

Firmato digitalmente da: Marco Avagliano
Organizzazione: ENEA/01320740580
Data: 14/05/2025 10:34:47

Rendiconto generale per l'esercizio finanziario 2024

Allegato 3

Piano degli indicatori e dei risultati attesi di bilancio

Firmato digitalmente da: Giorgio Graditi
Organizzazione: ENEA/01320740580
Data: 15/05/2025 14:41:13

INDICE

Introduzione	3
Dipartimento Nucleare- NUC.....	4
Dipartimento Tecnologie Energetiche e Fonti Rinnovabili (TERIN).....	14
Dipartimento Sostenibilità, circolarità e adattamento al cambiamento climatico dei Sistemi Produttivi e Territoriali (SSPT).....	31
Dipartimento Unità Efficienza Energetica (DUEE)	43
Istituto di Radioprotezione (IRP)	55
Unità Tecnica Antartide (UTA).....	60
Direzione Trasferimento Tecnologico (TTEC)	62
Unità Relazioni e Comunicazione (REL)	69
Tabella 1. Programma: Dipartimento Nucleare - (NUC).....	72
Tabella 2. Programma: Tecnologie energetiche e fonti rinnovabili (TERIN).....	75
Tabella 3. Programma: Sostenibilità, circolarità e adattamento al cambiamento climatico dei Sistemi Produttivi e Territoriali -SSPT	76
Tabella 4. Programma: Efficienza energetica (DUEE).....	77
Tabella 5. Programma: Istituto di Radioprotezione (IRP).....	78
Tabella 6. Programma: Unità Tecnica Antartide (UTA)	79
Tabella 7. Programma: Innovazione e trasferimento tecnologico (TTEC, REL).....	80
Tabella 8. Programmi delle Strutture di amministrazione, supporto e coordinamento	82

Introduzione

Al Rendiconto generale per l'esercizio finanziario 2024 è allegato il documento programmatico *Piano degli indicatori e dei risultati attesi di bilancio* (nel seguito "Piano") riferito alla medesima annualità, che ha l'obiettivo di presentare, nel dettaglio di ogni singola Struttura, le finalità e strategie, i risultati più significativi raggiunti nel 2024 - con riferimento agli obiettivi fissati nel Piano della performance 2024-2026, 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 - Dipartimento Nucleare (NUC), Dipartimento Tecnologie Energetiche e Fonti Rinnovabili (TERIN), Dipartimento Sostenibilità, circolarità e adattamento al cambiamento climatico dei sistemi produttivi e territoriali (SSPT), Dipartimento Unità Efficienza Energetica (DUEE) - , 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 rivolte sia all'interno che all'esterno dell'ENEA.

Il documento si chiude con i contributi della Direzione Trasferimento Tecnologico (TTEC) e dell'Unità Relazioni e Comunicazione, le cui attività sono volte a cogliere e sostenere le iniziative di finanziamento, sviluppare azioni di trasferimento delle tecnologie innovative al sistema imprese, sostenere l'attività brevettuale e la tutela della proprietà intellettuale, promuovere e diffondere le conoscenze scientifiche e tecnologiche dell'ENEA.

Dipartimento Nucleare- NUC

Direttore: Alessandro Dodaro

FINALITÀ E STRATEGIE

Il Dipartimento Nucleare (NUC) opera nei settori della fusione e della fissione nucleare, delle applicazioni delle tecnologie nucleari, della sicurezza 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. NUC 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 l'obiettivo di realizzare la *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 e da fissione, della chiusura del ciclo del combustibile, della ricerca applicata e servizi avanzati nel settore delle radiazioni ionizzanti e non, dello spazio e della radiofarmacia.

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 NUC 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 NUC 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, 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'Agenzia, le attività per la partecipazione italiana allo *European Joint Programme on Radioactive Waste Management* (EURAD) e contribuisce a negoziare i *Work Programme* relativi al programma Euratom per la fissione e la fusione.

PRINCIPALI RISULTATI RAGGIUNTI NELL'ANNO 2024, CON RIFERIMENTO AGLI OBIETTIVI INDICATI NEL PIANO DELLA PERFORMANCE 2024-2026

Obiettivo Specifico NUC.OS.01 - Assicurare l'avanzamento dei programmi EUROfusion e Fusion For Energy (F4E), sviluppando anche gli studi relativi alla fisica dei plasmi, alle tecnologie di componenti e di materiali nel campo della Fusione Nucleare, in particolare per ITER e avviare la costruzione di nuove infrastrutture di ricerca, garantire l'up-grade 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 delle particelle e del calore incidente sul divertore in vista delle soluzioni da adottare per un futuro reattore. Nell'ambito dell'accordo di costruzione tra l'ENEA e la società DTT s.c.a r.l., a cui l'ENEA ha affidato la gestione per la costruzione della macchina, si sono conseguiti nel 2024 i seguenti risultati: sono stati portati a termine i FAT (Test di Accettazione in Fabbrica) per la TFPS (*Toroidal Field Power Supply*) e la prima delle FDU (Unità di scarica rapida dei magneti) di DTT;
- nell'ambito del PNRR sono state lanciate e assegnate le gare internazionali per gli alimentatori DIV (per le *Divertor in Vessel coils*), NAS (*NonAxial Symmetric coils*), VS (*Vertical Stabilization*) nonché quelle per il primo trasmettitore ICRH e alcuni ausiliari per lo stesso impianto; sono inoltre stati effettuati i SAT (Test di Accettazione in Sito) per l'*arch detector* ECRH; è stata conclusa la attività WP1.3, nell'ambito del WP1 coordinato da PLAS;
- è stata bandita e assegnata l'asta pubblica per la vendita delle componenti obsolete asservite all'impianto FTU (componenti non più a patrimonio e considerate a valore nullo) come materiale da riciclo (trasformatori e oli, cavi, alimentatori ed elettronica vetusta, etc);
- gran parte degli strand superconduttori sono stati inviati alla ditta per la realizzazione dei cavi che costituiranno i magneti di DTT;
- sono proseguite le attività di progettazione delle diagnostiche per DTT, benché non sia stato possibile aprire nuovi laboratori per mancanza di spazi adeguati;
- la gara per la demolizione degli edifici 73 e 90 è in procinto di essere pubblicata: la gestione delle aree non è ancora stata trasferita al consorzio DTT da parte di ENEA (è in corso il frazionamento catastale necessario ma si dovrà attendere l'insediamento del nuovo CdA ENEA per la cessione del diritto di superficie).

È continuato il supporto alle attività del consorzio RFX partecipando alle riunioni del suo Comitato Tecnico Scientifico.

Come attività collaterale alla costruzione di DTT, il Laboratorio Superconduttività sta realizzando la *Frascati Coil Cold Test Facility* (FCCTF), dedicata primariamente a testare, in condizioni simili a quelle operative, tutti i magneti realizzati con fili in Nb3Sn di DTT. Nel corso del 2024 è stata completata la preparazione della hall, e sono stati installati gli alimentatori delle bobine, forniti dalla ditta Jema a fronte di un contratto emesso da DTT.

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.

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.

Sono continuate le attività nell'ambito dei progetti "*Breeding Blanket*" (WPBB) e "*Balance of Plant*" (WPBoP) e sono state finalizzate le campagne sperimentali sull'impianto IELLLO (WPBB),

Relativamente alla progettazione e costruzione della nuova infrastruttura sperimentale W-HYDRA, composta dalle facility *Water Loop* (WPBB), *STEAM* (WPBoP) e *LIFUS5/Mod4*(WPBB), è stata finalizzata la progettazione degli impianti, ottimizzandone l'architettura per ottenere una riduzione dei costi.

Nell'ambito del progetto SORGENTINA è stato finalizzato l'impianto dimostratore termomeccanico che dovrà dimostrare la capacità di asportazione del calore del prototipo di impianto e, quindi, la fattibilità del progetto stesso.

Nell'ambito delle analisi di sicurezza ed affidabilità per il reattore DEMO (WP SAE) vanno citati: il proseguimento del contributo al "*Generic Site Safety Report*" e dell'analisi di rischio dei sistemi del Ciclo del Combustibile, l'analisi di affidabilità delle linee di trasmissione del sistema ECRH, il completamento di una nuova 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, le attività sperimentali per lo sviluppo di diagnostiche per il controllo degli inventari di polveri attivate e trizio nella camera da vuoto, la stima degli inventari dei prodotti di corrosione attivati nei circuiti di raffreddamento ad acqua, la raccolta di dati sui tassi di fallimento di componenti di macchine a fusione nonché l'elaborazione di un modello di affidabilità per DEMO plant.

Il 2024 è stato un anno cruciale per il tokamak JT-60SA in Giappone, che è stato inserito nell'ambito dei tokamak che vedono la partecipazione di EUROfusion. L'Enea ha svolto un ruolo di primaria importanza, coordinando le attività del Topical Group "*MHD Stability and Control*". I dati raccolti durante le operazioni di *Integrated Commissioning* di fine 2023 sono stati intensivamente analizzati e parallelamente si è effettuato un lavoro di *modelling* degli scenari sviluppati in vista della ripresa delle operazioni, che è prevista entro il 2026.

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 2024 sono continuate le attività di rimessa in funzione della facility FAN (*Facility for Acceleration and Neutralization*).

Proseguono le attività dell'infrastruttura "*Laboratorio Diagnostiche THz*" per la realizzazione di diagnostiche del plasma e per lo studio di componenti e materiali di rilevanza per esperimenti di fusione nucleare.

Nell'ambito delle attività relative alla propulsione spaziale al plasma, ENEA ha cominciato le sue attività all'interno del progetto Space It Up!, dedicate alla ricerca e sviluppo di un propulsore al plasma

innovativo, basato su tecnologia Helicon (con la possibile aggiunta di uno stadio di accelerazione con campi magnetici rotanti).

Nell'ambito delle attività di modellizzazione relative a PROTO-SPHERA e della propulsione al plasma, con il codice PICCOLO sviluppato in collaborazione con l'istituto ISTP di Bari (CNR), sono stati studiati nuovi scenari di plasma di interesse.

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.

Nel campo della fusione inerziale sono proseguite le attività del progetto EUROfusion *Enabling Research* ENR-IFE.01.CEA "Advancing shock ignition for direct-drive inertial fusion" (PI D. Batani) e sono iniziate quelle dei progetti ENR-IFE.02.CEA-02 "High gain direct drive ignition with Foams as a Pathway to Energy (FoPIFE)" (PI. S. Le Pape) e ENR-IFE.02.CEA-01 "Magnetized inertial confinement fusion (PI J. Santos).

Sempre in tema di fusione inerziale si è lavorato 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".

Sono inoltre stati organizzati due eventi internazionali: il *4th International Workshop on Proton Boron Fusion* (ENEA C. R. Frascati, 30 Settembre - 3 Ottobre) e il *Workshop on Micro- and Nano-structured materials for Experiments with High Power Lasers* (Lisbona, 21 Settembre).

Un'altra linea di attività ha riguardato il progetto *Proof of Concept* denominato "Bussola Solare per Mezzi Mobili" (POC-2022.02, Aprile 2024 - Aprile 2025, finanziato con fondi PNRR) per il quale sono state messe a punto la parte teorico-numerica relativa al dispositivo da realizzare, è stato completato l'intero progetto del dispositivo e sono stati definiti gli approvvigionamenti dei materiali necessari.

Infine, è proseguita la collaborazione con il CREA per le esposizioni a radiazioni UV-C di colture vegetali per l'attivazione della risposta ormetica delle piante ad attacchi di patogeni. In campo internazionale sono continuate le attività del *Center for Nonlinear Plasma Science* (CNPS) ed è stata avviata la collaborazione tra DTT e F4E che riguarda diversi aspetti, tra cui il CODAS relativo agli impianti alle Diagnostiche e al sistema di protezione e controllo *realtime* di DTT.

Obiettivo Specifico NUC.OS.02 - 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 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.

Durante il 2024 presso la Facility CALLIOPE (NUC-IRAD-GAM) sono state svolte numerose attività di testing di irraggiamento gamma (tra cui 20 richieste di tipo commerciale). Per quanto riguarda le applicazioni nucleari (fissione e fusione) sono stati condotti test su componenti meccanici e isolanti per ITER, su matrici cementizie per lo stoccaggio di rifiuti radioattivi (Nucleco), su componenti

elettronici (ALTER), sistemi ottici per illuminazione (Nanocut) ed ispezione (ISEC), campioni di cavi e provini polimerici (TRATOS), sistemi robotici innovativi (Fluid Wire Robotics) e trasduttori (HBK).

Sono stati condotti test preliminari per lo studio degli effetti delle radiazioni su campioni materiali superconduttivi (commerciali ed innovativi) nell'ambito delle attività EUROfusion Task PRD. I risultati di interesse hanno portato ad un ulteriore sviluppo dell'attività che sarà svolta nel 2025.

Sono proseguiti i test di irraggiamento su sistemi elettronici e materiali da impiegare in rivelatori a 4He , su componenti ottici ed optoelettronici, sensori, fibre ottiche, rivelatori di radiazione, oltre che test di qualifica per sistemi e componenti per applicazioni spaziali, richiesti sia da utenti pubblici (ASI, INFN, Università) che privati (IMT s.r.l., Alter Technology).

Ulteriori attività in ambito Spazio, sono proseguite nell'ambito 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 cellulari, vegetali e animali, sistemi in vitro ed in vivo) e con l'Università di Roma Sapienza (comunità batteriche, microrganismi).

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 in corso 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.

È stato avviato il Progetto ASI BIOMIRATE ("Sistemi BIOrigenerativi: Mitigazione del rischio da RADiazioni mediante TECnologie molecolari", Coordinatore UNITV) che ha come obiettivo lo studio dell'effetto delle radiazioni su diversi organismi (produttori, consumatori e degradatori), facenti parte di un sistema biorigenerativo.

Nel corso del 2024 sono proseguite le attività previste dal Programma "ASIF-fase 2, Sviluppo Operativo", che vede la partecipazione, oltre che delle facility Calliope, FNG e dei reattori Triga e Tapiro già presenti nella fase precedente, anche dell'impianto Top-Implart e degli acceleratori Rfx e Techea.

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, è stata presentata una proposta progettuale (in fase di valutazione) per lo studio di packaging schermanti per l'elettronica, ed è prevista nel 2025 la partenza di un nuovo accordo attuativo per "ASIF 3", relativo al mantenimento dell'operatività degli impianti già partecipanti all'accordo precedente.

Proseguono inoltre le collaborazioni con il Dipartimento SSPT per attività relative all'effetto delle radiazioni gamma (facility Calliope) su sistemi biologici (cellulari, vegetali e animali) per applicazioni in campo medico e spazio.

Sono proseguite le attività oggetto del Contratto di collaborazione in essere con il Dipartimento di Scienza dei Materiali dell'Università di Milano Bicocca (rinnovato nel 2024 per un ulteriore biennio) per lo studio di materiali e scintillatori nanostrutturati.

Il Dipartimento NUC, tramite i suoi laboratori, continua inoltre il suo impegno in numerosi progetti, quali progetto SECURE, progetto PREDIS, progetto CLEANDEM, progetto HARPERS, progetto RESCUE, progetto SELENE, Programma EURAD2, Progetit EURATOM H2020.

Nel corso dell'anno 2024, è stato aggiudicato 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 TRIGA RC-01 del CR Casaccia dell'ENEA, che riguarderà tutti gli aspetti, dalla parte elettrica, a quella meccanica, fino alla parte nucleare propriamente detta, e la bonifica dell'amianto.

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

Nel corso del 2024, presso la Facility CALLIOPE, sono proseguite le attività volte all'eliminazione dei sistemi operativi e di sicurezza non più funzionanti e all'ammodernamento di quelli esistenti.

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 AMR ALFRED, da realizzarsi sul sito nucleare di Mioveni, Romania. Si è provveduto, inoltre, a dare seguito alla progettazione concettuale del reattore ALFRED nell'ambito delle azioni previste dal Consorzio FALCON.

Nel corso del 2024 il Dipartimento ha fornito supporto tecnico alla Piattaforma Nazionale per il Nucleare Sostenibile, in particolare con il co-coordinamento di due tavoli di lavoro - Fissione e Fusione.

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, sviluppatasi 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 2024 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.

Presso il C.R. Brasimone sono proseguite le attività relative al progetto EXADRONE, finanziato dalla Regione Emilia-Romagna.

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 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 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*).

In occasione della presidenza italiana del G7 il Dipartimento ha supportato il MAECI per l'organizzazione delle agende dei due eventi annuali, coordinando i lavori del gruppo NSSG e della Global Partnership (gruppo GP-NRSWG).

Obiettivo Specifico NUC.OS.03 - 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 strategia di rilancio di NUC-INMRI nel 2024 si è in larga parte basata sulla convenzione stipulata con il Ministero dello Sviluppo Economico (MISE/MIMIT) nel Dicembre 2020, ed estesa fino ad ottobre 2025 per consentire il raggiungimento delle attività convenzionate: ristrutturazioni di edifici, acquisizione di attrezzature scientifiche, iniezione di nuove unità di personale a sostegno della ripresa delle attività.

Una nuova Convenzione con il MIMIT è stata firmata nel Dicembre 2024 a sostegno del secondo Programma Nazionale per l’Affidabilità delle misure di radiazioni ionizzanti (e non ionizzanti, con INRIM) basato su confronti interlaboratorio (ILC). Tale Convenzione costituirà un’ulteriore opportunità di rilancio della visibilità del ruolo dell’INMRI, oltre ad una fonte di finanziamento extramurale a sostegno del rinnovo tecnologico di NUC-INMRI e del reclutamento di nuovo personale con contratti a termine. La scadenza è fissata per il 31.10.2026.

Per quanto riguarda le altre attività dell’INMRI, nel 2024 esse sono proseguite secondo le tradizionali linee programmatiche dell’Istituto: standardizzazione dei metodi di misura; Organizzazione interna e Sistema Qualità; Accredimento e certificazione.

Proseguono le attività di supporto ad ACCREDIA per l’accreditamento dei laboratori di taratura, con la fornitura di confronti interlaboratorio certificati. I certificati di taratura emessi sul territorio nazionale nel 2024 sono stati 110.

È stato garantito dall’ENEA 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 e s.m.i., 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 NUC.OS.04 – 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 Dipartimento NUC tramite la Sezione NUC-TNMT, ha mantenuto nel 2024 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).

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).

E' stata ultimata la costruzione dell'infrastruttura per il progetto regionale LINC-ER per la sperimentazione del sistema innovativo di radiazione intraoperatoria con neutroni.

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.

Le attività di sviluppo di sistemi e sensori per la Security sono proseguite nel solco degli importanti risultati conseguiti negli ultimi anni. Di rilevanza sono state le attività connesse al progetto rescEU-CBRN-DSIM-IT, iniziato a fine 2023, finanziato dalla DG ECHO della Commissione Europea. Il progetto ha l'ambizioso obiettivo finale di sviluppare una capacità composta da una pluralità di laboratori mobili pronti ad intervenire sul territorio nazionale e su quello europeo in caso di emergenza CBRN. La capacità sarà operata a fine progetto dal Corpo Nazionale dei Vigili del Fuoco con cui ENEA ha intensificato la collaborazione in questo primo anno di progetto.

Nel 2024 sono stati portati a conclusione i progetti RISEN, INCLUDEN e HADES e sono stati acquisiti nuovi progetti.

Il Dipartimento partecipa da aprile 2024 al progetto HYPER AI, dedicato allo sviluppo di metodologie basate sull'intelligenza artificiale per la gestione della sicurezza di infrastrutture critiche a rischio di incidenti CBRN e con il reattore nucleare TRIGA utilizzato come *Use Case*.

Novembre 2024 ha visto anche l'inizio del progetto CBRN SoS, finanziato dall'*European Defence Funds* della Commissione Europea in cui il Dipartimento contribuisce con lo sviluppo di metodologie innovative per la prevenzione di minacce CBRN in scenari anche di conflitto.

Nell'ambito delle tecnologie fisiche innovative, si è concluso con importanti risultati il progetto BIOTRACK per lo sviluppo di 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, nel 2024 è stato siglato con la Regione Lazio un prolungamento fino al 2027 della Convenzione in essere, che permetterà di accedere ai fondi necessari per completare un piano di upgrade delle prestazioni ed una importante azione di stabilizzazione dell'operatività.

PRINCIPALI INTERLOCUTORI (NAZIONALI E INTERNAZIONALI) COINVOLTI NELLE ATTIVITÀ

In ambito Fusione, l'ENEA, su mandato del MASE, tramite il dipartimento Nucleare, coordina tutta la comunità scientifica e industriale nazionale coinvolta nelle attività del Consorzio EUROfusion (che gestisce le risorse europee del programma fusione), consistente in 22 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 sono attive collaborazioni con tutti i soggetti del panorama fusionistico. Il ruolo di *Industrial Liason 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 che 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, tramite il dipartimento Nucleare, 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 della Divisione IRAD 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, tramite il dipartimento Nucleare, 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 e lo smaltimento definitivo dei rifiuti radioattivi, comprensive delle valutazioni per lo sviluppo di un deposito geologico per rifiuti radioattivi condiviso a livello europeo.

L'ENEA, per il tramite della Divisione NUC IRAD, collabora con il MASE, ISIN e Sogin al Progetto promosso dal Direttorato Generale per l'Energia dell'UE "*Joint European approach towards radioactive waste management*", con l'obiettivo di creare una piattaforma di consultazione e discussione sulle possibili attività condivise per la gestione e lo smaltimento dei rifiuti radioattivi.

Il dipartimento Nucleare 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), IFJAN (Polonia), Wingner (Ungheria), CCFE (Inghilterra); IPPE (Obnisk, Russia) 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, Marlusi 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.), NERIS e SNETP AISBL (*Sustainable Nuclear Energy Technology Platform - International Association*).

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.

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, PPAA, 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 BEL nel programma ESFI (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, il progetto rescEU-DSIM-CBRN-IT coordinato da ENEA, vede l'implementazione sui laboratori mobili in fase di realizzazione da parte di players industriali quali RI GROUP e Tomassini S.p.A. di strumentazioni e soluzioni sviluppate da ENEA nel corso di precedenti progetti di ricerca.

".

Dipartimento Tecnologie Energetiche e Fonti Rinnovabili (TERIN)

Direttore: 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.).

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 e 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 (denominato IPCEI 2) 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 realizzazione di infrastrutture e laboratori, nonché l'acquisizione di nuove

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.

Nell'ambito dell'IPCEI CIS il progetto ENEA, con un finanziamento di 35 milioni di euro, intende sviluppare il *Cloud* per applicazioni AI verticali nei settori "Energia e ambiente". Il progetto prevede la realizzazione di un'infrastruttura *cloud-edge* ottimizzata per la gestione e analisi di grandi moli di dati coinvolgendo quattro data-center di ENEA (Casaccia, Frascati, Portici e Brindisi), uno dei quali sarà dotato di un supercomputer ad alte prestazioni (HPC) ottimizzato per le applicazioni AI per soddisfare le applicazioni più esigenti. Il *cloud* ENEA sarà federato con il *cloud* industriale italiano Lab8ra per condividere servizi e applicazioni.

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. Nello stesso contesto, il Dipartimento supporta il MIMIT nella "definizione e costruzione" a livello europeo di nuovi IPCEI in ambito energetico (materiali avanzati, CCUS, etc).

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, attraverso la sua Direttrice, ha partecipato al Tavolo di lavoro istituito a febbraio 2024 dal MASE per la definizione della Strategia Nazionale per l'idrogeno pubblicata nella sua prima versione a novembre 2024.

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 2024, CON RIFERIMENTO AGLI OBIETTIVI INDICATI NEL PIAO 2024-2026

Obiettivo Specifico TERIN.OS.01 - Sviluppare nuove tecnologie per il fotovoltaico, il solare a concentrazione, la bioenergia, i gas rinnovabili

Per quanto concerne il fotovoltaico, si conferma il posizionamento tecnologico di rilievo dei laboratori ENEA che hanno sviluppato celle solari in silicio a eterogiunzione utilizzando sistemi di deposizione avanzati, materiali e processi innovativi. E' stata, inoltre, ottenuta un'efficienza di conversione superiore al 25% in celle tandem perovskite/silicio di area pari a 1 cm² e sono state realizzate celle in perovskite mediante co-evaporazione termica, tecnica promettente per il trasferimento industriale. Sono state anche sviluppate celle solari a film sottile di silicio spettralmente selettive da utilizzare nelle

coperture di serre agricole. Sono stati condotti anche studi su nuovi polimeri incapsulanti per moduli fotovoltaici che mirano alla loro sostenibilità. Il progetto NEST Network 4 *Energy Sustainable Transition* mira a sviluppare nuovi materiali per il settore fotovoltaico in diversi ambiti applicativi, mentre nell'ambito di Mission Innovation è stata sviluppata la piattaforma IEMAP per accelerare la ricerca, l'analisi e la sintesi di nuovi materiali per il fotovoltaico. Sono stati, inoltre, migliorati i sistemi di previsione della producibilità fotovoltaica e la gestione delle azioni di *Operation and Maintenance* (O&M). E' proseguita l'integrazione dei sistemi fotovoltaici in contesti urbani e agricoli (agrivoltaico). A tal proposito, a Scalea (CS) è stato installato un impianto agrivoltaico dimostrativo da 18 kW con dissalatore. E' stata, infine, creata una mappa nazionale del potenziale agrivoltaico su scala regionale in modo da supportare le PA nella pianificazione dello sviluppo del settore. Le competenze ENEA in questo settore sono inserite sia all'interno del PTR 22-24 sia in un progetto europeo sull'agrivoltaico (Symbiosyst). Da segnalare anche la rilevante attività svolta nell'ambito dell'Associazione Nazionale per l'Agrivoltaico Sostenibile (AIAS) di cui ENEA è socio fondatore e nel quale ricopre il ruolo di Presidente.

Nell'ambito del **solare termico a concentrazione**, ENEA ha organizzato, in qualità di ente ospitante, la Conferenza SolarPACES 2024, evento internazionale annuale rivolto al mondo della ricerca e agli stakeholder industriali per lo sviluppo e l'applicazione della tecnologia CSP/CST. Inoltre, è stata estesa a livello internazionale la brevettazione di un innovativo processo di trattamento per specchi e componenti solari esposti allo sporco.

Presso il C.R. ENEA di Trisaia, è stato completato l'iter di riaccreditamento Accredia del laboratorio "Prove collettori solari a bassa e media temperatura", unico operante in Italia per il rilascio delle certificazioni necessarie all'ottenimento del marchio di qualità Solar Keymark, obbligatorio per l'accesso a ogni forma di incentivo nel settore delle applicazioni solari termiche a bassa e media temperatura.

Nell'ambito del progetto ERANET EuroPaTMos sono state completate due campagne di prove sperimentali di cui una outdoor (presso impianto PCS) e una indoor (presso impianto MoSE). Entrambe le campagne sperimentali sono state realizzate al fine di caratterizzare il comportamento di collettori solari di tipo parabolico a sali fusi e altri componenti critici di impianti CSP a sali fusi (valvole, sensori di pressione, sensori temperatura, cavi scaldanti, serbatoi di accumulo ecc.) in condizioni anomale di funzionamento. Le campagne sperimentali sono state eseguite sulla base delle indicazioni ricevute dai partner industriali di progetto a valle dei risultati nella prima campagna sperimentale.

Con riferimento al progetto "Solare Termodinamico" sono state portate avanti tutte le attività previste dal PTR 2022-2024 della RdS.

Nell'ambito del progetto NEST - *Network 4 Energy Sustainable Transition* (partenariato esteso finanziato con fondi PNRR MUR) sono state portate avanti le 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; e) impatto sulle reti di sistemi di accumulo ibridi.

Infine, sono state avviate le attività del progetto europeo MSA-Trough finalizzate alla progettazione e realizzazione di un'innovativa configurazione di collettore parabolico lineare.

Nel settore **bioenergia, bioraffineria e chimica verde** sono state effettuate nel 2024 numerose azioni finalizzate da un lato al potenziamento delle infrastrutture presenti presso il parco tecnologico del C.R. Trisaia e dall'altro allo sviluppo di processi innovativi per la valorizzazione di numerose biomasse residuali. In particolare, è stata potenziata l'infrastruttura di ricerca PIBE attraverso il completamento

della piattaforma sperimentale per la sintesi chimica a partire da materie prime rinnovabili e attualmente configurata per la sintesi dei biolubrificanti a diversa viscosità a base di poli-alfa olefine. La piattaforma comprende quattro impianti pilota: i) impianto pilota a film sottile; ii) impianto di idrogenazione; iii) impianto di oligomerizzazione; iv) impianto di distillazione. Nel 2024 sono state completate le attività di installazione e istruite le procedure autorizzative per le misure di prevenzione incendio.

Nel 2024 è entrato in piena fase operativa il progetto PERCIVAL (PON 2014-2020). Il progetto ha l'obiettivo di sviluppare processi innovativi per la valorizzazione di numerose tipologie di scarti agro-industriali implementando un approccio di bioraffineria a cascata, con l'obiettivo di ottenere composti ad alto valore aggiunto (es. molecole bioattive, chemical e materiali avanzati) e una valorizzazione energetica dei cascami di processo.

Si è concluso il progetto WW Green Fuel (PON 2014-2020) finalizzato allo sviluppo di un processo integrato e di un prototipo su scala pilota per la trasformazione di fanghi di depurazione e digestato per la produzione di biometano liquido.

Nell'ambito del progetto europeo REVINE, sono stati prodotti biochar da tralci di vite da usare come ammendanti funzionali alle prove di crescita di biomassa vegetale e sono stati studiati i loro effetti sulle comunità microbiche del suolo tramite metagenomica. È stata sviluppata una pipeline bioinformatica per analizzare i dati di sequenza e sequenziati i primi campioni di suolo. Uno studio LCA ha evidenziato che 1 kg di biochar può immagazzinare circa 1,8 kg di CO₂.

Nell'ambito dell'accordo JCA ENI-ENEA, è stata completata la sperimentazione sulla biometanazione di macroalghe della laguna di Orbetello, con rese superiori a quelle riscontrate in letteratura. Sono proseguite le attività di R&D sulla produzione di bio-oli da melasso per ottenere trigliceridi adatti alla produzione di biodiesel e green diesel. Inoltre, è continuata la produzione di biochar e i test in vaso per migliorare la crescita di specie vegetali, tra cui la Camelina Sativa.

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 2024 hanno riguardato il completamento della 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 hanno visto il coinvolgimento di ENEA, anche attraverso il Dipartimento TERIN, in numerose iniziative e progetti finanziati in ambito PNRR, di seguito esplicitati.

Nell'ambito del progetto PNRR AGRITECH, il dipartimento TERIN ha partecipato con tre azioni di ricerca nello Spoke 8: lo studio dell'effetto dei parametri di pirolisi sulle caratteristiche chimico-fisiche del biochar in rapporto alla crescita di piante target di interesse per la bioraffineria, anche attraverso lo studio dell'effetto sulle comunità microbiche del suolo; selezione e test di diversi scarti di filiere agroindustriali d'interesse nazionale come substrato per lo sviluppo di un processo di produzione di idrogeno e metano doppio stadio; sviluppo di un processo ottimizzato per la trasformazione di scarti lignocellulosici in idrolizzati zuccherini di qualità adeguata alla produzione di acido succinico.

Le attività nell'ambito del progetto PNRR-NEST sono state finalizzate a valutare la potenzialità di utilizzo della biomassa nel contribuire alla decarbonizzazione del sistema energetico nazionale e allo

sviluppo di nuove tecnologie termochimiche, chimiche, biochimiche per convertire la bioenergia in energia utile, biocarburanti avanzati e prodotti a valore aggiunto. Sono stati emessi i *deliverable* previsti per l'attività 3.1.2 "Sustainable biomass availability in EU and in Italy" e l'attività 3.1.3 "Assessment of Italian bioenergy potential". Sono in corso numerose azioni sperimentali e, in particolare, la realizzazione di un reattore prototipale di gassificazione a letto fluido scala laboratorio asservito da generatore di microonde irradiate attraverso antenna interna alla sezione di reazione.

Nel progetto PNRR - PORH2 sono proseguite le attività sulla produzione e utilizzo del bio-idrogeno. È stata analizzata la produzione di idrogeno via elettrolisi microbica, selezionando la configurazione ottimale e progettando un reattore prototipo. Sono proseguiti i lavori per la realizzazione di una piattaforma sperimentale sui sistemi bioelettrochimici, inclusa la progettazione di un reattore per l'upgrading del biogas. 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. Infine, per quanto concerne lo sviluppo di processi di gassificazione finalizzati alla produzione di bio-idrogeno, sono stati esplorati nuovi materiali per il condizionamento di gas di sintesi, basati sull'impiego ottimizzato di materiali come le olivine arricchite con Fe in grado di agire simultaneamente sulla promozione della reazione di water gas shift e sulla cattura della CO₂.

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 2024 hanno riguardato l'esecuzione di test preliminari utilizzando catalizzatori a base di Ni-Fe. Sono state definite la configurazione del reattore di *cracking* e la procedura di appalto per la sua realizzazione.

Il Dipartimento è stato impegnato nel corso del 2024 nei tavoli tecnici internazionali tra cui IEA Bioenergy. In particolare, nell'ambito del progetto speciale finanziato dal network internazionale IEA Bioenergy Task 42 - Biorefining in a Circular Economy dal titolo "Updating and maintaining the Global Biorefineries Atlas portal and Report on BIOCarbon-to-Chemicals by Integration of biorefineries and green hydrogen (BIOCCI)" è stato finalizzato l'aggiornamento e la gestione di un Atlante mondiale delle Bioraffinerie e la valutazione prospettica delle potenzialità di integrazione su scala locale di processi bio-based e idrogeno verde ottenuto da sovrapproduzione di energia rinnovabile. Il progetto si è concluso nel dicembre 2024 attraverso la realizzazione di un report IEA (ISBN 979-12-80907-50-9) ed una pubblicazione scientifica su rivista internazionale.

Obiettivo Specifico 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, sulla base dei risultati del progetto nazionale (PON) Solargrid, è stato portato a termine lo sviluppo di modelli di ottimizzazione multi-obiettivo 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.

Nell'ambito del progetto "Edifici ad alta efficienza per la transizione energetica" del PTR 2022-2024 della RdS è stato portato a conclusione 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.

Con riferimento al progetto "Cybersecurity dei sistemi energetici" del PTR 2022-2024 della RdS, è stato sviluppato un prototipo di protezione elettro-cibernetica che integra le funzionalità tradizionali degli apparati di protezione delle reti elettriche con avanzati meccanismi di sicurezza cibernetica basati sulla crittografia quantistica.

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. Sono state espletate le gare per l'assegnazione dei lavori per la realizzazione della microrete per quanto concerne sia parti elettriche che termiche. Sono stati, inoltre, avviati i lavori di costruzione della microrete.

Nell'ambito del progetto europeo eNeuron, coordinato da TERIN, è stato portato a termine lo sviluppo di *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 sviluppo di un ambiente di emulazione *Digital Twin* di reti elettriche. In parallelo, è stato acquisito un dimostratore di Smart Grid utilizzabile per attività formative e di trasferimento tecnologico.

Nell'ambito del progetto PNRR NEST, è stata portata a termine la definizione di casi d'uso per lo studio dell'integrazione di un convertitore innovativo all'interno delle reti elettriche (Spoke 1) ed è stato avviato lo sviluppo di un ambiente di emulazione *Digital Twin* di reti multienergetiche (Spoke 7).

Con riferimento al progetto EU DREAM, è stata avviata la definizione di casi d'uso (WP1).

Nell'ambito del progetto MARTA finanziato dal MIMIT è proseguita l'attività di realizzazione un sistema SCADA IOT per la gestione di grandi impianti, che prevede di scendere, allo stato per la prima volta al mondo, sotto l'1% di errore nelle previsioni nowcasting di produzione energetica. Nell'ambito dello stesso progetto è stata messa a punto la prima APP per il monitoraggio automatico di piccoli impianti fotovoltaici, e sono altresì in fase avanzata di progettazione tecniche e dispositivi innovativi per il monitoraggio di ogni parte dell'impianto.

Nell'ambito delle attività di riorganizzazione del laboratorio di robotica sono state avviate una serie di attività di studio e sviluppo di sistemi robotizzati per la manutenzione avanzata di impianti FER e la messa a punto di tecniche di IA generativa per la gestione di FRNP. In parallelo alle attività precedenti, è stata completata la realizzazione di un sistema prototipale di *Digital Twin* per impianti fotovoltaici distribuiti in ambiente urbano.

Le attività sull'accumulo termochimico ad alta temperatura, condotte nell'ambito del PTR 2022-2024 della RdS, sono state portate a completamento. In particolare, al fine di testare tali materiali in condizioni operative realistiche, è stato realizzato e testato presso il C.R. ENEA Casaccia un nuovo circuito sperimentale, principalmente costituito da un reattore a letto fluidizzato. Nell'ambito del progetto europeo SULPHURREAL, è stato, inoltre, condotto lo studio di un sistema ciclico innovativo per la conversione diretta di energia solare in zolfo, per l'accumulo di energia nel lungo periodo.

Con riferimento al tema dell'accumulo termico, è stata assegnata la gara d'appalto 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.

Per quanto concerne lo studio dell'accumulo termico innovativo a bassa temperatura, nell'ambito del PTR 22-24, nel 2024 sono state svolte varie attività di dimensionamento, progettazione e di realizzazione di un upgrade dell'impianto per l'analisi sperimentale di sistemi di accumulo del freddo del C.R. ENEA.

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.

In parallelo, all'interno della RdS sono state portate avanti 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) è stata pianificata e implementata un'attività esplorativa, a basso TRL, sull'uso di materiali organici/naturali, unitamente a tecniche di manifattura avanzata come l'elettrofilatura e la stampa 3D, 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, sono proseguite le attività di pianificazione e definizione del progetto, che prevede in particolare la realizzazione di un *Advanced Battery Laboratory* (AB-Lab) dotati di una linea pilota a supporto dell'industria per la produzione di celle batterie innovative presso il C.R. ENEA Casaccia. In particolare, è stata completata la preparazione di tutta la documentazione necessaria per la pubblicazione della procedura di gara relativa alla progettazione del nuovo edificio AB-Lab che ospiterà le nuove infrastrutture. Questo rappresenta un passo fondamentale per l'avvio della fase esecutiva del progetto, che doterà il Paese di infrastrutture all'avanguardia nel settore delle batterie avanzate, consentendo un efficace trasferimento tecnologico dei risultati della ricerca all'industria. 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.

A livello europeo, prosegue l'impegno di ENEA come membro della Partnership Europea "Batteries Europe" finalizzata a sostenere l'attuazione del "Plan of the SET plan Action 7" e la trasformazione del sistema energetico continentale.

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, e stanno lavorando 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.

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. Utilizzando gli impianti sperimentali messi a punto nella prima parte del PTR 2022-2024 della RdS, nel corso del 2024 sono state condotte prove per la valutazione delle prestazioni ottenibili con le macchine testate e per la definizione delle logiche operative ottimali per massimizzare lo sfruttamento di energia rinnovabile.

Nell'ambito del progetto HEXERGY (finanziato attraverso i bandi di tipo B del PTR 2019-2021 della RdS) che ha come obiettivo lo sviluppo di una "Pompa di calore innovativa per il recupero di cascami termici in applicazioni industriali a media e alta temperatura", si intende sviluppare 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). Tali attività hanno portato al completamento del Progetto Definitivo (PD) dell'intera infrastruttura, che rappresenta un pacchetto documentale necessario per procedere con l'iter autorizzativo e lo sviluppo del progetto esecutivo che saranno eseguiti nel 2025.

Nel 2024 sono inoltre proseguite le attività del progetto ENEA IPCEI "Hy2Tech" che prevede la realizzazione, di "pilot lines" dedicate agli elettrolizzatori, alle celle a combustibile e alla mobilità presso il C.R. Casaccia e ai sistemi di storage nel C.R. Trisaia; tali infrastrutture serviranno a fornire supporto all'industria nazionale ed europea di riferimento per validare su scala significativa diverse tecnologie abilitanti afferenti alla catena del valore dell'idrogeno. In tale contesto, nel 2024 sono stati realizzati i progetti preliminari delle infrastrutture da realizzare e sono state avviate le interlocuzioni con player industriali Nazionali ed Europei, sfruttando anche il ruolo di Partner Associato nel network dei progetti Europei afferenti al programma IPCEI Hydrogen.

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.

Altre attività di ricerca sono proseguite in altri progetti PNRR come lo Spoke 4 di NEST (*Network 4 Energy Sustainable Transition*) e il progetto ECOSISTER.

È, inoltre, da menzionare la prosecuzione e conclusione delle attività nell'ambito del Progetto Integrato "Tecnologie dell'idrogeno" del PTR 2022-2024 della RdS volto allo sviluppo di materiali/processi per la produzione di idrogeno, trasporto e accumulo e usi finali.

Il Dipartimento è coinvolto in numerosi progetti di ricerca e sviluppo acquisiti in ambito europeo finanziati attraverso la *Clean Hydrogen Partnership* e Horizon Europe, 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*). In questo contesto, oltre al proseguimento di progetti già avviati negli anni precedenti (ad es. PROMETEO, SO-FREE, H2Ports, H2Excellence, e-SHYIPS, FUELSOMEecc.), nel 2024 sono stati avviati nuovi progetti come ALRIGHT e HASTA.

Infine, nel 2024 sono proseguite e rafforzate le collaborazioni internazionali e nazionali finalizzate alla promozione delle tecnologie della filiera dell'idrogeno, principalmente in ambito IEA con la partecipazione attiva nei comitati esecutivi e nelle task delle TPC "IEA Hydrogen" e "IEA Advanced Fuel Cells", e ai gruppi di lavoro organizzati in ambito Clean Hydrogen Partnership, Hydrogen Europe e H2IT.

Obiettivo Specifico TERIN.OS.03 - Sviluppare tecnologie per l'uso efficiente e sostenibile dell'energia

Con riferimento al tema del Power-to-X, sono state realizzate le prime campagne sperimentali sull'impianto pilota di metanazione da idrogeno rinnovabile e CO₂ di scarto, compresa l'integrazione con l'elettrolizzatore. Sono state, inoltre, proseguite le attività di *testing* sul processo di produzione del DME, da idrogeno rinnovabile, utilizzando la *facility* sperimentale acquisita nel 2021, operante a pressioni elevate.

Sono stati effettuati studi numerici sulla combustione in modalità distribuita a diverse pressioni, atti alla valutazione di tale strategia per la riduzione delle emissioni di NO_x.

Con riferimento al tema dell'accumulo termico a bassa temperatura (ghiaccio), sono stati effettuati studi modellistici su cicli di potenza a sCO₂ integrati (ibridizzati) con pompe di calore che utilizzano lo stesso fluido di lavoro in condizioni trans-critiche, con l'obiettivo di stoccare l'eccesso di produzione da vRES in forma termica a temperature sensibilmente inferiori a quella ambiente.

Con riferimento al tema delle celle a combustibile, tecnologia di elezione per l'utilizzo di idrogeno, sono proseguite le attività 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.

Per l'elettificazione e la sostenibilità della mobilità sono stati svolti e conclusi i test programmati per il triennio 2022-2024 della Ricerca di Sistema Elettrico su celle di batterie Li-ione inerenti all'invecchiamento. Inoltre, sempre nel contesto della Ricerca di Sistema Elettrico, sono state eseguite attività di sperimentazione di un sistema di guida autonoma in convoglio.

Infine, è stata realizzata una piattaforma dati e nuovi strumenti di analisi e simulazione dell'interazione fra domanda e offerta di ricarica per veicoli elettrici e analisi di scenari di penetrazione dell'alimentazione elettrica del trasporto pubblico e privato: ciò ha portato alla stima dei profili di ricarica dei veicoli elettrici pubblici e privati e alla simulazione dei pattern di modalità individuale nell'area urbana di Roma.

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", giunto alla conclusione, 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).

È stata effettuata la procedura di appalto per la fornitura di sistemi ed apparecchiature per il potenziamento delle sale prova sistemi di propulsione del Centro Ricerche Casaccia. Tale intervento di ammodernamento/potenziamento è stato 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.

In piena complementarità con il POR H2, nell'ambito del TF4 "Sviluppo di Tecnologie per gli Usi Finali" del progetto IPCEI "H2 Technology", è stato affidato il servizio per la preparazione della gara di progettazione per la realizzazione di un'infrastruttura dotata di impianti avanzati per la sperimentazione di sistemi di propulsione per veicoli *heavy duty* insieme ad analisi di sicurezza relative all'impiego dell'idrogeno come fonte di alimentazione veicolare.

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.

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 permettono 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* sono state rese disponibili piattaforme software innovative, il cui sviluppo è iniziato negli anni precedenti. 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). Inoltre, il PELL è stato riconosciuto quale standard di riferimento internazionale per l'illuminazione pubblica dall'associazione Meters&More. La piattaforma CiPCast per il monitoraggio territoriale dei rischi e danni potenziali alle infrastrutture critiche (resilienza urbana) è stata applicata a livello nazionale insieme con Terna in due aree urbane (Roma e L'Aquila), dove è stata testata nel processo di gestione delle reti elettriche e antisismiche. Inoltre, nell'ambito progetto HE 'MultiClimact', è stata applicata alla città di Camerino. 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, in fase di pubblicazione UNI grazie alle attività svolte nel CT058, e condivise con molti stakeholder e reti internazionali, da trasferire alle città per avviare i loro processi di digitalizzazione. È stata consolidata la sperimentazione nei principali comuni della regione Umbria in ottica *Smart Land*, nelle città di Palermo e Camerino. Infine, sul tema delle Comunità Energetiche Rinnovabili (CER), è stato completato lo sviluppo del portale 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*.

Inoltre, è proseguita l’attività nel contesto dell’osservatorio sulle CER coordinato da ENEA che ad oggi conta più di 100 aderenti tra attori pubblici e privati, 20 Regioni, 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, sono proseguite le attività 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.

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 stata attivata la nuova infrastruttura CRESCO4C nel data center di Casaccia per consentire l’HPC 24x7 per i servizi di previsione ambientale e sono stati resi operativi 2 cluster HPC: CRESCO7 e XCRESCO. CRESCO7 è un *cluster* HPC con la stessa piattaforma di nodi di CRESCO6, ma interconnessi da una rete EDR a 100 Gbps. XCRESCO è un sistema di calcolo eterogeneo basato su GPU installato presso il data center di Frascati. 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. È stato sviluppato un PoC infrastrutturale per testare le tecnologie *hardware/software* per la realizzazione di un modello di servizio di HPC in cloud. Questo permetterà di definire le specifiche tecniche dell’infrastruttura da realizzare nell’ambito del progetto DATACLEEN di IPCEI-CIS. Continua il supporto ENEA, in collaborazione con il CINECA, per la fornitura di servizi HPC per EUROfusion. Tali servizi, attivi dal 2016, sono regolati da un *Project Implementing Agreement* sottoscritto da ENEA con EUROfusion e valido fino al 2029. 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 (EERAdata). È stata resa operativa una piattaforma per la progettazione numerica di nuovi materiali per l’energia e un database delle loro proprietà chimico-fisiche (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 gioca il ruolo di

supporto e acceleratore per la realizzazione di un cloud federato per lo sviluppo di nuovi servizi basati sull'intelligenza artificiale di aziende nazionali ed internazionali. Il cloud ENEA sarà dedicato ai servizi di intelligenza artificiale per la ricerca nei settori energia e ambiente e sarà costituito dall'integrazione di quattro data center in altrettanti siti ENEA (C.R. Frascati, Portici, Brindisi, Casaccia). In ambito PNRR, la Divisione ICT partecipa al Centro Nazionale *HPC, Big Data and Quantum Computing* negli *Spoke* dedicati al "Future HPC" e "Materials and molecular Science". Inoltre, contribuisce alla realizzazione di *digital twin* e di laboratori avanzati nel progetto "Rome Technopole". Nei progetti StoRIES e VIPERLAB, le infrastrutture HPC ENEA sono rese disponibili tramite TNA (*Transnational Access*) per supportare le necessità di supercalcolo e dati nei settori energy storage e fotovoltaico rispettivamente.

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 *BatteRies 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 rappresenta l'ENEA negli organi gestionali del GARR, in qualità di 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 dell'Ambiente e della Sicurezza energetica, il Ministero delle Imprese e del Made in Italy, 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, Canicatti 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 Technologies, 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 Abdulla 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), Ecole 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 Almeria* (ES), LEITAT (ES), LNEG (P), U.Evora (P), Cyprus Institut (Cy), Dfind AS (D), Startak IVS (Sw), NREL (US), SANDIA (US) Università Zanzan (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), Axelon 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. È da sottolineare in ambito nazionale la prosecuzione in questa annualità del progetto integrato (ENEA, RSE e CNR) "Fotovoltaico ad alta efficienza (PTR22-24)", che coinvolge

svariati istituti universitari, e i due progetti finanziati da bandi della RdS relativi al PTR 19-21. In particolare, è in corso 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 in corso 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 contratto di collaborazione con ENI Joint Cooperation Agreement (JCA) - Progetto 3 è stata effettuata un'analisi tecnico-economica delle tecnologie CST idonee per la produzione di calore in processi industriali (e.g. Upstream, Chimica, etc) o in ambito di distretti residenziali/commerciali. Inoltre, è stata eseguita un'analisi tecnico-economica completa dei collettori ENI SPTC a media temperatura.

Sempre nell'ambito del suddetto JCA, è stata assegnata la gara di appalto per la costruzione, presso il C.R. ENEA Casaccia, di un impianto di accumulo termico su scala prototipale, basato sull'uso di moduli a calore sensibile (calcestruzzo) e moduli a calore latente (PCM basato su nitrati e PCM basato su carbonati) integrati in serie.

Infine, è stata avviata una nuova collaborazione con GlassPoint per lo scambio di informazioni relative all'impiego di sali fusi nei sistemi solari termodinamici per la produzione di calore di processo.

Nel corso del 2024 è proseguito il percorso di indagine di sistemi integrati con PdC e apparecchiature solari, allo scopo di fornire all'industria strumenti per una corretta progettazione di sistemi integrati sia sotto il profilo delle macchine che nella definizione di logiche ottimizzate alla massimizzazione delle prestazioni, sia sotto il profilo termico che elettrico. In particolare, è stata intensamente 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, che utilizza CO₂ come fluido di lavoro e pannelli ibridi termo-fotovoltaici, se gestita con le opportune logiche di attivazione delle due sorgenti termiche, può massimizzarne il rendimento sia per il servizio di riscaldamento/raffrescamento sia per la produzione di acqua calda sanitaria.

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 al tema dell'accumulo termico a bassa temperatura (ciclo trans-critico a CO₂ ibridizzato con pompe di calore) 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 CO₂ trans/super-critica sono sinergiche rispetto ad altri progetti, già finanziati in ambito H2020 (e.g., CO2OLHEAT), sul recupero di cascami termici nel settore industriale. Inoltre, il riuso della CO₂ 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, nel corso del 2024, 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.

Per quanto attiene alla tematica idrogeno, va considerata la realizzazione della *Hydrogen Demo Valley* (HDV) presso il CR ENEA Casaccia. Si tratta di 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. Tale azione mirata a promuovere e valorizzare l'utilizzo dell'idrogeno come vettore energetico e combustibile pulito per ridurre le emissioni di CO₂ 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 Demo 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. L'offerta tecnologica dell'ENEA in questo campo è destinata ad ampliarsi grazie alle infrastrutture di manufacturing e testing di sistemi elettrochimici (celle, stack) in fase di realizzazione nell'ambito del progetto IPCEI "Hy2Tech".

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 (ad 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, continua l'iter per il suo sviluppo preindustriale. Si prevede che il raggiungimento del TRL8 possa avvenire entro i primi mesi del 2026.

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 e Dhomus) 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. 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: Claudia Brunori

FINALITÀ E STRATEGIE

Il Dipartimento Sostenibilità, circolarità e adattamento al cambiamento climatico dei Sistemi Produttivi e Territoriali (SSPT) persegue l'obiettivo strategico di contribuire alla valorizzazione del capitale naturale, economico e sociale mediante lo studio e l'implementazione di tecnologie e metodologie per uno sviluppo sostenibile dei sistemi produttivi, dei territori, delle città e della società in generale.

Il Dipartimento supporta la competitività dei sistemi produttivi e la transizione ecologica del Paese, in linea con le strategie nazionali ed europee in materia di decarbonizzazione, Green Deal e Blue Deal, Economia Circolare, Bioeconomia, *Farm to Fork*, *One Planet One Health*, *Critical Raw Material Act*, *Green Deal Industrial Plan* e con il PNRR, il PNR ed il PNIR 2021-2027, il PNIEC, il PNACC e la Strategia Nazionale per l'Economia Circolare. Promuove, mediante un approccio integrato ed intersettoriale, l'implementazione di un modello economico e sociale basato su sistemi di produzione e consumo più sostenibili e circolari, azioni di prevenzione, contrasto e adattamento al cambiamento climatico e di riduzione degli impatti dei rischi antropici e naturali, soluzioni integrate per la gestione sostenibile del capitale naturale, delle filiere industriali (quali agroindustria, aerospazio, tessile e manifatturiero avanzato), delle aree urbane ed industriali, dei servizi e dei beni culturali, del territorio nel suo complesso, incluse le aree marino-costiere, e delle risorse (naturali, materie prime, acqua, biorisorse, alimenti). Il Dipartimento svolge attività di studio, analisi, ricerca, sviluppo di tecnologie, metodologie, processi e prodotti, progettazione avanzata, realizzazione di impianti prototipali, fornitura di servizi tecnici avanzati per la sostenibilità dei sistemi produttivi e territoriali, la valutazione della sostenibilità di prodotti, processi, servizi e sistemi complessi, il trasferimento e la diffusione di tecnologie e conoscenze con particolare riferimento alle azioni di contrasto e adattamento al cambiamento climatico, alla gestione circolare delle materie prime, dell'acqua e dei rifiuti, ai servizi meteo-climatici ed ecosistemici, ai materiali innovativi e sostenibili per applicazioni non energetiche, alla manifattura additiva, alla bioeconomia circolare, all'agricoltura di precisione e 4.0, alle biotecnologie e *nature based solutions*, alle aree industriali sostenibili e agli impatti antropici su ecosistemi e biodiversità, alle *green cities*, ai beni culturali, alla qualità dell'aria e della vita.

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.

PRINCIPALI RISULTATI RAGGIUNTI NELL'ANNO 2024, CON RIFERIMENTO AGLI OBIETTIVI INDICATI NEL PIAO 2024-2026

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 2024, il Dipartimento ha consolidato il suo ruolo nelle attività legate alla transizione verso modelli di Economia Circolare e Bioeconomia.

A livello europeo, l'ENEA ricopre un ruolo di interfaccia nazionale nei *Leadership Groups* dell'ECESP (*European Circular Economy Stakeholder Platform*), continua la partecipazione alla EIT RawMaterials e ha avviato interlocuzioni con la EIT Food per stabilire delle collaborazioni a valere sui bandi pubblicati dalla KIC. Inoltre, con il progetto SCREEN3, l'ENEA fa parte del network europeo che supporta la Commissione Europea nella 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 dell'ENEA ad importanti progetti sulle tecnologie e sui processi industriali per il recupero e riciclo di materie contenute in pannelli fotovoltaici e in batterie a fine vita (EVERPV - in corso - e linee di attività specifiche previste in Mission Innovation, con il progetto IEMAP), e l'avvio della costruzione di un hub tecnologico finanziato nell'ambito IPCEI EUBATIN per il riciclo delle batterie a fine vita. In ambito Europeo e Nazionale, l'ENEA supporta il MASE per la partecipazione all'*Expert Group Meeting* della *Urban Wastewater Treatment Directive* (EU 3019/2024) e per il tavolo nazionale per il recepimento della direttiva.

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 all'iniziativa PRIMA. In ambito europeo, continua l'impegno dell'ENEA in qualità di partner beneficiario nei progetti ERANET SUSFOOD 2 e CORE Organic PROVIDE, quest'ultimo finalizzato allo sviluppo di soluzioni innovative per la valorizzazione dei sottoprodotti agroalimentari. A livello europeo, l'ENEA è partner beneficiario e WP leader del progetto DELISOIL finanziato dal programma Horizon Europe, che punta alla valorizzazione dei residui industriali della filiera agro-alimentare. Inoltre, ENEA è partner del Progetto 2B-BLUE (*Boosting the Blue Biotechnology community in the Mediterranean*), finanziato nell'ambito del programma INTERREG Euro-MED, che mira a capitalizzare i risultati positivi ottenuti dal precedente progetto B-BLUE nel campo delle biotecnologie blu.

A livello nazionale, l'ENEA coordina l'*Italian Circular Economy Stakeholder Platform* (ICESP), cui partecipano oltre 300 organizzazioni di *stakeholder*. L'ENEA partecipa inoltre, in supporto al MASE, all'Osservatorio per la Strategia Nazionale dell'Economia Circolare e al Tavolo Ecodesign; l'ENEA è anche il soggetto gestore della Piattaforma italiana del Fosforo, finanziata dal MASE.

L'ENEA svolge il ruolo di Presidenza della Commissione Tecnica UNI per l'Economia Circolare (CT 057) e coordina a livello italiano l'iniziativa internazionale "ISO/TC 323 Circular economy", oltre a partecipare

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, e con il progetto LIFE INDICATE contribuisce allo sviluppo di dataset volti a popolare tale banca dati per processi e prodotti del settore delle costruzioni. Nel corso del 2024 si è concluso il progetto LIFEproETV dedicato allo sviluppo di una metodologia armonizzata a livello europeo per la verifica delle tecnologie ambientali; sono proseguite le attività di supporto al MIMIT nell'implementazione del Regolamento REACH, sulle tematiche delle materie prime critiche e dell'economia circolare con, ad esempio, le collaborazioni nelle attività di supporto e gestione dell'intervento agevolativo "Economia Circolare" (DM 11 giugno 2020) e, nell'ambito del programma Ricerca di Sistema Elettrico, quelle sul tema dell'efficienza energetica dei sistemi di trattamento delle acque reflue. Con il MASE proseguono le attività per le azioni di sostegno alla Simbiosi Industriale e, inoltre, è stato confermato il rinnovo del progetto BIAS su eco-distretti industriali e autorizzazioni integrate ambientali. Sempre nel contesto delle attività di applicazione della Simbiosi Industriale è stato attivato il progetto europeo Landfeed, focalizzato su l'applicazione dell'approccio al settore dell'agri-food.

Ad agosto 2024 è stato firmato un accordo di collaborazione con il MASE per la creazione dell'HUB tecnologico per *Urban mining* ed Eco-design delle Materie Prime Critiche ("HUB tecnologico MPC"). Il progetto è finanziato tramite il programma REPower EU nell'ambito del Milestone M7-28 (Investimento 8) del PNRR. L'investimento consiste nell'equipaggiamento di 6 (sei) Laboratori costituenti l'Hub tecnologico per *Urban mining* ed Eco-design. L'Hub tecnologico consentirà di potenziare la collaborazione tra aziende private ed enti di ricerca, anche seguendo il modello dell'infrastruttura di ricerca aperta. L'HUB MPC non solo rientra tra gli obiettivi del PNRR, ma è anche coerente con le attività di ricerca dell'ENEA e funzionale alla competitività dell'intero sistema paese.

Nell'ambito della Blue Economy, nel 2024, sono stati avviati i lavori del progetto FischImpact che, tramite lo sviluppo di strumenti basati sull'approccio LCA, specifici per i settori dell'acquacoltura e della pesca, ha l'obiettivo di migliorare la competitività delle PMI e di suggerire abitudini alimentari più sane alla popolazione, valutando e comunicando le prestazioni economiche, ambientali, sociali e nutrizionali dei prodotti. A livello nazionale continua ad essere rilevante la partecipazione di ENEA a gruppi di lavoro dei Clusters Tecnologici Nazionali "Fabbrica Intelligente" sulla manifattura, CL.A.N. sull'AgriFood, Trasporti e Blue Growth sulle biotecnologie marine. 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*; Centro Nazionale AGRITECH, 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*; SUS-MIRRI.IT. A questi si aggiungono le attività sui temi dell'economia circolare nell'ambito dei progetti: PNRR ECOSISTER Spoke5 "Circular economy and blue economy"; RAISE "Robotics and AI for Socio-economic Empowerment" Spoke4; ARIS "Ecosustainable air filters made of electrospun natural protein nanofibers" Spoke3.

Nel 2024 sono continuate le collaborazioni con la Regione Lombardia (Università Uni Brescia, POLIMI e Università di Milano Bicocca), anche nella struttura dell'ENEA situata presso Kilometro Rosso. L'ENEA è inoltre coinvolto nell'ambito dell'Osservatorio della Regione Lombardia per il Clima, l'Economia Circolare e la Transizione Ecologica. Nella Regione Basilicata si è concluso il progetto Basilicata Heritage Smart, realizzato in collaborazione con il Cluster Basilicata Creativa (POR FESR 2014-2020 Asse I). Nel corso del 2024 è continuato il rapporto con la Regione Marche, UNICAM e le imprese afferenti all'iniziativa BIO-KIC, e si è continuato a rafforzare il rapporto con la Regione Lazio con l'avvio delle attività per la realizzazione dell'infrastruttura di ricerca aperta PRISMA (riciclo dei rifiuti in plastica

da RAEE). Sempre nel Lazio, sono continuate le attività a supporto del comune di Ventotene nell'ambito del tema "acque" del progetto PNRR Isole Verdi. In regione Emilia Romagna, nel 2024, è stato mantenuto l'accreditamento istituzionale del laboratorio ENEA-LEA nell'ambito della Rete ad Alta Tecnologia S3 regionale, e si sono mantenuti e rafforzati i contatti con l'ecosistema regionale della ricerca, mediante la partecipazione al progetto *Integrated Technologies For Pollutants In (Waste) Waterservices* (Intech4water), finanziato dal POR FESR 2021-2027, e al progetto Interreg NiCE (*From Niche to Centre - City Centres as Places of Circular Lifestyles*).

Nell'ambito delle attività in supporto alle imprese, sono state realizzate attività nel settore della gestione integrata dei rifiuti e della risorsa idrica con ACEA, HERA, AQUASER, WATER ALLIANCE, UTILITALIA, ENEL, CONAI, ENI e Costa Crociere. Sul tema della Simbiosi Industriale, sono proseguite le attività del Progetto finanziato dalla Fondazione CARIPL0 "CREIAMO - Economia Circolare delle filiere olivicola e vitivinicola, valorizzazione dei sottoprodotti e degli scarti tramite processi innovativi e nuovi modelli di business".

Nel 2024 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 bioeconomia e dell'economia circolare, promosse dalla Regione Puglia (progetto Riparti).

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

Nel 2024 sono state concluse con successo le attività inerenti all'Accordo di Programma RSE (PTR 2022-2024) – Tema 1.4 assegnato al coordinamento di SSPT-PROMAS (oggi SSPT-TIMAS). Il progetto ha previsto da un lato lo sviluppo di materiali attivi innovativi per la conversione energetica diretta e per processi di catalisi sostenibili, dall'altra l'implementazione di nuovi materiali e processi di produzione additiva.

Lo sviluppo delle tecnologie di *Additive Manufacturing* (AM) fanno parte di un quadro molto più ampio di attività di sviluppo di materiali e processi di manifattura additiva. L'infrastruttura MAIA è stata oggetto di ultimazione definitiva presso la ristrutturata hall F23, con l'allestimento dei laboratori di preparativa e il ricollocamento della Hot Isostatic press. MAIA sarà dedicata alla realizzazione di materiali, processi e componenti per il settore aeronautico e biomedicale, sia in ambito di progetti di ricerca che di servizi avanzati alle imprese.

Le attività della divisione relative allo sviluppo di materiali per la "stampa 3D" riguardano un ventaglio ancora più ampio di applicazioni, perseguite con attrezzature di taglia più piccola: sviluppi di materiali ceramici, compositi polimerici arricchiti con nanoparticelle funzionali e materiali da riprocessamento prodotti con impianto di plasma atomizzazione. Nel 2024 è stato ultimato il progetto PON - INSPIRATION - "Processi e materiali per la fabbricazione additiva laser integrata e sostenibile". Inoltre, la stampa 3D è stata impiegata nel Progetto STREAM, per ottenere superfici microstrutturate con idrofobicità aumentata. Le numerose apparecchiature utilizzate sono la base di una rete articolata e sinergica di cui fanno parte anche le apparecchiature del nuovo Laboratorio "Materiali e processi industriali sostenibili 4.0", collocate nella struttura dell'ENEA situata presso il Parco Scientifico Tecnologico KmRosso di Bergamo.

È stato ultimato il progetto POC - SAMUT che ha visto l'installazione presso l'infrastruttura MAIA del nuovo sistema di tomografia UT con il quale è stato avviato il primo contratto d'uso esclusivo con AVIO per il controllo dei componenti delle camere da combustione dei motori criogenici per lanciatori spaziali. Continuano le attività di ispezione e test non distruttivi con commesse finanziate da vari operatori del settore del patrimonio artistico.

Nel settore Aerospazio sono state avviate le attività inerenti alla proposta di ecosistema PNRR per l'aerospazio, denominata SPACE-IT-UP, e sono state proposte nuove iniziative progettuali a valere su bando ASI, inerenti lo sviluppo di dispositivi indossabili e sistemi di previsione dello stato di salute degli astronauti e progetti di promozione delle attività di ricerca nel settore Aerospaziale nei paesi del sud Adriatico attraverso il DTA pugliese.

Nell'ambito del settore aeronautico ed aerospazio è stato avviato il progetto PRIN 2022 ELAPSE - *Laser Welding and Repair of Superalloys*.

Prosegue la partecipazione alle attività dell'Ecosistema dell'Innovazione ECOSISTER (Regione Emilia Romagna) e del Partenariato Esteso per gli Scenari Energetici del Futuro NEST, nell'ambito del quale si segnala l'avvio del progetto CARBO-PLUS "Reconstructed CARBOn fabrics for mass Production of Low impact sUstainable composites".

A livello di progettualità sui territori regionali, sono stati acquisiti 4 progetti finanziati dalla Regione Emilia-Romagna in vari settori industriali: SMAL-SAT "Sistema di Monitoraggio Ambientale nano-SATellitare" dedicato allo sviluppo di sistema di propulsione "green"; TANTUM ERGO "Tecnologie Abilitanti Necessarie per la sosTenibilità della prodUzione e Manutenzione dei componenti per uso offshore per enerGie rinnOvabili"; CAMPRES "Composites for Advanced Mass PRoduction of Energy Storages" per lo sviluppo di compositi termoplastici a basso costo per involucri di batterie; BRILLANT "Biobased fiber Reinforced composites vaLidation and end of LIfe TreAtmeNT".

In regione Campania, sono state avviate le attività dell'Accordo di Collaborazione MARIS - Materiali compositi Avanzati ottenuti dal Riciclo di materiali di Sfrido (o Scarto) (Accordo di Innovazione, capofila Aerosoft srl, finanziato dal MIMIT).

Nel 2024 sono stati avviati i lavori di progettazione, individualizzazione di attrezzature e allestimento del Laboratorio 5 - Innovazione di prodotto a Faenza e Laboratorio 6 - Sostituzione delle MPC a Brindisi, nell'ambito della realizzazione dell'"HUB Tecnologico MPC" (HUB-MPC), risultato dell'accordo di collaborazione firmato tra il MASE e l'ENEA. 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, con sede a Napoli.

Nell'ambito dei bandi EIT RawMaterials GmbH, l'ENEA prosegue le attività di coordinamento del progetto FENICE "Fire resistant ENViroment-friendly CompositEs" (upscaling delle tecnologie di fabbricazione dei materiali compositi).

Infine, nel settore dei sensori è stato avviato il progetto SENS AIR, per sviluppare nuova conoscenza nel settore dei materiali avanzati per sensori di gas, e per nuovi prodotti e servizi nel settore dei sistemi-sensori per il monitoraggio ambientale di inquinanti atmosferici, a valere sui bandi a Cascata PNRR "Ecosistemi dell'Innovazione".

Obiettivo Specifico SSPT.0S.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 2024 molte delle attività sono state dedicate all'attuazione dei progetti PNRR: il PNRR RAISE "Robotics and AI for Socio-economic Empowerment" e il PNRR "Unlocking the Potential for Health and Food from the seas" (EMBRC-UP).

Questi due progetti PNRR hanno consentito la realizzazione di un'importante infrastruttura nel Golfo di La Spezia "Osservatorio Sottomarino Smart Bay S. Teresa", che fornirà dati fisico chimici in tempo reale

ad alta risoluzione in diverse aree del Golfo e che saranno messi a disposizione degli amministratori locali, di altre infrastrutture di ricerca (LTER, EMBRC) e dei cittadini, sia per la conoscenza che per la gestione del territorio. Il progetto PNRR *National Biodiversity Future Centre* (NBFC) è stato avviato nel 2024 e ha come obiettivi la conoscenza e tutela della biodiversità marina, oltre che la caratterizzazione e lo studio di contaminanti emergenti, incluse micro e nanoplastiche. Nel progetto PNRR RETURN il Dipartimento è coinvolto negli Spoke 2 "Ground instabilities", Spoke 3 "Earthquake and volcanoes" e Spoke 4 "Environmental degradation".

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). Inoltre, si è dato supporto agli enti locali con la definizione delle aree di rischio idrogeologico (contratto con ARTA Sicilia), oltre che con la partecipazione al Programma Annuale Consortile (PAC) di ART-ER.

Numerose anche le attività di collaborazione 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. Infine, si è collaborato con le soprintendenze per l'avvio di azioni efficaci per la valorizzazione dei musei. In particolare, nell'ambito delle attività del WP1 del progetto Basilicata Heritage Smart Lab, sono state avviate attività di monitoraggio microclimatico presso la Pinacoteca Provinciale di Potenza e la Chiesa Rupestre di Santa Margherita - Melfi (PZ).

Continua l'attività di supporto al MASE per il trasferimento tecnologico verso i Paesi in Via di Sviluppo e relativa al contrasto ai cambiamenti climatici (Cuba).

Sono ancora in corso le attività del progetto LIFE MODERN NEC, per la realizzazione e la valutazione di una rete di monitoraggio per la direttiva Europea NEC (National Emission Ceilings) basata sugli impatti del cambiamento climatico e dell'inquinamento atmosferico sugli ecosistemi naturali.

Sono proseguite le attività dei progetti HORIZON "Polyrisk" e "MINKE" sui temi dell'impatto da microplastiche e della metrologia, rispettivamente.

Continuano nel 2024 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. Sono stati svolti progetti afferenti alle attività del PRA (Artico) con MICROTRACER (microplastiche in Artico).

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 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. 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 su 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 2024 le attività di diffusione dei servizi climatici come strumento per la lotta al cambiamento climatico sono proseguite, principalmente a livello istituzionale nazionale. Sono continuate le iniziative di interazione e coinvolgimento dell'utenza industriale e istituzionale attraverso progetti di innovazione e ricerca, finalizzati allo sviluppo di dimostratori di servizi climatici e strumenti

tecnologici a livello prototipale e pre-operativo per settori socio-economici strategici per il sistema Paese. Tra questi, la distribuzione elettrica (Terna), il settore assicurativo (UNIPOL SAI), nell'ambito delle attività del PNRR ICSC, e il comparto logistico (Federlogistica - Conftrasporto), nel contesto dei servizi di supporto alle infrastrutture critiche nelle aree costiere vulnerabili del progetto H2020 CoCliCo, Con il progetto europeo Biocean5D, si sta sviluppando un modello numerico dell'oceano in grado di riprodurre anche i processi biogeochimici, per studiare i potenziali impatti del cambiamento climatico sugli ecosistemi marini. Nell'ambito delle iniziative internazionali con il *Copernicus Climate Change Service*, sono proseguite le attività di controllo e previsione operativa quotidiana della qualità dell'aria su scala europea, nell'ambito del contratto di servizio Copernicus-ECMWF, e su scala nazionale, attraverso FORAIR-IT e nel contesto del *Copernicus National Collaboration Programme*, la cui proroga è prevista per il 2025. I progetti Horizon Europe CAMEO e CAMAEA, mirati al miglioramento delle previsioni europee Copernicus di qualità dell'aria, hanno proseguito le loro attività, che si concluderanno nel 2025.

Nel settore degli osservatori climatici, sono stati avviati due nuovi progetti *Horizon Europe*: *IRISCC* ed *EC-VALMED.it*. Il progetto *IRISCC* ha consentito il potenziamento dell'osservatorio di Lampedusa, avviato negli ultimi anni grazie a importanti progetti PON, tra cui *PRO-ICOS-MED*, ancora attivo. L'iniziativa si inserisce nelle infrastrutture di ricerca *ACTRIS* e *ICOS*, favorendo l'accesso diretto o virtuale dei ricercatori all'osservatorio. Il progetto *EC-VALMED.it*, invece, supporta la validazione dei prodotti satellitari *EarthCARE* utilizzando le osservazioni raccolte a Lampedusa.

È proseguito l'impegno nelle attività del Programma di Ricerche in Artico con l'osservatorio *THAAO* di Thule in Groenlandia, e del Piano Nazionale di Ricerche in Antartide attraverso i progetti *IAMCO*, dedicato alla gestione degli osservatori meteo-climatologici antartici, e *ECAPAC*, che studia gli effetti delle precipitazioni e dell'albedo sul clima artico ed è stato prorogato fino al 2025.

Parallelamente, si è fornito un supporto al MASE attraverso una partecipazione attiva ai tavoli tecnici europei sulle politiche di qualità dell'aria, rappresentati dall'iniziativa *Fairmode*, e a quelli intercontinentali, sotto l'egida della Convenzione ONU-ECE dedicata alle tematiche ambientali legate all'aria. Per queste attività, è stato stipulato un Accordo di Collaborazione ENEA-MASE. Sono inoltre continuate le attività di disseminazione dei risultati dell'Accordo di Collaborazione con MASE finalizzato alla misurazione delle emissioni inquinanti prodotte dalle pizzerie. Nell'ambito del supporto dell'ENEA alla Pubblica Amministrazione sulla qualità dell'aria, è stato avviato un Accordo di Collaborazione con la Regione Campania, finalizzato a potenziare gli strumenti regolatori e modellistici. Si è concluso nel 2024 il supporto a Terna per la previsione del rischio di avarie della rete di distribuzione elettrica causate da aerosol marino.

In collaborazione con la municipalità di Napoli, si è lavorato alla produzione di indicatori sugli impatti dei cambiamenti climatici sulla città e sulla sua popolazione. Parallelamente, è proseguito lo sviluppo di modellistica climatica ad alta e altissima risoluzione di nuova generazione, con l'obiettivo di raggiungere la scala convettiva per una descrizione più accurata degli eventi di precipitazione intensa sul territorio nazionale. Le attività del progetto PNRR RETURN hanno portato alla finalizzazione e analisi dei primi scenari climatici futuri per l'area euro-mediterranea, utilizzando i nuovi scenari socio-economici elaborati dall'IPCC. Un focus ad altissima risoluzione sul territorio nazionale è stato realizzato per supportare la governance italiana nella gestione del rischio di catastrofi.

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, l'ENEA continua le attività nell'ambito del *Technology Mechanism* dell'UNFCCC.

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 proseguiti diversi progetti sulla Missione 4 Componente 2 "dalla Ricerca all'Impresa". Inoltre, il Dipartimento è coinvolto: (i) nel Centro Nazionale AGRITECH e (ii) nell'Infrastruttura di Ricerca METROFOOD-IT (proponente ENEA); (iii) nella Infrastruttura di Ricerca MIRRI.IT; (iv) nel Partenariato Esteso ON Foods - "Research and innovation network on food and nutrition Sustainability, Safety and Security - Working ON Foods" Spoke 3.

Prosegue la collaborazione con ASI sui progetti dell'AgroSpace (Progetti MicroX2, BIOMIRATE, SpaceltUp!, BIOMIRATE) e sulla messa a punto di sistemi di coltivazione per produzione di microverdure. Si sta consolidando il rapporto con Kayser Italia, con il progetto BEATRICE "Space Farming Habitat Feasibility in Moon Environment: Lunar Soil Cultivation, Regolith-based Building and TLC Systems for Remote Operations", finanziato dall'ASI.

Proseguono i progetti finanziati nell'ambito dei PON MUR (TEBAKA), l'iniziativa SOIL-HUB, e si segnalano anche la nuova collaborazione con l'Organizzazione di Produttori Olivicoli 'Latium', nell'ambito del Progetto SIMODROFILA, per il controllo dei patogeni per la frutticoltura laziale, e il progetto "Decrypting the symbionts-vectors-pathogens trilogy: new efficient tools for monitoring and control" (SIMPATRY), finanziato in ambito PNRR (Programma di Ricerca INF-Act, Research Node 2) per sviluppare metodi innovativi di controllo delle malattie infettive trasmesse da vettori.

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, e la collaborazione con ARSIAL e con il Servizio Fitosanitario del Lazio 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'Infrastruttura di Ricerca METROFOOD-RI - a coordinamento ENEA - nel dominio Health and Food, l'esecuzione della *Early Phase Implementation* supportata del progetto Horizon Europe METROFOOD-EPI, e le azioni per la costituzione dell'ERIC, così come in ambito Horizon l'avvio delle azioni per la realizzazione di un Nodo METROFOOD nello European Open Science Cloud (EOSC) con il progetto EOSC-Beyond ed il completamento del progetto FNS-Cloud - *Food Nutrition Security Cloud*, unitamente al completamento del progetto FOODSAFETY4EU ed alla successiva attivazione della *EU Food Safety Platform* lanciata in continuità operativa al progetto per sostenere e ampliare la rete collaborativa tra gli stakeholder della sicurezza alimentare in Europa.

Continua l'impegno nell'ambito del nuovo Programma Quadro Europeo Horizon Europe 2021-2027, Cluster 6 "Food, Bioeconomy, Natural resources, Agriculture and Environment", con la partecipazione ai progetti G2P-SOL, NEWCOTIANA, HARNESSTOM, IMPRESA, INNCOCELLS, PROMEDLIFE, REPRODIVAC, EJP SOIL, SOMMIT, MINOTAUR, SERENA, ARTEMIS, BIOMEnext, AgroServ, iNEXT-Discovery, FHERITALE, DGR4Food, e ECO-READY.

Nell'ambito di H2020 ha avuto inizio il Progetto IMPROVE "*IMPact of alternative PROtein sources to improve nutrition*" che vede l'ENEA come partner. In ambito Blue Bioeconomy si segnala la partecipazione in partenariato pubblico-privato al Contratto di Innovazione del MIMIT DEMETRA, le attività di RS&T nell'ambito dei progetti finanziati dal PRIN VITADWASTE, il Progetto BIOSOS (PSR

Regione Marche), e una nuova iniziativa sul PRIN (NUTISFORU) nel settore della valorizzazione degli scarti della filiera della mandorla.

Sono iniziati il progetto FRUITPRINT (*Design of novel post-harvest technologies with low carbon footprint based on the discovery of active biomolecule*), finanziato dal programma HORIZON-MSCA-DE-2023, ed il progetto SPECTRA (*Twinning coordination for enhanced scientific capacity in water quality, food safety, quality and traceability by using innovative approaches*; HORIZON-WIDERA 2023).

Con il supporto dell'Unità TTEC sono stati avviati alcuni Accordi di Collaborazione senza flusso finanziario con realtà imprenditoriali (CURSA, ALIA Insect Farm, Holobiotics) interessate ad indagare l'applicabilità dei risultati di Know-how ENEA, primo passo per la costruzione di nuovi Accordi a titolo oneroso da stipulare nell'ambito del Programma PoC dell'ENEA.

Nel corso dell'anno sono iniziate le attività con la Cooperativa ortofrutticola STERN nell'ambito del contratto SISMEA avente come obiettivo lo sviluppo di un sistema di monitoraggio dei consumi di acqua ed energia.

Si conferma l'impegno nell'ambito dell'iniziativa europea PRIMA e 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. Continua, inoltre, il ruolo dell'ENEA di membro del Multi-stakeholder Advisory Committee (MAC) sui Sistemi Alimentari Sostenibili, nell'ambito dell'iniziativa UNEP "One Planet".

A livello nazionale nel corso dell'anno è stato ratificato l'Accordo Quadro con Federalimentare per sviluppare progetti, servizi ed iniziative congiunti.

Nell'ambito delle nuove applicazioni, un interesse sempre maggiore sta riscuotendo l'attività di *Plant Molecular Farming*.

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

A livello europeo, 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 l'ENEA è il coordinatore. Sono proseguite le attività inerenti alla partnership PIANOFORTE (una piattaforma europea di ricerca e innovazione nel campo della radioprotezione), di cui l'ENEA è beneficiario, e sono iniziate le attività di nuovi progetti finanziati nell'ambito della Open Call PIANOFORTE 2023: il progetto DISCOVER (*Dissecting radiation effects into the cerebellum microenvironment driving tumor promotion*) che vede l'ENEA in veste di Coordinatore del consorzio europeo ed il progetto IMAGEOMICS (*Optimizing Benefit/Risk Ratio in Breast Cancer Diagnosis and Radiotherapy*), in cui l'ENEA è partner del consorzio. Sono, inoltre, in pieno svolgimento le attività del progetto SEAWave - "*Scientific-Based Exposure and Risk Assessment of mm-Wave Systems (5G and Beyond)*" di cui l'ENEA è partner.

A livello nazionale, nell'ambito del PNRR, sono proseguite le attività di ricerca del Progetto Rome Technopole (PNRR Ecosistemi dell'innovazione, M4C2 Investimento 1.5) per il quale sono in corso di svolgimento per l'area di specializzazione Bio-Pharma e Salute 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". È stata finalizzata la partecipazione dell'ENEA al partenariato esteso sulle attività

spaziali con l'avvio del progetto "SPACE IT UP" guidato per l'ENEA da SSPT. Sono inoltre cominciate le attività del progetto OASIS- *Optimizing Air Safety for Indoor Spaces*, finanziato dal MIMIT (nell'ambito degli "Accordi per l'Innovazione-Secondo Sportello") che vede un partenariato privato-pubblico composta da Santer Reply S.p.A (coordinatore), dalla azienda Cefriel e da ENEA-SSPT. Prosegue anche la partecipazione al progetto TOP-IMPLART, finanziato dalla regione Lazio, in cui SSPT svolge attività di ricerca finalizzata alla 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. Infine, nell'ambito dei finanziamenti PNRR (progetti "Proof of Concept 2022.02", a valere su fondi del PNRR finanziato dalla EU Next generation) sono iniziate le attività dei progetti PEF-RAD e OTTIMUS, entrambi volti alla valorizzazione di brevetti precedentemente depositati e le cui procedure amministrative di apertura commesse sono in corso.

Nell'ambito della fornitura di servizi tecnologici avanzati a supporto della comunità scientifica e dell'industria nazionale, sono in corso: le attività sperimentali inerenti a 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 così come quelle commissionate da 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), 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), i Cluster Regionali (Cluster Regionale Basilicata Creativa, Cluster Lucano della Bioeconomia, Cluster Regionale Bioeconomia Regione Puglia). Numerosi sono anche i rapporti con i comuni tramite l'ANCIM.

Gli interlocutori del sistema produttivo sono sia diretti sia tramite i Distretti Tecnologici, come, 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, FOS SpA, 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. I contatti diretti con il sistema produttivo sono anche veicolati per mezzo delle piattaforme gestite dal dipartimento, come la Piattaforma Italiana del fosforo e la Piattaforma Italiana degli attori per l'Economia Circolare ICESP.

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, Príncipe Felipe Research Center Foundation, WHO) dovute sia ai progetti europei e internazionali sia alle collaborazioni con le agenzie internazionali come FAO, UNIDO, IAEA, OMS, OCSE, UNECE ed europee, come EIT e JRC, cui si affiancano anche i rapporti sviluppati nell'ambito delle diverse reti e piattaforme scientifiche cui partecipa (ECEAR, ENERO, ICOS, ACTRIS, EMSO, EMEP, BSRN, MerPASs, GRUAN, WMO-GAW, RENEB, Eurados, BioDoseNet, PIANOFORTE, MELODI, Copernicus, ECESP). 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 Cuba e 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 ittica, 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 11 apparati a Scuole e Università. Inoltre, l'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 bioeconomia, 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 (SUS-MIRRI.IT) 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 (SIMODROFILIA). 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'agospazio, 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 2024 è stata avviata quella 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). Nell'ambito delle attività sui rischi naturali e antropici e la preservazione del capitale naturale e culturale, le attività dell'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 con start-up come E-roundme per lo sviluppo di sensori chimici di ultima generazione per il monitoraggio continuo e istantaneo dell'inquinamento ambientale e il controllo della sostenibilità dei processi chimici. 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 TERNIA 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 progetti 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, gasivori...), 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 2024, CON RIFERIMENTO AGLI OBIETTIVI INDICATI NEL PIAO 2024-2026

Il Dipartimento DUEE ha svolto regolarmente le attività istituzionali e programmatiche previste. Anche nel corso del 2024, 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 Specifico 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

Il 2024 ha visto un ulteriore incremento della domanda di sostegno tecnico-scientifico da parte delle Regioni e degli Enti Locali a cui il Dipartimento ha risposto rendendo fruibile il patrimonio di conoscenze e di risultati della ricerca dell’Agenzia a livello locale. La rete consolidata di Uffici Territoriali 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 Dipartimento ha continuato a fornire per tutto il 2024 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 2024:

Supporto alle imprese e al cittadino in adempimento a prescrizioni normative

- Supporto alle imprese energivore e alle imprese gasivore nell’ambito dell’implementazione dei rispettivi meccanismi ai sensi del DM 541 del 21 dicembre 2021 (Imprese gasivore) e del DM 256 del 10 luglio 2024 (riforma Imprese energivore). Gasivori: gestione verifiche documentali, ai sensi del DM 541 del 21 dicembre 2021, sulle imprese gasivore che hanno inviato ad ENEA la Diagnosi Energetica prima della richiesta di agevolazione a CSEA (controlli on/off secondo quanto previsto da decreto, circa 1.600 imprese controllate); gestione controlli documentali sulla qualità delle diagnosi energetiche pervenute ad ENEA (controllo sul 3% delle diagnosi redatte da gasivori, oltre 60 diagnosi valutate nel 2024), controllo massivo realizzazione di almeno un intervento di efficienza energetica per ciascun sito sottoposto a diagnosi da parte delle imprese gasivore. Energivori: gestione verifiche documentali, ai sensi del DM 256 del 10 luglio 2024, sulle imprese energivore che hanno inviato ad ENEA la Diagnosi Energetica prima della richiesta di agevolazione a CSEA (controlli on/off secondo quanto previsto da decreto, circa 5.500 imprese controllate). Redazione e pubblicazione su sito ENEA delle Linee Guida Meccanismo Energivori, redazione e pubblicazione su sito ENEA della lista non esaustiva di interventi di efficienza energetica da riportare in diagnosi. Coordinamento delle attività del GSE e di ISPRA inerenti al Meccanismo degli energivori.
- Supporto al MiMiT per la conclusione della negoziazione del Regolamento 2024/1781 in vigore dal 18 luglio 2024 (GUUE serie L 28.06.2024). Partecipazione ai lavori del Tavolo Italiano per la posizione nazionale nella negoziazione della Direttiva 2024/1799, entrata in vigore il 30 luglio 2024. Supporto al MiMiT/MASE per l’analisi degli studi preparatori del Regolamento 2024/1781, in particolare per i prodotti tessili. Nello stesso ambito, ENEA-DUEE è stata nominata membro dell’Ecodesign Forum e dell’Expert Group degli Stati Membri creati a fine dicembre 2024. Supporto al MASE per la discussione nel *Consultation Forum* delle proposte di Regolamenti (i) per stufe/caminetti a combustibile solido, TV, aspirapolvere, game console, PC, riparabilità delle asciugatrici domestiche, consumo nelle modalità standby, apparecchi per la cottura, *imaging equipment* e trasformatori di potenza; (ii) sul miglioramento della sorveglianza del mercato e la conformità dei prodotti e per la negoziazione finale e la votazione nel Comitato Regolamentatore di ecodesign del

Regolamento sui ventilatori con potenza 125W - 500kW e nell'Expert Group di Etichettatura energetica del Regolamento sui dettagli operativi della banca dati EPREL. Partecipazione all'IEC SC59D e IEC SC59M per la standardizzazione degli apparecchi per il lavaggio (lavatrici, lavasciugatrici ed asciugatrici) e della refrigerazione (frigoriferi, frigocongelatori e congelatori) domestica e professionale in qualità di Segretario dei due Sottocomitati e ai lavori dell'IEC TC59/WG18, del CENELEC TC59x, del CEI SC59/61G e del CEI SC59/61C.

- Aggiornamento del portale sull'efficiamento 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 (PNPE2 visitabile al sito: <https://pnpe2.enea.it/>) è stato ulteriormente arricchito di contenuti e funzionalità.
- Aggiornamento continuo del Sistema Informativo sugli Attestati di Prestazione Energetica (SIAPE): in ottemperanza a quanto previsto dal Decreto Interministeriale 26/06/2015, il SIAPE (visitabile al sito: <https://siape.enea.it/>) restituisce una immagine dettagliata dello stato dell'arte della riqualificazione energetica del parco edilizio nazionale, con oltre 6,5 milioni di APE analizzabili in forma aggregata e in base a determinati parametri scelti dall'utente.
- Realizzazione della terza annualità del Programma Nazionale di Informazione e Formazione per l'Efficienza Energetica (PIF), finanziato dal MASE e attuato dall'ENEA, in conformità alle disposizioni dell'art. 13 del d.lgs 4 luglio 2014, n. 102, come modificato dal d.lgs 14 luglio 2020 n. 73. Tra le principali attività svolte:
 - programma TV interamente dedicato all'energia, trasmesso su LA7 per 10 puntate nel 2024: "GIGAWATT - Tutto è energia", un'iniziativa unica di sensibilizzazione verso il grande pubblico, dai contenuti innovativi, che ha ottenuto un "Reach", ossia un numero totale di spettatori unici, di circa 5 milioni.
 - Campagna Crossmediale "Un passo alla volta", che ha avuto l'obiettivo di entrare nella quotidianità di cittadini/utenti privilegiando un approccio gentile noto come "nudging", incoraggiando il cambiamento nei comportamenti legati all'energia. La Campagna ha raggiunto 13.894.533 di cittadini attraverso social media, TV e piattaforme online e generato 208.000 visite uniche alla pagina dedicata ai consigli sul risparmio energetico.
 - Finalizzazione del progetto DE-Sign con laboratori urbani a Cosenza e Catanzaro volti alla rigenerazione del costruito sposando l'attivazione e l'adozione di nuovi modelli di rigenerazione urbana bottom-up, in linea con le indicazioni della *Renovation Wave Strategy* e con le linee guida, la filosofia, l'impegno e la finalità del *New European Bauhaus*. Il progetto DE-Sign ha prodotto anche il volume AAA *Humanizing Energy* (<https://www.efficienzaenergetica.enea.it/pubblicazioni/aaa-humanizing-energy.html>).
 - Prosecuzione delle attività di comunicazione di genere e promozione delle discipline STEM con il Progetto "5 passi da Ingegnera".
 - Finalizzazione del progetto Energia - Casa Comune, con azioni di informazione, formazione e consulenza verso le comunità religiose e i cittadini.
 - Finalizzazione del progetto OIKIA, per fornire consulenza per agire consapevolmente all'interno delle abitazioni riqualificate, riducendo anche il rischio del cosiddetto effetto "rebound".

- Finalizzazione del progetto “Casa in salute” per sensibilizzare gli anziani sull’importanza della riqualificazione delle abitazioni per migliorare la qualità della vita, accrescere il comfort domestico e risparmiare in bolletta.
- Aggiornamento e gestione dei portali (bonusfiscali.enea.it, detrazionifiscali.enea.it) dedicati alla trasmissione a ENEA dei dati degli interventi di efficienza energetica e utilizzo delle fonti rinnovabili di energia che usufruiscono delle detrazioni fiscali “ecobonus” (L. 296/2006 e art. 14 del D.L. 63/2013), “super-ecobonus” (art. 119 del D.L. 34/2020) e “bonus casa” (art. 16-bis del D.P.R. 917/1986, art. 16 del D.L. 63/2013 e relativo “bonus elettrodomestici”). In particolare, i siti sono stati aggiornati per tener conto delle disposizioni apportate dalla legge di bilancio per il 2024 e degli altri provvedimenti normativi emanati nel corso dell’anno, in particolare il D.L. 39/2024.

Sul sito <https://www.efficienzaenergetica.enea.it/detrazioni-fiscali.html> sono stati ulteriormente migliorati i tre *chatbot* introdotti nel 2021 per ciascun meccanismo incentivante (bonus casa, ecobonus e superbonus), al fine d’incrementare il numero di risposte ai quesiti posti dagli utenti. Per mantenere efficace l’uso di tali strumenti, si sono proseguite le attività di addestramento, che hanno consentito di conservare un’affidabilità di risposta pari a 93,65% per Virgilio Bonus casa, 95,33% per Virgilio Ecobonus e 90,78% per Virgilio Superbonus.

Inoltre, si è proseguito il programma di verifiche documentali e in sopralluogo (disciplinate dal D.M. 06/08/2020 “[...] asseverazioni [...]” e dal D.M. 11/05/2018) sulle asseverazioni da super-ecobonus, avviato nel 2023. Nel 2024 si sono conclusi 77 verifiche documentali e 4 controlli in sopralluogo.

Nell’ambito dell’interlocuzione fra il MASE e le istituzioni deputate a vario titolo alla verifica sui fondi del PNRR destinati al super-ecobonus, l’ENEA ha partecipato ai seguenti sopralluoghi, curando anche la comunicazione formale con beneficiari e professionisti: 7 sopralluoghi con la Corte dei Conti Europea (ECA, febbraio 2024), 92 sopralluoghi con la Commissione Europea (aprile 2024), 9 sopralluoghi con la Ragioneria Generale dello Stato (maggio 2024).

Di seguito si riportano, distinti per detrazioni fiscali, il numero di schede descrittive (per ecobonus e bonus casa) e di asseverazioni (per super-ecobonus) trasmesse all’ENEA attraverso i portali predisposti dal DUEE, insieme ad alcuni dati essenziali ricavati dalle stesse.

- ECOBONUS: sono pervenute 510.021 schede descrittive, che riportano un investimento complessivo di 4.927,69 milioni di euro e una stima di risparmio di energia primaria non rinnovabile di 1.452,25 GWh/a (i dati potranno variare fino alla chiusura della banca dati del 2024, nell’autunno del 2025, e saranno analizzati in dettaglio dopo la chiusura della banca dati).
- BONUS CASA: sono pervenute 650.683 schede descrittive (anche in questo caso i dati potranno variare fino alla chiusura della banca dati del 2024, nell’autunno del 2025).
- SUPERBONUS: dal 01/01/2024 al 31/12/2024 sono pervenute 108.020 asseverazioni (protocolli validi alla data del 19/02/2025); queste si riferiscono a 100.219 interventi (per ciascun intervento si possono trasmettere fino a tre asseverazioni) per un costo complessivo di progetto pari a 48.771.081.170,84 € e una spesa per lavori realizzati ammessa a detrazione pari a 44.597.421.154,49 €.

È stata fornita assistenza agli utenti rispondendo a quesiti su:

- bonus casa, con 75.433 conversazioni di Virgilio Bonus casa (ciascuna comprende una o più risposte automatiche) e 1.979 risposte tramite il canale gdl.ristrutturazioni@enea.it (dedicato a quesiti privi di risposta automatica);

- ecobonus, con 126.790 conversazioni di Virgilio Ecobonus (ciascuna comprende una o più risposte automatiche) e 2.428 risposte tramite il canale gdl.ecobonus@enea.it (dedicato a quesiti privi di risposta automatica);
- super-ecobonus, con 14.489 conversazioni di Virgilio Superbonus (ciascuna comprende una o più risposte automatiche), 1.894 risposte tramite il canale gdl.superbonus@enea.it (dedicato a quesiti privi di risposta automatica) e 1.432 risposte a istanze via p.e.c. In risposta a 393 istanze, sono state fornite all'autorità inquirente 11.687 asseverazioni e/o schede descrittive, sulle quali è stata fatta un'analisi preliminare. Inoltre, sono state inviate 174 asseverazioni e/o schede descrittive ad avvocati (a seguito dell'analisi di 274 istanze) e 675 asseverazioni e/o schede descrittive a soggetti privati (a seguito dell'analisi di 1.083 istanze).

A favore dei cittadini e delle associazioni di categoria, la Divisione DUEE-SAIP 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.

Oltre al già citato PIF, tra gli strumenti utilizzati a questo fine c'è l'aggiornamento del sito di Dipartimento/Agenzia (www.efficienzaenergetica.enea.it). Nel corso del 2024 sono state pubblicate 222 news nella homepage, in aggiunta alle informazioni relative alle detrazioni fiscali di cui al precedente punto.

Nel corso del 2024 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 specifici prodotti multimediali per la Summer School "Roberto Moneta", dedicata nel 2024 ai PAESC (<https://www.efficienzaenergetica.enea.it/formazione/summer-school/summer-school-2024.html>), ai progetti europei 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 Riqualificazione 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:
- Finalizzazione dell'accordo di collaborazione con la Regione Basilicata per la revisione e aggiornamento del Piano Integrato Energia e Ambiente Regionale della Basilicata.
- Finalizzazione del documento Piano Energetico Regionale del Friuli-Venezia Giulia (PER-FVG) e redazione del relativo Piano di Comunicazione.
- Finalizzazione 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.
- Gestione del Catasto Impianti Termici per la Regione Puglia.
- Gestione del Catasto Energetico Unico degli edifici della Regione Siciliana.
- Avvio delle attività per lo sviluppo del Catasto Energetico Unico della Regione Campania.
- 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 formazione e successivo Accertamento dell'idoneità tecnica dei partecipanti.
- Nuova Salento Energia: corso di formazione e successivo Accertamento dell'idoneità tecnica dei partecipanti.
- Arechi Multiservice e Sistemi Salerno: corso di aggiornamento 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, anno 2022.
- Regione Molise per l'elaborazione del Bilancio Energetico Regionale di dettaglio, anno 2019.
- Regione Emilia-Romagna: realizzazione di attività di comunicazione per informare e sensibilizzare rispetto ai temi della transizione energetica.
- 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.
- Finalizzazione dell'accordo di collaborazione con la Roma Capitale per uno studio finalizzato ad accelerare la decarbonizzazione del patrimonio edilizio di Roma Capitale.
- Comune di Narni e Terni: finalizzazione dell'accordo per supportare i comuni nella predisposizione di campagne di formazione e informazione rivolte ai cittadini e agli stakeholder locali.
- Edili Reggio Emilia: supporto alla definizione e diffusione delle attività formative in coerenza con richieste attuali e prospettive del territorio e con i driver di innovazione legati al tema digitale, di Agenda 2030, dei nuovi modelli organizzativi della vita sociale e del lavoro.
- 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: realizzazione di eventi formativi indirizzati agli stakeholder locali, con sessioni sia di tipo tecnico scientifico che divulgativo.
- Regione Siciliana: gestione della piattaforma PAESC Sicilia (<https://www.paesc-sicilia.enea.it/>), per il supporto ai Comuni siciliani per la redazione, aggiornamento e monitoraggio dei PAES/PAESC.

Adempimenti normativi nazionali ed internazionali

- Redazione del Rapporto Annuale Efficienza Energetica 2024.
- Redazione del Rapporto Annuale 2024 (dati 2023) sulle detrazioni fiscali per l'efficienza energetica e l'utilizzo delle fonti rinnovabili di energia negli edifici esistenti.
- Elaborazione e redazione del *V Rapporto Annuale sulla Certificazione Energetica degli Edifici 2024* (<https://www.energiaenergetica.enea.it/pubblicazioni/rapporto-annuale-sulla-certificazione-energetica-degli-edifici-2024.html>), 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 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)ys, *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).
- 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).
- Osservatorio economia circolare e transizione energetica, tavolo energie rinnovabili ed efficienza energetica in Regione Lombardia.
- Comitato Tecnico-Scientifico e Tavolo di monitoraggio previsti dal Piano Energetico Regionale e dal Piano Attuativo Triennale 2022-2024 dell'Emilia-Romagna.

Protocolli di intesa, Accordi e Convenzioni

Nel corso del 2024 il Dipartimento DUEE ha formalizzato Accordi di collaborazione e Convenzioni con Enti istituzionali, Associazioni e Regioni.

In dettaglio, attraverso la Divisione SPS, sono stati stipulati due Protocolli d'Intesa:

- con FEDERESCO per collaborare, promuovere e sviluppare congiuntamente le attività legate all'Efficienza Energetica e alle fonti di energia rinnovabile nel settore pubblico e privato;
- con CSEA - Cassa per i servizi energetici e ambientali per la "Collaborazione nell'ambito delle rispettive competenze al fine di attuare quanto previsto dall'art. 9, comma 4, del DM n. 541";

e un Accordo di collaborazione scientifica tra Dipartimento di Architettura dell'Alma Mater Studiorum Università di Bologna (Dipartimento DA, UNIBO), Parco Archeologico dell'Appia Antica ed ENEA per lo svolgimento di attività di ricerca connesse allo sviluppo di un sistema digitale (in forma prototipale) per l'analisi combinata degli aspetti occupazionali ed energetici di due edifici situati nel Parco Archeologico dell'Appia Antica.

Inoltre, è stato stipulato un accordo attuativo con il Comando Generale dell'Arma dei Carabinieri per la realizzazione di corsi di formazione in modalità a distanza nell'ambito dell'Accordo di collaborazione con il Ministero della Difesa

Inoltre, sono stati stipulati:

- una Convenzione con ISNOVA per la collaborazione nel campo dell'efficienza energetica in relazione alla predisposizione ed erogazione di attività formative sull'uso efficiente dell'energia;
- l'atto operativo n. 3 relativo all'accordo di collaborazione con la Città Metropolitana di Milano per la realizzazione di strumenti innovativi per promuovere interventi di riqualificazione energetica profonda degli edifici in ambito civile;
- un accordo con la Regione Emilia-Romagna per la realizzazione di attività di comunicazione per informare e sensibilizzare rispetto a temi della sostenibilità e transizione energetica nell'ambito del Progetto "Comunichiamo l'energia";
- l'atto esecutivo n. 3 relativo al Protocollo d'Intesa con la Regione del Veneto per il supporto tecnico all'attività di promozione sul Programma "Patto dei Sindaci" in Regione per il 2024;
- l'accordo attuativo n. 1 relativo all'Accordo di Collaborazione con Roma Capitale per la realizzazione del Progetto "Accelerare la decarbonizzazione del patrimonio edilizio di Roma Capitale".

Proseguono le collaborazioni con le Regioni per la progettazione e la realizzazione dei Catasti degli Attestati di Prestazione energetica degli Edifici (APE) che nel 2024 hanno visto la collaborazione con la Regione Campania, la Regione Calabria e la Regione Marche.

Progetti nazionali ed internazionali

Il Progetto GREENROAD "Growing Energy Efficiency through national roundtables", di cui ENEA è coordinatore, ha l'obiettivo di facilitare la mobilitazione degli investimenti per la riqualificazione energetica del patrimonio immobiliare italiano, tramite la creazione di tavole rotonde nazionali e focus group territoriali dove gli stakeholder pubblici e privati, nazionali e locali possono confrontarsi e individuare le soluzioni più adatte a soddisfare le esigenze del mercato. Il progetto si è concluso nel 2024.

Il Progetto MeetMED II "Mitigation enabling energy transition in the Southern Neighbourhood" ha lo scopo di migliorare la sicurezza energetica dei Paesi Beneficiari (SEMCs - *Southern and Eastern Mediterranean Countries*) promuovendo la loro transizione verso un'economia a basse emissioni di carbonio e contribuendo, in tal modo, a rendere i contesti socioeconomici più stabili, efficienti, competitivi e resilienti ai cambiamenti climatici. I risultati attesi dalla realizzazione del progetto mirano ad accrescere la consapevolezza dei decisori politici e degli stakeholder pubblici e privati sulle

principali sfide energetiche, promuovendo il loro coinvolgimento nello sviluppo e attuazione di misure per l'efficienza energetica negli edifici e negli elettrodomestici. Nel corso del 2024 ENEA ha realizzato la terza MeetMED Week "Together Towards Efficient Buildings and Appliances in the Mediterranean", il più grande evento annuale del progetto, dedicato all'efficienza energetica e all'energia rinnovabile nel settore degli edifici e degli elettrodomestici;

Sono proseguite le attività all'interno del Progetto TunES "Tuning EPC and SRI instruments to deliver full potential", finanziato nell'ambito del programma LIFE 2022, con 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).

Il Dipartimento è coinvolto in vari progetti, quali: progetto ODYSSEE-MURE "Monitoring the Energy Efficiency Pillar for Climate Neutrality", il cui obiettivo è 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 e la valutazione degli impatti delle politiche di efficienza energetica; Progetto CA VI EPBD "Concerted Action EPBD-Enabling implementation of the Energy Performance of Buildings Directive" con l'obiettivo di promuovere lo scambio di informazioni ed esperienze tra gli Stati membri ed altri paesi associati per quanto riguarda l'attuazione della legislazione e della politica specifiche dell'Unione europea sulla prestazione energetica degli edifici; progetto LIFE OBSERVE (*Support for setting up national Building Stock observatories*) nato per facilitare l'attuazione della revisione della EPBD da parte degli Stati membri fornendo indicatori dettagliati sullo stato dell'arte del parco edilizio, ma anche sulla sua evoluzione nel contesto dei piani nazionali di ristrutturazione; progetto europeo LEAPto11 "Linking Energy Audit and EnMS Policies towards new EED article 11", di cui ENEA è coordinatore, che mira a supportare gli Stati membri europei durante la fase di recepimento e implementazione del nuovo articolo 11 della EED riformulata attraverso un'azione congiunta di cooperazione delle rispettive Agenzie nazionali per l'energia; progetto REHOUSE - *Renovation packages for holistic improvement of EU's building efficiency, maximizing RES generation and cost-effectiveness*, che propone il salto alla scala reale utilizzando quattro edifici reali detti "dimostratori" provando 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 LIFE-CET-EPBD.WISE che mira a sostenere le autorità pubbliche di sei Stati membri nella progettazione, nell'attuazione e nella valutazione degli strumenti definiti nella proposta della direttiva EPBD, nell'adottare un approccio coerente per l'attuazione delle politiche edilizie, nel costruire un modello replicabile per sostenere l'attuazione della legislazione dell'UE; progetto SEED MICAT "Support Energy Efficiency Deployment with the Multiple Impacts Calculation Tool", che mira a 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; progetto ENE FIRST-*Plug Energy Efficiency First*, che 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;

progetto EU PEERS - "European Practitioners for Integrated Home Renovation Services"- con l'obiettivo generale di sostenere lo sviluppo degli IHRS (*Integrated Home Renovation Services*) come strumenti chiave per accelerare la ristrutturazione energetica delle abitazioni nell'UE; progetto EEPLIANT3 "Energy Efficiency Compliant Products 2018" un'Azione Concertata pan-europea di sorveglianza multi-prodotto, finanziata dal programma Horizon 2020 e conclusa nel 2024; progetto EEPLIANT4 "Energy Efficiency Compliant Products 2023", seconda Azione Concertata pan-europea di sorveglianza multi-prodotto finanziata dal programma LIFE; progetto SER "Social Energy Renovations",

che affronta le attuali barriere alla ristrutturazione per il Terzo Settore offrendo una soluzione integrata che combina assistenza tecnica e finanziaria, consentendo così ristrutturazioni edilizie sostenibili facili e accessibili.

Obiettivo Specifico DUEE.OS.02 – Incrementare le 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: nel corso della terza annualità (2024) sono state completate tutte le attività previste che 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 italiano (residenziale e ad uso uffici) e per la sua decarbonizzazione, sviluppo di una piattaforma software per migliorare la consapevolezza dei consumi elettrici e termici degli utenti nei condomini con impianti centralizzati.

- 1.6 “Efficienza energetica dei prodotti e dei processi industriali”: Nel corso della terza annualità (2024) sono state completate tutte le attività previste dal progetto, in particolare tali attività hanno consentito: il supporto ai ministeri competenti nella negoziazione dei regolamenti di ecodesign ed etichettatura energetica, e nelle principali collaborazioni nazionali e internazionali; l’identificazione dei fattori responsabili delle fluttuazioni temporali dei flussi di energia termica nei processi industriali e implementazione del relativo database in excel; il 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; la costituzione del primo tavolo di lavoro sulla produzione di isolanti termici; la definizione di una metodologia integrata per l’analisi energetica a livello di filiera dell’Off-Site Construction e l’identificazione delle buone pratiche, la realizzazione del framework decisionale relativo ai materiali “innovativi” o “non convenzionali”; la realizzazione di linee guida per l’efficientamento delle cantine vitivinicole siciliane; l’analisi e l’individuazione di indici di prestazione energetica per i settori della Plastica, Tessile, Datacenter, gas Tecnici e lo sviluppo di tre tool informatici. Inoltre, per il settore Tessile e della Plastica sono stati analizzati anche gli interventi di efficientamento energetici tipici dei settori.

Obiettivo Specifico DUEE.OS.03 – Incrementare 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 realizzate nel 2024 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 nel sito <https://italiainclassea.enea.it/>, e nella relazione inviata periodicamente al MASE ai fini della rendicontazione delle attività.
- Workshop sul tema efficientamento energetico dei processi industriali;

- 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.

PRINCIPALI INTERLOCUTORI (NAZIONALI E INTERNAZIONALI) COINVOLTI NELLE ATTIVITÀ

L'anno 2024 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 2024 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, 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 2024.

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 alle 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 2024, CON RIFERIMENTO AGLI OBIETTIVI INDICATI NEL PIAO 2024-2026

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 l'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 presso l'Istituto che possiedono l'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 NUC, 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 occupano 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 2024 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 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 2024, sono state attivate 2 nuove pratiche (SSPT a Faenza e 1 TERIN in Casaccia) ex art. 46 del D.Lgs.101/2020, modificate 4 pratiche SSPT in Casaccia e cessate 8 (3 NUC a Frascati, 4 SSPT di cui 3 in Casaccia e 1 a Bologna e 1 TERIN in Trisaia). È stata anche garantita la 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 Bologna (Laboratori di Faenza), CR Casaccia, CR Frascati e il CR Trisaia.

Gli esperti di radioprotezione hanno assicurato, inoltre, tutte le valutazioni dosimetriche per i circa 200 lavoratori ENEA esposti alle radiazioni ionizzanti e predisposto le relazioni tecniche (circa 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, con l'esecuzione di oltre 8.000 misure di monitoraggio (dirette ed indirette) negli impianti e negli ambienti di lavoro, incluso il monitoraggio della concentrazione radon negli ambienti sotterranei.

Il monitoraggio individuale di radioprotezione per i 200 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 900 misure di contaminazione interna (dirette con Whole Body Counter e indirette di radiotossicologia). Sono state, inoltre, garantite le tarature periodiche e di verifica del buon funzionamento della strumentazione di radioprotezione, secondo le esigenze interne, attraverso il Laboratorio di taratura secondario delle radiazioni ionizzanti di Montecuccolino.

Per il Centro di Casaccia è stato 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 2024 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 la predisposizione dei piani di emergenza (decreti prefettizi) per le pratiche con Nulla Osta 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.

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 del materiale costituente il vano in cui era allocato il serbatoio in metallo, dell'impiantistica presente all'interno del vano di contenimento nonché del vano stesso. Complessivamente sono state eseguite oltre 100 misure di

caratterizzazione su matrici varie e complesse ed è stata completata la redazione di due rapporti di caratterizzazione inviati alle Amministrazioni vigilanti.

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 70 utenti;
2. oltre 1.000 misure di monitoraggio della concentrazione di radon per circa 50 utenti, tra cui Eni;
3. 4.500 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. 10 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 16 interconfronti nazionali ed internazionali (per circa 40 prove complessive) per le principali tecniche di misura e dosimetria impiegate nella fornitura di servizi avanzati. 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 6 menzioni "Top Lab" nell'inter-confronto PROCORAD per misure radiotossicologiche e radiometriche.

Nel corso del 2024 è terminata la stesura ai sensi della ISO IEC EN 17025 del Manuale di Qualità, delle procedure gestionali (13) e delle procedure tecniche (12) nonché le istruzioni operative per l'utilizzo degli impianti e della strumentazione presso il Laboratorio di taratura secondario per le radiazioni ionizzanti del Laboratorio esterno di Montecuccolino a Bologna. Nel mese di luglio 2024 è stata inoltrata la domanda di accreditamento per il quale si è in attesa dei riscontri dell'analisi documentale e della visita ispettiva su campo da parte di ACCREDIA, Ente italiano di accreditamento.

L'**attività di studio e ricerca** ha riguardato lo studio e sperimentazione di tecniche statistiche e radiometriche per la determinazione di radionuclidi e la relativa quantificazione in campioni di varia natura, essenzialmente ambientali, alimentari e di materiali provenienti da impianti nucleari. È proseguito lo studio, oggetto anche di collaborazione con ISIN, dell'individuazione di un termine sorgente di un ordigno bellico nucleare di tipo tattico, al fine di valutare le conseguenze radiologiche su scala continentale e nazionale. Sono state messe a punto 3 specifiche procedure per misure rapide di contaminazione interna da utilizzarsi per misure su larga scala e/o in situazioni emergenziali relative a: misura in-vivo con strumento portatile; misura di spettrometria alfa e Sr-90 in campioni biologici. In ambito medico, grazie alla partecipazione attiva in ambito EURADOS, sono stati effettuati studi della valutazione di dose al paziente nel corso di esami di cardiologia interventistica e tomografici; sono state inoltre effettuate simulazioni per la stima della dose al feto durante indagini radiodiagnostiche condotte in gravidanza. Sono inoltre proseguite le collaborazioni con il Dipartimento NUC per i progetti Sorgentina e Neutron-brush per i quali, presso il Laboratorio di taratura secondario per le radiazioni ionizzanti di Montecuccolino, sono state eseguite prove con radiazioni gamma, X e neutroniche su strumentazione e campioni di materiali per lo studio delle schermature, nonché alcune prove di irraggiamento con sorgenti di neutroni su strumentazione e su materiale biologico in vitro. I risultati degli studi sopra citati, unitamente ad ulteriori studi, sono stati documentati in diverse pubblicazioni di cui: 5 pubblicazioni su riviste internazionali con peer review (IF), 3 relazioni in Atti di congressi internazionali, 3 relazioni in atti di congresso nazionali, 1 pubblicazione su riviste nazionali.

PRINCIPALI INTERLOCUTORI (NAZIONALI E INTERNAZIONALI) COINVOLTI NELLE ATTIVITÀ

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

- EURADOS (*European Radiation Dosimetry group*) partecipando con un membro ENEA alle attività del *Council*, 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*);
- 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;
- Ministero della Salute, Direzione Generale della Prevenzione, con particolare riferimento alla gestione di eventi emergenziali di tipo radiologico e nucleare; in quest'ambito fornisce consulenza anche al Centro Antiveleni di Pavia;
- 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;
- 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;
- *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 dalle radiazioni ionizzanti testimoniano come

l'impegno profuso per mantenere ed implementare competenze, capacità operative e tecniche di indagine permettono 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. Per le operazioni in Antartide l'Unità si avvale, soprattutto, 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 2024, CON RIFERIMENTO AGLI OBIETTIVI INDICATI NEL PIAO 2024-2026

UTA ha assicurato le azioni necessarie all'attuazione della 40^{ma} spedizione della Campagna antartica 2024/2025 e la predisposizione di tutte le azioni necessarie per la programmazione ed organizzazione della 21^{ma} Campagna invernale della Stazione Concordia nel 2025, ancora in corso, e che terminerà a novembre 2025.

In particolare, con riferimento ai singoli obiettivi indicati nel PIAO 2024-2026 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.

PRINCIPALI INTERLOCUTORI (NAZIONALE ED INTERNAZIONALI) COINVOLTI NELLE ATTIVITA'

UTA si avvale della collaborazione del Ministero della Difesa, 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, di varie Università ed Enti di ricerca, delle Forze Armate italiane e dei Vigili del Fuoco.

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.

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 ed efficientamento energetico delle Basi hanno ricadute sul mondo industriale, interessato 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)

Direttore: Alessandro Coppola

FINALITÀ E STRATEGIE

Le tecnologie, i prodotti, i servizi e il know-how sviluppati dall’Agenzia nel suo complesso sono oggetto di un’azione di trasferimento verso il sistema delle imprese e di valorizzazione della proprietà intellettuale, con l’obiettivo di conferire alla ricerca un tangibile ruolo economico ed accrescere la competitività dell’industria nazionale, con particolare riferimento alle PMI. In tale contesto si inquadrano le attività svolte dalla Direzione Trasferimento Tecnologico (TTEC), che rappresenta l’Agenzia verso il potenziale mercato dell’offerta di ricerca e servizi ad alto contenuto tecnico-scientifico, per un’efficace interrelazione con i soggetti che costituiscono le potenziali controparti contrattuali.

Il quadro di contesto in cui trovano indirizzo le attività della Direzione è rappresentato dalla domanda crescente di supporto e assistenza tecnica per la definizione di policy da parte della PA, e di richiesta di investimenti in tecnologie, processi e prodotti da parte del settore privato. La Direzione TTEC è 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 dispone, inoltre, di un’apposita unità di trasferimento tecnologico (Divisione Knowledge Transfer Management - TTEC-KTM), con l’obiettivo non solo di promuovere ancora più efficacemente le attività di ricerca e i servizi offerti dall’ENEA a 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 2024, CON RIFERIMENTO AGLI OBIETTIVI INDICATI NEL PIAO 2024-2026

Obiettivo Specifico TTEC.OS.01 - Promuovere e valorizzare il ruolo dell’ENEA nel trasferimento tecnologico al territorio, alle imprese e al sistema sociale dei risultati e dei prodotti della ricerca e nelle collaborazioni con soggetti terzi istituzionali e non.

Questo obiettivo specifico della Direzione TTEC (già ISV fino al 31 marzo 2024) 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 italiano.

La Direzione ha continuato ad assicurare alle strutture tecniche dell’Agenzia, tramite la propria Divisione Sviluppo Tecnologico e, dal 1° aprile 2024, *Knowledge Transfer Management* (TTEC-KTM), le competenze giuridiche per la verifica delle clausole relative alla Proprietà Intellettuale/Industriale contenute in varie tipologie di contratti.

Tale funzione è stata ulteriormente rafforzata attraverso l’istituzione del Servizio Contrattualistica e verifica della Proprietà Intellettuale (TTEC-CPI¹), che assicura alle Unità della Direzione il supporto tecnico per la verifica della corretta regolamentazione della Proprietà Intellettuale (PI) e della

¹ Circolare 693/PER, 11 gennaio 2024. Servizio Contrattualistica e verifica Proprietà Intellettuale (TTEC-CPI): Il Servizio svolge funzione di supporto all’ENEA per la verifica della corretta regolamentazione della Proprietà Intellettuale (PI) e della riservatezza all’interno di atti e contratti da stipularsi con soggetti terzi; predispone e negozia, in collaborazione con la Divisione TTEC-KTM e con i Dipartimenti, i contratti per il trasferimento tecnologico e le collaborazioni e/o prestazioni ad elevato contenuto tecnico-scientifico verso soggetti terzi; supporta le Unità della Direzione per le questioni giuridiche relative ad atti di indirizzo ed operativi di loro competenza.

riservatezza all'interno di atti e contratti da stipularsi con soggetti terzi e per le questioni giuridiche relative ad atti di indirizzo ed operativi. Il Servizio CPI, inoltre, mette a disposizione dell'Ente pareri, consulenze e condivisione trasversale degli strumenti di inquadramento formale, necessari a stabilire le corrette basi di rapporti collaborativi mirati al Trasferimento Tecnologico con soggetti terzi, riducendo quindi le eventuali iterazioni legate a difettosità e contribuendo significativamente alla trasparenza e condivisione dei processi di valutazione interni.

Il supporto ha riguardato circa 44 *Consortium Agreement*/Accordi di partenariato, 56 *Non Disclosure Agreement*, 57 Contratti di ricerca/Accordi di collaborazione/Consulenze, 17 Convenzioni, 42 Accordi Quadro/Protocolli d'Intesa/MoU/Lol, per alcuni dei quali si è provveduto anche alla redazione ed alla negoziazione di alcune clausole. Sono stati predisposti e negoziati con la controparte 2 contratti di licenza e 9 Accordi di Gestione della co-titolarità/*IPR Agreement*. Sono state inoltre verificate 25 diverse tipologie di atti quali MTA, ATS, Licenze software, *Timing agreement*, *Task agreement*, *Internship agreement*, *Joint application agreement*.

Su richiesta, sono stati inoltre forniti ai colleghi specifici pareri legali e consulenze in merito a presunte violazioni della proprietà intellettuale, problematiche relative alla riservatezza e alla tutela del know-how ENEA. Si è partecipato, inoltre, al Tavolo di Lavoro ART-ER sulla proprietà intellettuale e al Gruppo di Lavoro Brasimone Progetto BIS.

Nel corso del 2024, sono state processate 21 richieste di nuovi depositi o di estensioni internazionali e 2 richieste di attivazione di un nuovo spin-off.

Nel novembre 2024 è iniziato il Ciclo di webinar formativi-informativi sulla "Gestione e Valorizzazione della Proprietà Intellettuale", un'iniziativa rivolta alle colleghe e ai colleghi dell'ENEA e finalizzata alla sensibilizzazione, formazione e supporto allo sviluppo della tutela della Proprietà Intellettuale.

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 2024 vede 309 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, e rifinanziato fino al 30 giugno 2025 dal Ministero delle Imprese e del Made in Italy (MIMIT) con risorse a valere sul PNRR. I KTM hanno proseguito le attività a supporto del programma KEP e dei *Knowledge Exchange Officer* (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; i KTM hanno anche avviato contatti e interazioni con soggetti privati al fine di valorizzare i risultati di ricerca e svolto attività di supporto al programma di *Proof of Concept* ENEA, identificando potenziali partner industriali per i nuovi progetti ed assistendo i gruppi di ricerca dei progetti ammessi al finanziamento.

In maniera sinergica con la suddetta strategia KES di trasferimento della conoscenza, l'ENEA ha inoltre 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 si è impegnata nella realizzazione del progetto "Matching Imprese - Ricerca pubblica (MIR)", che prevede il coinvolgimento anche del CNR, del CREA, del CNIT e del Politecnico di Torino. Il progetto 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 2024, inoltre, nell'ambito del progetto PNRR ECOSISTER (Ecosistema Territoriale di Innovazione dell'Emilia-Romagna), del cui HUB l'ENEA è socio fondatore,

sono proseguite 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 particolare, la Divisione ha promosso all'interno di ENEA i bandi dei programmi *Open Innovation Scouting* e *International Open Innovation Programme*, supportando la partecipazione di ricercatori e team di ricerca ENEA come potenziali solutori di sfide lanciate dalle imprese sui temi della transizione ecologica.

In continuità con quanto già fatto negli anni precedenti, inoltre, la Direzione 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. Nel mese di agosto 2024, è stata inoltre presentata a finanziamento la nuova proposta progettuale *BRIDGEconomies* per il periodo 1° luglio 2025 – 31 dicembre 2028. La proposta è stata valutata positivamente e nel mese di dicembre 2024 è stata avviata la fase di preparazione del *Grant Agreement*, la cui sottoscrizione è prevista per il mese di marzo 2025.

Nel corso dell'anno è proseguita l'attività di gestione della Convenzione ENEA – MIMIT (già MISE) e dell'Accordo ENEA – Invitalia, entrambi relativi alle attività di valutazione tecnico-scientifica dei progetti proposti al finanziamento dell'intervento agevolativo "Economia Circolare" effettuate dal Dipartimento SSPT. L'accordo con Invitalia assicura la realizzazione della valutazione congiunta dei progetti, richiesta dal DM 11 giugno 2020, relativa agli aspetti tecnico-finanziari (Invitalia) e tecnico-scientifici (ENEA).

Si segnala, infine, l'intenso supporto che continua ad essere fornito al Dipartimento NUC per l'evoluzione del progetto di ricerca industriale (Sorgentina RF), in corso con il co-finanziamento della Regione Emilia-Romagna, all'impianto industriale del Generatore di radioisotopi ENEA (GENIE) da realizzarsi presso il Centro Ricerche ENEA Brasimone. A tal fine, è stato istituito un Gruppo di Lavoro per il coordinamento delle azioni necessarie al finanziamento del progetto GENIE. Il Gruppo di Lavoro è coordinato dalla Direzione TTEC e vede il coinvolgimento del Dipartimento NUC, delle Direzioni ISER e PER e del Servizio DIRGEN-SOC. Le attività sono state 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, Stabilimento Chimico Farmaceutico Militare Firenze SCFM). Sono state inoltre avviate interlocuzioni con la Fondazione ENEA Tech e Biomedical per un possibile finanziamento del progetto.

E' proseguito 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 corso del 2024 il Programma "PoC ENEA 2022.02", finanziato dal Bando MIMIT a valere su risorse PNRR per cofinanziare programmi di PoC nelle istituzioni universitarie e della ricerca pubblica italiana dell'ottobre 2022, ha visto l'avvio di 9 nuovi progetti di PoC, 5 dei quali con partner industriali

cofinanzianti. La gestione è stata caratterizzata da intense attività di confronto con Invitalia e con le unità preposte alla gestione del PNRR del MIMIT per risolvere una serie di questioni amministrativo-burocratiche che hanno ostacolato considerevolmente l'esecuzione dei progetti.

Sempre nel 2024 vi è stato inoltre l'avvio dei nuovi 17 progetti PoC finanziati dal Programma PoC ENEA 2023, a valere su fondi interni per un importo di 1.000.000 euro, con un'azione proattiva da parte del gruppo interno dei *Knowledge Transfer Manager* a sostegno dei singoli team di progetto.

È proseguita l'attività finalizzata alla progettazione e realizzazione del nuovo strumento informatico volto a raccogliere le schede dell'offerta tecnologica dell'ENEA classificate per verticali applicativi, che consentono sia una gestione del flusso informativo e procedurale che un suo utilizzo a fini informativi sia interni che esterni. Lo strumento, denominato MATRICS (*Management del Patrimonio Intellettuale e delle Competenze Specialistiche ENEA*), raccoglie l'eredità dell'Atlante dell'Innovazione Tecnologica ENEA e delle schede pubblicate nel sito web del progetto KEP (*Knowledge Exchange Program*), ma anche di altre iniziative quali le schede da inserire nella piattaforma Knowledgeshare o da realizzare in risposta a specifiche richieste².

L'attività di co-creazione di MATRICS vede coinvolti a diversi livelli il personale ENEA, in prima battuta i Dipartimenti, che sono i protagonisti della fase di popolamento e aggiornamento delle informazioni su tecnologie, impianti o servizi ENEA di propria competenza. Per supportare al meglio questa fase, la Direzione TTEC ha previsto la creazione di una task force dedicata e una serie di azioni, tra cui l'avvio di un team dedicato ad affiancare i colleghi nella fase di compilazione e aggiornamento delle schede, la realizzazione di webinar informativi e visite programmate presso i principali centri di ricerca ENEA, la gestione di una e-mail dedicata a cui fare riferimento per eventuali chiarimenti o problematiche che possano emergere.

La Direzione ha continuato l'azione di supporto ai progetti di start-up, fornendo assistenza sia nella definizione della documentazione da presentare, sia nell'interazione con gli stakeholder esterni, in primo luogo potenziali investitori.

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 stata effettuata la nuova rilevazione statistica sulle imprese biotecnologiche in Italia, sebbene il rapporto di collaborazione con Assobiotec-Federchimica si sia interrotto. La pubblicazione dell'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, è stata posticipata al 2025 per i ritardi accumulati nella gestione del rapporto con Assobiotec.

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

Infine, 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 -

² Ad esempio, quella del MIMIT nel 2023.

4 ottobre 2024), la Direzione, attraverso i Servizi dedicati, 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.

In parallelo, è proseguito nel corso del 2024, in modo particolare nelle province di Trieste e Udine, l'ampio lavoro di coinvolgimento del tessuto produttivo locale, in sinergia con i soggetti istituzionali coinvolti dall'accordo come Regione Autonoma FVG e Area Science Park. La proficua collaborazione con il sistema confindustriale locale ha consentito l'organizzazione di diverse iniziative insieme a Confindustria Udine e Confindustria Alto Adriatico.

Tale modello di collaborazione è stato esteso ad altre regioni del territorio nazionale (ad esempio il Piemonte, in collaborazione con la Confindustria territoriale) e all'estero (in particolare i paesi balcanici, in collaborazione con *Central European Initiative* e la Regione Friuli-Venezia Giulia).

Obiettivo Specifico TTEC.OS.02 - Promuovere e sostenere la valorizzazione della ricerca ENEA, dei diritti di proprietà intellettuale e dell'attività brevettuale, ed i processi di innovazione nelle PMI, fornendo anche supporto giuridico e amministrativo per la definizione e la gestione dei rapporti contrattuali con le controparti.

La Direzione nel corso del 2024 ha concentrato le proprie attività sulla promozione e realizzazione, in collaborazione con i Dipartimenti e le altre Unità Tecniche, di accordi, iniziative e progetti per la valorizzazione delle competenze dell'ENEA a supporto delle Amministrazioni Locali, Agenzie Governative e MAECI, con particolare riferimento alla cooperazione allo Sviluppo, garantendo anche il supporto alla Direzione e ai vertici ENEA nella partecipazione a Tavoli di Lavoro istituzionali e la redazione di schede tecniche sulle attività dell'ENEA.

Al fine di pianificare le azioni di promozione verso la PA, è stata realizzata una mappatura degli Accordi già in essere con i Ministeri nazionali e con le principali istituzioni di interesse anche a livello locale, predisponendo note di approfondimento per incontri con le istituzioni per la promozione di iniziative di collaborazione e nuovi Accordi interdipartimentali e partecipando, anche in qualità di relatore, ad eventi e iniziative per promuovere le attività dell'ENEA.

Nell'ambito della Cooperazione allo Sviluppo, è proseguito il coordinamento dei lavori della Task Force, i cui componenti sono stati aggiornati, 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 sono stati approfonditi i vari aspetti legati alla formulazione dell'offerta tecnologica ENEA nel settore. In continuità con quanto avviato negli anni precedenti, sono stati promossi numerosi contatti con organismi attivi negli ambiti della cooperazione territoriale e allo sviluppo, che hanno visto la sottoscrizione nel 2024 di nuovi Accordi interdipartimentali e il rinnovo/verifica di validazione di altri: (1) Accordo con la Fondazione Scuola per i Beni e Attività Culturali; (2) Accordo con il CIHEAM di Bari e (3) joint declaration con UNIDO ITPO Italy. Nel 2024 TTEC ha curato la trasmissione delle comunicazioni annuali al MAECI relativamente ai dati delle rilevazioni OCSE-DAC e la relazione annuale sulla cooperazione allo sviluppo, rispondendo anche alle richieste relative alla rilevazione TOSSD.

Nell'ambito della rappresentanza al Consiglio Nazionale per la Cooperazione allo Sviluppo (CNCS) è stata garantita, in collaborazione con il Dipartimento TERIN, la partecipazione ai gruppi di lavoro e il contributo dell'ENEA ai documenti circolati, tra cui il documento triennale di programmazione e di indirizzo della politica di cooperazione allo sviluppo, riferito agli anni 2024-2026.

In riferimento alle attività con APRE, è stata garantita l'organizzazione dei corsi di formazione APRE per ENEA, la distribuzione di informative su attività, eventi e newsletter APRE attraverso la rete dei referenti e i dipartimenti.

E' proseguita l'attività di supporto ai processi di innovazione nelle PMI attraverso l'individuazione e diffusione di opportunità di finanziamento e la presentazione di proposte progettuali interdipartimentali, in particolare una proposta Horizon Europe nel settore *Cultural Heritage*.

Infine, nel corso del 2024, è stata portata a termine la chiusura finanziaria e amministrativa del progetto ES-PA, che ha raggiunto un livello complessivo di spesa rendicontata pari al 92% del budget iniziale, con un incasso totale di 8,8M€, pari al 99% dei costi rendicontati.

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://progettue.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.

PRINCIPALI INTERLOCUTORI (NAZIONALI E INTERNAZIONALI) COINVOLTI NELLE ATTIVITÀ

I principali interlocutori sono stati quelli già precedentemente citati, sia relativi alle collaborazioni esterne che alla struttura stessa dell'ENEA, alla quale si fornisce supporto. Gli interlocutori principali, a livello sia nazionale che internazionale, sono stati la PA centrale, Governo e Parlamento, le Università, le Istituzioni scientifiche, le organizzazioni europee ed internazionali, altri soggetti terzi, governativi e non, diversi *stakeholder* europei, in attività di formalizzazione di convenzioni, accordi di programma, protocolli di intesa con le strutture dell'Agenzia, finalizzati all'accesso e alla partecipazione ai fondi di finanziamento europei e 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 Circle³ (che include tra i suoi membri i principali enti di ricerca pubblica a livello europeo) e di *Enterprise Europe Network* (EEN, la maggiore iniziativa comunitaria per la promozione dell'internazionalizzazione, della cooperazione e del trasferimento tecnologico transnazionale).

Oltre all'importante sistema di relazioni relativo alle attività preparatorie del BSBF – *Big Science Business Forum*, nella cornice degli accordi già citati, TTEC intrattiene rapporti con altre entità per lo svolgimento di specifiche attività, ad esempio quella che vede coinvolti i 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 questi vanno aggiunti 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. In questo ambito, si è svolto anche un approfondito rapporto di collaborazione con il Dipartimento per la promozione del sistema paese del

³ con cui è stato siglato un *Memorandum of Understanding* nel 2023.

MAECI per l'internazionalizzazione delle opportunità imprenditoriali nell'ambito della Big Science, che ha portato ad organizzare un vero e proprio *roadshow* sull'argomento presso 8 ambasciate italiane nei paesi dell'Europa Centro - Orientale (Belgrado, Bratislava, Praga, Varsavia, Budapest, Zagabria, Lubiana e Podgorica), oltre che presso le istituzioni comunitarie di Bruxelles.

Nel corso del 2024, sono state rafforzate le collaborazioni con il MAECI e con diversi attori della cooperazione allo sviluppo, che hanno consentito la sottoscrizione di nuovi Accordi di collaborazione e il consolidamento di quelli in essere (FSBAC, CIHEAM, UNIDO ITPO Italy, AICS); in particolare, la Direzione dal 2023 esprime il membro effettivo ENEA al Consiglio Nazionale per la Cooperazione allo Sviluppo (CNCS), garantendo la rappresentanza anche in tre Gruppi di Lavoro istituiti nell'ambito dello stesso Consiglio.

RICADUTE ECONOMICHE E TECNOLOGICHE SUL SISTEMA INDUSTRIALE

La Direzione ha il ruolo di stimolo proattivo e mediazione tra l'offerta tecnico-scientifica dell'Agenzia e le necessità del sistema industriale. Ciò dando anche supporto alle strutture tecnico/scientifiche dell'ENEA in termini di project management e di implementazione di tutti quegli strumenti, sia di inquadramento formale che di gestione delle progettualità, che si dimostrano poi imprescindibili per svolgere efficacemente il percorso del Trasferimento Tecnologico in modalità *open innovation*, tra Laboratori ed Imprese. Avendone titolo e mandato, la Direzione si pone a rappresentare quindi il "punto di snodo" tra mondo ENEA e sue potenzialità ed interlocutori terzi, nella continua ricerca di soluzioni innovative, competenze, risorse strumentali, prodotti e servizi adatti alle esigenze. L'interazione diretta con aziende, industria, tessuto produttivo ed al contempo con dipartimenti, divisioni e laboratori interni all'ENEA, 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'ENEA, 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'ENEA 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 corso del 2024 si sono avute ricadute industriali grazie al lancio di call finalizzate al Trasferimento Tecnologico (*Technology Transfer Track call*, con 52 casi selezionati da circa 20 paesi diversi) e alle esperienze imprenditoriali utili alla costruzione di un Mercato comune della *Big Science* (BSCM Call con contributi di imprese leader del settore da oltre 8 paesi diversi).

Infine, si segnala il rilievo particolare della pubblicazione del BSBF2024 *Handbook procurement*, un documento base per le imprese di tutta Europa per accedere ai bandi di gara per fornitura di tecnologie e processi di trasferimento tecnologico fino al 2028, redatto sotto il coordinamento della Direzione in diretto rapporto con le principali 20 Organizzazioni internazionali della ricerca coinvolti nel *Big Science Business Forum 2024*.

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, delle relazioni con i media e dell'ufficio stampa dell'ENEA. A tal fine, progetta e realizza progetti e iniziative strategiche per supportare il raggiungimento degli obiettivi dell'Agenzia e valorizzarne il ruolo nel trasferimento di tecnologie innovative, servizi avanzati e know-how scientifico alle imprese, alle pubbliche amministrazioni e ai cittadini.

Nel 2024, l'Unità REL ha potenziato le proprie attività per rispondere con sempre maggiore efficacia alle esigenze di un panorama comunicativo in continua evoluzione. In linea con le direttive degli Organi di Vertice e in raccordo con i Dipartimenti, le Direzioni e le Unità ENEA, ha rafforzato il supporto alla progettazione e realizzazione di iniziative di comunicazione interna ed esterna, per contribuire a consolidare l'immagine, la reputazione e il posizionamento dell'Agenzia presso gli stakeholder, anche in funzione dell'acquisizione di nuovi progetti e commesse. Le attività dell'Unità REL comprendono la gestione dei contenuti web, la diffusione di informazioni per il personale e le attività di comunicazione interna, la gestione della piattaforma e-learning e l'organizzazione di iniziative di formazione e informazione, con un focus specifico sul mondo della scuola e dei media; 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. Nel 2024 è stata intensificata la produzione di contenuti per i media e i social media, con un incremento della realizzazione di materiali audiovisivi a supporto della divulgazione scientifica e istituzionale.

Nell'anno di riferimento, inoltre, l'Unità REL ha focalizzato la sua attività sulle strategie e le nuove sfide per assicurare una corretta divulgazione scientifica e di divulgare anche a supporto del trasferimento tecnologico.

Tra le principali attività svolte:

- Ideazione, progettazione e realizzazione di attività di comunicazione, di eventi e iniziative di promozione, tra cui fiere, manifestazioni, festival, siti web istituzionali e di progetto, loghi, brochure e video promozionali.
- Redazione, stampa e promozione della rivista scientifica ENEA Energia Ambiente e Innovazione e della newsletter ENEAinform@ in italiano e inglese.
- Monitoraggio delle agenzie di stampa, delle riviste specializzate e realizzazione della rassegna stampa, con un'analisi dettagliata della copertura mediatica su stampa cartacea, web e TV.
- Rafforzamento della presenza sui principali social network (Facebook, LinkedIn, Twitter, Instagram, YouTube)
- Potenziamento della produzione di video e materiali di repertorio per supportare i media televisivi nazionali e internazionali nella realizzazione di servizi giornalistici.
- Ampliamento delle attività di formazione interna ed esterna, con il consolidamento della qualifica di Ente Formatore per giornalisti e l'organizzazione di giornate di formazione professionale in collaborazione con l'Ordine Nazionale dei Giornalisti e l'Associazione stampa romana.

PRINCIPALI RISULTATI RAGGIUNTI NELL'ANNO 2024, CON RIFERIMENTO AGLI OBIETTIVI INDICATI NEL PIAO 2024-2026

Obiettivo Specifico REL.OS.01 - Rafforzare il posizionamento e l'immagine dell'ENEA nel contesto nazionale e internazionale come soggetto di eccellenza tecnico-scientifica e partner strategico nell'accompagnare la PA, i cittadini, le imprese e le associazioni di categoria verso la crescita e la competitività attraverso l'offerta di servizi e tecnologie innovative, progettualità, infrastrutture di ricerca, professionalità dedicate, anche tramite la valorizzazione del patrimonio di conoscenze e di risultati della ricerca.

Con riferimento ai lanci di agenzia e articoli su carta stampata e web; servizi audiovideo su TV, radio e web nel corso del 2024 ne sono stati conteggiati 33.787 (-4% rispetto al 2023), oltre a 824 servizi audiovisivi tra tv, radio e web.

Nel corso del 2024 REL-MEDIA ha prodotto 375 tra comunicati stampa e news, 44 edizioni del settimanale ENEAinform@ (22 in italiano e 22 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 che hanno raggiunto un totale di 214.330 (Instagram +15%, LinkedIn +10%, Facebook +2% e YouTube +6%). Solo X ha avuto una leggera flessione di follower (-1%) imputabile al passaggio di proprietà della piattaforma che ha comportato molte cancellazioni.

Nel 2024, è stata svolta un'intensa attività di disseminazione per progetti di ricerca nazionali e internazionali. In particolare, l'Unità ha organizzato la partecipazione di ENEA a 20 fiere di settore, registrando un incremento di 9 eventi rispetto al 2023. Ha inoltre aggiornato 55 siti web, con l'obiettivo di offrire ai visitatori canali di interazione differenziati in base alle tematiche di interesse. Per potenziare la comunicazione visiva, sono stati realizzati 38 video promozionali e 10 shooting fotografici, contribuendo alla crescita dei follower sui canali social istituzionali. La produzione di contenuti multimediali di alta qualità si è rivelata essenziale per il rafforzamento della presenza di ENEA su YouTube e Instagram.

Infine, è stato garantito il supporto alla rete scientifica dell'ente nella progettazione e pubblicazione di 22 volumi e 18 Rapporti Tecnici, oltre alla produzione, promozione e diffusione della rivista "Energia Ambiente e Innovazione".

Nel 2024, sono stati organizzati oltre 100 eventi, tra convegni, seminari e kick-off meeting, con circa 30 live streaming e relativa produzione video.

L'Unità ha continuato a potenziare il canale YouTube Eventi ENEA, realizzando e pubblicando propri contributi (collana STEM) che hanno comportato un incremento del circa 70% di visualizzazioni. Ha inoltre coordinato la partecipazione di ricercatori ENEA a eventi esterni e arricchito il sito Eventi ENEA con circa 120 nuove pagine, consolidandolo come archivio di riferimento.

Ha supportato l'utenza della piattaforma e-learning, fornendo risposte continue e seguendo tutto il processo di rilascio attestati di frequenza ai corsi. Ha collaborato con scuole su progetti educativi come la Mappa della Città Educante e altri e coordinato 33 Percorsi per le Competenze Trasversali e l'Orientamento (PCTO). Ha gestito l'iter di concessione di oltre 100 patrocini/contributi. Ha inoltre fornito un servizio di traduzione, in inglese della newsletter ENEAinforma@.

PRINCIPALI INTERLOCUTORI (NAZIONALI E INTERNAZIONALI) COINVOLTI NELLE ATTIVITÀ

Nel corso del 2024, l'Unità Relazione e Comunicazione di ENEA ha sviluppato e rafforzato il proprio network di interlocutori sia a livello nazionale che internazionale.

Di seguito una panoramica dei principali stakeholder coinvolti:

- **Istituzioni Nazionali e Internazionali:** Ministeri, Agenzie governative, Commissione Europea, Organismi delle Nazioni Unite, altre organizzazioni di ricerca e innovazione.
- **Industria e Settore Privato:** Grandi aziende, PMI innovative, start-up tecnologiche, associazioni di categoria, distretti industriali.
- **Enti di Ricerca e Università:** Collaborazioni con atenei, istituti di ricerca, consorzi scientifici e laboratori nazionali e internazionali.
- **Media e Giornalisti:** Testate giornalistiche, agenzie di stampa, riviste scientifiche
- **Pubblico Generale e Comunità:** Coinvolgimento della cittadinanza attraverso eventi divulgativi, open day, webinar e campagne di sensibilizzazione. Attività di engagement e divulgazione tramite canali social (LinkedIn, Twitter, Facebook, Instagram, YouTube) e campagne digitali.

Le attività svolte hanno permesso di ampliare la visibilità e l'impatto delle iniziative ENEA, garantendo un'interazione efficace con un pubblico diversificato e multidisciplinare.

RICADUTE ECONOMICHE E TECNOLOGICHE SUL SISTEMA INDUSTRIALE

Le attività prioritarie dell'Unità Relazione e Comunicazione riguardano la diffusione di informazioni sulle attività dell'ENEA e la promozione del suo operato per rafforzarne il posizionamento, la notorietà e l'immagine. Questo si inserisce nel più ampio obiettivo di facilitare l'incontro tra l'offerta (ricerca e tecnologie ENEA) e la domanda (stakeholder, portatori di interesse, potenziali committenti), favorendo il trasferimento tecnologico e l'innovazione.

Nel 2024 si è registrato un ulteriore incremento delle richieste di servizi, supporto e collaborazione da parte dei dipartimenti, direzioni e unità dell'ENEA, così come dai laboratori e dai singoli ricercatori e tecnologi. Queste richieste hanno riguardato la partecipazione a iniziative e progetti, la realizzazione di siti web, la presenza in manifestazioni e premi, consolidando il ruolo dell'Unità REL come elemento chiave nel supporto alla comunicazione strategica dell'ENEA.

L'Unità ha inoltre continuato a fornire un servizio di consulenza ai colleghi coinvolti in eventi di comunicazione. Tra le attività di maggiore rilievo vi sono quelle legate alla pubblicazione del nuovo sito web Ricerca di Sistema Elettrico ENEA. Il portale rappresenta un punto di riferimento per l'accesso a informazioni, progetti e risultati nel settore dell'energia sostenibile, della digitalizzazione e della sicurezza del sistema elettrico. Frutto di un'attività di comunicazione mirata, il sito facilita la diffusione delle conoscenze e il dialogo tra istituzioni, imprese e ricercatori, contribuendo alla transizione energetica e all'innovazione tecnologica.

Nel corso del 2024, l'Unità REL ha rafforzato ulteriormente il posizionamento dell'ENEA come partner strategico per le imprese interessate a crescere e innovare. Tra gli strumenti chiave utilizzati per raggiungere questo obiettivo vi è la storica rivista scientifica Energia, Ambiente e Innovazione, che approfondisce tematiche di interesse per ENEA e amplia il network di interlocutori istituzionali e industriali, sia a livello nazionale che internazionale. Nei numeri più recenti sono state trattate tematiche come la transizione energetica, l'idrogeno, l'economia circolare, il contrasto al cambiamento climatico e la digitalizzazione industriale. Infine, l'Unità REL ha gestito il processo di selezione del progetto di ricerca destinatario dei fondi del 5x1000, consolidando il supporto a iniziative ad alto impatto tecnologico ed economico per il sistema industriale.

Tabella 1. Programma: Dipartimento Nucleare – (NUC)

1.1 Programma: Dipartimento Nucleare- NUC (1)

Indicatore		Dati di Previsione 2024	Dati di Consuntivo 2024	Δ	analisi scostamenti
1A) Incidenza spese di personale	Costo del personale/Valore delle entrate	2,42	2,35	- 0,07	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 allo slittamento al 2025 dell'erogazione di alcune competenze quali il conguaglio relativo allo scatto di fascia e la produttività.
2A) Valore del programma (dati in euro)	Costo del personale+Spese dirette totali	54.580.051	50.254.177	- 4.325.874	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 la manutenzione delle apparecchiature e dei laboratori di 1.158 migliaia di euro, materiali di consumo per la ricerca che si incrementano rispetto alla previsione di 1.218 migliaia di euro, per l'avvio delle nuove attività. Tali incrementi in parte sono compensati dalle minori spese finalizzate alla realizzazione di impianti di ricerca e acquisto di apparecchiature scientifiche a seguito dello slittamento al 2025 dell'aggiudicazione delle relative gare.
3A) Equilibrio finanziario	Valore delle uscite (Spese dirette totali)/Valore delle entrate	1,09	1,24	0,15	Il valore dello scostamento è conseguente prevalentemente ad un incremento delle spese correnti rispetto alle entrate per l'avanzamento delle attività di progetti in ambito PNRR.
4A) Valorizzazione spese per Investimenti	Spese in conto capitale/Spese dirette totali (correnti + in c/capitale)	0,67	0,44	- 0,23	Relativamente agli Impianti di ricerca, si registrano minori spese attribuite allo slittamento all'esercizio 2025 per l'assegnazione di alcune gare, tra queste si riportano due gare associate agli impianti in costruzione nel C.R. ENEA del Brasimone (impianti Hydra e Water Loop; gara dei compressori e delle valvole) e all'aggiudicazione della gara afferente ai triodi planari per il progetto Top Implant
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)	-20.146	-1.849.186	- 1.829.040	Il decremento è attribuito prevalentemente alle minori entrate rilevate a consuntivo riferite al progetto EUROfusion che sarà contabilizzata nel 2025 con la consuntivazione/chiusura di budget delle attività.
6A) Internazionalizzazione attività	Valore delle entrate per programmi internazionali/Valore delle entrate	0,74	0,64	- 0,10	Il decremento è legato prevalentemente al progetto EUROfusion a seguito della minore rilevazione dell'entrata nell'anno corrente in quanto accertata contabilmente con la consuntivazione/chiusura di budget delle attività che per la stessa natura del progetto vengono definiti nell'anno successivo
7A) Incentivazione del personale (dati in euro)	Risorse accertate sul fondo conto terzi	73.738	60.235	- 13.503	Relativamente ai compensi relativi alle attività commerciali si nota una leggera diminuzione delle entrate rispetto al previsto, dovuto allo slittamento temporale dei trasferimenti relativi ad alcuni progetti
8A) Valorizzazione giovani ricercatori	Spese per il ricorso al lavoro flessibile/Spese di personale	0,01	0,05	0,04	
9A) Avanzamento programma	Spese dell'anno + costo del personale/Spese del triennio + costo del personale del triennio	0,27	0,25	- 0,02	

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

1.1 Programma: Dipartimento Nucleare (NUC)(1)(2)

Indicatore		Dati di Previsione 2024	Dati di Consuntivo 2024	Δ	analisi scostamenti
1A) Incidenza spese di personale	Costo del personale/Valore delle entrate	0,32	0,29	0,04	Le minori entrate relative al progetto DTT in sede di consuntivo rispetto a quelle previste sono state compensate dalle minori spese di personale sostenute a seguito delle minori assunzioni realizzate generando un indicatore inferiore rispetto a quello previsto. Le minori entrate sul progetto DTT riguardano una diversa programmazione delle stesse. Infatti in previsione sono stati ipotizzati finanziamenti della Regione Lazio per il sistema di distribuzione per 17 milioni di euro e 2 milioni di euro a valere sul nuovo programma Mission Innovation mentre a consuntivo l'entrata di 18 milioni di euro è a valere sui fondi PNRR progetto DTTU,
2A) Valore del programma (dati in euro)	Costo del personale+Spese dirette totali	143.730.134	115.629.808	28.100.326	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 dovuto al ritardo nella aggiudicazione della gara delle casse del magnete (valore di aggiudicazione della gara di 30 milioni di euro). Inoltre alcune milestone contrattuali non sono state raggiunte come previsto per il 2024. Rientrano in questa categoria la milestone finale del primo contratto applicativo con Thales per i gyrotron ECRH (valore della milestone 1,5 milioni di euro), la milestone per il completamento del primo winding pack con la ditta ASG (valore 1 di euro) e le milestone dei contratti con Jema per l'alimentatore del magnete toroidale (valore 0,3 milioni di euro) e con Energy Technologies per il sistema di protezione del medesimo alimentatore (valore 0,2 milioni di euro).
3A) Equilibrio finanziario	Valore delle uscite (Spese dirette totali)/Valore delle entrate	0,91	0,72	0,19	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	0,82	0,08	Le spese previste per la realizzazione dell'impianto sono ridotte a seguito dei ritardi di cui sopra.
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)	25.892.311	41.359.383	15.467.072	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 32 milioni di euro. Nella differenza, sono comprese le risorse provenienti dal prestito BEI le quali sono confluite per la parte non spesa nell'avanzo vincolato al progetto medesimo.
6A) Internazionalizzazione attività	Valore delle entrate per programmi internazionali/Valore delle entrate	0,10	0,08	0,02	
7A) Incentivazione del personale (dati in euro)	Risorse accertate sul fondo conto terzi	73.738	60.235	13.503	Relativamente ai compensi relativi alle attività commerciali si nota una leggera diminuzione delle entrate rispetto al previsto, dovuto allo slittamento temporale dei trasferimenti relativi ad alcuni progetti
8A) Valorizzazione giovani ricercatori	Spese per il ricorso al lavoro flessibile/Spese di personale	0,01	0,05	0,04	
9A) Avanzamento programma	Spese dell'anno + costo del personale/Spese del triennio + costo del personale del triennio	0,71	0,57	0,14	

- (1)** Il programma FSN è comprensivo delle attività del Progetto DTT. Nello specifico:
- **Bilancio di Previsione 2024:**
Entrate previste di 69.000.000 euro di cui 2.000.000 euro quali contributi a valere sul nuovo programma Mission Innovation, 17.000.000 euro quali contributi della Regione Lazio per il sistema di distribuzione e 50.000.000 euro quale entrata prestito BEI. Spese per la costruzione pari a 82.658.000 euro e interessi passivi sul prestito BEI pari a euro 5.106.083.
 - **Conto Consuntivo 2024:**
Entrate conseguite di 68.682.494 euro di cui 18.682.494 euro a valere sui fondi PNRR progetto DTTU e 50.000.000 euro quale entrata del Prestito BEI. La spesa per la costruzione pari a 60.269.547 euro e interessi passivi sul prestito BEI pari a 5.106.083 euro.
- (2)** Valori comprensivi del Fondo di rotazione di cui ex legge 183/87 di euro 32.204.540.

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

1.2 Programma: Tecnologie energetiche e fonti rinnovabili (TERIN)

Indicatore		Dati di Previsione 2024	Dati di Consuntivo 2024	Δ	analisi scostamenti
1A) Incidenza spese di personale	Costo del personale/Valore delle entrate	0,90	0,83	- 0,07	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 allo slittamento al 2025 dell'erogazione di alcune competenze quali il conguaglio relativo allo scatto di fascia e la produttività.
2A) Valore del programma (dati in euro)	Costo del personale+Spese dirette totali	88.679.868	68.399.322	- 20.280.545	Il decremento è dovuto ai minori costi di personale e alle minori spese per investimento a seguito della numerosità delle procedure di gara e relativa complessità introdotte dal nuovo codice dei contratti e ritardi nell'adeguamento alla metodologia BIM, necessaria per l'attuazione di tali azioni, gare e appalti.
3A) Equilibrio finanziario	Valore delle uscite (Spese dirette totali)/Valore delle entrate	1,20	0,74	- 0,46	La modifica di questo indicatore è legata ad un incremento del Valore delle entrate (3%) superiore rispetto alla diminuzione del Valore delle spese (-36%).
4A) Valorizzazione spese per Investimenti	Spese in conto capitale/Spese dirette totali (correnti + in c/capitale)	0,78	0,58	- 0,20	Il decremento è attribuito prevalentemente alle minori spese per la realizzazione di impianti di ricerca e per l'acquisto di apparecchiature scientifiche in considerazione della "complessità" nell'espletamento delle gare per le novità introdotte dal nuovo codice dei contratti oltre che da ritardi nell'adeguamento alla metodologia BIM. Alcune azioni di spesa di particolare rilievo sono state spostate al 2025 per una migliore gestione ed efficacia dell'intero processo di acquisizione dando priorità agli interventi PNRR. Si riportano minori spese, rispetto alla previsione, per la realizzazione di impianti di ricerca e per l'acquisizione di Apparecchiature tecnico-scientifiche di circa 16 milioni di euro.
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)	7.652.303	17.746.935	10.094.632	Si evidenzia che al netto degli avanzi di amministrazione, l'indicatore, dato dalla differenza fra entrate e spese dell'esercizio mostra un incremento maggiore del margine conseguito pari a 11,4 milioni di euro. Su tale valore tuttavia hanno influito le minori spese per lo svolgimento delle attività programmatiche slittate al 2025 e il conseguente avanzo di amministrazione generatosi rispetto alla previsione.
6A) Internazionalizzazione attività	Valore delle entrate per programmi internazionali/Valore delle entrate	0,07	0,07	0,00	I "Programmi europei ed internazionali" a consuntivo risultano in linea rispetto a quanto stimato in sede di Previsione 2024.
7A) Incentivazione del personale (dati in euro)	Risorse accertate sul fondo conto terzi	53.151	41.548	- 11.603	A consuntivo, c'è decremento rispetto alla previsione dovuta a contratti non ancora formalizzati o stimati per importi inferiori.
8A) Valorizzazione giovani ricercatori	Spese per il ricorso al lavoro flessibile/Spese di personale	0,08	0,09	0,01	
9A) Avanzamento programma	Spese dell'anno + costo del personale/Spese del triennio + costo del personale del triennio	0,32	0,24	-0,07	

Tabella 3. Programma: Sostenibilità, circolarità e adattamento al cambiamento climatico dei Sistemi Produttivi e Territoriali -SSPT

1.3 Programma: Circolarità e adattamento al cambiamento climatico dei sistemi produttivi e territoriali (SSPT)

Indicatore	Dati di Previsione 2024	Dati di Consuntivo 2024	Δ	analisi scostamenti	
1A) Incidenza spese di personale	Costo del personale/Valore delle entrate	2,13	1,56	- 0,57	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 allo slittamento al 2025 dell'erogazione di alcune competenze quali conguaglio relativo allo scatto di fascia e la produttività.
2A) Valore del programma (dati in euro)	Costo del personale+Spese dirette totali	54.929.050	44.466.159	- 10.462.892	Il decremento è legato alla minore spesa di personale e alle minori spese per attività progettuali soprattutto riferite all'acquisto di apparecchiature/strumentazioni, materiali tecnici e contratti per attività tecnico-scientifiche da commissionare a terzi slittati all'esercizio 2025 a seguito della complessità delle procedure di gara introdotta del nuovo codice dei contratti.
3A) Equilibrio finanziario	Valore delle uscite (Spese dirette totali)/Valore delle entrate	0,68	0,37	- 0,31	Il valore dello scostamento è conseguenza prevalente delle minori spese totali realizzate rispetto alle maggiori entrate conseguite, a seguito dello slittamento al 2025 di alcune azioni di spesa di particolare rilievo per una migliore gestione ed efficacia dell'intero processo di acquisizione dando priorità agli interventi PNRR.
4A) Valorizzazione spese per Investimenti	Spese in conto capitale/Spese dirette totali (correnti + in c/capitale)	0,40	0,42	0,03	Si riporta un lieve scostamento rispetto a quanto previsto, tuttavia in termini assoluti a consuntivo 2024 si sono conseguite minori spese per 4,7 milioni di euro di cui 3 milioni per spese correnti
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)	7.523.652	10.552.473	3.028.822	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 14,4 milioni di euro. Tuttavia la presenza di un avanzo di amministrazione finale stimato in fase di previsione in 4 milioni di euro rispetto a quello conseguito pari a 12 milioni di euro ha determinato una riduzione del margine. Su tale parametro ha influito il ritardo nell'espletamento delle attività accertate nell'anno di riferimento (si riporta l'incasso relativo all'anticipo dell'accordo sul progetto HUB Tecnologico MPC con il MASE per circa 4 milioni di euro).
6A) Internazionalizzazione attività	Valore delle entrate per programmi internazionali/Valore delle entrate	0,12	0,16	0,04	Rispetto alla previsione originaria si sono realizzati una serie di 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 esecuzione di ricerche concernenti la "Ricerca, sviluppo, produzione e monitoraggio di tre sistemi espositivi operanti a 27,5 GHz" nell'ambito del progetto SEAWAVEL oltre che agli accertamenti per i pre-finanziamenti dei progetti Horizon EVERPV pari a 0,3 milioni di euro e del progetto INTERREG LANDFEED pari a 0,1 milioni di euro di competenza della Divisione SSPT-EC
7A) Incentivazione del personale (dati in euro)	Risorse accertate sul fondo conto terzi	26.912	81.918	55.006	Lo scostamento è dovuto alle maggiori entrate per contratti di servizio rispetto a quanto indicato in sede di previsione e sono prevalentemente legati alla Convenzione tra il MISE-Direzione Generale per gli incentivi alle Imprese e l'ENEA per supporto e gestione dell'intervento agevolato alle imprese su Economia Circolare.
8A) Valorizzazione giovani ricercatori	Spese per il ricorso al lavoro flessibile/Spese di personale	0,06	0,04	- 0,01	
9A) Avanzamento programma	Spese dell'anno + costo del personale/Spese del triennio + costo del personale del triennio	0,35	0,29	- 0,07	

Tabella 4. Programma: Efficienza energetica (DUEE)

1.4 Programma: Efficienza energetica (DUEE)					
Indicatore		Dati di Previsione 2024	Dati di Consuntivo 2024	Δ	analisi scostamenti
1A) Incidenza spese di personale	Costo del personale/Valore delle entrate	1,89	1,33	- 0,56	Il valore è conseguenza del combinato disposto di due effetti: a) 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 allo slittamento al 2025 dell'erogazione di alcune competenze quali il conguaglio relativo allo scatto di fascia e la produttività. b) Il secondo relativo all'incremento delle entrate attribuito prevalentemente alla rilevazione delle entrate relative al Programma RdS PTR 2022-2024 per circa 2,6 milioni di euro rispetto a quanto stimato.
2A) Valore del programma (dati in euro)	Costo del personale+Spese dirette totali	16.449.568,13	15.586.125,91	- 863.442,22	La diminuzione del valore del programma tra consuntivo e previsione è dovuta alla diminuzione sia del costo del personale, come sopra indicato, mentre le spese dirette totali si incrementano rispetto alla previsione originaria, tra queste ad esempio le spese afferenti i contratti per attività tecnico-scientifiche da commissionare a terzi che rilevano una maggiore spesa di 1,5 milioni di euro rispetto alla previsione originaria.
3A) Equilibrio finanziario	Valore delle uscite (Spese dirette totali)/Valore delle entrate	0,46	0,46	- 0,00	L'indicatore relativo all'equilibrio finanziario è in linea rispetto alla previsione, tuttavia in termini assoluti si riportano maggiori entrate e maggiori spese rispetto a quanto stimate, rispettivamente di 1,7 e 0,8 milioni di euro, per effetto di quanto detto sopra.
4A) Valorizzazione spese per investimenti	Spese in conto capitale/Spese dirette totali (correnti + in c/capitale)	0,34	0,20	- 0,14	Il decremento è attribuito prevalentemente alle minori spese in conto capitale rispetto a quanto stimato. Su tale decremento ha inciso la mancata realizzazione dei progetti POC.
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)	4.041.138,75	7.103.698,53	3.062.559,78	Si evidenzia che al netto degli avanzi di amministrazione, l'indicatore dato dalla differenza fra entrate e spese dell'esercizio mostra un incremento maggiore del margine conseguito pari a 4,7 milioni di euro. Tuttavia la presenza di un avanzo di amministrazione finale stimato in fase di previsione in 0,7 milione di euro rispetto a quello di consuntivo pari a 3 milioni di euro determina una riduzione del margine conseguito. 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	0,07	0,08	0,01	Dato in linea con quanto previsto.
7A) Incentivazione del personale (dati in euro)	Risorse accertate sul fondo conto terzi	5.698	8.332	2.634	Si evidenzia che lo scostamento di valori intervenuto fra consuntivo e previsione 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	-	0,00	0,00	
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 2024	Dati di Consuntivo 2024	Δ	analisi scostamenti
1A) Incidenza spese di personale	Costo del personale/Valore delle entrate	3,20	2,63	- 0,56	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 allo slittamento al 2025 dell'erogazione di alcune competenze quali il conguaglio relativo allo scatto di fascia e la produttività.
2A) Valore del programma (dati in euro)	Costo del personale+Spese dirette totali	4.794.326	3.968.232	- 826.093	Alla minore spesa di personale si aggiunge il decremento delle spese per attività di ricerca che si riducono rispetto a quelle di previsione a seguito di una sovrastima, eccessivamente precauzionale, delle spese correnti legate a materiali di consumo, manutenzioni straordinari o altri servizi urgenti per attività tecnico-scientifiche. Sono state anche rimandate alcune spese di investimento a seguito della numerosità delle procedure di gara e relativa complessità introdotte dal nuovo codice dei contratti
3A) Equilibrio finanziario	Valore delle uscite (Spese dirette totali)/Valore delle entrate	0,78	0,34	- 0,44	Lo scostamento negativo, fermo restando alle motivazioni sopra esposte è attribuito al decremento relativo alle spese per attività di ricerca (-0,5 mil) rispetto all'incremento attribuito alle entrate (0,1 mil).
4A) Valorizzazione spese per Investimenti	Spese in conto capitale/Spese dirette totali (correnti + in c/capitale)	0,30	0,23	- 0,06	Il decremento è attribuito alle minori spese per interventi di investimento a seguito della numerosità delle procedure di gara
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)	191.665	736.331	544.666	Il contributo IRP al bilancio ENEA attraverso i margini finanziari è stato migliore del previsto: i margini sono stati superiori di quanto atteso 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	109.500	120.847	11.347	Incremento attribuito alle maggiori entrate per servizi tecnico scientifici.
8A) Valorizzazione giovani ricercatori	Spese per il ricorso al lavoro flessibile/Spese di personale	0,01	0,01	0,00	
9A) Avanzamento programma	Spese dell'anno + costo del personale/Spese del triennio + costo del personale del triennio	0,34	0,28	-0,06	

Tabella 6. Programma: Unità Tecnica Antartide (UTA)

1.6 Programma: Unità Tecnica Antartide (UTA)

Indicatore	Dati di Previsione 2024	Dati di Consuntivo 2024	Δ	analisi scostamenti	
1A) Incidenza spese di personale	Costo del personale/Valore delle entrate	0,20	0,09	- 0,11	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 allo slittamento al 2025 dell'erogazione di alcune competenze quali il conguaglio relativo allo scatto di fascia e la produttività.
2A) Valore del programma (dati in euro)	Costo del personale+Spese dirette totali	20.603.512	17.755.563	- 2.847.949	Il decremento è dovuto ai minori costi di personale e alle minori spese di investimento rispetto a quelle stimate di circa 1 milione di euro anche a seguito del minore incasso sull'AEA pari all'anticipo dell'80% rispetto a quanto all'intero importo del finanziamento di circa 15 milioni di euro stimato in previsione.
3A) Equilibrio finanziario	Valore delle uscite (Spese dirette totali)/Valore delle entrate	1,11	0,49	- 0,62	Lo scostamento è riferito al maggior incremento delle entrate realizzate (15 milioni di euro) su quelle previste rispetto al decremento delle spese sostenute (-2,5 milioni di euro). Le maggiori entrate sono riferite al finanziamento per la realizzazione del Piano di intervento infrastrutturale straordinario per le Stazioni Antartiche, a valere sul fondo per l'edilizia e le infrastrutture di ricerca in base al decreto del MUR 459 del 10/05/2023, non inserito in fase di previsione originaria
4A) Valorizzazione spese per Investimenti	Spese in conto capitale/Spese dirette totali (correnti + in c/capitale)	0,10	0,05	- 0,05	Il decremento è riferito prevalentemente alle minori spese per investimento di circa 1 milione di euro a seguito della minore entrata rilevata a consuntivo sull'AEA come sopra specificato.
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)	1.144.902	1.352.312	207.409	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 15,7 milioni di euro, per effetto del finanziamento per la realizzazione del Piano di intervento infrastrutturale straordinario per le Stazioni Antartiche, a valere sul fondo per l'edilizia e le infrastrutture di ricerca in base al decreto del MUR 459 del 10/05/2023 che non ha prodotto spese nell'esercizio corrente. Tuttavia si evidenzia che il programma di ricerca in Antartide non presenta una sua marginalità, in quanto il finanziamento è destinato interamente alla realizzazione della parte logistica della Campagna Antartica
6A) Internazionalizzazione attività	Valore delle entrate per programmi internazionali/Valore delle entrate	0,06	0,03	- 0,03	
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	0,26	0,22	- 0,04	

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

➤ TTEC

1.7 Programma: Trasferimento tecnologico (TTEC)

Indicatore		Dati di Previsione 2024	Dati di Consuntivo 2024	Δ	analisi scostamenti
1A) Incidenza spese di personale	Costo del personale/Valore delle entrate	30,51	3,75	- 26,77	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 allo slittamento al 2025 dell'erogazione di alcune competenze quali il conguaglio relativo allo scatto di fascia e la produttività.
2A) Valore del programma (dati in euro)	Costo del personale+Spese dirette totali	4.915.055	3.953.666	- 961.389	Oltre a quanto sopra esposto si rilevano minori spese inventariali e di consumo per le attività legate al progetti PoC
3A) Equilibrio finanziario	Valore delle uscite (Spese dirette totali)/Valore delle entrate	3,62	0,34	- 3,28	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)	0,05	0,05	0,00	L'indicatore è in linea a quanto previsto, tuttavia, vi è stata una contrazione delle spese sia di investimento che correnti per le suddette motivazioni
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)	- 362.448	724.628	1.087.076	L'indicatore nell'esercizio 2024 mostra un margine positivo rispetto alla previsione a seguito di una minore spesa dovuta al ritardo nella realizzazione di alcune attività programmatiche, quali i nuovi PoC con finanziamento esterno che sono slittati all'esercizio successivo
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	0,00	0,00	0,00	
9A) Valorizzazione giovani ricercatori	Spese per il ricorso al lavoro flessibile/Spese di personale	0,00	0,00	0,00	
10A) Avanzamento programma	Spese dell'anno + costo del personale/Spese del triennio + costo del personale del triennio	0,34	0,28	-0,07	

➤ REL

1.8 Programma: Programmi di Promozione e comunicazione (REL)

Indicatore		Dati di Previsione 2024	Dati di Consuntivo 2024	Δ	analisi scostamenti
1A) Incidenza spese di personale	Costo del personale/Valore delle entrate	1.121,79	14,88	- 1.106,90	Il decremento dello scostamento è legato: a) 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 turnover, oltre allo slittamento al 2025 dell'erogazione di alcune competenze quali il conguaglio relativo allo scatto di fascia e la produttività. a) alle maggiori entrate conseguite rispetto a quelle preventivate riferite al progetto EsPa, per il quale a consuntivo sono state rilevate entrate a seguito della rendicontazione presentata.
2A) Valore del programma (dati in euro)	Costo del personale+Spese dirette totali	2.746.780	2.277.028	- 469.752	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	191,76	2,36	- 189,40	
4A) Valorizzazione spese per Investimenti	Spese in conto capitale/Spese dirette totali (correnti + in c/ capitale)	0,09	0,05	- 0,03	
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)	398.909	179.211	219.698	
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	91,11	59,40	-31,71	Lo scostamento è legato alle minori attività svolte per i servizi di formazine (e-learning)
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	0,34	0,28	-0,06	

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		dati di Consuntivo		Indicatori da dati di Consuntivo		Deviazione Costo del servizio	Deviazione Incidenza del Costo del servizio/costi totali amministrativi 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 gestionali (valori percentuali)	Personale	Spese di funzionamento della struttura	Costo del servizio (personale + spese di funzionamento della struttura) dati in migliaia di Euro	Incidenza del Costo del servizio/costi totali amministrativi gestionali (valori percentuali)			
Direzione board dei direttori (BOARD)	5.000	0,01%			0	0,00%	5.000	-0,01%	
Presidenza/Direzione (DIR)	8.840.412 (1)	9,06%			3.099.097 (1)	3,57%	5.741.315	-5,50%	Il decremento è riferito: a) 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 allo slittamento al 2025 dell'erogazione di alcune competenze quali il conguaglio relativo allo scatto di fascia e la produttività; b) alle minori spese erogate alla società DTT per il funzionamento. Decremento pari a circa 5,3 milioni di euro.
Organo Centrale di sicurezza (OCS)	497.877	0,51%			322.441	0,37%	175.236	-0,14%	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 allo slittamento al 2025 dell'erogazione di alcune competenze quali il conguaglio relativo allo scatto di fascia e la produttività.
Ufficio degli Organi di Vertice (UVER) Servizi DIRGEN-UVER	4.462.060 (2)	4,56%			4.466.642 (2)	5,13%	4.592	0,57%	Spesa in linea con quanto previsto
DIREZIONE AUDIT, PERFORMANCE E RISK MANAGEMENT (APR)	339.474	0,35%			981.239	1,13%	641.764	0,78%	L'incremento è attribuito alla costituzione della Direzione APR a seguito del processo di riorganizzazione dell'Ente
DIREZIONE TRANSIZIONE DIGITALE, TRATTAMENTO E PROTEZIONE DATI (DIGIT)	0	0,00%			1.342.561	1,55%	1.342.561	1,55%	L'incremento è attribuito alla costituzione della Direzione DIGIT a seguito del processo di riorganizzazione dell'Ente
Direzione Amministrazione (ABF)	10.691.496	10,96%			14.517.432	16,72%	3.825.936	5,75%	L'incremento è riferito a: a) maggior costo del personale a seguito della ristrutturazione della Direzione ABF; b) maggiori spese a seguito del riversamento all'entrate del Bilancio dello Stato, ai sensi del comma 6 dell'art. 67 del Decreto - Legge 25 giugno 2008, n. 112 convertito con Legge del 6 agosto 2008 n. 133, dell'importo complessivo di euro 2.769 migliaia di euro per gli anni dal 2009 al 2023 e dell'importo di euro 193 migliaia di euro per l'anno 2024
Direzione Affari Legali, Prevenzione della Corruzione e Trasparenza (LEGALT)	2.736.504	2,81%			2.124.779	2,45%	611.726	-0,36%	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 allo slittamento al 2025 dell'erogazione di alcune competenze quali il conguaglio relativo allo scatto di fascia e la produttività.
Direzione Personale (PER)	5.497.320	5,64%			4.134.684	4,76%	1.362.636	-0,88%	
Direzione Infrastrutture e Servizi (ISER)	64.471.446 (3)	66,10%			55.672.379 (3)	64,33%	8.599.068	-1,77%	Il decremento è riferito a: a) 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 allo slittamento al 2025 dell'erogazione di alcune competenze quali il conguaglio relativo allo scatto di fascia e la produttività. b) minori spese per energia elettrica e gas dovute ad un efficientamento dei consumi e ad un slittamento nell'avvio di nuovi impianti di ricerca energivori.

-
- (1)** comprende spese di funzionamento erogate alla società DTT S.c.a.r.l. in previsione 2024 per 8.000.000 euro mentre a consuntivo 2024 per 2.730.739 euro fino al III° trimestre 2024.
 - (2)** comprende i compensi per gli organi di vertice e revisori dei conti.
 - (3)** Include spese per energia elettrica e gas rispettivamente in previsione 2024 euro 10.500.000 e a consuntivo 2024 euro 8.072.218.