

Il solare termodinamico: un'opportunità per il Paese

Il solare termodinamico a specchi parabolici è frutto della Ricerca e Sviluppo fatta da ENEA fin dal 2001. La tecnologia si basa sull'uso di sali fusi al posto dell'olio diatermico in modo da fare l'accumulo termico senza pericolo di inquinamento o incendio. Questo consente di produrre vapore per le turbine, e quindi energia elettrica, 24 ore su 24, al contrario di altre fonti intermittenti come fotovoltaico o eolico, offrendo così possibilità di dispatchare l'energia prodotta e di salvaguardare la stabilità della rete elettrica. Nell'articolo viene valutato l'impatto economico, occupazionale e ambientale della possibile realizzazione di impianti solari termici a concentrazione in Sardegna

DOI 10.12910/EAI/2014-84

■ F. Angelantoni

Premessa

La Archimede Solar Energy Srl nasce nel 2007, dopo anni di collaborazione del gruppo Angelantoni Industrie SpA con ENEA. Archimede è la società del Gruppo Angelantoni che opera nel settore delle Energie Rinnovabili, con la produzione del tubo ricevitore per centrali solari termodinamiche. L'innovazione che la ricerca ha prodotto, e che è alla base del brevetto che Archimede utilizza su licenza esclusiva, riguarda direttamente le caratteristiche del tubo ricevitore che presenta un'alta efficienza di assorbimento, e temperature di esercizio fino a 580 °C.

Funzionamento e caratteristiche della tecnologia

Gli impianti solari termici sfruttano la radiazione solare per produrre il calore da utilizzare nei processi

industriali o per la produzione di energia elettrica.

L'assorbimento di energia solare è ottenuto con un sistema ottico, il concentratore formato da specchi di forma parabolica, che riflette la radiazione sulla superficie del tubo ricevitore, dove viene assorbita sotto forma di calore (Figura 1). Durante il giorno il concentratore segue costantemente la traiettoria del sole, concentrando la radiazione solare sulla superficie del tubo assorbitore, che ha il compito di trasferirla ad un fluido ad alta capacità termica che scorre nel suo interno. Il fluido, a contatto poi con un circuito di acqua, produce vapore a temperatura di circa 530 °C utilizzato per muovere turbine di tipo convenzionale. Questo permette perciò produrre vapore dal sole, senza bruciare combustibili fossili. La scelta della miscela di sali fusi come fluido termovettore, 60%

NaNO_3 , 40% KNO_3 , è legata all'elevata capacità termica di questo fluido (elevate densità e calore specifico), ottima stabilità chimica ad alta temperatura, basso costo, nessun rischio ambientale. Gli oli diatermici, attualmente usati da alcune aziende concorrenti di Archimede Solar Energy, hanno invece un limite di temperatura di 380-400 °C, sono infiammabili ed altamente inquinanti.

Il sistema d'accumulo, consentito dall'uso dei soli sali fusi, è costituito da due serbatoi di stoccaggio del flu-

■ Federica Angelantoni
Archimede Solar Energy Srl

Contact person: Federica Angelantoni
federica.angelantoni@angelantoni.it



FIGURA 1 Sistema ottico costituito da specchi di forma parabolica che riflettono la radiazione solare sulla superficie del tubo ricevitore
Fonte: ENEA

ido termovettore, uno caldo a 550 °C ed uno freddo a 290 °C (schema in Figura 2), ed è la soluzione per ovviare alla indisponibilità di energia solare nell'arco della giornata. Il calore potrà essere accumulato nei serbatoi di volume opportuno, che ne assicurano la disponibilità di notte e nei giorni di scarsa insolazione, rendendo l'utilizzo del calore più flessibile e rispondente alle esigenze della rete e dei processi produttivi.

Ci sono fonti rinnovabili che per funzionare 24 ore su 24 richiedono materie prime come biomasse e biogas e altre che non possono essere programmabili per natura, come il solare fotovoltaico e l'eolico. Il vantaggio del solare termodinamico di nuova generazione è di produrre energia elettrica H24, in maniera disgiunta dalla disponibilità del sole. Il CSP (Concentrated Solar Power), infatti,

può essere alternativo al fotovoltaico ed è la tecnologia da preferire quando si vuole energia "on demand" o per favorire la rete nei picchi di richiesta.

L'efficienza di questi impianti varia dal 17% al 34%, ottenibile in paesi desertici a forte insolazione (fino a 2 kW/mq). Le grandi quantità di calore termico residuo possono essere utilizzate per processi industriali, per teleriscaldamento o condizionamento dell'aria (tramite refrigeratori ad assorbimento). Di grande interesse è la possibilità di usare tale calore anche per impianti di dissalazione di acqua marina, rendendola disponibile per scopi irrigui che potrebbero trasformare facilmente zone desertiche in orti e giardini. È opportuno segnalare, anche se in via teorica, che una superficie di 300 per 300 km di lato, coperta di specchi concentratori

con questa tecnologia, genererebbe tutta l'energia elettrica necessaria ogni anno in tutto il mondo. La superficie suddetta, seppur grande, è solo l'1% della superficie del Sahara che potrebbe poi essere parzialmente trasformato in area coltivabile dall'acqua desalinizzata.

Si sfrutterebbe in tal modo tutta l'energia solare, e l'energia elettrica prodotta potrebbe essere trasportata a basso costo in Europa attraverso elettrodotti sottomarini (Progetto Desertec, www.desertec.org), alcuni dei quali già in costruzione. Parte dell'energia elettrica prodotta potrebbe essere utilizzata direttamente nei Paesi nord-africani, insieme all'acqua (risorsa ancora più scarsa ed essenziale), spingendo le attività industriali ed agricole, riducendo la necessità di emigrare verso i Paesi europei e rendendo più armonica e sostenibile la crescita economica dell'intero bacino del Mediterraneo. Gli spazi e la risorsa principale, cioè il sole, sono largamente disponibili e le tecnologie per sfruttarli sono state già sviluppate e ad oggi facilmente reperibili sul mercato. Quello che manca a questo Progetto per diventare realtà è un impegno comune dei governi per realizzarlo.

La stessa tecnologia solare potrebbe ovviamente essere utilizzata in molte aree desertiche e non della Terra, in generale ove le condizioni climatiche lo permettano. Le centrali solari termodinamiche si adattano particolarmente a zone del mondo con alto irraggiamento (il coefficiente che si valuta è il DNI, cioè l'irraggiamento diretto su un metro quadrato di superficie) che sono solitamente le zone ad alto riscaldamento terrestre.

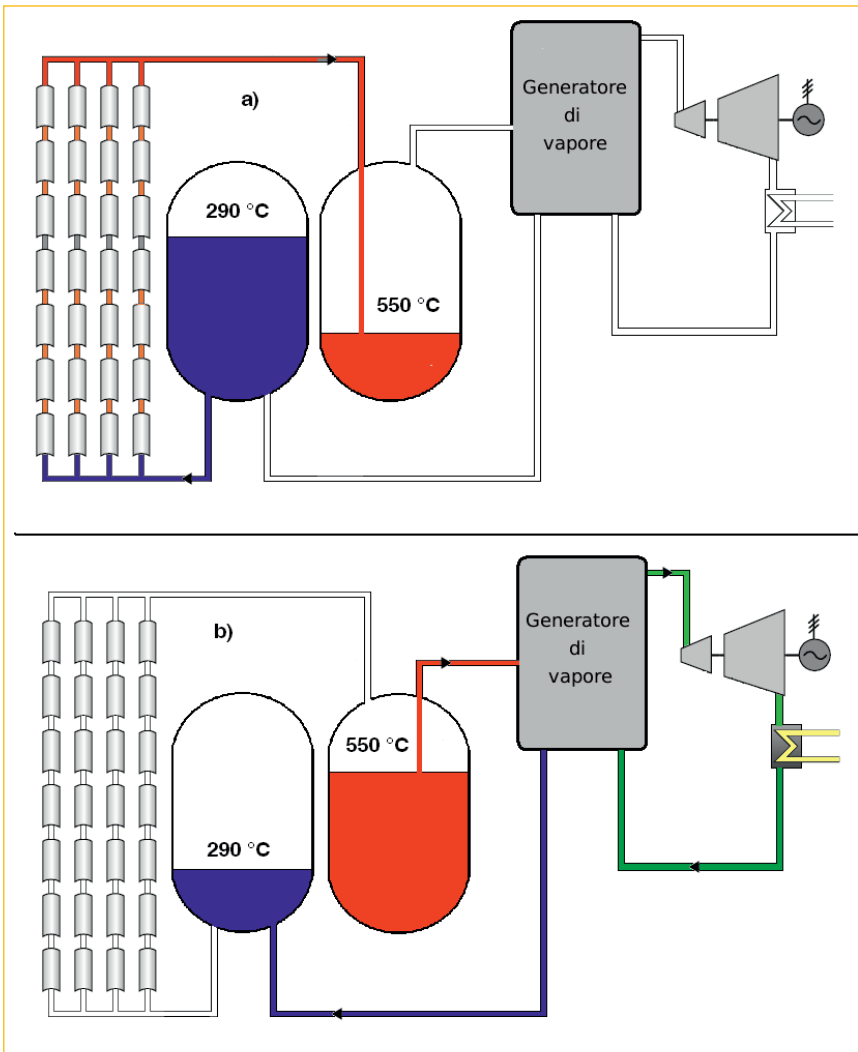


FIGURA 2 Schema di principio dell'impianto a sali fusi, con esemplificate le fasi di accumulo termico (a) e del successivo utilizzo per la produzione di energia elettrica (b) del calore accumulato
Fonte: ENEA

Archimede Solar Energy (ASE)

Nel settembre 2011 è stato inaugurato uno stabilimento completamente autonomo, capace di produrre 75.000 tubi ricevitori solari l'anno (circa 20 volte la capacità produttiva del pri-

mo stabilimento) e già pensato per ospitare i macchinari per un raddoppio della capacità con 140.000 tubi/anno, pari ad oltre 300 MW elettrici; il tutto con la tecnologia del solare termodinamico a sali fusi, tecnologia per la quale ASE è l'unico produttore

al mondo di tubi ricevitori.

Nel nuovo stabilimento si lavora con un processo totalmente automatizzato: dal lavaggio dei tubi di acciaio e delle camicie di vetro all'imballaggio del prodotto finito, non c'è una sola operazione che non sia eseguita da macchinari di ultima generazione, creati per Archimede su specifica e assistiti e controllati da PLC intelligenti. La macchina per la deposizione del film sottile sui tubi di acciaio, lunga 80 metri, è la più tecnologicamente avanzata al mondo, è stata progettata e costruita dalla controllata del gruppo Angelantoni, Kenosistec. In un'altra area del capannone, invece, 5 macchine di 5 fornitori diversi sono state integrate per gestire insieme il processo chiave nella lavorazione del vetro.

Lungo tutto il processo, 20 controlli bloccanti impediscono l'uscita di pezzi non conformi. Tutto questo per aumentare la ripetibilità dei processi e, perciò, la qualità dei prodotti. Inoltre, nel nuovo stabilimento è stata trasferita l'attenzione per l'ambiente tipica di chi opera in questo settore. Archimede è in Umbria, a Massa Martana, in un'ex-area industriale attualmente sede di un moderno polo energetico. Da subito, l'idea è stata quella di creare uno stabilimento e una palazzina con massima efficienza energetica, che si avvicinassero al Carbon Neutral (zero emissione CO₂). È stato utilizzato un mix di strategie multidisciplinari d'intervento attraverso modelli e simulazioni numeriche integrate. È stato, infatti, installato un impianto geotermico, un sistema di ventilazione naturale, un particolare rivestimento degli edifici per abbattere le dispersioni termiche, una centrale a biomasse, delle vasche per il recupero dell'ac-



qua piovana e un impianto fotovoltaico da 180 kW. Complessivamente, è stato abbattuto il fabbisogno di energia termica (rispetto ad un edificio standard) di circa il 50% nella stagione estiva e fino all'80% in quella invernale.

Studio degli effetti della costruzione di impianti termodinamici in Italia

I dati ricavati nello studio qui proposto sono il frutto di estrapolazioni delle conclusioni di un precedente studio del febbraio 2004, ancora oggi valido, dal titolo "The Potential Economic Impact of Constructing and Operating Solar Power Generation Facilities in Nevada", effettuato dal Center for Business and Economic Research University of Nevada, su richiesta del National Renewable Energy Laboratory (NREL) del Colorado e che utilizza un modello econometrico chiamato REMI.

Sul tema del CSP, gli Stati Uniti sono infatti il Paese che ha investito per primo a partire dagli anni 80, costruendo una serie di impianti sperimentali e di messa a punto della tecnologia chiamati SEGS (Solar Electric Generating Stations), nel deserto di Mojave in California, per una potenza totale di 345 MW, ancora in funzione. La stessa tecnologia si è poi sviluppata anche nel Nevada, dove in questo momento sono in funzione alcuni dei CSP di maggiori dimensioni esistenti al mondo (ad esempio Nevada Solar One da 75 MW), nello Utah ed anche in altri stati del Sud-Ovest americano. La tecnologia da loro sviluppata usa tubi ricevitori contenenti olio diatermico, ma questo ai nostri fini non rileva.

Parallelamente nel corso degli anni,

NREL (National Renewable Energy Laboratory), SANDIA, Argonne Laboratories ed altri hanno condotto una serie di studi su vari argomenti riguardanti sia la tecnologia, sia i costi ed i metodi di manutenzione, sia i consumi di acqua e di altre risorse che impattano sull'eco-sistema, nell'ottica della loro minimizzazione. È stato anche valutato in modo approfondito l'impatto socio-economico di tali iniziative con particolare riguardo alla crescita del PIL (Prodotto Interno Lordo), dell'occupazione e dei redditi personali. In estrema sintesi, per evitare considerazioni troppo analitiche, il modello REMI, fra i più accreditati nella comunità accademica e del business, permette di correlare e far interagire fra di loro dinamicamente, utilizzando centinaia di equazioni (fra cui il moltiplicatore keynesiano dell'economia) molteplici parametri, quali domanda di lavoro e di capitali, livello della popolazione ed offerta di lavoro, i salari, gli stipendi, i prezzi, il livello degli investimenti produttivi, i costi delle materie prime, i profitti delle imprese ecc. simulandone il comportamento, per arrivare a fare previsioni piuttosto accurate e credibili sulla evoluzione macro-economica di un intero sistema.

In particolare "REMI" è molto efficiente nella determinazione degli impatti sul PIL e sull'occupazione degli investimenti in grandi infrastrutture.

Nella realtà italiana presa a riferimento, lo studio esamina il potenziale impatto sulla occupazione, sui redditi personali e sul PIL della iniziativa di costruzione e gestione di 4 centrali solari termodinamiche a sali fusi per complessivi 180 MW elettrici, da collocare nei Comuni sardi di Campu Giavesu (Sassari), Villasor (Cagliari),

Gonnosfanadiga (Medio Campidano), Bonorva (Sassari). La costruzione verrebbe avviata nel corso degli anni 2015 e 2016 e per ciascun impianto è prevista la conclusione entro 24 mesi dall'avvio dei lavori.

Investimenti, PIL e redditi personali

L'investimento complessivamente previsto per la costruzione delle 4 centrali è stimato in circa 720 milioni di euro. Il costo "target" industriale per ogni centrale da 50 MW è stimato in circa 185 milioni di euro. Esso potrebbe salire a oltre 200 milioni di euro considerando il costo della terra, delle opere di compensazione per le comunità locali, i costi di ingegneria (progettazione preliminare, definitiva ed esecutiva), i costi di autorizzazione ed il margine di errore nella stima dei costi, inevitabile nella pre-serie di un prodotto industriale "modulare" quale quello che si appresta a diventare una centrale CSP "green field" da 50 MW. Aggiungiamo 120 milioni di euro per la centrale da 30 MW.

A questo investimento diretto degli investitori internazionali va aggiunto l'investimento "locale" che gli industriali sardi dovranno fare per partecipare in quote rilevanti all'attrezzaggio della costituenda filiera industriale CSP "locale". Si ricorda a tal proposito che esistono altri progetti CSP in attesa di autorizzazione da parte della Regione Sardegna per decine di MW e che dunque complessivamente la Regione Sardegna potrebbe mettere a punto la sua parte di filiera contando su di un "booster" di circa 200 MW complessivi iniziali.

Gli impatti sul PIL e sui redditi personali sarebbero:

- per il PIL: + 2.050.000.000 di euro

- nel periodo 2030-2045;
- per i Redditi Personali: + 2.034.000.000 di euro nel periodo 2015-2045.

Impatto occupazionale

L'occupazione durante la fase di cantiere sarebbe di 8.247 posti di lavoro totali di cui circa 5.000 in Sardegna, ipotizzando una ripartizione dei benefici occupazionali al 60% per la Regione Sardegna ed al 40% per il resto del Paese.

Inoltre l'occupazione per la gestione e manutenzione degli impianti nel corso degli anni di operatività è di 322 posti di lavoro stabili per 30 anni.

L'affermazione all'estero della tecnologia italiana del CSP a sali fusi porterebbe in 3-5 anni a stabilizzare in Sardegna anche la parte di occupazione oggi prevista solo per la fase di cantiere.

Prospettive del mercato estero e ricadute sulle imprese italiane

Assumendo lo scenario delle previsioni 2013-2020 sotto riportato, la potenzialità stimata di mercato nei prossimi 7 anni è di circa 33.000 MW per un valore annuo di circa 4.700 MW annui.

GENERAL WORLD PERSPECTIVE:

Arabia Saudita: 24 GW – (2013-2032)

fonte: *KACARE.GOV*

USA: 15 GW – (2013-2020)

fonte: *SEIA-NREL*

Italia: 600 MW – (2013-2017)

fonte: *ANEST*

Marocco: 2 GW – (2013 - 2025)

fonte: *MASEN*

Tunisia: 500 MW – (2013-2020)

fonte: *STEG*

Cina: 3 GW – (2013-2020)

fonte: *NDRC*

America Latina: 1 GW – (2013-2020)

fonte: *CEPAL*

Emirati Arabi Uniti: 1GW – (2013-2020)

fonte: *MASDAR INSTITUE*

Kuwait: 1 GW – (2013-2020)

fonte: *KISR*

India: 2 GW – (2013-2020)

fonte: *JNNSM*

Sud Africa: 500 MW (2013-2020)

fonte: *REFIT*

Australia: 500 MW (2013-2020)

fonte: *ASI*

L'obiettivo per il sistema di imprese italiane (riunite nell'ANEST, Associazione Nazionale per il Solare Termodinamico, formata da 24 aziende appartenenti alla filiera italiana del CSP, oltre a qualche azienda straniera con base in Italia) è quello di "appropriarsi di almeno 250 MW/anno di CSP; circa il 5% del mercato dei prossimi 7 anni. Si tratta di una quota assolutamente alla portata delle nostre imprese. Questo consentirebbe non solo di rendere stabili gli 8.247 posti di lavoro/annui collegati alle attività di costruzione delle centrali CSP ma addirittura di aumentarli di circa l'8% a circa 9.000 posti annui. Analoghi effetti si avrebbero sul PIL che crescerebbe di circa 2,2 miliardi di euro/annui. Sfide più ambiziose non sono vietate, se come sistema Italia saremo capaci di costruire e mandare a regime altre centrali sia sul territorio italiano che all'estero.

"Filiera sarda" del solare termodinamico e rapporti con le aziende locali

È specifico interesse dei promotori della costruzione degli impianti CSP che la filiera delle forniture materiali sia il più possibile corta. In tal senso con apposito "road show" è previsto il coinvolgimento delle aziende locali con informazioni di dettaglio prima e

gare competitive per le assegnazioni dei lavori dopo. Questa esperienza sarà preziosa per le future gare internazionali.

Partecipazione delle aziende sarde alla filiera nazionale del CSP

Non appena si avrà la certezza che il procedimento autorizzativo di ogni singolo impianto sia ormai avviato verso una conclusione positiva (Conferenza dei Servizi per il permesso a costruire) verrà organizzato un "road show" nelle principali città della Sardegna, con l'appoggio della Associazione degli industriali sarda, nel quale verranno esposti i dati relativi ad ogni singolo progetto e nel quale verranno rilasciati i capitoli delle principali forniture necessarie alla sua realizzazione.

Entro il tempo massimo di 30 giorni, le aziende regionali potranno formulare le loro offerte in un'asta competitiva ma trasparente condotta secondo i canoni della massima correttezza. Verrà anche istituito, presumibilmente a Cagliari, sempre presso l'associazione industriali, un presidio informativo per la fornitura delle ulteriori informazioni che dovessero essere richieste dai partecipanti alla gara per la formulazione delle loro offerte.

Le alleanze sul territorio

Sono stati pianificati una prima serie di incontri sul territorio della Regione Sardegna con tutti i soggetti interessati allo sviluppo del lavoro, della occupazione e del reddito. Verrà lanciato una specie di "patto per lo sviluppo". Abbiamo già iniziato a parlare con i sindacati dei lavoratori, che non sanno più quali risposte dare ai loro iscritti; con le associazioni degli industriali

interessate ad immaginare nuovi sentieri di sviluppo per le loro imprese messe in difficoltà dalla crisi; con le associazioni ambientaliste. Parleremo anche alle istituzioni scientifiche dell'isola che senza nuove prospettive su cui proiettare la propria attività nel futuro non saprebbero cosa ricercare e per quali obiettivi. Abbiamo anche parlato con l'Assessore all'Agricoltura prospettando le sinergie possibili fra produzione energetica pulita ed agricoltura ad alto valore aggiunto. Chiederemo ai partiti politici di poter incontrare i loro responsabili nell'Isola per illustrare loro il disegno di sviluppo che abbiamo in mente; in particolare quei partiti vicini agli interessi del lavoro, dei lavoratori e delle imprese. Chiederemo di incontrare i vertici della Sotacarbo, la società partecipata da ENEA e Regione Sardegna incaricata della missione di sviluppare la tecnologia del "carbone pulito" per vedere con loro quale concreta forma di collaborazione attivare, anche nell'ottica della esportazione della tecnologia CSP.

Impatto degli investimenti sul bilancio dei Comuni (IMU)

L'impatto delle costruzioni delle centrali in termini di contribuzione IMU stimata sul bilancio dei singoli Comuni è mostrato in Tabella 1.

Effetti sulla condizione economica delle comunità locali nei territori che ospitano gli impianti

La legge 239/2004 art.1, comma 4, lett. f) stabilisce misure di compensazione ai territori che ospitano gli impianti. Per le fonti rinnovabili, ricordiamo che tali misure sono sempre non patrimoniali; possono essere fissate solo da

<i>Impianto</i>	<i>IMU Comune (€/anno)</i>	<i>IMU Stato (€/anno)</i>
Villasor	303.030	767.676
Gonnosfanadiga	409.500	1.037.400
Bonorval	245.700	622.440
Giave	163.800	414.960
Giave2	49.100	124.488
Cossoine	196.560	497.952

TABELLA 1 Stima del contributo IMU fornito dalla costruzione delle centrali solari termodinamiche ai Comuni sardi interessati

Stato e Regioni; possono arrivare ad un valore massimo non eccedente il 3%. Nel caso specifico si tratta di cifre comunque ingenti da spendere per "compensazioni" al territorio ed alle comunità locali. Pensiamo ad esempio alla promozione di nuove forme di agricoltura delle primizie ad alto valore aggiunto (modello Pachino) che si potrebbero sperimentare utilizzando serre riscaldate con il calore residuo delle centrali, attraverso la costituzione di apposite cooperative sociali o ad iniziative complementari di tipo analogo. Il calore residuo delle centrali solari termodinamiche potrebbe anche essere usato per supportare la parte finale della filiera agro-pastorale (lavorazione di latte, formaggio e derivati).

Riduzione delle emissioni in atmosfera in 30 anni

Si prevedono 60 milioni di tonnellate di emissioni di CO₂ in meno nell'atmosfera. Ciò rispetto alle emissioni prodotte da una centrale elettrica a carbone di pari potenza termica che come noto è di 340 kg di CO₂ per ogni MW termico prodotto. Il paragone è fatto con centrali elettriche alimentate a carbone perché, come noto, in Sardegna il 92% della produzione elet-

trica si ottiene bruciando carbone e/o olio combustibile.

Conclusioni

Le difficoltà sono indubbiamente innumerevoli. Per chi ha bisogno di fare innovazione è diventato estremamente complesso accedere ad una qualsiasi forma di finanziamento pubblico. I bandi per progetti di ricerca sono pochissimi, spesso mirati alle sole PMI o alla nascita di nuove realtà ma non alla crescita delle medie-grandi imprese già esistenti sul mercato. Alcuni progetti pluriennali sono stati tagliati o, se sono ancora in vita, non hanno ancora riconosciuto niente ai privati, mettendo in grande difficoltà le aziende che nel frattempo hanno fatto investimenti. Bisogna, perciò, organizzarsi con centri di ricerca privati, interni alle aziende, ma non tutti possono o pensano di poterseli permettere e così ci si arena sulla gestione del quotidiano e manca la spinta allo sviluppo.

Questo atteggiamento si riscontra anche a livello di sistema paese. Complessivamente è poca la strategia a lungo termine, dovuta più che altro alla necessità di andare a gestire il contingente, che genera una forte instabilità in cui le aziende italiane ope-

rano con estrema difficoltà. Questo contesto traballante diventa totalmente incomprensibile visto dall'esterno, creando un pericolosissimo freno all'attrazione degli investimenti esteri nel nostro paese.

Per raggiungere gli obiettivi numerici emersi nel corso dello studio:

- incremento del PIL: 2.050.000.000 di € nel periodo 2015-2045,
- incremento dei redditi personali: 2.034.000.000 di € nel periodo 2015-2045,
- incremento occupazione: 8.247 posti di lavoro per gli anni 2015-2016 (durante la costruzione) + 322 posti di lavoro stabili per la gestione operativa e la manutenzione nel periodo 2017-2047,
- conquistare almeno il 5% del mercato potenziale del "CSP" nel mondo (5.000 MW elettrici) nel periodo

2014-2021, quota di mercato che vale circa 250 MW elettrici annui e consentirebbe di rendere stabili per la sola costruzione circa 9.000 posti di lavoro annui, nel periodo 2014-2021 tutti sul territorio nazionale, c'è una necessità assoluta: la piena e convinta collaborazione di tutte le Istituzioni ad ogni livello.

Federica Angelantoni
Archimede Solar Energy Srl



FIGURA 3 La centrale solare termodinamica "Archimede" di Priolo Gargallo (Siracusa). L'impianto è integrato in una centrale elettrica a cicli combinati a gas dell'Enel