

**PIANO TRIENNALE DI REALIZZAZIONE 2025-27 - RICERCA DI SISTEMA
ELETTRICO NAZIONALE**

Progetti di ricerca di cui all'art. 10 comma 2, lettera a) del decreto 26 gennaio 2000

**AGENZIA NAZIONALE PER LE NUOVE TECNOLOGIE, L'ENERGIA E LO SVILUPPO
ECONOMICO SOSTENIBILE**

Obiettivo: Decarbonizzazione

Progetto 1.9 – Solare Termodinamico

Durata: 36 mesi

Periodo attività: 01/01/2025 - 31/12/2025

ABSTRACT ATTIVITA' ANNUALE:

Facendo riferimento alla struttura del Progetto 1.9 *Solare termodinamico*, sono di seguito descritte le attività svolte nel 2025 da ENEA.

ATTIVITA' SVOLTE

<i>AFFIDATARIO / COBENEFICIARIO</i>	<i>SINTESI DELLE ATTIVITÀ DI RICERCA SVOLTE, RISULTATI CONSEGUITI E RICADUTE SUL SETTORE PRODUTTIVO</i>
ENEA	Tematica scientifico-applicativa «sistemi di accumulo termico per impianti CSP/CST¹ ibridizzati con altre tecnologie FER² e per la fornitura di energia su base stagionale» - Nell'ambito della linea di ricerca sulla «comparazione sperimentale tra sistemi di accumulo termico, di tipo termoclino a sali fusi, per l'ibridizzazione del CSP/CST con altre tecnologie FER», nel 2025 è iniziata la LA1.1 avente per oggetto la «progettazione e avvio realizzazione del prototipo di sistema di accumulo termico di tipo termoclino con resistenze elettriche immerse nel mezzo di accumulo». In questo ambito, è stato progettato un sistema di riscaldamento a resistenze elettriche immerse nel serbatoio di accumulo termico a sali fusi. Il sistema comprende: un canale di alloggiamento; un gruppo di resistenze elettriche corazzate; un sistema di paratoie per la regolazione della portata dei sali; un'elica spingente per incrementare la portata dei sali. L'efficacia della soluzione è stata validata tramite un'analisi preliminare, sia termica sia fluidodinamica, mediante modellazione CFD (<i>Computational Fluid Dynamics</i>). Inoltre, nel periodo in oggetto, sono state definite le specifiche tecniche dei singoli componenti del nuovo sistema di riscaldamento, propedeutiche alla redazione dell'Allegato tecnico per la relativa procedura di acquisto, il cui avvio è previsto nel primo semestre del 2026.

¹ (Concentrated Solar Power/Concentrated Solar Thermal)

² Fonti Energetiche Rinnovabili

- Nell'ambito della linea di ricerca sui «sistemi di riscaldamento elettrico a microonde dei sali fusi per l'ibridizzazione del CSP/CST con altre tecnologie FER», nel 2025 è iniziata la LA1.4, relativa allo **«studio sperimentale delle proprietà dielettriche dei sali fusi e progettazione delle misure atte a testare il dispositivo sperimentale nelle condizioni operative ottimali, rappresentative di un sistema di accumulo ibridizzato con microonde»**.

Nell'ambito di tale linea di attività, si è provveduto all'individuazione delle modifiche da apportare all'allestimento sperimentale per la valutazione delle proprietà dielettriche dei sali fusi a temperature medio-alte. Inoltre, è stato identificato un generatore di microonde con frequenza modulabile da integrare al *set-up* sperimentale, per il quale è stata avviata la procedura di acquisto. Nel periodo di riferimento, infine, sono state iniziate le attività di valutazione del coefficiente di riflessione del sistema mediante prove sperimentali a vuoto e in presenza di sali ternari.

- Nell'ambito della linea di ricerca sui «sistemi di sistemi di accumulo termico stagionali, di tipo termo-chimico a zeoliti, alimentabili da CST», nel 2025 è iniziata la LA1.7 avente per oggetto la **«progettazione, modifiche alle *facility* di test e avvio realizzazione dell'impianto per la caratterizzazione di sistemi di accumulo di tipo termo-chimico su base stagionale»**.

Nel periodo di riferimento, sono state avviate le attività di analisi e definizione delle specifiche tecniche necessarie all'*upgrade* della *facility* 'Sunstore' per adeguarla alla nuova configurazione per lo studio su base stagionale di accumuli TCM-TES (*Thermo-Chemical Material–Thermal Energy Storage*). Tali attività hanno riguardato, in particolare, le azioni propedeutiche all'effettuazione degli ordini di acquisto relativi alla sensoristica da implementare sui nuovi sistemi.

Tematica scientifico-applicativa **«materiali e dispositivi per il monitoraggio degli impianti CSP/CST e l'innovazione nei processi O&M»**

- Nell'ambito della linea di ricerca sui «sensori di sporcamento/*failure* degli specchi per la digitalizzazione del campo solare degli impianti CSP/CST», nel 2025 è iniziata la LA1.9 avente per oggetto la **«fabbricazione e caratterizzazione di materiali sensibili da integrare nelle superfici riflettenti autopulenti per la digitalizzazione del campo solare degli impianti CSP/CST»**. L'attività è stata orientata allo sviluppo di rivestimenti sensorizzati integrabili in coating autopulenti depositati su substrati di dimensioni significative, con un passaggio dalla scala laboratoriale a quella prototipale. Per ciascun materiale sensibile sono state valutate la compatibilità con i meccanismi di trasduzione del segnale (elettrica e ottica) e la possibilità di interfacciamento con sistemi ICT. In particolare, sono state sviluppate formulazioni piezoelettriche e materiali fotoluminescenti idonei all'integrazione sia su specchi in vetro metallizzati (BSM) sia su specchi polimerici/metallici (FSM), ponendo particolare attenzione alla massimizzazione dei coefficienti piezoelettrici e dell'emissione fotoluminescente. Contestualmente, sono stati determinati

gli spessori ottimali dei rivestimenti per garantire la conservazione della primaria funzione di riflettanza solare, in vista delle successive attività di sviluppo dei prototipi di sensori.

Tematica scientifico-applicativa **«integrazione degli impianti CSP/CST in sistemi di poligenerazione distribuita asserviti a utenze industriali e civili»**

- Nell'ambito della linea di ricerca sui «sistemi di cogenerazione distribuita, alimentati da impianti CSP/CST ibridizzati con PV, asserviti a utenze industriali e civili locali», nel 2025 è iniziata la LA1.13 avente per oggetto la **«messa a punto di processi di sputtering per la fabbricazione di prototipi di tubi assorbitori per il sistema micro-PTC di UniFI»**. L'attività, in continuità con i risultati del precedente triennio RdS, ha riguardato lo sviluppo di coating solari per tubi ricevitori evacuati operanti fino a 350 °C e, possibilmente, fino a 400 °C.

Nel corso dell'anno sono stati ottimizzati i processi di deposizione dei diversi materiali costituenti il coating; in particolare, mediante tecnica di sputtering, sono stati depositati lo strato di adattamento/barriera in tungsteno, il riflettore infrarosso in argento, l'assorbitore multistrato CERMET a doppio nitrato WN-AlN e il filtro antiriflesso multistrato su tubi in acciaio di diametro 10 mm. Tale attività ha consentito di mettere a punto processi di sputtering caratterizzati da elevata ripetibilità.

Successivamente, utilizzando i materiali e le architetture sviluppati, sono stati realizzati campioni di coating per verificarne la stabilità strutturale e termo-chimica mediante test accelerati di aging in vuoto a temperature fino a 400 °C. I risultati hanno evidenziato un degrado molto limitato delle prestazioni fototermiche, confermando l'idoneità delle architetture sviluppate per applicazioni micro-CSP e fornendo la base sperimentale per la successiva ottimizzazione delle prestazioni e la realizzazione del deliverable finale, consistente in 24 prototipi di spezzoni di tubo assorbitore (tubo in acciaio con coating solare depositato).

Inoltre, è stata avviata anche la linea di attività LA 1.15 **«progettazione e avvio realizzazione di un dimostratore tecnologico di sistema di cogenerazione distribuita di elettricità e calore, alimentato da impianti CSP/CST e PV, asservito a utenze locali»**.

In questo ambito, è stato sviluppato uno schema di processo preliminare per la realizzazione di un sistema di cogenerazione distribuita, basato sull'infrastruttura sperimentale esistente costituita dall'impianto CST di tipo Fresnel e dall'accumulo termocline ibridizzato. Nel periodo di riferimento, sono state definite le specifiche tecniche di un impianto fotovoltaico, dedicato all'alimentazione del sistema di riscaldamento a resistenze all'interno dell'accumulo termico, e di un sistema ORC (*Organic Rankine Cycle*) per la conversione in energia elettrica del calore accumulato.

Infine, nel primo anno di progetto è iniziata la LA1.20, avente per oggetto **«la gestione del progetto e le relative attività di comunicazione e disseminazione dei risultati»**. Nell'ambito di tale LA, l'attività svolta nel

	2025 ha previsto, tra l'altro: due riunioni del comitato di coordinamento svolte all'inizio (8/1/2025) e alla fine (16/12/2025) del primo anno del progetto e riunioni bimestrali relative alle diverse LA avviate. Inoltre, sono state avviate le attività di divulgazione relative all'avvio del progetto nell'ambito di conferenze ed eventi del settore di riferimento, tra i quali, in particolare, la conferenza internazionale SolarPACES, e la riunione del Comitato Tecnico n. 117 della Commissione Elettrotecnica Internazionale in Spagna, il convegno <i>Future of Chemical Industry – Emerging Paths to Decarbonization</i> a Bergamo, la Fiera a Rimini sulle rinnovabili.
--	---