

POLITECNICO DI MILANO

Facoltà di Ingegneria dei Sistemi

Corso di Laurea Specialistica in Ingegneria Gestionale



Tesi di Laurea

ANALISI STRATEGICA DELLA FILIERA DEL CPV IN ITALIA

Relatore : Prof. Davide CHIARONI

Correlatore: Dott. Ing. Lorenzo BOSCHERINI

Laureando:

Giuseppe ACACIA

Matr. n. 739976

Anno Accademico 2009-2010

Ringraziamenti

*Ringrazio innanzitutto l'Ingegnere **Davide Chiaroni** per avermi offerto la possibilità di realizzare questo lavoro, per i consigli ed il supporto dati.*

*Un sentito ringraziamento all'Ingegnere **Lorenzo Boscherini** per i consigli che mi ha dato durante l'intero periodo di tesi e per l'estrema disponibilità sempre mostrata durante la stesura.*

*Desidero infine ringraziare di cuore **tutta la mia famiglia**; in particolare mia madre e mio padre, che oltre ad avermi permesso di frequentare un ateneo così importante come quello del Politecnico di Milano, mi hanno sostenuto e incoraggiato durante questi lunghi anni di studio.*

Giuseppe

INDICE

Abstract.....	9
Introduzione	9
1. Panoramica sulle fonti rinnovabili.....	12
1.1 L'importanza delle fonti rinnovabili	12
1.2 Le biomasse.....	12
1.3 L'energia eolica.....	14
1.4 L'energia geotermica.....	15
1.5 Energia idroelettrica.....	16
1.6 Mini idro.....	17
1.7 L'energia solare.....	17
1.7.1 Solare termico.....	17
1.7.2 Fotovoltaico tradizionale.....	18
1.7.2.1 Tecnologie del fotovoltaico tradizionale in via di sviluppo.....	21
1.7.2.1.1 Il film sottile.....	22
1.7.2.1.2 La terza generazione.....	24
2. La metodologia di ricerca.....	28
3. Il fotovoltaico a concentrazione.....	30
3.1 IL CPV: la tecnologia.....	33
3.1.1 La cella solare.....	38
3.1.2 Le ottiche di concentrazione.....	41
3.1.3 Il sistema di raffreddamento.....	43
3.1.4 Il sistema di inseguimento.....	46
3.1.4.1 Tipologie di tracker.....	48
3.1.4.2 Come scegliere un sistema di inseguimento.....	50
3.2 Il CPV: la normativa.....	51
3.3 Il CPV: mercato e filiera.....	53
3.4 Il CPV: le nuove frontiere.....	56
3.4.1 Il fotovoltaico a concentrazione liquido.....	56
3.4.2 Il sistema dicroico/tricroico.....	56
3.4.2.1 Caratteristiche generali.....	56

3.4.2.2	La struttura.....	57
3.4.2.3	Il funzionamento.....	58
3.4.3	Planar micro-optic solar concentrator.....	58
3.4.4	La cella Beghelli.....	59
3.5	L'Italia nel quadro delle tecnologie CPV: i progetti internazionali.....	59
3.5.1	Il progetto Scoop.....	60
3.5.1.1	La mission di Scoop.....	60
3.5.1.2	Le tecnologie sviluppate.....	62
3.5.1.3	Lo stato dei lavori.....	64
3.5.2	Il progetto Apollon.....	64
3.5.2.1	I partners del progetto e le tecnologie sviluppate.....	65
3.5.2.2	La struttura del progetto	67
3.5.2.3	Le aree di innovazione.....	68
3.5.3	Il progetto Phocus.....	70
3.5.3.1	Le fasi del progetto.....	71
3.5.3.2	Gli aspetti tecnologici e le ricadute industriali.....	71
3.6	Il CPV: i casi di studio.....	73
3.6.1	Il caso CPower.....	73
3.6.1.1	Quadro generale.....	73
3.6.1.2	CPower nel mercato del CPV.....	74
3.6.1.3	Le dinamiche competitive.....	75
3.6.1.4	I punti di forza di Cpower.....	78
3.6.1.5	Lo scenario di Sartore.....	80
3.6.2	Il caso Angelantoni.....	81
3.6.2.1	Quadro generale.....	81
3.6.2.2	Angelantoni nel mercato del CPV.....	81
3.6.2.3	Le dinamiche competitive.....	82
3.6.2.4	I punti di forza.....	83
3.6.3	Il caso ENEA.....	83
3.6.3.1	Quadro generale.....	83
3.6.3.2	Le attività di ricerca.....	84
3.6.3.3	I risultati operativi.....	85
3.6.3.4	Il mercato secondo ENEA.....	86
3.6.3.5	Le dinamiche competitive.....	86

3.7	Il punto sul CPV: le principali macro criticità.....	87
4	Problemi di bancabilità per il CPV.....	89
4.1	Il rapporto banca-cliente.....	89
4.2	Le tipologie di finanziamento.....	90
4.2.1	Il mutuo.....	90
4.2.1.1	Il mutuo fotovoltaico.....	91
4.2.2	Il leasing.....	94
4.2.2.1	Il leasing fotovoltaico.....	95
4.2.3	Il Project financing.....	99
4.2.3.1	Il Project financing fotovoltaico.....	100
4.2.3.1.1	Le fasi del PF.....	102
4.3	Le banche ed il CPV: i fattori critici.....	103
4.3.1	La bancabilità dei grandi progetti.....	106
4.4	I casi Aziendali.....	107
4.4.1	Il caso BCC di Treviglio.....	107
4.4.1.1	Quadro generale.....	107
4.4.1.2	BCC di Treviglio ed il mercato del fotovoltaico.....	108
4.4.1.3	Le dinamiche competitive.....	109
4.4.2	Il caso Unicredit.....	110
4.4.2.1	Quadro generale.....	110
4.4.2.2	Unicredit ed il fotovoltaico.....	111
4.4.2.3	Le dinamiche competitive.....	112
4.4.2.4	Il Project financing.....	112
4.4.2.5	Il Leasing.....	113
4.4.2.6	I Mutui.....	114
4.4.3	Il caso MPS.....	115
4.4.3.1	Quadro generale.....	115
4.4.3.2	MPS ed il fotovoltaico.....	115
4.4.3.3	Le dinamiche competitive.....	116
4.4.4	Il caso Banca Etica.....	117
4.4.4.1	Quadro generale.....	117
4.4.4.2	I Mutui.....	118
4.5	Outlook sul mercato dei finanziamenti.....	120
5	Sviluppo del mercato residenziale.....	122

5.1	Cooperative fotovoltaiche.....	123
5.1.1	I vantaggi offerti.....	124
5.1.2	Esempio: Polesana (Adria).....	125
5.2	I gruppi d'acquisto solidale.....	126
5.2.1	Caratteristiche generali.....	126
5.2.2	Il funzionamento dei GA.....	128
5.2.3	L'iter associativo.....	129
5.2.4	La modalità di selezione dei fornitori.....	131
5.2.5	I costi ed il risparmio.....	133
5.2.6	Assicurazione e modalità di finanziamento.....	134
5.2.7	Le prospettive dei G.A.....	135
5.2.8	Il ruolo delle associazioni.....	136
5.2.8.1	Il caso ENERGOCLUB.....	136
5.2.8.1.1	Quadro generale.....	136
5.2.8.1.2	Le iniziative.....	136
5.2.8.2	Il caso LEGAMBIENTE.....	138
5.3	I gruppi d'acquisto (CASI).....	139
5.3.1	Il caso GAFV (Gruppo d'acquisto fotovoltaico Veneto).....	139
5.3.1.1	Quadro generale.....	139
5.3.1.2	Le caratteristiche del GA.....	140
5.3.1.3	Il risparmio ottenibile.....	142
5.3.1.4	Le modalità di finanziamento.....	142
5.3.2	Il caso Gruppo d'acquisto FÓ.....	143
5.3.2.1	Quadro generale.....	143
5.3.2.2	La struttura organizzativa del gruppo.....	143
5.3.2.3	Le fasi per l'adesione.....	144
5.3.2.4	I Costi ottenuti.....	145
5.3.2.5	Le modalità di finanziamento.....	146
5.3.2.6	La modalità di Erogazione del finanziamento.....	147
6	Conclusioni.....	149
	Bibliografia.....	151
	Siti web consultati.....	151

INDICE DELLE TABELLE

Tabella 2.1: Quadro delle interviste effettuate

Tabella 3.1: Priorità ed obiettivi della ricerca CPV

Tabella 3.2: Caratteristiche dell'industria del CPV in termini di costo ed efficienza

Tabella 3.3: Incidenza percentuale dei componenti di un impianto a concentrazione sul costo totale

Tabella 3.4: Top 5 mondiali per produzione celle MJ

Tabella 3.5: Errore di inseguimento tollerabile nei sistemi a concentrazione.

Tabella 3.6: Degrado delle prestazioni delle celle all'aumentare della temperatura

Tabella 3.7: Confronto dell'incremento di resa fra i vari tipi di inseguitori solari.

Tabella 3.8: Tariffe Feed-in per impianti CPV dal 2010 al 2013

Tabella 3.9: Top 10 aziende installatrici di sistemi a concentrazione (fonte ENEA)

Tabella 3.10: Numerosità aziende installatrici di sistemi a concentrazione per nazione

Tabella 3.11: Player italiani nel business del concentrazione

Tabella 3.12: Sviluppi di Scoop in ambito "celle"

Tabella 3.13: Risultati attesi progetto Apollon

Tabella 4.1: Principali mutui fotovoltaici

Tabella 4.2: Caratteristiche dei prestiti Unicredit in ambito fotovoltaico

Tabella 4.3: Caratteristiche dei mutui fotovoltaici offerti da banca Etica

Tabella 5.1: Principali gruppi d'acquisto realizzati in Veneto

INDICE DELLE FIGURE

Figura 1.1: Il ciclo delle biomasse

Figura 1.2: Schema di un impianto eolico

Figura 1.3: Schema di un impianto geotermico

Figura 1.4: Schema di un impianto solare termico

Figura 1.5: Schema di un impianto fotovoltaico

Figura 1.6: Efficienze delle celle fotovoltaiche di prima, seconda e terza generazione

Figura 3.1: Mappa mondiale dell'irraggiamento solare diretto che evidenzia la "sun belt"

Figura 3.2: Sommario delle efficienze record delle varie tecnologie fotovoltaiche

Figura 3.3: Esempio di cella al silicio

Figura 3.4: Film sottile

Figura 3.5: esempio di celle a multigiunzione

Figura 3.6: concentratori fotovoltaici dense array

Figura 3.7: Modello di dissipatore

Figura 3.8: Esempio di inseguitore

Figura 3.9: schema semplificato che mostra la disposizione dei filtri dielettrici

Figura 3.10: effetto complessivo dovuto al collegamento di più celle (esempio semplificato)

Figura 3.11: modulo fotovoltaico a concentrazione di tipo "point focus". Ogni lente focalizza la luce su una cella solare a multigiunzione

Figura 3.12 – 3.13: modulo fotovoltaico a concentrazione di tipo "dense array"

Figura 3.14 :quadro sulla divisione dei compiti all'interno di Apollon

ABSTRACT

La tematica ambientale sta assumendo sempre più un ruolo centrale nella nostra società. La sostenibilità negli ultimi anni è diventato un obiettivo primario per molti stati e per molte società, e partire dall'ambito energetico è sicuramente un ottimo punto di inizio. Ridurre la dipendenza dal petrolio e ridurre parallelamente le emissioni dannose è un obiettivo raggiungibile se si continua a finanziare in modo consistente la ricerca in ambito rinnovabili. Lo sviluppo di questo settore ha permesso di perfezionare tecnologie sempre più efficienti ed efficaci che entro il 2020 potrebbero costituire quasi il 20% del fabbisogno energetico di ogni nazione. Il concentrazione in questo momento è sicuramente la tecnologia più promettente: se riuscirà a superare i problemi macro e micro che si sono creati in questi ultimi anni, sicuramente sarà destinato a diventare la tecnologia di punta nel settore delle energie rinnovabili.

INTRODUZIONE

Nel seguito si riporta una breve descrizione della struttura del presente lavoro.

Nel primo capitolo si presenta una panoramica delle energie rinnovabili sottolineandone l'importanza assunta nel mondo odierno ed effettuando una descrizione delle differenti tecnologie con un focus particolare verso il fotovoltaico.

Nel secondo capitolo si fornisce una breve descrizione delle modalità con cui è stata realizzata la ricerca, quali sono i punti di forza e quali gli step fondamentali nell'analisi dell'argomento trattato.

Nel terzo capitolo si approfondisce la tematica centrale della tesi, vale a dire il fotovoltaico a concentrazione. Vengono analizzati tutti gli aspetti più interessanti quali la tecnologia, la filiera, le nuove strade, la normativa ed il mercato del CPV. Il capitolo viene concluso con la presentazione di alcuni progetti italiani in ambito CPV e con la descrizione di alcuni casi aziendali.

Nel quarto capitolo si va ad analizzare una delle due principali macro-criticità del fotovoltaico a concentrazione: la bancabilità. A partire da una descrizione delle caratteristiche principali dei prodotti finanziari offerti dalle banche per il settore fotovoltaico si cerca di far capire quali sono i problemi che portano i progetti di CPV ad essere difficilmente bancabili. Alla fine vengono presentati una serie di casi aziendali utili a dimostrare in maniera empirica l'impegno delle banche italiane nell'ambito delle energie rinnovabili.

Nel quinto capitolo si presenta la seconda macro-criticità del fotovoltaico a concentrazione: la probabile difficoltà di sviluppo del mercato residenziale. Analizzate le principali motivazioni si cerca, sulla scia del fotovoltaico tradizionale, di proporre una possibile strada da percorrere per eliminare questo problema: le cooperative fotovoltaiche ed i gruppi d'acquisto. Anche in questo caso si conclude con una serie di casi di studio a testimonianza dei vantaggi ottenibili grazie ai gruppi d'acquisto ed alle cooperative fotovoltaiche.

Nel sesto capitolo, infine, si evidenziano le principali conclusioni a cui si è potuto giungere tramite le analisi effettuate nei capitoli precedenti, evidenziando in tal modo le prospettive del CPV e le barriere da superare affinché possa affermarsi sul mercato delle rinnovabili.

1. PANORAMICA SULLE FONTI RINNOVABILI

1.1 L'importanza delle fonti rinnovabili

L'Europa e il mondo intero si trovano ancora oggi a un bivio per quanto riguarda il futuro dell'energia, nonostante gli ultimi provvedimenti e dichiarazioni d'intenti. I cambiamenti climatici, la continua crescita della dipendenza da petrolio e combustibili fossili, la domanda di energia in continuo aumento e gli alti costi energetici sono un fatto certo e stanno rendendo sempre più vulnerabili le nostre economie.

Nel complesso quadro delle politiche energetiche, le fonti rinnovabili rappresentano una possibile soluzione ai fattori negativi appena citati; tra le varie caratteristiche positive si ricordano: la riduzione dei gas serra, lo sviluppo delle economie e dell'occupazione locale, lo stimolo all'innovazione tecnologica, ma soprattutto la possibilità di ridurre la dipendenza dalle importazioni e di assicurare una maggior stabilità e certezza dell'approvvigionamento energetico. E' quindi innegabile che le rinnovabili costituiranno un elemento chiave per un futuro più sicuro e sostenibile.

Gli impegni assunti dall'Unione Europea per quanto riguarda lo sviluppo delle energie alternative entro il 2020, ai fini di ottemperare agli obiettivi imposti dal protocollo di Kyoto, potranno essere raggiunti solo aumentando in modo significativo il contributo di tali fonti in tutti gli Stati Membri e in tutti i settori coinvolti: produzione di energia elettrica, riscaldamento, e trasporti. La sfida è ambiziosa ma non impossibile; gli obiettivi posti necessitano uno sforzo a tutti i livelli e in particolare di politiche e meccanismi di incentivazione adeguati allo scopo.

Si può quindi comprendere il motivo dell'importanza delle fonti rinnovabili e di tutta la serie di discussioni e provvedimenti attuati a loro favore.

1.2 Le biomasse

Con il termine "biomasse" si fa riferimento a un insieme estremamente eterogeneo di materiali di origine vegetale, scarti da attività agricole, allevamento, industria del legno, terrestri o acquatici che vengono utilizzati in apposite centrali termiche per produrre energia elettrica o trattati in maniera tale da renderli adeguati per la produzione di energia.

La brevità del periodo di ripristino fa sì che le biomasse rientrino tra le fonti energetiche rinnovabili, poiché il tempo di sfruttamento del materiale è paragonabile a quello di rigenerazione.

Quando si bruciano le biomasse, l'ossigeno presente nell'atmosfera si combina con il carbonio delle piante producendo, tra l'altro, anidride carbonica. Tuttavia, la stessa quantità di CO_2 viene assorbita dall'atmosfera durante la crescita delle biomasse. Si ha, di conseguenza, un processo ciclico e fino a quando le biomasse bruciate sono rimpiazzate con nuove biomasse, l'immissione netta di anidride carbonica nell'atmosfera è nulla (come mostrato in Figura 1.1).

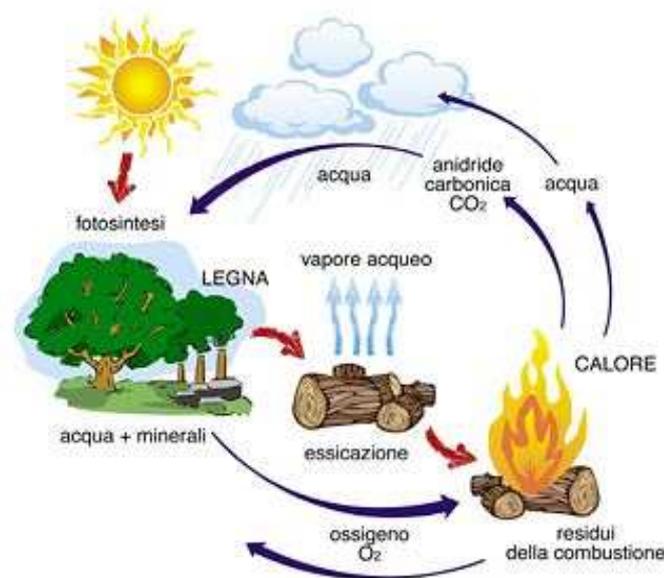


Figura 1.1: il ciclo delle biomasse

La biomassa utilizzabile ai fini energetici consiste in tutti quei materiali organici che possono essere utilizzati direttamente come combustibili ovvero trasformati in combustibili solidi, liquidi o gassosi. Sono quindi biomasse, tutti i prodotti delle coltivazioni agricole e della forestazione, compresi i residui delle lavorazioni agricole e della silvicoltura, gli scarti dei prodotti agro-alimentari destinati all'alimentazione umana o alla zootecnia, i residui, non trattati chimicamente, dell'industria della lavorazione del legno e della carta, tutti i prodotti organici derivanti dall'attività biologica degli animali e dell'uomo, come quelli contenuti nei rifiuti solidi urbani (solo la "frazione organica").

1.3 L'energia eolica

L'eolico è una tecnologia in grado di trasformare l'energia cinetica del vento in energia elettrica. Il suo principio di funzionamento è tra i più antichi del mondo.

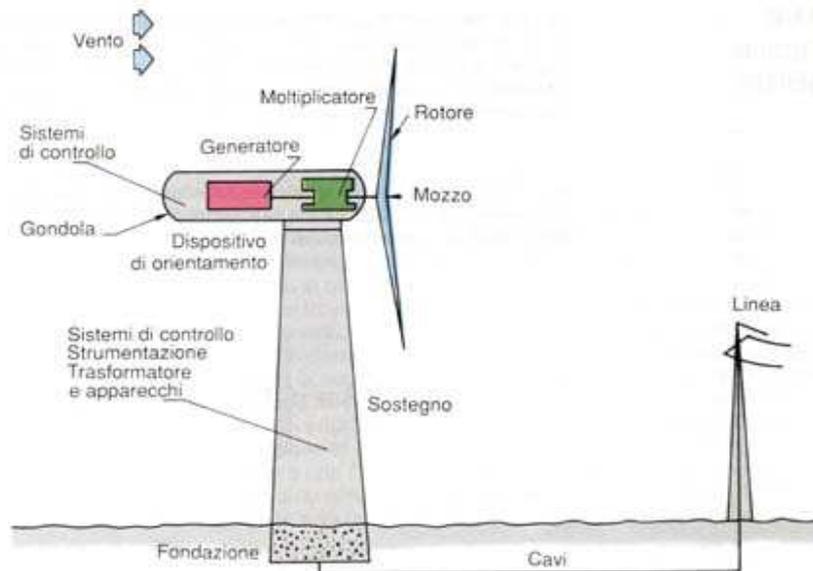


Figura 1.2: Schema di un impianto eolico

L'energia del vento viene convertita da turbine eoliche (rotori) in energia meccanica di rotazione ed utilizzata per produrre elettricità attraverso aerogeneratori. Il loro lavoro dipende essenzialmente dall'area del rotore e dalla sua efficienza aerodinamica.

I rotori sono composti da 1 a 3-4 pale in fibra di vetro, con una capacità rotante che può raggiungere i 200km/h.

Vengono classificati in:

- *Rotori ad asse orizzontale:* con asse parallela alla direzione del vento. Il raggio delle eliche determina l'area attiva della turbina.
- *Rotori ad asse verticale:* con asse perpendicolare alla direzione del vento.
- *Rotori ibridi:* riuniscono in un'unica soluzione i vantaggi dei due tipi precedenti. Generalmente hanno pale aerodinamiche, che si muovono su un'asse verticale.

Le turbine eoliche più piccole possiedono una superficie utile di circa $0,2\text{m}^2$ e riescono a produrre una media di 100 kWh annuali; le più grandi, con una superficie superiore ai 10.000m^2 raggiungono una produzione di 9.000 MWh l'anno.

Gli aerogeneratori possiedono oltre ad un generatore elettrico anche un “sistema di controllo” delle pale che svolge la duplice funzione di moltiplicatore di giri e sistema frenante, affinché le pale rimangano entro le soglie di cut-in e cut-off, rispettivamente la velocità minima e quella massima del vento. Un superamento comporterebbe, in entrambi i casi, un’interruzione della produzione di energia.

Gli impianti eolici vengono distinti in base al numero degli aerogeneratori in:

- Isolati: composti da un numero molto ridotto di aerogeneratori;
- In Cluster (le cosiddette Wind Farm): impianti collegati alla rete di potenza o a una rete locale.

1.4 L’energia geotermica

L’energia geotermica è ottenuta grazie al calore endogeno della terra. Tale calore si manifesta con l’aumento progressivo della temperatura delle rocce con la profondità, secondo un gradiente geotermico, in media, di 3°C ogni 100 metri di profondità.

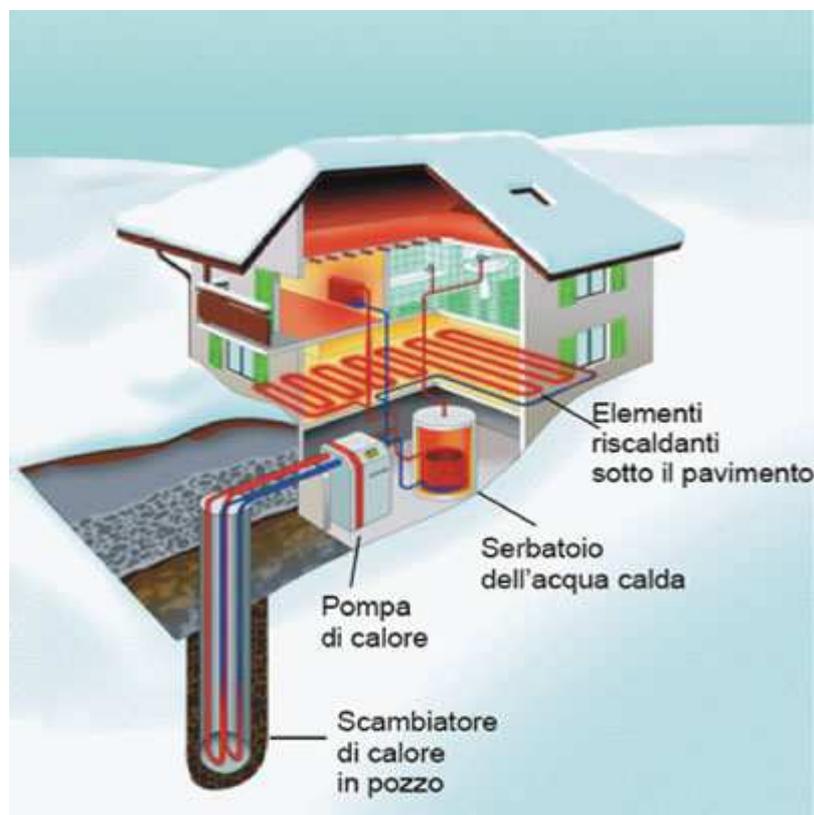


Figura 1.3: Schema di un impianto geotermico

L'energia termica accumulata nel sottosuolo è resa disponibile tramite vettori fluidi (acqua o vapore), naturali o iniettati, che fluiscono dal serbatoio geotermico alla superficie spontaneamente (ad. es. geysir, soffioni, sorgenti termali) o erogati artificialmente tramite perforazione meccanica (pozzo geotermico).

Con riferimento ai fluidi erogati, i sistemi geotermici sono classificati in:

- **Sistemi a vapore dominante:** costituiti da vapore secco presente a pressione e temperatura anche elevate, in cui sono presenti altri gas o sostanze solide.
- **Sistemi ad acqua dominante:** costituiti da acqua a pressione e temperatura anche elevate, erogata in superficie in forma di miscela bifasica acqua/vapore tramite depressurizzazione oppure per sollevamento meccanico tramite pompe sommerse. Temperatura maggiore di 85 °C.
- **Sistemi ad acqua calda:** con acqua a temperatura tra i 30°C e gli 85°C.
- **Sistemi artificiali:** sfruttano il calore diretto di un magma o di rocce calde secche per scaldare un fluido di lavoro, iniettato tramite un pozzo e recuperato in superficie per la sua utilizzazione (Deep Heat Mining). Tali sistemi sono ancora in fase di sperimentazione.
- **Sistemi geopressurizzati:** la pressione dell'acqua calda (200°C), imprigionata all'interno di un serbatoio geotermico (formato da rocce sedimentarie) è notevolmente maggiore della pressione idrostatica. Sono sistemi che hanno la potenzialità di produrre energia termica, meccanica e chimica, ma non sono ancora sfruttati.

1.5 Energia idroelettrica

L'energia idroelettrica viene prodotta dall'energia potenziale di una massa d'acqua, trasformata in una prima fase in energia cinetica durante un salto o un percorso in discesa e infine convertita in energia elettrica mediante una turbina con annesso generatore.

Impianti idraulici sono attuabili ovunque esista un flusso d'acqua costante e sufficiente.

E' possibile differenziare le centrali idroelettriche fra impianti che utilizzano una caduta d'acqua attraverso un dislivello e quelli che sfruttano la velocità delle correnti. Nel primo caso la potenza del sistema dipende da due termini: il salto (differenza di livello tra la quota dove è disponibile la risorsa idrica svasata e quella in cui, la stessa, è restituita all'ambiente dopo il passaggio in una turbina) e la portata (massa d'acqua che fluisce attraverso la macchina per

unità di tempo). Nel secondo caso la potenza è determinata in base alla velocità stessa della massa e dalla superficie attiva della turbina.

Un'ulteriore distinzione tra le centrali idroelettriche è stilata in base alla diversa tipologia:

- Ad acqua fluente;
- A bacino (a deflusso regolato);
- Centrali ad accumulo e pompaggio;
- In condotta idrica .

1.6 Mini idro

Nell'ambito delle energie rinnovabili l'utilizzo della tecnologia idroelettrica sta registrando nuovi input d'interesse, in particolare per ciò che concerne l'idroelettrico in piccola taglia.

Impianti mini e micro-hydro, pur essendo di limitata potenza unitaria (vengono considerati tali gli impianti di potenza <10 MW), presentano notevoli vantaggi sia dal punto tecnico che da quello economico. La piccola taglia può utilizzare corsi d'acqua di modeste dimensioni e richiede modalità costruttive e organizzative di basso impatto ambientale. Inoltre i costi di realizzazione e manutenzione di tali impianti sono molto più contenuti.

1.7 L'energia solare

Per energia solare si intende l'energia emanata dal sole e trasmessa sulla terra come radiazione elettromagnetica.

Tale fonte inesauribile di energia, può essere sfruttata sia per produrre energia elettrica (mediante la tecnologia *fotovoltaica*), sia per produrre energia termica ovvero, in casi particolari, anche energia elettrica (mediante la tecnologia *solare termica*).

1.7.1 Solare termico

La tecnologia *solare termica* sfrutta l'energia irradiata dal sole per scaldare dei fluidi, che vengono utilizzati prevalentemente nell'ambito domestico (riscaldamento, acqua calda sanitaria), civile e produttivo.



Figura 1.4: Schema di un impianto solare termico

Le tecnologie utilizzate nel solare termico si possono classificare in: a bassa, media e alta temperatura.

I sistemi a bassa temperatura scaldano fluidi a temperature inferiori ai 100°C e sono utilizzati principalmente per la produzione di acqua calda sanitaria, al riscaldamento domestico e, più in generale, di ambienti, al riscaldamento dell'acqua delle piscine, alla produzione di calore a bassa temperatura ad uso industriale.

I sistemi a media temperatura utilizzano collettori tecnologicamente più avanzati in cui i fluidi raggiungono temperature comprese tra i 100°C e i 250°C, e possono essere utilizzati ampiamente nei processi industriali e per il raffreddamento degli ambienti.

Infine, i sistemi ad alta temperatura, utilizzano collettori in grado di concentrare i raggi solari verso un ricevitore termico, per elevare la temperatura del fluido termovettore ben oltre i 250 °C, raggiungendo contestualmente pressioni compatibili per la produzione di elettricità.

1.7.2 Fotovoltaico tradizionale

La sostenibilità energetica è uno dei temi più importanti degli ultimi anni; questo perché la disponibilità di energia è stata sempre una componente essenziale della civiltà umana. Negli ultimi 150 anni il consumo energetico planetario è cresciuto stabilmente ad un tasso annuo

medio intorno al 2,3%. Il consumo complessivo legato alle attività dell'uomo è comunque ancora solo 1/10.000 dell'energia incidente sulla superficie terrestre proveniente dal sole.

Il limitato impiego del fotovoltaico è determinato dal fatto che il costo dell'energia elettrica prodotta da fonti rinnovabili, è di gran lunga superiore rispetto a quella prodotta da impianti a combustibili fossili: siamo ancora lontani dalla grid parity e fino a quel momento saranno necessari degli incentivi statali che spingano industriali e cittadini ad installare impianti fotovoltaici. L'alto costo dell'energia fotovoltaica è dovuto all'elevato costo del silicio, elemento fondamentale per la costruzione delle celle fotovoltaiche. Nonostante ciò e nonostante il calo degli incentivi, il mercato del fotovoltaico negli ultimi dieci anni ha subito una forte espansione ed il suo trend di sviluppo è confermato anche nel prossimo futuro.

Da Gennaio 2011 sono in vigore le nuove tariffe incentivanti previste dal Conto Energia 2011, meno vantaggiose rispetto a quelle del Conto Energia 2010 ma, tuttavia, ancora assai favorevoli. Infatti, dopo un 2010 positivo sul fronte del fotovoltaico, ci si attende un 2011 altrettanto promettente.

Il 2010 si è chiuso con la corsa per terminare gli impianti entro fine anno e presentare al Gse la documentazione necessaria, in modo da potersi assicurare, per i prossimi venti anni, le tariffe più favorevoli (circa il 15-20% rispetto a quelle del 2011) del Conto Energia 2010. Ed in certi settori del mondo produttivo legato al fotovoltaico, in effetti, è ancora viva la delusione per il mancato differimento dei termini (ci si attendeva, con il Decreto Milleproroghe, lo spostamento alla fine di gennaio 2011). Invece la proroga non c'è stata e chi aveva in corso la installazione di un impianto fotovoltaico ha dovuto terminare i lavori entro il 31 dicembre 2010 e, entro la stessa data, presentare anche la documentazione necessaria, a corredo della domanda per avere accesso al Conto Energia, asseverazione compresa. Complice anche la corsa agli incentivi del 2010, dunque, l'ultimo trimestre dall'anno appena concluso hanno fatto registrare un incremento significativo della potenza installata: 975 MW, circa il doppio rispetto ai 487 MW del trimestre precedente. Le cifre sono contenute nell'ultimo rapporto redatto da iSuppli, che ha raccolto i dati basandosi su interviste fatte agli operatori del settore. "Rispetto al 2009, addirittura, si avrebbe una maggiorazione del 239% rispetto ai 288 MW dello stesso periodo. I dati, se confermati, andrebbero oltre le già rosee previsioni fatte dal Gse, con una capacità fotovoltaica installata, nel 2010, pari a 1,9 GW, quando, prima di Natale, il Gse aveva stimato un incremento di oltre il 100% rispetto ai 720 GW installati nel 2009". Ma non è tutto: iSuppli prevede un altro raddoppio del mercato nel 2011, con una nuova capacità installata intorno ai 3,9 GW. Gli analisti di iSuppli si aspettano un calo all'inizio del primo trimestre del 2011, ma si tratterà solo di poche

settimane dopo di che il tasso delle nuove installazioni tornerà a salire. La riduzione degli incentivi, dunque, non dovrebbe penalizzare l'indice di ritorno degli investimenti nel fotovoltaico, che in Italia resterà uno dei più elevati al mondo, con installazioni destinate addirittura a crescere, nel 2011, di un GW a trimestre. Anche i dati rilevati dal GSE registrano una crescita di rilievo, sia pure minori rispetto a quelle evidenziate da iSuppli. Tra primo e secondo Conto Energia, al GSE sono pervenute domande di ammissione agli incentivi per oltre 120.000 impianti in esercizio, per una potenza complessiva di circa 2.100 MW ha spiegato il gestore a fine dicembre: considerando le comunicazioni trasmesse dagli operatori e relative agli impianti entrati in esercizio tra novembre e dicembre, la potenza fotovoltaica cumulativa in esercizio in Italia a fine anno potrebbe sfiorare i 3 GW, con una nuova potenza nel solo anno 2010 superiore a 1.500 MW. Ci si augura, dunque, che nel corso del 2011 l'Italia, grazie anche ad una maggiore chiarezza normativa, possa raggiungere gli obiettivi fissati in sede europea, nonostante da uno studio pubblicato dall'EWEA (European Wind Energy Association) emerga che il nostro Paese nel 2020 produrrà solo il 16,1% dei consumi da fonti rinnovabili, e non sarà nelle condizioni di raggiungere la quota del 17% definita dall'Unione Europea.

La tecnologia fotovoltaica consente di trasformare direttamente l'energia della radiazione solare in elettricità sfruttando il fenomeno fotoelettrico.

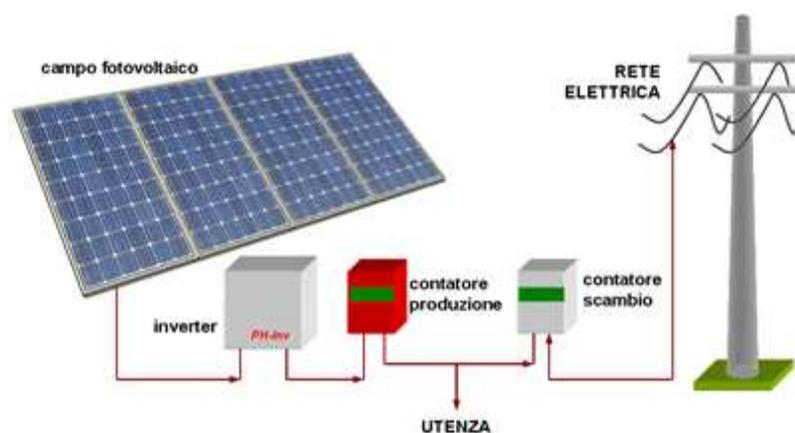


Figura 1.5: Schema di un impianto fotovoltaico

La conversione energetica avviene in un dispositivo (cella fotovoltaica) costituito da un materiale semiconduttore, opportunamente trattato, all'interno del quale si crea un campo elettrico, che orienta le cariche elettriche generate dall'interazione della radiazione solare con

la struttura elettronica del materiale semiconduttore, dando origine a un flusso di corrente elettrica.

Le celle vengono assemblate fra uno strato superiore di vetro ed uno strato inferiore di materiale plastico e racchiuse da una cornice di alluminio, in modo da costruire un'unica struttura: il modulo fotovoltaico.

Più moduli possono essere successivamente connessi, in serie o in parallelo, e costituiscono quella che viene chiamata stringa. A loro volta più stringhe collegate in parallelo vanno a costituire il campo fotovoltaico.

Gli impianti fotovoltaici possono essere classificati in:

- Stand alone: che alimentano utenze singole;
- Grid connected: allacciati alla rete elettrica nazionale.

1.7.2.1 Tecnologie del fotovoltaico tradizionale in via di sviluppo

Le attività di ricerca nell'ambito del solare fotovoltaico si sta incentrando su una delle criticità maggiori dell'apparato tecnologico necessario per la creazione di un impianto, ovvero l'alto costo. La quantità di silicio necessaria per creare le fotovoltaiche impatta pesantemente sul costo finale del pannello essendo il silicio un materiale molto costoso e che pochi player, soprattutto in Italia, lavorano ad oggi (La produzione e la vendita di silicio rimane costantemente ad appannaggio delle aziende straniere).

Alla luce di questo concetto rimangono due alternative possibili:

1. l'aumento di efficienza dei pannelli in modo tale che a parità di dimensioni, un pannello produca molta più energia;
2. la riduzione o addirittura l'eliminazione del silicio utilizzato per la creazione dei moduli.

Per riuscire ad raggiungere questi obiettivi, si sono percorse tre strade fino ad ora:

1. Il film sottile (seconda generazione);
2. La terza generazione di celle;
3. Il solare a concentrazione.

1.7.2.1.1 Il film sottile

Il problema di base dell'energia solare è senza dubbio il suo costo. Ed è questa la ragione fondamentale per cui la tecnologia del fotovoltaico a film sottile sta acquisendo sempre più spazio fino a diventare una delle tecnologie emergenti del settore.

In generale il solare a film sottile si basa sulla tecnica del deposito di un strato di pochi millesimi di millimetro di materiale semiconduttore su substrati di basso costo (vetro, metallo o plastica). Il suo sviluppo sta procedendo a grandi passi e da una applicazione limitata all'inizio ai piccoli apparecchi come le calcolatrici si sta ora sempre più affermando anche per la produzione di pannelli fotovoltaici per impianti residenziali ed industriali. Oltre ad avere il vantaggio dello scarso utilizzo di silicio, materiale molto costoso, questa tecnologia permette di realizzare ed integrare contemporaneamente tra loro più celle in un'unica fase produttiva e su di un unico substrato di costo relativamente contenuto (vetro, fogli di materiale plastico o di metallo). Questo tipo di processo è adatto ad un elevato grado di automazione e quindi ad un risparmio dei costi.

I vantaggi ottenibili tramite questa tecnologia sono i seguenti:

1. Possibilità di realizzare una maggiore integrazione architettonica grazie alla flessibilità raggiunta con alcuni materiali di supporto ed all'aspetto estetico dei moduli;
2. Una sensibilità inferiore alle alte temperature (decadimento di efficienza a causa della temperatura dimezzato rispetto alle celle tradizionali);
3. Buona efficienza di conversione della luce diffusa.

Per contro il film sottile causa rendimenti nominali inferiori al silicio cristallino ed hanno un decadimento delle prestazioni più veloce nel tempo.

Attualmente il film sottile è stato applicato a tre tipologie di moduli:

- **Moduli in silicio amorfo (a-Si):**

Essendo il silicio non cristallino, può essere depositato con continuità e per spessori di pochi micron (millesimi di millimetro) su superfici flessibili come lamine di metallo o plastica di piccolo spessore e poi rivestite. Il processo tecnologico di produzione del film sottile in silicio amorfo molto è molto efficiente e poco costoso. Il risultato è un sistema fotovoltaico meno efficiente anche se molto meno costoso. Per produrre la stessa quantità di energia di un pannello tradizionale a base di silicio cristallino occorre una superficie maggiore di un 30-40%. I pannelli a film sottile presentano un'efficienza massima del 8% per le celle a singola giunzione ed un sensibile degrado delle prestazioni dopo i primi mesi

di esposizione alla luce solare (15-20% dopo le prime 1000 ore di esposizione) che porta l'efficienza ad assestarsi a circa il 6%. Per le celle a tripla giunzione invece si possono raggiungere rendimenti di circa l'11%. Negli ultimi anni questo rendimento nominale non è ancora stato alzato mentre il degrado è stato migliorato fino a circa l'1% annuo.

A favore della tecnologia a film sottile di silicio amorfo c'è però il fatto che il silicio amorfo ha maggiore capacità di trasformare la luce solare rispetto al silicio cristallino sia in condizione di sole forte e temperatura elevata sia con sole debole e bassa luminosità.

Alcuni studi condotti sull'argomento hanno portato alla conclusione che, su base annua, con il silicio amorfo si produce più energia per ogni watt di picco rispetto alle altre tecnologie.

- **Film sottile a base di Tellururo di cadmio (CdTe):**

Il tellururo di cadmio è un composto chimico con proprietà di semiconduttore, formato da due elementi cadmio e tellurio. Nella produzione di film fotovoltaico il tellururo di cadmio può essere depositato su substrati trasparenti che vengono montati al posto di finestre o come coperture di edifici.

Il fotovoltaico basato su film sottile di tellururo di cadmio è caratterizzato da un maggior rendimento rispetto al silicio amorfo (10-11% rispetto a 6-8%) grazie al maggior assorbimento dello spettro solare e costi molto bassi rispetto ai pannelli tradizionali in silicio mono o policristallino (fino ad 1/2), ovvero un costo che oscilla tra 0,7-0,8 Euro/W che nei prossimi 5 anni potrebbero ridursi fino a circa 0,3 Euro/W.

Tuttavia lo sviluppo della tecnologia del tellururo di cadmio è frenato dal problema della tossicità del materiale e la conseguente pericolosità della lavorazione, in particolare del cadmio. Il problema non è tanto legato all'utilizzo dei pannelli quanto alla loro creazione ed al loro smaltimento. L'attesa definizione di norme proprie e sicure per la rimozione e lo smaltimento dei pannelli ormai esauriti costituisce attualmente un limite alla diffusione di questa tecnologia.

- **Film sottile a base di CIGS:**

CIGS è un acronimo che sta per Copper (rame), Indio, Gallio, Selenio o più correttamente nella traduzione in italiano: Seleniuro di rame, indio e gallio.

E' una tecnologia su cui si sta investendo molto in tutto il mondo. Recenti risultati, grazie anche all'uso delle nano-tecnologie per ottimizzare la deposizione del materiale semiconduttore sul substrato, permettono di avere pannelli con quasi la stessa efficienza energetica delle tradizionali celle di silicio, ma con un costo inferiore. Si ottengono film

di un solo micron di spessore contro i circa 300 micron delle lamine di silicio cristallino.

Ecco i vantaggi dichiarati:

1. efficienza, 10-11 % di rendimento;
2. basso costo, si parla di 2,2-2,5 € per Watt installato;
3. facilità di installazione grazie alla flessibilità dei materiali di supporto;
4. durata nel tempo, 20 anni di garanzia.

E' facile quindi capire come la tecnologia del film sottile a base di CIGS è quella oggi più promettente poiché assicura contemporaneamente basso costo ed efficienza.

Shell, Nanosolar, Honda stanno investendo molto in questa tecnologia e dichiarano di poter produrre pannelli a costi pari ad 1/10 di quelli tradizionali.

In particolare Nanosolar, che ha alle spalle il sostegno finanziario dei fondatori di Google, ha avviato in California un grande stabilimento di produzione con questa tecnologia ed ha annunciato la realizzazione nella zona a sud di Berlino di un impianto fotovoltaico da 1 MW.

Nonostante ciò le tecnologie di prima generazione hanno ancora la maggiore diffusione: la propria quota di mercato è di circa l'81% (42,2% Si mono 45% Si poli) contro il 19% del film sottile (5,2% Thin film a-Si, 4,7% CdTe, 0,5% CIGS/CIS, 2,2% String Ribbon, 0,1 Altro). Si stima che entro il 2020 il film sottile prenderà piede fino a conquistare circa il 30-40% del mercato globale.

1.7.2.1.2 La terza generazione

Questo tipo di celle purtroppo non è ancora reperibile sul mercato, si stanno effettuando degli studi per comprendere la loro effettiva efficacia. Si stima che i primi modelli saranno disponibili tra 3-5 anni ad un costo inferiore a 0,5 Euro/W.

I filoni in ambito di ricerca e sviluppo di questa tipologia di celle sono tre:

1. Cella Dssc;
2. Cella Organica;
3. Cella ibrida.

- **Celle Dssc (Dye Sintetized-solar Cells)**

In questa tecnologia viene posto sulla superficie di un semiconduttore (nanocristalli di biossido di titanio sinterizzati) uno strato di molecole organiche trattate in modo da renderle in grado di assorbire la luce.

I vantaggi ottenibile grazie a queste celle sono:

1. Molto meno sensibili all'angolo di incidenza della radiazione: si tratta di una "spugna di luce" imbevuta di tintura;
2. Performa in un range più ampio di condizioni di luce;
3. Bassa sensibilità alle variazioni della temperatura ambientale;
4. Sono bifacciali: assorbe la luce da entrambe le facce;
5. Gli impianti di produzione per DSC utilizzano comunemente impianti di lavorazione a basso costo, molto meno rispetto costosi rispetto a quelli richiesti per celle al silicio;
6. Moduli di DSC hanno una minore energia incorporata di tutte le altre forme di celle solari.

L'efficienza raggiunta è di circa il 10% ma il dato interessante è il loro costo: infatti si stima che il loro costo potrebbe assestarsi attorno agli 0,5 Euro per Watt.

Il progetto più avanzato sembra essere quello della società australiana Dyesol. Dyesol (ASX: DYE) e l'Istituto Nazionale per la Scienza dei Materiali (NIMS) in Giappone, hanno avviato un progetto di collaborazione di 3 anni, il cui obiettivo è quello di fornire la prossima generazione di celle solari dye ad alta efficienza (DSC, note anche come celle solari dye-sensitized, o DSSC).

Il lavoro sarà svolto presso il centro di ricerca NIMS a Tsukuba (vicino Tokyo) e sarà diretto dal Dr. Liyuan Han di NIMS e dal dottor Gavin Tulloch di Dyesol. Han, ex ricercatore principale dei laboratori avanzati di ricerca energetica di Sharp Corporation, che detiene il record mondiale di efficienza certificata DSC del 11,1%.

La ricerca sui materiali è mirata per estendere i confini della DSC aumentandone l'efficienza attraverso uno. Il progetto cerca di estendere i confini oltre i livelli di efficienza ottenibili con i dispositivi thin film costruiti con indio rame diselenide gallio (CIGS) o di tellururo di cadmio (CdTe). A differenza di queste tecnologie, le DSC non necessitano di quantità significative di materiali tossici (come il cadmio) o di materiali rari (come l'indio, gallio, tellurio) ed offre dei tassi di ammortamento energetico più brevi dato che le utilizzano molta meno energia nella produzione, possono funzionare in qualsiasi condizione di luce ed emulano la fotosintesi, quindi lavorano tutto il giorno tutti i giorni. Grazie a questo progetto si è arrivati a creare una cella con l'11% di efficienza.¹

- **Celle Organiche ed Ibride**

Le celle fotovoltaiche invece completamente polimeriche sono recentemente arrivate al 1%-2% di efficienza massima. Per aumentarne ancora l'efficienza e specialmente il tempo

¹ <http://www.dyesol.com/>

di vita, rendendole quindi appetibili per applicazioni in cui la durata è importante, sono in atto grossi sforzi di ricerca e sviluppo, comprese nuove tecniche raffinate di incapsulamento del dispositivo e strategie quali l'introduzione di nano-cristalli inorganici nella matrice polimerica. Questo tipo di cella è molto interessante in quanto le tecniche di fabbricazione sono le più semplici da attuare e quindi con costi di produzione ancor più ridotti (materiale organico può essere depositato su larghe aree in soluzione liquida, assumendo forma si vere e proprie pellicole più sottili dei wafer di silicio, tramite ink je printing o screen printing, procedimenti a basso costo).

I nuovi materiali e le nuove tecniche di fabbricazione previste presentano vantaggi notevoli:

1. Processo additivo: solo il materiale che serve viene depositato, con risparmi in materiale di oltre il 90% rispetto ai metodi ordinari, riducendo così ulteriormente l'impatto ambientale.
2. Inchiostri sono sia utilizzabili su substrati di vetro rigidi, sia compatibili con metodi di produzione a nastro o a rullo, con ulteriore abbassamento di costi.
3. I processi di fabbricazione da impiegare sono facilmente estensibili alla produzione di pannelli su larghe aree e su substrati flessibili o film di plastica.

Si prevede che lo sviluppo dei vantaggi sopra esposti e dei miglioramenti in efficienza e tempi di vita, attuabili nei prossimi anni, e necessari per rendere il fotovoltaico organico commerciabile, possano portare il costo del fotovoltaico dai circa 6-12 €/Wp dei pannelli in silicio odierni a circa 2 €/Wp o meno, rendendo finalmente competitivo il fotovoltaico con le fonti di energia odierne.

Commercial Module Efficiency							
Technology	Thin Film					Crystalline Silicon	
	(a-Si)	(CdTe)	Cl(G)S	a-Si/ μ c-Si	Dye s. cells	Mono	Multi
							
Cell efficiency							
Module efficiency	4-8%	10-11%	7-11%	7-9%	2-4% (LAB)	13-19%	11-15%
Area Needed per KW (for modules)	~ 15 m ²	~ 9m ²	~ 10m ²	~12m ²		~7m ²	~8m ²

Source: EPIA 2010. Photon international, March 2010. EPIA analysis
Efficiency based on Standard Test conditions.

Figura 1.6: Efficienze delle celle fotovoltaiche di prima, seconda e terza generazione

2. LA METODOLOGIA DI RICERCA

Il presente lavoro ha l'obiettivo di analizzare la filiera ed il mercato del fotovoltaico a concentrazione per capire quali sono i vantaggi/svantaggi e le possibili criticità che possono caratterizzare questa tecnologia così promettente. Traendo spunto dal fotovoltaico tradizionale, che ha affrontato gli stessi problemi del CPV qualche anno fa, si è cercato di comprendere quali possano essere le modalità con cui affrontare queste criticità.

L'analisi ha preso in considerazione in campione lo stato italiano, particolarmente avanzato in campo CPV in termini di know-how ma ancora molto indietro per quanto riguarda le installazioni; essa parte da uno studio della letteratura, in modo tale da poter analizzare i meccanismi esistenti a supporto delle rinnovabili e da poter comprendere le caratteristiche, i pregi e i difetti di ogni tecnologia. L'analisi si è focalizzata successivamente sul tema centrale della trattazione, il fotovoltaico a concentrazione: a partire da uno studio di tutte le caratteristiche tecniche del CPV, si è svolto un lavoro di analisi di quelli che possono essere i principali vantaggi e svantaggi legati all'uso del concentrazione e, soprattutto, le possibili criticità legate ad esso. A questo proposito sono stati presi in esame i principali progetti di sviluppo di tecnologie CPV per capire quale fosse la direzione intrapresa dai players di questo settore in termini di innovazione e quali fossero i margini di miglioramento in questo campo. Tutti i dati e le ricerche utilizzate per il presente lavoro sono stati prelevati da documenti ufficiali pubblicati da varie associazioni operanti nel settore di concentrazione presenti in Europa. Ma la vera forza della trattazione sta nei nove casi di studio presentati:

Players Intervistati	Ruolo intervistato	Tipologia Player	Ruolo
Unicredit	Responsabile project financing	BANCA	Finanziamenti
MPS	Manager area corporate	BANCA	Finanziamenti
BCC di Treviglio	Responsabile finanziamenti fotovoltaici	BANCA COOPERATIVA	Finanziamenti
GAFV	Organizzatore	GRUPPO D'ACQUISTO	Acquisti
ENERGOCLUB	Gruppo Presidente	ASSOCIAZIONE ONLUS	Supporto tecnico

GRUPPO FO		GRUPPO D'ACQUISTO	
ENEA	Responsabile tecnico		Supporto tecnico/amministrativo
CPower	Responsabile sezione "tecnologie Fotovoltaiche"	ENTE DI RICERCA	Ricerca
Angelantoni	Responsabile Marketing	SPIN-OFF Uni. Ferrara	Ricerca/sviluppo
	Responsabile Tecnico area fotovoltaico	AZIENDA	Sviluppo/produzione

Tabella 2.1: quadro delle interviste effettuate

Tramite questi infatti si è ricavato uno spaccato della realtà empirica del CPV in Italia a 360 gradi. Chiamando in causa banche, aziende, enti pubblici, cooperative e gruppi d'acquisto è stato possibile analizzare la tematica del CPV a partire dall'ambito finanziario passando per l'ambito tecnologico e concludendo con l'ambito produttivo. Solo in questo modo la comprensione delle vere problematiche affrontate da chi è entrato nel business del fotovoltaico è diventata globale.

Il lavoro ha portato alla conclusione che la concentrazione è sulla carta la tecnologia più promettente, che assicura rendimenti superiori al fotovoltaico tradizionale con costi di sviluppo inferiori ed ulteriormente migliorabili. Rimane il fatto che la concentrazione, per poter ottenere lo sviluppo che ha avuto il fotovoltaico tradizionale in questi anni, deve convincere le banche ad assumersi qualche piccolo rischio e cominciare a finanziare i progetti di CPV, altrimenti, senza i capitali, difficilmente si potranno vedere le prime installazioni. Inoltre affinché la diffusione di questa tecnologia sia capillare anche fra i clienti di tipo retail, il conto energia dovrà necessariamente inserirli tra i beneficiari degli incentivi, in modo tale che il CPV diventi un investimento appetibile tanto quanto lo è ora il fotovoltaico tradizionale.

3. IL FOTOVOLTAICO A CONCENTRAZIONE

Ad oggi il contributo che il fotovoltaico a concentrazione ha dato allo sviluppo delle rinnovabili è ancora basso a causa delle problematiche di tipo tecnologico che crea (movimentazione dei pannelli), ma esso è destinato sicuramente a crescere e ad ampliarsi notevolmente grazie anche ai risultati di eccellenza che sta ottenendo. Nella recente conferenza Europea sul fotovoltaico tenutasi ad Amburgo, la società americana Spectrolab ha annunciato, infatti, il nuovo record di efficienza di conversione del 41,6% ad un livello di concentrazione luminosa di 364 soli, ottenuto con una cella a tripla-giunzione InGaP/InGaAs/Ge. Questo record va di poco a superare quello aveva stabilito qualche mese prima il Fraunhofer Institute di Friburgo, riportando un valore di efficienza di conversione del 41,1% a 454 soli.

Tali dati confermano le potenzialità della tecnologia ed il forte contributo che potrebbe dare sulla produzione di energia elettrica se si raggiungeranno gli obiettivi di riduzione dei costi preventivati.

Se si considera il potenziale teorico disponibile nei paesi della “sun belt”, diventa chiaro come il concentrazione applicato a queste zone sarebbe ampiamente sufficiente per assicurare un contributo significativo alla copertura del fabbisogno mondiale prevedibile.

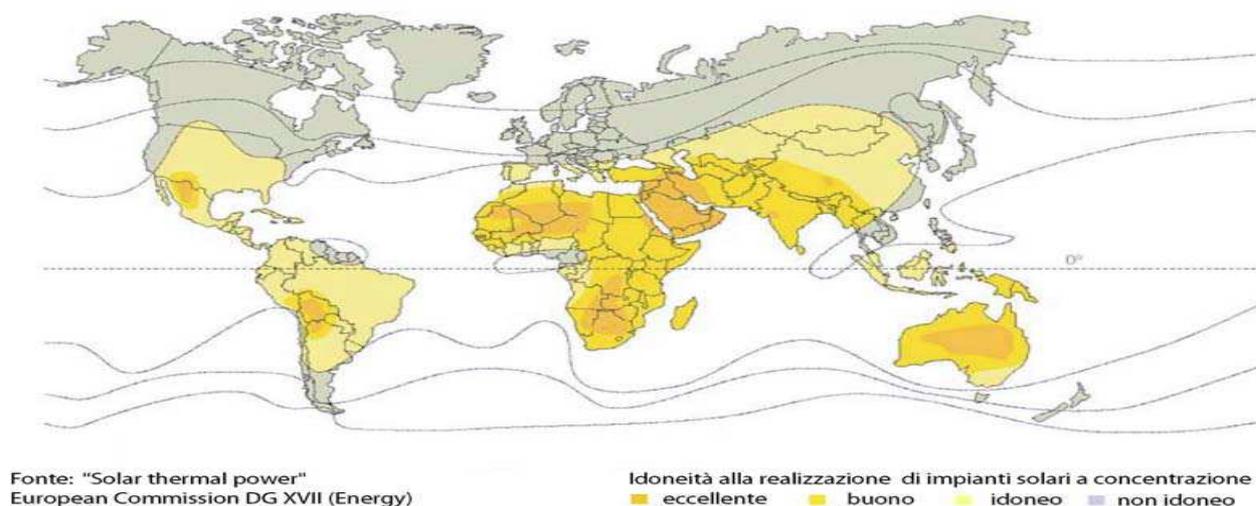


Figura 3.1: Mappa mondiale dell'irraggiamento solare diretto che evidenzia la “sun belt”

Soprattutto i Paesi che si affacciano sulla sponda sud del Mediterraneo e del vicino Oriente dispongono di potenzialità notevolissime, con caratteristiche di insolazione diretta del 50-60%

superiori rispetto a quanto riscontrabile nelle zone più favorite, da questo punto di vista, dell'Europa meridionale.

La presenza, anche nei paesi dell'Europa meridionale (soprattutto Spagna, ma anche Italia e Grecia), di zone favorevoli all'impiego di tecnologie fotovoltaiche a concentrazione, consentirà di iniziare a costruire impianti prototipo: è così che si può cominciare a gettare le basi per lo sviluppo di un know-how di settore in campo di CPV. Infatti è evidente come, essendo la fonte primaria gratuita, la totalità del fatturato legato alla produzione energetica da fonte solare va a beneficio di chi realizza e cura la manutenzione degli impianti di produzione; chi ne detiene il know-how è destinato quindi a sfruttare la maggior parte del giro d'affari connesso.

Nell'immediato la tecnologia solare a concentrazione si può ben integrare, anche in Italia, alle altre tecnologie rinnovabili (eolica, solare fotovoltaica, solare termico e geotermico) che dovranno contribuire alla crescente domanda europea di "energia verde".

Occorre inoltre notare che solo recentemente è stata emanata la norma per la qualifica e omologazione di tipo dei sistemi fotovoltaici a concentrazione (IEC 62108) che ha permesso a questo settore di essere incentivato. Lo sviluppo che ha subito in questi ultimi anni il fotovoltaico "tradizionale" è stato in gran parte dovuto alla politica d'incentivazione economica che ogni singolo Paese ha adottato, ovvero all'emanazione di una regolamentazione legislativa che ha consentito e tuttora consente al produttore di energia fotovoltaica di ottenere una remunerazione economica in ragione dell'energia prodotta. In Italia, tale ordinamento legislativo è noto come il Decreto sul "conto energia" ed è evidente che nel momento in cui comprenderà anche il CPV, lo sfruttamento di questa tecnologia subirà un forte incremento.

Il divario tra il costo del fotovoltaico a concentrazione e quello tradizionale tenderà a crescere ancora nel tempo a causa dei rapporti tra i costi dei vari componenti. Nel fotovoltaico tradizionale la cella comporta più del 50% del costo totale del sistema, e il costo ad essa collegata è costantemente in aumento, questo scenario comporterà una difficile diminuzione del costo della tecnologia tradizionale e, al contrario, dovrebbe comportare un aumento di tale costo. Nella tecnologia a concentrazione la cella influisce per un valore oscillante tra il 10 e il 15% sul costo totale, questa ripartizione consente un ampio margine di manovra per rendere meno costosa la tecnologia. Questo calo del costo è effettivamente possibile se si considera che le restanti voci di costo, lenti ed involucro in materiale plastico, sostegni e altro, risentono molto più delle dimensioni del mercato che del costo della materia prima, pertanto ad una

affermazione su larga scala della tecnologia a concentrazione corrisponderà una certa diminuzione dei costi.

Anche per questi motivi Comunità Europea ha recentemente modificato le proprie scelte d'investimento negli indirizzi della ricerca per sostenerla. Nel precedente programma quadro europeo, FP6 (890 milioni totali²), gli investimenti per la ricerca sulla tecnologia al silicio erano stati, infatti, tagliati di una cifra consistente nel Settimo Programma Quadro, FP7, mentre, al contrario, gli investimenti sulla concentrazione fotovoltaica sono più che raddoppiati Euro nel FP7 (2,35 miliardi di euro per il settore energie rinnovabili dal 2007 al 2013³. Questo cambiamento strategico in parte riflette il differente stato di maturità raggiunto dalle diverse tecnologie, ma soprattutto evidenzia la percezione delle potenzialità e quindi la visione fiduciosa che la Comunità Europea ha assunto in merito alla tecnologia fotovoltaica a concentrazione.

Il vero cuore di sviluppo della tecnologia del fotovoltaico a concentrazione è sicuramente il dispositivo fotovoltaico, ma anche ogni componente del sistema richiede ancora una evoluzione tecnologica/economica per consentire il salto competitivo nel mercato della produzione di energia. In Tabella , in particolare, sono riportati gli obiettivi che l'Agenda Strategica Europea ha stabilito a breve termine per ogni componente del sistema fotovoltaico a concentrazione. L'aumento dei valori di efficienza di conversione e di efficienza ottica, l'automazione dei processi, un maggiore livello d'integrazione fra ottica ed il ricevitore, lo sviluppo di metodologie di prova per assicurare una lunga durata ai componenti, la ricerca di soluzioni intelligenti per il controllo dell'inseguimento costituiscono i principali obiettivi della ricerca per migliorare le prestazioni dei sistemi fotovoltaici a concentrazione. Per quanto riguarda l'aspetto economico, escludendo l'inverter, l'Agenda Strategica Europea ha proposto un target di costo complessivo di tutto il sistema fotovoltaico a concentrazione di circa 2,5 Euro/W.

Priorità principali della ricerca	Obiettivi/Targets (2009-2013)
Cella a concentrazione	<ul style="list-style-type: none"> • Aumentare la resa di processo • Target di efficienza: <ul style="list-style-type: none"> Si : >26% 100 sun Terza V: >35% 500 sun • Costo: 0,25-0,5 euro/W
Sistema ottico	<ul style="list-style-type: none"> • Automazione di processo • Sviluppo di ottiche primarie e secondarie integrate

² <http://cordis.europa.eu/fp6/budget.htm>

	<p>Nei ricevitori</p> <ul style="list-style-type: none"> • Efficienza ottica >85% • Sviluppo di test per garantire la lunga durata • Nuove soluzioni per l'alta concentrazione • Costo lenti/specchi <0,5 euro/W
Assemblaggio modulo	<ul style="list-style-type: none"> • Target di efficienza del modulo: 25% • Automazione di processo • Tempo di vita > 20 anni • Costo 0,7-0,9 euro/W
Inseguitore solare/installazione	<ul style="list-style-type: none"> • Accuratezza nell'inseguimento <2° • Costo dell'inseguitore: 100-150 €/m² • Costo inverter: 0,3-0,5 euro/W • Controllo intelligente dell'inseguimento • Connessione alla rete di centrali a CFV

(*) Se si ipotizza una resa energetica del sistema del 20% ed un irraggiamento diretto di 850 W/m², il target di costo previsto per l'inseguitore solare di 100-150 €/m² si può esprimere in termini di Euro per Watt =0.5-0.8 €/W

Tabella 3.1: priorità ed obiettivi della ricerca CPV

3.1 IL CPV: La tecnologia

Il fotovoltaico a concentrazione è una tecnologia che sfrutta un'ottica di concentrazione (lente di Fresnel) la quale riflette la luce solare concentrandola su di una piccola zona di celle fotovoltaiche ad alta efficienza. Questo permette di limitare drasticamente l'uso di silicio (Con le celle prodotte da un wafer di diametro di 100 mm aventi $\eta=30\%$, si genera a 500 x, la stessa potenza generata da 10 m² di silicio), materiale che impatta in modo consistente sul costo finale della tecnologia fotovoltaica tradizionale. Nelle ricerche più avanzate, il fascio di luce riflesso dalla lente Fresnel passa prima attraverso un prisma (o splitter) che divide il fascio solare nei tre colori base della luce (tricroico) e li riflette su tre chip, ciascuno specializzato a riconoscere una certa frequenza della luce. In generale si può affermare che tramite il PV a concentrazione posso ottenere la stessa energia raccolta da un pannello tradizionale ma utilizzando un modulo molto più piccolo (di un fattore detto concentrazione ottica) e contemporaneamente che utilizza meno materiale semi-conduttore (silicio). Oltre al minor costo con la concentrazione si riesce ad ottenere un rendimento della cella maggiore in quanto, operando ad alte temperature, aumenta la corrente di illuminazione che si genera per effetto fotovoltaico e quindi l'efficienza stessa della cella. Risulta perciò fondamentale che la

radiazione solare sia diretta, ovvero punti direttamente sulla cella affinché questa tecnologia funzioni correttamente. Per questo motivo il sistema a concentrazione θ costruito su di un sistema di movimentazione dei pannelli in modo tale che possano “inseguire” la luce solare ed θ ottimale la sua installazione in zone della terra dove c'è un'alta insolazione diretta.

Esistono tre tipologie di sistemi a concentrazione, in funzione della diversa tecnica di focalizzazione della luce solare e del tipo di ricevitore che si utilizza:

1. Point focus: ogni cella ha un'ottica dedicata; Nei sistemi point focus l'ottica di focalizzazione è costituita da lenti, generalmente realizzate in materiale acrilico, con coefficiente di trasmissione tra l'80% e il 95 % in ampio intervallo spettrale (400-1100 nm). Le lenti possono essere di tipo ad immagine (cioè capaci di focalizzare in un punto l'immagine della sorgente di luce) o del tipo senza immagine (in questo caso non viene riprodotta nel punto focale l'immagine della sorgente). Queste ultime permettono di ridurre uno dei maggiori problemi che caratterizzano i sistemi a concentrazione, ovvero, la richiesta di una elevata precisione di puntamento dell'inseguitore solare. Generalmente, infatti, i sistemi point focus richiedono un angolo di accettazione inferiore a $\pm 0.5^\circ$. Questo significa che se l'angolo formato tra la semiretta congiungente il modulo a concentrazione ed il sole con l'asse del sistema ottico di raccolta fosse maggiore di $0,5^\circ$ si determinerebbero considerevoli perdite nelle prestazioni del modulo a concentrazione. Le lenti senza immagine vengono impiegate proprio perché permettono di ampliare l'angolo di accettazione di alcuni gradi. Per ridurre i problemi di puntamento, viene adottata anche la soluzione di inserire sotto la lente principale delle ottiche secondarie, che possono consistere di piccoli coni la cui superficie interna è riflettente
2. Line focus: I sistemi line focus possono fare uso di lenti senza immagine con maggiori angoli di accettazione e vengono utilizzati anche con inseguitori a singolo asse. La criticità dei sistemi che fanno uso di ottiche rifrattive, come i sistemi point focus e line focus risiede nella necessità di dover controllare l'aberrazione cromatica, ovvero la focalizzazione della luce a diverse lunghezze d'onda in punti focali differenti.
3. Dense arrays: per ottenere potenze maggiori ed evitare i problemi legati all'aberrazione cromatica, si utilizzano i sistemi dense array, in cui, al contrario dei sistemi precedenti, le celle solari assumono una dimensione maggiore (qualche cm^2) e sono disposte una vicino all'altra: la luce viene concentrata con degli specchi parabolici. In questo caso si rende necessario un sistema di raffreddamento di tipo attivo e la messa a punto di ricevitori più complessi, proprio per la necessità di rendere efficace la dissipazione del calore. Occorre comunque notare che è necessaria una maggiore precisione nella lavorazione degli specchi

di quella richiesta per le lenti dei sistemi point focus. Se la parte centrale dello specchio, ad esempio, possedesse un errore di forma e fosse inclinata rispetto a quella ideale di un angolo α , allora il raggio riflesso sarebbe deviato rispetto al raggio ideale di un angolo $d = 2 \alpha$. Per diminuire la sensibilità necessaria nella lavorazione dello specchio è opportuno considerare specchi con una distanza focale dello specchio dal target minore possibile. Sono stati realizzati anche sistemi a concentrazione ibridi costituiti cioè sia da un'ottica rifrattiva che riflessiva. Tali sistemi permettono di raggiungere fattori di concentrazione elevati (pari a 1000 soli) ed utilizzando ottiche senza immagine, consentono angoli di accettazione di circa $\pm 1.5^\circ$. Per diminuire i problemi termici che caratterizzano i dense arrays sono stati sviluppati i sistemi a micro dish (micro specchi) che permettono fattori di concentrazione minori dei primi ma non necessitano di sistemi di raffreddamento di tipo attivo. Essendo gli specchi di piccola dimensione, è anche minore il rischio di determinare errori di forma e risulta più facile anche il puntamento del sole. Ovviamente, tali sistemi presentano una maggiore complessità di realizzazione. Il mercato della concentrazione però non è ancora avviato, sono presenti solo prototipi ed impianti pilota quindi non si è ancora arrivati ad una fase industriale.

Oltre a questa classificazione effettuata secondo il sistema di concentrazione utilizzato, si può eseguire un'ulteriore classificazione incentrata sul livello di concentrazione raggiunto:

1. Alta concentrazione (da 400x fino a circa 1000x): sono sistemi "point focus" che utilizzano celle a multi giunzione basate su arseniuro di gallio che hanno raggiunto livelli di efficienza attestati attorno al 41,6% (cella Boeing).
2. Media concentrazione (da 3x a 100x): utilizzano celle in silicio mono cristallino di elevata qualità raggiungendo un'efficienza che si aggira attorno al 20%
3. Bassa concentrazione (<3x): utilizzano moduli convenzionali in silicio realizzati con semplici specchi applicati ai lati del modulo;

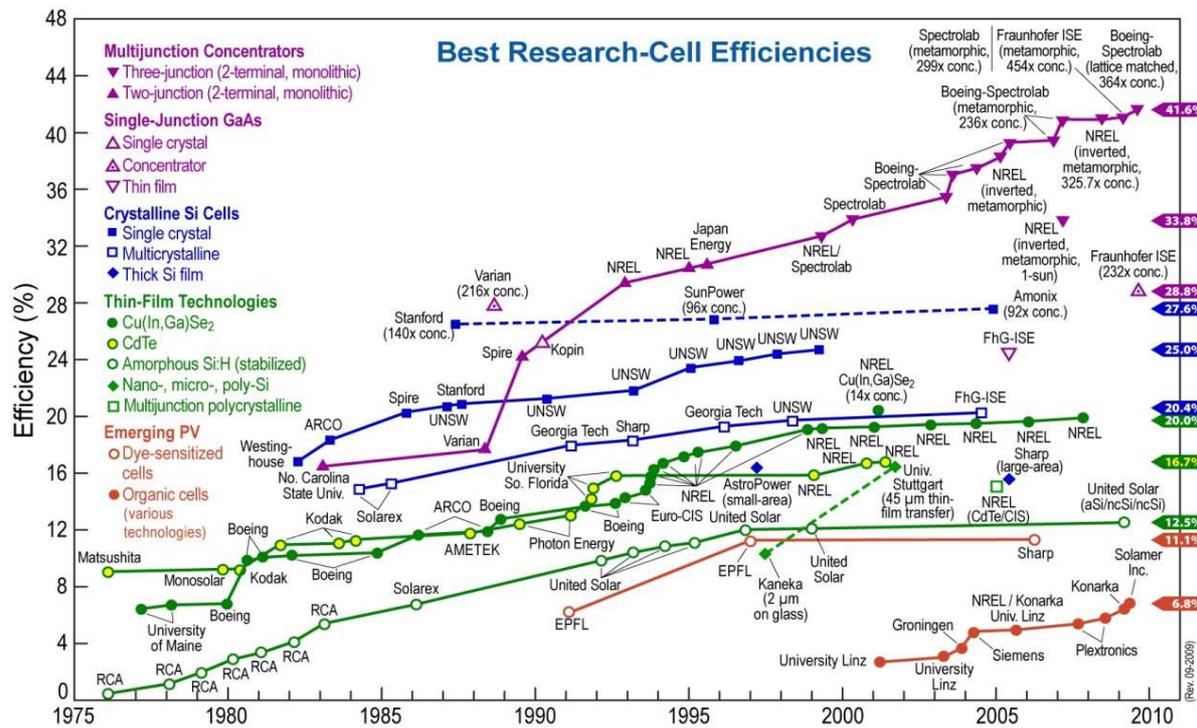


Figura 3.2: Sommario delle efficienze record delle varie tecnologie fotovoltaiche

Il fattore di concentrazione è un parametro fondamentale nella valutazione in quanto, assieme alla scelta della tipologia di cella da utilizzare, incide in maniera consistente sia sul costo che sull'efficienza dell'impianto. Questo perché ovviamente maggiore è la concentrazione che voglio ottenere, maggiore sarà la quantità di materiale dovrà utilizzare e diverse saranno le tecnologie che serviranno. Ad ora i principali players del CPV si sono indirizzati verso intervalli di concentrazione compresi tra i 400 ed i 700 soli: al di sopra di questa soglia è molto difficile andare a realizzare i prototipi studiati in laboratorio a causa dei vari problemi tecnici come la necessità di un'accettazione angolare troppo stretta o la presenza di una potenza sviluppata troppo elevata per i componenti tecnici esistenti in questo momento; invece al di sotto dei 400 soli il sistema verrebbe a costare troppo se confrontato a quelli che saranno i ricavi provenienti dallo stesso. In tabella si possono notare alcune evoluzioni in termini di costo ed efficienza oltre che di altri parametri.

PARAMETRI	2007	2009	Obiettivi futuri
• Costi di installazione	\$7–\$10/W	\$4–\$4,5/W	<\$2/W
• ¢/kWh	>30¢/kWh	*	<7¢/kWh
• System reliability	5 anni	*	20 anni
• Efficienza dei sistemi commerciali	17%	25% (record di 29%)	29%–36%
• Efficienze record raggiunte	40.7%	41.6%	48%
• Efficienze record in commercio	35%–37%	39%	42%
• Efficienza ottica	75%–85%	*	80%–90%
• Costo delle celle III-V	\$10–\$15/cm ²	*	\$3–\$5/cm ²

Tabella 3.2: Caratteristiche dell'industria del CPV in termini di costo ed efficienza

I costi sono legati soprattutto agli inseguitori che giocano un ruolo fondamentale in questo tipo di tecnologia: solo quando si riuscirà a produrre inseguitori qualitativamente adeguati a costi bassi si potrà pensare di abbattere ulteriormente il costo del fotovoltaico a concentrazione. La cella influisce solamente per un valore oscillante tra il 10 e il 15% sul costo totale, e ciò consente un ampio margine di manovra per rendere meno costosa la tecnologia. Infatti, se si considera che le restanti voci di costo, lenti ed involucro in materiale plastico, sostegni e altro, risentono molto più delle dimensioni del mercato che del costo della materia prima, ad una affermazione su larga scala della tecnologia a concentrazione corrisponderà una certa diminuzione dei costi.

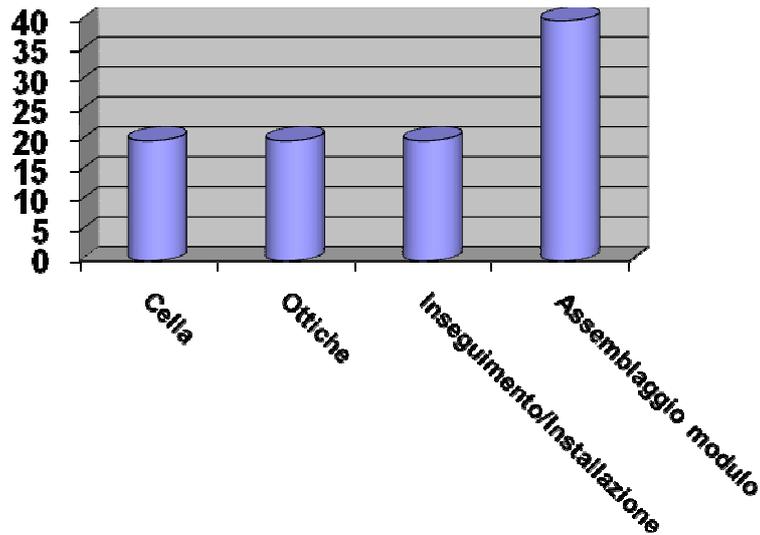


Tabella 3.3: Incidenza percentuale dei componenti di un impianto a concentrazione sul costo totale

3.1.1 La cella solare

Le tipologie esistenti ad ora che hanno trovato applicazione nel campo del CPV sono di 3 tipi:

1. Le celle al silicio sono celle in materiale cristallino realizzate a partire da un wafer al silicio, cioè da una sottile fetta di questo materiale semiconduttore la cui struttura cristallina può essere omogenea (silicio monocristallino), oppure non strutturalmente omogenea bensì organizzata in grani localmente ordinati (silicio policristallino). Pertanto, a seconda di quale tipo di silicio venga utilizzato, si parla, rispettivamente, di celle monocristalline e di celle policristalline, impiegate per realizzare altrettanti tipi di pannelli fotovoltaici, che rappresentano la maggior parte del mercato attuale. L'efficienza dei pannelli fotovoltaici realizzati con celle al silicio si attesta tipicamente sul 15% per i pannelli monocristallini e sul 13% per i pannelli policristallini (questa è l'efficienza del pannello, che è sempre inferiore o uguale a quella della loro peggior cella). Ne consegue che, a parità di energia prodotta, le celle (ed i pannelli) in silicio monocristallino occupano un po' meno spazio degli analoghi policristallini, tuttavia costano di più.



Figura 3.3: esempio di cella al silicio

2. Le celle a film sottile sono celle prodotte lavorando un materiale semiconduttore ad alta pressione e con tecnologie di vuoto, in modo da impiegare quantità molto esigue di tale materiale (spessori dell'ordine del micron). In generale, questo tipo di celle solari sono caratterizzate da bassi costi e dalla possibilità di realizzare - specie se è usato come semiconduttore il silicio - dei pannelli flessibili, adatti per ricoprire superfici curve. Le più famose celle a film sottile sono quelle in silicio amorfo, che hanno un'efficienza tipica compresa fra il 6 e l'8% e sono assai economiche: su tali celle - molto usate anche per alimentare dispositivi elettronici di consumo quali calcolatrici, orologi, etc. - gli atomi di silicio vengono depositi in forma "amorfa", cioè strutturalmente disorganizzata, caratteristica che ne permette la flessione. Altri tipi di celle a film sottile possono essere ricavati con altrettanti tipi diversi di semiconduttori: telluro di cadmio, solfuro di cadmio, arseniuro di gallio, diseleniuro di indio rame (CIS), etc.

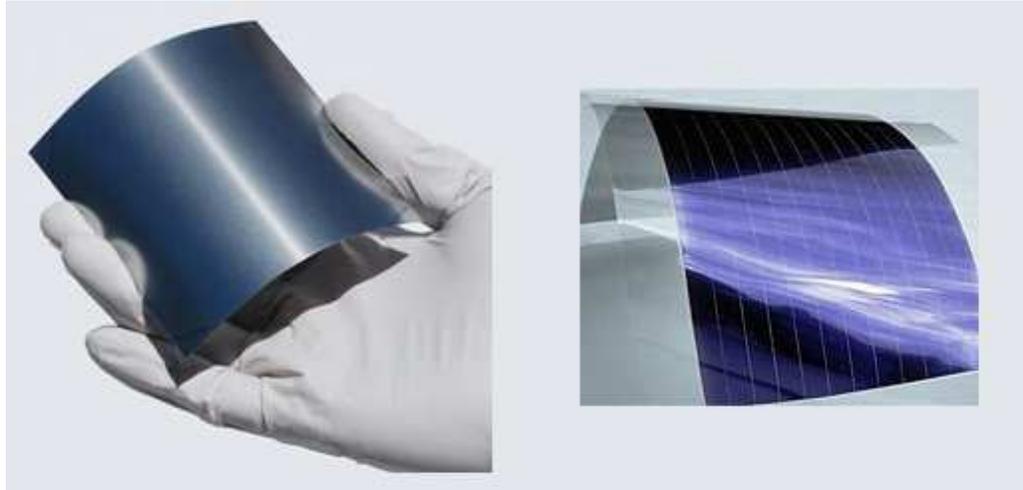


Figura 3.4: film sottile

3. Le celle multigiunzione sono celle ad altissima efficienza, tanto più superiore rispetto alle normali celle al silicio quanto più la luce è concentrata. Con l'utilizzo delle celle a multi giunzione si ottiene un valore di efficienza di conversione più alta, assorbendo ogni colore della luce con diversi materiali, minimizzando la dissipazione di calore.

Azienda	Sede Centrale	Efficienza celle	Fattore di concentrazione
Azur Space Solar	Germania	40%	500x
Boeing	USA	39,2%	500x
Emcore	USA	39%	500x
Spectrolab	USA	39%	500x
Arima Ecoenergy	Taiwan	-	-

Tabella 3.4: top 5 mondiali per produzione celle MJ

Sviluppate per i pannelli fotovoltaici dei satelliti spaziali, sono quindi le celle solari più efficienti, raggiungendo un'efficienza del 41% se usate ad una concentrazione superiore a 500 X). Si tratta di celle a più strati, formate dalla sovrapposizione di più "film sottili" di semiconduttori scelti leggermente diversi fra loro (in gergo, devono avere gap di energia diversi), così che ciascuno strato possa assorbire in modo ottimale i fotoni di un certo range di energia. Sono utilizzate negli innovativi sistemi fotovoltaici a concentrazione,

quali i pannelli a concentrazione, dove sono in genere raffreddate con sistemi passivi. Sebbene il costo delle celle multigiunzione sia circa 100 volte quello delle celle al silicio normali, è solo una piccola frazione di quello dell'intero sistema a concentrazione, il che rende tali sistemi economicamente competitivi. I sistemi fotovoltaici a concentrazione rappresentano, molto verosimilmente, i sistemi fotovoltaici di elezione dei prossimi anni. Infatti, ci si aspetta che i modelli utilizzando le celle solari multigiunzione, caratterizzate da un'elevata efficienza, riducano in maniera significativa i costi dei pannelli fotovoltaici, fino a quasi dimezzarli rispetto ai pannelli tradizionali (considerati "efficienti" già quando sono a un livello di conversione del 15% della luce in elettricità). Le celle multigiunzione raggiungono oggi un'efficienza del 41% se usate ad una concentrazione $>500 \times \text{Soli}$.

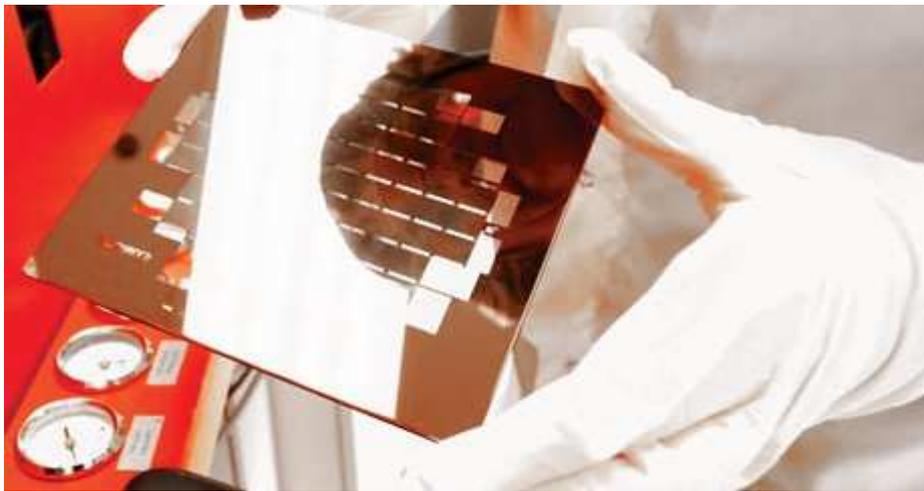


Figura 3.5: esempio di celle a multigiunzione

2.1.2 Le ottiche di concentrazione

I concentratori fotovoltaici (CFV), come suggerisce il nome stesso, sono innovativi sistemi solari che concentrano una grande quantità di radiazione luminosa su una piccola area di materiale fotovoltaico per generare elettricità. Diversamente dai tradizionali pannelli fotovoltaici piani, i concentratori fotovoltaici sono spesso assai meno costosi da produrre, perché la concentrazione permette di utilizzare un'area più piccola di celle solari, che rappresentano la parte più costosa di un pannello fotovoltaico. Tuttavia, un costo aggiuntivo è dato dal sistema di inseguimento biassiale di cui quasi tutti i concentratori necessitano. I CFV raggiungono un'efficienza di conversione molto elevata, che si spera in futuro di accrescere

raggiungendo il traguardo del 50%. Poiché la luce diffusa che si ha in condizioni di cielo nuvoloso non può venire concentrata, per raggiungere la massima efficienza i concentratori fotovoltaici devono essere impiegati preferibilmente in aree geografiche in cui abbonda la piena luce solare diretta.



Figura 3.6: concentratori fotovoltaici dense array

I concentratori fotovoltaici sono classificabili in base al livello di concentrazione della luce solare, misurato in "Soli", cioè "100 Soli" è 100 X. Si possono distinguere, in particolare, tre livelli: bassa, media o alta concentrazione. I sistemi a bassa concentrazione hanno un grado di concentrazione di 2-3 X, di solito impiegano normali celle al silicio a strato singolo e non necessitano di raffreddamento attivo. I sistemi a media concentrazione, invece, hanno un grado di concentrazione intermedio, impiegano celle solari al silicio di alta qualità, usano anch'essi un'ottica con opportuni specchi o lenti per concentrare la luce su una piccola area e richiedono un inseguimento biassiale. I sistemi ad alta concentrazione invece utilizzano celle a multi giunzione e raggiungono un grado di concentrazione maggiore di 400 X; per questo motivo necessitano di un sistema di raffreddamento più efficiente per le celle, onde evitarne la distruzione e la perdita di efficienza di conversione, che è legata alla temperatura. I concentratori fotovoltaici in prospettiva più interessanti sono quelli ad alta concentrazione, che danno una produzione di energia circa 3 volte maggiore dei pannelli tradizionali con un'efficienza del 12-15% (quelli oggi usati nel mondo solo grazie agli incentivi economici), ma necessitano di un preciso inseguitore solare.

I concentratori, proprio come i telescopi, vedono solo una piccola porzione di cielo, tanto più piccola quanto più elevato è il fattore di concentrazione. Di conseguenza, i concentratori sopra i 3 X necessitano di inseguimento del Sole lungo uno o due assi (a seconda che la concentrazione avvenga lungo uno o due assi), mentre quelli sopra circa 20 X devono tutti avere un inseguimento biassiale, tanto più preciso quanto più viene concentrata la luce solare (v. tabella). Ma più si restringe la porzione di cielo vista dallo strumento, e meno luce diffusa - cioè rifratta dalle nuvole o dispersa dalle particelle di polvere - viene catturata. Dunque, i sistemi a media e alta concentrazione lavorano meglio con la luce solare diretta: infatti, l'energia prodotta cala decisamente nei giorni nuvolosi o anche se una nuvola passa davanti al Sole. Pertanto, per un rendimento ottimale, devono essere collocati in siti dal clima caldo ben soleggiati e con pochi giorni di nuvole o brutto tempo durante l'anno, nonché privi di inquinamento dell'aria.

Livello di concentrazione	Errore di inseguimento tollerabile per avere il 90% della produzione nominale (in gradi)
2500 X	0,05
1000 X	0,2
500 X	0,4
100 X	2

Tabella 3.5: errore di inseguimento tollerabile nei sistemi a concentrazione

3.1.3 Il sistema di raffreddamento

Nei sistemi a concentrazione il sistema di raffreddamento deve essere sempre presente perché concentrando la radiazione solare, la temperatura di equilibrio del ricevitore tende ad aumentare rispetto alla temperatura ambiente, mentre l'efficienza delle celle fotovoltaiche diminuisce con l'aumentare della temperatura.

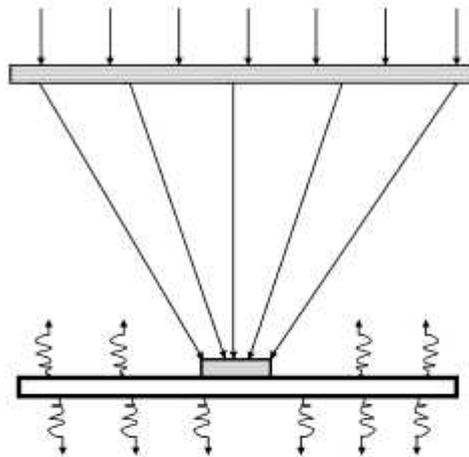


Table 1. Some parameters used in the model.

Parameter	Description	Value
τ	Transmissivity of the optical collector	0.8
α	Surface absorptivity of the cell	0.85
A_c	Area of the cell	$3 \times 3 \text{ mm}^2$
q_0	Energy density	AM1.5
σ	Stephan-Boltzmann constant	5.67×10^{-8} $\text{W}/(\text{m}^2\text{K}^4)$
T_0	Ambient temperature	300 K
h	Convective transfer coefficient	$5 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})^{[11]}$

Figura 3.7: Modello di dissipatore

Visti gli alti flussi di energia al ricevitore fotovoltaico è necessario provvedere ad un efficace sistema di raffreddamento in grado di mantenere la temperatura delle celle fotovoltaiche sotto i 90 °C. La riduzione delle dimensioni dei componenti elettronici e dei circuiti integrati ha comportato la necessità di smaltire gli elevati flussi termici generati, tramite complessi sistemi di refrigerazione. Il problema del raffreddamento ha sempre posto un grosso ostacolo allo sviluppo di sistemi a concentrazione ma, recentemente, problematiche simili si sono presentate nel settore dell'elettronica professionale e dell'informatica per il raffreddamento dei microprocessori. Questo ha spinto allo sviluppo di una tecnologia affidabile giungendo alla produzione su larga scala di sistemi robusti e di ottime prestazioni che possono essere impiegati anche nei sistemi a concentrazione.

La rimozione del calore dalle celle fotovoltaiche può essere fatta in modo attivo, cioè forzando un fluido di raffreddamento a circolare nel dissipatore termico o in modo passivo, semplicemente sfruttando gli scambi convettivi naturali con l'ambiente:

1. Il problema della temperatura è stato ovviato introducendo sistemi di raffreddamento della cella a circolazione tramite liquido refrigerante mutuati da quelli messi a punto in elettronica industriale per il raffreddamento dei microprocessori. Vengono installati tubazioni caratterizzate da un diametro interno inferiore ai 500 micron per deflussi monofase, e 1-2 mm per deflussi bifase. I microtubi utilizzano come fluidi di processo generalmente fluidi refrigeranti (quali FC-72 e R-134a) ed acqua;
2. Un microscambiatore di calore, per il raffreddamento di celle fotovoltaiche nei sistemi a concentrazione, oltre i limiti imposti dai sistemi tradizionali. A lavoro ultimato, il microscambiatore si presenta come una piastrina di 1 cm x 1 cm, di spessore inferiore al millimetro. Risultati finali: miglioramento dell'efficienza e riduzione del costo complessivo di realizzazione del sistema cella-scambiatore. La tecnologia può prestarsi all'utilizzo su larga scala.

Nei sistemi point focus a singola cella il dissipatore termico è semplicemente un blocco metallico di forma e superficie appropriata, sul quale viene saldata la cella. Il raffreddamento delle celle nei sistemi 'dense array' è invece uno dei problemi maggiori nella costruzione del sistema CPV in quanto è richiesta simultaneamente una buona trasmissione del calore, ma anche un buon isolamento elettrico tra le celle che costituiscono l'array.

Con sistemi CPV è possibile ottenere anche energia termica dal sistema di raffreddamento delle celle (sistema di cogenerazione). Inoltre i vantaggi offerti dall'utilizzo di questi componenti avanzati (microtubi) sono legati al miglioramento delle prestazioni termiche che consente una notevole riduzione (miniaturizzazione) delle apparecchiature di scambio termico, con conseguente riduzione dei volumi e dei pesi, quando questi parametri rappresentano una limitazione alla progettazione (come ad esempio nelle applicazioni spaziali), e della carica di fluido refrigerante, con conseguente riduzione dell'impatto ambientale, quando sia richiesto l'uso specifico di questi fluidi (come ad esempio nel settore del condizionamento ambientale e del raffreddamento dei componenti elettronici).

Per far comprendere l'importanza del sistema di raffreddamento, si può osservare il degrado delle prestazioni all'aumentare della temperatura delle celle in figura.

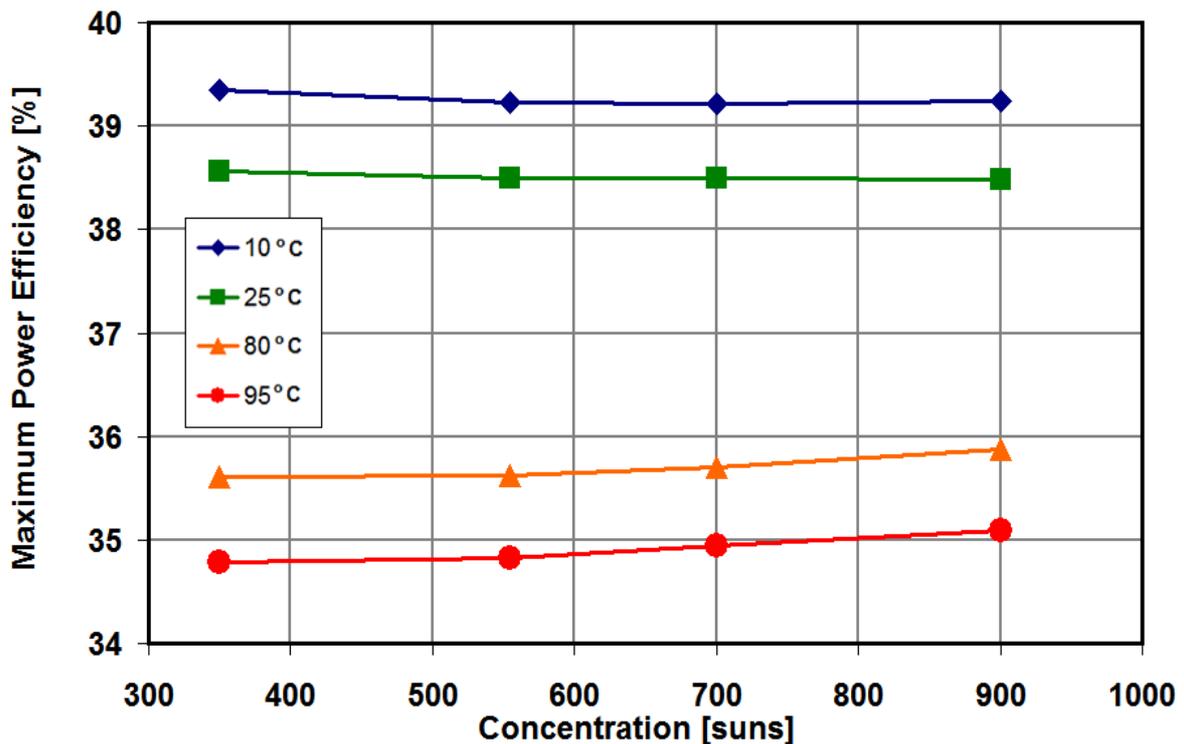


Tabella 3.6: degrado delle prestazioni delle celle all'aumentare della temperatura

3.1.4 Il sistema di inseguimento

Gli inseguitori solari sono dei dispositivi che, attraverso opportuni movimenti meccanici, permettono di far "inseguire" il movimento apparente del Sole nel cielo - o almeno di far orientare in maniera favorevole rispetto ai suoi raggi - a un modulo solare: un pannello fotovoltaico, un pannello solare termico, un concentratore solare con riflettore o lenti, etc. Lo scopo è quello di massimizzare l'efficienza del modulo nella produzione di energia elettrica o termica. Gli inseguitori si possono classificare soprattutto in base a tre elementi:

1. Il numero di assi e la loro orientazione (si parla quindi di inseguitori monoassiali di tilt, monoassiali di rollio, etc.)
2. Il tipo di meccanismo di orientamento
3. La tipologia di comando elettronico

Un inseguitore monoassiale permette una maggiore produzione di energia del 10-30% rispetto ad un impianto fisso, a seconda del tipo di montaggio e di movimento. Un inseguitore biassiale, invece, può permettere un incremento del 35-40%, a seconda dei diversi modelli. Tutti i sistemi aventi concentrazione ottica superiore a 5 devono necessariamente essere dotati

di un sistema di movimentazione del concentratore solare che mantenga il sole nella regione di accettazione ottica massima.



Figura 3.8: Esempio di inseguitore

Gli inseguitori utilizzati per i sistemi fotovoltaici a concentrazione devono essere molto più precisi: nei sistemi a bassa concentrazione, occorre che l'errore nell'inseguimento sia entro $\pm 2,0^\circ$ affinché si produca il 90% della potenza elettrica nominale attesa (con i pannelli fotovoltaici tradizionali, invece, è sufficiente un errore di $\pm 5^\circ$), mentre nei sistemi ad alta concentrazione occorre che sia entro $\pm 0,1^\circ$ per ottenere lo stesso risultato. L'inseguimento garantisce una maggiore produzione di energia elettrica su base annua stimabile, alle nostre latitudini, in oltre il 30% di l'incremento rispetto ad un sistema piano fisso di analoga potenza nominale.

Gli inseguitori solari si distinguono in base ai gradi di libertà offerti, al tipo di alimentazione dell'impianto di orientamento e alla tipo di comando elettronico. Se da un lato gli inseguitori solari consentono di ottenere un maggiore livello di efficienza, dall'altro sono esposti al rischio dell'usura e del guasto meccanico dovuto all'azione degli agenti atmosferici. Richiedono pertanto una maggiore manutenzione rispetto agli impianti solari tradizionali. Inoltre, ogni servomeccanismo elettrico consuma energia per svolgere il proprio lavoro, quindi al ricavo economico della maggiore produzione di energia dovrà essere sottratto il costo della quantità di energia consumata dagli inseguitori. Questi ultimi due aspetti rendono

particolarmente conveniente l'applicazione degli inseguitori solari nel settore dei medio-grandi impianti solari a terra dove è presente una struttura e un personale adibito al controllo quotidiano dell'impianto.

3.1.4.1 Le tipologie di tracker

Le due grandi classi di inseguitori solari sono rappresentate dagli inseguitori monoassiali e dagli inseguitori biassiali., che a loro volta presentano numerose possibili implementazioni. Gli inseguitori fotovoltaici monoassiali sono dispositivi che "inseguono" il Sole ruotando attorno a un solo asse. A seconda dell'orientazione di tale asse, possiamo distinguere quattro tipi di di inseguitori: inseguitori di tilt, inseguitori di rollio, inseguitori di azimut, inseguitori ad asse polare. Gli inseguitori fotovoltaici biassiali hanno invece due assi di rotazione, solitamente perpendicolari fra loro. Grazie ad essi, e con l'ausilio di una strumentazione elettronica più o meno sofisticata, è possibile puntare perfettamente e in tempo reale i pannelli verso il Sole via via che si sposta sulla volta celeste, massimizzando l'efficienza dei pannelli solari. Esistono due tipi di inseguitori biassiali molto comuni, i quali si differenziano per la diversa orientazione degli assi di rotazione: quelli azimut-elevazione e quelli tilt-rollio.

Classificazione	Tipo di inseguitore	Incremento di energia rispetto ad impianto FV fisso
Monoassiale	• Inseguitore di Tilt	<10%
	• Inseguitore di Rollio	15%
	• Inseguitore di Azimut	25%
	• Inseguitore di asse polare	30%
Bioassiale	• Inseguitore di Azimut-elevazione	40%
	• Inseguitore di Tilt-rollio	40%

Tabella 3.7: confronto dell'incremento di resa fra i vari tipi di inseguitori solari

Un'ulteriore classificazione degli inseguitori solari si ha in base al tipo di sistema che ne permette il movimento. In particolare, possiamo distinguere due grandi categorie: gli

inseguitori attivi e gli inseguitori passivi. Gli inseguitori attivi sono messi in movimento da sistemi composti da motori elettrici con opportuni apparati di demoltiplica (per consentire movimenti molto lenti della struttura) ed eventualmente da attuatori lineari. Naturalmente, poiché i motori consumano energia, essi vengono utilizzati solo quando necessario, in modo non continuo. Gli inseguitori passivi, invece, sono messi in movimento da fenomeni fisici autonomi che non necessitano di energia elettrica, quali ad es. la dilatazione termica di un gas fluido compresso riscaldato dalla radiazione solare, che genera una pressione idraulica in grado di muovere la struttura che sorregge i pannelli solari. Si tratta quindi di sistemi di orientamento non precisi, adatti per i comuni pannelli fotovoltaici ma non per i sistemi a concentrazione.

Possiamo distinguere due diversi tipi di inseguitori attivi, in base alla tipologia del comando elettronico che ne governa il movimento: gli inseguitori analogici e gli inseguitori digitali. In pratica, negli inseguitori analogici il comando in questione è prodotto sulla base delle informazioni fornite da sensori (ad es. fotodiodi) che individuano la posizione del punto più luminoso nel cielo. Il vantaggio di questo tipo di inseguitori "adattivi" è che possono essere molto precisi nel puntamento e non richiedono un preventivo allineamento degli assi della struttura. Negli inseguitori digitali, invece, il comando giunge da un microprocessore che, tramite dei dati in esso memorizzati, conosce in ogni momento la posizione del Sole nel cielo. Questo tipo di pilotaggio "automatico" - che presuppone un preventivo e preciso allineamento della struttura - garantisce una maggiore produttività, soprattutto nelle giornate di bassa radiazione solare a causa delle nuvole, quando l'orientamento basato sui sensori di luce è impossibile.

Infine si può considerare un'ultima classificazione sulla base della tipologia del comando elettronico che ne governa il movimento: gli inseguitori analogici e gli inseguitori digitali. In pratica, negli inseguitori analogici il comando in questione è prodotto sulla base delle informazioni fornite da sensori (ad es. fotodiodi) che individuano la posizione del punto più luminoso nel cielo. Il vantaggio di questo tipo di inseguitori "adattivi" è che possono essere molto precisi nel puntamento e non richiedono un preventivo allineamento degli assi della struttura. Negli inseguitori digitali, invece, il comando giunge da un microprocessore che, tramite dei dati in esso memorizzati, conosce in ogni momento la posizione del Sole nel cielo.

3.1.4.2 Come scegliere un sistema di inseguimento

In generale si può dire che la scelta del sistema di inseguimento dipende da numerosi fattori, che includono le dimensioni e le caratteristiche sia della struttura sia del luogo di installazione, la latitudine e le condizioni meteorologiche e climatiche locali, etc. Tipicamente, gli inseguitori biassiali vengono impiegati nei piccoli impianti residenziali e nei Paesi che godono di incentivi molto elevati. Invece, negli altri casi e per i grandi parchi fotovoltaici, risultano indicati gli inseguitori monoassiali di rollio, per sfruttare i bassi costi, nonché la semplicità e robustezza dell'installazione, che permette grandi risparmi di scala a fronte di un miglioramento comunque interessante nella produzione di energia, che è rilevante soprattutto di pomeriggio. Gli inseguitori monoassiali di azimut, invece, sono adatti per le alte latitudini, dove il Sole non raggiunge altezze elevate nel cielo. Per l'Italia, dove un'ottima soluzione - considerata la sua economicità - può essere rappresentata dagli inseguitori monoassiali di tilt.

Andando più nello specifico si possono fare delle considerazioni prendendo in esame alcuni aspetti critici dei sistemi di inseguimento:

- **Manutenzione:** Pur richiedendo una manutenzione semplice costituita da un'ispezione ed una lubrificazione annuale (oltre a una verniciatura della loro struttura, tipicamente in acciaio), gli inseguitori solari vanno inevitabilmente incontro a problemi meccanici derivanti dall'usura dei servomeccanismi e delle parti mobili che si verifica nel corso del tempo, specie in ambienti altamente corrosivi come quelli vicini al mare o in località industriali inquinate, con conseguenti cali di produzione o "stop" dell'impianto. Infatti, le parti meccaniche degli inseguitori sono poco sollecitate, ma sottoposte per almeno 20 anni a condizioni atmosferiche gravose. Per tale ragione, i sistemi di inseguimento basati su meccanismi idraulici sono in genere preferibili a quelli che impiegano motori elettrici, più facilmente ossidabili e soggetti alla necessità di una loro sostituzione. Pertanto, l'impiego più proficuo degli inseguitori solari è quello nei grandi impianti a terra, cioè in sistemi da svariate decine di kW o superiori al MW.
- **Autoconsumo energia:** Gli inseguitori biassiali, a differenza di quelli monoassiali, che possono avere un'alimentazione passiva, cioè non elettrica (ad es. un sistema idraulico a gas compresso messo in funzione dal calore solare stesso, che lo dilata), sono movimentati da servomeccanismi attivi, cioè alimentati elettricamente: in pratica, motori elettrici governati da un'unità logica. Di conseguenza, nonostante i motori in questione non siano

continuamente accesi bensì utilizzati solo a intervalli discreti di tempo (tipicamente, operano solo per 30-45 minuti al giorno), essi hanno comunque un consumo di energia, che tuttavia risulta dell'ordine dell'1% dell'energia prodotta: ad es., per un inseguitore biassiale di medie dimensioni che ospiti 25 mq di pannelli fotovoltaici, tale autoconsumo è minore di 100 watt al giorno. Perciò, l'autoconsumo di energia di un inseguitore solare non costituisce un problema, e non può neppure rappresentare un criterio di scelta o di preferenza fra inseguitori, o fra alimentazione attiva o passiva;

- Condizioni atmosferiche: grazie agli inseguitori digitali, che presuppongono un preventivo e preciso allineamento della struttura, garantiscono una maggiore produttività, soprattutto nelle giornate di bassa radiazione solare a causa delle nuvole, quando l'orientamento basato sui sensori di luce è impossibile. Quindi in zone ad alta frequenza di perturbazioni è sconsigliato l'utilizzo di sensori analogici.

3.2 IL CPV: la normativa

Nel vecchio Conto Energia vi erano tre classi di impianti in base al loro grado di integrazione architettonica (non integrati, parzialmente integrati e integrati) alle quali corrispondevano altrettante tariffe diverse di incentivi. Il "Nuovo Conto Energia 2011-2013", invece, cancella tale classificazione e classifica gli impianti fotovoltaici in 5 tipi diversi, in ordine decrescente di tariffa incentivante al 2012:

1. Impianti con caratteristiche innovative integrati negli edifici, in pratica vetri fotovoltaici, moduli per facciate, tegole fotovoltaiche e coperture in film sottile;
2. Impianti a concentrazione, che comprende sia gli innovativi *pannelli a concentrazione* utilizzando lenti o specchi per concentrare la luce su celle FV che, più in generale, i concentratori fotovoltaici diversi dai pannelli piani;
3. Impianti realizzati su edifici (cioè su facciate, tetti, etc.), in pratica quelli non integrati, quelli parzialmente integrati e quelli integrati ma *non* "innovativi";
4. Impianti su serre, pensiline, tettoie, pergole;
5. Impianti realizzati a terra. Nella tabella qui sotto illustriamo, per ciascuna classe, l'articolo del Decreto Legge che illustra le rispettive tariffe.

L'energia elettrica prodotta dagli impianti fotovoltaici *a concentrazione* che entrano in esercizio a seguito di interventi di nuova costruzione, rifacimento totale o potenziamento entro il 31 dicembre 2011, ha diritto alla tariffa incentivante riportata nella tabella qui sotto.

Gamma di potenza KW	Tariffa Feed-in €/KWh
$1 \leq P \leq 200$	0,37
$200 < P \leq 1000$	0,32
$P > 1000$	0,28

Tabella 3.8: Tariffe Feed-in per impianti CPV dal 2010 al 2013

L'energia elettrica prodotta dagli impianti che entrano in esercizio nel 2012 e 2013 ha diritto alla medesima tariffa ma decurtata del 2% all'anno, con arrotondamento commerciale alla terza cifra decimale. Queste tariffe sono riconosciute per un periodo di 20 anni a decorrere dalla data di entrata in esercizio dell'impianto e sono costanti in moneta corrente per tutto il periodo di incentivazione. Con successivo Decreto Legge da emanare entro il 31 dicembre 2012, saranno aggiornate le tariffe per gli impianti fotovoltaici a concentrazione che entrano in esercizio in data *successiva* al 31 dicembre 2013: in assenza del predetto decreto, si applicherà la decurtazione del 2% per ciascuno degli anni successivi al 2013.

Si noti che i privati ed i condomini di unità immobiliari o di edifici non possono accedere a questi incentivi. Infatti, in base al testo del "Nuovo Conto Energia 2011-2013" possono beneficiare delle tariffe incentivanti per gli impianti a concentrazione soltanto le persone giuridiche o i soggetti pubblici. Inoltre, possono beneficiare delle tariffe incentivanti per gli impianti a concentrazione solo gli impianti fotovoltaici aventi i seguenti requisiti: (a) potenza nominale non inferiore a 1 kW e non superiore a 5 MW; (b) conformità alle pertinenti norme tecniche CEI (in particolare, i pannelli a concentrazione devono avere la certificazione CEI EN 62108 o, fino al 31/12/11, almeno la sua richiesta); (c) realizzati con componenti di nuova costruzione o comunque non già impiegati in altri impianti; (d) collegati alla rete elettrica o a piccole reti isolate, in modo tale che ogni singolo impianto fotovoltaico sia caratterizzato da un unico punto di connessione alla rete, non condiviso con altri impianti FV.

3.3 IL CPV: Mercato e filiera

Un vero mercato del CPV deve ancora nascere a livello globale. Attualmente si sono solamente sperimentate alcune tecnologie su cui stanno lavorando da qualche anno i centri di ricerca specializzati in questo settore.

Facendo un breve censimento delle aziende nel mondo che stanno operando nell'ambito del solare a concentrazione, si può subito notare quali siano le zone maggiormente sviluppate. L'America, specialmente nella zona della California, è pioniera in questo settore e sono ormai diversi anni che utilizza grandi parchi a concentrazione per la generazione di energia elettrica. Il potenziale delle zone del sud degli Stati Uniti è molto alto come si può notare nella mappa dell'irraggiamento solare (fig. 1), e le aziende locali non si stanno facendo sfuggire questa opportunità. Se guardiamo l'Europa invece, è la Spagna che spicca sulle altre nazioni: in questo paese sono già stati costruiti degli impianti pilota (zona meridionale) grazie all'inserimento di incentivi (marzo 2010) anche per la categoria fotovoltaico a concentrazione senza i quali sarebbe stato molto difficile investirci. Stesso discorso vale per l'Italia (incentivi partiti il 24-08-2010 grazie al Decreto del Ministero dello Sviluppo Economico che ridefinisce le tariffe ed i requisiti degli impianti fotovoltaici che entreranno in servizio a partire dal 2011) che non nonostante non abbia ancora visto grandi realizzazioni, è protagonista di alcuni progetti industriali molto promettenti (Scoop, Apollon) che sfrutteranno il know-how avanzato sviluppato dai centri di ricerca italiani.

Azienda	Sede Centrale	Efficienza celle	Capacità produttiva
Concentrix	Germania	38%	25 MW
Amonix	USA	39%	19MW
Solfocus	USA	39%	-
Emcore	USA	40%	-
Sharp	Giappone	41,4%	-
Daido Steel	Giappone	40%	-
Arima Ecoenergy	Taiwan	-	4MW
Isofoton	Spagna	-	-

Guascor Foton	Spagna	-	-
Solar Systems	Australia	-	-

Tabella 3.9: top 10 aziende installatrici di sistemi a concentrazione (fonte enea)

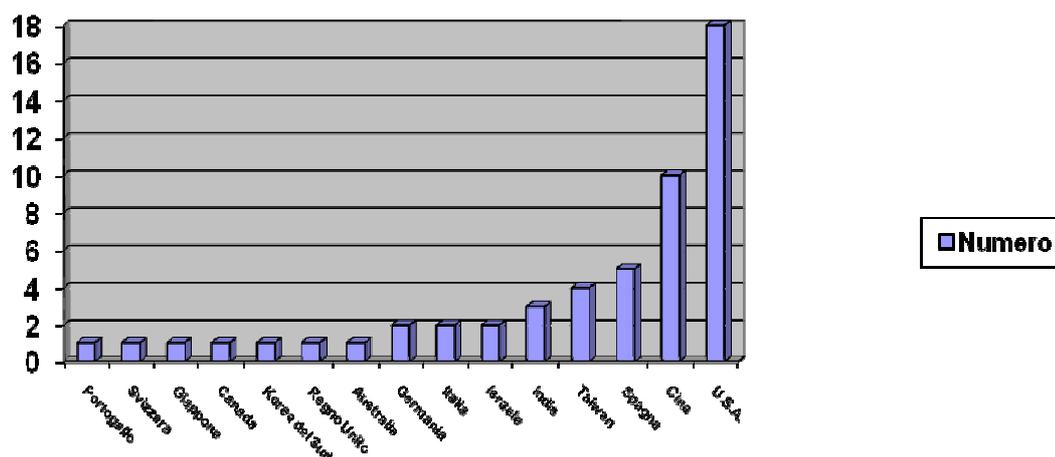


Tabella 3.10: numerosità aziende installatrici di sistemi a concentrazione per nazione

Ci sono più di 40 aziende che offrono sistemi a concentrazione e circa il 60% di queste sono nate dopo i 2005. A livello mondiale si può affermare che Sol Focus, pur non essendo leader, è la società con maggiori prospettive. SolFocus è diventata la prima azienda al mondo a ricevere la certificazione IEC sui moduli fotovoltaici a concentrazione (21 maggio 2009). I Moduli soddisfano le rigorose norme stabilite dalla Commissione elettrotecnica internazionale (IEC). Le proprietà elettriche, meccaniche, termiche e le caratteristiche del sistema CPV SolFocus hanno dimostrato di essere sicure, di assicurare alte prestazioni e di essere in grado di sopportare una prolungata esposizione in vari climi. L'azienda concentra le proprie attività nel CPV.

Per quanto riguarda l'ambito Europeo, il leader nelle ricerche ed installazioni è sicuramente Concentrix Solar, un'azienda tedesca (Friburgo in Breisgau) fondata nel 2005 come spin-off del Fraunhofer Institute for Solar Energy Systems. Concentrix Solar ha sviluppato ulteriormente le tecnologie generate da molti anni di lavoro di ricerca presso il Fraunhofer ISE e le ha portate dal laboratorio al mercato come prodotti già pronti e avanzati per la produzione in serie. Sotto il nome offre impianti a concentrazione commerciali "chiavi in mano".

Per sbarcare nei mercati spagnolo e portoghese con la propria tecnologia, FLATCON ® ha fondato la società controllata Concentrix Iberia nel febbraio 2008.

Da settembre 2006 fino ad agosto 2008, Concentrix Solar ha operato una linea di produzione pilota per la produzione i suoi moduli a concentrazione. Per questo motivo nel settembre 2008 fu creata una linea di produzione completamente automatica. La capacità di produzione attuale è 25 MW e si colloca in una fascia di potenza che va dai 5700 ai 13800 Watt.

Oltre Concentrix è sicuramente da considerare Isofoton, azienda spagnola entrata nel fotovoltaico nel 1981. Si occupa sia di solare fotovoltaico che di solare termico. La capacità produttiva dell'azienda è circa di 180MW e si assesta in una fascia di potenza di circa 12000W.

In Ambito italiano invece le pioniere del settore sono Cpower (spin-off dell'università di Ferrara), Angelantoni. Queste due società stanno partecipando a progetti internazionali come Apollon (la prima) e Scoop (la seconda) con un ruolo da protagonista in quanto il know how sviluppato da loro è tra i più avanzati in Europa. Cpower non possiede ancora degli stabilimenti produttivi, si sta concentrando sulla fase di ricerca e di test sui prodotti sviluppati in questi anni; inizialmente Cpower si occuperà della vendita di moduli per il fotovoltaico a concentrazione per poi cercare di integrarsi a monte e a valle una volta acquisita una certa posizione sul mercato. Angelantoni invece ha già una sua produzione di componenti per il solare a concentrazione (tracker, inverter) e si rifornisce invece delle celle. Anche in questo caso non sono ancora stati realizzati impianti ma l'azienda ha già ricevuto delle richieste di installazione ed a breve parteciperà alla costruzione di un impianto pilota con l'aiuto di Enel green power nell'ambito del progetto Scoop.

Azienda	Sede	Tecnologia sviluppata	Efficienza sistemi
Cpower	Ferrara	Dicroico	16,5%
Angelantoni	Massa Martana	3rays	30% (stima)
Ioli impianti	Roma	-	-
Shap	Roma	-	-

Tabella 3.11: player italiani nel business del concentrazione

3.4 IL CPV: le nuove frontiere

3.4.1 Il fotovoltaico a concentrazione liquido

Arriva dall'Australia questo nuovissimo modulo solare a concentrazione liquida: il nome tecnico è LSA che sta per Liquid Solar Array prodotto dalla Sunengy Pty Ltd, società australiana che opera nel settore del fotovoltaico.

Questo modulo fotovoltaico a concentrazione ha una lente che concentra la luce del sole, ed è costituito da uno strato di plexiglas. Una qualsiasi cella del modulo composta da silicio monocristallino, è collocata all'interno di una struttura a forma di cono a livello del pelo dell'acqua. L'acqua funge come raffreddamento della cella solare per farla funzionare sempre al massimo, ma la protegge anche dalle intemperie e dagli agenti atmosferici.

Questa nuova soluzione della cella a concentrazione liquida arriverà presto anche in Europa, la Sunengy ha detto che lo immetterà nel mercato da qui a 2 anni.

La semplicità del funzionamento ed anche della stessa struttura ridurrebbe i costi complessivi fino a un sesto, e il modulo di base di questo impianto fotovoltaico genererebbe 120W, anche se questa soluzione la può adottare chi è vicino al mare o ai laghi, resta comunque una soluzione valida anche per tutte le isole che sono circondate dal mare.

3.4.2 Il sistema Dicroico/Tricroico

3.4.2.1 Caratteristiche generali

Molte società stanno lavorando per cercare di ottimizzare la raccolta della luce solare e diminuire i problemi legati alla dissipazione del calore: questo perché la conversione energetica delle celle solari fotovoltaiche non ha la stessa efficienza per tutte le lunghezze d'onda. Sono stati progettati così sistemi a concentrazione che utilizzano i filtri dicroici: tali filtri permettono di suddividere la luce solare in due o più regioni spettrali (una nell'infrarosso ed una nella regione che va dal visibile all'ultravioletto). Quando questi filtri vengono abbinati a degli specchi parabolici, è possibile inviare le diverse regioni spettrali su gruppi di dispositivi diversi, ognuno capace di raccogliere in modo ottimale lo spettro incidente. Ad esempio, si utilizzano dispositivi al GaSb o al Silicio per raccogliere la componente infrarossa

dello spettro solare e celle all'InGaP o a multi giunzione InGaP/GaAs per raccogliere la componente visibile ed ultravioletta dello spettro solare. Questi sistemi sono stati sviluppati di recente e sono ancora tra una fase di studio ed ottimizzazione.

Come detto precedentemente, la normale cella in silicio cattura soltanto una delle tre maggiori frequenze della luce solare, la rossa. I chip all'indio e al gallio riescono a tradurre in elettricità anche le frequenze verdi e blu. Di qui il sistema tricoico che non solo concentra la luce, ma la scompone nei tre colori e la invia a chip specializzati, con un incremento di efficienza reale, al contatore, di circa tre volte rispetto alle celle fotovoltaiche spaziali più avanzate. Questo è uno sviluppo del concetto dicronico e sembra essere questo il filone di ricerca maggiormente accreditato.

Il sistema tricoico è nato da un'idea degli ingegneri dell'università di Ferrara, infatti sono stati i primi a depositare un brevetto su questa tecnologia. Le continue ricerche svolte da questo centro di ricerca hanno permesso la creazione di questo sistema innovativo e sicuramente molto performante in campo CPV. Cpower è stata naturalmente la prima impresa che ne ha potuto usufruire della tecnologia essendo una spin-off dell'università, ed incorpora già la tecnologia all'interno dei suoi prodotti in fase di sviluppo. In seguito anche l'Angelantoni ha cominciato a svolgere una fase di ricerca e sviluppo sul tricoico (grazie all'aiuto di alcune informazioni fornite da Cpower) fino a creare un sistema chiamato 3rays che sfrutta questo tipo di tecnologia. La suddivisione dello spettro crea indubbiamente dei benefici ma è necessario progredire con la ricerca affinché, suddividendo il fascio di luce sempre in più parti, si riesca ad ottenere performances sempre più alto; per fare ciò è necessario cercare di risolvere un problema legato alla suddivisione dello spettro, ovvero il fatto che si hanno delle perdite in termini di ottica (perdite di luce), e per ora non sono ancora state trovate soluzioni al problema.

Con tali materiali e con opportuni riflettori dicroici, l'efficienza di conversione può raggiungere e superare il 36%.

3.4.2.2 La struttura

- Prima cella a concentrazione al silicio : Le comuni celle fotovoltaiche al silicio non sono adatte, senza modifiche, a raccogliere la radiazione solare concentrata. Variando alcune caratteristiche, senza rivoluzionare la struttura della cella, è possibile produrre celle adatte alle esigenze della concentrazione.

- Seconda cella INGAP e terza in GaAs: Si stanno sviluppando substrati virtuali di Si/Ge mediante reattore al plasma sulle quali è possibile depositare strutture fotovoltaiche con elementi del tipo III-V (singole e doppie giunzione). Si ottengono così substrati adatti per la produzione di celle InGaP e in GaAs da utilizzare in sistemi fotovoltaici concentratori a separazione spettrale ad elevata efficienza realmente competitivi in termini di prezzo.

3.4.2.3 Il Funzionamento

La radiazione incidente viene separata in diverse componenti cromatiche, la separazione della radiazione è ottenuta tramite opportuni coating diecrici che agiscono come filtri ottici selettivi (Fig 2.9). La differente componente cromatica separata e riflessa viene raccolta da distinte celle fotovoltaiche progettate per essere più sensibili alle differenti frequenze provenienti, appunto, dai differenti film diecrici (Fig 2.10).

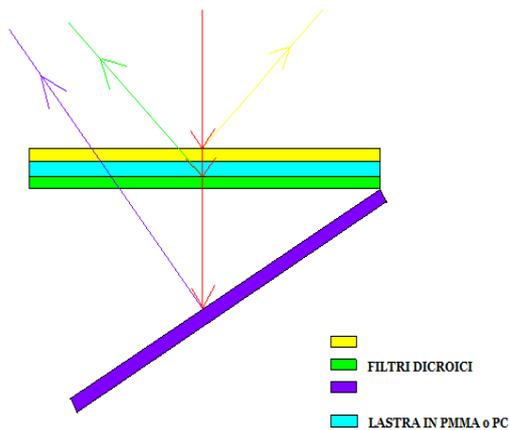


Figura 3.9: schema semplificato che mostra la disposizione dei filtri diecrici

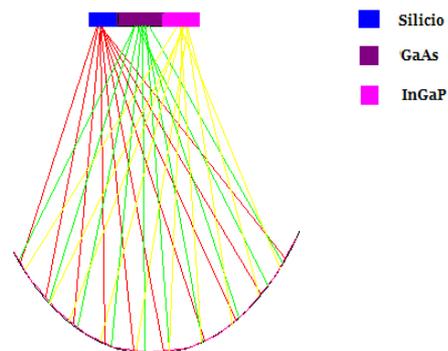


Figura 3.10: effetto complessivo dovuto al collegamento di più celle (esempio semplificato)

3.4.3 Planar Micro-optic Solar Concentrator

A differenza di questi concentratori fotovoltaici che prevedono un'ottica primaria per concentrare la luce solare, e un'ottica secondaria che divide il fascio luminoso in diverse aperture, ognuna delle quali necessita di una propria cella solare, "Planar micro-optic solar concentrator" questo il nome del nuovo sistema messo a punto, riesce a trasferire l'energia ad una singola cella, riducendo così il numero delle celle necessarie e, quindi, anche i costi di produzione.

3.4.4 La Cella Beghelli

Prendi un pannello solare, riduci di tre volte le dimensioni a parità di "potenza" e taglia il prezzo. «E' il futuro dell'energia solare, destinata ad alimentare tutti i bisogni energetici del nostro pianeta» azzarda il premio Nobel per la fisica Zhores Alferov. Sua la tecnologia di base. Ma a tradurla in pratica è l'italianissima Beghelli, con un prototipo già realizzato e la promessa di commercializzare i nuovi pannelli fotovoltaici elettronici ad alta concentrazione entro fine anno, ingaggiando un testa a testa con le più avanzate industrie mondiali del settore. Il lancio ufficiale - anticipa il presidente Gianpietro Beghelli - avverrà con la riconversione all'energia solare di un ospedale a Cuba e con una iniziativa di assistenza in Africa che donerà energia ad una missione dei salesiani.

Genio da Nobel e ingegneria italiana. Tutto nasce dalle idee sfornate da Alferov alla fine degli anni '50, sperimentate con i satelliti russi Sputnik. E ora «i grandi passi avanti nella microelettronica hanno permesso il miglioramento dei parametri di produzione delle celle solari che, già applicati all'ingegneria aerospaziale, possono avere un effettivo impiego anche in ambito terrestre» rimarca Alferov. Che traccia la nuova frontiera: «le celle solari di nuovo tipo consentono di superare la soglia del 38% di efficienza, con l'obiettivo di raggiungere il 55% nell'immediato futuro».

Potenza e assoluta convenienza, promettono gli artefici, anche se per ora non azzardano confronti di prezzo con i pannelli già esistenti: appuntamento in autunno. In ogni caso «con gli attuali incentivi del conto energia un impianto può essere largamente ripagato in meno di dieci anni con almeno venti anni di vita operativa».

Per ora accontentiamoci di ciò che esibisce il prototipo: le celle a tripla giunzione a base di gallio, germanio e indio occupano ciascuna un quadratino di 3 millimetri contro i 110 mm di quelle a silicio cristallino. Ogni modulo fotovoltaico di questo genere promette una potenza di 150 watt racchiusa in meno di un metro quadro con un peso inferiore ai 30 chili.

3.5 L'Italia nel quadro delle tecnologia CPV: i Progetti internazionali

Dal quadro geografico delineato in precedenza, risulta evidente come un paese come l'Italia, date le ridotte disponibilità territoriali e l'irraggiamento relativamente basso, possa puntare fondamentalmente sullo sviluppo di un Know-how riconosciuto a livello mondiale.

Sviluppare sistemi CPV innovativi sempre più efficienti e con costi sempre più bassi potrebbe rivelarsi decisivo in quanto, date le altissime potenzialità del CPV, la richiesta di impianti a concentrazione sarà a breve molto consistente. In questo contesto si sono inserite delle aziende molto promettenti quali la Cpower e l'Angeloantoni che stanno sviluppando dei sistemi completamente innovativi per il concentrazione.

L'energia verde potrebbe essere tranquillamente importata dal nord Africa una volta che i collegamenti tra Europa ed Africa saranno operativi.

3.5.1 Il Progetto Scoop

3.5.1.1 La mission di Scoop

Nel 2009 il fotovoltaico in Italia è cresciuto del 174% a 819 megawatt di potenza installata e circa 63mila impianti fino a raggiungere il gigawatt di potenza installata nel 2010. Un boom straordinario, che ha generato una filiera da circa 1.250 milioni di euro (sostenuti da 350 milioni di incentivi pubblici).

Questo sembrerebbe un buon affare per la collettività (un intero settore dell'economia verde è ormai nato in Italia e cresce) se non fosse per due particolari:

1. Si stima che oltre il 50% del valore del mercato (e quindi degli incentivi) vada all'estero, all'acquisto di celle e pannelli prodotti in gran parte in Asia.
2. Moltiplicando i 350 milioni per i vent'anni impegnati del conto energia si ottengono già oggi sette miliardi, il costo di una centrale nucleare. Il regime del fotovoltaico tradizionale fortemente incentivato non è quindi sostenibile per molto.

La sfida consiste nel riuscire a costruire un filiera industriale italiana capace di realizzare un fotovoltaico in grado di produrre a prezzi di mercato, e senza incentivi, ed un passo importante in questa direzione si chiama Scoop (Italian Solar Concentration technologies for Photovoltaic Systems). Scoop è un innovativo progetto da 16,8 milioni di euro lanciato da Enel finanziato dal Ministero per lo sviluppo Economico nell'ambito di 'Industria 2015' per 7,2 dei 16,8 milioni ed a cui collaborano 15 partner : Enea (caratterizzazione di componenti e sistemi) , Cesi (sviluppo celle multi giunzione ad alta efficienza), ERSE, Centro Ricerche Plast-optica, Istituto Nazionale di ottica applicata, Catania Ricerche, Centro Ricerca Energie Alternative e Rinnovabili, Angelantoni Industrie, SGS future (sviluppo sistemi ad alta concentrazione), Alitec e Calzavara (sviluppo di inseguitori per il FV concentrazione), Riello

e Saret (sviluppo di sistemi a concentrazione ibridi FV-Termici), Savio, Thesan (sviluppo di sistemi a concentrazione ibridi FV-Termici da integrare in edilizia come frangisole), STMicroelectronics (sviluppo di celle in silicio cristallino per la bassa-media concentrazione e per i sistemi con splitting della luce solare, e sviluppo di sistemi di conversione della potenza elettrica prodotta).

"Industria 2015" si articola lungo tre linee di intervento, tra cui quello dei Progetti di innovazione industriale. Con un budget triennale di 990 milioni di euro, verranno avviati dei programmi di intervento organico per favorire lo sviluppo di prodotti e servizi ad alto contenuto innovativo in cinque aree identificate come strategiche per lo sviluppo del Paese (efficienza energetica, mobilità sostenibile, nuove tecnologie per la vita, nuove tecnologie per il Made in Italy e tecnologie innovative per i beni culturali).

In sostanza, il progetto creerà un indotto dell'industria fotovoltaica capace di realizzare non solo i componenti ma anche una rete che vada dalla ricerca alla produzione fino all'installazione, abbattendo notevolmente i costi e raggiungendo livelli di eccellenza in questo campo.

L'obiettivo del progetto consiste nel creare un 'Sistema Italia' nel settore fotovoltaico per rendere competitiva e concorrenziale questa fonte rinnovabile tramite 4 macro obiettivi:

- Massimizzare le sinergie tra industrie, centri di ricerca e università;
- Realizzare di componenti e sistemi CPV a basso costo e alte prestazioni competitivi nel mercato fotovoltaico;
- Predisporre metodologie unificate per la caratterizzazione dei componenti e dei sistemi fotovoltaici a concentrazione;
- Creare una rete italiana di qualificazione e certificazione dei sistemi CPV.

Il progetto Integra sinergicamente quattro filiere produttive per lo sviluppo tecnologico, la realizzazione, l'implementazione industriale e la commercializzazione di sistemi fotovoltaici a concentrazione, nonché le strutture per la caratterizzazione e la qualificazione dei sistemi sviluppati (il laboratorio fotovoltaico di Catania).

Tra le chiavi di successo dichiarate troviamo:

- Riduzione dei costi di realizzazione dei sistemi;
- Incremento dell'affidabilità nel tempo dei sistemi;
- Nuovi prodotti per una diversificazione dell'offerta;
- Protocolli e normative per la caratterizzazione e la qualificazione dei singoli componenti e degli interi sistemi.

3.5.1.2 Le tecnologie sviluppate

Scoop in breve mira a mettere insieme eccellenze italiane in materia di rinnovabili e può davvero aiutare il mercato del fotovoltaico a compiere un salto di qualità significativo, che avrà benefici sia per i piccoli produttori residenziali che per le grandi industrie.

Scoop lavora su quattro linee:

1. Un sistema tricroico compatto, 3 Rays System (capofila Angelantoni, più Cesi e St Microelectronics per i chip) non dissimile a una batteria di fari d'automobili disposti su linee orientabili e capaci di fornire una produttività solare, al contatore, del 30 per cento, contro il 24% della più avanzata cella multigiunzione per navicelle spaziali. Il sistema 3 Rays System di Angelantoni si basa sui "faretti" tricroici montati su strisce in alluminio orientabili. Sono previsti tre modelli: uno da mezzo kilowatt per tetti industriali, un'altro a 2 kilowatt per giardini di abitazione e infine un sistema a 5 kilowatt per campi fotovoltaici di generazione.
2. Icaro (SGS Future), il classico grande pannello orientabile a lenti di Fresnel, di diverse tonnellate di peso, per generazione elettrica su vasta scala.
3. Center (Riello), un sistema basato sul mix di specchi parabolici e cogenerazione di calore che si rivolgerà alle piccole e medie attività industriali.
4. Il sistema Solarnova della Savio Energy si basa su frangisole a striscie fotovoltaiche a concentrazione che si orientano in automatico, producono elettricità e calore per l'acqua di casa e consentono di ricavare un kilowatt rinnovabile per ogni unità abitativa senza occupazione di spazi. Sono manutenibili anche dall'inquilino, in pratica gratis.

I quattro prodotti basati sulla tecnologia fotovoltaica a concentrazione sono destinati a coprire le aree di mercato di maggior interesse dei sistemi di generazione fotovoltaici, superando alcuni limiti tecnologici che ad oggi ne rallentano la diffusione. Le applicazioni riguarderanno la generazione elettrica distribuita (Sistema 3 Rays System), la generazione elettrica di grande potenza (Sistema ICARO), la cogenerazione di energia elettrica e calore integrata nell'edilizia (Sistema SOLARNOVA), e la cogenerazione di energia elettrica e calore per piccole e medie attività commerciali (Sistema CENTER). Entro fine anno si avranno i primi prototipi delle quattro linee nel nuovo centro di ricerca solare a Catania.

In maniera trasversale ed integrata a questi quattro filoni, sono state create tre linee di ricerca che hanno il compito di massimizzare le performances delle componenti dei sistemi sviluppati dalle quattro aziende. Nello specifico le tre linee si occupano di:

1. Linea 1: sviluppo di celle fotovoltaiche innovative;
2. Linea 2: sviluppo di sistemi ottici ad elevata efficienza;
3. Linea 3: sviluppo elettronica di potenza e di controllo.

In questo modo possono essere condivise le conoscenze e le capacità tra i gruppi puramente industriali e gli enti di ricerca in modo tale da creare prodotti innovativi (a livello di performances) ed allo stesso tempo competitivi (a livello di costi).

A questo punto si possono delineare gli obiettivi tecnico-scientifici che sarebbe possibile raggiungere grazie al lavoro congiunto dei vari partners:

1. Celle a singola e multipla giunzione basate sui composti III-V, celle al silicio cristallino:

CPV alta concentrazione (>750 soli)	Celle solari a tripla giunzione InGaP/GaAs/Ge efficienza a 750 soli > 35%
Spectrum splitting	Celle solari a singola o doppia giunzione: <ul style="list-style-type: none"> • InGaP (regione blu) • GaAs (regione rossa) • Si (regione infrarossa)
CPV a bassa concentrazione (< 200 soli)	Celle solari al silicio efficienza a 200 soli > 20%

Tabella 3.12: sviluppi di Scoop in ambito “celle”

2. Sistemi elettronici di potenza e di controllo di sistema:
 - a. Nuovo layout della gestione della potenza di tipo distribuito
 - b. Celle di ogni pannello raggruppate in poche stringhe, ciascuna dotata di un convertitore DC/DC.
 - c. Logica di controllo dell'MPPT (Maximum Power Point Tracker) inclusa all'interno di ciascun convertitore DC/DC
 - d. Riduzione delle perdite da mismatch
3. Qualificazione e certificazione dei componenti e dei sistemi CPV prodotti all'interno del progetto;
4. Sistemi ottici per la concentrazione solare:

- a. DEFINIZIONE DELLE SPECIFICHE INIZIALI;
- b. MODELLAZIONE: Progettazione ottica e modellazione CAD 3D;
- c. SIMULAZIONE OTTICA: Ottimizzazione del componente a calcolo;
- d. PROTOTIPAZIONE E VERIFICA FINALE.

Entro il 2011 potrebbe iniziare la traiettoria della nuova filiera industriale del made in Italy solare avanzato.

3.5.1.3 Lo stato dei lavori

I lavori proseguono con velocità diverse sulle varie linee (si tenga conto che non è stato ancora ricevuto nessun finanziamento).

In particolare Angelantoni Industrie S.p.A., che è impegnata nello sviluppo del prodotto fotovoltaico a concentrazione 3Rays che consiste nella scomposizione dello spettro della radiazione luminosa in due (sistema dicroico) o tre bande (sistema tricroico) di frequenza e nel corrispondente utilizzo di due o tre celle di materiale diverso, ha iniziato con lo sviluppo di tutto l'hardware del sistema (ottiche, housing, ecc.) e ha costruito i primi prototipi a singola cella multigiunzione con efficienza del 24%.

La strategia aziendale di Angelantoni Industrie prevede che siano operativi i primi sistemi basati su questa tecnologia più semplice (macchine da 2.1 e 5.4 kW) entro la fine del 2011. Successivamente si punterà ad implementare i sistemi con i ricevitori dicroici o tricroici.

Inoltre, il Cesi, sulla base di una consolidata esperienza nella produzione di celle III-V per il settore spaziale, ha sviluppato dispositivi multigiunzione per applicazioni terrestri a concentrazione con efficienza del 38% a 1000 soli, attualmente in fase di qualifica ma che dovrebbero essere immessi sul mercato entro il prossimo anno.

Si punta a realizzare moduli fotovoltaici a concentrazione con una efficienza del 27-28%, e sistemi a concentrazione ibridi fotovoltaico-termici con una efficienza elettrica del 15% e termica del 40%.

3.5.2 Il Progetto Apollon

APOLLON è uno dei grandi progetti finanziati dalla Commissione Europea nel settimo programma Quadro Europeo (FP7). È un progetto da 11,8 milioni (di euro di cui 8,3 finanziati

dalla CE) coordinato da Cesi ricerca ed a cui oltre l'ENEA partecipano anche ENEL, CPower, Uni Ferrara e svariate industrie e centri ricerca europei.

3.5.2.1 I partners del progetto e le tecnologie sviluppate

All'interno di questo progetto collaborano aziende e centri di ricerca in modo integrato ed efficiente; fra i partner troviamo:

- CESI RICERCA (Italy)
- AIXTRON (Germany)
- CNRS (France)
- ENE (Belgium)
- CRP (Italy)
- State Enterprise Scientific Research Technological Institute of Instrument Engineering (Ukraine)
- JRC (EU-Italy)
- ENEA (Italy)
- Pv technology department of electrical and computer engineering university of Cyprus (Cyprus)
- C.Power (Italy)
- Ferrara University (Italy)
- Solar Tec (Germany)
- ECN (The Netherlands)
- ENEL (Italy)
- Narec (United Kingdom)
- Robtiker (Spain)

Il progetto APOLLON riguarda lo sviluppo in parallelo di due fra le tecnologie più promettenti nell'ambito della concentrazione fotovoltaica (vedi Figura e Figura): quella che utilizza delle ottiche avanzate per concentrare la luce su ogni cella del modulo fotovoltaico (sviluppo di sistemi "Point Focus", PF) e quella che utilizza degli specchi e dei filtri diecrici per concentrare la radiazione solare su due o più target composti da celle realizzate con materiali in grado di assorbire e convertire porzioni complementari dello spettro solare (sistemi dense array, DA, Mirror based Spectra Splitting).

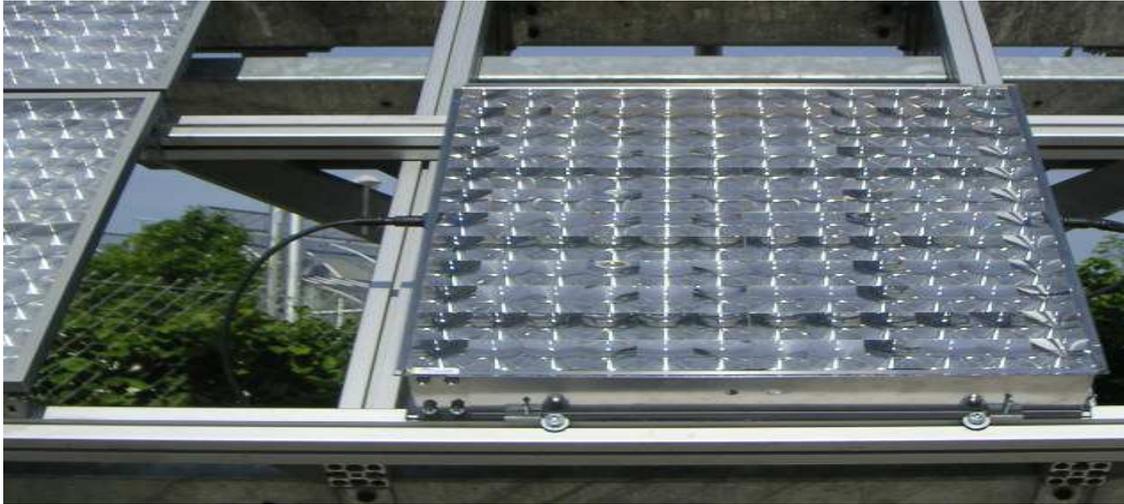


Figura 3.11: modulo fotovoltaico a concentrazione di tipo “point focus”. Ogni lente focalizza la luce su una cella solare a mutigiunzione

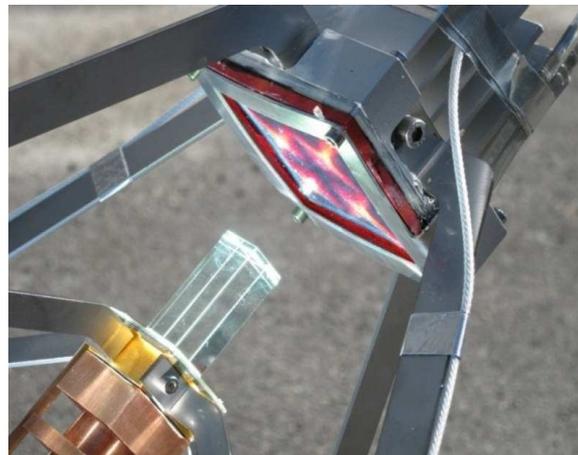
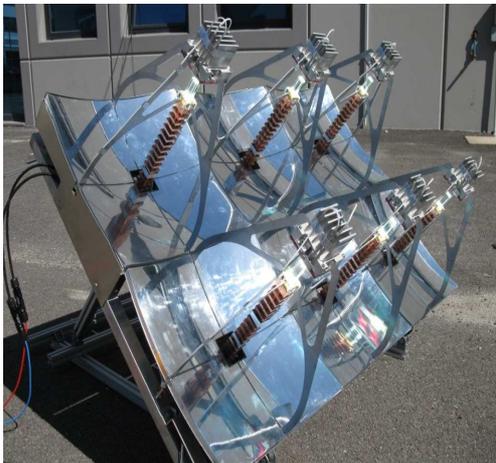


Figura 3.12 – 3.13: modulo fotovoltaico a concentrazione di tipo “dense array”

Le due tecnologie fotovoltaiche, “Point Focus” e “Mirror based Spectra Splitting”, verranno sviluppate intervenendo sugli elementi critici di ogni componente del sistema (dalla cella, all’inseguitore solare, considerando anche nuove tecniche di deposizione del materiale semiconduttore), per aumentarne l’efficienza di conversione fotovoltaica e assicurarne una elevata affidabilità, con una riduzione dei costi e dell’impatto ambientale. Di rilevanza nazionale sarà il potenziamento delle infrastrutture e delle risorse strumentali che permetterà a ERSE di realizzare tutti i processi realizzativi per la fabbricazione delle celle solari a mutigiunzione, con nuovi materiali e nuove tecniche di deposizione. I soggetti industriali presenti nel progetto svilupperanno tecniche di realizzazione di moduli ad alta produttività, oggi impiegate nel settore dei LEDs (i diodi emettitori di luce) che porteranno alla nascita di moduli intelligenti, dotati cioè di dispositivi per migliorare l’accuratezza nell’inseguimento

del sole e capaci di diminuire le perdite dovute alle differenti correnti prodotte in ciascun modulo nel sistema fotovoltaico.

Come sottolineato in precedenza, le tecnologie che si cerca di sviluppare tramite questo progetto sono due: una che ha come System Integrator un'azienda tedesca, l'altra che invece ha Cpower come System Integrator. Gli altri partner invece forniscono le loro competenze tecniche, le competenze in campo di testing ad esempio, o i campi di prova per installare i sistemi e verificarne le performances come fa ad esempio Enel.

Il primo prodotto è un sistema fotovoltaico a concentrazione sviluppato dalla Solar tech che utilizza una lente fresnel ed una cella a tripla giunzione prodotta da un istituto belga (ene); utilizza quindi celle molto difficili da realizzare.

Il secondo invece è molto più innovativo in quanto utilizza celle a singola giunzione molto meno costose e cerca di separare il fascio solare in due fasci. L'obiettivo è raggiungere un'efficienza del 22% con un costo di sistema installato di 3,5 euro/W entro il prossimo anno, mentre tra due anni si stima di poter raggiungere un'efficienza del 25% con un costo inferiore ai 2,2 euro/W.

3.5.2.2 La struttura del progetto

Il progetto punta, in una fase iniziale, ad ottimizzare le celle convenzionali multi giunzione sfruttando la tecnologia point-focus sviluppata da ENEA con il progetto PhoCUS, e parallelamente ad ottimizzare la tecnologia a specchi diecrici sviluppata dalla Università di Ferrara. In una seconda fase punta drasticamente alla riduzione del costo dei dispositivi multigiunzione per applicazioni point-focus, grazie all'aumento della loro efficienza ed all'abbattimento del costo del substrato mediante l'introduzione di substrati virtuali (Ge epitassiale su silicio), e concetti innovativi verranno introdotti sia per le ottiche secondarie che per l'assemblaggio delle celle a concentrazione.

Grazie alla presenza congiunta di aziende e centri di ricerca, alla fine del primo biennio le piccole medie imprese potranno vedere già sviluppati dei primi prototipi di sistemi a concentrazione e permettere così la loro qualifica e sperimentazione, mentre verranno successivamente proseguite attività tecnologicamente più avanzate che richiedono maggiori tempi di sviluppo.

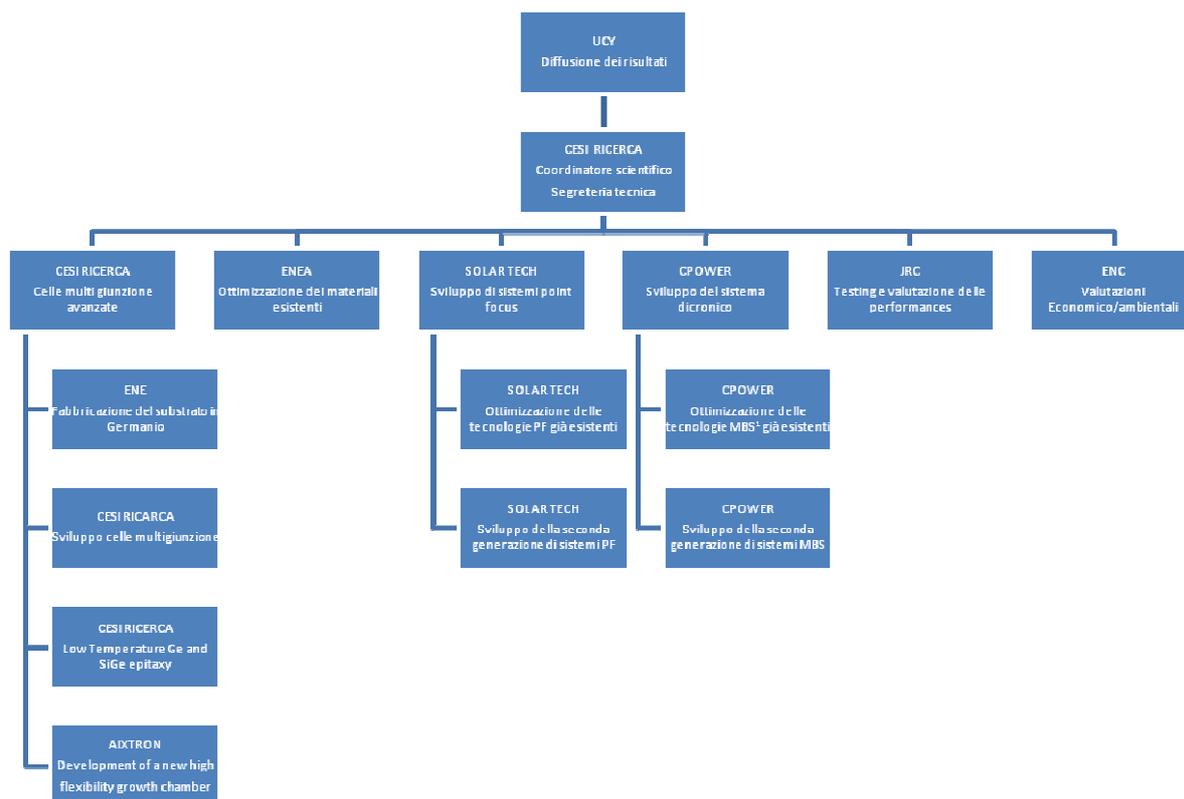


Figura 3.14 :quadro sulla divisione dei compiti all'interno di Apollon

3.5.2.3 Le aree di innovazione

Grazie alla presenza di centri di ricerca, il progetto ha fra gli obiettivi quelli di cercare di innovare i componenti di un impianto a concentrazione in modo tale da massimizzarne le performances:

1. **Sviluppo di un nuovo reattore MOCVD:** L'impianto MOCVD È lo strumento essenziale per sviluppare celle multigiunzione ad alta efficienza e con elevata resa di processo. ERSE ha elaborato la specifica tecnica dell'impianto MOCVD con le richieste di Innovazione mentre AIXTRON ha già realizzato la parte standard dell'impianto e ha iniziato a sviluppare la parte innovativa. Le principali caratteristiche di questo nuovo apparecchio saranno:
 - a. Nuovo sistema di riscaldamento
 - b. Nuovo sistema di iniezione dei gas per crescita del germanio epitassiale
 - c. Nuovo sistema di diagnostica in situ
 - d. 16 sorgenti metallorganiche

- e. 7 sorgenti di idruri
2. Sviluppo di ottiche e tecniche di integrazione: ottiche ad alta concentrazione ad alto angolo di accettazione integrate nei moduli, tecniche di assemblaggio ad alta produttività. Utilizzo di tecniche di integrazione e simulazione delle ottiche utilizzate nel settore dei led e nel settore “automotive lighting” e introduzione di ottiche secondarie integrate nei moduli
 3. Sviluppo di inseguitori solari a basso costo con controllo intelligente: La massima deformazione accettabile della struttura dell’inseguitore solare dipende dall’angolo di accettazione dei moduli. Inoltre, più il modulo è leggero più leggera risulterà anche la struttura di sostegno. Un inseguimento accurato dipende dalla tecnica di controllo adottata. Lo sviluppo dell’inseguitore solare troverà quindi un beneficio economico se sarà effettuato congiuntamente a quello del modulo e alla logiche di controllo. Tale impostazione caratterizza il progetto APOLLON, il cui Consorzio prevede al suo interno tutti soggetti con le competenze necessarie allo sviluppo delle tecnologie citate.
 4. Sviluppo di dispositivi avanzati a singola e multipla giunzione
 5. Perfezionamento e miglioramento delle tecniche di assemblaggio

Seguendo queste fasi di innovazione, si potranno raggiungere i seguenti risultati economici:

COMPONENTE	COSTO (EURO/W)
Ceela solare	0,3-0,5
Sistema ottico	0,5
Assemblaggio modulo	0,7-0,9
Inseguitore ed installazione	0,5

Tabella 3.13 : risultati attesi progetto Apollon

Il costo finale che si vuole raggiungere è di circa 2,5-3 euro/W. Attualmente ci sono risultati incoraggianti sia nel settore delle ottiche ad alta efficienza e ampio angolo di accettazione che dei moduli “smart”, ossia con funzionalità aggiuntive sia per il perfetto allineamento rispetto ai raggi solari che per l’ottimizzazione della conversione della potenza elettrica prodotta.

I risultati che si vogliono raggiungere sono per quanto riguarda le celle a multigiunzione raggiungere il 31,3% di efficienza per celle tandem a 750X e il 35,5% a 750X con un

costo di 0,5 €/W per entrambe. Il costo è lo stesso ma le rese di processo sono diverse, almeno il 90% per le tandem e il 77% per le triple. Quello delle alte rese è l'obiettivo chiave per la riduzione dei costi. Anche per le ottiche i risultati target sono ambiziosi: un'efficienza ottica >80% con un angolo di accettazione >1°, e un costo <0,1 €/W.

3.5.3 Il Progetto Phocus

Il progetto PhoCUS (Photovoltaic Concentrators to Utility Scale) ha lo scopo di dimostrare la fattibilità tecnica del fotovoltaico a concentrazione e la sua maggiore potenzialità rispetto al fotovoltaico convenzionale (piano), ai fini del conseguimento della competitività economica con le altre fonti di energia.

A livello internazionale il fotovoltaico a concentrazione è considerato un'interessante opzione per ridurre in maniera significativa l'incidenza dei costi del componente fotovoltaico (il costo di investimento di un sistema fotovoltaico piano è per il 50% dovuto al componente fotovoltaico e per il 30-35% alle sole celle solari), che viene sostituito con materiali semi-convenzionali meno costosi.

Negli impianti fotovoltaici a concentrazione la radiazione solare non va ad incidere direttamente sulle celle ma viene concentrata da opportune lenti; è come se le celle fossero investite non dalla radiazione proveniente da un unico sole ma da 100, 200 o più soli (in funzione del tipo di lente utilizzata) con una proporzionale riduzione dell'area effettiva delle celle solari da utilizzare.

La diffusione di tale applicazione, parallelamente allo sviluppo di componenti non fotovoltaici a basso costo, fa intravedere la possibilità di raggiungere, nel medio-lungo termine, un costo di sistema inferiore a 2 €/W.

Il Progetto PhoCUS attualmente è stato chiuso. Ha dimostrato la fattibilità tecnica del fotovoltaico a concentrazione con la realizzazione presso il CR Portici del primo impianto fotovoltaico di taglia significativa (5 kW) in Europa basato sulla tecnologia a concentrazione point-focus. I risultati li abbiamo elencati sopra al punto 5. L'esperienza maturata è stata riversata nell'ambito dei progetti SCOOP e Apollon di cui si è parlato sopra.

3.5.3.1 Le fasi del progetto

Nell'ambito del progetto PhoCUS sono previste attività sia di Ricerca & Sviluppo sia di dimostrazione e sperimentazione sul campo.

Le prime, da svolgere presso i laboratori dei Centri ENEA di Ricerca di Portici e Casaccia, sono relative ai principali componenti dell'impianto, quali la cella, il dispositivo ottico, il modulo, la struttura ad inseguimento ed il sistema di condizionamento della potenza.

Le seconde prevedono l'installazione di impianti sperimentali presso il Centro Ricerche Portici e la realizzazione di un impianto pilota da 25 kW nell'Area Sperimentale Monte Aquilone presso Manfredonia.

Le attività di R&S e quelle di dimostrazione e sperimentazione sul campo sono state avviate in parallelo in modo tale che, con la progettazione e realizzazione dei componenti prototipali dell'impianto pilota, vengano individuate le azioni specifiche finalizzate all'ottimizzazione dei singoli componenti.

Lo sviluppo e la messa a punto delle tecnologie relative ai principali componenti, quali i concentratori ottici, il modulo, l'inseguitore solare, fino alla realizzazione dei prototipi da utilizzare nell'impianto pilota, saranno oggetto di specifiche collaborazioni con operatori nazionali.

Si intende progettare e realizzare una unità standard da 5 kW, che possa costituire un sistema autonomo o un elemento modulare di un impianto di maggiori dimensioni. L'impianto pilota sarà costituito da 5 unità base da 5 kW.

L'installazione dell'impianto avverrà per fasi successive, in modo che possano essere apportati tutti i miglioramenti che, sulla base delle prime prove sperimentali, risulteranno necessari.

3.5.3.2 Gli aspetti tecnologici e le ricadute industriali

La progettazione di un sistema fotovoltaico a concentrazione è più complessa rispetto al fotovoltaico tradizionale, soprattutto se si vuole assicurare un alto grado di affidabilità, mantenere bassa l'incidenza della manutenzione e cogliere tutti i vantaggi tecnici ed operativi legati alla concentrazione della radiazione solare. In particolare il modulo presenta una maggiore complessità, dovuta alla numerosità dei componenti da assemblare: risulta necessario far uso di un sistema di supporto dei moduli capace di "inseguire" il sole durante la

giornata in modo da massimizzare la radiazione incidente e la struttura di cella deve essere più sofisticata per poter ottenere alti valori di efficienza in presenza di una maggiore radiazione solare incidente.

Si riportano nel seguito alcune delle principali caratteristiche del sistema fotovoltaico a concentrazione in fase di progetto all'interno del progetto Phocus:

1. Ogni unità da 5 kW sarà costituita da un generatore fotovoltaico formato da 24 moduli per una superficie complessiva dell'ordine dei 32 m² installato su una singola struttura ad inseguimento (eliostato);
2. Il sistema di condizionamento della potenza della singola unità si basa sull'uso di inverter di tipo multistringa da connettere ad una rete in bassa tensione;
3. Il modulo fotovoltaico avrà dimensioni dell'ordine di 1x1,3 m² ed un'altezza di 20-25 cm. L'efficienza nominale sarà dipendente dall'efficienza delle celle che saranno utilizzate. Nel caso di celle con efficienza dell'ordine del 23,5% a 200 soli, una buona progettazione del componente potrà assicurare una efficienza di modulo del 20%;
4. Il dispositivo ottico, che sarà integrato nei moduli (uno per ogni cella) sarà un concentratore rifrattivo prismatico, sviluppato da ENEA ed in corso di brevetto. Esso garantirà sulla cella, di dimensioni dell'ordine di 1 cm², un fattore di concentrazione di 200;
5. La struttura ad inseguimento sui due assi (alt-azimutale) dovrà coniugare bassi costi con soluzioni progettuali semplici che nello stesso tempo garantiscano affidabilità e correttezza di funzionamento. Ciò richiede una particolare attenzione nel sistema di movimentazione e nel relativo sistema di controllo.

Il prodotto, in termini di unità standard da 5 kW o di impianto di maggiore potenza, è indirizzato al mercato della green electricity (energia elettrica da fonti rinnovabili), a livello di generazione sia diffusa (piccoli impianti, 5-20 kW) che centralizzata (impianti di potenza).

Infatti il fotovoltaico a concentrazione, per le sue caratteristiche operative, consente di ottenere un profilo di produzione costante ed un maggiore fattore di utilizzo annuo (capacity factor). Il coinvolgimento di un sistema industriale già consolidato per lo sviluppo dei componenti di un impianto fotovoltaico a concentrazione potrà validamente contribuire alla diffusione di tale tipo di applicazione.

3.6 IL CPV: i casi di studio

3.6.1 Il caso CPower

3.6.1.1 Quadro generale

Cpower è una piccola-media impresa che ha cominciato a muovere i primi passi nel 2006 dopo uno spin-off della sezione dell'università di Ferrara responsabile della ricerca e dello sviluppo dei sistemi fotovoltaici. L'azienda però dopo qualche anno è stata messa in liquidazione ed è stata acquisita da Domenico Sartore (amministratore delle Solon S.p.a.) nel febbraio del 2010. Si può dire perciò che il know-how viene sviluppato ormai da 4 anni e mezzo anche se in realtà l'azienda ha poco più di un anno di vita.

Cpower si occupa della ricerca e dello sviluppo, oltre che della commercializzazione, di tecnologie per il fotovoltaico a concentrazione ed incentra i propri sforzi sull'innovazione, che costituisce il differenziale competitivo su cui la società farà affidamento una volta che si svilupperà il mercato del fotovoltaico a concentrazione.

Attualmente ha un team di ricerca e sviluppo composto da 7 persone (4 ingegneri, 2 fisici ed un laureato in economia) che sviluppano prodotti per il fotovoltaico a concentrazione e processi produttivi per la produzione di questi prodotti.

Ad ora l'azienda non ha ancora aperto degli stabilimenti produttivi: la vecchia Cpower aveva provato a commercializzare i prodotti creati grazie al proprio team di ricerca, ma ha trovato dei grossi ostacoli nel conto energia, il quale prima di agosto 2010 non prevedeva tariffe incentivanti per la tecnologia del fotovoltaico a concentrazione. La mancanza di incentivi impediva la nascita di un mercato in questo ambito e le poche installazioni effettuate non hanno permesso alla società di continuare il suo corso. Gli addetti alla produzione si aggiravano attorno alle 3-4 unità con un fatturato di circa 200 mila euro. Questa bassa capacità produttiva era proprio dovuta al fatto che una produzione di massa non era possibile data la mancanza di incentivi e quindi la mancanza di molte persone disposte ad installare delle tecnologie così altamente innovative.

La nuova Cpower invece ha già avviato l'iter per l'acquisto di macchinari per creare degli impianti produttivi adatti a soddisfare una domanda che si prevede essere sempre più crescente soprattutto in zone dell'Italia dove si riesce a ottimizzare le prestazioni del concentrazione.

L'azienda si colloca all'interno della fascia produzione moduli e ricerca e sviluppo rivolgendosi ad un segmento industriale: questo perché l'incentivo è rivolto solo per soggetti giuridici. Il privato non ne ha accesso. Anche le grandi centrali non sono trattate: l'azienda è orientata solo verso impianti di media taglia compresi tra i 100Kw ed il Mw dati i forti vincoli all'incentivazione. Sopra il Mw sono presenti degli incentivi ma con una tariffa che non è assolutamente conveniente rispetto ad altre tecnologie.

Il mercato per cui è strettamente vincolato alla legislazione, e nello specifico al conto energia. Cpower ed il mercato del concentrazione in genere non ha la presunzione di imporsi come la "migliore tecnologia" eliminando tutte le altre tecnologie presenti; è una tecnologia che in alcune zone rende molto di più di un modulo tradizionale e che quindi può sostituirlo a patto che ci siano determinate condizioni ambientali. Non è possibile nemmeno una minima integrazione architettonica quindi non può essere montato in città.

3.6.1.2 CPower nel mercato del CPV

Cpower concentrerà le sue vendite in Italia dato che il conto energia italiano prevede incentivi per il concentrazione. Per questo motivo all'estero il differenziale competitivo sarà esclusivamente il prezzo, e finché Cpower non avrà un volume produttivo adeguatamente alto da poter avere dei vantaggi di scala di un certo livello, non riuscirà a competere all'estero.

Un vantaggio del concentrazione sta nel fatto che il costo della cella incide nell'ordine di pochi punti percentuali sul costo totale del modulo (sono celle tecnologicamente molto diverse che hanno costi inferiori rispetto alle celle utilizzate nel fotovoltaico tradizionale), e poiché le celle vengono quasi sempre importate dall'estero dato che i produttori di celle italiani non hanno ancora né impianti produttivi sufficientemente grandi da poter soddisfare la domanda e da poter produrre a costi competitivi né la tecnologia adatta, la maggior parte del ricavato dal concentrazione rimarrà in Italia (dato che il resto dei componenti sono reperibili in Italia) a differenza dei moduli tradizionali dove il costo della cella costituisce una percentuale sul costo totale abbastanza rilevante (circa il 50%) Quindi questa branca del fotovoltaico sarebbe salutare per tutta la filiera fotovoltaica oltre che per il settore elettronico e dell'automotive che fornisce componenti indispensabili per la costruzione degli impianti.

Ad ora non esiste ancora un mercato del concentrazione, sono stati semplicemente costruiti degli impianti pilota per verificare le prestazioni che questa tecnologia può ottenere. Lo sviluppo di questo mercato avverrà soprattutto all'estero in zone come il nord Africa, l'India,

l'America centrale grazie all'alto tasso di insolazione presente. Le aziende che avranno a disposizione un grande capitale potranno ritagliarsi uno spazio consistente all'interno di questo mercato

All'interno di un contesto ancora così incerto, l'azienda è partita nella sua crescita appoggiandosi a delle figure altamente specializzate: ingegneri, fisici ed un'economista che aiuta il team in termini gestionali/amministrativi oltre che di marketing. Per quanto riguarda il recente futuro (inizio 2011), Cpower pensa di assumere altre 25 risorse (15 operai specializzati, 3 addetti al magazzino, 7 responsabili degli uffici amministrativo e commerciale). Questo perché durante il 2010 il team iniziale si sta concentrando sull'ottimizzazione dei processi produttivi in modo tale da poter avere i mezzi necessari a cominciare con la commercializzazione dei prodotti all'inizio del prossimo anno.

3.6.1.3 Le dinamiche competitive

Il solare a concentrazione deve cercare di entrare all'interno del mercato del fotovoltaico e prendere quote di mercato a scapito del fotovoltaico tradizionale che costituisce ad oggi l'unica tecnologia.

Il differenziale competitivo si potrà creare fundamentalmente sulla base del prezzo di vendita del Kw/h (è quello che viene remunerato) al cliente: un prodotto avrà mercato se è disponibile a prezzi ragionevoli e se mantiene le proprie performance per parecchi anni.

Non ci sono competitori specifici, si tratta di proporre un nuovo prodotto al mercato e rassicurare il cliente riguardo la bontà di questa nuova tecnologia. La barriera all'entrata perciò sarà semplicemente il costo a cui i produttori di concentrazione riusciranno a produrre le celle oltre che dimostrare che la tecnologia, così innovativa, possa mantenere standard qualitativamente alti nel tempo. Mentre la tecnologia fotovoltaica tradizionale lo ha già dimostrato, dato che è in essere da diverso tempo, il concentrazione costituisce ancora un punto di domanda. Si può dimostrare tramite dei test che le caratteristiche per mantenere la qualità ci sono, però per sapere se effettivamente sarà così si può solo far passare gli anni. In realtà questo problema c'è anche per i sistemi tradizionali dato che utilizzano materiali e tecnologie totalmente differenti rispetto ai primi anni in cui veniva prodotto. Quindi si ha la ragionevole certezza della durata delle performances. Il problema è che il cliente, non valutando tutto ciò, considera la tecnologia tradizionale come sicuramente performante nel

tempo, sbagliando. La garanzia è di 20-25 anni e si presume che le performances si mantengano accettabili per questo arco di tempo.

Questa “ragionevole certezza” secondo Cpower potrebbe causare una diffidenza nei confronti di questi sistemi così innovativi non tanto a livello di mercato dato che c’è un grande interesse attorno al solare a concentrazione, ma dal punto di vista finanziario (lo stesso problema che trovò la tecnologia degli inseguitori solari quando iniziò ad essere sviluppata o del film sottile). Le banche non sanno proprio perché gli mancano gli strumenti corretti per poter valutare in modo esatto la concentrazione, e chi non sa ha paura e difficilmente presterà del denaro alle start up come Cpower. Dato che i più grandi impianti solitamente non si finanziano con equity bensì con capitale di debito, diventa veramente difficile poter far partire lo sviluppo concreto di questa nuova tecnologia. Per questo motivo Cpower si impegnerà a informare il più possibile, a dare tutta la documentazione necessaria alle società che si occupano di fare delle due diligence per le banche in modo tale non da convincere le banche, ma di fornirgli gli strumenti necessari per fare delle corrette valutazioni. A questo fine Cpower cercherà di monitorare tutti i risultati ottenuti in laboratorio per creare una documentazione solida a supporto delle proprie tecnologie: questa documentazione dovrà descrivere non solo le prestazioni in termini di costo ed efficienza che si sono raggiunte, ma anche i procedimenti che hanno portato alla creazione di prodotti con quelle prestazioni e le caratteristiche di ogni componente dell’impianto andando a precisare tutti i vantaggi e svantaggi presenti e soprattutto indicando che effetti avrebbero sulle prestazioni dichiarate. Fatto ciò, con una semplice analisi di sensitività si potrebbe avere un quadro preciso di quelle che sono tutti i casi possibili che si possono presentare a seguito dell’installazione di un impianto di fotovoltaico a concentrazione ognuno correlato al proprio livello di performances di costo/efficienza. Questo perché, non essendoci ancora degli impianti funzionanti da parecchi anni che potrebbero fornire una serie di verifiche delle prestazioni nel lungo termine del CPV, l’unica strada percorribile è la sperimentazione in laboratorio. Oltre a ciò è necessario trovare un investitore o una banca che credano in questa tecnologia e diano il via al suo sviluppo. Una volta che una banca presta dei soldi ad un progetto di CPV, le altre a ruota cominceranno a vedere in maniera più obiettiva l’opportunità offerta da questa tecnologia. Sarebbe utile perciò un coinvolgimento dei finanziatori nelle fasi di progettazione e soprattutto di testing per far toccare con mano qual è il modo di operare dell’azienda. Neppure le società di private equity forniscono fondi per queste tecnologie perché chiedono dei ritorni troppo elevati che la concentrazione non può assicurare (IRR del 50-60%).

Nonostante non ci sia ancora un mercato della concentrazione, si possono fare dei confronti tra Cpower ed i propri competitors futuri (soprattutto esteri). Mentre i produttori esteri stanno puntando a creare moduli ad efficienza molto alta, con prezzi di vendita molto alti, Cpower sta lavorando per creare prodotti a media-alta efficienza, ma a costi molto più contenuti. Questo perché secondo Cpower lo “scontro” non sarà tanto con i produttori esteri di solare a concentrazione, ma con i produttori locali di moduli tradizionali, che lavorano in questo business da anni e che quindi hanno una network di clienti molto ampio con un grado di fedeltà molto alto. La competizione con i moduli sarà soprattutto sui grandi impianti dato che il concentratore non può essere installato in città (impossibile l'integrazione architettonica). Per quanto riguarda i clienti, ovviamente non avendo ancora avviato la fase produttiva l'attuale Cpower non ne possiede. La vecchia compagnia invece forniva clienti di tipo industriale appartenenti ad un mercato di nicchia in quanto i sistemi che si andavano ad acquistare erano molto innovativi e solo pochi pionieri erano disposti a sobbarcarsi il rischio annesso a queste tecnologie.

Confrontare questa realtà con quella attuale o futura non ha molto senso dato che l'inserimento ad Agosto 2010 di tariffe incentivanti per la tecnologia del fotovoltaico a concentrazione ha rivoluzionato totalmente la situazione.

Nemmeno parlare di potere contrattuale ha molto senso: da una parte troviamo cliente di nicchia che vuole provare una tecnologia particolarmente innovativa per poi poterci investire in caso sia soddisfacente; dall'altra c'è l'azienda che sta proponendo un nuovo prodotto che potrebbe farsi strapagare proprio perché si sta parlando di una tecnologia completamente innovativa.

Il mercato in cui inizialmente operava Cpower era quindi un mercato di nicchia, dove i players erano pochissimi e i clienti potenziali erano quei pochi pionieri che vedevano nel concentratore un mezzo per crearsi un vantaggio nel futuro. Il mercato in cui invece si inserirà la nuova Cpower è un mercato globale con produzione di serie con costi ridotti e prezzi bassi.

Per quanto riguarda i fornitori c'è stata un'evoluzione nel modo di operare. Nel momento in cui c'era una produzione ridotta ci si appoggiava a piccoli fornitori locali (Lombardia, Veneto, Emilia Romagna soprattutto ma anche piccoli fornitori esteri per quanto riguarda alcuni componenti) dato che i volumi produttivi erano molto bassi; si prevede in seguito (con la nuova società) di rivolgersi a fornitori molto più globalizzati che possano offrire una capacità produttiva ampia in modo tale da permettere una produzione su larga scala.

Il canale utilizzato per arrivare al cliente in un mercato così di nicchia è soprattutto la conferenza, il congresso. Essendo un mercato di nicchia, chi ci opera o chi ha intenzione di entrarci impiega poco tempo a conoscere tutti i principali players.

Nei primi anni di vita della società perciò si delineava una filiera tutto sommato molto corta anche perché in seguito allo spin-off dall'università di Ferrara, Cpower ha cominciato immediatamente ad offrire al mercato impianti chiavi in mano.

La nuova Cpower invece nasce con l'idea di produrre moduli da vendere poi agli installatori dato che attualmente sul mercato sono presenti players specializzati nell'installazione che impedirebbero ad una new entry come Cpower di crearsi un mercato dato il gap di knowhow presente ad oggi. Col progredire del progetto di crescita invece si pensa di evolvere prima con subappalti esterni, poi con piccole acquisizioni di installatori in modo tale da riuscire ad arrivare la cliente finale offrendo direttamente impianti chiavi in mano.

In un secondo momento (nel lungo termine), la società cercherà di integrarsi a monte inglobando la produzione di celle ed a valle con dei system integrator oltre che con degli installatori. Si parla sempre di lungo periodo dato che nel breve, fare un passo di questo tipo sarebbe controproducente proprio perché sul mercato sono presenti già figure specializzate molto più esperte di Cpower nelle fasi della filiera dove l'azienda ancora non è presente. In un secondo momento, quando le dimensioni dell'azienda lo permetteranno, si potrà pensare ad un'integrazioni con partner importanti.

3.6.1.4 I punti di forza di CPower

L'attività dell'azienda che fa di Cpower una delle più promettenti industrie in ambito del CPV è sicuramente l'attività di Ricerca e sviluppo. Questa si concentra sulla progettazione di moduli per il fotovoltaico a concentrazione, ed attualmente sta sviluppando due tecnologie:

1. Rondine: una tecnologia consolidata e testata, già inserita 3-4 anni fa sul mercato. Si tratta di solare a media concentrazione (20x).
2. Arcobaleno: è ancora in fase sperimentale; sono stati costruiti dei prototipi. Si tratta di moduli ad alta efficienza che sfruttano tecnologie molto complesse da realizzare. Divide la luce del sole in 2 colori, in 2 fasci. Teoricamente da dei vantaggi in termini di costi (utilizza celle a singola giunzione, molto più economiche rispetto alle tripla giunzione dato che non deve utilizzare obbligatoriamente il germanio, molto costoso, per il substrato della singola giunzione) oltre che di rendimento dato che.

Invece i problemi principali che si incontravano nel costruire un sistema a concentrazione sono:

1. C'è bisogno di una precisione nel puntare verso il sole molto alta (0,5 gradi). I moover su cui sono installati gli impianti di grandi dimensioni, per poter garantire una precisione così alta, dovrebbero essere costruiti in acciaio inox il che comporterebbe dei costi troppo elevati. Si utilizza perciò materiali meno costosi come il ferro stagnato. Cpower ha cercato di realizzare un modulo che avesse più accettazione angolare(+/- 5 gradi) il che vuol dire che può restare fermo circa 20 minuti producendo al 90% della sua potenza.
2. I raggi solari devono arrivare alla cella sempre con la stessa angolazione. Talvolta però si poggia della polvere sul modulo, polvere che va a deviare la luce facendo perdere fino al 30-40% di efficienza. Avendo 5 gradi di accettazione angolare viene risolto anche questo problema.
3. Nelle giornate di tempo variabile con umidità, ci saranno dei momenti in cui non c'è un'insolazione diretta sugli impianti a concentrazione. Attorno al sole c'è comunque una corona luminosa che irradia ed arriva alla terra con una certa angolazione. Grazie all'accettazione angolare ampia il sistema Cpower riuscirà a catturarla.

Cpower ha pensato di realizzare moduli che non hanno l'efficienza massima raggiunta sul mercato (24-25%), ma un valore ragionevole (circa 16,5%) ma che però possono rispondere egregiamente ai problemi che un sistema a concentrazione troverà una volta messo in funzione. Quindi mentre chi utilizza moduli ad alta efficienza, dovrà poi affrontare costi molto alti dovuti al fatto che dovranno utilizzare tracker e componenti per il sistema di movimentazione molto precisi e tecnologicamente avanzati e quindi molto costosi, Cpower può utilizzare componenti tradizionali a costi molto più contenuti.

Grazie all'eccellenza raggiunta in campo di ricerca, Cpower è stata chiamata a collaborare all'interno di un progetto europeo chiamato Apollon. Il progetto viene promosso da un consorzio di 15 partner (ENEA, enel, rse) coordinato dall'RSE (ricerca sistemi energetici), proprietà al 100% di GSE. Le tecnologie studiate tramite questo progetto sono due: una che ha come System Integrator un'azienda tedesca, l'altra che invece ha proprio Cpower come System Integrator.

Cpower sta lavorando all'interno del filone più innovativo cercando di sviluppare un sistema che utilizza celle a singola giunzione (molto meno costose delle multigiunzione) e permette di separare lo spettro solare in due fasci. Su questa tecnologia Cpower ha depositato già 2 brevetti e sta continuando a svilupparla assieme al dharmia.

3.6.1.5 Lo scenario di Sartore

C-Power ha anche un suo altro asso nella manica: Domenico Sartore, architetto industriale di un investimento più vasto, centrato proprio su Ferrara. Sartore, fondatore in Italia della filiale della tedesca Solon (uno dei maggiori produttori fotovoltaici europei) ha, infatti, una strategia di “filiera”. Da un lato, con robusti finanziamenti da parte del gruppo berlinese, ha avviato nel polo petrolchimico ferrarese Estelux, azienda dedicata alla produzione di polysilicon, che ha nei piani di produrre, entro due anni, circa 4mila tonnellate annue della preziosa materia prima fotovoltaica. Allo stesso tempo, Sartore ha investito personalmente (insieme a Martinelli e a buona parte del suo gruppo di ricercatori) in C-Power, la start up che sta industrializzando i moduli a 32 soli sviluppati nel dipartimento universitario. È da questa congiunzione che nasce lo scenario che Sartore ha tracciato al convegno di Ferrara: «Supponiamo che queste 4mila tonnellate di polysilicon Estelux le destini, dal 2010 in avanti, alla produzione di celle fotovoltaiche per sistemi tradizionali. In questo caso otterremmo circa 500 megawatt di picco all’anno di potenza (meno della metà di una centrale nucleare o a carbone - ndr). Se invece, alternativamente, riuscissimo a destinarli alla produzione di sistemi fotovoltaici a concentrazione (come la rondine di seconda generazione di C-Power, a 32 soli), avremmo una produzione annua di nuova potenza di picco per ben 15 gigawatt. È pari al 16% della potenza elettrica installata in Italia (90 gigawatt) e soprattutto con un’energia effettiva prodotta di 25 terawatt/anno, cioè il 7,4% del fabbisogno nazionale, che è di circa 340 terawatt/anno».

In pratica, secondo Sartore: il fotovoltaico a concentrazione, nel suo scenario, (nei suoi piani dal 2010 al 2012) potrebbe generare l’equivalente di oltre il 20% del fabbisogno elettrico italiano, raggiungendo così gli obiettivi della direttiva 20-20-20 dell’Unione europea. Con un consumo di spazio nettamente inferiore a quello dei pannelli tradizionali o a film sottile: «Abbiamo elaborato una stima sulla provincia di Ferrara, zona nemmeno ottimale per irraggiamento. Il 20% di produzione elettrica rinnovabile si otterrebbe con meno di 1.400 ettari, in altre parole con solo il 2% della superficie residua non utilizzabile a uso agricolo». E per altre province, soprattutto del Sud, le stime sarebbero anche migliori.

3.6.2 Il caso ANGELANTONI

3.6.2.1 Quadro generale

Angelantoni industrie è un gruppo industriale con sede a Massa Martana che ha iniziato la propria attività nel 1932 nel settore della refrigerazione e nel corso degli anni si è specializzata in tre settori:

1. Testing
2. Life Science
3. Renewable energies

Fondata nel 1932, è divenuta solo nel 1994 Angelantoni Industrie SpA., cui fanno capo le controllate Enterprise srl di Rieti, Ahsi spA di Milano, Kenosistec srl di Binasco (Milano), Bia Holding (Francia), Tira (Germania), Aki (India) ed Amec (Cina).

Il gruppo si è lanciato circa 4 anni fa (2006) anche sul mercato del fotovoltaico a concentrazione iniziando lo sviluppo di un prodotto innovativo chiamato “sistema 3rays” anche se il gruppo si posiziona in più ambiti del business del fotovoltaico:

1. Solare termodinamico (realizzazione di tubi ricevitori → industriale)
2. Fotovoltaico a concentrazione → attività di ricerca e sviluppo
3. Fornitura di impianti chiavi in mano per la realizzazione di pannelli in film sottile
4. Ricerca e sviluppo della componentistica necessaria alla costruzione di un impianto a concentrazione

3.6.2.2 ANGELANTONI nel mercato del CPV

Il segmento di mercato al quale il gruppo si rivolge è in primo luogo quello delle grandi centrali, per poi proseguire verso il segmento industriale. Nonostante non ci sia ancora un vero e proprio mercato del fotovoltaico a concentrazione, il gruppo ha già avuto delle richieste di fornitura soprattutto dai grandi produttori di energia che costituiscono i primi interlocutori dell'azienda. Alcuni di questi collaborano con l'Angelantoni nel progetto industria 2015, come ad esempio Enel, capofila del progetto. Le richieste arrivano comunque anche da privati che vogliono realizzare impianti di grossa taglia o che vogliono realizzare piccoli impianti industriali.

Queste richieste sono arrivate da persone consapevoli del fatto che non ci siano ancora dimostrazioni sul campo di quali possano essere le reali prestazioni della concentrazione, e che quindi vogliono sperimentare questa nuova tecnologia in cui hanno molta fiducia. Tutto ciò dimostra come ci sia la necessità in Italia di innovare la tecnologia fotovoltaica per renderla ancora più competitiva e per riuscire a raggiungere in tempi ancor più brevi la grid-parity.

3.6.2.3 Le dinamiche competitive

I competitors principali, come ventaglio di attività svolta dal gruppo, si trovano all'estero (America e Germania), e si tratta di società che fabbricano direttamente il prodotto e non si limitano alla distribuzione. In Italia ci sono principalmente rivenditori di prodotti esteri, ma nessuno ancora è al livello dell'Angelantoni (dall'inseguitore al pannello).

L'azienda partecipa al progetto Scoop con scopo principale di creare una filiera italiana del fotovoltaico a concentrazione e posizionarsi così in maniera migliore sul mercato della concentrazione. Ci sono 4 società che sviluppano dei prodotti grazie alle forniture di altre società partner di componenti e di know-how. Il tutto è coordinato da Enel che sarà la prima a beneficiare delle tecnologie in fase di sviluppo all'interno del progetto; i primi prototipi si avranno nel corso del prossimo anno. In questo modo si potranno raggiungere dei livelli di eccellenza che permetteranno all'Italia di progredire molto velocemente in ambito del CFV e di conquistarsi così una fetta rilevante del mercato che sta per nascere per la concentrazione.

Il mercato ora, per poter partire, ha bisogno di investimenti corposi, e l'inclusione di incentivi per la concentrazione nel conto energia darà sicuramente un'accelerata a questa tecnologia innovativa. Nonostante gli incentivi siano arrivati solo ora, le tecnologie italiane sono già molto competitive grazie alla stretta collaborazione tra centri di ricerca, università ed aziende. Per quanto riguarda i rapporti con i fornitori, Angelantoni predilige dei rapporti di partnership con questi per riuscire a collaborare verso la realizzazione di un prodotto che sia innovativo e qualitativamente accettabile.

L'approvvigionamento si limita alle celle dato che il resto dei componenti necessari a creare un impianto a concentrazione vengono sviluppati all'interno del gruppo. Grazie al livello di eccellenza raggiunto nella progettazione e realizzazione di alcuni componenti, come ad esempio gli inseguitori, l'azienda sta pensando di non limitarsi ad utilizzarli per la realizzazione di impianti, ma di aprire al pubblico la possibilità di acquistare i vari componenti, e quindi di inserirsi nel mercato

come venditori di componenti.

3.6.2.4 I punti di forza di ANGELANTONI

La ricerca è una fase molto importante all'interno dell'Angelantoni dato che puntano molto sull'innovatività dei prodotti. Si punta molto sulla collaborazione con università del luogo oltre che con centri di ricerca rinomati come ENEA. Lo scopo principale è quello di abbattere i costi cercando comunque di ottenere ottimi livelli di efficienza. Collaborando con un produttore di celle, si è cercato di realizzarne dei modelli con efficienza molto elevata cercando nel frattempo di ridurre al minimo i costi della componentistica necessaria alla realizzazione dell'impianto.

Questo è possibile dato che nel sistema sperimentato dall'Angelantoni chiamato 3rays, vengono utilizzate celle comuni (singola giunzione) grazie alla divisione dello spettro solare in 3 fasci, e non le costose celle multi giunzione. Questo perché ogni tipologia di cella ha performances massime operando con una certa lunghezza d'onda, e dividendo lo spettro solare nei vari fasci a lunghezza d'onda differenti, si riesce a catturare in maniera più efficace l'energia potenziale.

Con questo sistema si stima di arrivare ad un'efficienza di circa il 30% con dei costi che sono nell'ordine dei 3-4 euro/W anche se essendo in fase di ricerca non è ancora un dato certo. Questo costo poi, in fase di industrializzazione del prodotto, sarà ulteriormente abbattuto (almeno del 50%). In ogni caso 3rays è ancora in fase di sperimentazione, si stanno realizzando solo ora i primi prototipi che verranno testati in un'area messa a disposizione da Enel sul territorio siciliano.

3.6.3 Il caso ENEA

3.6.3.1 Quadro generale

ENEA è un centro di ricerca italiano che si occupa di tematiche relative alle nuove tecnologie, all'energia ed allo sviluppo sostenibile. Dimostra il suo impegno nel settore delle rinnovabili è testimoniato dal fatto che funge da partner nei 3 principali progetti italiani effettuati in ambito CPV: SCOOP, Apollon e Phocus. Proprio per questo sta avendo un ruolo fondamentale nel lancio e nello sviluppo delle tecnologie del fotovoltaico a concentrazione.

Ha contatti praticamente con tutti gli attori italiani del settore del CPV: le collaborazioni più strette, con veri e propri contratti di consulenza o di ricerca, sono quelle con Angelantoni (Industrie per lo sviluppo del 3Rays Syste) e Pirelli (attraverso la spagnola Pirelli Iniciativas Tecnologicas) per lo sviluppo di un sistema ad alta concentrazione basato su multi giunzioni III-V e ottiche Fresnel-Kohler, attualmente installato in prova presso il Centro Ricerche di ENEA a Portici.

C'è poi da considerare il Progetto SCOOP (Italian Solar COncentration tecnHologies for Photovoltaic systems) approvato in ambito Industria2015 ma non ancora finanziato dal Ministero per lo Sviluppo Economico in cui ENEA collabora con tutti i partner per attività di caratterizzazione di componenti e sistemi e, in particolare con STMicroelectronics per il trasferimento delle competenze sulle celle in silicio cristallino per la concentrazione e per la progettazione di sistemi di conversione della potenza elettrica prodotta da moduli e sistemi fotovoltaici a concentrazione.

Tutte queste società si stanno affacciando solo ora in campo CPV, ma in realtà nessuna società italiana ha una vera e propria produzione industriale in questo settore, tutti i sistemi realizzati sono di livello prototipale.

Anche Cesi, che ha una consolidata esperienza nella produzione di celle III-V per il settore spaziale, ha in corso la messa a punto di prodotti per applicazioni terrestri a concentrazione, ma solo a livello di laboratorio.

3.6.3.2 Le attività di ricerca

L'ENEA è impegnata prevalentemente su alcuni filoni di ricerca:

1. sviluppo di processi per la realizzazione di celle ad alta efficienza di silicio cristallino idonee per la per la bassa-media concentrazione e loro caratterizzazione;
2. sviluppo e caratterizzazione di ottiche per la concentrazione ad alta efficienza e angolo di accettazione;
3. sviluppo di moduli intelligenti con elettronica di conversione (MPPT) on board;
4. sviluppo di sistemi di puntamento; sviluppo di metodologie per la caratterizzazione di moduli FV a concentrazione e definizione dei protocolli di misura (l'obiettivo più ambizioso è quello di accreditare il laboratorio del Centro di Portici, che effettua i test dei componenti a concentrazione, per la certificazione di qualità e affidabilità).

In generale, l'obiettivo è ridurre il costo del kWh prodotto agendo su fattori determinanti come le alte prestazioni di celle e ottiche a costi contenuti, ed il basso costo del sistema di inseguimento.

Attualmente inoltre ENEA sta collaborando con i partner dei Progetti SCOOP e APOLLON, e con Pirelli, lavorando ad un sistema originale ibrido FV-Termico a concentrazione per la produzione combinata di energia elettrica e termica adatti ad applicazioni nel campo agricolo e dei servizi. Questi sistemi hanno elevate efficienze complessive, potenzialmente anche superiori al 70%, perché sono in grado di generare più energia per unità di area di quanto può generare una combinazione separata di sistemi termici e fotovoltaici.

3.6.3.3 I risultati operativi

Per quanto riguarda le prestazioni delle celle in silicio cristallino per la bassa-media concentrazione, ENEA ha puntato ad un processo semplice con un ridotto uso di tecnologie fotolitografiche raggiungendo i seguenti obiettivi:

Cella da 0,64 cm² Eff. > 22% a 100 soli

Cella da 1,21 cm² Eff. > 20% a 200 soli

Nel campo delle ottiche invece sono stati brevettati due design di lenti rifrattive realizzabili in plastica (PMMA) con tecnologia di stampaggio ad iniezione, per produzioni di massa. I risultati delle produzioni prototipali sono:

- un'efficienza ottica superiore al 80%;
- una distribuzione della luce concentrata uniforme;
- un angolo di accettazione di 0.5° se accoppiate ad un secondario riflettente.

Passando all'ambito moduli, E' stato sviluppato e brevettato il design di un modulo a concentrazione con una base in SMC (per produzioni di massa). Impiegando celle multi giunzione III-V della Spectrolab, è stato realizzato con una efficienza di circa il 27% rispetto all'area otticamente attiva.

Infine nel settore degli inseguitori è stato depositato un brevetto relativo ad un'elettronica di bassissimo costo per il controllo del puntamento e per varie funzioni aggiuntive.

3.6.3.4 Il mercato secondo ENEA

Le aziende sul mercato internazionale con produzioni industriali significative sono ancora pochissime. La Concentrix (acquisita di recente da una big dell'elettronica, la francese SOITEC), che impiega celle dichiara efficienze di sistema del 25%, al pari della compagnia americana Amonix, protagonista storica di questo settore. Altre compagnie rilevanti per la produzione di sistemi sono la Solfocus e la Emcore (americane), Sharp e Daido Steel (giapponesi), Arima Ecoenergy (taiwanese), Guascor Foton e Isofoton (spagnole) e la Solar Systems (australiana). Per la produzione di celle multi giunzione III-V ci sono Azurspace Solar (tedesca), Emcore e Boeing-Spectrolab (americane), Arima Ecoenergy e M-Com (taiwanesi); per la produzione di celle a base di silicio cristallino la Narec (inglese).

Nel 2011 potrebbero affermarsi alcuni nuovi soggetti che hanno presentato prodotti innovativi come la statunitense Solaria che sta avviando una produzione di serie di moduli a bassa concentrazione (2X) con celle in silicio di tipo convenzionale, e la Morgan Solar (canadese) che ha ideato un modulo ad alta concentrazione (1000x) basato su celle multi giunzione III-V e per l'ottica sul concetto delle guide di luce che dovrebbe permettere una estrema compattezza: si tratta di verificare la qualità del loro prodotto industrializzato.

La riduzione dei costi delle celle e il raggiungimento di efficienze ancora più elevate può rendere il fotovoltaico a concentrazione la tecnologia energetica rinnovabile di riferimento nelle aree ad alta insolazione

3.6.3.5 Le dinamiche competitive

Si calcola che nel mondo ci sono impianti fotovoltaici a concentrazione installati per una potenza di 50-100 MW complessivi e si prevede che nel 2015 si arriverà a 2000 MW. Duecento MW di questi dovrebbero essere realizzati in Italia grazie ai fondi dedicati alla loro incentivazione nell'ambito del più generale Nuovo Conto Energia.

Trattandosi di sistemi con una certa complessità tecnica e che prevedono una adeguata manutenzione per l'impiego di sistemi di inseguimento del sole molto precisi e la necessità di periodiche pulizie delle ottiche, è verosimile che questa tecnologia verrà, almeno in questa fase, destinata alla realizzazione di impianti di potenza a servizio di utilities fornitrici di energia elettrica; grande è l'interesse in particolare delle utilities statunitensi e californiane.

Negli ultimi anni la competizione si è giocata soprattutto in ambito produzione celle: l'avvio di produzioni di massa di celle multi giunzioni III-V per la concentrazione terrestre con una efficienza superiore al 35% e il conseguente abbassamento del loro costo ha reso possibile un loro impiego massiccio e la realizzazione di sistemi ad altissima efficienza. Grazie al finanziamento di progetti dimostrativi, come quello spagnolo di Castilla La Mancha, le compagnie più avanzate hanno potuto migliorare i loro prodotti e ridurre i costi e quindi il prezzo di vendita con l'introduzione di sistemi di automazione spinta nella produzione. La Daido Steel dichiara un costo di impianto installato di 5 €/W (efficienza 22-23%) e per il prossimo anno prevede miglioramenti tali da arrivare a 3-4 €/W paragonabile al costo del fotovoltaico convenzionale.

Le imprese italiane sono in ritardo rispetto alle compagnie che abbiamo elencato in precedenza perché stanno ancora valutando le scelte compiute testando dei sistemi prototipali. Si ritiene che possano recuperare solo se riescono a passare in tempi brevi alla fase di industrializzazione. In particolare, aziende come Beghelli e Pirelli sono certamente in grado di ottenere risultati in tempi rapidi. Anche soluzioni molto innovative come quella di Angelantoni potrebbero riservare delle sorprese. Ci sono poi aziende che hanno stipulato accordi per assemblare in Italia sistemi con tecnologia estera come ha fatto la Telicom con Arima Ecoenergy. Anche Cesi se riesce a industrializzare i risultati che ha ottenuto a livello prototipale nel settore delle celle a multi giunzione può certamente trovare uno spazio a livello internazionale come lo ha già nel settore delle celle per il settore spaziale.

3.7 Il punto sul CPV: le principali macro criticità

Analizzando i pareri dei players chiamati in causa tramite una serie di interviste, oltre alle problematiche di tipo puramente tecnico di cui si è già discusso precedentemente, sono emerse altre due macro criticità:

1. La bancabilità di tecnologie innovative come il CPV;
2. La difficoltà della diffusione del CPV anche a livello residenziale.

Il concentrazione, ora come ora, non ha ancora dimostrato sul campo la reale possibilità di raggiungere le prestazioni ottenute in laboratorio, manca cioè un track record sul quale le banche possano basarsi per approvare i finanziamenti a chi vuole sviluppare questo tipo di tecnologia. Inoltre le previsioni riguardo la sua diffusione indicano il segmento grandi centrali ed in parte quello industriale come gli unici che saranno interessati dal business CPV dato che

è per queste tipologie di impianti che si stanno sviluppando sistemi di questo tipo. Affinché ci possa essere una diffusione anche a livello residenziale è necessario applicare delle economie di acquisto che permettano, come nel caso dei gruppi d'acquisto nel fotovoltaico tradizionale, di accedere a questa tecnologia a costi contenuti che scavalchino le speculazioni di mercato fatte nelle varie fasi della filiera.

4. PROBLEMI DI BANCABILITA'PER IL CPV

Per capire a fondo la tematica delle banche all'interno del CPF, è opportuno analizzare la situazione attuale per quanto riguarda il fotovoltaico tradizionale dato che questo, prima del CPF, ha attraversato gli stessi problemi, oltre al fatto che ad oggi non esiste ancora un prodotto finanziario costruito per il CPF dato che non c'è ancora un mercato per questa tecnologia.

4.1 Il rapporto Banca-Cliente

Se si pensa che un impianto che va da 3 a 1000 Kwp in silicio mono o policristallino costa dai 2500 ai 5000 euro al Kwp, si può comprendere quanto sia fondamentale avere l'appoggio di una banca nella costruzione di un qualsiasi tipo di impianto.

L'analisi sulle banche comincia da un punto fondamentale, vale a dire dal rapporto con il cliente, che determina la possibilità o meno di successo delle richieste di finanziamento.

Nel momento in cui comincia la relazione banca-cliente, la prima cosa che le banche valutano è se il soggetto sarà in grado di pagare le rate del finanziamento, cioè lo pesano da un punto di vista informativo, per conoscere se si tratta di persona o azienda che nel corso degli ultimi anni ha avuto problemi di carattere finanziario o legale, e quindi per sapere se è persona o azienda degna di fiducia. In un finanziamento di questo tipo, se si va a valutare la bontà del progetto, è evidente come i ritorni sono pressoché certi. Per questo motivo in molti casi le banche chiedono come garanzia di partenza la cessione del credito che il Soggetto Responsabile contrae con il GSE.

Il fatto che la banca richieda ulteriori garanzie e/o fidejussioni, dipende dalla valutazione sul rating del cliente e dall'importo da erogare. Gli scenari che si aprono sono molteplici, infatti, possono essere richieste garanzie fideiussorie o ipotecarie, possono essere richieste garanzie per lo stato avanzamento lavori, possono essere richieste garanzie per un arco di un paio di anni o, in caso di leasing, il versamento di una maxirata iniziale che normalmente equivale al 20% del costo dell'impianto, è molto raro che venga concesso un mutuo chirografario che si regga unicamente sul Conto Energia. A questo punto viene spontaneo chiedersi come mai il Conto Energia, che pure viene erogato dallo Stato, non rappresenti per le banche una garanzia reale. C'è forse il dubbio che lo Stato possa non pagare gli incentivi?

Questo dubbio non esiste e, infatti, se la garanzia del Conto Energia dipendesse solo dal GSE (leggi Ministero dello Sviluppo) non vi sarebbero problemi per gli istituti finanziari. Il problema vero risiede nel fatto che tali incentivi vengono erogati soltanto se l'impianto funziona. Pertanto potrebbe accadere che il Soggetto Responsabile, dopo essersi preso i soldi dell'impianto ed averlo costruito, per un qualsiasi motivo non sia più in grado di gestirlo, di eseguire la manutenzione necessaria, di pagare il premio assicurativo che copre anche la mancata produzione in caso di guasto, di sorvegliare sostanzialmente nelle linee generali. La vera garanzia, dunque, non è il Conto Energia, ma la buona conduzione, cosa che non dipende dallo Stato.

4.2 Le tipologie di finanziamento

Ormai sono molti i finanziamenti disponibili per installare i pannelli fotovoltaici: mutui, leasing, project financing. È frequente che per installazione di pannelli fotovoltaici si richiedano finanziamenti, anche fino al 100 % del costo e, in molti casi, le banche sono disposte ad assecondare questa richiesta.

4.2.1 Il Mutuo

Il mutuo è un contratto mediante il quale una parte, detta mutuante, consegna all'altra, detta mutuataria, una somma di denaro o una quantità di beni fungibili, che l'altra si obbliga a restituire successivamente con altrettante cose della stessa specie e qualità. Nonostante il recente continuo aumento dei tassi abbia portato gli interessi pagati per un prestito ipotecario a valori abbondantemente sopra i minimi di qualche anno fa, il mercato dei mutui è in continuo aumento (trend del 15 al rialzo annuale). Il consumatore in seguito all'aumento dei tassi ha optato per una soluzione più duratura (il 50% dei mutui ha durata superiore ai 20 anni). Il tasso di interesse medio pagato dai clienti si aggira attualmente dal 5,03% (case stimate con valore oltre i 125000 euro) e il 5,24% (case di valore inferiore a 125000 euro). Anche gli importi richiesti aumentano (di pari passo coi prezzi delle case in perenne aumento).

La scaletta più frequentemente riscontrabile si può così riassumere:

- Apertura dell'istruttoria;
- Perizia ed altri accertamenti;

- Chiusura dell'istruttoria;
- Atto di mutuo;

I preventivi rilasciati prima di iniziare l'istruttoria non sono vincolanti per la banca, che dopo la delibera potrebbe applicare spread e spese accessorie differenti.

Le tipologie di mutuo utilizzate in campo fotovoltaico sono due:

1. Mutuo chirografario:

- Minori garanzie richieste
- Minore importo ottenibile (fino a circa 30.000 euro)
- Tassi leggermente superiori (rispetto ai normali mutui casa).

Sotto i cinque anni per la restituzione della somma finanziata non vale la pena fare un mutuo ipotecario, se si conta di poter restituire quanto ricevuto in prestito in 4 anni è meglio accendere un mutuo chirografario che non prevede la necessità di fornire alla banca erogante immobili a garanzia. Il tasso praticato in questa tipologia di mutuo può essere: fisso, variabile, indicizzato o misto.

2. Mutuo ipotecario:

- La banca o l'istituto richiedono delle garanzie consistenti;
- Maggiore importo ottenibile;
- Tassi leggermente inferiori (rispetto ai normali mutui casa).

la durata di questo contratto supera i 5 anni e viene stipulato davanti ad un notaio, che ricopre il ruolo di garante. L'estinzione è automatica dopo 20 anni dalla sua costituzione, ma se il mutuo dura di più occorre rinnovarla (per altri 20 anni).

4.2.1.1 Il Mutuo fotovoltaico

Il mutuo, all'interno del contesto delle energie rinnovabili, consiste in un finanziamento da 2 a 15 anni mirato a finanziare l'acquisto e l'installazione (installati su tetti, terrazze, cortili o terreni) di impianti fotovoltaici.

A seconda della durata e delle necessità del cliente, si può scegliere tra due tipologie di mutuo:

- Mutuo chirografario: solitamente è destinato a tutte le attività commerciali, anche per la costruzione o ristrutturazione di immobili e prevede:
 - Importo minimo da 2.500 a 100.000 euro in base alla tipologia di banca (cooperativa o tradizionale);

- Tasso fisso o variabile;
- Durata da 2 a 5 anni;
- Rimborso mensile, trimestrale o semestrale.

Con il mutuo chirografario l'erogazione della somma mutuata avviene in unica soluzione, infatti questa tipologia di mutuo è indicata nel caso in cui il beneficiario sia sicuro di poter restituire l'intera somma in tempi brevi; in questo modo evita di dover pagare oneri sul prestito aggiuntivi.

Le opzioni di tasso offerte in questo caso sono due:

- Per il tasso fisso, il parametro è l'EuroIrs (Interest Rate Swap) di durata pari a quella del finanziamento, quotato giornalmente e pubblicato sui quotidiani finanziari. Il parametro maggiorato dello spread concordato, determina il tasso che regolerà il finanziamento per tutta la sua durata.
- Per il tasso variabile, il parametro è l'Euribor (Euro Interbank Offered Rate) a 3/6 mesi, e pubblicato, di norma, su "Il Sole 24 Ore" Il parametro maggiorato dello spread concordato, determina il tasso che regolerà il finanziamento.

2. Mutuo Ipotecario: è un mutuo particolarmente flessibile oltre che personalizzabile, e può essere acceso con queste condizioni:

- Importo minimo da 2.500 a 300.000 euro
- Tasso fisso, variabile o multi opzione;
- Da 2 a 20 anni ;
- Rimborso mensile, trimestrale o semestrale;
- obbligatoria l'assicurazione contro rischi, colpa grave, eventi atmosferici sociali o politici.

Come si può notare, vengono offerte tre opzioni per la scelta del tasso:

- Per il tasso fisso, il parametro è l'EuroIrs (Interest Rate Swap) di durata pari a quella del finanziamento, quotato giornalmente e pubblicato sui quotidiani finanziari. Il parametro maggiorato dello spread concordato, determina il tasso che regolerà il finanziamento per tutta la sua durata;
- Per il tasso variabile, il parametro è l'Euribor (Euro Interbank Offered Rate) a 3/6 mesi, e pubblicato, di norma, su "Il Sole 24 Ore" (colonna "365" de "Il Sole 24 Ore"). Il parametro maggiorato dello spread concordato, determina il tasso che regolerà il finanziamento;

- La modalità multiopzione prevede la facoltà di scegliere ogni due, tre, quattro o cinque anni (in relazione all'accordo iniziale), il tipo di tasso (fisso o variabile) del periodo successivo. Il valore verrà determinato in base ai tassi che in vigore alla data di inizio di ciascun nuovo periodo. In assenza di scelta il nuovo periodo sarà automaticamente regolato dallo stesso tipo di tasso che regolava il periodo precedente.

Il range di potenza degli impianti finanziati tramite mutuo va circa dai 2-3kw dell'impianto residenziale ai 20-30kw di un impianto aziendale con un tempo di delibera mediamente di 10-15 giorni per importi non superiori a 100.000 euro.

Per chi desiderasse accedere a tale tipologia di mutuo, l'istituto di credito solitamente richiede una documentazione specifica:

1. permesso del GRTN (Gestore della Rete di Trasmissione Nazionale) ad usufruire delle tariffe incentivanti;
2. progetto preliminare dell'impianto corredato di scheda tecnica;
3. preventivo di spesa e installazione;
4. documentazione sulla tempistica dei lavori;
5. altri documenti che attestino la capacità di restituzione del credito del richiedente.

Banca	Nome prodotto	Durata mutuo	Copertura costi	Importo finanziato	Tasso
Unicredit	-	Fino a 15	n.d.	Min 10.000€ Max 300.000€	Fisso o var
Intesa	Prestito ecologico	2-12	n.d.	Min 2.500€ Max 75.000€	Tan 9,25%
MPS	PRS ambiente	1-6	n.d.	Min 15.000€ Max 30.000€	n.d.
Banco popolare	-	Fino a 15	Fino a 100%	n.d.	Fisso o var
UBI	Forza sole	3-10	Fino al 100%	Min 5.000€ Max 30.000€	6,75%
Deutsche	Prestito tempo	Fino a 12	100%	n.d.	n.d.
BPM	Credito fotovoltaico	2-15	n.d.	Max 150.000€	Fisso o var
Banca Etica	Fotovoltaico 100	Fino a 10	100% con p<20Kwp 80% con p>20Kwp	P<20Kwp fino a 6.500€ p>20Kwp nessun limite	Eur 3 mesi + 1,5%
		10-15			Eur 3 mesi + 1,6%
		15-20			Eur 3 mesi + 1,75%
	Conto energetico	Fino a 20	Fino al 100%	Max 6.500€	Eur 3 mesi + 2,5%
Banca Sella	Finanziamento energia pulita	Fino a 15	Fino al 100%	n.d.	Fisso o var

Popolare pugliese	-	Fino a 10	Fino al 100%	Max 30.000€	Fisso o var
Popolare di Bari	Mutuo solar	Fino a 12	Fino al 100%	Min 10.000€ Max 80.000€	Fisso o var
Popolare di Vicenza	Credito solare	Fino a 15	Fino al 100%	Min 5.000€ Max 50.000€	n.d.
BCC di Roma	Sistema energia	Fino a 11	n.d.	Max 160.000€	Fisso
Emil banca	Ecofinanziamento	Fino a 15	Fino al 100%	Max 200.000€	Fisso o var
Banca di Bientina	Ecofinanziamento	Fino a 10	Fino al 100%	Max 150.000€	Variabile

Tabella 4.1: principali mutui fotovoltaici

4.2.2 Il Leasing

Il leasing è un tipo di finanziamento grazie al quale un soggetto ha la possibilità di utilizzare, a fronte del pagamento di un canone, un bene acquistato da una società finanziaria presso un fornitore per un periodo di tempo ben preciso. Una volta terminato il periodo di rateizzazione, l'utilizzatore del bene può decidere se divenire o meno proprietario del bene pagando un prezzo di riscatto (nel caso si parli di leasing finanziario).

I soggetti coinvolti nel contratto di leasing finanziario sono 3:

- L'utilizzatore: colui che sceglie e prende in concessione un bene;
- Il concedente: la società di leasing che acquista materialmente il bene scelto dall'utilizzatore e ne rimane proprietario fin quando quest'ultimo non decida eventualmente di riscattarlo;
- Il fornitore: viene scelto dall'utilizzatore ed è colui che vende alla società di leasing il bene.

La formula del finanziamento in leasing, anche se più onerosa rispetto ad altre forme di finanziamento, può presentare vantaggi economici a volte rilevanti.

- Rispetto alle forme di finanziamento "tradizionali" (es. mutuo bancario), il leasing:
 - presenta tempi di istruttoria rapidi;
 - consente di finanziare il costo del bene per intero (i.v.a. compresa);
 - è un servizio estremamente flessibile ;
 - non dovere impegnare il proprio capitale e di poter invece usufruire dei flussi finanziari derivanti dal bene.

- Rispetto all'acquisto diretto del bene, i seguenti vantaggi fiscali:
 - permette il frazionamento dell'i.v.a. nei canoni periodici;
 - può consentire un ammortamento accelerato rispetto alle tabelle di ammortamento ordinario, attraverso la detraibilità dei canoni periodici nell'arco della durata del contratto.

Il contratto di leasing si distingue in senso tecnico tra leasing operativo e leasing finanziario. Secondo il principio contabile internazionale infatti, si definisce leasing finanziario il contratto col quale vengono trasferiti in capo all'utilizzatore tutti i rischi e i benefici connessi alla proprietà del bene locato, e che presenti formalmente nel contratto l'opzione di riscatto (acquisto definitivo del bene al termine del periodo prestabilito). Se così non fosse, si dovrebbe infatti parlare di leasing operativo. Il leasing operativo non prevede un'opzione di riscatto e può essere posto in atto, o da un intermediario finanziario (in questo caso si tratta, come per la locazione finanziaria, di un'operazione trilaterale con causa di finanziamento in cui i rischi sul bene e l'esecuzione degli eventuali servizi sono trasferiti dalla società di leasing ad un soggetto terzo, di norma il fornitore), o da un intermediario non finanziario, che può trattenere in tutto o in parte i rischi sul bene e gestire in proprio o meno i servizi.

4.2.2.1 Il Leasing fotovoltaico

Il 2009 ha avuto un settore in controtendenza, questo è stato quello delle rinnovabili: qui gli investimenti sono aumentati e per portali avanti gli imprenditori hanno scelto principalmente il leasing. Nel corso del 2009 questo strumento ha infatti finanziato progetti per circa un miliardo di euro, secondo l'Associazione italiana del leasing, Assilea. Più in particolare, oltre 700 milioni hanno riguardato la costruzione di impianti o centrali fotovoltaiche, circa 150 milioni sono stati destinati a impianti di cogenerazione alimentati a biomassa o a gas e oltre 100 milioni sono stati investiti in centrali idroelettriche, nel settore dell'energia eolica e negli impianti di cogenerazione alimentati a olio vegetale.

Che il connubio tra leasing e fonti rinnovabili stia funzionando, proponendosi anche come un modello per la diffusione delle nuove tecnologie, lo dimostra la crescita. Per il fotovoltaico è stata a tre cifre: +400% rispetto al 2008, mentre l'eolico è aumentato del 35% e le biomasse del 10%. Entrando nell'analisi del primo comparto, che ha le dimensioni più significative, il leasing ha già raggiunto una penetrazione superiore al 30%.

Se l'investimento viene fatto in leasing l'imprenditore ha due fonti di ricavo: gli incentivi ventennali che vengono concessi dallo stato e bastano per coprire le rate di un leasing a 18 anni e poi gli introiti della vendita di energia al distributore locale.

Dato il crescente ricorso al leasing nelle rinnovabili, le principali società sono entrate con determinazione in questo settore, cercando di soddisfare una nuova domanda di credito a medio-lungo termine, particolarmente complessa sotto il profilo operativo e molto vicina al project financing, ma decisamente promettente vista l'espansione continua.

La ragione per cui le imprese stanno prediligendo questo strumento di finanziamento sta nel vantaggio fiscale e nella possibilità di un ammortamento più rapido, ma anche nella maggiore velocità di intervento perché si è garantiti dalla proprietà dell'asset. Il leasing si sta dimostrando una fonte di finanziamento flessibile capace di dare una risposta efficace alle richieste di finanziamento di impianti ad energie alternative, per tutti i tagli e per i diversi possibili utilizzi, sia privati che pubblici. L'unico problema relativo al leasing sta nella sua cornice normativa che attualmente non è del tutto chiara e stabile, in particolare sugli aspetti fiscali. Per consentire agli investitori e ai finanziatori di sfruttare appieno le potenzialità di crescita nell'uso di fonti energetiche rinnovabili questo è sicuramente un aspetto da migliorare.

La crescita del leasing nel fotovoltaico si scontra, infatti, con il perdurare di forti incertezze sull'inquadramento fiscale delle diverse operazioni (leasing immobiliari o mobiliari) e sul conseguente impianto fiscale (Ires, Iva, Ici, registro, ipocatastali) a cui fare riferimento; incertezze peraltro accentuate da incongruenze e diversità interpretative non solo fra i diversi enti competenti e cioè il territorio e le entrate, ma anche fra normativa nazionale e regionale che minacciano di frenare, se non di ostacolare la diffusione delle rinnovabili. Probabilmente basterebbe prendere esempio dalle amministrazioni finanziarie tedesche e francesi che, eliminando dubbi e incertezze, hanno considerato ai fini fiscali gli impianti fotovoltaici come beni mobili con conseguente minor carico fiscale. (Cristina Casadei Sole 24 2010)

L'offerta del Leasing nel settore delle rinnovabili consente di finanziare impianti fotovoltaici, eolici e idroelettrici di ultima generazione ed interviene in progetti compresi in media tra i 100.000 euro ed i 15 milioni di euro (5-6 nel caso si tratti di cooperative di credito). Per progetti così complessi si va dalle 2-3 alle 5-6 settimane per l'approvazione del finanziamento, dopodiché l'erogazione dipende dagli accordi presi: può essere dall'80% al 100% del valore del progetto con erogazione per intero all'inizio del progetto oppure un'erogazione fatta a step, man mano che avanzano i lavori (formula conveniente sia per la banca che può seguire l'avanzamento dei lavori, ma anche per il cliente che si ritroverebbe a

pagare un quantitativo inferiore di interessi). La percentuale di erogazione dipende soprattutto dalla taglia dell'impianto: più l'impianto è grande, più si chiede una partecipazione da parte del cliente in modo tale da avere una sorta di garanzia di serietà. Nel caso in cui una banca non abbia le risorse necessarie a sostenere un ufficio interno che gestisca l'ambito leasing, ci si appoggia a società esterne che a seconda delle situazioni possono chiedere un equity compreso tra il 15 ed il 20%.

I principali player in ambito leasing e che sono ben radicati in questo business forniscono ai clienti una consulenza di tipo tecnico-finanziaria:

- nella definizione del tipo di impianto più adatto e sua progettazione;
- nello studio delle caratteristiche geomorfologiche del sito, valutazione della risorsa solare e del suo potenziale;
- nella scelta di inverter e moduli adeguati;
- negli studi riguardanti l'aspetto economico e l'impatto ambientale.

In questo modo si aiuta il cliente ad analizzare lo scenario rispetto al business plan proposto (con l'ausilio di specialisti di prodotto interni e di consulenti esterni) per individuare eventuali criticità e poter proporre soluzioni contrattuali ad hoc.

Ovviamente ci sono dei punti di attenzione da tenere in considerazione nel momento in cui si vuole stipulare un contratto di leasing:

- Titolarità del terreno o del lastrico solare:
 - In caso di impianto fotovoltaico parzialmente integrato o a terra dovrà essere acquisita o la proprietà del terreno o del lastrico solare sui cui viene realizzato l'impianto ovvero il diritto di superficie per una durata minima di 25 anni;
 - In caso di Impianto fotovoltaico integrato nel tetto di un immobile o nei suoi infissi, stante la stretta incorporazione nell'immobile, sul piano dei rischi si può stipulare l'operazione di locazione finanziaria solo se anche la proprietà dell'immobile viene interamente acquisita da UCL (casi tipici: serre, pensiline di copertura per parcheggi) in diritto di superficie;
 - Il lastrico solare o il tetto dovranno essere liberi da pesi e vincoli di qualsiasi specie.
- Durata contratto di impianti non integrati e parzialmente integrati:
 - Min: 89 mesi;
 - Max: 180 mesi;

- Anticipo minimo 10%; anticipo minimo 20% se SPV;
- Spese 0,50%;
- Cessione credito derivante da incentivo GSE.
- Perizia di tecnico esterno di fiducia:
 - Da ottenersi prima della stipula del Contratto;
 - È prevista anche una perizia finale attestante la funzionalità dell'impianto e la sua capacità a produrre la quantità di energia preventivata dal business plan.

La modalità con cui finanziare un progetto non è sempre la medesima. Solitamente viene utilizzato il leasing tradizionale ma, nel caso in cui si tratti di finanziare un progetto molto grande (superiore ai 2 milioni di euro), l'operazione diventa simile a quella di project financing ma sarà caratterizzata da una snellezza burocratica maggiore. Nello specifico ci sono delle condizioni da rispettare nel caso si debba costituire una NEWCO con un modello di tipo CFBL ("cash flow based leasing"):

- Operazioni > due milioni di Euro;
- lo Sponsor non sia in grado di rilasciare una garanzia. Il metodo si può fondare sostanzialmente sulla certezza dei flussi finanziari (cash flow) generati dall'impianto in quanto rivenienti da tariffe incentivanti ad aliquota fissa e garantite ex Lege per durata ventennale (c.d. Conto Energia);
- Elemento sostanziale del CFBL è la cessione del credito nei confronti del Gestore dei Servizi Elettrici (GSE) da parte dell'Utilizzatore a favore di Unicredit Leasing.
- l'atto di cessione è sottoposto a Imposta di Registro nella misura del 0,50% su tutti i flussi futuri rivenienti dal GSE per la durata del leasing;
- un anticipo contrattuale non inferiore al 20%, e le seguenti garanzie:
 - Cessione dei crediti da "Conto Energia" GSE alla decorrenza del contratto di leasing;
 - Cessione dei crediti relativi alla vendita di energia a favore di terzi laddove l'energia non venga venduta al GSE (in questo caso il relativo ricavo non è cedibile).

Ad ogni modo, scegliere una soluzione di finanziamento di questo tipo può offrire molti vantaggi, e sono proprio questi vantaggi a fare del leasing il comparto con più introiti:

- Analisi dettagliata del progetto;
- Possibilità di definire un piano di prefinanziamento in base alle esigenze del cliente;

- Flessibilità della durata (fino a 18 anni) e assenza dei costi di ipoteca;
- Verifica continua della bontà del progetto;
- Canone fisso o variabile, con rate mensili o trimestrali;
- Possibilità di riscattare il bene con riacquisto finale;
- Processi snelli e rapidi;
- Possibilità di finanziamenti in SAL (Stato avanzamento lavori);

4.2.3 Il Project Financing

Il Project Financing nasce nei paesi anglosassoni come tecnica finanziaria innovativa volta a rendere possibile il finanziamento di iniziative economiche sulla base della valenza tecnico-economica del progetto stesso piuttosto che sulla capacità autonoma di indebitamento dei soggetti promotori dell'iniziativa. Il progetto viene valutato dai finanziatori principalmente per la sua capacità di generare flussi di cassa, che costituiscono la garanzia primaria per il rimborso del debito e per la remunerazione del capitale di rischio, attraverso un'opportuna contrattualizzazione delle obbligazioni delle parti che intervengono nell'operazione.

La fase di gestione dell'opera costituisce elemento di primaria importanza, in quanto soltanto una gestione efficiente e qualitativamente elevata consente di generare i flussi di cassa necessari a rimborsare il debito e remunerare gli investitori. L'utilizzo del Project Financing comporta alcune specifiche implicazioni dal punto di vista organizzativo e contrattuale: il finanziamento, infatti va a beneficio di una società di nuova costituzione "società di progetto" (Special purpose vehicle o newco) la cui esclusiva finalità è la realizzazione e la gestione del progetto stesso. La società di progetto è un'entità giuridicamente distinta da quella del/i promotore/i del progetto, con la conseguente separazione dei flussi generati dal progetto da quelli relativi alle altre attività del promotore. Il duplice risultato é che, in caso di fallimento del progetto, il finanziatore non potrà rivalersi su beni del promotore diversi da quelli di proprietà della società di progetto e, simmetricamente, in caso di fallimento del promotore la società di progetto continuerà ad esistere perseguendo le proprie finalità.

4.2.3.1 Il Project financing fotovoltaico

Il project financing sta acquisendo un ruolo sempre più rilevante nell'ottica di trovare nuove strategie per finanziare la costruzione di impianti di medie e grandi dimensioni che abbiano di conseguenza un impatto rilevante sulla produzione di energia pulita.

Una soluzione che è applicabile anche al settore industriale, agro-alimentare e privato con i medesimi meccanismi e i medesimi vantaggi (convegno: "Le fonti rinnovabili e l'agricoltura: nuove opportunità di business", tenutosi in occasione di Vegetalia lo scorso 22 febbraio).

In realtà proprio il mondo agricolo potrebbe ampiamente beneficiare dell'apporto di questo sistema considerando che la legge finanziaria del 2006 ha previsto agevolazioni fiscali per lo sviluppo delle rinnovabili in agricoltura che equiparano la produzione e la cessione di energia elettrica da fonti rinnovabili agroforestali e fotovoltaiche alle attività di generazione di reddito agrario. Una novità decisamente importante che consentirà agli agricoltori di ottenere una ulteriore fonte di reddito in modo facile e veloce, grazie al project financing, una procedura con la quale l'imprenditore agricolo semplicemente affitta il terreno sul quale verrà installato l'impianto.

Il PF ha richieste sempre maggiori richieste con un aumento superiore al 100% delle richieste (come taglia media dell'impianto) rispetto all'anno scorso. Si prevede che con il nuovo conto energia, che offre un quadro definito per i prossimi 3 anni, molti player possano creare piani industriali robusti basati su previsioni basate su un riferimento concreto.

Il Pf è una modalità di finanziamento utilizzata in presenza di progetti molto onerosi dell'ordine di almeno 15 milioni di euro che richiede tempi che vanno da 3 mesi a sei mesi per la delibera e l'erogazione. Questo perché le verifiche da fare sono molteplici: si va dall'analisi del business plan al controllo finanziario dello sponsor tramite la collaborazioni con alcuni advisor (esterni o interni alla banca a seconda delle necessità) e non sempre il documenti forniti dal beneficiario (BP, DIA ecc) sono precisi e completi. Successivamente si passa all'erogazione che dipende dagli accordi presi inizialmente: può essere al 100% del valore del progetto con erogazione per intero all'inizio del progetto (nel caso di piccoli progetti e di totale sicurezza dello sponsor) oppure un'erogazione fatta a step, man mano che avanzano i lavori (formula conveniente sia per la banca che può seguire l'avanzamento dei lavori, ma anche per il cliente che si ritroverebbe a pagare un quantitativo inferiore di interessi) con un anticipo iniziale di circa il 30% seguito solitamente da un paio di rate successive.

Per quanto riguarda i clienti, sono principalmente di due tipi: gli EPC contractor ed i fondi di investimento. Gli EPC contractor, a discrezione della banca, possono essere inseriti in una lista degli EPC “di livello”, per quanto riguarda i produttori di moduli o gli installatori, in modo tale da avere un riferimento valido in ogni progetto che si va ad implementare. Per decidere se bancare o meno un progetto, in caso non si utilizzi una lista degli EPC di livello, la banca si basa sulle due diligence fatte da società di advising esterne o interne di progetto in progetto. Queste società permettono di comprendere se il general contractor è adeguato, cioè se i moduli che realizza sono adeguati come capacità tecnica, dopodiché la banca analizza il merito creditizio del cliente tramite le procedure standard utilizzate con ogni azienda che richiede un finanziamento.

I fondi, di provenienza quasi totalmente estera (soprattutto Germania), costituiscono circa il 30-40% (contro i 60-70% industriali) dei clienti totali. Questa tipologia di clienti viene trattata in modo particolare: innanzitutto ci si assicura che siano fondi che i fondi non siano semplicemente speculatori arrivati sul mercato italiano per approfittare degli incentivi, ma che siano specializzati in determinati settori e preferibilmente operino già in ambito fotovoltaico.

In campo PF i principali competitors in territorio italiano sono quasi tutti i players medio-piccoli, ma principalmente troviamo MPS, INTESA e UBI (che compete sui grandi progetti ma opera prevalentemente sui progetti di fascia media 1MW con il leasing). La competizione non è molto forte dato che da un punto di vista della struttura del finanziamento le banche citate sono pressoché allineate: le operazioni standard hanno una leva di circa il 70-80% finanziando tutti i costi di progetto con una durata di 15 anni con un 2,5% di commissione ed organizzazione del progetto ed un ulteriore 2,5-2,75% di spread. Per riuscire ad accaparrarsi un'operazione ci si può spingere fino all'85% con una durata di 18 anni per clienti particolarmente interessanti. Tuttavia si può giocare su alcuni fattori che permettono di adattarsi alle esigenze del cliente. Si parla fondamentalmente di completezza del servizio: ovviamente dipende tutto dalle dimensioni del progetto; per progetti piccoli si compete sul servizio per quelli di grandi dimensioni invece si può anche cercare di lavorare sui tassi di interesse offerti piuttosto che sulla percentuale finanziata. Si può cercare di eccellere cercando di snellire i processi deliberativi e renderli meno strutturati, eliminando ad esempio la parte di due diligence tecnica per abbreviare i tempi di erogazione ed effettuando le fasi di verifica tecnica solo in un momento successivo.

In questo modo si potrebbero ottenere dei tempi di delibera migliori anche alla luce del fatto che fra il gran numero di operazioni proposte alle banche, ci sono molti progetti incompleti

che deficitano di documenti fondamentali come ad esempio la DIA, e questo rallenta molto le procedure di approvazione di quei progetti che invece meritano attenzione.

Il prezzo può diventare un fattore competitivo se il cliente è un industriale con ricorso, ovvero per quei clienti industriali che hanno altre attività oltre il fotovoltaico e quindi altri flussi su cui rivalersi in caso di “fallimento” del progetto; se invece si dovesse finanziare una SPV, si dovrebbe svolgere un grande lavoro di analisi sul BP del progetto dato che i flussi della SPV sarebbero l’unica garanzia. Il prezzo in generale può essere abbassato se si riduce la leva o se aumenta il dfcr ma attualmente, visti i costi di provvigione delle banche e la complessità delle operazioni, è quasi impossibile. In realtà per le operazioni principali, quelle più importanti in termini di capitale messo in gioco, vengono create delle collaborazioni fra banche utilizzando advisor specializzati in consulenza sul business plan come Kpmg, price water house, che creano il modello e rispondono loro della bontà dello stesso. Questo perché solitamente si preferisce avere un soggetto esterno imparziale a valutare il progetto..

4.2.3.1.1 Le fasi del PF

1. Si parte con la verifica dell’autorizzazione unica(non DIA) che deve essere il più completa possibile e sufficiente per far partire la due diligence tecnica;
2. Si analizza il bp assicurandosi che dimostri chiaramente la mancanza di criticità cioè con un dfcr almeno di 105-110 (analisi preliminare);
3. Analisi dello sponsor: se è attivo nel settore, se è competente o meno e taglia dell’impianto; se no è competente(quindi non c’è l’opportunità di future operazioni) o la taglia dell’impianto non è sufficientemente grande, difficilmente troverà banche disposte ad offrire una struttura dedicata che segua la fase di due diligence, di stipula dei contratti e quant’altro per poi non avere un ritorno paragonabile a quello che si potrebbe avere dedicando lo stesso tempo e le stesse risorse a progetti più strutturati dato che il lavoro necessario per un progetto da 1 MW o da 10MW è lo stesso;
4. Si va a vedere chi è il produttore dei moduli (si verifica ce abbia un track record) e se altri istituti hanno già finanziato altri impianti nei quali sono stati adoperati quei moduli per capire se i moduli possono avere delle buone performances nel tempo e non abbiano decadimenti troppo elevati (che non abbia un decadimento superiore allo 0,5% annuo) tramite degli advisor tecnici;
5. Si verifica che i CAPEX non siano eccessivamente elevati: in funzione degli euro al megawatt previsti dall’impianto da finanziare, la banca decide che percentuale del costo

erogare. Ad esempio se il progetto richiede un costo di 4 milioni/MW, la banca ne può finanziare allocando 3 milioni/MW, se il progetto ne richiedesse 6, la banca allocherebbe il 50% e non più il 75%;

6. Si presenta al cliente una sintesi della struttura del finanziamento (time-sheet) e, se viene accettata, si procede con le due diligence;
7. Si da in carico il time-sheet agli advisor legali, tecnici ed assicurativi (spesso questi ultimi due coincidono) e si fornisce loro uno scope of work della due diligence che devono fare, praticamente un summary di tutti gli aspetti che dovranno essere analizzati. Spesso queste due diligence non sono quelle definitive;
8. Appena si riceve una versione preliminare di entrambe le due diligence si va in delibera dove si propone agli organi deliberanti la struttura del time-sheet e si fa una descrizione dell'operazione sulla base delle due diligence. L'approvazione arriverà solamente se si è sicuri che poi verranno svolte le ultime fasi previste per la due diligence;
9. Si redigono le due diligence definitive (si svolge l'ultima parte delle attività di controllo previste. Se sono positive si può procedere con il finanziamento della SPV creata ad hoc per il progetto.

Le garanzie richieste, oltre alla due diligence, comprendono necessariamente tutte le garanzie standard:

- Ipoteca sui terreni
- Ipoteca sui diritti di superficie quando i terreni non di proprietà del beneficiario
- Privilegio speciale sugli impianti (proprietà)
- Pegno sui conti correnti di progetto
- Obbligo a canalizzare tutti i flussi di progetto sul conto corrente a pegno in modo da poter avere il controllo assoluto sulla cassa
- Impegno a cedere il contributo GSE alla banca e canalizzare i relativi flussi
- Impegno a cedere e a canalizzare i flussi della vendita dell'energia

4.3 LE BANCHE ED IL CPV: i fattori critici

Il fotovoltaico a concentrazione ad ora è una tecnologia ritenuta ancora "acerba", soprattutto dalle banche per quanto concerne l'erogazione dei finanziamenti. Sulla carta promettono drastici aumenti di produttività energetica (a parità di spazio occupato) e minori costi del chilowattora. Tutto questo però è subordinato ad una condizione: la loro meccanica di

inseguimento solare deve essere perfetta e deve durare vent'anni, ed è per questo che i tedeschi della Concentrix (finora la startup di punta europea nel settore) hanno un'ossessione maniacale per la meccanica di inseguimento. La barriera all'entrata perciò sarà semplicemente dimostrare che la tecnologia, così innovativa, possa mantenere standard qualitativamente alti nel tempo. Mentre la tecnologia fotovoltaica tradizionale lo ha già dimostrato, dato che è in essere da diverso tempo, la concentrazione costituisce ancora un punto di domanda. Si può dimostrare tramite dei test che le caratteristiche per mantenere la qualità ci sono, però per sapere se effettivamente sarà così si può solo far passare gli anni. In realtà questo problema c'è anche per i sistemi tradizionali dato che utilizzano materiali e tecnologie totalmente differenti rispetto ai primi anni in cui veniva prodotto. Quindi si ha la ragionevole certezza della durata delle performances. Il problema è che il cliente, non valutando tutto ciò, considera la tecnologia tradizionale come sicuramente performante nel tempo, sbagliando. La garanzia è di 20-25 anni e si presume che le performances si mantengano accettabili per questo arco di tempo. Questa "ragionevole certezza" secondo Cpower potrebbe causare una diffidenza nei confronti di questi sistemi così innovativi non tanto a livello di mercato dato che c'è un grande interesse attorno al solare a concentrazione, ma dal punto di vista finanziario (lo stesso problema che trovò la tecnologia degli inseguitori solari quando inizio ad essere sviluppata o del film sottile). Le banche non sono informate proprio perché gli mancano gli strumenti corretti per poter valutare in modo esatto la concentrazione, e chi non sa ha paura e difficilmente presterà del denaro alle start up come Cpower. Dato che i più grandi impianti solitamente non si finanziano principalmente con equity bensì con capitale di debito, diventa veramente difficile poter far partire lo sviluppo concreto di questa nuova tecnologia. Per questo motivo è fondamentale informare il più possibile le banche e dare tutta la documentazione necessaria alle società che si occupano di fare delle due diligence per le banche in modo tale non da convincere le banche, ma di fornirgli gli strumenti necessari per fare delle corrette valutazioni. Neppure le società di private equity forniscono fondi per queste tecnologie perché chiedono dei ritorni troppo elevati che la concentrazione non può assicurare (IRR del 50-60%). I fattori principali da considerare sono i seguenti nel momento in cui si richiede il finanziamento:

1. La qualità del progetto. Non esiste una definizione precisa della qualità di un progetto. La valutazione che viene fatta tiene conto di molti fattori che possono fare la differenza in termini di produzione di energia elettrica a parità di investimento e durata efficiente dell'impianto. E' su questi punti che si evidenzia la cultura fotovoltaica del proponente e del "costruttore progettista".

La disposizione delle stringhe e la loro dimensione sul campo (layout) va sempre ottimizzata in funzione di numerosi parametri: possibilità di ombreggiamenti, riduzione dei percorsi e del numero di cavi, facilità di accesso ai moduli ed agli altri elementi del sistema, scelta della tensione di lavoro del campo, sistema di monitoraggio, sistema antifurto. Nell'insieme si richiede al progettista di tener conto di tutti gli elementi fondamentali e distintivi di un impianto ben progettato;

2. Il costruttore dell'impianto: l'EPC contractor. Per gli impianti di dimensione superiore al MW (di fatto tutti quelli che interessano gli investitori professionali) sono pochi i costruttori "chiavi in mano" (EPC contractors) che rispondono ai requisiti oggi richiesti dalle maggiori banche. I prescelti devono rispondere ai seguenti requisiti fondamentali: essere "credibili" da un punto di vista economico finanziario (tutti i numeri del bilancio positivi); aver realizzato impianti fotovoltaici di taglie simili a quelle per le quali si propongono; avere, al proprio interno, professionalità riconosciute dal mercato; essere in grado di sottoscrivere impegni e garanzie che, in casi negativi, potrebbero anche diventare molto onerose;
3. Le garanzie prestazionali. E' evidente che gli investimenti negli impianti fotovoltaici sono considerati molto interessanti a condizione che l'impianto sia in grado di produrre energia elettrica per 25/30 anni. I grandi impianti che hanno dato prova di funzionare per un periodo di tempo così lungo non ci sono. Grandi impianti nel mondo sono in aumento ma non hanno ancora avuto una vita di neppure 10 anni.

Nelle garanzie richieste ai costruttori di impianti si richiede un valore di un parametro "universale" il Performance Ratio (PR) che nelle definizioni internazionali è definito come: "l'effetto complessivo delle perdite sulla potenza nominale di uscita della schiera dei moduli, dovute alla temperatura della schiera di moduli, allo sfruttamento incompleto della radiazione e alle inefficienze o guasti dei componenti del sistema".

Il PR rappresenta un parametro indicativo della qualità dell'impianto stesso, il suo valore tiene conto di tutte le perdite che si verificano nelle varie fasi della conversione e trasformazione dell'energia a partire dall'energia solare incidente sulla superficie dei moduli fino all'energia elettrica in uscita dal sistema. Il PR non è un parametro teorico, ma un indicatore che rappresenta il risultato di un impianto reale che ha richiesto capacità progettuali, realizzative, componentistica selezionata e un corretto montaggio. Un PR "alto" significa che tutte le componenti indicate sono state assemblate in modo ottimale e la "qualità" dell'impianto è buona. Un PR alto può quindi significare, in un dato contesto economico finanziario, un ottimo investimento. Il parametro PR viene spesso utilizzato

nelle garanzie inerenti la producibilità garantita e attesa di un impianto fotovoltaico all'interno dei contratti EPC e per tale motivo il suo significato deve essere chiaro. E' bancabile un impianto con un PR garantito nel tempo e "certificato" da tecnici indipendenti.

In ogni caso è fondamentale pensare che da agosto 2010 sono stati previsti in Italia degli incentivi anche per il fotovoltaico a concentrazione. Questa potrebbe essere molto probabilmente una svolta per la tecnologia dato che l'incentivo, come nel caso del fotovoltaico tradizionale, sarebbe una garanzia molto forte (anche se comunque subordinata all'efficienza dell'impianto e alla produzione effettiva di energia). L'incentivo ha le seguenti caratteristiche: per gli impianti fotovoltaici a concentrazione possono beneficiare delle tariffe incentivanti le persone giuridiche e i soggetti pubblici: sono quindi esplicitamente esclusi le persone fisiche e i condomini. Possono accedere all'incentivazione prevista dal Decreto gli impianti fotovoltaici a concentrazione entrati in esercizio a partire dal 25 agosto 2010.

Carlo Privato di ENEA ritiene che il sistema bancario italiano avrà serie difficoltà a dare credito ad investimenti per realizzare sistemi basati su questa nuova tecnologia. Saranno richieste coperture assicurative molto alte. Al momento, comunque, non ci sono dati, ma la bancabilità dei progetti passa attraverso la realizzazione di dimostratori significativi che al momento non si vedono.

Negli USA molti analisti ritengono che la tecnologia possa portare a forti riduzioni del costo del kWh prodotto e quindi ci sono molte utilities e compagnie di "venture capital" pronte ad investire nel settore.

L'unica azienda che ha fatto indagini per realizzare impianti significativi (centinaia di kW) è stata l'ACEA ma senza un seguito, almeno fino ad oggi.

4.3.1 La bancabilità dei grandi progetti

In Italia sono ancora pochi i maxi-impianti: del gran numero di impianti installati, solo una piccola parte è costituita da impianti di "circa" 1 MWp e ben pochi di potenza maggiore. Diversamente dai piccoli impianti, il finanziamento dei grandi impianti viene spesso concesso con le modalità del "project financing", un meccanismo molto più complesso del "mutuo" e che di fatto trasferisce una parte del rischio a carico del sistema finanziario.

Tra i tanti che sono entrati nel settore delle grandi centrali, ben pochi erano coscienti delle richieste del sistema bancario per concedere finanziamenti che possono raggiungere anche le decine di milioni di euro. Esiste cioè un problema di bancabilità dell'intero insieme legato al progetto. Vanno considerate la Bancabilità del proponente, bancabilità del progetto, bancabilità del contratto "chiavi in mano" (EPC contract), bancabilità della tecnologia scelta per realizzare l'impianto: è evidente che per soddisfare i requisiti necessari alle delibere di finanziamento si deve procedere a valutazioni indipendenti che, alla fine, permettono all'ente finanziatore di capire quale sia la probabilità di recuperare il credito con i dovuti interessi.

4.4 I casi aziendali

4.4.1 Il caso BCC di Treviglio

4.4.1.1 Quadro generale

La BCC di Treviglio è una banca nata nel 1893 e fin dai primi anni di attività l'attenzione per le tematiche ambientali è stata continua; questo perché la BCC non nasce con la logica di profitto, ma con quella di banca rurale con uno stretto legame con quello che è lo sviluppo del territorio. La vera mission è collaborare ad uno sviluppo sostenibile nel territorio in cui la banca opera.

Nel 2005 si è concretizzata questa etica ambientale tramite la creazione di prodotti specifici dedicati alle energie rinnovabili: i primi prodotti riguardavano la sostituzione delle caldaie mentre nel 2006, con il primo conto energia, è stata realizzata una linea di prodotti dedicati all'energia da fonti rinnovabili (fotovoltaico, solare termico, biomasse). Nel 2007, quelle che erano solamente delle linee di finanziamento, sono state trasformate in un vero e proprio progetto chiamato "risorse ambiente" caratterizzato dall'organizzazione di convegni, dalla diffusione di materiale informativo sulle varie agevolazioni oltre che dalla creazione di una newsletter dedicata.

4.4.1.2 BCC di Treviglio ed il mercato del fotovoltaico

L'ufficio dedicato al fotovoltaico è nato nel 2007 da un ufficio preesistente all'interno del quale operavano già 4 persone; di queste 4 solo due si sono focalizzate nell'ambito fotovoltaico un agronomo ed un ingegnere ambientale.

I clienti tipo di questi nuovi prodotti erano e sono ancora privati e piccole imprese anche perché trattandosi di una cooperativa, può finanziare solamente impianti legati al territorio di pertinenza (Provincia di Bergamo, una parte della provincia di Cremona e di Milano ed un comune in provincia di Lecco). I canali utilizzati per raggiungerli sono abbastanza vari: sono circa 8 gli eventi organizzati ogni anno nei quali si trattano temi relativi allo sviluppo sostenibile (più della metà relativi al fotovoltaico). C'è poi una newsletter mandata mensilmente che aggiorna sulle novità relative agli incentivi oltre che le informazioni relative alle novità in generale sul fotovoltaico. Infine vengono utilizzati i monitor interni alle banche e gli sportelli bancomat per proiettare le informazioni più interessate inerenti questo argomento. Anche le fiere di settore sono spesso un mezzo utilizzato per raggiungere in modo capillare i clienti.

Trattandosi soprattutto di clienti retail, i prodotti principali offerti sono mutui ipotecari piuttosto che chirografari, quindi la banca non si interfaccia a degli EPC contractor che possono fare da tramite da banca e cliente; il rapporto è direttamente con l'utilizzatore dell'impianto. L'EPC si limita a mettere in contatto in maniera informale colui al quale sta installando l'impianto con la banca che possiede finanziamenti adatti. Solo in un caso la banca ha collaborato con un EPC che ha realizzato una trentina di interventi sul territorio di competenza.

Il range di potenza degli impianti finanziati va dai 2-3kw dell'impianto residenziale al Megawatt di un impianto industriale mentre finanziamenti vanno dai 20.000 euro ai 4-6 milioni; nel primo caso vengono deliberati nell'arco di 10 giorni, per progetti più complessi invece si va dalle 2 alle 3 settimane per l'approvazione del finanziamento, dopodiché l'erogazione dipende dagli accordi presi: può essere al 100% del valore del progetto con erogazione per intero all'inizio del progetto oppure un'erogazione fatta a step, man mano che avanzano i lavori (formula conveniente sia per la banca che può seguire l'avanzamento dei lavori, ma anche per il cliente che si ritroverebbe a pagare un quantitativo inferiore di interessi). La percentuale di erogazione dipende dalla taglia dell'impianto: più l'impianto è grande, più si chiede una partecipazione da parte del cliente in modo tale da avere una sorta di

garanzia di serietà. Dei 50 milioni raggiunti dal 2007 dal progetto “risorse ambiente”, circa 40 sono relativi al fotovoltaico. Analizzando l’andamento delle erogazioni, si può notare come quasi il 10% dei mutui erogati sono relativi alle rinnovabili (3,3% 2008, 3,5% 2009, 9,7% 2010); questo boom è dovuto soprattutto alla decisione di tagliare gli incentivi per il fotovoltaico.

4.4.1.3 Le dinamiche competitive

Parlando di competizione, la banca operando su territori di competenza, ed avendo degli importi finanziabili massimi di 4 milioni per persone singole e di 6 milioni per gruppi, la banca preferisce collaborare o con altre BCC che operano sullo stesso territorio o con Iccrea, vale a dire la banca che fa capo alla BCC di Treviglio che interviene appunto per interventi di importi superiori a quelli menzionati in precedenza. In ogni caso la competizione è presente soprattutto quando si parla di impianti di grossa taglia dove si possono dare al cliente delle condizioni migliori rispetto ad altri istituti di credito; nel caso in cui i prodotti trattati sono mutui, le condizioni offerte ai clienti sono pressoché simili fra tutti coloro che prevedono un pacchetto per le rinnovabili, perciò non si crea un contesto competitivo anche perché comunque la domanda è sufficientemente alta.

Le garanzie richieste ai clienti non sono un fattore di differenziazione dell’offerta, queste sono infatti pressoché standard e variano semplicemente tra privati e le piccole imprese: ai primi si richiede un impegno a far arrivare il contributo sul conto corrente senza una vera e propria formale cessione di credito oltre che dei business plan semplificati caricati a livello di internet aziendale accessibili a chi vuole richiedere il finanziamento con cui può confrontarsi e prendere esempio. Ai secondi invece si richiede la cessione del credito prevista dal GSE oltre che il business plan e l’ipoteca. Questo perché gli interventi superiori a 100.000 euro vengono analizzati da un punto di vista tecnico durante il processo di istruttoria: l’ufficio interno alla BCC analizza i parametri tecnici dell’impianto e fa una nuova simulazione del business plan per accertarsi che l’impianto possa effettivamente produrre quanto pronosticato e possa così aver accesso al conto energia.

Passando all’ambito del leasing, banca etica non è particolarmente radicata in questo business e quindi non si inserisce nella competizione tra i grandi players del leasing. Questa soluzione di finanziamento viene offerta appoggiandosi ad una società esterna di nome Agrileasing che richiede un equity tra il 15 ed il 20%. Attualmente trattano leasing di tipo finanziario ma è in

previsione l'espansione delle soluzioni offerte. Da un anno è stata creata una struttura ad hoc che lavora sul leasing in costruendo: creazione di imprese temporanee con chi realizza l'impianto per fare una proposta unica nell'ambito del pubblico.

Finora sono stati realizzati 304 impianti a poli/mono/amorfo ed uno a tellururo di cadmio per un totale di 7,8 MW. Solo un paio di casi ci sono stati problemi di finanziamento dato che il cliente ha gestito in modo non corretto la disponibilità finanziaria concessa. Negli altri casi le caratteristiche sulla carta sono state mantenute anche in termini di previsione di produzione di energia (produttività). Gli unici problemi sono stati dei ritardi sulla consegna dei materiali dovuti al boom di richieste, soprattutto per impianti di grossa taglia.

Le previsioni future sull'andamento dei finanziamenti indicano che ci sarà un trend positivo anche se non con le cifre fatte registrare in quest'ultimo anno. Il prezzo dei pannelli, dato l'aumento di richiesta, è aumentato invece di diminuire in quest'ultimo anno ma con i tagli degli incentivi anche i pannelli cominceranno a diminuire di prezzo.

4.4.2 Il caso Unicredit

4.4.2.1 Quadro generale

Unicredit è una banca che da sempre è interessata alle tematiche ambientali e di sostenibilità ma che ha creato delle strutture dedicate solo negli ultimi tre anni dato che grazie al nuovo conto energia si è creato un mercato e sono arrivati grossi investimenti nel settore. Da metà 2008 il mercato ha cominciato a decollare, nel 2009 c'è stato il pieno boom ed infine il 2010 la crescita è continuata in modo sostenuto.

La motivazione principale per cui Unicredit ha dedicato ampio spazio alle energie rinnovabili è il profilo di rischio di questo tipo di investimenti, particolarmente conveniente rispetto ad altre tecnologie o ad altri settori: permette di fare investimenti nel medio-lungo termine con un certezza quasi assoluta sui flussi derivanti dall'investimento dato il quadro normativo che assicura ritorni certi per i 20 anni successivi alla messa in funzione dell'impianto. Tutto questo viene amplificato anche dal fatto che nel settore fotovoltaico non c'è un rischio legato all'approvvigionamento di materie prime riguardo la fluttuazione dei prezzi soprattutto; ad esempio si preferisce investire nel fotovoltaico a 15-18 anni piuttosto che nel biogas che ha rese molto superiori sostenibile con durate massime di 5 anni.

4.4.2.2 Unicredit ed il fotovoltaico

Nel momento in cui Unicredit si è inserita nel business del fotovoltaico, la struttura organizzativa non è stata per niente rivoluzionata: c'è stato un ricollocamento di risorse già presenti all'interno della struttura organizzativa che operavano in aree simili (PF per centrali idroelettriche). Infatti le diverse possibilità di finanziamento per il fotovoltaico, vale a dire PF, leasing e mutui/prestiti, sono trattati da società diverse interne ad Unicredit, società che si occupano nello specifico di una tipologia in particolare di finanziamento (Unicredit corporate, Unicredit leasing, Unicredit retail).

I clienti, grazie soprattutto a questa suddivisione della società per tipologia di finanziamento, vengono raggiunti in modo efficiente ed efficace per mezzo di una fitta rete di filiali Unicredit sparse su tutto il territorio italiano: gli imprenditori vengono a contatto con i gestore della relazione in filiale dopodiché viene sottoposto il caso alle unità centrali che si occupano delle operazioni più complesse e strutturate. La tipologia di clienti che si rivolgono alla banca è abbastanza vario: si va dal gruppo persone che si riuniscono e fanno una piccola NEWCO per realizzare un megawatt con un investimento di almeno 500.000 in equity, a fondi internazionali che fanno investimenti di tipo finanziario nel settore senza curare la gestione, a general contractor che poi mantengono la proprietà dei campi fotovoltaici, a produttori di moduli fotovoltaici che pur di far volumi realizzano centrali in proprio.

I clienti più attivi nel settore sono certamente gli EPC contractor di cui Unicredit non crea una lista degli EPC "di livello", neppure per quanto riguarda i produttori di moduli. Per decidere se bancare o meno un progetto, Unicredit si basa sulle due diligence fatte da società di advising esterne di fiducia a cui Unicredit si appoggia (Protos, Eos). Queste società permettono di comprendere se il general contractor è adeguato, cioè se i moduli che realizza sono adeguati come capacità tecnica, dopodiché la banca analizza il merito creditizio del cliente tramite le procedure standard utilizzate con ogni azienda che richiede un finanziamento. I principali gruppi clienti della banca sono Juvi ed altri 4/5 player che fatturano milioni e realizzano molti megawatt.

Per quanto riguarda i fondi di investimento, Unicredit lavora con fondi di provenienza prevalentemente tedesca che vengono ad investire in Italia e costituiscono circa il 50% dei clienti totali (fondi + industriali).

4.4.2.3 Le dinamiche competitive

I competitors principali sono quasi tutti i players medio bassi ma principalmente sono MPS, INTESA e Spar cas. La competizione non è molto forte dato che da un punto di vista della struttura del finanziamento le banche citate sono pressoché allineate: le operazioni standard hanno una leva di circa l'80% finanziando tutti i costi di progetto con una durata di 15 anni con un 2,5% di commissione ed organizzazione del progetto ed un ulteriore 2,5-2,75% di spread. Per riuscire ad accaparrarsi un'operazione ci si può spingere fino all'85% con una durata di 18 anni per clienti particolarmente interessanti. Altri fattori su cui si può cercare di eccellere possono essere ad esempio la presenza di processi deliberativi più snelli e meno strutturati, processi nei quali non viene inserita la parte di due diligence tecnica per abbreviare i tempi di erogazione e si effettuano le fasi di verifica tecnica solo in un momento successivo. Il project financing richiederebbe delle analisi molto dettagliate, ma spesso i piccoli istituti trattano questa tipologia di investimenti come se fossero investimenti industriali e li finanziano come se fossero un impianto qualsiasi.

4.4.2.4 Il Project financing

Il PF viene utilizzato in situazioni che prevedono l'installazione di impianti da almeno 10 milioni di euro (circa 5MW), al di sotto di questa soglia si preferisce usare il leasing dato che ha strutture di finanziamento più snelle e non è necessario dedicare una risorsa a seguire l'avanzamento del progetto.

In ogni caso viene richiesto un business plan a chi richiede un finanziamento di questo tipo: questo Bp sarà controllato dalla banca e revisionato in alcuni casi anche dalla società che si occupa della due diligence. In alcuni casi è la stessa società a produrre il business plan. Per operazioni in pull di due o più banche si utilizzano advisor specializzati in consulenza sul business plan come Kpmg, price water house, che creano il modello e rispondono loro della bontà dello stesso. Questo perché si preferisce avere un soggetto esterno imparziale a valutare il progetto. Per finanziamenti bilaterali Unicredit ha dei modelli di Bp interni che vengono utilizzati per controllare e revisionare i Bp forniti dai clienti.

Per quanto riguarda le previsioni future per il mercato fotovoltaico, queste sono molto positive nonostante i tagli approvati al conto energia: si prevede un'ulteriore accelerazione del mercato nel medio termine. Infatti per il 2011 si prevede un calo degli incentivi del 6% nel

primo semestre e di un ulteriore 6% nel secondo semestre a cui si sommeranno altri 6 punti percentuali nel 2012 e sei ne 2013. Il trend di riduzione dei prezzi dei moduli e degli altri componenti però è più rapido di quello con cui si stanno riducendo gli incentivi, quindi l'IRR dei progetti rimane pressoché invariato.

Le modalità con cui viene rilasciato il finanziamento sono molteplici e dipendono dal tipo di sponsor e di progetto: solitamente si rilascia il 30% dell'importo; dopodiché l'advisor tecnico si assicura che i lavori siano stati svolti in modo corretto e si può così procedere con la seconda tranche di finanziamento (altro 30%) fino ad arrivare al completamento delle opere. In genere si lascia un 10-15% del saldo che verrà pagato successivamente a certificato di collaudo preliminare. Ci sono poi altri due collaudi, uno intermedio a 12 mesi ed uno definitivo a 24 mesi e durante questo periodo si richiedono al general contractor di rilasciare delle garanzie nei confronti della beneficiaria del finanziamento, garanzie che devono essere lasciate per conto del general contractor da una banca preferibilmente (in alcuni casi si utilizzano istituti assicurativi)

Il PF ha richieste sempre maggiori di richieste con un aumento superiore al 100% delle richieste (come taglia media dell'impianto). Si prevede che con il nuovo conto energia che offre un quadro definito per i prossimi 3 anni, molti player possano creare piani industriali robusti.

4.4.2.5 Il Leasing

Unicredit Leasing è il primo vero network internazionale di leasing frutto della combinazione dell'"expertise" locale delle varie società presenti in Europa. Grazie al Know-how internazionale e alla condivisione delle best practice all'interno di una rete europea di ampia portata, composta da oltre 2900 dipendenti operativi in 17 paesi, ed a un Competence Center europeo per le energie rinnovabili con sedi a Vienna e a Milano, si è affermata come la banca italiana più affermata in questo ambito. All'interno del progetto energie rinnovabili, Unicredit Leasing affianca a Specialisti di prodotto nella maggior parte delle realtà europee, Team di specialisti di prodotto per le energie rinnovabili in Italia. L'offerta Energy Leasing consente di finanziare impianti fotovoltaici, eolici e idroelettrici di ultima generazione ed interviene in progetti compresi tra i 100.000 euro ed i 10 milioni di euro ed ha fatto registrare circa 200 milioni di introiti nel corso del 2010. UniCredit

Unicredit nel finanziamento di un progetto tramite leasing solitamente utilizza il leasing tradizionale fatta eccezione per i casi in cui si richiedono finanziamenti molto elevati, dell'ordine dei 2 milioni. In questi casi si preferisce utilizzare una modalità che si avvicina al project financing ma più snella e rapida. UniCredit Leasing garantisce inoltre un supporto costante attraverso le valutazioni di sostenibilità economico-finanziaria dell'iniziativa e la determinazione di soluzioni contrattuali ad hoc, che consentono di adattare l'offerta ai nuovi scenari che si delineano in corso d'opera.

4.4.2.6 I Mutui

Per quanto riguarda la parte mutui vengono offerti mutui di tipo ipotecario e chirografario:

- **Mutuo ipotecario:** è un mutuo particolarmente flessibile oltre che personalizzabile, e può essere acceso con queste condizioni:
 - a. A partire da 10.000 euro a tasso fisso, variabile;
 - b. Da 2 a 15 anni con rimborso mensile, trimestrale o semestrale
 - c. È obbligatoria l'assicurazione contro rischi, colpa grave, eventi atmosferici e socio politici .
- **Mutuo chirografario:** solitamente è destinato a tutte le attività commerciali, anche per la costruzione o ristrutturazione di immobili e prevede:
 - a. Importo minimo di 10.000 euro a tasso fisso o variabile;
 - b. Durata da 2 a 15 anni con rimborso mensile, trimestrale o semestrale.

Nome	Tipologia	Importo	Durata max in anni	Tasso
CrediExpress energia	Privati	Da 2.000€ a 100.000€	Da 3 a 10 anni	Fisso
Prestito ipotecario	Privati	Da 10.000€	Da 2 a 15 anni	Fiso o Variabile
	Imprese	Da 100.000€	Da 3 a 15 anni	Euribor 3/6 mesi + 2,8%
Prestito chirografario	Privati	Da 10.000€ a 70.000€	Da 5 a 10 anni	Fisso (TAEG 6,067%) o variabile (TAEG 3,66%, Euribor 3 mesi + 2,5%)
	Imprese	Da 100.000€	Da 2 a 10 anni	Euribor 3/6 mesi + 4%

Tabella 4.2: caratteristiche dei prestiti Unicredit in ambito fotovoltaico

Per poter valutare la richiesta di finanziamento Unicredit richiede i seguenti documenti:

- Il progetto preliminare dell'impianto fotovoltaico con la scheda tecnica;
- Il preventivo di spesa relativo ai costi da sostenere per la realizzazione dell'impianto;
- L'elenco dei vincoli e delle autorizzazioni del fabbricato interessato alla costruzione;
- La documentazione che provi la data di inizio lavori (D.I.A.).

4.4.3 Il caso MPS

4.4.3.1 Quadro generale

MPS ha sempre avuto un forte interesse nelle energie rinnovabili e più in generale sulle tematiche ambientali. Ma come tutti gli istituti di credito solo negli ultimi anni ha dedicato dei prodotti specifici per poter venire in contro a chi volesse realizzare un impianto. La forte attenzione al settore delle utilities e delle energie rinnovabili ha portato poi MPS, con l'inserimento di incentivi statali, a sviluppare delle attività dedicate anche alle grandi operazioni. Si è partiti perciò nell'ambito retail per poi svilupparsi con delle soluzioni di leasing e soprattutto di project financing. Come per Unicredit anche in MPS ci sono delle società autonome dedicate ai vari tipi di finanziamento, che curano cioè nello specifico i rapporti retail, i leasing ed i project financing.

Data la presenza di lunga data della banca nel settore rinnovabili, MPS è riuscita a costruirsi una clientela molto importante in ambito retail; poi negli ultimi anni, con lo sviluppo di strutture apposite, ha ampliato la sua clientela inserendo nel portafoglio clienti industriali (di dimensioni importanti).

4.4.3.2 MPS ed il fotovoltaico

A dimostrazione del forte coinvolgimento nel pf fotovoltaico, MPS ha dedicato un team di 15 persone all'ufficio project di cui 10 dedicate esclusivamente alle energie rinnovabili (50% eolico, 50% fotovoltaico) in campo operativo; a queste vanno aggiunte poi tutte le risorse che operano in campo execution o commerciale. A seguito dell'entrata nel fotovoltaico l'ufficio project, nato nel 2003 con 5 persone, ha triplicato il numero di risorse; inoltre è stato creato un ufficio agency (5-6 persone) che gestisse il portafoglio arrivato ormai a circa un miliardo

di euro. A livello operativo si stima che le risorse sono più che quintuplicate acquisendo risorse specializzate quindi con esperienza maturata in altri istituti di credito o esperienze didattiche a livello ingegneristico. I ricavi sono stati mediamente di 300 milioni nel corso del 2010, anno principale come dimensioni, ma comunque anche nel corso nel 2009 i ricavi sono stati molto vicini a questa cifra.

La clientela come detto in precedenza è soprattutto di tipo residenziale e industriale, ma comprende ovviamente anche degli EPC contractor. MPS ha una lista degli EPC di livello (per le operazioni di project prevalentemente) che comprende gli EPC più attivi nel settore e che quindi hanno un track record di un certo rilievo. In ogni caso vengono utilizzati degli advisor esterni che vanno a studiare le caratteristiche finanziarie oltre che tecniche dell'EPC dato che quest'ultimo deve favorire l'affidabilità del beneficiario del prestito oltre che realizzare l'impianto su cui poi si otterrà l'incentivo. Fra i clienti ci sono poi i fondi di investimenti, soprattutto esteri, con cui c'è una procedura particolare da rispettare: la policy di MPS è di privilegiare fondi con una filosofia operativa stabile, che siano specializzati in un certo settore e non di operare con players occasionali o speculatori. Questa filosofia vale con qualsiasi tipo di cliente: i rapporti che la banca vuole instaurare sono di tipo duraturo, e preferibilmente con enti che operano sul mercato delle rinnovabili e che in questo business abbiano la loro attività principale. Si parla circa di un 80-20/70-30 % in percentuale tra industriale e fondi.

4.4.3.3 Le dinamiche competitive

I principali competitori di MPS sono le principali banche commerciali italiane (intesa, unicredito) e meno le banche con dimensioni minori sul mercato retail; sul leasing c'è una forte concorrenza delle banche specializzate in questo tipo di attività, in parte qualche banca estera e soprattutto le società di leasing di intesa ed UniCredit che hanno una forte propensione nel business del leasing; infine nel project financing gli operatori domestici più portanti sono sicuramente banca eni e bis, ovvero i due operatori che lavorano per il gruppo intesa nelle energie rinnovabili, UniCredit corporate, UBI (che compete sui grandi progetti ma opera prevalentemente sui progetti di fascia media 1MW con il leasing) e si sta affacciando ora il gruppo popolare Emilia con Melior banca. C'è qualche banca estera che si inserisce di tanto in tanto come ad esempio Deutsche Bank (solitamente però con clienti tedeschi) e Barclays.

In seguito al taglio degli incentivi sarà ancora più importante l'IRR del progetto per essere valutato; ci si aspetta una riduzione dei costi di approvvigionamento che sarà più che sufficiente ad ovviare il calo degli incentivi. La convenienza del fotovoltaico rimarrà, con leve probabilmente più contenute.

Le soglie per cui un progetto sarà in PF o in leasing sono: >15 milioni pf con un 70% finanziato mediamente varia con il dfcr del progetto (25-35%); il leasing 5-15 milioni.

Per quanto riguarda l'area finanziamenti il prodotto offerto da MPS si chiama "Welcome Energy" ed è dedicato alle imprese. Questo finanziamento è stato creato per supportare la realizzazione di impianti fotovoltaici con potenza non inferiore a 1 kW; può coprire fino al 100% della spesa, di norma non superiore a 5.000.000 euro; può essere rimborsato con rate semestrali posticipate, per un periodo massimo di 18 anni, compreso un possibile periodo di utilizzo di 24 mesi durante il quale l'azienda mutuataria corrisponderà rate semestrali di soli interessi calcolati sugli effettivi utilizzi.

Il finanziamento è di norma chirografario, con cessione obbligatoria del credito derivante dagli incentivi erogati dal GSE; potrà comunque essere offerta qualsiasi tipo di garanzia reale e/o personale ritenuta idonea per il presidio del rischio.

Al finanziamento è inoltre abbinata la Polizza ECOENERGY di AXA MPS, che garantisce l'indennizzo dei danni materiali e diretti causati all'impianto fotovoltaico da un qualunque evento accidentale non espressamente escluso.

4.4.4 Il Caso Banca ETICA

4.4.4.1 Il quadro generale

Banca Etica ispira tutta la sua attività operativa e culturale ai principi della Finanza Etica. La Società si propone di gestire le risorse finanziarie di famiglie, donne, uomini, organizzazioni, società di ogni tipo ed enti, orientando i loro risparmi e disponibilità verso la realizzazione del bene comune della collettività. Attraverso gli strumenti dell'attività creditizia, la Società indirizza la raccolta ad attività socioeconomiche finalizzate all'utile sociale, ambientale e culturale, sostenendo in particolare, mediante le organizzazioni non profit, le attività di promozione umana, sociale ed economica delle fasce più deboli della popolazione e delle aree più svantaggiate. Inoltre sarà riservata particolare attenzione al sostegno delle iniziative di lavoro autonomo e/o imprenditoriale di donne e giovani anche attraverso interventi di

microcredito e microfinanza. Saranno comunque esclusi i rapporti finanziari con quelle attività economiche che, anche in modo indiretto, ostacolano lo sviluppo umano e contribuiscono a violare i diritti fondamentali della persona. La Società svolge una funzione educativa nei confronti del risparmiatore e del beneficiario del credito, responsabilizzando il primo a conoscere la destinazione e le modalità di impiego del suo denaro e stimolando il secondo a sviluppare con responsabilità progettuale la sua autonomia e capacità imprenditoriale.

L'approccio di Banca Etica al tema energetico che si riassume nei 3 "assi portanti" (riduzione dei consumi, tutela dell'ambiente, valore sociale) e trova applicazione nei prodotti finanziari e nelle modalità di incentivazione per il finanziamento di interventi di efficienza energetica e impianti a fonti rinnovabili.

4.4.4.2 I Mutui

Il prodotto finanziario offerto in ambito fotovoltaico è stato chiamato "Mutuo Fotovoltaico" 100 ed è un finanziamento chirografario per tutti i clienti, che necessitano di dilazionare nel tempo la spesa sostenuta per l'installazione di un impianto fotovoltaico, compresi i costi di progettazione, installazione, acquisto materiali, estensione garanzie, assicurazione ed IVA (se indetraibile).

Il richiedente dovrà:

1. Essere socio di Banca Etica, accettato da almeno 3 mesi e titolare di almeno 5 azioni;
2. Essere titolare di un conto corrente presso Banca Popolare Etica.

L'intervento di risparmio energetico deve avere un importo complessivo che soddisfa contemporaneamente le seguenti due condizioni:

- Importo compreso tra il 5% ed il 30% dell'importo complessivo del finanziamento;
- Importo compreso tra 2.000 € e 30.000 €.

La documentazione integrativa relativa all'intervento di risparmio energetico è rappresentata dalla fattura di acquisto dell'impianto. Tale fattura non dovrà avere data antecedente di oltre 6 mesi rispetto alla domanda di finanziamento e dovrà essere presentata contestualmente alla richiesta di finanziamento. Per le richieste relative ad impianti superiori a 20 kWp è necessario il parere positivo dell'Ufficio Progetti sul tipo di intervento di risparmio energetico.

Allo scopo di incentivare l'investimento in fonti energetiche rinnovabili, Banca Etica si rende disponibile, dell'ottica di offrire un servizio completo, a finanziare gli investimenti per la realizzazione di impianti fotovoltaici secondo le modalità indicate di seguito. Le ipotesi proposte sono state elaborate tenendo conto:

- delle caratteristiche tecniche degli impianti e del sito di installazione;
- dei flussi di entrata che sono ipotizzabili sulla base del risparmio sul consumo di energia (o della vendita della stessa);
- dei flussi di cassa generati dall'incasso degli incentivi previsti dai decreti ministeriali;
- dei possibili costi operativi (manutenzione ordinaria e straordinaria, assicurazioni).

Nome	Importo massimo	Forma tecnica	Copertura investimento	Durata max in anni
FOTOVOLTAICO 100	Fino a 6'500 €/kWp IVA Esclusa	Mutuo chirografario	Fino a 20 kWp: fino al 100% dell'importo dell'investimento Oltre 20 kWp: fino al 80% dell'importo dell'investimento	Fino a 10
				Da 10 a 15
				Da 15 a 20
CONTO enegerETICO	Fino a 6'500 €/kWp IVA esclusa	Apertura di credito in conto corrente	fino al 100% dell'importo dell'investimento	202

Tabella 4.3: caratteristiche dei mutui fotovoltaici offerti da banca Etica

Il tempo che può intercorrere tra la presentazione di tutta la documentazione necessaria alla delibera e la stipula del contratto è pari a novanta giorni.

E' fatta salva la facoltà da parte della banca di richiedere nuova documentazione a supporto della domanda nel caso in cui sia necessario l'approfondimento di circostanza o elementi forniti non sufficientemente chiari ovvero qualora esistano situazioni di difformità tra quanto dichiarato dal cliente in sede di domanda e lo stato di fatto o di diritto riscontrato. In questo caso il termine dei novanta giorni viene interrotto e riprende a decorrere dal momento in cui la Banca riceve l'ulteriore documentazione richiesta.

L'erogazione dell'importo sarà differente in funzione della potenza dell'impianto che si vuole realizzare:

- Impianto di potenza inferiore ai 6 kWp: erogazione del finanziamento alla presentazione di fattura di acconto pari ad almeno il 30% del valore del finanziamento. E' possibile un pre-ammortamento per una durata massima di 180 giorni;
- Impianto superiore ai 6 kWp: pre-finanziamento pari al massimo al 100% del valore del finanziamento all'ordine dell'impianto per una durata massima di 18 mesi; il tasso del pre-finanziamento verrà calcolato con le medesime modalità previste per l'operazione principale +1 punto percentuale. Erogazione del finanziamento e contestuale revoca dello scoperto di conto alla firma della convenzione con il GSE (Gestore dei Servizi Elettrici) e perfezionamento eventuali garanzie.

Le garanzie richieste sono la cessione/canalizzazione irrevocabile del contributo e dei flussi eventualmente derivanti dalla vendita di energia, la concessione di mandato a vendere sull'impianto a favore della banca ed infine un'iscrizione di privilegio speciale sui pannelli installati a favore della banca.

4.5 Outlook sul mercato dei finanziamenti

A differenza di ciò che si potrebbe pensare considerando il fatto che con il nuovo conto energia a partire dal marzo del 2011 gli incentivi cominceranno a decrescere del 6% circa per ogni quadrimestre del 2011 e di ulteriori sei punti percentuali annui nel corso del 2012 e del 2013, i principali istituti bancari italiani prevedono che il volume d'affari delle banche nel fotovoltaico continuerà ad essere consistente se non in crescita. Le motivazioni di queste previsioni rosee sono principalmente due:

1. Il calo dei prezzi dei moduli
2. La certezza di quali saranno le tariffe per i prossimi tre anni

Il primo, previsto a seguito delle nuove scoperte in campo tecnologico sulla costruzione di celle con materiali molto meno costosi del silicio ma che assicurano comunque rendimenti alti. Il calo dei prezzi dei pannelli dovrebbe più che compensare il calo degli incentivi. In questo modo il rendimento dei progetti resterà pressoché invariato e la convenienza del fotovoltaico rimarrà evidente. Il secondo invece permetterà alle aziende di poter pianificare i propri investimenti con un orizzonte temporale di tre anni con la certezza di quelli che saranno gli incentivi nei prossimi tre anni.

L'attenzione potrebbe spostarsi sul fotovoltaico a concentrazione che da come si può vedere nel nuovo conto energia, sarà la seconda tecnologia come livello di incentivazione. Il

problema attuale è la mancanza di un track record su cui potersi basare per fare delle previsioni attendibili sulle prestazioni del concentrazione, quindi ad ora i finanziamenti sono bloccati perché nessuna banca si vuole sobbarcare il rischio di un fallimento. Ma con tutta probabilità, di fronte ai dati nettamente migliori rispetto al fotovoltaico tradizionale e dopo la costruzione di qualche impianto pilota, ci sarà sicuramente un'impennata dei finanziamenti dedicati a questa tecnologia.

5. SVILUPPO DEL MERCATO RESIDENZIALE

Il segmento residenziale è considerato come quella parte di clienti che utilizzano l'impianto fotovoltaico per soddisfare il fabbisogno energetico di una o più abitazioni o di piccole attività commerciali. Come si può notare dalla struttura degli incentivi per il settore del CPV, dedicati esclusivamente a soggetti giuridici o enti pubblici, il fotovoltaico a concentrazione rischia di diventare una tecnologia riservata alla realizzazione di impianti di grandi dimensioni. Finché non ci sarà un adeguamento del conto energia, infatti, il costo da sopportare da un retail per la costruzione di un impianto a concentrazione domestico sarebbe troppo elevato. A ciò si somma il fatto che gli studi sulla tecnologia svolti in questi ultimi anni dai principali centri di ricerca sono incentrati sullo sviluppo di tecnologie per impianti industriali prevalentemente. Questi fattori vanno ad aggiungersi alle barriere all'ingresso che già erano presenti per l'installazione di un impianto fotovoltaico tradizionale tra cui ricordiamo:

- L'elevato investimento iniziale;
- A possibilità di accedere a finanziamenti bancari (attenuatosi nel corso del 2010);
- Disallineamento tra la disponibilità finanziaria dell'acquirente ed il payback period elevato.

Risulta evidente come le problematiche legate alla diffusione del CPV siano consistenti e non di facile risoluzione. Affinché possa nascere un mercato anche a livello residenziale è necessario l'inserimento di questa categoria tra quelle incentivate con il conto energia, altrimenti l'investimento, come lo era per il fotovoltaico tradizionale, sarebbe troppo costoso e troppo poco vantaggioso in termini di ritorni economici.

Una volta che si otterrà questo primo fattore, la chiave di successo per una diffusione capillare del CPV sarà certamente un abbattimento del costo di accesso alla tecnologia. Seguendo l'esempio del fotovoltaico tradizionale, quest'obiettivo si potrebbe raggiungere non solo grazie all'evoluzione tecnologica che porta inesorabilmente ad un ribasso nei prezzi, ma anche grazie all'utilizzo delle economie di scala. Infatti, organizzandosi in gruppi d'acquisto, o collaborando con delle cooperative fotovoltaiche, si riuscirebbe a creare massa critica aumentando il proprio potere contrattuale e ad ottenere così un prezzo notevolmente più vantaggioso rispetto a quello di mercato. Ed è proprio questo il rationale che sta sotto il concetto di cooperativa o di gruppo d'acquisto che ha caratterizzato il fotovoltaico tradizionale soprattutto nel corso del 2010: effettuare degli ordini presso le aziende di numerosità più elevata possibile per poter giocare sul prezzo di acquisto.

5.1 Le Cooperative fotovoltaiche

Questa formula ha iniziato a presentarsi sul mercato in occasione del primo conto energia fotovoltaico, nel 2005, per rispondere a quante persone interessate al fotovoltaico vivono in città, ossia in luoghi in cui le abitazioni si espandono verso l'alto e si presentano poco adatte alla tecnologia solare oppure per quelle imprese (industriali, artigiane, commerciali ed agricole) che non avendo un edificio o un'area adeguata per l'installazione di un impianto vogliono comunque realizzarne uno e ricavarne i vantaggi, economici ed ambientali.

Il razionale è acquistare un grande impianto a terra mettendo una piccola quota e poter poi usufruire dell'energia verde prodotta ricavandone dei ritorni economici oltre che ambientali. In questo modo anche i cittadini che per vari motivi, che possono essere economici oltre che tecnici (sito dove costruire l'impianto non praticabile), riescono ad usufruire dei vantaggi derivanti dalla produzione di energia verde.

Questa soluzione può essere definita un ibrido, poiché accomuna i vantaggi dei gruppi d'acquisto (si può ottenere energia pulita a costi contenuti) e quelli delle società di training dell'energia (L'energia in eccesso viene venduta e rappresenta un reddito per i soci della cooperativa).

La nascita di queste cooperative va ricercata anche nel fatto che si cerca di fronteggiare l'ingresso in Italia di fondi di investimento stranieri che rischiano di ridurre sensibilmente le risorse dell'incentivo statale "Conto Energia".

Considerando che questo contributo è di fatto una tassazione che ogni cittadino ha nella propria bolletta energetica (circa il 7% dell'energia consumata), ogni italiano ha il diritto e le pari opportunità per beneficiare di tali contributi.

Con questo sistema, non si perderanno i contributi messi a disposizione dalle amministrazioni e dai Fondi europei, permettendo ad imprese e famiglie interessate all'installazione di acquistare una quota dell'impianto diventando a tutti gli effetti co-proprietari dello stesso e dei suoi ricavi economici (tra il 7,5 a 8,5% medio annuale) e si avrà il vantaggio di godere di costi fissi unitari minori, grazie alla maggiore scala di produzione e al totale del capitale investito più elevato. Inoltre, essendo un unico impianto sarà più facilmente agibile per le manutenzioni tecniche e sarà controllato a distanza e assicurato contro i furti.

5.1.1 I vantaggi offerti

Si avrebbero così diversi i vantaggi riassunti in un breve elenco:

- possibilità di godere dei benefici dell'energia fotovoltaica anche in mancanza dei requisiti tecnici;
- nessun costo tecnico, assicurativo o di manutenzione;
- quota dell'investimento personalizzabile;
- scelta del sito dell'impianto fotovoltaico in base alle migliori condizioni di insolazione;
- accesso più facile ai finanziamenti grazie alla presenza del business plan del progetto;
- nessun costo individuale per la consulenza, spesso necessaria per adempiere alle procedure burocratiche.

Nonostante l'Italia debba ridurre le emissioni di CO₂ entro il 2020 del 6,5% e che ha oggi abbiamo una penale pari a 1,6 miliardi di euro nei confronti della Comunità Europea abbiamo verificato la chiusura in termini di finanziamento da parte delle banche, i tempi biblici delle amministrazioni per rilasciare le autorizzazioni e l'ostruzionismo di alcuni gestori per l'allaccio alla rete. Tutto ciò ci hanno motivato fortemente a trovare una soluzione sostenibile: la cooperazione come strumento per raggiungere velocemente lo scopo e fronteggiare l'ostruzionismo e le disparità.

Creare un impianto in una cooperativa ha il vantaggio di godere di costi fissi unitari minori, grazie alla maggiore scala di produzione e al totale del capitale investito più elevato. Inoltre, nel caso si parli di un unico impianto sarà più facilmente agibile per le manutenzioni tecniche e sarà controllato a distanza e assicurato contro i furti.

AZ Energy Italia è il primo Broker Italiano per la realizzazione di impianti fotovoltaici ed è molto attiva in questo settore. Solitamente l'iniziativa è sostenuta da un'associazione industriale ed ha preso a riferimento il modello di analoghe iniziative in Spagna. Il progetto si basa sul principio del "consorzio" che realizza su un sito comune un grande campo fotovoltaico di cui gli associati si dividono quote di proprietà. L'associazione rimane unico interlocutore degli enti pubblici (Enel, GSE, Comune) preposti al rilascio delle autorizzazioni e già questo è un vantaggio considerevole. Le banche invece si sono impegnate a finanziare l'impresa pur se i singoli contratti di finanziamento saranno stipulati con i singoli consorziati. Il finanziamento iniziale è molto oneroso: solitamente fra i soci della coop ci sono sia altre cooperative "di peso" sia soci molto facoltosi che possono dare una mano finanziariamente

parlando. In caso contrario si presentano i business plan alle banche in modo tale da ottenere con un certo margine di certezza il finanziamento. Nel caso in cui si debba ricorrere ad un finanziamento bancario, in base alle dimensioni del progetto si procede con una determinata tipologia di finanziamento: se il progetto richiede qualche milione di euro di finanziamento, con tutta probabilità verrà utilizzata la formula del project financing costituendo una SPV che incorpori i flussi derivanti dal progetto. Altrimenti si può pensare ad un leasing in cui la banca diventa proprietaria dell'impianto e lo affitta ai beneficiari del leasing per poi offrire un'opzione finale di riscatto.

5.1.2 Esempio: Polesana (ADRIA)

Dopo lunghe vicissitudini burocratiche e chiarimenti con gli Enti preposti, finalmente il 16 Luglio 2010 è stata costituita una cooperativa, realizzando impianti fotovoltaici, destina il ricavato dalla vendita dell'energia direttamente ai soci.

La sua sede è ad ADRIA e già nella primavera scorsa si era presenta alla cittadinanza per capire se tale iniziativa poteva avere riscontro.

Scopo è quello di realizzare impianti fotovoltaici su tetti dei soci e di destinare la produzione ai soci stessi sia che abbiano un tetto che non lo abbiano, ed è proprio questa la novità assoluta: permettere anche a chi non ha un tetto di poter usufruire del ricavo dalla vendita dell'energia per abbattere i propri costi energetici.

L'adesione ha un costo di 50 € per ogni quota corrispondente a 3 kW, vale a dire un contatore di casa, oltre che 200 € di spese di registrazione. Chi intendesse aderire per più quote, fino ad un massimo di 9, (corrispondenti a 27 kW di contatore) dovrà versare esclusivamente il multiplo della quota sociale mentre le spese fisse rimangono, appunto, fisse. La cooperativa, realizza gli impianti sui tetti di coloro che ne danno disponibilità, proponendo loro un canone di affitto annuo proporzionale alla quantità di pannelli da installare.

La cooperativa, compatibilmente con il risultato economico da distribuire ai soci, esegue anche i lavori di manutenzione ordinaria e straordinaria del tetto garantendo la superficie locata per 21 anni. Altri interventi, quali la bonifica dei tetti contenenti amianto e la riqualificazione energetica dell'edificio, saranno proposti ai soci previa riduzione del canone di affitto del 50%. Il ristorno del ricavo sarà versato ai soci, dedotte le spese di gestione, a partire dal secondo anno di entrata in esercizio dell'impianto e successivamente ogni 6 mesi.

Fino ad ora 4 soci hanno dato disponibilità del tetto su cui saranno realizzati 78,82 kWp per garantire ai 18 soci iscritti di beneficiare di un reddito annuo corrispondente al proprio consumo energetico. Questi impianti saranno realizzati a PORTO VIRO, FASANA e CANALNOVO. E' stata stipulata una convenzione con ROVIGO BANCA e sono in atto trattative con altri istituti di credito, per agevolare il finanziamento degli impianti.

5.2 I GRUPPI D'ACQUISTO SOLIDALE

5.2.1 Caratteristiche generali

Con il diffondersi della “cultura del rinnovabile” e con il crescere della sensibilità della popolazione alle tematiche relative alla tutela dell’ambiente, il numero di persone disposte a richiedere un impianto fotovoltaico retail ha subito una crescita consistente nel corso degli ultimi anni due anni. La presenza di incentivi così vantaggiosi per chi produce energia verde ha fatto sì che anche le famiglie più scettiche, si siano convinte a considerare l’eventualità di installare un impianto.

Nonostante ciò, il numero di impianti “retail” effettivamente installati non era così alto come poteva sembrare. Alcune associazioni hanno cercato di capire il perché di questa discrepanza tra chi voleva un impianto e chi effettivamente lo installava ed hanno trovato risposta fondamentalmente in due fattori:

1. Investimento iniziale
2. Disinformazione della domanda

Per quanto riguarda il primo fattore, è chiaro che per quanto possano essere vantaggiose le tariffe relative alla produzione di energia verde, è comunque necessario un esborso finanziario iniziale per costruire l’impianto con il quale produrre l’energia. Confrontando i vari prezzi praticati sul mercato per l’acquisto di un impianto chiavi in mano e considerando la grandezza media di un impianto residenziale (4-5 KW), l’esborso finanziario iniziale è stato stimato aggirarsi attorno ai 20 mila euro. Essendo una cifra relativamente alta per una famiglia media, diventa necessario richiedere un finanziamento alle banche andando così ad aumentare ulteriormente il costo totale dell’investimento a causa degli interessi. In questi termini il costo d’acquisto diventa una barriera all’ingresso non indifferente. Ed il problema di questi costi così alti va ricercato negli operatori del mercato che, abbagliati dalla possibilità di realizzare margini molto elevati, hanno speculato a livelli esageratamente alti sulla vendita dei prodotti

fotovoltaici allontanando così le persone dal mondo del rinnovabile. Questa speculazione selvaggia creava delle situazioni spiacevoli, come ad esempio la vendita di uno stesso prodotto presso differenti distributori a prezzo molto diversi. Data l'apparente mancanza di motivi, si è creata molta diffidenza da parte dei clienti verso il fotovoltaico.

La disinformazione della domanda invece avuto un duplice effetto: innanzitutto la diffusione di materiali relativamente scadenti, convenienti economicamente parlando ma che con il passare del tempo subivano un degrado delle prestazioni molto marcato. Ovviamente poi il passaparola ha causato la diffusione di molte lamentele provenienti proprio da questi acquirenti poco informati, ed ha creato dei pregiudizi errati verso la tecnologia fotovoltaica. In secondo luogo ha causato la rinuncia di alcune famiglie all'installazione di un impianto a causa della difficoltà di lettura del conto energia, dalla difficile valutazioni dei reali vantaggi economici che avrebbe portato ad un produttore di energia verde, oltre che all'oggettiva difficoltà di comprensione dei prodotti fotovoltaici ad alto contenuto tecnico.

Oltre a queste due motivazioni cardine ci sono altre piccole concause che hanno contribuito a questo "stallo" delle nuove richieste:

- La pesante burocrazia necessaria per l'installazione di un impianto
- La vendita separata (spesso) di prodotti e servizi rendendo il processo di acquisto molto articolato

I gruppi d'acquisto si inseriscono in questo contesto: è stato proprio a partire dall'analisi delle problematiche sopra analizzate che è nata l'idea di poter modificare l'approccio al mercato del fotovoltaico passando da una domanda "al dettaglio" ad una domanda organizzata in gruppi che potesse acquistare a condizioni più favorevoli.

Infatti il rationale che sta alla base di questi gruppi è esattamente il maggiore potere contrattuale ottenibile assicurando al fornitore una vendita maggiore di kW complessivi. Ma al di là del semplice vantaggio economico, i gruppi d'acquisto offrono anche dei vantaggi in termini informativi grazie alle associazioni che spesso appoggiano i gruppi nella fase di nascita e di contatto con i fornitori. Tramite il know-how messo in campo dalle associazioni, i soci del gruppo possono venire a conoscenza in modo dettagliato e puntuale di tutti i vantaggi offerti dal conto energia ed acquistare dei prodotti di qualità e perfettamente in linea con le proprie esigenze, il tutto a dei prezzi inferiori di circa il 15% rispetto ai prezzi di mercato. Si riuscirebbe ad ottenere tutti quei vantaggi comunemente riservati a interlocutori collettivi: la possibilità di negoziare tariffe più convenienti per kWp acquistato, migliori garanzie e polizze assicurative, l'opportunità di essere assistiti, su richiesta, nelle fasi che precedono la messa in esercizio dell'impianto, la garanzia di un servizio qualificato chiavi in mano.

Risulta evidente come spesso ci sia un rapporto quasi simbiotico tra il GA e le associazioni che ricoprono un ruolo sempre più importante, se non fondamentale, per lo sviluppo del fenomeno del solare collettivo.

5.2.2 Il funzionamento dei GA

La nascita di un gruppo d'acquisto parte solitamente dall'iniziativa di un'associazione o di qualche piccolo gruppo di volontari che lanciano l'iniziativa in zone relativamente limitate. La ricerca delle adesioni mira ad essere il più capillare possibile, vengono utilizzati tutti i mezzi possibili per raggiungere e convincere il maggior numero possibile di persone. Si utilizza il canale internet per pubblicizzare su larga scala il progetto dopodiché si procede con riunioni comunali, banchetti informativi ed iniziative in piazza per riuscire a spiegare con estrema chiarezza quali sono i vantaggi ottenibili innanzitutto costruendo un impianto fotovoltaico, ed in secondo luogo acquistandolo per mezzo di un gruppo d'acquisto. Una volta ricevute le adesioni via mail o cartacee (tramite i banchetti informativi), si può passare alla fase di ricerca dei fornitori ed alla successiva contrattazione di prezzi e modalità di fornitura. Infine i singoli soci vengono messi in contatto con i vari fornitori selezionati che rispettano le richieste economico-qualitative del gruppo così da poter effettuare un sopralluogo e successivamente l'installazione vera e propria. La tipologia di soci è quasi sempre di tipo retail, raramente ci sono piccole aziende che partecipano.

E' importante sottolineare che il gruppo di acquisto non si occupa della fase vera e propria di acquisto. Si preoccupa di selezionare e contattare i fornitori in modo tale da pattuire un prezzo e determinate specifiche minime tecniche oltre che di qualità, dopodiché mette in contatto direttamente i soci con i chiavi in mano più vicini a loro in modo tale che possano perfezionare la fase di acquisto. E' importante sottolineare anche come il gruppo sia estemporaneo, la sua vita è limitata all'installazione degli impianti per i soci aderenti dopodiché il gruppo si chiude.

La struttura organizzativa che sta alla base del gruppo varia in base alle dimensioni di quest'ultimo. Per i gruppi più grandi è necessario incaricare una commissione mista fatta da uno o più esponenti delle varie associazioni partecipanti che curano la parte tecnica (valutano i prodotti offerti dai fornitori), logistica (si occupano dell'abbinamento dei fornitori ai soci in ottica KM 0), comunicativa (banchi informativi, convegni, web) ed amministrativa/finanziaria (selezione fornitori, analisi offerta). All'interno della commissione sono presenti sia membri

eletti tra i soci aderenti al gruppo, sia come detto in precedenza alcuni esponenti facenti parte delle associazioni che stanno alle spalle della costituzione del gruppo. Più nello specifico sarà necessario avere delle persone competenti in ambito tecnico, logistico, finanziario e comunicativo in modo tale da riuscire a supervisionare al meglio le fasi di ricerca dei soci, contrattazione del prezzo dei pannelli, assegnazione dei fornitori ai soci, finanziamento dei soci tramite banche convenzionate.

Fra i compiti della commissione, uno dei più importanti è di, tramite assemblee e comunicazioni periodiche, condividere con i membri del GA le varie fasi di avanzamento dei lavori in un'ottica di totale trasparenza del lavoro svolto e di tutela del consumatore.

E' importante sottolineare come la Commissione venga pensata in modo da rappresentare tutte le parti interessate: quella istituzionale e, la più importante, i cittadini: una parte dei membri della Commissione viene infatti nominata tra quanti, avendo programmato di installare un impianto fotovoltaico sul proprio tetto, sono coinvolti in prima persona.

Nel caso in cui invece il GA è relativamente piccolo, l'organizzazione è molto più semplice in quanto sono gli stessi associati ad occuparsi di tutto l'iter organizzativo coadiuvati dalle associazioni competenti.

5.2.3 L'iter Associativo

L'iter da svolgere per poter far parte di un gruppo d'acquisto solitamente si compone dei seguenti passi:

1. *ADESIONE*: Per diventare socio del gruppo e ricevere un primo studio di fattibilità (gratuito e non vincolante), è necessario compilare semplicemente due moduli (messi a disposizione sul web) : con il primo si cerca di capire di che tipo di servizi ha bisogno il socio, con il secondo viene conferita l'autorizzazione del trattamento dei dati personali alle associazioni. Nel caso in cui l'impianto vada installato sul tetto sono necessarie ulteriori documentazioni:

- I disegni di progetto della copertura con indicate le dimensioni;
- Le sezioni di progetto;
- L'orientamento dell'edificio;
- Alcune fotografie dell'edificio;
- Indicazione dei consumi medi annuali di energia elettrica.

Se invece il socio è interessato ad un impianto a terra, oltre alle fotografie serve una mappa quotata ed orientata ed un'indicazione di massima delle dimensioni dell'impianto che si intende installare dato che per impianti sopra i 20 kW di potenza, l'iter è decisamente più complesso;

2. *FATTIBILITÀ*: I tecnici incaricati dal gruppo di acquisto valutano la fattibilità dell'impianto, che viene comunicata all'interessato;
3. *ACCORDO*: A questo punto chi vuole installare l'impianto con il Gruppo d'Acquisto richiede il "progetto definitivo tecnico-finanziario";
4. *SOPRALLUOGO*: Il progetto tecnico finanziario è comprensivo di sopralluogo dell'installatore con relativo preventivo della posa in opera, della proposta assicurativa e di finanziamento da parte della banca sulle esigenze del proprietario dell'impianto da realizzare (ovviamente è prevista anche la possibilità di pagare in contanti senza ricorrere alla banca o di un finanziamento a 10, a 15 o a 20 anni);
La predisposizione del progetto, in questa seconda fase, ha per il gruppo di acquisto un costo notevole e per la sua realizzazione viene richiesto un anticipo. Se l'interessato vorrà usufruire del pacchetto offerto dal Gruppo d'Acquisto, questo anticipo verrà comunque defalcato dal costo globale dell'impianto;
5. *PREVENTIVO*: A questo punto l'associato al Gruppo di Acquisto può scegliere di accettare il preventivo e di procedere con l'installazione dell'impianto;
6. *PROGETTO ESECUTIVO*: Quindi si realizza il PROGETTO ESECUTIVO che servirà per gli installatori e per tutto quanto è richiesto dall'amministrazione pubblica per il rilascio del nulla osta (DIA o altro a seconda delle zone, delle classificazioni dei luoghi scelti per l'installazione e delle tipologie degli impianti stessi);
7. *CONNESSIONE*: Si richiede la connessione di rete al Distributore locale di energia elettrica;
8. *ACQUISTO COMPONENTI IMPIANTO*;
9. *INSTALLAZIONE*;
10. *COLLAUDO*;
11. *FASE FINALE*: si realizza la connessione alla rete elettrica e l'attivazione del contributo del Conto Energia.

5.2.4 La modalità di selezione dei fornitori

La fase di selezione dei fornitori è la più delicata ed importante nel contesto dei gruppi di acquisto. Questo perché è in questo momento che si cerca di ottenere ai prezzi più favorevoli possibili, materiali di alta qualità che assicurino rendimenti elevati per il maggior numero di anni possibile. Le modalità con cui vengono solitamente selezionati i fornitori degli impianti fotovoltaici chiavi in mano variano a seconda della grandezza del gruppo di acquisto e dell'organizzazione dell'associazione che collabora con lo stesso.

Per la selezione inizialmente vengono definiti dei criteri di selezione concordati dalla Commissione: organizzazione dell'azienda, affidabilità finanziaria, attenzione alla sicurezza sul lavoro, livello e qualità delle prestazioni, costi, referenze, servizi messi a disposizione, qualità delle garanzie, accuratezza, completezza e chiarezza delle informazioni fornite e ricadute sociali ed economiche a livello locale. A questo punto viene utilizzato un questionario nel quale si richiedono tutte le informazioni necessarie a verificare il possesso dei requisiti minimi da parte del fornitore in analisi. Grazie a questi dati raccolti si riesce in seguito a costruire degli algoritmi che calcolano lo sconto da applicare in funzione della potenza acquistata e del lotto.

Un criterio particolarmente interessante è sicuramente l'approccio a chilometri 0: ovvero si è cercato di selezionare fornitori che operassero alla minor distanza possibile rispetto al socio che avrebbe poi acquistato l'impianto. Le motivazioni sono fondamentalmente due: in primo luogo si riusciva ad ottenere un ulteriore risparmio economico dai ridotti costi logistici, inoltre si cerca in questo modo di sviluppare il mercato interno.

QUESTIONARIO: informazioni societarie (capitale sociale, percentuale di crescita, percentuale di fatturato nel fotovoltaico, numero dipendenti) informazioni tecniche (se usano sistemi certificati) sensibilità etica ed ambientale (sa 8000;iso 14001), referenze, preventivo su un impianto singolo da 3 kW, sconto rispetto al preventivo per quantità e potenze differenti (E' stato studiato un sistema di acquisto che prevede effetti di scala sia sulla potenza acquistata, sia sulla dimensione del lotto),

chi installa l'impianto, se sono squadre esterne e in caso lo siano se sono qualificate da loro si cerca di capire quanto sia affidabile il fornitore in termini economici finanziari oltre che di know-how.

Il rapporto con i fornitori è obbligatoriamente di tipo spot data l'estemporaneità dei gruppi: nel momento in cui il GA si chiude e se ne riapre un altro, si riparte con il processo di

selezione in modo tale da assicurare sempre la massima qualità ai soci ma allo stesso tempo permettendo ai fornitori che si sono dimostrati qualificati di ripresentarsi e di ottenere nuovamente un appalto.

Il rapporto con i fornitori si è evoluto con lo svilupparsi dei gruppi d'acquisto, inizialmente era lo stesso gruppo che si accollava la fase di acquisto direttamente dal distributore: dopo la raccolta delle adesioni, si richiedeva un anticipo in denaro sul prezzo di acquisto dei pannelli dopodiché alcuni incaricati si occupavano di contrattare il prezzo con il distributore e di acquistare gli impianti.

Operando in questo modo però i tempi erano molto lunghi, poiché bisognava prima raccogliere tutte le adesioni dopodiché si procedeva all'acquisto. Passando invece al metodo prima descritto, chi aderiva dopo pochi giorni riceveva già il sopralluogo da parte del distributore. Il costo totale viene definito infatti solo alla chiusura del lotto: viene dato un anticipo dal singolo socio al distributore (circa l'80% del costo dell'investimento), il saldo poi avviene a lavoro ultimato.

I contratti saranno poi stipulati man mano con ciascun socio dato che ogni impianto è differente dall'altro e necessita di un contratto ad hoc. Ovviamente l'associazione si preoccuperà di aiutare il singolo socio nella comprensione del contratto in modo tale da evitare misunderstandig. Il contratto includerà anche tutte le fasi di assistenza post-vendita, manutenzione, gestione dia ecc. con una garanzia di almeno 10 anni.

Nel momento in cui si contratta il prezzo con un fornitore, non si assicura un certo numero di kW acquistati. Viene calcolato un prezzo di riferimento relativo ad un certo numero di impianti realizzati, se poi il lotto sarà superiore si otterrà un ulteriore sconto, se invece sarà inferiore si avrà un aumento del prezzo.

Con il gafv, si è ottenuto un prezzo di circa 4050 euro/kWp (IVA inclusa). Il risparmio ottenuto dai soci è variato nel tempo a causa della variazione dei prezzi di acquisto dei pannelli che sono diminuiti da circa 5200 euro/kW a 4000 euro/kW. Inizialmente si poteva ottenere risparmi di circa 900 (17,3% di risparmio) euro/kWp, ora il risparmio si è assestato in un intervallo compreso tra 450 (11,25% di risparmio) e 600 (15% di risparmio) euro/kWh.

I fornitori accettano questi accordi apparentemente svantaggiosi poiché ne traggono parecchi vantaggi:

1. La percentuale di realizzazioni effettive (contratti) sul numero di sopralluoghi aumenta vertiginosamente. Se solitamente circa il 10-15% dei preventivi si traduce in ordini, collaborando con i GA questa percentuale sale fino a circa il 90%. Si riduce così il suo tempo di sviluppo del mercato.

2. Trattando direttamente con il gruppo d'acquisto, il fornitore si trova di fronte persone molto più qualificate con i quali è più semplice comunicare e spiegare i vari dettagli relativi alla realizzazione dell'impianto. Ci sono così molti meno disagi
3. Approccio acquirente/fornitore di tipo win-win: tutti devono trarre vantaggio da un'iniziativa

5.2.5 I costi ed il risparmio

I costi di massima per gli impianti fotovoltaici fissi, compresi di gestione del gruppo di acquisto, progetto, installazione, collaudo, pratiche GSE (rapporti con Enel e Conto Energia), pratiche di assicurazione ed eventuali pratiche per il finanziamento bancario, variano da gruppo a gruppo. Inoltre variano a seconda della tipologia di impianto che il cliente richiede; questo perché il gruppo mette in contatto i soci con dei chiavi in mano concordando dei prezzi riguardo ai pannelli fotovoltaici, se poi il socio decide di installare una particolare tecnologia aggiuntiva, quel costo va a sommarsi al prezzo iniziale concordato. Ad esempio gli impianti ad inseguimento solare (mobili, cioè dotati di un meccanismo che insegue il movimento solare) costano il 10-15% in più, ma producono il 30-40% in più rispetto ad un impianto che non lo possiede. Ad ogni modo si può stimare che mediamente il risparmio che si riesce ad ottenere collaborando con un gruppo d'acquisto si aggira attorno al 35-40% sul prezzo dei pannelli. I costi di installazione di un impianto fotovoltaico si ripagano in un arco di tempo che va dagli 8 ai 12 anni a seconda del tipo di impianto e dall'area geografica. Il che significa che, ripagati i costi, le entrate dal GSE costituiscono un "utile" che si va ad aggiungere al risparmio della bolletta. Per fare un esempio numerico si può fare riferimento ad un impianto fotovoltaico "medio" per i consumi di una famiglia di quattro persone (che possiede anche un condizionatore) in grado di produrre 3 kW. Questo ha una dimensione media di 30 metri quadri con moduli in silicio policristallino (che sono i più economici) "parzialmente integrato" di tipo familiare (non condominiale) i cui pannelli solari fotovoltaici possono essere messi sul tetto della villetta oppure sul terrazzo dell'attico (il costo dell'impianto varia di circa +/- 30% in base alla qualità/tipologia di modulo fotovoltaico installato). Il costo medio dell'impianto è di 7.000 euro al kW (più Iva al 10%). Per il tutto occorre quindi preventivare una spesa media di circa 23.100 euro. Occorre non dimenticare che la "produttività" dell'impianto fotovoltaico varia molto a seconda della zona in cui viene ubicato l'impianto stesso. Questo fattore incide anche sui tempi di ritorno dell'investimento che oscillano dai

circa 10 anni del Nord fino a scendere a poco più di 7 per il Sud. Lo stesso impianto, infatti fornisce una quantità di energia elettrica che varia in maniera significativa, dai 3.300 kWh all'anno per il Nord ai 4.500 per gli impianti che si trovano al Sud. Con un gruppo d'acquisto la spesa si aggirerebbe circa sui 15.000-16.000 euro con un risparmio circa del 40%

5.2.6 Assicurazione e modalità di finanziamento

La fase di assicurazione è a carico dei fornitori dato che ciò che offre il GA è un impianto chiavi in mano comprensivo anche di tutti i servizi post- vendita. Solitamente è' comprensiva di furto, incendio, danni derivanti da eventi atmosferici, vandalismi (assicurazione base) e danni indiretti da fermo produzione (facoltativa), con un costo che, a seconda della tipologia e della grandezza dell'impianto, va da 12 a 15 euro annui per kilowatt installato. C'è da dire, purtroppo, che il costo molto basso comporta una franchigia molto alta in caso di furto, soprattutto se si tratta di impianti a terra.

Per quanto riguarda l'area di finanziamento l'approccio è molto libero. Dato che praticamente tutte le banche hanno dei prodotti finanziari adatti a finanziare progetti fotovoltaici, ogni socio può liberamente richiedere alla propria banca che condizioni gli offre. L'associazione si limita a fornire ai soci delle condizioni minime che la banca in questione dovrebbe offrire (caratteristiche minime che dovrebbe avere il prodotto finanziario) così da evitare situazioni sconvenienti. Nel momento in cui la banca non avesse un prodotto finanziario adeguato, vengono segnalate alcune banche che invece possono offrire condizioni adatte alle esigenze dei soci. Nel caso in cui il socio non trovasse un prodotto che lo soddisfa nemmeno tra queste banche, si può appoggiare ad alcune banche convenzionate con le associazioni che solitamente ritoccano qualche parametro per venire in contro alle esigenze dei soci (Banca Etica, Friuladria, Compiano franciacorta BCC).

Banca Etica è particolarmente attiva in questo ambito di collaborazione con i gruppi d'acquisto, infatti a partire dal 2008 ha perfezionato una serie di collaborazioni (agevolazioni commerciali e collaborazioni) con GA più o meno grandi:

- 2008 : (nazionale) MERCI DOLCI - gruppo JACOPO FO/UNIV ALCATRAZ
- 2009 : (locale) COOP. ARCOBALENO/GRUPPO ABELE
- 2009 : (locale) LEGAMBIENTE
- 2010 : (locale) AESS MODENA
- 2010 : (locale) ASOCIAZIONE ENERGOCLUB

Spesso le banche sono disponibili ad erogare un finanziamento fino al 100% del costo dell'impianto e della durata di 20 anni; le modalità di finanziamento subiscono molteplici varianti: dipende infatti dal tipo di impianto, dalla disponibilità economica iniziale e dall'area geografica. Genericamente si può dire che per i privati il tipo di finanziamento è il prestito personale o il mutuo chirografario o il mutuo fondiario, molto dipende ovviamente dall'esito dell'istruttoria che le banche si impegnano a condurre nell'arco di circa un mese dalla richiesta. Anche le aziende possono accedere al finanziamento sotto forma di mutuo chirografario o fondiario. Poiché, come si diceva, le soluzioni sono molteplici, i dettagli del finanziamento non possono essere generalizzati.

5.2.7 Le prospettive dei GA

Il futuro dei GA è sicuramente roseo: fintanto che gli operatori del settore continueranno a speculare in maniera corposa sul business del fotovoltaico estraendo margini troppo elevati su pannelli, moduli ed installazione. Infatti è proprio questo fenomeno, reso possibile dalla pesante disinformazione in ambito tecnico, che rende il fotovoltaico molto costoso e poco accessibile dai clienti di tipo retail. Anche perché l'unico problema riscontrato dai gruppi alla loro nascita è "l'inesco", ovvero il lancio dell'iniziativa da parte di un'associazione o di un gruppo di cittadini che lanci l'idea e si auto sostenga durante le fasi di nascita, crescita, contrattazione, chiusura. Quindi trovare persone e fondi sufficienti per avviare un'iniziativa organizzata. Il probabile calo dei prezzi dei pannelli non inficerà sull'attività dei GA dato che la logica di approvvigionamento su grandi volumi rimarrebbe valida, e quindi la loro convenienza, anche se lievemente smussata, rimarrebbe valida.

5.3.8 Il ruolo delle associazioni

Spesso le associazioni ricoprono un ruolo fondamentale nella nascita e nello sviluppo dei GA. Questo perché come detto in precedenza nel settore del fotovoltaico retail è necessario l'intervento di enti che riescano ad informare correttamente i possibili fruitori di impianti fotovoltaici in modo tale che vengano messi nelle condizioni adatte a poter valutare correttamente i vantaggi relativi all'installazione di un impianto fotovoltaico.

5.2.8.1 Il caso ENERGOCLUB

5.2.8.1.1 Quadro generale

Energoclub è un'associazione che si è costituita nel 2005 nata per colmare quel gap cognitivo esistente tra chi utilizza l'energia e chi invece è esperto in questo ambito. Inoltre dato che i professionisti, una volta inseriti nell'attività lavorativa si specializzano in determinati tipi di tecnologie che nel momento in cui sono redditizie, portano il professionista a non sperimentare, a non cercare nuove tecnologie per migliorare la qualità del prodotto. In questo modo non fanno ciò che dovrebbero fare, ovvero aggiornarsi di continuo. Invece in questo modo non rischiano, si assicurano i loro ricavi ma impediscono alla tecnologia di progredire. Sul web erano presenti molti individui che lamentavano un certo isolamento, ovvero non trovavano appoggio da parte dei professionisti nel spiegare bene tutto ciò che c'era da sapere sul mondo energetico, sugli incentivi, sulle caratteristiche fondamentali del prodotto, e a partire da questo, nel 2002 è stato creato un portale da circa 200 persone in modo da poter far dialogare le persone con addetti competenti che sapessero rispondere alle domande riguardanti il fotovoltaico. Il portale in tre anni ha visto più che raddoppiare i membri, finché nel 2005 si è deciso appunto di costruire un'associazione onlus.

5.2.8.1.2 Le iniziative

L'associazione si preoccupa di trasferire il metodo, il processo a chi vuole entrare nel mondo del fotovoltaico e si rivolge fondamentalmente a 4 filoni principali: i cittadini, gli enti locali, i soci, e gli studiosi del settore.

Le iniziative intraprese da energoclub si dividono appunto in queste 4 aree che ovviamente possono avere anche dei punti di contatto. Infatti ad esempio collaborando con un ente pubblico nei pressi di Roncadelle (Brescia), è nato un gruppo d'acquisto che ha coinvolto i cittadini. Nel 2008, dopo una serie di interventi formativi presso il comune, è stato pensato di emettere un bando per promuovere il fotovoltaico all'interno del comune. L'associazione ha aiutato il comune a costruire e gestire nel tempo questo bando. Questo primo gruppo d'acquisto ha portato alla realizzazione di 23 impianti per circa 83 kW di picco. Dato il successo di questa iniziativa, l'associazione ha fatto partire un secondo gruppo d'acquisto di circa 86 soci con una potenza installata di 315kW di picco (altri 300 in previsione), molto più

ampio; ma, mentre nel primo caso il comune si era preoccupato di finanziare interamente il progetto (soprattutto l'attività di comunicazione), in questa seconda esperienza non c'è stato nessun aiuto economico da parte dell'ente. Le attività interne all'associazione (conferenze, sportelli informativi, selezione dei fornitori) invece venivano sempre finanziate dagli stessi soci.

Una terza iniziativa è partita nell'ottobre del 2009 in Veneto (ad eccezione di Verona e Belluno) dall'idea di una serie di associazioni che hanno collaborato tra di loro per creare un gruppo d'acquisto. Non avendo esperienza hanno chiesto ad energoclub di fare da partner tecnico: loro mettevano la rete di contatti, energoclub metteva il know-how. Le prime adesioni sono arrivate a gennaio 2010 ed il gruppo si è chiuso a fine aprile. Le adesioni sono state molteplici, 520 per una potenza installata di 2300 kW. Tra i soci ci sono stati 3 comuni ad indicare come queste iniziative sono viste sempre meglio dai potenziali aderenti. In questi casi vengono organizzate delle conferenze e degli sportelli settimanali in modo tale da tenere costantemente informati i comuni. Il canale informativo infatti dipende in parte dall'interlocutore. Quando si ha a che fare con enti pubblici solitamente si organizzano conferenze o sportelli periodici, se invece si deve comunicare con altre piccole associazioni si utilizzano gazebo in piazza con frequenza settimanale. Per arrivare alle singole persone invece si predilige il canale web, molto capillare e facile da organizzare.

Per la selezione dei fornitori, è stata svolta un'indagine su oltre 20 fornitori di cui ne sono stati selezionati 5 (sulla base di una previsione di quanta sarà la capacità necessaria da installare), ed analizzando i dati raccolti, alcuni soci dell'associazione si sono accorti che questi fornitori si rifornivano dallo stesso produttore di moduli fotovoltaici, ovvero Xgroup. Da qui è nata l'idea di concordare direttamente con la Xgroup dei prezzi per watt del modulo in base ai volumi acquistati, prezzi che poi sarebbero stati applicati ai fornitori. In questo modo, dato che i distributori andavano a risparmiare sul costo d'acquisto, potevano costruire impianti ai soci del gruppo a prezzi molto più bassi rispetto la media di mercato.

L'organizzazione interna dei gruppi si fonda sulla nascita di una commissione mista fatta da uno o più esponenti delle varie associazioni che curano la parte tecnica (valutano i prodotti offerti dai fornitori), logistica (si occupano dell'abbinamento dei fornitori ai soci in ottica KM 0), comunicativa (banchi informativi, convegni, web) ed amministrativa/finanziaria (selezione fornitori, analisi offerta). Ci sono delle persone che si specializzano appunto in uno di questi ambiti.

A partire da questo focolaio di persone che riescono a coprire questi ruoli, si può lanciare l'iniziativa e raccogliere tutte le adesioni. L'adesione, dato che include anche un sopralluogo, costa 100 euro che poi verranno scalati dal costo finale dell'impianto.

I fondi necessari alla vita del gruppo, in alcuni casi sono erogati da comuni o enti pubblici che partecipano all'iniziativa, in altri casi sono le associazioni che anticipano il denaro necessario. Poi all'interno del costo finale c'è una piccola quota che va a remunerare il lavoro delle associazioni (50-150 euro). Con questi fondi le associazioni possono avviare altre iniziative come i GA o come attività didattiche all'interno delle scuole per permettere la diffusione della cultura fotovoltaica ed in generale del risparmio energetico.

5.2.8.2 Il caso LEGAMBIENTE

Legambiente è un'associazione nata nel 1980 a seguito del movimento antinucleare molto sviluppato in quegli anni. A partire da questo primo ambito, ha cominciato ad occuparsi di tutti i temi inerenti la salvaguardia dell'ambiente, e tra questi il tema delle energie rinnovabili. In questo campo negli ultimi anni Legambiente sta favorendo molto la diffusione dei GA grazie alla stretta collaborazione che stringe con questi in modo tale da fornire i mezzi per la loro nascita e crescita. Come nel caso di Energoclub, l'associazione mira ad avviare una crescita culturale del settore in modo tale da sensibilizzare sempre di più la popolazione al tema delle rinnovabili ed allo stesso tempo istruire chi vuole entrare a far parte di questo mondo in modo tale che ottenga prodotti con un rapporto qualità prezzo giusto.

Le linee guida che Legambiente un ha sempre seguito negli ultimi anni sono le seguenti:

1. Le decisioni sono demandate ai cittadini, Legambiente funge solamente da "segreteria intelligente"
2. Si promuove autonomamente o al massimo tramite qualche amministrazione locale
3. I tecnici di Legambiente coordinano sempre il GA
4. Livellamento dei costi anche per piccoli impianti
5. Aumento delle installazioni nelle aree coinvolte

A partire dal 2008 sono stati seguiti circa 15 progetti differenti concentrati nel nord dell'Italia tra i quali Padova, Rovigo, Treviso e Verona. I numeri ottenuti sono molto incoraggianti: sono state raggiunte circa 5000 persone di cui 1700 hanno partecipato a dei GA con una percentuale di realizzazione del 45% per un totale di più di 1 MW installato in piccoli impianti nel 2009 (obiettivo 1,5 nel 2010).

Ecco alcuni GA con cui Legambiente ha collaborato:

	ANNO	ADERENTI	REALIZZATI	KWP	MQ SOLARE
EST Veneto	2008	144	50	137	45
Padova	2009	178	57	160	97
Treviso	2009	182	90	180	96
Prov PN	2009	107	47	223	58
Prov VR	2009	65	60	170	30
Prov PD	2009	286	64	180	30

Tabella 5.1: principali gruppi d’acquisto realizzati in Veneto

I risultati economici sono stati notevoli: una famiglia arrivava a risparmiare mediamente 3000 euro per impianto ottenendo manutenzione gratuita, accesso al credito agevolato grazie alle Bcc convenzionate, nessuna spesa per DIA o per le pratiche autorizzative. Le famiglie poi si sono ritrovate a guadagnare circa 1800 euro l’anno (incentivi + risparmio).

5.3 I GRUPPI D’ACQUISTO (CASI)

5.3.1 Il caso GAFV (Gruppo d’Acquisto fotovoltaico Veneto)

5.3.1.1 Quadro generale

Il Gafv (gruppo di acquisto fotovoltaico Veneto) è nato come tanti altri gruppi grazie alla collaborazione tra associazioni che hanno permesso l’accesso al mondo del fotovoltaico a molte famiglie residenti sul territorio veneto. In questo caso l’iniziativa è stata particolarmente importante in quanto ha coinvolto circa 535 soci per circa 2300 kW installati. Il gruppo è nato attorno i primi di dicembre 2009 ed è riuscito ad ottenere questi risultati in soli 6 mesi grazie all’aiuto soprattutto di energoclub che ha effettuato un lavoro di base, condiviso da tutte le associazioni partecipanti, comprensivo di analisi tecnico/economica degli impianti oltre che selezione dei fornitori. Lo scopo era quello di ottenere i pannelli migliori al prezzo migliore e che fossero installati non da fornitori occasionali, ma da fornitori altamente specializzati e con garanzie di qualità il più alte possibili. Si cercava fornitori esperti e che avessero dei bilanci in positivo in modo tale da poter assicurare le loro prestazioni nel tempo.

Quasi la totalità dei soci partecipanti hanno richiesto un impianto di tipo residenziale (3-9 kW) tranne qualche eccezione costituita da tre piccole aziende che hanno richiesto impianti da 30 e da 50 kW.

5.3.1.2 Le caratteristiche del GA

A partire dalla descrizione del rapporto con fornitori, in questo gruppo d'acquisto è stato creato un protocollo (comprensivo di condizioni tecniche ed economiche) al quale i fornitori che volessero essere selezionati devono attenersi per garantire quelle che erano le esigenze del GA. Le condizioni più rilevanti erano le seguenti:

1. Rifornirsi dalla Xgroup
2. Prezzo massimo 4050 euro / kWp
3. Tempi massimi per l'installazione
4. Tipologia di garanzie da fornire (con la Xgroup si era ottenuta una garanzia di 10 anni per pannelli ed inverter)

Una volta divulgato, solamente due fornitori su 27 convocati hanno aderito. Dai due iniziali poi si è arrivati ad un numero più ragionevole, ovvero 5 fornitori. Lo scoglio principale era il fatto che il GA nel protocollo imponeva al fornitore che avesse voluto aderire di rifornirsi da un certo produttore di pannelli (in questo caso la Xgroup di padova). In più, dato che prezzo dei pannelli veniva concordato direttamente dal GA con la Xgroup, all'interno del protocollo il fornitore veniva limitato sul margine realizzabile in modo tale da evitare speculazioni eccessive. A questo punto i fornitori che accettavano venivano abbinati a determinati soci in un'ottica di ottimizzazione del chilometraggio.

I fornitori accettavano anche di cambiare modo di operare per rispettare il protocollo dato che lavorare con un GA fa saltare molti passi della filiera a valle di intermediazione con il cliente per un fornitore, come ad esempio gli agenti di vendita.

Il GA ha garantito alla Xgroup una vendita di pannelli per circa 500 kW di potenza, e su questo valore è stato pattuito il prezzo d'acquisto che sarebbe stato praticato ai fornitori, e su quel prezzo è stato poi costruito il GA.

La scelta del produttore è ricaduta sulla Xgroup per una duplice motivazione:

1. Possedevano una tipologia di pannelli che tecnicamente era in linea con le richieste del GA con un rapporto qualità/prezzo adeguato

2. Il GA opera in un'ottica detta a chilometri zero, quindi, essendo la società di Padova, rispettava perfettamente questa linea guida.

Le determinanti per la scelta del pannello ideale sono innanzitutto il prezzo (40%), distanza massima 1000km del produttore (30%)(per evitare produttori cinesi e giapponesi), prestazioni assicurate dal pannello (30%)

Il mezzo informativo utilizzato in questo caso sono stati i banchetti informativi in piazza grazie ai quali, il primo gruppetto di persone facenti parte delle associazioni promotrici, ha raccolto le prime 40 adesioni. In seguito tramite una riunione, queste prime persone sono state informate approfonditamente su cosa si proponevano di fare le associazioni tramite il gruppo d'acquisto. E proprio tramite questi mezzi informativi il gruppo che ha lanciato la prima iniziativa pensa di riproporre nuovi gruppi alla luce delle nuove condizioni del conto energia che verranno analizzate e spiegate a tutti coloro che fossero interessati ad installare un impianto. Questo perché le adesioni erano state talmente tante anche dopo il termine per l'iscrizione che si poteva tranquillamente creare un nuovo GA.

I problemi principali sono stati trovati nella fornitura di inverter. Questo perché sono sempre meno reperibili sul mercato inverter di qualità, infatti il GA si è dovuto spostare in Germania per trovare una fornitura di questi elementi. Questa difficoltà di reperimento porta i tempi di consegna degli impianti a dilatarsi di molto. Inoltre in questo caso non è stato dato nessun contributo dai comuni alle associazioni per sostenere le spese iniziali di organizzazione del gruppo, quindi il gruppo è stato obbligato ad essere autosufficiente fin da subito con i problemi di tipo organizzativo che ciò comporta.

Infatti, anche se alla base del gruppo c'è quasi sempre un'associazione no profit o un gruppo di persone comuni che decidono di organizzarsi e lanciare l'iniziativa, c'è sempre bisogno di una somma iniziale per riuscire ad organizzare eventi, banchetti e quant'altro in modo tale da diffondere le informazioni. Solo a quel punto, con le prime adesioni, il gruppo diventa totalmente autosufficiente. La struttura organizzativa che ci sta dietro, da come si può notare, è molto semplificata: Energoclub ha lanciato e coordinato l'operazione cercando di raccogliere quante più adesioni tramite i vari mezzi informativi utilizzati, dopodiché, aiutati da un piccolo comitato selezionato tra i soci, si occupa di tutta le fasi necessarie per arrivare all'installazione finale di un impianto a tutti i soci; si occupano cioè della selezione fornitori e di mettere questi fornitori in contatto con i soci. L'associazione per cui diventa il vero ed unico organo centrale che prende a carico tutte le operazioni necessarie.

5.3.1.3 Il risparmio ottenibile

La riduzione ottenuta grazie al GAFV è stata di circa il del 35-40% ottenendo un chiavi in mano con garanzie decennali ed un rapporto qualità prezzo molto alto data la selezione stringente dei fornitori sulla base delle caratteristiche tecniche dei prodotti che offrono. Gli altri installatori hanno dovuto adeguarsi a questi prezzo, hanno dovuto cioè acquistare dal fornitore selezionato dal gruppo (Xgroup) pannelli al prezzo concordato tra GAFV e Fornitore; in questo modo l'installatore è stato impossibilitato a speculare sui prodotti energetici nel modo in cui poteva tranquillamente fare quando si trovava di fronte a clienti singoli. In effetti questa riduzione di prezzo si deve ad un'erosione dei margini sia da parte dei fornitori, sia da parte degli installatori. Può essere visto come un modo per eliminare le inefficienze della filiera fotovoltaica andando a minimizzare le speculazioni effettuate ad ogni livello.

Utilizzando invece prodotti cinesi, quindi qualitativamente inferiori e meno certificati, si poteva arrivare a 3600-3700 euro/kW. La scelta era a discrezione del socio che poteva decidere se avere un prodotto qualitativamente elevato e durevole nel tempo, o un prodotto meno costoso ma con prestazioni sicuramente inferiori.

5.3.1.4 Le modalità di finanziamento

Il gruppo d'acquisto aiuta i propri soci anche nella fase di richiesta del finanziamento alle banche, La procedura è molto semplice: si invita i soci a chiedere alla propria banca un finanziamento assicurandosi che rispetti un certo range di condizioni elencate dai responsabili del GA in apposite riunioni. Nel caso in cui queste condizioni fossero rispettate, il socio può tranquillamente concludere l'accordo con la propria banca. Se invece le condizioni offerte risultano sfavorevoli rispetto a quelle elencate dal proprio GA, ci si può rivolgere a delle banche convenzionate alle associazioni che provvederanno a proporre un'offerta in linea con le caratteristiche presentate in sede di riunione dall'associazione.

5.3.2 Il caso GRUPPO FO

5.3.2.1 Quadro generale

Tutto è cominciato quando, nel marzo del 2007, gli organizzatori del gruppo si sono resi conto delle opportunità che offriva la nuova legge. Di fatto, lo Stato permetteva a tutti i cittadini di installare un impianto fotovoltaico riconoscendo un contributo per ogni kWh prodotto, indipendentemente dall'uso che poi si fa dell'energia prodotta (vendita o autoconsumo).

A questo punto si trattava di far conoscere questa legge, e, soprattutto di rendere accessibile il Conto Energia a tutti. E per fare ciò, per prima cosa, sono stati contattati i lettori di "Cacao - Il quotidiano delle Buone Notizie comiche" chiedendo loro se sarebbero stati interessati a formare un Gruppo d'Acquisto che si occupasse di trovare le migliori condizioni e la migliore assistenza per l'installazione dei pannelli e che si preoccupasse di curare ogni aspetto della questione.

La risposta fu travolgente con oltre 2000 mail di adesione al progetto.

Dopo un'intensa attività di sportello fatta di telefonate, riunioni, discussioni, erano state costruite le basi per l'organizzazione del gruppo di lavoro.

Insieme all'ingegner M. Fauri del Polo Tecnologico per l'Energia che ha fornito il supporto e la supervisione tecnica, ed a Mercè Dolci che ha seguito i rapporti con gli aderenti, con gli installatori e con i fornitori degli altri servizi (assicurazione e banca), è stata costruita una procedura che permettesse di raccogliere le adesioni e di dare assistenza in tutti i passaggi: studio di fattibilità, installazione dell'impianto, assistenza tecnica, analisi finanziaria e contatti bancari, assicurazione, erogazione del contributo.

In questo modo il gruppo era capace di offrire un percorso assistito per realizzare un impianto di produzione di elettricità tramite pannelli solari fotovoltaici, finanziato al 100% e che si sarebbe ripagato da sé con il denaro dell'incentivo statale del Conto Energia.

5.3.2.2 La struttura organizzativa del gruppo

Nonostante solitamente le strutture organizzative dei gruppi d'acquisto siano relativamente semplici, in questo caso ci troviamo di fronte ad una struttura leggermente più articolata che si compone in 5 ruoli chiave:

1. *Certificazione tecnologica dei prodotti e degli installatori e consulenza:* Maurizio Fauri, ingegnere, professore presso la Facoltà di Ingegneria dell'Università degli Studi di Trento e presidente del Polo Tecnologico per l'Energia (Trento): sua la realizzazione del piano di risparmio energetico del comune di Padova, premiato come una delle migliori progettazioni realizzate nel settore;
2. *Responsabile elaborazione studi di fattibilità:* Manuel Gubert, ingegnere, responsabile fonti rinnovabili presso il Polo Tecnologico per l'Energia;
3. *Consulenza commercialistica e rapporti con le banche:* Stefano Andreani, dottore commercialista in Firenze;
4. *Gestione rapporto clienti:* Maria Cristina Dalbosco, Sebastian Brusco e Gabriella Canova di Merci Dolci Srl;
5. *Gestione campagne di comunicazione in internet:* Simone Canova di Merci Dolci Srl.

5.3.2.3 Le fasi per l'adesione

1. Chi volesse aderire innanzitutto deve compilare questi due documenti
 - Richiesta dati anagrafici(ALLEGATI):
 - Dichiarazione per la privacy;
 - Dopodiché deve predisporre la seguente documentazione.
 - i disegni di progetto della copertura con indicate le dimensioni (o uno schizzo con indicate le dimensioni delle falde esposte a sud, sud-est oppure sud-ovest);
 - le sezioni di progetto, o, in alternativa l'inclinazione delle falde;
 - l'orientamento dell'edificio, che, se non è indicato sui disegni di progetto, può essere ricavato con l'ausilio di una bussola;
 - alcune fotografie dell'edificio (se possibile con indicazione dell'ora in cui sono state scattate);
 - indicazione dei consumi medi annuali di energia elettrica (da indicare sul modulo dell'anagrafica);
 - Se si tratta di impianto su terreno, oltre alle fotografie, serve una mappa quotata e orientata. E' necessario, inoltre, dare un'indicazione di massima delle dimensioni dell'impianto che si intende installare, dal momento che per impianti sopra i 20 kW di potenza l'iter è decisamente più complesso.

2. I tecnici incaricati dal gruppo di acquisto valuteranno la fattibilità dell'impianto, che viene comunicata all'interessato.
3. A questo punto chi vuole installare l'impianto con il Gruppo d'Acquisto richiede il "progetto definitivo tecnico-finanziario"
4. La predisposizione del progetto, in questa seconda fase, ha per il gruppo di acquisto un costo notevole e per la sua realizzazione chiediamo il versamento di 480 euro (Iva compresa), cifra che verrà poi defalcata dal costo globale dell'impianto. Inserire questo anticipo al momento della realizzazione del progetto tecnico finanziario ci è sembrato necessario perché se 1000 persone ci chiedessero un progetto dettagliato e poi non realizzassero l'impianto con noi andremmo in fallimento. Il progetto tecnico finanziario è comprensivo di sopralluogo dell'installatore con relativo preventivo della posa in opera, della proposta assicurativa e di finanziamento da parte della banca sulle esigenze del proprietario dell'impianto da realizzare (ovviamente è prevista anche la possibilità di pagare in contanti senza ricorrere alla banca).
5. A questo punto l'associato al Gruppo di Acquisto può scegliere di accettare il preventivo e di procedere con l'installazione dell'impianto.
6. Quindi si realizza il PROGETTO ESECUTIVO che servirà per gli installatori e per tutto quanto è richiesto dall'amministrazione pubblica per il rilascio del nulla osta (DIA o altro a seconda delle zone, delle classificazioni dei luoghi scelti per l'installazione e delle tipologie degli impianti stessi).
7. Si richiede la connessione di rete al Distributore locale di energia elettrica;
8. Si acquistano le componenti dell'impianto.
9. Si installa l'impianto.
10. Si collauda l'impianto.
11. Si realizza la connessione alla rete elettrica e l'attivazione del contributo del Conto Energia.

5.3.2.4 I Costi ottenuti

Calcolare nel dettaglio il costo di un impianto senza avere tutte le specifiche è impossibile dato che ogni impianto ha sue particolarità. Però il Gruppo Fo offre una forbice di prezzi che possa permettere di capire la convenienza della proposta.

I costi di massima per gli impianti fotovoltaici fissi, compresi di gestione del gruppo di acquisto, progetto, installazione, collaudo, pratiche GSE (rapporti con Enel e Conto Energia), contatto per l'assicurazione, assistenza per le eventuali pratiche per il finanziamento bancario, si aggirano intorno alle seguenti cifre (IVA inclusa):

- tra 5600 e 6800 Euro per ogni kW installato per impianti tra 3 e 10 kW;
- tra 5800 e 6600 Euro per ogni kW installato per impianti tra 10 e 20 kW;
- tra 5000 e 6000 Euro per ogni kW installato per impianti tra 20 e 50 kW;
- tra 4800 e 5500 Euro per ogni kW installato per impianti oltre 50 kW.

Gli impianti ad inseguimento solare (mobili, cioè dotati di un meccanismo che insegue il movimento solare) costano il 10-15% in più, ma producono un 30% in più.

I costi di installazione di un impianto fotovoltaico si ripagano in un arco di tempo che va dai 10 ai 14 anni a seconda del tipo di impianto, dell'area geografica e della durata del prestito bancario. Il che significa che, ripagati i costi, le entrate del GSE costituiscono un "utile" che si va ad aggiungere al risparmio della bolletta.

Nel caso non si possieda l'intera cifra necessaria alla realizzazione dell'impianto, il Gruppo d'Acquisto può assistere i propri soci. Per impianti fino ai 10 kWp esiste una convenzione particolarmente conveniente con Banca Popolare Etica: Banca Etica è una delle pochissime disponibile a erogare un finanziamento al 100% della spesa dell'impianto, con durata anche fino a 20 anni (la vita del Conto Energia), e a tasso fisso.

Per impianti superiori ai 10 kWp Banca Etica dà la precedenza a impianti destinati all'autoconsumo (e non alla vendita), e applica il tasso ordinario (euribor più spread). Coloro che intendono procedere all'installazione di impianti destinati alla vendita e non dispongono di capitale proprio (e possono tuttavia presentare idonee garanzie patrimoniali e reddituali) potranno essere messi in contatto con altri Istituti di credito che collaborano con il Gruppo proprio allo scopo di finanziare questo genere di impianti.

5.3.2.5 Le modalità di finanziamento

Per quanto riguarda il finanziamento degli impianti fotovoltaici installati dagli aderenti al Gruppo d'Acquisto!, il Gruppo FO ha confermato una convenzione con Banca Etica. Per il Gruppo la collaborazione con banca Etica è fondamentale per almeno tre motivi:

Banca Etica è l'unico istituto di credito che aderisce a valori che non siano solo quelli mirati ad arricchire gli azionisti: è anche una banca "verde", che con il suo "Progetto Energia"

persegue riduzione dei consumi, tutela dell'ambiente e valore sociale, facilitando la creazione di comunità energetiche autosufficienti e sostenibili.

Banca Etica conferma la possibilità del finanziamento con mutuo chirografario (cioè senza necessità di dare garanzie) della durata di 20 anni, con la possibilità di scegliere se a tasso fisso o variabile. Inoltre offre anche un prodotto diverso dal solito mutuo, cioè un fido in conto corrente (si chiama Conto EnergEtico), che arriva fino a 21 anni, e che in pratica permette di pagare il finanziamento mano a mano che il GSE paga il contributo del Conto Energia.

Grazie alla forza del Gruppo, gli interessi che si andranno a pagare sono più bassi fino a 1,50 punto percentuale rispetto a quelli praticati da Banca Etica.

A fronte di questi notevoli vantaggi Banca Etica chiede una contropartita: di diventare loro soci, con un costo (dovuto all'acquisto di un lotto minimo di 5 azioni da € 55,50) di € 277,50. L'ambito di applicazione della Convenzione si è allargato a impianti fino a 10 kW di potenza. Anche gli altri potranno essere finanziati da Banca Etica (purchè non destinati esclusivamente alla vendita), ma nel corso dell'istruttoria non godranno dell'”autostrada” offerta per il Gruppo, né dello “sconto” sullo spread. Nonostante questo, come Gruppo ci impegniamo ugualmente a seguire anche queste pratiche. Ovvio che in tutti i casi (in Convenzione o non), il Gruppo non chiede all'aderente nessun riconoscimento economico per questo servizio.

5.3.2.6 La modalità di erogazione del finanziamento

In questa fase, innanzitutto si riceve il preventivo della spesa, corredato dalle analisi di investimento (queste aiutano a capire l'andamento del bilancio familiare a seconda della durata del prestito); a questo punto, se si dà l' “ok” per l'installazione e si ritiene di voler accedere al finanziamento della Banca, si procede con l'iter previsto:

1. Si comunica al Gruppo della necessità del finanziamento;
2. Il Gruppo predispose la documentazione di propria competenza e la invia all'aderente, comunicando il nome del funzionario responsabile di zona che deve essere contattato dall'interessato;
3. Per istruire la pratica il funzionario chiede (per le persone fisiche):
 - documento di identità;
 - copia delle ultime 3 buste paga;
 - copia dell'ultimo 730 o Unico;

- codice fiscale;
 - lettera di consenso al trattamento dei dati ai fini privacy ai sensi del Dlgs 196/2003 (lettera firmata, una per ciascun nominativo, da tutti i soggetti che avranno contatto con Banca Etica);
 - lettera di segnalazione dell'aderente e dell'installatore a firma di Merci Dolci srl a nome del Gruppo (già inviata all'aderente);
 - analisi di investimento con indicazione della potenza di impianto e del costo dello stesso (già in possesso dell'aderente);
 - progetto esecutivo firmato da tecnico abilitato;
4. Per Convenzione la banca si impegna a prendere in esame e a verificare la praticabilità dei finanziamenti richiesti entro 40 giorni;
 5. La prima erogazione, direttamente al richiedente, è del 70% dell'importo finanziato, il restante 30% avviene al momento del collaudo dell'impianto.

Le modalità di finanziamento subiscono poi molteplici varianti: dipende dal tipo di impianto, dalla disponibilità economica iniziale e dall'area geografica. Genericamente si può dire che per i privati il tipo di finanziamento è il prestito personale o il mutuo chirografario o il mutuo fondiario, molto dipende ovviamente dall'esito dell'istruttoria che la banca si impegna a condurre nell'arco di poche settimane.

Per le aziende che intendono procedere all'installazione di impianti non finanziabili da Banca Etica, è prevista la possibilità di essere messe in contatto con altri Istituti bancari ai quali il Gruppo ha chiesto la collaborazione per questo genere di richieste.

6. CONCLUSIONI

La concentrazione dell'energia solare è la chiave per rendere questo e tanti altri progetti più di una semplice ricerca utilizzando materiali ad alta efficienza. I componenti utilizzati, soprattutto il sistema di movimentazione, sono molto costosi data la precisione necessaria affinché l'insolazione sia diretta (fondamentale per la massimizzazione delle performances di un sistema a concentrazione), ma il loro costo è abbattibile una volta che verranno industrializzati grazie alle economie di scala. Ma il vero vantaggio consiste nell'utilizzo di una quantità di silicio molto inferiore rispetto al fotovoltaico tradizionale.

Utilizzando la luce solare concentrata, è possibile diminuire la quantità di utilizzo di questo prezioso materiale sulla cella, generando la stessa quantità di energia elettrica con l'ausilio di meno materiale conduttore. E questo è un dato di fatto ed un punto di partenza per un numero sempre più crescente di aziende del settore che si stanno affacciando nel business della concentrazione solare.

Grazie all'inserimento del CPV all'interno del conto energia fra le tecnologie incentivate, ci potrà essere finalmente quel boom di installazioni che gli operatori del settore attendevano. Questo scenario, però, potrà verificarsi solamente se prima verranno risolte le due grandi criticità illustrate in precedenza. L'apporto delle banche infatti è necessario nella diffusione di una nuova tecnologia, soprattutto alla luce del fatto che inizialmente il CPV sarà utilizzato per la realizzazione di grandi impianti, e quindi necessiterà di investimenti corposi che, se non supportati dalle banche, sarebbero difficili se non impossibili da trovare. In secondo luogo sarà fondamentale una modifica delle categorie incentivate affinché la diffusione del CPV possa assumere un carattere di capillarità come nel caso del fotovoltaico tradizionale. Il fenomeno dei gruppi e delle cooperative d'acquisto costituirà certamente un supporto efficace alla diffusione di impianti a concentrazione, ma finché i piccoli impianti non godranno di incentivi, difficilmente ciò potrà avvenire a meno che non ci sia un drastico calo dei prezzi.

Ad ogni modo la tecnologia fotovoltaica a concentrazione non pretende di scalzare le tecnologie ad ora presenti, ma di integrarsi a queste anche alla luce del fatto che ci sono zone del globo dove l'insolazione diretta, necessaria alla massimizzazione delle performances del CPV, è relativamente bassa e dove produrre energia con pannelli solari tradizionali risulta perciò assolutamente più conveniente.

L'Italia in questo quadro si inserisce come detentore di know-how ma se vuole cominciare a competere con i grossi player del settore dovrà passare al più presto alla fase di industrializzazione dei prodotti sviluppati in laboratorio.

BIBLIOGRAFIA

Bellia Gioacchino (2010), Progetto Scoop: *Italian Solar Concentration technologies for photovoltaic systems*, Enel.

DECRETO 6 agosto 2010, GAZZETTA UFFICIALE DELLA REPUBBLICA ITALIANA (2010).

ENEA (2009), *Rapporto energia e ambiente - Analisi e scenari 2009*.

EPIA (2010), *Market Outlook 2010*.

EPIA (2010), *Global Market Outlook for Photovoltaics Until 2014*.

EPIA (2011), *Solar Generation 6*.

EREC (2009): *Renewable Energy Policy Review – Ital*.

GSE (2010), *Guida agli incentivi per la produzione di energia elettrica*.

Huber, C., T. Faber, R. Haas, and G. Resch (2001): *Promoting Renewables: Feed-In Tariffs or Certificates*, *IEW 2001, Institute of Power Systems and Energy Economics, Vienna University of Technology, Vienna*.

IEA (2010), *Technology Roadmaps – Solar photovoltaic energy*.

Jason H. Karp, Eric J. Tremblay and Joseph E. Ford (2010), *Planar micro-optic solar concentrator*, *Solar energy*, Vol. 18, No. 2.

NREL (2009), *Opportunities and Challenges for Development of a Mature Concentrating Photovoltaic Power Industry*.

Roca Francesco (2010), *Fotovoltaico a Concentrazione basato sul silicio*, ENEA.

Sabbadin Davide (2010), *I gruppi d'acquisto del solare in Italia*, SolarExpo Verona 2010, Legambiente.

Sarno Angelo (2003), *Photovoltaic Concentrators to Utility Scale*, ENEA.

Energy & Strategy group, *Solar Energy Report 2008*, Politecnico di Milano

Energy & Strategy group, *Solar Energy Report 2009*, Politecnico di Milano

Timò Gianluca (2009), *Fotovoltaico a concentrazione: il progetto Apollon*, ERSE S.p.a.

SITI WEB CONSULTATI

http://www.ilsole24ore.com/art/tecnologie/2010-09-27/fotovoltaico-italiano-vale-miliardi-105253_PRN.shtml.

http://ec.europa.eu/environment/etap/inaction/interviews/32_it.html

<http://www.jacopofo.com/?q=node/2662>

<http://www.enf.cn/it/>

<http://www.mps.it/default.htm>

<http://www.bancaetica.com/Default.ep3>

<http://www.ilsole24ore.com/art/SoleOnline4/dossier/Economia%20e%20Lavoro/risparmio-energetico/business/fotovoltaico-scalda-leasing.shtml?uuid=91de9848-4795-11df-8fc5-44b516b98a31&DocRulesView=Libero>.

<http://www.esco-solare.com/normativa/I%20Finanziamenti%20alle%20Imprese%20con%20Leasing%20Fotovoltaico%20-%202020%20maggio%202010.pdf>.

<https://trasparenza.unicredit.it/pdf/PP08-Prestito-Chirografario-Privati-per-Impianto-Fotovoltaico-TA-1367276.PDF>

<http://www.dyesol.com/page/Technology>

<http://www.rinnovabili.it>

http://www.scienzaegoverno.org/n/032/032_04_Descrizio_sistem_concentrazio.pdf