

Rendiconto generale per l'esercizio finanziario 2025

Allegato 3

Piano degli indicatori e dei risultati attesi di bilancio

Indice

Introduzione	3
Dipartimento Nucleare (NUC)	4
Dipartimento Tecnologie Energetiche e Fonti Rinnovabili (TERIN)	16
Dipartimento Sostenibilità, circolarità e adattamento al cambiamento climatico dei Sistemi Produttivi e Territoriali (SSPT).....	35
Dipartimento Unità Efficienza Energetica (DUEE)	49
Istituto di Radioprotezione (IRP).....	62
Unità Tecnica Antartide (UTA)	67
Direzione Trasferimento Tecnologico (TTEC).....	69
Unità Relazioni e Comunicazione (REL).....	76
Tabella 1. Programma: Dipartimento Nucleare (NUC).....	78
Tabella 2. Programma: Tecnologie energetiche e fonti rinnovabili (TERIN).....	80
Tabella 3. Programma: Sostenibilità, circolarità e adattamento al cambiamento climatico dei Sistemi Produttivi e Territoriali (SSPT).....	81
Tabella 4. Programma: Efficienza energetica (DUEE)	82
Tabella 5. Programma: Istituto di Radioprotezione (IRP).....	83
Tabella 6. Programma: Unità Tecnica Antartide (UTA)	84
Tabella 7. Programma: Innovazione e trasferimento tecnologico (TTEC, REL).....	85
Tabella 8. Programmi delle Strutture di amministrazione, supporto e coordinamento	87

Introduzione

Al Rendiconto generale per l'esercizio finanziario 2025 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 2025 - con riferimento agli obiettivi fissati nel Piano della performance 2025-2027, i principali interlocutori e le ricadute economiche e tecnologiche più rilevanti.

Il Piano è stato redatto secondo le linee guida generali emanate con DPCM del 18 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 (REL), 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 (a confinamento magnetico e a confinamento inerziale, studi del plasma, diagnostiche, materiali, componenti ad alto flusso di calore, ciclo del combustibile, sicurezza, neutronica e dati nucleari, magneti superconduttori, metalli liquidi) e da fissione (reattori innovativi, modulari, reattori di piccola taglia, reattori di quarta generazione, sicurezza, salvaguardia, analisi incidentale, reattori di ricerca, dati nucleari, materiali), della chiusura del ciclo del combustibile (riprocessamento, decommissioning, gestione dei rifiuti radioattivi, siting, caratterizzazione radiologica), della ricerca applicata e servizi avanzati nel settore delle radiazioni ionizzanti e non (metrologia, optoelettronica, fotonica, laser, sensoristica, diagnostica, radioterapia, conservazione dei Beni Culturali), dello spazio (propulsione, produzione di energia, materiali, sensoristica) e della radiofarmacia (produzione di isotopi biomedicali).

Le attività del Dipartimento vengono svolte prioritariamente all'interno di grandi programmi/progetti di ricerca a valenza internazionale, quali: il consorzio EUROfusion, cui è stata demandata l'esecuzione delle attività dello *European Joint Fusion Programme* di Euratom, per il quale 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 le attività per la partecipazione italiana nello European Joint Programme on Radioactive Waste Management (EURAD)¹: l'ENEA è stata autorizzata dal MASE a prendere parte sia alla prima fase del Programma, EURAD-1 (2019-2024), sia alla seconda fase, EURAD-2 (2024-2029), in qualità di mandatario/beneficiario per l'Italia nell'ambito del Research Entities College.

Le priorità delle attività del Dipartimento tengono conto del PNRR, del PNIEC, di Mission Innovation e del programma Horizon Europe.

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

PRINCIPALI RISULTATI RAGGIUNTI NELL'ANNO 2025, CON RIFERIMENTO AGLI OBIETTIVI INDICATI NEL PIAO 2025-2027

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, con valori di erosione della superficie compatibili con la sua durata. Nell'ambito dell'accordo di costruzione tra l'ENEA e la società DTT s.c.a r.l., a cui l'ENEA ha affidato la gestione per la costruzione della macchina, si sono conseguiti nel 2025 i seguenti risultati:

- nell'ambito del PNRR sono stati eseguiti i FAT (Test di Accettazione in Fabbrica) degli ausiliari ICRH e degli alimentatori dei NAS (NonAxial Symmetric Coil), nell'ambito del WP1 coordinato da PLAS;
- si sono concluse le operazioni relative all'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) che hanno reso possibile l'avvio dei cantieri di DTT, generando un incasso pari a 1.216.000 euro.;
- Nell'ambito delle call di funzionamento, sono stati consolidati gli scenari operativi di DTT ed esplorati di nuovi scenari per il posizionamento internazionale della macchina.

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 stato svolto il ruolo di Industrial Liaison Officer per F4E tramite la diffusione delle informazioni relative alle gare di ITER, il supporto alle

¹ EURAD è un programma comune europeo nato per sostenere l'attuazione della Direttiva sulla gestione dei rifiuti radioattivi negli Stati membri dell'UE, tenendo conto delle varie fasi di avanzamento dei programmi nazionali, che in tutta Europa coprono un ampio spettro di fasi di sviluppo e livello di avanzamento, in particolare per quanto riguarda la politica nazionale relativa allo smaltimento geologico.

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

Nell'ambito dei progetti "Breeding Blanket" (WPBB) e "Balance of Plant" (WPBoP) sono continuate le attività di progettazione, sviluppo codici, simulazione e sperimentazione sul concetto "Water Cooled Lithium Lead Breeding Blanket" e il connesso "Balance of Plant" focalizzandosi su diversi aspetti della progettazione.

Relativamente alla progettazione e costruzione della nuova infrastruttura sperimentale W-HYDRA, composta dalle facility Water Loop (WPBB), STEAM (WPBoP) e LIFUS5/Mod4(WPBB), sono state preparate le specifiche tecniche per la costruzione degli impianti e avviata la gara d'appalto per un totale di circa 4 milioni di euro.

Sono proseguite le attività per la costruzione della Frascati Coil Cold Test Facility (FCCTF).

Nel 2025 sono stati forniti servizi di irraggiamento con neutroni da 14 e 2.5 MeV prodotti dall'impianto FNG a vari operatori esterni fra i quali Università St. Etienne IMT, INFN, CNR-Milano, ENI, SUBRA (DK) ed utenti progetto RADNEXT. Nel complesso sono state eseguite 10 campagne di misura di cui 3 di tipo commerciale, 1 in ambito EUROfusion, 8 negli altri progetti Europei.

Nel 2025 è stata avviata un'analisi approfondita degli impulsi JET dello scenario Baseline ad alta corrente, in plasm di Deuterio, Trizio e Deuterio-Trizio. Lo studio, con il contributo di ricercatori ENEA come esperti di instabilità MHD e coordinatori scientifici, ha evidenziato alcune criticità rilevanti per le future operazioni di ITER. Sono inoltre proseguite le analisi dello scenario ITER-Baseline del JET. Dalla seconda metà dell'anno è stata avviata una collaborazione internazionale per l'ottimizzazione delle fasi iniziali dello scenario Hybrid, al fine di prevenire instabilità MHD.

In ambito teoria e simulazione sono continuate le attività del Center for Nonlinear Plasma Science (CNPS), in collaborazione con istituti cinesi (USTC Hefei, SWIP Chengdu, Zhejiang University), a supporto dei tokamak BEST e DTT, anche nell'ambito di un progetto bilaterale finanziato dal MAECI.

Sono proseguite 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. Continua la collaborazione con i Laboratori Clarendon del Dip. di Fisica dell'Università di Oxford.

Nell'ambito della propulsione spaziale al plasma, ENEA ha proseguito le attività nel progetto Space It Up! per lo sviluppo di un propulsore innovativo basato su tecnologia Helicon, attraverso modellizzazione numerica e la preparazione dell'esperimento PHOENIX dedicato allo studio dell'interazione plasma-onde.

Sono proseguite le attività sui progetti EuPRAXIA Preparatory Phase e LEAPS-INNOV sul trasferimento tecnologico delle conoscenze legate agli impianti Free-Electron Laser (FEL) e agli ondulatori magnetici nonché la partecipazione del gruppo FEL ENEA a progetti di comune interesse con INFN (sviluppo di metodi di misura della deformazione meccanica per gli ondulatori della sorgente THz SABINA e studio delle prestazioni FEL e degli ondulatori delle AQUA e ARIA del progetto EuPRAXIA@SPARC_LAB).

Nel campo della fusione inerziale e dell'interazione laser-materia sono proseguite le attività dei progetti EUROfusion ENR-IFE.02.CEA-01 "Magnetized inertial confinement fusion e ENR-IFE.02.CEA-02 "High gain direct drive ignition with Foams as a Pathway to Energy (FoPIFE)" PRIN "Nanomaterials

for Fusion: experimental and modeling of nanostructured materials and plasma-material interactions for inertial & magnetic confinement fusion”; INFN-FUSION; Horizon Europe ReMade@ARI; e l’Azione Europea COST CA21128 PROBONO.

Sono stati coordinati da ENEA i due Expert Group di Laserlab-Europe AISBL (“Micro- and nano-structured materials for experiments with high-power lasers” e “Laser generated electromagnetic pulses”) relativi all’inerziale e all’interazione laser-materia, ciascuno comprendente oltre 20 Istituti internazionali.

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 ambito internazionale: sono continuate le attività del CNPS in collaborazione con KSTAR (Daejeon, Corea del Sud) nell’ambito della “Trilateral Collaboration on Energetic Particle Physics”; l’ENEA ha contribuito, con propri ricercatori selezionati attraverso una procedura internazionale nell’ambito del programma EUROfusion, alla definizione del *Research Plan* del Tokamak BEST (Burning Plasma Experimental Superconducting Tokamak) sviluppato presso ASIPP; è stato fornito un contributo significativo alle attività della macchina JT-60SA, attraverso la partecipazione al Project Committee nell’ambito del Broader Approach. In collaborazione con RFX è stata inoltre realizzata e consegnata la diagnostica VUV (Vacuum Ultraviolet), attualmente installata in sito e in attesa del commissioning integrato.

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 2025 presso la Facility Calliope (NUC-IRAD-GAM) sono state svolte numerose attività di testing di irraggiamento gamma (tra cui 30 richieste di tipo commerciale). Per quanto riguarda le applicazioni nucleari (fissione e fusione) sono stati condotti test su componenti elettronici (ALTER), sistemi ottici e per sensori e sistemi per videoispezione (ISEC), materiali per guarnizioni e sistemi elettronici (Seibersdorf labor GmbH). Nel corso del 2025 inoltre il Laboratorio NUC-IRAD-GAM, nell’ambito delle attività previste dal partenariato con le società francesi CERG SAS (capofila) e ATRON Metrology, ha provveduto alla progettazione ed acquisizione di un sistema per l’esecuzione di test di irraggiamento gamma in temperatura (70°C) su materiali cementizi e metallici rivestiti.

Sono stati eseguiti i test previsti nell’ambito della collaborazione con il laboratorio NUC-FUSEN-COND per lo studio degli effetti delle radiazioni su campioni materiali superconduttivi (commerciali ed innovativi)(attività EUROfusion Task PRD), condotti a bassa temperatura.

Sono proseguiti i test di irraggiamento, in collaborazione con il laboratorio NUC-FUSEN-DIA, su sistemi elettronici e materiali da impiegare in rivelatori a 4He.

Altre attività di irraggiamento sono state condotte su componenti ottici ed optoelettronici, sensori, fibre ottiche, rivelatori di radiazione, matrici organiche e biologiche oltre che test di qualifica per sistemi e componenti per applicazioni spaziali ed esperimenti di Fisica delle Alte Energie richiesti sia

da utenti pubblici (ASI, INFN, CERN, Università) che privati (IMT s.r.l., Media Lario, Gran Sasso Tech, Umbra Group, TESAT).

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 previste dal 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 in corso di svolgimento il Progetto ASI BIOMIRATE ("Sistemi BIOrigenativi: 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 biorigenativo.

Proseguono le collaborazioni nell'ambito delle associazioni del laboratorio NUC-IRAD-GAM con INFN LNF (MuCol), INFN RM1-CERN (CMS – fase 2) e INFN RM3-SuperKEKB (Belle 2) per diverse tipologie di materiali, rivelatori e sistemi che trovano applicazione in esperimenti di Fisica delle Alte Energie.

Il Dipartimento NUC partecipa al progetto SECURE che fa riferimento alla tematica "Secure and Safe Supply and Use of Radioisotopes", per lo sviluppo di tecnologie innovative di produzione di radionuclidi per uso medico (diagnosi e/o terapia). Il progetto si è concluso in data 30 Settembre 2025.

Continuano le attività previste dai progetti europei HARPERS, resCUE, SELENE, e partecipa, inoltre, ai Work Packages WP5: ICARUS - Innovative characterisation techniques for large volumes e WP7: L'OPERA - Long-term performance of waste matrices nell'ambito del Programma EURAD2.

NUC fa anche parte del network EuradScience, che coinvolge le organizzazioni di ricerca che operano in attività di ricerca nel contesto del Programma EURAD-2, con l'obiettivo di garantire l'eccellenza scientifica a lungo termine in tutti gli aspetti della gestione dei rifiuti radioattivi.

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.

Nel corso del 2025 ENEA ha sottoscritto la partecipazione come membro al Consorzio EAGLES, volto al lancio sul mercato di un AMR refrigerato a piombo (EAGLES-300) per il 2039. Durante l'anno, sono iniziate le attività di progettazione, con particolare riguardo al nocciolo, e sono state definite le strategie di ricerca, sviluppo e qualifica dei componenti.

Le attività di R&D sono state svolte principalmente nell'ambito di Progetti EURATOM H2020 e di Gruppi di Lavoro Internazionali. Nel corso del 2025 sono state effettuate, sull'impianto HELENA presso il C.R. Brasimone, le prove sperimentali di vibrazioni fluido indotte su elementi di combustibile nucleare per reattori a piombo, previste nell'ambito del progetto PASCAL (coordinamento ENEA), giunto al termine alla fine di ottobre.

Le attività di sviluppo e validazione di metodi e codici di analisi a supporto della progettazione di nocciolo, così come le attività di servizio di progettazione ed analisi – anche a mezzo dei metodi e codici proprietari – sono proseguite per tutto il 2025. I nuovi strumenti di analisi sono stati integrati nella piattaforma MEDUSA, per la quale sono pervenute ulteriori richieste di rilascio da parte di alcuni partner industriali. In parallelo, sono proseguite le attività di supporto verso l'azienda Newcleo, riguardanti l'elaborazione e l'analisi dei progetti ingegneristici di riferimento tanto per il reattore da

irraggiamento (supportato da un finanziamento nell'ambito del programma France 2030) quanto per quello commerciale che l'azienda propone e per le facility sperimentali in fase di realizzazione presso il C.R. Brasimone. In merito alle azioni di R&S, sono proseguite le attività sui progetti del programma quadro EURATOM H-EU. Sono state ultimate le attività previste dal progetto HARMONISE, in merito allo studio dei quadri regolatori europei di armonizzazione per applicazione a sistemi di IV Generazione e a fusione. È stato siglato il progetto LEadInGreen con Newcleo e la Regione Emilia-Romagna per la progettazione e realizzazione di una facility sperimentale denominata TETRIS che sarà installata presso l'ENEA del Brasimone. È inoltre stato fornito supporto alle attività sperimentali legate alla misura di sezioni d'urto di cattura e totale per gli isotopi del rame, previste dal progetto APRENDE e condotte presso la facility n_TOF del CERN.

Nel 2025 ENEA per il progetto PATRICIA (Partitioning And Transmuter Research Initiative in a Collaborative Innovation Action), dedicato ad attività di Partitioning & Transmutation, ha completato la progettazione e realizzazione di una sezione di prova denominata THETIS (Thermal-hydraulic HELical Tubes Innovative System).

Sono continuate le attività del progetto pilota dell'EERA – JPNM Joint Programme on Nuclear Materials dal titolo High-Temperature Alternative Materials for Lead Fast Reactors (HAMLETO) coordinato dall'ENEA per lo sviluppo di reattori di quarta generazione raffreddati al piombo liquido.

Nell'ambito del progetto SORGENTINA sono stati installati e adeguati gli impianti elettrici e di raffreddamento, i sistemi di sicurezza. L'impianto è stato poi acceso per effettuare i primi test di funzionamento.

Nel corso del 2025 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 sono continuate nell'arco del 2025 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), ottenendo l'accreditamento presso ENAC per una accademia di volo in ambiente critico.

Nell'ambito di Progetti EC, EURATOM H2020, Horizon Europe, e di Gruppi di Lavoro Internazionali sono state svolte attività relative ad acquisizione, sviluppo ed applicazione di metodologie per la preparazione e gestione di emergenze radiologiche e nucleari e l'analisi degli incidenti gravi. Continuano le attività previste nel progetto ESFR-SIMPLE (analisi di sicurezza per SMR raffreddato a sodio), e LESTO (ricerca finalizzata allo sviluppo dei reattori AMR a piombo).

Sono continuate anche nel 2025 le attività di benchmarking per situazioni di emergenze con il codice JRODOS nell'ambito del Rodos User Group (RUG) di NERIS.

L'ENEA ha monitorato le fasi di approvazione del PNR e ha contribuito al perfezionamento della definizione delle linee di attività, continuando a presidiare il gruppo TWG6, TWG2 e TWG3 della EU SMR-Industrial Alliance, fornendo supporto alle istituzioni, coordinando le attività italiane nel Nuclear Safety and Security Group del G7, nel Chernobyl Contact Group del G7, svolgendo il ruolo di Alternate

Representative per il Nuclear Security Guidance Committee di IAEA, e partecipando alla General Conference di IAEA.

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 ha riguardato 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 hanno riguardato: la partecipazione alle attività IAEA sulla Nuclear Security, al Nuclear Support and Training Centre (NSSC) Network, al nucleare forense (ITWG e GlobalFTPRNT), e alla parità di genere nel settore nucleare (NEA Gender balance task group). Continua il supporto ai lavori del Nuclear and Radiological Sub working Group (NRSWG) della Global Partnership.

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

L'attività è proseguita sul percorso tracciato dalla Convenzione stipulata con il già Ministero dello Sviluppo Economico nel dicembre 2020.

Il numero di confronti interlaboratorio (ILC) registreranno un probabile rilancio nel 2026 nell'ambito del Programma Nazionale per la Promozione dell'affidabilità delle Misure di Radiazioni Ionizzanti e non Ionizzanti. La nuova Convenzione sottoscritta a dicembre 2024 con il Ministero delle Imprese e del Made in Italy, grazie alla quale è stato finanziato il nuovo Programma Nazionale citato sopra, fornisce un finanziamento di 750 k€ tra il 2025 ed il 2026, con il quale si rendono possibili acquisizioni di apparecchiature scientifiche.

Particolarmente intensa è stata l'attività di sviluppo e mantenimento dei campioni nazionali.

L'attività di certificazione è in forte ripresa, anche in questo caso grazie alle nuove unità di personale ed al ripristino dell'equivalenza internazionale delle certificazioni emesse da NUC-INMRI. Le entrate derivanti dal servizio di taratura e confronti interlaboratorio hanno superato le previsioni. E' stato anche vinto un progetto di ricerca metrologica nella call EPM 2025 SpecCT.

È stato garantito dall'ENEA il ruolo di Gestore del Servizio Integrato per la gestione dei rifiuti radioattivi non elettronucleari 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 scritto 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;
- 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.

E' stata garantita dal Dipartimento la collaborazione al MASE nella stesura dell'aggiornamento Programma Nazionale per la gestione del combustibile esaurito e dei rifiuti radioattivi.

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.

La Sezione NUC-TNMT ha mantenuto nel 2025 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 ha terminato nel 2025 il progetto PNRR denominato ECOSISTER con l'obiettivo di creare un HUB a supporto della transizione ecologica della filiera regionale.

Continuano le attività del progetto LINC-ER per la sperimentazione del sistema innovativo di radiazione intraoperatoria con neutroni e le simulazioni con il codice FLUKA per la caratterizzazione dei campi di radiazione relativi. Sono altresì continuati gli studi sul sistema per rivelazione di muoni nell'ambito dell'esperimento CSM presso il CERN e sull'utilizzo di fibre scintillanti per la rilevazione di radioattività.

La Divisione NUC-TECFIS ha proseguito il lavoro di coordinamento del progetto europeo rescEU-CBRN-DSIM-IT nel quale è stata completata la realizzazione di tre laboratori mobili equipaggiati per il monitoraggio di minacce CBRN e messi a disposizione del Corpo Nazionale dei Vigili del Fuoco per dispiegamento operativo nell'ambito delle Olimpiadi invernali di Milano Cortina 2026.

Nell'ambito dello sviluppo di tecnologie quantistiche in ambito sicurezza è stato completato il progetto europeo "Quantum Coherence Activation By Open Systems and Environments" (QucaBoose) dedicato allo sviluppo di innovative soluzioni di tipo quantum sensing mentre ha avuto inizio il progetto "advanced QUAntum Spectroscopy for hAzaRds detection" (QUASAR) finanziato dal programma NATO SPS e focalizzato su tecniche di spettroscopia quantistica.

Nel 2025 è iniziato anche il progetto "inteGrated Users-driven risks Assessment platfoRm for Decision mAkers in Nuclear crisis" (GUARDIANS) dedicato allo sviluppo di una piattaforma innovativa per la gestione delle emergenze radiologiche e nucleari e il progetto CBRN4RAIL dedicato ad accrescere la sicurezza delle infrastrutture ferroviarie rispetto ad eventi CBRNe.

Nell'ambito delle attività per il supporto alla fruizione e conservazione del patrimonio artistico è stato realizzato un intervento per valutare lo stato di conservazione del monumento funebre Camponeschi (1400) nella Basilica di San Giuseppe Artigiano all'Aquila. Relativamente alle macchine acceleratrici per produzione di fasci di particelle ionizzanti, sono stati realizzati importanti interventi per stabilizzare la funzionalità della facility TOP IMPLART (acceleratore lineare innovativo per protonterapia) e sono iniziate le attività di irraggiamento per conto delle start up partecipanti al programma NATO DIANA.

Nel campo dei Beni Culturali è continuato l'utilizzo delle radiazioni gamma (facility Calliope) per il recupero dal biodegrado di beni di interesse storico, artistico e documentale con la partecipazione a numerosi eventi in Italia e all'estero e le attività previste dal Progetto CRP IAEA (Advancement of the Application of Ionizing Radiation for Cultural Heritage Preservation- Research Agreement F22082).

Il laboratorio NUC-IRAD-GAM svolge attività in campo agro-alimentare ed ambientale nell'ambito di vari progetti e collaborazioni nazionali ed internazionali. In tale ambito si sta registrando un interesse crescente da parte degli operatori del settore per le applicazioni delle radiazioni gamma con finalità di una maggiore sicurezza alimentare, limitazione degli sprechi e delle azioni nocive da parte di vari organismi dannosi.

In campo ambientale proseguono le attività di controllo degli insetti infestanti (tramite la Tecnica dell'Insetto Sterile, SIT con radiazione gamma) in collaborazione con SSPT ed istituzioni ed associazioni italiane ed internazionali (Parco Nazionale dell'isola di Pantelleria, Fondazione Edmund Mach, Fondazione BBKA, USDA-ARS-EBCL).

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

PRINCIPALI INTERLOCUTORI (NAZIONALI E INTERNAZIONALI) COINVOLTI NELLE ATTIVITÀ

In ambito Fusione, l'ENEA, su mandato del MASE, 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 Liaison Officer per Fusion for Energy, inoltre, rende l'ENEA l'interlocutore privilegiato per supportare le aziende che partecipano alle gare bandite per la realizzazione del reattore ITER.

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

Tramite il dipartimento Nucleare, l'ENEA:

- fornisce supporto tecnico-scientifico e operativo sia alle Pubbliche Amministrazioni che agli Organismi di Ricerca, nonché alla società Sogin, nelle attività di decommissioning degli impianti afferenti all'ex-ciclo del combustibile nucleare affidatigli da ENEA (mediante il comando di personale della Divisione IRAD sui siti di Trisaia, 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;
- è membro permanente del Network dei laboratori di riferimento nell'ambito della caratterizzazione radiologica di rifiuti radioattivi dei paesi membri dell'Unione Europea (ENTRAP - European Network of Testing facilities for the quality checking of RAdioactive waste Packages);
- è membro effettivo dell'Associazione europea ERDO (Association for multinational radioactive waste solution) per attività di studio sulla gestione e lo smaltimento definitivo dei rifiuti radioattivi

e valutazioni per lo sviluppo di un deposito geologico per rifiuti radioattivi condiviso a livello europeo;

- 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" per la creazione di una piattaforma di consultazione su possibili attività condivise per la gestione e lo smaltimento dei rifiuti radioattivi.

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

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), IFJPAN (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'ASNR (Autorité de Sûreté Nucléaire et de Radioprotection) francese ed attraverso la partecipazione alle Associazioni ETSO (European Technical Safety Organisations Network), di cui ENEA ha assunto la presidenza per i prossimi tre anni e che è composta dalle principali Technical Safety Organizations europee (ASNR, GRS, BEL V, VTT, JSI, PSI ecc.), NERIS e SNETP AISBL (Sustainable Nuclear Energy Technology Platform - International Association). In quest'ultima, il Dipartimento, tramite la Divisione NUC-ENER, partecipa attivamente alle attività di due Pillar: NUGENIA (NUclear GENeration II & III Association), che raggruppa più di cento membri di cui fanno parte la quasi totalità delle industrie, delle utility, delle organizzazioni di ricerca e delle Università operanti nel settore del nucleare da fissione in Europa, ed ESNII (European Sustainable Nuclear Industrial Initiative), che è finalizzata alla dimostrazione delle tecnologie dei reattori GENIV. Queste collaborazioni e partecipazioni hanno permesso l'acquisizione di più di 10 progetti in ambito EURATOM H2020 e di ulteriori 11 in ambito EURATOM H-EU. Per la funzione di Capacity Building per il nucleare da fissione, ENEA, sempre per il tramite di NUC-ENER, partecipa all'associazione ENEN (European Nuclear Education Network).

In ambito security, il dipartimento Nucleare ha continuato a svolgere un ruolo di primo piano all'interno del Cluster CBRN P3 (Preparare, Prevenire, Proteggere) coordinato dall'Istituto Affari Internazionali mentre, a livello europeo, ha ulteriormente rafforzato la sua posizione all'interno del panel consultivo CERIS (Community for European Research on Innovation in Security) della DG HOME della Commissione Europea.

In ambito ricerca polare, i lavori del Tavolo Artico sono stati sospesi a causa delle tensioni internazionali generate dal conflitto russo-ucraino. Nell'ambito delle collaborazioni con industrie nazionali di rilievo sono stati consolidati i rapporti su specifici progetti in ambito Spazio con TIM ed ENI. Sempre in ambito Spazio, sono stati rafforzati i rapporti con ASI e relativamente ad applicazioni di tecnologie laser nell'ambito di ISRU (In Situ Resources Utilization) sia in ambiente lunare che marziano. Altro tema di confronto con ASI è stato quello degli effetti di gravità alterata e l'identificazione di markers specifici per valutarne gli effetti biologici. Sempre con ASI è stata avviata una nuova collaborazione per lo studio di fattibilità di un reattore nucleare per una base lunare.

Collaborazioni internazionali sono state avviate/proseguite per la caratterizzazione di rivelatori di LiF irraggiati mediante facility X-FEL e raggi-X monocromatici da sincrotrone con l'Università di Osaka, Giappone, e il CNRS-CEA in Francia.

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, Ospedali della rete nazionale, ISIN e rete nazionale RESORAD, INAIL, SOGIN, NUCLECO, 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, JRC, BIPM CCRI, ICRM, UKAS.

RICADUTE ECONOMICHE E TECNOLOGICHE SUL SISTEMA INDUSTRIALE

La partecipazione dell'ENEA alle attività di ricerca sulla Fusione Nucleare controllata e l'avvio della realizzazione dell'infrastruttura DTT che, in considerazione della riconosciuta importanza socio-economica dell'esperimento, ha visto inserire il finanziamento della BEI nel programma 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 2025 nell'ambito della collaborazione sono stati implementati i laboratori di caratterizzazione sperimentale della compatibilità chimica del piombo con gli acciai strutturali dei LFR mediante l'installazione delle facility CORE-2 ed USLE e l'ampliamento dell'impianto CAPSULE. Mentre, a supporto delle attività di progettazione degli impianti OTHELLO e PRECURSOR, finalizzati alla validazione in scala industriale di un reattore di tipo LFR, design LFR-AR-030 sono stati completati mediante la facility NACIE-LHT i test di caratterizzazione dei misuratori di velocità innovativi Pitot tube, sono state completate le prove di caratterizzazione degli elementi riscaldanti che andranno a simulare il nocciolo del reattore test 3-pin, completati gli endurance test sul sistema di pompaggio mediante la facility CIRCE presso il C.R. Brasimone.

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, solare termico e termodinamico con sistemi innovativi di accumulo energetico, agrivoltaico, biomasse, bioenergia e bioraffineria, biocombustibili e combustibili rinnovabili, idrogeno, poligenerazione distribuita e sistemi multi-vettore), delle tecnologie, dispositivi e sistemi per il trasporto, lo stoccaggio e la distribuzione dell'energia (*Smart Grid*, reti energetiche integrate, power to gas/liquid, accumulo elettrochimico - batterie - e termico - sali fusi, inerti), delle tecnologie, strategie e modelli per la decarbonizzazione degli usi finali dell'energia e l'ottimizzazione dei consumi (Comunità Energetiche Rinnovabili - CER, *smart industry*, *smart cities*, *smart communities*, mobilità sostenibile e trasporto innovativo, celle a combustibile, pompe di calore, cicli termici avanzati, e settore aerospaziale con particolare attenzione allo scambio termico e allo sviluppo di sistemi ottici), delle tecnologie abilitanti e per la transizione digitale (*Cloud Computing*, *Big Data*, *Blockchain*, IoT, AI, HPC, realtà aumentata, machine learning, automazione e robotica, etc.).

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

Le attività del Dipartimento sono condotte nell'ambito di convenzioni e Accordi di Programma (AdP) con la Pubblica Amministrazione (PA): (a titolo esemplificativo si citano l'AdP sottoscritto tra ENEA e MASE relativo alla Ricerca di Sistema Elettrico, l'AdP sottoscritto tra ENEA e MASE nell'ambito dell'iniziativa Mission Innovation e l'AdP sottoscritto tra ENEA e MASE nell'ambito del PNRR per lo sviluppo di un Piano Operativo della Ricerca (POR) a livello nazionale sull'idrogeno), oltre che in numerosi contesti competitivi europei (Horizon Europe) o nazionali.

Il Dipartimento partecipa con un proprio progetto al secondo IPCEI dedicato al settore delle batterie innovative (denominato EUBatIn), alla prima wave IPCEI sull'idrogeno (denominata Hy2Tech) ed al primo IPCEI Infrastrutture e servizi cloud di prossima generazione (denominato CIS). Nell'ambito di EuBatIn

ENEA ha ottenuto un finanziamento di circa 23 milioni di euro per la realizzazione presso il C.R. Casaccia di un laboratorio esteso avanzato dotato di una *pilot line* flessibile su scala preindustriale, rappresentativa dell'intero processo di produzione delle batterie al Li-ione e post-Litio ione (eg. Sodio e nuove chimiche). È prevista la realizzazione di infrastrutture e laboratori, nonché l'acquisizione di una dotazione completa di nuove attrezzature per accelerare lo sviluppo del *cell manufacturing* in Italia. 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, delle tecnologie e degli usi finali dell'idrogeno, mediante la realizzazione di *pilot lines*, infrastrutture e laboratori avanzati con un elevato livello di automazione, per il raggiungimento dei seguenti obiettivi:

- impatto sul sistema elettrico: la penetrazione delle tecnologie dell'idrogeno sosterrà la crescente diffusione di fonti rinnovabili non programmabili, grazie al *sector coupling* come elemento di congiunzione tra il settore del gas e quello dell'energia elettrica, favorendo così la resilienza del sistema elettrico;
- decarbonizzazione degli usi finali: i settori industriali con processi che richiedono calore a temperatura elevata, la mobilità e i settori industriali che usano l'idrogeno come *feedstock* potranno in futuro utilizzare l'idrogeno prodotto da fonti rinnovabili, a seguito della diminuzione dei costi delle tecnologie, prevedendo per l'idrogeno verde una riduzione del *Levelized Cost Of Hydrogen* (LCOH) dagli attuali 10 €/kg H₂ ai 2-4 €/kg H₂ al 2050.

Nell'ambito dell'IPCEI CIS il progetto ENEA, con un finanziamento di 35 milioni di euro, intende sviluppare il *Cloud* per applicazioni di Intelligenza Artificiale (IA) 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 (*High Performance Computing* - HPC) ottimizzato per le applicazioni di IA per soddisfare le applicazioni più esigenti. Il *cloud* ENEA sarà federato con il *cloud* industriale italiano 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 continua a supportare il MIMIT nella "definizione e costruzione" a livello europeo di nuovi IPCEI in ambito energetico. Inoltre, sulla base di accordi di programma, accordi quadro e collaborazioni già in essere con il MASE, con il MIMIT e con diverse amministrazioni regionali e locali, in relazione agli obiettivi del PNIEC e del PNRR, l'ENEA supporta, con il ruolo di advisor tecnico-scientifico, le suddette istituzioni.

Il Dipartimento TERIN, infine, coordina il Cluster Tecnologico Nazionale Energia (CTNE), associazione riconosciuta di soggetti pubblici e privati di alta qualificazione che opera sul territorio nazionale in settori quali la ricerca industriale, la formazione e il trasferimento tecnologico, nonché partecipa alla *Clean Hydrogen Alliance*, piattaforma per l'idrogeno dell'Unione Europea che riunisce al suo interno industria, ricerca, istituzioni pubbliche e società civile ed è membro del *Board di Hydrogen Europe Research*.

In generale, dunque, tutte 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 e 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 2025, CON RIFERIMENTO AGLI OBIETTIVI INDICATI NEL PIAO 2025-2027

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 lavorato per sviluppare celle solari in silicio a eterogiunzione attraverso l'utilizzo di sistemi di deposizione in grado di operare sull'intero wafer di silicio, sperimentando anche materiali e processi innovativi. È stato, inoltre, condotto uno studio sulla durabilità e l'affidabilità di nuovi polimeri incapsulanti per moduli fotovoltaici con caratteristiche di eco-compatibilità nell'intero ciclo di vita. Insieme alle attività succitate svolte nell'ambito dell'AdP relativo al PTR (Piano Triennale di Ricerca) 2025-2027 e ai progetti a bando del PTR 2019-2021 della RdS, si evidenzia che con il progetto NEST *Network 4 Energy Sustainable Transition* - sono stati sviluppati nuovi materiali per il settore fotovoltaico in diversi ambiti applicativi. Sono state anche condotte attività di integrazione dei sistemi fotovoltaici in contesti agricoli. Le competenze ENEA in questo settore sono inserite sia all'interno del PTR 2025-2027 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 ricopre il ruolo di Presidente.

Riguardo al registro delle tecnologie per il fotovoltaico, istituito da ENEA nel 2024 a partire dalle disposizioni dell'art. 12 del Decreto Energia del Ministero dell'ambiente e della sicurezza energetica (D.L. 181/2023 convertito in Legge n. 11 del 02/02/2024), alla fine del 2025, nell'ambito del piano Transizione 5.0, sono risultati iscritti al registro 125 prodotti, di cui 12 in classe "C" (moduli prodotti nei paesi EU con celle a eterogiunzione di silicio sempre prodotte in EU con efficienze almeno pari al 24%) e il resto dei prodotti iscritto in classe "A" (moduli prodotti nei paesi EU con efficienza almeno pari al 21,5%).

Nell'ambito del solare termico a concentrazione, ENEA ha rafforzato la sua posizione di primo piano, integrando competenze tecniche d'avanguardia e una solida rete di cooperazione internazionale. Si è concluso con successo il progetto europeo CST4ALL, per la promozione della tecnologia CST e l'ibridizzazione tra diverse fonti rinnovabili, a supporto delle attività del SET-Plan. Parallelamente, è giunto a compimento il progetto europeo SALTOpower, che ha visto ENEA collaborare con il DLR tedesco e l'Università di Évora, con l'obiettivo di creare un partenariato europeo di riferimento per lo sviluppo e la sperimentazione di tecnologie basate sui sali fusi (utilizzati come fluido termovettore o mezzo di accumulo), essenziali per facilitare l'integrazione delle rinnovabili in sistemi energetici *low-carbon*.

Nell'ambito del progetto NEST - *Network 4 Energy Sustainable Transition* (partenariato esteso finanziato con fondi PNRR MUR) sono state portate a termine le attività di ricerca finalizzate allo sviluppo di soluzioni di ibridizzazione tra sistemi CSP/CST e sistemi fotovoltaici, di sistemi di accumulo

termico basati su calore sensibile/latente in cascata, di nano fluidi e *nano-enhanced PCM* (*Phase Change Material*) per il trasporto e l'accumulo di calore in impianti CST/CSP, di barriere multistrato per coating spettralmente selettivi ad alto assorbimento e bassa emissività, e alla valutazione dell'impatto sulle reti di sistemi di accumulo ibridi.

Le attività del progetto europeo **MSA-Trough** sono state finalizzate alla progettazione e realizzazione di un collettore parabolico lineare e alla definizione di un sistema di isolamento termico del tubo ricevitore.

Sono proseguite le attività del **progetto Horizon Solarize** finalizzate allo sviluppo e al rafforzamento di sinergie con le principali istituzioni di ricerca europee impegnate nello sviluppo delle tecnologie CST/CSP (Concentrated Solar Thermal/Concentrated Solar Power), con l'obiettivo di favorire l'integrazione della comunità di ricerca italiana nelle reti europee dedicate al solare termodinamico e consentire l'ingresso dell'Italia nell'infrastruttura di ricerca europea **ERIC-EUSOLARIS**.

Nel settore bioenergia, bioraffineria e chimica verde sono state effettuate nel 2025 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 per ottenere biocarburanti, bioenergia e prodotti biobased di impiego per la chimica verde. In particolare, è stato terminato il potenziamento dell'infrastruttura di ricerca PIBE attraverso il completamento della piattaforma sperimentale BIOLUBE 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. Nel 2025 sono state completate le procedure per l'acquisizione del CPI e della matricola INAIL.

Nel 2025 è stata avviata la procedura tecnico-amministrativa per la realizzazione dell'impianto prototipo di digestione anaerobica nell'ambito del **progetto europeo "KijaniBox - Transforming african organic waste into green energy for cooling"**. L'impianto è finalizzato alla verifica tecnologica e dimostrativa di un sistema di produzione di energia verde, utilizzata per la refrigerazione di prodotti alimentari tramite chiller ad assorbimento.

Nel 2025 sono proseguite le attività sperimentali del **POR-H2** (WP1 e WP2) e di diversi progetti PNRR (**MECCA, AGRITECH, NEST**). Le attività hanno riguardato lo sviluppo della gassificazione O_2 /vapore e produzione di syngas ad alto contenuto di H_2 . L'obiettivo principale è stato la finalizzazione del prototipo di gassificatore TANDEM, reattore che oltre alla gassificazione prevede la possibilità di cattura simultanea di CO_2 , seguito da validazione sperimentale delle performance. Coerentemente con le finalità di questa attività, sono proseguite le collaborazioni con Università della Calabria, Università dell'Aquila e Università di Bologna (UNIBO), anche attraverso l'istituzione di due borse di dottorato a finanziamento 100 % ENEA.

Sono proseguite le attività relative alla linea di ricerca dedicata alla produzione di idrogeno da microalghe.

Sono proseguite alcune azioni progettuali nel **Progetto PNRR Agritech - Spoke 8** finalizzate a sviluppare nuovi prodotti da biomasse e testare l'impiego agronomico di sottoprodotti da bioraffinerie e le attività del **PNRR NEST - Spoke 3**, producendo risultati significativi in termini di analisi, sviluppo metodologico e sperimentazione.

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, le attività ENEA nell'annualità 2025 hanno riguardato l'esecuzione di test preliminari.

Si è concluso il 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.

Il **progetto Recovery** ha riguardato il recupero a fini energetici e di bioraffinerie di scarti agro-industriali in collaborazione con il partner industriale CMD. Sono state implementate anche numerose attività di trattamento delle materie prime al fine di estrarre prodotti ad alto valore aggiunto con modello di bioraffineria.

Sono proseguite le attività del progetto **PON PERCIVAL** che ha l'obiettivo di sviluppare processi innovativi per la valorizzazione di scarti agro-industriali, implementando un approccio di bioraffineria a cascata.

Nell'ambito della **Ricerca di Sistema Elettrico** sono state avviate le attività del **progetto 1.10**, dedicate allo sviluppo e alla valorizzazione delle bioenergie attraverso diverse linee di ricerca integrate.

Nel 2025 è stato avviato il progetto **PNRR START-H2** coordinato da ENEA, incentrato sulla realizzazione di attività sperimentali di tipo pre-normativo volte alla definizione di norme e standard per la produzione di idrogeno rinnovabile, e **Jet-Zero** finalizzato alla produzione di jet fuel.

Con riferimento al tema della valorizzazione delle biomasse, il Dipartimento nel corso del 2025 ha partecipato a diversi tavoli tecnici internazionali, tra cui IEA Bioenergy. In tale contesto, è stato contrattualizzato un nuovo progetto speciale finanziato dal network internazionale IEA Bioenergy Task 42 - *Biorefinering in a Circular Economy* dal titolo: "Updating and maintaining the Global Biorefineries Atlas portal and Report on BioRefinery and Green-Hydrogen Integration Methodology (BRGHYM)".

A dicembre 2025 è stata organizzata la seconda edizione della Scuola di alta formazione per la bioenergia e la bioeconomia tenuta nel Centro Ricerche di Trisaia, con partecipanti di diversa estrazione, provenienti da tutta Italia.

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

Nell'ambito della Smart Grid, è stata avviata la realizzazione di un dimostratore dedicato all'interno del progetto PNRR NEST (SPOKE 7). L'infrastruttura, attualmente in fase di completamento, è concepita come un ambiente di test a scala reale per soluzioni integrate di generazione, conversione e accumulo energetico. Parallelamente, è stato completato lo sviluppo di un ambiente di emulazione Digital Twin per reti multienergetiche. Per quanto concerne il **progetto MISSION** (POA Smart Grid - Mission Innovation), è stata avviata la realizzazione dell'infrastruttura elettrica per il dimostratore di microrete intelligente multi-vettore. Inoltre, nell'ambito del **progetto europeo euDREAM**, sono stati definiti 22 casi d'uso che spaziano dall'ottimizzazione automatica dei carichi domestici all'integrazione di interfacce in linguaggio naturale per i sistemi di gestione dell'energia. Infine, in riferimento allo Spoke 2 del **progetto Rome Technopole**, è stato ultimato lo sviluppo di un ambiente di emulazione Digital Twin specifico per le reti elettriche. In relazione alle attività del PTR25-27, nell'ambito del progetto 2.3-Evoluzione nella pianificazione delle reti elettriche è stata condotta la fase di progettazione e sviluppo di modelli previsionali e di pianificazione delle reti di distribuzione che tengano conto dell'evoluzione delle condizioni climatiche e dell'impatto delle variabili sociologiche ed è proseguita la fase di

caratterizzazione sperimentale della componentistica elettrica sottoposta a stress termo-igrometrici per effetto del cambiamento climatico; nell'ambito del progetto 2.1- Progetto Integrato Cyber Security dei sistemi energetici per la transizione energetica-digitale è stata avviata la costruzione di un ambiente di emulazione digitale per valutare gli impatti dei cyberattacchi sulla rete elettrica e la progettazione di un dimostratore per il test di smart grid con canali trasmissivi in fibra e in aria dotate di protezione di cybersicurezza di tipo quantistico.

Nel settore della digitalizzazione dei sistemi energetici (Energy Data Science) un forte impegno è stato speso per migliorare le applicazioni dell'Intelligenza Artificiale generativa in ambito gestione operativa di guasti e manutenzione predittiva per impianti fotovoltaici (progetto Marta, progetto Horizon PANOIRAMA). Nell'ambito dell'ex laboratorio Robotica è stata rivisitata la dotazione strumentale con up grade dei sistemi robotici. Il Laboratorio TERIN-SSI-EDS ha partecipato alla sottomissione di due proposte internazionali (CETP e HORIZON) sull'eolico, sulla specifica tematica dell'O&M in quell'ambito ed avviato i lavori del PTR 2025-2027 Ricerca di Sistema Elettrico - 1.11 Risorsa idrica e sistema energetico. Sono state avviate importanti collaborazioni con Istituto Italiano di Tecnologia, CNR, Università Cattolica del Sacro Cuore (UCSC) che hanno portato alla sottomissione dei progetti PNRA di ricerca sull'Antartide, per lo sviluppo di tecnologie IA per il riconoscimento di immagini e supporto alle comunicazioni codificate in ambiente medico, con ampi risvolti applicativi nell'ambito delle tecniche di M&O di impianti di generazione rinnovabili distribuiti.

Nell'ambito del PTR 2025-2027 della RdS, sono riprese le attività sull'accumulo termochimico ad alta temperatura, per lo sviluppo di carbonati e ossidi misti per l'impiego in sistemi reattivi a letto fluidizzato. Nel corso del 2025, è stata avviata la revisione progettuale del reattore precedentemente realizzato, al fine di integrare al suo interno una resistenza elettrica. Tale modifica è finalizzata a verificare il funzionamento del sistema in modalità ibrida, ovvero alimentata sia da calore che da elettricità.

Sempre sul fronte dello stoccaggio termochimico, sono proseguite le attività sperimentali del **progetto europeo SULPHURREAL**, finalizzato allo sviluppo di una tecnologia innovativa per l'accumulo a lungo termine basata sul ciclo dello zolfo, che può essere considerato come un combustibile rinnovabile da utilizzare "on demand", facilmente trasportabile e con tempi di accumulo virtualmente illimitati.

Con riferimento al tema **dell'accumulo termico**, è stata completata la costruzione, presso il C.R. Casaccia, 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**. In parallelo, nell'ambito del PTR 2025-2027 (Progetto 1.2- Progetto Integrato Tecnologie di accumulo elettrochimico e termico WP4), sono state avviate diverse attività di ricerca complementari focalizzate sullo sviluppo di sistemi di accumulo termico di tipo ETES (Electric Thermal Energy Storage).

Nell'ambito del **PTR 2025-2027** (Progetto 1.5 Edifici ad alta efficienza per la transizione energetica - WP5), sono state portate a termine le attività di progettazione e simulazione di un sistema di accumulo termico multi-cascata basato su materiali a cambiamento di fase (PCM), destinato ad applicazioni di accumulo a bassa temperatura.

Per quanto concerne **lo studio delle reti termiche**, nell'ambito del PTR 2025-2027, nel 2025 sono state svolte attività di dimensionamento, progettazione e realizzazione di un upgrade della rete termica installata presso il C.R. Portici, al fine di ampliare il *range* di casi studio simulabili.

Le attività sull'**accumulo di energia**, e in particolare **sull'accumulo elettrochimico**, sono svolte nell'ambito di progetti relativi al PTR della RdS, Mission Innovation, IPCEI Batterie e altri finanziati a livello europeo. Nell'ambito del PTR 2025-2027 della RdS, proseguono le attività di ricerca e sviluppo dedicate ai nuovi materiali per batterie, in particolare per tecnologie Li-ione e Na-ione. 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'infrastruttura distribuita su tre edifici presso il C.R. Casaccia, dedicati rispettivamente alla ricerca sui materiali, al riciclo e al manufacturing. Quest'ultima attività sarà localizzata in un nuovo edificio denominato *Advanced Battery Laboratory* (AB-Lab), dotato di una linea pilota a supporto dell'industria per la produzione di celle batterie innovative. 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. In particolare, dal 2022 partecipa al progetto BEST (*Batteries Europe Secretariat*) finanziato dalla Commissione Europea a sostegno della partnership, curando e coordinando specialmente la definizione delle linee guida per uniformare gli standard e le metodologie di *reporting* nell'ambito della letteratura scientifica inerente alle batterie.

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.

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", sono proseguite le attività per realizzare 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 iniziati i lavori per lo sviluppo del progetto esecutivo dell'*Hydrogen demo Valley* (HdV), dopo aver ottenuto le relative autorizzazioni.

Nel 2025 sono inoltre proseguite le attività del progetto ENEA IPCEI "Hy2Tech" che prevede la realizzazione di "pilot lines" dedicate agli elettrolizzatori, alle celle a combustibile, 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. Nell'ambito del progetto ENEA IPCEI "Hy2Tech" sono, inoltre, proseguite 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. In particolare, sono state avviate nuove linee di attività relative alla produzione di idrogeno, alle biotecnologie, all'integrazione di nuove tecnologie con infrastrutture e reti idrogeno e all'idrogeno naturale, sempre nell'ambito delle collaborazioni con CNR, RSE e numerose università italiane in specifiche aree di ricerca.

Altre attività di ricerca sono proseguite in altri progetti PNRR finanziati dal MUR come lo Spoke 4 di NEST (*Network 4 Energy Sustainable Transition*), il progetto ECOSISTER, il progetto Agritech e altri progetti PNRR finanziati dal MASE come Dragon, Calipso, Stan Up, JetZero, MECCA e StartH2.

È, inoltre, da menzionare l'avvio delle attività nell'ambito del "Progetto Integrato Tecnologie e usi finali dell'idrogeno" del PTR 2025-2027 della RdS e del Piano Nazionale di Ricerca Nucleare (PNRN) nel quale è previsto un work package specifico sulla produzione di idrogeno da tecnologie nucleari.

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 e nell'aviazione, l'immissione dell'idrogeno nelle reti del gas naturale (*blending*). In questo contesto, sono proseguiti 14 progetti che vedono la partecipazione di ENEA come partner o coordinatore: PROMETEO, PROTOSTACK, SO-FREE, H2Ports, H2Excellence, AMIGDALA, e-SHyIPS, FUELSOME, ALRIGHT, HASTA, BIOMETHAVERSE, NHyRA, THOTH2, H2PEF.

Infine, nel 2025 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 nei 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.

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

Con riferimento al tema delle **celle a combustibile**, tecnologia di elezione per l'utilizzo di idrogeno, le attività dei precedenti progetti europei H2020 sono proseguite in ambito PNRR POR H2 con la validazione di protocolli di test accelerati di stack di celle a combustibile SOFC reversibili (SOEC) insieme a caratterizzazioni post-test.

Sono stati stipulati accordi di collaborazione e contratti per consulenza e assistenza tecnico-scientifica con numerose aziende. Infine, sono stati organizzati eventi di disseminazione dei risultati e formazione, tra cui un workshop dal titolo "Il ruolo chiave di e-fuel e bio-fuel nella transizione energetica" e la "Hydrogen Summer School" (maggio 2025).

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

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. Gli studi hanno riguardato sia l'idrogeno che miscele derivate dal cracking parziale di ammoniaca; sono stati anche eseguiti diversi studi numerici relativi alla combustione multi-stadio di miscele di ammoniaca e idrogeno. Sono stati eseguiti anche studi sperimentali con strumenti di spettroscopia laser, focalizzati sugli effetti degli elevati contenuti di idrogeno sul corrugamento del fronte di fiamma.

Su questo impianto è stata eseguita un'attività sperimentale all'interno del progetto commerciale finanziato da FINCANTIERI che prevede test dello stoccaggio gassoso di idrogeno, miscelato anche con gas naturale a monte dell'iniezione, a diversi contenuti di idrogeno e a diverse potenze.

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. Sono stati acquisiti i principali componenti per realizzare un nuovo impianto focalizzato allo studio dell'accumulo di energia in ghiaccio.

Nel corso del 2025 le attività sulla cattura e stoccaggio della CO₂ si sono ampliate, includendo non solo il proseguimento degli studi dedicati ai settori siderurgico e cementiero, ma anche l'avvio di analisi riguardanti processi ad alta intensità emissiva, come i cicli combinati a gas naturale (NGCC) per la generazione elettrica.

Nell'ambito delle attività sul reattore DBD (Dielectric Barrier Discharge) per la dissociazione della CO₂, già sviluppato nel precedente progetto PTR 19-21 della RdS, sono proseguite le valutazioni sperimentali delle prestazioni del sistema in condizioni operative fino a 2 kW di potenza e 4 NL/min di portata di CO.

Nell'ambito del progetto ECCSELERATE sono state portate avanti attività per lo studio del processo di metanazione in presenza di avvelenamento da composti solforati.

Per l'elettrificazione e la sostenibilità della **mobilità** sono iniziate le attività relative al nuovo triennio 2025-2027 della Ricerca di Sistema Elettrico su celle di batterie Li-ione inerenti all'impatto delle ricariche e test di algoritmi di stima dell'invecchiamento su moduli batterie "2nd life". Sono state anche avviate attività di caratterizzazione di batterie "oltre il litio", della tipologia sodio-ione. Inoltre, sempre nel contesto della Ricerca di Sistema Elettrico, sono state eseguite attività per il dimensionamento di una linea di trasporto pubblico locale in convoglio costituito da autobus a guida autonoma con accumulo elettrochimico.

Sempre nel settore del trasporto pubblico locale, sono state avviate attività di progettazione di un innovativo sistema di controllo termico di bordo (autobus) e di terra (infrastruttura di ricarica) per un minibus elettrico ed attività di caratterizzazione delle curve di consumo su autobus elettrici per mezzo di misure in contesti operativi e proiezioni climatiche.

Per quanto riguarda le dotazioni infrastrutturali per la sperimentazione di veicoli di qualunque alimentazione e dei loro componenti, sono iniziate le forniture di sistemi ed apparecchiature per il potenziamento delle sale prova sistemi di propulsione del C.R. 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 stata conclusa la progettazione preliminare per la realizzazione di un'infrastruttura 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. L'impianto sarà corredato da un emulatore di batterie da 700 kW. Infine, ci sarà una sezione dove si potranno affrontare studi e sperimentazioni sul rilascio e diffusione dell'idrogeno per la simulazione delle perdite ai fini della sicurezza. Quest'ultimo aspetto si allaccia allo studio propedeutico sull'analisi di potenziali scenari incidentali e strategie di mitigazione del rischio di veicoli a idrogeno.

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

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

In tema di "Mobilità elettrica sostenibile" prosegue il "Progetto di Mobilità Elettrica Sostenibile (PMES)" presso il C.R. ENEA Casaccia con l'obiettivo di sperimentare e validare componenti, soluzioni tecnologiche e di sistema, tecniche di gestione e controllo delle infrastrutture di ricarica al fine di favorire il processo di sostituzione dei veicoli convenzionali a combustione interna con veicoli elettrici di tipo BEV o PHEV, con ricadute positive in termini socio-economici e ambientali. In particolare, sono stati installati presso il C.R. ENEA Casaccia 14 punti di ricarica per veicoli elettrici, messi a disposizione dei dipendenti per la ricarica del proprio veicolo elettrico; Sempre in tema di 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.

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. 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 ed è stata sviluppata la nuova versione 5.0. Parallelamente al completamento dell'attuale piattaforma, è stato completato lo sviluppo della sua evoluzione,

denominata CI-RES, più specificatamente rivolta alla valutazione della resilienza, rilasciata pubblicamente (resilientcity.enea.it) con l'obiettivo di diventare il riferimento nazionale per la resilienza delle entità critiche. 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 (*Smart City Platform Specifications - SCPS*) raccomandate dalla norma UNI 11973:2025 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* (testando anche la inter-SCP), nelle città di Palermo e Camerino (in quest'ultimo caso sviluppando l'interoperabilità con CIPCast). Infine, sul tema delle Comunità Energetiche Rinnovabili (CER), è stato completato lo sviluppo del portale (smartenergycommunity.it) 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* mirando alla realizzazione di una vera e propria economia di comunità (basata su principi di *token economy* e *smart contract*) orientata verso la flessibilità e l'abbattimento del consumo energetico, attraverso modelli di business ibridi che coniugano sostenibilità energetica, economica e sociale. smartenergycommunity.it si configura come un portale multiservizi integrato; nello specifico sono stati implementati e resi operativi il servizio Recon ver. 2.2 (<https://recon.smartenergycommunity.enea.it>) per lo studio della fattibilità tecnico-economica delle comunità energetiche, i servizi SmartSim e Dhomus per l'ingaggio e la partecipazione attiva degli utenti domestici nella comunità stessa, e strumenti di simulazione avanzata e valutazione (Simul-Cruise) fruibili come *software open-source*.

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

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. Nel 2025 l'osservatorio ha prodotto come output rilevante un documento di specifica tecnica sul formato di trasmissione dati nelle comunità energetiche che mira a diventare uno standard nazionale nel settore.

Infine, sono proseguite le attività nello sviluppo di strumenti di tracciabilità di prodotto e sviluppo del passaporto digitale di prodotto, destinati ai consumatori finali, che avranno la possibilità di conoscere l'origine del prodotto che stanno acquistando. L'attività progettuale ha permesso di mettere a punto un modello dati pubblico e condiviso che abilita lo scambio di informazioni lungo la filiera produttiva e che permette l'identificazione di tutti gli step produttivi, dalla raccolta delle materie prime fino al riciclo e al riuso.

Per quanto riguarda lo sviluppo di **sistemi per l'informatica e l'ICT**, sono continuate le attività di upgrade dell'infrastruttura di calcolo HPC (cluster CRESCO e ENEAGRID) con supporto alle attività progettuali dell'utenza ENEA, alle PMI e ai partner di progetto. È continuato l'upgrading della connettività delle LAN a 10 e 40 Gb ed è stata aumentata la capacità di storage che ora ha raggiunto i 10 PB. 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. Su tale cluster è stato realizzato il nuovo *stack software* simile a quello che verrà utilizzato sul nuovo TIER0 ENEA CRESCO8. XCRESCO è un sistema di calcolo eterogeneo basato su GPU installato presso il data center di Frascati. È stato messo in funzione a Portici il supercalcolatore CRESCO8, che fornisce di infrastrutture di calcolo HPC nell'ambito del progetto PNRR DTTU. Questo sistema ha permesso di incrementare sensibilmente le risorse di calcolo ENEA, grazie ad un'infrastruttura di calcolo da 9 PFlops (i.e., milioni di miliardi di operazioni al secondo). È 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 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"). 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.

Infine, il Dipartimento è attivamente coinvolto in numerosi progetti di ricerca nazionali ed europei finalizzati alla valutazione integrata della sostenibilità ambientale, economica e sociale lungo l'intero ciclo di vita delle tecnologie energetiche. Le attività di analisi si concentrano in particolare sulle filiere emergenti dell'idrogeno e del biometano, con l'obiettivo di fornire basi scientifiche e metodologiche a supporto dello sviluppo e della diffusione di tecnologie energetiche pulite, sicure e competitive nel contesto della transizione energetica.

Nell'ambito del progetto BIOMETHAVERSE sono state condotte analisi tecno-economiche e di sostenibilità, nonché attività di eco-design delle filiere tecnologiche per l'upgrading del biogas a biometano, con integrazione di energia elettrica da fonti rinnovabili. Nel progetto HyPEF sono state sviluppate metodologie per il calcolo dell'impronta ambientale di prodotto (PEF) specifiche per sistemi a celle a combustibile e, più in generale, per le tecnologie della filiera dell'idrogeno. Nel contesto del progetto AMIGDALA, finalizzato alla valutazione di percorsi e strategie per un'industria europea circolare, climaticamente neutrale e competitiva, è stato sviluppato un sistema modellistico basato

sull'utilizzo di basi dati condivise e modelli integrati, coerenti con i contesti economici e di policy di riferimento.

All'interno del progetto NHyRA si è contribuito allo sviluppo di metodi affidabili di misura e quantificazione, nonché alla generazione di nuovi dati e modelli di calcolo rigorosi per la stima delle emissioni di idrogeno lungo l'intera catena del valore dell'H₂ e per la valutazione del relativo potenziale impatto climatico.

Infine, nell'ambito del programma POR H₂, sono state svolte attività di valutazione della sostenibilità mediante approccio Life Cycle Sustainability Assessment (LCSA), integrate da analisi socio-economiche e territoriali delle tecnologie dell'idrogeno.

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 Plan (*Strategic Energy Technologies*), 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), H2IT (Associazione Italiana Idrogeno)*.

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 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 presiede il Cluster Tecnologico Nazionale Energia, approvato dal MiUR, per descrivere le traiettorie tecnologiche in linea con le politiche TERNche nazionali e regionali della ricerca e dell'innovazione, e partecipa al Cluster Nazionale sui Beni Culturali (TICHE) e a quello sulle *Smart Communities*; 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., , , 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, 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.

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, Ordine degli ingegneri di Roma, CIG, ANSFISA, INVITALIA, HERA, ARCO Technologies, ASSOGASLIQUIDI, BAKERHUGES, CENTRIA, ENAC, Acea ATO 2, Ansaldo Green Tech, Engitech Technologies, Italmatch chemicals, Istituto Zooprofilattico Sperimentale del Mezzogiorno (IZSM), Be2Hub, Società Italiana Docenti di Trasporti (SIDT), Gruppo Torinese Trasporti (GTT), etc. A questi si aggiungono i numerosi stakeholder coinvolti tramite i tavoli di lavoro afferenti ai diversi progetti, che nel loro insieme, costituiscono un importante network operativo e di supporto nello sviluppo delle attività e nel garantirne una coerenza e attualità con le esigenze del mercato e dei cittadini.

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

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

Gli interlocutori internazionali sono primarie università europee ed extraeuropee quali, ad esempio, Strasburgo(F), Leeds(UK), Bratislava(SVK), DTU(DK), The Queen's University of Belfast(UK), University of Tennessee(USA), Universität Mannheim(D), Universität Passau(D), Universidad Rey Juan Carlos(E), Université Libre de Bruxelles(B), Cranfield University(UK), Università di Brighton(UK), Università di Birmingham(UK), Imperial College of Science, Technology and Medicine(UK), KAUST (King Abdullah University of Science and Technology)(Arabia Saudita), Université Paris Descartes(F), Technische Universität München(D), École Polytechnique Fédérale de Lausanne(CH), Università Politecnica di Valencia(E), Scuola Politecnica Federale di Losanna(CH), Aristotle University of Thessaloniki(GR), Norwegian University of Science and Technology(NOR), University of Sopron(HU), Hirosaki University

(J), Utsunomiya University (J), University of Connecticut (USA), Tel Aviv University (ISR), Shanghai Institute of Optics and Fine Mechanics (CHI), Pontificia Universidad Católica de Valparaíso (CHI), École Polytechnique Montréal (CAN), Universidad Nacional Autónoma de México (MEX), Universidade Federal de Santa Catarina (BRA). Il Dipartimento partecipa a varie iniziative internazionali, tra cui il *Joint Programme "Smart Grids"*, il *Joint Programme "Photovoltaic Solar Energy"*, il *Joint Programme Smart Cities*, il *Joint Programming Initiative Urban Europe* e il *Joint Programme trasversale "Digitalization for energy"* della EERA (*European Energy Research Alliance*). Molti i contatti con importanti centri di ricerca europei quali, a titolo d'esempio, JRC, IT-USA *Joint Collaboration on Science and Technology ICT Working Group* (coordinato da un rappresentante TERIN), IMEC (Belgio), Fraunhofer (CSP, IPA) (Germania), INES CEA (Francia), DBFZ (D), NTNU (Norvegia), CIEMAT (ES), CENER (ES), *Plataforma Solare de Almería* (ES), LEITAT (ES), LNEG (P), U. Evora (P), Cyprus Institut (Cy), Dfind AS (D), Startak IVS (Sw), NREL (US), SANDIA (US) Università 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), Axcel 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.

In ultimo si segnala che sono state avviate interlocuzioni con India e Giappone, anche attraverso il coinvolgimento diretto delle rispettive ambasciate, con l'obiettivo di avviare collaborazioni su tematiche afferenti il tema della transizione energetica e digitale.

RICADUTE ECONOMICHE E TECNOLOGICHE SUL SISTEMA INDUSTRIALE

Le molteplici attività del Dipartimento possono produrre importanti ricadute economiche sul sistema industriale. Per quanto concerne le attività nel settore della bioenergia e la bioraffineria, l'ENEA vanta 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 3SUN, la più grande azienda Europea per la produzione di celle solari ad eterogiunzione di silicio e moduli FV bifacciali ad alta efficienza, con Solitek e FuturaSun che hanno intenzione di avviare la realizzazione di siti per la produzione di moduli fotovoltaici in Italia, con SunXT (venture di Eniverse e Futura SUN) che ha l'obiettivo di sviluppare moduli tandem perovskite/Si. 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. È da sottolineare in ambito nazionale la prosecuzione in questa annualità del progetto integrato (ENEA, RSE e CNR) "Fotovoltaico innovativo, efficiente e sostenibile (PTR25-27)", che coinvolge svariati istituti universitari, e di 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'esaustiva analisi di mercato per valutare le potenzialità commerciali delle tecnologie CST idonee per la produzione di calore in processi industriali (e.g. upstream, chimica, ecc.) o in ambito di distretti residenziali/commerciali.

È stata avviata una collaborazione scientifica con Trivelli Energia per la caratterizzazione di accumuli cementizi.

È stato siglato un accordo quadro con la società municipalizzata Fmi di Forlì per lo sviluppo di azioni comuni per la generazione di energia termica in ambienti tipo *district heating*.

Infine, sempre nell'ambito del suddetto JCA, è stata completata la costruzione, presso il C.R. 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.

È stata avviata la definizione di una nuova collaborazione commerciale con GlassPoint per la caratterizzazione della compatibilità chimica di diverse leghe metalliche con miscele di sali fusi del tipo HITEC XL, nell'ottica di un loro futuro utilizzo come fluido termovettore in impianti solari a concentrazione.

Nel corso del 2025 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 massimizzazione delle prestazioni, sia sotto il profilo termico che elettrico. In particolare, è stata 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 massimizzare 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 contribuirà allo sviluppo di tecnologie di combustione flessibili e a basso impatto ambientale per l'idrogeno e per l'ammoniaca, 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) l'impatto atteso è un sensibile aumento della flessibilità operativa e una 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 (e.g. H2O2O CO2OLHEAT), relativi al 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 25-27 della RdS, sono proseguite, nel corso del 2025, 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, 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 ricadute su imprese, associazioni di categoria, istituti di ricerca ed università che a vario titolo collaboreranno al progetto. Anche i laboratori sull'idrogeno realizzati nell'ambito del progetto ENEA IPCEI Hy2Tech rappresenteranno una infrastruttura di riferimento per lo sviluppo e validazione delle tecnologie dell'idrogeno a servizio di player industriali Nazionali ed Internazionali.

Per quanto concerne le celle a combustibile e gli elettrolizzatori, 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 europei che hanno come obiettivo lo sviluppo della tecnologia delle celle 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, grazie anche 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 (es. Vinavil e Standex), anche al fine di realizzare futuri brevetti congiunti.

Tra l'altro, afferiscono al Dipartimento i referenti nazionali nell'ambito del Implementation Working Group del SET Plan relativo alle batterie. Nell'esercizio del loro ruolo, essi promuovono la partecipazione attiva di stakeholder (enti di ricerca, università e imprese italiane, lungo l'intera catena del valore delle batterie) coordinando un gruppo nazionale informale a carattere consultivo, a cui oggi aderiscono circa 40 aziende e 20 università/enti di ricerca, con l'obiettivo di rafforzare il posizionamento dell'Italia nel panorama europeo dell'innovazione, valorizzando competenze scientifiche e capacità industriali.

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 il 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. 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 consorzi (Fabre, per attività di ispezione e analisi di ponti e viadotti ANAS e ASTM). Sono attive collaborazioni con STm e trasferimenti tecnologici con VIASAT e SOLERZIA sulla sensoristica avanzata.

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

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

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

Direttore: 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 del nostro Paese.

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, Bioeconomy Strategy, Innovative Advanced Materials Initiative IAM-I) 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 2025, CON RIFERIMENTO AGLI OBIETTIVI INDICATI NEL PIAO 2025-2027

Obiettivo Specifico SSPT.OS.01 – Sviluppare e implementare tecnologie, metodologie e strumenti per l'economia circolare e per l'industria manifatturiera sostenibile

Nel corso del 2025 il Dipartimento ha consolidato il suo ruolo nelle attività legate alla transizione verso modelli di **Economia Circolare** e Bioeconomia.

A livello europeo l'ENEA ha un ruolo di interfaccia nazionale nei Leadership Groups dell'ECESP (European Circular Economy Stakeholder Platform), e ha avviato interlocuzioni con la EIT Food per stabilire delle collaborazioni a valere sui bandi pubblicati dalla KIC. Inoltre, con il progetto SCREEN3 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 le 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.

A livello nazionale l'ENEA coordina l'Italian Circular Economy Stakeholder Platform (ICESP) cui partecipano oltre 200 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". Nel corso del 2025 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 avviato il progetto BIAS su eco-distretti industriali e autorizzazioni integrate ambientali. Sempre nel contesto delle attività di applicazione della Simbiosi Industriale è stato avviato il progetto europeo Landfeed, focalizzato sull'applicazione dell'approccio al settore dell'agri-food ed è stato attivato il progetto interreg MEDWISE sulla la gestione dei residui e rifiuti organici.

Nel 2025 sono continuate le attività relative all'accordo di collaborazione, siglato ad agosto 2024 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 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 è coerente alle attività di ricerca dell'ENEA, esso inoltre è funzionale alla competitività dell'intero sistema paese e rientra tra gli obiettivi del PNRR.

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.

Nell'ambito della Blue Economy, nel 2025, sono stati proseguiti i lavori del progetto FischlImpact che ha l'obiettivo di migliorare la competitività delle PMI e di intervenire su abitudini alimentari più sane della popolazione. 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 continua ad essere rilevante la partecipazione a gruppi di lavoro dei Clusters Tecnologici Nazionali "Fabbrica Intelligente" sulla manifattura, CL.A.N. 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 2025 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. Nel corso del 2025 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 2025, 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 CARIPLO "CREIAMO - Economia Circolare delle filiere olivicola e vitivinicola, valorizzazione dei sottoprodotti e degli scarti tramite processi innovativi e nuovi modelli di business".

Nel 2025 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) che si è concluso a fine 2025.

Le attività sviluppate nell'ambito dell'Economia Circolare hanno generato valore pubblico su diverse direttrici in particolare si è contribuito al lo sviluppo delle attività legate ai vari progetti PNRR come ECOSISTER, RAISE, e con all'avvio delle attività del HUB MPC. Un contributo è stato dato alle le attività di ricerca sul tema dell'efficienza energetica dei sistemi di trattamento delle acque reflue nell'ambito della ricerca del sistema elettrico nazionale (PTR 2025-2027 - Progetto 1.11 - WP3 e progetto 1.6 WP4). Numerose anche le azioni che hanno dato supporto tecnico scientifico alla PA: si pensi ad esempio ai citati comitati e tavoli tecnici sull'economia circolare e le materie prime critiche istituiti presso il MASE e il MIMIT cui si affiancano le sopra citate iniziative presso le PA regionali e locali per rafforzare il tessuto della ricerca e innovazione.

Le competenze sviluppate si sono tradotte e si rafforzano con i numerosi progetti finanziati a livello europeo e/o nazionale, i risultati di queste attività sono poi disseminati tramite 19 (solo pubblicazioni EC) pubblicazioni scientifiche; inoltre per favorire ulteriormente la diffusione dei risultati della ricerca specialmente presso le generazioni più giovani, il Dipartimento ha partecipato a 24 (solo eventi EC) eventi da Ecomondo, all'Earth technology 2024, agli eventi ICESP, solo per citarne alcuni. Oltre alla disseminazione, il valore aggiunto generato si concretizza nella formazione di nuove figure professionali specialmente con assegni di ricerca (anche finanziati con progetti specifici da Regioni e aziende), dottorati di ricerca e tesi magistrali contratti di servizio con le imprese e la PA (non solo tramite progetti tradizionali su richiamati ma anche tramite le diverse infrastrutture di ricerca aperte alla collaborazione con le imprese), così come la brevettazione hanno permesso di contribuire alla generazione di valore pubblico tramite il trasferimento delle competenze e delle tecnologie innovative).

Per quello che riguarda l'ambito dell'**industria manifatturiera sostenibile**, nel 2025 sono state avviate le attività inerenti all'Accordo di Programma RSE (PTR 2025-2027) - relativamente al Progetto 1.4 "Materiali e dispositivi di frontiera per applicazioni energetiche" a coordinamento SSPT-TIMAS.

Lo sviluppo delle tecnologie di Additive Manufacturing (AM), è stato ulteriormente implementato anche grazie agli investimenti nell'ambito del laboratorio 6 dell'HUB MPC, con l'acquisizione da un lato di nuove stampanti per materiali compositi ad elevate performance (PEEK caricati) e dall'altra con strumentazione utile allo sviluppo di materiali ed alla qualificazione dei componenti, il tutto integrato con l'infrastruttura MAIA che è stata utilizzata sia per le attività di ricerca, come ad esempio per il PTR

2022-2025 e a supporto di EUROFUSION, sia per la fornitura di un numero consistente di servizi avanzati alle imprese, con particolare riguardo alle analisi radiografiche e tomografiche che ai cicli termomeccanici con HIP.

Nel 2025 la Divisione ora TIMAS ha continuato a supportare le imprese nel settore dei controlli non distruttivi e coordina l'Accordo Quadro con l'AIPnD, anche nel 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 allo 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 sono continuate le attività del progetto PRIN 2022 ELAPSE - Laser Welding and Repair of Superalloys.

Sono proseguite le attività relative all'Ecosistema dell'Innovazione ECOSISTER (Regione Emilia Romagna), nell'ambito del quale si segnala in finanziamento e l'esecuzione del progetto CARBO-PLUS "Reconstructed CARBOn fabrics for mass Production of Low impact sUstainable compositeS", oltre che la prosecuzione delle attività inerenti il Partenariato Esteso per gli Scenari Energetici del Futuro NEST.

A livello di progettualità sui territori regionali, sono proseguite le attività finanziati dalla Regione Emilia-Romagna in vari settori industriali: SMAL-SAT "Sistema di Monitoraggio Ambientale nano-SATellite" 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 continuate 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) e sono state avviate le attività relative al progetto MUST - strutture MULTifunzionali innovative e SosTenibili per veicoli elettrici (MIMIT PNRI&C 2021-2027 "Scoperta Imprenditoriale").

Nel 2025 sono proseguiti i lavori di progettazione, individualizzazione ed acquisizione delle attrezzature per 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 di una nuova 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 ha concluso le attività di coordinamento del progetto FENICE "Fire resistant ENviroment-frIendly CompositEs" (upscaling delle tecnologie di fabbricazione dei materiali compositi).

Inoltre, nel settore dei sensori sono proseguite ed ultimate le attività del 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".

In fine sono stati eseguiti progetti in qualità di socio di consorzi partecipati quali il consorzio CETMA inerenti lo sviluppo e la qualificazione di materiali compositi, prodotti anche da materiale di scarto, (progetto RICREARE) e compositi strutturali per lo storage (progetto SIDRO).

L'attività relativa all'industria manifatturiera sostenibile, nel corso del 2025 ha contribuito a generare valore pubblico mediante la partecipazione a progetti di ricerca finanziati dal contributo indiretto dei cittadini consumatori di energia elettrica (ADP RSE PTR 2025-2027) e la partecipazione a grandi progetti sviluppati nel Paese sulla base di convenzioni internazionali (Mission Innovation, IPCEI EuBatin innanzitutto, ma anche PNRR ed EUROFUSION sebbene in misura minore,). Inoltre, rilevante è anche il contributo al valore pubblico generato dalle attività disseminazione dei risultati di ricerca ottenuti tramite pubblicazioni scientifiche.

Importante è anche l'azione di formazione di nuove figure professionali attraverso la collaborazione sistematica con le università e con gli Istituti di Istruzione Secondaria nonché in collaborazione con la PA e le imprese come con il progetto RIPARTI finanziato dalla Regione Puglia e ERN-APULIA MED - Notte Europea dei Ricercatori 2025. Infine, nel 2025 si è ulteriormente rafforzato il contributo al valore pubblico generato dall'offerta di servizi tecnico scientifici tramite lo sviluppo dei servizi tariffati effettuati oltre che attraverso il tariffario di Faenza, principalmente per caratterizzazioni meccaniche, anche con quello di MAIA su Casaccia, ad esempio le commesse per controlli UT con AVIO, commessa su saldature di leghe Inconel con Università di Padova e controlli non distruttivi e trattamenti termomeccanici con HIP per il consorzio CALEF. Tale offerta di servizi è anche frutto di una regolare attività brevettuale e dello sviluppo di dimostratori "proof-of-concept" realizzati in collaborazione con le imprese stesse.

Obiettivo Specifico SSPT.OS.02 – Sviluppare e implementare modelli, osservazioni, tecnologie per l'adattamento al cambiamento climatico e la prevenzione degli impatti antropici sui territori, nelle città e nei Paesi in Via di Sviluppo

Nel corso del 2025 le attività di diffusione dei servizi climatici quali strumenti di contrasto 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 di strumenti tecnologici a livello prototipale e pre-operativo per settori socio-economici strategici per il sistema Paese.

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 e del progetto europeo KNOWING hanno inoltre portato all'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. Il progetto H2020 CoCliCo è giunto a conclusione e sono state rese disponibili proiezioni climatiche accoppiate aria-mare per il bacino del Mediterraneo, finalizzate alla produzione di informazioni e servizi costieri relativi all'innalzamento del livello del mare. Tali proiezioni hanno inoltre supportato le politiche di adattamento ai cambiamenti

climatici per il litorale di Roma Capitale, e saranno integrate in iniziative di modellistica climatica europea quali MED-CORDEX.

Contestualmente, è proseguita la produzione di nuove simulazioni accoppiate aria-mare, con una descrizione sempre più dettagliata dei principali fiumi europei e delle relative portate, nell'ambito del PNRR ICSC, dove la collaborazione con la Fondazione Bruno Kessler, nel contesto del cluster di attività RETE, ha portato anche all'impiego di tecniche di machine learning per la produzione di informazioni ad altissima risoluzione sul territorio nazionale.

Informazioni ad altissima risoluzione, soprattutto focalizzate sullo stato del mare, verranno prodotte anche nell'ambito delle attività del progetto europeo MOIRAI, che nel 2025 ha avviato il design delle simulazioni numeriche. Con il progetto europeo Biocean5D, si è sviluppato un modello numerico dell'oceano in grado di riprodurre anche i processi biogeochimici, al fine di studiare i potenziali impatti del cambiamento climatico sugli ecosistemi marini, ed è iniziata la fase di produzione delle simulazioni di valutazione.

Nell'ambito delle iniziative internazionali con il Copernicus Climate Change Service, sono proseguite le attività di controllo qualità sui dati climatici, avviando verifiche sulla loro possibile applicazione a livello nazionale. Si continua inoltre ad aggiornare mensilmente un bollettino climatico periodico sull'intero territorio nazionale.

Le attività di previsione operativa quotidiana della qualità dell'aria sono proseguite su scala europea, nell'ambito del contratto di servizio Copernicus-ECMWF, concluso il 30/4/2025 e rinnovato a partire dal 1/7/2025 per ulteriori tre anni, che evolverà con attività di sviluppo dei modelli, tra cui l'inclusione di nuove specie di pollini, l'aumento della risoluzione spaziale e l'inizializzazione delle previsioni mediante analisi.

I progetti Horizon Europe CAMEO e CAMAERA, orientati al miglioramento delle previsioni europee Copernicus della qualità dell'aria, hanno rispettivamente concluso e proseguito le proprie attività, con completamento previsto nel 2025. Nel settore degli osservatori climatici, sono stati avviati due nuovi progetti Horizon Europe: IRISCC ed EC-VALMED.it.

È proseguito inoltre 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 prorogato fino al 20273.

Parallelamente, è stato fornito supporto al Ministero dell'Ambiente e della Sicurezza Energetica attraverso una partecipazione 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 tali attività è attivo un Accordo di Collaborazione ENEA-MASE fino al 1/10/2026.

Sono inoltre proseguite le attività di disseminazione dei risultati dell'Accordo di Collaborazione con il 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 finalizzato l'Accordo di Collaborazione con la Regione Campania per il potenziamento degli strumenti regolatori e modellistici. Si è concluso anche il supporto a Terna per la previsione del rischio di avarie della rete di distribuzione elettrica causate da aerosol marino. Si è inoltre conclusa la collaborazione con i Carabinieri Forestali, nell'ambito di un Accordo di Collaborazione e di un progetto LIFE, per lo sviluppo di un avanzato sistema di misurazione della visibilità atmosferica. Tale iniziativa si inserisce in un più ampio contesto di

interesse per la tutela ambientale e la sicurezza, confermando l'impegno per la salvaguardia dell'ambiente e della salute pubblica.

L'insieme delle iniziative e delle collaborazioni descritte conferma 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 complesso. Infine, l'ENEA prosegue le attività nell'ambito del Technology Mechanism dell'UNFCCC.

Nell'ultima parte del 2025 è stato avviato il progetto Horizon Europe healthRiskADAPT, finalizzato a rafforzare la sinergia tra modellistica climatica e inquinamento atmosferico, avviando le attività di raccolta dello stato dell'arte e dei requisiti dei portatori di interesse. L'obiettivo del progetto è consolidare il supporto alle politiche ambientali e sanitarie, migliorando la preparazione del sistema sanitario europeo rispetto agli effetti del cambiamento climatico, quali ondate di calore, inquinamento atmosferico, incendi boschivi e pollini.

Per quello che riguarda le attività afferenti alla **prevenzione degli impatti antropici**, nel 2025 molte di queste 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" (EMBRIC-UP).

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 alla partecipazione al Programma Annuale Consortile (PAC) di ART-ER.

Numerose anche le attività di collaborazione con Parchi e Città Metropolitane (Parco del Po, Parco del Lura, Città Metropolitana di Torino, Roma Capitale) per la pianificazione e gestione della riqualificazione di ambienti fluviali e aree verdi, e per la resilienza climatica. In particolare, con il progetto "Climate Adaptation - the Urban Heat Island effect in the city of Rome", finanziato dalla Commissione europea (TSI della Task Force per le Riforme ed Investimenti) e concluso il 31.12.2025, il Dipartimento SSPT ha supportato Roma Capitale nella definizione di 25 Nature-based Solutions (NbS) per contrastare il fenomeno dell'isola di calore urbana in due Municipi, considerati più vulnerabili e a maggior rischio per le elevate temperature estive.

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. In particolare, sono ancora in corso le attività iniziate a Cuba. Le attività di supporto al MASE hanno interessato l'implementazione di diversi progetti soprattutto nell'area caraibica (Grenada, Saint Vincent and the Grenadines, Dominica, Saint Lucia e Suriname). Inoltre, è stata attivata una collaborazione con Marocco e Kurdistan iracheno. Tutti i progetti in corso riguardano sviluppo di sistemi di supporto per l'adattamento o mitigazione del cambiamento climatico.

Si sono concluse nel settembre 2025 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 finite le attività dei progetti HORIZON "Polyrisk" e "MINKE" sui temi dell'impatto da microplastiche e della metrologia, rispettivamente.

Sono stati svolti progetti afferenti alle attività del PRA (Artico) con il progetto AMICO.

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

Le attività nell'ambito della prevenzione degli impatti antropici hanno generato valore pubblico su diverse direttrici, in particolare contribuendo alla realizzazione dei progetti PNRR RAISE, EMBRC-UP e RETURN inoltre le competenze sviluppate hanno permesso l'ottenimento di finanziamenti per n. 7 nuovi progetti a selezione. I risultati delle attività tecnico scientifiche svolte sono stati oggetto di disseminazione con 32 nuove pubblicazioni e hanno portato alla formazione di 27 figure professionali (VP2.4). Infine, l'azione di trasferimento dei risultati della ricerca ha permesso di gestire 10 contratti di servizio tecnico scientifico verso privati e PA.

Obiettivo Specifico SSPT.OS.03 - Sviluppare ed implementare tecnologie e strumenti per sistemi agroalimentari sostenibili e soluzioni biotecnologiche per applicazioni in ambito biomedico, food e no-food

Per quello che riguarda i **sistemi agroalimentari sostenibili**, 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.

È proseguita la collaborazione con ASI sui progetti dell'AgroSpace (Progetti MicroX2, BIOMIRATE, SpaceltUp!) 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.

Nell'anno di riferimento si sono conclusi i progetti TEBAKA (PON MUR), SIMODROFILA, SIMPATHRY e l'iniziativa SOIL-HUB, che prosegue con il progetto SOILHUB2 "Creazione di una rete italiana di competenze per la gestione sostenibile del suolo", alla sottoscrizione della convenzione con il C.R.E.A.

A livello regionale prosegue l'attività del progetto del PSR Regione Lazio che vede 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 permangono le attività afferenti ad ESFRI con l'Infrastruttura di Ricerca METROFOOD-RI - a coordinamento ENEA - nel dominio Health and Food e le azioni per la costituzione dell'ERIC.

In ambito Horizon proseguono le azioni per la realizzazione di un Nodo METROFOOD nello European Open Science Cloud (EOSC) con il progetto EOSC-Beyond. Inoltre, sono attivi i progetti DRG4Food - Empowering a fair and responsible European FoodRegister, fostering citizen sovereignty and creating a data-driven food system, FHERITALE - food, health and environment research infrastructures to tackle emerging priorities e AgroServ "Integrated SERVICES supporting a sustainable e AGROecological

transition" nell'ambito dell'HORIZON-INFRA-2021-SERV-01-02. 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, INNCOCELLS, PROMEDLIFE, REPRODIVAC, EJP-SOIL, ECO-READY, DELISOIL, MULTISOIL, IMPROVE, PROGRACE e PAN-HUB.

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, ed il Progetto BIOSOS (PSR Regione Marche), e l'iniziativa sul PRIN (NUTISFORU), nel settore della valorizzazione degli scarti della filiera della mandorla.

Proseguono le collaborazioni con il Consorzio In Bio per le attività dei progetti ZEROWASTE e SPINN.

Per quanto riguarda gli accordi commerciali sono in essere i contratti con le aziende sementiere (PSB e CGS) e SISMEA.

Sono in pieno svolgimento le attività inerenti al 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, e quelle del progetto SPECTRA (Twinning coordination for enhanced scientific capacity in water quality, food safety, quality and traceability by using innovative approaches; HORIZON-WIDERA 2023).

Sono in corso le attività sperimentali richieste da Tera Seeds Srl per utilizzare germoplasma di pomodoro innovativo e tecnologie di "breeding" avanzate.

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. Proseguono le attività nell'ambito del bando PoC 2023 con i progetti BIOPONIC, VALMEGREIA, SIProVAC.

Si conferma l'impegno nell'ambito dell'iniziativa europea PRIMA con il progetto BIOMEnext, Integrated biodiversity-based next generation Mediterranean farming systems: the case of the olive groves.

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".

È stata inoltre avviata una nuova collaborazione nell'ambito del Network internazionale BEANS, coordinato dal Ciheam, che ci vede referenti dell'executive board.

A livello nazionale nel corso dell'anno è stato istituito l'accordo con l'Ordine dei Tecnologi Alimentari (OTAN) e proseguono le collaborazioni nell'ambito dell'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.

Per quello che riguarda le **soluzioni biotecnologiche per applicazioni in ambito biomedico, food e no-food**, a livello europeo, si sono concluse le attività del progetto Horizon 2020 "Regeneration of Injured

Spinal cord by Electro pUlsed byo-hybrid aPproach (RISEUP), di cui l'ENEA è stato coordinatore e quelle del progetto Horizon Europe SEAWave - *"Scientific-Based Exposure and Risk Assessment of mm-Wave Systems (5G and Beyond)"* di cui l'ENEA è stato partner. 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 in pieno svolgimento le attività dei due 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.

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*. Sono in corso le attività sperimentali inerenti il progetto *"SPACE IT UP"* (contratto di finanziamento ASI N. 2024-5-E.0) coordinato per ENEA da SSPT-BIOTEC. Proseguono 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. Nell'ambito dei finanziamenti PNRR (progetti *"Proof of Concept 2022.02"*, a valere su fondi del PNRR finanziato dalla EU Next generation) si sono concluse 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. Infine, sono iniziate le attività del progetto PlasticBreath finanziato nell'ambito del programma 5x1000 ENEA2024.

Nell'ambito della fornitura di servizi tecnologici avanzati a supporto della comunità scientifica e dell'industria nazionale, si sono concluse 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 nell'ambito del Contratto tra ENEA e Dipartimento di Scienze Mediche dell'Università degli Studi di Torino per la valutazione degli effetti di vescicole extracellulari originate da cellule mesenchimali staminali caricate con allergeni ricombinanti in un modello preclinico di sensibilizzazione allergica. Sono invece in corso le attività 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 (Coordinamento nazionale Bioeconomia, Ministero Affari Europei, il Sud, le Politiche di Coesione e il PNRR), la Protezione Civile, l'INAIL, l'ASI, le Regioni (in particolare Lazio, Campania, Emilia Romagna, Marche, Puglia, Sardegna, Sicilia, Lombardia e Basilicata) e i Cluster tecnologici come (Alisei - Scienze della Vita, Agrifood - filiera agroalimentare, BIG - sviluppo sostenibile nella economia del mare, Fabbrica intelligente, Trasporti, Beni culturali, Chimica Verde), Cluster Regionali (Cluster Regionale "Basilicata Creativa, Cluster Lucano della

Bioeconomia, Cluster Regionale Bioeconomia Regione Puglia). Numerosi sono anche i rapporti con i comuni anche tramite l'ANCIM.

Gli interlocutori del sistema produttivo sono sia diretti sia tramite i Distretti Tecnologici, ad esempio in Liguria il Polo DLTM per le Tecnologie Marine, i Distretti Aeronautici di Puglia e Campania, e i consorzi partecipati come CETMA, DTA, CALEF, CERTIMAC, , IMAST, In.BIO e TeRN. Tra i principali interlocutori industriali ricordiamo Engineering Ingegneria Informatica, ETT, Leonardo, algoWatt, Fincantieri, Ansaldo Energia, Barilla, FOS SpA, ALIA Insect Farm, CURSA, FRETTE SpA, CGS e CONVASE Sementi, Ferrero, Planet Farm, , 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, CIHEAM ed europee, come EIT e JRC, cui si affiancano anche i rapporti sviluppati nell'ambito delle diverse reti e piattaforme scientifiche cui si partecipa (ECEAR, ENERO, ICOS, ACTRIS, EMSO, EMEP, BSRN, MerPASs, GRUAN, WMO-GAW, RENEB, Eurados, BioDoseNet, PIANOFORTE, MELODI, Copernicus, 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 25 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 zanzara tigre (Accordo con Google per l’approccio biotecnologico One Health), della cimice asiatica e del moscerino dei frutti rossi (SIMODROFILA). Sono stati realizzati ingredienti e prodotti cosmetici e vaccini e diagnostici da utilizzare nel campo veterinario. Inoltre, l’ENEA partecipa con il progetto PAN-HUB alla costituzione di un Hub nazionale per il plant molecular farming e ha un ruolo di rilievo nazionale nel settore dell’agros spazio, dove si occupa, con ASI alla realizzazione di un sistema bio-rigenerativo per il supporto alla vita nello Spazio.

Sempre nell’ambito delle tematiche sull’economia circolare e l’uso efficiente delle risorse, l’attività dell’ENEA ha importanti ricadute metodologiche tramite la realizzazione della banca dati dell’LCA relativa a 15 filiere di interesse strategico (tale attività è stata ulteriormente finanziata sino al 2029), le azioni per la promozione della simbiosi industriale e degli eco-distretti oltre alle consolidate attività di helpdesk REACH. Rafforzando l’offerta di servizi delle infrastrutture di ricerca aperte, nel 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). Ulteriori infrastrutture complementari che potranno ampliare l’offerta mirata all’open innovation sono le costituenti infrastrutture dei laboratori distribuiti dell’HUB MPC (per la promozione dell’Ecodesign mirato alla sostituzione, riduzione, riciclo delle materie prime critiche).

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 TERNA per la definizione di un indicatore di previsione dei danni da sale marino sulle linee di trasmissione elettriche. Infine, l’attività di sviluppo di tecnologie innovative - diagnostiche e terapeutiche - per la tutela della salute incontra l’interesse di numerose

realità industriali sia come committenti diretti (come LARIMART e Essere SrL) sia nell'ambito di progetto di ricerca (es. OASIS con Santer Reply S.p.A e la Cefriel). Inoltre, tramite i POC e la partecipazione di aziende come IGEA SpA, Esserre SrL, Ebris SrL, Bio-Cell SrL, Pineta Grande SpA si potrà innalzare il TRL di brevetti già depositati facilitando l'azione di trasferimento tecnologico verso le imprese.

Dipartimento Unità Efficienza Energetica (DUEE)

Direttore: Ilaria Bertini

FINALITÀ E STRATEGIE

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

DUEE fornisce supporto tecnico all'Amministrazione centrale per l'attuazione delle Direttive europee, per la programmazione e il monitoraggio delle relative misure (PAEE, RAEE...), per la definizione e l'attuazione delle politiche di incentivazione (Ecobonus, Superbonus, energivori, gasivori, ecc.), per la verifica del raggiungimento degli obiettivi nazionali sull'Efficienza Energetica, 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, con le imprese e gli operatori economici, anche attraverso la Rete degli Uffici Territoriali ENEA. Quest'ultima assicura la più ampia applicazione della legislazione energetica sul territorio nazionale, e svolge un'azione di raccordo tra i decisori pubblici di diverso livello 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 sul territorio nazionale, il Dipartimento fornisce altresì 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 cultura attenta alla riduzione degli sprechi e ad un uso efficiente dell'energia.

Le attività di DUEE si concretizzano infine 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 prodotti dimostrativi 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 2025, CON RIFERIMENTO AGLI OBIETTIVI INDICATI NEL PIAO 2025-2027

Il Dipartimento DUEE ha svolto regolarmente le attività istituzionali e programmatiche come previste dal Piano. Anche nel corso del 2025, 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

Al raggiungimento di questo obiettivo hanno contribuito – coadiuvate dalle sezioni e i servizi a supporto e dal personale afferente alla Direzione – entrambe le Divisioni del Dipartimento DUEE: la Divisione Sistemi, Progetti e Servizi per l’efficienza energetica (SPS), che svolge attività di sviluppo di sistemi, progetti e servizi volti al miglioramento delle performance generali di efficienza energetica, al conseguimento degli obiettivi nazionali e al potenziamento della competitività del Sistema produttivo nazionale, e la Divisione Strumenti, Analisi e Iniziative per le Politiche di efficienza energetica (SAIP) che contribuisce al collegamento tra la programmazione energetica nazionale e quella regionale e locale degli assessorati energia, ambiente e attività produttive.

Il 2025 ha visto un incremento della domanda di sostegno tecnico-scientifico da parte di Regioni ed Enti Locali a cui DUEE ha risposto rendendo fruibile il patrimonio di conoscenze e di risultati della ricerca a livello locale.

La Divisione SPS ha continuato a fornire per tutto il 2025 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 2025 per entrambe le Divisioni.

Supporto alle imprese e al cittadino in adempimento a prescrizioni normative

Il DUEE nel 2025 ha fornito sostegno alle imprese energivore e alle imprese gasivore, nell’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). Inoltre, ha assicurato il supporto alle grandi imprese e alle imprese energivore, secondo quanto già previsto dall’Art. 8 del D. Lgs. 102/2014. Più nel dettaglio:

- per le imprese Gasivore: 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, 1.471 imprese controllate); gestione controlli documentali sulla qualità delle diagnosi energetiche pervenute ad ENEA (controllo sul 3% delle diagnosi redatte da gasivori, 58 diagnosi valutate nel 2025), controllo massivo realizzazione di almeno un intervento di efficienza energetica per ciascun sito sottoposto a diagnosi da parte delle imprese gasivore (19 controlli effettuati nel 2025).
- per le imprese Energivore: 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. Sull’elenco CSEA relativo all’Annualità 2024: controlli on/off su Energivori secondo quanto previsto da decreto, 5.289 Controlli documentali su 164 Diagnosi estratte. Controllo della green conditionality a) (ovvero realizzazione di tutti gli interventi previsti in diagnosi

con Tempo di ritorno inferiore ai 3 anni) su 1.055 imprese. Lavorazione di 124 preavvisi di rigetto di CSEA. Sull'elenco CSEA relativo all'Annualità 2025: controlli on/off su 5.597 imprese. Inoltre, è stato svolto il coordinamento delle attività del GSE e di ISPRA inerenti al Meccanismo degli energivori.

- Attività Art. 8 D. Lgs. 102/2014: controlli on/off su elenchi grandi imprese ed elenchi imprese a forte consumo di energia come previsto da Decreto. Sono state controllate 6.844 imprese obbligate alla redazione e alla presentazione ad ENEA della diagnosi energetica alla scadenza normativa del dicembre 2024. È stato fornito supporto alle imprese tramite le caselle di posta relative al funzionamento del meccanismo e tramite l'assistenza tecnica del Portale. Nel primo caso, tramite diagnosienergetica@enea.it sono state lavorate 989 richieste da parte di imprese, tramite audit102.assistenzaportale@enea.it sono state lavorate 973 richieste.
- Supporto al MiMiT e al 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 e per la negoziazione finale e la votazione nel Comitato Regolamentatore di ecodesign per (i) stufe, caminetti e caldaie a combustibile solido, aspirapolvere, server, forni e frigoriferi domestici, con la pubblicazione del Regolamento di ecodesign (UE) 2025/2262 e il Regolamento delegato (UE) 2025/1353 relativo alle asciugatrici domestiche e il Regolamento di ecodesign (UE) 2025/2481 sui ventilatori; (ii) miglioramento della sorveglianza del mercato e la conformità dei prodotti, partecipando alle riunioni semestrali del Gruppo ADCO Ecodesign ed Etichettatura energetica e ai sottogruppi "EPREL" dedicato al miglioramento dell'operatività della banca dati europea dei prodotti etichettati e "Task Force FAQ" per supportare la Commissione nella risposta ai quesiti degli operatori economici sui regolamenti in vigore.
- Supporto tecnico alle Autorità di sorveglianza del mercato nazionale e locali in particolare alla CCIAA di Milano Monza Brianza Lodi.
- Aggiornamento del portale sull'efficientamento energetico degli edifici: in ottemperanza a quanto previsto dall'aggiornamento del Decreto Legislativo 19 agosto 2005, n. 192 (di seguito D.lgs. 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 (<https://siape.enea.it/>) restituisce una immagine dettagliata dello stato dell'arte della riqualificazione energetica del parco edilizio nazionale, con circa 8 milioni di APE analizzabili in forma aggregata e in base a determinati parametri scelti dall'utente.

In riferimento al 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, DUEE ha svolto le seguenti attività:

- Finalizzazione della terza annualità di attività del PIF, nell'ambito dell'accordo relativo al periodo 2022-2025

Predisposizione della proposta di attività a stipula di una convenzione con il MASE per il nuovo PIF per l'anno 2026. Il programma mira a supportare tecnici, amministratori pubblici, cittadini e PMI in un percorso educativo e di empowerment, per la comprensione, l'accettazione e l'adozione di abitudini e scelte che favoriscano l'efficienza energetica e la sostenibilità ambientale. Nel 2025 il Dipartimento ha continuato l'aggiornamento e la 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 c.d. "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 incluso il c.d. "bonus elettrodomestici"). In particolare, i siti sono stati aggiornati per tener conto delle disposizioni della legge di bilancio per il 2025 (L. 207/2024), alla luce dei chiarimenti esposti nella circolare 8/E del 19 giugno 2025 dell'Agenzia delle Entrate.

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 2025 sono stati completati 151 accertamenti documentali e 26 in sopralluogo. Nell'ambito dell'interlocuzione fra il Ministero dell'Ambiente e della Sicurezza Energetica e le istituzioni deputate a vario titolo alla verifica sui fondi del PNRR destinati al super-ecobonus, l'ENEA ha partecipato a cinque sopralluoghi con la Corte dei Conti Europea (ECA, marzo 2025), curando anche la comunicazione formale con beneficiari e professionisti.

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 c'è l'aggiornamento del sito di Dipartimento/Agenzia (www.efficientzaenergetica.enea.it). Nel corso del 2025 sono state pubblicate 122 news nella homepage, in aggiunta alle informazioni relative alle detrazioni fiscali di cui al precedente punto.

L'attività di informazione si è sviluppata anche attraverso la gestione dei social media, i cui principali risultati sono stati specifici prodotti multimediali per l'Academy "Roberto Moneta", con una masterclass sull'efficientamento degli edifici (<https://www.media.enea.it/comunicati-e-news/archivio-anni/anno-2025/energia-efficienza-nasce-l-acad...>). I social media sono anche stati il mezzo con cui sono state promosse le attività legate ai progetti europei a cui il DUEE partecipa e in supporto alle esigenze generali di comunicazione del Dipartimento.

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

Per quanto riguarda le attività a sostegno delle azioni della PA centrale e periferica, nel 2025, DUEE:

- ha partecipato alla cabina di Regia del Programma per la Riqualficazione 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.
- ha fornito 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 Energetico Unico.
- ha partecipato ai Comitati tecnici dell'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

- ha partecipato ai lavori dell'IEC TC59/WG18, del CENELEC TC59x, del CEI SC59/61G e del CEI SC59/61C.
- ha dato supporto alle Regioni per la pianificazione energetica regionale, in particolare per le seguenti attività:
 - Elaborazione del Piano Integrato Energia e Ambiente Regionale della Basilicata.
 - Collaborazione con la Regione del Veneto nell'ambito delle iniziative previste nel Nuovo Piano Energetico Regionale (NPER)
 - Partecipazione alle attività e riunioni del Comitato Tecnico-Scientifico e Tavolo di monitoraggio previsti dal Piano Energetico Regionale e dal Piano Attuativo Triennale 2022-2024 dell'Emilia-Romagna
 - Attività di promozione e diffusione del Piano Energetico Regionale del Friuli-Venezia Giulia (PER-FVG).
- ha supportato le Regioni per i catasti energetici regionali degli Attestati di prestazione energetica e impianti termici, in particolare per:
 - la gestione del Catasto APE per le Regioni Abruzzo, Lazio, Calabria, Marche, Puglia, Regione Siciliana, Basilicata e Molise.
 - la gestione del Catasto Impianti Termici per la Regione Puglia.
 - la gestione del Catasto Energetico Unico degli edifici della Regione Siciliana.
 - lo sviluppo del Catasto Energetico Unico della Regione Campania.
 - la realizzazione di un open data riguardante i dati degli APE degli edifici della Regione Marche.
- ha fornito supporto Tecnico Specialistico per l'attività di controllo degli impianti termici effettuata da Capitale Lavoro SpA sull'intera Città Metropolitana di Roma e ha formato gli ispettori di Impianti Termici.
- ha assistito le autorità competenti locali sul recepimento normativo per l'attività di ispezione degli impianti termici (Marche, Abruzzo, Basilicata, Sicilia, Città metropolitana di Milano).
- ha fornito sostegno e consulenza a Regioni ed Enti Locali per la redazione di Bilanci Energetici Regionali; e alla Provincia autonoma di Bolzano per l'elaborazione del Bilancio energetico provinciale riferito all'anno 2023 e la realizzazione di un corso di formazione.
- ha coadiuvato IRPET - Istituto Regionale per la Programmazione Economica della Toscana - nell'elaborazione del Bilancio Energetico Regionale di dettaglio riferito all'anno 2023.
- ha fornito supporto alla Regione Autonoma Friuli-Venezia Giulia per l'elaborazione del Bilancio Energetico esteso riferito agli anni 2022, 2023, 2024 e 2025.

Per quanto riguarda il supporto agli Enti locali si segnalano:

- elaborazione di una Strategia di Riqualificazione Energetica del Patrimonio Immobiliare di Roma Capitale;

- realizzazione di attività di comunicazione nella Regione Emilia-Romagna per informare e sensibilizzare rispetto ai temi della transizione energetica;
- realizzazione di strumenti innovativi per promuovere interventi di riqualificazione energetica profonda degli edifici in ambito civile della Città Metropolitana di Milano;
- programmazione e attuazione delle misure di informazione e comunicazione dei Comuni di Terni e Narni relativi all'Accordo di programma per l'adozione di misure di miglioramento della qualità dell'aria nella Regione Umbria.

Tra le azioni di supporto tecnico e organizzativo a favore degli Enti Locali (Comuni e Regioni) vi sono quelle 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 Sicilia: 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.
- Regione Veneto:
 - Realizzazione tavoli tecnici
 - Strutturazione dello Sportello Unico PAESC
 - Sviluppo e attivazione della piattaforma PAESC regionale (<https://www.paesc-veneto.enea.it/>).

Adempimenti normativi nazionali ed internazionali

- Redazione del Rapporto Annuale Efficienza Energetica 2025.
- Redazione del Rapporto Annuale 2025 sulle detrazioni fiscali per l'efficienza energetica e l'utilizzo delle fonti rinnovabili di energia negli edifici esistenti.
- Elaborazione e redazione del VI Rapporto Annuale sulla Certificazione Energetica degli Edifici 2025 (<https://www.efficientaenergetica.enea.it/pubblicazioni/rapporto-annuale-sulla-certificazione-energetica-degli-edifici/rapporto-annuale-sulla-certificazione-energetica-degli-edifici-2025.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

DUEE ha partecipato ai tavoli, gruppi di lavoro, riunioni e incontri:

- dello Strategic Energy Technology Plan (SET Plan).
- dell'Energy Efficiency Working Party della IEA - International Energy Agency, incluso l'aggiornamento degli indicatori di efficienza energetica da inviare alla IEA.
- dello IEA SHC (Solar Heating e Cooling Programme), incontri internazionali finalizzati alla promozione dell'uso di tutti gli aspetti dell'energia solare termica.
- della C.E. Concerted Action EED Support to Member States and participating countries for the implementation of the Energy Efficiency Directive - nell'ambito del Progetto CA EED2 e del Progetto Concert Action EPBD V - Programma HORIZON 2020.

- dell'Osservatorio transizione ecologica nelle città della Fondazione per lo sviluppo sostenibile – Gruppo di lavoro sugli interventi di mitigazione climatica nelle città.

Protocolli di intesa, Accordi, Convenzioni e servizi

Nel corso del 2025 il Dipartimento DUEE ha formalizzato diversi Accordi di collaborazione e Convenzioni con Enti istituzionali, Associazioni e Regioni.

Proseguono inoltre le collaborazioni con le Regioni per la progettazione e la realizzazione dei Catasti degli Attestati di Prestazione energetica degli Edifici (APE) che nel 2025 hanno visto la collaborazione con la Regione Campania, la Regione Calabria e la Regione Marche.

Progetti Europei

Nel corso del 2025 sono iniziate le attività del Progetto ODYSSEE-MURE EED che ha come scopo di supportare i policy maker degli Stati Membri dell'UE e dei Paesi EnC (European Neighbour Countries) in materia di attuazione e monitoraggio nazionale delle disposizioni chiave della Direttiva sull'efficienza energetica, in particolare per quegli aspetti che riguardano il Principio "Energy Efficiency First". Nel corso del 2025 oltre al primo meeting di progetto, le attività si sono concentrate sull'aggiornamento del database Odyssee, contenente i dati energetici di base e di struttura per l'elaborazione degli indicatori di efficienza energetica nonché sull'aggiornamento del database Mure contenente le politiche e misure di efficienza energetica adottate dall'Italia. È stato prodotto un documento sintetico che illustra le tendenze di consumo energetico e le politiche di efficienza energetica a livello complessivo e per settore in Italia nel periodo 2000-2023.

Il Progetto CA VI EPBD "Concerted Action EPBD-Enabling implementation of the Energy Performance of Buildings Directive" ha come obiettivo generale quello di promuovere lo scambio di informazioni ed esperienze sull'attuazione della legislazione e della politica specifiche dell'Unione europea sulla prestazione energetica degli edifici.

L'obiettivo della Terza Azione Concertata sulla Direttiva sull'Efficienza Energetica (Progetto CA EED3), è quello di promuovere lo scambio di informazioni ed esperienze tra gli Stati membri e gli altri paesi partecipanti, al fine di agevolare l'attuazione delle Direttive europee sull'efficienza energetica (EED), migliorare e strutturare la condivisione di informazioni ed esperienze derivanti dall'attuazione nazionale, promuovere buone pratiche volte a migliorare l'attuazione della EED ed incoraggiare il dialogo tra gli Stati membri su approcci comuni per l'attuazione efficace di specifiche parti della EED e sulle sinergie con la Direttiva sulle energie rinnovabili e la Direttiva EPBD.

Il Progetto LIFE-CET-EPBD.WISE ha come obiettivo di supportare gli Stati membri dell'Unione Europea nell'implementazione di alcuni strumenti di policy previsti nella direttiva sulla prestazione energetica degli edifici (EPBD 2024/1275, c.d. "Case green"). Gli strumenti di policy sono: edifici ad emissioni zero (ZEB), piani nazionali di ristrutturazione degli edifici (NBRP), passaporti di ristrutturazione (RP), attestati di prestazione energetica (EPC) e norme minime di prestazione energetica degli edifici (MEPS).

L'iniziativa Energy Efficiency Compliant Products 4 (EEPLIANT4) è un'azione concertata che si basa sul successo, sulle buone pratiche e sugli insegnamenti tratti dalle tre precedenti azioni EEPLIANT a

partire dal 2015. L'obiettivo di questa nuova azione concertata è sostenere l'attuazione e l'applicazione dei regolamenti UE in materia di progettazione ecocompatibile ed etichettatura energetica per i prodotti connessi all'energia e migliorare in modo duraturo la vigilanza del mercato in questi settori.

Sono proseguite nel 2025 le attività del Progetto europeo LEAPto11 "Linking Energy Audit and EnMS Policies towards new EED article 11", di cui ENEA è coordinatore. Il Progetto supporta gli Stati membri europei nel recepimento e implementazione del nuovo articolo 11 della Direttiva EED e contribuisce al miglioramento della qualità degli audit energetici e dei sistemi di gestione dell'energia (EnM) attraverso la valutazione, l'aggiornamento, e l'ottimizzazione degli attuali programmi nazionali. Oltre alle attività di coordinamento di progetto, sono stati avviati ed eseguiti gli Osservatori nazionali in 10 Paesi EU ([National Observatories LEAPto11](#)) e sono state condotte le diagnosi pilota in 13 imprese nei Paesi Malta, Croazia, Portogallo e Grecia, presentate nell'evento "[Workshop on Resource Efficiency LEAPto11](#)". Sono state prodotte inoltre, tre pubblicazioni scientifiche e realizzate numerose presentazioni in eventi nazionali e internazionali, oltre che le attività di confronto e diffusione nella rete EEN-EnR.

Nel 2025 sono andate avanti le attività del Progetto OBSERVE (Support for setting up national Building Stock observatories) il cui scopo principale è di 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.

Il Progetto SEED MICAT "Support Energy Efficiency Deployment with the Multiple Impacts Calculation Tool", supporta l'UE e gli Stati membri a livello 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).

Il Progetto REHOUSE (Renovation packages for Holistic improvement of EU's buildingS Efficiency, maximizing RES generation and cost-effectiveness) si inserisce nelle azioni di ENEA-DUEE a supporto della pubblica amministrazione per la riqualificazione energetica degli edifici, considerando un approccio che parte dalle diagnosi energetiche e arriva al coinvolgimento degli utenti. Il percorso di riqualificazione degli edifici include gli aspetti sociali, la lotta alla povertà energetica, l'integrazione di modelli economici e facilmente replicabili.

Nel 2025 sono proseguite le attività del Progetto ENEFIRST: Plug Energy Efficiency First In, il quale si prefigge di supportare i principali stakeholder per integrare e diffondere le conoscenze sugli investimenti in infrastrutture energetiche, sulla pianificazione energetica e sulla definizione di nuovi incentivi.

Sono proseguite anche le attività del Progetto EU PEERS "European Practitioners for Integrated Home Renovation Services", il quale si propone di sostenere lo sviluppo degli IHRS (Servizi Integrati di Ristrutturazione Domestica) come strumenti chiave per accelerare la ristrutturazione energetica residenziale nell'UE. Tali strumenti offrono soluzioni olistiche per la ristrutturazione degli immobili e fanno parte del quadro normativo che mira ad abbattere le barriere alla ristrutturazione.

Nel corso del 2025 sono iniziate le attività del progetto "Building Renovation Efforts for Zero Emission Buildings" (LIFE24-CET-BREEZE) il quale mira a supportare gli Stati membri nell'avanzamento delle loro strategie di ristrutturazione degli edifici, raccogliendo e armonizzando i dati sul patrimonio edilizio provenienti da Polonia, Italia e Francia e sviluppando strumenti per la pianificazione di scenari di ristrutturazione edilizia. ENEA è stata coinvolta nel WP2 "Residential Building Stock Characterization and Cost-Optimality Cases" che prevede l'analisi dei database dei Paesi pilota con l'obiettivo di definire

gli edifici di riferimento, e nel WP5 “EPBD-Enhanced Renovation Plans”, di cui è leader, il cui obiettivo è di sviluppare una metodologia replicabile per lo sviluppo dei piani nazionali di ristrutturazione degli edifici, fornendo strumenti open source e linee guida e utilizzando i Paesi pilota (Polonia, Italia e Francia) come casi studio.

A ottobre 2025 sono partite anche le attività del Progetto EEFINH (Energy Efficiency Financing National Hubs), parte integrante della European Energy Efficiency Financing Coalition (EEFFC), creata dalla UE ed alla quale tutti gli stati membri partecipano. L’obiettivo principale riguarda il finanziamento degli interventi di efficienza energetica, in connessione anche con il recepimento della EED e della EPBD. Il progetto mira a finanziare le attività dei National Hub della Coalition. Per l’Italia il MASE ha affidato a ENEA il compito di istituire e coordinare il National Hub italiano, fungendo da punto di raccordo tra le istanze nazionali e la Coalizione. ENEA svolge anche il ruolo di coordinatore dell’intero Progetto. ENEA sta attualmente definendo il mandato e analizzando le reali esigenze del mercato e degli stakeholder del National Hub, con l’obiettivo di individuare le priorità su cui focalizzare le attività.

Infine, ha preso il via il Progetto RENOVA (Public Building Renovation Accelerator Network), che ha come obiettivo di supportare le pubbliche amministrazioni nella riqualificazione energetica del patrimonio edilizio pubblico. È stata avviata la pianificazione operativa ed il coordinamento tra i partner, oltre che la mappatura e coinvolgimento degli stakeholder nei territori dei casi-studio (Roma, Napoli, Brindisi e Vicenza).

Nel corso del 2025 si sono conclusi i Progetti europei di seguito riportati:

“Social Energy Renovations: Maximizing social impact and boosting clean energy investments in the non-profit sector through de-risking, aggregation, and capacity building” (Progetto SER). SER ha progettato e implementato un meccanismo di finanziamento a rischio basso, standardizzazione tecnica, aggregazione di progetti, valutazione dell’impatto sociale e miglioramento del credito, rivolti specificamente al settore non-profit. Le attività prevalenti del 2025 sono state la diffusione dei risultati e la redazione dei report conclusivi.

Il Progetto MeetMED II “Mitigation enabling energy transition in the Southern Neighbourhood” aveva lo scopo di migliorare la sicurezza energetica dei Paesi SEMCs (Southern and Eastern Mediterranean Countries) promuovendo la loro transizione verso un’economia a basse emissioni di carbonio e contribuendo a rendere i contesti socioeconomici più stabili, efficienti, competitivi e resilienti ai cambiamenti climatici. Nel 2025 ENEA ha partecipato all’organizzazione dell’evento finale tenutosi a Bruxelles e ha condotto le attività di disseminazione e comunicazione di progetto.

Il Progetto Odyssee Mure si è concluso con la partecipazione al meeting finale a Lisbona, la redazione del national report “Energy Efficiency in Italy (energy consumption trends and policies in 2000-2022)” (<https://www.odyssee-mure.eu/publications/national-reports/>) e la redazione del country profile dell’Italia, documento sintetico che illustra le tendenze di consumo energetico e le politiche di efficienza energetica a livello complessivo e per settore in Italia nel periodo 2000-2022.

Il Progetto tunES (Tuning EPC and SRI instruments to deliver full potential) si poneva 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). Nel 2025 ENEA ha proseguito nell’attività di coordinamento del WP1 che si occupava della “Facilitazione dello scambio tra i gli Stati Membri e tra la rete dei follower esterni”. Inoltre, è stata elaborata la versione definitiva delle *Policy Option* nazionali sui temi di APE ed SRI, a supporto del prossimo recepimento

nazionale della EPBD IV ed è stata completata la valutazione dell'impatto economico e sociale per ciascuna delle policy option elaborate. ENEA si è inoltre occupata della redazione del National Report finale e dell'organizzazione di incontri con diversi stakeholders, partecipando a diversi workshop e convegni di disseminazione dei risultati ottenuti, oltre che al meeting finale del progetto in Croazia.

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

Il Dipartimento ha svolto attività di R&S nell'ambito dell'efficienza energetica partecipando all'Accordo di Programma sulla Ricerca del Sistema Elettrico attraverso lo sviluppo di due progetti: 1.5 "Edifici ad alta efficienza per la transizione energetica" e 1.6 "Efficienza energetica dei prodotti e dei processi industriali".

I principali risultati raggiunti sono di seguito sinteticamente descritti:

- Progetto 1.5 "Edifici ad alta efficienza per la transizione energetica": Il progetto, strutturato in 5 Work Package, prevede l'analisi di soluzioni per il miglioramento delle prestazioni del sistema edificio-impianto basate sia su tecnologie e materiali innovativi per l'involucro edilizio, sia su strategie e configurazioni per massimizzare la quota di energia rinnovabile (elettrica e termica) consumata negli edifici, oltre che a soluzioni per migliorare la consapevolezza degli utenti finali sui propri consumi e strumenti per rendere più tangibile a progettisti e fornitori di servizi il valore aggiunto delle nuove tecnologie e degli edifici intelligenti. A tale scopo, nell'ambito del WP1, è stato avviato l'aggiornamento dei Gradi/Giorni dei Comuni Italiani, che indicano il fabbisogno termico per riscaldare le abitazioni, al fine di individuare le differenti zonizzazioni del territorio nazionale. Sono stati approfonditi, inoltre, alcuni temi legati al recepimento della EPBD IV, in particolare la definizione di nuove strategie per la riqualificazione energetica del parco edilizio pubblico. Uno specifico studio è stato avviato per individuare i possibili criteri per commisurare gli incentivi pubblici (detrazioni fiscali) al risparmio energetico perseguito.

Estendendo i risultati del triennio 2022-2024, nell'ambito del WP2 sono stati avviati studi analitici e sperimentali per favorire l'adozione di sistemi di generazione da energia rinnovabile nelle aree energeticamente isolate italiane (isole minori e aree montane); in particolare, lo studio riguarda il micro-eolico, l'energy harvesting e sistemi a biogas di piccola taglia per produrre acqua calda sanitaria da scarti organici. Uno studio specifico inoltre analizza lo stato dell'arte e le potenzialità dell'applicazione delle costruzioni in legno sul territorio italiano.

Riguardo i componenti opachi dell'involucro edilizio, nel WP3 sono state condotte le prove per caratterizzare le pareti responsive sperimentali, installate presso la sede ENEA di Bari, in grado di variare le proprietà di isolamento grazie ad un'intercapedine ventilabile, e accumulare energia termica grazie all'integrazione di materiali a cambiamento di fase. In continuità con il PTR 22-24, sono state approfondite le soluzioni per il teleriscaldamento attivo; in particolare è stato definito il prototipo di una nuova sottostazione bidirezionale che verrà installata in corrispondenza di un'utenza connessa ad una rete reale.

Nell'ambito del WP4 è stata condotta, per conto del MASE, la fase di test nazionale del nuovo indicatore Smart Readiness Indicator (SRI) previsto dalla EPBD IV, valutandone l'applicazione allo stock edilizio nazionale.

A scala urbana è stato avviato lo studio per valutare il contributo che le Tecnologie Verdi di Involucro (TVI) possono fornire alla riduzione del consumo di energia per il raffrescamento degli edifici e all'adattamento delle città all'isola di calore.

- Progetto 1.6 *"Efficienza energetica dei prodotti e dei processi industriali"*: Il progetto si pone l'obiettivo di sviluppare metodi, strumenti e soluzioni per incrementare l'efficientamento energetico del settore industriale, favorendo un approccio analitico e integrato che vada dal singolo prodotto/macchinario all'intero processo produttivo, filiera produttiva fino al comparto/settore, con focus specifici sull'efficientamento dei processi termici delle PMI, delle industrie *hard-to-abate* e sulle filiere *dell'Off-Site Construction*, per la riqualificazione del parco immobiliare e del riutilizzo idrico.

Nel 2025 sono state effettuate tutte le attività previste dal progetto. In particolare:

- revisione dei Regolamenti di prodotto esistenti nell'ambito della Direttiva 2009/125/CE per i prodotti del settore domestico, professionale e commerciale per i prodotti elencati nell'Articolo 79 del Regolamento 2024/1781;
- analisi di letteratura delle tecnologie e soluzioni di decarbonizzazione del calore industriale disponibili ed emergenti, delle potenzialità di utilizzo di logiche di demand-response e di tecnologie disponibili per l'accumulo di calore;
- analisi preliminare delle prestazioni di un Data Center (High-Performance Computing, HPC);
- valutazioni del potenziale applicativo, energetico, economico e ambientale di nuovi trattamenti di natura non termica e trattamenti termici innovativi in sostituzione di processi termici tradizionali nell'industria alimentare;
- studio dei processi di produzione del vino e dell'olio di oliva e analisi delle caratteristiche di consumo energetico delle fasi di produzione;
- potenziamento dell'osservatorio sull'Off Site Construction del progetto OFFICIO e identificazione delle buone pratiche (aziende e soluzioni, full- e semi-OSC);
- analisi di tre settori merceologici (cinema, teatri e carta) con caratterizzazione del processo produttivo, KPI o indici di prestazione energetica sia generali che specifici (caratteristici dei processi maggiormente energivori) e l'analisi economica costo/beneficio degli interventi di efficientamento energetico proposti.

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

Di seguito si riportano alcune delle principali azioni finalizzate alla creazione di una corretta coscienza energetica nei cittadini e di una professionalità qualificata negli operatori di settore, realizzate nel 2025 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, 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;
- 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: 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;

- sviluppo e manutenzione delle piattaforme di E-learning.

PRINCIPALI INTERLOCUTORI (NAZIONALI E INTERNAZIONALI) COINVOLTI NELLE ATTIVITÀ

Nell'anno 2025 si è ulteriormente intensificata l'eterogeneità degli interlocutori di DUEE in particolare con le istituzioni pubbliche, quali MASE e altri Ministeri in misura minore, ARERA, CSEA, Regioni e Province Autonome; l'Aumento della partecipazione a progetti europei rende rilevante il numero di stakeholders europei sull'efficienze energetica con cui si è venuti in contatto; in aggiunta, elevata è anche l'interazione con cittadini e imprese, prevalentemente per le attività di formazione, informazione e assistenza tecnica relativa ai meccanismi incentivanti di cui si occupa DUEE.

Tale attività impone al personale di DUEE un aggiornamento tecnico-normativo continuo e di elevato profilo, insieme alla capacità di svolgere attività operative a breve scadenza. Ciò richiede da parte del Dipartimento, in tutte le sue strutture tecniche e amministrative, grande flessibilità e tempi di risposta rapidi, dai primi contatti alla stipula degli accordi (quando necessari), 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 2025 si è svolta una intensa attività di relazioni con molteplici stakeholder ai fini della predisposizione della proposta di nuove attività per il PIF 2026.

Per l'aggiornamento del portale PNPE², sono continuate le interlocuzioni con i principali soggetti istituzionali detentori delle basi di dati e informazioni di dettaglio in tema di edifici.

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'avere 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 DUEE 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 (IRP), in coerenza con il ruolo assegnatole all'interno dell'Agenzia, persegue - attraverso attività di ricerca, sviluppo e qualificazione - l'innovazione dei metodi e l'accrescimento delle competenze, mantenendo l'allineamento agli standard europei e internazionale. Assicura, allo stesso tempo, ai sensi di legge, la sorveglianza di radioprotezione per tutte le attività svolte nei Centri ENEA e fornisce supporto tecnico-scientifico a istituzioni ed autorità del settore. L'insieme di competenze e di risorse strumentali, rivolte prevalentemente alle esigenze interne dell'Agenzia e, ove opportuno, sono messe a 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 2025, CON RIFERIMENTO AGLI OBIETTIVI INDICATI NEL PIAO 2025-2027

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 di radioprotezione alle imprese e alla PA

L'obiettivo triennale dell'Istituto di Radioprotezione, perseguito attraverso attività di studio, tecnico-scientifiche ed operative, è rivolto a garantire la qualità e la adeguatezza rispetto agli standard internazionali dei metodi di misura di monitoraggio individuale, ambientale e degli ambienti di lavoro nonché delle valutazioni di radioprotezione impiegati per la sorveglianza fisica di radioprotezione ai sensi di legge.

L'Istituto di Radioprotezione, avvalendosi di tutti i Laboratori della struttura IRP assicura, infatti, 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.

Inoltre, IRP assicura le valutazioni di radioprotezioni ex lege sulla base dei monitoraggi effettuati. Le valutazioni sono realizzate attraverso la funzione di *esperto di radioprotezione*, espressa da 10 ricercatori, tutti in organico all'Istituto che possiedono la abilitazione professionale specifica e sono iscritti all'elenco nazionale presso il Ministero del Lavoro.

Nel 2025 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 50 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. Le pratiche ENEA comprendono gli impianti nucleari di ricerca TRIGA e TAPIRO, infrastrutture e impianti rilevati quali il Laboratori di Caratterizzazione di

Casaccia, l’Impianto Calliope e i Laboratori dell’Istituto Nazionale di Metrologia delle radiazioni Ionizzanti in Casaccia, l’Impianto FNG e gli acceleratori del CR Frascati nonché una serie di laboratori che impiegano sorgenti o macchine radiogene per il perseguimento degli obiettivi di ricerca dell’Agenzia nei suddetti Centri.

L’evidenza dell’avvenuta sorveglianza trova riscontro nelle valutazioni dosimetriche per i circa 200 lavoratori ENEA esposti alle radiazioni ionizzanti nelle oltre 100 relazioni tecniche e verbali, redatti per l’esercizio delle attività ENEA secondo la vigente normativa in materia di radioprotezione. Il personale tecnico di radioprotezione operativa ha coadiuvato gli esperti di radioprotezione realizzando oltre 400 sopralluoghi di verifica, che hanno richiesto l’esecuzione di oltre 8.000 misure di monitoraggio (dirette ed indirette) negli 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, anch’esso assicurato e gestito dall’Istituto per conto di tutti i Datori di Lavoro ENEA, ha richiesto la fornitura di 7.500 dosimetri personali ed il coordinamento ed esecuzione di circa 900 misure di contaminazione interna (i.e. dirette con Whole Body Counter e indirette di radiotossicologia).

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

Nel 2025 è stato garantito il supporto agli Esercenti degli impianti nucleari e dei laboratori ENEA, Sogin e Nucleco e alla Direzione del CR Casaccia per la gestione del Piano di Emergenza nucleare esterna e dei Piani di Emergenza, sia attraverso le prove annuali di emergenza nel CR Casaccia sotto la vigilanza di ISIN che con il contributo per predisposizione dei piani di emergenza (decreti prefettizi) 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 stato fornito il supporto alla Direzione ISER per la predisposizione di piani operativi e/o misure di caratterizzazione.

Nel corso del 2025 uno tra i principali obiettivi dell’Istituto ha riguardato il conseguimento dell’accreditamento ai sensi della norma EN ISO UNI 17025 per il Centro di Taratura Secondario per le radiazioni ionizzanti sito presso i Laboratori esterni di Montecuccolino (CR Bologna). L’ottenimento dell’accreditamento per due specifici settori di attività (taratura di strumenti per la misura delle radiazioni ionizzanti e irraggiamenti con sorgenti gamma) rappresenta un traguardo strategico per l’Istituto, in quanto attesta la conformità delle attività svolte ai requisiti normativi e tecnico-metrologici, rafforza il ruolo di riferimento nazionale nel settore della dosimetria e delle tarature nel campo delle radiazioni ionizzanti, nonché permette l’ampliamento delle attività di servizio per utenti esterni in questo campo.

Parallelamente, con l'obiettivo di miglioramento continuo della qualità dei servizi tecnici avanzati offerti sia all'Agenzia sia a clienti esterni e la graduale applicazione del sistema di gestione di qualità dell'Istituto a tutta la gamma di prestazioni offerte, sono state revisionate e redatte, ai sensi della ISO IEC EN 17025, 12 procedure, gestionali e tecniche, nonché diverse istruzioni operative per l'utilizzo degli impianti e della strumentazione presso i diversi laboratori.

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:

- noleggio e lettura di circa 28.000 dosimetri personali per tutti i tipi di radiazioni per circa 70 utenti;
- oltre 1.000 misure di monitoraggio della concentrazione di radon per circa 50 utenti, tra cui Eni;
- 4.500 misure di contaminazione interna, sia dirette che indirette per 8 utenti, fra cui Nucleco, Sogin, ISIN;
- 200 misure radiometriche in campioni di varia origine per vari tipi di radionuclidi per 4 utenti, tra cui Nucleco ed Eni;
- 30 tarature di strumentazione di radioprotezione.

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 32 inter-confronti nazionali ed internazionali per le principali tecniche oggetto di fornitura. Gli esiti hanno mostrato risultati sempre compatibili con i requisiti stabiliti dalle norme internazionali ed in molti casi con prestazioni eccellenti.

L'**attività di studio e ricerca** ha riguardato come di consueto lo studio e sperimentazione di tecniche dosimetriche, radiometriche e radiotossicologiche. In particolare, nel 2025, sono state approfondite le determinazioni di radionuclidi per emergenze in campioni di varia natura nonché studi di impatto radiologico in scenari emergenziali (e.i. fall-out da ordigno tattico; impatto di eventi bellici su impianti nucleari). Le tecniche messe a punto hanno permesso di ottimizzare i processi di campionamento, la sensibilità di misura adeguata nonché implementazione di nuove tecniche di misura rapide (es. Sr-90 nelle urine da adottare in situazioni emergenziali). In collaborazione con il Dipartimento NUCleare, sono state svolte inoltre valutazioni dosimetriche preliminari per applicazioni sanitarie (i.e. confronto tra trattamenti LEX-IORT e una sorgente neutronica N-IORT da 2,45 MeV). In ambito internazionale, partecipando ai Gruppi di Lavoro di EURADOS (EUropean RAdiation DOSimetry Group) si è concluso gli studi sul contributo dosimetrico delle scansioni CBCT in radioterapia e sull'esposizione degli operatori di medicina nucleare in procedure di PRRT con radiofarmaci marcati (i.e. Sc-47 e Cu-67).

I risultati degli studi sopra citati, unitamente ad ulteriori studi, sono stati documentati in 39 pubblicazioni di cui: 8 pubblicazioni su rivista internazionali con peer review (IF), 10 relazioni in atti di congresso nazionali, 6 articoli web, 2 Pubblicazioni istituzionali in collaborazione con Autorità e Organismi nazionali, 1 monografia internazionale, 12 rapporti tecnici.

Risorse economiche acquisite

Nel 2025 le attività di ricerca, ma principalmente quelle di fornitura di servizi tecnici avanzati su base tariffata (attività commerciale), hanno permesso l'accertamento di entrate di 1.430 k€.

Si ricorda che l'Agenzia non destina alcuna quota del COS al bilancio IRP per i costi delle attività istituzionali di radioprotezione *ex lege* per l'esercizio degli Impianti e Laboratori ENEA che hanno

trovato, come di consueto, copertura nelle sopra riferite entrate delle attività commerciali per Conto Terzi.

L'ENEA ha, inoltre, acquisito l'importo complessivo di 500 k€ da SOGIN e Nucleco, sulla base rispettivamente di specifici di Accordo Quadro e Convenzione, a fronte delle attività di servizio svolte da IRP per il monitoraggio della radioattività ambientale del sito CR Casaccia e la assicurazione, solo per SOGIN, del presidio di radio-tossicologia.

PRINCIPALI INTERLOCUTORI (NAZIONALI E INTERNAZIONALI) COINVOLTI NELLE ATTIVITÀ

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

1. EURADOS (*European Radiation Dosimetry group*) partecipando alle attività del *Council* con un membro ENEA, oltre che a quelle tecnico scientifiche dei principali *Working Group* sulla dosimetria delle radiazioni ionizzanti (*WG2 - Harmonisation in Individual Monitoring, WG3-Environmental dosimetry, WG6 - Computational Dosimetry, WG7-Internal dosimetry, WG12-Dosimetry in Medical Imaging*)
2. ICRU (*International Commission on Radiation Units and Measurements*), CRPPH (*Committee on Radiation Protection and Public Health*) della NEA (OCSE), oltre che con i principali enti di normazione tecnica internazionale ISO e IEC;
3. Ministero della Salute, Direzione Generale della Prevenzione, con particolare riferimento alla gestione di eventi emergenziali di tipo radiologico e nucleare e in quest'ambito fornisce consulenza al Centro Antiveneni di Pavia;
4. è membro della rete di *Laboratori ALMERA*, istituita da IAEA e membro del consiglio scientifico di *PROCORAD* (*Association pour la Promotion du Contrôle de Qualité des Analyses de Biologie Médicale en Radiotoxicologie*) associazione francese cui aderiscono i principali laboratori nel campo delle misure di radiometria degli escreti;
5. è membro della piattaforma *NERIS* (*European Platform on Preparedness for Nuclear and Radiological Emergency Response and Recovery*) di organizzazioni europee coinvolte nei processi decisionali, nell'attuazione delle azioni protettive durante le emergenze nucleari e radiologiche e nelle fasi di recupero delle aree interessate;
6. *Associazione Italiana di Radioprotezione* (AIRP), la principale associazione scientifica nel campo della radioprotezione a livello nazionale, nell'ambito del quale i ricercatori contribuiscono a iniziative di confronto e collaborazioni. Dal 2021, ENEA è socio collettivo di AIRP.

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

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

RICADUTE ECONOMICHE E TECNOLOGICHE SUL SISTEMA INDUSTRIALE

Oltre a garantire all'Agenzia tutte le attività previste dalla normativa per l'esercizio degli impianti e dei laboratori che impiegano radiazioni ionizzanti, nonché il monitoraggio individuale ed ambientale di

radioprotezione, l'Istituto opera in ambiti che spaziano dal decommissioning nucleare alla medicina e, più in generale, alle attività produttive, sanitarie e di ricerca che utilizzano radiazioni ionizzanti, anche di origine naturale. Gli studi sulla radioattività ambientale, sia antropica che naturale, rivestono un rilevante interesse a livello nazionale e internazionale, non solo per gli aspetti di sicurezza nucleare ma anche per la promozione di uno sviluppo sostenibile. I servizi tecnici avanzati forniti dall'Istituto, in alcuni casi unici a livello nazionale, e le numerose collaborazioni scientifiche nazionali e internazionali nel campo della radioprotezione testimoniano il valore delle competenze sviluppate e la capacità di mettere a disposizione del Paese un sistema qualificato di conoscenze e supporto tecnico-scientifico.

Unità Tecnica Antartide (UTA)

Responsabile: Elena Campana

FINALITÀ E STRATEGIE

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

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

PRINCIPALI RISULTATI RAGGIUNTI NELL'ANNO 2025, CON RIFERIMENTO AGLI OBIETTIVI INDICATI NEL PIAO 2025-2027, anche in relazione alla creazione di Valore Pubblico.

UTA ha assicurato le azioni necessarie all'attuazione della 41ma spedizione della Campagna antartica 2025/2026 e la predisposizione di tutte le azioni necessarie per la programmazione ed organizzazione della 22ma Campagna invernale della Stazione Concordia nel 2026 ancora in corso e che terminerà a novembre 2026.

In particolare, con riferimento ai singoli obiettivi indicati nel PIAO 2025-2027 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 ATTIVITÀ.

UTA si avvale della collaborazione del Ministero della Difesa e del Ministero degli Interni e del Ministero degli Esteri, oltre ovviamente al Ministero della Ricerca.

Rilevante anche la collaborazione con la Fondazione Policlinico Gemelli in tema di telemedicina.

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

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, le infrastrutture e dotazioni laboratoriali, il know-how sviluppati dall'ENEA nell'arco di decenni, costituiscono un patrimonio di competenze che deve generare ricadute economiche e tecnologiche per il sistema produttivo ed istituzionale. In tale contesto, assume particolare rilievo l'attività di valorizzazione dei risultati della ricerca e di trasferimento tecnologico verso il sistema delle imprese, con l'obiettivo di rafforzare il contributo della ricerca pubblica alla competitività del Paese con particolare riferimento alle piccole e medie imprese.

La Direzione Trasferimento Tecnologico (TTEC) svolge un ruolo di raccordo tra l'offerta di competenze tecnico-scientifiche dell'Agenzia e l'esigenza di innovazione indispensabile per un sistema produttivo competitivo su scala globale, con coinvolgimento di controparti sia istituzionali a livello nazionale ed internazionale, che del settore delle imprese ed Industria. In tale ambito, la Direzione promuove iniziative di valorizzazione della ricerca, supporta la definizione di accordi di collaborazione con soggetti terzi e contribuisce alla diffusione degli asset tecnologici sviluppati dall'Agenzia.

Il contesto di riferimento è quindi caratterizzato da una significativa domanda di supporto tecnico-scientifico, costantemente aggiornato allo "stato dell'arte", da parte della Pubblica Amministrazione (per la definizione di politiche pubbliche) e del tessuto imprenditoriale. La Direzione opera, pertanto, per rafforzare il posizionamento dell'Agenzia nei principali ambiti di cooperazione scientifica e tecnologica, favorendo al contempo l'accesso a opportunità di finanziamento e la costruzione di partenariati strategici.

La Direzione TTEC è articolata in Servizi che operano come centri di competenza nelle principali aree di attività connesse al trasferimento tecnologico. All'interno della Direzione opera, inoltre, la Divisione Knowledge Transfer Management (TTEC-KTM), dedicata al coordinamento delle attività di valorizzazione della proprietà intellettuale, promozione degli asset tecnologici, di pianificazione e sviluppo di progettualità e di iniziative di collaborazione e supporto all'innovazione del sistema produttivo.

Nel corso del 2025 la Direzione ha perseguito gli obiettivi strategici e operativi previsti nel PIAO 2025-2027, assicurando il conseguimento delle attività programmate e il raggiungimento dei target associati agli indicatori di performance.

Nel complesso, gli obiettivi assegnati risultano raggiunti integralmente, con il conseguimento dei target previsti per la quasi totalità degli indicatori monitorati.

Il conseguimento degli obiettivi ha contribuito a rafforzare la capacità dell'Agenzia di mettere a disposizione del sistema Paese competenze scientifiche, tecnologie e strumenti di collaborazione con il sistema produttivo e istituzionale, favorendo una più efficace valorizzazione degli investimenti pubblici in ricerca.

Le iniziative messe in atto hanno concorso alla generazione di Valore Pubblico attraverso il rafforzamento delle relazioni tra ricerca, istituzioni e sistema produttivo, la valorizzazione dei risultati

della ricerca e il supporto ai processi di trasferimento tecnologico e collaborazione con partner nazionali e internazionali.

Tali azioni, le principali delle quali sono richiamate nel seguito, hanno favorito l'utilizzo concreto delle competenze e delle tecnologie sviluppate dall'Agenzia a beneficio dei processi di innovazione, sostenibilità e competitività del sistema economico e produttivo nazionale.

In particolare:

- le iniziative di trasferimento tecnologico e di valorizzazione della proprietà intellettuale hanno favorito l'utilizzo delle conoscenze sviluppate dall'Agenzia per finalità di innovazione, sviluppo industriale e crescita della competitività del sistema Paese;
- Il supporto alla definizione di accordi di collaborazione, alla partecipazione a programmi europei e alla costruzione di partenariati istituzionali ha contribuito a rafforzare il ruolo dell'ENEA quale attore di riferimento nel sistema nazionale ed europeo della ricerca e dell'innovazione;
- le attività di tutela e gestione della proprietà intellettuale hanno inoltre garantito maggiore certezza giuridica nei rapporti con partner pubblici e privati, favorendo condizioni più efficaci per la valorizzazione economica dei risultati della ricerca.

PRINCIPALI RISULTATI RAGGIUNTI NELL'ANNO 2025, CON RIFERIMENTO AGLI OBIETTIVI INDICATI NEL PIAO 2025-2027

Obiettivo Triennale TTEC.OS.01 - Promuovere e valorizzare il ruolo dell'ENEA nel trasferimento al territorio dei risultati della ricerca e nelle collaborazioni con soggetti terzi istituzionali e del tessuto produttivo/industriale e finanziario

Nel corso del 2025 la Direzione ha assicurato il coordinamento e il supporto alle attività di valorizzazione degli asset tecnologici dell'Agenzia, promuovendo la diffusione delle competenze scientifiche e delle tecnologie sviluppate nei Dipartimenti e facilitando la costruzione di collaborazioni con imprese, università e altri soggetti istituzionali. Le attività realizzate hanno riguardato in particolare:

- la promozione e diffusione delle tecnologie ENEA attraverso strumenti dedicati e iniziative di incontro tra domanda e offerta di innovazione;
- il supporto ai Dipartimenti nella gestione degli accordi di collaborazione e delle iniziative di valorizzazione tecnologica;
- lo sviluppo di programmi e strumenti finalizzati alla maturazione tecnologica dei risultati della ricerca e al loro trasferimento verso il sistema produttivo;
- il rafforzamento delle relazioni con partner industriali e istituzionali per favorire nuove opportunità di cooperazione scientifica e tecnologica.

Attraverso tali attività, la Direzione contribuisce alla generazione di valore pubblico favorendo la diffusione dell'innovazione tecnologica, la competitività del sistema produttivo e una più efficace valorizzazione degli investimenti pubblici in ricerca. Il raggiungimento dei target previsti dagli indicatori associati all'obiettivo testimonia la capacità della Direzione di rendere più efficace il processo di valorizzazione dei risultati della ricerca, migliorando l'accessibilità delle tecnologie sviluppate dall'Agenzia e facilitandone l'applicazione in ambito industriale e istituzionale.

Complessivamente, la Direzione ha assicurato il coordinamento delle attività di valorizzazione tecnologica e il supporto ai Dipartimenti nelle procedure interne connesse alla gestione delle tecnologie e degli accordi con soggetti esterni.

Il coordinamento di tali attività ha consentito di rendere più efficiente il processo di valorizzazione delle tecnologie sviluppate nei Dipartimenti, migliorando la capacità dell'Agenzia di trasformare risultati scientifici in opportunità di collaborazione, applicazione industriale e sviluppo economico.

Nel corso dell'anno la Divisione TTEC-KTM, in stretta collaborazione con il Servizio TTEC-CPI, ha gestito la negoziazione e predisposizione di una serie di accordi di varia natura, in funzione di richieste ricevute dalle Unità ENEA o promosse dalla Direzione TTEC in risposta ad esigenze di soggetti esterni.

Nel 2025 la Direzione TTEC ha gestito ulteriori 17 accordi con soggetti terzi, in piena titolarità o attraverso propri referenti nominati nei Comitati di gestione/indirizzo.

Nel corso del 2025 la Divisione TTEC-KTM ha dato attuazione alla Knowledge Exchange Strategy (KES), volta a rafforzare l'interazione tra ricerca pubblica e sistema produttivo e a favorire la valorizzazione industriale dei risultati della ricerca ENEA, curando le attività di gestione, revisione e di aggiornamento dei principali programmi e strumenti atti ad implementare la KES. In tale ambito, assumono particolare rilievo il Knowledge Exchange Program (KEP) e il fondo Proof of Concept (PoC), strumenti finalizzati a gestire in maniera strutturata le relazioni con le imprese e a sostenere la maturazione tecnologica dei risultati della ricerca e il loro trasferimento verso il sistema produttivo. In particolare:

- Nell'ambito del Knowledge Exchange Program (KEP) la Divisione TTEC-KTM ha promosso attività di incontro tra domanda e offerta di innovazione, favorendo il contatto tra ricercatori ENEA e imprese interessate allo sviluppo di applicazioni industriali delle tecnologie disponibili, in particolare grazie alle figure dei Knowledge Transfer Manager (KTM), introdotte in ENEA grazie al progetto KEP 2.0, co-finanziato dal MiSE con il bando UTT 2020, rifinanziato fino al 30 giugno 2025 dal MIMIT con risorse a valere sul PNRR, e ulteriormente rifinanziato dal 1° luglio 2025 fino al 30 settembre 2027). Il gruppo dei Knowledge Transfer Manager, oltre ad affiancare i gruppi di ricerca impegnati nei progetti PoC, è stato impegnato nella definizione di nuovi percorsi di valorizzazione per tecnologie ENEA e nella gestione proattiva dei primi accordi quadro in cui è stato previsto un comitato di indirizzo e gestione partecipato anche da un KTM.
- Sono proseguite le attività di supporto ai progetti Proof of Concept (PoC) finanziati negli anni precedenti, finalizzati alla valorizzazione industriale di tecnologie ENEA caratterizzate da livelli di maturità tecnologica ancora limitati. Nel corso dell'anno è stato inoltre avviato il nuovo programma PoC ENEA 2025. Sono state complessivamente realizzate 18 azioni di supporto e realizzazione di progetti Proof of Concept. Il Servizio TTEC-KTM-GOT, ha assicurato il coordinamento di tali programmi.

Le iniziative Proof of Concept contribuiscono a incrementare il potenziale di valorizzazione economica dei risultati della ricerca pubblica, rendendo più agevole il successivo coinvolgimento del sistema industriale e degli investitori in percorsi di sviluppo tecnologico e innovazione. Tali strumenti rappresentano leve operative fondamentali per ridurre la distanza tra ricerca e applicazione industriale, sostenendo la maturazione tecnologica delle soluzioni sviluppate nei laboratori ENEA e favorendone il trasferimento verso imprese e territori.

- È stato finalizzato lo sviluppo della banca dati MATRICS (Management del patrimonio intellettuale e delle Competenze Specialistiche ENEA), dedicata alla mappatura delle

tecnologie e delle competenze dell'ENEA. Il sistema ha acquisito la predisposizione di 237 schede, di cui 127 approvate per la pubblicazione, ed è stato oggetto di attività di aggiornamento, formazione interna e supporto ai Dipartimenti. Sono stati effettuati entrambi gli aggiornamenti semestrali previsti nell'anno. La disponibilità di una base informativa, strutturata per verticali industriali, sulle tecnologie e sulle competenze dell'Agenzia rappresenta uno strumento strategico per facilitare l'incontro tra domanda e offerta di innovazione, migliorando la visibilità degli asset tecnologici ENEA e supportando i processi decisionali interni ed esterni.

Nel corso del 2025 la Divisione TTEC-KTM ha inoltre coordinato ulteriori progetti e iniziative nazionali ed europee a supporto dell'innovazione e del trasferimento tecnologico, tra cui il progetto MIR – Matching Imprese Ricerca Pubblica (in collaborazione con Unioncamere), le attività del Technology Transfer and Innovation Program (TTIP) del progetto ECOSISTER finanziato dal PNRR e i progetti BRIDGEconomies della rete Enterprise Europe Network.

Il Servizio TTEC-KTM-TPI, che cura la segreteria tecnica della Commissione Spin-off ENEA, in collaborazione con il Servizio TTEC-KTM-GOT, ha processato 2 richieste di attivazione di nuovi spin-off pervenute. Nel secondo caso, sono emerse criticità procedurali nei processi autorizzativi interni che hanno rallentato la definizione di questo tipo di iniziative di valorizzazione tecnologica.

Obiettivo triennale TTEC.OS.02 - Assicurare la tutela delle conoscenze e competenze tecnico-scientifiche avanzate e della proprietà intellettuale dell'ENEA attraverso il supporto alla predisposizione di istituti giuridico-legali

L'obiettivo è volto a garantire la tutela e la corretta gestione della proprietà intellettuale generata nell'ambito delle attività di ricerca dell'Agenzia, attraverso il presidio delle attività giuridico-specialistiche connesse alla definizione degli assetti proprietari e allo sfruttamento dei risultati della ricerca.

Nel corso del 2025 la Direzione ha assicurato il supporto giuridico-legale ai Dipartimenti e alle strutture dell'Agenzia nella predisposizione e verifica degli atti e dei contratti che disciplinano l'utilizzo delle conoscenze e delle tecnologie sviluppate nell'ambito delle attività di ricerca e innovazione. Le attività svolte hanno riguardato in particolare:

- la gestione e la verifica degli accordi e dei contratti di collaborazione scientifica e tecnologica con soggetti pubblici e privati;
- il supporto alle procedure di tutela della proprietà industriale e alla gestione dei titoli di proprietà intellettuale;
- l'assistenza nella definizione degli asset di proprietà intellettuale e delle modalità di sfruttamento dei risultati nei progetti di ricerca e collaborazione;
- la promozione di iniziative di sensibilizzazione e supporto interno sui temi della tutela e valorizzazione della proprietà intellettuale.

Il raggiungimento integrale dei target previsti dagli indicatori di performance conferma l'efficacia del presidio assicurato dalla Direzione nel garantire certezza giuridica e coerenza nella gestione degli asset immateriali dell'Agenzia. Attraverso tali attività la Direzione contribuisce alla generazione di valore pubblico assicurando condizioni più efficaci per la valorizzazione economica dei risultati della ricerca,

rafforzando la trasparenza e l'affidabilità dei rapporti con partner nazionali e internazionali e prevenendo potenziali rischi legali e reputazionali per l'Agenzia.

Nel corso dell'anno il Servizio TTEC-CPI ha assicurato il presidio giuridico-specialistico per la corretta disciplina della proprietà intellettuale e della riservatezza negli atti e contratti stipulati con soggetti terzi; nel corso dell'anno l'attività legale svolta da TTEC-CPI ha riguardato complessivamente 253 atti e contratti

Nel corso del 2025, la Divisione TTEC-KTM ha ricevuto dai Dipartimenti 17 richieste di nuovi depositi o di estensioni internazionali di brevetti e 2 di attivazione di spin-off, tutte correttamente processate dal Servizio TTEC-KTM-TPI.

Si è concluso a febbraio 2025 il Ciclo di 8 webinar formativi-informativi interni sulla "Gestione e Valorizzazione della Proprietà Intellettuale", promosso dalla Divisione KTM.

Il contributo alla performance della Direzione nel 2025 si è tradotto in:

- tutela effettiva del patrimonio intellettuale generato dall'ENEA;
- rafforzamento della certezza giuridica nei partenariati nazionali ed internazionali;
- prevenzione del rischio legale e reputazionale;
- contributo alla valorizzazione economica dei risultati della ricerca attraverso licenze e accordi strutturati su assetti proprietari chiari e difendibili.

Il Servizio TTEC-CPI partecipa inoltre al Tavolo di Lavoro ART-ER sulla proprietà intellettuale e all'Associazione LES-ITALY (Licensing Executives Society), che riunisce professionisti, enti di ricerca e grandi imprese operanti nel settore della proprietà intellettuale, contribuendo allo scambio di competenze e all'aggiornamento sulle migliori pratiche nazionali e internazionali in materia di gestione e valorizzazione degli asset immateriali.

Obiettivo triennale TTEC.OS.03 - Assicurare il supporto agli organi di vertice nella cura delle relazioni nazionali ed internazionali con controparti pubbliche e private, attraverso il coordinamento delle iniziative nel settore della Cooperazione allo Sviluppo e della rete INI-ILO Network Italia, svolgendo anche le funzioni di LEAR con gli uffici CE e l'elaborazione di reportistiche sulla performance ENEA nei programmi e progetti, di ricerca e non, finanziati dall'Unione Europea

L'obiettivo è finalizzato a supportare gli organi di vertice dell'Agenzia nella gestione delle relazioni istituzionali e nella promozione delle competenze scientifiche e tecnologiche dell'ENEA nei principali contesti nazionali ed internazionali della ricerca e dell'innovazione.

Nel corso del 2025 la Direzione ha assicurato il coordinamento e il supporto alle attività di rappresentanza istituzionale, cooperazione internazionale e partecipazione a reti e iniziative strategiche nel settore della ricerca, dell'innovazione e della cooperazione allo sviluppo.

Attraverso tali attività la Direzione contribuisce alla generazione di valore pubblico favorendo una maggiore integrazione dell'Agenzia nelle reti nazionali ed europee della ricerca, ampliando le opportunità di collaborazione scientifica e di accesso ai finanziamenti per l'innovazione e rafforzando il contributo dell'ENEA alle politiche pubbliche nei settori dell'energia, dell'ambiente e dello sviluppo sostenibile.

Il Servizio TTEC-IPA svolge diverse funzioni di supporto ai Dipartimenti e organi di Vertice dell'ENEA, per la promozione e il coordinamento di iniziative in ambito europeo, internazionale e di cooperazione allo sviluppo, tramite il Coordinamento della Task Force di cooperazione allo sviluppo; l'aggiornamento degli strumenti per il trasferimento tecnologico verso i Paesi in via di sviluppo (Atlante ENEA, schede tecnologiche e progettuali); il perfezionamento dei meccanismi di rendicontazione; il supporto alle nuove iniziative progettuali interdipartimentali; il rafforzamento della visibilità ENEA tramite la partecipazione qualificata a eventi nazionali e internazionali nel settore della cooperazione allo sviluppo.

Le attività svolte in questo ambito contribuiscono alla promozione del ruolo dell'ENEA nelle politiche internazionali per lo sviluppo sostenibile, favorendo il trasferimento di conoscenze tecnologiche verso contesti emergenti e rafforzando la dimensione internazionale della ricerca pubblica italiana.

Nel 2025 il Servizio TTEC-KTM-INI ha garantito complessivamente la partecipazione a 15 incontri, di rappresentanza istituzionale nell'ambito della Big Science e dei gruppi di lavoro della rete ILO Network Italia, consolidando il ruolo dell'ENEA in tali contesti. Ha svolto l'attività designata di ILO – Industrial Liaison Officer nazionale presso ELI – Extreme Light Infrastructure partecipando alle riunioni e alle attività promosse dal ELI ILO Network. Ha sviluppato un rapporto di collaborazione con il Dipartimento per la promozione del sistema paese del MAECI per l'internazionalizzazione delle opportunità imprenditoriali nell'ambito della Big Science, che ha visto l'organizzazione di un roadshow presso 8 ambasciate italiane nei paesi dell'Europa Centro – Orientale e presso le istituzioni comunitarie di Bruxelles. Nell'ambito delle ordinarie attività di promozione e dialogo internazionale tra mondo della ricerca e dell'impresa, TTEC-KTM-INI ha svolto il ruolo di membro del Board europeo di PERIIA (Pan European Research Infrastructure ILO Association) e assicurato l'adesione dell'ENEA al network europeo EU Science Diplomacy Alliance.

Nel corso dell'anno il Servizio TTEC-PTO ha dato tempestivo seguito agli adempimenti previsti dai ruoli, svolti all'interno di ENEA, di Legal Entity Appointed Representative (LEAR) e Account Administrator per la CE, ha curato la pubblicazione annuale "Contratti ENEA con la CE" e l'aggiornamento della relativa banca dati (<https://progettiue.enea.it>). Nel 2025 il Servizio ha assicurato il proprio contributo specialistico ai Dipartimenti e alla Direzione Generale in diversi audit, tra cui EuroFusion e le attività di revisione condotte dalla Corte dei Conti Europea e la gestione centralizzata delle anagrafiche ENEA sui portali di negoziazione elettronica dei clienti.

PRINCIPALI INTERLOCUTORI (NAZIONALI E INTERNAZIONALI) COINVOLTI NELLE ATTIVITÀ

Nel 2025 ENEA ha interagito con un ampio sistema di attori nazionali e internazionali: istituzioni governative italiane ed europee, università ed enti di ricerca, grandi imprese e PMI, associazioni industriali, organismi internazionali e reti europee per il trasferimento tecnologico. Sono proseguite collaborazioni strutturate con reti come NETVAL, TTO Circle, EEN e l'EU Science Diplomacy Alliance.

Sono stati inoltre attivati rapporti operativi con vari ministeri (MAECI, MASE, MIMIT, MUR), soggetti locali e internazionali coinvolti nel Big Science Business Forum (BSBF). L'Agenzia ha partecipato a iniziative con istituzioni scientifiche, camere di commercio, network ILO e associazioni imprenditoriali (tra cui Confindustria). Infine, ha rafforzato relazioni e partenariati per la cooperazione allo sviluppo e per il supporto alla partecipazione ai fondi europei e internazionali.

Le attività di trasferimento tecnologico in ambito internazionale hanno riguardato anche il trasferimento di competenze e conoscenze verso i Paesi in Via di Sviluppo, anche attraverso

collaborazioni strategiche con i maggiori attori nazionali e internazionali del settore della cooperazione internazionale allo sviluppo (AICS, CIHEAM di Bari, UNIDO ITPO Italy).

L'insieme degli interlocutori coinvolti nelle attività, come richiamato nel dettaglio nella disamina dei vari obiettivi, è pertanto sinteticamente riconducibile a:

- Ministeri e istituzioni nazionali (MAECI, MASE, MIMIT, MUR e altri uffici centrali della PA)
- Università, enti di ricerca e infrastrutture di Big Science in Italia e all'estero
- Imprese, PMI, associazioni industriali (incluso il sistema confindustriale) e camere di commercio
- Organizzazioni europee e internazionali per la ricerca, l'innovazione e il trasferimento tecnologico (NETVAL, TTO Circle, EEN, EU Science Diplomacy Alliance)
- Attori della cooperazione allo sviluppo e altri organismi internazionali
- Reti e partnership Big Science, incluse le attività BSBF e la collaborazione con ILO Network Italia e soggetti di Europa centro-orientale coinvolti nel roadshow con MAECI
- Stakeholder europei e istituzioni comunitarie coinvolti nella promozione della partecipazione dell'ENEA a fondi e programmi di ricerca e innovazione.

RICADUTE ECONOMICHE E TECNOLOGICHE SUL SISTEMA INDUSTRIALE

Nel 2025 la Direzione TTEC ha operato come snodo tra la capacità tecnico-scientifica dell'ENEA e le esigenze del sistema produttivo, facilitando processi di open innovation, project management e trasferimento tecnologico tra laboratori e imprese. L'interazione costante con aziende, enti territoriali e Dipartimenti interni ha contribuito a ridurre il divario tra logiche della ricerca e bisogni industriali, favorendo l'adozione di soluzioni innovative, l'accesso ai brevetti ENEA e al know-how dei ricercatori.

La Direzione ha inoltre supportato le unità tecniche nella ricerca di canali di finanziamento nazionali e internazionali, promuovendo la partecipazione a bandi e mantenendo relazioni con UE, organismi internazionali e amministrazioni pubbliche. Nel quadro BSBF sono state avviate call con significativa partecipazione internazionale e si sono generate ricadute industriali legate al trasferimento tecnologico. L'attività di networking con il mondo imprenditoriale ha portato anche alla realizzazione a Torino dell'edizione 2025 degli Industrial Opportunity Days (IOD25), evento organizzato ogni due anni da ILO Network Italia, con focus sul mercato europeo della Big Science.

Nel complesso, le attività realizzate dalla Direzione nel 2025 hanno contribuito a rafforzare il ruolo dell'ENEA come attore di collegamento tra ricerca pubblica, sistema produttivo e istituzioni, favorendo la diffusione dell'innovazione tecnologica e la valorizzazione degli investimenti pubblici in ricerca a beneficio dello sviluppo economico e della sostenibilità del sistema Paese.

Unità Relazioni e Comunicazione (REL)

Responsabile: Maria Cristina Corazza/Giorgio Graditi a.i.

FINALITA' E STRATEGIE

L'Unità REL è responsabile della comunicazione istituzionale e scientifica dell'ENEA, delle relazioni con i media, della promozione dei progetti e delle attività dell'ENEA, nonché dell'organizzazione di eventi e iniziative di divulgazione scientifica. Essa cura la gestione dei contenuti web e delle piattaforme digitali, assicurando una presenza coordinata e aggiornata dell'ENEA sui canali online. L'Unità produce e diffonde materiali editoriali e multimediali, tra cui news, video, fotografie, brochure e riviste, contribuendo a valorizzare i risultati scientifici e tecnologici dell'ENEA.

Parallelamente, l'Unità REL organizza eventi istituzionali, convegni, seminari e manifestazioni pubbliche, garantendo la corretta comunicazione delle attività ENEA a stakeholder, media, imprese, cittadini e comunità scientifica. Inoltre, fornisce supporto alla comunicazione interna, attività di formazione e assistenza ai giornalisti, collaborando strettamente con la rete scientifica interna dell'ENEA. Infine, l'Unità sostiene le strategie di trasferimento tecnologico, promuovendo la valorizzazione dei risultati della ricerca verso partner esterni e la cittadinanza, consolidando così l'immagine dell'ENEA come ente di eccellenza tecnico-scientifica.

PRINCIPALI RISULTATI RAGGIUNTI NELL'ANNO 2025, CON RIFERIMENTO AGLI OBIETTIVI INDICATI NEL PIAO 2025-2027

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 verso la crescita e la competitività imprese, associazioni di categoria, PA e cittadini, attraverso l'offerta di servizi e tecnologie innovative, progettualità, infrastrutture di ricerca, professionalità dedicate, ma anche tramite la valorizzazione del patrimonio di conoscenze e di risultati della ricerca.

Nel corso del 2025 l'Unità Relazioni e Comunicazione ha contribuito al raggiungimento dell'Obiettivo Specifico REL.OS.01, volto a rafforzare il posizionamento e l'immagine dell'ENEA nel contesto nazionale e internazionale come soggetto di eccellenza tecnico-scientifica e partner strategico per la crescita e la competitività di imprese, associazioni di categoria, pubbliche amministrazioni e cittadini. In tale ambito, l'Unità ha sviluppato e coordinato un insieme articolato di attività di comunicazione istituzionale e scientifica finalizzate a valorizzare il ruolo dell'ENEA nella diffusione di tecnologie innovative, servizi avanzati e competenze specialistiche, nonché nella promozione delle infrastrutture di ricerca e delle progettualità sviluppate nei diversi Dipartimenti.

Attraverso la produzione e diffusione di contenuti informativi, editoriali e multimediali sui canali web e social istituzionali, il rafforzamento delle relazioni con i media e l'organizzazione di eventi, convegni e iniziative di divulgazione scientifica, l'Unità REL ha contribuito a incrementare la visibilità delle attività dell'ENEA e a favorire la diffusione dei risultati della ricerca verso un pubblico ampio e diversificato. Particolare attenzione è stata dedicata alla promozione delle attività di trasferimento tecnologico e alla valorizzazione del patrimonio di conoscenze dell'ENEA, sostenendo il dialogo tra il mondo della ricerca, il sistema produttivo e le istituzioni.

In questo quadro, le attività di comunicazione e promozione hanno rappresentato uno strumento strategico per consolidare il ruolo dell'ENEA come punto di riferimento per l'innovazione tecnologica, la sostenibilità e lo sviluppo competitivo del sistema Paese, contribuendo a rafforzarne la reputazione e il riconoscimento presso gli stakeholder nazionali e internazionali.

PRINCIPALI INTERLOCUTORI ESTERNI E INTERNI

Nel corso del 2025, l'Unità Relazioni 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:

ESTERNI

- 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: Quotidiani, periodici, agenzie di stampa, riviste specializzate e scientifiche
- Pubblico Generale e Comunità: Coinvolgimento della cittadinanza attraverso eventi divulgativi, open day, webinar e campagne di sensibilizzazione. Attività di engagement e divulgazione tramite campagne digitali e canali social (LinkedIn, X, Facebook, Instagram, YouTube).

INTERNI:

- Dipartimenti, Istituti, Direzioni e Laboratori ENEA;
- Ricercatori e tecnologi coinvolti in progetti di ricerca.

Le attività svolte hanno permesso di ampliare la visibilità e l'impatto delle iniziative ENEA e di rafforzare il dialogo con stakeholder diversificati.

ELEMENTI INNOVATIVI E LORO IMPATTO SUL SISTEMA AMMINISTRATIVO-GESTIONALE

Digitalizzazione e multimedialità: aumento dei contenuti video, uso di piattaforme e-learning e social media, con miglioramento del monitoraggio dell'impatto comunicativo;

Eventi ibridi e streaming: maggiore accessibilità e interazione per i partecipanti, riducendo costi logistici e ampliando il pubblico;

Gestione integrata della comunicazione scientifica e tecnologica: supporto alla progettazione di materiali multicanale e coordinamento tra dipartimenti, incrementando l'efficienza interna;

Piattaforme e strumenti innovativi: aggiornamento continuo dei siti web e gestione dati per garantire trasparenza e diffusione delle conoscenze.

Queste innovazioni hanno migliorato l'efficienza gestionale interna e la capacità di valorizzazione dei risultati scientifici e tecnologici, con un impatto diretto sul posizionamento strategico e reputazionale dell'ENEA.

Tabella 1. Programma: Dipartimento Nucleare (NUC)

1.1 Programma: Dipartimento Nucleare- NUC (1)					
Indicatore		Dati di Previsione 2025	Dati di Consuntivo 2025	Δ	analisi scostamenti
1A) Incidenza spese di personale	Costo del personale/Valore delle entrate	1,08	0,85	- 0,22	Lo scostamento negativo deriva principalmente dallo slittamento nel 2026 della nuova procedura di sviluppo professionale con fondi D.L.75/2023 e del DPCM 25 giugno 2024; pagamento al 2026 degli oneri derivanti dal Rinnovo CCI 2022-2024 che è stato firmato in data 16 dicembre 2025; mancata erogazione della produttività al personale dipendente
2A) Valore del programma (dati in euro)	Costo del personale+Spese dirette totali	63.548.994	49.433.150	- 14.115.844	Il decremento dell'indicatore, pari a circa 14 milioni di euro, è riconducibile principalmente alla riduzione delle spese di personale, come sopra illustrato, nonché a minori spese per attività tecnico scientifiche. Tali riduzioni sono imputabili allo slittamento al 2026 dell'assegnazione dei contratti a terzi, finanziati mediante anticipi già riscossi nell'ambito dei nuovi programmi di ricerca, tra cui i PRN ed EuroFusion.
3A) Equilibrio finanziario	Valore delle uscite (Spese dirette totali)/Valore delle entrate	0,70	0,42	- 0,28	Lo scostamento negativo dell'indicatore è dovuto prevalentemente a una contrazione delle spese dirette totali in misura superiore rispetto al corrispondente andamento delle entrate. Tale dinamica è riconducibile al ritardo nell'avvio di alcuni progetti di ricerca, che ha comportato uno slittamento temporale delle attività operative e dei relativi impegni di spesa, a fronte di entrate già acquisite.
4A) Valorizzazione spese per Investimenti	Spese in conto capitale/Spese dirette totali (correnti + in c/capitale)	0,72	0,43	- 0,29	Il valore negativo dell'indicatore è riconducibile a una significativa riduzione delle spese in conto capitale, pari complessivamente a circa 10 milioni di euro, a fronte di un contestuale incremento delle spese correnti per circa 2 milioni di euro. Tale andamento ha determinato una contrazione complessiva del rapporto tra spese di investimento e spese dirette totali. In particolare, la diminuzione delle spese in conto capitale è imputabile prevalentemente allo slittamento all'esercizio 2026 dell'avvio di progetti di rilevanza strategica quale il Programma di ricerca nucleare.
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)	7.677.498	881.510	- 6.795.988	Il valore negativo dell'indicatore è riconducibile a un disallineamento temporale tra le risorse disponibili e il loro effettivo impiego nell'esercizio. L'indicatore dell'avanzo di amministrazione (iniziale e finale) stimato in fase di previsione si discosta dai valori effettivamente conseguiti a consuntivo.
6A) Internazionalizzazione attività	Valore delle entrate per programmi internazionali/Valore delle entrate	0,39	0,50	0,12	Il valore dell'indicatore è determinato principalmente dall'incremento delle entrate afferenti ai programmi di ricerca europei e in particolare dal Programma EuroFusion, che registra nel 2025 un'entrata di circa 15,3 milioni di euro. L'entrata è conseguente alla presentazione della rendicontazione delle attività svolte.
7A) Incentivazione del personale (dati in euro)	Risorse accertate sul fondo conto terzi	43.829	93.519	49.690	Con riferimento ai compensi derivanti dalle attività commerciali, si rileva un incremento delle entrate rispetto alle previsioni iniziali riconducibile allo svolgimento di nuove attività non originariamente programmate.
8A) Valorizzazione giovani ricercatori	Spese per il ricorso al lavoro flessibile/Spese di personale	0,02	0,04	0,02	
9A) Avanzamento programma	Spese dell'anno + costo del personale/Spese del triennio + costo del personale del triennio	0,34	0,27	- 0,08	

(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 2025	Dati di Consuntivo 2025	Δ	analisi scostamenti
1A) Incidenza spese di personale	Costo del personale/Valore delle entrate	0,48	0,37	- 0,11	Il valore negativo dell'indicatore è influenzato, in primo luogo, dall'andamento delle entrate connesse al Programma di Ricerca Nucleare (PRN), che finanzia la realizzazione della macchina DTT. In sede di consuntivo si registrano maggiori entrate sul progetto DTT rispetto alle previsioni, parzialmente compensate da minori entrate relative ai finanziamenti della Regione Lazio per la realizzazione della sottostazione elettrica, stimati in 4,1 milioni di euro e non conseguiti nell'esercizio. Sul lato dei costi, l'indicatore risente inoltre delle minori spese di personale, riconducibili allo slittamento al 2026 della procedura di sviluppo professionale finanziata ai sensi del D.L. n. 75/2023 e del DPCM 25 giugno 2024, all'invio al 2026 degli oneri connessi al rinnovo del CCI 2022-2024, sottoscritto il 16 dicembre 2025, nonché alla mancata erogazione della produttività al personale dipendente.
2A) Valore del programma (dati in euro)	Costo del personale+Spese dirette totali	226.836.794	73.492.318	- 153.344.476	Scostamento dovuto principalmente al progetto DTT, per il quale nel 2025 le attività si sono concentrate su fasi propedeutiche e preparatorie (predisposizione gare e progettazioni). Slittamenti nelle consegne e nelle milestone hanno comportato la riprogrammazione di parte delle attività e delle spese all'esercizio 2026
3A) Equilibrio finanziario	Valore delle uscite (Spese dirette totali)/Valore delle entrate	2,35	0,45	- 1,90	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)	0,93	0,64	- 0,29	Le spese previste per la realizzazione dell'impianto sono ridotte a seguito dei rallentamenti 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)	29.313.498	24.151.209	- 5.162.289	Il valore negativo dell'indicatore è riconducibile a un disallineamento temporale tra le risorse disponibili e il loro effettivo impiego nell'esercizio. L'indicatore dell'avanzo di amministrazione (iniziale e finale) stimato in fase di previsione si discosta dai valori effettivamente conseguiti a consuntivo.
6A) Internazionalizzazione attività	Valore delle entrate per programmi internazionali/Valore delle entrate	0,17	0,22	0,05	
7A) Incentivazione del personale (dati in euro)	Risorse accertate sul fondo conto terzi	43.829	93.519	49.690	Con riferimento ai compensi derivanti dalle attività commerciali, si rileva un incremento delle entrate rispetto alle previsioni iniziali, riconducibile allo svolgimento di alcune attività non originariamente programmate
8A) Valorizzazione giovani ricercatori	Spese per il ricorso al lavoro flessibile/Spese di personale	0,02	0,04	0,02	
9A) Avanzamento programma	Spese dell'anno + costo del personale/Spese del triennio + costo del personale del triennio	0,36	0,12	- 0,24	

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

• Bilancio di Previsione 2025:

Entrate previste di 15.466.800 euro di cui 11.272.800 euro quali contributi a valere sul nuovo programma Mission Innovation (PRN), 4.194.000 euro quale contributi della Regione Lazio per la sottostazione elettrica. Spese per la costruzione pari a 151.729.800 euro; 4.194.000 euro per la sottostazione elettrica e interessi passivi sul prestito BEI pari a 5.246.000 euro.

• Conto Consuntivo 2025:

Entrate conseguite di 22.133.875 euro di cui 15.433.875 euro a valere sul nuovo programma Mission Innovation (PRN) e 6.700.000 euro a valere sul programma EuroFusion. La spesa per la costruzione pari a 18.813.168 euro; spese propedeutiche alla costruzione pari a 472.924 euro e interessi passivi sul prestito BEI pari a 5.246.000 euro.

(2) Valori comprensivi del Fondo di rotazione di cui ex legge 183/87 rispettivamente pari a: in previsione 2025 euro 29.000.000 e consuntivo 2025 euro 28.515.699

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

1.2 Programma: Tecnologie energetiche e fonti rinnovabili (TERIN)

Indicatore		Dati di Previsione 2025	Dati di Consuntivo 2025	Δ	analisi scostamenti
1A) Incidenza spese di personale	Costo del personale/Valore delle entrate	0,52	0,46	- 0,06	Il valore è in decremento prevalentemente a seguito dello slittamento nel 2026 della nuova procedura di sviluppo professionale con fondi D.L.75/2023 e del DPCM 25 giugno 2024; pagamento al 2026 degli oneri derivanti dal Rinnovo CCI 2022-2024 che è stato firmato in data 16 dicembre 2025; mancata erogazione della produttività al personale dipendente.
2A) Valore del programma (dati in euro)	Costo del personale+Spese dirette totali	110.986.353	73.668.725	- 37.317.628	Il decremento è riconducibile alle minori spese di personale e alla contrazione delle spese per investimenti, in particolare per la realizzazione di impianti di ricerca e per l'acquisizione di apparecchiature tecnico scientifiche a seguito della complessità degli interventi da realizzare e di approvvigionamento delle tecnologie strategiche dalle filiere produttive, nonché dal mutevole contesto economico e normativo in cui opera al momento la ricerca energetica.
3A) Equilibrio finanziario	Valore delle uscite (Spese dirette totali)/Valore delle entrate	0,83	0,45	- 0,37	Lo scostamento negativo dell'indicatore è riconducibile prevalentemente a una maggiore contrazione delle spese dirette totali (-47%) rispetto all'andamento delle entrate (-2%). Tale dinamica è determinata principalmente dalla riduzione delle spese di investimento e dei costi di personale, dovuta al ritardo nello svolgimento di alcuni progetti di ricerca di natura infrastrutturale (IPCEI, Mission Innovation ecc.)
4A) Valorizzazione spese per investimenti	Spese in conto capitale/Spese dirette totali (correnti + in c/capitale)	0,81	0,55	- 0,26	Il decremento è attribuito prevalentemente alle minori spese per la realizzazione di impianti di ricerca e per l'acquisto di apparecchiature scientifiche oggetto dei programmi PNRR e IPCEI.
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)	17.809.019	15.539.401	- 2.269.618	Il valore negativo dell'indicatore è riconducibile a un disallineamento temporale tra le risorse disponibili e il loro effettivo impiego nell'esercizio. L'indicatore dell'avanzo di amministrazione (iniziale e finale) stimato in fase di previsione si discosta dai valori effettivamente conseguiti a consuntivo.
6A) Internazionalizzazione attività	Valore delle entrate per programmi internazionali/Valore delle entrate	0,02	0,02	- 0,00	I "Programmi europei ed internazionali" a consuntivo risultano in linea rispetto a quanto stimato in sede di Previsione 2025.
7A) Incentivazione del personale (dati in euro)	Risorse accertate sul fondo conto terzi	10.431	26.729	16.298	L'incremento rispetto alla previsione è dovuto alla realizzazione di contratti non previsti o stimati per importi inferiori e/o alla conclusione a saldo di attività in essere.
8A) Valorizzazione giovani ricercatori	Spese per il ricorso al lavoro flessibile/Spese di personale	0,04	0,10	0,06	
9A) Avanzamento programma	Spese dell'anno + costo del personale/Spese del triennio + costo del personale del triennio	0,37	0,24	- 0,12	

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

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

Indicatore		Dati di Previsione 2025	Dati di Consuntivo 2025	Δ	analisi scostamenti
1A) Incidenza spese di personale	Costo del personale/Valore delle entrate	1,56	1,84	0,27	L'incremento dell'indicatore è dovuto a una maggiore riduzione delle entrate, riconducibile ai minori trasferimenti dal settore pubblico per programmi di ricerca, rispetto alla diminuzione del costo del personale.
2A) Valore del programma (dati in euro)	Costo del personale+Spese dirette totali	65.843.174	49.049.411	- 16.793.763	Il decremento è attribuibile alla riduzione delle spese di personale e alle minori spese per attività progettuali, in particolare per interventi infrastrutturali, acquisto di strumentazione, materiali tecnici e manutenzione delle apparecchiature e dei laboratori. Tali riduzioni derivano dallo slittamento all'esercizio 2026 delle relative attività di ricerca.
3A) Equilibrio finanziario	Valore delle uscite (Spese dirette totali)/Valore delle entrate	0,87	0,60	- 0,27	La variazione dell'indicatore è riconducibile a una minore riduzione del valore delle entrate rispetto alla più consistente contrazione del valore delle spese che restano tuttavia prevalenti. Tale andamento è imputabile soprattutto alla riduzione delle spese di ricerca e dei costi del personale, conseguente al ritardo nell'avvio o prosecuzione di alcuni principali progetti (HUB Materie Critiche, Prisma, ecc.)
4A) Valorizzazione spese per Investimenti	Spese in conto capitale/Spese dirette totali (correnti + in c/capitale)	0,68	0,57	- 0,11	Lo scostamento dell'indicatore rispetto alle previsioni è dovuto a una riduzione complessiva delle spese riferita principalmente a quelle di investimento a seguito dello slittamento al 2026 di principali interventi infrastrutturali.
5A) Margini finanziari (dati in euro)	Valore delle entrate connesse a programmi di ricerca e servizi resi (accertamenti + avanzo di amministrazione anno n-1) - Spese finalizzate alla realizzazione degli stessi programmi/servizi (Impegni+ avanzo amministrazione anno n)	9.226.456	9.364.897	138.441	Il valore dell'indicatore deriva da un maggiore equilibrio tra l'andamento delle entrate e delle spese e l'avanzo di amministrazione (iniziale e finale) stimato in fase di previsione rispetto ai valori effettivamente conseguiti a consuntivo.
6A) Internazionalizzazione attività	Valore delle entrate per programmi internazionali/Valore delle entrate	0,05	0,11	0,06	Il valore dell'indicatore riflette l'incremento delle entrate di fonte europea, pari a circa 0,9 milioni di euro a fronte di una riduzione complessiva delle entrate di circa 7 milioni di euro. Tale dinamica ha determinato un'incidenza contenuta delle risorse derivanti da programmi internazionali sul totale delle entrate.
7A) Incentivazione del personale (dati in euro)	Risorse accertate sul fondo conto terzi	56.768	48.764	- 8.004	Lo scostamento è dovuto alle minori entrate per contratti di servizio rispetto a quanto indicato in sede di previsione
8A) Valorizzazione giovani ricercatori	Spese per il ricorso al lavoro flessibile/Spese di personale	0,04	0,03	- 0,01	
9A) Avanzamento programma	Spese dell'anno + costo del personale/Spese del triennio + costo del personale del triennio	0,38	0,28	- 0,10	

Tabella 4. Programma: Efficienza energetica (DUEE)

1.4 Programma: Efficienza energetica (DUEE)

Indicatore		Dati di Previsione 2025	Dati di Consuntivo 2025	Δ		analisi scostamenti
1A) Incidenza spese di personale	Costo del personale/Valore delle entrate	1,06	0,83	-	0,23	Lo scostamento deriva dai seguenti aspetti di gestione: a) il primo relativo al decremento del costo del personale per una diversa programmazione delle assunzioni, con minore attuazione del turn over, nonché allo slittamento al 2025 dello scatto di fascia, alla mancata erogazione della produttività e al rinvio al 2026 della procedura di sviluppo professionale e degli oneri derivanti dal rinnovo del CCI 2022 2024. b) il secondo relativo all'incremento delle entrate attribuito prevalentemente alla rilevazione delle entrate relative al Programma RdS PTR per circa 1,4 milioni di euro rispetto a quanto stimato.
2A) Valore del programma (dati in euro)	Costo del personale+Spese dirette totali	17.162.390,89	13.355.382,67	-	3.807.008,23	La diminuzione del valore del programma tra previsione e consuntivo è riconducibile sia alla riduzione del costo del personale, come già illustrato, sia alla contrazione complessiva delle spese dirette rispetto alle previsioni iniziali tra cui le spese per contratti di attività tecnico scientifiche da commissionare a terzi, che registrano un aumento di circa 0,9 milioni di euro.
3A) Equilibrio finanziario	Valore delle uscite (Spese dirette totali)/Valore delle entrate	0,25	0,09	-	0,16	La variazione dell'indicatore è riconducibile a un incremento del valore delle entrate (+11%) rispetto alla più consistente contrazione del valore delle spese (-61%). La riduzione delle spese di ricerca e dei costi del personale è conseguente al ritardo nell'avvio di alcuni progetti di ricerca.
4A) Valorizzazione spese per investimenti	Spese in conto capitale/Spese dirette totali (correnti + in c/capitale)	0,34	0,42		0,08	La variazione dell'indicatore è attribuibile al diverso andamento delle componenti di spesa: la riduzione delle spese in conto capitale, pari a circa 0,6 milioni di euro, risulta meno significativa rispetto alla diminuzione delle spese correnti, pari a circa 1,4 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)	7.195.170,75	11.847.519,15		4.652.348,40	Il valore dell'indicatore deriva da un maggiore equilibrio tra l'andamento delle entrate e delle spese e l'avanzo di amministrazione (iniziale e finale) stimato in fase di previsione rispetto ai valori effettivamente conseguiti a consuntivo.
6A) Internazionalizzazione attività	Valore delle entrate per programmi internazionali/Valore delle entrate	0,00	0,06		0,06	Dato in linea con quanto previsto.
7A) Incentivazione del personale (dati in euro)	Risorse accertate sul fondo conto terzi	-	3.988		3.988	S evidenzia che lo scostamento di valori intervenuto fra consuntivo e previsione è riconducibile essenzialmente alla realizzazione di attività non indicate in fase di previsione.
8A) Valorizzazione giovani ricercatori	Spese per il ricorso al lavoro flessibile/Spese di personale	0,02	0,01	-	0,01	
9A) Avanzamento programma	Spese dell'anno + costo del personale/Spese del triennio + costo del personale del triennio	0,33	0,26	-	0,07	

Tabella 5. Programma: Istituto di Radioprotezione (IRP)

1.5 Programma: Istituto di Radioprotezione (IRP)

Indicatore		Dati di Previsione 2025	Dati di Consuntivo 2025	Δ	analisi scostamenti
1A) Incidenza spese di personale	Costo del personale/Valore delle entrate	2,75	2,21	- 0,53	Il decremento è conseguente ad una riduzione del costo del personale a seguito dello slittamento nel 2026 della nuova procedura di sviluppo professionale con fondi D.L. 75/2023 e del DPCM 25 giugno 2024; pagamento al 2026 degli oneri derivanti dal Rinnovo CCI 2022-2024 che è stato firmato in data 16 dicembre 2025; mancata erogazione della produttività al personale dipendente.
2A) Valore del programma (dati in euro)	Costo del personale+Spese dirette totali	4.913.255	3.858.115	- 1.055.140	Alla minore spesa di personale si aggiunge il decremento delle spese per attività di ricerca rispetto a quelle di previsione a seguito di una sovrastima delle spese correnti legate a materiali di consumo, manutenzioni straordinari o altri servizi urgenti per attività tecnico-scientifiche.
3A) Equilibrio finanziario	Valore delle uscite (Spese dirette totali)/Valore delle entrate	0,67	0,48	- 0,18	Lo scostamento negativo, fermo restando le motivazioni sopra esposte è attribuito al decremento relativo alle spese per attività di ricerca.
4A) Valorizzazione spese per Investimenti	Spese in conto capitale/Spese dirette totali (correnti + in c/capitale)	0,41	0,41	- 0,00	
5A) Margini finanziari (dati in euro)	Valore delle entrate connesse a programmi di ricerca e servizi resi (accertamenti + avanzo di amministrazione anno n-1) - Spese finalizzate alla realizzazione degli stessi programmi/servizi (Impegni+ avanzo amministrazione anno n)	519.194	854.437	335.243	Il valore dell'indicatore deriva da un maggiore equilibrio tra l'andamento delle entrate e delle spese e l'avanzo di amministrazione (iniziale e finale) stimato in fase di previsione rispetto ai valori effettivamente conseguiti a consuntivo.
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	130.000	118.774	- 11.226	Decremento attribuito alle minori entrate realizzate rispetto a quelle previste per attività tariffate
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	0,35	0,27	-0,07	

Tabella 6. Programma: Unità Tecnica Antartide (UTA)

1.6 Programma: Unità Tecnica Antartide (UTA)

Indicatore		Dati di Previsione 2025	Dati di Consuntivo 2025	Δ	analisi scostamenti
1A) Incidenza spese di personale	Costo del personale/Valore delle entrate	0,19	0,14	- 0,05	Il decremento dell'indicatore è dovuto al fatto che l'incremento del valore delle entrate risulta più significativo rispetto alla riduzione del costo del personale. In particolare, l'aumento delle entrate è riconducibile alla contabilizzazione dell'AEA 2025 e del saldo relativo all'AEA 2024, mentre il costo del personale ha registrato una riduzione di entità inferiore. Tale dinamica ha determinato una diminuzione dell'incidenza delle spese di personale sul totale delle entrate.
2A) Valore del programma (dati in euro)	Costo del personale+Spese dirette totali	21.343.454	23.520.202	2.176.749	L'incremento è dovuto prevalentemente alle maggiori spese per le attività di ricerca rispetto a quelle stimate di circa 2,6 milione di euro.
3A) Equilibrio finanziario	Valore delle uscite (Spese dirette totali)/Valore delle entrate	1,10	1,04	- 0,05	Lo scostamento dell'indicatore è dovuto a un incremento delle entrate realizzate pari a circa 3 milioni di euro, superiore all'aumento delle spese sostenute, pari a circa 2,6 milioni di euro. Le maggiori entrate sono principalmente riconducibili al finanziamento della quarantunesima campagna in Antartide, che ha determinato una riduzione dell'incidenza delle uscite rispetto al totale delle entrate.
4A) Valorizzazione spese per Investimenti	Spese in conto capitale/Spese dirette totali (correnti + in c/capitale)	0,22	0,10	- 0,12	Il decremento è imputabile principalmente alle minori spese per investimenti, pari a circa 1,8 milioni di euro, riferite alla realizzazione del Piano di intervento infrastrutturale straordinario per le Stazioni Antartiche, finanziato a valere sul Fondo per l'edilizia e le infrastrutture di ricerca ai sensi del decreto MUR n. 459 del 10 maggio 2023. Tale intervento, pur avviato sotto il profilo programmatico, non ha comportato il sostenimento di spese significative nell'esercizio corrente.
5A) Margini finanziari (dati in euro)	Valore delle entrate connesse a programmi di ricerca e servizi resi (accertamenti + avanzo di amministrazione anno n-1) - Spese finalizzate alla realizzazione degli stessi programmi/servizi (Impegni+ avanzo amministrazione anno n)	n/b	n/b	n/b	Si evidenzia che il programma di ricerca in Antartide non presenta una sua marginalità, in quanto il finanziamento è destinato alla realizzazione della parte logistica della Campagna Antartica
6A) Internazionalizzazione attività	Valore delle entrate per programmi internazionali/Valore delle entrate	-	0,00	-	
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	0,32	0,35	0,03	

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

➤ **TTEC**

1.7 Programma: Trasferimento tecnologico (TTEC)

Indicatore		Dati di Previsione 2025	Dati di Consuntivo 2025	Δ	analisi scostamenti
1A) Incidenza spese di personale	Costo del personale/Valore delle entrate	4,87	7,11	2,24	L'incremento dell'indicatore è determinato dall'effetto congiunto di una riduzione del costo del personale, pari a circa 0,8 milioni di euro, e di una contestuale contrazione delle entrate, pari a circa 0,4 milioni di euro, che ha inciso in misura relativamente maggiore sul denominatore del rapporto.
2A) Valore del programma (dati in euro)	Costo del personale+Spese dirette totali	4.711.782	3.808.691	- 903.091	Oltre a quanto sopra esposto si rilevano minori spese di consumo per le attività legate ai progetti PoC.
3A) Equilibrio finanziario	Valore delle uscite (Spese dirette totali)/Valore delle entrate	0,52	0,68	0,16	Il decremento è legato alle minori spese sostenute rispetto a quelle previste che ha inciso in misura inferiore rispetto al decremento delle entrate per i motivi sopra esposti.
4A) Valorizzazione spese per Investimenti	Spese in conto capitale/Spese dirette totali (correnti + in c/capitale)	0,03	0,04	0,01	L'indicatore è in linea a quanto previsto, tuttavia, vi è stata una contrazione delle spese 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)	584.907	312.452	- 272.455	Il valore negativo dell'indicatore è riconducibile a un disallineamento temporale tra le risorse disponibili e il loro effettivo impiego nell'esercizio. L'indicatore dell'avanzo di amministrazione (iniziale e finale) stimato in fase di previsione si discosta dai valori effettivamente conseguiti a consuntivo.
6A) Internazionalizzazione attività	Valore delle entrate per programmi internazionali/Valore delle entrate	0,80	0,79	-0,02	
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	0,35	0,28	-0,07	

➤ REL

1.8 Programma: Programmi di Promozione e comunicazione (REL)

Indicatore		Dati di Previsione 2025	Dati di Consuntivo 2025	Δ	analisi scostamenti
1A) Incidenza spese di personale	Costo del personale/Valore delle entrate	1.060,93	1.078,31	17,38	L'aumento dell'indicatore è dovuto a una riduzione delle entrate più rilevante rispetto alla diminuzione del costo del personale. Le minori entrate sono riferite alle attività per i servizi di formazine (e-learning).
2A) Valore del programma (dati in euro)	Costo del personale+Spese dirette totali	2.619.414	1.944.468	- 674.947	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	191,77	156,29	- 35,48	
4A) Valorizzazione spese per Investimenti	Spese in conto capitale/Spese dirette totali (correnti + in c/capitale)	0,09	0,14	0,06	
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	- 245.149	153.761	
6A) Internazionalizzazione attività	Valore delle entrate per programmi internazionali/Valore delle entrate	-	-	-	
7A) Incentivazione del personale (dati in euro)	Risorse accertate sul fondo conto terzi	91,00	69,01	-21,99	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	0,35	0,26	-0,09	

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

Programmi delle Strutture di amministrazione, supporto e coordinamento							
Struttura organizzativa	Indicatori da dati di Previsione		Indicatori da dati di Consuntivo		Deviazione del servizio	Costo del servizio	Deviazione Incidenza del Costo del servizio/costi totali amministrativi o gestionali
	Costo del servizio (personale + spese di funzionamento della struttura+ altre spese riconducibili alla struttura) dati in migliaia di	Incidenza del Costo del servizio/costi totali amministrativi o gestionali (valori percentuali)	Costo del servizio (personale + spese di funzionamento della struttura) dati in migliaia di Euro	Incidenza del Costo del servizio/costi totali amministrativi o gestionali (valori percentuali)			
Presidenza/Direzione (DIR)	10.681.632 (1)	9,94%	11.660.182 (1)	12,77%		978.551	2,83%
Organo Centrale di sicurezza (OCS)	411.694	0,38%	275.547	0,30%	-	136.147	-0,08%
Ufficio degli Organi di Vertice (UVER)/ Servizi DIRGEN-UVER	5.173.387 (2)	4,82%	4.171.698 (2)	4,57%	-	1.001.690	-0,25%
DIREZIONE AUDIT, PERFORMANCE E RISK MANAGEMENT (APR)	1.507.292	1,40%	905.249	0,99%	-	602.042	-0,41%
DIREZIONE TRANSIZIONE DIGITALE, TRATTAMENTO E PROTEZIONE DATI (DIGIT)	1.517.909	1,41%	1.414.502	1,55%	-	103.407	0,14%
Direzione Amministrazione (ABF)	12.892.137	12,00%	10.141.151	11,11%	-	2.750.986	-0,89%
Direzione Affari Legali, Prevenzione della Corruzione e Trasparenza (LEGAL T)	2.384.877	2,22%	1.678.552	1,84%	-	706.325	-0,38%
Direzione Personale (PER)	5.157.517	4,80%	4.441.481	4,87%	-	716.036	0,06%
Direzione Infrastrutture e Servizi (ISER)	67.700.571	63,02%	56.603.318	62,00%	-	11.097.253	-1,02%

(1) compende spese di funzionamento erogate alla società DTT S.c.a.r.l.

(2) comprende i compensi per gli organi di vertice e revisori dei conti. Non comprende i trasferimenti ad ENEA-TECH