

NUOVE TECNOLOGIE SOLARE ED EOLICO

Solar Chimney è una tecnologia brevettata da uno studio di progettazione tedesco e risale agli anni '80 del secolo scorso. Negli anni successivi è stato sviluppato il primo prototipo di piccola taglia. Attualmente in Australia è in costruzione la prima centrale da 200 MW che sfrutta questo tipo di tecnologia. L'impianto è costituito da tre elementi distinti ma ben collegati tra loro: un collettore di radiazione solare che riscalda l'aria, una torre e una o più turbine eoliche.

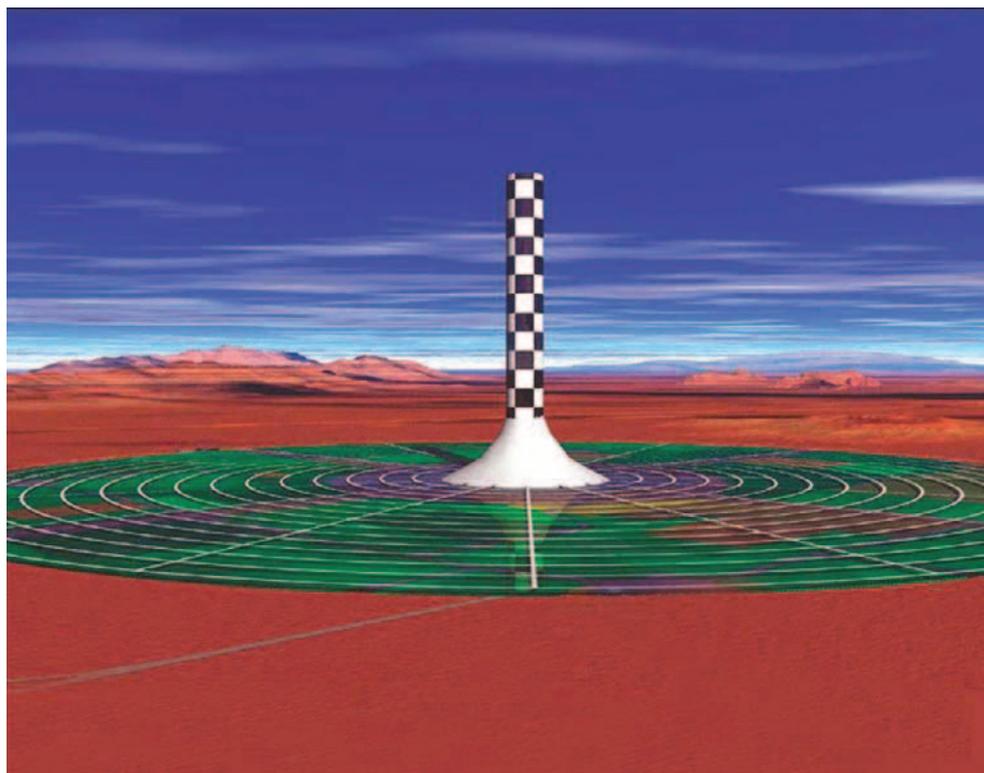
Il funzionamento

L'impianto noto come "Solar Chimney" oppure solo come "torre solare" è un dispositivo che sfrutta l'irraggiamento solare per indurre un moto convettivo in un fluido (l'aria nel caso specifico) convogliandolo in un tubo o torre verticale. Il flusso raggiunge differenze di pres-

sione in grado di muovere delle pale eoliche posizionate nel punto di massimo della pressione del fluido, cioè alla base della torre. L'efficienza del sistema è proporzionale all'altezza della torre che permette alla massa d'aria di raggiungere velocità oltre i 15 m/s. Il funzionamento è illustrato nella Figura 1: l'aria viene riscaldata dalla radiazione solare al di sotto di una copertura trasparente che occupa oltre il 90% della superficie dell'impianto (grazie all'effetto serra, la copertura lascia passare la radiazione solare e trattiene le lunghezze d'onda maggiori emesse dal terreno riscaldato), di forma circolare e di modesta altezza (un paio di metri nel prototipo di Manzanares). Al centro della copertura è collocata una torre (o camino, "chimney") la cui base ha delle aperture che permettono all'aria riscaldata di con-

vogliarsi all'interno della struttura in modo da uscire dall'imboccatura superiore del camino (dal momento che l'aria calda è più leggera di quella fredda). In questo modo viene innescato un processo continuo per cui l'aria fredda entra dalla periferia dell'impianto all'interno della "camera" di riscaldamento e successivamente viene convogliata all'interno del camino per uscire all'esterno. Maggiore è l'altezza del camino maggiore è la velocità delle masse d'aria in uscita. È possibile produrre energia elettrica posizionando una o più turbine eoliche alla base della torre. Grazie agli studi di Kreetz è possibile raggiungere una operatività su tutto l'arco della giornata anche nelle ore notturne. Infatti, collocando all'interno della camera di riscaldamento dell'aria dei tubi neri riempiti d'acqua, il calore imma-

Si chiama Solar Chimney la nuova tecnologia che, brevettata da uno studio di progettazione tedesco all'inizio degli anni '80, permette di produrre energia sfruttando l'irraggiamento solare. In Australia è in costruzione il primo impianto capace di sfruttare questo tipo questa tecnologia.



gazzinato da questi viene rilasciato nelle ore notturne. L'acqua viene usata come fluido per lo scambio termico e rimane quindi sempre immagazzinata nei tubi senza bisogno di essere cambiata, particolare importante se si pensa che questi impianti avrebbero come luogo d'impiego privilegiato le zone aride del pianeta. I generatori eolici installati alla base della torre sono generatori tradizionali proporzionali all'altezza del collegamento (una decina di metri nel prototipo di Manzanares e molti di più nel progetto finale): nel prototipo sono ad asse verticale all'imboccatura della torre, mentre nel progetto esecutivo della centrale dovrebbero essere ad asse orizzontale. La torre è sostanzialmente un tubo in pressione come quello delle condotte forzate con ridotte perdite di carico. La velocità di uscita dell'aria è proporzionale all'aumento di temperatura dell'aria nella camera di riscaldamento. In un impianto di decine di MW la temperatura alla base della torre arriverebbe intorno ai 70° Celsius che porterebbero la velocità dell'aria intorno ai 15 m/s: ottimale per lo sfruttamento in turbina eolica. Dal momento che la temperatura si abbassa di circa 1 grado ogni 100 metri e che l'efficienza del sistema è proporzionale alla differenza di temperatura tra l'aria alla base e quella all'uscita dalla torre il dimensionamento in altezza (quindi ΔT) e in sezione (per la portata del flusso d'aria) sono i parametri per il dimensionamento dell'impianto. A rigore, considerando solo la turbina non siamo di fronte a una vera e propria nuova tecnologia, ma guardando l'intero impianto per ottenere il vento e le modalità costruttive ci troviamo di fronte a un approccio completamente diverso da quanto finora progettato. In pratica, si sfrutta l'energia del vento ma controllandone la generazione sfruttando l'energia solare e la direzione con un manufatto.

Vento e sole insieme per produrre energia

L'idea di sfruttare una combinazione di energia eolica e solare era nata già nel 1931 quando Gunther aveva descritto una

combinazione di questi tre elementi per produrre energia, ma solo nel 1983 si giunge a una descrizione matematica che porta alla costruzione del primo prototipo in Spagna. Successivamente Schlaich produce uno studio completo della tecnologia con un'analisi economica dell'impianto e Kreetz introduce la possibilità di sfruttare ulteriormente il processo convettivo anche in carenza di radiazione solare. In pratica si tratta di scaldare non solo l'aria ma anche un fluido (ad esempio acqua) che sia in grado di rilasciare calore per convezione all'aria anche dopo il ciclo diurno della radiazione. In questo modo (Figura 2) la curva di producibilità dell'impianto diventa quasi costante sull'arco della giornata superando il problema della ciclicità dell'energia prodotta dal sole. Ai primi anni del 2000 risalgono i primi studi della termodinamica dei fluidi e quindi del disegno specifico delle pale eoliche. Nel 2003 compaiono i primi modelli computerizzati per il calcolo strutturale della tecnologia per una centrale di grandi dimensioni (200 MW). Benché i costi di costruzione siano elevati e non paragonabili con le tradizionali tecnologie eoliche finora utilizzate, l'energia prodotta avrebbe costi molto competitivi e con una qualità superiore all'attuale elettricità prodotta da impianti eolici. La tecnologia è stata già provata e testata, nel 1981 gli ingegneri della Schlaich Bergermann and Partner hanno costruito in Spagna, 150 chilometri a Sud di Madrid, sull'altopiano di Manzanares, un piccolo impianto da 50 kW che ha funzionato a regime per circa sette anni. Tuttavia negli anni '80 il costo del barile di petrolio era inferiore ai 30 dollari e rendeva poco interessante qualsiasi investimento "capital intensive" nelle fonti rinnovabili. Invece, negli ultimi anni le previsioni di crescita del prezzo del petrolio oltre i 50 dollari a barile hanno riaperto la ricerca sui "solar chimney".

Tempi e costi di un impianto Solar Chimney

In base alla curva di apprendimento finora sviluppata, la valutazione economica della tecnologia

ha dato risultati positivi per impianti di taglia superiore ai 100 MW che produrrebbero energia elettrica a costi comparabili con quelli della generazione tradizionale. Nel 2002 è stato stimato il costo di un impianto da 200 MW e paragonato a un impianto tradizionale a carbone e a un impianto a ciclo combinato. L'utility Energie Baden-Württemberg ha effettuato lo studio (Figura 3): con un interesse lordo dell'11% e un periodo di costruzione della durata di quattro anni (sono questi i tempi industrialmente "spaventosi" per la costruzione di un impianto in sé non complesso ma ad altissima intensità del capitale) l'energia prodotta sarebbe solo del 20% più cara rispetto a quella tradizionale; tuttavia bisogna tenere conto che nel 2002 il costo del barile era un terzo di quello attuale. Quindi da un punto di vista di semplice politica energetica il costo "assicurato" di produzione dell'energia da questo

L'IMPIANTO SPERIMENTALE DI MANZANARES

Proprietario: Ministero della Ricerca e della Tecnologia, Bonn.

Scopo: ricerca di base, design, costruzione, operazione e valutazione.

Struttura: torre di 194 metri di altezza e 10 metri di diametro, in calcestruzzo di 125 tonnellate di peso.

45.000 mq di superficie del collettore.

Collettore di 240 metri di diametro con una altezza media di: 2 metri, superficie totale di 45.000 m² realizzato con una membrana polimerica trasparente (80%) e vetro. Membrana di 5,5 kg/m².

Turbina eolica: 50 kWel.



Figura 1
Principio di
funzionamento
del "solar
chimney".

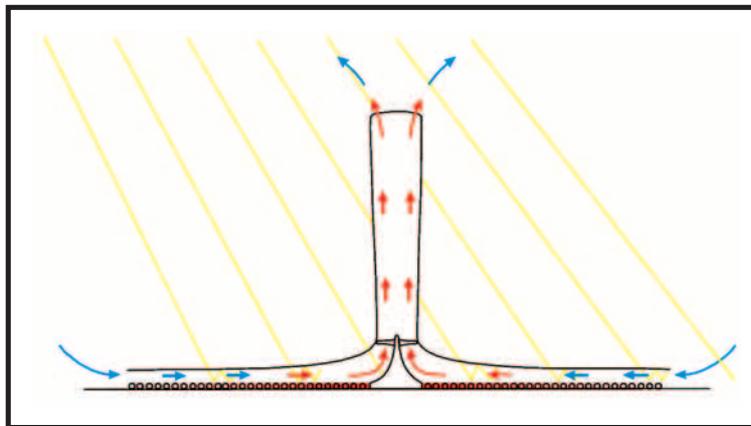


Figura 2
Curva di
producibilità
nell'ipotesi di
uso di tubi
con acqua
all'interno del
collettore.

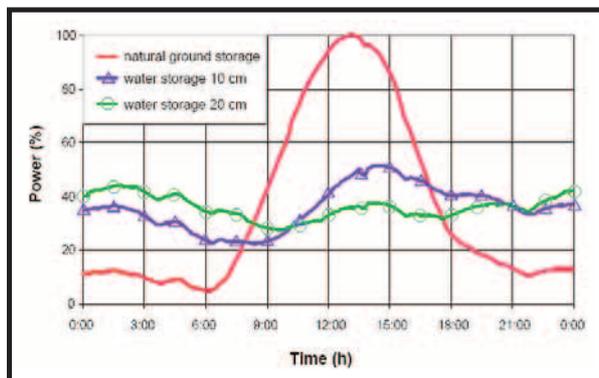
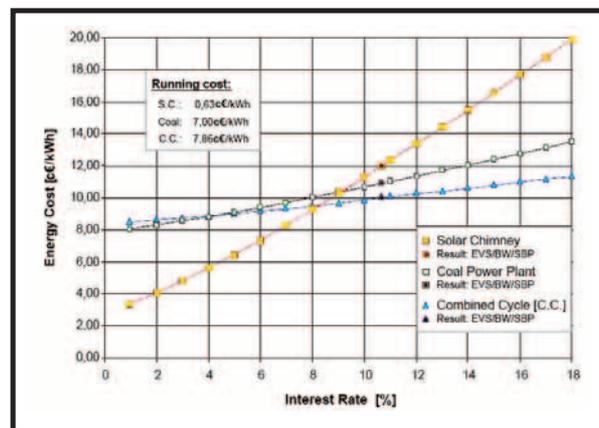


Figura 3
Confronto del
costo finale
dell'energia
prodotta tra
diversi tipo di
impianto al
variare del
tasso di
interesse.



tipo di impianto dovrebbe essere incentivo per gli investitori istituzionali statali, d'altra parte tempi di costruzione così lunghi sono in grado di disincentivare qualsiasi utility. L'elevato investimento iniziale è dovuto non tanto alla tecnologia utilizzata o ai materiali impiegati quanto piuttosto ai costi della manodopera per costruire la torre e il collettore: un'opera tecnicamente non complessa, ma su grande scala. Le torri solari per questa peculiarità di essere "labor intensive" sono interes-

ti soprattutto nei Paesi del terzo mondo. Infatti, dal momento che la potenza dell'impianto dipende dal differenziale di temperatura tra il collettore e la bocca della torre, che aumenta con l'altezza della stessa, l'efficienza tra costi di costruzione e energia producibile è maggiore nel caso si costruisca un unico grande impianto, con una torre molto alta, rispetto a tanti piccoli impianti di altezza modesta, quindi con tempi di costruzione più lunghi. Una torre alta 1.000 me-

tri con un diametro di 150 metri porterebbe a un impianto da oltre 200 MW con un ottimo rapporto capitale iniziale/energia prodotta (0,07 euro/kWh). Non si tratta di un'idea così azzardata: ci sono ormai molti studi di architettura che propongono grattacieli ed edifici a uso civile oltre i 700-800 metri e, in questo caso, si tratterebbe di una costruzione molto più semplice sia strutturalmente sia tecnicamente. Inoltre, una struttura di questo tipo in cemento armato in un ambiente prevalentemente secco ha tempi di vita superiori ai 50 anni, maggiori di un qualsiasi impianto tradizionale a combustibili fossili, dal momento che il fenomeno di carbonatazione si riduce in presenza di bassi valori di umidità relativa.

Il problema degli investimenti necessari per costruire una torre alta diverse centinaia di metri con tempi di ritorno dell'investimento che superano la decina d'anni è superabile solo grazie a un finanziamento statale. Ma d'altra parte è quello che abitualmente è accaduto e ancora accade con lo sfruttamento dell'energia nucleare.

In Australia la prima centrale

L'Australia è una zona ideale per un impianto di questo tipo in quanto ha ottime condizioni di irraggiamento, ampi spazi e una domanda energetica in forte crescita. In ragione della legislazione (Mandatory Renewable Energy Target, Mret) che impone una quota da fonte rinnovabile, nel prossimo decennio l'Australia dovrà produrre ulteriori 9.500 GWh da fonte rinnovabile.

Il governo australiano è interessato alla costruzione del primo impianto da 200 MW per cui ha già trovato il sito finale (10.000 ettari per l'area del collettore) e ha affidato a una società (EnviroMission) la direzione lavori e la promozione del progetto. Ultimamente EnviroMission ha già creato una joint-venture con industrie cinesi per l'esportazione dei risultati del progetto.

www.readerservice.it n°10