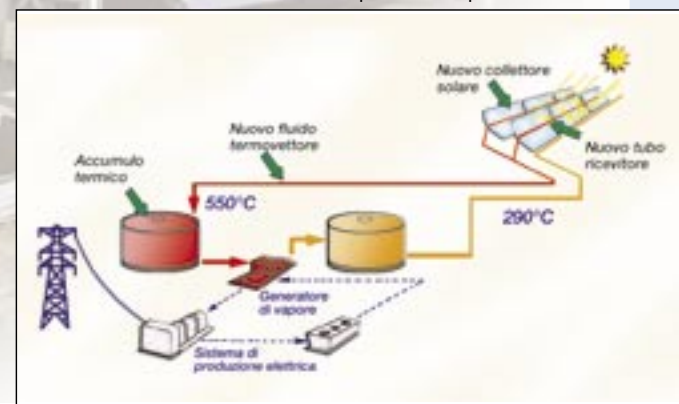


Le innovazioni del sistema progettato dall'ENEA

La produzione di energia elettrica da solare termodinamico è stata sperimentata e dimostrata utilizzando diverse tecnologie di raccolta e concentrazione della radiazione solare; le tecnologie più comuni sono i collettori parabolici lineari e i sistemi a torre. Collettori parabolici lineari sono utilizzati da 20 anni in nove grandi impianti termoelettrici solari realizzati a Kramer Junction, in California, per una potenza complessiva di oltre 350 MWe.

Il sistema progettato dall'ENEA combina le due tecnologie dei sistemi a collettori parabolici lineari e dei sistemi a torre e prevede una serie di profonde innovazioni che permettono di superare i punti critici di entrambe.



Schema dell'impianto solare a concentrazione per la produzione di energia elettrica progettato dall'ENEA

di radiazione solare diretta.

Nell'impianto ENEA i raggi del sole, raccolti e concentrati dagli specchi parabolici, riscaldano una tubazione dentro la quale scorre il fluido termovettore.

Il fluido riscaldato viene convogliato in un serbatoio "caldo", dove va a costituire l'accumulo di calore ad alta temperatura. Dal serbatoio "caldo", il fluido è inviato ad uno scambiatore dove cede una parte di calore con il quale viene generato vapore che alimenta un sistema convenzionale di produzione di energia elettrica. Il fluido conclude la sua corsa nel serbatoio "freddo", a 290 °C, da dove viene prelevato e re-immesso nel ciclo.

L'accumulo termico

Nel settore della produzione elettrica una tecnologia matura deve erogare l'energia in funzione della domanda. Fino ad oggi, l'unica energia rinnovabile che ha avuto una diffusione estesa è stata quella idroelettrica. Ciò è dovuto sia alla competitività dei suoi costi che alla presenza del sistema bacino/sbarramento, in grado di compensare le fluttuazioni dovute alla variabilità delle precipitazioni. Nel caso dell'energia solare, la funzione svolta dall'accumulo di acqua nel bacino è affidata al calore accumulato nel serbatoio termico caldo. Un elevato salto termico (260 °C) tra il serbatoio caldo e quello freddo permette una notevole capacità di accumulo (si pensi che per immagazzinare 1 kWh di energia termica sono sufficienti circa 5 litri di sale fuso). Se il serbatoio è di dimensioni opportune, le perdite di energia associate all'accumulo termico sono molto contenute, tipicamente minori dell'1% giornaliero.

Gli specchi parabolici

La radiazione solare diretta è focalizzata su un tubo collettore-ricevitore mediante l'uso di grandi specchi parabolici lineari, per i quali l'ENEA propone soluzioni innovative, in grado di assicurare una significativa riduzione dei costi di costruzione e posa in opera, che riguardano sia i pannelli riflettenti (di spessore più sottile) che la struttura di sostegno. L'apertura degli specchi è di 5,76 m, con una altezza focale di 1,81 m. Gli specchi sono costituiti da pannelli *honeycomb* di 2,5 cm di spessore con struttura interna in alluminio e strati superficiali in fibra di vetro che presentano un'elevatissima rigidità. Sulla superficie esterna di questi pannelli aderisce un sottile specchio di vetro ad alta riflettività. Un insieme di tali pannelli riflettenti è rigidamente fissato ad una struttura di supporto, lunga circa 25 m, che ne consente la rotazione per seguire il percorso del sole.

Il fluido termovettore

Nel progetto ENEA, a differenza degli impianti a collettori parabolici lineari di Kramer Junction in cui il fluido termovettore è un olio minerale infiammabile, tossico e non utilizzabile a temperature elevate si è preferito adottare una miscela eutettica di sali fusi (60% NaNO₃ - 40% KNO₃). Questi sali, largamente usati come fertilizzanti, sono economici e disponibili in grandissime quantità. L'intervallo di temperatura della loro miscela, durante il funzionamento del campo solare, è tra 290 e 550 °C.

ENEA



Specchi parabolici

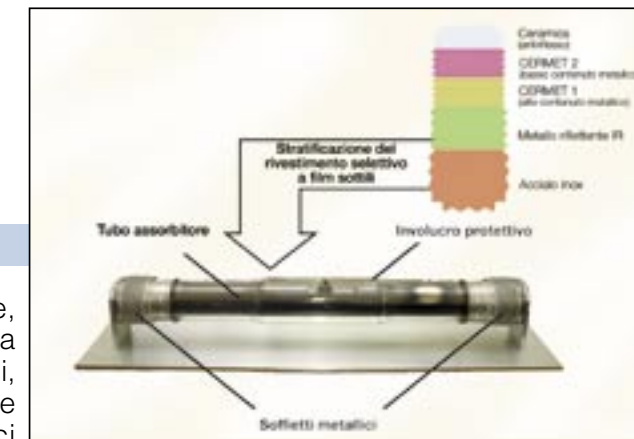
Impianto Prova Collettori Solari



Parametri principali dell'impianto Prova Collettori Solari		
Localizzazione dell'impianto	Centro Ricerche Casaccia	
Orientamento collettori	Est-Ovest	
Numero collettori	2	
Lunghezza attiva collettori	48	m
Superficie attiva collettori	553	m ²
Temperatura min. fluido termovettore	290	°C
Temperatura max fluido termovettore	550	°C
Potenza di picco	393	kWt

Il tubo ricevitore

Il tubo ricevitore, situato sulla linea focale degli specchi, è costituito da due cilindri concentrici separati da una intercapedine sotto vuoto con funzione di isolante termico. Il cilindro esterno in vetro, del diametro di 11,5 cm, ha funzione di involucro protettivo ed è collegato mediante soffiotti metallici al cilindro interno in acciaio. Quest'ultimo, che ha diametro di 7 cm, costituisce il tubo assorbitore dell'energia solare; al suo interno circola il fluido termovettore. Un composto spettralmente selettivo, sviluppato dall'ENEA, riveste la superficie esterna del tubo in acciaio e assicura il massimo assorbimento nello spettro della luce solare e la minima emissione di radiazione infrarossa dal tubo caldo, consentendo il raggiungimento dell'elevata temperatura di esercizio dell'impianto (550 °C).



Tubo ricevitore. Nel particolare: struttura del rivestimento spettralmente selettivo sviluppato dall'ENEA

L'impianto Prova Collettori Solari

Al fine di arrivare allo sviluppo di prodotti industriali con prestazioni e costi che consentano la diffusione su vasta scala degli impianti solari a concentrazione, l'ENEA sta conducendo un importante programma di ricerca e sviluppo su materiali e componenti.

In particolare, l'Ente ha progettato e realizzato, presso il Centro Ricerche Casaccia, l'impianto Prova Collettori Solari utilizzato per la prova e qualificazione di due moduli di collettori parabolici da 50 metri in condizioni reali di esercizio.

L'impianto ha lo scopo di testare la validità di tutte le innovazioni tecnologiche introdotte dall'ENEA.

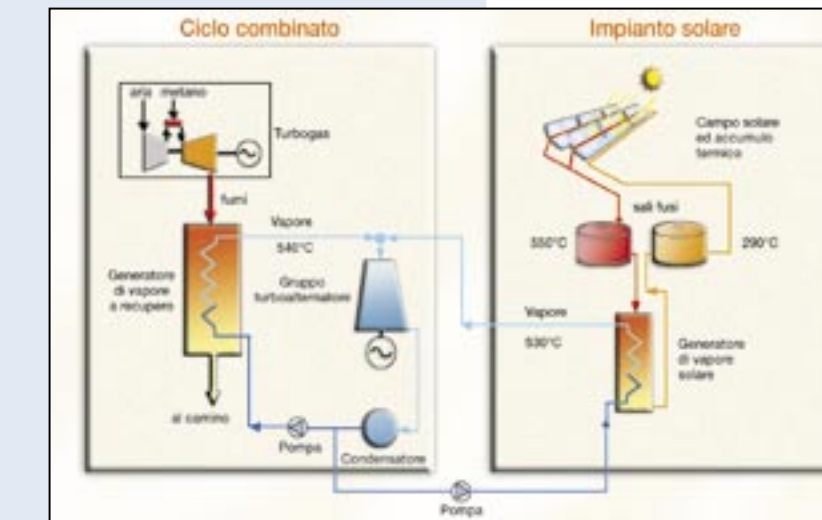
Il Progetto Archimede Impianto solare ENEA integrato nella centrale a ciclo combinato ENEL

Nell'ambito del programma di ricerca ENEA sul solare termodinamico è nato il Progetto Archimede, condotto in collaborazione con ENEL Produzione S.p.A., con lo scopo di studiare la possibilità di integrare gli impianti termoelettrici tradizionali (in particolare, quelli a ciclo combinato) con gli impianti solari a collettori parabolici lineari che utilizzano le innovazioni tecnologiche sviluppate dall'ENEA.

La centrale ENEL di Priolo Gargallo (Siracusa), originariamente ad olio combustibile e recentemente riconvertita a gas con ciclo combinato, costituirà la prima applicazione a livello mondiale di integrazione tra un impianto a ciclo combinato e un impianto solare termodinamico. L'impianto solare incrementerà la potenza della centrale - pari a 760 MWe - di circa 20 MWe, durante il periodo estivo.

Parametri principali relativi al Progetto Archimede

Localizzazione dell'impianto	Priolo Gargallo (Siracusa)	
Orientamento collettori	Nord-Sud	
Numero collettori	360	
Superficie attiva collettori	199,1	10 ³ m ²
Energia termica annua raccolta	179,4	GWh/a
Energia elettrica lorda annua prodotta	59,2	GWh/a
Emissione annua di CO ₂ evitata	39.458	t/a
Risparmio annuo di energia primaria	12.703	tep/a



Schema di integrazione del vapore solare in un impianto termoelettrico a ciclo combinato

ENEA



ENEA

Convenienza economica

Una volta che i sistemi di captazione e accumulo dell'energia solare verranno prodotti su scala sufficientemente grande, la produzione di calore ad alta temperatura (550 °C) potrà essere fatta, in località a elevata insolazione, ad un costo di circa 2 €/GJ, non superiore a quello previsto per il gas naturale e il petrolio.

Tempi di costruzione brevi e lunga vita dell'impianto

Grazie alla semplicità progettuale, un impianto può essere realizzato in circa tre anni. La sua vita attesa è di 25-30 anni, sicuramente estendibile apportando successive modifiche e miglioramenti. Lo smantellamento finale è semplice ed economico e il terreno è riutilizzabile senza limitazioni.

Energia ad alta disponibilità ed adattabilità

La presenza dell'accumulo permette l'erogazione di energia termica su richiesta, indipendentemente dall'ora. Le discontinuità della radiazione solare a breve termine (nuvole) e del ciclo notte/giorno sono completamente compensate, come pure le giornate senza sole, purché non eccessivamente persistenti. La tecnologia è fortemente modulare e può soddisfare esigenze diverse. Può essere utilizzata sia in impianti di taglia elevata (dell'ordine dei 1000 MWe), connessi con la rete elettrica, sia in impianti più piccoli (di pochi MWe) per comunità isolate.

Uso efficiente dell'energia

L'efficienza di captazione e di stoccaggio dell'energia solare diretta incidente su un piano orizzontale è superiore al 65%. I sistemi a concentrazione, grazie a questa elevata efficienza, richiedono superfici 2 o 3 volte inferiori rispetto ai sistemi fotovoltaici, a parità di energia elettrica prodotta. In molte regioni del mondo ogni metro quadrato di collettori può raccogliere annualmente la quantità di energia termica contenuta in un barile di petrolio, evitando l'emissione di gas inquinanti e di CO₂.

Rispetto dell'ambiente

Gli impianti solari producono energia senza emissioni né inquinamento. Non impiegano materiali tossici, infiammabili o altrimenti pericolosi, né costituiscono una sorgente di rischio o di altri fastidi (ad es. rumore) per le popolazioni residenti nelle loro vicinanze.



Lungotevere Thaon di Revel, 76 - 00196 Roma
www.enea.it

Grande Progetto Solare Termodinamico
ENEA - Centro Ricerche Casaccia
Via Anguillarese, 301 - S. Maria di Galeria - 00060 Roma
e-mail: solterm@casaccia.enea.it

Edito dall'ENEA - Unità Comunicazione - Foto: Luca Zampieri - Progetto grafico e stampa: Primaprint (VT) - Maggio 2004



La necessità della diversificazione delle fonti, unita agli impegni sul contenimento dei consumi energetici e sulla riduzione delle emissioni di gas serra, pone la fonte solare nella condizione di avere un ruolo incisivo nel panorama energetico italiano.

Le condizioni favorevoli di insolazione presenti nel nostro Paese rendono indispensabile riconsiderare un ricorso massiccio a questa fonte energetica come una delle poche possibili risposte concrete alla persistenza di condizioni sfavorevoli nel mercato dei prodotti petroliferi.

Le possibilità di utilizzo di questa fonte energetica spaziano dalla produzione di energia elettrica alla chimica delle alte temperature per produzione di idrogeno e altri combustibili, alla dissalazione di acqua marina con processi termici, alla produzione di freddo con impianti ad assorbimento, fino alla produzione di calore per usi domestici ed impieghi nel settore agroindustriale.

L'ENEA è impegnato in un ampio programma di sviluppo e dimostrazione di alcune delle tecnologie disponibili per lo sfruttamento della fonte solare per la produzione di energia, tra cui quella del solare termodinamico, che consente di produrre calore ad alta temperatura mediante sistemi solari a concentrazione.

Il programma ENEA sul solare a concentrazione è stato finanziato con fondi pubblici da uno specifico articolo della legge finanziaria 2001.

Fra le varie applicazioni possibili, l'Ente ha scelto due linee di intervento:

- la produzione e l'accumulo di calore ad alta temperatura (550 °C) per la produzione di energia elettrica;
- la produzione e l'accumulo di calore a più alta temperatura (superiore a 850 °C) per la produzione di idrogeno.