

----- Scheda di sub-task -----

TE1.1

Modelli e tecnologie abilitanti per la transizione energetica nell'industria, nei trasporti e nel costruito

WP E - Energia e Green Economy

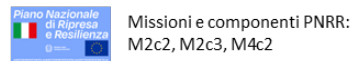
TE1 - Modelli e Tecnologie per Efficiamento Energetico ed Energia Pulita

Contribuisce al raggiungimento dei seguenti obiettivi:

Agenda ONU 2030



Piano Nazionale per la Ripresa e la Resilienza



Il sub-task TE1.1 – “Modelli e tecnologie abilitanti per la transizione energetica nell'industria, nei trasporti e nel costruito” è focalizzato allo sviluppo di approcci, modelli e tecnologie abilitanti la transizione energetica nei tre settori con maggiori consumi: civile, industriale e trasporti. A livello di sistema si sviluppano analisi in ambito industriale (sistemi sostenibili di produzione, stoccaggio e distribuzione), civile (riqualificazione energetica del patrimonio residenziale) e trasporti sia a breve (reti di distribuzione GNL) sia a lungo termine (reti e tecnologie abilitanti per combustibili alternativi e carbon-free).

La prima linea di attività è orientata all'incremento di efficienza energetica e della riqualificazione degli edifici ad uso residenziale, commerciale e per il settore terziario, mediante interventi sia sull'involucro che sull'impiantistica, con uso di energie rinnovabili (solare, fotovoltaico, geotermico, pompe di calore reversibili) e con particolare riferimento alle condizioni climatiche, infrastrutturali e tipologia del patrimonio edilizio del territorio. Stime dei carichi termici in regime variabile, simulazioni di impianti con pompe di calore reversibili/multifunzione adeguate all'uso di fluidi frigorigeni naturali o sintetici a basso GWP permetteranno di incrementare l'efficienza energetica del sistema, sia singolo edificio-impianto sia multi-edificio, in configurazioni innovative e sinergiche con la disponibilità o la richiesta di energia termica per altre applicazioni contigue, e/o in rispetto di logiche di adattamento alla disponibilità di energia elettrica (reti con Demand Side Management).

Nella seconda linea ci si concentrerà sul tema trasversale dell'ottimizzazione di sistemi sostenibili per la produzione, stoccaggio e distribuzione di merci anche in situazioni di emergenza territoriale. Il tema coinvolge le tre dimensioni del piano strategico di dipartimento: energy e green economy, promuovendo l'introduzione di fonti rinnovabili e innovative in impianti e mezzi di movimentazione/trasporto, sostenibilità dei processi produttivi, tramite la gestione energeticamente efficiente e a ridotto impatto ambientale dei processi produttivo/logistici interni ed esterni, resilienza territoriale individuando soluzioni robuste anche in contesti emergenziali e di adattamento al cambiamento climatico.

In particolare, la transizione in richiede lo sviluppo di reti specifiche legate a combustibili alternativi, quali il GNL per il trasporto stradale pesante e marittimo, o soluzioni a lungo termine come combustibili carbon-neutral: idrogeno (coinvolgendo i tavoli di lavoro con enti pubblici e privati cui UNIUD partecipa, con particolare riferimento alle industrie energivore) ammoniacale, e-fuels sintetici. Tali combustibili pongono sfide specifiche anche in termini di componenti, nonché l'adattamento degli impianti a combustione per produzione elettrica alle nuove strategie di equilibrio della rete legate alle sinergie con le rinnovabili. L'analisi si appoggerà, per questi aspetti, alle risultanze dell'analisi di dettaglio della terza direttrice.

La terza direttrice si integra con le precedenti analisi a livello di sistema analizzando gli elementi critici individuati nelle analisi precedenti, quali:

- Ottimizzazione della gestione termica (accumuli e processi di scambio termico innovativi) dei componenti dei sistemi
- Sviluppi negli impianti termici motori imposti dall'uso di combustibili alternativi e dalle mutate strategie d'uso imposte dalla riconfigurazione della domanda energetica.

Nel primo ambito si contribuisce allo sviluppo di dispositivi innovativi di scambio termico (scambiatori di calore e accumulatori di energia termica) basati su tecniche innovative quali l'impiego di schiume metalliche e materiali a cambiamento di fase (PCM) e lo sviluppo di efficienti scambi termici in condensazione/evaporazione con l'uso di moderne superfici microstrutturate idrofobiche e super-idrofobiche, accoppiando modelli CFD e modelli fenomenologici. Le risultanze hanno immediata, importante applicazione in ambito civile, come accumuli termici nelle pareti dell'edificio (PCM) e strumenti per l'incremento di prestazioni degli scambiatori delle pompe di calore, nonché ampliamento del loro campo di utilizzo ad aree più critiche (climi freddi di media montagna) riducendo la formazione di brine e condense (superfici innovative). Hanno inoltre ricadute in ambiti più ampi: accumuli termici per sistemi industriali, superfici attive innovative per sequestro di CO₂, riduzione di corrosione da condensa nel recupero termico da fumi, controllo formazione di ghiaccio su turbine eoliche in area montana.

Nel campo della mobilità è fortemente incoraggiato a livello europeo l'uso di combustibili innovativi per i motori a combustione interna (MCI), come miscele a basso tenore di carbonio benzina/idrogeno e metano/idrogeno, o combustibili carbon-neutral come il solo idrogeno, l'ammoniaca o i combustibili sintetici (e-fuels). Ciò pone però importanti problemi nel processo di combustione. I combustibili non fossili nei MCI ad accensione comandata, in particolare, richiedono sistemi di accensione sofisticati e di combustione alternativi rispetto a quelli correnti. Si propone un sofisticato ed innovativo modello di accensione per descrivere il comportamento della fiamma all'inizio della combustione in tali condizioni, da integrarsi poi in un modello fenomenologico per la completa simulazione del processo di combustione in un motore.

L'uso di combustibili sintetici, se derivati dai fossili, impone inoltre la separazione della CO₂ dal combustibile finale. Il loro uso è quindi indissolubilmente legato alla cattura e stoccaggio della CO₂ stessa. Qui si propone un laboratorio sperimentale per l'analisi di tecnologie innovative per la cattura della CO₂ derivante da processi di gassificazione ed il suo successivo confinamento in un acquifero salino, per valutare (almeno in prima approssimazione) la quantità di gas immagazzinabile in un sito tenendo conto di parametri come temperatura, profondità, permeabilità, porosità e salinità del sito medesimo.

Si studieranno sistemi di cattura e utilizzo CO₂ basati su materiali innovativi bifunzionali, con duplice attività di adsorbimento e attivazione catalitica, per reattori catalitici, fotocatalitici o elettrochimici. Si svilupperanno opportuni modelli cinetici e termodinamici, considerando tecnologie di manifattura additiva per l'ingegnerizzazione di unità operative compatte nell'ottica dell'integrazione in una filiera Power-to Fuel da energie rinnovabili.

Nella transizione energetica i turbogas (TG) restano partner delle energie rinnovabili, assorbendone le fluttuazioni energetiche, offrendo minori emissioni rispetto ad altri fossili e la possibilità di utilizzare combustibili a emissioni zero (NH₃, carburante bio-jet). Ciò impone però un riposizionamento del profilo d'uso, da progettare per rapide variazioni di carico e per interfacciarsi con un complesso sistema di accumuli e fonti energetiche diverse. L'analisi delle interazioni aero-termo-meccaniche in condizioni transitorie è decisiva per tale riprogettazione.

Poiché l'efficienza è fortemente influenzata dalle prestazioni delle tenute tra componenti stazionari e rotanti, qui ci si concentra sullo studio delle tenute a labirinto. Le analisi sperimentali condotte nel Laboratorio di Ingegneria Energetica e Ambientale (LINEA) utilizzeranno metodologie di prova ottiche (stereo PIV per il campo di moto, TLCT per lo scambio termico all'interno della tenuta) producendo una banca dati utile alla validazione di modelli numerici e all'elaborazione di correlazioni predittive, contribuendo all'ottimizzazione e all'efficientamento energetico-ambientale del TG nelle fasi operative in transitorio.

Le attività descritte coinvolgono attività di simulazione e modellistica numerica in cui più gruppi di ricerca nel DPIA hanno autonomamente maturato esperienza pluriennale in ambito energetico, ambientale, industriale, civile e di sicurezza, sostenendo il tessuto industriale locale a fronte della limitata possibilità delle PMI di sviluppare in proprio le competenze necessarie. Si propone di strutturare un Laboratorio di Modellistica a supporto della sostenibilità ambientale dei processi che coordini le competenze disponibili, mirando allo sviluppo di nuove metodologie che allineino la capacità di modellazione con le più recenti conoscenze scientifiche, ma promuova anche la formazione interna (studenti sui tre livelli) ed esterna (tecnici esterni) ed offra in forma coordinata supporto e stimolo a progetti di ricerca industriali.