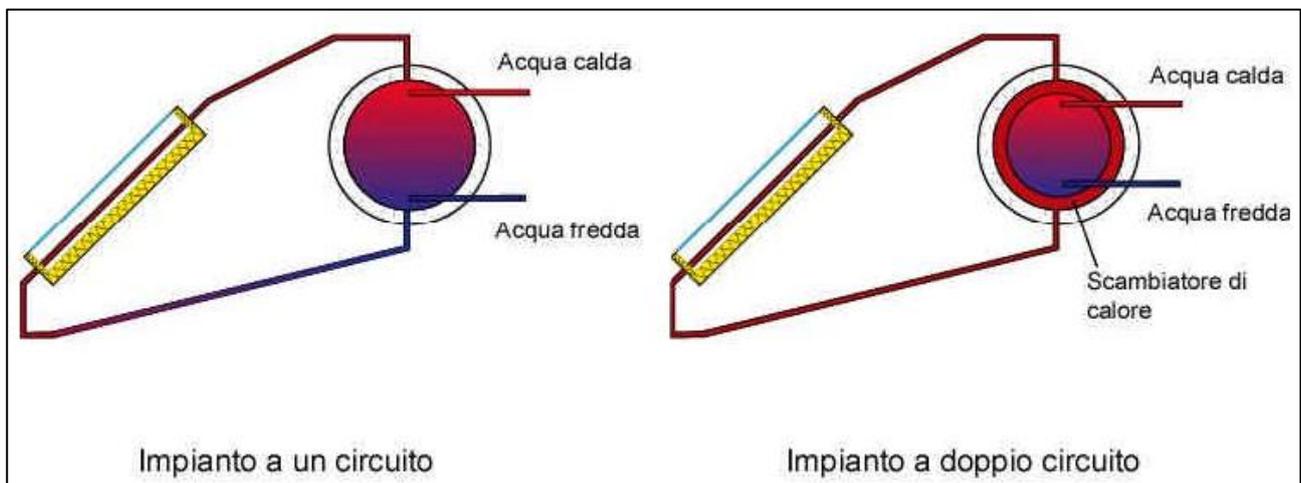


Figura 12: Impianti a circolazione naturale a singola o doppia circolazione – [www.qualenergia.it](http://www.qualenergia.it)

Negli impianti a un solo circuito l'acqua sanitaria viene fatta circolare direttamente all'interno del collettore. Negli impianti a doppio circuito il fluido termovettore circola nelle serpentine del collettore e cede calore all'acqua sanitaria mediante lo scambiatore di calore.

Gli impianti a circolazione naturale vengono offerti come un'unità premontata fissata su una struttura di supporto oppure vengono integrati nel tetto. Il riscaldamento ausiliario può essere ottenuto con una resistenza elettrica inserita nel serbatoio oppure con una caldaia istantanea a valle del serbatoio.

I sistemi a circolazione naturale sono molto semplici, economici (non ci sono né le pompe né le centraline con grande risparmio anche di spazio), richiedono scarsa manutenzione e possono essere realizzati impiegando qualunque tipo di pannello solare. Tutti i sistemi a circolazione naturale si

basano sul principio che il fluido del circuito primario, riscaldato dal sole, si dilata, diventa più leggero e tende a salire verso l'alto, provocando un movimento naturale del fluido medesimo.

I problemi riguardano la dimensione dell'impianto (circolazione naturale adatta solo per le piccole utenze), l'assenza di stratificazione del calore, la valvola di scarico termico e il forte impatto estetico (serbatoio a vista). In alcuni comuni il regolamento edilizio in vigore vieta l'installazione di questa tipologia di impianti per motivi paesaggistici.

Nei sistemi a circolazione naturale, se non si è impiegato un pannello con serbatoio integrato, il serbatoio di accumulo dell'acqua deve essere sempre posizionato più in alto del pannello ed a breve distanza dal medesimo, con una leggera pendenza delle tubazioni di collegamento per facilitare il trascinarsi e l'espulsione dell'aria. Comunque esistono in commercio anche sistemi a circolazione naturale con il serbatoio posizionato dietro il pannello.

### **3.1.2 Impianti a circolazione forzata**

Un impianto a circolazione forzata è formato da un collettore solare a sé stante, connesso attraverso un circuito ad un serbatoio localizzato nell'edificio sede dell'utenza. All'interno del circuito solare si trova acqua o un fluido termovettore antigelo. La pompa di circolazione del circuito solare è attivata da un regolatore differenziale di temperatura che si attiva quando la temperatura all'interno del collettore è superiore alla temperatura di riferimento impostata nel serbatoio di accumulo. Il calore viene quindi trasportato al serbatoio di accumulo e ceduto all'acqua sanitaria mediante uno scambiatore di calore. Mentre in estate l'impianto solare copre tutto il fabbisogno di energia per il riscaldamento dell'acqua sanitaria, in inverno e nei giorni con scarsa insolazione serve per il preriscaldamento dell'acqua. La parte del serbatoio che contiene l'acqua calda a pronta disposizione, cioè quella da tenere sempre in temperatura, può essere riscaldata da uno scambiatore di calore legato a una caldaia. Il riscaldamento ausiliario viene comandato da un termostato quando nel serbatoio la temperatura dell'acqua nella parte a pronta disposizione scende al di sotto della temperatura nominale desiderata.

L'installazione dei sistemi a circolazione forzata è necessaria in tutte le situazioni in cui il serbatoio di accumulo dell'acqua non può essere posizionato ad un livello più alto dei pannelli solari. I sistemi a circolazione forzata sono più complessi (alte temperature nei collettori), più costosi e sono soggetti ad una più accurata manutenzione che deve essere eseguita da personale specializzato; tuttavia garantiscono la massima efficienza e flessibilità nonché un'integrazione architettonica dei collettori.

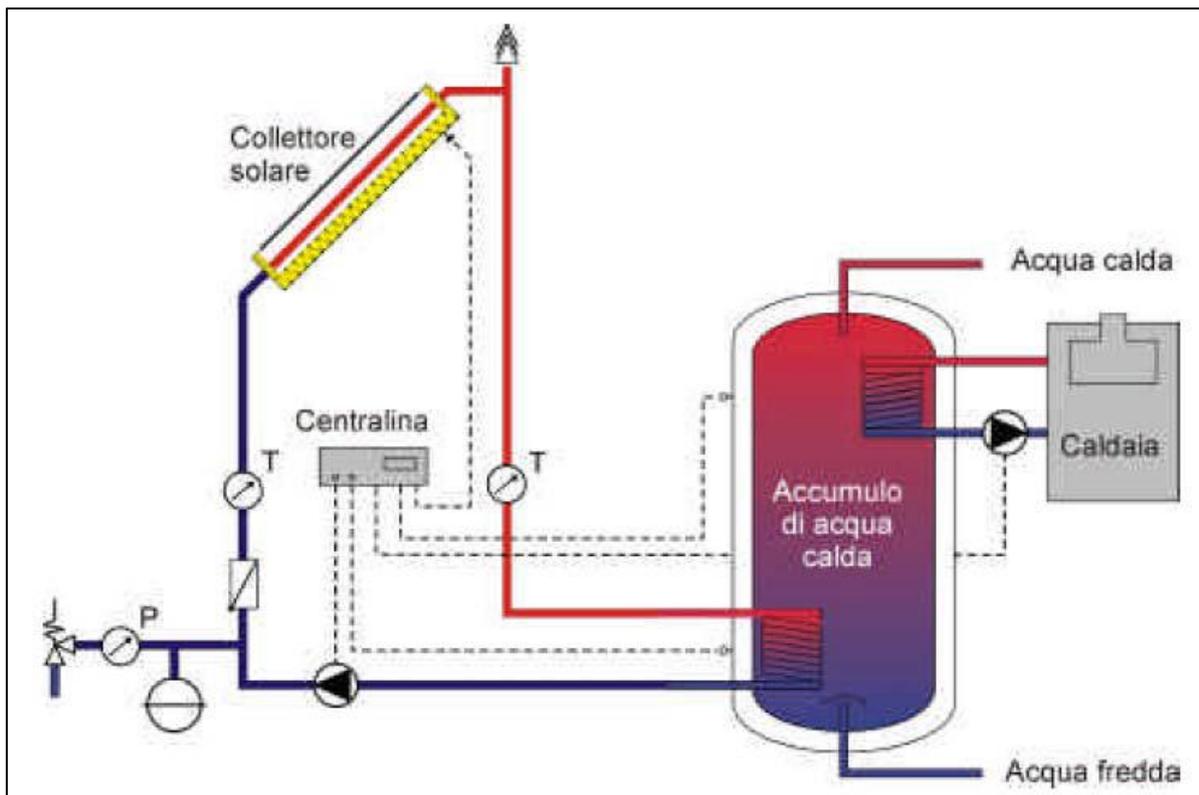


Figura 13: Impianto a circolazione forzata – [www.qualenergia.it](http://www.qualenergia.it)

La Figura 13 illustra il funzionamento di un impianto a circolazione forzata. In questo impianto una pompa è comandata da una centralina elettronica che confronta il valore della temperatura in due punti del circuito e fornisce il consenso al passaggio del liquido nel circuito idraulico primario. Il sistema è integrato da una caldaia a gas (ovvero da una resistenza elettrica) dotata di termostato inserito nel serbatoio, in modo che l'acqua calda sia sempre disponibile.

Nel caso di integrazione con il sistema di riscaldamento dell'abitazione (Figura 14) è necessario installare un impianto a circolazione forzata e utilizzare dei collettori molto efficienti, come quelli sottovuoto, per poter garantire la temperatura necessaria al fluido termovettore durante tutta la stagione fredda. I pannelli, poiché devono lavorare molto durante le stagioni nelle quali il sole è più basso all'orizzonte, vengono montati con inclinazioni leggermente più accentuate rispetto ai sistemi utilizzati per la sola produzione di acqua calda. I bollitori (boiler) usati in questa tipologia di impianto sono di norma del tipo "tank-in-tank", formati cioè da due serbatoi, uno dentro l'altro. Uno, più piccolo, a forma di imbuto e posto nella parte superiore, contiene l'acqua calda sanitaria, mentre l'acqua per il riscaldamento si raccoglie nel serbatoio più grande. Questo serbatoio funziona come buffer per caldaia, in modo che questa non debba continuare ad accendersi e spegnersi per mantenere l'acqua in temperatura.

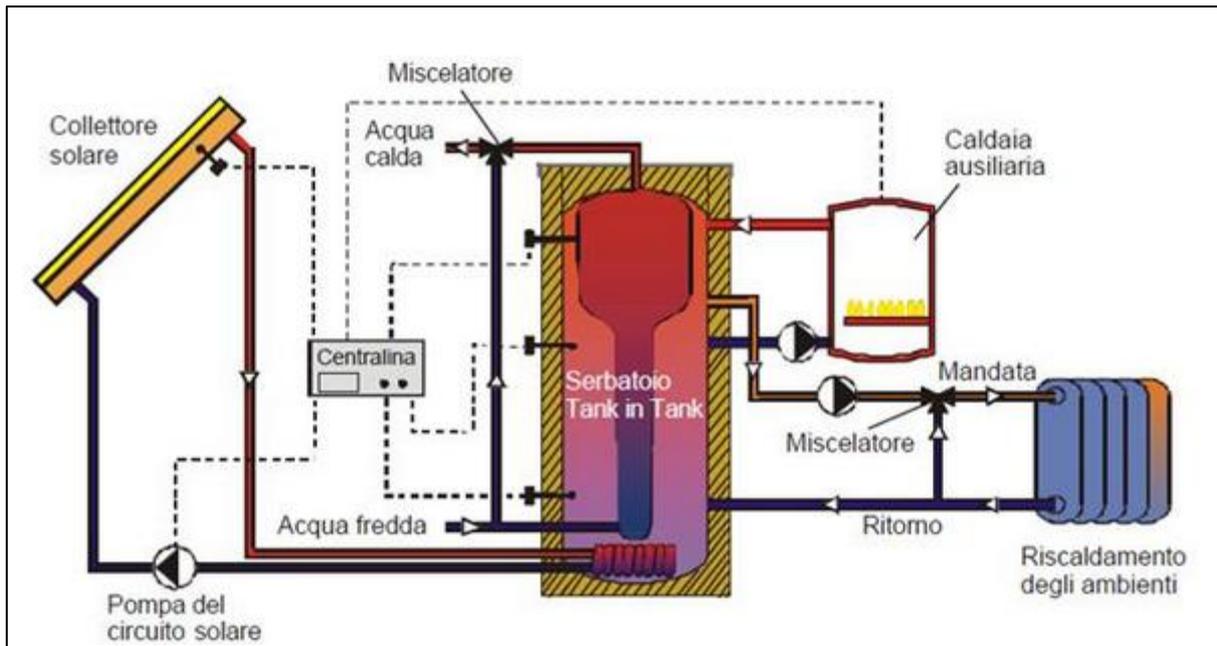


Figura 14: Schema impianto solare termico per la produzione di ACS e riscaldamento - [www.qualenergia.it](http://www.qualenergia.it)

## 3.2 Le tipologie di collettori

Il collettore solare ha il compito di trasformare la radiazione solare in calore e si distingue così da un pannello fotovoltaico, che trasforma parte dell'energia solare in corrente elettrica. Il principio di funzionamento consiste nell'assorbimento da parte di uno strato scuro della luce solare e nel trasferimento del suo calore a un fluido che passa nel tubo a contatto con questo corpo (per permettere il miglior trasferimento di calore possibile). Per ridurre le dispersioni termiche e per migliorare il rendimento del collettore, l'assorbitore può essere provvisto di una copertura trasparente frontale, mentre lateralmente e sul retro viene coibentato. I collettori solari vengono quindi connessi in serie e parallelo tra di loro in funzione della quantità e temperatura che si vuole ottenere del fluido.

Fondamentalmente sul mercato si trovano tre tipi di collettori:

- Collettori scoperti in materiale plastico;
- Collettori piani vetrati;
- Collettori sottovuoto.

Si approfondiranno ciascuna di queste tecnologie sia dal punto di vista impiantistico che dal punto di vista dei rendimenti in modo da esplicitare quali sono i vantaggi e gli svantaggi nonché i principali utilizzi.

### 3.2.1 Collettori scoperti in materiale plastico

I collettori scoperti sono sprovvisti di vetro ed il liquido da riscaldare passa direttamente all'interno dei tubi dell'assorbitore (Figura 15). Sono caratterizzati dai costi più bassi e sono adatti all'impiego estivo, in quanto l'assenza di copertura vetrata comporta perdite per convezione troppo elevate per un uso con basse temperature esterne.

L'acqua da riscaldare attraversa direttamente il pannello, evitando i costi e le complicazioni impiantistiche dello scambiatore. Rappresentano pertanto la soluzione ideale per gli stabilimenti balneari, i campeggi, le piscine scoperte e le residenze di villeggiatura estiva.

Il limite di questi pannelli è che funzionano con una temperatura ambiente di almeno 20° C, e che la temperatura massima dell'acqua non supera i 40°C. Proprio per questo motivo il loro impiego è ideale per le utenze stagionali.



Figura 15: Veduta dall'alto e sezione di un collettore scoperto

### 3.2.2 I collettori a piano vetrato

I collettori a piano vetrato sono la tecnologia più diffusa e più adattabile e, rispetto a quelli in plastica, offrono una resa buona media durante tutto l'anno. Sono in grado di garantire una copertura del 60-65% del fabbisogno annuale di energia per la produzione di acqua calda sanitaria.

Da un punto di vista costruttivo sono disponibili varie soluzioni che si distinguono per la selettività della piastra assorbente, per i materiali (rame, acciaio inox e alluminio anodizzato) e per la diffusione di utilizzo in impianti a circolazione forzata o naturale.

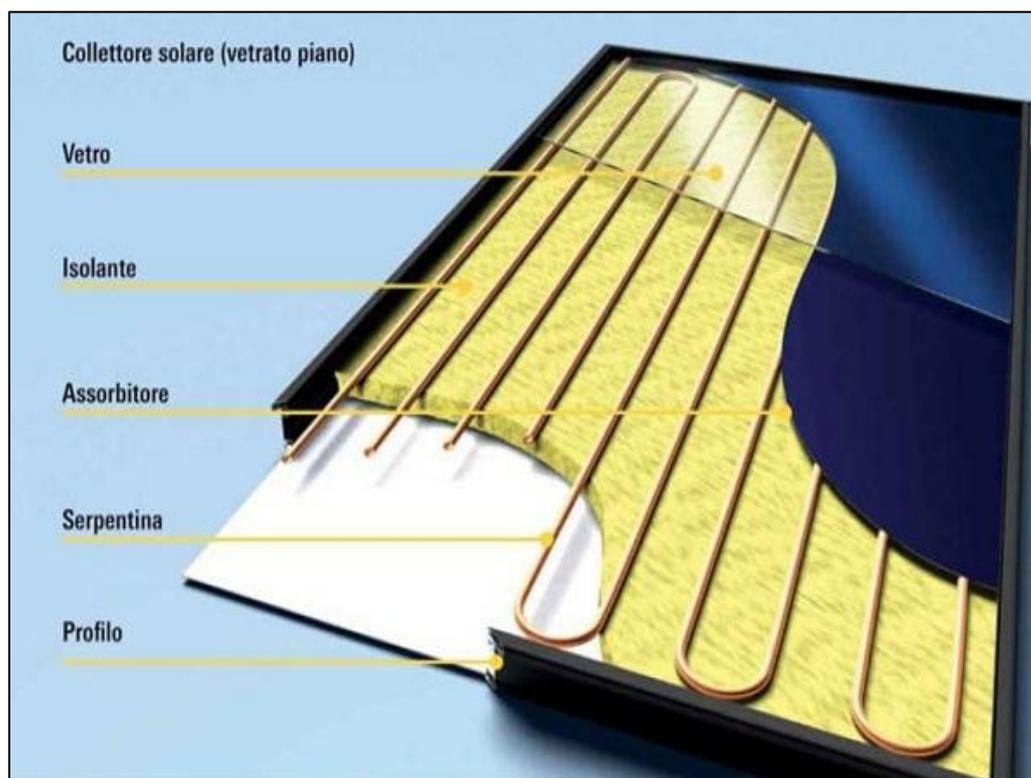


Figura 16: Struttura di un collettore piano vetrato

La Figura 16 mostra la struttura di un collettore piano. L'elemento principale è l'assorbitore, che ha la funzione di assorbire la radiazione solare incidente a onde corte e di trasformarla in calore (trasformazione fototermica). Solitamente è composto da un metallo con buona capacità di condurre il calore (per esempio il rame) e dovrebbe riuscire a trasformare il più possibile la radiazione solare in calore. Al giorno d'oggi nella maggior parte dei collettori piani vengono impiegati assorbitori dotati di un cosiddetto strato selettivo, che determina un alto grado di assorbimento (ass. > 0,95) nel range delle lunghezze d'onda della radiazione solare e contemporaneamente irradiano poca energia, grazie a un basso fattore di emissività (em. < 0,1) nelle lunghezze d'onda della radiazione termica.

Un altro componente fondamentale sono i tubi attraverso i quali circola il fluido termovettore, spesso realizzati in rame. Un buon contatto termico tra l'assorbitore e un fluido termovettore permette la cessione del calore al fluido e di conseguenza il trasporto fuori dal collettore del calore pronto a essere usato.

Dalla Figura 16 si evincono anche gli altri componenti del collettore che sono la copertura trasparente (realizzata generalmente tramite una o due lastre di vetro o di materiale plastico), lo strato isolante (isola termicamente il fondo ed i lati del collettore attraverso uno spessore di 4-5 cm di materiale quale ad esempio il poliuretano, il polipropilene o la lana di roccia) ed infine l'involucro esterno (contiene e protegge da polvere, umidità, sollecitazioni esterne ed agenti atmosferici attraverso una scatola in acciaio).

### 3.2.3 I collettori sottovuoto

I collettori a tubi sottovuoto (Figura 17) sono composti da serie parallele di particolari tubi di vetro, ognuno dei quali contiene al proprio interno un altro tubo concentrico, trattato con vernice selettiva di colore scuro, che attira e cattura la radiazione solare grazie all'assorbitore. Tra i due tubi viene realizzato il vuoto, che isola termicamente creando un "effetto thermos".

L'efficienza in questi collettori è ulteriormente migliorata dalla tecnologia "*heat pipe*" che, grazie alla bassa pressione, favorisce la vaporizzazione del liquido a temperature relativamente basse (25-30 °C), aumentando così lo scambio di calore con l'assorbitore.

Il loro punto forte è il basso coefficiente di dispersione: sono i migliori in situazioni di scarsa insolazione e con temperature rigide. Sono indicati per chi vive in montagna e quando si usa l'impianto solare termico anche per integrare il riscaldamento degli ambienti.



Figura 17: Collettore sottovuoto

A differenza dei pannelli a piastra, questa tipologia di collettori sottovuoto non conduce calore (essendo l'aria il migliore isolamento), per cui non si verificano perdite per convezione e pertanto il loro rendimento è superiore in tutte le stagioni (circa un 20% di aumento di produzione energetica). Quindi questi collettori richiedono una minore superficie espositiva rispetto alle altre tipologie di pannelli e sono capaci di trattenere il calore accumulato anche in condizioni atmosferiche molto rigide, garantendo prestazioni elevate e costanti durante l'intero arco dell'anno.

Il costo maggiore rispetto alla soluzione piana, comunque, ne consiglia l'adozione solo in casi particolari (temperature dell'acqua più elevate e/o clima rigido). Ulteriori vantaggi si hanno dal punto di vista dell'integrazione architettonica (migliore grazie alla forma tubolare e alle dimensioni poco impattanti visivamente) ed anche dal punto di vista degli installatori (l'installazione è molto semplice).

### 3.3 Le dinamiche tecnologiche

Durante il 2010 non si sono registrati dei cambiamenti significativi, dal punto di vista tecnologico, che hanno interessato il comparto del solare termico.

A detta degli esperti intervistati, gli sforzi di innovazione e sviluppo tecnologico su cui i principali operatori si sono concentrati sono stati orientati a migliorare il rendimento energetico delle tecnologie esistenti, intervenendo a livello di ottimizzazione dell'elettronica di controllo degli impianti, riduzione del surriscaldamento dei collettori, miglioramento della coibentazione dei collettori, messa a punto di nuove tipologie di serpentine che assicurano la circolazione del liquido termovettore. Particolarmente importante è il tentativo di rendere più indipendente il rendimento del collettore dalla temperatura ambientale esterna, intervenendo sul tipo di vetro utilizzato e sulla coibentazione del collettore. Un altro fattore dove si cerca di intervenire è il coordinamento tra tutti i componenti dell'impianto.

Per quanto riguarda la diffusione delle principali tecnologie per la costruzione dei collettori (ossia i collettori scoperti non vetrati, i collettori a piani vetrati e quelli sottovuoto), non si rilevano delle variazioni significative sul mercato italiano rispetto a quanto registrato nel 2009 (Figura 18).

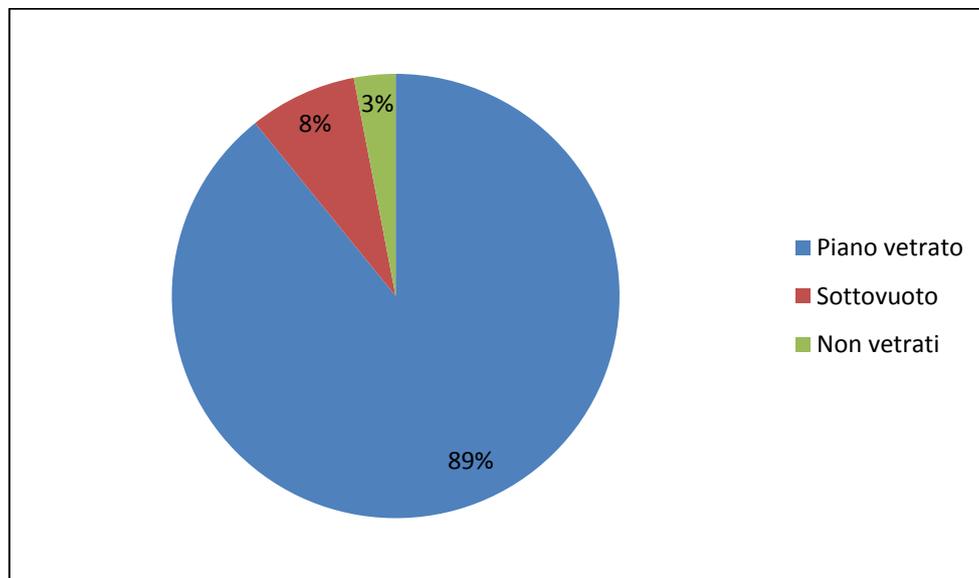


Figura 18: Diffusione delle diverse tipologie di collettori nel mercato italiano

I collettori piani vetrati rimangono quelli largamente più utilizzati in Italia, dato che sono caratterizzati dal miglior rapporto prezzo/rendimento nelle applicazioni residenziali, a bassa temperatura, che sono quelle ancora maggiormente diffuse nel nostro Paese.

Anche in Europa la diffusione delle diverse tipologie di collettori è rimasta quasi invariata. Nel grafico di Figura 19 è possibile vedere la ripartizione del mercato 2010 per tipologia di collettori. Si vede come anche in Europa i collettori più diffusi siano i piani vetrati seguiti dai sottovuoto.

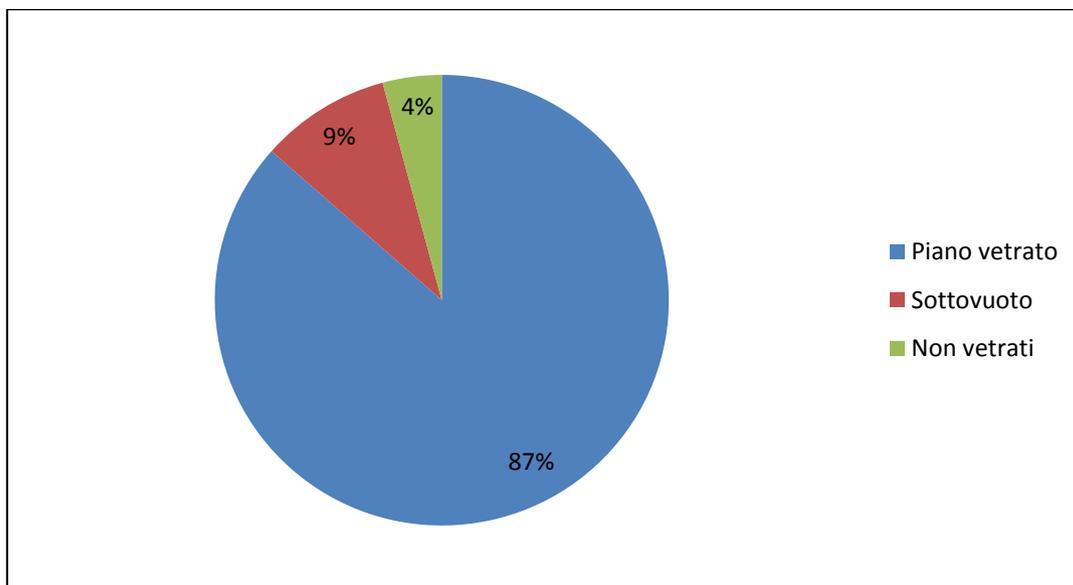


Figura 19: Diffusione delle tipologie di collettori in Europa - Euroobserver'er, Solar thermal barometer 2011

Dal punto di vista impiantistico (Figura 20), i sistemi a circolazione naturale fanno segnare un calo rispetto al 2009 attestandosi al 15% circa, contro un valore del 33% dello scorso anno. Sembrano quindi finalmente realizzate le aspettative degli operatori che auspicavano una maturazione del mercato italiano in grado di portare ad una crescita dei sistemi a circolazione forzata, che hanno effettivamente un costo maggiore, ma garantiscono un'integrabilità architettonica nettamente superiore.

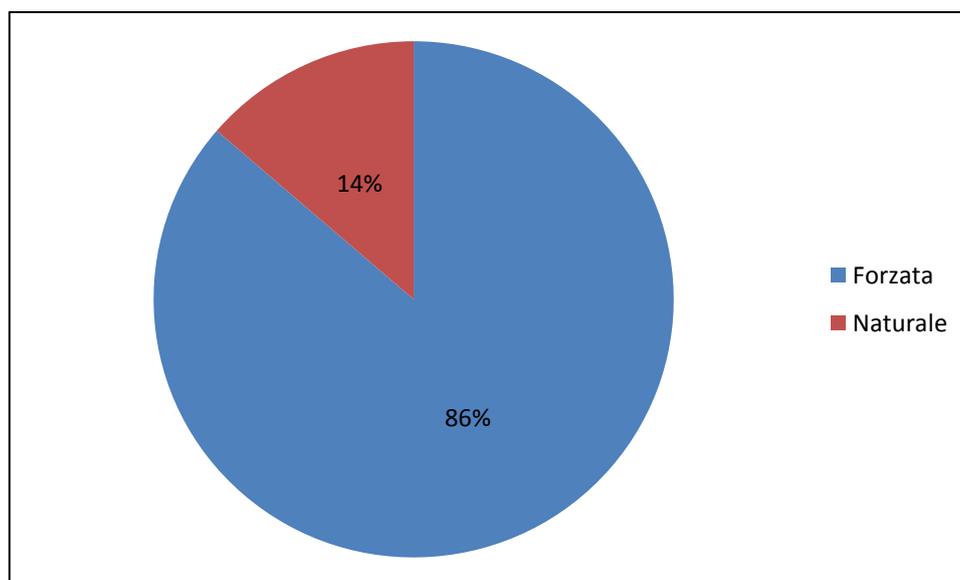


Figura 20: Diffusione delle differenti modalità di circolazione nel mercato italiano.

Per quanto riguarda il costo di produzione del collettore, nel corso del 2010 è rimasto pressoché costante, con un valore medio di circa 300 €/kW<sub>th</sub>. Si sono registrati degli aumenti lievi, intorno al 5%, nella parte finale dell'anno. Questo si spiega da una parte con la crescita della domanda, giustificata dai timori (in parte poi rivelatisi fondati) che la detrazione fiscale del 55% su cinque anni, rimasta in vigore per tutto il 2010, potesse essere cancellata dalla nuova Legge Finanziaria. Dall'altra parte la variazione del costo di produzione del collettore ha risentito dell'impennata del prezzo di alcune materie prime (fra tutte rame, alluminio e vetro) utilizzate ampiamente nella fabbricazione dei moduli. Il prezzo chiavi in mano dell'impianto si è attestato mediamente sui 1.670 €/kW<sub>th</sub> durante il 2010, con il collettore che pesa per il 55% circa sul prezzo per l'utente finale.

## 4. LA NORMATIVA

Come è stato già accennato nell'introduzione, il periodo in cui viviamo è caratterizzato dalla crescente importanza delle fonti di energia rinnovabile, anche grazie alle recenti crisi finanziarie, ai tumulti nei Paesi esportatori di combustibili fossili e al costante aumento del prezzo del greggio. Nell'attuale scenario ridurre la dipendenza dall'*oro nero* e dagli altri combustibili fossili sta diventando un obbligo a livello nazionale e il governo ha intrapreso, e sembra intenzionato a proseguire ancora nel futuro, misure atte a ridurre questa dipendenza soprattutto attraverso le forme di energia verde.

Tuttavia il progetto che il governo italiano vuole sviluppare a livello energetico non è un programma isolato, ma rientra all'interno di una serie di accordi internazionali, e in particolare comunitari, tesi a ridurre drasticamente la dipendenza dal carbonio e contemporaneamente la produzione di CO<sub>2</sub> a livello europeo.

In questo capitolo verranno analizzate dapprima le varie norme previste dalla legislazione italiana e, successivamente, verranno presentate le critiche e le proposte degli operatori del settore.

## 4.1 La normativa vigente in Italia

Nei successivi paragrafi verranno descritte le normative esistenti per l'agevolazione e gli obblighi previsti per l'installazione di impianti solari termici nel nostro Paese.

### 4.1.1 La detrazione fiscale del 55%

L'Italia è da anni uno dei Paesi europei in cui l'installazione di impianti solari termici è maggiormente incentivata e favorita. Questo accade grazie alla detrazione fiscale dall'imposta lorda (pari al 55%) delle spese di riqualificazione energetica (tra cui appunto l'installazione di impianti solari termici per la produzione di acqua calda sanitaria) su un orizzonte di tempo di cinque anni. Nonostante gli operatori del settore abbiano mosso diverse critiche al funzionamento pratico di questo sistema (in termini specialmente di complessità e di burocratizzazione delle procedure), è indubbio che esso abbia significativamente contribuito allo sviluppo ed alla crescita del mercato del solare termico. Tuttavia, con l'approvazione dell'emendamento alla Legge di stabilità<sup>3</sup>, il Governo ha stabilito che, a partire dal 2011, la detrazione fiscale verrà rimborsata non più in cinque, bensì in dieci anni.

A detta degli esperti intervistati e sulla base delle indagini condotte, questo allungamento del tempo di rimborso rischia di scoraggiare decisamente l'investitore dall'intraprendere il complesso iter burocratico che la pratica per la detrazione fiscale comporta, il che a sua volta stimola il fenomeno dell'evasione fiscale, dato che il fornitore dei componenti e dell'impianto non è più obbligato a rilasciare regolare fattura dalla richiesta del cliente. Oltre al periodo di rimborso della detrazione, la cui entità deve ovviamente essere commisurata alle disponibilità delle finanze pubbliche, desta qualche perplessità la limitatezza dell'orizzonte temporale su cui questa misura viene assicurata. La detrazione fiscale vale infatti per gli interventi effettuati entro il 31 Dicembre 2011, data oltre la quale non c'è alcuna particolare garanzia per l'investitore. Ciò rende estremamente complesso per gli operatori pianificare adeguatamente i propri investimenti industriali e commerciali.

L'agevolazione prevede che l'installazione di pannelli solari per la produzione di acqua calda per usi domestici o industriali e per la copertura del fabbisogno di acqua calda in piscine, strutture sportive, case di ricovero e cura, istituti scolastici e università sia incentivata tramite la detrazione fiscale del 55% dell'importo speso, fino a un massimo di 60.000 €. La riduzione si applica all'IRPEF (Imposta sul reddito delle persone fisiche) e all'IRES (Imposta sul reddito delle società) ed è da ripartire in dieci rate annuali di parti importo.

---

<sup>3</sup> Legge del 13 dicembre 2010, n. 220 "Disposizioni per la formazione del bilancio annuale e pluriennale dello Stato" - Finanziaria 2011

Possono usufruire della detrazione tutti i contribuenti residenti e non residenti, anche se titolari di reddito d'impresa, che possiedono, a qualsiasi titolo, l'immobile oggetto di intervento. In particolare, sono ammessi all'agevolazione<sup>4</sup>:

- le persone fisiche, compresi gli esercenti arti e professioni;
- i contribuenti che conseguono reddito d'impresa (persone fisiche, società di persone, società di capitali);
- le associazioni tra professionisti;
- gli enti pubblici e privati che non svolgono attività commerciale.

Tra le persone fisiche possono fruire dell'agevolazione anche:

- i titolari di un diritto reale sull'immobile;
- i condomini, per gli interventi sulle parti comuni condominiali;
- gli inquilini;
- chi detiene l'immobile in comodato.

Per poter usufruire dell'agevolazione è necessario che l'interessato trasmetti all'Agenzia delle entrate alcuni documenti:

- l'asseverazione, per dimostrare che l'intervento effettuato sia conforme ai requisiti tecnici previsti;
- l'attestato di certificazione energetica, che comprende i dati relativi all'efficienza energetica dell'edificio;
- la scheda informativa degli interventi realizzati, secondo uno schema prestabilito dalla normativa.

In particolare l'asseverazione deve certificare il rispetto dei seguenti requisiti:

- che i pannelli solari e i bollitori impiegati siano garantiti per almeno cinque anni;
- che gli accessori e i componenti elettrici ed elettronici siano garantiti per almeno due anni;
- che i pannelli solari abbiano l'apposita certificazione di conformità alle norme UNI EN 12975 o UNI EN 12976, certificati da un organismo di un Paese dell'Unione Europea e della Svizzera;
- che l'installazione degli impianti sia stata eseguita in conformità ai manuali d'installazione dei principali componenti.

---

<sup>4</sup> “Le agevolazioni fiscali per il risparmio energetico”, guida dell'Agenzia delle entrate, Dicembre 2010.

Nel caso di pannelli solari realizzati in autocostruzione, può essere prodotto l'attestato di partecipazione ad uno specifico corso di formazione da parte del soggetto beneficiario.

#### 4.1.2 L'obbligo del solare termico negli edifici

Come previsto da alcune direttive comunitarie (Figura 21), anche in Italia è stato introdotto l'obbligo di installazione del solare termico per alcune tipologie di immobili.

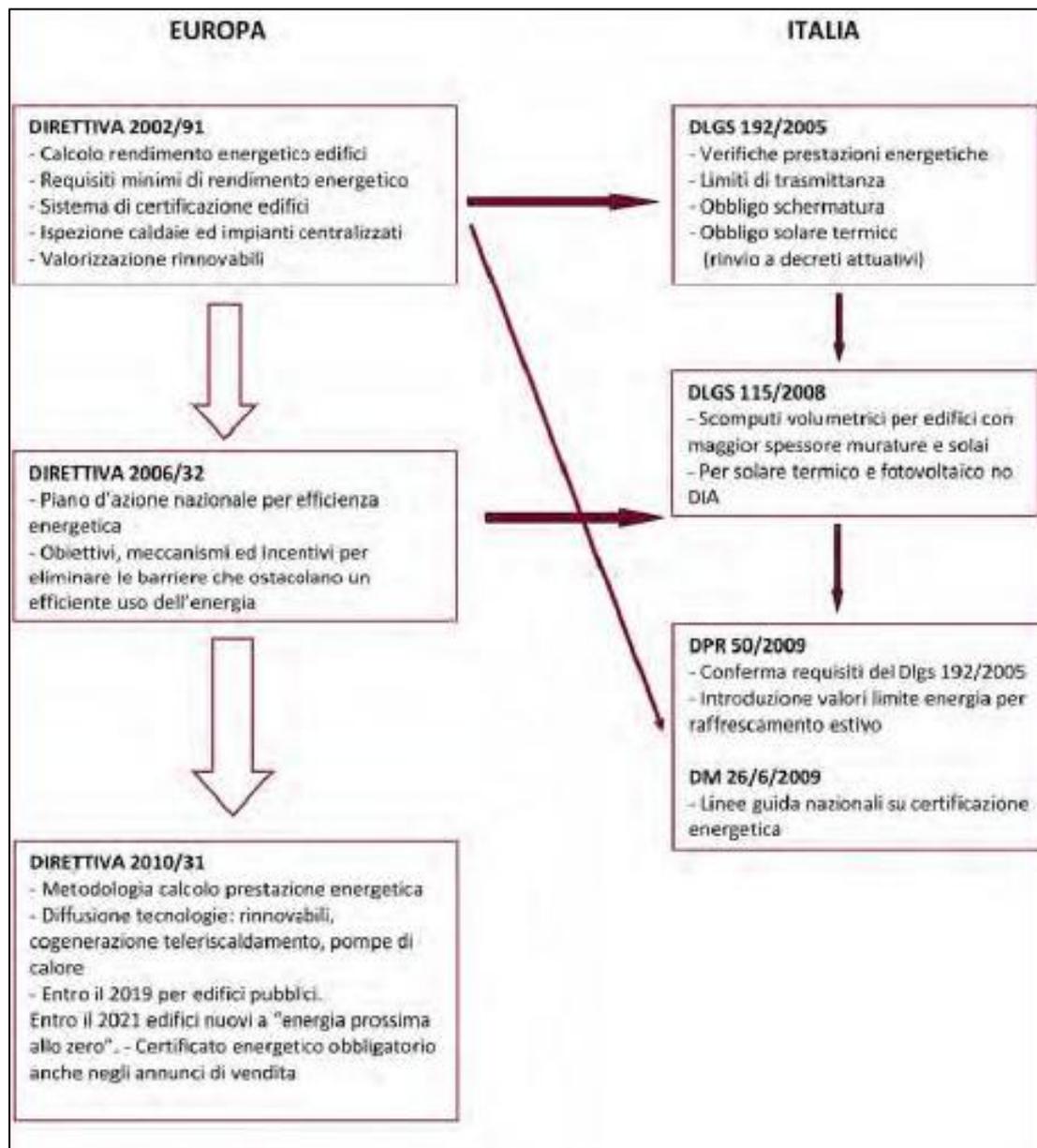


Figura 21: Direttive europee e decreti italiani in tema di efficienza energetica – Legambiente, Rapporto ONRE 2010

In materia di rendimento energetico degli edifici è la Direttiva 2002/91/CE ad aver avviato un processo che, anche in Italia, ha portato a una maggiore consapevolezza di quanto il settore dell'edilizia debba migliorare i propri standard e possa contribuire alla diminuzione delle emissioni climalteranti. Con il Decreto Legislativo 192/2005 la Direttiva Europea è stata recepita nel nostro

Paese, stabilendo i criteri, le condizioni e le modalità per migliorare le prestazioni energetiche degli edifici al fine di favorire lo sviluppo, la valorizzazione e l'integrazione delle fonti rinnovabili e la diversificazione energetica.

Per quanto riguarda il solare termico, la Direttiva 2002/91/CE prevede la valorizzazione delle fonti rinnovabili per migliorare le prestazioni energetiche degli edifici. Il Decreto legislativo 192/05, che l'ha recepita, ha previsto nell'allegato I per le nuove abitazioni, le ristrutturazioni (oltre il 20% del volume) e nei casi in cui l'impianto termico venga sostituito, che si debba soddisfare almeno il 50% del fabbisogno di acqua calda sanitaria attraverso il contributo di fonti rinnovabili (principalmente pannelli solari termici e biomassa). Ma la norma non è in vigore poiché rimanda alla pubblicazione dei decreti attuativi ancora non emanati.

Un'ulteriore novità, sicuramente la più importante per i contenuti e le scadenze che fissa, è quella della nuova Direttiva Europea 31/2010 in materia di efficienza energetica in edilizia. La nuova direttiva promuove il miglioramento della prestazione energetica degli edifici. La direttiva stabilisce che gli Stati provvedano affinché entro il 31 Dicembre 2020 tutti gli edifici di nuova costruzione siano "edifici a energia prossima allo zero", in cui il fabbisogno energetico molto basso o quasi nullo sia coperto in misura molto significativa da energia da fonti rinnovabili, compresa quella prodotta in loco o nelle vicinanze. Gli stessi requisiti, ma a partire dal 31 Dicembre 2018, vengono applicati per i nuovi edifici pubblici; entro il 31 Dicembre 2012 e con aggiornamenti di tre anni, la Commissione pubblicherà una relazione sui progressi realizzati ed elaborerà un piano d'azione. Si intuisce quindi come nel futuro gli obblighi saranno sempre più stringenti e il solare termico, insieme ad altre fonti rinnovabili, giocherà un ruolo chiave.

Tornando al Decreto legislativo 192/05, per la mancanza di un decreto attuativo a livello nazionale, esistono, come vedremo, diverse leggi regionali, provinciali e comunali che normano l'obbligo di installazione di un impianto solare termico.

L'obbligo di produzione del 50% di acqua calda sanitaria da fonti rinnovabili è stato introdotto in diverse regioni. In particolare per le nuove costruzioni, e nei casi in cui venga rinnovato l'impianto termico, è in vigore in Lombardia, Emilia Romagna, Provincia di Trento e Liguria. La stessa tipologia di obbligo, ma applicato anche nei casi di ristrutturazione per almeno il 20% del volume, è in vigore in Umbria e Lazio. La regione Piemonte è l'unica ad aver portato l'obbligo per le nuove costruzioni, e nei casi di nuova installazione degli impianti termici, al livello minimo del 60%. Purtroppo la Toscana che aveva fissato nella Legge questa previsione già da molti anni non ha mai

emanato i decreti attuativi per l'obbligo del solare termico. In Campania invece per entrare in vigore l'obbligo deve passare per un recepimento da parte dei Comuni.

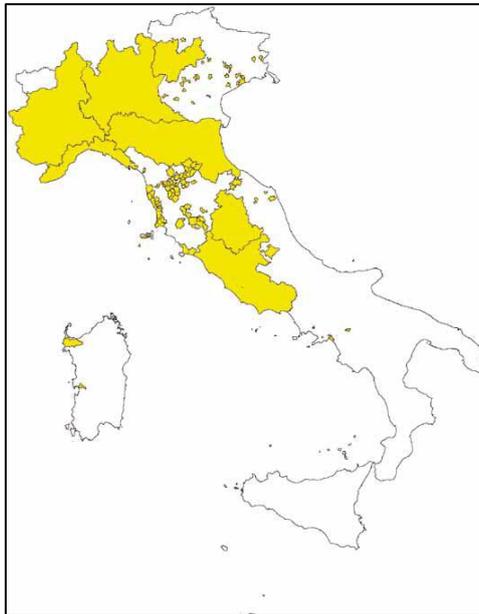


Figura 22: Mappa obbligo solare termico in Italia – Legambiente, Rapporto Comuni rinnovabili 2011

Questo ha ovviamente causato una fortissima disuniformità della normativa sul territorio italiano (Figura 22), come spesso è accaduto nel nostro Paese in diversi settori delle energie rinnovabili, che sicuramente non ha giovato ad uno sviluppo virtuoso del comparto.

### 4.1.3 Il nuovo Decreto Rinnovabili

La principale novità che interesserà il futuro del solare termico in Italia è contenuta tuttavia nel cosiddetto Decreto Rinnovabili, approvato dal Consiglio dei Ministri il 3 Marzo 2011 e firmato dal Presidente della Repubblica. Il Decreto introduce, infatti, una serie di importanti modifiche per il regime di autorizzazione alla realizzazione dell'impianto solare termico ed alla sua incentivazione, che lasciano ben sperare gli operatori del settore. Nel complesso, il Decreto riconosce pari dignità all'energia termica ed all'energia elettrica prodotta da fonti rinnovabili, in questo superando uno dei limiti principali di cui il sistema complessivo di incentivazione delle fonti rinnovabili in Italia ha sempre sofferto, come sottolineato in precedenza.

Il Decreto Rinnovabili introduce innanzitutto delle semplificazioni per quanto concerne le procedure e i regimi di autorizzazione alla realizzazione di impianti per la realizzazione di energia termica da fonti rinnovabili e, tra questi, gli impianti solari termici. In particolare, l'Art. 6-bis stabilisce che gli interventi di installazione di impianti solari termici sono considerati attività di

edilizia libera, il che comporta per l'investitore il semplice obbligo della comunicazione dell'inizio lavori, anche per via telematica, all'Amministrazione Comunale. Questo vale quando l'impianto:

- è installato in modo aderente o integrato nei tetti degli edifici esistenti, con i componenti costitutivi che non modificano la sagoma degli edifici stessi;
- ha una superficie che non supera quella del tetto su cui viene realizzato;
- non ricada negli interventi cui si applica il codice dei beni culturali e del paesaggio.

Queste nuove disposizioni entrano immediatamente in vigore, con i procedimenti pendenti che sono tuttavia regolati dalla precedente disciplina.

Il secondo elemento essenziale introdotto dal Decreto è contenuto all'Art. 26, dove si stabilisce l'introduzione di incentivi specifici per la produzione di energia termica da fonti rinnovabili (tra cui ovviamente rientra la fonte solare) e per gli interventi di efficienza energetica di piccole dimensioni. Per gli impianti che verranno realizzati dopo il 31 Dicembre 2011 (e questo in parte spiega le scelte del legislatore, di cui si è parlato in precedenza, in merito alla durata della detrazione fiscale del 55%), è previsto un incentivo ispirato ai seguenti principi:

- esso sarà commisurato alla quantità di energia termica prodotta;
- avrà una durata non inferiore ai 10 anni a decorrere dalla data di conclusione dell'intervento;
- durante questo periodo l'incentivo avrà un'entità costante;
- esso sarà assegnato tramite contratti di diritto privato tra il GSE ed il soggetto responsabile dell'impianto.

Ovviamente, l'entità esatta dell'incentivo, i contingenti incentivabili per ciascuna applicazione, la cumulabilità con altri incentivi pubblici e altri elementi di dettaglio di questa natura, verranno definiti attraverso successivi decreti emanati dai Ministeri competenti entro 6 mesi dall'entrata in vigore del Decreto. Di conseguenza, bisognerà attendere l'emanazione di questi decreti attuativi per poter formulare un giudizio compiuto.

Sicuramente, i principi introdotti dal Decreto Rinnovabili rappresentano tuttavia un'importante novità nel sistema di incentivazione delle rinnovabili in Italia, e non possono che essere positivamente giudicati.

Il Decreto Rinnovabili introduce anche degli obblighi in merito all'integrazione delle fonti rinnovabili negli edifici di nuova costruzione e in quelli esistenti sottoposti a rilevanti ristrutturazioni. Questi obblighi riguardano, oltre che gli impianti di produzione di energia elettrica, anche quelli per la generazione di energia termica, che devono essere progettati e realizzati in modo

da garantire (si veda l'Allegato 3 all'Art. 9, Comma 1) il contemporaneo rispetto della copertura del 50% dei consumi previsti per l'acqua calda sanitaria e delle seguenti percentuali della somma dei consumi previsti per l'acqua calda sanitaria, per il riscaldamento ed il raffrescamento:

- il 20% nel periodo compreso tra il 31 Maggio 2012 ed il 31 Dicembre 2013;
- il 35% tra il 1 Gennaio 2014 ed il 31 Dicembre 2016;
- il 50% dopo il 1 Gennaio 2017.

L'Allegato stabilisce anche che questi obblighi non possono essere soddisfatti da impianti a fonti rinnovabili che producano esclusivamente energia elettrica e che, a loro volta, alimentino la produzione di acqua calda sanitaria, il riscaldamento ed il raffrescamento. Si tratta sicuramente di un notevole stimolo alla crescita del mercato degli impianti solari termici in Italia, soprattutto per quanto riguarda i requisiti relativi alla produzione di energia termica per il riscaldamento ed il raffrescamento.

Bisogna tuttavia sottolineare come l'efficacia di questi provvedimenti riguardanti l'integrazione degli impianti di produzione di energia rinnovabile negli edifici dipenderà in misura sostanziale dal contenuto dei decreti attuativi che seguiranno e dal recepimento degli stessi da parte delle Regioni, come sottolineato prima per il Decreto legislativo 192/2005. Gli operatori del settore sperano che le novità introdotte dal Decreto Rinnovabili possano risolvere la situazione di disuniformità dei regolamenti edilizi che si registra attualmente nel nostro Paese.

Infine, è ragionevole aspettarsi che il mercato italiano del solare termico potrà beneficiare anche di altri cambiamenti, ancorché di minore portata, che sono sanciti dal Decreto Rinnovabili. Tra questi, si ricordano ad esempio l'introduzione di requisiti tecnici più stringenti a tutela dell'investitore (nel caso del solare termico, si stabilisce ad esempio che entro un anno dall'entrata in vigore del Decreto l'accesso agli incentivi sarà possibile solo se i collettori e i bollitori avranno una garanzia di almeno 5 anni), l'obbligo di certificazione energetica degli edifici da allegare agli annunci immobiliari e, ancora, la definizione di condizioni e criteri più oggettivi per la formazione e certificazione di installatori e manutentori.

## 4.2 Le critiche e le proposte degli operatori

Dalle interviste effettuate sono emerse diverse critiche, alcune già citate nei precedenti paragrafi, mosse dagli operatori del settore, ma anche alcuni consigli per rendere più efficiente ed efficace l'attuale normativa.

I problemi denunciati da tutti gli operatori intervistati riguardano in primis l'instabilità della normativa e la disomogeneità dei regolamenti edilizi da regione a regione. La prima causa dei problemi sia per gli operatori che per gli utenti finali. Gli operatori non possono investire nel lungo periodo perché non possono prevedere il futuro e le norme che sono valide oggi potrebbero non esserlo domani. È quindi molto complicato, quasi impossibile, giustificare degli investimenti di medio e lungo periodo. Questo è un problema comune a tutte le fonti rinnovabili. Basti pensare che, in pochi anni, il governo ha emanato quattro diversi conti energia per incentivare il solare fotovoltaico cambiando di volta in volta le tariffe, la durata e le modalità di ottenimento delle agevolazioni.

L'utente finale, invece, potrebbe avere un contraccolpo psicologico dalla modifica o, ancora peggio, da una possibile cancellazione della norma. Infatti i clienti, anche se intuiscono che l'installazione di un impianto solare termico sia un investimento profittevole, sono portati ad aspettare un incentivo che renda l'investimento ancora più fruttuoso. Tutto ciò potrebbe portare a un blocco del mercato se il governo non troverà delle misure differenti, come gli operatori auspicano e come anticipato nel Decreto Rinnovabili.

Inoltre gli operatori sono convinti che una possibile cancellazione della detrazione fiscale possa essere un'opportunità persa per lo Stato. A causa della lenta metabolizzazione della normativa da parte degli agenti del comparto, è solo ora che iniziano ad affiorare i benefici, sia per lo Stato che per i privati, alla base dell'incentivo. In generale gli operatori raccomandano una maggiore stabilità della legge per consentire al mercato di adeguarsi e beneficiare della normativa. Se un incentivo deve essere cambiato o eliminato poco dopo la sua entrata in vigore, è meglio non farlo sia per le finanze pubbliche che per le imprese che per i privati cittadini.

Comunque la maggioranza degli operatori sostiene che una possibile cancellazione della detrazione fiscale del 55% non avrà un impatto devastante sul mercato del solare termico. Ci sarà sicuramente un calo della domanda dovuto ai motivi sopra citati, ma il mercato è abbastanza maturo da potersi sostenere senza i generosi aiuti fiscali previsti dalla normativa attuale.

Il secondo problema denunciato da tutti è la diversità dei regolamenti edilizi sul territorio italiano. Gli operatori auspicano che questo problema sia risolto al più presto e che l'obbligo sia attuato da

tutte le regioni italiane e che segua lo stesso iter burocratico in tutti i comuni. Il Decreto Rinnovabili dovrebbe seguire questa strada.

Alcuni operatori hanno rivolto delle critiche anche alla strategia comunicativa del governo. Infatti ci sono altri Paesi europei come la Germania che, pur investendo di meno, hanno raccolto più benefici. Questo perché in Italia non è stata fatta un'adeguata campagna promozionale e informativa della detrazione fiscale del 55%. I soggetti interessati, clienti e installatori in primis, o ignoravano quest'agevolazione o la trovavano troppo complicata rinunciando, in alcuni casi, all'investimento per gli alti costi di istituzione della pratica.

Gli ultimi consigli raccolti durante le interviste riguardano la creazione di un conto energia per il solare termico, come quello per il fotovoltaico, e un sistema di calcolo delle prestazioni dell'impianto. Entrambi questi interventi dovrebbero essere realizzati con l'emanazione dei decreti attuativi del Decreto rinnovabili.

## 5. IL MERCATO<sup>5</sup>

Il mercato mondiale del solare termico ha registrato fino al 2008 un'ampia crescita grazie non solo ai costi energetici in costante aumento, ma anche grazie alle campagne di sensibilizzazione che molte nazioni hanno portato avanti e continuano a sostenere. Le politiche di incentivi, i vantaggi ottenibili e soprattutto l'attenzione ai problemi energetici di ogni singolo paese hanno avuto un grande impatto sui singoli mercati.

In Europa nel 2008 c'è stato il picco del mercato, con l'installazione di 4.772.501 m<sup>2</sup> di collettori solari facendo segnare un tasso di crescita rispetto al 2007 del 60%.

Nel 2009 il mercato ha subito però una battuta d'arresto dovuta in particolar modo alla crisi economica. Nel 2009, infatti, la nuova capacità installata è stata di 4.277.368 m<sup>2</sup> di collettori solari con un decremento rispetto al 2008 del 10,4%.

In Italia, invece, nel 2008 sono stati installati 421.000 m<sup>2</sup> di collettori solari con un tasso di crescita del 27,6% rispetto al 2007. Lo scorso anno il mercato del nostro Paese, come quello europeo, ha rallentato e sono stati installati 400.000 m<sup>2</sup> di collettori solari, con un decremento del 5%, inferiore però alla riduzione fatta registrare dal mercato continentale.

Nei prossimi paragrafi verranno analizzati i dati del mercato del 2010 in Europa e in Italia e saranno fatte delle previsioni per i prossimi anni fino al 2020, anno target della Direttiva comunitaria 2020/20.

---

<sup>5</sup> Dati ESTIF – Solar Thermal Markets in Europe Trends and Market Statistics 2009 and 2010

## 5.1 Il mercato europeo

Nel 2010 il mercato del solare termico in Europa ha subito un ulteriore rallentamento rispetto al 2009. Si stima che nel 2010 siano stati installati poco meno di 3,7 milioni di m<sup>2</sup> di nuovi collettori solari, con una contrazione rispetto al 2009 del 14%. La potenza totale cumulata a fine 2010 risulta pari a 24,7 GW<sub>th</sub> che corrispondono a circa 35,3 milioni di m<sup>2</sup> di collettori solari.

La recessione è in parte dovuta all'attuale debolezza del mercato del solare termico che continua a pesare sulle capacità di investimento delle famiglie e delle imprese. Il rallentamento del settore edile è un altro fattore, in particolare in quei paesi, come la Spagna e più recentemente la Grecia, dove esiste l'obbligo di installazione di impianti solari termici negli edifici di nuova costruzione.

La tecnologia solare termica è, inoltre, contrastata dagli impianti fotovoltaici. Nel segmento residenziale mono e pluri familiare, lo spazio è spesso insufficiente per ospitare entrambi gli impianti e si tende a preferire il solare fotovoltaico perché è più redditizio, grazie ai generosi incentivi.

La Figura 23 mostra l'andamento annuale del mercato europeo del solare termico che, nonostante i livelli assoluti di nuovo installato rimangano comunque consistenti, non è stato più in grado di esprimere valori quali quelli del 2008, anno del boom del solare termico in Europa. Come si spiegherà più avanti, questo rallentamento è dovuto alla contrazione del mercato tedesco, che è il vero traino del mercato continentale.

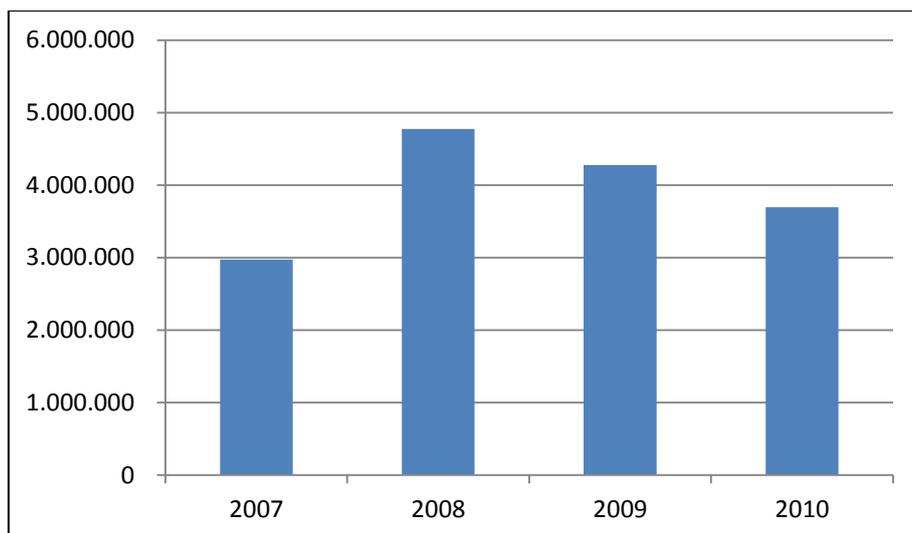


Figura 23: Andamento delle installazioni annuali nel mercato europeo in m<sup>2</sup>

Durante il 2010 il mercato del solare termico ha fatturato 2,6 miliardi di € e impiegato 33.500 persone. Si calcola che si crei un posto di lavoro a tempo pieno ogni 80 kW di nuova potenza installata. Lo scorso anno il fatturato era stato superiore ai 3 miliardi e impiegato 4.000 persone in

più. Si stima che la maggior parte del giro d'affari sia concentrata nelle piccole e medie imprese che si occupano della vendita, della progettazione e dell'installazione degli impianti, come vedremo più avanti nel capitolo dedicato alla filiera.

La Figura 24 riporta invece la ripartizione delle nuove installazioni nel 2010 nei principali Paesi europei, mentre la Figura 25 offre un quadro del peso dei principali Paesi europei in termini di capacità installata cumulata.

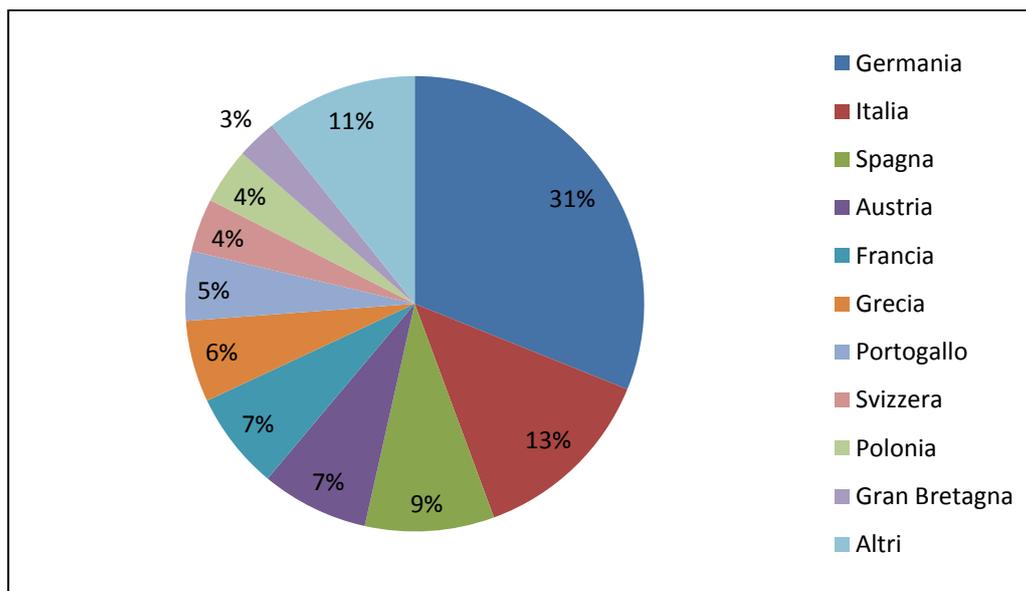


Figura 24: Peso di ciascun Paese europeo nel mercato del 2010

Prima di tutto è opportuno notare come la Germania rimanga il Paese leader, sia per quanto riguarda le nuove installazioni nel 2010 che per la potenza cumulata totale (a fine 2010 in Germania si contano circa 13,8 milioni di m<sup>2</sup> di collettori solari). Esso tuttavia ha ridotto il suo peso percentuale sul nuovo installato (Figura 24), passando dal 50% fatto registrare nel 2008, al 40% del 2009 fino a poco oltre il 30% di quest'ultimo anno. Durante il 2010 il mercato tedesco ha subito una contrazione del 29% rispetto al 2009, con una nuova capacità installata di 1,150 milioni di m<sup>2</sup> di collettori solari. Questo valore è analogo ai livelli pre-2008, quando il boom del solare termico non si era ancora manifestato in Europa.

La contrazione del mercato tedesco, più che a causa di una sopraggiunta saturazione, si spiega con una situazione contingente. Si tratta in particolare della decisione del Governo tedesco di bloccare momentaneamente, da Maggio a Luglio 2010, gli incentivi previsti dal programma di incentivazione nazionale, MAP, che assegna incentivi per investimenti in sistemi solari termici, pompe di calore e applicazioni per il riscaldamento a biomassa con potenza inferiore ai 100 kW. L'interruzione dell'erogazione degli incentivi è stata causata dalla decisione di una Commissione del Parlamento tedesco di bloccare 115 milioni di € previsti nel budget del MAP per ridurre

l'impatto di questa spesa pubblica. Solo dopo tre mesi di trattativa con gli operatori e le associazioni di settore, i fondi sono stati sbloccati. Anche se temporaneo, il blocco ha però determinato un forte rallentamento delle installazioni, cui non ha fatto seguito una rapida ripresa, tale da controbilanciare le mancate installazioni nei mesi di stop agli incentivi. A fine anno del budget previsto per gli incentivi, che era di 291 milioni di €, si sono spesi soltanto 235 milioni di € a causa dell'interruzione temporanea.

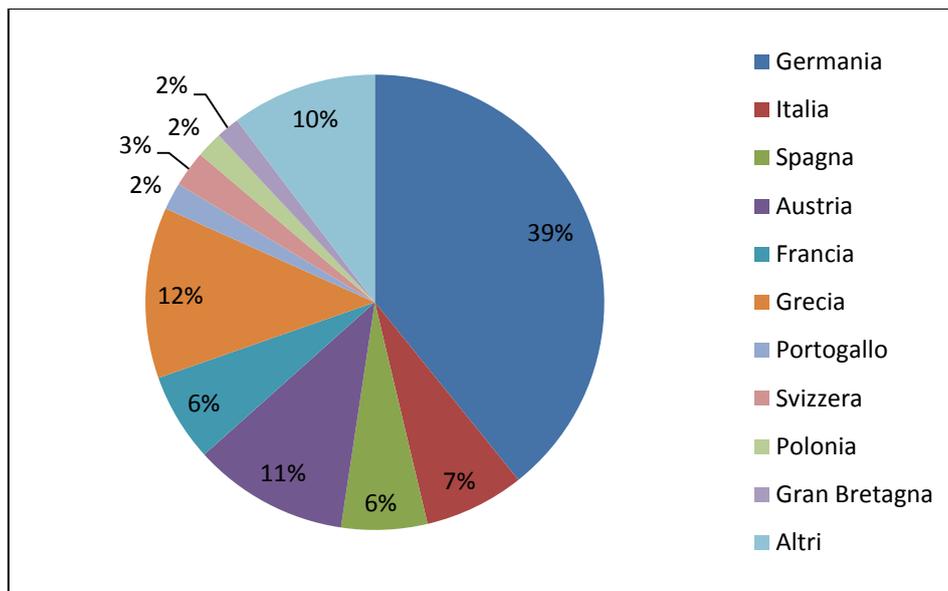


Figura 25: Peso dei diversi Paesi europei nella capacità totale installata a fine 2010

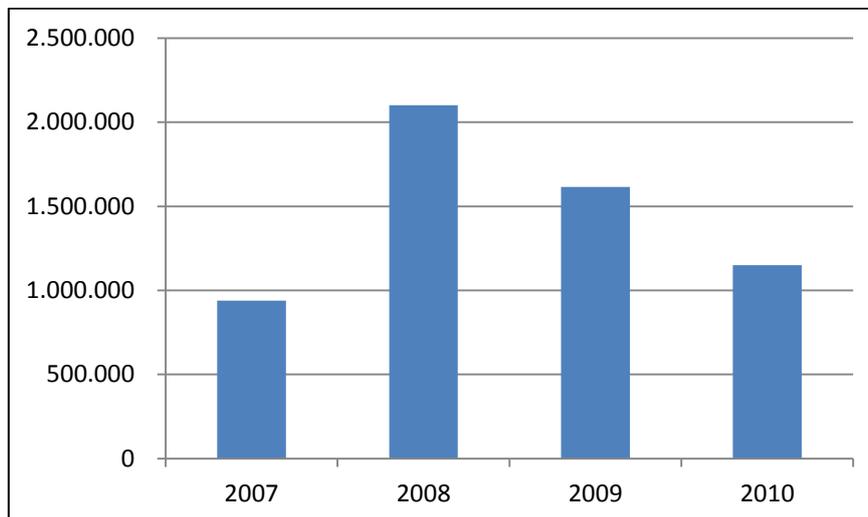


Figura 26: Andamento delle installazioni annuali nel mercato tedesco in m<sup>2</sup>

Gli operatori si attendono comunque che il mercato tedesco, e di conseguenza quello europeo, possano riprendere a correre a tassi più vicini a quelli registrati nel 2008, e in parte nel 2009, già dai prossimi mesi. Questo dovrebbe avverarsi soprattutto per tre fattori: la ripresa economica dovrebbe farsi più concreta durante il 2011, l'aumento del prezzo del petrolio e del gas naturale

(dovuto anche alle crisi di inizio 2011 in alcuni dei più importanti Paesi produttori, Libia in primis) e l'alta domanda di sostituzione di vecchi impianti che incoraggeranno più investitori a ricercare forme di energia meno onerose e più pulite per la generazione di energia termica.

Nei grafici di Figura 27 e Figura 28 sono rappresentati gli andamenti delle nuove installazioni degli altri Paesi europei, tranne l'Italia che verrà analizzata nel prossimo paragrafo. Nel primo ci sono i Paesi che hanno installato ogni anno tra i 200.000 e i 500.000 m<sup>2</sup> di collettori solari, nel secondo i Paesi con un mercato più ristretto. Non sono rappresentati i Paesi che hanno installato meno di 20.000 m<sup>2</sup> di collettori solari ogni anno.

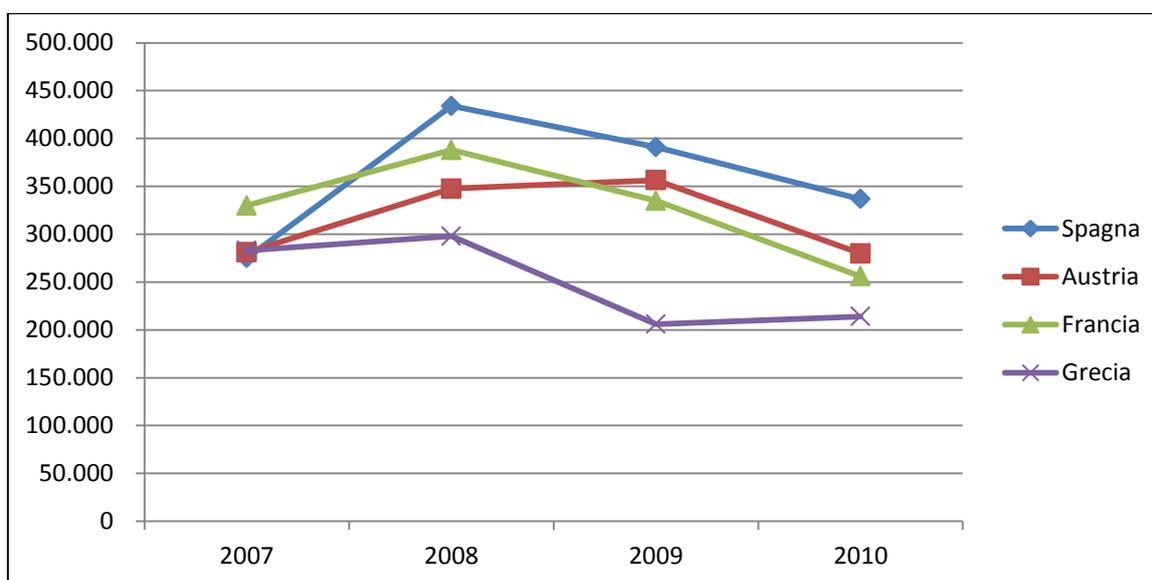


Figura 27: Andamento della nuova capacità installata mercato tra i 200.000 e 500.000 m<sup>2</sup>

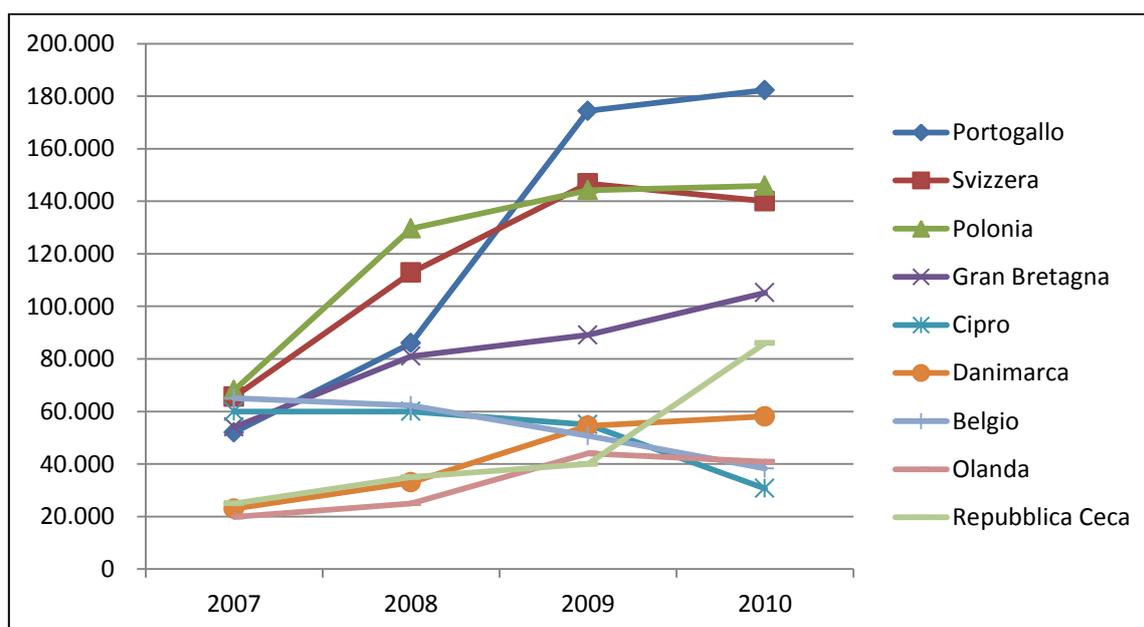


Figura 28: Andamento della nuova capacità installata mercato inferiore a 200.000 m<sup>2</sup>

È indubbiamente interessante analizzare le dinamiche di alcuni mercati europei. La Spagna, prima della crisi economica, era il secondo mercato a livello europeo dietro la Germania, con delle prospettive di crescita molto interessanti. La crisi immobiliare che ha colpito il Paese iberico ha determinato una recessione, che non sembra terminare. Durante il 2011, è stato però introdotto un nuovo sistema di incentivi che, a detta degli operatori, dovrebbe rilanciare il mercato spagnolo slegandolo dal mercato immobiliare, a cui era fortemente vincolato. Il nuovo sistema introdotto, però non ancora ratificato dalla Commissione europea, prevede delle tariffe incentivati per chi costruisce grandi impianti per la produzione e distribuzione di energia termica (*commercial heat*).

Il mercato portoghese è uno di quelli che ha risposto meglio alla crisi, facendo segnare degli interessanti tassi di crescita negli ultimi anni. Tutto ciò grazie al sistema di incentivi lanciato nel 2009, denominato *Medida Solar Térmico*, che prevede di finanziare gli investimenti in efficienza energetica, tra cui l'installazione di impianti solari termici, per il 70% del loro costo nelle regioni più povere e del 50% nelle regioni più ricche. Durante il 2010, inoltre, è stato lanciato un altro programma per le installazioni di impianti di grande taglia. I suoi effetti saranno visibili a partire dal 2011. Tutto ciò fa prevedere che il mercato portoghese, nonostante la grave crisi finanziaria dello Stato, segua il suo trend positivo.

Il mercato che si è sviluppato maggiormente nell'ultimo anno è quello della Repubblica Ceca, che è cresciuto del 115%. Questo risultato è stato possibile grazie al piano *Green savings*, lanciato nel 2009, che incentiva gli investimenti in sistemi ecologici per la produzione di acqua calda e per il condizionamento degli ambienti. Purtroppo il governo ceco ha deciso di non rinnovare il piano di incentivi. Questo perché la crescita così alta del numero di installazioni ha stressato troppo le risorse finanziarie, amministrative e tecniche che erano state destinate al programma di incentivi.

## 5.2 Il mercato italiano

Il mercato italiano nel 2010 ha avuto delle performance nettamente migliori rispetto a quelle fatte registrare in Europa. Secondo le rilevazioni di Assolterm, l'associazione di settore italiana, la nuova capacità installata nell'ultimo anno (Figura 29) è di 490.000 m<sup>2</sup> di collettori solari, con un tasso di crescita rispetto al 2009 del 23%.

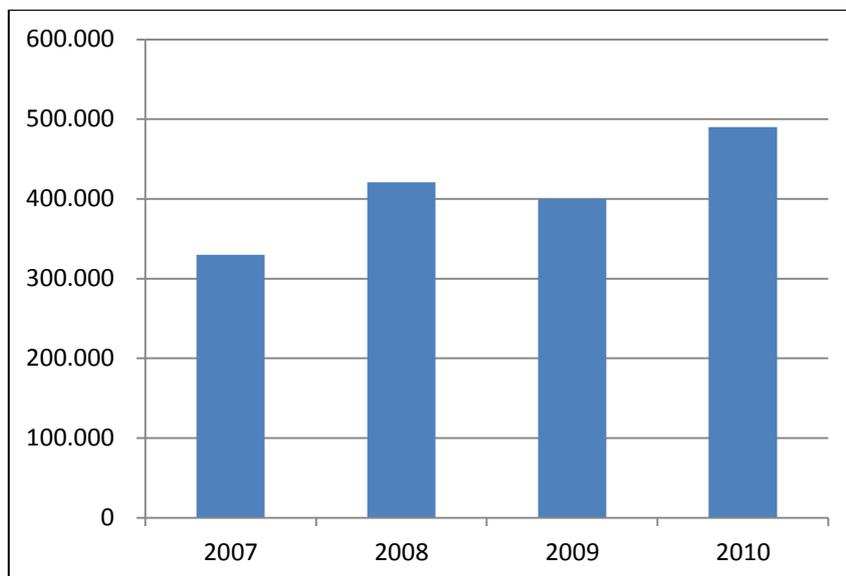


Figura 29: Andamento delle installazioni annuali nel mercato italiano in m<sup>2</sup>

La potenza totale cumulata è di circa 1,7 GW<sub>th</sub>, che corrispondono a una superficie di 2,5 milioni di m<sup>2</sup>. Il giro d'affari totale è stato di 500 milioni di € e nel settore sono stati impiegati 5.000 addetti.

Gli ottimi risultati fatti registrare dal solare termico sono da attribuirsi al sistema di incentivazione rappresentato dalla detrazione fiscale del 55% delle spese sostenute che ha continuato a reggere il mercato. Inoltre il Governo negli ultimi mesi del 2010 ha annunciato che l'incentivo sarebbe stato rinnovato fino al termine del 2011, almeno per ora, e che l'orizzonte temporale del rimborso sarebbe stato raddoppiato per le installazioni effettuate nel 2011. Ciò ha spinto molti investitori ad anticipare i tempi e ad acquistare gli impianti già nel 2010.

Gli operatori sperano che il nuovo sistema di incentivazione con tariffe *feed-in*, previsto dal nuovo Decreto Rinnovabili, sostituirà efficacemente il sistema della detrazione fiscale e che potrà sostenere il mercato per raggiungere gli obiettivi previsti dal Piano d'azione nazionale per il 2020, che faranno dell'Italia il maggior mercato a livello continentale. I maggiori dubbi sono legati ai Decreti attuativi e all'accoglienza che sarà riservata dai clienti al nuovo sistema di incentivazione, come vedremo più avanti.

La Figura 30 mostra la ripartizione della nuova capacità installata nelle tre grandi aree del Paese: Nord, Centro e Sud. Come si vede la maggior parte delle installazioni risulta essere nel Nord Italia.

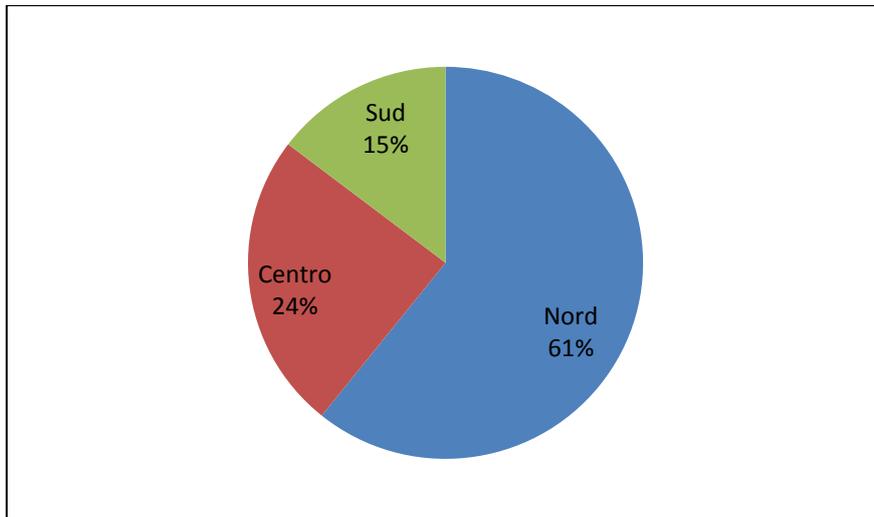


Figura 30: Ripartizione della capacità installata nel 2010 tra Nord, Centro e Sud

Gli operatori sostengono che ci sono diversi fattori che spiegano questo fenomeno. Sicuramente il maggior reddito pro-capite che caratterizza quest'area del Paese si traduce con una maggiore disponibilità economica per la realizzazione di nuovi impianti. In secondo luogo l'attitudine imprenditoriale degli abitanti del Nord Italia fa in modo che gli installatori siano invogliati a ricercare nuove soluzioni e i clienti siano più propensi ad investire. L'ultimo fattore è la normativa. Infatti, come già discusso nel capitolo tre, le regioni dove è stato recepito l'obbligo di installazione del solare termico sulle nuove costruzioni sono prevalentemente le regioni settentrionali.

Il quadro delineato da questa situazione lascia intendere che ci sia ancora un grande potenziale inespresso in Italia per il solare termico, specialmente in quelle zone dove l'installazione di questi impianti è più conveniente dato l'elevato livello di irraggiamento medio annuo (Allegato B in appendice).

### 5.3 Le prospettive future in Europa

Non è facile prevedere cosa riservi il futuro per il settore del solare termico. Ci troviamo in un periodo di transizione e di uscita da una crisi economica ed è molto difficile, se non azzardato, fare delle ipotesi.

Per poter stimare lo sviluppo futuro è utile partire dal Piano d'azione nazionale per le energie rinnovabili (NREAP) che ogni Paese deve preparare e sottoporre alla Commissione europea. L'obiettivo è di avere una *road map* per ogni Paese per poter raggiungere gli obiettivi comunitari, declinati per ogni nazione, per ogni fonte rinnovabile.

Per il solare termico l'indicatore scelto è la penetrazione delle installazioni. Nella Figura 31 sono rappresentate la capacità attuale in  $\text{kW}_{\text{th}}$  ogni 1.000 abitanti e l'obiettivo per il 2020.

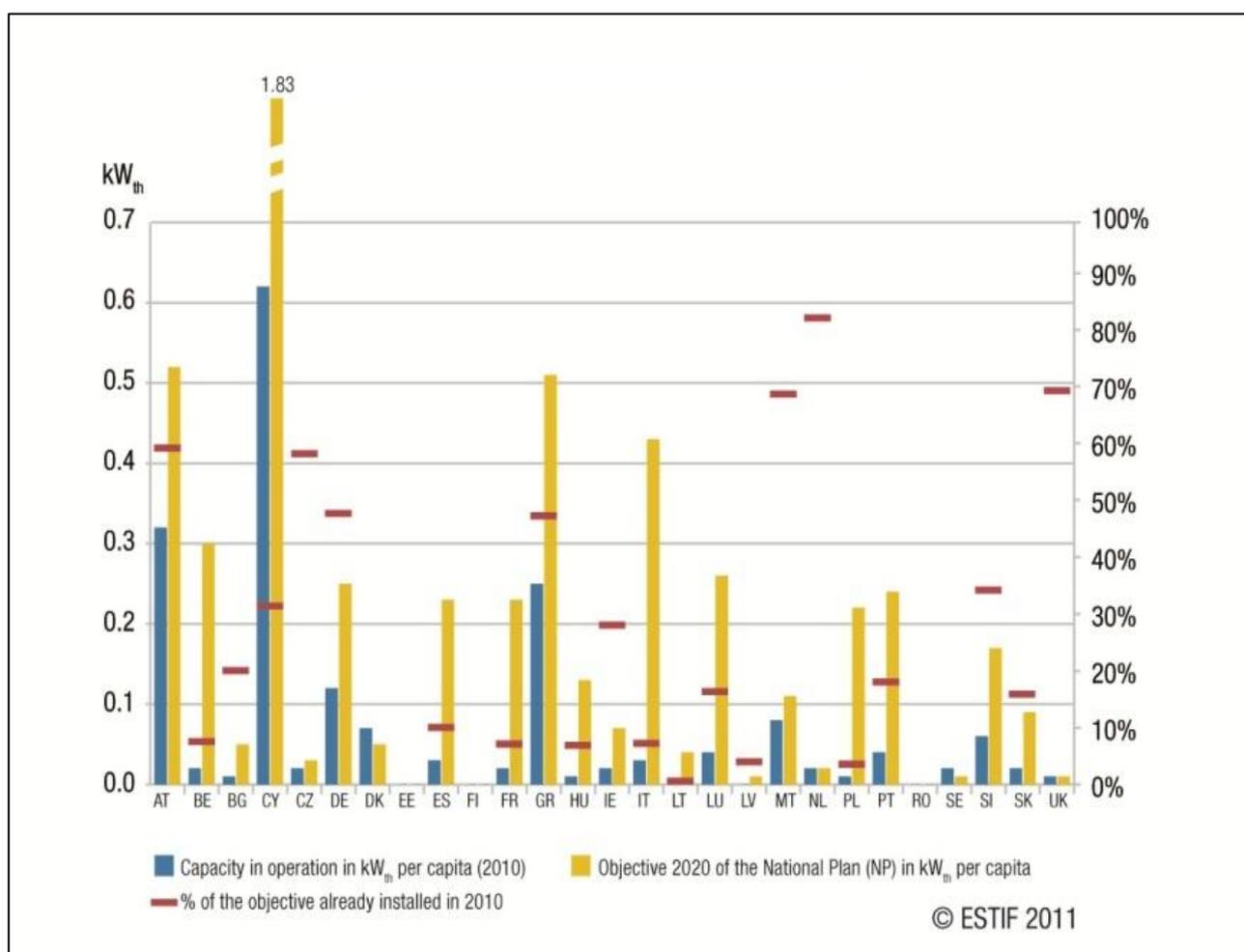


Figura 31: Analisi degli obiettivi al 2020 della penetrazione del solare termico nei Paesi Europei

Come si vede c'è molta strada ancora da percorrere e questo fa ben sperare per il futuro. Seguendo questi obiettivi è possibile stimare l'andamento futuro del mercato.

In molti Paesi, però, c'è molta incertezza legata al cambio di normativa. Negli anni precedenti si è visto che il solare termico reagisce molto lentamente alle nuove misure adottate dai Governi. Nel corso del 2011 Paesi come la Gran Bretagna, la Polonia, l'Italia e la Germania introdurranno un nuovo sistema di incentivi e gli operatori e le associazioni non sanno ancora cosa aspettarsi.

Nel grafico di Figura 32 è possibile vedere due possibili andamenti del mercato continentale, uno più ottimistico e uno più realistico. Il primo è stato calcolato con un tasso di crescita, sin dal 2011, pari al 15% per raggiungere gli obiettivi previsti dal NREAP. Il secondo prevede una risalita più lenta e solo dal 2014 il tasso di crescita sarà pari al 15%.

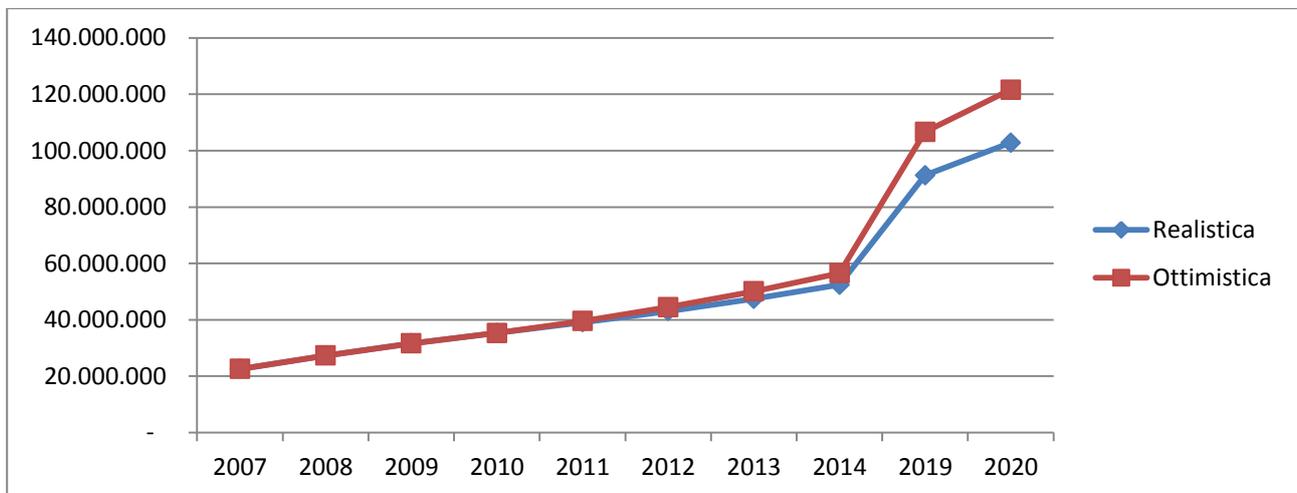


Figura 32: Andamento del mercato del solare termico in Europa in m<sup>2</sup>

La capacità installata dovrebbe passare in dieci anni da 35,3 milioni di m<sup>2</sup> attuali a 121,5 milioni di m<sup>2</sup>, secondo lo scenario più ottimistico, o a 102,8 milioni di m<sup>2</sup> secondo quello più realistico. La penetrazione, secondo lo scenario ottimista, sarà pari a 170 kW<sub>th</sub> ogni 1.000 abitanti e 144 per lo scenario realista.

L'ESTIF, l'associazione europea di settore, spera che si possano raggiungere 560 kW<sub>th</sub> ogni 1.000 abitanti e questo dato lascia ben sperare gli operatori di settore. Infatti l'ESTIF, per poter raggiungere l'obiettivo molto ambizioso che si è posta, sta facendo pressioni da un lato ai governi per incentivare sempre di più il settore e dall'altro alle imprese stesse per poter abbassare i costi e far diventare sempre più competitivo il solare termico. Un'altra leva è la tecnologia. Infatti l'ESTIF sta lavorando affinché i sistemi siano sempre più integrabili negli edifici e facilmente installabili. Tutti questi fattori fanno pensare che lo scenario ottimista che abbiamo descritto possa essere superato dalla realtà.

## 5.4 Le prospettive future in Italia

È estremamente difficile prevedere la crescita futura del mercato italiano del solare termico in un momento di grande discontinuità come quello che stiamo vivendo, segnato da un lato dal cambiamento del periodo di tempo su cui si applica la detrazione del 55% dell'investimento, dall'altro dall'approvazione e conseguente entrata in vigore del Decreto Rinnovabili. Come già sottolineato i cittadini non sempre accolgono con favore i cambi di normativa ed è probabile che il tasso delle nuove installazioni rallenti rispetto a quello fatto registrare nel 2010. Nel medio e lungo termine, il futuro del solare termico dipenderà invece dal livello degli incentivi che i provvedimenti attuativi del Decreto Rinnovabili stabiliranno.

Per il 2011 gli operatori intervistati si aspettano un risultato in linea a quello ottenuto nel 2010 e cioè intorno ai 500.000 m<sup>2</sup> di collettori solari.

Sull'orizzonte di lungo termine un importante momento di discontinuità potrebbe essere rappresentato dal 2019. A partire dal Gennaio di quell'anno infatti, in base alla Direttiva comunitaria 2010/31/CE, che dovrà essere recepita dal Governo italiano, tutti i nuovi edifici pubblici dovranno essere neutrali dal punto di vista energetico. Dal Gennaio 2021 ciò varrà anche per gli edifici privati. Ovviamente le tecnologie del solare termico giocheranno un ruolo chiave nell'assicurare il rispetto di questo requisito, il che potrà far schizzare il livello di installazioni annue. Sempre a condizione che, come ormai la storia delle rinnovabili insegna, saranno nel frattempo approvati degli efficaci Decreti attuativi e delle sanzioni tali da rendere effettivi gli obblighi.

Nel Piano d'azione preparato dal Governo Italiano è previsto che nel 2020 il mercato del solare termico del nostro Paese sia leader in Europa, con più di 25 GW<sub>th</sub> di potenza installata che corrispondono a circa 36,6 milioni di m<sup>2</sup> di collettori solari. Secondo questo piano la Germania, leader al momento, arriverà a installare "solo" poco più di 20 GW<sub>th</sub>.

Considerando tutti questi fattori, verranno ora presentati tre scenari (Figura 33): uno realistico, uno ottimistico e uno che segue il Piano d'azione. In quest'ultimo caso si prevede che sin dal 2011 il mercato cresca del 34% annuo. Nel caso ottimistico il mercato cresce del 15% nel 2011 e dal 2012 del 22%, che era il tasso di crescita assegnato all'Italia prima della crisi del mercato nel 2009. Nello scenario realistico, il tasso considerato è del 5% nel 2011, del 10% nel 2012, del 15% nel 2013 e del 22% dal 2014 in poi.

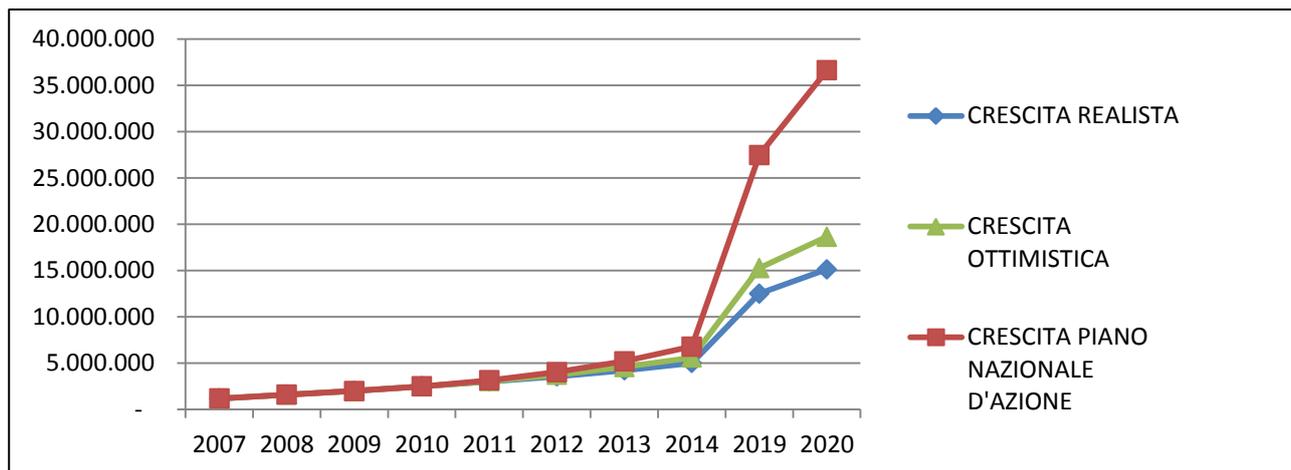


Figura 33: Tre scenari del mercato del solare termico in Italia, valori in m<sup>2</sup>

## 5.5 Il solare termico per usi industriali

Un promettente segmento di mercato è rappresentato dall'uso del solare termico nell'industria, per il soddisfacimento del fabbisogno termico di alcuni processi industriali. Già oggi è possibile utilizzare gli impianti solari per le applicazioni in cui l'acqua non deve superare i 100°C, mentre a temperature superiori esso può essere comunque utilizzato in fase di pre-riscaldamento, ottenendo dei significativi benefici dal punto di vista energetico ed economico.

Alcuni studi<sup>6</sup> (Figura 34) stimano che il 30% dei processi industriali impiegati nelle imprese attive nei Paesi europei richiedano acqua a temperature inferiori ai 100°C, il che rappresenta un grandissimo bacino potenziale di applicazione del solare termico, ancora poco sfruttato.

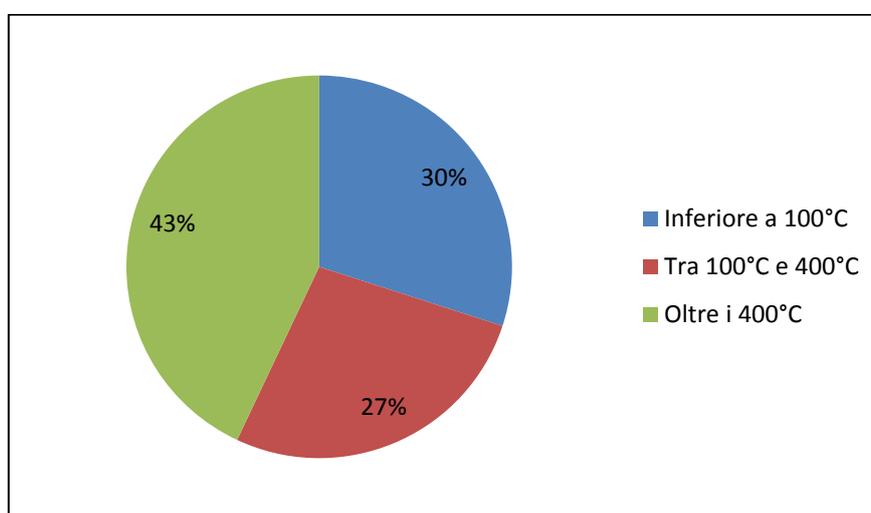


Figura 34: Ripartizione della domanda di calore industriale

In Italia nel 2010 non si rilevano grandi passi avanti nell'uso del solare termico per applicazioni ad alta temperatura, in parte per la mancanza di chiare normative tecniche che ne stabiliscano i requisiti essenziali, in parte per l'assenza di incentivi specifici per la produzione di energia termica da fonte rinnovabile, aspetto su cui il Decreto Rinnovabili è però recentemente intervenuto aprendo delle interessanti prospettive, almeno nel medio-lungo termine.

I settori chiave sono: l'alimentare (incluse le imprese che producono bevande), il tessile, il trattamento di metalli e plastiche, il chimico e l'industria dell'equipaggiamento dei trasporti. Le aree di applicazioni più interessanti sono: la pulizia, l'asciugatura, l'evaporazione e la distillazione, la pastorizzazione, lo sbiancamento, la sterilizzazione, la cucina, la fusione di materiali, la verniciatura e il trattamento di superfici.

<sup>6</sup> ECOHEATCOOL (IEE ALTENER Project), [www.ecoheatcool.org](http://www.ecoheatcool.org)

La forte radiazione solare che colpisce il nostro Paese, permette l'uso del solare termico in tutte le applicazioni appena elencate. Secondo lo studio ECOHEATCOOL, in Italia la richiesta di calore industriale è pari a 857 PJ all'anno. Se si soddisfacesse il 3,7% della domanda di calore industriale con l'uso di impianti solari termici, sarebbe necessario installare nel nostro Paese 14,3 milioni di m<sup>2</sup> di collettori solari. Il potenziale di mercato è quindi enorme e gli operatori sperano che nei prossimi anni il solare termico riesca a tradurre queste cifre in realtà.

## 6. IL SOLAR COOLING

In questo capitolo verrà presentata una promettente applicazione del solare termico, che permette lo sfruttamento dell'energia termica prodotta dai collettori solari anche nei mesi più caldi: il solar cooling. Infatti attraverso l'uso di specifiche macchine frigorifere, è possibile sfruttare il calore solare per raffrescare gli ambienti. Quindi consente di sfruttare l'energia del sole quando è maggiormente disponibile, ossia in estate.

Verranno presentate le tecnologie disponibili, la diffusione di questi tipi di impianti ed infine si cercherà di ipotizzare dei possibili scenari di mercato.

## 6.1 Le tecnologie disponibili

Dal punto di vista tecnologico, esistono oggi due principali famiglie di impianti solar cooling, quelli a ciclo chiuso e quelli a ciclo aperto. I primi sono formati da chiller che, alimentati da una sorgente termica, producono acqua refrigerata. I secondi sono detti DEC (Dessicant Evaporative Cooling) e producono invece aria condizionata sfruttando un processo di deumidificazione e raffreddamento evaporativo.

Gli impianti a ciclo chiuso si dividono in:

- Sistemi ad adsorbimento, che utilizzano una miscela di silice e gel, piuttosto che acqua e zeolite, come fluido termovettore;
- Sistemi ad assorbimento, che impiegano bromuro di litio e acqua, piuttosto che cloruro di litio e acqua o, ancora, ammoniacca e acqua.

I sistemi ad assorbimento sono una tecnologia decisamente più matura, con diverse macchine disponibili commercialmente, caratterizzate da una potenza frigorifera compresa tra pochi kW e oltre 1.000 kW. Hanno limitate prestazioni (il coefficiente di prestazione è compreso tra 0,6 e 1 mentre il coefficiente di prestazione dei frigoriferi tradizionali è solitamente pari a diverse unità). Questi sistemi però consentono un elevato risparmio di energia elettrica rispetto a sistemi tradizionali, stimabile nell'ordine di circa 10-15 volte.

Diversamente, i sistemi ad adsorbimento sono ancora in una fase di sviluppo industriale, con di fatto nessuna macchina disponibile commercialmente.

I sistemi di tipo DEC si dividono invece, in base al tipo di dessiccante utilizzato, in:

- Sistemi con rotore essiccante, di tipo solido (DECs);
- Sistemi con dessiccante liquido (DECI).

Nella Figura 35 sono rappresentati gli schemi di impianto per il condizionamento con il solar cooling, il primo con macchina ad assorbimento o macchina ad adsorbimento e il secondo con sistema DEC.

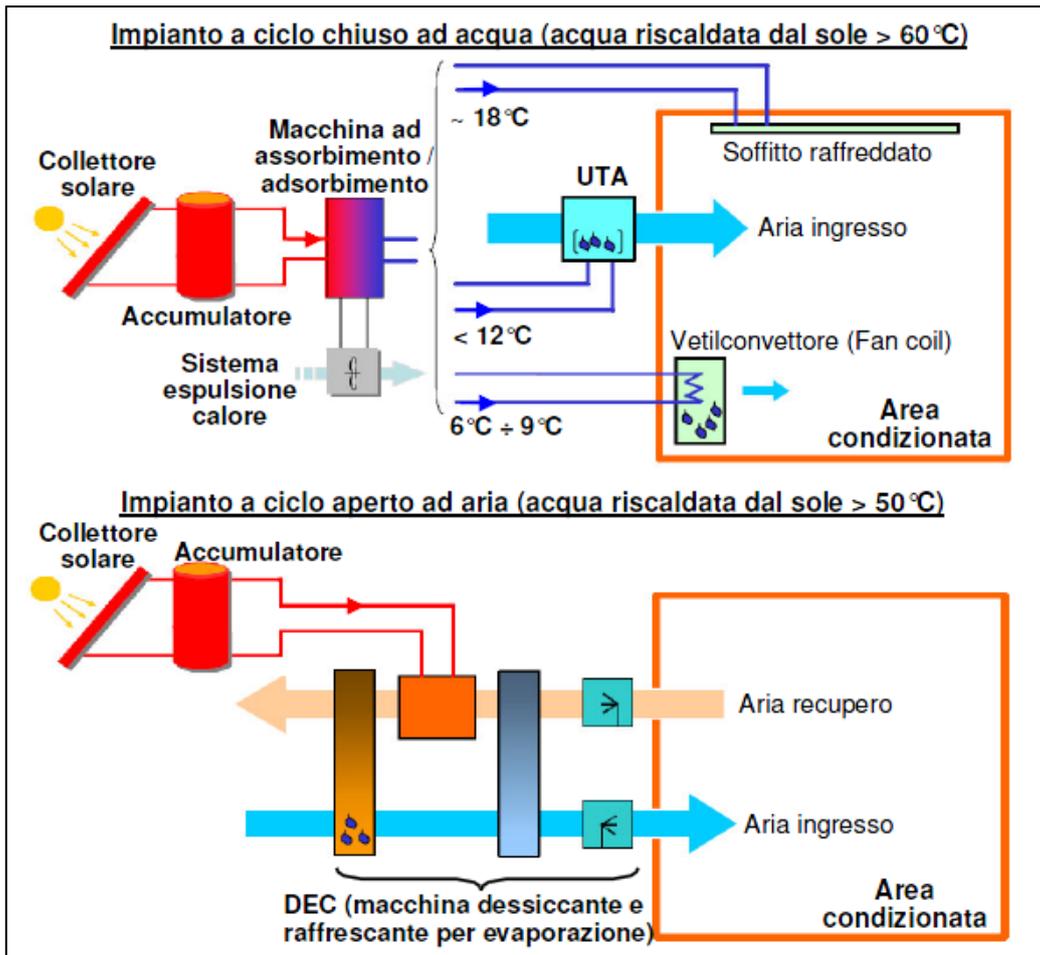


Figura 35: Schemi di impianto di condizionamento con solar cooling

### 6.1.1 La macchina ad assorbimento

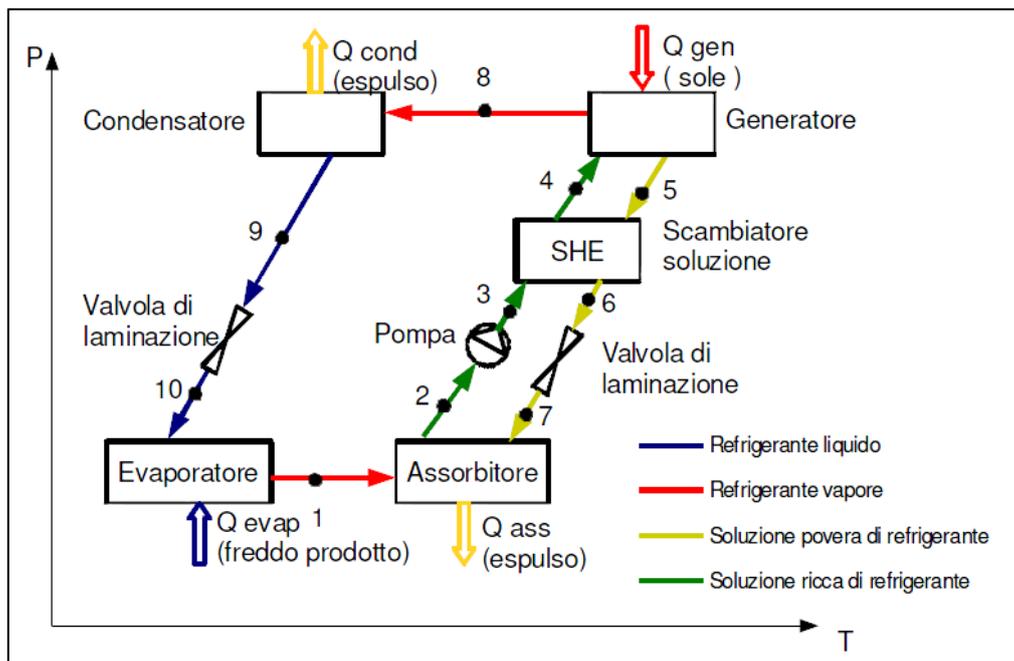


Figura 36: Funzionamento di una macchina ad assorbimento a singolo effetto

Nella Figura 36 è riportato lo schema di funzionamento di una macchina ad assorbimento, a singolo effetto, per produrre solo freddo. All'uscita dell'evaporatore (1) è presente del refrigerante sotto forma di vapore che all'interno dell'assorbitore viene assorbito da una soluzione liquida, chiamata sorbente o assorbente, con cessione del calore all'ambiente esterno. Si forma quindi una soluzione liquida ricca in refrigerante (2) che tramite una pompa viene innalzata al livello più alto di pressione (3). Tale soluzione ricca in refrigerante incontra poi uno scambiatore di calore rigenerativo, chiamato anche SHE (*Solution Heat Exchanger*) che preriscalda la stessa soluzione ricca, che viene quindi inviata (4) ad un generatore o desorbitor dove viene riscaldata tramite calore esterno fornito direttamente dai collettori solari. In particolare nel generatore la componente refrigerante di tale soluzione ricca viene trasformata in vapore e continua il ciclo (8) e la componente assorbente, povera di refrigerante, rimane essenzialmente liquida e ritorna all'assorbitore (5) ÷ (7) previo cedimento del calore nello scambiatore rigenerativo SHE e utilizzo di una valvola di laminazione, in modo che tale soluzione povera di refrigerante a pressione più elevata rispetto alla soluzione ricca anzidetta, possa essere inviata nell'assorbitore.

Il vapore prodotto dal generatore (8) segue poi la stessa via di un tradizionale ciclo a compressione di vapore, e viene quindi condensato (9) con cessione di calore all'ambiente esterno, laminato (10) e poi evaporato nell'evaporatore con acquisizione di calore dal locale da condizionare.

Nel caso di un macchina ad assorbimento per produrre sia freddo, per il raffrescamento estivo, che caldo, per il riscaldamento invernale, vengono utilizzate macchine ad assorbimento di tipo reversibile, che per produrre freddo utilizzano lo stesso schema rappresentato nella Figura 36 e per produrre caldo utilizzano una valvola di inversione.

### 6.1.2 La macchina ad adsorbimento

Nella Figura 37 è rappresentato lo schema di funzionamento di una macchina ad adsorbimento, con aggiunti i seguenti tre circuiti, collegati alla stessa macchina, essenziali per il suo funzionamento:

- circuito acqua calda, proveniente da collettori solari o da un'altra fonte energetica, che costituisce il motore della macchina;
- circuito acqua refrigerata, che fornisce l'acqua fredda per il sistema di distribuzione dell'impianto di condizionamento;
- circuito acqua espulsione calore, che smaltisce il calore prodotto dalla macchina durante il suo funzionamento.

In particolare nella parte inferiore della macchina è posizionato l'evaporatore che produce acqua refrigerata per il sistema di distribuzione e contemporaneamente trasforma il refrigerante da liquido a vapore, utilizzando la differenza di temperatura tra l'evaporatore e l'acqua refrigerata.

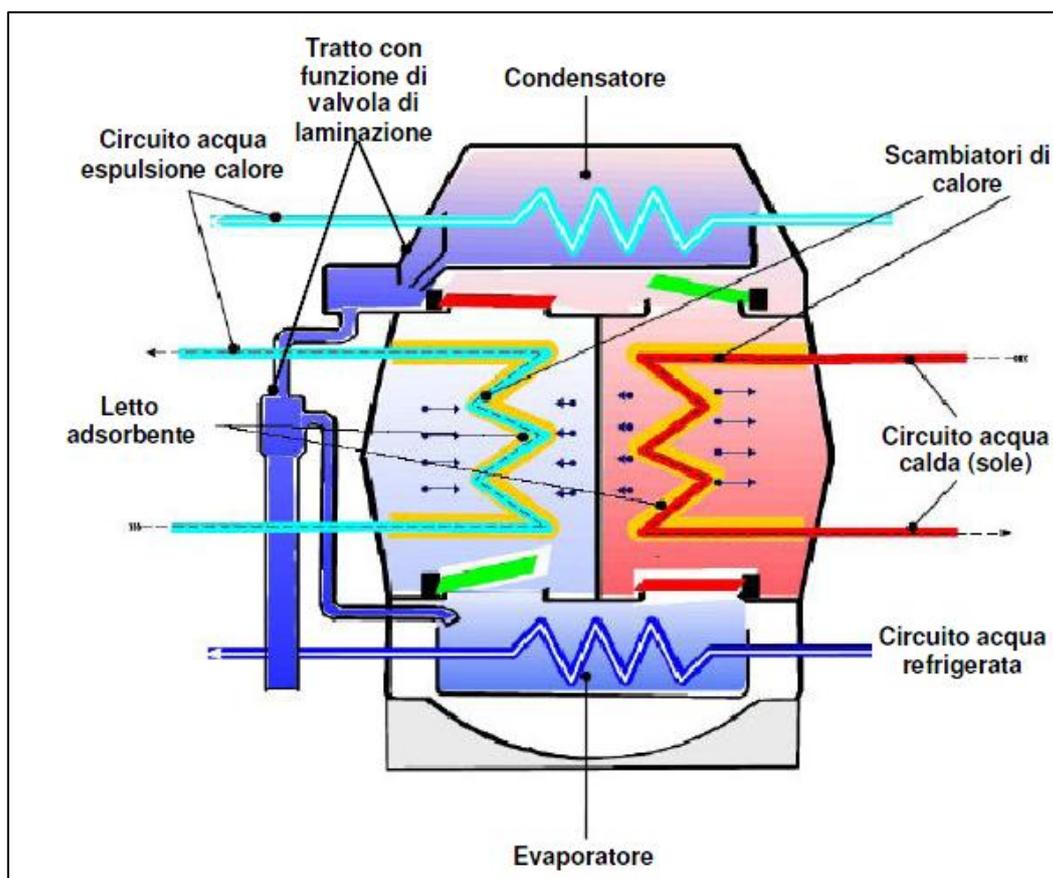


Figura 37: Schema di una macchina ad adsorbimento

In questo schema i letti di adsorbente sono due e funzionano in parallelo, tramite modifica del circuito del refrigerante con delle valvole. In particolare il letto di sinistra sta adsorbendo il vapore e il calore generato dall'adsorbimento viene asportato con acqua di raffreddamento. Nello stesso tempo il letto di destra sta desorbendo il refrigerante mediante suo riscaldamento con acqua calda proveniente da collettori solari o da un'altra fonte energetica. Per ottenere tali risultati sono aperte la valvola (in verde in basso a sinistra) che mette in comunicazione l'evaporatore con il letto in adsorbimento e la valvola (in verde in alto a destra) che mette in comunicazione il condensatore con il letto in rigenerazione a destra. La capacità di adsorbimento di un materiale è limitata e, oltre un certo quantitativo di refrigerante adsorbito, avviene la saturazione della capacità adsorbente con conseguente blocco dell'adsorbimento; prima che si arrivi al punto di saturazione è dunque necessario che vengano invertiti i ruoli dei due letti.

A questo scopo vengono allora chiuse le valvole in verde e aperte quelle in rosso e contemporaneamente vengono invertiti i flussi negli scambiatori a contatto con i letti adsorbenti: il

letto a sinistra tramite il calore dalla fonte esterna rigenera il materiale adsorbente, e quello a destra adsorbe il refrigerante proveniente dall'evaporatore.

Il funzionamento di queste macchine è intermittente ma l'utenza non risente di questa intermittenza interna alla macchina perché sono previsti o più letti in parallelo o comunque l'inerzia del sistema di condizionamento o sistemi di accumulo inseriti nello stesso provvedono ad attenuare le variazioni provocate dal cambio nel circuito.

### 6.1.3 Il sistema DEC

Nella Figura 38 è rappresentato un sistema DEC. Il fluido trattato viene aspirato continuamente dall'esterno, immesso nell'edificio e poi espulso all'esterno.

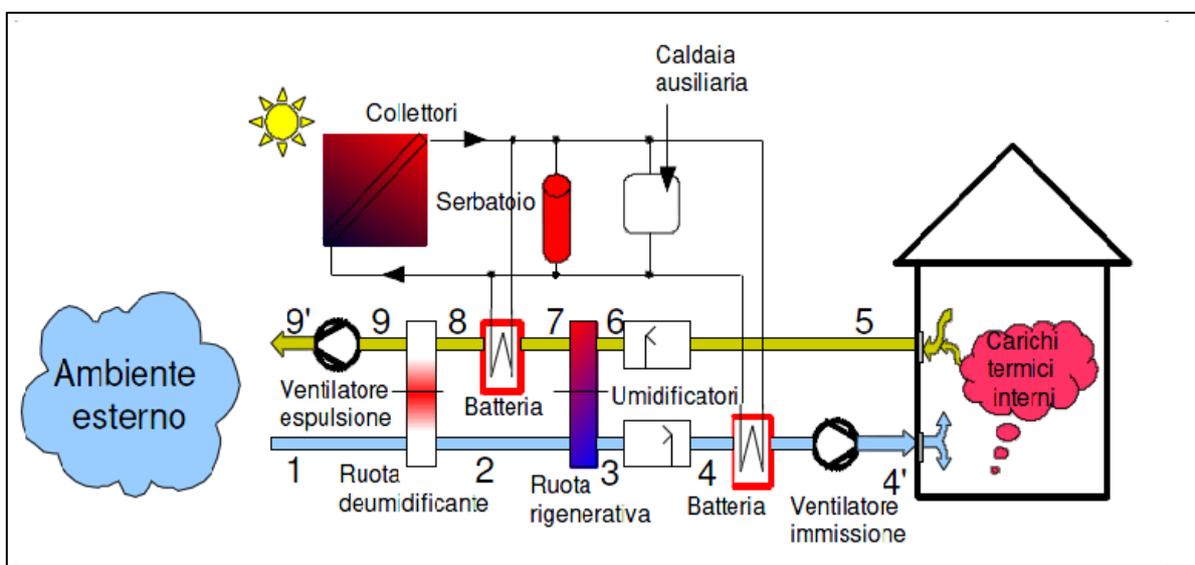


Figura 38: Schema di un impianto DEC

Il primo trattamento che l'aria subisce è il suo passaggio attraverso una ruota deumidificante, da (1) a (2), effettuata tramite processo adiabatico con perdita di umidità e assorbimento di calore. L'aria da (2) viene ulteriormente raffreddata da una ruota rigenerativa, che recupera calore, senza modificazione del quantitativo di umidità assoluta, passando a (3). Da qui l'aria subisce un raffreddamento evaporativo, passando a (4), tramite umidificazione fino a una condizione simile a quella di progetto. Per immettere l'aria nell'edificio con adeguata portata viene utilizzato un ventilatore che le fa aumentare leggermente la temperatura da (4) a (4'), caratteristiche con le quali l'aria stessa viene immessa nell'edificio.

L'aria viene poi ripresa dall'edificio (5) con le caratteristiche modificate a causa dei carichi presenti nell'edificio stesso (calore trasmesso attraverso il suo involucro, calore prodotto da apparecchi interni, da persone, etc.). L'aria ripresa viene prima umidificata, passando da (5) a (6), fino a

condizioni prossime alla saturazione. Dopodiché l'aria viene riscaldata fino a passare da (6) a (7) tramite la ruota rigenerativa, che cede il calore che prima aveva assorbito durante la trasformazione tra (2) e (3).

L'aria poi passa attraverso una batteria, riscaldata da una fonte esterna tipicamente di almeno 50 - 60°C quale i collettori solari, che le fa aumentare la temperatura fino a raggiungere un valore a sufficiente per attivare il successivo processo di rigenerazione della ruota deumidificante. In particolare questa trasformazione, che è un semplice riscaldamento, fa passare l'aria da (7) a (8).

L'aria, ormai abbastanza calda per rigenerare il materiale assorbente, passa attraverso la ruota deumidificante cedendo calore sensibile alla ruota stessa ma acquistando calore latente, tramite un processo pressoché adiabatico, che la fa passare a (9). Per favorire l'estrazione dell'aria è infine disposto un ventilatore aspirante che comporta un leggero innalzamento della temperatura dell'aria stessa, in modo che alla sua uscita nell'ambiente esterno si trova nelle condizioni di (9').

Il sistema DEC innanzi descritto è realizzato per raffrescare e deumidificare l'aria in estate. Esiste pure una versione di questo impianto che presenta un ulteriore scambiatore di calore, alimentato da una fonte calda quale i collettori solari e disposto tra (4) e (4'), che permette pure di riscaldare l'aria in inverno. L'apporto solare è dunque necessario per rigenerare la ruota deumidificante, sia in raffrescamento estivo che in riscaldamento invernale, e per contribuire pure nell'opzione con riscaldamento invernale.

## 6.2 La diffusione

All'inizio del 2010, l'International Energy Agency (IEA) ha censito 288 installazioni commerciali (quindi non di tipo "sperimentale", o "pilota") al mondo di impianti solar cooling, per una potenza installata totale di 17,61 MW. Di questi, ventotto impianti sono in Italia, con una potenza complessiva di 3,2 MW. La Figura 39 dà un'idea della distribuzione degli impianti censiti rispetto alle varie tecnologie precedentemente illustrate.

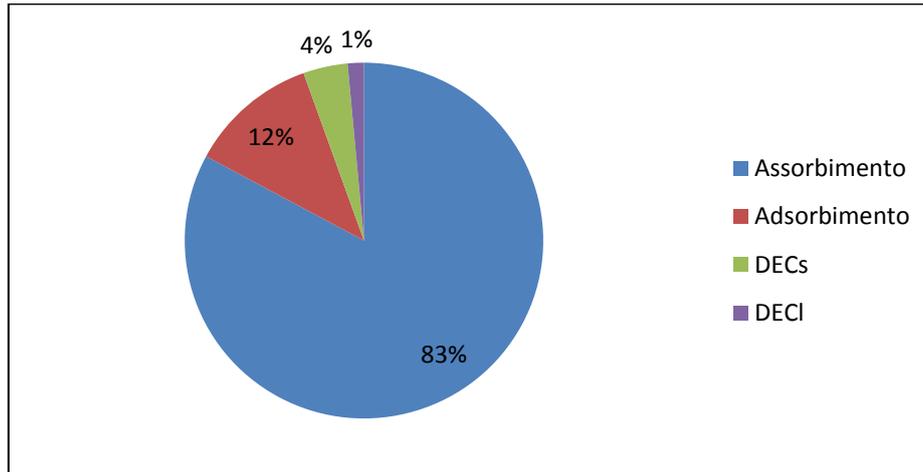


Figura 39: Distribuzione della potenza installata in impianti solar cooling per tecnologia nel mondo.

Come si nota, le macchine ad assorbimento sono decisamente le più diffuse, con l'83% della potenza installata totale. Seguono quelle ad adsorbimento e quindi gli impianti DEC. A partire dal 2009, e specialmente nel 2010, imprese ed enti di ricerca hanno tuttavia decisamente incrementato i loro sforzi di innovazione e ricerca sulle tecnologie DEC, che nel breve-medio termine potrebbero recuperare quota nel mercato mondiale del solar cooling, almeno a detta degli operatori.

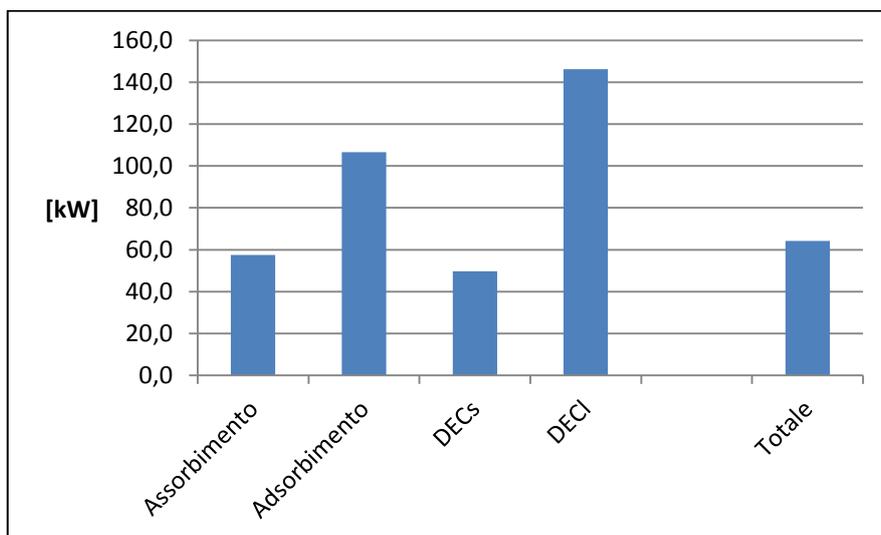


Figura 40: Taglia media degli impianti di solar cooling installati nel mondo.

Come si nota dalla Figura 40, gli impianti censiti dall'IEA hanno una potenza media di 60 kW frigoriferi. Questo valore è influenzato decisamente dalla realtà spagnola, dove si registra la presenza di oltre 50 impianti di piccola taglia, circa 4,5 kW. Quello spagnolo è un caso piuttosto raro, in un panorama mondiale dove invece sono gli impianti di grande taglia (fino a 80-100 kW) ad essere oggi quelli decisamente più diffusi ed utilizzati.

In generale, l'impianto "tipo" che ad oggi ha trovato maggiore diffusione a livello internazionale è caratterizzato da una taglia media di circa 100 kW frigoriferi, con una superficie dei collettori che varia da 100 a 350 metri quadrati (in funzione della tecnologia utilizzata), l'accumulo di caldo compreso tra i 3.000 e i 12.000 litri, mentre l'accumulo di freddo tra i 1.000 e i 3.000 litri. Si tenga conto che, solitamente, per raffrescare un ambiente di 350 – 400 m<sup>2</sup> sono necessari poco meno di 20 kW<sub>fr</sub>. Diversamente, per grossi complessi edilizi sono richiesti circa 1.500 kW<sub>fr</sub>, con una superficie di collettori, in via orientativa, di 1.500 metri quadrati e accumuli con capienze dell'ordine dei 50.000 litri.

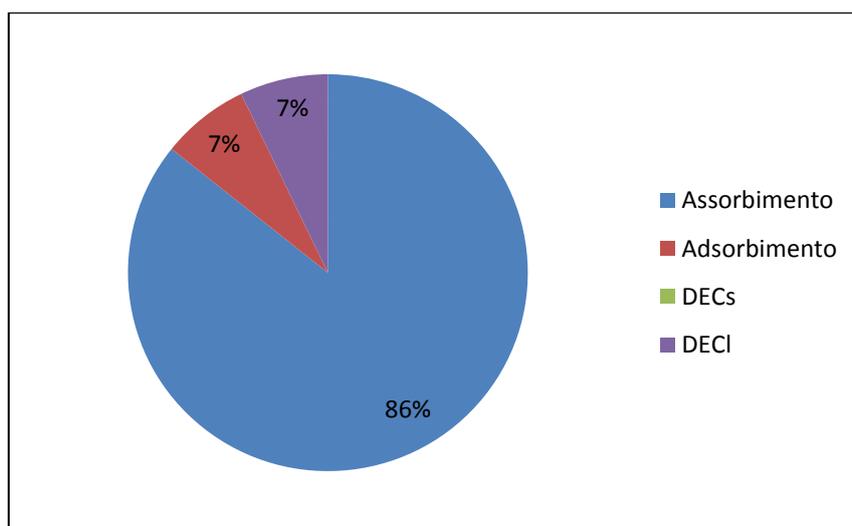


Figura 41: Distribuzione della potenza installata in impianti solar cooling per tecnologia in Italia.

Le Figure 41 ed 42 descrivono invece il caso italiano dove, come d'altronde nel resto del mondo, gli impianti più diffusi sono quelli che impiegano le macchine ad assorbimento. Si nota tuttavia una taglia media decisamente superiore rispetto a quella registrata a livello internazionale, con un valore che nel nostro Paese si attesta di poco al di sotto dei 120 kW frigoriferi. Questo è il riflesso del fatto che in Italia le principali applicazioni di solar cooling riguardano installazioni di medio-grandi dimensioni, al servizio di uffici, ospedali, edifici della Pubblica Amministrazione, Università. Il mercato dei piccoli impianti, ad uso quasi residenziale, è pressoché inesistente, dato il loro costo specifico decisamente più elevato ed alle problematiche associate alle dimensioni dei vari componenti dell'impianto.

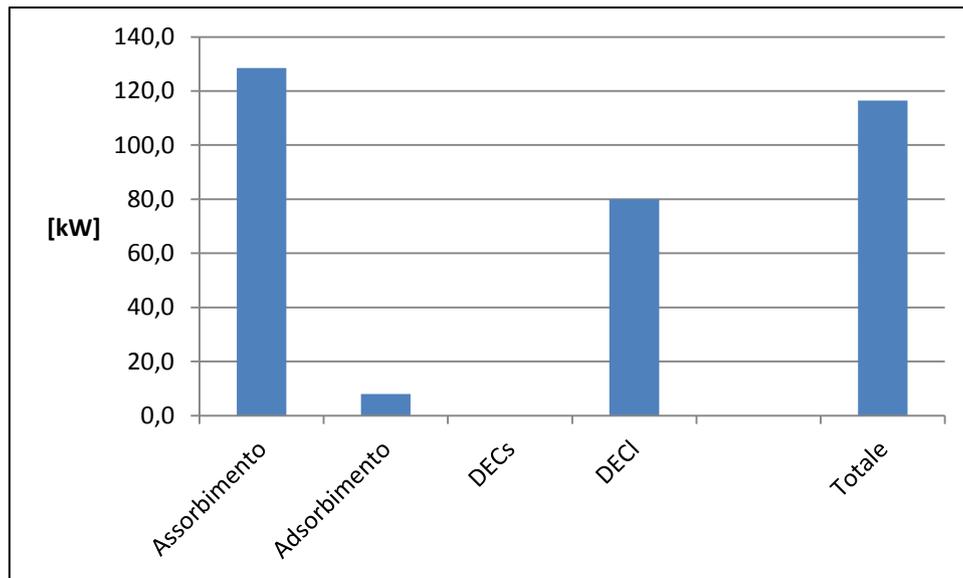


Figura 42: Taglia media degli impianti di solar cooling installati in Italia.

### 6.3 Le potenzialità

I costi di un impianto di solar cooling, essi dipendono in modo sensibile dalla taglia dell'impianto, come si nota dalla Tabella 4. Il costo medio registrato nel 2007 era di 6.500 €/kW, nel 2008 di 4.500 €/kW, mentre attualmente si stima che esso si aggiri intorno ai 4.000 €/kW. Bisogna tuttavia notare che questo costo non comprende il sistema di distribuzione del freddo, né tantomeno l'installazione dell'impianto.

Taglia d'impianto	Impianti solar cooling	Impianti tradizionali
< 20 kW	4.000 – 5.000	750 – 900
20 – 100 kW	2.000 – 3.500	600 – 700
> 100 kW	500 – 1.000	450 - 550

Tabella 4: Costo in €/kW degli impianti di solar cooling raffrontato a sistemi di condizionamento tradizionali

Nell'ambito di uno studio europeo<sup>7</sup> sono state effettuate diverse interviste ai principali produttori di componenti degli impianti di solar cooling, finalizzate a ricavare informazioni utili sulle possibili riduzioni dei costi dei componenti stessi. I risultati sono elencati e quantificati nella Tabella 5. Riassumendo i risultati, è possibile osservare che:

- per i costruttori di collettori solari, le voci con più margine di miglioramento per ridurre i loro costi sono quelle dell'assemblaggio e della installazione;
- per i costruttori delle macchine ad assorbimento sono prevedibili riduzioni dei costi in molti campi, dalla ricerca alla produzione; inoltre molte voci sono riconducibili ad un aumento atteso delle vendite, che permetterebbe di ottimizzare tutti i processi e di generare più risorse da investire nel prodotto;
- per i costruttori degli adsorbitori, peraltro in numero limitato, una riduzione dei costi può essere ottenuta prevalentemente con attività di ricerca, di marketing e nelle fasi di costruzione e di vendita;
- per i costruttori delle torri di raffreddamento, il loro settore ha una maggiore maturità e quindi hanno una maggiore conoscenza di questa tecnologia, una riduzione dei costi può essere ottenuta con attività di ricerca ed intervenendo nelle fasi di assemblaggio, di installazione e di post vendita, e riducendo i disservizi;
- per tutti i costruttori, una riduzione di costi può infine essere ottenuta tramite un incremento dei volumi di vendita.

<sup>7</sup> Rococo, Reduction of costs of Solar Cooling systems

Voce	Collettori solari	Assorbitori	Adsorbitori	Torri raffreddamento
<b>Ricerca &amp; sviluppo</b>	43	83	50	67
<b>Materiali</b>	43	83	0	33
<b>Energia</b>	14	50	0	33
<b>Costo del lavoro</b>	36	83	50	33
<b>Assemblaggio</b>	50	83	50	67
<b>Marketing</b>	21	33	100	33
<b>Stoccaggio</b>	14	33	0	33
<b>Trasporto</b>	29	50	0	33
<b>Vendita</b>	29	50	50	33
<b>Installazione</b>	64	-	-	100
<b>Assistenza post vendita</b>	36	-	-	100
<b>Disservizi</b>	21	-	-	100

Tabella 5: Aspettative di riduzione dei costi (%) previste dai produttori di componenti per impianti di solar cooling

Va detto tuttavia che i costi degli impianti sono estremamente variabili, dato che dipendono, oltre che dalla dimensione, anche dalle sue caratteristiche tecniche e costruttive (quali integrazione con altri impianti esistenti, distanza delle torri evaporative, difficoltà nell'installazione, etc.). A ciò si aggiunge il fatto che le macchine per la generazione di acqua o aria fredda sono frequentemente realizzate su misura e incidono parecchio sul costo finale dell'impianto (fino al 35%), rispetto ai collettori e ai serbatoi. Quanto detto vale in modo particolarmente evidente per gli impianti di tipo DEC e per i piccoli sistemi ad adsorbimento.

La nostra indagine mostra come il costo specifico di un impianto solar cooling diventi comparabile a quello di un condizionatore tradizionale solo per sistemi di grossa taglia, con una potenza maggiore di 100 kW frigoriferi (Tabella 4). Per gli impianti di piccola taglia (indicativamente sotto ai 10 kW), invece, il costo specifico di un impianto solar cooling è superiore di circa cinque volte rispetto ad uno tradizionale. Va tuttavia detto che questi raffronti non tengono conto del risparmio di energia elettrica che i sistemi di solar cooling consentono di conseguire. Tenendo anche questi in opportuna considerazione, si stima che sia conveniente già oggi, in assenza di incentivi, installare impianti di solar cooling fino a taglie nell'ordine di 70 kW, potenza tipica per impianti asserviti a raffrescare edifici di circa 600 m<sup>2</sup>.

Il limitato numero delle installazioni esistenti e l'estrema variabilità del costo di installazione lasciano intendere che quello del solar cooling è di fatto un mercato in realtà ad uno stadio di sviluppo ancora fortemente embrionale, sia in Italia quanto all'estero. Le potenzialità di questa

tecnologia sono tuttavia veramente significative, specialmente in un paese come l'Italia, che rappresenta il primo mercato per apparecchi di climatizzazione a livello mondiale. Nel nostro Paese vengono installati mediamente ogni anno 1,3 milioni di nuove unità di condizionamento ambienti, che corrisponde al 25% del mercato continentale. Insieme all'elevato livello di irraggiamento di cui gode il nostro Paese, si tratta di un elemento che fa ben sperare in merito alla possibile crescita di questo segmento del comparto del solare termico.

Probabilmente il mercato per questi sistemi subirà un'accelerazione particolarmente importante nel momento in cui il progresso tecnico e la crescita dei volumi abbasseranno il costo specifico del solar cooling al punto da renderlo conveniente anche per applicazioni residenziali, di piccola taglia, che costituiscono il segmento di mercato con le dimensioni e le possibilità di crescita in assoluto più interessanti.

## 6.4 Analisi economica

Uno studio<sup>8</sup> del 2010, commissionato da ENEA, ha analizzato dal punto di vista economico diversi impianti di solar cooling in diverse località. In particolare riporta un'analisi<sup>9</sup> tecnica ed economica di due possibili sostituzioni o integrazioni con solar cooling in impianti tradizionali per un magazzino industriale e un albergo in Umbria e un altro studio<sup>10</sup>, che riguarda la valutazione delle prestazioni di un sistema integrato con solar cooling e un sistema di riscaldamento tradizionale considerando un hotel, un ufficio e una casa monofamiliare in tre differenti città: Roma, Berlino e Lisbona.

Nella Tabella 6 sono riportate le caratteristiche principali degli impianti analizzati.

Luogo	Edificio	Superficie [m <sup>2</sup> ]	Potenza [kW]	Collettori	Macchina frigorifera	Integrazione
Umbria	Magazzino	-	29	Sottovuoto	Assorbimento	Caldaia a gas
Umbria	Albergo	-	71	Sottovuoto	Assorbimento	Motore cogenerativo
Lisbona	Albergo	3858	84 – 185	Piani e sottovuoto	Assorbimento	Caldaia e compressore elettrico
	Ufficio	930				
	Abitazione	240				
Roma	Albergo	3858	73 – 200	Piani e sottovuoto	Assorbimento	Caldaia e compressore elettrico
	Ufficio	930				
	Abitazione	240				
Berlino	Albergo	3858	11 - 91	Piani e sottovuoto	Assorbimento	Caldaia e compressore elettrico
	Ufficio	930				
	Abitazione	240				

Tabella 6: Caratteristiche degli impianti di solar cooling considerati

Nel caso di Lisbona, Roma e Berlino, nell'analisi viene considerata una potenza minima e una potenza massima.

Nella Tabella 7 vengono riportati i risparmi di energia primaria che si avrebbero con l'installazione di un impianto di solar cooling. Come si può vedere, l'installazione di un impianto può arrivare a

<sup>8</sup> Stato dell'arte delle tecnologie per il solar cooling, Febbraio 2010.

<sup>9</sup> Solar-Powered cooling systems: Technical and economic analysis on industrial refrigeration and air-conditioning applications.

<sup>10</sup> Energy and economic analysis of an integrated solar absorption and heating system in different building types and climates.

far risparmiare fino a più della metà dell'energia primaria richiesta da un impianto tradizionale con compressione di vapore.

Impianto	Collettori	Risparmio [%]	Impianto	Collettori	Risparmio [%]
Adsorbimento / caldaia	Piano	38	Assorbimento / caldaia	Piano	36
	Sottovuoto	47		Sottovuoto	45
Adsorbimento / compressore elettrico	Piano	47	Assorbimento / compressore elettrico	Piano	46
	Sottovuoto	53		Sottovuoto	53

Tabella 7: Risparmio di energia primaria con solar cooling rispetto alla soluzione tradizionale con compressione di vapore

Per quanto riguarda il costo di realizzazione dell'impianto (Tabella 8) sono stati calcolati gli incrementi, rispetto a un impianto tradizionale, dei sistemi analizzati nella città di Roma, Lisbona e Berlino<sup>11</sup>. I costi di un impianto di solar cooling sono stimati da circa tre a dieci volte quelli di un impianto tradizionale in funzione dell'applicazione e con valori minori nelle città con più sole e maggiori nelle città con meno sole.

Località	Integrazione	Incremento [%]		
		Uffici	Hotel	Abitazioni
Lisbona	Compressore	430	405	367
	Gas	383	294	274
Roma	Compressore	404	417	430
	Gas	362	305	316
Berlino	Compressore	1000	1000	1000
	Gas	1000	1000	1000

Tabella 8: Incrementi dei costi di realizzazione di impianti di solar cooling

Per l'analisi economica, lo studio considera il tempo di ritorno e gli NPV degli impianti in Umbria rispetto alla soluzione con impianti tradizionali, valutati tenendo conto dell'agevolazione fiscale del 55% per i componenti del campo solare e considerando diversi tassi di interesse. I risultati sono mostrati nei grafici di Figura 42 e di Figura 43.

<sup>11</sup> Nota 10 ibidem

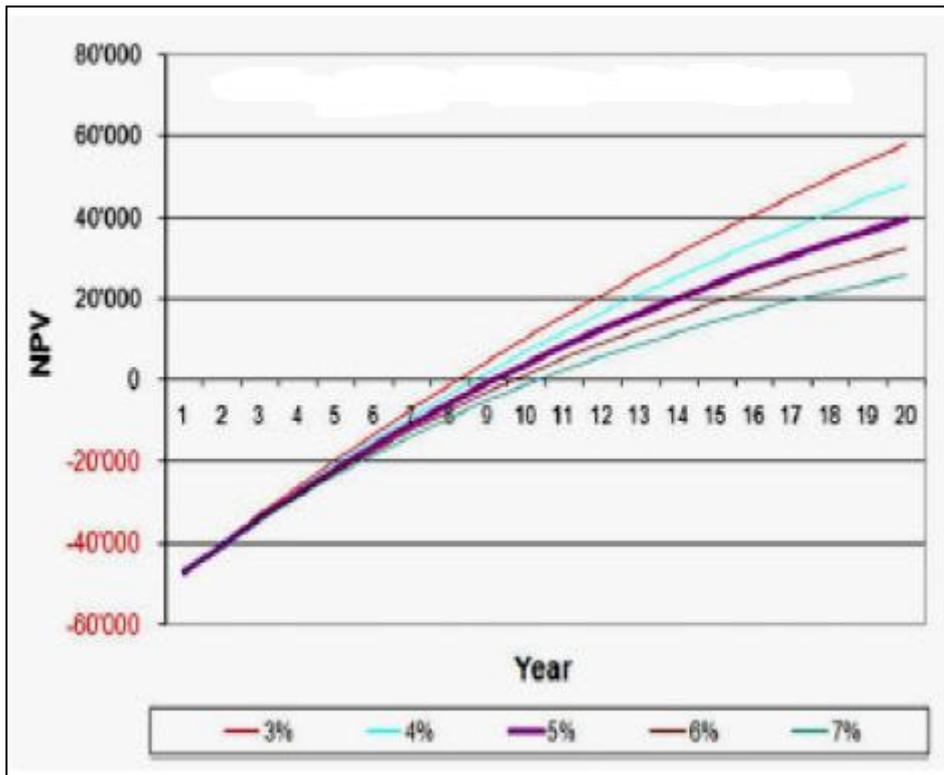


Figura 43: Tempo di ritorno e NPV per il magazzino industriale di un salumificio

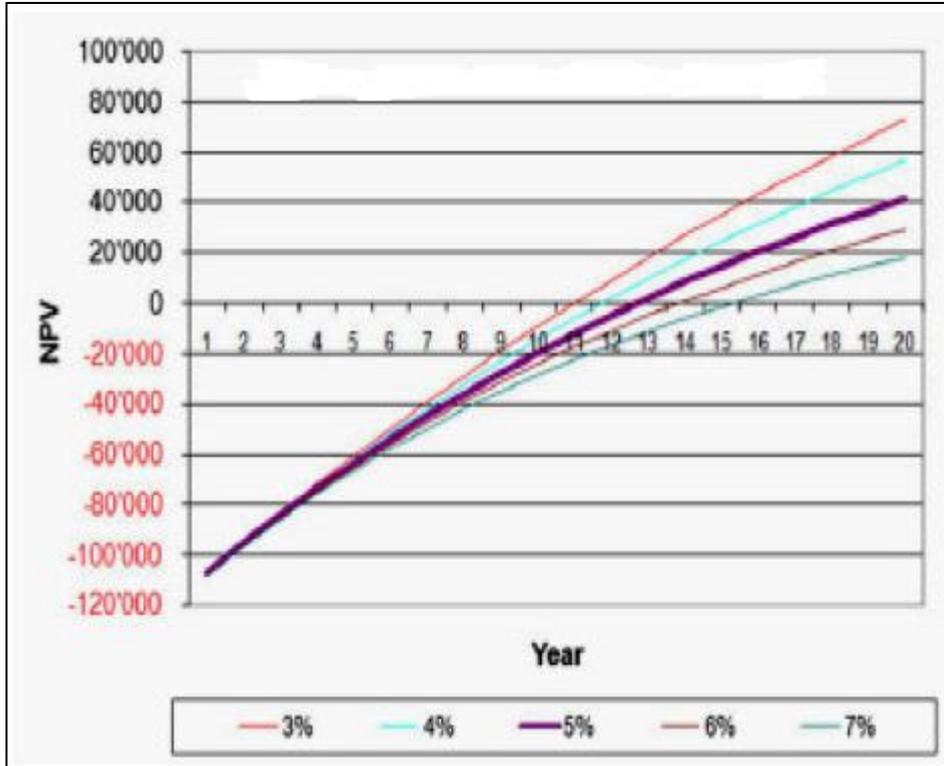


Figura 44: Tempo di ritorno e NPV per l'albergo

## 7. LA FILIERA

Il capitolo ha l'obiettivo di descrivere la composizione della filiera nel settore del solare termico andando a definire i processi di acquisto, gli attori della filiera e i modelli di business esistenti. In questa analisi la filiera può essere definita come "l'insieme di tutti gli attori che sono coinvolti nel processo di approvvigionamento, produzione, distribuzione e acquisto da parte dei clienti finali di impianti solari termici".

## 7.1 La suddivisione del mercato

Il processo di acquisto che attiva la filiera del solare termico è strettamente dipendente dalla tipologia di cliente servito. Infatti, a seconda della tipologia e dimensione di impianto, il processo di vendita presenta caratteristiche differenti. È quindi indispensabile iniziare l'analisi proprio dallo studio dei mercati serviti. Sono attualmente presenti tre segmenti di mercato:

- **Residenziale:** in questo mercato sono presenti due classi di clienti che si distinguono a seconda della dimensione di impianti installati. È infatti possibile acquistare impianti di piccole dimensioni, venduti al singolo soggetto privato, oltre che impianti di maggiori dimensioni che generalmente sono installati su commissione del costruttore edilizio, che vuole dotare un edificio di nuova costruzione dell'impianto solare termico per la produzione di acqua calda sanitaria (anche a seguito del Decreto Legislativo 192/05);
- **Commerciale:** il mercato commerciale fa riferimento all'installazione di impianti di grande dimensione utilizzati per produrre acqua calda sanitaria e per il riscaldamento di centri commerciali e uffici;
- **Industriale:** questo mercato si può suddividere ulteriormente a seconda che l'acqua calda prodotta sia utilizzata per usi di processo o per usi sanitari e di riscaldamento ambienti. Gli impianti sono solitamente medio - grandi come nel comparto commerciale.



Tabella 9: Suddivisione dei mercati del solare termico

Attraverso l'analisi empirica della filiera è stato possibile tuttavia concentrare i mercati finali in due macro-segmenti: il driver principale della domanda è la taglia dell'impianto. È possibile quindi fare riferimento ai seguenti segmenti:

- **Impianti di piccole dimensioni:** superficie di collettori minore di 30 m<sup>2</sup> (mercato residenziale);

- **Impianti di grandi dimensioni:** superficie di collettori maggiore di 30 m<sup>2</sup> (mercato residenziale, mercato commerciale e mercato industriale).

La soglia dimensionale che separa i due segmenti è legata principalmente alla fase di progettazione: per impianti con una superficie maggiore di 30 m<sup>2</sup> è necessaria una specifica fase di progettazione e integrazione dei componenti in quanto non è possibile realizzare l'impianto senza uno studio termotecnico. Particolarmente delicata è la messa in posa dell'impianto, per la quale è necessario aver studiato a priori il posizionamento dei collettori per massimizzare l'efficienza e l'integrazione con gli impianti preesistenti, oltre al dimensionamento dell'impianto stesso (per queste dimensioni non esistono kit pre-dimensionati).

## 7.2 Gli attori della filiera

La filiera del solare termico è caratterizzata, sostanzialmente, da quattro diversi ruoli:

- **Fornitori materie prime:** sono, soprattutto, i produttori di metalli (rame, alluminio ed acciaio) e i produttori di vetro per i collettori sottovuoto e a piano vetrato;
- **Produzione collettori solari e componenti:** sono gli operatori che si occupano di produrre i collettori, vero nucleo di un impianto solare termico, e gli altri componenti, come i sistemi di accumulo, le centraline, pompe idrauliche, etc. Alcuni preferiscono acquistare la componentistica da produttori esterni, altri la producono in prima persona;
- **Distributori:** possono essere mono marca, agendo spesso come rivenditori sul suolo italiano degli impianti prodotti dalla casa madre all'estero, oppure pluri-marca.
- **Installatori:** qui possiamo dividere in due la categoria:
  - **Grandi installatori:** grandi imprese che si occupano di installazione di impianti di diversa natura. Nelle loro attività ha un certo peso l'installazione di impianti solari termici, privilegiando la clientela terziaria. In questa categoria rientrano anche i progettisti necessari nel caso degli impianti di grande taglia;
  - **Piccoli installatori:** ovvero gli idraulici. Sono i piccoli artigiani a cui il consumatore si rivolge direttamente per acquistare ed installare un impianto solare termico. Possono acquistare o da grossisti del settore termoidraulico o direttamente dai distributori, a seconda dei loro volumi di acquisto. La maggior parte si rivolge ai grossisti specializzati.

Ovviamente ci sono casi i cui diversi ruoli vengono svolti da uno stesso operatore, come Riello che è sia produttore che distributore.

Durante l'analisi, sono state identificate tre categoria di imprese del settore, a seconda della *entry strategy* che hanno adottato per operare nel mercato del solare termico:

- **Operatori tradizionali:** sono le imprese che storicamente operano nel settore termoidraulico, come AristonThermo, Riello, Vaillant. Solo da alcuni anni, tendenzialmente da meno di una decina di anni, operano nel solare termico, come business complementare alle attività core;
- **Operatori solari:** sono imprese nate, solitamente negli anni '90, per operare esclusivamente nel settore del solare termico. Ad esempio Kloben, Sonnenkraft, Paradigma, ect.
- **Operatori complementari:** sono imprese che non operano nel settore della termoidraulica tradizionale e che non sono nate per operare esclusivamente nel solare termico. Sono

aziende che hanno deciso di affiancare al loro core business il solare termico solo in un secondo momento della loro storia. Solitamente sono realtà provenienti dal settore dell'edilizia, come Schüco e Velux.

Nella Tabella 10 sono elencati i maggiori operatori tradizionali in Italia. Si tratta di imprese attive nel comparto termoidraulico da tempo, che hanno allargato la loro offerta ai sistemi solari termici. Controllano circa la metà del mercato del solare termico, nonostante quest'ultimo rappresenti ancora una parte marginale dei loro ricavi.

Impresa	Ricavi 2010 (mln di €)	Percentuale ricavi Solare Termico	Ricavi 2009 (mln di €)	Paese
AristonThermo	1.200	4%	1.100	Italia
Riello	550	4%	505,5	Italia
Baxi	260	-	224,8	Inghilterra
Vaillant	165	-	119	Germania
Ferrolì	-	-	507,249	Italia

Tabella 10: I principali operatori tradizionali In Italia

Solitamente, questi operatori si rivolgono al mercato residenziale, che ha nel complesso maggiori dimensioni e permette loro di sfruttare la riconoscibilità del marchio e la catena distributiva consolidata e ramificata negli anni.

Rispetto agli altri operatori attivi nella filiera (in particolare gli operatori solari), i loro prodotti tendono ad essere maggiormente standardizzati, adatti al mercato di massa. In parte conseguenza di questo approccio al mercato, dalle interviste effettuate pare che gli operatori tradizionali nutrano minori aspettative verso le potenzialità future degli impianti di solar cooling e per l'integrazione del solare termico nei processi industriali, nonostante si dedichino ad attività di ricerca e sviluppo industriale in questo comparto.

Nella Tabella 11 sono elencati i principali operatori solari del nostro Paese, ossia aziende specializzate nella produzione, distribuzione e/o installazione di componenti e impianti solari termici. In diversi casi sono integrati a monte e producono internamente alcuni componenti chiave dell'impianto, come Kloben e Sonnenkraft. Questi player specializzati sono attivi da più tempo rispetto agli operatori tradizionali. Con l'ingresso di questi ultimi, gli operatori solari hanno iniziato a concentrarsi maggiormente sul segmento dei grandi impianti residenziali, dei grandi impianti commerciali e dei grandi impianti industriali. Questo per mettere maggiormente a frutto le loro competenze specialistiche, che li porta a proporre componenti e soluzioni meno standardizzate, in grado di soddisfare le esigenze più complesse che gli impianti di grandi dimensioni comportano.

Queste imprese sembrano più interessate, come è logico che sia, alle possibilità future delle nuove applicazioni del solare termico quali il solar cooling e dedicano ingenti risorse alla messa a punto di nuove soluzioni e tecnologie innovative.

Impresa	Ricavi 2010 (mln di €)	Ricavi 2009 (mln di €)	Paese
Kloben	23	22,7	Italia
Paradigma	22,5	21,8	Germania
Solar System	18 <sup>12</sup>	15,5	Italia
Sonnenkraft	16	19	Austria
Accomandita	-	7	Italia

Tabella 11: I principali operatori solari in Italia

Infine ci sono gli operatori complementari. Queste imprese non vengono dal comparto della termoidraulica tradizionale, ma hanno aggiunto il solare termico nel loro portfolio prodotti intuendo delle possibilità di business complementari al loro settore di provenienza. Solitamente sono aziende provenienti dal mondo delle costruzioni.

Un caso di rilievo è quello di Velux, che nasce come azienda nel settore del materiale da costruzione, soprattutto nel mercato degli infissi per tetti. Nel tempo è diventata leader del settore delle finestre per le abitazioni e da qualche anno Velux ha inserito anche il solare termico nei nuovi prodotti. Sfruttando le capacità accumulate negli anni, Velux propone un prodotto innovativo rispetto ai concorrenti ed in particolare il suo collettore assicura una perfetta integrazione architettonica, risultando esteticamente del tutto simile ad una tradizionale finestra.

Nella Tabella 12 sono elencati i maggiori produttori a livello europeo. Come si vede la maggior parte della produzione continentale è localizzata in Germania, che è anche il maggior mercato del vecchio continente. In appendice (Allegato C) sono presenti della cartine con la localizzazione delle imprese produttrici in Europa e nel mondo.

<sup>12</sup> Dato non ancora definitivo

Azienda	Paese	Settore	Fatturato 2010 [MLN €]	Produzione 2010
<b>GreenOneTec</b>	Austria	Produzione collettori sottovuoto e piano vetrato	117	800 000 m <sup>2</sup>
<b>Bosch Thermotechnology's</b>	Germania	Impianti di riscaldamento solari termici	443	425 000 m <sup>2</sup>
<b>Schüco</b>	Germania	Impianti di riscaldamento solari termici	-	310 000
<b>Viessmann</b>	Germania	Impianti di riscaldamento solari termici	391	300 000 m <sup>2</sup>
<b>Solvis GmbH &amp; Co KG</b>	Germania	Impianti di riscaldamento solari termici	-	280 000 m <sup>2</sup>
<b>Thermosolar</b>	Germania	Impianti di riscaldamento solari termici	-	250 000 m <sup>2</sup>
<b>Vaillant</b>	Germania	Impianti di riscaldamento solari termici	171	200 000 m <sup>2</sup>
<b>Ritter Solar</b>	Germania	Impianti di riscaldamento solari termici	-	136 000 m <sup>2</sup>
<b>RIPOSOL GmbH</b>	Austria	Impianti di riscaldamento solari termici	-	135 000
<b>Wolf</b>	Germania	Impianti di riscaldamento solari termici	-	130 000 m <sup>2</sup>
<b>Prime Laser Tech</b>	Grecia	Impianti di riscaldamento solari termici	-	105 000 m <sup>2</sup>
<b>Riello</b>	Italia	Impianti di riscaldamento solari termici	550	100 000 m <sup>2</sup>

Tabella 12: Elenco dei maggiori produttori europei

### 7.3 Le dinamiche della filiera del solare termico

Durante le interviste abbiamo chiesto agli operatori di stimare la distribuzione del valore del prodotto tra gli attori della filiera. I risultati sono osservabili nella Figura 45.

Il ruolo fondamentale è quello dell'installatore, che specialmente nel segmento residenziale è spesso il singolo idraulico professionista o una piccola società a carattere artigianale. Essi inevitabilmente assumono, in un contesto di scarsità di informazioni oggettive e di mancanza di conoscenza sulle tecnologie ed i prodotti disponibili, un ruolo fondamentale nell'orientare le scelte dell'investitore. L'importanza che riveste nella scelta dei prodotti da parte degli utenti finali si tramuta in un maggior valore per l'installatore stesso.

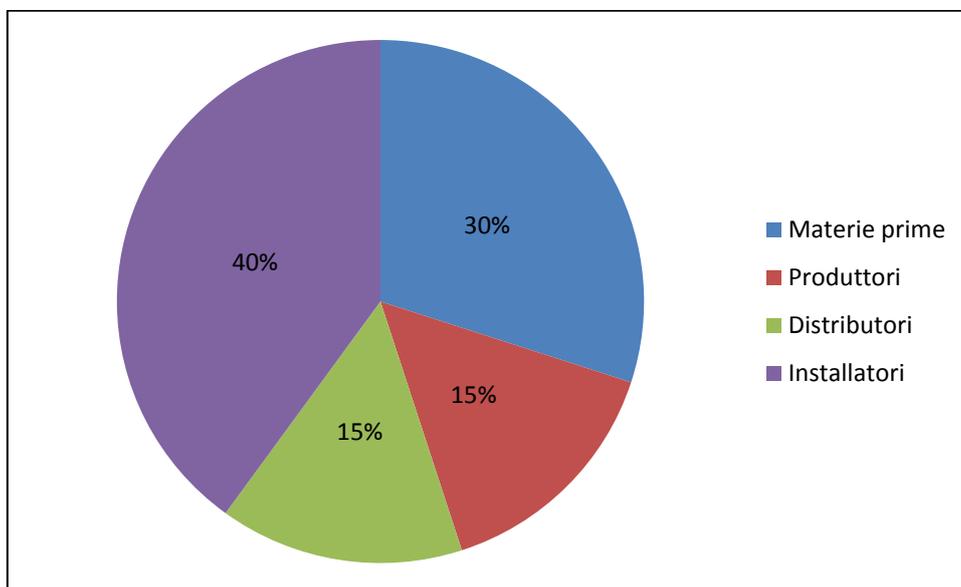


Figura 45: Stima ripartizione del valore del prodotto finale in Italia

Tutto ciò spiega l'attenzione che tutte le imprese della filiera hanno dedicato ancora nel 2010 a fidelizzare e a coinvolgere gli installatori per far loro conoscere la propria offerta e convincerli a sostenere i propri prodotti. Gli operatori organizzano corsi di aggiornamento, corsi di specializzazione, programmi di coinvolgimento, seminari e conferenze dimostrative.

Gli operatori solari, inoltre, hanno spesso un ufficio tecnico che si occupa anche di aiutare e assistere gli installatori nella fase di progettazione dell'impianto e nella fase di assistenza post-vendita. In questo modo si crea un canale diretto tra l'azienda che vende l'impianto e il piccolo installatore. Quest'ultimo sarà, quindi, sempre meno incentivato a cambiare fornitore.

Un mercato tecnologicamente più maturo ed un cliente finale più informato ed adeguatamente assistito sono requisiti fondamentali perché il potenziale del solare termico, e con esso delle imprese della filiera, si espliciti pienamente anche in Italia.

Nasce proprio in questo senso l'iniziativa di Legambiente della creazione dei gruppi di acquisto solari, ovvero i G.A.S. Il G.A.S. è un'entità, alla stregua di un comitato, che raggruppa le famiglie che hanno l'interesse comune a installare tecnologie solari di efficienza energetica, impianti fotovoltaici e collettori solari termici, ad un prezzo equo e con garanzie di qualità e sicurezza.

Gli obiettivi del G.A.S. sono:

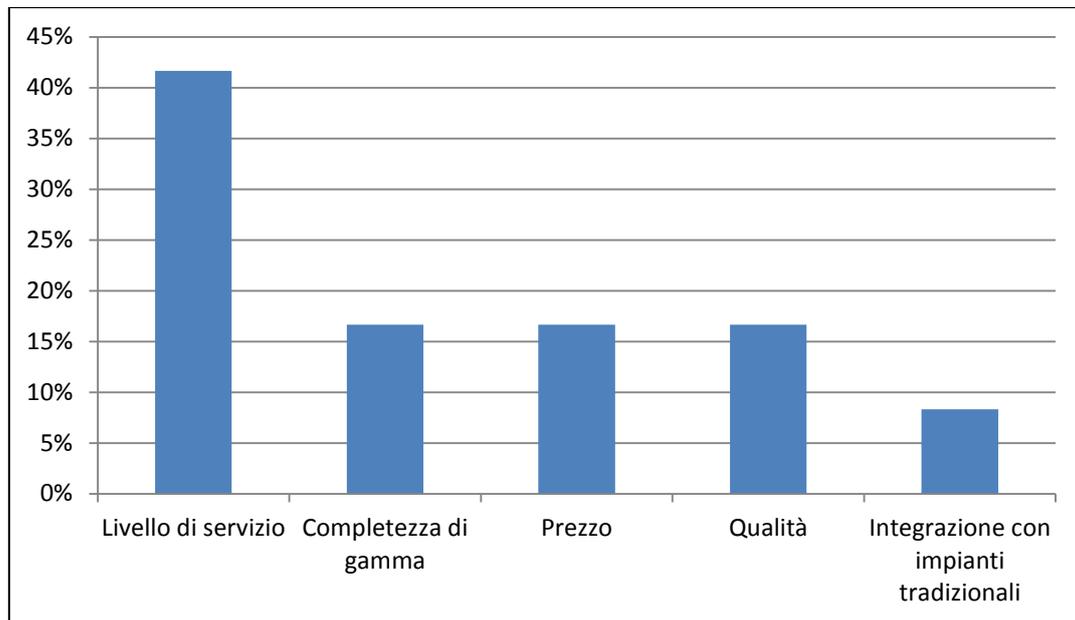
- garantire la fornitura omogenea di prodotti di qualità per tutti;
- avere un servizio di installazione “chiavi in mano”, risparmiando a tutti tempo e risorse economiche;
- l'abbattimento del costo di acquisto del 20-30% circa;
- il grande risparmio economico sulle bollette, che vengono sensibilmente ridotte grazie all'installazione degli impianti solari, sia fotovoltaici che termici;
- la possibilità di ottenere gli sgravi fiscali fino al 55% previsti dalla legge sugli interventi per migliorare l'efficienza energetica della propria abitazione ;
- di godere degli incentivi dati dal Conto Energia;
- l'accesso agevolato ai crediti per l'installazione di strumenti di efficienza energetica, scegliendo fra i prodotti migliori offerti dalle banche locali.

Il funzionamento dei G.A.S. è molto semplice. Durante la prima fase vengono raccolte le dichiarazioni d'interesse degli utenti attraverso gli eco-sportelli, le iniziative pubbliche e la pubblicizzazione dell'iniziativa. Quando viene raggiunta una certa massa critica su base provinciale, viene inviato un capitolato tecnico privato alle aziende del settore che si sono presentate agli eco-sportelli, che sono presenti nella regione del G.A.S. e a tutte le associazioni di categoria presenti nel territorio (CNA, Confartigianato, CGIA, Confindustria).

Dopo di che si raccolgono tutte le offerte giunte agli eco-sportelli e viene convocata una riunione di una commissione normalmente composta da Legambiente, un ente pubblico qualificato (Comune, università o altro) e uno o due aderenti al gruppo di acquisto. Questa commissione decide le scale ed i punteggi da assegnare alle varie voci per creare una classifica. Successivamente viene indetta una riunione plenaria di tutti gli aderenti che potranno decidere l'azienda vincitrice. In un secondo momento l'azienda viene presentata e si discutono i contratti.

Dalle interviste effettuate è emerso che, rispetto al 2009, non ci sono stati grossi cambiamenti competitivi e non si sono registrati nuovi entranti a livello nazionale. Sono nati piccoli distributori in alcune aree del Paese, che però operano solo a livello locale. In particolare, le aree più interessate sono state la Puglia e il Piemonte.

Inoltre abbiamo chiesto quale sia la leva competitiva su cui puntare in questo settore. I risultati sono mostrati nel grafico di Figura 46.



**Figura 46: Le leve competitive del solare termico su cui puntare**

Il livello di servizio pre e post-vendita è sicuramente il fattore fondamentale, come già sottolineato precedentemente. È determinante supportare i progettisti e gli installatori per mantenere ed aumentare le proprie quote di mercato.

## **8. CASI STUDIO**

In questo capitolo verranno presentate alcune aziende del settore particolarmente interessanti per l'analisi svolta in questa tesi.

## 8.1 Kloben

Kloben è una realtà italiana che si pone sul mercato dello sfruttamento dell'energia solare negli impianti termoidraulici, abbattendo i consumi da fonti energetiche tradizionali nel rispetto e nella salvaguardia ambientale.

Fondata nel 1993, nella provincia di Verona, per la distribuzione di impianti radianti a bassa temperatura a pavimento, a parete e a soffitto, è stata la prima azienda italiana, dopo quattro anni dalla sua fondazione, a produrre collettori solari sottovuoto, con i quali propone soluzioni dedicate alla produzione di acqua calda sanitaria mediante circolazione forzata e naturale e sistemi completi di integrazione al riscaldamento a bassa temperatura.

L'azienda conta 140 dipendenti e nell'ultimo anno ha fatturato 23 milioni di €, di cui circa 16 milioni nel solare termico.

Kloben produce e commercializza il collettore più performante del mercato, che può arrivare a produrre 733 kWh/m<sup>2</sup> di energia termica all'anno.

Dal punto di vista della filiera, Kloben si occupa in prima persona della produzione di componenti e della loro distribuzione. I clienti sono gli installatori e i rivenditori di materiale termoidraulico, localizzati principalmente nel centro nord della penisola.

Negli ultimi anni, l'azienda sta investendo in nuove tipologie di collettori e soprattutto nel solar cooling. Kloben è stata una delle prime aziende a installare impianti di solar cooling in Europa e finora ha completato l'installazione di più di quindici impianti, numero ragguardevole per il livello di maturità del settore. È presente anche nella vendita di impianti destinati ad usi industriali, anche se Kloben ha affermato di puntare maggiormente sul solar cooling.

Vedremo ora la descrizione di due impianti di solar cooling realizzati da Kloben e uno destinato all'integrazione dei processi industriali. Il primo ha permesso alla azienda veneta di vincere il premio innovazione 2009 di Legambiente.

### **Impianto di solar cooling con macchina ad assorbimento per la casa di cura di Santa Margherita (PV)**

Sul tetto della centrale termica dell'edificio è stato installato un campo solare costituito da 69 collettori solari Kloben a tubi sottovuoto per una superficie assorbente di circa 230 m<sup>2</sup>. La falda della centrale termica è di tipo piano con orientazione sud-ovest. Sulla stessa superficie esterna sono stati installati anche i bollitori d'accumulo energetico: due da 1.500 litri per l'accumulo inerziale del

freddo, due bollitori per l'acqua calda sanitaria da 2.000 litri e quattro per l'accumulo solare da 2.000 litri.

La scelta dei collettori solari di tipo sottovuoto è apparsa fin dalle prime fasi della progettazione quasi come obbligata: sono difatti gli unici che sfruttano la naturale capacità isolante del vuoto garantendo minori dispersioni termiche e quindi una migliore efficienza, soprattutto nella applicazioni ad alta temperatura come il solar cooling.

Il circuito solare, caricato con una miscela di acqua e glicole, permette di asportare il calore captato dai collettori e di cederlo agli accumuli termici isolati tramite uno scambiatore esterno. Il calore prodotto viene destinato a diversi utilizzi nella stagione estiva ed invernale.

In estate, quando gli accumuli termici raggiungono la temperatura di circa 85°C, l'acqua calda viene spillata per alimentare la macchina ad assorbimento a miscela acqua/bromuro di litio da 70 kW<sub>fr</sub> di potenza, che inizia così la conversione di energia termica in energia frigorifera. L'acqua refrigerata, una volta prodotta, viene stoccata a una temperatura indicativa di 7°C in due serbatoi perfettamente isolati, sui quali insistono anche i chiller d'integrazione, e viene prelevata poi dalle utenze per il condizionamento estivo.

La dissipazione del calore in eccesso dell'assorbitore avviene con acqua di torre, che sfruttando la temperatura di bulbo umido, permette un corretto smaltimento del calore in eccesso anche con temperature esterne elevate.

L'impianto ad assorbimento ed i suoi accumuli a monte dell'assorbitore sono ovviamente utilizzati quale integrazione energetica invernale ed in mezza stagione dell'ospedale permettendo di risparmiare, secondo i calcoli di simulazione, un'ottantina di MWh<sub>th</sub> che dovrebbero essere altrimenti forniti dalle caldaie.

Il sistema per buona parte dell'anno copre il 32% del fabbisogno di acqua calda sanitaria, con un risparmio di oltre 50.000 m<sup>3</sup> di gas. Il vantaggio più evidente è nei risparmi di energia elettrica per il raffrescamento degli ambienti, con i consumi che vengono abbattuti del 70%.

## **Impianto di solar cooling con sistema DEC per la sede di Kloben a Bovolone (VR)**

È uno dei pochissimi esempi in Europa di sistema DEC funzionante ad energia solare e combinato con distribuzione energetica caldo/freddo sia ad aria che a superficie radiante.

L'impianto è composto da collettori solari a tubi sottovuoto, che alimentano una macchina DEC da 89 kW<sub>fr</sub> capace di trattare 12.000 m<sup>3</sup>/h. L'impianto è integrato da una pompa di calore da 39 kW<sub>fr</sub> alimentata da una fonte geotermica.

Durante la stagione fredda i collettori solari riscaldano gli accumuli termici dai quali si preleva acqua calda per gli impianti radianti a bassa temperatura a pavimento e soffitto negli uffici. I carichi di punta sono soddisfatti dall'integrazione energetica data dall'impianto geotermico. La macchina ad adsorbimento con sali di cloruro di litio provvede al ricambio d'aria con recupero del di calore.

Durante la stagione calda i collettori solari offrono l'apporto energetico gratuito necessario alla rigenerazione dei sali adsorbenti capaci di condizionare enormi volumi d'aria abbattendone temperatura e umidità. La geotermia provvede al raffrescamento radiante a pavimento e soffitto.

## **Impianto per l'integrazione con i processi industriali di un'azienda produttrice di birra nella Baviera settentrionale**

L'azienda Hofmül (birrificio tedesco le cui origini risalgono al 1492 e che ha sede nei sobborghi di Eichsatt, circa 30 km a Nord-Ovest di Ingolstadt nella Baviera settentrionale) ha recentemente investito in un impianto solare termico per supportare la produzione di acqua calda in diverse fasi del processo produttivo: la sterilizzazione del malto (che richiede temperature superiori a 105°C), la sterilizzazione delle bottiglie (temperatura maggiore di 95°C), il prelavaggio delle bottiglie (temperatura superiore a 25°C) ed infine il riscaldamento degli ambienti (temperatura maggiore di 60°C).

Per soddisfare questi fabbisogni termici sono stati installati 375 collettori a tubi sottovuoto per una superficie totale di 1.207 m<sup>2</sup>. Sono stati installati anche due serbatoi di accumulo, con una capienza totale di 55.000 litri.

L'impianto è in grado di fornire il 77% dell'acqua necessaria alle operazioni di sterilizzazione del malto e delle bottiglie e il 100% dell'acqua richiesta dai processi di lavaggio. L'impianto non ha richiesto modifiche importanti né alla struttura della fabbrica né allo schema di processo. Infatti

l'impianto solare è stato collegato in serie alla caldaia preesistente, senza modificare la linea produttiva e senza doverne arrestare il funzionamento.

Oltre al risparmio del combustibile, che assicura un rientro dell'investimento in tempi molto rapidi, il progetto ha portato degli importanti benefici all'immagine dell'impresa.

## 8.2 Riello

Riello è un'impresa italiana che produce e commercializza impianti e componenti termoidraulici tradizionali. Da qualche anno è attiva anche nel settore del solare termico, del fotovoltaico, della cogenerazione e delle biomasse.

L'azienda venne fondata da Pilade Riello nel 1922 a Legnano (VR) per produrre e commercializzare l'omonimo bruciatore. Negli anni l'azienda cresce e, in maniera molto spiccata, negli anni '90 con alcune importanti acquisizioni in Italia e all'estero. Nel 2006 Riello decide di puntare sulle energie alternative e inizia a produrre i propri sistemi solari termici.

Attualmente l'azienda è presente in 13 Paesi con proprie filiali e in altri 60 attraverso partner commerciali. Riello ha 9 siti produttivi e 5 centri di ricerca e sviluppo sparsi nel mondo. I dipendenti nel 2010 sono stati 2200, di cui circa 300 dedicati al solare termico. Il fatturato nell'ultimo esercizio è stato di 550 milioni di €, di cui circa il 4% generato dalle vendite di impianti solari termici.

Nella filiera del solare termico, Riello si occupa in prima persona della produzione, della distribuzione e della vendita. I clienti sono i grossisti, canale lungo, e gli installatori, canale breve, situati principalmente nel centro-nord dell'Italia. Per raggiungerli Riello si affida a degli agenti monomandatari.

Negli ultimi anni Riello sta investendo in tutti i campi di applicazione delle energie rinnovabili. In particolare, per quanto riguarda il solare termico, l'azienda veneta sta investigando sia il solar cooling sia l'uso dell'energia termica prodotta dai collettori a scopo industriale. Sugli impianti solari tradizionali sta cercando di migliorare l'integrazione tra i vari componenti e di risolvere il problema del surriscaldamento cambiando alcuni materiali.

L'interesse dell'azienda per le tecnologie più innovative, come il solar cooling, può sembrare strano poiché è un settore solitamente presidiato dagli operatori solari. Al momento, però, Riello ha già installato degli impianti di solar cooling pilota, che serviranno per migliorare la propria offerta in questo comparto ed è convinta che in pochi anni il mercato possa svilupparsi e superare la fase di nicchia in cui ora si trova.

Riello è attiva anche nel comparto dell'uso del solare termico nei processi industriali. In particolare stanno investigando la possibilità di preriscaldare l'acqua che alimenta le lavatrici industriali. Gli altri comparti sono rappresentati dalle cantine vinicole e dai caseifici. Al momento le installazioni di questo tipo sono meno di una decina.

### 8.3 Paradigma

Paradigma è un'azienda tedesca, fondata nel 1988, per la produzione di sistemi ecologici di riscaldamento, quali impianti solari termici, impianti a caldaia a condensazione e a pellet. La filiale italiana è stata fondata nel 1998 a Darzo (TN).

La sede italiana si occupa di commercializzare i prodotti a marchio Paradigma, che vengono forniti dalla casa madre, Ritter Gruppe, che ha sede in Germania.

Paradigma Italia nell'ultimo esercizio contava 52 dipendenti e un fatturato di 22,5 milioni di €, di cui circa il 45% provenienti dal solare termico.

Solitamente i clienti di Paradigma sono gli installatori certificati che sono loro partner. Gli installatori che volessero diventare partner devono partecipare a dei corsi di formazioni offerti gratuitamente da Paradigma stessa. La maggior parte della clientela è situato nel centro-nord del Paese.

I servizi post-vendita sono affidati o agli installatori partner stessi o a un'altra azienda del gruppo Ritter.

Il centro di ricerca e sviluppo è in Germania. La filiale italiana raccoglie, attraverso l'ufficio tecnico, i problemi e le critiche che vengono rivolti ai prodotti Paradigma direttamente dal mercato. Gli sforzi maggiori sono destinati al miglioramento delle prestazioni dell'intero impianto, agendo sui materiali che compongono il collettore e sull'armonia tra i vari componenti.

L'azienda tedesca ha già installato alcuni impianti di solar cooling in Italia, ma è convinta di dover attendere ancora un po' per poter raggiungere le condizioni minime di performance, durabilità e sicurezza dell'impianto per poter diventare un mercato di ampio respiro. Il gruppo è assolutamente convinto che il solar cooling sia *“la chiusura del cerchio del solare termico”*.

Anche sugli impianti a scopo industriale, l'azienda si dimostra prudente. Anche se convinti delle potenzialità del comparto, Paradigma preferisce al momento attendere di avere una tecnologia più sicura per non creare del malcontento e delle disapprovazioni generali che potrebbero svalutare la tecnologia prima del dovuto. I clienti di Paradigma di questo comparto provengono maggiormente dall'industria alimentare, casearia in primis. La stagionalità di alcuni settori, come la produzione di vino, viene vista come un punto critico, in quanto un impianto solare termico deve essere progettato per sfruttare l'energia che produce durante tutto l'anno, non solo in alcuni mesi.

Vedremo ora alcuni impianti significativi progettati da Paradigma.

## **Impianto installato presso l'azienda Festo a Esslingen, Germania**

In Germania e più precisamente a Esslingen, è situata l'industria per processi di pneumatica e automazione Festo. L'impianto installato da Paradigma presso lo stabilimento si caratterizza per la maggiore superficie solare installata in Europa.

I collettori producono energia termica che serve il sistema di raffrescamento e riscaldamento degli uffici e del capannone adibito alla produzione. La metratura captante dei pannelli solari installata è di 1.218 m<sup>2</sup> composti da 58 campi da 21 m<sup>2</sup> ognuno, con inclinazione a 30° e orientamento Sud Sud-Ovest. Inoltre sono presenti due accumuli da 8.500 litri. È stato previsto un volume di stoccaggio così ridotto per il fatto che durante la giornata è presente un prelievo costante per la presenza di un assorbitore solare.

Tramite questo grande impianto solare è possibile garantire fino a 500 MWh su base annua con il risultato di avere una notevole riduzione di emissioni di CO<sub>2</sub> nell'ambiente e un grande risparmio sulla bolletta energetica.

## **Impianto presso un'azienda agricola nel padovano**

L'azienda agricola si occupa principalmente dell'allevamento di vitelli: 300 capi di bestiame che vengono accuditi fino al raggiungimento di un peso idoneo alla vendita. La progettazione dell'impianto ha tenuto conto dell'alta temperatura, di circa 85°C, dell'acqua calda sanitaria necessaria per lo scioglimento del latte in polvere per l'alimentazione dei vitelli. Per ottimizzare costi e consumi si è proceduto con l'installazione di un sistema solare, formato da sei collettori solari montati sul tetto, per la produzione dell'acqua calda sanitaria, il cui fabbisogno si aggira intorno ai 1.500 litri al giorno.

Il sistema solare riesce a garantire il 40% del fabbisogno medio annuo, il restante viene garantito da una caldaia a condensazione da 85 kW<sub>th</sub> funzionante a gpl. A completo dell'impianto, nel locale caldaie sono stati installati due bollitori per l'acqua calda sanitaria da 750 litri.

## **Impianto di solar cooling presso l'Università Bicocca di Milano**

L'impianto solare termico è stato installato sul tetto dell'edificio U12, all'interno del campus dell'Università Bicocca, come integrazione al sistema di climatizzazione già esistente.

Sul tetto dell'edificio sono stati installati 72 pannelli solari sottovuoto di Paradigma suddivisi in diciotto file composte ognuna da quattro pannelli solari sottovuoto, per una superficie d'apertura di 324 m<sup>2</sup>.

L'acqua calda prodotta dall'impianto solare viene utilizzata, come fonte di energia, per il funzionamento di una macchina ad assorbimento modello BDH 20 della potenza di 150 kW<sub>fr</sub>, prodotta da Broad. Il circuito frigorifero dell'assorbitore BDH 20 non utilizza elettricità come i tradizionali sistemi a compressione di gas frigorifero, ma una miscela di acqua e bromuro di litio che, una volta riscaldata, innesca il processo di assorbimento per la produzione del freddo.

L'acqua esce così dall'assorbitore alla temperatura di 7°C e viene stoccata in un accumulatore inerziale da 9.000 litri che si trova all'esterno dell'edificio, in seguito, attraverso apposite pompe di circolazione viene distribuita alle utenze climatizzando gli ambienti tramite ventilconvettori. All'esterno, vicino all'accumulo per acqua fredda, è presente un ulteriore accumulatore inerziale da 9.000 litri, con il compito di accumulare l'energia termica solare.

Come si può facilmente comprendere un impianto di questo tipo permette una drastica diminuzione dei consumi in quanto consente lo sfruttamento dell'energia solare, sia per il riscaldamento invernale, che per il raffrescamento estivo. Non dimenticando che questo tipo di tecnologia riduce anche le emissioni inquinanti nell'ambiente grazie all'uso del solare termico e all'abolizione dei comuni gas frigoriferi a forte impatto ambientale.

## 8.4 AristonThermo

L'azienda italiana viene fondata nel 1930 a Fabriano (AN) da Aristide Merloni con il nome di Officine Merloni per la produzione di bilance. Negli anni '70 l'azienda diventa leader in Italia nel settore della termoidraulica con il nome di MTS, Merloni TermoSanitari che diventerà AristonThermo Group. Nel 2002 l'azienda apre una divisione che si occupa del solare termico.

Nell'ultimo esercizio il gruppo AristonThermo contava 6.800 dipendenti, di cui circa 30 dedicati esclusivamente al solare termico. Il fatturato è stato di 1,2 miliardi di €, di cui circa il 4% ricavato dalle vendite degli impianti solari termici.

Tutta la produzione è interna e si avvale di tre stabilimenti produttivi, uno in Italia, uno in India e uno in Cina. I clienti sono i distributori, i grossisti e gli installatori fidelizzati. Per creare questo tipo di rapporto AristonThermo organizza corsi di formazione e seminari e offre piani di incentivi a livello economico e servizi di consulenza. I clienti sono divisi in tre aree: Europa, area mediterranea e sudest asiatico. In Italia la maggior parte della clientela è nel centro della penisola.

Gli impianti Ariston, al momento, utilizzano solo collettori a piano vetrato, i più adatti al mercato di massa.

Nel centro di ricerca e sviluppo gli sforzi maggiori si concentrano sulla pendenza della curva per mantenere il rendimento il più alto possibile al variare della temperatura. Gli interventi vengono fatti sui materiali, in particolare sul vetro, e sull'isolamento. Sono interventi incrementali, che mirano al miglioramento dell'efficienza a parità di costo, se non addirittura a riduzione di costo.

Nei sistemi a circolazione forzata c'è una certa complessità per la presenza di altri componenti (boiler, centraline, etc.). Quindi la ricerca e sviluppo è volta a coprire tutti i componenti di un impianto.

Per ora non sono interessati al solar cooling, in quanto è ancora un mercato in fase sperimentale e non diretto al cliente residenziale medio, che è il mercato presidiato da AristonThermo. Se in futuro sarà una tecnologia alla portata di tutti, sicuramente il gruppo marchigiano lo includerà nella sua offerta.

Il solare termico a scopi industriali, invece, non fa parte e non lo farà in futuro in quanto non è un mercato di interesse.

## 8.5 Sonnenkraft

Sonnenkraft è un'azienda austriaca fondata nel 1993 per la distribuzione e vendita di impianti solari termici. In Italia le vendite sono iniziate nel 1998, ma è nel 2002 che viene fondata Sonnenkraft Italia, con sede a Verona. Solo dopo due anni dall'apertura della filiale italiana, Sonnenkraft diventa il leader nella vendita di collettori solari nel nostro Paese.

Nell'ultimo anno la filiale italiana contava 16 dipendenti e ha fatto registrare un fatturato di 16 milioni di €.

In Italia, l'azienda si occupa della distribuzione e della vendita degli impianti solari prodotti dalla casa madre. In particolare i collettori sono prodotti da GreenOneTec, che possiede l'impianto con la maggior capacità produttiva al mondo di collettori solari.

I maggiori clienti sono i grossisti termosanitari, che rivendono a loro volta agli installatori.

Al momento Sonnenkraft non sta investigando la tecnologia del solar cooling, ma la sta solo monitorando. L'azienda austriaca ci vede troppe criticità come le dimensioni notevoli, il prezzo, la complessità impiantistica. Sono convinti che si arriverà a un equilibrio e in quel momento il solar cooling potrà avere un grande successo. Per ora Sonnenkraft ha installato tre impianti pilota, due da 25 kW<sub>fr</sub> e uno da 70 kW<sub>fr</sub>.

Sono invece attivi nel comparto dell'integrazione del solare termico nei processi industriali. I clienti finora sono state aziende vinicole, caseifici e altre tipologia di imprese alimentari.

## 8.6 Velux

Velux è una compagnia danese fondata nel 1941 per la produzione e la vendita di infissi da tetto. In Italia arriva nel 1971 con la fondazione di Velux Italia alle porte di Verona. Nel solare termico entra nel 2005 con la vendita del primo collettore solare a marchio Velux.

Nell'ultimo anno Velux Italia ha avuto 120 dipendenti e ha fatto registrare un fatturato di 80 milioni di €, di cui poco più dell'1% generato dal solare termico.

L'azienda opera nel settore dell'edilizia con la produzione e la vendita di infissi da tetto. Tra i prodotti innovati sono presenti i collettori solari che si integrano al meglio con i tetti e le mansarde. Fa parte dello stesso gruppo di Sonnenkraft e quindi i collettori sono prodotti da GreenOneTec.

Velux Italia si occupa di commercializzare e distribuire i collettori solari. I clienti sono gli installatori, previa adeguata formazione offerta dall'azienda stessa, e i costruttori edili, attraverso i distributori di materiale da edilizia. Infatti il mercato maggiormente da Velux, per quanto concerne il solare termico, è rappresentato dal mercato delle nuove costruzioni, per le quali vengono studiati e venduti gli impianti solari con i collettori completamente integrati nei tetti degli edifici.

Il prodotto offerto da Velux è molto particolare, perché si installa direttamente nel manto di copertura, ossia si rimuovono le tegole quando la casa è esistente oppure, nel caso di una casa da costruire, non si mettono le tegole e si posa il pannello sul manto. Il tutto viene completato come se fosse una finestra per tetto. Il gruppo ha quindi puntato sullo sfruttamento delle conoscenze nel campo delle finestre come punto di forza competitivo. Le leve su cui Velux punta sono il fattore estetico e il tipo di l'installazione.

Dal punto della ricerca e sviluppo, che si svolge nella casa madre in Danimarca, si cercano nuove soluzioni per migliorare l'efficienza dei collettori, attraverso interventi che riguardano il vetro, i materiali isolanti e il tipo di serpentine.

Velux in Italia ha già installato degli impianti di solar cooling, con la fornitura dei collettori. Sono però ancora convinti di dover investire nella ricerca di collettori ad altissima efficienza per garantire il corretto funzionamento degli impianti. Nel futuro, nel giro di 3-4 anni, pensano che l'impianto sia commercializzabile e si rivolgeranno ai produttori di macchine ad assorbimento come fornitori dei collettori.

Non sono rivolti, invece, al mercato del solare termico per l'integrazione con i processi industriali in quanto si rivolgono esclusivamente al mercato residenziale.

# APPENDICE

## ALLEGATO A

### TARIFE PREVISTE DAL QUARTO CONTO ENERGIA E TARIFE PREVISTE PER IL SOLARE TERMODINAMICO

	<i>GIUGNO</i>		<i>LUGLIO</i>		<i>AGOSTO</i>	
	Impianti sugli edifici	altri impianti fotovoltaici	Impianti sugli edifici	altri impianti fotovoltaici	Impianti sugli edifici	altri impianti fotovoltaici
	[€/kWh]	[€/kWh]	[€/kWh]	[€/kWh]	[€/kWh]	[€/kWh]
1<P<3	0,387	0,344	0,379	0,337	0,368	0,327
3<P<20	0,356	0,319	0,349	0,312	0,339	0,303
20<P<200	0,338	0,306	0,331	0,300	0,321	0,291
200<P<1000	0,325	0,291	0,315	0,276	0,303	0,263
1000<P<5000	0,314	0,277	0,298	0,264	0,280	0,250
P>5000	0,299	0,264	0,284	0,251	0,269	0,238

	<i>SETTEMBRE</i>		<i>OTTOBRE</i>		<i>NOVEMBRE</i>		<i>DICEMBRE</i>	
	Impianti sugli edifici	altri impianti fotovoltaici						
	[€/kWh]	[€/kWh]	[€/kWh]	[€/kWh]	[€/kWh]	[€/kWh]	[€/kWh]	[€/kWh]
1<P<3	0,361	0,316	0,345	0,302	0,320	0,281	0,298	0,261
3<P<20	0,325	0,289	0,310	0,276	0,288	0,256	0,268	0,238
20<P<200	0,307	0,271	0,293	0,258	0,272	0,240	0,253	0,224
200<P<1000	0,298	0,245	0,285	0,233	0,265	0,210	0,246	0,189
1000<P<5000	0,278	0,243	0,256	0,223	0,233	0,201	0,212	0,181
P>5000	0,264	0,231	0,243	0,212	0,221	0,191	0,199	0,172

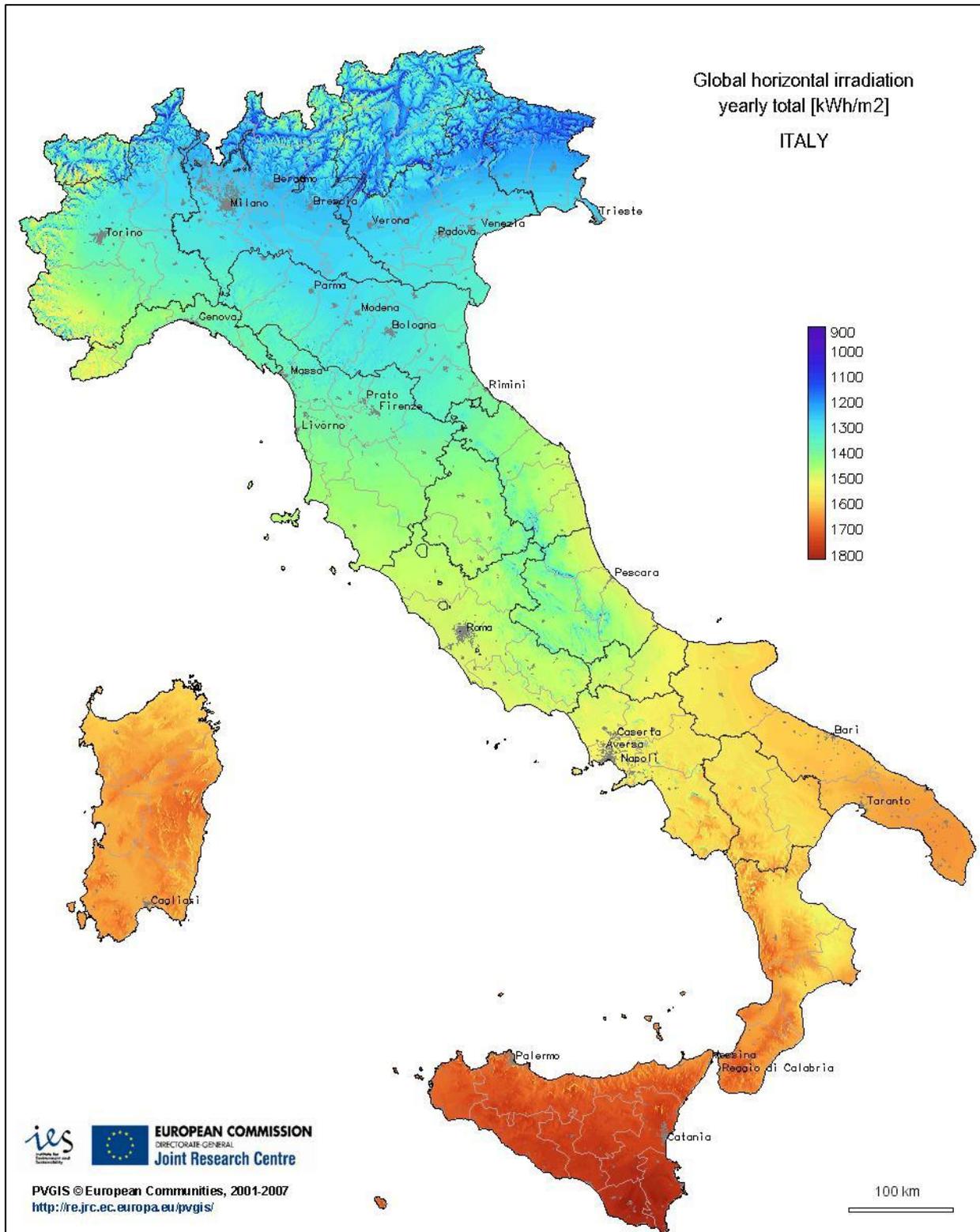
  

	<i>1° SEM. 2012</i>		<i>2° SEM 2012</i>	
	Impianti sugli edifici	altri impianti fotovoltaici	Impianti sugli edifici	altri impianti fotovoltaici
	[€/kWh]	[€/kWh]	[€/kWh]	[€/kWh]
1<P<3	0,274	0,240	0,252	0,221
3<P<20	0,247	0,219	0,227	0,202
20<P<200	0,233	0,206	0,214	0,189
200<P<1000	0,224	0,172	0,202	0,155
1000<P<5000	0,182	0,156	0,164	0,140
P>5000	0,171	0,148	0,154	0,133

Tipologia impianto	Incentivo (€/kWh)
Impianto in cui la frazione solare sia superiore all'85%	0,28 + vendita energia
Impianto in cui la frazione solare sia compresa tra il 50% e l'85%	0,25 + vendita energia
Impianto in cui la frazione solare sia inferiore al 50%	0,22 + vendita energia

## ALLEGATO B

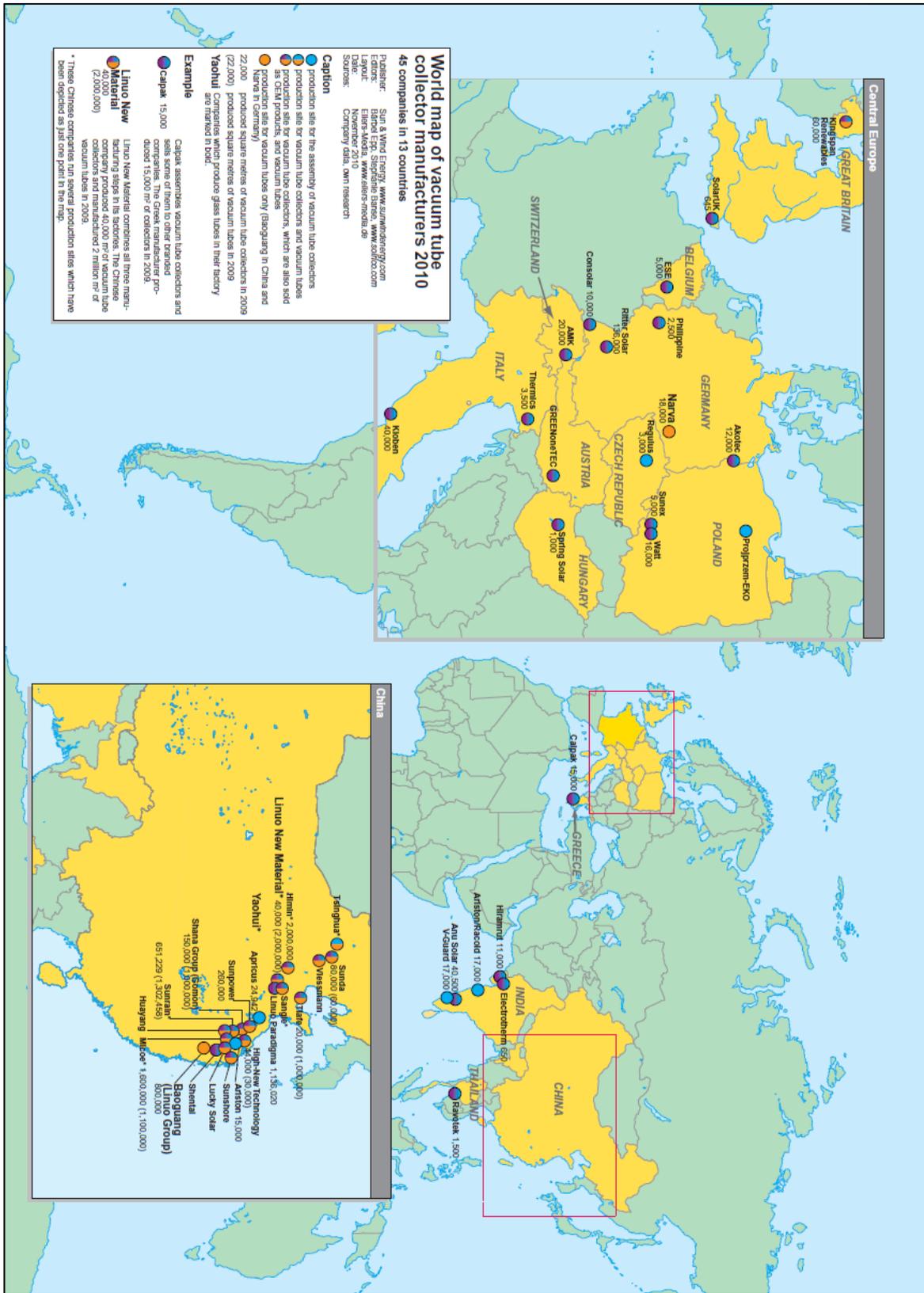
### MAPPA DELLA RADIAZIONE SOLARE IN ITALIA







# CARTINA DEI PRODUTTORI MONDIALI DI COLLETTORI SOTTOVUOTO



## RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

Qui sono elencati tutti i documenti utilizzati per svolgere il lavoro di tesi.

- Annual report, SHC – IEA, 2010
- Barometro solare termico, EuroObserv'er, 2011
- Beurskens L.W.M., Hekkenberg M., Renewable energy projections as published in the national renewable energy action plans of the european member states, 2011
- Calderoni M., Uno sguardo sul mercato del solar cooling, Milano, 2009
- Clean energy progress report, IEA, Parigi, 2011
- Cogeneration and renewables, IEA, Parigi, 2011
- Comuni rinnovabili, Legambiente, Roma, 2010
- Comuni rinnovabili, Legambiente, Roma, 2011
- D'Adamio A., De Giorgi G., Analisi strategica del settore solare termico, Milano, 2008
- Decreto Rinnovabili, Ministero dello sviluppo economico, 2011
- ISOL index, 2011
- Key world energy statistics, IEA, Parigi, 2010
- Le agevolazioni fiscali per il risparmio energetico, Agenzia delle entrate, 2010
- Le fonti rinnovabili, ENEA, 2010
- List of existing solar heating and cooling installations, SHC – IEA, 2009
- Market report for small and medium-sized solar air-conditioning appliances analysis of market potential, SOLAIR, 2008
- Potential of solar thermal in Europe, ESTIF, 2010
- Rapporto energia e ambiente, ENEA, 2009
- Rapporto ONRE, Legambiente, Roma, 2010
- Slide corso “Management delle imprese energetiche e delle fonti rinnovabili”, prof. Vittorio Chiesa, Politecnico di Milano, 2011
- Solar Energy Report, Dipartimento di ingegneria gestionale, Politecnico di Milano, 2011
- Solar thermal markets in Europe, ESTIF, 2011
- Sparber W., Napolitano A., Eckert G., Preisler A., State of the art on existing solar heating and cooling systems, SHC – IEA, 2009
- Usi termici delle fonti rinnovabili, ENEA, 2009

- Vannoni C., Battisti R., Drigo S., Potential for solar heat in industrial processes, SHC – IEA, Roma, 2008
- Viani S., Picenni S., Pedretti A., Stato dell'arte delle tecnologie per il solar cooling, Milano, 2009
- Weiss E., Rommel M., Process heat collectors, SHC – IEA, Austria, 2008
- World energy outlook, IEA, Parigi, 2010