



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

Firmato digitalmente da: Marco  
Avagliano  
Organizzazione: ENEA/01320740580  
Data: 30/05/2024 10:36:33

## **Rendiconto generale per l'esercizio finanziario 2023**

### **Allegato 3 Piano degli indicatori e dei risultati attesi di bilancio**

Firmato digitalmente da: Giorgio Graditi  
Organizzazione: ENEA/01320740580  
Data: 30/05/2024 15:49:11

## Indice

Introduzione .....	3
Dipartimento Nucleare- NUC (già Dipartimento Fusione e Tecnologie per la Sicurezza Nucleare (FSN) 4	
Dipartimento Tecnologie Energetiche e Fonti Rinnovabili (TERIN).....	26
Dipartimento Sostenibilità, circolarità e adattamento al cambiamento climatico dei Sistemi Produttivi e Territoriali (SSPT).....	49
Dipartimento Unità Efficienza Energetica (DUEE) .....	63
Istituto di Radioprotezione (IRP) .....	79
Unità Tecnica Antartide (UTA).....	84
Direzione Trasferimento Tecnologico- TTEC (già Direzione Innovazione e Sviluppo- ISV).....	86
Unità Relazioni e Comunicazione (REL) .....	96
Unità Studi, Analisi e Valutazioni (STAV).....	100
<b>Tabella 1. Programma: Dipartimento Nucleare -NUC (già Dip. Fusione, tecnologie per la sicurezza- FSN) .....</b>	<b>107</b>
<b>Tabella 2. Programma: Tecnologie energetiche e fonti rinnovabili (TERIN) .....</b>	<b>110</b>
<b>Tabella 3. Programma: Sostenibilità, circolarità e adattamento al cambiamento climatico dei Sistemi Produttivi e Territoriali -SSPT (già Dip.Sostenibilità dei sistemi produttivi e territoriali) .....</b>	<b>112</b>
<b>Tabella 4. Programma: Efficienza energetica (DUEE) .....</b>	<b>112</b>
<b>Tabella 5. Programma: Istituto di Radioprotezione (IRP).....</b>	<b>113</b>
<b>Tabella 6. Programma: Unità Tecnica Antartide (UTA) .....</b>	<b>114</b>
<b>Tabella 7. Programma: Innovazione e trasferimento tecnologico (TTEC, REL, STAV) .....</b>	<b>115</b>
<b>Tabella 8. Programmi delle Strutture di amministrazione, supporto e coordinamento .....</b>	<b>118</b>

## Introduzione

Al Rendiconto generale per l'esercizio finanziario 2023 è allegato il documento programmatico *Piano degli indicatori e dei risultati attesi di bilancio* (nel seguito "Piano") riferito alla medesima annualità, che ha lo scopo di presentare, nel dettaglio di ogni singola Struttura, le finalità e strategie, i risultati più significativi raggiunti nel 2023 - con riferimento agli obiettivi fissati nel Piano della performance 2023-2025 -, i principali interlocutori e le ricadute economiche e tecnologiche più rilevanti.

Il Piano è stato redatto secondo le linee guida generali emanate con DPCM 15 settembre 2012 e quanto indicato nella nota del 1° agosto 2016 - Prot. n. U.0257030 del Ministero dello sviluppo economico, nelle more dell'emanazione dei provvedimenti del Dipartimento della Funzione pubblica, d'intesa con il Ministero dell'economia e delle finanze, che devono contenere le istruzioni tecniche ed i modelli da utilizzare per la predisposizione del medesimo Piano e per il monitoraggio dei risultati.

La prima parte del documento è dedicata alle attività centrate prevalentemente sui quattro settori di competenza dei Dipartimenti - Fusione e Tecnologie per la Sicurezza Nucleare (adesso Nucleare - NUC), Tecnologie Energetiche e Fonti Rinnovabili, Sostenibilità dei Sistemi Produttivi e Territoriali (adesso Sostenibilità, circolarità e adattamento al cambiamento climatico dei sistemi produttivi e territoriali), Efficienza Energetica-, con i quali l'ENEA risponde al proprio mandato istitutivo, mettendo a disposizione del sistema Paese le competenze multidisciplinari e la grande esperienza nella gestione di progetti complessi andata consolidandosi nel corso degli anni.

Si passa poi alla descrizione delle Unità tecniche - Istituto di Radioprotezione (IRP) e Unità Tecnica Antartide (UTA)-, preposte allo svolgimento di compiti previsti dalla normativa vigente e all'esecuzione di attività di ricerca o di servizio destinate sia all'interno che all'esterno dell'ENEA.

Il documento si chiude con i contributi della Direzione Innovazione e Sviluppo (adesso Direzione Trasferimento Tecnologico - TTEC), dell'Unità Relazioni e Comunicazione e dell'Unità Studi Analisi e Valutazioni, volti rispettivamente a cogliere e sostenere le iniziative di finanziamento, a promuovere e diffondere le conoscenze scientifiche e tecnologiche, alla elaborazione di studi e valutazioni sul sistema energetico nazionale e sulle ricadute economiche e sociali delle tecnologie energetiche e ambientali

## Dipartimento Nucleare- NUC (già Dipartimento Fusione e Tecnologie per la Sicurezza Nucleare (FSN))

**Direttore: Alessandro Dodaro**

### **FINALITÀ E STRATEGIE**

Il Dipartimento NUC (già Dipartimento Fusione e Tecnologie per la Sicurezza Nucleare- FSN), adesso Dipartimento Nucleare (NUC), opera nei settori della Fusione Nucleare, delle Applicazioni Nucleari, della Sicurezza Nucleare e delle Applicazioni delle radiazioni ionizzanti e non ionizzanti; inoltre, ai sensi della Legge 273/1991, garantisce al Paese il ruolo di Istituto Metrologico Primario nel settore delle radiazioni ionizzanti, mantenendo e sviluppando, secondo gli standard raccomandati a livello internazionale, gli apparati di misura campione. FSN gestisce inoltre il Servizio Integrato per la raccolta dei rifiuti radioattivi non elettronucleari, affidato per legge all'ENEA (art. 74 del D.lgs. n. 101/2020 e s.m.i.). La missione del Dipartimento si è ulteriormente estesa con il progetto di realizzazione della Divertor Tokamak Test facility (DTT), nel campo della Fusione Nucleare.

Il Dipartimento svolge attività di studio, analisi, ricerca, sviluppo e qualificazione di tecnologie, metodologie, materiali, processi e prodotti, progettazione avanzata, realizzazione di impianti prototipali, fornitura di servizi tecnici avanzati, trasferimento e diffusione di tecnologie e conoscenze al sistema produttivo e alla filiera nazionale operante nel settore nucleare, alle Istituzioni e ai cittadini, nei settori dell'energia nucleare, in un'ottica di sostenibilità del suo utilizzo e di contributo alle politiche di decarbonizzazione, derivante da fusione (a confinamento magnetico e a confinamento inerziale, studi del plasma, diagnostiche, materiali, componenti ad alto flusso di calore, ciclo del combustibile, sicurezza, neutronica e dati nucleari, magneti superconduttori, metalli liquidi) e da fissione (reattori innovativi, modulari, reattori di piccola taglia, reattori di quarta generazione, sicurezza, salvaguardia, analisi incidentale, reattori di ricerca, dati nucleari, materiali), della chiusura del ciclo del combustibile (riprocessamento, decommissioning, gestione dei rifiuti radioattivi, siting, caratterizzazione radiologica), della ricerca applicata e servizi avanzati nel settore delle radiazioni ionizzanti e non (metrologia, optoelettronica, fotonica, laser, sensoristica, diagnostica, radioterapia, conservazione dei Beni Culturali), dello spazio (propulsione, produzione di energia, materiali, sensoristica) e della radiofarmacia (produzione di isotopi biomedicali).

Le attività del Dipartimento vengono svolte prioritariamente all'interno di grandi programmi/progetti di ricerca a valenza internazionale, quali: il consorzio EUROfusion, cui è stata demandata l'esecuzione delle attività dello European Joint Fusion Programme di Euratom, per il quale FSN svolge la funzione di Program Manager in rappresentanza dell'Italia; Fusion for Energy, l'agenzia europea incaricata di fornire il contributo europeo a ITER, in cui FSN funge da Industry Liaison Officer per l'Italia.

In ambito nazionale il Dipartimento riveste, come detto, il ruolo di coordinatore delle attività del programma Fusione italiano, svolge azioni di consulenza ad alto contenuto tecnologico verso la PA centrale (ad esempio al MAECI per le attività di sicurezza e salvaguardia in ambito IAEA) espletando tale compito, quando richiesto, con funzioni di "Technical and Scientific Support Organization" (TSO) nazionale in materia di sicurezza (safety e security), non proliferazione, materie nucleari e controllo dell'esportazione di beni a duplice uso, nuclear forensics e preparazione e risposta alle emergenze CBRN, anche in relazione all'applicazione dei relativi trattati internazionali. Inoltre, seppure con minore rilievo, mette in campo attività commerciali volte ad operatori pubblici e privati. Nel ruolo di Istituto

Metrologico Primario, offre inoltre prestazioni di servizi avanzati consistenti nei servizi di taratura della strumentazione di misura delle radiazioni ionizzanti.

Il Dipartimento svolge, per conto dell'Agazia, le attività per la partecipazione italiana nello European Joint Programme on Radioactive Waste Management (EURAD): l'ENEA è stata autorizzata dal MASE a prendere parte al programma in qualità di mandatario/beneficiario nell'ambito del Research Entities College, coinvolgendo Atenei universitari ed aziende. La prima fase del Programma, EURAD-1 (2019-2024) sta attualmente volgendo al termine; le attività della seconda fase, EURAD-2 (2024-2029), inizieranno nell'autunno 2024, con il pieno coinvolgimento delle organizzazioni italiane. Le priorità delle attività del Dipartimento tengono conto del PNRR, del PNIEC, di Mission Innovation, del programma Horizon Europe.

Il Dipartimento partecipa a progetti, gruppi di lavoro e commissioni nei principali organismi nazionali ed internazionali, quali IAEA, OCSE-NEA, EURATOM, IEA, IEEE, F4E, EC-DG HOME e contribuisce a negoziare i Work Programmes relativi al programma Euratom per la fissione e la fusione.

### **PRINCIPALI RISULTATI RAGGIUNTI NELL'ANNO 2023, CON RIFERIMENTO AGLI OBIETTIVI INDICATI NEL PIANO DELLA PERFORMANCE 2023-2025**

**Obiettivo triennale FSN.OS.01** - Avviare la costruzione di nuove infrastrutture di ricerca, garantire l'upgrade di infrastrutture esistenti contribuendo a fissarne gli obiettivi scientifici nell'ambito del contesto internazionale.

L'infrastruttura Divertor Tokamak Test facility (DTT), inserita nella roadmap europea sulla fusione, ha l'obiettivo di dare un contributo alla soluzione dello smaltimento del plasma esausto e del calore in eccesso per un futuro reattore, dimostrando di riuscire a smaltire i carichi termici particolarmente intensi a cui è sottoposto e con valori di erosione della superficie compatibili con la sua durata. Nell'ambito dell'accordo di costruzione tra l'ENEA e la società DTT s.c.a.r.l, in cui l'ENEA ha affidato a quest'ultima la gestione per la costruzione della macchina, si sono conseguiti nel 2023 i seguenti risultati:

- sono stati stipulati i contratti per la fornitura e posa in opera di un alimentatore (TFPS Toroidal Field Power Supply) e delle protezioni (3 FDU Fast Discharge Units) dei magneti toroidali di DTT.
- sono state lanciate le gare internazionali per la fornitura delle alimentazioni In-vessel Coil PowerSupplies.

Per i magneti Toroidali, è stata effettuata la consegna dei fili superconduttori in Nb<sub>3</sub>Sn, prodotti dalla Kiswire Advanced Technology® (KAT). Si segnala inoltre il progresso nella fornitura dei cavi superconduttori, prodotti dalla ditta ICAS S.r.l., necessari alla realizzazione dei magneti e nella preparazione delle linee di avvolgimento degli stessi presso la ditta ASG, assegnataria del contratto di realizzazione dei cosiddetti Winding Pack e del loro incassamento nelle strutture di acciaio necessarie a sostenere gli elevati sforzi elettromagnetici in operatività.

Per i magneti Poloidali, ci si è principalmente focalizzati sulla conclusione delle analisi strutturali e termo-idrauliche necessarie a consolidare il design di dettaglio. Si è inoltre iniziato a preparare le specifiche tecniche necessarie alla preparazione della gara per la fornitura dei 6 magneti in oggetto.

Per il Solenoide Centrale, l'attività è stata focalizzata sull'avanzamento del design concettuale di questo componente cruciale per il funzionamento del reattore. Viste le richieste di performance molto elevate e la poca disponibilità di spazio per ospitarlo, questo sistema magnetico presenta particolari difficoltà e molto del lavoro è stato impiegato per investigare diverse soluzioni alternative per individuare quella che meglio permetta il suo corretto funzionamento fino alla fine vita della macchina.

Per alimentare tutti e tre i sistemi magnetici, si è inoltre proceduto al design concettuale dei superconducting feeders ovvero gli adduttori superconduttivi che permettono di collegare i magneti, operanti a temperature criogeniche, con l'esterno della macchina dove un opportuno barraggio in rame li collega infine agli alimentatori di potenza.

Sono proseguite le attività di progettazione delle diagnostiche neutroniche/gamma e runaway.

La Divisione FSN-PLAS coordina tutti i task delle call indette dal Consorzio DTT alle quali partecipa l'ENEA e partecipa al Chief Engineering Board. Nel corso del 2023 parte del personale è stato distaccato presso la s.c.a.r.l. DTT per contribuire alle attività della struttura. Sono stati eseguiti calcoli neutronici relativi agli schermaggi della macchina e al campo di radiazione delle diagnostiche all'interno della hall. Sono stati inoltre effettuati studi e progetti preliminari su sistemi di gas puffing, alimentazione e mitigazione delle disruzioni. È stata completata una modellizzazione innovativa dell'interazione plasma-parete in collaborazione con l'Istituto ISTP di Bari.

È stato anche assicurato il coordinamento e la partecipazione alle call DTT relative alle diagnostiche e ai sistemi di controllo della macchina. La collaborazione con il Tokamak West che prevede anche percorsi formativi per addetti alla macchina, è proseguita nel corso del 2023.

Come attività collaterale alla costruzione di DTT nel centro ENEA di Frascati, il gruppo Superconduttività si sta occupando della progettazione e realizzazione di una stazione di misura - Frascati Coil Cold Test Facility (FCCTF)- dedicata primariamente a testare, in condizioni simili a quelle operative, le 18 bobine Toroidali, i 6 moduli del Solenoide Centrale e 2 dei sei magneti Poloidali, ovvero tutti i magneti realizzati con fili in Nb3Sn.

Nel corso del 2023 sono state eseguite attività preparatorie della hall, inclusa la sostituzione del carro ponte esistente con uno nuovo da 17 tonnellate necessario per manovrare i pesanti magneti di DTT, e la preparazione della gara per la fornitura del grande criostato che dovrà alloggiare i magneti per il test, degli adduttori di corrente per la loro alimentazione e del sistema di pompaggio per creare le condizioni di vuoto.

Nell'ambito delle attività DTTU (Divertor Tokamak Test facility Upgrade), proposto da ENEA in risposta all'Avviso pubblico per la presentazione di proposte progettuali n. 3264 del 28 dicembre 2021 "Infrastrutture di ricerca" nell'ambito del PNRR, si è avviata la realizzazione di una nuova infrastruttura di ricerca, la DTT Remote Handling (DTT-RH) per testare i sistemi di gestione delle cassette del divertore e i componenti "First Wall" per DTT e DEMO. L'impianto RH, denominato REMHAT, sarà costruito a Napoli nell'area di Portici, sede del CeSMA, Centro Servizi Metrologici e Tecnologici Avanzati presso il Complesso Universitario San Giovanni dell'Università Federico II, già attiva sulla manutenzione remotizzata del DTT.

Dal 1° luglio 2022, i reattori di ricerca TRIGA RC1 e RSV TAPIRO sono stati posti in stato di arresto a causa della scadenza del contratto relativo al servizio assicurativo in materia di responsabilità civile dell'ENEA nella sua funzione di esercente di impianti nucleari ai sensi della Legge 31 dicembre 1962 n. 1860 modificata dal D.P.R. 10 maggio 1975 n. 519 e s.m.i. Lo stato di arresto è stato rimosso in data 13/09/2024, dal momento che il contratto sopra citato è stato stipulato in data 31 luglio 2023.

In linea generale, per entrambi gli impianti sono state avviate la progettazione e, in parte, la realizzazione di manutenzioni straordinarie.

Nel corso del 2023 è stato finalizzato il contratto per la manutenzione straordinaria del circuito primario e purificatore del reattore TRIGA RC1. I lavori saranno interamente eseguiti nel 2024, parallelamente

alla finalizzazione del contratto per la manutenzione straordinaria del circuito secondario e di quello di raccolta degli scarichi attivi.

Sono stati avviati anche i lavori per il rifacimento completo del Deposito Combustibile caldo, locale deputato ad ospitare gli elementi del nocciolo irraggiati.

Nel corso dell'anno 2023 è stato aggiudicato alla società di Progettazione R.T.P. Tecnicaer Engineering, l'affidamento dei servizi di ingegneria e architettura riguardanti la Progettazione preliminare, definitiva ed esecutiva compreso il coordinamento della sicurezza per tutte le fasi di progettazione, la successiva direzione dei lavori e il coordinamento della sicurezza in fase di esecuzione dei lavori di ristrutturazione dell'edificio C02 denominato TRIGA RC-01 del CR Casaccia dell'ENEA.

Per quanto riguarda l'impianto RSV TAPIRO sono stati avviati i lavori per il rifacimento dei canali nucleari con l'obiettivo di innalzare il livello di affidabilità della facility.

Nello stesso periodo sono stati anche aggiornati e ottimizzati i modelli MCNP dei due reattori utilizzati nella fase di studio di fattibilità degli irraggiamenti.

L'infrastruttura TECHEA, è stata completata nel corso del 2023 con il raggiungimento di tutti gli obiettivi. Sono stati completati due prototipi di sistemi di monitoraggio per la sicurezza alimentare basati sulla tecnica della Laser PhotoAcoustic Spectroscopy (LPAS). È stata completata la realizzazione del prototipo di sistema per trattamento di tumori alla mammella con paziente in posizione prona basato acceleratore lineare compatto di elettroni da 3 MeV. Sono stati sviluppati rivelatori di radiazione basati su film sottili luminescenti realizzati su substrati compositi altamente riflettenti e sensori di umidità relativa basati su sistemi in fibra ottica di tipo FBG (Fiber Bragg Gratings) inglobati in dispositivi indossabili, per il monitoraggio contemporaneo della frequenza respiratoria e del battito cardiaco.

Per l'infrastruttura Sorgentina RF è stata affidata alla ditta DePreto la progettazione esecutiva e la realizzazione del dimostratore di bersaglio rotante. L'induttore elettromagnetico da 250kW, consegnato nel corso del 2023, sarà accoppiato al bersaglio rotante per simulare sperimentalmente l'effetto scaldante dell'acceleratore di ioni nei test termomeccanici. È stato necessario procedere con le acquisizioni e l'installazione dei sistemi ancillari di refrigerazione e della parte elettrica, ovvero del sistema di trasformazione e dei quadri elettrici necessari al funzionamento dell'impianto.

Il contratto per la realizzazione della sorgente ionica, assegnato alla ditta Muons Inc. è proseguito per tutto il 2023 e prorogato fino a Giugno 2024. Al fine di effettuare i test di accettazione dell'acceleratore è stata effettuata la progettazione concettuale e firmato il contratto per la fornitura di un sistema bersaglio di particelle, assegnato alla ditta T.E.E.S srl.

**Obiettivo Specifico FSN.OS.02** - Assicurare l'avanzamento dei programmi EUROfusion e Fusion For Energy (F4E), sviluppando anche gli studi relativi alla fisica dei plasmi, soprattutto in condizioni rilevanti per lo sviluppo di reattori idonei alla produzione di energia e alle tecnologie di componenti e di materiali nel campo della Fusione Nucleare e in particolare per ITER.

ENEA ha coordinato lo svolgimento della compagine italiana all'interno del programma EUROfusion, ed è stata effettuata la rendicontazione delle attività svolte cui è seguita la richiesta al MASE della quota di cofinanziamento all'ENEA per il fondo di rotazione. È stata intensificata l'attività di monitoraggio e conseguente reporting di progetto, permettendo un maggiore controllo in itinere delle attività nel loro insieme ed un maggior tasso di raggiungimento degli obiettivi. È stato svolto il ruolo di Industrial Liaison Officer per F4E tramite la diffusione delle informazioni relative alle gare di ITER, il supporto alle

imprese per la partecipazione alle gare, la promozione e la partecipazione di ENEA a rilevanti eventi nazionali e internazionali.

Nell'ambito dei progetti "Breeding Blanket" e "Balance of Plant" sono state effettuate attività di progettazione, sviluppo codici, simulazione e sperimentazione. Le attività di progettazione hanno riguardato il "Water Cooled Lithium Lead Breeding Blanket" e il "Balance of Plant" focalizzandosi su diversi aspetti della progettazione (analisi termoidrauliche, neutroniche, di magneto-idrodinamica); va segnalato il contributo alla progettazione dei nuovi concetti di breeding blanket promossi dalla PMU di Garching.

Relativamente alla progettazione e costruzione della nuova infrastruttura sperimentale W-HYDRA, composta dalle facility Water Loop, STEAM e LIFUS5/Mod4, è in corso la revisione della progettazione degli impianti per ottimizzare i costi e massimizzare le prestazioni dell'impianto.

Sono continuate le attività di sviluppo modelli e codici di interesse F4E, con particolare riferimento al problema della compatibilità del fluido PbLi con il gas non condensabile e l'ottimizzazione dello sviluppo di interfacce di accoppiamento tra codici di simulazione. Sono continuate le attività di simulazioni dei transitori di "in-box-LOCA" per il WCLL TBM di ITER.

Lato infrastrutture, è stata completata l'attività di ripristino degli impianti LIFUS5/Mod3 e TRIEX II su cui sono già state fatte le prove sperimentali previste in ambito EUROfusion. Sull'impianto LIFUS 6 sono stati effettuati test di corrosione su acciai utilizzati in DONES. L'impianto IELLLO è stato utilizzato per condurre test sul drenaggio e sul congelamento del circuito a PbLi del WCLL TBM di ITER.

È proseguito lo sviluppo degli acciai a bassa attivazione per impiego a temperature prossime al limite inferiore di utilizzo (300 °C), come richiesto dal blanket WCLL. Nel 2023 è stata prodotta una nuova colata sempre ad alto contenuto di azoto e composizione chimica ottimizzata che verrà sottoposta ad una estensiva campagna di caratterizzazione nel corso del 2024.

In ambito TBM, MAT-TECH e BB-TBM sono continuati i test e le caratterizzazioni dell'Eurofer 97 nelle condizioni richieste dalla normativa RCC-MR.

Sono continuate le attività di modellistica sulla radiolisi dell'acqua finalizzate alla messa a punto e alla pianificazione delle campagne sperimentali di corrosione acquosa per il divertore e per il breeding blanket.

A supporto del progetto ITER, attraverso attività di R&S commissionate da ITER-IO, si stanno studiando presso il C.R. ENEA del Brasimone tecnologie per la realizzazione di un coating antipermeazione per il trizio da applicare sulle tubazioni dell'Helium Coolant Pipes (HCPs).

Nell'ambito del progetto EUROfusion "WP18-MST2-20" sono continuate le misure su campioni di interesse fusionistico con il sistema LIBS (Laser-Induced-Breakdown-Spectroscopy) compatto utilizzato sul tokamak FTU nel 2019. Lo studio è stato focalizzato sull'ottimizzazione delle condizioni sperimentali per la quantificazione degli isotopi dell'idrogeno (H e D) su campioni drogati.

Sono proseguiti gli studi previsti mediante spettroscopia di fotoemissione XPS, con misure di film sottili superconduttori di YBCO con nanoinclusioni di Gd effettuate presso sincrotroni nazionali (Trieste) ed europei (Grenoble, F). È inoltre proseguita la caratterizzazione di film di  ${}^6\text{LiF}$  cresciuti mediante evaporazione termica per rivelatori di neutroni termici ibridi a base silicio.

Sono state svolte attività di R&S con lo scopo di sviluppare e qualificare materiali e processi produttivi in grado di fornire componenti più resistenti e longevi sotto l'irraggiamento neutronico previsto in un reattore. Su queste attività di R&D ENEA svolge un ruolo di coordinamento e guida, oltre che d'ideazione, realizzazione e caratterizzazione. Nel 2023 sono stati realizzati, ispezionati e caratterizzati



meccanicamente numerosi campioni e prototipi sia per i componenti affacciati al plasma, che per la 'cassetta' che li supporta, che per i sistemi di fissaggio.

ENEA partecipa anche ai progetti Eurofusion dedicati al design e alla fabbricazione dei divertori in tungsteno delle macchine W7-X e JT60-SA sia con attività di verifica FEM che con controlli non distruttivi ad ultrasuoni.

È anche stato sviluppato il design concettuale del divertore e della prima parete della macchina DTT (Divertor Tokamak Test facility).

Le attività svolte nel 2023 in ambito WPTFV hanno permesso un sostanziale avanzamento nel design dei principali processi del ciclo del combustibile di DEMO con riferimento ai due concetti di blanket, quello solido (HCPB) e quello liquido (WCLL). Sono state svolte le attività preliminari per avviare la campagna sperimentale sulla facility Hydrex con particolare riferimento alle tecnologie rilevanti per il ciclo del combustibile.

Nell'ambito del progetto TITANS (Tritium Impact and Transfer in Advanced Nuclear reactorS), è stato completato uno studio dello stato dell'arte relativo ai processi di gas-cromatografia e TCAP (Thermal Cycling Absorption Process) per il trattamento dell'acqua triziata.

Nel contesto della neutronica di DEMO sono stati condotti calcoli Monte Carlo per supportare la progettazione del divertore, del blanket di tipo WCLL e il W-shield experiment al Frascati Neutron generator (FNG). Gli studi sugli Activated Corrosion Products (ACPs) per il Water Cooled Lithium Lead Test Blanket Module (WCLL-TBM) di ITER sono proseguiti con analisi parametriche e con la progettazione di un circuito ad acqua per un esperimento sugli ACP presso FNG.

Presso il JET sono stati eseguiti gli esperimenti di benchmark sullo Shutdown Dose Rate e l'attivazione dell'acqua durante la DTE3. Inoltre, sono continuati i test dei rivelatori a diamante per il TBM e le analisi delle misure di attivazione dei materiali di ITER.

Nei Framework Contracts "Design Analysis for the ITER Tokamak Engineering" e "Diagnostic Infrastructure Development and Engineering Service", sono state condotte analisi nucleari con il codice D1SUNED per la progettazione e integrazione dei port plug diagnostici di ITER.

Nell'ambito delle analisi di sicurezza ed affidabilità per il reattore DEMO vanno citati: l'aggiornamento del contributo al "Generic Site Safety Report", l'analisi di rischio dei sistemi del Ciclo del Combustibile, l'analisi di affidabilità delle linee di trasmissione del sistema ECRH, una nuova e più dettagliata versione del "Room Book", le analisi socio-economiche dell'uso dei reattori a fusione, il coordinamento di attività sperimentali effettuate presso i laboratori di RINA-CSM, l'attività di raccolta dati sui ratei di fallimento per magneti superconduttori nonché la definizione di un modello di affidabilità per DEMO plant.

In ambito EUROfusion, sono state condotte analisi di sicurezza probabilistiche e deterministiche per uno dei sistemi previsti per i Test Blanket Modules di ITER, il Water Cooled Lithium Lead (WCLL).

Nell'ambito del progetto ITER, sono state realizzate le analisi di sicurezza ed affidabilità della Radial Neutron Camera. Nell'ambito del progetto DONES le attività principali hanno riguardato il coordinamento delle analisi di affidabilità e disponibilità dei sistemi, l'aggiornamento dei requisiti di sicurezza per il sistema Litio e l'analisi di affidabilità e disponibilità dei sistemi a radio frequenza dell'acceleratore LIPAc situato a Rokkasho (Giappone).

Nell'ambito del progetto DTT, sono state condotte analisi di sicurezza per la identificazione di eventi incidentali e la valutazione dei prodotti di corrosione attivati. Si è inoltre effettuato un aggiornamento delle specifiche per il sistema di stoccaggio dei rifiuti radioattivi.

Nel 2023 sono stati forniti servizi di irraggiamento con neutroni da 14 e 2.5 MeV prodotti dall'impianto FNG a vari operatori esterni fra i quali INFN, CEA, CNR-Milano, ENI, UKAEA ed utenti progetto RADNEXT. Il tempo totale di fascio fornito è stato di circa 156 ore per totale di 1.2 10<sup>16</sup> neutroni. Nel complesso sono state eseguite 23 campagne di misura di cui 3 di tipo commerciale, 4 in ambito EUROfusion, 7 negli altri progetti Europei. Le attività relative allo sviluppo di diamante monocristallino ad elevata purezza hanno visto nel 2023 la sperimentazione di un nuovo porta-substrato, realizzato in acciaio e in molibdeno, che ha permesso di migliorare il confinamento del plasma e quindi di ottenere diamanti di alta qualità.

Il contratto F4E-FPA-327-SG07, dedicato ad attività di prototipazione e alla progettazione finale della Radial Neutron Camera (RNC) di ITER, è proseguito con l'Interface Review Meeting che ha permesso di esporre e revisionare lo stato delle interfacce della RNC con gli altri sottosistemi di ITER.

È continuata per il terzo anno la partecipazione on-site a ITER di un Project Associate nell'ambito del cooperation agreement tra ENEA e ITER Organization. L'attività riguarda l'Interface & Control per le diagnostiche di ITER, lo sviluppo di acquisizione per sistemi diagnostici real-time ed il supporto alla diagnostica RNC.

Per WP11-DEMO PES WPPES – DEMO Plant Electrical Systems nel 2023 sono stati fatti studi di fattibilità e l'analisi dei guasti del sistema di alimentazione e protezione dal quench dei magneti di campo toroidale con tecnologia ITER-LIKE di DEMO.

Nel Work Package Magneti di EUROfusion (WPMAG) nel 2023 sono stati realizzati studi volti a identificare vantaggi e problemi dovuti a un isolamento parziale in un magnete toroidale di Nb<sub>3</sub>Sn di scala DEMO, modellizzando una promettente variante innovativa (TFWP#1). Inoltre, è stato analizzato il comportamento meccanico del magnete durante la fase di carica al fine di identificare intervalli ragionevoli per la resistività del contatto e per il tempo di carica della bobina.

Relativamente al design del Solenoide centrale ibrido basato su conduttori fatti con superconduttori ad alta temperatura critica (HTS), principalmente nel quadro della collaborazione con la Cina, sono state effettuate analisi e trovate soluzioni per minimizzare il rischio di quench.

I principali guasti delle bobine superconduttrici individuati per il sistema magnetico dell'LHC sono stati inseriti nel database dell'ENEA e sono in corso nuovi contatti per avere risultati anche dai tokamak EAST e K-STAR.

Prosegue, supportata da prove sperimentali, la progettazione del sistema di rilevamento del quench basato sull'utilizzo di fibre ottiche, nonché di fili co-avvolti. Ancora in collaborazione con la Cina è stata studiata presso la facility SULTAN l'evoluzione del quench di un conduttore di dimensioni ridotte progettato per funzionare a 15 kA, 11 T e 4.5 K.

Per quanto riguarda la Divisione Studi del Plasma e DTT (FSN-PLAS), si riportano di seguito le principali attività del 2023.

Joint European Torus (JET): analisi e modellizzazione dei dati ottenuti negli esperimenti delle campagne sperimentali in trizio e in deuterio-trizio; realizzazione di nuovi esperimenti al fine di fornire i riferimenti in deuterio per gli studi di maggiore rilevanza scientifica. Si sono svolte inoltre le prime campagne sperimentali JET in ambito Work Package Tokamak Exploitation (WPTE), che hanno visto la partecipazione di ricercatori in ENEA sia nei ruoli di controllo delle operazioni sia nel supporto allo sviluppo degli scenari esplorati in qualità di esperti MHD; è stata effettuata l'analisi dei dati relativi ai seguenti aspetti: plasma disruption mitigation, plasma control e Real Time, confinamento del plasma, sperimentazione DT, validazione dati diagnostiche ECE e Thomson Scattering. Nell'ambito dei progetti

EUROfusion su “theory, simulation, verification and validation” sono proseguite le attività nell’ambito dei progetti su “Physics of burning plasmas” e “Physics properties of strongly shaped configurations”. Nel corso del 2023 è stata rimessa in funzione la facility FAN (Facility for Acceleration and Neutralization) capace di produrre fasci di ioni e di atomi neutri, utilizzando differenti tipi di gas, a bassa energia ( $E < 110$  keV) e a bassa intensità per misure di calibrazione e di effetti sui materiali sia in ambito fusionistico che in quelle aerospaziale.

Sono continuate le attività dell’infrastruttura THz a Frascati, per la realizzazione di diagnostiche del plasma e per lo studio di componenti e materiali di rilevanza per la fusione nucleare. Sono stati acquisiti e messi in funzione nuovi materiali, componenti e strumenti. Continua la collaborazione con i Laboratori Clarendon del Dip. di Fisica dell’Università di Oxford.

Sono stati realizzati setups di misura e prototipi per i tests di laboratorio sui componenti della diagnostica ECE per DEMO in ambito WPDC.

Nell’ambito delle attività di modellizzazione relative a ProtoSphera e alla propulsione spaziale al plasma, è stato introdotto il codice numerico 3D, PICCOLO (“PIC Code for LOW temperature plasmas), massivamente parallelizzato e adatto all’utilizzo sul server HPC CRESCO. Con tale codice, in sviluppo in collaborazione con l’istituto ISTP di Bari, sono iniziati studi quali la simulazione di una sorgente di ioni negativi (SPIDER, il cui utilizzo è previsto per ITER, ma anche per DTT), l’interazione plasma-parete con elettrodi anulari e l’espansione del getto di plasma in un ugello magnetico (attività rilevante per l’applicazione propulsiva di ProtoSphera e lo sviluppo di motori al plasma). Sono state inoltre effettuate delle modifiche agli elettrodi della macchina che rientrerà in funzione all’inizio del 2024. Sono stati infine completati tutti i lavori preliminari al trasferimento dell’esperimento dall’edificio F87 alla nuova hall sperimentale dell’edificio F23.

Si è avviata una collaborazione tra ENEA e CERN per la dosimetria e il monitoraggio dei fasci gamma per radioterapia e ioni carbonio per adroterapia mediante il rivelatore ibrido GEMpix.

Nell’ambito di un contratto preliminare tra ENEA e ITER per lo sviluppo di camere di tipo GEM per la camera X radiale di ITER, si sono svolti i test di irraggiamento neutronico su ITER e sviluppata e caratterizzata la nuova elettronica di front-end remota e, nell’ambito delle attività svolte presso la facility nToF del CERN, si è partecipato alle misure di neutroni ad ampio spettro continuo, con GEMpix. Sono proseguite le attività sui progetti EuPRAXIA Preparatory Phase e LEAPS-INNOV sul trasferimento tecnologico delle conoscenze legate agli impianti Free-Electron Laser e agli ondulatori magnetici nonché la partecipazione del gruppo ENEA di Laser ad Elettroni Liberi a progetti di comune interesse con INFN (sviluppo di metodi di misura della deformazione meccanica per gli ondulatori della sorgente THz SABINA e studio delle prestazioni FEL e degli ondulatori della facility AQUA del progetto EuPRAXIA@SPARC\_LAB).

Nel campo della fusione inerziale sono proseguite le attività del progetto Enabling Research ENR-IFE.01.CEA “Advancing shock ignition for direct-drive inertial fusion”.

Inoltre, il gruppo INER ha partecipato ad attività di analisi dati relative a innumerevoli campagne di sperimentazione in collaborazione con i principali centri di ricerca del settore, italiani (PoliMI e Università del Sannio, l’Università di Tor Vergata, ILIL del CNR INO-PISA), europei (GSI di Darmstadt in Germania, LRC dell’Università di Vilnius in Lithuania, Vulcan Petawatt a Didcot in UK, PALS in repubblica Ceca, CLPU di Salamanca in Spagna) e internazionali (Università della California a Irvine, USA).

Sempre in tema di fusione inerziale si è lavorato al progetto ‘Libero’, finanziato dal bando EUROfusion Technology Transfer FUTTA III del 2022, al proseguimento delle attività di coordinamento dei due

Expert Group di Laserlab-Europe AISBL (“Micro- and nano-structured materials for experiments with high-power lasers” e “Laser generated electromagnetic pulses”) a coordinamento generale ENEA, al proseguimento della partecipazione all’Expert Group “Laser-driven ICF/IFE” e al completamento del Progetto IAEA “Advanced research activity on materials, technologies and devices for Inertial Confinement Fusion”.

Le attività del gruppo EUV, si sono sviluppate secondo due linee di ricerca principali: studi di fisica del plasma, finalizzati ad una ulteriore ottimizzazione della sorgente; irraggiamenti di materiali innovativi. Per quanto riguarda i materiali sono stati testati: campioni di grafene monolayer, per studiare la generazione di difetti localizzati, per dispositivi elettronici; cristalli di fluoruro di litio per studi di dosimetria e imaging; esperimenti di riduzione di compositi di ossido di grafene a grafene; generazione di grafene di alta qualità da polimeri a struttura esagonale, per applicazioni in ambito spaziale, basate sulle proprietà antibatteriche del grafene e per la realizzazione di micro-antenne.

In campo internazionale:

- sono continuate le attività del Center for Nonlinear Plasma Science (CNPS) per coordinare la collaborazione bilaterale con la CINA (University of Science and Technology of China, Hefei, e Institute for Theory and Simulation, Zhejiang University, Hangzhou) su teoria e simulazione. In particolar modo, la collaborazione ha riguardato il Burning Experimental Superconducting Tokamak (BEST) e DTT;
- sono continuate le attività del CNPS in collaborazione con KSTAR (Daejeon, Corea del Sud) nell’ambito della “Trilateral Collaboration on Energetic Particle Physics”. A riconoscimento dei risultati ottenuti, il 29 agosto 2023 è stato inaugurato, presso il Korea Institute of Fusion Energy (KFE) di Daejeon, un nuovo “hub” della rete di collaborazione CNPS;
- il progetto congiunto ENEA-Southwestern Institute of Physics su “Impatto delle particelle veloci sulla turbolenza e sui processi di trasporto in plasmi fusionistici” è stato selezionato nell’ambito del bando MAECI-NSFC (National Science Foundation of China) per progetti di grande rilevanza “on large Italian and Chinese research infrastructures”.

**Obiettivo Specifico FSN.0S.03** - Mantenere l’impegno nel campo delle applicazioni nucleari sviluppando attività di R&S sui reattori innovativi (SMR, AMR, LFR-Gen.IV), i dati nucleari, la security e la produzione di radioisotopi, tramite facility di irraggiamento.

Durante il 2023 sono stati condotti numerosi test di irraggiamento gamma (facility Calliope) e misure di caratterizzazione su materiali compositi con proprietà ottiche per l’utilizzo in rivelatori a 4He per ITER. Nel corso del 2023 sono stati condotti test di irraggiamento di componenti ottici, sensori ed optoelettronici e test di qualifica per sistemi e componenti per applicazioni spaziali, richiesti sia da utenti pubblici (ASI, INFN, INAF, Università) che privati (Thales Alenia Space, Media Lario s.r.l., IMT s.r.l., Alter Technology, Aerospazio Technologie, NordAmps, SITAEL, Gran Sasso Tech, Argotec). Sempre in ambito Spazio, sono proseguite le attività di ricerca oggetto dell’accordo di collaborazione con l’Università degli Studi della Tuscia (Prot. ENEA/2022/43058/FSN FISS) nel campo dell’Astrobiologia e le collaborazioni con il Dipartimento SSPT (studio e test su matrici biologiche vegetali, sistemi in vitro ed in vivo) e con l’Università di Roma Sapienza.

Nell’ambito del Bando ASI “Attività relative al supporto allo sviluppo di progetti/esperimenti scientifici nell’ambito dell’Astrobiologia” (Prot. DC-DSR-UVS-2022-231) sono iniziate le attività del Progetto CRYPTOMARS (proponente Università degli Studi della Tuscia), per lo svolgimento di indagini omiche su comunità criptoendolitiche antartiche come proxy per la ricerca della vita su Marte. Nel Progetto

sono coinvolti laboratori delle divisioni FISS, TECFIS e PLAS. Sono state inoltre presentate due proposte, di cui una come coordinatori, nell'ambito del Bando ASI "Radiazioni e Gravità Alterata".

Nel corso del 2023 sono state portate avanti le attività previste nel Programma "ASIF-fase 2, Sviluppo Operativo", avviato nel corso del 2022 che vede la partecipazione, oltre che delle facility Calliope, FNG ed i reattori Triga e Tapiro già presenti nella fase precedente, anche dell'impianto Top-Implart e degli acceleratori Rfx e Techea. Questa seconda fase del Programma prevede la completa standardizzazione degli impianti secondo i requisiti Spazio e la piena operatività del sito ASIF gateway (già in fase di testing per la facility Calliope e FNG) per l'accesso degli utenti interessati agli irraggiamenti in ambito Spazio.

Proseguono inoltre le collaborazioni con il Dipartimento SSPT per attività relative all'effetto delle radiazioni gamma (facility Calliope) su sistemi biologici vegetali per applicazioni Spazio e per lo studio dell'effetto di mitigazione delle radiazioni con materiali innovativi.

Nell'ambito dell'Accordo Quadro ENEA-ASI, che copre possibili collaborazioni nei campi della Medicina e Biotecnologie, Osservazione della Terra, Osservazione dell'Universo, Tecnologie e Trasferimento Tecnologico e Ambiente e Clima spaziale, sono proseguiti gli studi di pre-fattibilità relativi alla realizzazione di un reattore nucleare per applicazioni spaziali. I risultati preliminari di tale studio hanno consentito di elaborare una proposta di progetto, in risposta ad un bando emesso da ASI per la progettazione di un sistema di generazione e trasmissione di energia sul suolo lunare. Tale proposta, "SELENE", presentata insieme a Tales Alenia Space Italia e al Politecnico di Milano, è stata selezionata quale vincitrice del bando.

Relativamente al PNRR, ENEA partecipa come partner al Partenariato Esteso PE15 "Attività Spaziali", nell'ambito del quale è stata presentata la proposta Space It Up (in fase di valutazione), a cui prendono parte i Dipartimenti FSN, TERIN e SSPT. L'inizio delle attività è previsto nel primo semestre del 2024.

Sono proseguite le attività oggetto del Contratto di collaborazione in essere con il Dipartimento di Scienza dei Materiali dell'Università di Milano Bicocca per lo studio di materiali e scintillatori nanostrutturati. Tale contratto è stato rinnovato per ulteriori due anni.

È stato inoltre stipulato un accordo di collaborazione con il Rudjer Boskovic Institute (RBT) per attività che riguardano la scienza dei materiali e le applicazioni delle radiazioni gamma nel campo dei beni culturali, è in corso l'ospitalità di una dottoranda che svolge studi su coating organici per materiali metallici.

Prosegue la collaborazione con INFN (MuCol), CERN (CMS - fase 2) e SuperKEKB (Belle 2, Giappone) per diverse tipologie di materiali, rivelatori e sistemi che trovano applicazione in esperimenti di Fisica delle Alte Energie. Tali collaborazioni hanno riguardato anche lo svolgimento di un Dottorato in Fisica degli Acceleratori con attività svolte presso il Laboratorio FSN FISS SNI e l'Institut National de la Recherche Scientifique (CANADA).

Nel 2023 sono infine stati condotti test di qualifica mediante irraggiamento gamma (facility Calliope) di provini di matrici cementizie per il condizionamento di rifiuti radioattivi (Commissionati da Nucleco S.p.A. e Green-land). Nuovi test sono in programma per il 2024.

Ulteriori campagne di irraggiamento gamma per applicazioni nucleari sono state condotte su materiali polimerici per cavi (Tratos S.p.A., Italia), sistemi e componenti elettronici (Alter Technologies, Francia), telecamere e sistemi per ispezioni (ISEC, Svezia), passanti elettrici e isolanti (ITER).

Nel quadro dell'accordo stipulato con il CEA, sono proseguite le riunioni di coordinamento tra il personale del Laboratorio FSN FISS RNR e CEA per la definizione di un protocollo per l'esecuzione del

programma che terminerà con l'irraggiamento e analisi dei dati relativi a reattività, attivazione e indici di spettro in diversi canali sperimentali del reattore RSV TAPIRO per una lista concordata di campioni contenenti attinidi minori di particolare interesse per la chiusura del ciclo del combustibile nucleare. Nel corso del 2023 sino proseguite le attività previste dall' Accordo di Collaborazione tra l'ENEA e l'Università di Roma "Foro Italico" finalizzato alla ricerca e sviluppo di tecniche e metodologie teorico-sperimentali utili all'analisi e classificazione di campioni di diversa origine ai fini della sicurezza igienico-sanitaria e dell'impatto sulla salute stessa, incentrate principalmente sull'utilizzo del reattore TRIGA RC1.

Il Dipartimento FSN partecipa al progetto SECURE che fa riferimento alla tematica "Secure and Safe Supply and Use of Radioisotopes", i cui principali obiettivi riguardano soprattutto lo sviluppo di tecnologie innovative di produzione di radionuclidi per uso medico (diagnosi e/o terapia), considerando sia i reattori a fissione, sia metodi alternativi basati su acceleratori e prendendo in considerazione tutti gli aspetti di waste management, sicurezza nucleare e problemi di proliferazione nucleare.

Il Laboratorio di Caratterizzazione Radiologica partecipa ai Progetti:

PREDIS, che si pone il duplice obiettivo di sviluppare soluzioni per il trattamento e il condizionamento di particolari rifiuti in quei paesi dove attualmente non sono disponibili soluzioni adeguate e di migliorare la sicurezza durante le fasi di gestione dei rifiuti stessi;

CLEANDEM, che propone una rivoluzione tecnologica nelle fasi operative di smantellamento e disattivazione (Decommissioning and Dismantling, D&D) di siti nucleari: la strategia CLEANDEM si baserà su sistemi tecnologici innovativi che costituiranno un insieme di strumenti per equipaggiare una piattaforma robotica intelligente per operazioni completamente remote, con lo scopo di fornire un sistema autonomo che supporterà le operazioni degli utenti finali, effettuando inizialmente una valutazione radiologica dell'area e quindi monitorando le operazioni di D&D durante tutta la caratterizzazione dell'impianto;

HARPERS, che mira a stabilire e chiarire i vantaggi e il valore aggiunto di regolamenti, pratiche e standard più allineati e armonizzati all'interno dell'Unione Europea, nella disattivazione e nelle fasi iniziali della manipolazione dei rifiuti radioattivi, nonché nelle eventuali strutture condivise di trattamento, stoccaggio e smaltimento tra gli Stati membri;

RESCUE, che si propone di costruire una capacità di intervento nel caso di eventi con rischio CBRN, condivisa all'interno dei diversi stati membri della comunità europea. La soluzione proposta consiste nella realizzazione di una serie di laboratori mobili, complementari tra loro in termini di funzionalità, e una infrastruttura di formazione del personale che fa ampio uso di moderne tecnologie (i.e., Extended Reality).

Nel corso del 2023, le divisioni PLAS e FISS si sono concentrate sullo studio dei reattori ibridi fusione-fissione mediante la modellizzazione di sistemi basati su configurazioni Tokamak sferiche e Reversed Field Pinch (RFPF, in collaborazione con il consorzio RFX) atte all'incremento della fertilizzazione del trizio per la fusione nucleare. Questa attività si svolge all'interno di una collaborazione su progetti PRIN (insieme alle Università di Padova, di Genova e di Roma La Sapienza)

Nell'ambito dei sistemi nucleari di quarta generazione refrigerati a piombo (GEN-IV LFR), ENEA partecipa alla realizzazione della facility ATHENA e CHEMLAB, parti essenziali della ALFRED Research Infrastructure, polo tecnologico dedicato alle attività di R&S a supporto del DEMO LFR / Prototipo SMFR ALFRED, da realizzarsi sul sito nucleare di Mioveni, Romania. La ALFRED-RI consta di 2 large-scale multipurpose facility (ATHENA, ELF), un laboratorio di coolant chemistry (CHEMLAB), 2 separate-effect

facility (HELENA-2, HANDS-ON) e di una facility nucleare operante in cella calda (MELTIN’POT). La ALFRED-RI è stata inoltre concepita per ospitare ALFRED come research reactor, provvisto di test-ring per irraggiamento di materiali e combustibili innovativi. Si è provveduto inoltre a dare seguito alla progettazione concettuale del reattore ALFRED nell’ambito delle azioni previste dal Consorzio FALCON.

Le attività di R&D sono state svolte principalmente nell’ambito di Progetti EURATOM H2020 e di Gruppi di Lavoro Internazionali. Nel corso del 2022 hanno avuto luogo le attività preparatorie inerenti allo studio delle vibrazioni fluido indotte su elementi di combustibile nucleare per reattori a piombo, e allo studio della stabilità della circolazione naturale in sistemi a piscina. Le attività ricadono rispettivamente nell’ambito del progetto PASCAL (coordinamento ENEA) e del progetto PATRICIA. Nell’ambito della partecipazione al GIF (Generation IV International Forum) si è contribuito a diversi meeting tecnici dedicati alle analisi di sicurezza dei reattori raffreddati a piombo.

Il Laboratorio FSN-SICNUC-PSSN ha proseguito tanto nelle attività di sviluppo di metodi e codici di analisi a supporto della progettazione di nocciolo, quanto in quelle di servizio, supportando aziende nel progetto di nocciolo dei rispettivi reattori innovativi. Nel dettaglio, è stata sviluppata ulteriormente la piattaforma MEDUSA mediante la creazione o il perfezionamento di codici e strumenti di calcolo. Tale sviluppo ha valso al Laboratorio la ricezione di richieste di rilascio di alcuni dei software che compongono tale piattaforma, distribuiti mediante opportuni accordi di licenza. Sono inoltre proseguite le attività di progettazione di nocciolo svolte per la società svizzera Transmutex, che sono valse l’estensione del contratto in essere, dietro richiesta dell’azienda di investigare e sviluppare un progetto per un nocciolo di potenza doppia alimentato a torio; in parallelo, sono iniziate le attività a favore dell’azienda italiana newcleo, elaborando i progetti concettuali di riferimento tanto per il reattore dimostrativo quanto per quello commerciale che l’azienda propone.

Ulteriori attività di R&D sono state svolte principalmente nell’ambito di Progetti EURATOM H2020 e di Gruppi di Lavoro Internazionali. Nel corso del 2023 è proseguito il coordinamento del progetto europeo “PASCAL”. Sono inoltre state condotte ulteriori attività sui progetti vincitori del primo bando del programma quadro EURATOM H-EU. Nel progetto ANSELMUS, è stato elaborato il PIRT per il reattore dimostrativo ALFRED; sono state impostate le attività per la progettazione di un sistema di localizzazione di elementi di combustibile fessurati in MYRRHA; e sono stati avviati gli studi relativi all’ispezione dell’integrità del vessel di un LFR in condizioni rappresentative di ALFRED. Nel progetto HARMONISE, sono proseguiti gli studi atti a valutare l’applicabilità degli attuali standard di sicurezza a sistemi basati su tecnologie nucleari innovative. Nel progetto FREDMANS, è stato esteso il contributo volto a definire le necessità di un possibile impianto di fabbricazione di combustibile a nitruri per reattori avanzati. Nei gruppi di lavoro NEA EGPRS ed EGTHM del NSC-WPRS, sono stati rispettivamente proseguiti ed avviati due benchmark internazionali aventi a riferimento il dimostratore ALFRED, il primo focalizzato sulla fisica del reattore ed il secondo sulla termoidraulica di nocciolo. Entrambi i benchmark sono coordinati da ENEA.

In ambito EURATOM sono continuate le attività sui progetti PUMMA e sono iniziate le attività nel progetto ESFR-SIMPLE. Nell’ambito del progetto PuMMA, si è continuata l’attività del benchmark. In particolare, sono state simulate le prestazioni di tre barrette di combustibile utilizzando il codice TRANSURANUS (codice che simula il comportamento della barretta di combustibile sotto irraggiamento) e confrontante le simulazioni a fronte dei dati sperimentali. Inoltre, è continuata l’attività di simulazione accoppiata TRANSURANUS-FEM e quella relativa alle simulazioni di barretta per

la configurazione bruciatore dei progetti di reattore ALFRED e ESFR (i.e. con una concentrazione di Pu nel combustibile di circa 40%). Presso il Centro Brasimone è stato ospitato il Workshop sulle proprietà dei combustibili MOX, tenuto in sinergia con il meeting di progetto.

PATRICIA (Partitioning And Transmuter Research Initiative in a Collaborative Innovation Action) è dedicato ad attività di Partitioning & Transmutation. Il progetto è suddiviso in cinque macroaree ed ENEA è impegnata nella progettazione di una sezione di prova da inserire all'interno della facility CIRCE per condurre test sperimentali atti a dimostrare la sicurezza dei sistemi termoidraulici dedicati al design dei reattori innovativi di IV generazione. La nuova sezione di prova è stata consegnata e installata nell'impianto CIRCE. I test sperimentali sono previsti nel 2024. La sezione di prova denominata CIRCE THETIS (Thermal-hydraulic HELical Tubes Innovative System) consentirà di caratterizzare lo scambiatore di calore elicoidale e la pompa meccanica. Inoltre, sarà usata per simulare transitori incidentali del tipo Protected Loss of Flow Accident che prevedano la rimozione del calore di decadimento (simulato elettricamente) attraverso lo scambiatore a tubi elicoidali con portate di feed water ridotta, o attraverso un sistema denominato Reactor Vessel Air Cooling System (RVACS). Nella test-matrix sono previsti quattro transitori differenti:

Transitorio da full power a decay heat con Helicoidal Coil Steam Generator (HCSG) funzionante come sistema di rimozione del calore di decadimento;

Transitorio da full power a decay heat con Reactor Vessel Air Cooling System (RVACS) funzionante come sistema di rimozione del calore di decadimento;

Transitorio da full power a decay heat con Helicoidal Coil Steam Generator (HCSG) funzionante come sistema di rimozione del calore di decadimento e a seguire con Reactor Vessel Air Cooling System (RVACS) funzionante come sistema di rimozione del calore di decadimento;

Transitorio da full power a decay heat con Helicoidal Coil Steam Generator (HCSG) e Reactor Vessel Air Cooling System (RVACS) funzionanti in contemporanea come sistemi congiunti di rimozione del calore di decadimento.

L'ENEA partecipa alla proposta CONNECT-NM come coordinatore del Work Package RL2/WP5 "Materials and component qualification: testing, standardization and design rules". Sono continuate le attività del progetto europeo INNUMAT, che vede la partecipazione dell'ENEA con la guida di due linee programmatiche, una sulle ricoperture del materiale del cladding dei reattori a piombo e la seconda sullo sviluppo di barriere antipermeazione-anticorrosione per le strutture interne del blanket WCLL del DEMO.

Sono continuate le attività del progetto pilota dell'EERA – JPNM Joint Programme on Nuclear Materials dal titolo High-Temperature Alternative Materials for Lead Fast Reactors (HAMLETO) coordinato dall'ENEA ed in collaborazione coi principali centri di ricerca europei coinvolti nello sviluppo di reattori di quarta generazione raffreddati al piombo liquido.

**Obiettivo Specifico FSN.OS.04** – Assicurare la funzione assegnata all'ENEA dalla legge 273/1991 di Istituto Metrologico Primario nel settore delle radiazioni ionizzanti e garantire il ruolo di Gestore del Servizio Integrato per la gestione dei rifiuti radioattivi di origine non-elettronucleare assegnato all'ENEA dal D.lgs. 101/20

La principale attività dell'Istituto Nazionale di Metrologia delle Radiazioni Ionizzanti (INMRI), nel 2023, è stata incentrata sul proseguimento del Programma triennale (2021-2023, prorogato al 2024) di rilancio dell'Istituto a seguito della stipula di una Convenzione tra ENEA e MiSE/MIMIT "Realizzazione di iniziative in materia di tutela dei consumatori, con particolare riferimento alla sicurezza, all'affidabilità ed alla



qualità degli strumenti di misura delle radiazioni ionizzanti, anche in adempimento degli obblighi europei ed internazionali in materia Ex. Art. 3, D.M. 10 agosto 2020". Il programma prevede attività finanziate dal MiSE/MIMIT e dall'ENEA per il rinnovo della strumentazione che costituisce i campioni nazionali, per interventi sugli edifici che ospitano i laboratori dell'INMRI, per il potenziamento della pianta organica e per il rafforzamento dell'INMRI nel suo ruolo istituzionale (Rif. INMRI-467, 419).

Questa Convenzione garantisce il necessario investimento nel settore della metrologia primaria delle radiazioni ionizzanti con l'obiettivo di superare l'autosospensione delle Calibration and Measurement Capabilities (CMC) dell'INMRI -formulata nel 2019- e consentire il regolare svolgimento del compito assegnato all'ENEA dalla Legge su citata.

Per quanto riguarda le altre attività dell'INMRI, nel 2023, esse sono proseguite secondo le tradizionali linee programmatiche dell'Istituto.

Di seguito si menzionano principali attività e risultati ottenuti.

Sviluppo dei campioni nazionali: Si sono svolti lavori per implementare i dati di base del nuovo rapporto ICRU 90, avviato il progetto per un nuovo campione primario per misure di attività dei radionuclidi e attività di aggiornamento e caratterizzazione di campioni primari esistenti.

Standardizzazione dei metodi di misura: L'INMRI ha partecipato a diversi progetti europei di ricerca metrologica, collaborazioni con enti e istituzioni per lo sviluppo e la validazione di nuovi metodi di misura.

Accreditamento e certificazione: Sono state svolte attività di supporto ad ACCREDIA per l'accREDITAMENTO dei laboratori di taratura, tarature della strumentazione di misura e fornitura di confronti interlaboratorio certificati.

Didattica, organizzazione interna e Sistema Qualità: L'istituto ha continuato le attività di gestione del Sistema di Qualità, revisione delle Calibration and Measurement Capabilities (CMC), formazione e organizzazione di attività di ricerca e servizio.

È stato garantito il ruolo di Gestore del Servizio Integrato per la caratterizzazione radiologica e la gestione dei rifiuti radioattivi attraverso tutte le fasi del ciclo di gestione dei rifiuti stessi, nonché delle sorgenti non più utilizzate del settore medico-sanitario, dell'industria e della ricerca scientifica. In tale ambito, il D.lgs. 101/2020, attuativo della Direttiva EURATOM 2013/59 Euratom, ha attribuito al Servizio Integrato ulteriori funzioni quali:

- accordo con il Gestore del Servizio Integrato che disciplina il trasferimento a quest'ultimo della proprietà della sorgente e il pagamento dei fondi necessari per il relativo condizionamento, stoccaggio di lungo periodo e smaltimento in un deposito finale;
- gestione delle sorgenti radioattive esaurite ad alta attività dismesse;
- collaborazione con le autorità e gli operatori del settore nel rinvenimento e messa in sicurezza di sorgenti orfane.

Tali funzioni sono svolte dall'ENEA in collaborazione con la società partecipata NUCLECO, la quale assicura che siano svolte tutte le attività di trattamento, condizionamento, deposito temporaneo o smaltimento in esenzione, quando possibile. Annualmente viene effettuato un incontro con gli Operatori afferenti al Servizio Integrato con lo scopo di favorire il confronto tra gli Operatori e soprattutto con l'Agenzia, nel suo ruolo di Gestore del Servizio Integrato.

**Obiettivo Specifico FSN.OS.05** – Assicurare e rafforzare il ruolo di supporto tecnico alle istituzioni e la rappresentanza internazionale per la sicurezza nucleare, la preparazione alle emergenze, e l'applicazione dei trattati internazionali in materia di safety, non proliferazione e security.

Nel corso del 2023 sono continuate le attività che vedono coinvolti il laboratorio FSN-FISS-RNR, ed in particolare il reattore RSV TAPIRO, la IAEA ed EURATOM, nel contesto delle salvaguardie per il materiale nucleare. Nella fattispecie IAEA utilizza il reattore RSV TAPIRO per l'esecuzione di misure finalizzate all'ottimizzazione di un metodo di misura della quantità di fissile presente in un nocciolo di un reattore in condizioni di arresto. La collaborazione continuerà anche nel 2024 con la messa a punto della procedura IAEA che verrà utilizzata durante le ispezioni.

Le attività di collaborazione tra l'ENEA, lo U.S. Department of Energy's National Nuclear Security Administration (NNSA) ed esponenti della neutronica e reattoristica italiana e internazionale, sviluppatesi a valle del Workshop dal titolo "Neutron Science: the Italian way. State of the Art and Future Perspectives", svoltosi nel maggio 2022, sono continuate per tutto il 2023 con l'obiettivo di definire in maniera precisa il ruolo attuale e le prospettive dei reattori TAPIRO e TRIGA nella ricerca neutronica italiana e internazionale. In particolare, sono state discusse le capacità di TAPIRO, insieme ai risultati del lavoro eseguito congiuntamente da PoliTo, ANL/ENEA e Università del Negev sulla possibilità ed opportunità della conversione del RSV TAPIRO ad un disegno LEU. L'analisi comparativa eseguita sui disegni HEU e LEU del reattore RSV TAPIRO, relativamente a campi di applicazione individuati come strategici, quali l'utilizzo del reattore per applicazioni industriali, in particolar modo nel settore dei reattori di nuova generazione, per lo studio dei dati nucleari e la riduzione delle incertezze relative agli attinidi minori e la noise analysis, continuerà per tutto il 2024 e 2025.

Presso il C.R. Brasimone si sono implementate le attività relative al progetto EXADRONE (finanziato dalla Regione Emilia-Romagna), proseguendo con la progettazione, realizzazione e collaudo di droni innovativi per il monitoraggio di infrastrutture di rilevanza nazionale in calcestruzzo armato e il monitoraggio ambientale di installazioni nucleari. Si è proceduto alla progettazione di un nuovo sistema a fluorescenza indotta da laser (LIF) da realizzare come payload LIDAR "Laser Imaging Detection and Ranging" per drone. Questa tecnologia rappresenta un valido strumento diagnostico in svariate applicazioni, quale osservazione ambientale (analisi delle acque, identificazione della dispersione contaminanti superficiali con delimitazione delle aree e possibile identificazione delle sostanze oleose e/o petroli, analisi e quantificazione del contenuto algale, analisi di parametri ottici legati alla torbidità delle acque, identificazione e quantificazione di materiali plastici), valutazione della sicurezza di impianti (raffinerie, fabbriche, porti), osservazione delle superfici nell'ambito dei beni culturali (analisi dell'attacco biologico da parte di specie vegetali con clorofilla, analisi delle superfici per la ricerca di composti chimici usati nella produzione di dipinti murali e restauro, come leganti/consolidanti superficiali, pigmenti organici, substrati, ecc.).

L'impiego del drone come vettore amplia le possibilità operative in un ventaglio senza precedenti sia per l'osservazione di zone difficilmente accessibili (specchi d'acqua bassa come canali, laghi, porti, ma anche pareti di edifici e costruzioni in genere) sia come strumento sentinella per indirizzare l'investigazione (ricerca di sversamenti e/o variazioni dell'ecosistema acquatico).

Per il drone DJI Matrice 600 Pro in grado di monitorare la contaminazione nucleare e radiologica è stato realizzato il progetto di un sensore a semiconduttore con scintillatore per il rilievo di raggi gamma. È stato progettato lo schema principale del sensore, il PCB e la procedura di collaudo e utilizzo. Infine si è inoltrata procedura di accreditamento ad ENAC per una accademia di volo anche in ambiente critico. Nell'ambito di tale progetto, la Sezione FSN-PROIN si è accordata con la Divisione FSN-TECFIS per sviluppare componentistica elettro-ottica da installare su uno dei UAV ivi disponibili. La collaborazione vede un contributo con MetaProjects, partner di EXADRONE, allo sviluppo di elettronica di controllo ed

interfaccia dei sensori. Presso il C.R. Brasimone è inoltre in fase di allestimento una accademia di volo per il pilotaggio di droni per il conferimento della licenza di volo ENAC a privati e operatori del settore. Le attività relative ad acquisizione, sviluppo ed applicazione di metodologie per la preparazione e gestione di emergenze radiologiche e nucleari e l'analisi degli incidenti gravi sono state svolte dal Laboratorio FSN-SICNUC-SIN principalmente nell'ambito di Progetti EC, EURATOM H2020, e di Gruppi di Lavoro Internazionali. I progetti MUSA e R2CA sono stati completati e si sta lavorando nei progetti ASSAS (intelligenza artificiale per lo sviluppo del codice ASTEC), SEAKNOT (revisione del know-how su incidenti severi e definizione delle nuove priorità di ricerca), OperaHPC (HPC ed intelligenza artificiale per studi di safety di fuel per LWR), e SASPAM-SA (incidenti severi ed Emergency Planning Zone per reattori SMR), che ENEA coordina. Sono continuate anche nel 2023 le attività di benchmarking per situazioni di emergenze con il codice JRODOS nell'ambito del Rodos User Group (RUG) di NERIS. Il Laboratorio FSN-SICNUC-SIN ha poi contribuito al proposal di un nuovo progetto di ricerca sui metodi di S&U per il calcolo dei termini sorgente in LWR e SMR: INNOMUSA.

Anche lo sviluppo e l'applicazione di approcci e metodi per le valutazioni di sicurezza di impianti attuali e reattori innovativi sono stati svolti per progetti EURATOM H2020 e in collaborazioni internazionali. Il progetto ELSMOR è stato completato con le analisi di post-test degli esperimenti condotti nella facility implementata presso SIET SpA. Sono continuate le attività previste nei progetti ESFR-SIMPLE e PASTELS, di cui è stato anche organizzato un meeting a Bologna. È in corso di acquisizione dal CEA la versione 3 del codice di calcolo CATHARE. Nell'ambito del NEA/CSNI e dei suoi vari gruppi di lavoro, si è contribuito principalmente alle attività focalizzate sulla safety dei reattori SMR.

Le attività sulla safety degli impianti a fusione si sono concentrate sull'analisi BEPU di un test realizzato nella facility ICE Upgraded accoppiando i codici TRACE e DAKOTA.

Il Laboratorio ha poi continuato a fornire supporto alle istituzioni, in particolare coordinando le attività italiane nel Nuclear Safety and Security Group del G7, nel Chernobyl Contact Group del G7, svolgendo il ruolo di Alternate Representative per il Nuclear Security Guidance Committee di IAEA, e partecipando alla General Conference di IAEA.

Il Laboratorio FSN-SICNUC-TNMT ha presentato un progetto sulla gestione dei rifiuti radioattivi in ambito EURAD in collaborazione con la divisione FISS che è stato ammesso al finanziamento.

Per quanto riguarda il supporto alle Istituzioni per la sicurezza nucleare (safety e security), la proliferazione nucleare e più in generale la riduzione dei rischi nucleari, radiologici, chimici e biologici l'attività principale del Laboratorio FSN-SICNUC-TNMT riguarda la verifica del Trattato per il Bando Totale degli esperimenti nucleari (CTBT) a supporto dell'Autorità Nazionale (MAECI) e la gestione del Centro Dati Nazionale, componente radionuclidi (NDC-RN). Altre attività di supporto al MAECI e MiSE/MIMIT hanno riguardato: la partecipazione al G7 (Chemical Sub Group, Nuclear Sub group, CBRN Sub Group Global Partnership Working Group) e alla preparazione della presidenza italiana nel 2024, alle attività IAEA sulla Security, quali il Nuclear Security Contact Group, il Nuclear Security Guidance Committee, e il Nuclear Support and Training Centre (NSSC) Network e alla parità di genere nel settore nucleare (NEA Gender balance task group).

**Obiettivo Specifico FSN.OS.06** – Sviluppare le tecnologie basate sull'utilizzo di radiazioni ionizzanti e non per applicazioni alla security, all'antifrode, alla conservazione dei beni culturali, al monitoraggio ambientale, alla fotonica e al biomedicale.

Il Laboratorio regionale "Tracciabilità" (FSN-SICNUC-TNMT) ha mantenuto nel 2023 l'accreditamento istituzionale come Centro di Ricerca con ricadute di Interesse Industriale della Rete Alta Tecnologia

dell'Emilia-Romagna. Le attività del laboratorio si inseriscono nelle tematiche della sicurezza alimentare (rete nazionale METROFOOD e CLUST-ER regionale "Agroalimentare", piattaforma europea S3 "Traceability and Big data") della radioecologia, della tracciabilità e monitoraggio ambientale e del biomedicale (CLUST-ER Health). In particolare, sono continuate le collaborazioni con l'ente gestore delle acque del Livenza-Tagliamento Acque (LTA) e con l'Università di Ferrara. È stato acquisito inoltre un contratto con la CHIESI farmaceutica per l'analisi del contenuto biobased dei contenitori di farmaci. Il laboratorio regionale Tracciabilità partecipa al progetto PNRR denominato ECOSISTER con l'obiettivo di creare un HUB a supporto della transizione ecologica della filiera regionale (ricerca e servizi).

È stata ultimata la costruzione dell'infrastruttura per il progetto regionale LINC-ER, per la sperimentazione del sistema innovativo di radiazione intraoperatoria con neutroni. Sono proseguite le simulazioni Montecarlo con il codice MCNP6.2 per la caratterizzazione del fascio neutronico e sono iniziate le attività di sintesi di molecole per l'utilizzo in radioterapia, sulle quali è operativo un dottorato di ricerca in Scienze Farmaceutiche.

Sono altresì continuati gli studi sul sistema per rivelazione di muoni nell'ambito dell'esperimento CSM presso il CERN, per lo studio del fondo neutronico presente all'interno di tali rivelatori) e sull'utilizzo di fibre scintillanti per la rilevazione di radioattività.

All'interno della Divisione FSN-TECFIS, le attività di sviluppo di sistemi e sensori per la Security sono proseguite nel solco degli importanti risultati conseguiti negli ultimi anni. In ambito di programmi europei, il progetto RISEN (Real-time on-site forensic trace qualification) coordinato da ENEA e dedicato ad innovazione nelle pratiche di gestione delle scene del crimine, ha visto ulteriori progressi verso lo sviluppo di prototipi che rispondono alle esigenze degli utenti finali e con importanti sessioni di test di validazione.

Il progetto HADES (Hazards Detection with Quantum Sensors) finanziato dal programma NATO SPS (Science for Peace and Security), coordinato da ENEA e dedicato allo sviluppo di tecnologie quantistiche per il monitoraggio di minacce CBRN ha visto accrescere la sua rilevanza alla luce del riconoscimento della metodologia nell'ambito delle Emerging Disruptive Technologies.

Sempre per le tematiche di Security, nel 2023 sono proseguite le attività del progetto STYX (Stand-off detection of hybrid threats containing explosives) finanziato dalla European Defence Agency (EDA) e dedicato allo sviluppo di dispositivi per la rilevazione di esplosivi in scenari ibridi di attacco terroristico. Nell'ambito della prevenzione e risposta ad emergenze radiologiche e nucleari, la Divisione TECFIS ha continuato a coordinare il progetto H2020 INCLUDING (Innovative Cluster on Radiological and Nuclear Emergencies), che prevede la verifica dei metodi di training per l'emergenza radiologica e per la nuclear forensic e che vede la collaborazione della divisione SICNUC che ha organizzato, nel maggio 2023 presso il Centro di Casaccia una esercitazione dedicata alla risposta ad una emergenza radiologica provocata da un'azione terroristica.

Sono proseguite le attività del progetto H2020 VERTIGO (Virtual Enhanced Reality for interoperable training of CBRN military and civilian Operators) che è incentrato su lo sviluppo di metodi di Virtual Reality per il training di operatori nel settore CBRN mentre sono iniziate quelle del progetto MOSAIC (real-time Monitoring and Sampling of CBRN threats for improved dynamic mapping of threats, vulnerabilities and response Capacities) finanziato dall' European Defence Fund.

Sempre nell'ambito delle tecnologie per la Salute, è entrato nella fase conclusiva il progetto BIOTRACK che si propone di sviluppare una nuova generazione di rivelatori biocompatibili di tracce nucleari fluorescenti basati su fluoruro di litio.

Relativamente alle macchine acceleratrici per produzione di fasci di particelle ionizzanti le attività sono state focalizzate sul progetto TOP IMPLART (acceleratore lineare innovativo per protonterapia), sul linac da 5 MeV per applicazioni industriali e ai Beni Culturali, e sul già citato impianto basato sul linac compatto di elettroni da 3 MeV sviluppato nell'ambito del Progetto TECHEA per irraggiamento del tumore alla mammella con paziente in posizione prona.

Per l'impianto TOP-IMPLART, dedicato allo sviluppo di un acceleratore lineare di protoni per trattamento di neoplasie, è stato effettuato un ulteriore upgrade delle prestazioni e programmato una importante azione di stabilizzazione dell'operatività.

Nel corso dell'anno sono stati acquisiti anche due nuovi progetti relativi al programma Proof of Concept dedicati allo sviluppo di tecnologie a supporto del monitoraggio dei processi di Fusione nucleare.

Il Laboratorio FSN-FISS-SNI ha proseguito il suo impegno nelle attività nel campo dei Beni Culturali con l'utilizzo delle radiazioni gamma (facility Calliope) per il recupero dal biodegrado di beni di interesse storico, artistico e documentale aggrediti da insetti e microorganismi (funghi, muffe). In questo ambito proseguono le attività previste dal progetto Pergamo (finanziato da DTC Lazio): sono per la prima volta stati irraggiati libri antichi provenienti da una biblioteca croata (stakeholder del progetto). Ulteriori test di irraggiamento sono previsti, per il 2024 su documenti provenienti dall'Abbazia di Montecassino e su materiali lapidei del Parco Archeologico dell'Appia Antica. Prosegue anche la collaborazione con l'Università della Tuscia per lo studio della resistenza a radiazioni di biodeteriogeni ancora poco studiati e con l'università Sapienza di Roma.

In ambito internazionale, con la partecipazione del Laboratorio TECFIS-MNF e del Dipartimento di Biologia e Biotecnologie Charles Darwin di Sapienza, sono iniziate le attività del nuovo progetto IAEA (CRP Development and Implementation of Cultural Heritage Preservation using Ionizing Radiation Technology) della durata di 5 anni per fini di trattamento e consolidamento di manufatti di diversa tipologia.

Proseguono le collaborazioni con il Dipartimento SSPT in campo agro-ambientale per attività di mutation breeding, produzione di standard per metrologia e tracciabilità alimentare e controllo di insetti infestanti nell'ambito di collaborazioni e progetti a livello nazionale (Parco Nazionale dell'isola di Pantelleria, Fondazione Edmund Mach, Fondazione BBKA, Dipartimento SSPT) ed internazionale (IAEA; CNSTN, Tunisia; USDA-ARS-EBCL, Francia) e prosegue la partecipazione al Progetto Metrofood (H2020) per attività di mutation breeding, food processing e SIT, al Progetto AgroServ - Integrated SERVICES supporting a sustainable AGROecological transition (call Horizon Europe, durata 60 mesi) per attività di ricerca e per la creazione di un accesso transnazionale e/o virtuale a un'ampia gamma di servizi integrati.

Infine, il laboratorio FISS-SNI partecipa al Progetto PNRR "Strengthening of the Italian Research Infrastructure for Metrology and Open Access Data in support to the Agrifood (METROFOOD-IT)", della durata di 30 mesi, che si propone la realizzazione della nuova Infrastruttura di Ricerca nazionale METROFOOD RI - Infrastructure for promoting metrology in food and nutrition ([www.metrofood.eu](http://www.metrofood.eu)) inclusa nella Roadmap ESFRI per il dominio Health and Food e nel PNRR come infrastruttura ad alta priorità.

Nel 2023 sono continuate le collaborazioni con il Dipartimento SSPT (Divisione TECS) ed il CNR per lo studio dell'effetto radiobiologico (radiazione gamma, facility Calliope) su sistemi in vitro ed in vivo per applicazioni in campo medico e per attività di dosimetria retrospettiva, di grande interesse anche in ambito internazionale.

Nel corso del 2023 è stata conseguita la Certificazione ISO9001 per la facility Calliope, con upgrading dei sistemi di gestione dei test di irraggiamento, tracciabilità dei campioni e gestione documentale. Nel corso del 2024 si procederà all'ottenimento dell'accreditamento alla ISO IEC 17025.

Nell'ambito dell'accordo di programma ENEA-MiTE per RSE, sono stati ottimizzati i parametri di crescita dei nanofili ottenuti via CVD usando Cu come catalizzatore e C-Paper come substrato. In questo modo si sono ottenuti fili molto fitti e di diametro inferiore ai 100 nm che hanno mostrato un notevole miglioramento delle proprietà elettrochimiche. In particolare si sono potuti superare i 50 cicli di scarica e carica mantenendo capacità molto elevate.

Nell'ambito del progetto ENEA LINC (Laboratorio Interdipartimentale per la Spettroscopia CARS) sono state effettuate misure di micro-CARS su campioni di tessuto biologico.

Nell'ambito del progetto MAECI "Recupero di antiche tecnologie messicane per lo sviluppo di prodotti sostenibili per il restauro dei beni culturali" del Dipartimento SSPT sono state effettuate le misure di spettrofotometria infrarossa su estratti vegetali di *Opuntia ficus* da utilizzare come protettivi e consolidanti per materiali cartacei.

### **PRINCIPALI INTERLOCUTORI (NAZIONALI E INTERNAZIONALI) COINVOLTI NELLE ATTIVITÀ**

In ambito Fusione, l'ENEA, su mandato del MASE, coordina tutta la comunità scientifica e industriale nazionale che partecipa alle attività del Consorzio EUROfusion (che gestisce le risorse europee del programma fusione), consistente in 19 partners: i principali interlocutori istituzionali sono il MASE, il MUR, i principali enti di ricerca (INFN e CNR), tutte le università e le aziende che operano nel settore della fusione. A livello internazionale, lo stakeholder principale è la Commissione Europea, per il tramite di EURATOM, e ci sono collaborazioni praticamente con tutti i soggetti del panorama fusionistico. Il ruolo di Industrial Liaison Officer per Fusion for Energy, inoltre, rende l'ENEA l'interlocutore privilegiato per supportare le aziende che partecipano alle gare bandite per la realizzazione del reattore ITER.

Nell'ambito delle tecnologie per la Fissione Nucleare, gli interlocutori nazionali sono tutti i soggetti pubblici e privati che richiedono analisi di caratterizzazione radiologica mediante tecniche non distruttive e distruttive, sia in situ sia in laboratorio, nonché tutte le istituzioni e società private interessate alla esecuzione e preparazione delle campagne di irraggiamento nei reattori TRIGA RC-1 e RSV TAPIRO.

L'ENEA fornisce supporto tecnico-scientifico e operativo sia alle Pubbliche Amministrazioni che agli Organismi di Ricerca, nonché alla società Sogin nelle attività di decommissioning degli impianti afferenti all'ex-ciclo del combustibile nucleare affidatigli da ENEA (mediante il comando di personale del laboratorio FSN-FISS-CRGR sui siti di Trisaia, Casaccia e Saluggia), per la scelta e realizzazione del deposito nazionale e geologico, quale supporto istituzionale, e attraverso la partecipazione ad attività di caratterizzazione di matrici ambientali e rifiuti radioattivi prodotti dal decommissioning degli impianti.

L'ENEA è membro permanente del Network dei laboratori di riferimento nell'ambito della caratterizzazione radiologica di rifiuti radioattivi dei paesi membri dell'Unione Europea, definito ENTRAP - European Network of Testing facilities for the quality checking of RADIOACTIVE waste Packages.

L'ENEA è membro effettivo dell'Associazione europea ERDO (Association for multinational radioactive waste solution) per attività di studio su soluzioni condivise a livello europeo per la gestione lo smaltimento definitivo dei rifiuti radioattivi, comprensive delle valutazioni per lo sviluppo di un deposito geologico per rifiuti radioattivi condiviso a livello europeo.

In riferimento alla partecipazione italiana nello European Joint Programme on Radioactive Waste Management (EURAD), l'ENEA è stata autorizzata dal MASE a prendere parte al programma in qualità di mandatario/beneficiario nell'ambito del Research Entities College, coinvolgendo Atenei universitari ed aziende. La prima fase del Programma, EURAD-1 (2019-2024) sta attualmente volgendo al termine; le attività della seconda fase, EURAD-2 (2024-2029), inizieranno nell'autunno 2024, con il pieno coinvolgimento delle organizzazioni italiane. Il Programma EURAD-2 sarà co-finanziato dall'Unione Europea nell'ambito dell'Euratom Research and Training Programme (2021-2025).

Le attività di caratterizzazione neutronica del reattore RSV TAPIRO vengono svolte, con la partecipazione di Francia, Giappone e USA, in ambito NEA (Expert Group on New integral Experiments in Support of Innovative nuclear Systems - EGNESIS). È in essere la collaborazione fra i reattori di ricerca e l'Argonne National Laboratory (USA) in seno al programma US/DOE Global Threat Reduction Initiative.

ENEA collabora inoltre con numerosi laboratori europei ed extraeuropei, tra cui l'Istituto di Scienze Fisiche di HEFEL presso l'Accademia delle Scienze Cinese (CASHIPS), SCK-CEN (Belgio), CEA (Francia), CIEMAT (Spagna), IST (Portogallo), IPP (Germania), KIT (Germania), PTB (Germania), KIT (Svezia), HZDR (Germania), CV-REZ (Repubblica ceca), IPPCAS (Repubblica Ceca), ICN (Romania), JAEA (Giappone), JRC Petten (EC), JRC Karlsruhe-ITU (EC), NNL (Regno Unito), JSI (Slovenia), IPPLM (Polonia), IFJPAN (Polonia), Wingner (Ungheria), CCFE (Inghilterra); IPPE (Obnisk, Russa) e il Consorzio FALCON "Fostering Alfred Construction".

Inoltre, il Dipartimento ha numerosi e importanti interlocutori nel mondo industriale: Ansaldo Nucleare Spa, ELDOR, SRS Servizi e Sviluppo Srl, SIET Spa, CSM Spa, LIMAINOX Srl, CRIOTEC Impianti Srl, TRATOS Cavi, Tecno Project Industriale, Telerobot S.p.A., SaesGetters, Greenpumps, Marlusì Srl; Fucine Italia S.r.L, THERMOCOAX SAS (Francia), SAAS GmbH (Germania), Westinghouse LLC (USA), NEWCLEO (UK) e Transmutex (CH).

Le attività di R&D per la sicurezza degli impianti nucleari sia attuali che innovativi sono svolte in particolar modo nell'ambito di una cooperazione bilaterale con l'IRSN (Institut de Radioprotection et de Sûreté Nucléaire) francese ed attraverso la partecipazione alle Associazioni ETSON (European Technical Safety Organisations Network), che è composta dalle principali Technical Safety Organizations europee (IRSN, GRS, BEL V, VTT, JSI, PSI ecc.) e SNETP AISBL (Sustainable Nuclear Energy Technology Platform - International Association). In quest'ultima, il Dipartimento, tramite la Divisione SICNUC, partecipa attivamente alle attività di due Pillar: NUGENIA (NUclear GENeration II & III Association), che raggruppa più di cento membri di cui fanno parte la quasi totalità delle industrie, delle utility, delle organizzazioni di ricerca e delle Università operanti nel settore del nucleare da fissione in Europa, ed ESNII (European Sustainable Nuclear Industrial Initiative), che è finalizzata alla dimostrazione delle tecnologie dei reattori GENIV. Queste collaborazioni e partecipazioni hanno permesso l'acquisizione di più di 10 progetti in ambito EURATOM H2020 e di ulteriori 9 in ambito EURATOM H-EU, queste ultime tutte avviate nel corso del 2022 (ANSELMUS, HARMONISE, FREDMANS, SASPAM (di cui ENEA è coordinatore), ASSAS, SEAKNOT, OPERA, TANDEM e ESRF-SIMPLE).

Sempre in ambito Security ed in particolare per il dominio delle minacce CBRN, ENEA ha ottenuto sia una posizione nell'ambito di una selezione di 65 esperti per supportare le politiche della DG HOME sulle tematiche di ricerca da prioritizzare nel medio termine, sia una posizione all'interno del panel ISEG (Independent Scientific Evaluation Group) nel programma di ricerca NATO SPS. Di rilevanza anche la

collaborazione avviata con i Sandia National Laboratories su tematiche di nuclear security e che hanno visto nel settembre 2022 una delegazione ENEA in visita ai laboratori ad Albuquerque (New Mexico). In ambito nazionale ENEA ha continuato a svolgere un ruolo di primo piano all'interno del Cluster CBRN P3 (Preparare, Prevenire, Proteggere) coordinato dall'Istituto Affari Internazionali. Sempre in area asiatica e su tematiche di safety nucleare, si sono instaurati rapporti di collaborazione con l'istituto giapponese CLADS (Collaborative Laboratories for Advanced Decommissioning Science) e con l'Università di Tokyo e con periodi di stage di ricercatori ENEA in Giappone. In ambito ricerca polare, i lavori del Tavolo Artico sono stati sospesi a causa delle tensioni internazionali generate dal conflitto russo-ucraino. Nell'ambito delle collaborazioni con industrie nazionali di rilievo sono stati consolidati i rapporti su specifici progetti in ambito Spazio con TIM ed ENI. Sempre in ambito Spazio, sono stati rafforzati i rapporti con ASI e relativamente ad applicazioni di tecnologie laser nell'ambito di ISRU (In Situ Resources Utilization) sia in ambiente lunare che marziano. Altro tema di confronto con ASI è stato quello degli effetti di gravità alterata e l'identificazione di markers specifici per valutarne gli effetti biologici. Sempre con ASI è stata avviata una nuova collaborazione per lo studio di fattibilità di un reattore nucleare per una base lunare. Collaborazioni internazionali sono state avviate/proseguite per la caratterizzazione di rivelatori di LiF irraggiati mediante facility X-FEL e raggi-X monocromatici da sincrotrone con l'Università di Osaka, Giappone, il CNRS-CEA in Francia. In ambito internazionale il Laboratorio di spettroscopia ultraveloce della Divisione TECFIS ha intensificato la collaborazione con l'Università A&M del Texas, per un progetto di grande rilevanza finanziato dal MAECI; sempre in ambito MAECI inoltre, il Laboratorio è partner di una proposta di progetto industriale per lo sviluppo di vetri per pannelli solari con la Gujarat Borosil Glass (India), approvato dal Ministero e in attesa di finanziamento. Per il settore tecnologie quantistiche è stata avviata una collaborazione con l'Università di Griffith (Australia), con il Department of Homeland Security (USA) e con Fraunhofer IOF (Germania) mentre è stata ulteriormente consolidata quella già in essere con l'Università di Roma Tre. Per la metrologia delle radiazioni ionizzanti, gli interlocutori nazionali sono tutti i soggetti pubblici e privati che effettuano misure di radiazioni ionizzanti nei seguenti campi: Radioterapia e radiodiagnostica medica; Radioprotezione in campo ambientale e industriale (ISIN, ARPA, PPA, Organismi Centrali di Vigilanza e Controllo, Organismi della Protezione Civile e della Difesa); Trattamento, sterilizzazione e diagnosi di materiali mediante radiazioni; Produzione di strumenti di misura delle radiazioni ionizzanti, sorgenti radioattive, radiofarmaci; Ricerca scientifica (Università ed Enti di Ricerca); Certificazione di misure e laboratori secondari di metrologia (ACCREDIA, Laboratori accreditati di prova e taratura). Sul piano internazionale gli interlocutori sono gli organismi internazionali di metrologia o di standardizzazione: BIPM, INRiM, ICRM (funzione di Past-President svolta da INMRI-ENEA), IAEA, EA, EURAMET, ISO, IEC, UNI, UKAS.

## **RICADUTE ECONOMICHE E TECNOLOGICHE SUL SISTEMA INDUSTRIALE**

La partecipazione dell'ENEA alle attività di ricerca sulla Fusione Nucleare controllata e l'avvio della realizzazione dell'infrastruttura DTT che, in considerazione della riconosciuta importanza socio-economica dell'esperimento, ha visto inserire il finanziamento della BEI nel programma ESF1 (piano Juncker), hanno un'ampia ricaduta sui partner industriali e di ricerca nazionali e internazionali.



In particolare l'ENEA ha contribuito, con la sua funzione di Industrial Liaison Officer, all'ampio successo delle industrie nelle gare di ITER e F4E. L'ENEA coordina le reti nazionale (ILO NETWORK ITALIA TRA CNR, ENEA, INAF E INFN) e internazionale (PERIIA NETWORK PRESSO CERN, ESO, ESRF, ESS, XFEL, F4E/ITER, ILL e SKA) di Industrial Liaison Officers per progetti Big Science.

A tutto ciò si aggiungono i finanziamenti ricevuti dall'EURATOM per il programma di ricerca sulla Fusione Nucleare e per i progetti nel campo della fusione e della fissione. Queste attività hanno comportato ricadute, dirette ed indirette, soprattutto sul sistema industriale.

Il sistema italiano, guidato da ENEA, da diversi anni ha un ruolo di leadership nelle attività di ricerca e sviluppo in ambito LFR Gen. IV e ADS, investendo significative risorse materiali ed umane nello sviluppo di una filiera nucleare basata sui metalli liquidi pesanti. Gli investimenti, iniziati con le attività ADS finanziate dai fondi TRASCO (MIUR), hanno trovato continuità nella partecipazione ENEA allo sviluppo dei progetti ELSY e LEADER per un prototipo LFR e nei principali progetti di ricerca e sviluppo europei del settore (THINS, GETMAT, MATTER, ADRIANA, HELIMNET, SEARCH, MAXSIMA, MYRTE, SESAME, TRANSAT, INSPYRE, PIACE, PATRICIA, PUMMA, ORIENT-NM, PASCAL, ANSELMUS, HARMONISE) che bene si integrano con le attività condotte nell'ambito del Consorzio FALCON per lo sviluppo tecnologico del reattore ALFRED. Inoltre, a partire dal 2021 si sono avviate collaborazioni molto intense con NEWCLEO per un programma di ricerca e sviluppo nell'ambito di tali tecnologie, che prevedono un forte investimento in infrastrutture e attrezzature presso il C.R. ENEA del Brasimone, a valorizzare il parco impianti esistente.

Nel settore Security, ed in particolare per il dominio CBRN, è stata rafforzata la collaborazione con ATAC, RFI e Fondazione Gemelli mentre è stato avviato un confronto con Aeroporti di Roma per possibili collaborazioni future. In ambito prettamente industriale sono continuate importanti collaborazioni su progetti con ENI, TIM NEXT Ingegneria dei Sistemi S.p.A., Metaprojects e Consorzio CREO.

La realizzazione dell'acceleratore TOP-IMPLART ha dato origine ad importanti ricadute su diverse PMI (CECOM, TSC, CEMEL, ENERGO) operanti nel Lazio e per la realizzazione di apparati e lavorazioni specializzate che hanno permesso un importante upgrade delle prestazioni della macchina.

Inoltre, sempre nell'ambito di TOP IMPLART, sono state rafforzate le collaborazioni con la Società ADAM di Ginevra (spin-off del CERN), oggi AVO-ADAM (Regno Unito) (<https://www.avopl.com/>), che ha realizzato il sistema per prototerapia LIGHT e con la Società ITEL di Ruvo di Puglia ed in particolare con la sua controllata LINEARBEAM (<https://linearbeam.com/>) che conduce il progetto ERHA (Enhanced Radiotherapy with Hadron), finanziato mediante PON.

Sono proseguite le attività di trasferimento tecnologico verso aziende che operano nel settore dei Beni Culturali. Alla impresa di restauro Euresarte srl è stato trasferito il know how tecnologico per diagnosticare, affrontare e combattere il deterioramento dovuto all'umidità nelle murature di interesse storico presso gli edifici storici laziali; analogamente con le imprese DeFeo e Eagleprojects sono state eseguite azioni di trasferimento tecnologico volto alla soluzione delle problematiche relative alla conservazione dei materiali lapidei (peperino). In entrambi i casi, le imprese di settore sono coinvolte in progetti specifici come partner nell'ambito dei bandi finanziati dalla Regione Lazio "Gruppi di Ricerca 2020" e all'Accordo di programma quadro "Ricerca, Innovazione Tecnologica, Reti Telematiche" (APQ6) - Stralcio "Attuazione degli interventi programmatici e dei nuovi interventi relativi al Distretto Tecnologico per le nuove tecnologie applicate ai beni e alle attività culturali".

# Dipartimento Tecnologie Energetiche e Fonti Rinnovabili (TERIN)

**Direttore: Giorgio Graditi (dal 2 ottobre 2023 Giulia Monteleone)**

## **FINALITÀ E STRATEGIE**

Il Dipartimento Tecnologie Energetiche e Fonti Rinnovabili (TERIN) opera nei settori dello sviluppo, sperimentazione e ottimizzazione di nuove tecnologie, componenti e dispositivi in campo energetico, con particolare riferimento alle fonti rinnovabili e alle tecnologie, componenti, sistemi e metodi a supporto delle stesse.

Il Dipartimento, nello specifico, svolge attività di studio, analisi, valutazioni di sostenibilità con metodo LCA (Life Cycle Assessment) di tecnologie e processi per l'energia, ricerca, sviluppo e qualificazione di tecnologie, metodologie, materiali, processi e prodotti, progettazione e realizzazione di impianti prototipali, fornitura di servizi tecnici avanzati, trasferimento di tecnologie e conoscenze al sistema produttivo nei settori delle fonti e dei vettori di energia rinnovabili (fotovoltaico ad alta efficienza, solare termico e termodinamico con sistemi innovativi di accumulo energetico, agrivoltaico, biomasse, bioenergia e bioraffineria, biocombustibili e combustibili rinnovabili, idrogeno, poligenerazione distribuita e sistemi multi-vettore), delle tecnologie, dispositivi e sistemi per il trasporto, lo stoccaggio e la distribuzione dell'energia (Smart Grid, reti energetiche integrate, power to gas/liquid, accumulo elettrochimico - batterie - e termico - sali fusi, inerti), delle tecnologie, strategie e modelli per la decarbonizzazione degli usi finali dell'energia e l'ottimizzazione dei consumi (Comunità Energetiche Rinnovabili - CER, smart industry, smart cities, smart communities, mobilità sostenibile e trasporto innovativo, celle a combustibile, pompe di calore, cicli termici avanzati, e settore aerospaziale con particolare attenzione allo scambio termico e allo sviluppo di sistemi ottici), delle tecnologie abilitanti e per la transizione digitale (Cloud Computing, Big Data, Blockchain, IoT, AI, HPC, realtà aumentata, machine learning, automazione e robotica, etc.).

Il quadro di contesto internazionale ed europeo in cui si collocano le attività del Dipartimento fa riferimento alle direttive, agende ed iniziative strategiche in materia di energia e tecnologie, dispositivi, processi e soluzioni per la decarbonizzazione, quali Green New Deal, REPowerEU, SET Plan, Mission Innovation, IPCEI (Importante Progetto Comune di Interesse Europeo), Horizon Europe, EERA-European Energy Research Alliance. Il contesto nazionale è rappresentato dal Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza (PNRR), Piano Nazionale Energia e Clima 2030, dall'Accordo di Programma (AdP) con il Ministero dell'Ambiente e della Sicurezza Energetica - MASE per la Ricerca di Sistema Elettrico (RdS).

Le attività del Dipartimento sono svolte principalmente nell'ambito di convenzioni e Accordi di Programma con la Pubblica Amministrazione (PA): a titolo esemplificativo si citano l'AdP sottoscritto tra ENEA e MASE relativo alla Ricerca di Sistema Elettrico, l'Accordo di Programma sottoscritto tra ENEA e MASE nell'ambito dell'iniziativa Mission Innovation e l'Accordo di Programma sottoscritto tra ENEA e MASE nell'ambito del PNRR per lo sviluppo di un Piano Operativo della Ricerca (POR) a livello nazionale sull'idrogeno. Il Dipartimento TERIN, inoltre, presiede e coordina il Cluster Tecnologico Nazionale Energia (CTNE), associazione riconosciuta di soggetti pubblici e privati di alta qualificazione che opera sul territorio nazionale in settori quali la ricerca industriale, la formazione e il trasferimento tecnologico, nonché partecipa alla Clean Hydrogen Alliance, piattaforma per l'idrogeno dell'Unione Europea che riunisce al suo interno industria, ricerca, istituzioni pubbliche e società civile ed è membro del Board di Hydrogen Europe Research.

Il Dipartimento ha, inoltre, partecipato con proprie proposte progettuali al secondo IPCEI dedicato al settore delle batterie innovative (denominato EUBatIn), alla prima wave IPCEI sull'idrogeno (denominata Hy2Tech) ed al primo IPCEI Infrastrutture e servizi cloud di prossima generazione (denominato CIS). Nell'ambito di EuBatIn ENEA ha ottenuto un finanziamento di circa 27 milioni di euro per la realizzazione presso il C.R. Casaccia di una *pilot line* flessibile su scala preindustriale rappresentativa dell'intero processo di produzione delle batterie al Li-ione e di nuove chimiche; è prevista la rerealizzazione di infrastrutture e laboratori, nonché l'acquisizione di attrezzature. Nell'ambito della wave IPCEI Hy2Tech, ENEA ha ricevuto un finanziamento di 52 milioni di euro per l'esecuzione di attività tese a favorire lo sviluppo e la riduzione dei costi dei processi produttivi e delle tecnologie dell'idrogeno e degli usi finali, mediante la realizzazione di *pilot lines*, infrastrutture e laboratori avanzati con un elevato livello di automazione. I risultati conseguiti potranno offrire un contributo al raggiungimento dei seguenti obiettivi nel contesto del sistema energetico nazionale:

- impatto sul sistema elettrico: la penetrazione delle tecnologie dell'idrogeno sosterrà la crescente diffusione di fonti rinnovabili non programmabili, grazie al *sector coupling* come elemento di congiunzione tra il settore del gas e quello dell'energia elettrica, e favorirà la resilienza del sistema elettrico;
- decarbonizzazione degli usi finali: i settori industriali con processi che richiedono calore a temperatura elevata, la mobilità e i settori che usano l'idrogeno come feedstock potranno in futuro utilizzare l'idrogeno prodotto da fonti rinnovabili, a seguito della diminuzione dei costi delle tecnologie, prevedendo per l'idrogeno verde una riduzione del Levelized Cost Of Hydrogen (LCOH) dagli attuali 10 €/kg H<sub>2</sub> ai 2 €/kg H<sub>2</sub> al 2030.

Nell'ambito dell'IPCEI CIS il progetto ENEA, con un finanziamento di circa 35 milioni di euro, intende sviluppare il Cloud nazionale per la ricerca nei settori "Energia e ambiente" e prevede la realizzazione di un'infrastruttura cloud-edge computing distribuita su cinque siti data-center (C.R. di Bologna, Casaccia, Frascati, Portici e Brindisi), uno dei quali sarà dotato di un supercomputer ad alte prestazioni (HPC) per supportare le applicazioni che richiedono calcoli intensivi.

Da dicembre 2020, il Dipartimento, nell'ambito dell'accordo di collaborazione istituzionale sottoscritto con il MiSE (oggi Ministero delle Imprese e del Made in Italy - MIMIT), avente per oggetto la predisposizione di proposte progettuali IPCEI nella catena del valore dell'idrogeno, supporta il suddetto Ministero con il ruolo di advisor tecnico-scientifico nel coordinare il sistema dell'industria, della ricerca nazionale e delle PA per la creazione di una filiera italiana dell'idrogeno.

Inoltre, sulla base di accordi di programma, accordi quadro e collaborazioni già in essere con il MASE e con diverse amministrazioni regionali e locali, in relazione agli obiettivi del PNIEC e del PNRR, l'ENEA sta supportando, con il ruolo di advisor tecnico-scientifico, le suddette istituzioni.

Con particolare riferimento al tema dell'idrogeno il Dipartimento partecipa al Tavolo di lavoro istituito a febbraio c.a. dal MASE per la definizione della Strategia Nazionale per l'idrogeno.

Le attività del Dipartimento sono oggetto di collaborazioni con soggetti pubblici e privati - anche finalizzate alla partecipazione a progetti nazionali e internazionali sui temi relativi a fonti rinnovabili, smart grids, smart cities, distretti a energia positive (PED), reti energetiche integrate, comunità energetiche, mobilità sostenibile, gas rinnovabili, biocarburanti avanzati, carburanti sintetici e chimica verde, CCUS, produzione ed uso dell'idrogeno, valorizzazione energetica delle biomasse, accumulo elettrico, termico e chimico, tecnologie abilitanti e sistemi di controllo e gestione evoluta del dominio produzione-usi finale - che si concretizzano nella fornitura di servizi tecnici avanzati e nel

trasferimento di tecnologie e conoscenze al sistema produttivo. Tutte le attività del Dipartimento sono volte a conseguire gli obiettivi della transizione energetica, in accordo ai target definiti dal PNIEC, per il raggiungimento della neutralità climatica entro il 2050.

### **PRINCIPALI RISULTATI RAGGIUNTI NELL'ANNO 2023, CON RIFERIMENTO AGLI OBIETTIVI INDICATI NEL PIAO 2023-2025**

#### **Obiettivo triennale TERIN.OS.01 – Sviluppare nuove tecnologie per il fotovoltaico, il solare a concentrazione, la bioenergia, i gas rinnovabili**

Per quanto concerne il **fotovoltaico**, è stata sensibilmente migliorata la tecnologia di fabbricazione di celle tandem perovskite/silicio ad accoppiamento meccanico raggiungendo un'efficienza di conversione pari al 31 %, valore oltre il target stabilito. Per le attività propedeutiche alla realizzazione di celle in silicio bifacciali e celle solari tandem monolitiche ad alta efficienza, si conferma il posizionamento tecnologico di rilievo dei laboratori ENEA che hanno consentito l'avvio di attività di sviluppo di celle in silicio ad eterogiunzione, attraverso l'utilizzo di sistemi di deposizione in grado di operare sui wafer delle dimensioni generalmente utilizzati dall'industria del settore, sperimentando anche materiali innovativi. Altro risultato significativo è stato raggiunto in relazione alla tecnologia di realizzazione di celle tandem monolitiche che utilizza sempre una cella al silicio ad eterogiunzione, come cella base, e una cella a perovskite, come cella top, cresciuta direttamente sulla cella base. Con questo approccio è stata raggiunta un'efficienza di conversione maggiore del 23%. Sono state, anche, realizzate celle solari in perovskite nelle quali la stessa perovskite è depositata mediante un processo di co-evaporazione termica, tecnica che consente, in linea di principio, di scalare le aree del dispositivo e di depositare anche su wafer di Si testurizzati, risultando promettente per il trasferimento industriale della tecnologia delle celle tandem. È stato, inoltre, condotto uno studio sulla durabilità e l'affidabilità di nuovi polimeri incapsulanti per moduli fotovoltaici con caratteristiche di eco-compatibilità nell'intero ciclo di vita. Insieme alle attività succitate svolte nell'ambito dell'AdP relativo al PTR (Piano Triennale di Ricerca) 22-24 ed ai progetti a bando del PTR 19-21 della RdS, si evidenzia che con il progetto NEST Network 4 Energy Sustainable Transition - che è uno dei 14 grandi progetti di partenariato esteso selezionati dal Ministero dell'Università e della Ricerca (Missione 4, Componente 2, Investimento 1.3 del PNRR) - è stato avviato lo sviluppo di nuovi materiali per il settore fotovoltaico in diversi ambiti applicativi, mentre, nel contesto dell'iniziativa Mission Innovation sono state svolte attività correlate allo sviluppo della piattaforma avanzata per la ricerca accelerata di nuovi materiali (IEMAP), per l'individuazione, l'analisi e la sintesi di nuovi materiali di interesse per il settore fotovoltaico. Nel campo delle applicazioni impiantistiche del fotovoltaico è stato migliorato il software di gestione della previsione di carico elettrico per impianti fotovoltaici connessi a edifici, con un'accuratezza sull'errore di previsione del carico dell'8% per l'utilizzo giornaliero tipo. È proseguito lo sviluppo di applicazioni per la minimizzazione dell'errore associato alle previsioni di producibilità degli impianti fotovoltaici (forecasting), e per la pianificazione e definizione delle azioni di *Operation and Maintenance* (O&M) fino al dettaglio del singolo modulo. Sono state anche condotte attività per la smartizzazione e l'integrazione dei sistemi fotovoltaici in contesti urbani e nel paesaggio che hanno riguardato sia sviluppi hardware e software per la gestione di impianti fotovoltaici, sia la gestione della produzione di energia da fotovoltaico in ambito agricolo (agrivoltaico). In quest'ultimo ambito è stato realizzato un impianto integrato algovoltaiico che combina la produzione di energia elettrica da fotovoltaico con quella di microalghe, mediante un'opportuna integrazione di fotobioreattori con un impianto fotovoltaico di tipo standard. È stata, poi, avviata la realizzazione di

una mappa del potenziale agrivoltaico nazionale su scala regionale in grado di supportare le PA nella pianificazione dello sviluppo del settore. Le competenze ENEA in questo settore hanno consentito l'avvio di un progetto europeo sull'agrivoltaico e la partecipazione ENEA ai maggiori tavoli di lavoro, a livello nazionale, sul tema. Da segnalare anche la rilevante attività svolta nell'ambito dell'Associazione Nazionale per l'Agrivoltaico Sostenibile (AIAS) di cui ENEA è socio fondatore e ricopre il ruolo di Presidente. Infine, l'applicazione dell'intelligenza artificiale al settore dell'O&M degli impianti fotovoltaici ha consentito, nell'ambito del progetto nazionale SALVO, di realizzare un prototipo di sensore smart indossabile per uso individuale da dedicare alla protezione dei lavoratori.

Nell'ambito del **solare termico a concentrazione** è stato brevettato un innovativo processo di trattamento per specchi e componenti solari esposti allo sporco.

Con riferimento al tema dell'accumulo termico, è stata completata la progettazione per la realizzazione di un innovativo sistema di accumulo di energia termica ad alta temperatura integrabile con sistemi di generazione elettrica/termica rinnovabili, nell'ambito di un'attività di R&D finanziata attraverso il JCA ENEA-ENI, che prevede la realizzazione di un prototipo di accumulo collegato al circuito dell'impianto prova collettori solari (PCS) per la verifica prestazionale delle soluzioni innovative proposte.

Presso il C.R. Portici, nell'ambito del progetto Solargrid, sono stati completati i lavori di realizzazione di un circuito sperimentale in grado di integrare accumuli termici innovativi e sistemi di gestione del calore ad alta temperatura (> 600 °C) con sistemi di eliostati per impianti Concentrating Solar Thermal (CST), ed è stato progettato e realizzato un prototipo di sistema a concentrazione solare "Concentration Photo-Voltaic (CPV)" ad elevato fattore di concentrazione con recupero termico idoneo all'integrazione in contesti residenziali. Sono stati, inoltre, avviati studi e analisi per lo sviluppo di innovativi coating per tubi ricevitori impiegati in impianti CST a sali fusi.

Presso il C.R. Trisaia, sono stati completati i lavori di trasferimento del laboratorio di "certificazione collettori solari a bassa e media temperatura" in un locale idoneo per il conseguimento della nuova licenza di accreditamento quadriennale.

Presso il C.R. Casaccia nell'ambito del progetto H2020 SFERA III sono state sviluppate le seguenti attività:

- in cooperazione con gli istituti di ricerca europei CIEMAT e LNEG sono state completate le prove sperimentali per la determinazione della resistenza alla corrosione dinamica su materiali strutturali usati per la realizzazione dei componenti di impianti solari termici a concentrazione che impiegano come fluidi termovettori sali fusi ad alta temperatura;
- prove sperimentali di round robin test con DLR, CIEMAT, CEA per la valutazione delle dispersioni termiche dei tubi ricevitori secondo una procedura standardizzata;
- prove di round robin test con DLR, NREL, Sandia per la caratterizzazione del profilo 3D di specchi parabolici per collettori solari;
- elaborazione insieme a LNEG, CIEMAT, CEA, UEVORA, F-ISE, DLR di una metodologia standardizzata per la caratterizzazione di prototipi di accumulo di energia termica collegati a impianti solari termici a concentrazione;
- sei accessi transnazionali con gruppi di ricercatori europei (CENER, Dfind AS, Startak IVS) ed internazionali (NREL, SANDIA e l'università Zanjan di Teheran) per un totale di undici settimane di attività di ricerche condotte presso gli impianti PCS, MoSE (Molten Salt Experiences) e laboratorio di ottica solare. Durante gli accessi sono state svolte attività di ricerca quali l'analisi

dei fenomeni di corrosione da sali fusi, prove circolazioni sali fusi, caratterizzazione ottica degli specchi circolari parabolici.

Nell'ambito del progetto ERANET EuroPaTMos è stata eseguita una campagna di prove sperimentali di congelamento/scongelo dei sali binari all'interno di tubi ricevitori evacuati e non, sia con prove indoor che outdoor (impianto PCS), una campagna di prove di caratterizzazione del collettore solare in condizioni di nuvolosità intermittente, e prove di congelamento e scongelamento del serbatoio a sali fusi. Le suddette prove sono state eseguite al fine di definire le procedure di gestione di un impianto solare a concentrazione, sia in condizioni di funzionamento a regime che in condizioni di emergenza. Parallelamente, sempre nell'ambito del progetto EuroPaTMos, sono state effettuate prove di avvio, circolazione, inseguimento e spegnimento dell'impianto PCS al fine di definire le procedure operative di impianto e caratterizzare il comportamento dei componenti chiave. Sul circuito MoSE è stata sviluppata una campagna sperimentale per la caratterizzazione di alcuni componenti degli impianti CSP.

Con riferimento al progetto "Solare Termodinamico" relativo al PTR 2022-2024 della RdS è stata sviluppata una nuova linea di ricerca sui coating solari a film sottili per tubi ricevitori evacuati di impianti micro-CSP di tipo micro-PTC a media temperatura, nell'ottica di supportare lo sviluppo tecnologico dei sistemi solari a concentrazione per la generazione elettrica/termica distribuita in contesti residenziali e industriali fortemente antropizzati. In parallelo, in continuità con il triennio precedente, è stata portata avanti l'attività di sviluppo di coating solari innovativi per tubi ricevitori evacuati di impianti CSP ad alta temperatura allo scopo di incrementarne ulteriormente le prestazioni fototermiche e prolungarne la vita utile. Al fine di razionalizzare gli interventi di pulizia degli specchi dei collettori e ridurre i costi O&M del campo solare, sono stati studiati e testati nuovi metodi di fabbricazione, economici e scalabili, di rivestimenti autopulenti da applicare su specchi solari di dimensioni reali. Inoltre, allo scopo di favorire l'ibridizzazione del CSP con altre tecnologie e fonti energetiche rinnovabili, sono stati studiati sistemi innovativi di riscaldamento elettrico dei sali fusi, basati sulle micro-onde, più efficienti rispetto al riscaldamento Joule con resistenze elettriche convenzionali ed è stato progettato un dispositivo sperimentale per il proof of concept dell'innovazione proposta. Nello stesso ambito è stata avviata una linea di ricerca sui sistemi di accumulo termo-chimico a zeoliti per applicazioni distribuite a media temperatura di impianti CSP. A tal fine sono state avviate le attività di upgrade dell'impianto SUNSTORE, in esercizio presso il C.R. ENEA di Trisaia, con l'obiettivo di valutare le performance di questi sistemi di accumulo termo-chimico in un range di temperature compreso tra 150 e 250°C.

Nell'ambito del progetto PNRR NEST sono state avviate nuove attività di ricerca finalizzate allo sviluppo di: a) soluzioni di ibridizzazione tra sistemi CSP/CST e sistemi fotovoltaici; b) sistemi di accumulo termico basati su calore sensibile/latente in cascata; c) nano fluidi e nano-enhanced PCM (Phase Change Material) per il trasporto e l'accumulo di calore in impianti CST/CSP; d) barriere multistrato per coating spettralmente selettivi ad alto assorbimento e bassa emissività.

Nel settore della **bioenergia e bioraffineria**, è stata potenziata l'infrastruttura di ricerca PIBE presso il C.R. Trisaia con il completamento della piattaforma sperimentale per lubrificanti che comprende quattro impianti pilota: i) impianto pilota a film sottile; ii) impianto di idrogenazione; iii) impianto di oligomerizzazione; iv) impianto di distillazione, per la sintesi di biolubrificanti a diversa viscosità a base di poli-alfa olefine, a partire da monomeri di origine rinnovabile funzionante in continuo con una capacità di circa 15-20 kg/h.

Nell'ambito del progetto WW Green Fuel (PON 2014-2020) è in corso di sviluppo un innovativo processo di conversione termochimica dei fanghi di depurazione e del digestato per la produzione di biometano liquido. Sono state condotte prove di gassificazione di varie matrici residuali, inclusi HTC (*HydroThermal Carbonization*) da rifiuti biogenici di basso grado. Sono state svolte attività di metanazione del syngas con l'utilizzo di catalizzatori sviluppati ad-hoc nei laboratori ENEA. L'attività di collaborazione con l'Università di Bologna ha consentito di individuare gli elementi del sistema di filtrazione da accoppiare al sistema di upgrading del biometano. Relativamente alle attività di realizzazione del prototipo di processo, si è conclusa favorevolmente l'attività a supporto della progettazione del componente con l'emissione degli elaborati esecutivi per la successiva realizzazione. Nell'ambito dello stesso progetto sono stati effettuati dei test di biometanazione di miscele di FORSU e fanghi di depurazione utilizzando diversi inoculi e tecniche di bioaugmentation della componente microbica fermentante al fine di migliorare le rese del processo.

Nell'ambito del progetto europeo REVINE, sono stati prodotti e caratterizzati campioni di biochar da tralci di potatura della vite da usare come ammendanti funzionali alle prove di crescita di biomassa vegetale. I biochar maggiormente idonei alle applicazioni in agricoltura sono stati utilizzati per l'allestimento di saggi sperimentali finalizzati a studiare l'effetto del biochar sulle comunità microbiche del suolo, attraverso approcci di metagenomica. Sono stati effettuati i campionamenti del suolo ed è stata messa a punto la pipeline bioinformatica per l'analisi dei dati di sequenza e sono stati sequenziati e analizzati i primi campioni di suolo raccolti.

Nell'ambito del progetto europeo BLAZE, le attività di ENEA hanno riguardato l'ottimizzazione delle condizioni di processo di gassificazione vapore/ossigeno in reattore BFB rispetto all'utilizzo di metodi primari per la purificazione e l'upgrading del syngas prodotto. Gli stessi sono stati implementati al reattore prototipale da 100 kWt realizzato ed esercito presso il partner industriale (Walter Tosto). Nello specifico gli output di maggior rilievo hanno riguardato l'utilizzo *in-bed* e la qualificazione delle prestazioni di materiali catalitici per la riduzione dei contaminanti catramosi del syngas e di sorbenti per la riduzione del contenuto di vapori acidi H<sub>2</sub>S e HCl.

Nell'ambito del JCA ENI-ENEA Biomasse, è stata completata la sperimentazione tesa a verificare la biometanazione potenziale di biomasse di macroalghe prelevate dalla laguna di Orbetello, un ecosistema ipertrofico che necessita di alleggerimento del carico organico. Sono stati condotti test con biomasse lavate dai sali marini e non lavate, per differenti composizioni e concentrazioni del carico organico e applicando strategie di bioaugmentation con pool microbici selezionati in laboratorio sulla base di specifiche caratteristiche funzionali. Le rese ottenute si sono rivelate superiori a quelle finora riscontrate in letteratura. Sono proseguite le attività di R&D sulla produzione di bio-oli, a partire da sottoprodotti agro-industriali attraverso processi di pretrattamento, idrolisi e conversione microbica, che possono sostituire gli oli vegetali nella produzione di biodiesel o di green diesel mediante processi di trattamento con idrogeno (hydrotreating). Sono continuate le attività di produzione di biochar sia per aumentare la sostenibilità nella produzione di biocarburanti e sequestro della CO<sub>2</sub> e sia per migliorare la fertilità di terreni marginali.

Nell'ambito del progetto EMERA a finanziamento regionale PON-FESR 2014-2020 finalizzato allo sviluppo di un'unità prototipale per produzione stand-alone da sole fonti rinnovabili, biomasse e solare, i principali risultati ENEA conseguiti nell'annualità 2023 hanno riguardato la progettazione e realizzazione di un reattore prototipale di gassificazione a letto fisso (tipologia equicorrente/downdraft), lo studio di agglomerati di ceneri basso fondenti da matrici "critiche" (es.

fanghi di depurazione) e l'impiego di additivi per contrastarne la formazione e, infine, lo sviluppo della procedura di caratterizzazione e trattamento biologico di correnti reflue derivanti dal cleaning del syngas.

Le esperienze e competenze maturate sul tema della bioenergia ha visto il coinvolgimento di ENEA, anche attraverso il Dipartimento TERIN, in numerose iniziative e progetti finanziati in ambito PNRR.

Nell'ambito del progetto PNRR AGRITECH allo scopo di studiare l'effetto dei parametri di pirolisi sulle caratteristiche chimico-fisiche del biochar, sono stati caratterizzati campioni di biochar già disponibili e prodotti attraverso gli impianti presenti nel C.R. Trisaia. I campioni con caratteristiche differenti sono stati utilizzati per l'allestimento di saggi sperimentali finalizzati a studiare l'effetto del biochar sulla crescita di piante di *Medicago truncatula*, specie idonea all'utilizzo come feedstock in un contesto di bioraffineria, e sulle comunità microbiche del suolo. Nell'ambito dello stesso progetto sono selezionati e testati anche diversi scarti di filiere agroindustriali d'interesse nazionale (sansa, pastazzo, siero di latte, liquame) come substrato per lo sviluppo di un processo di produzione di idrogeno e metano doppio stato ed è stato selezionato il pastazzo.

Nell'ambito del progetto PNRR NEST Spoke 3 al fine di migliorare l'efficienza del processo di produzione di idrogeno per "dark fermentation" tramite l'aggiunta di biochar nei reattori, sono stati testati diversi biochar provenienti sia da processi di pirolisi che di gassificazione di diversi tipi di biomassa (residui lignocellulosici, fanghi di depurazione, digestato, FORSU). Relativamente al tema inerente i "Thermochemical and catalytic conversion processes" le attività di maggior rilievo hanno riguardato il prototipo di gassificazione assistito da microonde, per la produzione di una corrente di syngas ricca in idrogeno.

Nell'ambito del progetto PNRR - PORH2 sono stati selezionati e caratterizzati diversi scarti e sottoprodotti industriali utilizzati come substrati nel processo di "dark fermentation" per la produzione di idrogeno ed è stato messo a punto un protocollo sperimentale per la valutazione della produzione potenziale di idrogeno utilizzabile con le diverse tipologie di substrati. È stata effettuata un'analisi dello stato dell'arte della letteratura riguardante la produzione di idrogeno attraverso l'elettrolisi microbica che ha permesso la selezione della configurazione reattoristica ottimale per operare in continuo e la progettazione di un prototipo di reattore. Sono state, inoltre, intraprese tutte le azioni necessarie per la realizzazione della piattaforma sperimentale per i sistemi bioelettrochimici, incluso l'allestimento di un nuovo laboratorio, la selezione e l'acquisto della strumentazione, dei materiali e delle attrezzature, ed è stato progettato il reattore prototipo per il processo di upgrading in-situ del biogas tramite un sistema bioelettrochimico. Sono state individuate sequenze enzimatiche di interesse tramite analisi di banche dati ed è iniziata la messa a punto di un protocollo di colture finalizzate all'arricchimento in microorganismi in grado di legare idrogeno e anidride carbonica per generare formiato, completando in parallelo l'acquisizione ed il training sulla strumentazione per lo screening delle attività enzimatiche. Sul tema gassificazione è stato esplorato l'effetto del rapporto "steam/biomass" e della temperatura di processo sulla qualità del gas prodotto e trasferiti input alle attività di progettazione del reattore di gassificazione avanzato.

Nell'ambito del progetto PNRR MECCA "H2 verde da cracking del bioMetano tramite una tecnologia innovativa basata su plasma non termico e Catalisi con nano Carboni", finalizzato alla valutazione comparativa della tecnologia innovativa proposta dal progetto rispetto alla tecnologia di cracking del metano convenzionale, i principali risultati ENEA conseguiti nell'annualità 2023 hanno riguardato la



definizione e l'avvio della realizzazione del reattore a letto fluido da 500 ml per test preliminari per utilizzo di char da pirolisi di biomasse a diverso contenuto di ceneri.

Obiettivo triennale **TERIN.OS.02 – Sviluppare tecnologie, sistemi e metodologie a supporto delle fonti energetiche rinnovabili, compresi lo storage e la filiera idrogeno**

Nel contesto della **Smart Sector Integration**, è proseguita l'attività di sviluppo di sistemi e metodologie a supporto delle fonti energetiche rinnovabili nell'ambito di diversi settori e progetti di ricerca.

In particolare, con riferimento al progetto nazionale (PON) Solargrid, è stato portato a termine lo sviluppo di modelli di ottimizzazione multiobiettivo per la integrazione del CSP con altre fonti rinnovabili.

Nell'ambito del progetto "Evoluzione, pianificazione, gestione ed esercizio delle reti elettriche" del PTR 2022-2024 della RdS è proseguito lo studio e lo sviluppo di modelli e strumenti software per la pianificazione dell'esercizio delle reti che implementano azioni a breve, medio e lungo termine, nell'ottica del miglioramento dell'adeguatezza, resilienza, flessibilità e sicurezza in esercizio della rete negli scenari energetici futuri e di modelli per la valutazione dell'adeguatezza, della flessibilità e della resilienza, basati su metodologie rappresentative dei contesti energetici futuri; in parallelo, è stata avviata la predisposizione degli ambienti per la caratterizzazione sperimentale della componentistica di rete finalizzata alla valutazione empirica degli effetti della temperatura sulle proprietà elettriche dei componenti.

Nell'ambito del progetto "Edifici ad alta efficienza per la transizione energetica" del PTR 2022-2024 della RdS è proseguito lo sviluppo di modelli per la partecipazione attiva delle reti termiche di quarta generazione (teleriscaldamento a temperature inferiori a 50-60°C) ai sistemi energetici integrati. Nell'ambito del progetto "Solare Termodinamico" del PTR 2022-2024, è stata completata la progettazione, ed assegnato il contratto di realizzazione, mediante procedura aperta di gara, di un innovativo sistema di accumulo a sali fusi basso fondenti in grado di simulare l'ibridizzazione tra impianti CST con sistemi fotovoltaici, connesso con il circuito CSP sperimentale ENEA-SHIP, in grado di integrare diverse fonti energetiche rinnovabili e di interfacciarsi con processi industriali *hard-to-abate* che richiedono energia termica.

Con riferimento al progetto "Cybersecurity dei sistemi energetici" del PTR 2022-2024 della RdS è proseguito lo studio e la progettazione di protocolli e apparati per l'incremento della cyber-resilienza delle reti elettriche, anche con particolare riferimento all'utilizzo delle tecnologie quantistiche.

Per ciò che concerne il progetto "Smart Grid" nell'ambito dell'iniziativa di Mission Innovation è stata completata la progettazione dell'infrastruttura elettrica e termica del dimostratore di una microrete energetica multi-vettore di tipo intelligente in ambiente reale e sono state predisposte le procedure propedeutiche all'avvio dei lavori di costruzione della microrete. Nell'ambito del progetto europeo eNeuron, coordinato da TERIN, sono stati sviluppati tool innovativi per la progettazione e la pianificazione delle energy community mediante l'uso ottimale di vettori energetici multipli.

Con riferimento allo Spoke 2 del progetto PNRR Rome Technopole, è stato avviato lo studio e lo sviluppo di un ambiente di emulazione, basato sull'utilizzo di apparecchiature Hardware In the Loop (HIL) e Digital Twin, per attività formative e di trasferimento tecnologico.

Nell'ambito del progetto PNRR NEST, è stata avviata la definizione di casi d'uso per lo studio dell'integrazione di un convertitore innovativo all'interno delle reti elettriche (Spoke 1) e la definizione di modelli per la pianificazione e gestione nel contesto degli Hub Energetici di tipo multisettoriale (Spoke 7).

Le attività sull'**accumulo di energia**, e in particolare **sull'accumulo elettrochimico**, sono svolte nell'ambito di progetti relativi al PTR della RdS, Mission Innovation, IPCEI Batterie e altri finanziati a livello europeo. Nell'ambito del PTR 2022-2024 della RdS, sulla base dei risultati conseguiti nel triennio precedente, sono proseguite le attività di sviluppo di nuovi materiali per Na-ione e Li-ione, supportate sia da attività di caratterizzazione avanzata dei nuovi materiali, che da studi teorici computazionali, con lo scopo di accelerare e ottimizzare i processi di selezione, sintesi e l'analisi dei prodotti ottenuti. I nuovi materiali studiati per ciascun componente delle batterie (catodo, anodo, elettrolita/separatore) intendono perseguire una maggiore sostenibilità, economica ed ambientale, senza rinunciare alle prestazioni. In parallelo, all'interno della RdS sono state avviate analisi di tipo LCA sul tema specifico dell'accumulo elettrochimico e la costruzione di un sistema modellistico per l'analisi dell'integrazione dei sistemi di accumulo nel sistema energetico. È stato, inoltre, sviluppato un modello per l'ottimizzazione di sistemi domestici che utilizzano diverse tecnologie di accumulo (sistemi ibridi).

Attraverso la partecipazione al progetto ORANGEES (finanziato attraverso i bandi di tipo A della RdS 2019-2021) si è avviata una attività esplorativa, a basso TRL, sull'uso di materiali organici/naturali per migliorare le prestazioni delle batterie convenzionali e per investigare l'utilizzo di materie organiche di scarto per produrre componenti per le batterie.

Inoltre, a seguito dell'approvazione dell'IPCEI Batterie (EuBatIn) alla fine del 2020, che prevede la realizzazione di un Advanced Battery Laboratory e di una linea pilota a supporto dell'industria per la produzione di batterie innovative presso il C.R. ENEA Casaccia, si è dato avvio alle azioni necessarie per la progettazione dell'edificio che ospiterà le nuove infrastrutture. Sempre con riferimento alla tematica batterie, nell'ambito dell'AdP Mission Innovation, sono proseguite le attività per la realizzazione di una piattaforma per la ricerca e lo sviluppo "accelerato" dei materiali attraverso il ricorso all'intelligenza artificiale.

Sul tema generale dell'accumulo dell'energia è stato avviato nel 2022 il progetto StoRIES (*Storage Research Infrastructure Eco-System*), che ha come obiettivo la realizzazione della prima rete europea di infrastrutture di ricerca sull'accumulo di energia per favorire la crescita delle fonti rinnovabili, accelerare la decarbonizzazione e favorire la neutralità climatica entro il 2050. A livello operativo, i partner del progetto, tra cui ENEA, renderanno accessibili le infrastrutture e i servizi di ricerca di livello europeo, lavoreranno allo sviluppo e alla diffusione dei sistemi di accumulo di energia, alla realizzazione di nuovi materiali più sostenibili, alla riduzione dei costi delle tecnologie.

Le attività sull'**accumulo termochimico** ad alta temperatura sono proseguite, nell'ambito del PTR 2022-2024 della RdS, con lo sviluppo di carbonati e ossidi misti ottimizzati per l'utilizzo in sistemi reattivi a letto fluidizzato. Al fine di testare tali materiali in condizioni operative realistiche, è stato progettato un nuovo circuito sperimentale, costituito da un reattore a letto fluidizzato su scala di laboratorio, da realizzare presso il C.R. ENEA Casaccia. Nell'ambito del progetto europeo SULPHURREAL, è stato inoltre avviato lo studio di un sistema ciclico innovativo per la conversione diretta di energia solare in zolfo, che può essere considerato come un combustibile rinnovabile da utilizzare "on demand", facilmente trasportabile e con tempi di accumulo virtualmente illimitati.

È stata anche avviata un'attività relativa all'accumulo termico a bassa temperatura, basato sull'interazione multifase di due fluidi, l'acqua che agisce come PCM e l'anidride carbonica che agisce come HTF (Heat Transfer Fluid).

In tema di **pompe di calore (PdC)** è stata definita la metodologia di prova dinamica di pompe di calore su un impianto "hardware in the loop" (HiL). Gli impianti sperimentali sono dotati di apparecchiature e

sistemi da utilizzare per un più puntuale test di sistemi integrati. Sulla base dei risultati conseguiti nel PTR 2019-2021 della RdS, l'attività è proseguita nel PTR 2022-2024 della RdS, attraverso la realizzazione di nuovi apparati sperimentali e il miglioramento degli esistenti per lo studio di sistemi integrati con pompe di calore (geotermico e solare) e di soluzioni tecnologiche innovative. In particolare, il Dipartimento si è dotato di un impianto di tipo HiL per il test di pompe di calore dual source ad alta temperatura, ha perfezionato l'impianto SolairHP, mettendo in funzione un sistema di misura e simulazione d'uso per l'energia elettrica dai collettori termo-fotovoltaici a servizio della PdC a CO<sub>2</sub> ivi impiegata e ha realizzato un impianto per lo studio di soluzioni di sbrinamento innovative con accumuli a PCM. Infine, ha dimensionato un sistema di climatizzazione avanzato per impianti di produzione alimentare di tipo multilivello (serre) attrezzate per l'agricoltura di precisione, con l'impiego di prototipi di pompe di calore dual-source ad alta temperatura e refrigerante a basso GWP.

E' stato, inoltre, avviato il progetto HEXERGY (finanziato attraverso i bandi di tipo B del PTR 2019-2021 della RdS) avente come obiettivo lo sviluppo di una "Pompa di calore innovativa per il recupero di cascami termici in applicazioni industriali a media e alta temperatura". In particolare, l'obiettivo del progetto è lo sviluppo di una pompa di calore ad adsorbimento (basata sull'uso di reattori a zeoliti per la conversione termo-chimica dell'energia termica) in grado di innalzare il contenuto exergetico del calore proveniente da una sorgente di scarto a bassa entalpia, rendendolo fruibile all'interno dello stesso processo industriale.

Con riferimento al tema dell'**idrogeno**, nell'ambito dell'AdP Mission Innovation, sono proseguite le attività del progetto dell'Hydrogen demo Valley (HdV) con uno studio dettagliato di pre-fattibilità, che include l'analisi e l'individuazione dei componenti e impianti che verranno sviluppati, acquisiti ed integrati nell'intera infrastruttura ed è stata avviata la progettazione definitiva ed esecutiva dell'opera. Sempre nel contesto dell'iniziativa Mission Innovation, sono proseguite le attività sulla ricerca "accelerata" di nuovi materiali per l'energia (progetto IEMAP), nell'ambito del quale è presente un Work Package (WP) specificamente indirizzato ai materiali per l'elettrolisi.

Nel 2023 è stato, inoltre, avviato il progetto ENEA IPCEI "Hy2Tech" che prevede la realizzazione, presso il C.R. Casaccia, di "pilot lines" dedicate agli elettrolizzatori, alle celle a combustibile, ai sistemi di storage e alla mobilità, con l'obiettivo di fornire supporto all'industria nazionale ed europea di riferimento e favorire dunque il First Industrial Deployment (FID) delle diverse tecnologie afferenti alla catena del valore dell'idrogeno.

Nell'ambito del progetto PNRR POR H2 sono proseguite le attività di ricerca e sviluppo, a basso TRL, con riferimento ai temi dei quattro Obiettivi Realizzativi (OR) in cui è strutturato il progetto:

- produzione di idrogeno verde e pulito;
- tecnologie innovative per lo stoccaggio e il trasporto dell'idrogeno e la sua trasformazione in derivati ed e-fuels;
- celle a combustibile per applicazioni stazionarie e di mobilità;
- sistemi intelligenti di gestione integrata per migliorare la resilienza e l'affidabilità delle infrastrutture intelligenti basate sull'idrogeno.

In relazione allo sviluppo di sistemi intelligenti per le infrastrutture idrogeno sono previste attività sulla modellazione del funzionamento delle reti di distribuzione dell'idrogeno e sullo sviluppo di modelli predittivi per la rilevazione e classificazione di anomalie puntuali e diffuse nella filiera dell'idrogeno

È, inoltre, da menzionare il Progetto Integrato "Tecnologie dell'idrogeno" del PTR 2022-2024 della RdS volto allo sviluppo di materiali/processi per la produzione di idrogeno (processi alternativi rispetto

all'elettrolisi dell'acqua, basati sull'utilizzo di fonti carboniose rinnovabili o assimilate, quale pirolisi di biogas in bagni fusi), trasporto e accumulo (power to gas, analisi dell'immissione di idrogeno nella rete gas esistente) e usi finali (alimentazione flessibile delle attuali turbine a gas con miscele metano/idrogeno) con particolare attenzione a quegli ambiti tecnologici che potranno avere ricadute e impatti positivi sul sistema della rete elettrica nazionale.

Con riferimento alla tematica idrogeno, il Dipartimento continua ad essere fortemente coinvolto in numerosi progetti di ricerca e sviluppo acquisiti in ambito europeo (Clean Hydrogen Partnership) su diversi ambiti tecnologici, tra cui le FC/elettrolizzatori operanti a temperature elevate, l'uso dell'idrogeno nelle applicazioni navali, l'immissione dell'idrogeno nelle reti del gas naturale (blending).

Obiettivo triennale **TERIN.OS.03 – Sviluppare tecnologie per l'uso efficiente e sostenibile dell'energia**

Con riferimento al tema del **Power-to-X**, è stata finalizzata la realizzazione dell'impianto pilota di metanazione da idrogeno rinnovabile e CO<sub>2</sub> di scarto, compresa l'integrazione con l'elettrolizzatore. Sono state, inoltre, condotte attività di testing sul processo di produzione del DME, da idrogeno rinnovabile, utilizzando la facility sperimentale acquisito nel 2021, operante a pressioni elevate.

Sono stati effettuati studi numerici sulla **combustione** in modalità EGR a diverse pressioni, atti alla valutazione delle migliori condizioni operative per la riduzione delle emissioni di NO<sub>x</sub>. È stata anche avviata un'attività sperimentale sulla microturbina dell'impianto AGATUR che prevede test di EGR emulato inviando CO<sub>2</sub> all'aspirazione del compressore. Nello stesso contesto è stata realizzata una facility per la sperimentazione in pressione (fino a 10 bar) di bruciatori alimentati con miscele CH<sub>4</sub>/H<sub>2</sub> e/o ammoniacca, e sono stati realizzati dei prototipi di bruciatori. Nell'ambito del PNRR POR H2 sono stati acquisiti dispositivi e strumenti moderni per la diagnostica ottica avanzata di flussi reagenti, applicabili sia per velocimetria che per spettroscopia.

Con riferimento al tema della CCS, sono stati analizzati e selezionati i criteri di valutazione prestazionale delle tecnologie di decarbonizzazione di impianti hard-to-abate attraverso l'impiego di diverse tecnologie, e sono stati condotti studi per valutare la sostituzione di combustibili fossili e l'integrazione con la cattura diretta della CO<sub>2</sub> dall'aria, nell'ottica del raggiungimento del net-zero per il comparto. Sulla stessa tematica sono state condotte simulazioni con un software di processo (algoritmo MOPSO, *Multi Objective Particle Swarm Optimization*) per identificare i parametri di design ottimali per i processi che si intende decarbonizzare.

Con il reattore DBD (*Dielectric Barrier Discharge*) al plasma freddo per la dissociazione della CO<sub>2</sub>, realizzato nel precedente progetto PTR 19-21 della RdS, sono state valutate le prestazioni con potenze fino a 2 kW nella scarica del plasma e con portate di CO<sub>2</sub> fino a 4 NL/min, avviando in parallelo l'implementazione di membrane perovskitiche per la separazione dell'ossigeno prodotto durante la dissociazione che consentirà di aumentare la conversione della dissociazione e quindi l'efficienza di processo a parità di potenza erogata nella scarica.

Nell'ambito del progetto ECCSELERATE sono state portate avanti attività per lo studio del processo di cattura di CO<sub>2</sub> con carbonato di calcio proveniente da calcare per mezzo del sistema DFB (*Double Fluidized Bed*) e attività di metanazione per un confronto dei risultati ottenuti sia condizioni di metanazione classica che con il processo PAC nel reattore DBD (*Plasma Assisted Catalysis*). Sono stati sintetizzati nuovi catalizzatori/sorbenti a base di rutenio come fase attiva e di CaO come sorbente per la CO<sub>2</sub> ad alta temperatura, per la produzione di idrogeno blu da reforming del metano con cattura di CO<sub>2</sub>; nell'ambito di questa attività è stato sviluppato un sistema automatizzato per la gestione e il controllo di test catalitici di SER (*Sorption Enhanced Reforming*) ciclici continui. In parallelo, con

l'obiettivo di migliorare l'impianto/piattaforma sperimentale ZECOMIX per lo studio dell'abbattimento di CO<sub>2</sub> da diversi processi, sono state condotte attività di progettazione degli interventi sui prototipi presenti nell'infrastruttura e per la realizzazione di una linea di sintesi e caratterizzazione di materiali sorbenti.

Con riferimento al tema delle **celle a combustibile**, tecnologia di elezione per l'utilizzo di idrogeno, è proseguito il coinvolgimento dell'ENEA in numerosi progetti europei H2020, che hanno tra gli obiettivi principali la validazione di protocolli di test accelerati di stack di celle a combustibile SOFC reversibili (SOEC) insieme a caratterizzazioni post-test. Sono proseguiti gli studi sulla tolleranza delle celle a combustibile all'avvelenamento da zolfo e composti carboniosi (tar) ed è stata preparata una campagna per la valutazione degli effetti combinati tramite alimentazione con bio/syngas sintetici. Sono stati effettuati test di celle singole a carbonati fusi (MCFC), utilizzate in modalità reversibile per la produzione di idrogeno, scalando le prove a celle di maggiore area superficiale.

Per l'elettrificazione della **mobilità** sono stati svolti numerosi test su celle di batterie Li-ione inerenti all'invecchiamento e alla sicurezza (prove di abuso) ed è proseguito lo studio di materiali in grado di assolvere contemporaneamente alla funzione di raffreddamento delle celle di batteria e contenimento della propagazione di eventi infausti (es. thermal runaway, incendio). A supporto dell'industria, sono state eseguite specifiche campagne sperimentali, consistenti nella caratterizzazione delle prestazioni di batterie innovative in ambito di sviluppo prodotto. Inoltre, sono proseguite le attività di progettazione e realizzazione di un sistema di ricarica per il TPL ad accumulo inerziale.

Per il supporto all'elettrificazione, in ambito RdS, è stata definita e avviata la pianificazione delle attività per la realizzazione di una piattaforma dati e di nuovi strumenti di analisi e simulazione dell'interazione fra domanda-offerta di ricarica per veicoli elettrici e analisi di scenari di penetrazione dell'alimentazione elettrica del trasporto pubblico e privato. È stata realizzata un'indagine campionaria volta alla caratterizzazione delle abitudini di ricarica dei possessori di auto elettriche sia per lo sviluppo di modelli per la valutazione delle potenzialità di penetrazione dell'alimentazione elettrica nel TPL su gomma sia per la valutazione del carico sulle relative infrastrutture di ricarica (overnight e opportunity). Il progetto di ricerca "La rivoluzione della mobilità parte dalle autostrade sicure, digitalizzate, decarbonizzate", svolto in collaborazione con la società Autostrade per l'Italia, ha condotto alla pubblicazione di un Libro Verde sulla sostenibilità ambientale ed economica della mobilità. In seno alla progettualità afferente alla KIC EIT Urban Mobility, sono state effettuate attività di "business acceleration" per il supporto alle start-up. Nel progetto "User-Chi", ENEA ha partecipato agli studi di fattibilità per la messa in esercizio dei prodotti prototipali sviluppati dal progetto (stazioni, APP e tool per infrastrutture di ricarica). Infine, è stata predisposta la documentazione completa per l'avvio di una procedura di appalto per l'upgrade delle sale prova sistemi di propulsione presso il C.R. Casaccia. Tale intervento di ammodernamento/potenziamento verrà finanziato all'interno del PNRR POR H2 e condurrà alla realizzazione di un laboratorio avanzato per la caratterizzazione di veicoli ad alimentazione convenzionale ed alternativa, biocarburanti e carburanti sintetici, veicoli ibridi ed elettrici a batteria e/o celle a combustibile.

Nell'ambito della RdS, attraverso il progetto "Infrastrutture Pubbliche Energivore" sono proseguite le attività relative ad una Smart Road, intesa come collegamento tra la Smart City ed i veicoli che la percorrono. In particolare, sono stati studiati e prototipati sensori per l'analisi del manto stradale ed algoritmi per l'autonomia del veicolo elettrico.

Nell'ambito del progetto "Enel-X: Autumn IPCEI Project - European Battery Innovation - EUBatIn (IPCEI 2) Recycling" sono state portate avanti le attività relative allo sviluppo di un innovativo processo tecnologico, con l'impiego di celle di lavorazione robotiche attraverso l'utilizzo di robot collaborativi e cooperanti, per lo smontaggio delle batterie di veicoli elettrici e dispositivi portatili al fine del riciclo e riuso delle stesse.

In tema di "Mobilità elettrica sostenibile" prosegue il "Progetto di Mobilità Elettrica Sostenibile (PMES)" presso il C.R. ENEA Casaccia con l'obiettivo di sperimentare e validare componenti, soluzioni tecnologiche e di sistema, tecniche di gestione e controllo delle infrastrutture di ricarica al fine di favorire il processo di sostituzione dei veicoli convenzionali a combustione interna con veicoli elettrici di tipo BEV o PHEV, con ricadute positive in termini socio-economici e ambientali. In particolare, sono stati installati presso il C.R. ENEA Casaccia, 14 punti di ricarica per veicoli elettrici, che saranno messi a disposizione dei dipendenti che avranno necessità di ricaricare il proprio veicolo elettrico; nel 2022 si è registrato un incremento da parte dei dipendenti all'utilizzo del servizio di ricarica elettrica dei propri veicoli. Sempre in tema della gestione del traffico pedonale e veicolare, ENEA partecipa alla realizzazione di modelli predittivi, sviluppati anche all'interno del progetto PNRR ECOSISTER nella Regione Emilia-Romagna, che permettano una programmazione delle risorse da parte dei Comuni in caso di eventi particolari o di situazione di stress della struttura cittadina, come eventi sportivi o fiere internazionali.

Sul tema della **Smart Energy** è stato fatto un importante passo avanti nella messa a disposizione di piattaforme software innovative, il cui sviluppo è iniziato negli anni scorsi. In particolare, il Public Energy Living Lab (PELL - <https://www.pell.enea.it>) è una piattaforma per il monitoraggio di infrastrutture pubbliche energivore (illuminazione pubblica, smart services, edifici pubblici) che ha l'obiettivo di censire i dati statici e dinamici a supporto della maggior parte delle riqualificazioni dei sistemi di illuminazione pubblica in Italia (il PELL è stato inserito da Consip quale requisito obbligatorio nella convenzione Luce4, adottato dalla Regione Basilicata per realizzare il catasto degli impianti di Illuminazione Pubblica e dalla Regione Lombardia per la banca dati cartografica regionale). Partendo dallo sviluppo di uno standard minimo di conoscenza, monitoraggio e valutazione dei dati statici e dinamici delle infrastrutture energivore, riconosciuto da Agid, il PELL mette a disposizione una fotografia statica e dinamica ed un asset informativo di riferimento di livello nazionale che si sta ampliando al settore scuole. La piattaforma CiPCast per il monitoraggio territoriale dei rischi e danni potenziali alle infrastrutture critiche (resilienza urbana) è stata applicata a livello nazionale con Terna in due aree urbane (Roma e L'Aquila), dove è stata testata nel processo di gestione delle reti elettriche e antisismiche. In questo contesto, sono proseguiti gli sviluppi della piattaforma GIS-based CiPCast per l'analisi del rischio delle infrastrutture critiche. Parallelamente al completamento dell'attuale piattaforma, sono stati avviati la progettazione e lo sviluppo della sua evoluzione, denominata CI-RES, più specificatamente rivolta alla valutazione della resilienza. Questi sviluppi tecnologici, unitamente a varie azioni di carattere istituzionale si collocano nel quadro delle azioni previste dalla nuova direttiva europea CER (Critical Entities Resilience) sulla resilienza e sulla sicurezza fisica (o cinetica) delle infrastrutture critiche e dei servizi essenziali, attualmente in corso di recepimento. Sul monitoraggio delle infrastrutture critiche è stato inoltre sviluppato un approccio innovativo basato su droni ed ENEA si è accreditata presso ENAC quale operatore riconosciuto, sotto il nome di "ENEA UAS Operations". La piattaforma SCP (Smart City Platform - <https://smartcityplatform.enea.it>) per la governance interoperativa e integrata dei dati urbani ha consentito la formulazione di specifiche standardizzate e

condivise con molti stakeholder e reti internazionali, da trasferire alle città per avviare i loro processi di digitalizzazione. È stata consolidata la sperimentazione della SCP presso la città di Livorno come progetto pilota di riferimento per altre città italiane ed è in fase di avvio la sua applicazione nei principali comuni della regione Umbria e nella città di Palermo. Infine, sul tema delle Comunità Energetiche Rinnovabili (CER), è stato avviato lo sviluppo di una piattaforma ICT per il supporto alle comunità sia sugli aspetti relativi alla loro progettazione e gestione sia per l'ampliamento di tali concetti verso una visione delle comunità più ampia, dotata di infrastrutture smart ed aggregante, includendo i temi delle smart communities. In tal senso la piattaforma Smart Energy Community mira alla realizzazione di una vera e propria economia di comunità (basata su principi di token economy e smart contract) orientata verso la flessibilità e l'abbattimento del consumo energetico, attraverso modelli di business ibridi che coniugano sostenibilità energetica, economica e sociale. Tale piattaforma si configura come un portale multiservizi integrato; nello specifico sono stati implementati e resi operativi il servizio Recon (<https://recon.smartenergycommunity.enea.it>) per lo studio della fattibilità tecnico-economica delle comunità energetiche, ed il servizio Dhomus (<https://dhomus.smartenergycommunity.enea.it>) per l'ingaggio e la partecipazione attiva degli utenti domestici nella comunità stessa, strumenti di simulazione avanzata e di supporto alla gestione e la valutazione.

Sul tema dei Positive Energy District (PED) la piattaforma PED.EF effettua una valutazione preliminare della fattibilità dei PED facilitando le valutazioni da parte delle Amministrazioni locali per definire quali siano i fattori abilitanti presenti sul territorio comunale che possano favorire la transizione verso il PED, coniugando aspetti di efficienza energetica (smart home, smart building), flessibilità energetica (smart grid e storage) e produzione locali di rinnovabili (fotovoltaico e solare termico a concentrazione).

Inoltre, è stato avviato l'osservatorio sulle **CER** coordinato da ENEA che ad oggi conta più di 60 aderenti tra attori pubblici e privati, 20 Regioni e privati, il cui scopo è quello di favorire una governance condivisa sul tema, discutere e condividere pratiche. L'insieme delle soluzioni sviluppate contribuisce a promuovere e supportare l'innovazione dei processi gestionali urbani, definendo e proponendo modelli gestionali di nuova generazione caratterizzati dalla possibilità di acquisire e disporre di big data e informazioni e dalla capacità di gestirli, integrarli valutarli ed ottimizzarli grazie alle soluzioni digitali. Infine, ENEA è coinvolta nello sviluppo di strumenti di tracciabilità di prodotto e sviluppo del passaporto digitale di prodotto che diventerà obbligatorio per tutti i prodotti destinati ai consumatori finali che avranno la possibilità di conoscere l'origine del prodotto che stanno acquistando. Il lavoro sviluppato nel progetto TRICK o RI-USO è focalizzato sulle catene di prodotto tessile e agrifood. L'attività progettuale ha permesso di mettere a punto un modello dati pubblico e condiviso che abilita lo scambio di informazioni lungo la filiera produttiva e che permette l'identificazione di tutti gli step produttivi, dalla raccolta delle materie prime fino al riciclo e al riuso.

Per quanto riguarda lo sviluppo di **sistemi per l'informatica e l'ICT**, sono continuate le attività di upgrade dell'infrastruttura di calcolo HPC (cluster CRESCO e ENEAGRID) con supporto alle attività progettuali dell'utenza ENEA, alle PMI e ai partner di progetto. È continuato l'upgrading della connettività delle LAN a 10 e 40 Gb ed è stata aumentata la capacità di storage che ora ha raggiunto il PB. È stata attivata la nuova infrastruttura CRESCOC per consentire l'HPC 24x7 per i servizi di previsione ambientale ed è stato attivato XCRESCO, un sistema di calcolo eterogeneo basato su GPU. È in corso di esecuzione il contratto per la fornitura di infrastrutture di calcolo HPC nell'ambito del progetto PNRR DTTU, per l'implementazione del supercalcolatore CRESCO8 presso il C.R. di Portici. Questo sistema permetterà di incrementare sensibilmente le risorse di calcolo ENEA, grazie ad

un'infrastruttura di calcolo da 9 PFlops (i.e., milioni di miliardi di operazioni al secondo). È stata realizzata l'infrastruttura dati per lo storage di grandi volumi e l'acquisizione automatica degli stessi (MongoDB) ed è stata resa disponibile una parte delle infrastrutture di calcolo alla ricerca sul COVID, dandone anche supporto applicativo. È stato realizzato un primo prototipo di portale per l'accesso ai BigData in modalità open e al supercalcolo (DYDAS), ed è in corso l'attività per "federare" le infrastrutture cloud e dati a livello italiano (ICDI). È stata realizzata una valutazione delle politiche di data management nel settore energia (EERA data). È stato reso operativo un workflow per la progettazione numerica di nuovi materiali (Mission Innovation "IEMAP"). Si stanno svolgendo gli incontri propedeutici all'avvio del progetto IPCEI on Next Generation Cloud Infrastructure and Services (IPCEI CIS), nel quale l'ENEA si presenta come leader per la parte dei materiali innovativi per l'energia e per l'infrastruttura di cloud "federata", che vedrà nei prossimi anni l'implementazione di infrastrutture di calcolo avanzate per il cloud e la gestione dei dati su più siti (i.e., C.R. Frascati, Portici, Brindisi, Casaccia, Bologna). Infine, il Dipartimento è fortemente impegnato nell'accelerazione del processo di migrazione dei servizi gestionali dell'ENEA, in particolare con il progetto SAP4ENEA e con l'introduzione di strumenti per lo smart working. È in fase avanzata di diffusione all'interno dell'ENEA di soluzioni cloud volte al lavoro collaborativo (Piattaforma Office365) e la migrazione delle caselle di posta elettronica degli utenti è in corso di completamento. Sono proseguiti i lavori del progetto SAP4ENEA che hanno come obiettivo la migrazione dei servizi gestionali dell'ENEA verso il prodotto SAP in Cloud. In particolare, dopo una prima implementazione del modulo EmployCentral, relativo all'anagrafica dei dipendenti e struttura organizzativa dell'ENEA, sono state avviate una serie di personalizzazioni per rispondere a specifiche esigenze del servizio del personale. Parallelamente a questo, è stata completata l'analisi dei requisiti per il modulo TimeManagement e sono stati svolti gli UAT (User Acceptance Test). È stato rilasciato agli utenti il modulo TIME per la gestione del cartellino e le richieste dei vari permessi ed istituti contrattuali. È stata completata la definizione delle specifiche del modulo del Payroll per la gestione paghe e stipendi. L'attività di migrazione dei sistemi gestionali verso SAP ha anche iniziato ad esplorare l'aspetto della contabilità attualmente gestita con il sistema EUSIS. Il modulo Lotus/Notes si è arricchito di nuove funzionalità, che ne permettono l'utilizzo in modo più immediato e integrato. È stata sviluppata una versione beta di un ambiente capace di gestire il flusso documentale non protocollato. Sono state analizzate le specifiche tecnico funzionali per l'implementazione di un applicativo per il calcolo, l'analisi e l'erogazione degli incentivi delle funzioni tecniche della gestione contratti. Un'intensa attività è stata operata per innalzare il livello di sicurezza della rete e delle infrastrutture. È iniziato lo svecchiamento di numerosi firewall di frontiera con apparati di nuova tecnologia, avviando anche interventi per l'interazione con i client utilizzati dagli utenti per individuare e reagire anche a minacce del tipo "zero-day" (minacce che si basano sul comportamento del dispositivo dell'utente indipendentemente da firme conosciute). Sono state introdotte nuove soluzioni (Darktrace) in grado di analizzare il traffico di rete in tempo reale per poter individuare, caratterizzare nel dettaglio e reagire a possibili minacce in tempi brevi. È stato anche predisposto l'innalzamento della banda disponibile verso internet di diversi Centri: si passa da flussi a 1+1 Gbps a flussi da 10+10 Gbps con backbone LAN a 40 Gbps. Contestualmente in molti datacenter è avvenuto uno svecchiamento totale degli apparati portando le connessioni verso i dispositivi a 10 Gbps e le dorsali a 40/100 Gbps.

## **STATO DI AVANZAMENTO DEI PROGETTI FINANZIATI CON FONDI PNRR**



Il Dipartimento TERIN è coinvolto in numerosi progetti che risultano centrali nell'attuazione del PNRR, le cui tematiche interessano le energie rinnovabili, l'idrogeno, le comunità energetiche, l'accumulo energetico, la cybersecurity e le tecnologie per la digitalizzazione, le smart grid e le reti energetiche integrate, la mobilità sostenibile e le infrastrutture critiche. Nell'attuazione dei diversi programmi di ricerca il Dipartimento ha adottato un approccio collaborativo e cooperativo sia con gli altri Dipartimenti, sia con i partner di progetto valorizzando al meglio, in ogni area, le specifiche conoscenze e competenze al fine di assicurare uno svolgimento interdisciplinare e coordinato delle attività, nel rispetto degli obiettivi e delle tempistiche previste dalle misure del PNRR.

Il Dipartimento, nello specifico, è coinvolto in programmi di ricerca afferenti alla **Missione 2, Componente 2 (M2C2) "Rivoluzione Verde e Transizione Ecologica - Energia Rinnovabile, Idrogeno, Rete e Mobilità Sostenibile"** e della **Missione 4, Componente 2 (M4C2) "Istruzione e ricerca - dalla Ricerca all'Impresa"** che mirano rispettivamente a contribuire al raggiungimento degli obiettivi strategici di decarbonizzazione attraverso riforme e investimenti e a sostenere azioni di ricerca e sviluppo, a promuovere l'innovazione e la diffusione delle tecnologie ed a rafforzare le competenze.

I progetti PNRR nei quali è coinvolto il Dipartimento TERIN sono i seguenti:

CHANGES - Cultural Heritage

Agritech - National Research Centre for Agricultural Technologies

ICSC - NATIONAL CENTRE FOR HPC, BIG DATA AND QUANTUM COMPUTING

DTTU - Divertor Tokamak Test Upgrade

ECCSELLENT - Development of ECCSEL-R.I. Italian facilities: user access, services and long-term Sustainability

ECOSISTER - Ecosystem for Sustainable Transition in Emilia-Romagna

METROFOOD - Strengthening of the Italian Research Infrastructure for Metrology and Open Access Data in support to the Agrifood

NEST - Network 4 Energy Sustainable Transition Network 4 Energy Sustainable Transition

RAISE - Robotics and AI for Socio-economic Empowerment

RETURN - multi-Risk sciEnce for resilienT commUnities undeR a changiNg climate

ROME TECHNOPOLE - Creazione e Rafforzamento di Ecosistemi dell'Innovazione

SUS MIRRI.IT - Strengthening the MIRRI Italian Research Infrastructure for Sustainable Bioscience and Bioeconomy per il rafforzamento di infrastrutture di ricerca

POR H2 - Piano Operativo della Ricerca sull'Idrogeno

Per tutti i progetti, allo stato dell'arte, si registra un avanzamento pari a circa il 10% del totale (in termini di impegni di spesa complessivi). La situazione attuale è conseguenza del ritardo registrato in generale nell'avvio dei progetti, nella definizione delle regole di rendicontazione, nella implementazione delle piattaforme MUR/MASE da utilizzare per la gestione amministrativa dei Progetti, nonché della complessità, e della conseguente tempistica associata, delle procedure da seguire per l'acquisizione di beni, servizi e strumentazione. Ciononostante, si prevede il raggiungimento degli obiettivi progettuali entro le scadenze stabilite.

Il reclutamento del personale a TD previsto nell'ambito dei progetti, allo stato dell'arte, ha coperto circa l'80% della previsione; il mancato raggiungimento del 100% è conseguenza della rinuncia alla firma del contratto da parte dei candidati vincitori delle posizioni messe a concorso. Nuovi bandi di reclutamento del personale TD a copertura delle posizioni mancanti, sono in fase di avvio.

## **PRINCIPALI INTERLOCUTORI (NAZIONALI E INTERNAZIONALI) COINVOLTI NELLE ATTIVITÀ**

Il Dipartimento partecipa a progetti, gruppi di lavoro, commissioni nei principali organismi nazionali e internazionali del settore energetico quali, tra gli altri, EERA (European Energy Research Alliance), BIC (Bio-based Industries Consortium), SET (Strategic Energy Technologies) Plan, IEA (International Energy Agency), CEN (Comitato Europeo di Normazione), EoCoE (The European Energy oriented Center of Excellence: toward exascale for energy), Hydrogen Energy Research Centre, IEC (International Electrotechnical Commission), CEI (Comitato Elettrotecnico Italiano), CUNA (Commissione tecnica di Unificazione nell'Autoveicolo), ETIP Batterie Europe, Batteries European Partnership Association (BEPA), European Battery Alliance, European Clean Hydrogen Alliance, Clean Hydrogen Partnership, Hydrogen Europe Research, CSLF (Carbon Sequestration Leadership Forum), SolarPACES, Meters and More, Driving Urban Transition Partnership, European Turbine Network (ETN).

Il Dipartimento, per conto di ENEA, partecipa al Consorzio MOBiLus "MOBility for Liveable Urban Spaces" a cui è stata assegnata la KIC Urban Mobility dell'Istituto Europeo di Innovazione Tecnologica e al consorzio Sisal della KIC Raw Materials del suddetto Istituto e a Fabre - Consorzio di ricerca per la valutazione e il monitoraggio di ponti, viadotti e altre strutture. Inoltre, il Dipartimento è presente con un proprio rappresentante nel Consiglio Direttivo di H2IT (Associazione Italiana Idrogeno e Celle a Combustibile) e partecipa con propri rappresentanti ai numerosi Tavoli sull'idrogeno che sono stati istituiti nel corso dell'anno da diverse Regioni.

Il Dipartimento è membro dell'Executive Board dell'associazione ICDI (Infrastruttura di Calcolo e Dati Italiana), partecipa all'associazione BigData e alla Fondazione "International Foundation Big Data and Artificial Intelligence for Human Development" ed è membro del Software Heritage. Il Dipartimento, per conto di ENEA, rappresenta l'ENEA negli organi gestionali del GARR, essendo membro del CDA e del CTS.

Nella logica di un contributo integrato di sistema Paese, il Dipartimento coordina, presiedendone la relativa associazione, il Cluster Tecnologico Nazionale Energia, approvato dal MiUR, avente la funzione di descrivere le traiettorie tecnologiche in linea con le politiche nazionali e regionali della ricerca e dell'innovazione, e partecipa al Cluster Nazionale sui Beni Culturali (TICHE) e a quello sulle Smart Communities; infine è partner fondatore della Italian Blockchain Service Infrastructure (IBSI).

Gli interlocutori nazionali del Dipartimento sono soggetti sia pubblici che privati, alcuni di questi partner di progetti, committenti o nell'ambito di semplici accordi di collaborazione. In ambito pubblico sono attive collaborazioni con le principali università nazionali, i principali centri di ricerca quali, ad esempio, CNR, RSE, IIT, INFN, GARR, CINECA, alcune società partecipate ENEA quali CALEF, CETMA, DITNE, TRAIN, T.R.E., TERNA, DiTNE, SOTACARBO, il Ministero della Transizione Ecologica, il Ministero dello sviluppo economico, il Ministero dell'Università e della Ricerca, Cluster Tecnologici Nazionali Regionali, altre Amministrazioni pubbliche quali Agenzia per la Coesione Territoriale, Agenzia Entrate, INPS, ANAC, Acquirente Unico, AGID, ENAC, ASI, CIRA, Consip, Lazio Innova, ANAS S.p.A., INVITALIA, ACI, Corpo Nazionale dei Vigili del Fuoco e alcuni Enti locali. In ambito urbano interagisce con diverse amministrazioni urbane, tra cui Livorno, Brescia, Roma, Milano, L'Aquila, Bari, Torino, Genova, Ravenna, Reggio Emilia, Bologna, Palermo, Ragusa, Canicattì e Bergamo. In ambito privato, le attività del Dipartimento vedono il coinvolgimento di varie aziende quali, a titolo esemplificativo, COMET BIOrefining, Versalis, Novamont, Matrica, Materbiotech, Magneti Marelli, Ladurner S.r.l., ASCOT, Rise Technology S.r.l., 3SUN SpA, STMicroelectronics, Hiltron, ECO-PV, AIRBUS S.r.l., Alenia Aermacchi, ENI, ENEL, ENEL GP, ENEL X, EF Solare Italia, Hera, A2A, ARETI, Iren, Eni, SNAM SpA, SGI SpA, Acea, IBM, General Electric Transportation, Toyota Europe, AIRBUSAvio, HP, Olivetti, Poste Italiane, Baker

Hughes (Nuovo Pignone), Cantieri Navali, Trenitalia, ABB, Ansaldo Nucleare, Centro Ricerche FIAT, Italcementi, MAGALDI, Maire Tecnimont SPA, Processi Innovativi S.r.l., Exergy, Techint SPA, Tenaris, Fata S.p.A e Gruppo Danieli S.p.A, Manz Italy, Angelantoni Test Technologies, AC Boilers SpA, Valmet SpA, Clp srl, Soltigua srl, Elianto srl, Biomasse Italia SpA, Brembana e Rolle S.p.A., Ferrari, GardaUno, SAIPEM SpA, Eltec, Power4Future, CSI, Alkeemia, AVL, ATB, Flash Battery, MIDAC, Autostrade per l'Italia, Delo Instruments, Assing, Horiba Italia.

Con riferimento al tema dell'idrogeno, numerosi sono gli accordi di collaborazione, i protocolli d'intesa e i contratti stipulati. Si citano i principali: ENEL GP, CIRA, SIAD, SAIPEM, SHELL, YOKOGAWA, ERREDUEGAS, CALZEDONIA, CNVVF, FBK, Ordine degli ingegneri di Roma, CIG, ANSFISA, INVITALIA, HERA, ARCO FUEL CELL, ASSOGASLIQUIDI, BAKERHUGES, CENTRIA, ENAC, etc. A questi si aggiungono i numerosi stakeholder coinvolti tramite i tavoli di lavoro afferenti ai diversi Progetti, che nel loro insieme, costituiscono un importante network operativo e di supporto nello sviluppo delle attività e nel garantirne una coerenza e attualità con le esigenze del mercato e dei cittadini.

Per quanto riguarda le azioni di carattere istituzionale inserite nel quadro del recepimento della nuova direttiva europea CER (Critical Entities Resilience) sulla resilienza e sulla sicurezza fisica (o cinetica) delle infrastrutture critiche e dei servizi essenziali, il Dipartimento ha in corso una serie di contatti e scambi con i soggetti coinvolti nella materia: Ufficio del Consigliere Militare della Presidenza del Consiglio (Segreteria Infrastrutture Critiche), Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti, Ministero per la Protezione Civile e le Politiche del mare.

Infine, si citano le collaborazioni con diverse associazioni di categoria/agenzie quali ANCMA, ANFIA, ANIE, ANIMA ART-ER, Confindustria, Motus-E, UNEM, UNRAE.

Gli interlocutori internazionali sono primarie università europee ed extraeuropee quali, ad esempio, Strasburgo (F), Leeds (UK), Bratislava (SVK), DTU (DK), The Queen's University of Belfast (UK), University of Tennessee (USA), Universität Mannheim (D), Universität Passau (D), Universidad Rey Juan Carlos (E), Université Libre de Bruxelles (B), Cranfield University (UK), Università di Brighton (UK), Università di Birmingham (UK), Imperial College of Science, Technology and Medicine (UK), KAUST (King Abdullah University of Science and Technology) (Arabia Saudita), Université Paris Descartes (F), Technische Universität München (D), École Polytechnique Fédérale de Lausanne (CH), Università Politecnica di Valencia (E), Scuola Politecnica Federale di Losanna (CH), Aristotle University of Thessaloniki (GR), Norwegian University of Science and Technology (NOR), University of Sopron (HU), Hirosaki University (J), Utsunomiya University (J), University of Connecticut (USA), Tel Aviv University (ISR), Shanghai Institute of Optics and Fine Mechanics (CHI), Pontificia Universidad Católica de Valparaíso (CHI), École Polytechnique Montreal (CAN), Universidad Nacional Autónoma de México (MEX), Universidade Federal de Santa Catarina (BRA). Il Dipartimento partecipa a varie iniziative internazionali, tra cui il Joint Programme "Smart Grids", il Joint Programme "Photovoltaic Solar Energy", il Joint Programme Smart Cities, il Joint Programming Initiative Urban Europe e il Joint Programme trasversale "Digitalization for energy" della EERA (European Energy Research Alliance). Molti i contatti con importanti centri di ricerca europei quali, a titolo d'esempio, JRC, IT-USA Joint Collaboration on Science and Technology ICT Working Group (coordinato da un rappresentante TERIN), IMEC (Belgio), Fraunhofer (CSP, IPA) (Germania), INES CEA (Francia), DBFZ (D), NTNU (Norvegia), CIEMAT (ES), CENER (ES), Plataforma Solare de Almería (ES), LEITAT (ES), LNEG (P), U.Evora (P), Cyprus Institut (Cy), Dfind AS (D), Startak IVS (Sw), NREL (US), SANDIA (US) Università Zanjan (Iran), Forschungszentrum Jülich (D), Fraunhofer Gesellschaft (D), Oak Ridge National Laboratories (USA), CEA (F), ESA (European Space Agency), NIST

(USA), Austrian Institute of Technology (A), DLR (Institute of Combustion Technology) (D), CIRCE (Centro de Investigación Recursos y Consumos Energéticos)(E), CNRS (F), INSA (F), Karlsruher Institut für Technologie (D), Fraunhofer Institut (D), Shibaura Institute of Technology (J), KIST (KOR), Israel Institute of Technology (ISR), Center for Research and Technology (GR), Jülich Supercomputing Centre (D), Bundesanstalt für Materialforschung und prüfung – BAM (D). Numerosi sono stati anche i contatti con aziende estere quali, ad esempio, BEWARRANT (Belgio), Calisolar (Germania), Freemind Group (B), CREATE-NET, Gas Natural FENOSA (E), GE-Global Research Monaco (D), Euro Heat Pipes s.a. (B), Convion (FIN), VTT (FI), DLR (D), SGL Carbon GmbH (D), Solvionic (F), Acktar Ltd (ISR), EnergyMatters (NL), KHT (SWE), Sandvik (SWE), Korean Gas Safety Corporation (KR), SINTEF (NOR), ZegPower (NOR), EPFL (CH), Johnson Matthey (UK), Axeon Technologies (UK), Active Audio, Simigon L.t.d., Institute of Inorganic Chemistry Slovak Academy of Sciences, Insolight SA, GlassPoint, ERG, TSK, Yutong, Bozankaya Otomotiv, Narada Power. Il Dipartimento è, infine, presente in organizzazioni e comitati normativi.

### **RICADUTE ECONOMICHE E TECNOLOGICHE SUL SISTEMA INDUSTRIALE**

Le molteplici attività del Dipartimento presentano interessanti ricadute economiche sul sistema industriale. Per quanto concerne le attività nel settore della bioenergia e la bioraffineria, l'ENEA conta numerose collaborazioni industriali per lo sviluppo e la qualificazione in esercizio di impianti preindustriali e lo sviluppo di tecnologie di gassificazione e successivo *upgrading* del syngas. Le ricadute investono sia attori industriali operanti nella produzione di energia e biocarburanti avanzati, sia stakeholder del settore della chimica. L'esigenza di estendere il paradigma della sostenibilità in maniera trasversale a tutti i settori produttivi rende le filiere basate sull'impiego di biomasse e, più in generale, di diverse fonti biogeniche, di grande impatto derivante dalla possibilità di valorizzare sottoprodotti agro-industriali e/o di creare nuove filiere del valore in territori agricoli caratterizzati da basso reddito o poco idonei a coltivazioni alimentari. In analogia alle raffinerie da fonte fossile, le bioraffinerie da fonti rinnovabili investono il settore degli intermedi chimici da biomasse di scarto, dei combustibili e in particolare di biocarburanti avanzati, biocarburanti drop-in, *jet-fuels* e trasporto marittimo. Per quanto riguarda il settore chimico, ENEA ha in atto collaborazioni con interlocutori progettuali quali Novamont nel settore delle bioplastiche e Versalis per i biolubrificanti destinati ad alcuni settori di nicchia tipo aerogeneratori eolici. È stato predisposto un accordo di collaborazione triennale con ENI su temi di comune interesse, tra cui la produzione di bio-oli attraverso processi biotecnologici innovativi per la sostituzione di alcuni oli vegetali convenzionali come l'olio di palma, il solare a concentrazione e lo storage termico e il supercomputing.

Nel settore fotovoltaico si segnala la collaborazione con ENEL Green Power nel filone dello sviluppo di celle ad eterogiunzione di silicio e moduli bifacciali ad alta efficienza, con Solitek e FuturaSun che hanno avviato la realizzazione di siti per la produzione di moduli fotovoltaici in Italia, con Solertix un polo europeo di ricerca e innovazione per l'upscaling di celle in perovskite avviato da FuturaSun e dal Centre for Hybrid and Organic Solar Energy - CHOSE - dell'Università di Roma Tor Vergata. Inoltre, sono continuate le collaborazioni con ENEL Innovation, Rem Tec, Gala SpA, Kenergia, Neoruralehub, EF Solare Italia per approcci sinergici tra agricoltura e fotovoltaico, con Rise Technology per lo sviluppo di tecniche di metallizzazione di celle solari a basso costo e con COVEME per la sostenibilità e il design di moduli di nuova generazione. E' da sottolineare in ambito nazionale l'inizio in questa annualità di due progetti finanziati da bandi della RdS relativi al PTR 19-21. In particolare, è stato avviato il progetto TANDEM (bando di tipo B) che vede come capofila l'azienda Olivotto Glass Technologies S.p.A.,

incentrato sullo sviluppo di processi industriali per la realizzazione di celle tandem e il progetto GoPV, focalizzato sullo studio di nuovi materiali per lo sviluppo di celle solari ad alta efficienza e sostenibili in termini ambientali ed economici che vede coinvolta l'azienda BeDimensional che si occupa dello sviluppo di materiali bidimensionali e la Kenosistec che sviluppa sistemi da vuoto per deposizione mediante sputtering, PECVD ed evaporazione. Infine, è stato avviato il progetto MARTA sul monitoraggio e la gestione avanzata in rete di impianti fotovoltaici che coinvolge l'azienda T.E.A. TEK S.p.A.

Nell'ambito del solare a concentrazione sono proseguite le attività del contratto di servizio con la società Sol.In.Par. In particolare, è stata fornita assistenza per le fasi di commissioning ed entrata in esercizio dell'impianto solare a concentrazione di Partanna. Si è, inoltre, proceduto alla definizione di tutte le grandezze necessarie per la misura delle performance dell'impianto. Nell'ambito del contratto di servizio con la società Stromboli Solar, si è conclusa l'attività di revisione della documentazione relativa al progetto esecutivo di un impianto CSP da 4 MWe con 15 ore di accumulo ed è proseguita l'attività di supporto al commissioning. L'impianto Stromboli, conferma che i meccanismi ed i piani di incentivazione sul solare a concentrazione previsti dal DM 23/06/2016 sono un valido strumento per lo sviluppo della tecnologia anche in Italia, e per la creazione di una filiera industriale CSP nazionale che possa competere a livello internazionale nella realizzazione di impianti CSP di grande taglia di nuova generazione. In parallelo sono state completate le attività di fornitura di servizi tecnici avanzati ad ENI, dove sono state analizzate la fattibilità tecnica economica dell'impiego di impianti solare termico a concentrazione a sali fusi accoppiati a sistemi di accumulo termico per la decarbonizzazione dei processi produttivi dei settori petrolchimico e di caratterizzazione di innovativi sistemi di collettori solari lineari sviluppati da ENI. Nell'ambito del contratto di collaborazione con ENI joint Cooperation Agreement (JCA) - Progetto 3 sono stati analizzati le tecnologie CST idonee per produzione di calore in processi industriali (e.g. Upstream, Chimica, etc) o in ambito di distretti residenziali/commerciali, eseguita una progettazione tecnica con stima dei costi di un SPTC (Small Parabolic Trough Collector), è stata inoltre eseguita un'analisi ottica e termica dei collettori ENI SPTC a media temperatura. È stata, inoltre, portata a termine una collaborazione con GlassPoint per lo scambio di informazioni relative all'impiego di sali fusi nei sistemi solari termodinamici.

Nell'ambito del progetto nazionale SolairHP (Bando RdS - CCSE - Tipo B) e del PTR 19-21 della RdS, è proseguito il percorso tecnologico d'integrazione tra PdC e apparecchiature solari in grado di incrementare l'efficienza del sistema complessivo e fornire all'industria strumenti per una corretta progettazione di sistemi integrati, tali da garantire soluzioni impiantistiche competitive nel settore della climatizzazione. In particolare, è stata sviluppata e testata un'innovativa PdC elettrica a compressione del tipo aria/sole-acqua, reversibile e "multisorgente", in grado di sfruttare sia l'irraggiamento solare che l'aria esterna, quali sorgenti esterne da fonte rinnovabile. Tale PdC utilizza inoltre CO<sub>2</sub> come fluido di lavoro e pannelli ibridi termo-fotovoltaici, in maniera tale da massimizzarne il rendimento nel periodo invernale quando le condizioni termoigrometriche dell'aria esterna comportano inevitabilmente una penalizzazione delle prestazioni delle PdC attualmente in commercio. Nell'ambito della generazione di potenza mediante turbine a gas alimentate con miscele idrogenate, l'attività in corso contribuirà a colmare il gap tecnologico tra le turbine a gas di grande taglia e le micro-turbine. Con riferimento ai cicli bottoming a CO<sub>2</sub> supercritica, l'impatto atteso è un sensibile aumento della flessibilità operativa con conseguente riduzione degli oneri di bilanciamento della rete elettrica a carico del sistema. Le attività di ricerca sulla CO<sub>2</sub> supercritica sono sinergiche rispetto ad altri progetti,

già finanziati in ambito H2020, sul recupero di cascami termici nel settore industriale. Inoltre, il riuso della CO<sub>2</sub> per la produzione di aggregati, attraverso la carbonatazione di scorie o la produzione di combustibili innovativi con processi al plasma freddo, rende economicamente sostenibile la decarbonizzazione di settori industriali ad alta emissione di carbonio.

Nell'ambito del PTR 22-24 della RdS, sono proseguite le attività per la climatizzazione sostenibile con lo sviluppo delle logiche di gestione di soluzioni integrate avanzate con sorgenti termiche multiple e dei relativi impianti. Gli obiettivi sono: la massimizzazione dell'impiego di fonti rinnovabili mantenendo prestazioni (COP, SCOP) elevate, con conseguente contributo alla decarbonizzazione del settore della climatizzazione residenziale; l'incremento della flessibilità d'impiego delle PdC, sia a livello di singola utenza che di agglomerati urbani più ampi; il contributo ad accrescere il ruolo attivo degli utilizzatori ad un uso consapevole dell'energia termica, in termini energetici, economici e di comfort; il supporto a costruttori e fornitori di componenti all'ottimizzazione dei loro prodotti, con particolare riferimento a macchine che impiegano refrigeranti a basso GWP, rientranti nella normativa F-GAS recentemente aggiornata.

Nell'ambito della generazione di potenza mediante turbine a gas alimentate con miscele idrogenate, l'attività in corso contribuirà allo sviluppo di tecnologie di combustione flessibili e a basso impatto ambientale, e a colmare il gap tecnologico tra le turbine a gas di grande taglia e le micro-turbine. Con riferimento ai cicli bottoming a CO<sub>2</sub> supercritica, l'impatto atteso è un sensibile aumento della flessibilità operativa con conseguente riduzione degli oneri di bilanciamento della rete elettrica a carico del sistema. Le attività di ricerca sulla CO<sub>2</sub> supercritica sono sinergiche rispetto ad altri progetti, già finanziati in ambito H2020, con riferimento al tema del recupero di cascami termici nel settore industriale. Inoltre, il riuso della CO<sub>2</sub> per la produzione di aggregati, attraverso la carbonatazione di scorie o la produzione di combustibili innovativi con processi al plasma freddo, rende economicamente sostenibile la decarbonizzazione di settori industriali ad alta emissione di carbonio.

Per quanto attiene alla tematica idrogeno, la realizzazione della Hydrogen demo Valley presso il CR ENEA Casaccia, un incubatore tecnologico per lo sviluppo della filiera dell'idrogeno, costituito da un insieme di infrastrutture hi-tech per la ricerca e sperimentazione lungo tutta la filiera per valorizzarne il suo utilizzo come vettore energetico e combustibile pulito per ridurre le emissioni di CO<sub>2</sub> nell'industria, nella mobilità, nella generazione di energia e nel condizionamento ambientale nel settore civile e residenziale, avrà certamente ricadute su imprese, associazioni di categoria, istituti di ricerca ed università che a vario titolo collaboreranno al progetto. L'Hydrogen Valley ha l'ambizione di essere il primo progetto dimostrativo dell'intera catena del valore dell'idrogeno e intende rappresentare un ecosistema che integra domanda e offerta di idrogeno, offrendo l'opportunità alle aziende nazionali di settore di fare innovazione e validare le proprie tecnologie in un ambiente dedicato, con il supporto di infrastrutture di rilievo e di personale qualificato. La collaborazione tra ENEA e Confindustria sulla mappatura delle tecnologie, del know-how, dell'evoluzione tecnologica e dei processi industriali che utilizzano idrogeno e dei potenziali in termini di consumo e di capacità produttiva nel breve, medio e lungo termine e per l'analisi della domanda e dell'offerta rispetto alle potenzialità di produzione e utilizzo in Italia dell'idrogeno green e degli investimenti necessari per lo sviluppo di una filiera dedicata, ha sollecitato l'interesse da parte di numerose aziende afferenti al settore Hard to Abate. In particolare, numerose aziende hanno richiesto ad ENEA supporto per la realizzazione di studi di fattibilità volti a valutare il potenziale utilizzo dell'idrogeno in settori produttivi specifici, piuttosto che per la predisposizione congiunta di proposte progettuali a valere su bandi nazionali ed europei.

Per quanto concerne le celle a combustibile, tecnologia d'elezione per un uso pulito ed efficiente dell'idrogeno, il Dipartimento è un punto di riferimento per l'interlocuzione fra l'industria del settore, la comunità scientifica e gli utilizzatori/consumatori. Il Dipartimento continua, infatti, a essere presente sia come partner sia come coordinatore in diversi progetti H2020 che hanno come obiettivo lo sviluppo della tecnologia delle celle a combustibile ad alta temperatura, operanti anche in modalità reversibile; in particolare, l'ENEA fornisce supporto alle aziende (nazionali ed europee) che sviluppano la tecnologia, attraverso l'esecuzione di test di validazione e caratterizzazione dei loro prodotti.

Nel settore dell'accumulo elettrochimico, sono attive collaborazioni con interlocutori industriali ai quali poter trasferire le conoscenze acquisite sulla preparazione dei materiali e la realizzazione degli elettrodi per batterie Li-ione, nonché la progettazione e il test di celle, moduli e pacchi di batterie, ivi compreso il relativo sistema elettronico di gestione e controllo (BMS) del sistema di gestione termica. Le attività di ricerca sui sistemi di accumulo Li-ione hanno condotto alla concessione di un brevetto nazionale, attualmente in fase di estensione a livello europeo, trovando già applicazione nell'ambito di contratti con prestigiosi partner industriali. Grazie alla partecipazione di ENEA al progetto IPCEI Batterie sono stati rafforzati i rapporti con molti stakeholder interessati alla creazione di una linea pilota pre-industriale e con le realtà industriali "upstream" che producono precursori per i componenti delle batterie. Inoltre, sono state avviate nuove collaborazioni industriali con realtà interessate ad espandere il loro business in ambito accumulo elettrochimico (es Vinavil e Standex), anche al fine di realizzare futuri brevetti congiunti.

Nell'ambito delle attività sul Biocalcestruzzo Aerato Autoclavato (BAAC), a seguito del deposito del brevetto BIOAERMAC è stato completato il suo sviluppo preindustriale. Entro il 2024 sarà presentato un prodotto commerciale.

Nell'ambito delle smart cities, della protezione delle infrastrutture critiche, della robotica e dell'Industria 4.0, la principale ricaduta sul sistema industriale è quella di costruire un sistema di filiere industriali che forniscono servizi di valore aggiunto, fornendo un contributo fondamentale alla transizione ecologica e digitale del paese (Smart Nation) in cui la transizione delle città italiane assume un ruolo chiave. Nel settore delle Comunità Energetiche Rinnovabili (CER), anche grazie all'avvio del nuovo laboratorio presso il tecnopolo Kilometro Rosso a Bergamo, grazie agli strumenti implementati (Recon ha registrato oltre 3.000 progettualità, Dhomus conta oltre 1.500 utenti) sono state avviate numerose iniziative a driver sia privato (industriale) che pubblico, indice di nuovi mercati e opportunità che stanno nascendo anche grazie alla recente definizione del quadro regolatorio che permette la predisposizione accurata di modelli di business. Inoltre, si sta fornendo supporto sia al sistema paese in ambito PNRR che alle regioni nei programmi di sviluppo (Liguria, Emilia-Romagna, Lombardia e Lazio) per implementare un adeguato modello di governo e sviluppo delle CER.

Anche nel settore delle infrastrutture critiche sono state avviate o sono proseguite varie iniziative rivolte a soggetti pubblici (Ministeri ed Enti locali), privati (Terna, Areti, ANAS) o consortili (Fabre, per attività di ispezione e analisi di ponti e viadotti ANAS e ASTM).

Sono attive collaborazioni con STm e trasferimenti tecnologici con VIASAT e SOLERZIA sulla sensoristica avanzata.

Infine, nel settore ICT, va rilevato che la disponibilità di infrastrutture integrate ICT, cloud e HPC consente di fornire servizi di calcolo sempre più performanti a disposizione delle attività progettuali dei vari Dipartimenti e delle numerose collaborazioni esterne nel campo dell'HPC e dell'analisi dei dati con tecniche di intelligenza artificiale, sia nell'ambito della ricerca pubblica che in quella delle imprese

industriali. Per il progetto TEXTAROSSA di EuroHPC, si è provveduto ad espandere la capacità dei sistemi di storage ad alte prestazioni da circa 1000 TBytes a 5000 TBytes e a rendere disponibile un cluster di nodi ibrido con acceleratori FPGA completo degli ambienti di sviluppo disponibile per attività di ricerca sulla sostenibilità energetica dei sistemi della classe exascale. Sono state inoltre avviate numerose proposte progettuali che vertono a portare l'infrastruttura HPC ai massimi livelli nazionali.



# Dipartimento Sostenibilità, circolarità e adattamento al cambiamento climatico dei Sistemi Produttivi e Territoriali (SSPT)

**Direttore: Roberto Morabito**

## **FINALITÀ E STRATEGIE**

Il Dipartimento Sostenibilità, circolarità e adattamento al cambiamento climatico dei Sistemi Produttivi e Territoriali- SSPT (già Dipartimento Sostenibilità dei Sistemi Produttivi e Territoriali -SSPT) sviluppa, implementa e promuove l'eco-innovazione dei sistemi di produzione e consumo, contribuendo alla definizione e all'attuazione delle strategie e delle politiche del Paese. Il Dipartimento, per attuare tali azioni, svolge attività di ricerca e sviluppo, implementazione, validazione di strumenti, metodologie e tecnologie innovative, modellistica, sistemi esperti nel quadro generale della transizione verso modelli di produzione e di consumo più sostenibili. Opera in particolare nei settori dell'uso efficiente delle risorse e chiusura dei cicli nei processi produttivi e sul territorio, dei nuovi materiali e dello sviluppo di tecnologie di fabbricazione su di essi basati, dello studio dell'atmosfera e dell'oceano a diverse scale spazio temporali, dell'ingegneria sismica e del rischio idrogeologico, della salvaguardia e sicurezza della popolazione e dei territori, per la conservazione e valorizzazione del capitale naturale e del patrimonio artistico, del sistema agro-industriale per la valorizzazione e la competitività delle produzioni alimentari in termini di qualità, sicurezza e sostenibilità, dei meccanismi e degli effetti degli agenti chimici e fisici in relazione alla protezione della salute.

L'offerta del Dipartimento si rivolge alla Pubblica Amministrazione centrale, regionale e locale, al settore delle imprese e ai cittadini. Il Dipartimento, grazie alle competenze multidisciplinari presenti e alla capacità di integrazione e messa a sistema delle stesse, opera con un approccio di tipo sia "verticale", sulle tematiche proprie delle Divisioni, sia "orizzontale" su diverse tematiche trasversali per rispondere in modo sinergico alla domanda proveniente dal Sistema Paese.

Il quadro di contesto in cui trovano indirizzo le attività del Dipartimento sono i programmi dei principali organismi internazionali (ONU e Unione europea, riportando a titolo esemplificativo la Convenzione Quadro sui Cambiamenti Climatici delle Nazioni Unite, la EU strategy on adaptation to climate change, il Circular economy package, Horizon Europe e Green Deal, Advanced Materials Initiative AMI2030) nonché, in ambito nazionale, i programmi delle istituzioni principali nei settori di intervento del Dipartimento (MASE e MIMIT), il Piano Energia Clima 2030 e la Strategia Energetica Nazionale, nonché il Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza. Le attività del Dipartimento vengono svolte nell'ambito di convenzioni e accordi di programma con la PA centrale, in particolare MASE e MIMIT, con riferimento ai temi dell'economia circolare e delle misure di adattamento ai cambiamenti climatici, e MUR con l'impegno nelle piattaforme e nei Cluster tecnologici nazionali, nel Programma Operativo Nazionale Ricerca e Innovazione e nella componente "dalla ricerca all'impresa" dei progetti finanziati dal PNRR Missione 4; della fornitura di servizi avanzati alle Amministrazioni pubbliche a livello regionale e locale, e del supporto per l'individuazione di possibili finanziamenti nazionali e comunitari; del trasferimento dei risultati della ricerca al sistema produttivo, sociale e culturale; della partecipazione a progetti nazionali e internazionali con altri enti/amministrazioni e soggetti pubblici.

Nel 2023, il Dipartimento, in accordo con i vertici dell'ENEA, ha deciso di aggiornare la propria denominazione: Sostenibilità, circolarità e adattamento al cambiamento climatico dei Sistemi Produttivi e Territoriali (SSPT). La nuova denominazione sarà ufficialmente adottata nel 2024.

## **PRINCIPALI RISULTATI RAGGIUNTI NELL'ANNO 2023, CON RIFERIMENTO AGLI OBIETTIVI INDICATI NEL PIAO 2023-2025**

### **Obiettivo Specifico SSPT.OS.01 – Sviluppare tecnologie, metodologie e strumenti per la gestione efficiente delle risorse al fine di supportare l'attuazione di politiche e pratiche di economia circolare e di chiusura dei cicli**

Nel corso del 2023 il Dipartimento ha consolidato il suo ruolo nelle attività legate alla transizione verso modelli di Economia Circolare e Bioeconomia.

A livello europeo ENEA ha un ruolo di leadership nei gruppi dell'ECESP (European Circular Economy Stakeholder Platform) e continua la partecipazione alla EIT RawMaterials; inoltre, con i progetti SCREEN2 (terminato nel '23) e SCREEN3 (avviato nel '23) fa parte del network europeo per la definizione delle strategie sulle materie prime critiche. Le attività di ricerca, a livello europeo, sui temi del riciclo e delle materie prime critiche hanno visto la partecipazione di ENEA ad importanti progetti sulle tecnologie e sui processi industriali per il recupero e riciclo di pannelli fotovoltaici e batterie a fine vita (ricordiamo EVERPV e le attività specifiche previste in Mission Innovation), a queste azioni si affianca anche l'avvio della costruzione di un hub tecnologico, finanziato nell'ambito IPCEI EUBATIN, per il riciclo delle batterie a fine vita.

A livello nazionale l'ENEA coordina l'Italian Circular Economy Stakeholder Platform (ICESP) cui partecipano oltre 300 organizzazioni di stakeholder. ENEA partecipa inoltre in supporto al MASE all'Osservatorio per la Strategia Nazionale dell'Economia Circolare e al Tavolo Nazionale Materie Prime Critiche, istituito con decreto congiunto dal MiMIT e dal MASE, dove ENEA coordina i tavoli tecnici su ecodesign e urban mining; ENEA è anche il soggetto gestore della Piattaforma italiana del Fosforo, finanziata dal MASE, che è il primo esempio nazionale di azione integrata per la chiusura del ciclo lungo la catena di valore di un materiale critico.

L'ENEA ha un ruolo importante anche nella definizione delle metodologie e degli strumenti di analisi per l'economia circolare, si pensi al ruolo di Presidenza della Commissione Tecnica UNI per l'Economia Circolare (CT 057) e al coordinamento a livello italiano dell'iniziativa internazionale "ISO/TC 323 Circular economy", oltre alla partecipazione alla UNI CT058 "Sustainable Cities and Communities". Con il progetto ARCADIA (rifinanziato dal MASE sino al 2029) l'ENEA coordina l'aggiornamento della banca dati nazionale LCA. Inoltre con il progetto LIFEproETV, l'ENEA ha collaborato alla definizione dello schema volontario europeo per supportare l'adozione di tecnologie ambientali innovative (ETV); ENEA è il soggetto promotore per l'Italia di tale metodologia ETV. Nel 2023, sono proseguite le attività di supporto al MIMIT nell'implementazione del Regolamento REACH e sulle tematiche delle materie prime critiche e dell'economia circolare in generale con, ad esempio, le collaborazioni nell'ambito del programma Ricerca di Sistema Elettrico sul tema dell'efficienza energetica dei sistemi di trattamento delle acque reflue, e nelle attività di supporto e gestione dell'intervento agevolativo "Economia Circolare" (DM 11 giugno 2020). Con il MASE proseguono le attività per le azioni di sostegno alla Simbiosi Industriale e, inoltre, è stato firmato a fine anno, il rinnovo del progetto BIAS su eco-distretti industriali e autorizzazioni integrate ambientali.

Sui temi della Bioeconomia circolare legata ai sistemi agroalimentari, l'ENEA continua la partecipazione al MoU tra la FAO e i più importanti Enti di Ricerca nazionali (CNR, ENEA, CREA e ISPRA) e a livello euromediterraneo la partecipazione all'iniziativa PRIMA. In ambito europeo, continua l'impegno di ENEA in qualità di partner beneficiario ai progetti "iNEXT-Discovery - Infrastructure for transnational access and discovery in integrated structural biology" e nell'ambito della call H2020

INFRAIA-01-2018-2019 Integrating Activities for Advanced Communities – Integrating and opening research infrastructures of European interest - Azione RIA, FNS-CLOUD e PROVIDE, progetti finalizzati alla creazione e coordinamento di centri di ricerca pan europei. Ulteriore impulso a queste attività viene dal progetto europeo PEFMED PLUS: condivisione di conoscenze e metodologie riguardanti l'impronta ambientale di prodotto nel settore agroalimentare. A livello europeo, nell'ambito del progetto DELISOIL, le attività di RS&T di ENEA si focalizzano sulla valorizzazione dei residui industriali della filiera agro-alimentare per la produzione di ammendanti/soil improvers per migliorare la salute dei suoli e la produttività agraria secondo un approccio di bioeconomia circolare. Infine, continua l'impegno di ENEA per la produzione di nuovi ingredienti e prodotti cosmetici da una serie di matrici vegetali, siano esse primarie o di scarto (progetto InnCoCells). Le attività di RS&T continuano ad essere dedicate alla costruzione e proposizione di progettualità in ambito CBE-JU. Particolare attenzione è inoltre stata dedicata al settore della Blue Bioeconomy attraverso la partecipazione in partenariato pubblico-privato al Contratto di Innovazione MIMIT DEMETRA, appena avviato, e alle attività di RS&T nell'ambito del progetto finanziato PRIN VITADWASTE.

A livello nazionale continua ad essere rilevante il ruolo svolto nell'ambito della Strategia Nazionale sulla Bioeconomia attraverso il coordinamento interministeriale di MiSE, MUR e MiPAAF, oltre alla partecipazione a gruppi di lavoro dei Clusters Tecnologici Nazionali "Fabbrica Intelligente" sulla manifattura, CL.A.N. sull'AgriFood, Trasporti e Blue Growth sulle biotecnologie marine, così come a livello regionale la partecipazione ai Clusters Lucani sulla Bioeconomia e Basilicata Creativa e al Consorzio TeRN-Tecnologie per l'Osservazione della Terra ed i Rischi Naturali. In particolare, nell'ambito del PNRR sono stati presentati ed approvati diversi progetti sulla Missione 4 Componente 2 "dalla Ricerca all'Impresa" attraverso bandi del MUR. Sui temi dell'economia circolare applicata alla filiera agroalimentare il Dipartimento è impegnato su:

Centro Nazionale New models of circular economy in agriculture through waste valorization and recycling, focalizzato su tematiche quali la produzione di nuovi materiali, compositi e composti a base biologica, energia, estrazione di nutrienti, creazione di nuovi prodotti, sviluppo di nuovi strumenti per l'ambiente;

Centro Nazionale AGRITECH che prevede interventi di RS&T per il Potenziamento di strutture di ricerca e creazione di "campioni nazionali" di R&S su alcune Key Enabling Technologies – Area Tematica: Tecnologie dell'Agricoltura; Partenariato Esteso ON Foods – "Research and innovation network on food and nutrition Sustainability, Safety and Security – Working ON Foods" – Spoke 2 SMART AND CIRCULAR FOOD SYSTEM AND DISTRIBUTION, dove ENEA è coleader del WP2.1 New technologies for food waste recovery; SUS-MIRRI.IT, per il rafforzamento dell'Infrastruttura di Ricerca italiana MIRRI per la Bioscienza e Bioeconomia sostenibili. A questi si aggiungono le attività sui temi dell'economia circolare, sui progetti PNRR ECOSISTER Spoke5 "Circular economy and blue economy" e RAISE "Robotics and AI for Socio-economic Empowerment" Spoke4.

Nel 2023 sono continuate le collaborazioni con la PA locale; in particolare, con la Regione Lombardia dove sono proseguite le attività di 10 borse di dottorato coordinate da ENEA in collaborazione con le Università Uni Brescia, POLIMI e Università di Milano Bicocca. Nella Regione Basilicata prosegue, in collaborazione con il Cluster Basilicata Creativa (POR FESR 2014-2020 Asse I), il progetto Basilicata Heritage Smart Lab volto a supportare la sperimentazione di prototipi innovativi nei settori della creatività, della cultura e del turismo. Nel corso del 2023 è continuato il rapporto con la Regione Marche, UNICAM e le imprese afferenti all'iniziativa BIO-KIC, avviato con la costituzione del Laboratorio di

ricerca applicata MARLIC (Marche Applied Research Laboratory For Innovative Composites), POR Marche FESR 2014-2020, focalizzato sui materiali bio e sull'approccio della circolarità dell'uso e del riuso di materie prime e seconde. Nel 2023 si è, inoltre, rafforzato il rapporto con la Regione Lazio sia con la sigla per il finanziamento dell'infrastruttura di ricerca aperta PRISMA (riciclo dei rifiuti in plastica da RAEE) sia con le attività afferenti al settore dell'estrazione e valorizzazione di biomolecole da processi produttivi agroindustriali (Progetto NOVIPOM) e sistemi biorigenerativi per la produzione nello spazio (Progetto SOLE). Particolare sviluppo ha visto la valorizzazione del Brevetto congiunto ENEA-FOS MICROCOSMO, che ha condotto alla produzione e commercializzazione di 10 Microcosmi da parte della licenzataria Piano Green Srl, con significativi ritorni economici per ENEA sotto forma di royalties. Nell'ambito delle attività in supporto alle imprese sono state avviate attività nel settore della gestione integrata dei rifiuti e della risorsa idrica con ACEA, HERA, AQUASER, WATER ALLIANCE, UTILITALIA, ENEL, CONAI, ENI, Costa Crociere. Sul tema della Simbiosi Industriale sono proseguite le attività del Progetto finanziato dalla Fondazione CARIPLLO "CREIAMO - Economia Circolare delle filiere olivicola e vitivinicola, valorizzazione dei sottoprodotti e degli scarti tramite processi innovativi e nuovi modelli di business". In merito ai servizi avanzati per l'agroindustria, grazie anche alle attività di CSAgri, continua la collaborazione con SPECIAL PRODUCT'S LINE nel settore della farmaceutiche da pianta, con JANSSEN, UNICAM-BIOSOS e ALFRUS SpA per l'impiego di matrici vegetali, sottoprodotti e scarti (materie seconde) con UNITED GENETICS, PSB, CONVASE, CGSementi, CDI-Mukki, LA MARZOCCO, per il miglioramento genetico, caratterizzazione genomica e metabolomica di colture di interesse industriale, con Biological Care nel settore delle tecniche di allevamento massale di artropodi utili, con BIOVECBLOCK per la riduzione dei rischi sanitari negli ambienti urbani determinati da insetti vettori (zanzara tigre) e con G&A ENGINEERING e CULTIFUTURA per la produzione ottimizzata di microverdure in sistemi chiusi.

Nel 2023 sono continuate le attività di formazione relative al bando per borse di studio per giovani laureati, finanziate da ERION (lanciato a novembre 2022) cui si affiancano le attività, sui temi della bio economia e dell'economia circolare, promosse dalla Regione Puglia (progetto Riparti) con il finanziamento di Assegni di Ricerca per attività di ricerca sviluppate insieme a imprese locali.

**Obiettivo Specifico SSPT.OS.02 – Sviluppare materiali innovativi, studiati anche sotto il profilo della sostenibilità, favorendone l'applicazione in diversi settori industriali**

Nel 2023 sono state concluse con successo le attività di due progetti H2020. Il primo è PULSE COM, dedicato alla messa a punto e applicazione di materiali polimerici fotomobili le cui previste applicazioni sono nelle finestre intelligenti e nella realizzazione di microgeneratori di elettricità. Il secondo è SI-DRIVE, dedicato allo sviluppo di materiali innovativi per batterie: anodi a base di silicio e liquidi ionici elettrolitici.

Il collegamento con le tematiche dell'energia, si sviluppa anche mediante le attività di Mission Innovation, ove le stesse polveri di silicio per batterie vengono ottenute mediante macinazione di celle fotovoltaiche, e di IPCEI EUBatin2, mediante lo sviluppo di liquidi ionici destinati alla loro fabbricazione. Inoltre nell'Accordo di Programma RSE (PTR 2022-2024) – Tema 1.4 assegnato al coordinamento di SSPT-PROMAS, continuano le attività di sviluppo dei materiali per la conversione del calore disperso in energia elettrica (effetto termoelettrico e piroelettrico). A questa azione si aggiungono lo sviluppo di sorgenti di luce integrabili in componenti edilizi e di nano-catalizzatori magnetici.

Altre attività del Tema 1.4 ADP RSE riguardano lo sviluppo di tecnologie di Additive Manufacturing (AM), che hanno prodotto vivace interesse da parte dei valutatori CSEA. Esse fanno parte di un quadro molto

più ampio di attività di AM. Infatti, completata la installazione e il collaudo delle apparecchiature, l'Infrastruttura MAIA (4,6 M€) è stata oggetto di visite da parte dei responsabili degli Spazi Attivi della Regione Lazio ed è oramai operativa al 80%. MAIA sarà dedicata alla realizzazione di materiali, processi e manufatti AM per componenti del settore aeronautico e biomedico.

Le attività di "stampa 3D" di materiali riguardano un ventaglio ancora più ampio di applicazioni, perseguite con attrezzature di taglia più piccola: sviluppi di materiali ceramici 3D, qualifica di rame secondario per stampa 3D, compositi polimerici arricchiti con nanoparticelle funzionali sintetizzate con plasma termico. Riguardo allo sviluppo delle tecnologie AM, nel 2023 è stato acquisito il progetto INSPIRATION - "Processi e materiali per la fabbricazione additiva laser integrata e sostenibile", che prevede la realizzazione di una nuova metodologia di stampa 3D di materiali metallici.

Le numerose apparecchiature utilizzate, sono la base di una rete articolata e sinergica di competenze e di offerta di innovazione che viene supportata da uno specifico gruppo di lavoro. Di tale rete fanno parte anche le apparecchiature del nuovo Laboratorio "Materiali e processi industriali sostenibili 4.0", collocate presso la nuova Sede ENEA presso il Parco Scientifico Tecnologico KmRosso di Bergamo. L'utilizzo delle risorse assegnate si è concluso con successo nel 2023 e sono in corso di fabbricazione dimostratori di scambiatori di calore realizzati in materiale ceramico, della tipologia "triply periodic minimal surface" (TPMS) nel contesto di attività di formazione di tesisti della Università di Bergamo.

Le attività di ispezione e test non distruttivi, che sono condotti avvalendosi delle ampie disponibilità strumentali della Divisione PROMAS, sono stati sviluppati e perfezionati con successo, sia tramite commesse finanziate dalle industrie aerospaziali (AVIO), che con commesse finanziate da vari operatori del settore del patrimonio artistico, ma anche tramite progetti transfrontalieri dedicati alla messa a punto di metodologie di misura della efficienza energetica negli edifici. Tale offerta copre anche la Pubblica Amministrazione, attraverso un ampio lavoro di ispezione termografica sulle coperture edilizie degli ambienti interni ed esterni del Palazzo della Farnesina sede del MAECI, concluse con successo nel 2023.

Riguardo alle attività connesse al settore Aerospazio, concluse le attività tecnico-scientifiche dei 7 progetti LAerospAZIO, le competenze sono state riversate nel deposito di un brevetto per la realizzazione di schermi di radiazione, nella partecipazione agli eventi ed ai bandi ASI, nella collaborazione alla preparazione della partecipazione ENEA alla proposta di ecosistema PNRR per l'aerospazio, denominata SPACE-IT-UP. Queste azioni sono supportate dall'azione aggregante di una specifica Task Force che unisce lo sviluppo delle competenze di settore di tutti i laboratori della Divisione.

Nell'ambito dei bandi EIT RawMaterials GmbH, ENEA prosegue le attività di coordinamento del progetto FENICE (upscaling delle tecnologie di fabbricazione dei materiali compositi) e di partecipazione al progetto PARSIVAL ("Panels Recycling to create Silicon VALue chain"), che ha l'obiettivo di produrre polveri di silicio da celle solari di pannelli fotovoltaici esausti, per il loro reimpiego nella fabbricazione di batterie.

Nel 2023 prosegue la partecipazione alle attività dell'Ecosistema dell'Innovazione ECOSISTER (Regione Emilia Romagna) e del Partenariato Esteso per gli Scenari Energetici del Futuro NEST.

Nel settore dei polimeri funzionali, è da segnalare l'acquisizione della commessa "Deposizione film sottili e realizzazione dispositivi (celle) in grado di variare l'emissività IR", da parte del Centro Regionale di Competenza Tecnologie Scarl. Infine, nel settore dell'utilizzo dei materiali compositi sostenibili, già oggetto di numerosi Progetti coordinati e partecipati dal personale di Faenza, presso il centro di Portici

sono iniziate le attività dell'Accordo di Collaborazione MARIS - Materiali compositi Avanzati ottenuti dal Riciclo di materiali di Sfrido (o Scarto) (Accordo di Innovazione sottoscritto da Aerosoft srl, finanziato dal MIMIT). La messa a punto di compositi sostenibili e – se possibile – completamente riciclabili riveste grande potenziale di sviluppo per la fabbricazione delle turbine eoliche.

**Obiettivo Specifico SSPT.OS.03 – Sviluppare tecnologie, strumenti e modelli per la prevenzione e riduzione dei rischi naturali e antropici, per la protezione degli ecosistemi e della biodiversità e per la preservazione del patrimonio culturale**

Nel 2023, molte delle attività sono state dedicate all'attuazione dei progetti PNRR. Il progetto PNRR RAISE "Robotics and AI for Socio-economic Empowerment" mira a creare un ecosistema di innovazione specifico per le esigenze della Regione Liguria e basato sui domini scientifici e tecnologici dell'AI e della Robotica. In tale ambito, le attività di diretta competenza del Dipartimento sono in linea con il cronoprogramma e le previsioni finanziarie. Il progetto PNRR "Unlocking the Potential for Health and Food from the seas (EMBRC-UP) ha come obiettivo il potenziamento dell'infrastruttura di ricerca EMBRC Italia, anche in questo caso le attività sono in linea con il cronoprogramma mentre circa il 75% degli acquisti è già stato espletato.

Nel progetto PNRR RETURN il Dipartimento è coinvolto negli Spoke 2 "Ground instabilities", Spoke 3 "Earthquake and volcanoes" e Spoke 4 "Environmental degradation". In tale ambito sono state svolte attività per la valutazione del funzionamento del dispositivo di isolamento sismico posto sotto i Bronzi di Riace e sono state messe a punto metodologie per la valutazione dei rischi sismico e idrogeologico e la definizione di sistemi e tecnologie per la mitigazione dei rischi e la salvaguardia dei beni esposti presso il Museo Archeologico Nazionale di Reggio Calabria; per le attività relative al degrado ambientale sono state testate tecniche di bioremediation di suoli contaminati e fatte valutazioni di effetti e rischi legati alla contaminazione.

Fra le attività a supporto della PA, si ricorda la realizzazione per il MASE della Banca Dati Sif-Web (Sistema informativo per un corretto uso di prodotti fitosanitari). Si è concluso il progetto ISSPA-FEAMP per la pianificazione dell'acquacoltura e dello spazio marittimo nella Regione Campania. È stato dato un contributo alla stesura del Piano di Adattamento ai cambiamenti climatici della Città di Roma, in particolare sugli impatti dei cambiamenti climatici sulla biodiversità. Inoltre si è dato supporto agli enti locali con la definizione delle aree di rischio idrogeologico, mediante mappe di rischio utili alla gestione del territorio (contratto con ARTA Sicilia) oltre alla partecipazione al Programma Annuale Consortile (PAC) di ART-ER, mediante contributo in-kind che ENEA, in qualità di socio, deve fornire per la realizzazione del programma stesso.

Numerose anche le attività di collaborazione con Sovrintendenze e Musei (Aosta, Parco del Colosseo, Parco di Ostia Antica, Galleria Borghese) e operatori del restauro (Tomasì per Villa Pamphili), oltre che a supporto di Parchi e Città Metropolitane (Parco del Po, Parco del Lura, Città Metropolitana di Torino) per la pianificazione e gestione della riqualificazione di ambienti fluviali e aree verdi. Anche in questi ambiti sono stati svolti assegni di ricerca e tesi di laurea ed effettuata una intensa attività di divulgazione. Infine si è collaborato, nell'ambito del progetto Basilicata Heritage Smart Lab, con le soprintendenze per l'avvio di azioni efficaci per la gestione e valorizzazione del patrimonio dei musei di Ridola e Lanfranchi di Matera.

Continua l'attività di supporto al MASE per il trasferimento tecnologico verso i Paesi in Via di Sviluppo con l'avvio di un atto esecutivo e l'organizzazione di una conferenza in Thailandia su impatti di inquinamento e cambiamento climatico sugli ecosistemi terrestri. Sempre nel 2023 sono stati

completati i progetti per il contrasto ai cambiamenti climatici con Tonga e Vanuatu, mentre si sono svolte e sono in corso attività nello stesso ambito con Cuba.

Sono proseguite le attività dei progetti HORIZON "Polyrisk" e "MINKE" sui temi dell'impatto da microplastiche e della metrologia, rispettivamente. Conclusi anche i progetti "Life-Blue Lakes" e "Water JPI-Bloowater", sui temi delle microplastiche e dei bloom algali nei laghi, nell'ambito dei quali sono state svolte anche numerose e innovative azioni di disseminazione (es. spettacoli teatrali) e di formazione per la PA (nuovi protocolli per le ARPA). Inoltre, sono state svolte altre attività di supporto alle imprese coi progetti (finanziati da fondi FESR attraverso imprese) DIP e UNDRROID, che miravano a testare strumentazione quali ROV e sistemi di simulazione per l'addestramento di operatori subacquei. Continuano nel 2023 i Progetti "Emodnet Data Ingestion" e "Emodnet Geology 5" che contribuiscono alla gestione dei dati marini e alla produzione di cartografia geologica a supporto di comunità scientifica e PA. Inoltre si è collaborato con il JRC per analisi di qualità di materiali certificati in ambito analitico chimico e per ACEA Elabiori nell'ambito della depurazione acque. Sono stati svolti progetti afferenti alle attività del PNRA (Antartide) quali BIOROSS e PRA (Artico) con MICROTRACER (microplastiche in Artico). Nel 2023 è stato completato il Progetto PoC "BBC-Biosensori per i Beni Culturali", finanziato da ENEA, per la realizzazione di sensori utili alla diagnostica dello stato di conservazione di libri antichi.

Infine, nell'ambito delle tecnologie innovative per la mitigazione del rischio sismico e geomorfologico e per il monitoraggio di strutture e infrastrutture critiche, sono continuate le attività nell'ambito del piano della Ricerca di Sistema Elettrico nazionale: edifici ad alta efficienza per la transizione energetica (in collaborazione con DUEE, coordinatore per ENEA, nel progetto 1.5 LA 2.12-2.13) per la definizione di metodologie per la valutazione della vulnerabilità sismica del costruito e lo sviluppo di sistemi di messa in sicurezza sostenibili e a basso impatto. Mentre, nel progetto REHOUSE -HORIZON-CL5-2021-D4-02- Innovation Action, sono state svolte attività per la valutazione speditiva della sicurezza sismica del costruito e l'identificazione meccanica dei materiali in sito. Sempre in collaborazione con il Dipartimento DUEE, nel Progetto Multiclimact, sono state realizzate delle indagini in sito sugli elementi strutturali.

**Obiettivo Specifico SSPT.OS.04 - Sviluppare tecnologie, strumenti e modelli, condurre studi e sviluppare scenari relativi ai cambiamenti climatici e alla qualità dell'aria con l'obiettivo di favorire l'attuazione di politiche di contrasto e la realizzazione di azioni di mitigazione e adattamento**

Nel corso del 2023 si è rafforzata la diffusione dei servizi climatici come strumento per la lotta al cambiamento climatico; sono continuate le attività di interazione e coinvolgimento dell'utenza industriale e istituzionale in una serie di iniziative progettuali di innovazione e ricerca al fine di sviluppare dimostratori di servizi climatici e strumenti tecnologici a livello prototipale e pre-operativo per settori socio-economici strategici per il sistema paese come la distribuzione elettrica (Terna), il sistema assicurativo (UNIPOL SAI, nell'ambito delle attività del PNRR ICSC) e il settore logistico (Federlogistica - Conftrasporto nell'ambito dei servizi a supporto delle infrastrutture critiche nelle aree costiere vulnerabili nel progetto H2020 CoCliCo). Sono inoltre continuate le attività di sviluppo della modellistica climatica ad alta risoluzione di nuova generazione. Le attività sul progetto PNRR RETURN hanno interessato la produzione di scenari climatici futuri sull'area euro-mediterranea per supportare la governance italiana nella gestione del rischio di catastrofi. Nel progetto H2020 CoCliCo si sono sviluppate proiezioni climatiche accoppiate aria-mare per il bacino mediterraneo nell'ottica della produzione di informazioni e servizi costieri relativi all'innalzamento del livello del mare, tali proiezioni sono state anche di supporto alle politiche di adattamento ai cambiamenti climatici per il litorale di

Roma Capitale, come riportato nel Piano Clima di Roma. Con il progetto Careheat si sono analizzate le ondate di calore marine ad alto impatto per gli ecosistemi. Mentre, nell'ambito delle attività con il Copernicus Climate Change Services, si è sviluppato il controllo sulla qualità dei dati climatici.

Sono inoltre proseguite le attività della previsione operativa quotidiana di qualità dell'aria su scala Europea (contratto di servizio Copernicus-ECMWF) e Nazionale (FORAIR-IT, anche nel contratto di servizio Copernicus National Collaboration Programme). Sono stati avviati due progetti Horizon Europe mirati al miglioramento delle previsioni europee di qualità dell'aria. Inoltre, sono stati completati 2 importanti progetti PON, di cui uno per il potenziamento dell'osservatorio di Lampedusa nell'ambito dell'infrastruttura ACTRIS (in aggiunta a ICOS terminato a fine 2022), e il Progetto "Marine Hazard". L'osservatorio di Lampedusa è ora in grado di fornire una grande quantità e varietà di dati che lo rendono un nodo centrale per l'aggiornamento di numerose banche dati internazionali e delle relative reti tra enti di ricerca e istituzioni internazionali oltre che per fornire servizi tecnico scientifici per l'utilizzo di dati da satellite come per le attività effettuate per SERCO (una delle prime aziende nel mondo di servizi in ambito spaziale).

Parallelamente, si è fornito un supporto al Ministero dell'Ambiente e della Sicurezza Energetica nel contesto della negoziazione della nuova Direttiva sulla qualità dell'aria. Questo supporto si è articolato attraverso una partecipazione attiva ai tavoli tecnici europei, rappresentati dall'iniziativa Fairmode, e a quelli intercontinentali, sotto l'egida della Convenzione ONU-ECE dedicata alle tematiche ambientali legate all'aria. Un elemento di spicco in questa serie di attività è stato anche l'Accordo di Collaborazione finalizzato alla misurazione delle emissioni inquinanti prodotte dalle pizzerie, un'iniziativa che sottolinea l'importanza di affrontare le questioni ambientali anche in ambiti specifici e quotidiani.

È proseguito l'impegno nelle attività del PNRA (Antartide), dove si sono svolti i progetti Whetstone, SENTINEL e IAMCO (dedicato alla gestione degli osservatori meteo-climatologici antartici).

In aggiunta, si è proseguita la collaborazione con i Carabinieri Forestali (all'interno di un Accordo di Collaborazione e un progetto Life) per lo sviluppo di un avanzato sistema di misurazione della visibilità atmosferica. Questo progetto si inserisce in un più ampio contesto di interesse per la tutela ambientale e la sicurezza, dimostrando l'impegno nell'applicazione di tecnologie innovative per la salvaguardia dell'ambiente e la salute pubblica. Questa serie di iniziative e collaborazioni sottolinea l'importanza di un approccio multidisciplinare e cooperativo nella gestione e nel miglioramento della qualità dell'aria, elemento cruciale per il benessere dell'ecosistema e della società nel suo insieme. Infine ENEA continua le attività nell'ambito del Technology Mechanism dell'UNFCCC e a livello nazionale ha concluso, nel 2023 col progetto CO2MPARE Evolution in collaborazione con il MEF- Ragioneria di Stato Unità di Missione Next Gen EU- e il PdC dip. Coesione NUVAL, la valutazione dell'impatto carbonico del PNRR e FESR e JTF 2021-27.

### **Obiettivo Specifico SSPT.OS.05 - Sviluppare tecnologie e strumenti per favorire la sostenibilità nei sistemi produttivi agroalimentari**

A livello nazionale, nell'ambito del PNRR, sono stati avviati diversi progetti sulla Missione 4 Componente 2 "dalla Ricerca all'Impresa". Sulle tematiche della sostenibilità dei sistemi agroalimentari il Dipartimento è coinvolto: (i) nel Centro Nazionale AGRITECH dove l'obiettivo è generare certificazioni di prodotto delle aziende più rigorose integrando misurazioni di performance finanziarie e non finanziarie con metriche sull'impatto ambientale di prodotti, processi, imprese e filiere; (ii) nell'Infrastruttura di Ricerca METROFOOD (proponente ENEA), per il potenziamento dell'Infrastruttura esistente, inserita nel PNIR tra le Infrastrutture ad alta priorità. Le soluzioni tecnologiche sviluppate



integreranno la carta di servizi dell'infrastruttura METROFOOD-RI anche in vista della costituzione dell'ERIC. Il set di servizi offerti consentirà all'infrastruttura di agire come interfaccia tra ricerca e innovazione, attori industriali e consumatori nell'ottica della decarbonizzazione dei processi e della realizzazione di soluzioni per l'economia circolare e la bioeconomia; (iii) nella Infrastruttura di Ricerca MIRRI per valorizzare la biodiversità microbica garantendo alla comunità scientifica e industriale l'accesso alle risorse microbiche, ai loro derivati nonché a tutti i metadati associati; (iv) nel Partenariato Esteso ON Foods - Research and innovation network on food and nutrition Sustainability, Safety and Security - Working ON Foods", ed in particolare nelle attività dello Spoke 3 FOOD SAFETY OF TRADITIONAL AND NOVEL FOODS.

Prosegue inoltre la collaborazione con ASI sui progetti dell'AgroSpace (GREEN CUBE, MIG 2, HORTSPACE e REBUS), ponendo l'ENEA in una posizione di leadership nel panorama nazionale. Questa attività si consolida e si rafforza con nuovi filoni di ricerca e sviluppo sul tema della chiusura dei cicli di produzione in ambienti estremi e sulla messa a punto di un microsatellite da lanciare nello spazio per il monitoraggio remoto della produzione di microverdure, con importanti ricadute applicative per l'esplorazione nello spazio e per tutte le attività di "Indoor precision farming". Sempre a livello nazionale proseguono importanti progetti finanziati nell'ambito dei PON MUR (TEBAKA) e MiSE (NUTRI3D), così come l'iniziativa SOIL-HUB a supporto della partecipazione dell'Italia alla Global Soil Partnership e alla rete di eccellenza europea sulla ricerca sul suolo (EJP - SOIL), con l'obiettivo di arginare e mitigare l'impatto dei cambiamenti climatici sui sistemi agricoli.

A livello regionale prosegue l'attività dei progetti PSR della Regione Basilicata su diverse filiere agroalimentari (INNOPROLATTE, Formaggi Lucani PLUS, CEREALIA, PROSIT, TRASIRRIMA, NUTRI.FE, TINNOGEPRA) e PROTEAGRI, del PSR Regione Lazio (SIMODROFILA) e la collaborazione con ARSIAL per il controllo ecosostenibile della cimice asiatica e del moscerino dei frutti rossi. A livello europeo rimane forte il collegamento con le attività afferenti ad ESFRI con l'iniziativa METROFOOD-RI e l'avvio dell'early stage per la costituzione dell'ERIC nel dominio Health and Food, così come in ambito Horizon, che ha visto la prosecuzione del progetto DataCloud - Sharing food and nutrition security data towards 2030, per lo sviluppo di sistemi di sicurezza e tracciabilità in ambito food, unitamente alla continuazione di FOODSAFETY4EU.

Continua l'impegno nell'ambito del nuovo Programma Quadro Europeo Horizon Europe 2021-2027, soprattutto sul Cluster 6 "Food, Bioeconomy, Natural resources, Agriculture and Environment", con la partecipazione a progetti per la sostenibilità e competitività delle produzioni agroalimentari (G2P-SOL, NEWCOTIANA, HARNESSTOM, IMPRESA, INNCOCELLS e PROMEDLIFE), per lo sviluppo di vaccini e diagnostici per i patogeni del bestiame (REPRODIVAC), per la valorizzazione delle risorse microbiche (SIMBA), per la sostenibilità dell'ambiente di produzione e la valorizzazione della biodiversità microbica nei processi agricoli (EJP SOIL, SOMMIT, MINOTAUR, SERENA, BIOMEnext - PRIMA -RIA), per i servizi integrati a supporto della transizione agroecologica (AGROSERV) per la Digitalizzazione del sistema agroalimentare (DGR4Food), per l'analisi dei rischi sulla sicurezza alimentare a livello locale ed Europeo (ECO-READY) con la messa a punto di metodologie innovative per affrontare le minacce nuove ed esistenti alla sicurezza alimentare secondo l'approccio One Health.

Infine, si è concluso il progetto H2020 MED-GOLD, coordinato da ENEA, che ha sviluppato una suite di servizi climatici a livello prototipale per tre sistemi agro-alimentari tradizionali caratteristici nel bacino del Mediterraneo come l'ulivo e l'olio di oliva, il grano duro e la pasta, la vite ed il vino con il coinvolgimento attivo di partner industriali leader del settore.

A livello europeo, il progetto SIMBA ha portato alla selezione di consorzi microbici e composti bioattivi che sono stati segnalati dalla EU come Innovation Radar da utilizzare come biofertilizzanti e all'identificazione di biomarcatori di qualità e fertilità dei suoli e di qualità dei prodotti.

Si conferma l'impegno nell'ambito dell'iniziativa europea PRIMA per i sistemi agroalimentari sostenibili e competitivi nel Mediterraneo all'interno del gruppo di coordinamento nazionale e delle iniziative di networking.

A livello internazionale sono continuate le attività di collaborazione nell'ambito del MoU con la FAO su temi afferenti alla sostenibilità dei sistemi agroalimentari nel bacino del Mediterraneo e in Africa e alla sicurezza alimentare dei prodotti trasformati per ridurre le perdite delle materie prime agricole. Continua inoltre il ruolo ENEA di membro del Multi-stakeholder Advisory Committee (MAC) sui Sistemi Alimentari Sostenibili, nell'ambito dell'iniziativa UNEP "One Planet".

Nell'ambito delle nuove applicazioni, un interesse sempre maggiore sta riscuotendo l'attività di Plant Molecular Farming, una piattaforma biotecnologica che utilizza il sistema biosintetico della cellula vegetale per la produzione di farmaci biologici. Nel 2023 sono continuate le azioni per sviluppare un prototipo di pipeline dedicata alla produzione di anticorpi e vaccini da pianta.

#### **Obiettivo Specifico SSPT.OS.06 – Sviluppare tecnologie innovative - diagnostiche e terapeutiche - per la tutela della salute**

Le attività di innovazione tecnologica nel settore biomedico proseguono con il progetto Horizon 2020 "*Regeneration of Injured Spinal cord by Electro pUlsed byo- hybrid aPproach (RISEUP)*", di cui ENEA è coordinatore, che prevede la creazione e validazione di un metodo altamente innovativo per la riparazione e la rigenerazione delle lesioni del midollo spinale; inoltre sono continuate le attività del progetto DTA ("*Dosimetria di un nuovo trattamento rTMS in colture 3d della malattia di Alzheimer per l'identificazione di marcatori di efficacia terapeutica*"), finanziato nell'ambito del bando "Progetti Gruppi di Ricerca 2020" Regione Lazio.

Nel 2023 sono proseguite anche le collaborazioni con ENEA-NUC nell'ambito del progetto TOP-IMPLART sugli studi per la valorizzazione dell'acceleratore lineare di protoni, con l'obiettivo di valutare l'efficacia terapeutica dei protoni e il risparmio dei tessuti sani a confronto con pari dosi di fotoni. Si sono concluse le attività sperimentali relative all'utilizzo di nano-diamanti per radiosensibilizzare le cellule tumorali al successivo trattamento con fotoni, in collaborazione con il Politecnico di Torino, su modelli sperimentali che simulano tumori cerebrali infantili.

Inoltre, SSPT tramite la Divisione TECS è responsabile dell'area di specializzazione Bio-Pharma e Salute del Progetto Rome Technopole (PNRR Ecosistemi dell'innovazione, M4C2 Investimento 1.5, coordinato per ENEA dal Dipartimento TERIN) per cui sono in corso di svolgimento specifici *Project charter*: 1) "*Sviluppo e validazione, utilizzando modelli sperimentali in vitro e in vivo, di un dispositivo medico non invasivo basato sull'utilizzo di campi elettrici ad alta intensità in grado di favorire l'internalizzazione di biomolecole prodotte in pianta in tumori solidi di difficile accesso*" - Flagship (FP) 4; 2) "*Produzione e caratterizzazione funzionale di proteine del glutine detossificate per lo sviluppo di alimenti innovativi a scopo medico speciale*", FP7; 3) "*Approccio multi-omico per identificare nuovi biomarcatori fecali della malattia di Alzheimer* FP7".

Il Dipartimento ha inoltre promosso nell'ambito dell'innovazione tecnologica del settore biomedico diverse azioni volte a valorizzare i risultati della ricerca sia rispetto al settore privato sia con collaborazioni verso altre PA. In particolare, nell'ambito dei finanziamenti PNRR (progetti "*Proof of Concept 2022.02*", a valere su fondi del PNRR finanziato dalla EU Next generation) sono stati approvati

i progetti *PEF-RAD* e *OTTIMUS*, entrambi volti alla valorizzazione di brevetti precedentemente depositati e le cui procedure amministrative di apertura commesse sono in corso. Inoltre, è stato finanziato dal MiMIT (nell'ambito degli "Accordi per l'Innovazione-Secondo Sportello") il progetto *OASIS-Optimizing Air Safety for Indoor Spaces*, che vede un partenariato privato-pubblico composta da Santer Reply S.p.A (coordinatore), dalla azienda Cefriel e da ENEA-SSPT (data effettiva di inizio attività 15/12/2023 e iter amministrativo in corso). L'obiettivo è la messa a punto e validazione di un sistema intelligente per minimizzare l'impatto ambientale ed il consumo energetico degli edifici, privati e pubblici, garantendo elevata qualità dell'aria in ambiente indoor.

Infine, grazie ai sistemi espositivi sviluppati *in house* e alla capacità di analisi di endpoint biologici, è stato definito, nel corso del 2023, un incarico di servizio da parte di ISPRA per la valutazione degli effetti dovuti all'esposizione dei campi magnetici a 50 Hz in modelli sperimentali (le procedure amministrative di inizio attività sono in corso). Altro tema di particolare interesse è la caratterizzazione degli effetti indotti da contaminanti ambientali sulla qualità della vita; in tale ambito nel 2023 sono proseguite le attività inerenti alla partnership PIANOFORTE (una piattaforma europea di ricerca e innovazione nel campo della radioprotezione), di cui ENEA è beneficiario. Inoltre, nell'ambito della Open Call PIANOFORTE 2023, è stato notificato a fine 2023 il finanziamento di due progetti che vedono ENEA in veste di Coordinatore del consorzio europeo (Progetto DISCOVER) o di partner (Progetto IMAGEOMICS), rispettivamente. Per entrambi i progetti sono in corso le procedure amministrative di apertura commesse.

Sono in pieno svolgimento le attività del progetto SEAWave - "*Scientific-Based Exposure and Risk Assessment of mm-Wave Systems (5G and Beyond)*" di cui ENEA è partner, e le cui attività vertono sulla valutazione degli effetti indotti dell'esposizione cronica alle frequenze del 5G in organi target.

Sono proseguite le attività di ricerca in collaborazione con UniRoma2, per la modellizzazione in silico, mediante approcci di docking e dinamica molecolare, dell'interazione tra il particolato atmosferico (PM<sub>0,1</sub>) e le membrane biologiche a diversa composizione lipidica.

A valle del tavolo multidisciplinare Clima-Inquinamento-Salute, si è concretizzata la partecipazione della Divisione TECS alla stesura del documento "Strategia di Adattamento Climatico" per Roma Capitale e il coinvolgimento nella valutazione del possibile impatto congiunto di variazioni della temperatura ed esposizione a specifici inquinanti aerodispersi sulla mortalità della municipalità di Napoli.

Si sono concluse nel 2023 le attività del progetto finanziato BRIC-INAIL "*Studio integrato dell'esposizione dei lavoratori al particolato atmosferico in ambienti indoor*", e quelle del progetto SPS NATO BioPhyMeTRE ("*Novel Biological and Physical Methods for Triage in Radiological and Nuclear (RIN) Emergencies*") coordinato da ENEA, per la messa a punto di metodiche innovative di dosimetria retrospettiva da utilizzare in caso di emergenze radiologiche e nucleari di larga scala.

Anche nell'ambito della caratterizzazione degli effetti indotti da contaminanti ambientali sulla qualità della vita si sono rafforzati i rapporti con il settore privato, finalizzando nel 2023 due contratti di servizio commissionati da Esserre Srl, per la validazione dell'effetto ipoglicemizzante di estratti vegetali del bacino del Mediterraneo, e LARIMART S.p.A per l'esecuzione di attività sperimentali e di assistenza nell'ambito della compatibilità elettromagnetica su componenti e sistemi elettrici ed elettronici.

### **PRINCIPALI INTERLOCUTORI (NAZIONALI E INTERNAZIONALI) COINVOLTI NELLE ATTIVITÀ**

In ambito nazionale i principali interlocutori istituzionali sono i Ministeri (principalmente il MASE, MiMIT, MUR, MIBACT, Min. Difesa), la Presidenza del Consiglio (Ministero Affari Europei, il Sud, le Politiche di

Coesione e il PNRR), la Protezione Civile, l'INAIL, l'ASI, le Regioni (in particolare Lazio, Campania, Emilia Romagna, Marche, Puglia, Sardegna, Sicilia, Lombardia e Basilicata) e i Cluster tecnologici come (Alisei - Scienze della Vita, Agrifood - filiera agroalimentare, BIG - sviluppo sostenibile nella economia del mare, Fabbrica intelligente, Trasporti, Beni culturali, Chimica Verde), Cluster Regionali (Cluster Regionale "Basilicata Creativa, Cluster Lucano della Bioeconomia, Cluster Regionale Bioeconomia Regione Puglia). Numerosi sono anche i rapporti con i comuni anche tramite l'ANCIM.

Gli interlocutori con il sistema produttivo sono sia diretti sia tramite i Distretti Tecnologici, ad esempio in Liguria il Polo DLTM per le Tecnologie Marine, i Distretti Aeronautici di Puglia e Campania, e i consorzi partecipati come CETMA, DTA, CALEF, CERTIMAC, DTA, IMAST, In.BIO e TeRN. Tra i principali interlocutori industriali ricordiamo Engineering Ingegneria Informatica, ETT, Leonardo, algoWatt, Fincantieri, Ansaldo Energia, Barilla, Janssen, United Genetics, Società Produttori Sementi, Ferrero, SEKO, Alfa Sigma, i Consorzi per il riciclo e recupero (ad esempio Corepla, CONAI ed Ecopneus), multiutility come AMA di Roma, ACEA, AQUASER, HERA, UTILITALIA e società come Eni, ENEL Produzione, Fondazione Costa, ENEL Green Power, CSM, FCA-Stellantis, Leonardo, AVIO, Telespazio, TERNA, RFI, AEROSOFT, ATM (sviluppo materiali compositi), Crossfire, Nanoprom, GS4C, Microtex Composites, UNIPOL SAI. A questi rapporti diretti con le imprese si affiancano anche rapporti con le associazioni di categoria come Confindustria, Federlogistica, UtilitaliaFISE Unicircular e altre. Oltre che con le grandi realtà industriali il Dipartimento favorisce i rapporti e le relazioni con le PMI sia nell'ambito di progetti di ricerca sia in attività di sviluppo e trasferimento tecnologico come testimoniato dai numerosi PoC e dall'avvio delle infrastrutture aperte di ricerca come MAIA sulla manifattura additiva e la futura PRISMA sul riciclo delle plastiche da RAEE.

Nell'ambito della ricerca il Dipartimento ha interlocuzioni con le principali università e centri di ricerca nazionali (ISPRA, CNR, CREA, CMCC solo per citarne alcuni) e internazionali (AIT, VITO, VTT, ISSEP, INERIS, CIG, CEAM, TECNALIA, CZTM, NTNU, CSIC, CNRS, Fraunhofer, IFREMER, Federal Office for Radiation Protection, National Centre for Public Health and Pharmacy, Principe Felipe Research Center Foundation, WHO) dovute sia ai progetti europei e internazionali sia alle collaborazioni con le agenzie internazionali come FAO, UNIDO, IAEA, OMS e europee, come EIT e JRC, cui si affiancano anche i rapporti sviluppati nell'ambito delle diverse reti e piattaforme scientifiche cui si partecipa (ECEAR, ENERO, ICOS, ACTRIS, EMSO, EMEP, BSRN, MerPASS, GRUAN, WMO-GAW, RENEB, Eurados, BioDoseNet, PIANOFORTE, MELODI, Copernicus). Sempre a livello internazionale, come follow-up delle attività svolte in collaborazione con il MASE, si citano le collaborazioni con i Governi e diversi Istituti di ricerca pubblici di alcuni Paesi in Via di Sviluppo, tra i quali Vanuatu, Tonga, Cuba, Thailandia.

### **RICADUTE ECONOMICHE E TECNOLOGICHE SUL SISTEMA INDUSTRIALE**

Le ricadute sono di tipo tecnologico e metodologico, e sono frutto delle attività di progetto, di accordi di collaborazione e servizi alle imprese. Tali ricadute si concretizzano nella realizzazione, applicazione, promozione di innovazioni di prodotto, di processo e di sistema in singole imprese (in particolare PMI) ed aree industriali, di *capacity building*, in tutti i settori di competenza del Dipartimento, e nella fornitura di servizi tecnologici avanzati.

Nella filiera agroalimentare le attività sviluppate nelle diverse fasi della filiera produttiva hanno portato a significativi risultati nella valorizzazione di scarti e sottoprodotti delle filiere mandorlicola e lattiero-casearia, nella definizione delle metodologie di allevamento di artropodi utili come fonte proteica alternativa, così come nel recupero e valorizzazione dei grani antichi. Particolarmente significativa è la valorizzazione industriale del Brevetto congiunto ENEA-FOS SpA "Microcosmo" che

ha condotto alla produzione e vendita, da parte della Società Licenziataria Piano Green Srl, di 10 apparati a Scuole e Università. Inoltre, ENEA collabora, nell'ambito delle attività di promozione della dieta mediterranea, alla produzione di nuovi snack più salutari, e sperimenta la possibilità di utilizzare colture di cellule vegetali per la realizzazione di nuovi prodotti generati attraverso tecnologie di 3D printing (progetto PON Nutri3D). Inoltre si sono sviluppate soluzioni per migliorare la qualità e la sicurezza alimentare con un approccio che combina economia circolare e bio economia come l'utilizzo di sostanze bioattive per packaging innovativo, l'identificazione dei soil improvers da scarti della filiera agro-alimentare per migliorare la salute del suolo e la produttività agraria, la caratterizzazione di ceppi microbici per utilizzo biotecnologico nel sistema agro-industriale e la messa a punto di un protocollo innovativo basato sulla tecnica dell'insetto sterile e di metodi innovativi (trappole HiTech) per il controllo ecosostenibile della cimice asiatica e del moscerino dei frutti rossi (SIMODROFILA). Sono stati realizzati ingredienti e prodotti cosmetici e vaccini e diagnostici da utilizzare nel campo veterinario. Inoltre, l'ENEA partecipa con il progetto PAN-HUB alla costituzione di un Hub nazionale per il plant molecular farming e ha un ruolo di rilievo nazionale nel settore dell'agros spazio, dove si occupa, con ASI alla realizzazione di un sistema bio-rigenerativo per il supporto alla vita nello Spazio. Sempre nell'ambito delle tematiche sull'economia circolare e l'uso efficiente delle risorse l'attività dell'ENEA ha importanti ricadute metodologiche tramite la realizzazione della banca dati dell'LCA relativa a 15 filiere di interesse strategico (tale attività è stata ulteriormente finanziata sino al 2029), le azioni per la promozione della simbiosi industriale e degli eco-distretti oltre alle consolidate attività di helpdesk REACH. Rafforzando l'offerta di servizi delle infrastrutture di ricerca aperte, nel 2023 è stato siglato l'accordo con LazioInnova per la creazione di una infrastruttura aperta per il riciclo di plastiche da RAEE (PRISMA) che si affiancherà a quella già realizzata e in avvio nel primo semestre del 2024 sulla manifattura additiva (MAIA). In particolare lo sviluppo delle tecnologie additive e la ricerca su nuovi materiali potrà garantire una maggiore competitività alle industrie per lo sviluppo di stampanti 3D per metalli affidabili e sostenibili, per la realizzazione di componenti in materiale composito (Aerosoft), per l'ispezione di tutte le prossime generazioni di componenti per lanciatori aerospaziali (AVIO SpA). Nel campo dei nuovi materiali, nel 2023, sono stati depositati 4 brevetti e tramite il PoC ALICE si crea nuova imprenditorialità con uno spin-off così come con la collaborazione con NANOPROM SpA, si ha l'avvio della start-up innovativa Nalucoat, spin-off ENEA. Nell'ambito delle attività sui rischi naturali e antropici e la preservazione del capitale naturale e culturale, le attività ENEA hanno portato allo sviluppo di strumenti di supporto per valutare la resilienza di infrastrutture critiche come la rete di trasporto elettrica di TERNA e allo sviluppo di sistemi per il consolidamento delle pareti di tamponatura che coniughi la sicurezza sismica all'efficienza energetica. Sono inoltre state sviluppate collaborazioni con partner industriali per sviluppare le metodologie di test per apparati sottomarini (distretto Ligure Tecnologie Marine) e per lo sviluppo di biosensori per la tutela del patrimonio culturale (TECNO EL). Le attività sulla modellistica del clima e sulla qualità dell'aria hanno permesso di collaborare con UNIPOL per lo sviluppo metodologie da utilizzare in diversi contesti industriali e per la quantificazione degli effetti degli eventi naturali estremi e con TERNA per la definizione di un indicatore di previsione dei danni da sale marino sulle linee di trasmissione elettriche. Infine, l'attività di sviluppo di tecnologie innovative - diagnostiche e terapeutiche - per la tutela della salute incontra l'interesse di numerose realtà industriali sia come committenti diretti (come LARIMART e Essere Srl) sia nell'ambito di progetto di ricerca (es. OASIS con Santer Reply S.p.A e la Cefriel). Inoltre, tramite i POC e la partecipazione di aziende come IGEA SpA, Esserre Srl, Ebris

SrL, Bio-Cell SrL, Pineta Grande SpA si potrà innalzare il TRL di brevetti già depositati facilitando l'azione di trasferimento tecnologico verso le imprese.

## Dipartimento Unità Efficienza Energetica (DUEE)

---

**Direttore: Ilaria Bertini**

### **FINALITÀ E STRATEGIE**

Il Dipartimento Unità per l'Efficienza Energetica (DUEE) è l'istituzione di riferimento nazionale sul tema dell'efficienza energetica, nell'ambito delle funzioni proprie di Agenzia Nazionale per l'Efficienza energetica assegnate all'ENEA dal d.lgs. n. 115/2008, finalizzate al conseguimento degli obiettivi assunti dal Paese volti al miglioramento dell'efficienza degli usi finali dell'energia, nel rispetto degli obblighi derivanti dalle direttive comunitarie. Le attività del Dipartimento trovano indirizzo nelle linee di intervento del Piano Nazionale Integrato per l'Energia e il Clima (PNIEC), nei provvedimenti correlati e nei programmi europei in materia di efficienza energetica.

DUEE fornisce supporto tecnico all'Amministrazione centrale per l'attuazione delle direttive europee, per la programmazione e il monitoraggio delle relative misure (PAEE, RAEE...), per la definizione e l'attuazione delle politiche di incentivazione (Ecobonus, Superbonus, energivori...), per la verifica del raggiungimento degli obiettivi indicativi nazionali, per il rafforzamento delle politiche di coesione territoriale.

Il Dipartimento svolge inoltre attività di studio, analisi, sviluppo di metodi, strumenti e prodotti, controlli sugli interventi richiedenti detrazioni fiscali, certificazioni, diagnosi energetiche, interventi di formazione e informazione finalizzati a una corretta alfabetizzazione dei cittadini e una qualificata professionalità degli operatori del settore.

Le attività di DUEE vengono svolte principalmente nell'ambito di convenzioni, protocolli e accordi di programma con la PA, le imprese e gli operatori economici, anche attraverso la Rete degli Uffici Territoriali ENEA, che assicura la più ampia e omogenea applicazione della legislazione energetica su tutto il territorio nazionale, e svolge un'azione di raccordo tra i decisori pubblici e gli operatori privati, per favorire l'adozione di criteri di sostenibilità energetico-ambientale nei processi di sviluppo locale. Attraverso i propri laboratori di ricerca e la rete di Uffici Territoriali dislocati su tutto il territorio nazionale, il Dipartimento fornisce supporto tecnico e scientifico al settore industriale e dei servizi per promuovere e facilitare l'adozione di misure di efficienza energetica coerenti ed economicamente vantaggiose ed ai cittadini per promuovere una nuova cultura più attenta alla riduzione degli sprechi e ad un uso efficiente dell'energia.

Le attività di DUEE si concretizzano inoltre attraverso l'offerta di servizi commerciali, nelle azioni di trasferimento di conoscenze, comunicazione e informazione, nonché nella partecipazione a programmi nazionali e internazionali di R&S, per l'implementazione di metodologie e dimostratori che favoriscano la replicabilità e la diffusione capillare di tecnologie efficienti, a vantaggio dell'aggiornamento della domanda tecnologica da parte del mondo produttivo e delle pubbliche amministrazioni, e permettano a DUEE la formulazione di una offerta tecnologica maggiormente sintonica con le richieste.

### **PRINCIPALI RISULTATI RAGGIUNTI NELL'ANNO 2023, CON RIFERIMENTO AGLI OBIETTIVI INDICATI NEL PIAO 2023-2025**

Il Dipartimento DUEE ha svolto regolarmente le attività istituzionali e programmatiche previste. Anche nel corso del 2023, sono stati utilizzati tutti gli strumenti ed i sistemi informativi disponibili per la condivisione dei dati, delle informazioni e dei risultati, come già avvenuto negli anni precedenti.

**Obiettivo triennale DUEE.OS.01 – Nel rappresentare il riferimento nazionale dell'Agenzia sul tema dell'Efficienza Energetica, rafforzare il suo ruolo volto al conseguimento degli obiettivi assunti dal Paese**

Al raggiungimento di questo obiettivo hanno contribuito entrambe le Divisioni del Dipartimento DUEE: la Divisione Sistemi, Progetti e Servizi per l'efficienza energetica (SPS), che svolge attività di sviluppo di sistemi, progetti e servizi volti al miglioramento del livello generale di efficienza energetica, al conseguimento degli obiettivi nazionali e al potenziamento della competitività del Sistema produttivo nazionale, e la Divisione Servizi Integrati per la Sostenibilità Territoriale (SIST) ora Divisione Strumenti, Analisi e Iniziative per le Politiche di efficienza energetica (SAIP) che contribuisce al collegamento tra la programmazione energetica nazionale e quella regionale e locale degli assessorati energia, ambiente e attività produttive.

Il 2023 ha visto un ulteriore incremento della domanda di sostegno tecnico-scientifico da parte delle Regioni e degli Enti Locali a cui la Divisione SIST ha risposto rendendo fruibile il patrimonio di conoscenze e di risultati della ricerca dell'Agenzia a livello locale. DUEE-SIST dispone di una rete consolidata di Uffici Territoriali che, anche con il supporto della divisione SPS (e in alcuni casi anche degli altri Dipartimenti), fornisce consulenza, supporto tecnico-scientifico e servizi specialistici a Regioni, Enti Locali e sistema produttivo per assicurare la più ampia e omogenea applicazione della legislazione energetica sul territorio nazionale e, nel contempo, rendere disponibile il patrimonio di conoscenze e i risultati della ricerca dell'Agenzia sul territorio, grazie anche ad attività di formazione e informazione ai tecnici della PA. Inoltre, gli uffici svolgono un'importante azione di raccordo tra i decisori del settore pubblico e privato per favorire l'adozione di criteri di sostenibilità energetico-ambientale nelle politiche e nei processi di sviluppo locale.

Il ruolo di consulenza e supporto si definisce attraverso servizi e attività di:

- Supporto tecnico-scientifico a Regioni e Enti Locali per la pianificazione energetico-ambientale, la relativa attuazione e monitoraggio, ad esempio attraverso la definizione di strategie e lo sviluppo di progetti pilota per interventi di efficientamento energetico sul patrimonio edilizio, in particolare quello pubblico;
- Coordinamento e Sviluppo di processi pilota innovativi per il miglioramento dell'efficienza energetica nei diversi ambiti locali;
- Consulenza e supporto nella gestione ed implementazione dei sistemi regionali e provinciali degli attestati di prestazione energetica degli edifici e dei catasti degli impianti termici;
- Supporto nello sviluppo e monitoraggio dei PAES/PAESC, coerentemente con il ruolo di Coordinatore Nazionale del Patto dei Sindaci svolto da ENEA;
- Trasferimento di know-how, anche attraverso l'identificazione e condivisione di buone pratiche;
- Formazione specialistica, ad esempio per ispettori di impianti termici e certificatori di APE;
- Informazione, attraverso campagne dedicate a target specifici.

La Divisione SPS ha continuato a fornire per tutto il 2023 supporto tecnico-scientifico all'Amministrazione centrale per l'attuazione delle direttive europee, per la programmazione e il monitoraggio delle relative misure (PNIEC, RAEE) e dei sistemi di incentivazione, per la verifica del raggiungimento degli obiettivi indicativi nazionali.

Si indicano di seguito le azioni implementate ed i risultati raggiunti nel 2023 per entrambe le Divisioni.

#### **Supporto alle imprese e al cittadino in adempimento a prescrizioni normative**

- Supporto alle aziende energivore e alle grandi imprese per l'implementazione del Meccanismo delle Diagnosi Energetiche obbligatorie previsto dall'Art. 8 del D.Lgs. 102/14 e ss.mm.ii. Aggiornamento del portale Audit102 (<https://audit102.enea.it/>) per l'invio delle diagnosi energetiche obbligatorie ai sensi dell'Art. 8 D.Lgs. 102/2014. Gestione della casella di posta elettronica



audit102.assistenzaportale@enea.it per il supporto agli operatori e alle imprese in relazione al funzionamento del portale per il caricamento delle diagnosi Audit102 e della casella diagnosienergetica@enea.it per il supporto tecnico agli operatori per la realizzazione delle diagnosi energetiche; gestione verifiche documentali sulle grandi imprese e sulle aziende energivore che hanno inviato la Diagnosi Energetica (controlli on/off secondo quanto previsto da Art. 8 comma 6 D.Lgs. 102/2014); gestione controlli documentali sulla qualità delle diagnosi energetiche pervenute ad ENEA (100% diagnosi redatte da interni, 3% diagnosi redatte da esterni); aggiornamento delle linee guida settoriali per la realizzazione delle diagnosi energetiche; organizzazione di workshop e seminari in presenza e on line sulle diagnosi energetiche ex Art.8 per tutti gli stakeholder del settore (operatori, imprese, enti certificati) e attuazione della seconda annualità del programma di sensibilizzazione ed assistenza alle piccole e medie imprese per l'esecuzione di diagnosi energetiche presso i propri siti produttivi e per la realizzazione degli interventi di efficientamento energetico proposti nelle diagnosi stesse (ai sensi dell'art. 8 comma 10 ter del D.Lgs. 102/2014 e s.m.i). Realizzazione strumenti per l'efficienza energetica nelle PMI (tool ATENEA4SME, in collaborazione con la Scuola di Ingegneria della Università della Basilicata, e Energy management tool, entrambi disponibili, previa registrazione, sul portale ENEA Audit102). Adeguamento normativo del Portale Audit102 alle prescrizioni del DM 541 del 2021 (Riforma Gasivori) e al D. Lgs. 73/2020 (rifacimento sezione interventi Portale ENEA).

- Definizione delle politiche relative all'etichettatura energetica e all'ecodesign. Partecipazione a due specifici ai Gruppi di Lavoro istituiti dal MIMIT, DGPIIPMI - Divisione III e DGMCTCNT Divisione IX per la formazione della posizione nazionale durante la negoziazione della proposta di Regolamento che stabilisce il quadro per l'elaborazione delle specifiche di progettazione ecocompatibile dei prodotti sostenibili nell'ambito del Working Party on Competitiveness and Growth (Internal Market - Ecodesign) del Consiglio, e la proposta di Direttiva "COM(2023) 155 final" che promuove la riparabilità dei prodotti nell'ambito del Working Party Tutela e Informazione dei Consumatori. Supporto al MASE per la negoziazione con la Commissione e gli altri Stati Membri delle proposte di Regolamenti applicativi di prodotto per apparecchi per il riscaldamento ambiente locale, asciugatrici domestiche, caldaie e scaldacqua, ventilatori industriali, aspirapolvere, alimentatori esterni/caricabatteria, stufe/caminetti a combustibile solido, con la pubblicazione dei Regolamenti (UE) 2023/1669 e 2023/1670 (GUUE L 214 del 31.08.2023) su smartphone e tablet e dei Regolamenti (UE) 2023/2533 e 2023/2534 (GUUE L del 22.11.2023) sulle asciugatrici domestiche. Delegazione italiana ai Gruppi ADCO Etichettatura energetica ed Ecodesign e partecipazione al "Subgroup EPREL" dedicato al miglioramento dell'operatività della banca dati europea dei prodotti etichettati creata dalla Commissione. Standardizzazione mondiale, europea e nazionale nell'ambito dell'IEC SC59D di cui si ricopre il ruolo di Segretario per la preparazione di nuovi standard per gli apparecchi del lavaggio domestico e professionale, e partecipazione all'IEC TC59/WG18 per valutare l'incertezza dei metodi di misura e dell'IEC SC59D, al CLC TC59x e al CEI TC59/61G per la preparazione di nuovi standard europei per i prodotti connessi all'energia. Responsabilità nazionale dell'iniziativa europea nell'ambito del Programma Horizon 2020: EEPLIANT3-Energy Efficiency Compliant Products 3" una Azione Concertata pan-europea di sorveglianza multi-prodotto e partecipazione alla preparazione di una nuova Concerted Action Energy Efficiency Compliant Products 2023 (EEPLIANT4) nell'ambito del Programma LIFE. Diffusione nazionale dell'etichettatura energetica e partecipazione ad eventi dedicati.

- Aggiornamento del portale sull'efficientamento energetico degli edifici: in ottemperanza a quanto previsto dall'aggiornamento del Decreto Legislativo 19 agosto 2005, n. 192 (di seguito Dlgs 192/05) con il Decreto Legislativo 10 giugno 2020, n. 48, che attua la Direttiva Europea 2018/844/UE, il Portale Nazionale sulla Prestazione Energetica degli Edifici (PNPE<sup>2</sup> visitabile al sito: <https://pnpe2.enea.it/>) è stato ulteriormente arricchito di contenuti e funzionalità.

- Aggiornamento e gestione del portale dedicato alla trasmissione ad ENEA dei dati degli interventi di efficienza energetica e utilizzo delle fonti rinnovabili di energia che usufruiscono delle detrazioni fiscali per la riqualificazione energetica del patrimonio edilizio esistente ex legge 296/2006 (Ecobonus), delle detrazioni fiscali Superbonus (detrazione del 110%) ex art. 119 del D.L 34/2020 e delle detrazioni fiscali per le ristrutturazioni edilizie ex art. 16 bis del DPR 917/86 (Bonus Casa).

In particolare, i siti sono stati aggiornati per tener conto delle disposizioni apportate dalla legge di bilancio 2023 e degli altri provvedimenti normativi emanati nel corso dell'anno.

Sul sito <https://www.energiaenergetica.enea.it/detrazioni-fiscali.html> sono stati ulteriormente migliorati i tre chatbot introdotti nel corso dell'anno passato per ciascun meccanismo incentivante (bonus casa, ecobonus e superbonus), che hanno consentito di incrementare il numero di risposte ai quesiti posti dagli utenti. Per rendere efficace l'uso di tali strumenti, sono state necessarie varie fasi di addestramento che hanno consentito di raggiungere un'affidabilità di risposte dei chatbot del 94%.

Inoltre, si è proceduto a predisporre il programma dei controlli delle asseverazioni trasmesse ad ENEA, che si articola in diverse fasi: creazione del campione sul quale effettuare i controlli ai sensi dell'art.2 del D.M. 11/05/2018, messa a punto delle procedure per gestire i controlli documentali (predisposizione delle comunicazioni e della documentazione per l'avvio del procedimento, esame e valutazione della documentazione caricata sul sito, richiesta di integrazione documentale e relativo esame, esito dell'intero processo valutativo) e i controlli in situ.

I dati pervenuti del 2023:

- ECOBONUS: pratiche pervenute: 563113; investimenti: € 4.963.144.395; Risparmio di energia primaria non rinnovabile: 1.433.509.381MWh/a (dato approssimato da analizzare);

- BONUS CASA: 553495 pratiche pervenute.;

- SUPERBONUS: 101.993,00 pratiche pervenute dal 01/01/2023 al 31/12/2023, investimenti ammessi a detrazione: €. 40.187.950.559.

È stata fornita assistenza agli utenti rispondendo a quesiti su:

Bonus Casa: 163.400 risposte, di cui 153.596 tramite Virgilio;

Ecobonus: 224.200 risposte, di cui 210.748 tramite Virgilio;

Superbonus 110%: 81.700 risposte, di cui 76.234 tramite Virgilio.

Sono state fornite all'autorità inquirente n. 6030 asseverazioni e/o schede descrittive sulle quali è stata fatta un'analisi preliminare.

Si sono inviate, inoltre n. 150 asseverazioni e/o schede descrittive ad avvocati e n. 230 asseverazioni e/o schede descrittive a soggetti privati.

- A favore dei cittadini e delle associazioni di categoria, la Divisione DUEE-SIST ha svolto attività di informazione e formazione sui sistemi e le tecnologie per conseguire vantaggi energetici, ambientali ed economici in ambito domestico e attività di consulenza e assistenza su disposizioni di legge in materia di risparmio ed efficienza energetica.

Tra gli strumenti utilizzati a questo fine c'è l'aggiornamento del sito di Dipartimento/Agenzia ([www.energiaenergetica.enea.it](http://www.energiaenergetica.enea.it)). Nel corso del 2023 sono state pubblicate 222 news nella homepage, in aggiunta alle informazioni relative alle detrazioni fiscali di cui al precedente punto.

Nel corso del 2023 non è stato possibile contabilizzare il comportamento del pubblico nell'utilizzo del sito, in quanto in ENEA non è più consentito utilizzare Google Analytics e non è stato individuato un sistema alternativo.

L'attività di informazione si è sviluppata anche attraverso la gestione dei social i cui principali risultati sono stati:

- Facebook al 31.12.2023: risulta il coinvolgimento di oltre 11.000 follower sulla pagina ufficiale della Campagna Italia in Classe A e di 4.500 follower sulla pagina di Donne in Classe A, attraverso una campagna quotidiana di produzione multimediale informativa, contenutistica e di promozione delle attività interne al Dipartimento. I post sulla pagina Facebook di Italia in Classe A prodotti nell'anno di riferimento sono pari a 242.
- Instagram al 31.12.2023: i follower risultano pari a circa 800 con circa 700 post dedicati sull'account ufficiale di Italia in Classe A.
- LinkedIn - Twitter - Youtube: è stata svolta una attività collegata al principale canale Facebook.

Sono stati realizzati anche specifici prodotti multimediali per la Summer School e progetti europei (es. Greenroad, e in supporto alle esigenze di comunicazione del Dipartimento.

## Azioni di coordinamento, consulenza e supporto alla PA Centrale e periferica

- Partecipazione alla cabina di Regia del Programma per la Riquilificazione Energetica degli edifici della PA Centrale (PREPAC), composta dai Ministeri dello Sviluppo Economico, dell'Ambiente, GSE ed ENEA per la valutazione delle proposte presentate e la stesura della graduatoria di merito definitiva.
- Supporto e consulenza al MASE, d'intesa con il CTI, per la revisione della normativa tecnica Impianti Termici (Revisione Regolamento di cui al DPR 74/2013); e per l'implementazione del Catasto Unico Integrato.
- Supporto alle Regioni per la pianificazione energetica regionale:
  - Avvio delle collaborazioni richieste dalle Regioni per la revisione e aggiornamento del Piano Integrato Energia e Ambiente Regionale della Basilicata.
  - Ulteriore elaborazione e redazione del documento Piano Energetico Regionale del Friuli-Venezia Giulia (PER-FVG) e redazione del relativo Piano di Comunicazione
  - Avvio, elaborazione e redazione del documento Piano Regionale Integrato Energia e Clima della Regione Calabria
- Supporto alle Regioni per i catasti energetici regionali degli Attestati di prestazione energetica e impianti termici:
  - Gestione del Catasto APE per le Regioni Abruzzo, Lazio, Calabria, Marche, Puglia, Regione Siciliana, Basilicata e Molise
  - Avvio della collaborazione richiesta per lo sviluppo del Catasto APE della Regione Sardegna.
  - Gestione del Catasto Impianti Termici per la Regione Puglia.
  - Avvio della collaborazione richiesta per lo sviluppo del Catasto Energetico Unico della Regione Campania.
  - Realizzazione del Catasto Energetico Unico degli edifici della Regione Siciliana.
  - Attività di sperimentazione dell'efficacia dei sistemi regionali per i controlli obbligatori di primo, secondo e terzo livello degli Attestati di Prestazione energetica degli edifici con l'implementazione di meccanismi automatici di controllo sui catasti regionali della Regione Marche e Regione Abruzzo.
  - Realizzazione di un open data riguardante i dati degli APE degli edifici della Regione Marche.
- Supporto agli enti locali per la formazione specialistica per gli ispettori Impianti Termici:
  - Capitale Lavoro Spa: corso di aggiornamento e successivo Accertamento dell'idoneità tecnica dei partecipanti
  - ARPA Piemonte: corso di formazione e successivo Accertamento dell'idoneità tecnica dei partecipanti
  - Supporto alle autorità competenti locali sul recepimento normativo per l'attività di ispezione degli impianti termici (Marche, Abruzzo, Basilicata, Sicilia, Città metropolitana di Milano).
- Supporto a Regioni ed Enti Locali per la fornitura di Bilanci Energetici Regionali:
  - IRPET - Istituto Regionale per la Programmazione Economica della Toscana, per l'elaborazione del Bilancio Energetico Regionale di dettaglio.
  - Regione Liguria per l'elaborazione del Bilancio Energetico Regionale di dettaglio.
  - Regione del Veneto per l'elaborazione del Bilancio Energetico Regionale di dettaglio.
- Supporto agli enti locali:
  - Città Metropolitana di Milano: realizzazione di strumenti innovativi, in linea con i percorsi tracciati dal PNRR, per promuovere interventi di riqualificazione energetica profonda degli

edifici in ambito civile, connessi ad attività di controllo dell'efficienza degli impianti termici civili, nel processo di rinnovamento ed efficientamento energetico.

- Autorità di Sistema Portuale dello Stretto: conclusione della redazione del “Documento Energetico Ambientale del Sistema Portuale - DEASP”, nelle forme indicate dalle linee guida emanate dal Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare.
- Azioni di supporto tecnico e organizzativo a favore degli Enti Locali (Comuni e Regioni) per lo sviluppo in Italia del programma Europeo “Patto dei Sindaci”, nell’ambito del ruolo di Coordinatore Territoriale Nazionale di questa iniziativa. In particolare, alcune iniziative sono state attuate con i seguenti interlocutori:
  - Regione del Veneto: analisi dei dati, interviste e iniziative congiunte per la diffusione dell’iniziativa, anche attraverso il supporto ai coordinatori territoriali del Patto e una serie di eventi formativi.
  - Climate Alliance: due eventi formativi in presenza indirizzati agli stakeholder locali, con sessioni sia di tipo tecnico scientifico che divulgativo
  - Regione Siciliana: realizzazione della piattaforma paesc-sicilia.enea.it, per il supporto ai Comuni siciliani per la redazione, aggiornamento e monitoraggio dei PAES/PAESC
  - AESS Modena: Conclusione della redazione di linee guida per il PAESC della Città Metropolitana di Bari.

#### **Adempimenti normativi nazionali ed internazionali**

- Redazione del Rapporto Annuale Efficienza Energetica 2023.
- Redazione del Rapporto Annuale 2023 (dati 2022) sulle detrazioni fiscali per l’efficienza energetica e l’utilizzo delle fonti rinnovabili di energia negli edifici esistenti.
- Elaborazione e redazione del “Rapporto annuale sullo stato della Certificazione Energetica degli Edifici in Italia”, in collaborazione con il CTI.
- Attività in ambito SISTAN dell’ufficio di statistica.

#### **Partecipazione a tavoli tecnici istituzionali, gruppi di lavoro, Task Force nazionali ed internazionali**

Le attività di seguito descritte sono state svolte sia in presenza sia utilizzando piattaforme telematiche e sistemi call conference:

- Incontri ed attività dell’Implementation Working Group per l’efficienza energetica nell’industria (IWG6) dello Strategic Energy Technology Plan (SET Plan).
- Incontri ed attività dell’Energy Efficiency Working Party della IEA - International Energy Agency.
- Aggiornamento degli indicatori di efficienza energetica da inviare alla IEA.
- IEA SHC (Solar Heating e Cooling Programme) incontri internazionali finalizzati alla promozione dell'uso di tutti gli aspetti dell'energia solare termica.
- Contributo al gruppo Energy in Building and Communities Programme (EBC)s, Building Energy Code Working Group (BECWG), della IEA per la raccolta di informazioni su come gli stati si stanno comportando nell’ambito dell’integrazione delle nuove tecnologie all’interno dei regolamenti edilizi.
- Gruppo di lavoro per la redazione della Relazione sulla situazione energetica nazionale del Ministero dello Sviluppo Economico.
- Partecipazione alla C.E. Concerted Action EED Support to Member States and participating countries for the implementation of the Energy Efficiency Directive - Progetto CA EED2 e al Progetto Concert Action EPBD V - Programma HORIZON 2020 TRAMITE ENERGISTYRELSEN (DEA).
- Gruppo di lavoro Energy Performance of Buildings Committee and the Expert Group on the EPBD.

- Incontri e attività con la Commissione Europea DG-JRC di Ispra (VA) per: contributo a livello nazionale a Rapporti Tecnici su strumenti di finanziamento per l'efficientamento energetico degli edifici, CAM e dei contratti EPC; presentazione proposte progettuali a Bandi Europei e partecipazione a progetti congiunti; incontri e attività di formazione e informazione per istituti scolastici e Master Universitari; partecipazione all'European Covenant of Companies for Climate and Energy (CCCE).
- Partecipazione attiva al Joint Programme dell'European Energy Research Association on Energy Efficiency in Industrial Processes (EERA JP-EEIP), con particolare riguardo al sistema agroindustriale.
- Tavolo nazionale presso il MEF per la standardizzazione degli EPC (Energy Performance Contract) per applicazione nel settore pubblico secondo il regolamento Eurostat (Partenariato Pubblico Privato Riunione Sottogruppo EPC).
- Tavoli Tecnici del Coordinamento Nazionale Energia delle Regioni.
- Tavoli regionali di partenariato per la programmazione 2021-2027.
- Osservatorio economia circolare e transizione energetica, tavolo energie rinnovabili ed efficienza energetica in Regione Lombardia.
- Task Force PACC (Piano di Adattamento ai cambiamenti climatici) della Regione Abruzzo.
- Comitato di gestione POR FESR della Regione Abruzzo.
- Comitato Consultivo per le strategie energetiche della Regione Marche.

#### **Protocolli di intesa, Accordi e Convenzioni**

Nel corso del 2023 il Dipartimento DUEE ha formalizzato Accordi di collaborazione e Convenzioni con Enti istituzionali, Associazioni e Regioni.

In dettaglio, il Dipartimento DUEE ha sottoscritto un Accordo attuativo con il Ministero della Difesa - Task Force per la Valorizzazione Immobili, per l'Energia e l'Ambiente, ai fini della realizzazione di un programma di attività di formazione in campo energetico e ambientale.

Sono state attivate due Convenzioni con il Ministero dell'Ambiente e della Sicurezza Energetica per la collaborazione sulle seguenti tematiche:

1. Attuazione delle disposizioni contenute nell'art. 8 del decreto legislativo 4 luglio 2014, n. 102, modificato dal decreto legislativo 14 luglio 2020, n. 73 in materia di diagnosi energetiche;
2. Attuazione delle disposizioni contenute nell'art. 4 quater del decreto legislativo 19 agosto 2005, n. 192, modificato dal decreto legislativo 10 giugno 2020, n. 48, in materia di prestazione ed efficienza energetica nell'edilizia.

Il DUEE è anche responsabile dell'Atto esecutivo n.1 di attuazione dell'Accordo di collaborazione sottoscritto tra ENEA e Agenzia del Demanio per le "attività previste dal decreto interministeriale del 4 Agosto 2022 n. 304, al fine di garantire l'acquisizione dei dati nel Portale nazionale sulla prestazione energetica degli edifici mediante il ricorso a meccanismi di interoperabilità con il sistema IPER"

Sono state attivate collaborazioni:

- con l'Ente Nazionale Aviazione Civile- ENAC, mediante la sottoscrizione di un Atto Esecutivo della Convenzione Quadro finalizzata alla realizzazione di iniziative congiunte sia in ambiti prettamente legati alle tecnologie e applicazioni aeronautiche/aerospaziali, sia in ambiti più estesi relativi al patrimonio infrastrutturale di competenza;
- con la Regione Molise per la "Collaborazione per la gestione, l'aggiornamento e l'ampliamento delle funzioni del sistema APE-MOLISE"; con l'Agenzia Confederale dei Trasporti e Servizi- AGENS, tramite

l'Atto Esecutivo della Convenzione Quadro finalizzata ad affrontare il tema dell'efficienza e della transizione energetica nel settore del trasporto pubblico locale.

- con ARPA PIEMONTE per lo svolgimento di un corso di formazione per ispettori impianti termici e del relativo accertamento di idoneità secondo quanto previsto dal d.p.r. 74/2013;
- con CONFCOMMERCIO al fine di realizzare attività di studio e analisi delle comunità energetiche rinnovabili per le imprese del terziario di mercato e campagne di sensibilizzazione sui temi dell'efficienza energetica.

### **Progetti nazionali ed internazionali**

Il Dipartimento ha avviato e sviluppato nel corso del 2023 numerosi progetti europei, dei quali si presenta di seguito una breve presentazione delle attività e dei risultati.

- Progetto LEAP4SME: (concluso il 31/8/23): il progetto Linking Energy Audit Policies to enhance and support SMEs towards energy efficiency, coordinato da ENEA, è stato realizzato con l'obiettivo di proporre soluzioni ai policy maker in termini di schemi di supporto alla diagnosi energetica, e al contempo a coinvolgere ed informare i principali stakeholder sulle opportunità disponibili. I principali risultati delle attività, tra cui la mappatura e analisi dei programmi disponibili e l'analisi delle barriere, sono disponibili al link <https://leap4sme.eu/resources/deliverables/>. Nel corso del 2023 è proseguita la forte sinergia nell'ambito del Piano di sensibilizzazione ENEA/MASE ai sensi dell'Art. 8 comma 10 ter del DL. Lgs.102/2014, destinato alle PMI, attraverso l'organizzazione congiunta di osservatori ed eventi. Nel corso del 2023 sono state pubblicate guide introduttive alla diagnosi energetica nelle PMI in sei diverse lingue, prodotti e consegnati i deliverable del WP4 a coordinamento ENEA, finalizzate diverse pubblicazioni scientifiche e divulgative. Il progetto si è concluso con un evento in due fasi: una conferenza all'Europarlamento, con coinvolgimento di diverse Istituzioni dell'Unione Europea, e sessione tecnico-scientifica basata sulla discussione dei risultati del progetto.
- Progetto TunES (Tuning EPC and SRI instruments to deliver full potential), finanziato nell'ambito del programma LIFE 2022, ha l'obiettivo di facilitare la raccolta, lo scambio, l'applicazione e la replica delle buone pratiche adottate dagli Stati Membri sui temi della Certificazione Energetica degli Edifici e dello Smart Readiness Indicator (SRI). In linea generale, tunES intende supportare il completamento del percorso di attuazione, avviato dagli Stati Membri, dell'Attestato di Prestazione Energetica degli edifici e definire una strategia di integrazione con lo Smart Readiness Indicator (SRI). TunES è stato avviato a settembre 2023 (il kickoff meeting si è tenuto il 18 Settembre 2023), ha una durata di 24 mesi, e vede la partecipazione delle Agenzie per l'Energia di 7 Stati Membri e 4 enti di ricerca che costituiscono il team di supporto tecnico. tunES si prefigge di sviluppare l'attività secondo cinque blocchi tematici che si occupano di: comprendere l'APE, Aggiornare l'APE, Database e strumenti di calcolo; Sviluppo e diffusione dello SRI), integrazione degli strumenti. ENEA è coordinatore del Work Package 1 "Facilitazione dello scambio tra i gli Stati Membri e tra la rete dei follower esterni". ENEA, nell'ambito delle Task 1.1 e 1.2 di cui è leader, ha avviato a novembre 2023 l'organizzazione dei Building block events che si terranno nel 2024 a Bruxelles e, in collaborazione con tutti i partner, ha individuato i followers esterni (Agenzie per l'Energia esterne a tunES, Ministeri, Associazioni nazionali o europee, ecc.) con cui condividere best practice e risultati del progetto.
- Progetto ENPOR (<https://www.enpor.eu>): mira ad alleviare la povertà energetica nel settore degli affitti privati a livello europeo. I suoi obiettivi sono identificare gli inquilini che si trovano in una situazione di povertà energetica ed i rispettivi proprietari, nonché comprendere e soddisfare le loro

esigenze. Ciò è realizzato mediante l'adattamento e l'attuazione di dieci politiche in sette Stati membri. Per l'Italia è stata esaminata la Campagna di Formazione e Informazione sull'efficienza energetica "Italia in classe A". L'ENEA oltre ad essere responsabile per specifici WP e deliverable di progetto ha organizzato un tavolo tecnico, denominato REACT group, che in un serie di incontri ha analizzato le possibili strategie per dare maggiore spazio e visibilità al tema della povertà energetica nel Programma nazionale di formazione e informazione sull'efficienza energetica "Italia in Classe A". Nel 2023 l'ENEA ha redatto e pubblicato 2 guide: la prima guida "Consigli per ridurre i consumi e rendere la casa energeticamente più efficiente", dedicata a proprietari e inquilini, è incentrata su una serie di indicazioni e buone pratiche facilmente attuabili da affittuari e padroni di casa per diminuire gli sprechi e diventare più consapevoli su come utilizzare al meglio l'energia nelle abitazioni. La seconda guida "Consigli per comunicare e diffondere i vantaggi degli interventi di efficienza energetica e ridurre i consumi" è indirizzata agli amministratori di condominio, visti come una figura chiave in grado di aiutare i condomini e gli inquilini ad adottare misure e comportamenti per rendere le abitazioni energeticamente più efficienti e ridurre i consumi. L'ENEA ha inoltre collaborato all'iniziativa White Energy Week nel 2022 e di nuovo nel 2023 al fine di sensibilizzare gli studenti delle scuole coinvolte sui temi della povertà energetica e dell'efficienze energetica nelle loro abitazioni.

- Progetto SER (Social Energy Renovation: Maximizing social impact and boosting clean energy investment in the no-profit sector through de-risking, aggregation, and capacity building - <https://www.ser4impact.eu/>): ha come obiettivo le ristrutturazioni edilizie sostenibili nel Terzo Settore grazie a uno strumento innovativo che permette di transizione la transizione ecologica e la fine della povertà energetica. Nel corso del 2023 è stato dato maggiore spazio alle attività di management del progetto, a seguito del processo di valutazione e approvazione di un emendamento. L'emendamento ha avuto come oggetto la modifica di alcuni work package (WP) funzionali alla realizzazione del SER-HUB, in particolare il WP2. Inoltre sono state pianificate alcune attività di supporto agli stakeholder e di revisione e completamento dei deliverable ancora sottoposti a revisione o pendenti (D3.3 e D3.7). Infine sono state svolte attività volte a mantenere il corretto funzionamento della App SERVICE4Impact per gli utenti.
- GREENROAD ([www.greedroadproject.eu](http://www.greedroadproject.eu)): il progetto, di cui ENEA è coordinatore, mira a facilitare il dialogo tra i principali attori pubblici e privati italiani sulle questioni di finanziamento relative all'efficienza energetica nel settore dell'edilizia esistente e di nuova costruzione e favorire la collaborazione, l'innovazione e l'azione attraverso l'istituzione di una tavola rotonda nazionale permanente ed eventi collegati a livello locale. Nel corso del 2022 e 2023 sono state organizzate 6 tavole rotonde nazionali, di cui 3 rivolte ai principali attori della filiera dell'efficienza energetica degli edifici e del finanziamento degli interventi di riqualificazione, e 3 organizzate in sinergia con il "Tavolo Tecnico per favorire la riqualificazione degli edifici" promosso dall'ABI, con la partecipazione di rappresentanti di alto livello dei principali soggetti istituzionali pubblici e privati. A livello locale sono stati organizzati nel corso del progetto 6 eventi locali a Roma, Milano, Bari, Napoli, Torino e Firenze, con l'obiettivo di discutere specifici temi di interessi del progetto e approfondirli grazie alla presentazione di casi studio e best pratiche rilevate sul territorio. Sono stati inoltre svolti online diverse attività di formazione sui temi di interesse del progetto. A febbraio 2024 si è svolto l'evento finale di GREENROAD, organizzato a Roma dall'ENEA, in cui sono state presentate le proposte finali derivanti dalle Tavole rotonde e dagli eventi locali ed è stata annunciata l'istituzione della tavola



rotonda permanente High Level Forum for Sustainable Building Renovation, nata dalla convergenza delle Tavola rotonda di GREENROAD e dal Tavolo Tecnico per la riqualificazione energetica degli edifici coordinato dall'ABI.

- Progetto MeetMED II (<https://meetmed.org/>): ha l'obiettivo di rafforzare l'attuazione delle misure di efficienza energetica e migliorare il mix energetico dei paesi beneficiari (Algeria, Egitto, Giordania, Libano, Libia, Marocco, Palestina e Tunisia) concentrandosi sui settori dell'edilizia e degli elettrodomestici, al fine di favorire la loro transizione verso un'economia a basse emissioni di carbonio. A tale scopo, nel 2022 è stata realizzata al Cairo la prima meetMED Week, il più grande evento annuale del progetto dedicato all'efficienza energetica e all'energia rinnovabile nel settore degli edifici e degli elettrodomestici e sono stati predisposti dall'ENEA i relativi proceeding. Si sono svolte attività di supporto nell'individuazione dei contenuti tecnici per la partecipazione del progetto all'ultima COP27 svoltasi a novembre 2022. Nel 2023 si è svolta la seconda meetMED Week a Marrakesh, che si è affermata come evento di riferimento per la transizione energetica della sponda sud del Mediterraneo, riunendo rappresentanti delle istituzioni e delle agenzie energetiche nazionali, della CE e oltre 140 esperti e stakeholder provenienti dai Paesi delle due sponde del Mediterraneo. Nell'ambito di meetMED II sono state inoltre realizzati 6 MED SEI Forum nel 2022 e 2023, delle tavole rotonde nazionali che hanno l'obiettivo di riunire rappresentanti di autorità nazionali, banche e istituzioni finanziarie, organizzazioni di cooperazione internazionale, al fine di discutere su come migliorare l'accesso ai finanziamenti per progetti di efficienza energetica e superare le barriere esistenti e presentare buone pratiche e meccanismi di finanziamento innovativi sia nell'ambito degli edifici che in quello degli elettrodomestici. Le tavole rotonde nazionali del MED SEI FORUM si sono tenute ad Amman (giugno 2022), Rabat (ottobre 2022), il Cairo (febbraio 2023) e Algeri (ottobre 2023); quelle a livello regionale hanno avuto luogo al Cairo (marzo 2022) e Marrakech (maggio 2023). L'ENEA ha inoltre lavorato alla realizzazione di un apposito di un webtool che sia da supporto ai vari partner di meetMED per la valutazione dei consumi degli edifici a destinazione scolastica. Infine l'ENEA ha collaborato alle diverse attività volte all'analisi del contesto tecnico normativo dei paesi beneficiary.
- Il Progetto LIGHTNESS (<https://www.lightness-project.eu/>) contribuisce ad una transizione energetica pulita ed equa con la creazione e il supporto di Comunità Energetiche di Cittadini. Le attività del progetto LIGHTNESS si concretizzeranno attraverso l'impegno attivo, l'inclusione sociale, la programmazione di una roadmap normativa, lo sviluppo di un pacchetto tecnologico a costi contenuti e la definizione di modelli di finanziamento innovativi per le Comunità Energetiche di cittadini. Nel 2021, per i paesi rappresentati dai partner di progetto, è stata effettuata una analisi PESTLE, il benchmarking delle buone pratiche di creazione di comunità energetiche e la mappatura degli stakeholders, delle barriere, dei fabbisogni e dei drivers per la loro creazione. Nel 2022 si è consolidato il processo di coinvolgimento dei cittadini e delle parti interessate alla costituzione di una Comunità Energetica, attraverso attività di disseminazione. A Cagliari, in occasione della General Assembly, Enea ha organizzato un Workshop sugli aspetti normativi e sulla condivisione delle buone pratiche in tema di comunità energetiche, coinvolgendo amministrazioni pubbliche della Sardegna, illustrando le attività messe in campo sul territorio regionale con particolare riferimento alle prime comunità energetiche e alla realizzazione di esperienze di autoconsumo collettivo, come il condominio smart- caso pilota del progetto Lightness. Nel 2023 è stata finalizzata la realizzazione dei report finali e si è concluso il Progetto con le attività di disseminazione previste.

- ODYSSEE-MURE "Monitoring the Energy Efficiency Pillar for Climate Neutrality" (<https://www.odyssee-mure.eu/>) mira a sostenere i policy makers della Commissione Europea, degli Stati membri e dei paesi dell'Energy Community (EnC) nell'attuazione della direttiva UE sull'efficienza energetica (EED) nel modo più efficiente possibile a livello nazionale attraverso indicatori e strumenti per il monitoraggio (database ODYSSEE) e la valutazione degli impatti delle politiche di efficienza energetica (database MURE). Obiettivo del progetto è anche migliorare le competenze di analisi e comunicazione delle amministrazioni pubbliche in campo energetico al fine di intraprendere i passi necessari per raggiungere la neutralità climatica nella UE al 2050. Il kick-off meeting svolto a fine 2022 ha definito il cronoprogramma delle attività da svolgere. Nel 2023 ENEA si è occupata degli aggiornamenti annuali dei database ODYSSEE e MURE, della redazione di country profile e policy brief sulla povertà energetica e sugli incentivi per il miglioramento dell'efficienza energetica negli edifici.
- CA EED2 "Concerted Action EED-Support to Member States and participating countries for the implementation of the Energy Efficiency Directive": il progetto ha l'obiettivo di favorire lo scambio di informazioni ed esperienze tra gli Stati Membri e gli altri Paesi partecipanti (Norvegia) al fine di facilitare l'attuazione della Direttiva 2012/27/UE (EED) e le sue successive revisioni. L'impatto previsto dell'azione consiste in un approccio più armonizzato e in una maggiore efficacia nell'attuazione dell'EED in tutti gli Stati membri, nonché nel trasferimento di buone pratiche. La terza edizione del progetto (CA EED3) è cominciata nel 2022 e i due incontri plenari del 2023 sono stati particolarmente importanti in quanto hanno rispettivamente preceduto e seguito l'adozione della nuova EED (Direttiva 2023/1791/UE). In particolare, nell'incontro di ottobre 2023 ha visto la partecipazione di esperti della Commissione Europea e l'analisi dei principali cambiamenti introdotti dalla nuova EED, con riferimento a obiettivi di risparmio energetico, ruolo esemplare del settore pubblico, diagnosi energetiche e strumenti di finanziamento.
- Progetto REHOUSE - Renovation packagEs for HOlistic improvement of EU's bUildingS Efficiency, maximizing RES generation and cost-effectiveness", nell'ambito del programma "Efficient, sustainable and inclusive energy use-HORIZON-CL5-2021-D4-02- Innovation Action." Il Progetto propone il salto alla scala reale, in quattro edifici reali "dimostratori" di un insieme di innovazioni, concepite come "pacchetti di riqualificazione edilizia", già validati a scala di laboratorio e progettati secondo principi di circolarità, prefabbricazione e multifunzionalità.
- Progetto PBD.wise - Gli obiettivi in materia di energia e clima richiedono un radicale aumento degli sforzi per l'attuazione e il rafforzamento delle politiche nel settore dell'edilizia. La proposta di revisione della direttiva Prestazione energetica nell'edilizia ha introdotto diversi elementi per raggiungere questi obiettivi, ad esempio gli edifici a emissioni zero (ZEB), i piani nazionali di ristrutturazione degli edifici (NBRP), gli standard minimi di prestazione energetica (MEPS). Il progetto persegue tre obiettivi: 1) Sostenere le autorità pubbliche di sei Stati membri (paesi prioritari) nella progettazione, nell'attuazione e nella valutazione degli strumenti definiti nella proposta della direttiva EPBD (ZEB, NBRP, MEPS, BRP, EPC); 2) adottare un approccio coerente per l'attuazione delle politiche edilizie derivanti dalla direttiva Prestazione energetica nell'edilizia e sfruttare le sinergie con Fitfor55 e altre strategie dell'UE; 3) Costruire un modello replicabile per sostenere l'attuazione della legislazione dell'UE.
- Progetto SEED MICAT: Support Energy Efficiency Deployment with the Multiple Impacts CA lCulation Tool. Il Progetto intende supportare l'UE e gli Stati membri a livello di governance nazionale,

regionale e locale nell'inclusione degli impatti multipli (MI) dei percorsi di neutralità carbonica nella loro operatività e nell'attuazione del principio Energy Efficiency First (EE1), "gettando così i semi" per un'ampia applicazione del principio.

- ENE FIRST: Plug Energy Efficiency First In. Il progetto intende supportare i principali stakeholder per integrare e diffondere le conoscenze sugli investimenti in infrastrutture energetiche, sulla pianificazione energetica e sulla definizione di nuovi incentivi. Inoltre, verrà implementata una piattaforma online che raccoglierà le informazioni più rilevanti su EE1st.
- EU PEERS: European Practitioners for Integrated Home Renovation Services. L'obiettivo generale del progetto è sostenere lo sviluppo degli IHRS (Integrated Home Renovation Services) come strumenti chiave per accelerare la ristrutturazione energetica delle abitazioni nell'UE. EU Peers consentirà di creare un archivio di conoscenze online e uno strumento digitale per facilitare la collaborazione e creazione rete.

#### Obiettivo triennale **DUEE.OS.02 – Svolgere attività di R&S nell'ambito dell'efficienza energetica**

Il Dipartimento ha svolto attività di R&S nell'ambito dell'efficienza energetica partecipando:

- all'Accordo di Programma sulla Ricerca del Sistema Elettrico attraverso lo sviluppo di due progetti: 1.5 "Edifici ad alta efficienza per la transizione energetica" e 1.6 "Efficienza energetica dei prodotti e dei processi industriali".

I principali risultati raggiunti sono di seguito sinteticamente descritti:

- 1.5 "Edifici ad alta efficienza per la transizione energetica": il progetto ha l'obiettivo di favorire l'integrazione tra sistemi e tecnologie secondo un approccio multi scalare e intersettoriale, che supporti l'evoluzione del sistema energetico verso un assetto distribuito e promuova l'efficienza energetica come strumento per la riduzione dei consumi e della spesa energetica, per la tutela dell'ambiente, la sicurezza e il benessere abitativo. Nel corso della seconda annualità (2023) le attività sono entrate nella fase operativa che prevede la realizzazione dei modelli di simulazione e la predisposizione delle campagne sperimentali per le attività che prevedono rispettivamente valutazioni di scenari mediante software specifici o campagne di test su componenti o impianti prototipali o a scala reale; nella seconda parte dell'annualità, si è messo a frutto tale fase preparatoria, che ha prodotto i primi risultati degli scenari simulati e delle prove sperimentali eseguite.

In particolare, le tematiche che ricadono nel primo gruppo riguardano lo sviluppo e l'ottimizzazione di tecnologie, strumenti e metodi per l'incremento delle prestazioni energetiche e ambientali degli edifici, compreso il patrimonio edilizio storico, l'individuazione di strategie a breve termine per la riduzione dei consumi del parco edilizio residenziale italiano (residenziale e ad uso uffici) e per la sua decarbonizzazione, sviluppo di una piattaforma software per migliorare la consapevolezza dei propri consumi elettrici e termici degli utenti nei condomini con impianti centralizzati e gestiti in modalità autoconsumo collettivo; nel secondo gruppo ricadono lo studio di una gestione ottimale degli impianti a fonti rinnovabili locali e impianti ibridi al fine di individuare soluzioni per ottimizzare la condivisione di energia prodotta da FER locali, l'applicazione dello Smart Readiness Indicator al contesto edilizio nazionale ed elaborazione del calcolo dinamico in tempo reale dell'indicatore valutato sull'effettivo funzionamento degli impianti e lo sviluppo di componenti innovativi per l'incremento delle prestazioni energetiche degli edifici.

- 1.6 "Efficienza energetica dei prodotti e dei processi industriali": il progetto ha l'obiettivo di sviluppare metodi, strumenti e soluzioni per rafforzare la leadership industriale, l'autonomia e la resilienza in catene di valore strategiche e in aree di potenziali alleanze industriali, avvicinandole sempre più al

paradigma di ecosistemi dinamici di innovazione, nonché per la promozione e diffusione delle tecnologie ad alta efficienza energetica. Nel corso della seconda annualità (2023) le attività di progetto sono entrate nel vivo dell'esecuzione, sia per quanto riguarda le attività di modellazione, analisi e interazione con i principali stakeholder che per quanto riguarda le attività sperimentali, realizzando nello specifico quanto segue: attività di supporto ai ministeri competenti nella negoziazione dei regolamenti di ecodesign ed etichettatura energetica, e nelle principali collaborazioni nazionali e internazionali; identificazione dei fattori responsabili delle fluttuazioni temporali dei flussi di energia termica nei processi industriali e implementazione del relativo database in excel; perfezionamento della metodologia di valutazione dei benefici economici ed energetici dell'utilizzo di tecnologie non termiche, termiche innovative e tradizionali nei processi industriali per il trattamento degli alimenti e analisi di relativi casi di studio; completamento dell'analisi di letteratura nazionale e internazionale relativa alle filiere ETICS e della ricognizione e studio energetico dei relativi processi produttivi a partire dalle diagnosi energetiche di grandi aziende e aziende energivore, nonché dell'abaco relativo ai materiali "innovativi" o "non convenzionali"; costituzione del primo tavolo di lavoro sulla produzione di isolanti termici; avviamento delle attività preparatorie per la definizione della metodologia integrata per l'analisi energetica a livello di filiera dell'Off-Site Construction e l'identificazione delle buone pratiche, avviamento delle attività preparatorie per la realizzazione del framework decisionale relativo ai materiali "innovativi" o "non convenzionali"; realizzazione di una prima classificazione delle aziende vitivinicole siciliane, analisi dei primi risultati del questionario sui loro consumi energetici e avviamento delle attività per il coinvolgimento degli stakeholder industriali nel progetto; completamento dell'analisi settoriale per i settori immobiliare e banca con individuazione degli indici di prestazione energetica di secondo livello e degli interventi di efficientamento energetico e avviamento dell'analisi delle diagnosi energetiche per il settore aeroportuale e le attività di coordinamento e confronto con ENAC, Federazione Gomma Plastica, SMI, Assoimmobiliare per la redazione delle linee guida settoriali e definizione di fogli di rendicontazione condivisi; analisi delle diagnosi energetiche per il settore del tessile e calzaturificio.

Obiettivo triennale **DUEE.OS.03 - Realizzare le azioni finalizzate alla creazione di una corretta coscienza energetica nei cittadini e di una professionalità qualificata negli operatori di settore**

Di seguito si riportano alcune delle principali azioni finalizzate alla creazione di una corretta coscienza energetica nei cittadini e di una professionalità qualificata negli operatori di settore realizzate nel 2023 da entrambe le Divisioni del Dipartimento. Le attività si sono svolte in presenza oppure utilizzando piattaforme telematiche, sistemi di e-learning e call conference.

- Campagna Italia in Classe A: attività specifiche di ricerca, produzione contenuti, implementazione di una piattaforma evolutiva, attività di divulgazione. Nello specifico le attività sono illustrate nella pubblicazione SUPER HOUSE, online a cadenza bimestrale e nella relazione inviata periodicamente al MASE ai fini della rendicontazione delle attività.
- Circa 10 Workshop sul tema efficientamento energetico dei processi industriali;
- Supporto ai lavori dell'Osservatorio immobiliare nazionale del settore urbano di FIAIP - Federazione Italiana Agenti Immobiliari Professionali, in collaborazione con I-Com (Istituto per la Competitività) ([https://www.fiaip.it/wp-content/uploads/2021/05/Oss.-urb-2020-FIAIP\\_ENEA\\_ICOM.pdf](https://www.fiaip.it/wp-content/uploads/2021/05/Oss.-urb-2020-FIAIP_ENEA_ICOM.pdf)).
- Elaborazione dei Bilanci Energetici Regionali;
- Analisi di dati ed elaborazione di indicatori di povertà energetica a livello nazionale e regionale;
- Partecipazione ai distretti produttivi regionali, ad esempio Distretto la Nuova Energia in Puglia;

- Partecipazione a workshop/seminari organizzati da Associazioni di categoria, operatori del settore, enti locali, diretti a professionisti, imprenditori e tecnici delle pubbliche amministrazioni, sui seguenti temi, tra gli altri: comunità energetiche, povertà energetica; riqualificazione energetica degli edifici e meccanismi di incentivazione a disposizione; rigenerazione delle città; nuove tecnologie e le migliori tecniche disponibili per aumentare l'efficienza energetica nel sistema agroindustriale; infrastrutture verdi per edifici, quali tetti e pareti verdi.
- Sviluppo e manutenzione delle piattaforme di E-learning.

Obiettivo triennale **DUEE.OS.04 - Ottimizzare l'utilizzo delle risorse in relazione al valore dei risultati**

In sede di assestamento di bilancio si riteneva di accertare le entrate inerenti Ricerca di Sistema ed il Portale PNP2. In quest'ultimo caso, la Convenzione ENEA MASE è stata stipulata in ritardo e non è stato possibile accertare l'entrata prevista nell'anno 2023. Inoltre, si prevedeva di impegnare i contratti biennali del PIF (incluso l'intero importo della gara per i servizi multimediali). Per motivi contabili è stata impegnata la sola annualità 2023; pertanto, le spese si sono notevolmente ridotte a consuntivo

Obiettivo triennale **DUEE.OS.05 - Favorire l'efficacia organizzativa, l'efficienza operativa, la crescita delle competenze e l'innalzamento della qualità dei processi amministrativo-contabili, promuovendo il benessere organizzativo e le pari opportunità**

Nel corso del 2023 è proseguita l'attività di implementazione dei processi di pianificazione e programmazione della gestione amministrativa, finanziaria e contabile mediante lo sviluppo di report standardizzati. Gli scostamenti tra dati finanziari di previsione e risultati conseguiti sono spesso imputabili a fattori esterni quali ad esempio ritardi nei pagamenti da parte dei committenti o approvazione tardiva delle rendicontazioni dei progetti e delle attività.

Il crescente innalzamento della qualità dei processi amministrativi rimane uno dei principali obiettivi di miglioramento: occorre infatti coniugare la necessaria formalizzazione e standardizzazione dei flussi informativi con l'esigenza di rendere snelle e veloci le procedure, migliorando in tal modo l'efficienza operativa e l'efficacia dell'azione amministrativa nel rispetto degli obiettivi programmatici del Dipartimento, anche attraverso il lavoro a distanza (il personale ha lavorato anche in Smart Working, secondo le modalità e gli indirizzi dei vertici dell'Agenzia).

Nel corso del 2023 le richieste di collaborazione da operatori pubblici e privati hanno trovato soluzioni tempestive ed efficaci, compatibilmente con le necessarie verifiche normative, amministrative e fiscali.

In un'ottica di Diversity Management, il Dipartimento si è posto l'obiettivo di rendere la "diversità" delle competenze e delle esperienze, ma più in generale le diversità culturali, sociali, di genere ed etniche, un fattore di confronto e di crescita in un'ottica di miglioramento continuo della performance individuale ed organizzativa, anche attraverso lo sviluppo del "senso di appartenenza", di inclusione e di condivisione degli obiettivi e dei risultati tra tutto il personale.

Nello specifico, in tema di "diversità" di genere, il Dipartimento ha promosso fortemente le pari opportunità: la percentuale di donne che nel 2023 ha ricoperto ruoli di responsabilità di protocolli, convenzioni e progetti di sviluppo e ricerca ha confermato il valore dell'anno precedente (45% circa).

Nella Macrostruttura DUEE è stata promossa la formazione dei dipendenti, soprattutto incentivando e-learning e formazione a distanza (sia quella proposta in house dall'ENEA che corsi gratuiti promossi da altri enti o istituti di formazione, nonché i corsi SNA).

Sono state adottate nel 2023 tutte le misure di prevenzione previste dal PIAO 2023-2025, attuate nei tempi e nelle modalità ivi indicate, al fine di garantire la legalità e la trasparenza dell'azione amministrativa all'interno del dipartimento ed a garanzia del contesto esterno di riferimento.

### **PRINCIPALI INTERLOCUTORI (NAZIONALI E INTERNAZIONALI) COINVOLTI NELLE ATTIVITÀ**

L'anno 2023 ha evidenziato una forte eterogeneità degli interlocutori di DUÉE, con una importante presenza di istituzioni pubbliche, rappresentate dal MASE, da altri Ministeri e dalle Regioni, in contemporanea con imprenditori e singoli cittadini, che richiedono consulenza e assistenza tecnica, formazione e informazione. Questa varietà impone al personale di DUÉE un aggiornamento tecnico-normativo continuo e di elevato profilo, insieme alla capacità di svolgere attività operative a breve scadenza che si finalizzano attraverso il confezionamento di prodotti end-user. Ciò richiede da parte del Dipartimento, in tutte le sue strutture tecniche e amministrative, grande flessibilità e tempi di risposta veloci, dai primi contatti alla stipula degli accordi all'esecuzione del prodotto finale richiesto, per adeguare l'offerta dei servizi forniti ad una domanda molto articolata.

In considerazione degli impegni previsti dall'art. 13 del decreto legislativo 4 luglio 2014, n. 102, modificato dal decreto legislativo 14 luglio 2020, n. 73 in materia di programma nazionale di informazione e formazione sull'efficienza energetica, si segnala che nel corso del 2023 si è svolta l'attività prevista dalla Campagna Italia in Classe A, con relazioni esterne con Associazioni di Categoria, Opinion Leader della Campagna Italia in Classe A, Università.

Per la predisposizione e lo sviluppo del portale PNPE<sup>2</sup>, sono continuate le interlocuzioni con i principali soggetti istituzionali detentori delle basi di dati e informazioni di dettaglio in tema di edifici, nelle more della sottoscrizione della Convenzione con il MASE avvenuta solo a fine 2023.

### **RICADUTE ECONOMICHE E TECNOLOGICHE SUL SISTEMA INDUSTRIALE**

Il comparto delle imprese riveste carattere di particolare importanza nella definizione delle politiche energetiche a livello nazionale, sia per i valori assoluti in termini di impieghi energetici del comparto imprese, sia per la trasversalità del comparto stesso tra i diversi settori primario, secondario e terziario.

L'attività di bilanciamento di obblighi e opportunità risulta particolarmente interessante e delicata nel caso dell'Italia, ove le caratteristiche di potenza industriale (tra le prime dieci in accordo ai dati FMI) si intrecciano con una concentrazione rilevante di Piccole e Medie imprese, dislocate su un territorio disomogeneo sia in termini climatici che in termini di concentrazione geografica delle attività produttive.

Una delle principali ricadute delle attività svolte dal Dipartimento è rappresentata dall'aver facilitato le interazioni fra gli attori istituzionali e gli operatori privati verso obiettivi e progetti comuni, identificati da provvedimenti normativi e misure di politica energetica, sfruttando le rispettive competenze e le specifiche necessità, oltreché dall'aver fornito servizi operativi ai cittadini e alle principali associazioni di categoria dei settori economici.

In linea con il ruolo che gli è stato assegnato, il Dipartimento DUÉE ha dimostrato di essere l'istituzione di riferimento nazionale per il tema favorendo il miglioramento del livello generale di efficienza energetica, il conseguimento degli obiettivi nazionali assunti dal Paese, il potenziamento della competitività del tessuto produttivo attraverso il trasferimento di soluzioni innovative e metodologie che puntano all'ottimizzazione dei processi, alla riduzione dei consumi energetici e promuovendo lo sviluppo di una coscienza energetica fondata su una corretta alfabetizzazione dei cittadini e una qualificata professionalità degli operatori del settore.

## Istituto di Radioprotezione (IRP)

**Responsabile: Elena Fantuzzi**

### **FINALITÀ E STRATEGIE**

L'Istituto di Radioprotezione, in coerenza con il ruolo assegnatole all'interno dell'agenzia, persegue - attraverso attività di ricerca e qualificazione - l'innovazione dei metodi e l'accrescimento delle competenze costantemente adeguate allo standard europeo e internazionale. Assicura, allo stesso tempo, il rispetto delle leggi e della normativa in materia di protezione dalle radiazioni ionizzanti per tutte le attività svolte nei Centri ENEA e fornisce supporto tecnico-scientifico alle istituzioni e autorità operanti nel settore.

L'insieme di competenze e di risorse strumentali, rivolte prevalentemente alle esigenze interne dell'Agenzia, sono anche messe al servizio delle attività nazionali di ricerca, industriali e sanitarie con impiego di radiazioni ionizzanti, nonché di quelle nucleari.

Tutte le attività sono fortemente interconnesse dall'impiego comune di risorse strumentali e competenze professionali, distribuite in 5 centri dell'Agenzia (Bologna, Casaccia, Frascati, Saluggia e Trisaia).

### **PRINCIPALI RISULTATI RAGGIUNTI NELL'ANNO 2023, CON RIFERIMENTO AGLI OBIETTIVI INDICATI NEL PIAO 2023-2025**

**Obiettivo triennale Obiettivo Specifico IRP.OS.01 - Sviluppare e qualificare le tecniche analitiche e le valutazioni dosimetriche assicurando in ENEA la sorveglianza di radioprotezione, individuale ed ambientale, incrementando la fornitura di servizi tecnici avanzati all'esterno**

L'obiettivo triennale dell'Istituto di Radioprotezione, perseguito attraverso attività di studio, tecnico-scientifiche ed operative, è rivolto a garantire la qualità e la adeguatezza rispetto agli standard internazionali dei metodi di misura e valutazione di radioprotezione impiegati per la sorveglianza fisica di radioprotezione attraverso esperti di radioprotezione ai sensi di legge. Tale funzione è espressa da ricercatori in organico all'Istituto che possiedono la abilitazione professionale specifica e sono iscritti all'elenco nazionale presso il Ministero del Lavoro. Gli esperti di radioprotezione, di cui all'articolo 129 del D.Lgs. 101/2020 che ne definisce compiti e attribuzioni, nonché i requisiti di formazione e dell'esame di abilitazione, sono in possesso della capacità tecnica e professionale necessaria per lo svolgimento dei compiti inerenti alla sorveglianza fisica dei lavoratori esposti a radiazioni ionizzanti. Gli esperti di radioprotezione svolgono compiti specifici a supporto e per conto dei Datori di Lavoro/Esercenti ENEA (ndr. Direttore FSN, Direttore ISER, Responsabile IRP, Direttore SSPT, Direttore TERIN, Responsabile UTA), supervisionano sotto la propria responsabilità le attività di radioprotezione operativa presso gli ambienti di lavoro ENEA e si occupa della tenuta della documentazione di radioprotezione per ciascuna pratica ai sensi di legge.

L'Istituto di Radioprotezione, avvalendosi di tutti i Laboratori della struttura IRP, assicura altresì, in conformità ai sensi di legge, tutte le attività e misure operative presso gli impianti e i laboratori nei CR ENEA e le misure di monitoraggio dei lavoratori esposti, sia per esposizione esterna che interna, le relative valutazioni di dose per i singoli lavoratori nonché la sorveglianza ambientale ai sensi dell'art.97 del D.Lgs.101/2020 del sito del CR Casaccia e ai fini della certificazione ambientale del CR Trisaia.

Le competenze e le risorse sviluppate per le esigenze ENEA negli anni sono anche messe a disposizione di Utenti esterni attraverso la fornitura di servizi tecnici avanzati per la misura di radiazioni ionizzanti per scopi di dosimetria e di caratterizzazione radiologica. I principali utenti sono le società Sogin, Nucleco, gli enti di ricerca ISS, CNR, INFN oltre che varie Aziende Ospedaliere, aziende private e cittadini che impiegano o necessitano di monitorare le radiazioni ionizzanti in ambienti di vita o di lavoro.

Nel corso del 2023 è stata assicurata la sorveglianza fisica di radioprotezione (i.e. monitoraggio degli ambienti di lavoro, dei lavoratori esposti, verifiche e valutazioni periodiche, nonché tenuta *ex lege* della documentazione di radioprotezione, per tutte le 59 pratiche in essere al 31/12/2023 con impiego di radiazioni ionizzanti nei Centri ENEA di Bologna (inclusi Laboratori di Montecuccolino e Faenza), Brasimone, Brindisi, Casaccia, Frascati, Portici, Saluggia, Santa Teresa e Trisaia. Nel corso del 2023, sono state istituite 3 nuove pratiche ex art. 46 del D.Lgs.101/2020 per il Laboratorio di diffrazione RX (XRD) (afferente a TERIN-STSN-SCIS) nel CR Casaccia e per i Laboratori NIXT e di Diagnostica neutronica afferenti a FSN nel CR Frascati. Per il CR di Brindisi è stato necessario adeguare la documentazione autorizzativa per 4 delle strumentazioni impiegate. Sono state completate inoltre tutte le valutazioni e verifiche per la definitiva disattivazione dell’Impianto FTU di Frascati. È stata anche garantita la attività di consulenza specialistica, con studi e valutazioni specifiche, alle Unità dell’Agenzia per valutazioni di radioprotezione e di caratterizzazione radiologica per attività da avviare e/o dismettere o manutenzioni straordinarie per il CR Frascati, il CR Trisaia, per il CR Casaccia.

Gli esperti di radioprotezione hanno assicurato inoltre tutte le valutazioni dosimetriche (circa 500) per i lavoratori ENEA esposti alle radiazioni ionizzanti e predisposto le relazioni tecniche (oltre 100) necessarie per l’esercizio delle attività ENEA secondo la vigente normativa in materia di radioprotezione. Il personale tecnico di radioprotezione operativa ha coadiuvato gli esperti di radioprotezione realizzando oltre 400 sopralluoghi di verifica che hanno richiesto l’esecuzione di oltre 8.000 misure di monitoraggio (dirette ed indirette) negli ambienti di lavoro.

Il monitoraggio individuale di radioprotezione per i 250 lavoratori esposti alle radiazioni ionizzanti nei vari Centri ENEA è stato anch’esso assicurato e gestito dall’Istituto, attraverso la fornitura all’incirca di 7.500 dosimetri personali ed il coordinamento ed esecuzione di oltre 600 misure di contaminazione interna (dirette con Whole Body Counter e indirette di radiotossicologia). Sono state, inoltre, garantite circa 40 tarature periodiche e di verifica di buon funzionamento della strumentazione di radioprotezione, secondo le esigenze interne.

Per il Centro di Casaccia è stato inoltre redatto il rapporto annuale di monitoraggio della radioattività ambientale ex art. 97 D.Lgs. 101/2020 inviato, per conto degli esercenti ENEA, Sogin e Nucleco all’Ispettorato ISIN, contenente i risultati di oltre 2000 misure radiometriche relative alla rete di monitoraggio del sito per il controllo dell’esposizione della popolazione circostante. Per il CR Trisaia, invece, è stato emesso il rapporto annuale ambientale, basato su circa 1000 misure radiometriche di varia natura, necessario ai fini della certificazione ambientale del Centro ENEA.

Nel 2023 è stato garantito il supporto agli Esercenti degli impianti nucleari e dei laboratori ENEA, Sogin e Nucleco e alla Direzione del CR Casaccia per la gestione del Piano di Emergenza nucleare esterna e dei Piani di Emergenza, sia attraverso le prove annuali di emergenza nel CR Casaccia sotto la vigilanza di ISIN che con il contributo per predisposizione dei piani di emergenza (decreti prefettizi) per le pratiche con Nulla Osta di di cat. A del CR Casaccia (*ndr.* Impianto Calliope, Laboratorio di



caratterizzazione C-43, Installazione Nucleco), nell'ambito del comitato per la pianificazione dell'emergenza radiologica e nucleare per il CR Casaccia istituito presso la Prefettura di Roma. È stato, inoltre, portato a termine il lavoro di messa a punto del nuovo codice IARIN (Impact Atmospheric Release Incident Nuclear), che consente di effettuare valutazioni di radioprotezione a seguito di rilasci radioattivi derivanti da un incidente nucleare o radiologico nel CR Casaccia. Nel codice di simulazione IARIN, oltre ai dati dei tre Impianti nucleari TRIGA, TAPIRO e IPU, sono stati inseriti i dati per i cinque impianti connessi ai piani di emergenza, oltre alle attuali stazioni radiometriche distribuite nel territorio del sito Casaccia. Infine, il codice è stato aggiornato per gli aspetti di radioprotezione, tenendo conto delle più recenti raccomandazioni internazionali ICRP sottese dalla normativa nazionale.

Nel CR Trisaia, in relazione alle attività finalizzate all'allontanamento dei materiali delle parti residue dell'ex Impianto Magnox, è stata completata la caratterizzazione radiologica della condotta di adduzione dei liquidi di processo dall'edificio R21 al serbatoio metallico e del terreno ad essa sottostante, la verifica del contenuto radioattivo nel liquido presente nel setto sinistro del serbatoio (dopo sua rimozione e stoccaggio) nonché del serbatoio metallico (separatamente setto destro e setto sinistro) e dell'impiantistica presente all'interno del vano serbatoio. Complessivamente sono state eseguite oltre 300 misure di caratterizzazione su matrici varie e la redazione di due rapporti di caratterizzazione finalizzati all'avvio delle procedure di allontanamento.

Nel 2023, è stata fornita collaborazione all'autorità ISIN in occasione di una visita di verifica in Italia, ed in particolare nella capitale italiana, da parte della Commissione Europea nell'ambito del programma delle attività svolte ai sensi dell'art. 35 del Trattato EURATOM. Il laboratorio di sorveglianza ambientale dell'Istituto dell'ENEA è stato incluso nelle potenzialità nazionali di misura per l'area di Roma, elencate da ISIN, e sottoposti anch'essi alla visita ispettiva. La visita di verifica è stato oggetto di specifico rapporto tecnico IT 22-054, pubblicato dalla CE con esito positivo relativamente alle attività monitoraggio della radioattività nelle matrici ambientali e alimentari, anche in caso di emergenza nucleare.

La **fornitura di servizi tecnici avanzati** all'utenza esterna continua ad essere rilevante, anche se la richiesta è in calo da parte degli utenti principali (i.e. Nucleco e Sogin), ed ha riguardato:

1. noleggio e lettura di circa 28.000 dosimetri personali per tutti i tipi di radiazioni per circa 80 utenti;
2. 1.500 misure di monitoraggio della concentrazione di radon per circa 60 utenti, tra cui Eni;
3. 2.000 misure di contaminazione interna, sia dirette che indirette per 8 utenti, fra cui Nucleco, Sogin, ISIN;
4. 200 misure radiometriche in campioni di varia origine per vari tipi di radionuclidi per 4 utenti, tra cui Nucleco ed Eni;
5. 5 tarature di strumentazione di radioprotezione per utenti esterni.

La qualità e l'affidabilità dei servizi forniti, costantemente a confronto con lo stato dell'arte nazionale e internazionale, è stata verificata e dimostrata attraverso i risultati ottenuti nelle partecipazioni a test di prestazione (audit esterni) nell'ambito di 14 interconfronti nazionali ed internazionali per le principali tecniche oggetto di fornitura. Gli esiti hanno mostrato risultati sempre compatibili con i requisiti stabiliti dalle norme internazionali (i.e. ISO o IAEA a seconda degli specifici interconfronti), ed in molti casi con prestazioni eccellenti, come nel caso di 3 menzioni "Top Lab" nell'inter-confronto PROCORAD per misure radiotossicologiche e radiometriche.

Nel corso del 2023 è terminata la stesura del Manuale di Qualità e delle procedure per le attività inerenti la taratura di strumentazione e rivelatori di radiazioni ionizzanti per l'ottenimento dell'accREDITAMENTO di qualità ai sensi della ISO IEC EN 17025.

L'**attività di studio e ricerca** oltre ad essere stata rivolta agli studi per la realizzazione o dismissione di impianti nei CR ENEA, è stata rivolta a misure di radioattività ambientale con finalità anche di valutazioni in caso di rilasci incidentali/emergenza, a valutazioni dell'esposizione di operatori sanitari durante esami di radiologia (Cone-Beam CT), valutazioni di dose al paziente in specifici trattamenti di radioterapia esterna o terapia metabolica, nonché sulla rivelazione del radon. Infine, sono state eseguiti studi per l'ottimizzazione delle misure radiometriche e dosimetriche con l'obiettivo di un continuo miglioramento della qualità dei servizi offerti. Anche in collaborazione con colleghi europei (ndr. EURADOS, PROCORAD) è stata messa a punto la determinazione dell'attività di Stronzio-90 e trasuranici per misure brevi da effettuarsi in caso di emergenza, esigenza di screening su larga scala. Nel corso del 2023 sono proseguite le collaborazioni con il Dipartimento FSN per i progetti Sorgentina e Neutron-brush per i quali sono state eseguite una serie di simulazioni Monte Carlo, con il codice MCNP, per la determinazione degli spettri neutronici, necessari alla stima dell'attivazione degli elementi che costituiranno la macchina e la sua schermatura per le conseguenti valutazioni di radioprotezione, con verifiche sperimentali.

I risultati degli studi sopra citati, unitamente ad ulteriori studi, sono stati documentati in 30 pubblicazioni di cui: 16 pubblicazioni su rivista internazionali con peer review (IF), 5 relazioni in Atti di congressi internazionali, 9 relazioni in atti di congresso nazionali, 5 pubblicazioni su riviste nazionali, 1 contributo a Libri.

### **PRINCIPALI INTERLOCUTORI (NAZIONALI E INTERNAZIONALI) COINVOLTI NELLE ATTIVITÀ**

L'Istituto è in costante rapporto con le seguenti organizzazioni:

1. EURADOS (*European Radiation Dosimetry group*) partecipando alle attività del *Council* con un membro ENEA, oltre che a quelle tecnico scientifiche dei principali *Working Group* sulla dosimetria delle radiazioni ionizzanti (*WG2 - Harmonisation in Individual Monitoring, WG3-Environmental dosimetry, WG6 - Computational Dosimetry, WG7-Internal dosimetry, WG12-Dosimetry in Medical Imaging*)
2. ICRU (*International Commission on Radiation Units and Measurements*), CRPPH (*Committee on Radiation Protection and Public Health*) della NEA (OCSE), oltre che con i principali enti di normazione tecnica internazionale ISO e IEC;
3. Ministero della Salute, Direzione Generale della Prevenzione, con particolare riferimento alla gestione di eventi emergenziali di tipo radiologico e nucleare e in quest'ambito fornisce consulenza al Centro Antiveneni di Pavia;
4. è membro della rete di *Laboratori ALMERA*, istituita da IAEA e membro del consiglio scientifico di *PROCORAD* (*Association pour la Promotion du Contrôle de Qualité des Analyses de Biologie Médicale en Radiotoxicologie*) associazione francese cui aderiscono i principali laboratori nel campo delle misure di radiometria degli escreti;
5. è membro della piattaforma *NERIS* (*European Platform on Preparedness for Nuclear and Radiological Emergency Response and Recovery*) di organizzazioni europee coinvolte nei processi decisionali, nell'attuazione delle azioni protettive durante le emergenze nucleari e radiologiche e nelle fasi di recupero delle aree interessate;

6. *Associazione Italiana di Radioprotezione (AIRP)*, la principale associazione scientifica nel campo della radioprotezione a livello nazionale, nell'ambito del quale i ricercatori contribuiscono a iniziative di confronto e collaborazioni. Dal 2021, ENEA è socio collettivo di AIRP.

I ricercatori IRP sono inoltre in costante rapporto con le associazioni tecnico-scientifiche e professionali nazionali nel campo della radioprotezione (FIRR, AIRP, ANPEQ, SIRR).

In relazione alla normativa tecnica nazionale, il Responsabile dell'Istituto è membro, in rappresentanza ENEA, della Commissione Tecnica *Tecnologie nucleari e Radioprotezione* dell'UNI e presiede la *Sottocommissione 2 Protezione dalle radiazioni* per la redazione e il recepimento della normativa tecnica internazionale a livello italiano.

#### **RICADUTE ECONOMICHE E TECNOLOGICHE SUL SISTEMA INDUSTRIALE**

Oltre a garantire all'Agenzia stessa tutte le attività necessarie ex lege per l'esercizio di tutti gli impianti e laboratori che impiegano radiazioni ionizzanti, nonché il monitoraggio individuale ed ambientale di radioprotezione, le attività e le competenze dell'Istituto impattano in modo particolare in ambiti che spaziano dal decommissioning nucleare alla medicina e, in generale, alle attività produttive, sanitarie e di ricerca che impiegano le radiazioni ionizzanti (anche di origine naturale). Gli studi sulla radioattività ambientale di origine antropomorfa e naturale rivestono grande interesse in ambito nazionale e internazionale, non solo per gli aspetti di sicurezza nucleare, ma anche per la promozione di un sistema economico sostenibile. D'altra parte, i servizi tecnici avanzati, forniti in alcuni casi in modo esclusivo a livello nazionale e rivolti ad una utenza di settore ormai consolidata, rappresentano una competenza e potenzialità tecnica unica per completezza a livello nazionale che è messa in ogni possibile ed opportuna occasione al servizio del Paese. Anche le collaborazioni instaurate in ambito nazionale ed internazionale per vari aspetti di radioprotezione delle radiazioni ionizzanti testimoniano come l'impegno profuso per mantenere ed implementare competenze, capacità operative e tecniche di indagine permettono oggi di offrire al Paese un sistema di competenze e servizi tecnici avanzati altamente qualificati.

## Unità Tecnica Antartide (UTA)

**Responsabile: Elena Campana**

### **FINALITÀ E STRATEGIE**

L'Unità Tecnica Antartide (UTA) organizza e realizza le Campagne in Antartide nell'ambito del Programma Nazionale di Ricerche in Antartide (PNRA) del MUR, in ottemperanza al Decreto Interministeriale n. 170 del 20 luglio 2022 che affida all'ENEA il compito relativo all'attuazione logistica delle spedizioni scientifiche in Antartide. L'Unità si avvale, soprattutto per le operazioni in Antartide, della collaborazione di personale di altre Unità dell'ENEA, nonché di Università ed Enti di ricerca, delle Forze Armate italiane e dei Vigili del Fuoco.

Il ruolo dell'Unità, in esecuzione dell'AEA (Azioni esecutive annuali) elaborate insieme al CNR e approvate dal MUR, comprende le azioni tecniche, logistiche e la responsabilità dell'organizzazione nelle zone operative, nonché la programmazione, costruzione e gestione degli interventi, l'approvvigionamento di materiali e servizi, la manutenzione degli impianti e degli strumenti installati presso le Stazioni Antartiche italiane.

### **PRINCIPALI RISULTATI RAGGIUNTI NELL'ANNO 2023, CON RIFERIMENTO AGLI OBIETTIVI INDICATI NEL PIAO 2023-2025**

UTA ha assicurato le azioni necessarie all'attuazione della 39ma spedizione della Campagna antartica 2023/2024 e la predisposizione di tutte le azioni necessarie per la programmazione ed organizzazione della 20ma Campagna invernale della Stazione Concordia nel 2024 ancora in corso e che terminerà a novembre 2024.

In particolare, con riferimento ai singoli obiettivi indicati nel PIAO 2023-2025 si precisa che:

L'Obiettivo Specifico UTA.OS.01 "Assicurare l'attuazione, quanto alle azioni tecniche, logistiche ed organizzative delle Spedizioni nell'ambito del PNRA in ottemperanza al decreto Interministeriale n. 170 del 20 luglio 2022" è stato pienamente raggiunto.

L'Obiettivo Specifico UT.OS.02 "Ottimizzare l'utilizzo delle risorse in relazione ai valori dei risultati" è stato pienamente raggiunto per quanto concerne l'accuratezza nella programmazione delle entrate e delle uscite. In particolare le entrate indicate in assestamento di bilancio risultavano pari a 19,4 MLN di euro contro entrate consuntivate pari a 19,4 MLN di euro, per le spese si è registrata una variazione negativa del 12% tra il dato di assestamento e il consuntivo 2023 legato principalmente allo slittamento nell'annualità finanziaria 2024 delle relative procedure di affidamento.

### **PRINCIPALI INTERLOCUTORI (NAZIONALE ED INTERNAZIONALI) COINVOLTI NELLE ATTIVITÀ'**

L'ENEA UTA si avvale della collaborazione del Ministero della Difesa e del Ministero degli Interni e del Ministero degli Esteri, oltre ovviamente al Ministero della Ricerca. Rilevante anche la collaborazione con la Fondazione Policlinico Gemelli in tema di telemedicina.

A livello internazionale i principali interlocutori sono l'ESA e gli altri Programmi Antartici che hanno le proprie Basi in prossimità di quelle italiane e quindi il Programma Coreano, il Programma americano, il Programma francese (con il quale condividiamo la proprietà della Base Concordia), il Programma cinese, il Programma inglese ed il Programma tedesco.

ENEA UTA partecipa inoltre ai tavoli tecnici organizzati in ambito COMNAP SCAR e ATCM.

### **RICADUTE ECONOMICHE E TECNOLOGICHE SUL SISTEMA INDUSTRIALE.**

Beneficiario diretto è il sistema della ricerca nazionale in area polare, con prevalente orientamento nel settore delle scienze della vita (biologia marina, biomedicina), delle scienze della terra (geologia, glaciologia, clima) e delle scienze fisiche (atmosfera, spazio).

Gli interventi infrastrutturali volti ad un ammodernamento delle Basi e ad un loro efficientamento energetico hanno ricadute sul mondo industriale chiamato a testare soluzioni innovative in un ambiente estremamente ostile dal punto di vista ambientale.

Lo stesso dicasi per il settore tessile coinvolto nella realizzazione di prototipi di vestiario confezionato con materiali innovativi.

## Direzione Trasferimento Tecnologico- TTEC (già Direzione Innovazione e Sviluppo- ISV)

**Direttore: Alessandro Coppola**

### **FINALITÀ E STRATEGIE**

La Direzione Trasferimento Tecnologico-TTEC (già Direzione Innovazione & Sviluppo- ISV), ha rappresentato l'ENEA verso il potenziale mercato dell'offerta di ricerca e servizi ad alto contenuto tecnico-scientifico, per un'efficace interrelazione con i soggetti che rappresentano le potenziali controparti contrattuali: Unione Europea, Organismi internazionali, PA centrale, Regioni ed enti locali, Industria e associazioni, cittadini.

Il quadro di contesto in cui hanno trovato indirizzo le attività della Direzione è rappresentato dalla domanda crescente di supporto e consulenza per la definizione ed attuazione di policies ed interventi da parte della PA e della Rappresentanza Permanente d'Italia presso l'Unione Europea, e di richiesta di investimenti in tecnologie, processi e prodotti da parte del settore privato.

La Direzione è stata organizzata in Servizi, realizzando con essi dei "centri di competenza" per le attività di maggior rilevanza ai fini della propria "mission". La Direzione al suo interno disponeva inoltre di un'apposita unità di trasferimento tecnologico (Divisione Sviluppo Tecnologico), con l'obiettivo non solo di promuovere ancora più efficacemente le attività di ricerca e i servizi dell'ENEA verso controparti industriali ed istituzionali, ma anche di ridurre gli oneri burocratici e relazionali delle Unità tecniche attraverso una più efficiente centralizzazione delle competenze specialistiche comunque indispensabili.

### **PRINCIPALI RISULTATI RAGGIUNTI NELL'ANNO 2023, CON RIFERIMENTO AGLI OBIETTIVI INDICATI NEL PIAO 2023-2025**

#### **Obiettivo triennale ISV.OS.01 - Promuovere e valorizzare il ruolo dell'Agenzia nel trasferimento al territorio dei risultati della ricerca e nelle collaborazioni con soggetti terzi istituzionali e non**

Questo obiettivo triennale della Direzione riveste un'importanza strategica per l'Agenzia, riguardando la promozione del ruolo dell'ENEA nei confronti della committenza ed il trasferimento dei risultati dell'attività di ricerca al mondo produttivo del Paese.

La Direzione ha continuato ad assicurare alle strutture tecniche dell'Agenzia, tramite la propria Divisione Sviluppo Tecnologico, le competenze giuridiche per la verifica delle clausole relative alla Proprietà Intellettuale/Industriale contenute in varie tipologie di contratti. Tale supporto ha riguardato circa 42 Consortium Agreement/Accordi di partenariato, 48 Non Disclosure Agreement, 34 Contratti di ricerca/Accordi di collaborazione, 33 Accordi Quadro/Protocolli d'Intesa/MoU/Accordi di Programma/Lol. La Divisione ha inoltre redatto e negoziato 4 contratti di licenza, 5 Accordi di Gestione della co-titolarità/IPR Agreement. Sono stati inoltre predisposte altre tipologie di atti quali 3 accordi per utilizzo di loghi di progetto, 1 MTA, 3 ATS.

Su richiesta, sono stati inoltre forniti ai colleghi specifici pareri legali e consulenze in merito a presunte violazioni del diritto d'autore, licenze di software, problematiche relative alla riservatezza e alla tutela del know-how ENEA, utilizzo di loghi.

Su specifica richiesta si è partecipato al gruppo ristretto di soggetti incaricati della definizione delle Linee Guida sulla proprietà intellettuale del Centro Nazionale di Ricerca per le Tecnologie dell'Agricoltura - Agritech, del progetto "Multi-Risk sciEnce for resilienT commUnities underR a changiNg climate (RETURN)" (finanziato nell'ambito del PNRR) e del Clust-ER Greentech.

Nel corso del 2023, la Divisione ha ricevuto dai Dipartimenti le seguenti richieste, tutte correttamente processate:

- 22 richieste di nuovi depositi o di estensioni internazionali,
- 1 richiesta di attivazione di un nuovo spin-off.

Sono proseguite le attività mirate a implementare la KES (Knowledge Exchange Strategy) per rafforzare il rapporto con l'industria, mediante attività di sensibilizzazione con contatti mirati rivolti ad imprese selezionate, per l'iscrizione al Knowledge Exchange Program (KEP) che, al 31 dicembre 2023, vede 301 aziende registrate. Sono inoltre continuate le attività dei due "Knowledge Transfer Manager" (KTM), figure attivate nell'ambito del progetto KEP 2.0, co-finanziato dal MiSE con il bando UTT 2020. I KTM hanno proseguito le attività a supporto del programma KEP e dei KEO per il primo contatto e follow-up con le aziende registrate, attività finalizzate all'identificazione di risultati di ricerca valorizzabili verso il sistema industriale, con un focus sulle tematiche Materiali ed Economia Circolare, attraverso un'attività di scouting all'interno di ENEA, nonché avviato contatti e interazioni con soggetti privati per valorizzare i risultati di ricerca. Nel mese di luglio 2023, in continuità operativa con il precedente, è stato avviato il progetto KEP 2.0 - Linea 4, finanziato dal Ministero delle Imprese e del Made in Italy con risorse a valere sul PNRR, che consentirà di dare continuità alle attività svolte dai KTM, con riferimento anche ad attività di supporto al programma di Proof of Concept ENEA, fino al 30 giugno 2025.

In maniera sinergica con la nuova strategia di trasferimento della conoscenza, l'ENEA ha inoltre avviato e proseguito progettualità finalizzate a supportare il sistema industriale, e le PMI in particolare, nella gestione dei processi di innovazione e nella realizzazione di interventi di innovazione tecnologica. Nell'ambito del Protocollo d'Intesa tra ENEA e Unioncamere, ENEA è stata impegnata nella realizzazione del progetto "Matching Imprese-Ricerca pubblica (MIR)", che è stato presentato ufficialmente presso la sede di Unioncamere a Roma nel mese di maggio 2023. Il progetto MIR, che prevede il coinvolgimento, oltre che di Unioncamere ed ENEA, anche del CNR, è finalizzato al rafforzamento dell'interazione tra la ricerca pubblica e il mondo produttivo e alla creazione di nuove partnership partendo dalle esigenze delle imprese, attraverso la messa a sistema di una metodologia condivisa da rendere fruibile a tutta la ricerca pubblica. Nel corso del 2023, inoltre, nell'ambito del progetto PNRR ECOSISTER (Ecosistema Territoriale di Innovazione dell'Emilia-Romagna), di cui ENEA è socio fondatore dell'HUB, sono state avviate le attività del Programma di innovazione per il trasferimento tecnologico (Technology Transfer and Innovation Programme - TTIP), coordinate da ART-ER e delle quali la Direzione è soggetto coordinatore ed attuatore per ENEA. Le attività del TTIP hanno l'obiettivo di promuovere la ricerca industriale come principale driver per lo sviluppo economico sostenibile. Il TTIP prevede opportunità per tutti gli attori dell'ecosistema dell'innovazione regionale - studenti universitari e dottorandi, ricercatori, startup innovative e spin-off della ricerca, PMI, imprese, organizzazioni della società civile e cittadini, Pubblica Amministrazione - che potranno contribuire alla diffusione di soluzioni green rendendo la regione Emilia-Romagna più sostenibile, inclusiva e attraente. In continuità con quanto già fatto negli anni precedenti, inoltre, la Divisione ha garantito la presenza ENEA nei progetti della rete Enterprise Europe Network (EEN) per l'innovazione e l'internazionalizzazione delle PMI. Nel progetto BRIDGEconomies 2022-2025, finanziato dall'Unione Europea nell'ambito del Single Market Programme (SMP COSME) per il periodo 1° gennaio 2022 - 30 giugno 2025 (Grant Agreement 101052679), le attività dell'ENEA sono dedicate a fornire supporto alle PMI delle regioni Campania e Puglia, con un focus sulle tematiche della sostenibilità e della digitalizzazione, per le quali è previsto un coinvolgimento dei Dipartimenti SSPT e TERIN. Le attività progettuali prevedono la fornitura di servizi alle imprese quali organizzazione di eventi b2b, supporto per la partecipazione a fiere di settore, ricerca di partner tecnologici o commerciali, partecipazione ad

iniziative quali i tavoli di simbiosi industriale, webinar formativi sui temi del trasferimento tecnologico, della sostenibilità e dell'efficienza energetica, ecc.

Nel corso dell'anno è poi proseguita l'attività di affiancamento al Dipartimento SSPT, in particolare da parte del Servizio ISV-DST-PM, per le attività di valutazione tecnico-scientifica dei progetti proposti al finanziamento dell'intervento agevolativo "Economia Circolare" (DM 11 giugno 2020 del MIMIT), alle quali la Divisione partecipa gestendo l'attività di interfaccia con lo stesso Ministero e con INVITALIA, soggetto deputato alla valutazione economico-finanziaria delle medesime iniziative, con il quale la Direzione ha sottoscritto apposito accordo di collaborazione.

Si segnala, infine, l'intenso supporto che continua ad essere fornito al Dipartimento FSN per l'evoluzione del progetto di ricerca industriale (Sorgentina RF), in corso con il co-finanziamento della Regione Emilia-Romagna, ad impianto industriale del Generatore di radioisotopi ENEA (GENIE) da realizzarsi presso il Centro Ricerche ENEA Brasimone. Le attività della Direzione sono in particolare finalizzate alla definizione delle azioni preliminari al finanziamento e del veicolo societario più idoneo a consentire la realizzazione di una proposta industriale innovativa per la produzione di radiofarmaci, coinvolgendo tutte le autorità regionali e gli stakeholder della Sanità rilevanti, fino ai massimi livelli delle Regioni Emilia-Romagna e Toscana e di ulteriori soggetti Istituzionali nazionali (ad esempio, SCFM).

La Divisione ed il Servizio ISV-MARK hanno continuato ad assicurare il coordinamento dei Programmi di Proof of Concept (PoC), messi a punto per sostenere lo sviluppo di tecnologie ENEA con un basso grado di maturità tecnologica.

Nel marzo del 2023, il Programma "PoC ENEA 2022.02", presentato in risposta al Bando MiSE a valere su risorse PNRR, per cofinanziare programmi di PoC nelle istituzioni universitarie e della ricerca pubblica italiana dell'ottobre 2022, è stato ammesso al finanziamento. Ha preso, quindi, avvio la prima fase del Programma, con le attività di acquisizione di manifestazioni di interesse da parte di imprese e valutazione delle proposte progettuali PoC elaborate, che si è conclusa con la concessione nel mese di settembre 2023 del finanziamento richiesto, pari a 490.000 euro. Nel periodo finale dell'anno, il Servizio MARK ha seguito l'iter amministrativo interno per definire la gestione contabile del programma, che ha introdotto un cofinanziamento delle attività progettuali misto, istituzionale e commerciale.

Nell'autunno 2023 è stato, inoltre, avviato il Programma PoC ENEA 2023, su fondi interni per un importo di 1.000.000 euro, prevedendo un'azione proattiva da parte del gruppo interno che andrà a costituire i futuri Knowledge Transfer Manager per promuovere la presentazione di manifestazioni di interesse da parte di imprese in risposta all'Avviso Pubblico del Programma. Nel dicembre 2023 sono state costituite 23 partnership imprese-gruppi di ricerca ENEA per la successiva elaborazione di proposte progettuali PoC.

È proseguita l'attività, coordinata dal Servizio ISV-MARK e condotta con la Divisione ISV-DST, finalizzata alla definizione di una proposta di revisione del Programma KEP. Partendo dalla definizione di una classificazione dell'offerta tecnologica dell'ENEA per verticali applicativi e delle relative schede divulgative (progettate per aumentarne l'efficienza ai fini del trasferimento tecnologico e minimizzare la necessità di replicare lo sforzo di raccolta di informazioni per esigenze istituzionali diverse – come, ad esempio, le schede da inserire sulla piattaforma Knowledgeshare o come nel caso della richiesta del MiMIT nel novembre 2023), l'attività si è estesa anche alla progettazione del nuovo strumento informatico che andrà a raccogliere le singole schede e che consentirà sia una gestione del flusso informativo e procedurale, che un suo utilizzo a fini informativi sia interni che esterni.



Il Servizio ISV-MARK, in collaborazione con la Divisione, ha continuato a garantire un'azione di affiancamento dei progetti di start-up avanzati da colleghi, sia assistendoli nella definizione della documentazione da presentare, che nell'interazione con gli stakeholder esterni, in primo luogo potenziali investitori. Sempre con una forte collaborazione fra i servizi della Divisione ISV-DST e il servizio MARK, sono state potenziate le attività di valorizzazione dei risultati della ricerca ENEA, ampliando la partecipazione anche ad eventi di tipo fieristico tematico e implementando attività di allargamento del portafoglio di potenziali lead.

Oltre alle attività già richiamate e finalizzate a specifici progetti di valorizzazione, è stato elaborato, pubblicato e presentato in collaborazione con Assobiotec-Federchimica l'annuale Rapporto sulle imprese attive nelle biotecnologie in Italia, basato sul lavoro di Rilevazione statistica ENT-00007, previsto dal Programma Statistico Nazionale e di cui l'ENEA è titolare.

Inoltre, la Direzione ISV ha attivamente collaborato con l'Unità REL nella realizzazione di varie iniziative in ambito Communication verso l'esterno dell'Ente finalizzate proprio a promuovere e valorizzare il ruolo dell'Agenzia nel trasferimento al territorio dei risultati della ricerca e nelle collaborazioni con soggetti terzi. Tra molte, ricordiamo in particolare che ha guidato l'impostazione e realizzazione della Rivista EAI quadrimestrale per il numero specificamente dedicato all'Innovazione Tecnologica e Trasferimento delle competenze ENEA verso il tessuto imprenditoriale.

Infine, nell'ambito dell'accordo tra ENEA, Regione Autonoma Friuli-Venezia Giulia e Area Science Park di Trieste per l'organizzazione della III edizione internazionale del BSBF – Big Science Business Forum (Trieste, 1 – 4 ottobre 2024), il servizio ISV-DST-INI ha svolto nel corso del 2023 un ampio lavoro di coinvolgimento del tessuto produttivo locale, in modo particolare delle province di Trieste e Udine, per cogliere appieno le opportunità imprenditoriali nel settore della Big Science. Questo lavoro capillare di informazione del sistema imprenditoriale regionale è stato svolto in sinergia con tutti i soggetti istituzionali coinvolti dall'accordo come Regione Autonoma FVG e Area Science Park, nonché attraverso una proficua collaborazione con il sistema confindustriale locale, che ha reso possibile l'organizzazione di diverse iniziative insieme a Confindustria Udine e Confindustria Alto Adriatico.

**Obiettivo triennale ISV.OS.02 - Promuovere, facilitare l'accesso e supportare la partecipazione delle Unità Organizzative a programmi e opportunità di finanziamento internazionali, nazionali e regionali. Assicurare il supporto agli Organi di Vertice dell'Agenzia, garantendo la cura delle relazioni istituzionali nazionali, europee e internazionali, rapporti con le Università ed Enti di Ricerca e con le controparti pubbliche e private maggiormente rilevanti per l'Agenzia**

Sono proseguite le attività residuali inerenti al Piano Triennale di Realizzazione ENEA 2019-2021 per la Ricerca di Sistema Elettrico in attuazione dell'Accordo di Programma MiTE-ENEA per le attività di ricerca e sviluppo di interesse generale per il sistema elettrico nazionale. In particolare, si è provveduto a dare supporto ai coordinatori dei dieci progetti a responsabilità ENEA nella presentazione degli stati di avanzamento finali e a partecipare agli incontri con gli esperti valutatori presso il MASE (ex MiTE). Sono state avviate le attività inerenti all'Accordo di Programma ENEA-MASE 2022-2024, in particolare, predisponendo 185 Accordi di Collaborazione con i rispettivi co-beneficiari per lo svolgimento delle attività relative agli undici progetti ENEA PTR 2022-2024. Nell'ambito dei suddetti progetti, sono stati inoltre predisposti e sottoscritti gli Accordi di Collaborazione ENEA-CNR-RSE per la realizzazione di quattro Progetti Integrati, di cui due sono a coordinamento ENEA. Continua in modo efficace ed efficiente il costante confronto con i/le referenti della Cassa per i Servizi Energetici ed Ambientali.

L'Ufficio ISV-URP ha adempiuto, in coordinamento con l'Unità Relazioni e Comunicazione, agli obblighi normativi in materia di Ufficio per le relazioni con il pubblico ed è stato pubblicato il relativo nuovo sito web.

La Direzione, avvalendosi di risorse del Servizio ISV-DST-PM, ha portato a termine l'attività di coordinamento scientifico e di Help-desk del progetto ES-PA.

Nel 2023, il Servizio ISV-FUND ha proseguito e rafforzato le proprie attività in diversi ambiti. In linea con il proprio mandato, ha garantito il puntuale monitoraggio, mappatura e diffusione dei bandi relativi ad opportunità di finanziamento, attraverso i canali interni di distribuzione delle informazioni, proseguendo inoltre l'attività di supporto alla presentazione di proposte per progetti a finanziamento, secondo le richieste ricevute dalle unità tecniche. In collaborazione con il Servizio ISV-STP, sono stati pianificati ed organizzati i corsi di formazione APRE e investigate altre tipologie di collaborazione con APRE su *study visits* e *knowledge transfer*, da sviluppare eventualmente nel 2024; si è inoltre collaborato con il Servizio ISV-STP alla popolazione della banca dati progetti UE.

Nell'ambito della Cooperazione allo Sviluppo, il Servizio ISV-FUND ha proseguito il coordinamento dei lavori della Task Force e l'analisi delle proposte da mettere in campo per sostenere le iniziative ENEA nel settore; è proseguito l'aggiornamento delle schede tecnologiche e progettuali dell'Atlante ENEA per la cooperazione allo sviluppo e, con la collaborazione della Divisione ISV-DST e del Servizio ISV-MARK sono stati approfonditi i vari aspetti legati alla formulazione dell'offerta tecnologica ENEA nel settore; sono inoltre stati promossi numerosi contatti con organismi attivi negli ambiti della cooperazione territoriale e allo sviluppo, tra cui la Fondazione Scuola per i Beni e Attività Culturali, il CIHEAM Bari e UNIDO ITPO Italy, anche al fine di valutare la conclusione di Accordi collaborazione da formalizzarsi nel corso del 2024; sono continuate anche le attività relative alle progettualità nell'ambito dell'Accordo con AICS. Nel 2023 è stata curata la trasmissione delle comunicazioni al MAECI relativamente ai dati delle rilevazioni OCSE-DAC, rispondendo anche alle richieste relative alla rilevazione TOSSD. Inoltre, nel 2023 l'ENEA è entrata a far parte del Consiglio Nazionale per la Cooperazione allo Sviluppo (CNCS), esprimendo due rappresentanti, tra cui il membro effettivo che proviene dal Servizio ISV-FUND; in questo ambito, sono state quindi avviate le attività collegate al ruolo e alla partecipazione ai gruppi di lavoro, che proseguiranno per il prossimo triennio. In ambito di rappresentanza, si è continuato a garantire la partecipazione alle riunioni e ai gruppi di lavoro promossi dal Tavolo Progetti e Rendicontazione del CODIGER, e si è garantito il supporto ai Vertici dell'ENEA attraverso la partecipazione a tavoli di lavoro e piattaforme che vedono il coinvolgimento dell'Agenzia.

In relazione ai progetti interdipartimentali, è proseguito il coordinamento da parte del Servizio ISV-FUND delle attività di rendicontazione dell'intero progetto ES-PA, completando nel 2023 la rendicontazione complessiva dei costi del progetto per un valore pari a circa 8,8M€ e collaborando con gli altri servizi della Direzione ISV e dei Dipartimenti nelle attività di coordinamento, comunicazione, disseminazione e chiusura del progetto. È inoltre proseguita l'attività del gruppo di lavoro a supporto delle attività istruttorie inerenti all'Accordo di Programma ENEA/MiTE Ricerca di Sistema Elettrico.

Altre attività portate avanti dal Servizio ISV-FUND hanno incluso: il supporto al CUG nella definizione degli aspetti applicativi del Gender Equality Plan collegati ai progetti Horizon Europe; il supporto alla Direzione PER nell'analisi dei testi in inglese dei bandi per il conferimento di assegni di ricerca; il supporto alle attività di comunicazione della Direzione ISV, anche attraverso l'elaborazione di testi in lingua inglese, e il supporto ai dipartimenti nella traduzione di testi tecnici, su richiesta specifica ricevuta dagli stessi.

Attraverso il Servizio ISV-RELIST (poi divenuta DIRGEN-RELIST), la Direzione ha assicurato le relazioni istituzionali con il Parlamento e il Governo, collaborando strettamente con il Vertice, i Dipartimenti e le Unità dell'ENEA, inclusi il PNR, il PNIR e il Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza (PNRR). Nel contesto dell'alta formazione, della collaborazione di ricerca e del trasferimento tecnologico ha rafforzato la collaborazione con le Università italiane e straniere attraverso la sottoscrizione di 5 Convenzioni/Accordi Quadro e 9 Convenzioni per Tirocini curriculari, favorendo inoltre l'attività di tutorato svolta nel Servizio ISV-RELIST.

Il Servizio ISV-RELIST ha assicurato, su invito del MAECI, la partecipazione alle presentazioni dei nuovi Ambasciatori d'Italia in Estonia, Stefano Catani, e in Lituania, Emanuele de Maigret.

Tra le altre attività a supporto del MAECI è stato rinnovato l'incarico di Addetto Scientifico presso l'Ambasciata di Italia Al Cairo in Egitto di un esperto ENEA, in organico RELIST, per il periodo novembre 2023 - novembre 2025. Sono state emesse n. 5 candidature di esperti ENEA a posizioni di Esperto Nazionale Distaccato presso CE, di cui il Servizio è *Focal Point ENEA* per gli *END*. Le relazioni con la rete degli Addetti scientifici presso le Ambasciate d'Italia nel mondo sono state attentamente curate, fornendo approfondite informazioni sulle attività e sulle collaborazioni internazionali. Nel corso del 2023 sono proseguiti i negoziati con ICTP Centro internazionale di fisica teorica Abdus Salam di Trieste ICTP, prorogata nel 2018, per la definizione della collaborazione nell'ambito dell'ICPT Programme for Training and Research in Italian Laboratories (TRIL Programme) con l'obiettivo di far ripartire il programma di mobilità internazionale dell'ENEA, in collaborazione con i Dipartimenti in particolare TERIN.

A dicembre, è stata prorogata per ulteriori quattro anni la collaborazione tra ENEA e ILLA, con l'estensione del Protocollo d'intesa. Questo impegna entrambe le parti a promuovere sinergie e collaborazioni scientifiche su temi cruciali come tecnologie energetiche, efficienza energetica, patrimonio culturale, protezione sismica, sicurezza alimentare, scienze della vita, cambiamento climatico, economia circolare e uso efficiente delle risorse. L'accordo prevede iniziative congiunte come seminari, conferenze, incontri istituzionali, studi e ricerche, formazione e progetti di cooperazione, focalizzandosi sull'agenda italo-latino-americana, sulla bi-regionale Europa-America Latina e Caraibi e sull'Agenda 2030 delle Nazioni Unite per lo sviluppo sostenibile. Il Servizio RELIST ha supportato il Dipartimento NUC nella fase di negoziazione del Memorandum of Understanding con il Korea Institute of Fusion Energy nell'ambito della ricerca sulla fisica del plasma.

La partecipazione dell'ENEA ai tavoli di lavoro tematici del MAECI anche per la preparazione della candidatura di Roma all'Expo 2030 ha rappresentato un'importante opportunità per coordinare e integrare gli ampi investimenti previsti sia dal PNRR che da altri fondi nazionali. Sono stati consolidati i rapporti con organizzazioni internazionali come l'OCSE, l'AIE, l'AIEA, nonché con le Rappresentanze delle Ambasciate Italiane all'estero e con Enti operanti a livello internazionale per la promozione delle nuove tecnologie.

In stretto coordinamento con le Istituzioni Europee, sono stati organizzati incontri per promuovere la presenza dell'ENEA nei contesti rilevanti. Un esempio rilevante è la realizzazione del convegno per il progetto "LEAP4SME" "The Role of SMEs in the European Energy Efficiency Policy Landscape", svoltosi nel luglio del 2023 presso la sede del Parlamento dell'Unione Europea. Questo evento è stato organizzato in stretta collaborazione con l'ufficio ENEA di Bruxelles e ha visto la partecipazione di importanti attori, tra cui il Comitato ITRE, la Commissione Europea (DG-ENER), l'OECD, e altri. La realizzazione di questo convegno non solo ha offerto una piattaforma di discussione di alto livello, ma

ha anche svolto un ruolo cruciale nel garantire la continuità del progetto con LEAPto11, contribuendo in modo sostanziale al suo successo continuativo. Nel corso del 2023 vi è stato il continuo supporto alle strutture tecniche nell'accesso alle opportunità di finanziamento attraverso azioni di lobby nella ricerca di partner e presso i servizi della Commissione. Infine, il Servizio ha promosso la partecipazione attiva ai tavoli di lavoro per accrescere le relazioni e potenziare le attività e collaborazioni per ENEA per posizionamento strategico in EU (RPUE, CE, Parlamento UE). I maggiori risultati: Proroga della Presidenza ENEA in MEDENER, che ha sede presso l'Ufficio ENEA di Bruxelles, per ulteriori due anni. Giorgio Graditi, direttore generale dell'ENEA, è stato riconfermato Presidente di MEDENER, fino al 31/12/2024. La decisione è stata presa durante l'assemblea generale dell'associazione a Roma, che ha confermato anche R. Boniotti dell'ENEA come Segretario Generale. Il progetto meetMED II continua con un rafforzato coinvolgimento in attività trasversali con altri Dipartimenti. Parallelamente, sono in corso gli sforzi per sviluppare la fase successiva, meetMED III.

Sono proseguite le attività con UfM (REEE Platform), EnR, Batteries Europe, EFIG, SEI Forums ClimSA, EERA, TAFTIE con la partecipazione all'Executive Working Group. Tender tra i più significativi: CINEA/2023/OP/0011 Study on Circular Approaches for a Sustainable and Affordable Clean Energy Transition; EU Forum for Boosting Energy Efficient Behaviour EU Leading the Global Energy Transition; ENER; Technical Assistance for Enhancement of MENR's Heating and Cooling Capacity. Call tra le più significative: EU High Level Adviser in Moldova on Internal Market and Competitiveness" per sostenere il programma di riforma delle autorità moldave, in particolar modo attraverso lo sviluppo delle capacità necessarie per l'attuazione dell'Accordo di Associazione (Association Agreement AA) e della Zona di libero scambio globale e approfondita (Deep and Comprehensive Free Trade Area DCFTA); proposta CEA di partecipazione ENEA al programma Marie Curie COFUND "Accelerated material discovery in a Green Deal context (TERIN). Twinning: Project in Israel: "Support to the Israeli Policy on Energy Efficiency and its approximation to EU regulations on electrical appliances. Ricognizione e analisi di collaborazione con la Commissione europea e altre organizzazioni internazionali (AIEA, NATO, ecc.) per lo sviluppo delle capacità e consapevolezza sui pericoli CBNR (chimici, biologici, radiologici e nucleari) dual-use.

Proseguono le attività del Piano di Azione Digitalizzazione Sistema Energetico; Strategia UE per l'Energia solare; revisione della Direttiva Air Quality; Dossier Horizon Europe (iter legislativi, pianificazione strategica, in particolare partenariati e missioni); lancio dei Work Programme 2021-2022, quest'ultimo aspetto anche in relazione ad altri Programmi di supporto a R&I quali EURATOM e Life e redazione aggiornamenti in merito a revisione della Comunicazione IPCEI, agenda di cooperazione con il Mediterraneo. Iniziative: UE "Restore our Ocean and Waters by 2030" che mira a proteggere e ripristinare la salute dei nostri oceani e delle nostre acque attraverso la ricerca e l'innovazione, l'impegno dei cittadini e gli investimenti nell'economia blu si pone obiettivi e traguardi fissati al 2030; presentazione della Piattaforma Innovativa ISSS - Sustainable Subsea Solutions Intelligent Technologies for the Blue Economy; EEAS opportunità di collaborazione Cultural Heritage ed Aerospazio.

Il Servizio ISV-STP ha supportato e coordinato la redazione dei contributi ISV per tutti i documenti programmatici e strategici. Nell'ambito del suo mandato, ha fornito supporto tecnico scientifico all'ottimizzazione di varie procedure interne, inclusi la realizzazione del titolare del protocollo generale, la partecipazione all'analisi sulla sicurezza e classificazione della gestione dei documenti; coordina il GdL, su mandato dalla Presidenza, per l'analisi dei processi lavorativi che portano alla stipula di accordi

con soggetti terzi e la eventuale relativa banca dati. Ha anche offerto supporto allo “staff” del progetto EEN BRIDGEconomies, fornendo servizi alle imprese e stakeholders presso eventi e fiere, assistendo le imprese nella ricerca di partner tecnologici, stimolandone la partecipazione ad iniziative quali i tavoli di simbiosi industriale. Ha fornito supporto all’organizzazione di workshop sui temi del trasferimento tecnologico, sostenibilità e digitalizzazione. Per conto della Direzione ha provveduto a mappare ed aggiornare le informazioni relative agli archivi dei trattamenti e applicazioni in ambito GDPR e si è applicata la metodologia della checklist ISDP a tutti i suddetti trattamenti e gli archivi. Sono state svolte le numerose attività di interfaccia e supporto previste dai ruoli di Legal Entity Appointed Representative (LEAR) e Account Administrator per la CE, tra cui l’elaborazione di dati di sintesi sui risultati della partecipazione dell’ENEA ai bandi della programmazione UE. È stata ulteriormente sviluppata e aggiornata banca dati ‘contratti UE’, pubblicata online (<https://progettiue.enea.it>) ed è stata redatta la pubblicazione annuale ‘Contratti ENEA con la CE’. Anche quest’anno, gli obiettivi previsti sono stati raggiunti grazie al massiccio uso di videoconferenze e strumenti di lavoro collaborativo e da remoto.

Nell’ambito dell’accordo tra ENEA, Regione Friuli-Venezia Giulia e Area Science Park di Trieste per l’organizzazione della III edizione internazionale del BSBF – Big Science Business Forum (Trieste, 1 – 4 ottobre 2024), il servizio ISV-DST-INI ha svolto il ruolo di coordinamento del BSBF2024 IOC – International Organizing Committee, composto non solo da rappresentanti nazionali degli ILO – Industrial Liaison Officer di Danimarca, Italia e Spagna, ma soprattutto dai rappresentanti internazionali delle principali grandi infrastrutture di ricerca quali CERN, ESA, ESO, ESRF, ESS, European XFEL, Fair, F4E/ITER, ILL e SKAO. Questo continuo lavoro di coordinamento e collaborazione istituzionale ha portato vari risultati, tra cui la possibilità di organizzare visite presso le maggiori infrastrutture tra queste (CERN, ESA, European XFEL e F4E/ITER), coinvolgendo alcune centinaia di imprenditori provenienti da tutta Europa. Questo lavoro di continue collaborazioni istituzionali ha altresì portato all’instaurazione di relazioni con altre infrastrutture emergenti, sia a livello nazionale (Elettra Sincrotrone di Trieste, DTT, etc) che internazionale (Dones, ELI ERIC, ESS Bilbao, Myrha, etc.).

#### **PRINCIPALI INTERLOCUTORI (NAZIONALI E INTERNAZIONALI) COINVOLTI NELLE ATTIVITÀ**

I principali interlocutori sono stati quelli citati nelle collaborazioni e nella struttura dell’ENEA alla quale si fornisce supporto incluse le Istituzioni scientifiche e soggetti di altri Paesi, governativi e non, a livello nazionale e internazionale. Gli interlocutori principali sono stati la PA centrale, Governo e Parlamento, le Università, le organizzazioni europee ed internazionali e altri soggetti terzi stakeholder (europei), in considerazione delle attività finalizzate principalmente alla formalizzazione di convenzioni, accordi di programma, protocolli di intesa fra le strutture dell’Agenzia nonché a favorire l’accesso e la partecipazione ai fondi di finanziamento europei e più ampiamente internazionali per attività di ricerca ed innovazione, oltre che alla stipula di accordi commerciali per azioni di trasferimento tecnologico o partnership pubblico-private con referenti del settore privato. La Direzione ha partecipato attivamente alle attività organizzate dall’Associazione NETVAL (Network per la valorizzazione della ricerca, che include tra i soci la maggior parte delle Università italiane e i principali Enti pubblici di ricerca) ed è membro di TAFTIE (Network europeo delle Agenzie per l’Innovazione, dove è presente anche INVITALIA in rappresentanza del nostro Paese), del TTO Circle (che include tra i suoi membri i principali enti di ricerca pubblica a livello europeo e con il quale è stato finalizzato un nuovo MoU nel corso del 2023) e di Enterprise Europe Network (EEN, la maggiore iniziativa comunitaria per la promozione dell’internazionalizzazione, della cooperazione e del trasferimento tecnologico transnazionale), nonché

di IGLO (Associazione no profit degli Uffici di Rappresentanza degli Enti di Ricerca basati a Bruxelles) e GIURI (Gruppo Informale degli Uffici di Rappresentanza degli Enti a Bruxelles). Oltre agli enti con cui ENEA ha siglato un accordo come Regione Autonoma Friuli-Venezia Giulia e Area Science Park di Trieste e le grandi infrastrutture di ricerca internazionali già citate (CERN, ESA, ESO, ESRF, ESS, European XFEL, Fair, F4E/ITER, ILL e SKAO), le attività preparative del BSBF – Big Science Business Forum vedono l'attivo supporto di diversi soggetti istituzionali con cui il servizio ISV-DST-INI intrattiene rapporti per lo svolgimento delle attività. Ad esempio, sin dalla conferenza stampa di lancio del BSBF avvenuto il 1° febbraio 2023 presso la rappresentanza della Regione Autonoma FVG a Roma, sono intervenuti personalmente i 4 ministri di MAECI, MUR, MIMIT, MASE, i presidenti di CNR, INAF, INFN e il DG di ENEA, su invito del Presidente della Regione Friuli-Venezia Giulia. A questi vanno aggiunti tutti gli altri soggetti che hanno supportato la candidatura nazionale (Città ed Università di Trieste, Elettra Sincrotrone, ICGEB, OGS, CERIC – ERIC, Jozef Stefan Institute e Kyma in Slovenia). A queste vanno aggiunte il sistema confindustriale nazionale, la camera di commercio regionale, il Segretariato di CEI – Central European Initiative, nonché il consolidamento del lavoro congiunto di ILO Network Italia, composto dagli ILO – Industrial Liaison Officers di CNR, ENEA, INAF e INFN. Nel corso del 2023, sono state rafforzate le collaborazioni del MAECI; in particolare, la Direzione esprime il membro effettivo ENEA del Consiglio Nazionale per la Cooperazione allo Sviluppo (CNCS).

### **RICADUTE ECONOMICHE E TECNOLOGICHE SUL SISTEMA INDUSTRIALE**

La Direzione ha giocato essenzialmente il ruolo di mediatore tra l'offerta tecnico-scientifica dell'Agenzia e le necessità del sistema industriale, con titolo a voler rappresentare il "punto di ingresso" al mondo ENEA e alle sue potenzialità, nella continua ricerca di soluzioni innovative, competenze, risorse strumentali, prodotti e servizi adatte alle esigenze dei diversi interlocutori. L'interazione diretta con aziende, industria, tessuto produttivo ed al contempo con dipartimenti, divisioni e laboratori interni all'Ente, porta inoltre l'attività della Direzione ad una importante ricaduta in termini di capacità di riduzione del gap esistente tra verticali in cui è organizzato il mondo produttivo e lo schema organizzativo necessario alle attività di ricerca ed innovazione (in particolare impegnato in attività sin da bassi TRL); ciò è preconditione necessaria per un efficace trasferimento tecnologico tra ricerca ed industria nazionale, un "passaggio di testimone" chiave per aver successo nella staffetta competitiva imposta dal Mercato globale.

Le ricadute economiche e tecnologiche sono dunque state indirizzate verso l'intera Agenzia e derivano da un'azione sinergica di knowledge exchange con il mondo industriale, al quale viene offerta l'opportunità di acquisire ed implementare i risultati sviluppati nell'ambito delle attività di ricerca svolte dall'Agenzia, anche attraverso specifici accordi per l'accesso ai suoi brevetti e al know-how dei suoi ricercatori. La Direzione ha assicurato allo stesso tempo alle unità tecniche dell'Agenzia una tempestiva informazione sui possibili canali di finanziamento pubblico e privato a livello locale, nazionale ed internazionale, promuovendo la presentazione di proposte a bandi di finanziamento ad ogni livello, grazie alle relazioni attive con le potenziali controparti contrattuali quali Unione Europea, Organismi internazionali, PA centrale, Governo e Parlamento, Regioni ed enti locali.

Anche nell'ambito delle attività del BSBF nel 2023 sono stati pubblicati due bandi specifici che hanno previsto una ricaduta industriale verso le PMI (SME track call in cui sono state selezionate 26 PMI da 14 paesi diversi, tra cui 2 italiane) o verso l'identificazione di infrastrutture affiliate alle Big Science Organization promotrici del BSBF (ABSOM Call, in cui sono state selezionate 9 infrastrutture affiliate di cui 3 italiane, tra cui DTT scarl). È prevedibile che altre ricadute industriali si avranno durante il 2024,

grazie al lancio di ulteriori BSBF call finalizzate al Trasferimento Tecnologico (Technology Transfer Track call) e alle esperienze imprenditoriali utili alla costruzione di un Mercato comune della Big Science (BSCM Call).

## Unità Relazioni e Comunicazione (REL)

**Responsabile: Maria Cristina Corazza**

### **FINALITA' E STRATEGIE**

L'Unità Relazioni e comunicazione (REL) è responsabile delle attività di comunicazione, informazione, promozione, realizzazione di eventi, cura delle relazioni esterne, delle relazioni con i media e ufficio stampa dell'ENEA. A tal fine assicura l'ideazione, realizzazione e gestione di progetti e iniziative per supportare gli obiettivi dell'Agenzia e valorizzarne l'impegno nel trasferimento di tecnologie innovative, servizi avanzati e know how scientifico alle imprese, alle pubbliche amministrazioni centrali, sul territorio e ai cittadini.

L'Unità REL opera secondo le indicazioni degli Organi di Vertice e in costante raccordo con i Dipartimenti, le Direzioni e le Unità dell'Agenzia alle quali fornisce supporto nell'ideazione e realizzazione di iniziative di comunicazione interna ed esterna per rafforzare, promuovere e consolidare l'immagine, il ruolo, la reputazione e il posizionamento dell'Agenzia nei confronti degli stakeholder, anche al fine di contribuire all'acquisizione di progetti e commesse esterne. REL assicura inoltre le pubblicazioni sul web, la diffusione di informazioni utili al personale, gestisce la piattaforma e-learning e iniziative di formazione e informazione rivolte anche in modo mirato al mondo della scuola e ai media.

Cura l'ideazione, la progettazione e realizzazione di campagne di comunicazione multimediali, eventi ed iniziative di promozione quali fiere, manifestazioni, festival, siti web (oltre al portale istituzionale anche siti di progetto e dei Dipartimenti), loghi, brochure, video promozionali, la redazione, stampa e promozione della rivista scientifica ENEA Energia Ambiente e Innovazione e la newsletter in italiano e in inglese, ENEAinform@.

Cura altresì la realizzazione della rassegna stampa, il monitoraggio delle agenzie di stampa e delle riviste specializzate e la diffusione di notizie alla struttura sulla presenza su agenzie di stampa, stampa cartacea, web e tv. Un ruolo di crescente rilievo è stato attribuito alla presenza sui principali social network, quali Facebook, LinkedIn, Twitter, Instagram, YouTube. Questa attività ha contribuito a generare oltre 35mila articoli (+3% rispetto al 2022) e circa 1000 servizi audiovisivi. Nel 2023 è stata rafforzata l'attività di produzione di video e materiale di repertorio a corredo dei comunicati stampa per facilitare la realizzazione di servizi da parte dei media televisivi nazionali e internazionali.

Particolare attenzione viene data alle attività di formazione interna e per l'esterno: nel 2022 sono state realizzate due giornate di formazione professionale per giornalisti in collaborazione con l'Ordine Nazionale; in questo contesto, l'ENEA è riuscita ad acquisire la qualifica di Ente Formatore per giornalisti che consente un percorso più veloce e una maggiore autonomia nel proporre corsi.

### **PRINCIPALI RISULTATI RAGGIUNTI NELL'ANNO 2023, CON RIFERIMENTO AGLI OBIETTIVI INDICATI NEL PIAO 2023-2025, ANCHE IN RELAZIONE ALLA CREAZIONE DI VALORE PUBBLICO**

**Obiettivo triennale REL.OS.01 - Rafforzare il posizionamento dell'ENEA nel contesto nazionale e internazionale come soggetto di eccellenza tecnico-scientifica e partner strategico per supportare le imprese e le loro associazioni verso la crescita e la competitività, attraverso l'offerta di servizi e tecnologie innovative, strumenti, progetti, prodotti, infrastrutture, professionalità dedicate e iniziative "su misura"**

Con riferimento all'indicatore *Lanci agenzia e articoli su carta stampata e web*, nel corso del 2023 ne sono stati conteggiati 35.318 (+3% rispetto al 2022), oltre a 970 servizi audiovisivi tra tv, radio e web (-10%). Il calo nel settore audiovisivo è imputabile per lo più all'affievolirsi dell'interesse da parte delle



principali testate radio-tv su temi che hanno fortemente caratterizzato il 2022, come il caro energia e il rischio di incidenti nucleari in Ucraina, che avevano portato a una ricorrente presenza di esperti ENEA negli spazi informativi. Minore risalto anche per le spedizioni in Antartide del PNRA, che nel 2023 non ha ospitato giornalisti, a differenza degli anni precedenti.

Nel corso del 2023 REL-MEDIA ha prodotto 351 tra comunicati stampa e news, 46 edizioni del settimanale ENEAinform@ (23 in italiano e 23 in inglese), oltre alla realizzazione di foto e video per ENEA Channel, veicolati sui social, oltre che a media e stakeholder.

Le pagine ENEA gestite da REL-MEDIA su Facebook, Twitter, Instagram, LinkedIn, YouTube e Telegram sono state presidiate tutti i giorni con pubblicazione di contenuti e interazione con i lettori, con un costante aumento dei nostri follower (Instagram +27%, LinkedIn +18%, Facebook +3%, Twitter +4% e YouTube +7%) per un totale di 200.330 follower.

**Con riferimento all'indicatore attività per progetti di ricerca nazionali e internazionali per i quali è prevista la disseminazione, nel corso del 2023 il Servizio REL-PROM** ha organizzato la partecipazione ENEA a 11 fiere di settore (5 in più rispetto al 2022); ha curato l'aggiornamento di 60 siti Internet (10 in più rispetto al 2022) con l'obiettivo di offrire ai visitatori canali di interazione differenziati, sulla base delle tematiche di interesse; ha progettato numerosi materiali grafici, principalmente utilizzati per gli obiettivi promozionali dei progetti di ricerca (ma anche per scopi istituzionali ed editoriali), che hanno favorito la partecipazione dei ricercatori ENEA a diversi eventi; ha effettuato riprese in circa 70 set distribuiti in 18 location in Italia e all'estero facendo registrare più di 40 passaggi sulle principali reti TV italiane; ha realizzato una decina di shooting fotografici, focalizzati sulla promozione dei laboratori ENEA; ha supportato la rete scientifica dell'ente nella progettazione e pubblicazione di 17 volumi, 24 Rapporti Tecnici, oltre alla produzione, promozione e diffusione della Rivista "Energia Ambiente e Innovazione".

Nel 2023, **il Servizio Informazione ed eventi (REL-EVENTI)** ha organizzato oltre 100 eventi, tra convegni istituzionali, kick-off meeting, e seminari divulgativi e formativi. Il Servizio ha prodotto 50 live streaming degli eventi "in presenza" ed ha intensificato l'attività di produzione di video per supportare le iniziative programmate, pubblicando registrazioni e clip promozionali pre e post evento. Nel 2023, è stato particolarmente curato e potenziato il canale Youtube Eventi ENEA con la pubblicazione di 63 video che hanno generato un incremento degli utenti iscritti del 53% rispetto all'anno precedente, un +41% di visualizzazioni e un +74% di ore di visualizzazione, oltre 6500 ore di visualizzazione nell'anno. REL-EVENTI ha poi coordinato, la partecipazione di colleghi ENEA ad eventi esterni, cercando sempre di collocare/inserire "il ricercatore giusto al posto giusto". Il sito tematico Eventi ENEA, presidiato e aggiornato quotidianamente, è stato arricchito di 117 pagine web e rappresentando un puntuale repository di presentazioni e di atti, ha registrato un costante aumento delle visualizzazioni.

Nel campo della **formazione e dell'informazione interna**, REL-EVENTI ha realizzato - in collaborazione con il CUG ENEA - un ciclo di otto seminari web sulle tecniche di comprensione e di miglioramento delle relazioni interpersonali nell'ambiente di lavoro. Inoltre, sempre in un'ottica di comunicazione interna, il Servizio ha organizzato una serie di incontri rivolti ai colleghi, tra cui la presentazione del Bando POC ENEA 2023. Il Servizio ha promosso la presenza di ENEA a numerosi festival divulgativi (Festival della Scienza di Roma, Earth Day, EdilSocialExpo, SAIE, Ecomondo, ForumPA) organizzando eventi live, e sperimentando nuovi format. Ha inoltre curato, organizzato, e coordinato la partecipazione alla **Notte Europea dei Ricercatori** nell'ambito del Progetto NET,

coinvolgendo circa 50 ricercatori e radunando circa 17.000 visitatori/partecipanti, distribuiti su due serate. Nel 2023 REL-EVENTI ha gestito circa 100 patrocini, contribuendo alla loro promozione attraverso il sito ENEA e curandone l'intero iter amministrativo.

Nel 2023 è iniziato anche il processo di ristrutturazione/ripensamento completo dell'**IntraENEA** di cui il Servizio cura tutto dall'architettura dei contenuti alla grafica. Oltre al quotidiano lavoro di aggiornamento, è stato fatto un monitoraggio completo di tutti i contenuti presenti; questo ingente lavoro preparatorio è propedeutico alla creazione di una nuova Intranet più moderna e responsive che vedrà la luce nel 2024. Fra le attività di rilievo anche la continua risposta all'utenza della piattaforma e-learning. Per quel che riguarda l'attività con le scuole si ricorda la collaborazione con Time For Child nell'ambito di Maker Faire, la partecipazione agli School living lab organizzati dal Dipartimento SSPT, il coordinamento della "Mappa della Città Educante" in collaborazione con il Comune di Roma. REL-EVENTI ha coordinato la realizzazione di 28 **Percorsi per le Competenze Trasversali e per l'Orientamento** (PCTO) nel 2023, oltre a curare la traduzione in inglese di tutti i numeri della **newsletter ENEAinforma@**.

#### **PRINCIPALI INTERLOCUTORI (NAZIONALI E INTERNAZIONALI) COINVOLTI NELLE ATTIVITA'**

I principali interlocutori di REL a livello nazionale sono i media di TV, radio, carta stampata, web e social network oltre a comunicatori, Istituzioni, organizzazioni e associazioni, imprese, banche, pubbliche amministrazioni, enti locali, istituti scolastici e professionali, Università, cittadini.

A livello internazionale vi sono interlocuzioni ad esempio con la FAO, la Commissione UE e il Parlamento UE. Nell'anno di riferimento è proseguita la collaborazione con il Parlamento Europeo, Ufficio di Roma, per attività con i media e l'organizzazione di corsi di formazione per giornalisti. In particolare, due corsi ENEA sono stati realizzati negli spazi del Parlamento europeo a Roma. Inoltre, sono state sviluppate attività di networking con vari uffici della Commissione per richiedere articoli di Commissari ed altri esponenti istituzionali da pubblicare sulla rivista scientifica ENEA.

#### **RICADUTE ECONOMICHE E TECNOLOGICHE SUL SISTEMA INDUSTRIALE**

Le attività prioritarie dell'Unità riguardano la diffusione di informazioni/notizie sulle attività dell'ENEA e la promozione/valorizzazione dell'Agenzia e delle sue attività, per rafforzarne il posizionamento, la notorietà, l'immagine. Tutto ciò si incardina nel più ampio obiettivo di favorire l'incontro tra l'offerta (ricerca e tecnologie ENEA) e la domanda (stakeholder, portatori di interesse, potenziali committenti) e il trasferimento tecnologico dell'innovazione. In questi anni, inoltre, si è registrato un positivo incremento delle richieste di servizi/supporto/collaborazione da dipartimenti/direzioni/unità dell'ENEA ed anche da parte dei laboratori o di singoli ricercatori e tecnologi per iniziative, progetti, realizzazione di siti, la partecipazione a manifestazioni e premi.

L'Unità REL ha offerto anche un servizio di consulenza a beneficio dei colleghi impegnati nella realizzazione di comunicazione. In questo ambito, tra le attività di maggiore rilievo si ricordano tutte le attività legate al Progetto NiCE e il supporto dato alle attività comunicative di Ricerca di Sistema Elettrico.

Nel corso del 2023 sono proseguite e sono state rafforzate le attività per posizionare l'Agenzia come partner strategico per le imprese che guardano alla crescita e alla competitività attraverso l'innovazione.

Tra gli strumenti di rilievo che l'Unità REL utilizza a tale fine vi è la storica rivista scientifica dell'ENEA Energia, Ambiente e Innovazione utilizzata per approfondire tematiche di diretto interesse

dell'Agenzia e per ampliare il network di interlocutori istituzionali e non (imprese, associazioni, PA), a livello nazionale e all'estero. Nei numeri più recenti sono state trattate tematiche come le tecnologie per lo spazio, per le risorse idriche, i beni culturali e l'innovazione.

REL ha inoltre curato il processo per la selezione del progetto di ricerca cui destinare i fondi del 5x1000.

## Unità Studi, Analisi e Valutazioni (STAV)

**Responsabile: Gilberto Dialuce a.i. (dal 1° marzo 2023 Giorgio Graditi a.i.)**

### **FINALITÀ E STRATEGIE**

L'Unità Studi, Analisi e Valutazioni (STAV) elabora studi, analisi e valutazioni sui temi dell'energia, dell'ambiente e dello sviluppo economico sostenibile in collaborazione con i Dipartimenti e le Unità tecniche ENEA, nonché con Istituzioni nazionali e internazionali, altri Enti di Ricerca, Università e settore industriale. L'Unità elabora in particolare:

- analisi e valutazioni sul sistema energetico e sulla sua transizione verso un sistema low-carbon;
- studi e valutazioni di tipo tecnico-economico sulle tecnologie applicate e in via di sviluppo negli ambiti energetico e ambientale.

Inoltre, all'interno dell'Agenzia, l'Unità cura la predisposizione dei documenti programmatici, in attuazione delle linee strategiche definite dal Vertice e in collaborazione con i Dipartimenti, le Unità Tecniche e le Direzioni Centrali, e assicura gli adempimenti connessi all'attuazione della disciplina sulla Performance.

### **PRINCIPALI RISULTATI RAGGIUNTI NELL'ANNO 2023, CON RIFERIMENTO AGLI OBIETTIVI INDICATI NEL PIANO DELLA PERFORMANCE 2023-2025**

Obiettivo Specifico **STAV.OS.01 - Consolidare il ruolo ENEA come riferimento per le analisi del sistema energetico nazionale e della sua transizione low-carbon, rafforzando l'attività di sviluppo di modelli e l'elaborazione di scenari di decarbonizzazione e la valutazione prospettica delle tecnologie per la decarbonizzazione e la neutralità climatica**

Le principali linee di attività riguardano:

- l'analisi del sistema energetico nazionale e della sua transizione verso un sistema low-carbon
- l'elaborazione di studi e valutazioni di tipo tecnico-economico sulle prospettive delle tecnologie di mitigazione delle emissioni e dei loro impatti sul sistema produttivo, anche mediante lo sviluppo di modelli del sistema energetico e di scenari di decarbonizzazione
- attività di ricerca nell'ambito di programmi europei, l'accordo di Programma MiTE-ENEA, il Piano triennale della Ricerca di Sistema

### **Analisi del sistema energetico**

Nell'ambito dell'Unità STAV un Servizio è dedicato all'attività di analisi del sistema energetico (STAV-SISTEN), che produce analisi sull'evoluzione del sistema energetico e sulla sua transizione verso un sistema a basse o nulle emissioni di carbonio. Obiettivo ultimo del servizio è contribuire al dibattito pubblico e scientifico sulla transizione energetica con dati e analisi caratterizzate dalla terzietà di un istituto di ricerca pubblico, consolidando il ruolo dell'ENEA in questo campo. Nel 2023 sono stati raggiunti tutti i principali target fissati per l'anno e sono state svolte attività di rilievo non previste a inizio anno.

#### *Analisi trimestrale del sistema energetico italiano e attività collegate*

Le analisi sul sistema energetico nazionale hanno come prodotto principale la pubblicazione dell'*Analisi trimestrale del sistema energetico italiano*, che descrive - con cadenza trimestrale - l'andamento delle principali variabili del sistema e cerca di valutare come il sistema energetico italiano sta affrontando la transizione rispetto ai tre obiettivi della decarbonizzazione, della sicurezza energetica e della sua capacità di garantire energia a prezzi competitivi e di supportare la competitività dell'economia. Come già nel 2022, nel 2023 sono stati pubblicati tre numeri dell'*Analisi trimestrale del sistema energetico*

italiano, perché l'evoluzione dei mercati dell'energia ha indotto ad anticipare l'analisi dei dati relativi all'intero I semestre, facendo confluire l'analisi del I e II trimestre nel secondo numero dell'anno. Tutti i numeri dell'anno sono stati pubblicati nei tempi ipotizzati (cioè entro 90 giorni dalla fine del trimestre di analisi) e hanno ottenuto il consueto riscontro ottenuto sulla stampa specialistica e non.

Relativamente all'analisi delle dinamiche in atto nel sistema energetico nazionale il Servizio si prefigge l'obiettivo di un numero minimo di pubblicazioni, Focus di approfondimento nell'Analisi trimestrale, presentazioni a conferenze. Nel 2023 sono riconducibili a questa attività un articolo (sulla rivista Energia), il contributo al Rapporto Annuale sull'Efficienza Energetica 2023 dell'ENEA, due Focus sull'evoluzione della capacità brevettuale italiana nelle tecnologie energetiche low-carbon, un Focus sui Certificati Bianchi.

#### *Modellazione del sistema energetico e valutazione delle prospettive delle tecnologie di mitigazione*

L'attività di modellazione del sistema energetico e di elaborazione di scenari, finalizzata sia ad attività di ricerca sia a fornire un supporto "science-based" ai decisori politici, aveva ricevuto un impulso di rilievo nel 2022, con la richiesta da parte del Ministro della Transizione Ecologica, Roberto Cingolani, di partecipare a un gruppo di lavoro (comprendente il presidente dell'ENEA, i professori Zollino e Macchi, il giornalista Agnoli e il responsabile del servizio SISTEN). Nel 2023 lo studio prodotto dal gruppo di lavoro, che includeva un'analisi di scenari Net Zero per l'Italia elaborati con il modello TIMES-Italia del servizio SISTEN, è stato pubblicato come libro edito da Solferino, con il titolo "Riscrivere il futuro. La transizione ecologica equa e accessibile".

Nell'ambito dell'analisi delle implicazioni della transizione sul sistema economico nel 2023 è stato avviato un accordo di collaborazione (in via di formalizzazione) con la Direzione Studi e Ricerche economico-fiscali del Dipartimento delle Finanze, finalizzato a sviluppare un'analisi modellistica degli impatti delle politiche fiscali sul sistema energetico e degli effetti economici delle politiche energetiche e ambientali. Il progetto prevede l'implementazione di un collegamento di tipo soft tra il modello di equilibrio economico generale utilizzato dal Dipartimento delle Finanze e il modello del sistema energetico utilizzato da ENEA, con l'obiettivo di produrre analisi condivise di scenari di decarbonizzazione e di fornire anche un contributo tecnico congiunto ai lavori dell'iniziativa OCSE dell'Inclusive Forum on Carbon Mitigation Approaches.

#### *Attività di ricerca nell'ambito di progetti e programmi*

Il servizio svolge poi attività di ricerca sulle metodologie di modellazione del sistema energetico e di valutazione prospettica delle opzioni di progresso tecnologico, con l'elaborazione di scenari volti ad esplorare fattibilità, costi, efficacia di diverse traiettorie di decarbonizzazione. Questa attività è svolta in collaborazione con altri Dipartimenti ENEA (TERIN e FSN) ed è finalizzata in particolare all'analisi del possibile ruolo di specifiche tecnologie energetiche innovative (idrogeno, accumuli, fusione...) nel futuro sistema energetico.

Nel 2023 sono state sviluppate due attività iniziate nel 2022 in collaborazione con il dipartimento TERIN: a) "Analisi di sostenibilità ed elaborazione di scenari energetici relativi a processi di produzione di idrogeno" (nell'ambito dell'accordo di Programma MiTE-ENEA, PNRR Investimento 3.5 - Ricerca e Sviluppo sull'Idrogeno); b) "Integrazione dei sistemi di accumulo nel sistema energetico e analisi di sostenibilità ambientale" (nell'ambito del Piano del triennale della ricerca 22-24). In entrambi i casi il contributo di SISTEN consiste nello sviluppo di un soft-link tra un modello di unit commitment and economic dispatch del sistema elettrico italiano e il modello dell'intero sistema energetico TIMES-Italia

sviluppato e utilizzato presso STAV-SISTEN. Nel caso del Piano Operativo di Ricerca (POR) sull'idrogeno un nuovo ricercatore di STAV ha iniziato a contribuire al task di analisi degli impatti sociali degli scenari di produzione dell'idrogeno.

Nel corso dell'anno sono stati prodotti tre report intermedi: 1) Realizzazione della suite modellistica necessaria alla valutazione della sostenibilità e alla modellazione degli scenari energetici di produzione di idrogeno Report (PORH2-D1.3.4.2); 2) "Definizione del quadro metodologico da adottare per LCA, SLCA e analisi tecnico-economica" (Report POR-H2-D.3.5.4.1); 3) Definizione dell'approccio metodologico per LCA, SLCA e valutazione economica. Definizione delle filiere da modellare, delle necessità di dati da raccogliere, delle potenziali elaborazioni (Report PORH2-D 1.3.4.1). Alcuni risultati preliminari sono inoltre stati presentati alla European Fuel Cells and Hydrogen conference (EFC 2023), e pubblicati sul Book of proceedings della conferenza.

Anche nel 2023 è proseguita la partecipazione, in corso da molti anni, al Progetto Socio-Economic Studies (SES) del programma EUROfusion (programma europeo nell'ambito del Consorzio Eurofusion di Euratom di cui è leader, all'interno dell'ENEA, il Dipartimento FSN), nell'ambito del quale il responsabile del STAV-SISTEN è stato economic research coordinator e coordinatore dei task "Market perspectives for fusion - 2023" e "Energy scenarios 2023". SISTEN coordina l'attività di elaborazione degli scenari globali di lungo periodo, prodotti mediante un modello del sistema energetico mondiale basato sul generatore di modelli TIMES, e finalizzati ad analizzare il possibile ruolo delle diverse tecnologie energetiche (tra cui la fusione) nella transizione a un sistema energetico low-carbon. L'attività prevede inoltre una collaborazione con il JRC della Commissione Europea, finalizzata a combinare gli scenari energetici prodotti dal progetto SES con una più raffinata analisi del sistema elettrico europeo in una prospettiva di elevata penetrazione di fonti intermittenti. I deliverable relativi all'attività 2023 (sia i deliverable di responsabilità diretta di SISTEN sia i contributi ad altri deliverable) devono essere consegnati entro i primi mesi dell'anno successivo e sono in stati in parte già consegnati in parte in via di finalizzazione.

Nel 2023 si è concluso il Progetto COME-RES (Community Energy for the uptake of renewables in the electricity sector. Connecting long-term visions with short-term actions - Horizon 2020), finalizzato a facilitare lo sviluppo delle comunità di energia rinnovabile (REC). SISTEN ha contribuito con attività di supporto tecnico-scientifico e contribuito all'elaborazione dei deliverable.

Nel 2023 è stata estesa la partecipazione dei ricercatori del servizio SISTEN alle attività di EERA (European Energy Research Alliance), che oltre al Joint Programme Energy Systems Integration ora include anche il JP E3SS (clean Energy tranSition for Sustainable Society (e3s)).

Nel 2023 i ricercatori di SISTEN, in collaborazione con colleghi del dipartimento TERIN, hanno contribuito alla presentazione di due proposte progettuali Horizon, entrambe risultate finanziate (e iniziate nei primi mesi del 2024): i progetti AMIGDALA (Alliance for Modelling Industries towards the Green Deal's objectives And circuLArity) e Nhyra (pre-Normative Research on Hydrogen Releases Assessment), per entrate complessive per l'ENEA pari a circa 450 k€. Un ricercatore di SISTEN ha poi iniziato a contribuire al progetto Horizon Biomethaverse (cui già partecipavano colleghi di TERIN), con particolare riferimento al task relativo alla valutazione degli impatti sociali della produzione di biometano.

Con riferimento all'analisi degli aspetti socio-tecnici della transizione energetica nel 2023 sono stati pubblicati un report ENEA sulle materie prime critiche per la transizione ecologica e un articolo scientifico sugli effetti del lavoro da remoto sulla mobilità urbana. Su questo tema è stata formalizzato

un gruppo di lavoro congiunto tra ENEA (rappresentata da ricercatori STAV) e Banca d'Italia, avente l'obiettivo di sviluppare strumenti per la stima della variazione delle emissioni e dei consumi conseguenti all'adozione di un'organizzazione flessibile del lavoro.

Nell'ambito delle attività di Ente è stata formalizzata la designazione della Dott. Daniela Palma come referente ENEA per il GdL Coper "Open Science", concorrendo alla messa a punto del primo sondaggio sulle politiche di gestione istituzionale dei dati scientifici e all'elaborazione di un primo rapporto COPER sui risultati da esso scaturiti."

Infine, il responsabile di STAV-SISTEN ha continuato a svolgere la sua attività di delegato italiano presso lo Standing Group on Long-Term Co-operation (SLT) dell'Agenzia Internazionale dell'Energia, il cui scopo è incoraggiare la cooperazione tra i paesi membri dell'AIE in materia di sicurezza energetica, efficienza energetica e sostenibilità ambientale.

#### *Attività di supporto ai decisori*

Nel 2023 il servizio SISTEN è stato coinvolto in due nuove attività di supporto del decisore politico (nello specifico il Ministero dell'Ambiente e della Sicurezza Energetica):

- a) Il responsabile del servizio SISTEN ha partecipato alla Segreteria tecnica-operativa per l'aggiornamento del PNIEC 2023 (incardinata nella Segreteria tecnica del Dipartimento energia), come coordinatore dei contributi ENEA, cui era stato richiesto di contribuire sulle parti del PNIEC relative alla dimensione "Ricerca, innovazione e competitività". I contributi ENEA sono inclusi nella "proposta di piano" inviata alla Commissione Europea dal MASE a luglio 2023
- b) Il responsabile del servizio SISTEN ha iniziato a contribuire alla Piattaforma Nazionale per un Nucleare Sostenibile (PNNS), rappresentando l'ENEA come Co-Responsabile, insieme a RSE, del Gruppo di lavoro n. 1, avente come tematica "Contesto, scenari e prospettive". La Piattaforma è uno strumento di raccordo e coordinamento dei diversi soggetti nazionali che si occupano di energia nucleare, sicurezza e radioprotezione, rifiuti radioattivi, ed ha l'obiettivo di favorire lo sviluppo di tecnologie nucleari a basso impatto ambientale, delineando un percorso di possibile ripresa dell'utilizzo dell'energia nucleare. Il coordinamento della Piattaforma è effettuato dal Capo della Segreteria Tecnica del MASE, avvalendosi del Presidente di ENEA e dell'a.d. di RSE come coordinatori dei Gruppi. Insieme al responsabile di SISTEN altri due ricercatori del servizio sono stati coinvolti nei lavori del GdL1.

#### **Obiettivo Specifico STAV.OS.02 - Supportare il Vertice ENEA nella predisposizione dei Documenti programmatici e nella gestione del ciclo della Performance, puntando sul miglioramento della qualità dei prodotti**

STAV assicura supporto al Vertice ENEA nell'azione di indirizzo e coordinamento delle attività che riguardano la predisposizione dei Documenti programmatici e la gestione del ciclo della Performance. Su queste attività sono stati impegnati anche nel 2023 il Responsabile a.i. STAV nonché il Servizio STAV-DOCPRO, che hanno operato puntando al continuo miglioramento della qualità dei prodotti sulla base di un approfondimento continuo delle norme (in autonomia e/o nell'ambito di Laboratori del Dipartimento della Funzione Pubblica o all'interno di Comitati e Gruppi di lavoro con altri Enti di Ricerca, che consentono un proficuo scambio di idee ed esperienze) e una costante ottimizzazione dei meccanismi di condivisione e collaborazione con le altre Strutture ENEA.

Nel corso del 2023 sono state portate a termine tutte le attività previste e predisposti i seguenti documenti:

1. PIAO 2023-2025, comprensivo del Piano della Performance

2. Relazione sulla Gestione (Allegato 2 al Conto consuntivo per l'esercizio finanziario 2022)
3. Piano degli indicatori e dei risultati attesi di Bilancio (Allegato 3 al Conto consuntivo per l'esercizio finanziario 2022)
4. Relazione sulla performance 2022
5. Relazione Programmatica (Allegato 1 al Bilancio di previsione per l'esercizio finanziario 2024)
6. Piano degli indicatori e dei risultati di bilancio (Allegato 4 al Bilancio di previsione per l'esercizio finanziario 2024)
7. Piano Triennale di Attività 2024-2026.
8. Aggiornamento del Sistema di Misurazione e Valutazione della Performance (SMVP)

Per tutti i documenti sopra elencati STAV ha assicurato: la definizione dell'impostazione (sulla base delle norme e delle indicazioni dei soggetti e degli Organi preposti – MASE, ANVUR, CTS, DFP, OIV ecc.), dell'indice, del piano di lavoro e del format di raccolta dei contributi; supporto alle Strutture ENEA mediante la fornitura della documentazione di partenza e di indicazioni operative, nonché di chiarimenti e suggerimenti; il coordinamento della raccolta dei contributi e la loro revisione; la stesura di contenuti di carattere generale; l'elaborazione di una proposta da sottoporre al Vertice ENEA.

Sempre nell'ambito delle attività relative alla performance, STAV e STAV-DOCPRO hanno continuato a rappresentare l'ENEA nell'ambito dei Tavoli Tecnici (VQR e Open Science) istituiti dalla Conferenza dei Presidenti degli Enti di Ricerca e dall'ANVUR.

L'Unità STAV ha predisposto nel corso del 2023 report contenenti notizie e documenti su attività, progetti, risultati, accordi, utili nella stesura dei Documenti Programmatici, realizzati attraverso il monitoraggio dei siti web ENEA anche ai fini della rielaborazione e diffusione all'interno dell'Unità.

### **PRINCIPALI INTERLOCUTORI (NAZIONALI E INTERNAZIONALI) COINVOLTI NELLE ATTIVITÀ**

L'Unità STAV conduce le sue attività in collaborazione con i Dipartimenti e le Unità tecniche ENEA, nonché con Istituzioni nazionali e internazionali, altri Enti di Ricerca, Università e operatori del settore industriale. I risultati degli studi prodotti dall'Unità sono d'interesse per un ampio spettro di operatori del settore che va dai decisori politici (PA centrale e locale, Istituzioni nazionali e internazionali) al mondo della ricerca (Università, Enti nazionali e internazionali, singoli ricercatori) e, in misura minore, al mondo industriale.

I documenti programmatici ENEA, per la cui predisposizione l'Unità svolge un'azione di coordinamento, a supporto degli Organi di Vertice dell'Agenzia, sono indirizzati non solo alle Istituzioni di riferimento (Ministero dell'Ambiente e della Sicurezza Energetica, Dipartimento della Funzione Pubblica), ma anche all'intera società civile, fino ai singoli cittadini, avendo essi l'obiettivo di delineare meglio e potenziare l'immagine dell'ENEA all'interno del panorama nazionale degli enti di ricerca.

### **RICADUTE ECONOMICHE E TECNOLOGICHE SUL SISTEMA INDUSTRIALE**

Le ricadute economiche e tecnologiche delle attività di STAV sul sistema industriale sono indirette e di difficile quantificazione. Come già detto, i risultati degli studi prodotti dall'Unità sono d'interesse soprattutto per i decisori politici (PA centrale e locale, Istituzioni nazionali e internazionali), per il mondo della ricerca e per la più generale comunità di stakeholder facenti parte o interessati al funzionamento del sistema energetico.

L'attività di elaborazione e di pubblicazione di studi e analisi del sistema energetico da parte di un soggetto terzo e qualificato, come ENEA, è in ogni caso di interesse pubblico e costituisce un parametro degli indicatori di valore pubblico generato dalla attività dell'Agenzia in termini di ricadute



---

sul sistema sociale ed economico, oltre a quello della diffusione della informazione qualificata dello stato del sistema energetico italiano e delle sue prospettive di evoluzione

**Tabella 1. Programma: Dipartimento Nucleare -NUC (già Dip. Fusione, tecnologie per la sicurezza-FSN)**

**1.1 Programma: Nucleare NUC (già Fusione, tecnologie per la sicurezza nucleare FSN)(1)**

Indicatore		Dati di Previsione 2023	Dati di Consuntivo 2023	Δ	analisi scostamenti
<b>1A) Incidenza spese di personale</b>	<b>Costo del personale/Valore delle entrate</b>	2,84	2,55	- 0,29	Il valore è in decremento per effetto, prevalentemente, del minor costo del personale conseguito rispetto a quello stimato legato alla diversa programmazione delle assunzioni che hanno determinato una minore attuazione del turn-over, oltre alla conclusione e applicazione delle procedure di sviluppo professionale (art. 15) avvenuta solo a fine esercizio i cui effetti si manifesteranno principalmente nell'esercizio 2024.
<b>2A) Valore del programma (dati in euro)</b>	<b>Costo del personale+Spese dirette totali</b>	55.342.873	52.886.242	- 2.456.631	La riduzione è conseguente alle minori spese di personale come sopra esplicitato, mentre le spese per attività tecniche sono in crescita. Si riportano maggiori spese per borse di studio, assegni di ricerca e dottorati di ricerca che si incrementano rispetto alla previsione di 716 migliaia di euro, le spese per l'acquisto di materiali tecnico scientifici per circa 1.798 migliaia di euro per l'avvio delle nuove attività. Tali incrementi in parte sono compensati dalle minori spese per interventi infrastrutturali a seguito dello slittamento al 2024 dell'assegnazione dei contratti in ambito PNRR.
<b>3A) Equilibrio finanziario</b>	<b>Valore delle uscite (Spese dirette totali)/Valore delle entrate</b>	1,11	1,09	- 0,03	Il valore dello scostamento è conseguenza prevalente di un minor incremento delle spese rispetto alle entrate per l'avvio di alcuni progetti in ambito PNRR ed europeo legati al programma EuroFusion.
<b>4A) Valorizzazione spese per Investimenti</b>	<b>Spese in conto capitale/Spese dirette totali (correnti + in c/capitale)</b>	0,52	0,43	- 0,09	Relativamente agli Impianti di ricerca, si registrano minori spese a seguito dello slittamento all'esercizio 2024 di alcune gare, tra queste quelle relative al programma PNRR DTTU finalizzato all'acquisto di componenti per la facility DTT.
<b>5A) Margini finanziari (dati in euro)</b>	<b>Valore delle entrate connesse a programmi di ricerca e servizi resi (accertamenti + avanzo di amministrazione anno n-1) - Spese finalizzate alla realizzazione degli stessi programmi/servizi (Impegni+ avanzo amministrazione anno n)</b>	8.886.335	-17.732.061	- 26.618.397	Si evidenzia che al netto degli avanzi di amministrazione, l'indicatore dato dalla differenza fra entrate e spese dell'esercizio mostra un decremento minore del margine conseguito, pari a 1.3 milioni di euro, tuttavia la presenza di un avanzo di amministrazione finale stimato in fase di previsione molto minore rispetto a quello conseguito (delta di 25,6 milioni di euro) determina una riduzione dell'indicatore. Su tale parametro ha influito il ritardo sulla realizzazione del progetto DTTU in ambito PNRR, che è slittato all'esercizio successivo data la complessità delle procedure di gara e fornitura dei componenti
<b>6A) Internazionalizzazione attività</b>	<b>Valore delle entrate per programmi internazionali/Valore delle entrate</b>	0,66	0,61	- 0,04	Il decremento è attribuito alle maggiori entrate derivanti da programmi nazionali accertate, nello specifico programmi PNRR tra i quali il programma PNRR DTTU.
<b>7A) Incentivazione del personale (dati in euro)</b>	<b>Risorse accertate sul fondo conto terzi</b>	138.430	95.478	- 42.952	Relativamente ai compensi relativi alle attività commerciali si nota una leggera diminuzione delle entrate rispetto al previsto dovuto allo slittamento temporale dell'incasso relativo ad alcune attività: ATHENA e Newcleo
<b>8A) Valorizzazione giovani ricercatori</b>	<b>Spese per il ricorso al lavoro flessibile/Spese di personale</b>	0,03	0,05	0,02	
<b>9A) Avanzamento programma</b>	<b>Spese dell'anno + costo del personale/Spese del triennio + costo del personale del triennio</b>	0,37	0,35	- 0,02	

**(1)** Non comprende le attività del Progetto DTT ed i Fondi di rotazione di cui ex legge 183/87

1.1 Programma: Nucleare NUC (già Fusione, tecnologie per la sicurezza nucleare FSN)(1)(2)

Indicatore		Dati di Previsione 2023	Dati di Consuntivo 2023	Δ	analisi scostamenti
1A) Incidenza spese di personale	Costo del personale/Valore delle entrate	0,23	0,23	0,00	Le minori entrate relative al progetto DTT in sede di consuntivo rispetto a quelle previste sono state compensate, in proporzione, dalle minori spese di personale sostenute a seguito delle minori assunzioni realizzate generando un indicatore coincidente con quello stimato. Le minori entrate sul progetto DTT riguardano i finanziamenti EuroFusion e della Regione Lazio per il sistema di distribuzione stimato rispettivamente in 13,1 milioni di euro e 5,1 milioni di euro, non conseguite a consuntivo mentre quelle del progetto PNRR sono state accertate 16 milioni di euro rispetto a quelle stimato di 7,5 milioni di euro.
2A) Valore del programma (dati in euro)	Costo del personale+Spese dirette totali	155.624.262	63.074.870	- 92.549.393	Il decremento è prevalentemente legato alle spese per il progetto DTT, si rilevano minori costi sostenuti rispetto al valore stimato in sede di bilancio di previsione legati prevalentemente agli avvenimenti intercorsi nell'esercizio 2023 estranei alla gestione che hanno determinato la necessità di rinviare alcune forniture ed appalti al 2024.
3A) Equilibrio finanziario	Valore delle uscite (Spese dirette totali)/Valore delle entrate	0,66	0,16	- 0,50	La variazione è legata ad un ritardo nella realizzazione del progetto DTT.
4A) Valorizzazione spese per Investimenti	Spese in conto capitale/Spese dirette totali (correnti + in c/capitale)	0,90	0,51	- 0,40	Le spese previste per la realizzazione dell'impianto sono ridotte a seguito degli avvenimenti intercorsi nell'esercizio 2023 estranei alla gestione che hanno determinato la necessità di rinviare alcune forniture ed appalti al 2024.
5A) Margini finanziari (dati in euro)	Valore delle entrate connesse a programmi di ricerca e servizi resi (accertamenti + avanzo di amministrazione anno n-1) - Spese finalizzate alla realizzazione degli stessi programmi/servizi (Impegni+ avanzo amministrazione anno n)	35.721.341	-2.939.729	- 38.661.070	Si evidenzia che al netto degli avanzi di amministrazione, l'indicatore dato dalla differenza fra entrate e spese dell'esercizio mostra un incremento notevole del margine conseguito, pari a 1,3 milioni di euro. Nella differenza, tuttavia, sono comprese le risorse provenienti dal prestito BEI le quali sono confluite per la parte non spesa nell'avanzo vincolato al progetto medesimo. Inoltre, la presenza di un avanzo di amministrazione finale non presente in fase di previsione determina una riduzione dell'indicatore.
6A) Internazionalizzazione attività	Valore delle entrate per programmi internazionali/Valore delle entrate	0,05	0,05	0,00	
7A) Incentivazione del personale (dati in euro)	Risorse accertate sul fondo conto terzi	138.430	95.478	- 42.952	Relativamente ai compensi relativi alle attività commerciali si nota una leggera diminuzione delle entrate rispetto al previsto dovuto allo slittamento temporale dell'incasso relativo ad alcune attività: ATHENA e Newcleo
8A) Valorizzazione giovani ricercatori	Spese per il ricorso al lavoro flessibile/Spese di personale	0,03	0,05	0,02	
9A) Avanzamento programma	Spese dell'anno + costo del personale/Spese del triennio + costo del personale del triennio	0,31	0,13	- 0,19	

(1) Il programma FSN è comprensivo delle attività del Progetto DTT. Nello specifico:

• **Bilancio di Previsione 2023:**

Entrate previste di 125.699.000 euro di cui 13.099.000 euro quali contributi EuroFusion, 5.100.000 euro quali contributi della Regione Lazio per il sistema di distribuzione, 7.500.000 euro per i fondi PNRR e 100.000.000 euro quale entrata prestito BEI. Spese per la costruzione pari a 91.300.000 euro e interessi passivi sul prestito BEI pari a 3.881.389 euro.

• **Conto Consuntivo 2023:**

Entrate conseguite di 116.053.862 euro di cui 16.053.862 euro dei fondi PNRR e 100.000.000 euro quale entrata del Prestito BEI. La spesa per la costruzione pari a 6.307.238 euro e interessi passivi sul prestito BEI pari a 3.881.389 euro.

**(2)** Valori comprensivi del Fondo di rotazione di cui ex legge 183/87 di euro 29.676.251.

**Tabella 2. Programma: Tecnologie energetiche e fonti rinnovabili (TERIN)**

1.2 Programma: Tecnologie energetiche e fonti rinnovabili (TERIN)

Indicatore		Dati di Previsione 2023	Dati di Consuntivo 2023	Δ	analisi scostamenti
1A) Incidenza spese di personale	Costo del personale/Valore delle entrate	0,66	0,87	0,21	Il decremento dell'indicatore è riferito al minor costo del personale conseguito rispetto a quello stimato a seguito della diversa programmazione delle assunzioni che hanno determinato una minore attuazione del turn-over, oltre alla conclusione e applicazione delle procedure di sviluppo professionale (art. 15) avvenuta solo a fine esercizio i cui effetti si manifesteranno principalmente nell'esercizio 2024. Tuttavia, tale decremento risulta inferiore alla riduzione subita dalle entrate, per lo slittamento di molte attività al 2024. Le minori entrate sono legate prevalentemente al mancato accertamento delle attività afferenti al Piano triennale 2022-2024 della Ricerca di Sistema Elettrico, formalizzato a inizio 2024, al progetto Mission Innovation, IPCEI Batterie/Eubatin ecc..
2A) Valore del programma (dati in euro)	Costo del personale+Spese dirette totali	90.048.590	84.864.767	- 5.183.823	Il decremento è dovuto ai minori costi di personale e alle minori realizzazioni delle entrate conseguenti prevalentemente ai progetti sopra citati che ha determinato anche una minore spesa per le attività di ricerca.
3A) Equilibrio finanziario	Valore delle uscite (Spese dirette totali)/Valore delle entrate	0,83	1,12	0,29	La modifica di questo indicatore è legata ad una diminuzione del Valore delle entrate (-29%) superiore rispetto alla diminuzione del Valore delle spese (-5%).
4A) Valorizzazione spese per Investimenti	Spese in conto capitale/Spese dirette totali (correnti + in c/capitale)	0,56	0,68	0,11	L'incremento è attribuito prevalentemente alle spese per la realizzazione di impianti di ricerca e per l'acquisto di apparecchiature scientifiche oggetto dei programmi PNRR. Tale risultato risulta ancora più rilevante se si considera la "complessità" nell'espletamento delle relative gare di appalto.
5A) Margini finanziari (dati in euro)	Valore delle entrate connesse a programmi di ricerca e servizi resi (accertamenti + avanzo di amministrazione anno n-1) - Spese finalizzate alla realizzazione degli stessi programmi/servizi (Impegni+avanzo amministrazione anno n)	9.831.542	4.437.736	- 14.269.278	Si evidenzia che al netto degli avanzi di amministrazione, l'indicatore, dato dalla differenza fra entrate e spese dell'esercizio mostra un decremento minore del margine conseguito, pari a 5,2 milioni di euro, tuttavia la presenza di un avanzo di amministrazione finale stimato in fase di previsione a 8 milioni di euro rispetto a quello conseguito pari a 18,5 milioni di euro determina una riduzione dell'indicatore. Su tale parametro hanno inoltre influito le maggiori spese per lo svolgimento delle attività PNRR avviate nell'esercizio.
6A) Internazionalizzazione attività	Valore delle entrate per programmi internazionali/Valore delle entrate	0,05	0,09	0,04	I "Programmi europei ed internazionali" a consuntivo risultano maggiori rispetto a quelli riportati in previsione, in quanto nel corso del 2023 sono stati acquisiti progetti per i quali al momento della predisposizione del Bilancio di Previsione non sussistevano adeguati presupposti formali.
7A) Incentivazione del personale (dati in euro)	Risorse accertate sul fondo conto terzi	26.000	32.016	6.016	A consuntivo, c'è un'incremento rispetto alla previsione dovuta a contratti non previsti o stimati per importi inferiori. Tra questi si menzionano: IPCEI EuBatIn - ENEL X S.p.A; il contratto con Versalis S.p.A., BIOCHAIN, relativo a servizi di ricerca per lo sviluppo di oli lubrificanti a base di composti chimici da fonti rinnovabili, ecc..
8A) Valorizzazione giovani ricercatori	Spese per il ricorso al lavoro flessibile/Spese di personale	0,07	0,12	0,05	
9A) Avanzamento programma	Spese dell'anno + costo del personale/Spese del triennio + costo del personale del triennio	0,32	0,30	-0,02	

**Tabella 3. Programma: Sostenibilità, circolarità e adattamento al cambiamento climatico dei Sistemi Produttivi e Territoriali -SSPT (già Dip. Sostenibilità dei sistemi produttivi e territoriali)**

1.3 Programma: Sostenibilità, circolarità e adattamento al cambiamento climatico dei Sistemi Produttivi e Territoriali -SSPT (già Dip. Sostenibilità dei sistemi produttivi e territoriali)

Indicatore		Dati di Previsione 2023	Dati di Consuntivo 2023	Δ	analisi scostamenti
1A) Incidenza spese di personale	Costo del personale/Valore delle entrate	2,36	2,05	- 0,31	Il valore è in decremento prevalentemente per effetto del minor costo del personale conseguito rispetto a quello stimato legato alla diversa programmazione delle assunzioni rispetto a quelle realizzate in seguito ad una minore attuazione del turn-over oltre alla conclusione e applicazione delle procedure di sviluppo professionale (art. 15) avvenuta solo a fine esercizio i cui effetti si manifesteranno principalmente nell'esercizio 2024.
2A) Valore del programma (dati in euro)	Costo del personale+Spese dirette totali	60.565.646	54.472.682	#####	Il decremento è legato alla minore spesa di personale e alle minori spese per attività progettuali soprattutto riferite all'acquisto di apparecchiature e materiali tecnici, finanziati da fondi PNRR, i cui acquisti sono slittati all'esercizio 2024 per il ritardo nell'ottenere le autorizzazioni dai ministeri finanziatori e nell'espletamento di gare complesse.
3A) Equilibrio finanziario	Valore delle uscite (Spese dirette totali)/Valore delle entrate	0,83	0,63	- 0,20	Il valore dello scostamento è conseguenza prevalente delle minori spese totali realizzate rispetto alle maggiori entrate conseguite, a seguito dello slittamento al 2024 di attività relative ai progetti finanziati in ambito PNRR.
4A) Valorizzazione spese per Investimenti	Spese in conto capitale/Spese dirette totali (correnti + in c/capitale)	0,51	0,46	- 0,05	Lo scostamento è attribuito alla maggiore incidenza delle spese correnti rispetto alle spese totali in conto capitale a seguito del ritardo nell'avvio di progetti che prevedono interventi infrastrutturali.
5A) Margini finanziari (dati in euro)	Valore delle entrate connesse a programmi di ricerca e servizi resi (accertamenti + avanzo di amministrazione anno n-1) - Spese finalizzate alla realizzazione degli stessi programmi/servizi (Impegni+ avanzo amministrazione anno n)	4.190.116	5.326.486	1.136.370	Si evidenzia che al netto degli avanzi di amministrazione, l'indicatore dato dalla differenza fra entrate e spese dell'esercizio mostra un incremento del margine conseguito, pari a 7,6 milioni di euro, tuttavia la presenza di un avanzo di amministrazione finale stimato in fase di previsione in 3 milioni di euro rispetto a quello conseguito pari a 8 milioni di euro ha determinato una riduzione dell'indicatore. Su tale parametro ha influito il ritardo nell'espletamento delle attività accertate nell'anno.
6A) Internazionalizzazione attività	Valore delle entrate per programmi internazionali/Valore delle entrate	0,09	0,13	0,04	Rispetto alla previsione originaria si sono concretizzati diversi progetti in ambito Europeo e internazionale non previsti inizialmente quali, ad esempio, la stipula del contratto di ricerca con società la ZMT Zurich MedTech AG per l'esecuzione di ricerche concernenti la "Ricerca, sviluppo, produzione e monitoraggio di tre sistemi espositivi operanti a 27,5 GHz" nell'ambito del progetto SEAWAVE.
7A) Incentivazione del personale (dati in euro)	Risorse accertate sul fondo conto terzi	15.810	113.843	98.033	Lo scostamento è dovuto alle maggiori entrate per contratti di servizio rispetto a quanto indicato in sede di previsione e sono direttamente attribuibili ai rapporti contrattuali instaurati con alcuni dei seguenti committenti: l'Amministrazione Comunale di Lampedusa, Acea Elabori, Leonardo S.p.A., Società Produttori Sementi, l'Organizzazione del Trattato dell'Atlantico del Nord (NATO), ecc..
8A) Valorizzazione giovani ricercatori	Spese per il ricorso al lavoro flessibile/Spese di personale	0,07	0,07	- 0,00	
9A) Avanzamento programma	Spese dell'anno + costo del personale/Spese del triennio + costo del personale del triennio	0,37	0,34	- 0,04	

**Tabella 4. Programma: Efficienza energetica (DUEE)**

1.4 Programma: Efficienza energetica (DUEE)					
Indicatore	Dati di Previsione 2023	Dati di Consuntivo 2023	Δ	analisi scostamenti	
1A) Incidenza spese di personale	Costo del personale/Valore delle entrate	1,84	6,03	4,19	Il valore è conseguenza del combinato disposto di due effetti: a) il primo relativo al decremento del costo del personale legato da una parte alla diversa programmazione delle assunzioni conseguite che ha determinato una minore attuazione del turn-over oltre che alta conclusione e applicazione delle procedure di sviluppo professionale (art.15) avvenuta solo a fine 2023, che ha generato un minor costo rispetto alla previsione. b) il secondo relativo al maggior decremento delle entrate attribuito prevalentemente alla mancata rilevazione delle entrate relative il Piano Triennale 2022-2024 della Ricerca del Sistema Elettrico, alle entrate afferenti la Convenzione ENEA-MITE per l'attuazione delle disposizioni contenute nell'art. 13 del D. Lgs 102/2014, come modificato dal D. Lgs n. 73/2020, in materia di programma nazionale di informazione e formazione sull'efficienza energetica, alle minori entrate sul Programma dei controlli svolti da ENEA per la fruizione delle detrazioni fiscali cd. Superbonus.
2A) Valore del programma (dati in euro)	Costo del personale+Spese dirette totali	17.030.897	15.967.140	- 1.063.756	La diminuzione del Valore del programma tra consuntivo e previsionale è dovuta alla diminuzione sia del costo del personale, come sopra indicato, mentre le spese dirette totali si incrementano rispetto alla previsione originaria.
3A) Equilibrio finanziario	Valore delle uscite (Spese dirette totali)/Valore delle entrate	0,27	1,28	1,01	L'indicatore relativo all'equilibrio finanziario è leggermente maggiore rispetto alla previsione, tuttavia l'incremento è riferito alle minori entrate conseguite rispetto a quelle previste, come sopra riportato.
4A) Valorizzazione spese per investimenti	Spese in conto capitale/Spese dirette totali (correnti + in c/capitale)	0,34	0,21	- 0,13	
5A) Margini finanziari (dati in euro)	Valore delle entrate connesse a programmi di ricerca e servizi resi (accertamenti + avanzo di amministrazione anno n-1) - Spese finalizzate alla realizzazione degli stessi programmi/servizi (Impegni+ avanzo amministrazione anno n)	5.402.771	- 1.689.712	- 7.092.484	Si evidenzia che al netto degli avanzi di amministrazione, l'indicatore dato dalla differenza fra entrate e spese dell'esercizio mostra un decremento minore del margine conseguito, pari a 0,6 milioni di euro, tuttavia la presenza di un avanzo di amministrazione finale stimato in fase di previsione in 1 milione di euro rispetto a quello di consuntivo pari a 3 milioni di euro determina una riduzione dell'indicatore. Su tale parametro ha influito il ritardo dell'accertamento delle entrate il piano triennale della Ricerca di Sistema Elettrico oltre ai progetti indicati sopra.
6A) Internazionalizzazione attività	Valore delle entrate per programmi internazionali/Valore delle entrate	0,04	0,23	0,19	
7A) Incentivazione del personale (dati in euro)	Risorse accertate sul fondo conto terzi	2.839	4.830	1.991	L'incremento è riconducibile essenzialmente alla realizzazione di attività non inserite in fase di previsione.
8A) Valorizzazione giovani ricercatori	Spese per il ricorso al lavoro flessibile/Spese di personale	0,01	0,02	0,01	
9A) Avanzamento programma	Spese dell'anno + costo del personale/Spese del triennio + costo del personale del triennio	0,35	0,33	- 0,02	

**Tabella 5. Programma: Istituto di Radioprotezione (IRP)**

1.5 Programma: Istituto di Radioprotezione (IRP)

Indicatore		Dati di Previsione 2023	Dati di Consuntivo	Δ	analisi scostamenti
1A) Incidenza spese di personale	Costo del personale/Valore delle entrate	3,32	4,26	0,93	Lo scostamento è riconducibile al minor decremento subito dal costo del personale, legato alla diversa programmazione delle assunzioni conseguite che ha determinato una minore attuazione del turn-over oltre che alla conclusione e applicazione delle procedure di sviluppo professionale (art.15) avvenuta a fine 2023, rispetto al decremento rilevato sulle entrate consuntivate rispetto a quelle stimate. Le minori attività realizzate rispetto a quanto atteso sono attribuite al calo di richieste delle società Nucleco e SOGIN. Non vi sono differenze significative per gli altri Utenti. Tale differenza è stata presa in considerazione sia in sede di assestamento di bilancio che in fase di preconsuntivo 2023.
2A) Valore del programma (dati in euro)	Costo del personale+Spese dirette totali	5.584.488	#####	- 990.952	Alla minore spesa di personale, si aggiunge il decremento delle spese per attività di ricerca in seguito al differimento di investimenti straordinari. Sono slittate al 2024 anche spese di investimento preventivate che non è stato possibile portare a termine nell'esercizio 2023.
3A) Equilibrio finanziario	Valore delle uscite (Spese dirette totali)/Valore delle entrate	1,14	0,70	- 0,44	Lo scostamento negativo, fermo restando alle motivazioni sopra esposte è attribuito al maggior decremento relativo alle spese per attività di ricerca (-0,8) rispetto a quello attribuito alle entrate (-0,3 mil).
4A) Valorizzazione spese per Investimenti	Spese in conto capitale/Spese dirette totali (correnti + in c/capitale)	0,52	0,59	0,07	L'incremento è attribuito a spese per interventi di investimento
5A) Margini finanziari (dati in euro)	Valore delle entrate connesse a programmi di ricerca e servizi resi (accertamenti + avanzo di amministrazione anno n-1) - Spese finalizzate alla realizzazione degli stessi programmi/servizi (Impegni+ avanzo amministrazione anno n)	- 226.214	433.809	660.023	I margini finanziari conseguiti sono superiori rispetto a quelli attesi per effetto delle minori spese sostenute (vedi ragioni sopra).
6A) Internazionalizzazione attività	Valore delle entrate per programmi internazionali/Valore delle entrate	0,00	0,00	0,00	
7A) Incentivazione del personale (dati in euro)	Risorse accertate sul fondo conto terzi	101.400	81.122	- 20.278	Decremento attribuito alle minori entrate per servizi tecnico scientifici.
8A) Valorizzazione giovani ricercatori	Spese per il ricorso al lavoro flessibile/Spese di personale	0,01	0,01	- 0,01	
9A) Avanzamento programma	Spese dell'anno + costo del personale/Spese del triennio + costo del personale del triennio	0,39	0,32	-0,07	



**Tabella 6. Programma: Unità Tecnica Antartide (UTA)**

1.6 Programma: Unità Tecnica Antartide (UTA)

Indicatore		Dati di Previsione 2023	Dati di Consuntivo 2023	Δ	analisi scostamenti
1A) Incidenza spese di personale	Costo del personale/Valore delle entrate	0,18	0,17	- 0,01	Il decremento è relativo al minor costo del personale legato da una parte alla diversa programmazione delle assunzioni conseguite che ha determinato una minore attuazione del turn-over oltre alla mancata applicazione delle procedure di sviluppo professionale (art. 15) e a minori entrate riguardanti il contributo sul reporting period RP2 del progetto Beyond Epica, sottomesso a giugno 2023 ed valutato a dicembre 2023.
2A) Valore del programma (dati in euro)	Costo del personale+Spese dirette totali	25.471.570	19.542.838	-5.928.733	Per il PEA 2022 e per l'AEA 2023 sono stati rimodulati, in corso di assestamento di bilancio, gli impegni relativi il noleggio di mezzi di trasporto speciali, tra l'anno finanziario 2023 e 2024 in considerazione dell'effettiva competenza e corrette a ribasso la previsione delle spese di missione del personale dipendente e le spese per attività tecnico-scientifiche. Si riportano, inoltre, scostamenti negativi riguardanti le spese per l'acquisto di Apparecchiature tecnico-scientifiche e "Materiali di consumo di per la ricerca" per uno slittamento degli acquisti previsti nell'annualità successiva
3A) Equilibrio finanziario	Valore delle uscite (Spese dirette totali)/Valore delle entrate	1,10	0,84	- 0,27	Lo scostamento è riferito al minor decremento delle entrate realizzate (-0,4 milioni di euro) su quelle previste rispetto al decremento delle spese sostenute (-5 milioni di euro) per le motivazioni sopra esposte.
4A) Valorizzazione spese per Investimenti	Spese in conto capitale/Spese dirette totali (correnti + in c/capitale)	0,11	0,03	- 0,08	
5A) Margini finanziari (dati in euro)	Valore delle entrate connesse a programmi di ricerca e servizi resi (accertamenti + avanzo di amministrazione anno n-1) - Spese finalizzate alla realizzazione degli stessi programmi/servizi (Impegni+ avanzo amministrazione anno n)	4.569.862	936.326	-3.633.537	Si evidenzia che al netto degli avanzi di amministrazione, l'indicatore dato dalla differenza fra entrate e spese dell'esercizio mostra un risultato positivo, pari a 3,2 milioni di euro, tuttavia la presenza di un avanzo di amministrazione finale stimato in fase di previsione molto minore rispetto a quello conseguito (delta di 9,6 milioni di euro) determina una riduzione dell'indicatore. Su tale parametro ha influito il ritardo sulla realizzazione delle spese e sugli acquisti sopra indicati. Tuttavia si evidenzia che il programma di ricerca in Antartide non presenta una sua marginalità, in quanto il finanziamento è destinato alla realizzazione della parte logistica della Campagna Antartica.
6A) Internazionalizzazione attività	Valore delle entrate per programmi internazionali/Valore delle entrate	0,03	0,00	- 0,03	Scostamento attribuito allo slittamento nel 2024 dell'entrata riferita al progetto Beyond Epica
7A) Incentivazione del personale (dati in euro)	Risorse accertate sul fondo conto terzi	0,00	0,00	0,00	
8A) Valorizzazione giovani ricercatori	Spese per il ricorso al lavoro flessibile/Spese di personale	0,00	0,00	0,00	
9A) Avanzamento programma	Spese dell'anno + costo del personale/Spese del triennio + costo del personale del triennio	0,37	0,29	- 0,09	

**Tabella 7. Programma: Innovazione e trasferimento tecnologico (TTEC, REL, STAV)**

➤ **TTEC (ex ISV)**

**1.7 Programma: Innovazione e trasferimento tecnologico TTEC (ex ISV)**

Indicatore		Dati di Previsione 2023	Dati di Consuntivo 2023	Δ	analisi scostamenti
1A) Incidenza spese di personale	Costo del personale/Valore delle entrate	14,55	8,76	- 5,79	Il decremento è legato prevalentemente del minor costo del personale conseguito rispetto a quello stimato così come avvenuto per la restante organizzazione ENEA.
2A) Valore del programma (dati in euro)	Costo del personale+Spese dirette totali	7.521.282	4.789.390	- 2.731.891	Oltre a quanto sopra esposto si rilevano minori spese inventariali e di consumo con riferimento alle attività legate ai progetti PoC e al progetto EsPA.
3A) Equilibrio finanziario	Valore delle uscite (Spese dirette totali)/Valore delle entrate	1,68	0,95	- 0,74	Il decremento è legato alle minori spese sostenute rispetto a quelle previste per i motivi sopra esposti.
4A) Valorizzazione spese per Investimenti	Spese in conto capitale/Spese dirette totali (correnti + in c/capitale)	0,04	0,03	- 0,02	
5A) Margini finanziari (dati in euro)	Valore delle entrate connesse a programmi di ricerca e servizi resi (accertamenti + avanzo di amministrazione anno n-1) - Spese finalizzate alla realizzazione degli stessi programmi/servizi (Impegni+ avanzo amministrazione anno n)	- 351.009	- 129.736	221.274	Si evidenzia che al netto degli avanzi di amministrazione, l'indicatore dato dalla differenza fra entrate e spese dell'esercizio mostra un margine positivo, pari a 0,03 milioni di euro, tuttavia la presenza di un avanzo di amministrazione finale stimato in fase di previsione minore rispetto a quello conseguito (delta di 0,12 milioni di euro) determina una riduzione dell'indicatore. Su tale parametro ha influito il ritardo sulla realizzazione di alcuni progetti relativi ai nuovi PoC e conclusione del progetto EsPA.
6A) Internazionalizzazione attività	Valore delle entrate per programmi internazionali/Valore delle entrate	0,61	0,64	0,03	
7A) Incentivazione del personale (dati in euro)	Risorse accertate sul fondo conto terzi	0,00	0,00	0,00	
8A) Valorizzazione economica brevetti	Entrate provenienti dalla cessione dei brevetti/Spese mantenimento e deposito brevetti	0,00	0,00	0,00	
9A) Valorizzazione giovani ricercatori	Spese per il ricorso al lavoro flessibile/Spese di personale	0,02	0,00	-0,02	
10A) Avanzamento programma	Spese dell'anno + costo del personale/Spese del triennio + costo del personale del triennio	0,36	0,23	-0,13	

➤ REL

1.8 Programma: Programmi di Promozione e comunicazione (REL)

Indicatore		Dati di Previsione 2023	Dati di Consuntivo 2023	Δ	analisi scostamenti
1A) Incidenza spese di personale	Costo del personale/Valore delle entrate	19,13	173,68	154,55	L'incremento dello scostamento è legato alle minori entrate conseguite rispetto a quelle preventivate, con riferimento al progetto EsPa. La rendicontazione presentata ha riscontrato ritardi nei pagamenti da parte dell'Agenzia della Coesione Territoriale, determinando rallentamenti sull'avanzamento e la conclusione del progetto medesimo. In riferimento alle attività tariffate della piattaforma ENEA e-learn si riporta un leggero incremento delle attività rispetto a quanto previsto grazie alle maggiori richieste registrate. Infine si rileva un minor costo del personale a seguito del mancato turn-over e al conseguimento delle progressioni legate al personale solo a fine 2023.
2A) Valore del programma (dati in euro)	Costo del personale+Spese dirette totali	2.788.207	2.481.647	- 306.560	Alle minori spese di personale si sono aggiunte le minori spese totali quale diretta conseguenza delle minori attività espletate
3A) Equilibrio finanziario	Valore delle uscite (Spese dirette totali)/Valore delle entrate	3,32	27,23	23,91	
4A) Valorizzazione spese per investimenti	Spese in conto capitale/Spese dirette totali (correnti + in c/capitale)	0,09	0,09	0,00	
5A) Margini finanziari (dati in euro)	Valore delle entrate connesse a programmi di ricerca e servizi resi (accertamenti + avanzo di amministrazione anno n-1) - Spese finalizzate alla realizzazione degli stessi programmi/servizi (Impegni+ avanzo amministrazione anno n)	n/a	n/a	n/a	
6A) Internazionalizzazione attività	Valore delle entrate per programmi internazionali/Valore delle entrate	n/a	n/a	n/a	
7A) Incentivazione del personale (dati in euro)	Risorse accertate sul fondo conto terzi	30,00	85,23	55,23	
8A) Valorizzazione giovani ricercatori	Spese per il ricorso al lavoro flessibile/Spese di personale	n/a	n/a	n/a	
9A) Avanzamento programma	Spese dell'anno + costo del personale/Spese del triennio + costo del personale del triennio	0,37	0,33	-0,04	

➤ STAV

1.9 Programma: Programmi di Studi e Strategie (STAV)

Indicatore		Dati di Previsione 2023	Dati di Consuntivo 2023	Δ	analisi scostamenti
1A) Incidenza spese di personale	Costo del personale/Valore delle entrate	n/a	n/a	n/a	
2A) Valore del programma (dati in euro)	Costo del personale+Spese dirette totali	1.759.404	1.740.431	- 18.973	Lo scostamento è dovuto al decremento del costo del personale rispetto alla previsione a seguito di una diversa realizzazione delle assunzioni conseguite.
3A) Equilibrio finanziario	Valore delle uscite (Spese dirette totali)/Valore delle entrate	n/a	n/a	n/a	
4A) Valorizzazione spese per Investimenti	Spese in conto capitale/Spese dirette totali (correnti + in c/capitale)	0,60	0,89	0,29	
5A) Margini finanziari (dati in euro)	Valore delle entrate connesse a programmi di ricerca e servizi resi (accertamenti + avanzo di amministrazione anno n-1) - Spese finalizzate alla realizzazione degli stessi programmi/servizi (Impegni+ avanzo amministrazione anno n)	n/a	n/a	n/a	
6A) Internazionalizzazione attività	Valore delle entrate per programmi internazionali/Valore delle entrate	n/a	n/a	n/a	
7A) Incentivazione del personale (dati in euro)	Risorse accertate sul fondo conto terzi	n/a	n/a	n/a	
8A) Valorizzazione giovani ricercatori	Spese per il ricorso al lavoro flessibile/Spese di personale	n/a	n/a	n/a	
9A) Avanzamento programma	Spese dell'anno + costo del personale/Spese del triennio + costo del personale del triennio	n/a	n/a	n/a	

**Tabella 8. Programmi delle Strutture di amministrazione, supporto e coordinamento**

Programmi delle Strutture di amministrazione, supporto e coordinamento							
Struttura organizzativa	Indicatori da dati di Previsione		Indicatori da dati di Consuntivo		Deviazione Costo del servizio	Deviazione Incidenza del Costo del servizio/costi totali amministrativi o gestionali	Commenti eventuali Deviazione Costo del servizio
	Costo del servizio (personale + spese di funzionamento della struttura+ altre spese riconducibili alla struttura) dati in migliaia di Euro	Incidenza del Costo del servizio/costi totali amministrativi o gestionali (valori percentuali)	Costo del servizio (personale + spese di funzionamento della struttura) dati in migliaia di Euro	Incidenza del Costo del servizio/costi totali amministrativi o gestionali (valori percentuali)			
Direzione board dei direttori (BOARD)	163.489	0,15%	120.787	0,12%	- 42.702	-0,03%	<p>il decremento è riferito prevalentemente alle minori spese di personale rispetto a quelle previste quale differenza tra personale cessato e quello assunto e alla conclusione e applicazione dell'art.15, per le progressioni contrattuali solo alla fine dell'esercizio 2023.</p>
Presidenza/Direzione (DIR)	16.665.572 (1)	15,49%	21.619.786 (1)	21,27%	4.954.215	5,78%	
Organo Centrale di sicurezza (OCS)	688.013	0,64%	528.201	0,52%	- 159.812	-0,12%	
Ufficio degli Organi di Vertice (UVER)	2.420.465 (2)	2,25%	2.048.008 (2)	2,02%	- 372.457	-0,23%	
Direzione Amministrazione (AMC/ABF)	11.558.681	10,74%	9.654.498	9,50%	- 1.904.182	-1,24%	
Direzione Affari Legali, Prevenzione della Corruzione e Trasparenza (LEGAL T)	2.312.220	2,15%	1.874.835	1,84%	- 437.385	-0,30%	
Direzione Personale (PER)	5.908.443	5,49%	4.947.317	4,87%	- 961.126	-0,62%	
Direzione Infrastrutture e Servizi (ISER)	67.870.578	63,08%	60.833.686	59,86%	-7.036.892	-3,22%	

**(1)** comprende le risorse da erogare alla società DTT S.c.a.r.l. quali spese di funzionamento in previsione per 12.465.040 euro e a consuntivo per 19.085.410 euro.

**(2)** comprende i compensi per gli organi di vertice e revisori dei conti