



Agenzia nazionale per le nuove tecnologie,  
l'energia e lo sviluppo economico sostenibile

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

## **Allegato 5 al Conto consuntivo per l'esercizio finanziario 2020**

**Marzo 2021**

## Sommario

Introduzione.....	3
Dipartimento Fusione e Tecnologie per la Sicurezza Nucleare (FSN).....	4
Dipartimento Tecnologie Energetiche e Fonti Rinnovabili (TERIN) .....	26
Dipartimento Sostenibilità dei Sistemi Produttivi e Territoriali (SSPT) .....	34
Dipartimento Unità Efficienza Energetica (DUEE) .....	47
Istituto di Radioprotezione (IRP).....	55
Unità Tecnica Antartide (UTA) .....	59
Direzione Innovazione e Sviluppo (ISV) .....	62
Unità Relazioni e Comunicazione (REL) .....	66
Unità Studi, Analisi e Valutazioni (STAV) .....	69
Tabella 1. Programma: Fusione, tecnologie per la sicurezza nucleare (FSN) .....	73
Tabella 2. Programma: Tecnologie energetiche e fonti rinnovabili (TERIN) .....	75
Tabella 3. Programma: Sostenibilità dei sistemi produttivi e territoriali (SSPT) .....	76
Tabella 4. Programma: Efficienza energetica (DUEE) .....	77
Tabella 5. Programma: Istituto di Radioprotezione (IRP) .....	78
Tabella 6. Programma: Unità Tecnica Antartide (UTA).....	79
Tabella 7. Programma: Innovazione e trasferimento tecnologico (ISV, REL, STAV).....	80
Tabella 8. Programmi delle Strutture di amministrazione, supporto e coordinamento.....	83

## Introduzione

---

Al Conto consuntivo per l'esercizio finanziario 2020 è allegato il documento programmatico *Piano degli indicatori e dei risultati attesi di bilancio* (nel seguito "Piano") riferito alla medesima annualità, che ha lo scopo di presentare, nel dettaglio di ogni singola Struttura, le finalità e strategie, i risultati più significativi raggiunti nel 2020 - con riferimento agli obiettivi fissati nel Piano della performance 2020-2022 -, i principali interlocutori e le ricadute economiche e tecnologiche più rilevanti.

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

La prima parte del documento è dedicata alle attività centrate prevalentemente sui quattro settori di competenza dei Dipartimenti – Efficienza Energetica, Fusione e Tecnologie per la Sicurezza Nucleare, Sostenibilità dei Sistemi Produttivi e Territoriali, Tecnologie Energetiche e Fonti Rinnovabili –, 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 e Unità Tecnica Antartide –, preposte allo svolgimento di compiti previsti dalla normativa vigente e all'esecuzione di attività di ricerca o di servizio destinate sia all'interno che all'esterno dell'Agenzia.

Il documento si chiude con i contributi dell'Unità Studi Analisi e Valutazioni, della Direzione Innovazione e Sviluppo e dell'Unità Relazioni e Comunicazione, volte rispettivamente ad elaborare studi e valutazioni sul sistema energetico nazionale e sulle ricadute economiche e sociali delle tecnologie energetiche e ambientali, a cogliere e sostenere le iniziative di finanziamento, a promuovere e diffondere le conoscenze scientifiche e tecnologiche.

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

---

**Direttore: Alessandro Dodaro**

### FINALITÀ E STRATEGIE

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

Il quadro di contesto in cui trovano indirizzo le attività del Dipartimento sono prioritariamente i grandi programmi/progetti di ricerca nazionali e internazionali sul tema della Fusione Nucleare (a titolo esemplificativo, EURATOM, *European Joint Fusion Programme* e *Horizon 2020*), nonché la normativa negli altri settori di intervento del Dipartimento.

Il Dipartimento svolge attività di studio, analisi, ricerca, sviluppo e qualificazione di tecnologie, metodologie, materiali, processi e prodotti, progettazione avanzata, realizzazione di impianti prototipali e di infrastrutture di ricerca, con il fine di fornire al sistema Paese conoscenze e metodi volti a fronteggiare sfide sempre crescenti, quali la ricerca di nuove fonti innovative di energia come la fusione, la necessità di garantire risposte adeguate nel campo della sicurezza nucleare ricorrendo a tecnologie d'avanguardia e in quello della protezione (*security*) verso i rischi chimici, batteriologici, radiologici e nucleari (CBRN), nonché del settore medicale, che richiede nuovi sistemi per le cure oncologiche e la produzione di radio-farmaci sempre più efficaci ed efficienti, così come nella protezione dell'ambiente e nella tutela del patrimonio artistico.

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

In ambito nazionale il Dipartimento riveste il ruolo di coordinatore delle attività del programma Fusione italiano, svolge azioni di consulenza ad alto contenuto tecnologico verso la PA centrale (in particolare, al MiSE per la gestione del Protocollo di non proliferazione e al MAECI per le attività di sicurezza e salvaguardia in ambito IAEA) e, seppure con minore rilievo, mette in campo attività commerciali volte ad operatori pubblici e privati. Nel ruolo di Istituto Metrologico Primario, offre inoltre prestazioni di servizi avanzati consistenti nei servizi di taratura della strumentazione di misura delle radiazioni ionizzanti.

### PRINCIPALI RISULTATI RAGGIUNTI NELL'ANNO 2020, CON RIFERIMENTO AGLI OBIETTIVI INDICATI NEL PIANO DELLA PERFORMANCE 2020 - 2022

#### **FSN.OS.01 – Avviare la costruzione di nuove infrastrutture di ricerca e garantire l'upgrading di infrastrutture esistenti (DTT; Techea; Triga Molibdeno; Sorgentina RF)**

L'infrastruttura **Divertor Tokamak Test facility (DTT)**, compresa nella roadmap europea sulla fusione, ha l'obiettivo di dare un contributo alla soluzione del problema dei carichi termici sulle pareti del reattore a fusione. Consiste in una macchina tokamak superconduttiva con un raggio maggiore di plasma di circa 2,16 metri, che presenta una regione di divertore sufficientemente ampia da consentire lo studio di diverse configurazioni magnetiche, forme geometriche di divertore e la sperimentazione di diversi

materiali, inclusi i metalli liquidi in condizioni rappresentative di quanto previsto su DEMO in termini di densità di potenza su questo componente. Il valore relativamente elevato del campo toroidale (6 T) darà la possibilità di ottenere prestazioni di plasma non lontane da quelle di DEMO.

Tutte le azioni dell'anno 2020 sono state finalizzate al mantenimento della programmazione delle attività previste dal piano di realizzazione, nonostante le difficoltà conseguenti lo stato emergenziale da COVID-19. I principali risultati conseguiti:

- è stata effettuata la consegna all'ENEA delle prime tre tranches di strand multifilamentari superconduttivi in Nb<sub>3</sub>Sn, per complessive 16 tonnellate da parte di Kiswire Advanced Tech (Corea del Sud), in accordo al cronoprogramma del contratto stipulato a valle dell'aggiudicazione del primo lotto di gara, avvenuta nel terzo trimestre 2019;
- è stata aggiudicata la gara per la fornitura dello strand multifilamentare superconduttivo aggiudicando gli ultimi lotti andati deserti nel 2019; la fornitura di 27,5 tonnellate di strand in NbTi; 31 tonnellate di strand di rame con coating di cromo e 23 tonnellate di strand di rame con coating di niobio;
- nel mese di febbraio 2020 è avvenuto l'ingresso di ENI nella società DTT s.c.a.r.l. mediante l'acquisto del 25% delle quote di capitale dell'ENEA; di conseguenza la nuova compagine societaria è così ridefinita: 74% ENEA, 25% ENI, 1% Consorzio C.R.E.A.T.E. Il prezzo di cessione è stato pari a 250.000,00 euro;
- è stato acquisito il parere favorevole dell'Avvocatura di Stato per considerare le forniture dei componenti per la realizzazione dell'impianto DTT tra gli appalti rientranti nei settori speciali di cui al codice degli appalti (D.Lgs. 50/2016 e s.m.i.);
- nell'ambito dell'accordo tra l'ENEA e la società DTT s.c.a.r.l., in cui l'ENEA ha affidato a quest'ultima la costruzione della macchina, si sono conseguiti i seguenti risultati:
  - conclusione delle attività tecniche per l'emissione, nel 2020, dei bandi di gara per la fornitura dei cavi superconduttori, dei 18 moduli del sistema magnetico toroidale, delle 18 casse di contenimento dei moduli del magnete toroidale. Inoltre è stata avviata la gara per le indagini geognostiche ed ambientali;
  - avvio della gara per l'individuazione della società che svolge il servizio di revisione legale dei conti della DTT s.c.a.r.l.

Relativamente all'infrastruttura **Triga Molibdeno** è stata effettuata l'analisi teorico-sperimentale del processo di irraggiamento dei campioni di <sup>99</sup>Mo, sia in composizione isotopica naturale che arricchiti in <sup>98</sup>Mo. Presso il reattore TRIGA RC-1, sono continuati gli interventi di manutenzione straordinaria sia sulle infrastrutture che sugli impianti elettrici in previsione dell'utilizzo intensivo del reattore TRIGA nell'ambito del progetto. Sono in fase conclusiva i lavori di rifacimento della consolle, l'up-grade di strumentazione varia in sala controllo e i lavori sul ramo di ventilazione dell'impianto per il ripristino della funzionalità del Laboratorio Radiochimico. È in corso l'avvio della gara di progettazione di tutti gli interventi di revamping dell'Edificio Reattore TRIGA (edile, elettrico, condizionamento, antincendio) e la definizione della scelta del sistema di movimentazione della capsula contenente il <sup>98</sup>Mo irraggiato. Contestualmente sono stati effettuati calcoli di simulazione mediante codici di trasporto neutronico e fotonico del tipo MCNP su diverse tipologie di target (Molibdeno metallico e triossido di Molibdeno) sottoposti a diverse condizioni di irraggiamento al fine di poter ricavare i valori di dose efficace e dose equivalente (al cristallino e alla pelle) derivanti dalla presenza del campione irraggiato ai fini radioprotezionistici. Ciò consentirà una adeguata progettazione del contenitore di trasporto del target dalla zona di irraggiamento alla zona di manipolazione radiochimica. Si sono conclusi la riapertura, lo svuotamento e i controlli radiometrici della Cella Blindata ad Alta Attività, presente presso il locale 19 del C.R. Casaccia del Laboratorio di Radiochimica ed è in corso di finalizzazione il progetto per il suo ripristino, allo scopo di effettuare le prime manipolazioni dei provini irraggiati provenienti dal reattore TRIGA, in attesa della realizzazione definitiva della Camera Bianca ad Alta Attività dove verrà effettuata la manipolazione dei provini irraggiati per il caricamento dei generatori. Le attività sperimentali eseguite nella Cella Blindata ad Alta Attività sono necessarie per la definizione delle caratteristiche della Clean Room entro cui verrà effettuato il processo definitivo. Il ripristino della Cella Blindata ad Alta Attività sarà funzionale anche a eventuale attività di formazione di personale esterno che

deve operare mediante telemanipolatori nonché alla possibilità di operare in un ambiente ad alto schermaggio per campioni sospetti, qualora il Sistema Paese ne necessiti. Contestualmente si sta avviando il processo di individuazione di edifici presenti nel centro Casaccia idonei per l'allestimento di una Clean Room in conformità alle norme legislative vigenti.

Relativamente all'infrastruttura **TECHEA** in corso di realizzazione presso il C.R. ENEA di Frascati sono proseguite le attività per la realizzazione dei prototipi, finalizzati allo sviluppo di tecnologie per la sicurezza alimentare, l'utilizzo di acceleratori lineari di elettroni miniaturizzati in radioterapia, lo sviluppo di dosimetri per imaging e di sistemi indossabili basati su tecnologia in fibra ottica per il monitoraggio di pazienti. L'infrastruttura, costituita da tre WP, ha conseguito i seguenti rilevanti risultati.

Nel WP1 dedicato alla sicurezza alimentare, la spettroscopia laser fotoacustica è stata sviluppata con l'obiettivo della realizzazione di due sistemi, uno portatile e l'altro dispiegabile in linee di produzione, per l'analisi speditiva di campioni alimentari. Nell'anno 2020 sono stati eseguiti: la realizzazione e dimostrazione su selezionati casi studio del prototipo per la linea di produzione e l'assemblaggio parziale del prototipo per analisi speditive. Il primo prototipo (realizzato e dimostrato con misure su origano e zafferano, ma non ancora ottimizzato) è stato montato su un carrello con supporti ripiegabili ed è trasportabile in due valigie, una per il sistema elettroottico e l'altra per il chiller del laser. Il secondo prototipo è in fase di assemblaggio su un piccolo tavolo ottico contenuto in una valigetta.

Nel WP2 dedicato alla realizzazione del prototipo di sistema per trattamento di tumori alla mammella con paziente in posizione prona basato su linac compatto di elettroni, è stato effettuato l'allestimento del prototipo dell'impianto per irraggiamento della mammella prona (senza movimentazione e lettino di posizionamento del paziente) nel bunker dedicato per eseguirvi i primi test di funzionamento pianificati. Nello specifico è stato caratterizzato l'acceleratore da 3 MeV tramite misure su banco a radiofrequenza dei principali parametri RF e del profilo del campo elettrico accelerante sull'asse, verificando la corrispondenza con le caratteristiche di progetto; è stato realizzato il supporto in profilati di alluminio nel quale sono stati montati i principali componenti del sistema (sorgente di elettroni, sistema di termoregolazione, circolatore, magnetron, modulatore), e sono stati effettuati i primi test sperimentali. Inoltre è stata acquisita e collocata in sala controllo la consolle di gestione della macchina (CGM) realizzata dalla ditta SIT ed è stato effettuato il progetto esecutivo del convertitore elettroni-raggi X del quale si è avviata la procedura di acquisto.

Nel WP3 dedicato alle applicazioni della fotonica per la salute sono state svolte attività di R&S su entrambe le linee di ricerca previste relativamente allo sviluppo di dosimetri luminescenti basati su fluoruro di litio (LiF) e di sensori in fibra ottica indossabili, avviando la realizzazione dei prototipi. In particolare si sono sviluppati sia rivelatori di radiazione a film sottile che il lettore ottico per dosimetria; nel primo caso mediante caratterizzazione morfologica e spettrofotometrica di rivelatori a film sottile di LiF di spessore crescente depositati per evaporazione termica su vetro, silicio e substrati compositi riflettenti, ottenuti crescendo film di alluminio su vetro e silicio irraggiati con protoni da 35 MeV prodotti dall'acceleratore TOP-IMPLART (in presenza di alluminio è stata misurata un'amplificazione della risposta fino ad un fattore 4 - Brevetto ENEA), nel secondo caso mediante misure sistematiche di lettura della risposta ottica dei rivelatori a cristallo di LiF in differenti configurazioni/geometrie ottenendo una stima del range dinamico per irraggiamento con protoni, pari a ~110 dB sul picco di emissione dei centri F2 (valore paragonabile a quello dei migliori rivelatori elettronici in commercio). Sono stati potenziati i modelli per lo studio dell'interazione protoni-materia ad energie cliniche ed avviato il confronto della risposta di cristalli di LiF irraggiati con protoni con quelli irraggiati gamma a dosi cliniche presso INMRI (ENEA Casaccia).

Nello sviluppo di sensori funzionalizzati basati su tecnologia in fibra ottica da applicare su indossabili, per il monitoraggio di parametri biometrici, svolto in stretta collaborazione con l'Università Campus BioMedico di Roma, è proseguita l'ingegnerizzazione di sensori idonei alle applicazioni su fasce e T-Shirt in tessuto elastico, con ottimizzazione del design degli stampini per la realizzazione dei sensori per il monitoraggio dell'aerea dorsale, sia con riferimento al monitoraggio dei movimenti dei compartimenti dovuti alla respirazione, sia al monitoraggio del battito cardiaco. L'ottimizzazione del design ha riguardato principalmente la soluzione dei problemi connessi alla protezione della fibra ottica all'ingresso/egress dell'involucro polimerico che ingloba l'elemento sensiente FBG. Inoltre è stata svolta attività di prove

sperimentali per la caratterizzazione di band/strap per il monitoraggio della zona cervicale, ottimizzati per il monitoraggio della postura a videoterminale.

Per l'infrastruttura **Sorgentina RF** è stata avviata la configurazione manageriale del team di progetto allo scopo di poter gestire, tramite gruppi dedicati, tutti gli aspetti progettuali, realizzativi e di acquisizione componenti. Sensibili avanzamenti sono stati raggiunti nella progettazione meccanica, termoidraulica e nella scelta dei materiali del bersaglio rotante. È stata svolta una complessa analisi presso potenziali fornitori per identificare l'opzione più idonea per l'acquisto dell'acceleratore di ioni trizio e deuterio consentendo di lanciare la gara nel 2021. Sono state condotte le progettazioni concettuali relativamente alla radiochimica e alla gestione del trizio. Sono stati avviati tutti gli studi relativi alla sicurezza e all'ottenimento del nulla osta di Categoria A da richiedere a ISIN per costruzione ed esercizio. Presso il C.R. ENEA del Brasimone si è provveduto alla predisposizione dei locali dell'edificio CPC-1 per ospitare il bunker che è in fase di avanzata progettazione. È stato depositato un secondo brevetto dal titolo "Dispositivo di irraggiamento a flusso di neutroni veloci provvisto di un supporto perfezionato per un bersaglio da irraggiare e relativo metodo" (IT n. 102020000005815). La prima tranches dell'infrastruttura completa, definita Dimostratore Termomeccanico, è finanziata dalla Regione Emilia-Romagna e vede la collaborazione di vari attori del settore medicale.

**FSN.OS.02 – Assicurare l'avanzamento del programma EUROfusion, sviluppando anche gli studi relativi alla fisica della fusione e alle tecnologie di componenti e di materiali nel campo della Fusione Nucleare**

È stato coordinato lo svolgimento del programma EUROfusion da parte di ENEA e dai Partner al Consorzio EUROfusion, ed è stata effettuata la rendicontazione degli obiettivi raggiunti per le attività svolte cui è seguita l'approvazione da parte del MISE e del MEF della quota di cofinanziamento all'ENEA. È stata intensificata l'attività di monitoraggio e conseguente reporting di progetto, permettendo un maggiore controllo in itinere delle attività EUROfusion nel loro insieme ed un maggior tasso di raggiungimento degli obiettivi. È stato svolto il ruolo di Industrial Liaison Officer per F4E tramite la diffusione delle informazioni relative alle gare di ITER, il supporto alle imprese per la partecipazione alle gare, la promozione e la partecipazione di ENEA a rilevanti eventi nazionali e internazionali tramite teleconferenza.

L'attività sui materiali per i superconduttori tipo REBCO è proseguita sulle tecniche di crescita di film sui substrati metallici necessari per lo sviluppo di nastri. In parallelo è iniziata un'attività su un nuovo materiale superconduttore a base di Ferro focalizzandola sullo studio delle proprietà del materiale stesso e sullo sviluppo di una tecnologia per la produzione di fili. Sono inoltre stati costruiti e testati conduttori con slot di alluminio e tape YBCO per un loro eventuale uso in DTT.

Con riferimento al Breeding Blanket refrigerato ad acqua (WCLL-BB) è stata completata la progettazione concettuale dell'impianto ad acqua e piombo litio (Water Loop) che nell'ambito del programma FP9 consentirà le principali sperimentazioni fuori pila del modulo di Blanket del TBM e del mock-up opportunamente scalato del modulo di Blanket di DEMO. Sono state completate tutte le campagne sperimentali per la caratterizzazione dei fenomeni incidentali di in-box LOCA, e tutti i tasks progettuali del Breeding Blanket e del Balance of Plant che erano rimasti inevasi fin dal 2016.

È stato concluso il 90% dei tasks sperimentali inevasi relativamente alla manifattura ed alla qualifica dei rivestimenti, alla corrosione in PbLi, alla caratterizzazione del sistema PAV (Permeator against Vacuum), alla detenzione delle fughe di elio ed al completamento e sperimentazione dell'impianto HyPer-QuarCh (Hydrogen Permeation Quartz Chamber).

Sono stati completati al 100% i tasks EUROfusion relativi alla progettazione ed al management di DONES nonché alla sperimentazione sul comportamento e la gestione del litio liquido.

A supporto del progetto ITER, attraverso attività di R&S commissionate da ITER-IO, si stanno studiando presso il C.R. ENEA del Brasimone tecnologie per la realizzazione di un coating antipermeazione per il trizio da applicare sulle tubazioni dell'Helium Coolant Pipes (HCPs). Mediante una campagna sperimentale realizzata ad hoc si procederà alla caratterizzazione di diverse tipologie di coating (basate tutte sull'utilizzo di allumina come barriera antipermeazione) e successivamente a questo screening tecnologico si procederà poi con la realizzazione di un mock-up per caratterizzare l'Effective Permeation Reduction Factor (PRFe) sulla tipologia di coating proposto per l'HCPs di ITER.

Nell'ambito del progetto WP EUROfusion "WP18-MST2-20" sono continuate le misure su campioni di interesse fusionistico con il sistema LIBS (Laser-Induced-Breakdown-Spectroscopy) compatto utilizzato sul tokamak FTU nel 2019. Il sistema si è rivelato efficiente e versatile anche in laboratorio ed è stato impiegato in varie configurazioni: in modalità doppio impulso laser (DP-LIBS) effettuando misure in vuoto e in flusso di gas (He e Ar). Le misure LIBS sono state effettuate su campioni con strati superficiali metallici dello spessore di pochi micron, che riproducono la condizione degli strati superficiali previsti per ITER, e in generale negli impianti di prossima generazione quali il DTT. Lo studio è stato focalizzato sull'ottimizzazione delle condizioni sperimentali per la quantificazione degli isotopi dell'idrogeno (H e D) su campioni drogati.

Sono proseguiti gli studi previsti (Task Agreement ENR-MFE19.ENEA-04) mediante spettroscopia di fotoemissione XPS di nanoinclusioni di Gd disperse in diverse percentuali in film sottili di YBCO ottenuti per via chimica al fine di interpretare le proprietà elettroniche del Gd nanometrico nel film di YBCO.

Prosegue lo studio di film a base carbonio (diamante, grafene, ecc.) mediante spettroscopia confocale Raman. È inoltre proseguita la caratterizzazione di film di 6LiF cresciuti mediante evaporazione termica per rivelatori di neutroni termici ibridi a base silicio e diamante.

Nell'ambito del programma EUROfusion è stato rinnovato il WPPFC SP3, comprendente le attività svolte in collaborazione con l'Istituto di Fisica del Plasma Max-Planck-Institut di Garching (DE) e che riguardano la caratterizzazione ed il controllo del danneggiamento di materiali di interesse fusionistico bombardati mediante LINAC di elettroni da 5 MeV.

Nell'ambito delle attività di EUROfusion sul divertore, il concetto ITER-like proposto da ENEA è stato posto come concetto di riferimento per DEMO. Tutti i prototipi ENEA hanno superato il test di fatica termica di 500 cicli a  $20 \text{ MW/m}^2$  e hanno raggiunto picchi di flusso termico assorbito di  $32 \text{ MW/m}^2$ .

Utilizzando la tecnologia HRP (brevetto ENEA), nell'ambito del contratto con ITER per "Validation of a representative Blanket Manifold pipe bundle", sono stati realizzati tutti gli elementi necessari alla costruzione del prototipo finale che riproduce in scala reale tutte le possibili configurazioni del circuito di raffreddamento del Blanket di ITER. Il prototipo è stato completato con successo ed è risultato conforme alle specifiche contrattuali di ITER.

Sono state effettuate le campagne di misura su detto prototipo utilizzando il braccio di misura portatile a coordinate (CAM2), che consente di verificare la qualità dei manufatti attraverso ispezioni 3D, comparazioni con il modello CAD, analisi dimensionali e reverse engineering.

Tutti i prototipi suddetti, sia EUROfusion che ITER, sono stati controllati con il sistema non distruttivo ad ultrasuoni (ULTRAS, brevetto ENEA), la cui validità è ormai riconosciuta in campo europeo.

I codici di calcolo sviluppati per il dimensionamento di dispositivi a membrana sono stati validati con prove sperimentali in condizioni operative rilevanti per il sistema di estrazione di trizio dal Blanket di DEMO. Sono state definite le tecnologie da utilizzare nel sistema di purificazione del refrigerante primario ed è stato effettuato il dimensionamento preliminare dei componenti principali.

Nell'ambito delle analisi nucleari per DEMO, sono stati effettuati calcoli di neutronica con il codice Monte Carlo MCNP5 di supporto alla progettazione del divertore, del Blanket di tipo Water Cooled Lithium Lead (WCLL) e per lo studio di Advanced Divertor Configuration (ADC), ed è proseguita l'attività di sviluppo e ottimizzazione del codice Advanced D1S dynamic per le dosi allo shutdown. È stato sviluppato inoltre un tool accoppiato PACTITER-FISPACT-MCNP per la valutazione della dose gamma da Activated Corrosion Products (ACP) per il WCLL Test Blanket System (TBS) di ITER. Sono proseguite le misure e le analisi degli esperimenti di benchmark al JET (Shutdown dose rate benchmark) e a FNG (WCLL TBM mock-up experiment). Nell'ambito del Framework Contract No. 6000000304 "Design Analysis for the ITER Tokamak Engineering" sono state effettuate le analisi nucleari con il codice D1SUNED per la progettazione e integrazione dei port plug diagnostici di ITER. Sono stati inoltre eseguiti calcoli di neutronica, attivazione e dosi allo shutdown per la progettazione e il licensing di DTT.

Le attività riguardanti l'analisi di sicurezza per il futuro reattore DEMO hanno ottenuto come principali risultati: a) contributo al "generic site safety report" con le analisi per la identificazione dei sistemi rilevanti per la sicurezza, le analisi probabilistiche e deterministiche delle sequenze incidentali, la

valutazione della dose occupazionale, la valutazione dei prodotti corrosione attivati e dei rifiuti radioattivi; b) analisi di affidabilità dei sistemi di Blanket, dei circuiti di refrigerazione e del BoP.

Nell'ambito del progetto DONES le attività principali hanno riguardato: le analisi di sicurezza per la valutazione probabilistica e deterministica delle sequenze incidentali, la valutazione della dose occupazionale e le analisi di affidabilità dei sistemi di impianto. Altre attività hanno riguardato la raccolta dei dati operativi sulla dose occupazionale del JET.

Dopo la conclusione del contratto F4E-OPE-0956 è stata effettuata una nuova campagna sperimentale con lo scopo di misurare direttamente le sezioni d'urto microscopiche delle reazioni  $^{16}\text{O}(n,p)^{16}\text{N}$  e  $^{17}\text{O}(n,p)^{17}\text{N}$  che producano l'attivazione del acqua con tempi di dimezzamento di circa 7 e 4 secondi rispettivamente. I risultati di questo lavoro sono stati pubblicati su Nuclear Instruments and Methods in Physics Research Section A: Accelerators, Spectrometers, Detectors and Associated Equipment Volume 995, 11 April 2021, 165107.

Nel 2020 sono stati forniti servizi di irraggiamento con il generatore di neutroni a 14 MeV FNG a vari operatori esterni (NUCLETUDES, CEA, CNR-Milano).

Nel 2020 è stata migliorata la qualità di deposizione dei diamanti monocristallini riuscendo a realizzare campioni che hanno uno spettro di risposta all'indagine Raman simile a quella dei campioni di tipo electronic grade che si acquistano dalla società ElementSix, leader mondiale nella fabbricazione dei diamanti sintetici.

Nell'ambito del Framework Partnership Agreement tra F4E ed un Consorzio di Istituti Europei guidato dall'ENEA (F4E-FPA-327) è terminato lo specific grant SG06 con il superamento con successo del Preliminary Design Review della parte In-Port della Radial Neutron Camera (RNC) di ITER. È iniziato il contratto successivo (SG07) dedicato ad attività di prototipazione ed alla progettazione finale della RNC. Per la RNC In-Port sono continuate la progettazione su CAD e CATIA-5, l'analisi meccanica, nucleare e termica, è stato realizzato un prototipo di feedthrough elettrico e sono stati eseguiti dei test di compatibilità elettromagnetica di un prototipo della catena elettronica di rivelazione. Per la parte RNC Ex-Port è stato deciso il set di rivelatori neutronici e sono state definite le interfacce con gli altri sistemi di ITER.

La diagnostica Runaway Electron Imaging and Spectroscopy – Extended (REIS-E) che misura la radiazione di sincrotrone prodotta da elettroni runaway in tokamak è stata installata su COMPASS (Repubblica Ceca) e sono stati acquisiti dati nella campagna di ottobre 2020. L'analisi degli spettri ed immagini raccolti precedentemente dalla REIS-E su FTU sono stati analizzati, in collaborazione con l'Università Chalmers di Göteborg (Svezia), mediante il codice SOFT (Synchrotron detecting Orbit Following Toolkit) allo scopo di ottenere informazioni sulla funzione di distribuzione dell'energia degli elettroni runaway.

Il progetto JET Neutron Camera Upgrade finalizzato all'aumento delle performances e della affidabilità dei rivelatori per neutroni da 14 MeV (tramite la realizzazione, installazione e calibrazione di un nuovo sistema di acquisizione digitale basato su FPGA) è stato completato con la produzione del rapporto finale.

Sono stati prodotti diamanti monocristallini di grande spessore (0,5 mm), ed è stato realizzato un sistema di deposizione dei contatti metallici sui diamanti cresciuti presso il laboratorio Diamanti che permetterà di costruire dispositivi rivelatori al diamante, riducendo i costi di approvvigionamento esterno.

Per la radial neutron camera si sono raggiunti i seguenti risultati: a) progettazione della parte In-Port della diagnostica di ITER; b) effettuazione di prove di resistenza alla radiazione di prototipi di rivelatori a diamante utilizzando il generatore di neutroni a 14 MeV FNG; c) commissioning dei nuovi sistemi di acquisizione dati per i due set di rivelatori per la neutron camera del JET.

Nell'ambito delle campagne JET sono stati ottenuti risultati sperimentali su spettrometri neutronici KM12 (CNS) e KM13 (VNS) che hanno consentito sia l'ottimizzazione del funzionamento dell'hardware e del software, che la validazione dei risultati tramite confronto con quelli ottenuti da altre diagnostiche.

È stato completato l'upgrade e il commissioning su FTU della diagnostica "Runaway Electron Imaging and Spectroscopy – Extended" con estensione fino a 5 micron del range di misura degli spettri di emissione di radiazione di sincrotrone da elettroni runaway.

Nell'ambito dell'Interim Design Report ("Green Book") della facility DTT sono stati effettuati una revisione con riferimento al sistema di riscaldamento mediante risonanza ciclotronica ionica alle frequenze 60-90 MHz e lo sviluppo e applicazione di modelli e codici di calcolo tra i più avanzati per lo studio dell'interazione mutua tra particelle energetiche e modi magnetoidrodinamici di tipo Alfvénici, di grande rilevanza per i plasmi di interesse fusionistico, nell'ambito delle attività di ricerca di EUROfusion.

La macchina ProtoSphera nei primi mesi dell'anno è stata riassembleata per essere utilizzata per campagne sperimentali a partire da settembre. Il riassetto ha consentito di apportare migliorie all'isolamento dei componenti nonché all'installazione di nuove diagnostiche: nuovo array di sonde di Langmuir sulle piastre del divertore; sonde di hall per la misura del campo magnetico; sonde di Langmuir sul piano equatoriale; rivelatori a diamante per misura UV e X; spettroscopia visibile. È stato effettuato il potenziamento dei server del CODAS per aumentare lo storage dei dati di ProtoSphera nonché la potenza di calcolo per l'elaborazione dati.

Nell'ambito delle attività volte a rendere disponibili gli ambienti che dovranno essere utilizzati per l'infrastruttura DTT sono proseguite le attività di decommissioning della macchina FTU, nell'ambito delle attuali prescrizioni in essere, è stata completata la progettazione della nuova base che reggerà la macchina ProtoSphera, sono state individuate le aree per creare nuovi laboratori, nonché per lo stoccaggio del materiale che verrà smontato da FTU ed è stato effettuato l'adeguamento della nuova sala che accoglierà il CED FTU.

Relativamente alle attività di collaborazione nazionali e internazionali (Progetti Europei, ITER, campagne sperimentali JET, EUROfusion) nel campo della Fisica della Fusione:

- sono proseguite le attività relative alla realizzazione dello spettrometro VUV da destinare al JT-60SA con l'allestimento di un'area dedicata di supporto al progetto REIS (Runaway Electron Imaging Spectroscopy);
- è stata svolta, in collaborazione con INAF, l'attività sperimentale per ripristinare l'analizzatore di particelle neutre, originariamente sviluppato nell'ambito dei pre-test sul rivelatore U-GAS;
- è stata effettuata la progettazione e lo sviluppo di un prototipo del sistema di acquisizione dati per i test in Port Plug Test Facility (PPTF) della Radial Neutron Camera (RNC) di ITER;
- sono state emesse le specifiche per hardware e software per l'integrazione del sistema di controllo e acquisizione dati della RNC;
- è stata effettuata la gestione delle interfacce (meccaniche, elettriche, idrauliche e con altri sistemi) per il sottosistema In-Port della RNC a livello di Preliminary Design;
- è stata effettuata la definizione preliminare delle interfacce del sottosistema Ex-Port della RNC;
- sono proseguite le attività di coordinamento delle attività di progettazione del Sistema di Strumentazione e Controllo dell'impianto IFMIF/DONES e del disegno preliminare della logica di controllo di DONES;
- nell'ambito delle campagne sperimentali JET si evidenziano le attività: analisi e modellizzazione dell'MHD per lo sviluppo degli scenari; sviluppo codici di analisi per la diagnostica KG1 - interferometro multi canale a infrarossi - del JET; monitoraggio del sistema di diagnostiche magnetiche; esecuzione test elettrici e interpretazione dei segnali acquisiti per individuare eventuali malfunzionamenti nei sistemi di sicurezza a protezione della macchina; progettazione di uno stimatore della velocità della posizione verticale del runaway beam; preparazione e caratterizzazione della macchina al funzionamento in D-T; studio attività MHD, e analisi scariche JET; studio del piedistallo del JET mediante tecniche avanzate di machine learning, e sviluppo di un codice per la symbolic regression dello stesso; supporto alle attività di modellazione del plasma di bordo utilizzando codici di simulazione integrati (JINTRAC, EDG2D/EIRENE); coordinamento degli sviluppi della libreria EPROC;
- in collaborazione con Hefei si è partecipato alla sperimentazione sul reattore EAST, sono stati sviluppati innovativi rivelatori a stato solido basati su tecnologia Timepix3 per la rivelazione di Hard-X e gamma, è stata installata e testata una diagnostica innovativa per la rilevazione e misura delle onde a radio frequenza emesse durante la formazione di fasci di elettroni runaway;

- si è partecipato a: una gara "F4E-OPE-1061 Tender for the Supply of Polychromator for JT-60SA Thomson Scattering"; gara ITER su Diagnostics Specialized Engineering Design nell'ambito di un consorzio aggiudicatario dell'appalto; Progetto Covid-MIUR Microvirus (tecniche di indagine e di disattivazione virus a microonde), in fase di valutazione; Enabling Research: "Study of Direct Drive and Shock Ignition for IFE: Theory, Simulations, Experiments, Diagnostics development"; proposta "PROton BOron Nuclear fusion: from energy production to medical applicatiOns ("PROBONO") dell'organizzazione COST;
- nell'ambito del Programma Proof of Concept ENEA 2020.02 è stata presentata la proposta "Generazione di campi elettromagnetici ad alta intensità, con rapidi tempi di salita e distribuibili su grandi estensioni volumetriche, ottenuti mediante interazione laser-materia ad alta energia e potenza", inerente le attività della domanda di brevetto N. 102019000014385 (rif. ENEA n. 884);
- accordo di collaborazione con la ditta Payprint di Modena, già attiva nel campo dei dispositivi validatori di banconote, al fine di integrare il dispositivo di sanificazione banconote mediante radiazione UV-C all'interno del validatore di banconote;
- progetto Covid-MIUR DOS (Dispositivo di sanificazione ottica di banconote tramite radiazione germicida);
- progetto Covid-MIUR SANIFLU (Dispositivi di sanificazione di fluidi tramite radiazione UV-C);
- proposte progettuali nell'ambito del nuovo programma quadro comunitario sulla Fusione Nucleare all'interno del quale sono state presentate diverse proposte quali Enabling Research per il biennio 2021-2023 e partecipazione a progetti sui topics Theory, Simulation, Verification and Validation;
- start-up delle attività propedeutiche per la formazione di un consorzio per la realizzazione della infrastruttura di ricerca per l'espletamento del progetto EuPRAXIA;
- sviluppo, nell'ambito dell'accordo INFN-ENEA, di un ondatore per SPARC;
- prosecuzione delle attività del progetto premiale PLASMAR "Plasma Wakefield Acceleration", con la realizzazione di una sorgente FEL compatta di nuova generazione, pilotata da un acceleratore a plasma.

#### Attività in ambito DTT:

- coordinamento del disegno e dello sviluppo delle diagnostiche magnetiche, magnetoidrodinamiche e di macchina per l'esperimento DTT;
- preparazione delle specifiche e dei requisiti per il sistema di mitigazione delle disruzioni per DTT;
- coordinamento delle attività di calcolo dei campi di radiazione al fine di definire gli schermaggi necessari all'ottenimento del Licensing di DTT;
- sviluppo dell'Architettura preliminare CODAS e studio del Real Time control per operazione e diagnostiche;
- gestione della strutture IT della scarl DTT (Alfresco, portale Helpdesk, wiki, ecc.);
- coordinamento delle attività di teoria e simulazione nell'ambito del gruppo di lavoro di teoria di DTT;
- utilizzo e sviluppo di modelli di calcolo per la definizione della geometria e energia degli NNBI;
- utilizzo e sviluppo di codici di calcolo per studio della dinamica lineare e non lineare dei modi Alf vénici in DTT;
- coordinamento delle attività di studio della stabilità del plasma di DTT nell'ambito del gruppo di lavoro "MHD Stability, Control and Disruptions";
- studio della stabilità ideale per lo scenario di riferimento Full Power;
- studio preliminare di instabilità di modi Alf vénici guidati da particelle energetiche per lo scenario di riferimento Full Power;
- studio preliminare per scenario a Triangolarità Negativa;
- coordinamento Gruppo di Lavoro su "Data Storage Tools, Database modelling e dati sperimentali";

- partecipazione al gruppo di lavoro per le valutazioni relative al possibile utilizzo del codice di trasporto Europeo ETS, sviluppato in ambito WPCD, per lo studio di scenari DTT;
- partecipazione al progetto pilota TSVV Thrust 2b (PI P. Tamain) su "Fisica del bordo: morfologia dei codici Tokam3X e SOLEdge2D";
- studio dell'antenna ICRH per DTT e attività di modelling;
- design e sviluppo del sistema di controllo di DTT;
- design del sistema di bobine non-assialsimmetriche con sviluppo e implementazione di codici per la modellizzazione integrata del plasma in real-time;
- terminati gli studi di definizione dei sistemi di riscaldamento ICRH e ECRH per DTT partecipando alle Call HCD con le due proposte ICH System Integration e ICH Antenna System.

Sono stati stipulati accordi di collaborazione con: l'Institute Lebedev sugli studi dell'interazione laser-materia; INAF, per la gestione, utilizzo, fornitura di nuove diagnostiche, interpretazione dei dati sperimentali dell'esperimento Protosphaera; AISBL per l'inserimento della facility ABC nell'associazione Laserlab-Europe.

Sono state sviluppate nuove diagnostiche di plasma mediante l'utilizzo della sorgente soft-X a scarica capillare per test di rivelatori a diamante.

**FSN.OS.03 – Mantenere l'impegno nel campo delle applicazioni nucleari sviluppando attività di R&S sui reattori innovativi, i dati nucleari, la security e la produzione tramite facility di radioisotopi; garantire il ruolo di Gestore del Servizio Integrato per la caratterizzazione radiologica e la gestione dei rifiuti radioattivi**

Presso il Laboratorio Sistemi Nucleari Innovativi è stato finalizzato l'impianto HPOL, mediante commessa finanziata al 50% dal CEA (Progetto ARDECO), realizzato per validare il comportamento di oli diatermici refrigeranti da impiegare in sistemi di mitigazione in condizioni di incidente severo per un reattore di piccola taglia di IV generazione, refrigerato mediante sodio liquido. Nell'impianto sono state ricreate le condizioni di funzionamento reale e valutato il comportamento di vari oli diatermici commerciali ma ancora scarsamente studiati. Sono state inoltre associate analisi di laboratorio in condizioni più estreme di quelle realmente previste, al fine di misurare i margini ultimi di operabilità del sistema, studi di diagnostiche e metodi di prevenzione innovativi della possibile degradazione del refrigerante, analisi termo fluido dinamiche e a modelli di cinetica chimica, validati mediante le misure effettuate sull'impianto stesso. Le caratterizzazioni sono tutt'ora in corso e se ne prevede il termine nei primi mesi del 2021. Le elaborazioni dei modelli ed eventuali ulteriori misure sperimentali continueranno per tutto il triennio 2021-2023 e potranno essere applicate ad impianti industriali non strettamente legati al campo nucleare.

Il Laboratorio è stato inoltre coinvolto in attività relative allo studio dei reattori ibridi fusione-fissione attraverso la simulazione neutronica di numerose tipologie di reattori basate su differenti macchine a fusione (RFP e tokamak compatti ad alta densità e campo) e di Blanket fissili (reattori veloci e termici con combustibile fresco ed esausto). Sono in progetto anche attività sperimentali per studiare un simile accoppiamento per le quali nel 2020 sono state fatte alcune valutazioni e considerazioni preliminari. Le attività sono state svolte in collaborazione con il Consorzio RFX, INFN sezione di Genova, Sogin, Massachusetts Institute of Technology (MIT), laboratorio di Reattori Nucleari di Ricerca (FSN-FISS-RNR) e con il C.R ENEA Bologna. È previsto anche un accordo con l'ente russo Rosatom.

Le attività condotte in ambito nucleare presso la facility di irraggiamento gamma Calliope (FSN-FISS-SNI), hanno riguardato test di irraggiamento (a dosi assorbite molto elevate) di materiali polimerici e qualifiche di matrici cementizie per lo stoccaggio di rifiuti radioattivi richieste da NUCLECO. In relazione a quest'ultima attività, è stato stipulato con NUCLECO un contratto triennale.

Nell'ambito dell'accordo con ASI, e nell'ottica della qualifica ASIF della facility, è stata pianificata la campagna sperimentale che sarà effettuata nel reattore RSV TAPIRO nel corso dell'anno 2021, così come è stato fatto precedentemente per il TRIGA RC-1. Per quanto riguarda il reattore RSV TAPIRO, oltre alle campagne di irraggiamento finalizzate a test di danneggiamento neutronico su campioni di vario genere, richiesti da enti di ricerca esterni e Università, è stato concluso l'accordo con il CEA per una vasta

campagna sperimentale incentrata sull'analisi di dati nucleari di attinidi minori, d'importanza sia per la fase finale del ciclo del combustibile nucleare che per il trattamento dei rifiuti radioattivi a lunga vita media.

Il Laboratorio di Caratterizzazione Radiologica e Gestione Rifiuti Radioattivi, ha svolto e svolge tuttora numerose attività di servizi analitici e di consulenza specialistica per conto terzi per la determinazione e quantificazione, ai fini dello smaltimento, di radionuclidi alfa, beta e gamma emettitori presenti in campioni di diverse matrici e individuazione, in situ e in laboratorio, di materiali nucleari.

Il Laboratorio di Caratterizzazione Radiologica, nell'ambito della caratterizzazione dei rifiuti, partecipa al Progetto MICADO e al Progetto PREDIS, nell'ambito del programma Horizon 2020. Il primo ha l'obiettivo di migliorare la gestione dei rifiuti radioattivi e le attività di smantellamento (Decommissioning & Dismantling) proponendo un metodo economicamente efficace per la caratterizzazione non distruttiva dei rifiuti radioattivi, definendo un processo di digitalizzazione associato e creando un "database" su cloud per la gestione dell'inventario dei rifiuti; il secondo ha il duplice obiettivo di sviluppare soluzioni per il trattamento e il condizionamento di particolari rifiuti in quei paesi dove attualmente non sono disponibili soluzioni adeguate, e di migliorare la sicurezza durante le fasi di gestione dei rifiuti stessi.

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

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

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

Nell'ambito dei sistemi nucleari di quarta generazione refrigerati a piombo (GEN-IV LFR), si è completata la progettazione concettuale della ALFRED Research Infrastructure (RI), un polo tecnologico dedicato alle attività di R&S a supporto del DEMO LFR / Prototipo SMFR ALFRED, da realizzarsi sul sito di nucleare di Mioveni, Romania (attività di ricerca commissionata in ambito PRO-ALFRED). La ALFRED-RI costa di 2 large-scale multipurpose facility (ATHENA, ELF), un laboratorio di coolant chemistry (CHEMLAB), 2 separate-effect facility (HELENA-2, HANDS-ON) e di una facility nucleare operante in cella calda (MELTIN'POT). La ALFRED-RI è stata inoltre concepita per ospitare ALFRED come research reactor, provvisto di test-ring per irraggiamento di materiali e combustibili innovativi. Si è provveduto inoltre a dare seguito alla progettazione concettuale del reattore ALFRED nell'ambito delle azioni previste dal Consorzio FALCON. ENEA ha provveduto a rivedere il sistema di controllo della chimica del refrigerante e a supportare la verifica termofluidodinamica del generatore di vapore a baionetta a singola parete.

La prestazione di servizi tecnologici nell'ambito dell'analisi e progettazione di nocciolo di reattori innovativi ha riguardato 3 progetti: nell'ambito del progetto commerciale PRO-ALFRED fase 2 si è effettuata la valutazione della necessità di validazione per codici di analisi scientifica, si è coordinata la stesura del "ALFRED White Book" e fornito training a giovani ricercatori rumeni; si è completato il contratto commerciale con Westinghouse conseguito a fine 2019, con l'esecuzione della progettazione concettuale della configurazione di nocciolo a nitruri di uranio del reattore commerciale; un contratto commerciale con Empresarios Agrupados ha riguardato la preparazione e presentazione di 4 moduli in un

seminario sulla tecnologia dei reattori a piombo per ONR (Office for Nuclear Regulator), l'autorità di regolamentazione Inglese.

Le attività di R&D sono state svolte principalmente nell'ambito di Progetti EURATOM H2020 e di Gruppi di Lavoro Internazionali. Nel corso del 2020 ha avuto luogo la preparazione, contrattazione ed avvio – in qualità di coordinatori – del nuovo progetto europeo "PASCAL" di EURATOM H2020. Nell'ambito della partecipazione al GIF (Generation IV International Forum) si è contribuito alla stesura del documento "Lead-cooled Fast Reactor Proliferation Resistance & Physical Protection White Paper". Nel gruppo di lavoro NEA-NSC-WPEC è stata prodotta una libreria di dati nucleari per il codice ERANOS basata su ENDF/B-VIII.0, e sono state aggiornate le analisi preliminari di sensibilità ed incertezza della configurazione di riferimento del reattore ALFRED rispetto ai dati nucleari. Nel Comitato NEA-CNRA si è partecipato alla stesura di un rapporto sullo stato dell'arte dei codici di analisi per reattori nucleari avanzati.

Nell'ambito del programma di ricerca AMR (Advanced Modular Reactor) finanziato dal BEIS (UK) e coordinato da Westinghouse, ENEA partecipa sia mediante attività sperimentali da svolgere presso il C.R. ENEA del Brasimone sia mediante attività di progettazione e analisi a supporto della realizzazione di 6 facility sperimentali in UK.

Causa emergenza pandemica COVID-19 le collaborazioni con la Cina hanno subito un brusco rallentamento. Ad ogni modo sono proseguite le interlocuzioni con SPICRI (Pechino) e CGN (Shenzen) per lo sviluppo delle tecnologie dei reattori LFR.

Con INEST (Cina) si sono invece avviate nuove interlocuzioni per la implementazione di un nuovo piano di ricerca e sviluppo a supporto dei sistemi LFR, che prevede la realizzazione di una nuova facility da 5 MW in Hefei.

Nell'ambito del progetto PIACE (H2020-EC), coordinato da ENEA, si è proceduto con le analisi termofluidodinamiche di un sistema di rimozione della potenza di decadimento passivo, basato sull'utilizzo di gas incondensabili applicati all'isolation condenser del generatore di vapore di un LFR. L'applicazione di tale sistema innovativo sarà esteso ai sistemi ADS, PWR e BWR. La sperimentazione per la convalida sperimentale sarà realizzata sulla facility SIRIO, presso SIET ma di proprietà ENEA, in fase di commissioning.

In ambito EURATOM sono stati acquisiti ed avviati tre nuovi progetti: PUMMA (Plutonium Management for more agility) per valutare l'impatto del ciclo del combustibile GEN IV sulla sicurezza e sulla performance del reattore; PATRICIA (Partitioning And Transmuter Research Initiative in a Collaborative Innovation Action) per attività di Partitioning & Transmutation; ORIENT-NM il cui intento è quello di progettare un piano comune europeo European Joint Programme (EJP1) sui materiali nucleari. Nello stesso ambito sono proseguite le attività dei progetti già in essere. In GEMMA sono continuate le prove meccaniche e di corrosione in piombo stagnante, mentre sono state sospese le prove in piombo fluente per l'impossibilità di riprodurre nell'impianto LECOR le condizioni ambientali richieste. Per raggiungere l'obiettivo è stato approntato l'impianto BID-1 in cui le sperimentazioni stanno proseguendo in maniera soddisfacente. In INSPYRE sono stati sviluppati i modelli di conducibilità e di temperatura di fusione del combustibile nucleare.

#### **FSN.OS.04 – Assicurare la funzione assegnata all'ENEA dalla legge 273/1991 di Istituto Metrologico Primario nel settore delle radiazioni ionizzanti**

È proseguita l'interlocuzione con il MiSE, con esito positivo e sigla a fine 2020 di una specifica Convenzione, per un progetto triennale (2021-2023) teso a garantire il necessario investimento nel settore della metrologia primaria delle radiazioni ionizzanti con l'obiettivo di superare l'autosospensione delle Calibration and Measurement Capabilities (CMC) dell'Istituto Nazionale di Metrologia delle Radiazioni Ionizzanti (INMRI) e consentire il regolare svolgimento del compito assegnato all'ENEA dalla Legge 273/91.

Le attività nel 2020 sono proseguite secondo le tradizionali linee programmatiche dell'INMRI:

- a) sviluppo campioni nazionali;
- b) standardizzazione dei metodi di misura;

c) accreditamento e certificazione;

con le specifiche attività riportate nel seguito.

Nell'ambito dello *sviluppo dei campioni nazionali* si evidenziano i seguenti risultati:

- proseguimento delle attività d'implementazione dei dati di base del nuovo rapporto ICRU 90, Key Data For Ionizing-Radiation Dosimetry: Measurement Standards And Applications per raggi x e per la radiazione gamma del Co-60;
- realizzazione e caratterizzazione di nuovi campioni e irraggiatori mono e multi sorgente per radiazione x-gamma e neutronica per dosimetria e tarature all'interno e all'esterno dell'INMRI;
- sviluppo del nuovo campione nazionale di attività di Co-60 in vista di un nuovo confronto in ambito SIR e del rinnovo della relativa "Calibration and Measurement Capability" dell'INMRI presso il BIPM;
- sviluppo di un nuovo campione nazionale di Thoron (Rn-220) basato sulla tecnica del conteggio alfa integrale con Celle di Lucas;
- proseguimento di nuovi confronti internazionali sull'attività di radionuclidi (Rn-222, Ho-166, C-11) e di neutroni (AmBe) in ambito BIPM;
- revisione e ri-caratterizzazione di alcuni campioni primari (Long Counter) e banco d'irraggiamento per la metrologia dei neutroni;
- proseguimento della collaborazione con BIPM ed EURAMET nel quadro dell'Accordo Internazionale di Mutuo riconoscimento (MRA) per la revisione delle Calibration and Measurement Capabilities e per la definizione degli indirizzi metrologici internazionali (BIPM-CCRI);
- ricostruzione da spettri sperimentali e simulazioni Monte Carlo della distribuzione spettrale di fasci x dosimetrici;
- potenziamento hardware e software del campione primario calorimetrico di dose assorbita in acqua per i raggi x di medie energie e Co-60;
- aggiornamento del campione MONO-sorgente trasportabile per tarature in situ di monitori ambientali e portali radiometrici;
- avvio della fase d'implementazione della norma ISO 4037 (2019) con definizione delle specifiche tecniche di partitori di tensione su due impianti campione per produzione Rx dell'INMRI;
- proseguimento dell'attiva partecipazione ai comitati tecnici metrologici nazionali, europei ed internazionali (BIPM, CIPM, IAEA, EURAMET, EA, MiSE, ACCREDIA, ISS, ISIN, INRiM).

Relativamente alla *standardizzazione dei metodi di misura* si evidenziano i seguenti risultati:

- collaborazione con l'IAEA per la revisione dei protocolli dosimetrici IAEA TRS-398 e IAEA TRS-457;
- predisposizione della documentazione per l'aggiornamento del Nulla Osta per gli edifici nei quali sono ospitati i laboratori dell'INMRI;
- partecipazione ai progetti triennali Prism-eBT, METRODecom2, TraceRADON, MIRA, SupportBSS, finanziati dal Programma Europeo di Ricerca Metrologica (EMPIR) e al progetto MICADO nel Programma H2020;
- diffusione e/o pubblicazione dei risultati del Progetto europeo 16NRM03 RTNORM ( $k_Q$  factors in modern external beam radiotherapy applications to update IAEA TRS-398);
- proseguimento, nell'ambito del progetto CORSAIR finanziato dalla Regione Toscana, della collaborazione con CAEN S.p.A. per la caratterizzazione metrologica di nuovi apparati sperimentali per la misura della radioattività naturale in marmi e materiali lapidei;
- caratterizzazione di rivelatori scintillatori plastici per il monitoraggio radiologico continuo di acque destinate al consumo umano, in collaborazione con l'Università di Padova;
- collaborazione con l'Istituto Superiore di Sanità e con alcuni Centri di radioterapia nazionale per l'aggiornamento delle Linee Guida per la Garanzia di Qualità nella Radioterapia Intra-Operatoria (rapporto ISTISAN 03/1);

- proseguimento delle attività contrattuali con SOGIN riguardanti l'organizzazione di Confronti Interlaboratorio (ILC) su misure di spettrometria gamma per analisi di matrici di impianti nucleari;
- supporto metrologico al Progetto Sorgentina RF, per la produzione di radionuclidi a breve emivita, di interesse della medicina nucleare;
- prosecuzione, in collaborazione con l'Associazione Italiana di Fisica Medica e Sanitaria (AIFM), di un Audit Dosimetrico Nazionale Certificato (ADNC) per i Centri radioterapici nazionali;
- supporto metrologico al progetto OPRORA (Optimization PROCesses in Radiotherapy) finanziato dal Ministero della Salute e coordinato dall'Istituto Superiore di Sanità;
- collaborazione con SIT/SORDINA per la fornitura di un servizio Tecnico-scientifico finalizzato alla messa a punto di procedure dosimetriche per la caratterizzazione di fasci di elettroni per Flash-Therapy;
- messa a punto di un sistema dosimetrico basato su rivelatori a termoluminescenza TLD100 per lo svolgimento di Confronti Interlaboratorio (ILC) a carattere nazionale nel settore della radioterapia;
- studi di ricombinazione ionica in fasci di elettroni ad elevata dose per impulso;
- collaborazione con l'Istituto Zooprofilattico Sperimentale di Foggia (Centro di Riferimento Nazionale) per la riferibilità delle misure di attività dei radionuclidi in matrici di interesse zootecnico (foraggi, mangimi, ...), in particolare per quanto riguarda i metodi di correzione rapidi per effetto somma;
- collaborazione con l'Università di Catania, nell'ambito dell'Accordo Quadro con ENEA, per un progetto di messa a punto di un rivelatore portatile per misura di beta-gamma emettitori approvato nell'ambito del PON R&I 2018 per una borsa di Dottorato di Ricerca Industriale, completamente finanziata dall'Università di Catania.

Infine nel settore dell'*accreditamento e della certificazione* si evidenziano i seguenti risultati:

- stipula di una Convenzione con il Ministero dello Sviluppo Economico per l'organizzazione e svolgimento di N. 6 Confronti Interlaboratorio (ILC) nazionali da svolgere nel 2021-2022 nei settori medico e ambientale;
- prosecuzione delle attività, svolte in convenzione con ACCREDIA, per l'accreditamento di Laboratori secondari di taratura (LAT), riguardanti analisi della documentazione gestionale e tecnica, visite ispettive e resoconto ad ACCREDIA per i LAT, in fase di primo accreditamento, rinnovo e/o mantenimento, operanti sulle grandezze "radiazioni ionizzanti" e "Temperatura";
- partecipazione, ai lavori del Comitato Settoriale di Accreditamento per Laboratori di Taratura (CSA-DT) di ACCREDIA;
- svolgimento regolare dei servizi di taratura della strumentazione di misura delle radiazioni ionizzanti e di fornitura di Confronti Interlaboratorio (ILC) certificati per soddisfare la richiesta nazionale nel settore;
- supporto tecnico all'organizzazione ed esecuzione di un confronto interlaboratorio a livello internazionale su misure di radon, con influenza di toron con fornitura di esposizioni di riferimento in camere radon;
- irraggiamenti di riferimento a dosi prefissate, taratura e qualificazione di strumentazione radiometrica, fornitura di sorgenti campione e materiali di riferimento a supporto delle attività di ricerca dell'ENEA;
- svolgimento di un programma di taratura e qualificazione della strumentazione radioprotezionistica di tutti i siti SOGIN e di NUCLECO;
- proseguimento delle attività contrattuali con SOGIN riguardante la formazione su misure di spettrometria gamma per analisi di matrici di impianti nucleari;
- partecipazione al Programme Advisory Committee (PAC) per selezione dei progetti di ricerca sottoposti all'European facility for nuclear reaction and decay data measurements (EUFRAF) del JRC-Geel;
- proseguimento delle numerose attività gestionali e tecniche volte a garantire la conformità alla norma ISO 17025:2017 per i servizi offerti dall'INMRI.

### **FSN.OS.05 – Rafforzare il contributo in campo internazionale volto a fornire sistemi e strumenti nel campo della sicurezza nucleare**

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

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

Per il drone DJI Matrice 600 Pro in grado di monitorare la contaminazione nucleare e radiologica è stato realizzato il progetto di un sensore a semiconduttore con scintillatore per il rilievo di raggi gamma. È stato progettato lo schema principale del sensore, il PCB e la procedura di collaudo e utilizzo. Infine si è inoltrata procedura di accreditamento ad ENAC per una accademia di volo anche in ambiente critico.

Nell'ambito di tale progetto, la Sezione FSN-PROIN si è accordata con la Divisione FSN-TECFIS per sviluppare componentistica elettro-ottica da installare su uno dei UAV ivi disponibili. La collaborazione vede un contributo con MetaProjects, partner di EXADRONE, allo sviluppo di elettronica di controllo ed interfaccia dei sensori. Sono stati approvati due payloads: uno per l'analisi della biomassa, operante in notturna, ed uno per la misura di inquinanti ed altri componenti organiche, operante su 32 canali con gate risolti in tempo. È iniziata la progettazione dei due payloads e l'acquisizione dei materiali necessari alla realizzazione. Presso il C.R. Brasimone è inoltre in fase di allestimento una accademia di volo per il pilotaggio di droni per il conferimento della licenza di volo ENAC a privati e operatori del settore.

Le attività relative ad acquisizione, sviluppo ed applicazione di metodologie per la preparazione e gestione di emergenze radiologiche e nucleari e l'analisi degli incidenti gravi sono state svolte principalmente nell'ambito di Progetti EURATOM H2020 e di Gruppi di Lavoro Internazionali. Nell'ambito dei progetti MUSA e R2CA si è proceduto rispettivamente all'effettuazione dei calcoli di sensibilità ed incertezza per il termine sorgente in incidenti severi ed alle analisi di incidenti a piscine di combustibile, di DBA e di DEC-A per PWR. Per il progetto BARCO di ETSO (European Technical Safety Organization Network) sono stati effettuati calcoli di dispersione radioattiva off-site per l'Emergency Preparedness and Response di una centrale nucleare in Ucraina. In ambito del CRP dell'IAEA "Advancing the State-of-Practice in Uncertainty and Sensitivity Methodologies for Severe Accident Analysis in Water Cooled Reactors" si sono effettuate analisi di incertezza e sensibilità dell'esperimento QUENCH-06 coi codici accoppiati ASTEC/RAVEN.

Anche lo sviluppo e l'applicazione di approcci e metodi per le valutazioni di sicurezza di impianti attuali e reattori innovativi sono stati svolti per progetti EURATOM H2020 ed in collaborazioni internazionali. Per il progetto NARSIS sono stati rivisti e confrontati i metodi di integrazione del rischio per industrie ad elevato rischio (chimico, nucleare, ecc.). Nell'ambito del progetto ESMOR è stato utilizzato il modello dell'impianto SFR di riferimento dei codici RELAP e Cathare per l'analisi dei transitori incidentali UTOP e ULOF. Per il progetto ELSMOR si è preparato il SOAR dei dati sperimentali disponibili per lo studio dei sistemi passivi per DHR e si è sviluppato il modello della facility sperimentale di DHR da realizzarsi in SIET per calcoli preliminari. Per il progetto PASTELS di recente acquisizione le prime attività hanno riguardato una ricerca bibliografica sui fenomeni relativi alla circolazione naturale in circuito chiuso. Nell'ambito del

Progetto ASCOM di NUGENIA/SNETP si sono analizzati scenari incidentali per un reattore tipo PW-SMR e valutazione del relativo Termine Sorgente. A conclusione del Benchmark PERSEO per il NEA/CSNI/WGAMA sono stati preparati i report finali. In ambito Fusione sono stati eseguiti calcoli di sensitività ed incertezza coi codici ASTEC e RAVEN e analisi di correlazione tra parametri di input e figure di merito per la facility sperimentale ICE (Cooperazione con IRSN) di cui si è sviluppato anche un modello TRACE/DAKOTA accoppiati.

Le attività di R&D riguardanti sviluppo e applicazione di modelli per il monitoraggio nell'ambito della gestione dei rifiuti radioattivi sono state svolte in progetti EURATOM: analisi del rilascio di CO<sub>2</sub> da grafite e del contenuto di C13 come analogo del C14 in condizioni alcaline, con metodologia messa a punto ad hoc, e trattamento con spettroscopia Raman di grafite pre e post trattamento di invecchiamento e degrado (progetto CHANCE); simulazione tramite Geant4 dell'efficienza di moderazione e rivelazione di neutroni tramite array di 4x4 rivelatori SiLiF (progetto MICADO). Nell'ambito della collaborazione con INFN si è realizzata la progettazione di un'infrastruttura mobile e trasportabile, per il rilevamento automatico di sorgenti radioattive, per ispezioni in situ, tramite l'utilizzo di sensori innovativi e si è modellizzata la risposta dei sensori per diverse attività e geometrie. Per la radioecologia si è selezionato il sito per la campagna di misure per il progetto di Ricerca Industriale RAFAEL (MIUR) e si è progettata la metodologia di analisi da effettuare in situ. Software e codici vengono utilizzati nell'ambito del progetto regionale POR FESR "SUPER" (Supercomputing Unified Platform) per la simulazione di materiali avanzati per l'energia per Industria 4.0.

Per quanto riguarda il supporto alle Istituzioni per la sicurezza nucleare (safety e security), la proliferazione nucleare e più in generale la riduzione dei rischi nucleari, radiologici, chimici e biologici l'attività principale riguarda la verifica del Trattato per il Bando Totale degli esperimenti nucleari (CTBT) a supporto dell'Autorità Nazionale (MAECI) inclusa la gestione del Centro Dati Nazionale, componente radionuclidi (NDC-RN). Le attività di R&D a supporto hanno riguardato l'elaborazione, gestione ed archiviazione dei dati di contaminazione radioattiva del particolato atmosferico e dei gas nobili nella rete di monitoraggio internazionale (IMS) e la partecipazione a circuiti di interconfronto internazionali per la validazione delle analisi di radioxeno in atmosfera condotte nel laboratorio Tracciabilità. Altre attività di supporto al MAECI e MiSE hanno riguardato: il supporto per la preparazione di un esercizio nell'ambito della Global Initiative to Combat Nuclear Terrorism (GICNT) relativo alle tematiche forensi e di rilevazione di attività illecite; la partecipazioni al G7 (NSSG e GPWG), alle attività IAEA sulla Security, quali il Nuclear Security Contacy Group e il Nuclear Support and Training Centre (NSSC) Network e ad esercizi internazionali di Forensica Nucleare nell'ambito dei Galaxy Serpent exercises.

**FSN.OS.06 – Sviluppare le tecnologie basate sull'utilizzo di radiazioni ionizzanti e laser per applicazioni nei campi della salute e della security, dell'antifrode, della conservazione dei beni culturali e del monitoraggio ambientale**

Nell'ambito del progetto regionale LINC-ER proseguono le attività per l'allestimento del bunker per la sperimentazione del sistema innovativo di radiazione intraoperatoria con neutroni che si sta realizzando con la ditta Theranosti Centre. Le attività hanno riguardato l'identificazione ed acquisizione della sensoristica per l'infrastruttura e l'effettuazione di simulazioni Montecarlo con il codice MCNP6.2 per l'ottimizzazione della macchina generatrice di neutroni veloci. Altre attività relative ad applicazioni nucleari per la medicina sono state condotte nell'ambito del progetto regionale Sorgentina: valutazione della produzione di Mo-99 ottenuta irraggiando campioni di Molibdeno con neutroni da 14 MeV con il codice Monte Carlo MCNP6.2, e di attivazione, con il codice FISPACT; analisi della cinetica del processo chimico di dissoluzione di campioni di Mo con soluzione di idroperossido.

Per quanto riguarda lo sviluppo di metodi e tecnologie per la mitigazione del rischio CBRN si sono condotte attività di disseminazione dei risultati derivanti dall'EC service "Preparation of a biosecurity toolbox to strengthen European biosecurity" per la preparazione di un workshop per la Commissione. Si è effettuata la preparazione dello scenario RDD (Radiological Dispersal Device) di bomba sporca in una città densamente abitata per la prima Joint Action del progetto INCLUDING.

Le attività per la sicurezza alimentare si inseriscono in ambito nazionale (rete nazionale METROFOOD e CLUST-ER regionale "Agroalimentare"), europea (piattaforma europea S3 "Traceability and Big data") e

progetto INTERREG Regions4Food, grazie al Laboratorio di ricerca industriale "Tracciabilità", che ha ottenuto l'accreditamento istituzionale di strutture di ricerca industriale e trasferimento tecnologico appartenenti alla Rete Alta Tecnologia dell'Emilia-Romagna. Le principali attività del laboratorio in questo settore ed in generale sulla tracciabilità e monitoraggio per l'ambiente e la società hanno riguardato: lo sviluppo e ottimizzazione di metodologie per effettuare analisi isotopiche in campioni di olio extra vergine di oliva per tracciabilità geografica e per individuazione di microinquinanti; la progettazione, in collaborazione con la ditta TINTESS spa, di un sistema di irraggiamento con elettroni per la riduzione delle concentrazioni di composti perfluoroalchilici (PFAS) nelle acque di scarto; l'avvio delle attività progettuali del Progetto ENEA PoC2020 "Sistema compatto per accumulo di idrogeno in matrici metalliche e produzione di energia"; gli studi sul sistema per rivelazione muoni condotti nell'ambito dell'esperienza CSM presso il CERN (aggiornamento del codice relativo ai rivelatori DT del sistema Muoni e produzione di dati simulati per lo studio del fondo neutronico presente all'interno di tali rivelatori).

Le attività di sviluppo di sistemi e sensori per la Security sono incrementate sia in ambito NATO ed europeo con due nuovi progetti EU Security *RISEN* (Real-time on-site forenSic tracE qualificatioN) e *HADES* (Hazards Detection with Quantum Sensors) NATO SPS (Science for Peace and Security), entrambi a coordinamento ENEA (Laboratorio DIM). *RISEN* ha lo scopo di sviluppare una serie di sensori per l'identificazione e interpretazione in loco della traccia forense. *HADES* avrà come oggetto lo sviluppo di tecnologie innovative basate su quantum sensors da impiegare nella rivelazione di potenziali minacce CBRN.

Sempre per il programma NATO SPS, il progetto *DEXTER* (Detection of EXplosives and firearms to counter TERRORism) coordina al suo interno i progetti tecnologici *EXTRAS* (EXplosive TRace detection Sensor) ed *INSTEAD* (INtegrated System for Threats EARly Detection), ambedue a coordinamento ENEA (Laboratorio DIM). In *EXTRAS* è continuato il lavoro di progettazione e prove sperimentali in laboratorio con la collaborazione dei partner, mentre in ambito *INSTEAD* è continuato lo sviluppo di un sistema di Comando e Controllo e si è iniziato ad attrezzare un'area sperimentale presso la stazione Anagnina di Roma ove sono iniziate le simulazioni in vista della prova finale del progetto *DEXTER*.

Per la EU Security, continua l'attività ENEA nell'ambito del progetto *RESIST* (RESilience Support for critical Infrastructures through Standardized Training on CBRN), mirato alla formazione di operatori di sicurezza di infrastrutture critiche per affrontare emergenze CBRN. Attività incentrata allo sviluppo di un approccio standard al fine di ottenere un "Label CBRN" alla metodologia RESIST con un focus sulle linee guida dettate dalla NATO per operatori civili. Il progetto *ENTRAP* ha concluso le sue attività con le valutazioni dei precedenti attentati terroristici sviluppando dei tools di simulazione di un attacco terroristico con tutti i suoi preparativi, a partire da circa 2 anni prima di un attacco pianificato. Nell'ambito del progetto *EXERTER* è continuata l'attività finalizzata a colmare le difficoltà per gli operatori della sicurezza di acquisire e utilizzare i risultati della ricerca e di colmare le lacune tecnologiche per le sfide future.

Per quanto riguarda il progetto *INCLUDING* è stata spostata al 2022 la Table Top Exercise prevista per giugno 2020 presso l'ENEA di Bologna, a causa dell'emergenza COVID. Il progetto si sta rivelando un importante strumento per promuovere negli Stati Membri una implementazione operativa dei dettami sul Nuclear Security Regime stilati da IAEA.

Per quanto riguarda le tecnologie lidar marine, nel 2020 si è svolta una campagna di misura con il fluorimetro Casper 2 per la misura della concentrazione di materia organica disciolta e clorofilla nell'Oceano Artico (Campagna HighNorth20, in collaborazione con NATO, Marina Militare e altri istituti nazionali e internazionali). È ripresa l'attività di simulazioni mediante il codice PREMAR, un codice Montecarlo semianalitico sviluppato in ENEA che studia il trasporto della radiazione elettromagnetica nella regione che va dal visibile all'ultravioletto, nell'atmosfera e nell'ambiente marino. Il codice è stato importato sul Cluster CRESCO dell'Ente (ENEAGRID), testando la coerenza dei risultati rispetto a casi test disponibili, ottenuti durante una campagna precedente in Antartide con lidar marino.

Nell'ambito dei Progetti di ricerca in Antartide presso la stazione Concordia è iniziato il progetto CIRCE per l'utilizzo di tecniche di telerilevamento da terra e da satellite per osservare i cirri dell'Antartide, determinare i parametri ottici e creare un database climatologico sfruttando i sistemi lidar già operativi a terra.

Nell'ambito delle tecnologie per la Salute, i risultati del progetto Adviser (Automatic DeVice for Smart dEtection of tumouRs - finanziato dalla Regione Lazio e terminato a fine 2019), hanno ricevuto i complimenti del valutatore scientifico e dato luogo alla sottomissione del brevetto congiunto con l'impresa KELL s.r.l. per la funzionalizzazione dei substrati SERS commerciali (Metodica di funzionalizzazione di substrati solidi nanostrutturati per la rivelazione ultrasensibile di bio-marcatori – domanda n. 10202000012310 del 26/05/2020).

Il progetto SMARTIES, finanziato dalla Regione Lazio, volto alla comprensione dei fenomeni della rigenerazione muscolare e dell'atrofia del muscolo scheletrico in ambiente di microgravità, ha focalizzato la sua attività nella progettazione e realizzazione di scaffold biomimetici, costituiti da matrice extracellulare decellularizzata e componenti bioattive (organiche e non) in grado di modulare correttamente la risposta immunitaria e promuovere la rigenerazione del tessuto muscolare scheletrico. Le attività di ricerca nel 2020 si sono concentrate sulla bioinformatica e sulla ricerca computazionale, grazie anche alle piattaforme di Big Data, disponibili nel cloud.

Nell'ambito della Ricerca Finalizzata "Elf induced maturation and differentiation of Human cardiac stem cells and their implantation in nude mice: a preclinical study for treating heart attacks" è stato realizzato un incubatore che consente l'impostazione dei parametri desiderati (temperatura e umidità) e il controllo del livello di CO<sub>2</sub> attraverso un apposito programma software. Il sistema è stato inviato all'Università dell'Insubria per la prevista sperimentazione.

Vista l'emergenza sanitaria della pandemia dovuta al virus SarsCov-2, il Laboratorio DIM si è attivato per la realizzazione di un sensore ottico che permetta la rilevazione non invasiva e in tempo reale del virus. Sulla base delle competenze presenti, è maturata la proposta di progetto AsDECO' (Asymptomatic DEtection COronavirus), in cui si propone un sensore per la diagnostica aerobica che, attraverso le goccioline di aerosol dell'espriato, effettua un'analisi precoce e non invasiva del virus SARS-CoV-2 negli asintomatici. La scelta, per il sensore AsDeCO' è ricaduta sulla tecnica SPR, molto versatile e dotata di altissima sensibilità nell'analisi in tempo reale di interazioni di legame tra molecole. La tecnica è promettente per la realizzazione di un futuro sensore portatile a basso costo. La proposta è stata presentata al bando FISRMUR 2020; in attesa dell'esito il Dipartimento ha investito sul progetto permettendo di effettuare gli acquisti dei componenti elettroottici necessari per la realizzazione e validazione del primo prototipo del sensore (attesi nel primo trimestre 2021).

Relativamente alle macchine acceleratrici per produzione di fasci di particelle ionizzanti le attività sono state focalizzate sul progetto TOP IMPLART (acceleratore lineare innovativo per protonterapia), sul linac da 5 MeV per applicazioni industriali e ai Beni Culturali, e sul già citato impianto basato sul linac compatto da 3 MeV per il Progetto TECEHEA-WP2. L'acceleratore di protoni è stato sempre operativo a 35 MeV, effettuando varie campagne di misura di macchina e di sperimentazione radiobiologica e per altri tipi di irraggiamenti, anche sulla linea verticale con energie di fascio comprese fra 3 e 7 MeV. Le nuove strutture SCDTL 5 e 6 sono state allineate e alimentate (con il vecchio impianto a radiofrequenza 15 MW in attesa della consegna dei nuovi impianti acquistati durante l'anno) ottenendo un fascio di particelle di 55 MeV di energia di 30 microAmp di picco. Le strutture 5 e 6 possono anche essere disattivate singolarmente per ottenere all'uscita anche un fascio di energia 35 o 45 MeV. Il bunker B1 è stato predisposto per la successiva installazione della struttura SCDTL 7 che permetterà di raggiungere l'energia clinica di 63 MeV. È stata completata la progettazione a radiofrequenza dei 4 moduli di tipo CCL che seguiranno le strutture SCDTL a partire da una energia di 71 MeV fino a 120 MeV, mentre è in via di completamento l'elettronica Low Level RF, che garantirà la distribuzione corretta dei segnali di input ai vari klystron dell'impianto, monitorandone fase e ampiezza. Quanto alla dosimetria, sono stati effettuati alcuni irraggiamenti con i cristalli LiF, che hanno stimolato la presentazione di un articolo di teoria semi-analitica sulla ottimizzazione della distribuzione della dose (SOBP, Spread Out Bragg Peak). Inoltre sono state realizzate due camere monitor integrali per campo grande (10x10 cmxcm), un software di simulazione rapido, e una nuova elettronica basata su sample-and-hold.

Il linac di elettroni da 5 MeV (impianto REX) è stato utilizzato per applicazioni in diversi settori: Fusione Nucleare, scienza dei materiali, salute, beni culturali e aerospazio. Nel campo della salute il linac è stato impiegato per la generazione di raggi X nell'ambito del progetto Neural Stem Cells resistance to irradiation,

in collaborazione con i Laboratori LNF ed il Dipartimento Charles Darwin di UniRM1, con lo scopo di testare la resistenza di cellule staminali neurali di mammiferi e la loro capacità di innescare un processo di senescenza differenziativa. Nel settore dell'aerospazio sono state avviate le campagne sperimentali del programma di sviluppo operativo del Progetto ASIF (ASI supported Facilities), sono stati eseguiti test di irraggiamento e studi per la caratterizzazione della risposta alle radiazioni prodotte da REX di componenti elettronici e materiali innovativi (fluids and materials vessels) per sistemi spaziali. Sempre in questo settore sono stati avviati studi inter-confronto della risposta alla radiazione X ed elettronica di microrganismi colonizzanti in ambiente estremo (Regione Antartica, Spazio).

Le attività riguardanti la sintesi e la caratterizzazione di nanostrutture luminescenti per la fotonica, in particolare per display LED/OLED, si sono svolte nell'ambito di un progetto europeo e di uno regionale. Nel progetto H2020 MILEDI, l'attività sperimentale è stata focalizzata su due aree di ricerca: il laser patterning di nanomateriali (CdTe e CdSe ottenuto sia in soluzione che in film sottile) con deposito di brevetto ENEA ["Metodo di scrittura laser diretta di nanoparticelle mediante l'uso di sensibilizzante" n. 102020000020464 depositato il 26/08/2020] e la sintesi di sistemi core/shell ad alta luminescenza, entrambe svolte in stretta collaborazione con i partner nazionali ed internazionali. Nel progetto regionale NANOSCRILA, l'attività è stata focalizzata su due aree di ricerca: sintesi di nuovi precursori a base xantato di nanoparticelle di CdS per lo studio della loro decomposizione termica e mediante laser; sintesi di nanoparticelle di silicio attraverso pirolisi laser e trattamenti post-sintesi per miglioramento delle proprietà di fotoluminescenza nel visibile, per applicazioni come nuovi materiali emettitori di luce.

Relativamente allo sviluppo ed applicazione di sistemi di sensori in fibra ottica per applicazioni di monitoraggio nel campo della ingegneria civile e geotecnica e smart road, per il progetto PoC ASCANIO (*A Sensing Custom Array Network Inspecting Optical Outfit*) sono stati sviluppati componenti prototipali utilizzabili come parti componenti di sistemi di monitoraggio geotecnico, in particolare piezometri e distometri. Nell'ambito del progetto RAFAEL è stato definito in dettaglio il sistema di monitoraggio delle installazioni dimostrative presso il Viadotto Sordo e la Galleria San Demetrio, nei pressi di Catania. Il sistema di monitoraggio prevede sensori basati su tecnologia in fibra ottica di tipo Fiber Bragg Grating (FBG), del tipo accelerometrico, tiltmetri e distometri. Nell'ambito del progetto SENTINEL si è svolto lavoro di sviluppo di sistemi prototipali per la pesatura dinamica di veicoli in transito su tratte autostradali. Il sistema si basa su sensori in fibra ottica del tipo FBG ed è in fase di sperimentazione presso strutture della facoltà di Ingegneria Meccanica dell'Università di Salerno.

Per le attività di sviluppo ed applicazione di tecnologie per i beni culturali, si è concluso il progetto ADAMO del DTC Lazio (CoE fase1), con l'esecuzione di un'ultima campagna presso le catacombe Ad Decimum di Grottaferrata. Nell'ambito di un accordo di collaborazione tra ENEA e la Sovrintendenza Capitolina all'inizio di marzo del 2020 è stata effettuata una campagna di misure presso la Loggia della Casa dei Cavalieri di Rodi (Roma), impiegando il sistema laser scanner RGB-ITR ed il LIF, al fine di effettuare un'analisi remota e puntuale relativa allo stato di conservazione degli affreschi della Loggia dal punto di vista sia strutturale che colorimetrico. Sono inoltre state portate a termine le campagne sperimentali attive sul tema del recupero dal biodegrado mediante utilizzo di radiazioni ionizzanti (da linac). Nell'imminenza dell'inizio della fase 2 del CoE, sono state presentate 7 proposte al DTC Lazio in collaborazione con i partner e gli end user. In previsione del proseguimento delle attività, nell'ambito dell'accordo di collaborazione con l'Università di Cassino e del Lazio Meridionale è stata allestita e messa in opera una postazione per il monitoraggio di parametri ambientali e strutturali del Mausoleo Ponari nell'area archeologica di Cassino. È stata inoltre formalizzata la collaborazione dell'ENEA con la Diocesi di Frascati relativa all'esecuzione di misure di monitoraggio strutturale sul Duomo di Monte Porzio Catone. La Divisione TECFIS è coinvolta nell'applicazione di un sistema prototipale basato su sensori in fibra ottica e rilievi 3D mediante sistemi di scansione commerciale e tecniche fotogrammetriche. Per il progetto ATAP (Gruppi di ricerca della Regione Lazio, coordinato da Univ. Roma Tor Vergata) si è proceduto all'elaborazione e all'analisi dei dati acquisiti durante la campagna di misure eseguita l'anno precedente con i sistemi laser scanner RGB-ITR ed IR-ITR nella Sala delle Muse presso l'Istituto Salesiano Villa Sora (Frascati, Roma). A novembre 2020 sono iniziate le attività di diagnostica remota e digitalizzazione del progetto VADUS (Virtual Access and Digitalization for Unreachable Sites) nell'ambito del programma MITS

reference AO10065 - Artes Integrated Applications Promotion (IAP) - Cultural Heritage Activity, Feasibility Study Demonstration Project di ESA: 5G for Cultural Heritage.

Nell'ambito dell'AdP 2019-2021 ENEA-MISE, progetto Sviluppo di Sistemi di Accumulo Elettrochimici Innovativi (batterie) gestito dal Dipartimento TERIN, attività WP1 Linea di attività LA17 - "Nanofili di silicio come materiale anodico per batterie litio-ione", prosegue la crescita mediante CVD di nanofili di silicio su carbon paper per studiarne le proprietà elettrochimiche in un sistema di batterie litio-ione in cui il materiale è utilizzato come anodo. Sono stati sintetizzati coatings di carbonio mediante CVD da acetilene per la copertura in situ dei nanofili di silicio, per migliorare la conducibilità e le proprietà dell'interfaccia elettrolita-materiale attivo.

Per la sensoristica in ambito energetico, è iniziato nel 2020 il progetto 3BELIEVE che ha come obiettivo lo sviluppo di sistemi di accumulo dell'energia (batterie "3b") per veicoli elettrici ed ibridi utilizzando celle al litio con tecnologia LNMO. Nel progetto, condotto in collaborazione con TERIN, la Divisione TECFIS si occupa della configurazione elettrica di celle e sensori e dell'integrazione di sistema nel modulo batteria.

In considerazione della ridotta accessibilità ai laboratori, causa pandemia, le attività dei tre PoC afferenti alla Divisione TECFIS (ASCANIO, LIBS-compatto, SAFEFOOD) sono proseguite a regime ridotto, privilegiando quelle progettuali a rendicontazione esterna, e verranno completate l'anno successivo. Analogamente le attività del nuovo PoC Lock-in-amplifier andranno a regime successivamente.

Nell'ambito del progetto ENEA LINC (Laboratorio Interdipartimentale per la Spettroscopia CARS) sono state effettuate misure su campioni di riferimento volte a perfezionare lo strumento e consolidare le modalità operative.

Sono proseguite le attività del progetto SPEED (Spettrometro Raman coerente a bassi numeri d'onda), finanziato dal MAECI come progetto "Grande Rilevanza" di collaborazione Italia-USA: nel corso del 2020, secondo anno di attività, lo spettrometro Raman è stato modificato in modo da rendere possibile la misura di campioni non perfettamente trasparenti e l'acquisizione dei dati in tempo reale. Nell'ambito del progetto MAECI "Realizzazione di biomateriali per il restauro sostenibile dei beni culturali attraverso la valorizzazione di specie vegetali multifunzionali: Opuntia ficus-indica e Capsicum spp." del Dipartimento SSPT sono state effettuate caratterizzazioni spettroscopiche di estratti vegetali da utilizzare come additivi in malte.

L'utilizzo delle radiazioni gamma (facility Calliope) per il recupero dal biodegrado di beni archivistici e documentali e di materiali lapidei aggrediti da microorganismi (funghi, muffe) è stato oggetto di attività di ricerca nell'ambito di un progetto internazionale CRP della IAEA, la cui prima fase è terminata nel 2020. È stato inoltre presentato un progetto della Regione Lazio (DTC Lazio) ancora in corso di valutazione. Interesse è stato mostrato per questa tipologia di trattamento da parte di aziende private operanti nel settore. Sono state inoltre instaurate collaborazioni con le Università Sapienza e della Tuscia per lo studio della resistenza a radiazioni di biodeteriogeni ancora poco studiati.

Nel corso del 2020 sono continuate le collaborazioni nell'ambito della Fisica delle Alte Energie con il CERN (CMS, CMS-phase II), SUPERKEKB-Giappone (Belle II), INFN (varie sezioni italiane), Università Bicocca (Milano) per test di irraggiamento e caratterizzazioni di materiali e componenti elettronici, ottici, optoelettronici, polimeri, rivelatori, sistemi dosimetrici.

Test di qualifica su componenti elettronici per applicazioni in ambito Spazio sono state condotte presso la facility Calliope da numerosi istituti e aziende italiane del settore (Thales Alenia Space, INAF, Leonardo Co., IMT s.r.l., SITAEL S.p.A., Progetto Speciali Italiani s.r.l.). Nuovo impulso è stato dato dalla revisione del tariffario di irraggiamento e dalla partecipazione al Programma ASIF ("ASI Supported Irradiation Facilities"), la cui seconda fase inizierà nei primi mesi del 2021. Nel 2020 la facility è stata inserita nel "White paper" di ASI per le missioni lunari di NASA ed ESA (programma ARTEMIS) previste per i prossimi anni. Attualmente è in corso la partecipazione al progetto GREENCUBE e HortSpace in collaborazione con il Dipartimento SSPT dell'ENEA e le Università Sapienza e Federico II (Napoli). Sono state inoltre instaurate nuove collaborazioni in ambito Spazio (Astrobiologia) con l'Università della Tuscia.

Attività in campo ambientale vengono svolte in collaborazione con il Dipartimento SSPT per il controllo di insetti infestanti (tecnica SIT) nell'ambito di un progetto CRP IAEA. Nuove collaborazioni e progetti sono in

corso di definizione e presentazione con l'Università Federico II (Napoli), il Parco naturale di Pantelleria e CNSTN (Tunisia).

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

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

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

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

La partecipazione dell'ENEA alle attività di ricerca sulla Fusione Nucleare controllata e l'avvio della realizzazione dell'infrastruttura DTT hanno un'ampia ricaduta sui partner industriali e di ricerca nazionali ed 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 Industry Liaison Officers per progetti Big Science. Sempre in ambito EURATOM, l'ENEA coordina tutta la comunità scientifica e industriale che partecipa alle ricerche in ambito EUROfusion, consistente in 19 partner.

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

L'ENEA fornisce supporto tecnico-scientifico ed 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 affidati da ENEA all'Operatore Nazionale mediante il comando di personale del laboratorio sui siti di Trisaia, Casaccia e Saluggia, oltre che per la scelta e realizzazione del deposito nazionale e geologico, quale supporto istituzionale.

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

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

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

Inoltre, il Dipartimento ha numerosi e importanti interlocutori nel mondo industriale: Ansaldo Nucleare Spa, ELDOR, SRS Servizi e Sviluppo Srl, SIET Spa, CSM Spa, LIMAINOX Srl, CRIOTEC Impianti Srl, TRATOS Cavi,

Tecno Project Industriale, Telerobot S.p.A., SaesGetters, Greenpumps, Marlusì Srl; THERMOCOAX SAS (Francia), SAAS GmbH (Germania), Westinghouse e Hydromine Nuclear Energy (US).

Le attività di R&D per la sicurezza degli impianti nucleari sia attuali che innovativi sono svolte in particolar modo nell'ambito di una cooperazione bilaterale con l'IRSN (Institut de Radioprotection et de Sûreté Nucléaire) francese ed attraverso la partecipazione alle Associazioni ETSO (European Technical Safety Organisations Network), che è composta dalle principali Technical Safety Organizations europee (IRSN, GRS, BEL V, VTT, JSI, PSI ecc.) e SNETP AISBL (Sustainable Nuclear Energy Technology Platform - International Association). In quest'ultima, il Dipartimento, tramite la Divisione SICNUC, partecipa attivamente alle attività di due Pillar: NUGENIA (NUclear GENeration II & III Association), che raggruppa più di cento membri di cui fanno parte la quasi totalità delle industrie, delle utility, delle organizzazioni di ricerca e delle Università operanti nel settore del nucleare da fissione in Europa, ed ESNII (European Sustainable Nuclear Industrial Initiative), che è finalizzata alla dimostrazione delle tecnologie dei reattori GENIV. Queste collaborazioni e partecipazioni hanno permesso l'acquisizione di più di 10 progetti in ambito EUROFUSION H2020 di cui 2 nel corso del 2020 (PASCAL e PASTELS).

Sulla base del JRU sottoscritto da ENEA con INFN e CNR per la partecipazione all'infrastruttura europea distribuita sui Beni culturali E-RIHS.it, nel 2019 ENEA ha vinto un finanziamento per il nodo regionale E-RIHS Lazio, nella cordata guidata dal CNR. L'acquisizione del finanziamento e il conseguente inizio dell'attività è slittata a gennaio 2021 per un ricorso al TAR, poi risolto in sede giudiziaria. È stata inoltre formalizzata la costituzione dell'"Associazione centro di Eccellenza DTC-Lazio" con gli altri partner (5 università pubbliche, CNR ed INFN) per avere accesso ai finanziamenti dei progetti di ricerca previsti nella fase 2. Le attività internazionali in tale ambito sono proseguite con partner spagnoli con l'università Pablo de Olavide di Siviglia (accordo pluriennale) e con l'Università di Valencia, questa ultima per l'approvazione del loro progetto regionale "Roma Hispana: Inteligencia Artificial y Nuevas Tecnologías aplicadas al estudio, la musealización y la puesta en valor de Patrimonio Cultural español en Roma: la Spezeria de Santa Maria della Scala".

In ambito ricerca polare, continua la partecipazione al Tavolo Artico (organo di coordinamento tra università, imprese ed EPR attivi al Polo Nord, convocato dal MAECI) ed in rappresentanza del MAECI, al PAME (gruppo di lavoro del Consiglio Artico). Per la ricerca in ambienti estremi sono stati consolidati contatti con partner interessati ad applicazioni spaziali (THALES) in ambito ESA ed ASI, nonché con ASI medesima per gli irraggiamenti di materiali e campioni biologici.

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

In ambito internazionale il Laboratorio di spettroscopia ultraveloce della Divisione TECFIS collabora con l'Università A&M del Texas, per un progetto di grande rilevanza finanziato dal MAECI; sempre in ambito MAECI inoltre, il Laboratorio è partner di una proposta di progetto industriale per lo sviluppo di vetri per pannelli solari con la Gujarat Borosil Glass (India), approvato dal Ministero e in attesa di finanziamento.

Per la metrologia delle radiazioni ionizzanti, gli interlocutori nazionali sono tutti i soggetti pubblici e privati che effettuano misure di radiazioni ionizzanti nei seguenti campi: Radioterapia e radiodiagnostica medica; Radioprotezione in campo ambientale e industriale (ISIN, ARPA, PPAA, Organismi Centrali di Vigilanza e Controllo, Organismi della Protezione Civile e della Difesa); Trattamento, sterilizzazione e diagnosi di materiali mediante radiazioni; Produzione di strumenti di misura delle radiazioni ionizzanti, sorgenti radioattive, radiofarmaci; Ricerca scientifica (Università ed Enti di Ricerca); Certificazione di misure e laboratori secondari di metrologia (ACCREDIA, Laboratori accreditati di prova e taratura). Sul piano internazionale gli interlocutori sono gli organismi internazionali di metrologia o di standardizzazione: BIPM, INRiM, ICRM (funzione di Past-President svolta da INMRI-ENEA), IAEA, EA, EURAMET, ISO, IEC, UNI, UKAS.

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

In ambito fusionistico, per la realizzazione della facility DTT, in considerazione della riconosciuta importanza socio-economica dell'esperimento, il finanziamento della BEI è stato inserito nel programma ESFI (piano Juncker).

Inoltre, è stata promossa la partecipazione del sistema industriale nazionale ai progetti in ambito fusione contribuendo al buon successo delle industrie nelle gare di ITER e F4E. L'ENEA coordina attualmente 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 Industry Liaison Officers per progetti Big Science.

A tutto ciò si aggiungono i finanziamenti ricevuti dall'EURATOM per il programma di ricerca sulla Fusione Nucleare, per le ricerche 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 svolge 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) che bene si integrano con le attività condotte nell'ambito del Consorzio FALCON.

Nell'ambito della ricerca internazionale per il miglioramento della sicurezza dei reattori nucleari attuali e di nuova concezione, ENEA ha valorizzato i risultati ottenuti nelle attrezzature sperimentali della società partecipata SIET di Piacenza, come per il benchmark PERSEO della NEA ed il recente progetto PASTELS, favorendo inoltre l'ottenimento di contratti internazionali ed il finanziamento della Commissione Europea alle attività sperimentali in progetti EURATOM H2020 (ELSMOR e PIACE).

In campo metrologico l'attività di certificazione svolta dall'Istituto di Metrologia dell'ENEA è essenziale per i "Sistemi Qualità" di tutti gli interlocutori pubblici e privati, garantendo nel Paese le condizioni per l'affidabilità e la riferibilità delle misure, essenziali per un pieno sviluppo economico e tecnologico.

Fra i partner e gli stakeholder dei progetti di Security è stato ribadito l'interesse di importanti aziende nazionali fra cui RFI e ATAC come stakeholder, e la collaborazione come partner di ricerca con CREO srl e NEXT (Ingegneria dei Sistemi) srl, e S.R.S. srl.

Le ricadute sul tessuto industriale regionale e nazionale del progetto TOP-IMPLART riguardano principalmente ditte laziali specializzate in meccanica di alto livello e tecnologie da ultra-alto vuoto (CECOM srl, TSC srl). Inoltre a seguito del protocollo d'intesa siglato alla fine del 2019 tra ENEA e LINEARBEAM, spin-off della società ITEL (Ruvo di Puglia), che sta sviluppando il progetto ERHA, analogo a TOP IMPLART, è in corso una collaborazione basata su un fitto scambio di informazioni finalizzato all'ottimale sviluppo di entrambi i progetti. Le attività, coordinate da un comitato misto di gestione ENEA-ITEL, sono volte a far convergere le competenze tecnologiche e scientifiche di ENEA con quelle ingegneristiche ed industriali di ITEL/Linearbeam.

Nell'ambito dei PoC in corso sono proseguite le interazioni con le imprese partner di ASCANIO (GEI Srl e EARTH System srl), di LIBS\_H2O (BTS slr) e di SAFEOD (Chelab srl, Orsell spa, Tecnoalimenti sspa), mentre è iniziata quella di Lock-in amplifier (SENSICHIP Srl).

Le ricadute sul tessuto nazionale delle attività di trasferimento tecnologico per i Beni Culturali hanno riguardato nel 2020 l'impresa di restauro EURESARTE srl per attività in provincia di Macerata, mentre sono stati allacciati rapporti con Umbria 24 Soc. Coop. A.r.l. per un intervento da loro finanziato nell'ambito della Regione Umbria "Campagna Save the Beauty" nel complesso templare di San Bevignate e nella cappella di San Severo, pianificato per il 2021.

## Dipartimento Tecnologie Energetiche e Fonti Rinnovabili (TERIN)

---

**Direttore: Giorgio Graditi**

### FINALITÀ E STRATEGIE

Il Dipartimento Tecnologie Energetiche e Fonti Rinnovabili (TERIN) opera nei settori dello sviluppo e ottimizzazione di nuove tecnologie, componenti e sistemi in campo energetico, con particolare riferimento alle fonti rinnovabili e ai sistemi/metodi a supporto delle stesse e della rete elettrica (accumulo, *smart grids*), all'efficienza energetica (*smart cities, smart industry, local energy districts, energy communities*) e alla conversione e usi finali dell'energia.

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 di tecnologie e conoscenze al sistema produttivo con il fine di contribuire a potenziare l'utilizzo delle fonti rinnovabili, diversificare nel medio-lungo termine le fonti di energia e nel contempo ridurre le emissioni e la dipendenza energetica dalle fonti fossili, a favorire e diffondere la decarbonizzazione energetica, anche ottimizzando l'utilizzo e razionalizzando il consumo dell'energia, a concorrere ad accrescere la competitività dell'industria italiana, attraverso la riduzione dei costi dell'energia.

Il quadro di contesto in cui trovano indirizzo le attività prioritarie del Dipartimento sono le principali direttive in materia di energia varate dalla Commissione europea, le *vision* del SET Plan, l'EERA (*European Energy Research Alliance*), il programma Horizon Europe, Mission Innovation, IPCEI EuBatIn sulle batterie innovative. Il contesto nazionale è rappresentato dal Piano Nazionale Energia e Clima 2030, dall'Accordo di programma con il MiSE per la Ricerca di Sistema Elettrico.

Le attività del Dipartimento vengono svolte principalmente nell'ambito di convenzioni e Accordi di Programma con la PA: a titolo esemplificativo si citano quelli con il MiSE, quali l'Accordo di programma per la *Ricerca di Sistema Elettrico* e l'Accordo di programma *Mission Innovation* in corso di sottoscrizione. TERIN, inoltre, presiede e coordina il Cluster Tecnologico Nazionale Energia, 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 coordina l'Associazione Nazionale sulle batterie (*Italian Battery Alliance - IBA*), istituita sotto l'egida MiSE con l'obiettivo di dar vita ad una piattaforma "industry driven" che si pone come ecosistema aperto e collaborativo per creare le condizioni per lo sviluppo di una industria nazionale delle batterie competitiva a livello globale e integrata nelle catene del valore europee. È stato, inoltre, siglato nel 2020 un accordo ENEA-MiSE nel cui ambito il Dipartimento TERIN fornirà supporto tecnologico alla definizione e costruzione dell'IPCEI (Projects of Common European Interest) nazionale sull'idrogeno. Le attività del Dipartimento sono inoltre oggetto di collaborazioni con soggetti pubblici e privati, anche finalizzate alla partecipazione a progetti nazionali e internazionali su temi quali quelli delle fonti rinnovabili, smart grids, smart cities, reti energetiche integrate, comunità energetiche, mobilità sostenibile, biocarburanti, CCUS, produzione ed uso dell'idrogeno, accumulo elettrico, termico e chimico, tecnologie abilitanti, e si concretizzano nella fornitura di servizi tecnici avanzati e nel trasferimento di tecnologie e conoscenze al sistema produttivo.

### PRINCIPALI RISULTATI RAGGIUNTI NELL'ANNO 2020, CON RIFERIMENTO AGLI OBIETTIVI INDICATI NEL PIANO DELLA PERFORMANCE 2020-2022

#### **DTE.OS.01 – Sviluppare nuove tecnologie per il fotovoltaico, il solare a concentrazione, la bioenergia**

Per quanto concerne il **fotovoltaico**, sono stati ottenuti importanti risultati per le celle tandem ad alta efficienza perovskite/silicio, con il raggiungimento del 18% di efficienza, utilizzando la tecnologia di fabbricazione ad integrazione monolitica. È stata inoltre ottenuta una efficienza del 21% per celle al silicio ad eterogiunzione, tecnologia propedeutica alla realizzazione di celle bifacciali e di tandem ad alta efficienza. Per lo sviluppo dei sistemi di gestione degli impianti fotovoltaici con accumulo, è stato

progettato e testato il software di gestione della previsione di carico elettrico giornaliero per un impianto connesso ad un edificio "tipo", giungendo ad un valore medio di errore di previsione sul carico del 15% sull'intera giornata.

Le attività del **solare termico a concentrazione** sono state focalizzate sulla progettazione, sviluppo e caratterizzazione di materiali, componenti e impianti per la generazione elettrica e la fornitura di calore. In particolare, nell'ambito dei progetti H2020 SFERA III e IN-POWER sono state eseguite prove di laboratorio di caratterizzazione sperimentale di materiali, propedeutiche allo sviluppo di innovativi accumuli termici termoclini. Inoltre è stato eseguito il primo ciclo di test di laboratorio per la caratterizzazione sperimentale dei tubi ricevitori innovativi prodotti dall'istituto spagnolo TKN. A completamento delle precedenti attività, è stato progettato, realizzato e messo in esercizio un circuito per l'esecuzione di prove di corrosione dinamica di materiali immersi in sali fusi. Nell'ambito del contratto di servizio con la società Sol.In.Par, sono stati sviluppati sia il codice di calcolo per la valutazione degli incentivi GSE, di cui usufruirà l'impianto CSP di Partanna, che le procedure per l'avvio della circolazione dei sali fusi insieme ai test necessari per la misura delle performance dell'impianto. Nell'ambito del contratto di servizio con la società Stromboli Solar, è stata completata la revisione della prima parte del progetto esecutivo di un impianto CSP da 4 MWe con 15 ore di accumulo. Nell'ambito del progetto Solare Termodinamico del Piano Triennale 2019-2021 della RdS, sono state identificate nuove miscele ternarie e quaternarie di sali fusi, allo scopo di ridurre la temperatura di solidificazione fino a 100 °C, e sono stati elaborati modelli termodinamici per la previsione degli equilibri di fase e delle proprietà termo-fisiche di miscele multi-componente. Sono stati, inoltre, sviluppati *coating* solari a film sottili con incrementata stabilità in vuoto per applicazioni fino a 550 °C e sono stati individuati trattamenti e rivestimenti a film sottili per lo sviluppo di specchi solari autopulenti e/o a basso consumo di acqua di lavaggio. È stata infine effettuata la progettazione preliminare e di dettaglio dell'infrastruttura sperimentale ENEA-SHIP, da installare entro il 2021 presso il C.R. ENEA Casaccia. Tale infrastruttura, rappresentativa della tecnologia solare a concentrazione per la fornitura di calore di processo, sarà finalizzata allo studio e allo sviluppo di soluzioni tecniche e configurazioni di impianto per l'alimentazione termica di utenze industriali. Infine, il progetto H2020 INTERPLAN ha consentito di sviluppare e implementare logiche di gestione e controllo delle reti elettriche interconnesse. È stata, inoltre, effettuata la relativa validazione, attraverso co-simulazione *real-time*, la pianificazione operativa e la simulazione semi-dinamica di reti equivalenti.

Nell'ambito della **bioenergia e bioraffineria** è stato avviato il potenziamento dell'infrastruttura di ricerca attraverso la realizzazione dell'impianto pilota per la sintesi di biolubrificanti a diversa viscosità a base di poli-alfa olefine, in particolare modificando e potenziando l'impianto di oligomineralizzazione, nonché le attività di sperimentazione a supporto, a partire da monomeri di origine rinnovabile. Inoltre, è stata avviata la realizzazione di un nuovo impianto (brevettato ENEA) di gassificazione a letto fluido bollente riciccolante internamente da 1 MW<sub>t</sub> e sono continuate le prove sperimentali su scala laboratorio per valutare le condizioni di processo per la riduzione del contenuto di tar nei gas prodotti ed eseguite prove di accoppiamento con motori a combustione interna. Le nuove infrastrutture si collocano all'interno del C.R. ENEA Trisaia che ospita già numerose piattaforme integrate per la trasformazione di biomasse e rifiuti di diversa origine. Tale potenziamento offrirà piattaforme tecnologiche innovative in grado di migliorare l'efficienza di alcuni processi di trasformazione e di supportare lo sviluppo di nuovi processi su scala significativa contribuendo a rafforzare la competitività dell'Agenzia sia su scala nazionale che internazionale. Nell'ambito del progetto COMETA sono state sviluppate soluzioni di processo innovative per la valorizzazione della biomassa lignocellulosica da filiere locali di cardo in intermedi chimici green e bioenergia attraverso processi sia biotecnologici che termochimici. Sono stati implementati processi di estrazione e conversione dell'inulina in fruttosio, prodotto intermedio per acido furandicarbossilico (FDCA), con efficienze superiori rispetto allo stato dell'arte. Sono stati sviluppati processi eterogenei per la conversione microbica di monossido di carbonio, idrogeno ed anidride carbonica da gassificazione in *chemicals*. Il processo è di grande interesse in quanto potenzialmente applicabile anche alla valorizzazione di gas esausti in settori come l'industria siderurgica, che richiede lo sviluppo di processi più puliti. Nell'ambito dello sviluppo di processi catalitici per la valorizzazione della lignina da biomasse lignocellulosiche, è stato ottimizzato un processo di idrodeossigenazione (HDO) in cui la lignina viene depolimerizzata e deossigenata utilizzando l'idrogeno sui catalizzatori. Questo processo consente di

trasformare la lignina in aromatici o idrocarburi compatibili con combustibili del tipo *jet-fuel*. Le attività sulla valorizzazione della lignina hanno anche incluso lo sviluppo di processi enzimatici. È stato studiato un processo di depolimerizzazione ossidativa della lignina mediante enzimolisi finalizzato ad applicazioni nell'ambito della pannellistica per bioedilizia. Per quanto riguarda la digestione anaerobica, sono continuate le prove per la biometanazione "in situ" su cui è stato accoppiato un impianto di produzione d'idrogeno, ed avviate delle prove preliminari di adattamento del consorzio microbico in presenza di idrogeno aggiunto.

#### **DTE.OS.02 – Sviluppare sistemi e metodologie a supporto delle fonti energetiche rinnovabili, compresi lo storage e l'idrogeno pulito**

Nell'ambito del progetto nazionale ComESto sono stati sviluppati modelli di ottimizzazione per la progettazione e la definizione delle strategie di funzionamento ottimali di una nanogrid DC, e modelli di gestione dei carichi e delle tecnologie di generazione FER ed accumulo in essa integrate. Nell'ambito del progetto Ambiente sono state proposte metodologie innovative per estendere i modelli relativi ai contratti di rendimento energetico agli edifici attivi, mediante l'utilizzo di tecnologie smart per l'integrazione delle FER e dei sistemi di accumulo.

Nell'ambito del Piano Triennale 2019-2021 della RdS sono stati rispettivamente studiati e sviluppati, in ambiente simulativo, modelli affidabilistici per la caratterizzazione delle tecnologie di reti di distribuzione ibride AC/DC e avviata la fase di costruzione di una rete termica di quarta generazione per la sperimentazione del teleriscaldamento a temperature inferiori a 50-60 °C. Sono stati anche studiati e realizzati elementi di accumulo termico a basso costo su matrice cementizia, da utilizzare negli impianti energetici rinnovabili (solare a concentrazione) e per il recupero di cascami termici industriali ad alta temperatura. Inoltre, riguardo al tema dell'idrogeno "pulito", è stata effettuata la progettazione di dettaglio di un reattore prototipale per la produzione di idrogeno attraverso la conversione termocatalitica del biogas. Per quest'obiettivo si segnalano gli importanti sviluppi nelle attività di recycling di moduli fotovoltaici, ottenuti con un partner industriale, con il quale si sta procedendo alla realizzazione di un impianto basato su processi meccanici a basso impatto. Sono stati inoltre realizzati 30 nodi di monitoraggio cooperativo della qualità dell'aria a basso costo (dispositivo Monica), da integrare nella rete territoriale di monitoraggio, i cui dati saranno utili allo sviluppo di un software "GIS-based" per la mappatura di siti idonei all'installazione di fotovoltaico, inclusive di valutazioni e dati ambientali con riflessi sulla producibilità.

Le attività sull'accumulo elettrochimico, oltre a proseguire sullo sviluppo e sintesi di nuovi materiali per elettrodi ed elettroliti di batterie Li-ione e Na-ione, sono state indirizzate alla definizione di una proposta progettuale in ambito IPCEI Batterie, approvata alla fine del 2020, per la realizzazione di un Advanced Battery Laboratory e di una linea pilota presso il C.R. ENEA Casaccia.

Sul tema pompe di calore è stato realizzato un primo sistema multi-eiettore per l'incremento delle prestazioni di dispositivi operanti in condizioni climatiche avverse e sono state individuate metodologie per l'ottimizzazione delle condizioni di esercizio in termini di sostenibilità energetica e ambientale, attraverso sperimentazioni dinamiche su impianto "hardware in the loop" e ricerca di soluzioni integrate innovative tra pompe di calore e apparecchiature solari (progetto SOLAIRHP).

Nell'ambito di Mission Innovation, è stato predisposto il Piano Operativo per la realizzazione presso il C.R. ENEA Casaccia di una Hydrogen demo Valley, piattaforma dimostrativa di un ecosistema ad idrogeno con l'obiettivo di validare e dimostrare, in modalità integrata, sistemi e tecnologie ad elevata maturità tecnologica, nonché sperimentare componenti, soluzioni e sistemi innovativi.

#### **DTE.OS.03 – Sviluppare tecnologie per l'uso sostenibile dell'energia**

Per quest'obiettivo sono state definite configurazioni impiantistiche P2G più idonee al contesto energetico italiano e sono stati effettuati studi numerici atti all'identificazione delle possibili condizioni operative di microturbine alimentate con miscela ammoniacca/idrogeno che hanno evidenziato la necessità di riprogettare il bruciatore. È stato progettato e realizzato il nuovo sistema di alimentazione a idrogeno per alimentare la micro-turbina dell'impianto AGATUR con miscela CH<sub>4</sub>/H<sub>2</sub>. Sono stati anche individuati criteri di valutazione prestazionale della tecnologia di decarbonizzazione di impianti siderurgici e cementifici

attraverso l'impiego di nuovi sorbenti altamente rigenerabili a base di CaO. È stato, infine, realizzato un reattore al plasma freddo per la valorizzazione della CO<sub>2</sub> in un combustibile rinnovabile.

Sono stati ulteriormente validati i protocolli di test accelerati di stack di celle a combustibile SOFC reversibili (SOEC) per la produzione di idrogeno, corredandoli di elaborate caratterizzazioni post-test, e sono stati condotti studi sulla tolleranza delle stesse all'avvelenamento da zolfo e composti carboniosi (tar); è stata anche preparata una campagna per la valutazione degli effetti combinati, tramite alimentazione con bio/syngas sintetici. Sono stati effettuati test di celle singole a carbonati fusi (MCFC), utilizzate in modalità reversibile per la produzione di idrogeno, scalando le prove a celle di maggiore area superficiale.

Per l'elettificazione della mobilità sono stati svolti test, su celle a tecnologia LTO, inerenti l'invecchiamento e la sicurezza in sovraccarica. Inoltre è stato progettato un sistema di ricarica di opportunità per il TPL ad accumulo inerziale ed un sistema di ricarica in tecnologia wireless per il V2H.

Sono stati sviluppati nuovi algoritmi per lo sviluppo di un sistema software di supporto alle decisioni (DSS) per la gestione di flotte elettriche di distribuzione urbana delle merci e sono stati aggiornati e potenziati software per la valutazione dei consumi elettrici derivanti dall'elettificazione del trasporto privato e pubblico (eMu) e per il supporto all'elettificazione dell'ultimo miglio della distribuzione delle merci. Infine, è stato realizzato un sistema di supporto alla gestione degli investimenti pubblici, al fine di massimizzare la decarbonizzazione del TPL (progetto InBus).

Sono state svolte le attività necessarie per la pre-industrializzazione del brevetto internazionale Biocalcestruzzo Aerato Autoclavato (BAAC), acquisendo informazioni utili sia per il miglioramento del fabbisogno energetico diretto e indiretto necessario alla produzione del calcestruzzo aerato autoclavato, sia per affinare l'impatto del prodotto nell'ampio settore operativo dell'efficienza energetica. Inoltre, nel quadro più generale della chimica verde, sono continuate le attività progettuali di utilizzo di fibre naturali organiche all'interno di compositi cementizi.

Sul tema della Smart Energy è stato fatto un importante passo avanti nella messa a disposizione del sistema Italia di piattaforme sw innovative, il cui sviluppo è iniziato negli anni scorsi. In particolare, il Public Energy Living Lab (PELL) per il monitoraggio prestazionale di infrastrutture energivore (illuminazione pubblica, smart services, edifici pubblici) sta supportando la 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 in due aree urbane (Roma e L'Aquila), dove è entrata nel processo di gestione delle reti elettriche ed antisismiche. La piattaforma SCP (Smart City Platform) per la governance interoperativa ed integrata dei dati urbani ha consentito la formulazione di specifiche standardizzate e condivise con molti stakeholder e reti internazionali, da trasferire alle città per avviare i loro processi di digitalizzazione. È stata avviata la sperimentazione della SCP presso la città di Livorno come progetto pilota di riferimento per tutte le altre città italiane. Attualmente stanno convergendo verso la SCP tutti i sistemi di illuminazione pubblica della città ed iniziando il collegamento degli smart services. Infine un grande sforzo è stato fatto sul tema delle comunità energetiche, su cui è stato avviato lo sviluppo di una piattaforma ICT per il supporto alle comunità sia sugli aspetti prettamente legati alle stesse sia per l'ampliamento di tali concetti verso una visione delle comunità più ampia, dotata di infrastrutture smart ed aggregante, includendo i temi delle smart communities. In tal senso la piattaforma LEC (*Local Energy Community*) basata su tecnologia blockchain (ENEA fa parte della Task Force nazionale sulle blockchain) mira alla realizzazione di una vera e propria economia di comunità orientata verso l'abbattimento del consumo energetico, attraverso modelli di business ibridi che coniugano sostenibilità energetica, economica e sociale.

Per quanto riguarda lo sviluppo di sistemi per l'informatica e l'ICT, è stato fornito un servizio HPC con supporto alle attività progettuali a tutta l'utenza ENEA. È continuato l'upgrading della connettività delle LAN a 10 e 40 Gb ed è stata aumentata la capacità di storage oltre 800 TB. È stata attivata la nuova infrastruttura CRESCOC per consentire l'HPC 24x7 per i servizi di previsione ambientale ed è stato attivato XCRESO, un sistema di calcolo eterogeneo basato su GPU. È stata realizzata l'infrastruttura dati per lo storage di grandi volumi e l'acquisizione automatica degli stessi (MongoDB) ed è stata resa disponibile una parte delle infrastrutture di calcolo alla ricerca sul COVID, dandone anche supporto applicativo. È stato realizzato un primo prototipo di portale per l'accesso ai BigData e al supercalcolo (DYDAS), ed è in corso

l'attività per federare le infrastrutture cloud e dati a livello italiano (ICDI). È stata realizzata una valutazione delle politiche di data management nel settore energia (EERA data). È stato reso operativo un workflow per la progettazione numerica di nuovi materiali.

Infine, il Dipartimento è fortemente impegnato nell'accelerazione del processo di digitalizzazione dell'Agenzia, in particolare con il progetto SAP4ENEA e con l'introduzione di numerosi strumenti per lo smart working.

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

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

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. Inoltre, il Dipartimento esprime un proprio membro nel Consiglio Direttivo di H2IT (Associazione Italiana Idrogeno e Celle a Combustibile) e partecipa con propri rappresentanti ai Tavoli "Idrogeno" ed "Automotive" istituiti presso il MiSE.

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

Nella logica di un contributo integrato di sistema Paese, il Dipartimento coordina, presiedendone la relativa associazione, il Cluster Tecnologico Nazionale Energia, approvato dal MiUR, avente la funzione di descrivere le traiettorie tecnologiche in linea con le politiche nazionali e regionali della ricerca e dell'innovazione, e partecipa al Cluster Nazionale sui Beni Culturali (TICHE).

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, INFN, GARR, CINECA, alcune società partecipate ENEA quali CALEF, CETMA, DITNE, TRAIN, T.R.E., TERNA, DITNE, SOTACARBO, il Ministero dello sviluppo economico, il Ministero dell'Università e della Ricerca, Cluster Tecnologici Nazionali Regionali, altre Amministrazioni pubbliche quali Agenzia Entrate, INPS, ANAC, Acquirente Unico, AGID, ASI, CIRA, Consip, LazioInnova, ANAS S.p.A., INVITALIA, ACI, Corpo Nazionale dei Vigili del Fuoco e alcuni Enti locali. In ambito urbano interagisce con diverse amministrazioni urbane tra cui Livorno, Brescia, Roma, L'Aquila, Bari, Torino, Genova, Ravenna, Reggio Emilia, Bologna, Palermo. 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, STMMicroelectronics, Hiltron, ECO-PV, AIRBUS S.r.l., Alenia Aermacchi, ENEL, ENEL X, 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, Centro Ricerche FIAT, Italcementi, MAGALDI, Maire Tecnimont SPA, Processi Innovativi S.r.l., Gruppo Industriale Maccaferri – Exergy, Techint SPA, Tenaris, Fata S.p.A e Gruppo Danieli S.p.A, Manz Italy, Angelantoni Test Technologies, Ferrari. Infine, si citano le collaborazioni con diverse associazioni di categoria/agenzie quali ANCMMA, ANFIA, ANIE, ART-ER, Confindustria.

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), 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), DLR (D), FuelCell Energy Solutions (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), Axon Technologies (UK), Active Audio, Simigon L.t.d. Il Dipartimento è, infine, presente in organizzazioni e comitati normativi.

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

Le molteplici attività del Dipartimento presentano interessanti ricadute economiche sul sistema industriale. Per quanto concerne le attività nel settore della bioenergia e la bioraffineria, l'ENEA conta numerose collaborazioni industriali per lo sviluppo e la qualificazione in esercizio di impianti preindustriali e lo sviluppo di tecnologie di gassificazione e successivo upgrading del syngas. Le ricadute investono sia attori industriali operanti nella produzione di energia e biocarburanti avanzati, sia attori 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 ed 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.

Nel settore fotovoltaico si segnala la collaborazione con ENEL Green Power nel filone dello sviluppo di moduli bifacciali ad alta efficienza, con ENEL innovation e Marseglia Group per approcci sinergici tra agricoltura e fotovoltaico, con Rise Technology per lo sviluppo di tecniche di metallizzazione a basso costo e con il Consorzio ECO-PV e con COVEME per la sostenibilità e il design di moduli di nuova generazione.

Nell'ambito del solare a concentrazione, è stata avviata un'attività di consulenza e supporto tecnico-scientifico alla società Stromboli Solar Srl, per la realizzazione in provincia di Trapani di un impianto solare a concentrazione (CSP) di potenza pari a circa 4 MWe con 15 ore di accumulo, gemello dell'impianto CSP di Partanna, attualmente in fase di messa in servizio. L'impianto Stromboli, che dovrebbe entrare in servizio

nel 2022, conferma che i meccanismi ed i piani di incentivazione sul solare a concentrazione del DM 23/06/2016 sono un valido strumento per lo sviluppo della tecnologia anche in Italia, e per la creazione di una filiera industriale CSP nazionale che possa competere a livello internazionale nella realizzazione di impianti CSP di grande taglia di nuova generazione. Nello stesso ambito si segnalano il protocollo di intesa siglato con Eni, che ha visto l'erogazione di consulenze e servizi tecnici da parte di ENEA per lo sviluppo di soluzioni innovative per componenti di impianto (principalmente collettori solari) a sostegno della generazione e poligenerazione distribuita da tecnologia solare a concentrazione e dei relativi servizi di rete erogabili e il progetto H2020 EuroPaTMoS, assegnato a fine 2020, dove ENEA, in collaborazione con un partenariato composto dalle principali società europee attive nel settore del CSP e con l'istituto di ricerca tedesco DLR (capofila) contribuirà a definire le linee guida per il funzionamento e la manutenzione di impianti CSP a sali fusi di nuova generazione, rafforzando la cooperazione con i paesi dell'Unione Europea. Si evidenzia, infine, che nell'ambito del progetto europeo SFERA III è proseguita la campagna di accessi transnazionali che ha visto la presenza di tecnici della società norvegese WSP Norge AS presso l'impianto PCS per l'acquisizione delle tecniche di gestione degli impianti CSP a sali fusi. Nell'ambito del progetto nazionale ComESto si segnala lo sviluppo e l'implementazione, presso il C.R. Portici, di una nanogrid con impianti di generazione da fonte rinnovabile, sistemi di accumulo e convertitori bidirezionali per l'integrazione di reti DC e AC.

Nell'ambito del progetto nazionale SolairHP e del Piano Triennale 19-21 della Ricerca di Sistema Elettrico, è stato avviato un percorso tecnologico di integrazione tra PdC e apparecchiature solari in grado di incrementare l'efficienza del sistema complessivo e fornire all'industria strumenti per una corretta progettazione di sistemi integrati, tali da garantire soluzioni impiantistiche competitive nel settore della climatizzazione.

L'utilizzo di tecnologie impiantistiche innovative orientate all'abbattimento dei costi energetici e l'adozione delle CCUS per la decarbonizzazione ed il parallelo incremento dell'efficienza dei processi industriali, consente una maggiore competitività in ambito internazionale, attraverso la sicurezza e la stabilità del sistema elettrico attraverso cicli turbo-gas avanzati, basati sul ricircolo dei prodotti di combustione (cicli EGR) o sull'uso di CO<sub>2</sub> supercritica in turbine a gas, a supporto delle FER non programmabili. L'attività è condotta in collaborazione con Nuovo Pignone International. Inoltre, il riuso della CO<sub>2</sub> per la produzione di aggregati attraverso la carbonatazione di scorie o la produzione di combustibili innovativi con processi al plasma freddo rendono economicamente sostenibile la decarbonizzazione di settori industriali ad alta emissione di carbonio.

Per quanto concerne le celle a combustibile, il Dipartimento è un punto di riferimento per l'interlocuzione fra l'industria del settore, la comunità scientifica e gli utilizzatori/consumatori. In particolare, nel corso dell'anno è stato firmato un accordo ENEA-MiSE nel cui ambito ENEA fornirà supporto tecnologico alla definizione e costruzione dell'IPCEI nazionale sull'idrogeno. È stato firmato un protocollo d'intesa tra ENEA e FBK su diversi temi, tra cui accumulo e idrogeno. È anche iniziata la collaborazione tra ENEA e Confindustria in particolare nel settore idrogeno per la mappatura delle tecnologie, del know-how, dei settori hard to abate, dell'evoluzione tecnologica e dei processi industriali che utilizzano idrogeno e dei potenziali in termini di consumo e di capacità produttiva nel breve, medio e lungo termine e per l'analisi della domanda e dell'offerta rispetto alle potenzialità di produzione e utilizzo in Italia dell'idrogeno green e degli investimenti necessari per lo sviluppo di una filiera dedicata. L'Accordo di collaborazione tra ENEA e Confindustria è in corso di finalizzazione e se ne prevede la sottoscrizione agli inizi del nuovo anno.

Nel settore dell'accumulo elettrochimico, sono attive collaborazioni con alcuni 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 ed il test di pacchi di batterie, ivi compreso il relativo sistema elettronico di gestione e controllo (BMS) del sistema di gestione termica.

Nel settore della mobilità elettrica, il risparmio unitario "del sistema Paese", legato alla sostituzione del termico con l'elettrico per autovettura, è valutato in circa 800.000 tep, oltre a benefici in termini di produzione industriale e di occupazione, al momento difficilmente quantificabili.

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 al programma di digitalizzazione del paese (Smart Nation) ed alla transizione smart delle città italiane. Sono attive collaborazioni con STm sulla sensoristica avanzata.

Infine, nel settore ICT, va rilevato che la disponibilità di infrastrutture integrate ICT, cloud e HPC consentono di fornire servizi di calcolo sempre più performanti al mondo delle imprese, come attestato anche dall'acquisizione di due progetti MiSE per l'intelligenza artificiale, applicati al settore moda, con partner di rilievo quali Fendi e Tods. Sono attive collaborazioni anche con AVIO Colleferro per lo spazio e ACB Boyler (Leonardo) per lo sviluppo di componentistica termica.

## Dipartimento Sostenibilità dei Sistemi Produttivi e Territoriali (SSPT)

---

**Direttore: Roberto Morabito**

### FINALITÀ E STRATEGIE

Il Dipartimento Sostenibilità dei Sistemi Produttivi e Territoriali (SSPT) svolge attività di ricerca e sviluppo, implementazione, validazione di strumenti, metodologie e tecnologie innovative, modellistica, sistemi esperti nel quadro generale della transizione verso modelli di produzione e di consumo più sostenibili. Opera in particolare nei settori dell'uso efficiente delle risorse e chiusura dei cicli nei processi produttivi e sul territorio, dei nuovi materiali, dello studio dell'atmosfera e dell'oceano a diverse scale spazio temporali, dell'ingegneria sismica e del rischio idrogeologico, della salvaguardia e sicurezza della popolazione e dei territori, per la conservazione e valorizzazione del capitale naturale e del patrimonio artistico, del sistema agro-industriale per la valorizzazione e la competitività delle produzioni alimentari in termini di qualità, sicurezza e sostenibilità, dei meccanismi e degli effetti degli agenti chimici e fisici in relazione alla protezione della salute.

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

Il quadro di contesto in cui trovano indirizzo le attività del Dipartimento sono i programmi dei principali organismi internazionali (ONU e Unione europea, riportando a titolo esemplificativo la Convenzione Quadro sui Cambiamenti Climatici delle Nazioni Unite, la EU strategy on adaptation to climate change, il Circular economy package, Horizon 2020, Horizon Europe e Green Deal) nonché, in ambito nazionale, i programmi delle istituzioni principali nei settori di intervento del Dipartimento (MATTM e MiSE), il Piano Energia Clima 2030 e la Strategia Energetica Nazionale. Le attività del Dipartimento vengono svolte nell'ambito di convenzioni e accordi di programma con la PA centrale (in particolare al MATTM e al MiSE, con riferimento ai temi dell'economia circolare e delle misure di adattamento ai cambiamenti climatici, e al MUR con l'impegno nelle piattaforme e nei Cluster tecnologici nazionali); della fornitura di servizi avanzati alle Amministrazioni pubbliche a livello regionale e locale, e di 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 2020, CON RIFERIMENTO AGLI OBIETTIVI INDICATI NEL PIANO DELLA PERFORMANCE 2019-2021

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

Nel corso del 2020 il Dipartimento ha consolidato il suo ruolo nelle attività legate alla transizione verso modelli di Economia Circolare e Bioeconomia.

Sono proseguite le attività di coordinamento sia tramite il ruolo di rappresentanza dell'Italia nella Piattaforma Europea ECESP (European Circular Economy Stakeholder Platform), sia tramite la *Italian Circular Economy Stakeholder Platform (ICESP)*. Nel 2020, quest'ultima, tramite i sette gruppi di lavoro attivati che raccolgono circa 150 adesioni rappresentative di organizzazioni di stakeholder e circa 500 esperti, ha elaborato e mappato oltre 140 buone pratiche per filiere produttive e aree urbane e periurbane e individuato le nove priorità per l'Agenda strategica nazionale per l'economia circolare e per la ripresa post COVID-19, tra cui la necessità di creare l'Agenzia per l'Economia Circolare, sfruttando competenze e

strutture esistenti, e candidando di fatto ENEA a svolgere tale ruolo. Sul tema di diffusione della conoscenza è stata siglata una convenzione per il supporto scientifico alla rivista online *Economiacircolare.com*, promossa da ERION e CDCA.

Sempre nel corso del 2020, si è anche rafforzato il ruolo di coordinamento del Dipartimento nell'ambito del tema dell'Economia Circolare, grazie al rinnovo della collaborazione nella rete europea *European Circular Economy Research Alliance (ECERA)*, costituita da 10 enti di ricerca di differenti nazioni europee) tramite la sottoscrizione del *Memorandum of Understanding (MoU)*, e nell'ambito del tema della Bioeconomia, con il consolidarsi, tramite la sottoscrizione di MoU, del rapporto di collaborazione con la FAO e con i più importanti Enti di Ricerca nazionali (CNR, CREA e ISPRA). A livello europeo, continua l'impegno di ENEA in qualità di partner beneficiario al progetto *"iNEXT-Discovery - Infrastructure for transnational access and discovery in integrated structural biology"* nell'ambito della call H2020 INFRAIA-01-2018-2019 *Integrating Activities for Advanced Communities – Integrating and opening research infrastructures of European interest - Azione RIA*, progetti finalizzati alla creazione e coordinamento di centri di ricerca pan europei.

È infine importante ricordare che l'ENEA, dopo l'elezione alla Presidenza della Commissione Tecnica UNI per l'Economia Circolare (CT 057), svolge il ruolo di coordinamento a livello italiano della iniziativa "mirror" della corrispondente iniziativa internazionale "ISO/TC 323 Circular economy", che ha lo scopo di sviluppare uno standard per l'economia circolare.

A livello europeo, il ruolo di coordinamento dell'ENEA sui diversi ambiti dell'economia circolare, e in particolare sull'aspetto delle materie prime critiche, trova riscontro nella partecipazione al progetto europeo *SCREEN2* con l'obiettivo di creare un network di esperti per fornire consulenza alla Commissione Europea su tutte le materie prime esaminate dalla lista CRM 2020 e le relative catene del valore. Inoltre sono proseguite le attività di coordinamento scientifico del Progetto *CICERONE "CirCular Economy platfoRm for eurOpean priorities strategic agenda"*, con la realizzazione dell'Agenda strategica Europea per la Ricerca e l'Innovazione nel settore dell'economia circolare (SRIA) e di un addendum dedicato alla ripresa post COVID-19.

I rapporti con la Pubblica Amministrazione centrale sono proseguiti tramite le attività di supporto al MISE nell'implementazione del Regolamento REACH e sulle tematiche delle materie prime critiche e dell'economia circolare in generale. In particolare, sul tema dell'efficienza energetica dei sistemi di trattamento delle acque reflue è proseguita una linea di attività specifica nell'ambito del programma Ricerca di Sistema Elettrico. Nell'ambito delle collaborazioni con la PA centrale, inoltre, il Dipartimento ha sottoscritto un accordo con il MISE per la "realizzazione di strumenti e iniziative sull'economia circolare a vantaggio dei consumatori". Proseguono anche le attività del Progetto *ARCADIA (2019-2023) - Approccio ciclo di vita nei contratti pubblici e banca dati italiana LCA per l'uso efficiente delle risorse finanziato da ACT nell'ambito del PON - GOVERNANCE*.

È stata inoltre sottoscritta una Convenzione con il Ministero dello Sviluppo Economico, Direzione Generale per gli Incentivi Alle Imprese – DGIAI in ordine alle attività di supporto e gestione dell'intervento agevolativo "Economia Circolare" di cui al Decreto del Ministero dello sviluppo economico 11 giugno 2020. Sempre nel 2020 è stata firmata un'ulteriore convenzione con il MiSE DG per il Mercato, la Concorrenza, la Tutela del Consumatore e la Normativa Tecnica per la realizzazione di strumenti e iniziative sull'Economia Circolare a vantaggio dei consumatori.

In ambito nazionale continua ad essere rilevante il ruolo svolto nell'ambito della Strategia Nazionale sulla Bioeconomia attraverso il coordinamento interministeriale di MiSE, MUR e MiPAAF, oltre alla partecipazione a gruppi di lavoro dei *Cluster Tecnologici Nazionali "Fabbrica Intelligente"* sulla manifattura, *CL.A.N.* sull'AgriFood e *Blue Growth*, sulle biotecnologie marine, così come a livello regionale la partecipazione ai Cluster Lucani sulla Bioeconomia e Basilicata Creativa.

Il 2020 ha segnato un forte rafforzamento delle collaborazioni anche con la PA locale; in particolare, nell'ambito dell'accordo con la Regione Lombardia relativo alla cooperazione trasversale con le Università della Regione per contribuire al rafforzamento competitivo del sistema produttivo e scientifico regionale, sono proseguite le attività del Laboratorio "Tecnologie della sostenibilità" con focus sull'economia circolare, ospitato presso l'Università di Brescia e sono proseguite le attività di 10 borse di dottorato coordinate da ENEA in collaborazione con Università del Territorio lombardo (Uni Brescia, POLIMI, Univ. Di Milano

Bicocca).

Da sottolineare che a dicembre 2020 è stato approvato dalla Giunta della Regione Puglia lo schema di Accordo di Collaborazione (ex art. 15 della L. 241/1990) con l'ENEA finalizzato alla realizzazione di un Centro per l'Economia descritto nel "Piano per lo sviluppo di un Centro per l'Economia Circolare". Il Centro sarà sviluppato presso i laboratori ENEA di Brindisi.

Così come nella Regione Marche si è consolidato il rapporto con UNICAM e le imprese afferenti all'iniziativa BIO-KIC, per la realizzazione di un *Centro per l'Innovazione e la Valorizzazione dei Bioprodotti*. Nell'ambito di tale iniziativa è stata aperta una Sede dell'ENEA presso UNICAM. Inoltre per la Regione Umbria si sta sviluppando una mappatura delle competenze disponibili sul tema delle risorse intese in ottica di economia circolare per fornire indicazioni in merito alla transizione verso l'economia circolare attraverso una potenziale struttura di coordinamento regionale.

Nell'ambito delle attività in supporto alle imprese sono state avviate attività nel settore della gestione integrata dei rifiuti e della risorsa idrica con ACEA, HERA, AQUASER, WATER ALLIANCE, UTILITALIA.

Sul tema della Simbiosi Industriale sono proseguite le attività del Progetto finanziato dalla Fondazione CARIPO "CREIAMO - Economia Circolare delle filiere olivicola e vitivinicola, valorizzazione dei sottoprodotti e degli scarti tramite processi innovativi e nuovi modelli di business", con un focus sul territorio lombardo.

Inoltre il Dipartimento ha completato su incarico di Unioncamere Lombardia un ciclo di formazione delle imprese della Regione in tema di economia circolare. Questa iniziativa ha affiancato azioni in essere di formazione e informazione attraverso progetti finalizzati al supporto del processo di transizione all'economia circolare ("CL-HUB -Circular Learning Hub", 2019-2020, finanziato da EIT-Climate KIC, "SMILE" Bando Regione Emilia-Romagna Laboratori territoriali per l'innovazione e la sostenibilità delle imprese).

In merito alla fornitura di servizi avanzati per l'agroindustria, oltre ai contratti in essere e nuovi contratti con imprese del settore favoriti dalle attività del Centro Servizi Avanzati per l'Agroindustria (CSAgri), continua l'importante collaborazione sia con lo spin-off dell'Università di Camerino Biovec-Block per la realizzazione di uno Scaling up e il trasferimento tecnologico di un sistema avanzato di lotta alla zanzara per il contrasto alle gravi patologie umane di cui è vettore, che con l'azienda farmaceutica Special Product's Line di Anagni, che ha avviato la produzione industriale dell'anticorpo monoclonale antitumorale "Rituximab" in piante di *Nicotiana benthamiana*. Sono stati inoltre avviati nuovi contratti con importanti players Internazionali nei settori di competenza, come l'Accademia nazionale del Caffè espresso, Janssen SpA, FOS SpA e AlfaSigma.

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

Proseguono regolarmente le attività di sviluppo di nuovi materiali per il settore energetico, in particolare per la generazione di energia elettrica, sia attraverso la realizzazione di materiali innovativi da collaudare in un impianto pilota basato sul solare termodinamico (prog. H2020 NEXTOWER, coordinato) che mediante ricerche su materiali esplorativi per la conversione del calore in elettricità (effetto piroelettrico – H2020 NANOPYROMAT, coordinato).

Il collegamento con i materiali per l'energia si sviluppa ulteriormente con le attività del Tema 1.3 dell'Accordo di Programma per la Ricerca sul Sistema Elettrico, assegnato al coordinamento della Divisione SSPT-PROMAS, che comprende lo studio di materiali per la conversione del calore disperso in energia elettrica (effetto termoelettrico). A questa azione si aggiungono lo sviluppo di sorgenti di luce integrabili in componenti edilizi, nano-catalizzatori magnetici, materiali attivi e di processamento per la realizzazione di batterie a stato solido.

Nell'ambito del medesimo Tema 1.3 sono state avviate ricerche su materiali e tecnologie di "stampa 3D", che si accoppiano ad un imponente sforzo amministrativo-gestionale per l'espletamento delle gare – oramai praticamente ultimato – per la realizzazione dell'Infrastruttura MAIA, localizzata presso l'edificio F23 di Casaccia, per il quale sono stati avviati i necessari lavori di bonifica e ristrutturazione. MAIA sarà dedicata alla realizzazione di materiali, processi e manufatti per componenti del settore aeronautico e biomedico.

Le attività di "stampa 3D" di materiali riguardano in realtà un ventaglio più ampio di applicazioni, perseguite

con attrezzature di taglia più piccola: sviluppi di materiali ceramici 3D, qualifica di rame secondario per stampa 3D, compositi polimerici arricchiti con nanoparticelle funzionali sintetizzate con plasma termico.

Le attività di ispezione e test non distruttivi, che sono condotti avvalendosi della ampie disponibilità strumentali della Divisione PROMAS, sono stati sviluppati e perfezionati con successo, sia tramite commesse finanziate dalle industrie aerospaziali (AVIO e SHEETMETAL), che con commesse finanziate da vari operatori del settore del patrimonio artistico, ma anche tramite progetti transfrontalieri dedicati alla messa a punto di metodologie di misura della efficienza energetica negli edifici (REEHUB).

Molto rilevante, per le attività connesse al settore Aerospazio, il coinvolgimento richiesto da ASI, HYPATIA, INFN, affinché ENEA assumesse il ruolo di organismo di ricerca cardine mandatario nel contesto del Bando della Regione Lazio sui Progetti Strategici. ENEA ha realizzato eventi e raccolto partner, confezionando la proposta LAEROSPAZIO che è stata decretata a finanziamento nell'anno 2020. In questo ambito ENEA riceve l'incarico da parte della Regione Lazio per la gestione dell'intera piattaforma di 7 progetti, in cui l'Agenzia va ad esercitare il ruolo di interfaccia unica, come Mandatario Unico, tra la Regione ed un partenariato di 15 stakeholder (EPR, GI, PMI).

Tutti i progetti acquisiti con la partecipazione all'ultimo Bando MIUR-PON 2017 (la maggiore concentrazione di progetti finanziati ad ENEA in quel bando) sono ora regolarmente avviati. Le attività vertono nel settore della mobilità terrestre (2 progetti con FCA) e navale, lo sviluppo di materiali e test per il settore aeronautico, metodi di fabbricazione.

Proseguono le attività di sviluppo del Regional Center Southern Italy della Knowledge Innovation Community on Raw Materials, che consistono in attività di disseminazione e formazione per il settore delle materie prime nel Sud Italia ed espandono le relazioni con gli stakeholder europei del settore.

È da sottolineare la maturazione sul finire dell'anno di due importanti commesse per l'ispezione e la classificazione di situazioni a rischio relative ai controsoffitti interni ed ai marmi esterni della sede principale del Ministero degli Affari Esteri e la Cooperazione Internazionale - Palazzo della Farnesina, a Roma.

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

Sul tema della riduzione del rischio da attività antropiche, il Dipartimento ha operato sulle seguenti linee: la caratterizzazione e la definizione dei pathways di contaminanti nell'ambiente e in siti contaminati da attività industriali, finalizzate anche alla bonifica e al restauro degli ecosistemi (CISAS, ABBACO Bonifica e restauro ambientale del Golfo di Bagnoli, Marine Hazard OR1 e OR2), alla messa a punto di strumenti di innovazione, sviluppo e sostenibilità dei processi produttivi in coerenza con la strategia europea di lungo periodo sulla Blue Growth (Progetto FEAMP Campania). Valutazioni su contaminazioni ambientali sono state effettuate anche come supporto e servizi a Enti (Univ. Federico II e IZSM).

Biosensori innovativi per il controllo di emissioni gassose sono stati testati nell'ambito del Progetto KET Lazio "Olimpos" e "SENSI", quest'ultimo con applicazioni nel campo dei Beni Culturali.

Ha avuto inizio un Progetto BRIC INAIL per attività di messa a punto di processi innovativi per la caratterizzazione di materiale aerodisperso e la valutazione degli effetti sulla salute e l'ambiente.

Biotecnologie microbiche per la bonifica di siti industriali e per il recupero di suoli degradati da impatti dovuti a cambiamenti climatici e/o uso agricolo sono state sviluppate e testate in ambito di progetti EU e Nazionali (ERANET-SUPREME, TESTARE, CESA).

Nell'ambito della gestione efficiente e sostenibile della risorsa idrica si sono avviati due progetti: BLOOWATER, che propone soluzioni tecnologiche innovative allo scopo di sviluppare un approccio metodologico basato sull'integrazione di tecniche di monitoraggio e di trattamento di acque interessate dal fenomeno di fioriture tossiche, e LIFE BLUE LAKES, finalizzato alla prevenzione e riduzione dei rifiuti di plastica nei laghi attraverso un approccio integrato, che combina la messa a punto di protocolli per il monitoraggio, la governance e le attività di formazione.

Sono state sviluppate soluzioni integrate per aumentare la resilienza dei territori e favorire il loro sviluppo sostenibile, con particolare riguardo alle "nature-based solutions", che utilizzano le proprietà e le funzioni

ecosistemiche per favorire l'adattamento dei territori ai cambiamenti climatici e per proteggerli da rischi naturali e di origine antropica, valorizzando ed implementando al contempo il capitale naturale, anche con appositi accordi con enti locali quali la Città Metropolitana di Torino. Si sono inoltre approfonditi gli aspetti legati alle infrastrutture verdi, finalizzate alla riconnessione di aree naturali vitali con i centri urbani ed al ripristino e miglioramento dei loro ruoli funzionali, attraverso il progetto MaGICLandscape.

Sono state condotte attività a supporto di Aree Marine Protette, nell'ambito di collaborazioni con Paesi in via di Sviluppo (PVS) come Vanuatu e Tonga, finalizzate all'habitat mapping tramite remote sensing di vaste aree il cui valore ambientale era ancora poco noto. Con il progetto Guardiani della Costa sono state svolte attività di Citizen Science legate alla salvaguardia dell'ambiente marino costiero. Le attività legate all'ambiente marino sono state svolte anche in Antartide (ICE CLIMALIZERS e GRACEFUL) ed in Artico (campagne High North) allo scopo di valutare gli effetti dei cambiamenti climatici sul biota e sull'ambiente fisico dei Poli.

Attraverso i progetti SeaDataCloud ed Emodnet Data Ingestion 2 si sono approfonditi gli aspetti legati alla gestione dei dati marini ed allo sviluppo di linguaggi comuni necessari allo scambio dati a livello globale.

Nell'ambito del progetto ES-PA (azioni 3.2.1/3.2.2/3.2.3/3.2.4) si sono sviluppate azioni destinate alla Pubblica Amministrazione finalizzate al turismo sostenibile ed alla realizzazione di linee guida per la gestione sostenibile e la valorizzazione del territorio.

Le attività di mitigazione del rischio sismico, nel 2020, sono state dedicate principalmente alla salvaguardia e fruizione del patrimonio storico-monumentale. Si sono conclusi i progetti RestArt (protezione di beni museali, POR-FESR Lazio 2014-2020) e SICURA (prove su tavola vibrante per conto di UNIROMA3 su elementi strutturali in murature "storiche" provenienti da Amatrice, rinforzate con materiali compositi); sono proseguite, con l'incarico da parte dell'Università di Bologna (Progetto MAC4PRO) e in collaborazione con i colleghi del Dipartimento DUEE, la sperimentazione e la verifica del comportamento sismico di diverse soluzioni di cappotto termico per l'efficientamento energetico di edifici.

Nel campo del monitoraggio sismico di strutture e infrastrutture critiche è stato siglato un accordo con l'Autorità Di Sistema Portuale del Mare Adriatico Meridionale (ADSPMAM) per l'analisi delle condizioni di sicurezza strutturale di opere civili, nell'ambito del quale è stato sottoscritto un primo atto esecutivo avente per oggetto la realizzazione di un sistema di monitoraggio statico e sismico del Porto Industriale di Manfredonia. Inoltre, ENEA è entrato a far parte del Consorzio FABRE, che include anche nove fra le più importanti università italiane, il cui obiettivo è quello di verificare e monitorare lo stato di salute di ponti, viadotti ed altre strutture critiche (è in fase di preparazione il primo atto esecutivo).

Le attività di mitigazione del rischio geomorfologico si sono concretizzate principalmente in contratti di servizio e consulenza a società e amministrazioni locali. In particolare, sono proseguite le attività per lo studio interferometrico e morfologico per il monitoraggio di fenomeni franosi e l'analisi del cambiamento del territorio nel Comune di Altolia (ME) e sono state poste le basi per un più ampio Accordo con la Regione Siciliana che partirà nella primavera del 2021 ed estenderà all'intera Provincia di Messina quanto fatto ad Altolia.

Inoltre, per quel che riguarda la valutazione della pericolosità sismica, nel 2020 si è definito un Accordo di Programma con la Regione Lazio finalizzato alla selezione di registrazioni accelerometriche per applicazioni tecniche; le attività partiranno a inizio 2021.

Le attività del Laboratorio MET-DISPREV hanno anche visto l'esecuzione di attività sperimentali di microscopia elettronica per la valutazione degli effetti dell'acido ipocloroso nebulizzato su diversi materiali delle sale operatorie (Bando 2020 POR FESR Regione ER, per lo sviluppo di soluzioni finalizzate al contrasto dell'epidemia da COVID-19). Inoltre sono proseguite le collaborazioni con altre Unità e Dipartimenti (ad esempio la progettazione del reattore DEMO, le attività di rischio sismico e geomorfologico come ARCH, RAFAEL, Tonga e Vanuatu).

Infine merita di esser segnalato il contributo del sistema Share Art, sviluppato da ENEA nel 2016, alla gestione degli spazi museali. ShareArt, nel 2020, è stato implementato nei musei anche per monitorare il rispetto delle prescrizioni legate al contrasto dell'emergenza epidemiologica da parte del pubblico. In particolare, la tecnologia utilizzata in ShareArt4Covid consente, unitamente all'impiego delle reti neurali, di

rilevare il corretto utilizzo della mascherina da parte dei visitatori e di individuare eventuali assembramenti, attivando, in tempo reale, segnalazioni e alert visivi.

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

Sulla scorta del finanziamento di due Progetti PON-Infrastrutture di ricerca (PRO-ICOS-MED e PER-ACTRIS-IT), si è proceduto all'organizzazione e all'effettuazione delle procedure relative al potenziamento della Stazione di Osservazioni Climatiche di Lampedusa, che per ICOS investe il settore atmosferico, marino ed di ecosistema, mentre per ACTRIS prevede il rafforzamento della parte di osservazioni di aerosol e nubi con tecniche di remote sensing. Le regole di rendicontazione rendono particolarmente impegnativa l'effettuazione del crono-programma che comunque sta andando avanti in linea con quello degli altri partecipanti al progetto. A causa della pandemia si sono accumulati dei ritardi nell'installazione della strumentazione che richiede diverse missioni presso l'Osservatorio di Lampedusa; si spera di recuperare il ritardo accumulato appena la situazione pandemica sarà maggiormente sotto controllo.

Nel contesto del PON Marine Hazard si sono sviluppate le attività inerenti il terzo Obiettivo Realizzativo che prevedono sia lo sviluppo di un laboratorio per il telerilevamento finalizzato a misure di verifica e calibrazione di osservazioni dallo spazio, che la realizzazione di una banca dati di osservazioni dallo spazio inerenti tematiche oceanografiche.

Nell'ambito del contratto "*Preliminary Design of the Copernicus Ocean Colour-Vicarious Calibration System*" si è presentato all'ESA lo studio per lo sviluppo di una nuova infrastruttura osservativa finalizzata alla calibrazione vicaria delle misure satellitari di colore del mare posta a Nord di Lampedusa dedicata alle calibrazioni satellitari.

Nell'ambito di Progetti dedicati alle Zone Polari, si è dato inizio ai lavori inerenti il II biennio dei progetti dell'Osservatorio Meteo-Climatologico Antartico, sia presso la stazione di Mario Zucchelli a baia Terranova che presso la stazione Concordia sul plateau antartico; a questi progetti si sono affiancati gli studi di paleoclima (progetto Beyond EPICA Oldest Ice), quello inerente i *processi di trasporto* di bromo e mercurio sul *Plateau antartico* nonché quello legato all'analisi dei rati raccolti nel contesto del progetto inerente il legame tra *l'aerosol di origine biologica e produttività primaria nel Mare di Ross*; anche in questo caso la pandemia ha imposto forti limiti alle attività in campo in Antartide. Anche le attività in campo presso l'Osservatorio THAAO nel nord della Groenlandia legate al progetto CLARA2, Nubi e radiazione in Artide ed in Antartide, si sono interrotte e ci si è quindi focalizzati sulle analisi dei dati raccolti durante il primo anno del progetto tese a valutare meglio il peso di alcuni processi che sono alla base dell'amplificazione artica.

Nel 2020, grazie al network scientifico sviluppato dal Dipartimento in ambito ECRA, è stato vinto il progetto H2020 CoCLiCo "*Coastal Climate Core Services*", per la creazione del primo servizio climatico costiero a livello europeo contro il rischio di inondazione costiera da cambiamento climatico. ENEA sarà impegnata nel fornire le proiezioni di innalzamento del livello del mare per il bacino del mediterraneo e del Mar Nero.

Sono state inoltre coordinate due Sessioni all'Assemblea Generale della European Geosciences Union (EGU): una sessione dedicata ai Servizi Climatici "*Climate Services - Underpinning Science*", e una sessione multidisciplinare sullo stato del Mediterraneo "*Advances in Understanding of the Multi-Disciplinary Dynamics of the Southern European Seas (Mediterranean and Black Sea)*".

Le attività svolte nell'ambito dei progetti nazionali e internazionali in corso nel 2020 hanno portato alla pubblicazione di numerosi articoli (28) su riviste internazionali peer-review di settore.

Nell'ambito del progetto di cooperazione internazionale WAVE4M nell'arcipelago delle Maldive è stato messo a punto un sistema prototipale di previsioni del moto ondoso e sono in corso i primi test di verifica dei risultati. Nell'ambito dell'iniziativa internazionale sul downscaling delle proiezioni climatiche Cordex (Coordinated Experiment delle Nazioni Unite) è stato realizzato il primo Earth-System regionale multi-componenti per l'area mediterranea che già nel 2021 permetterà di sviluppare proiezioni climatiche aggiornate per la regione euro-mediterraneo.

Con riferimento allo sviluppo di tecnologie, è da sottolineare il progresso del progetto triennale Energia elettrica dal mare (PAR 2019-2021) che prevede la messa a punto del progetto esecutivo di un prototipo in

scala reale per l'estrazione dell'energia dalle onde. Sempre su questo tema è stato garantito supporto tecnico/scientifico alla Commissione Europea per l'implementazione del Piano Strategico delle Tecnologie Energetiche (SET-Plan) e alla EERA (European Energy Research Alliance) relativamente alle fonti rinnovabili dal mare. Nell'ambito del progetto H2020 OceanSET l'ENEA ha inoltre partecipato alla pubblicazione della prima indagine a livello istituzionale europeo sullo stato di sviluppo del settore dell'energia da mare.

All'interno del Progetto Pulvirus è stata avviata l'attività sulla valutazione degli effetti della riduzione dovuta al COVID-19 dei gas climalteranti rientranti nella Convenzione Quadro delle Nazioni Unite in termini di cambiamento climatico, con particolare riferimento agli impatti sul sistema italiano.

È stato ammesso a finanziamento il Progetto Internazionale LIFE AIRFRESH, che ha come principale obiettivo la valutazione degli impatti benefici delle foreste urbane e periurbane sulla qualità dell'aria ed il controllo della temperatura nelle città.

Sono state sviluppate due nuove sezioni all'interno della piattaforma per il dimensionamento tecnico economico di sistemi idrici ed elettrici per comunità rurali: la prima relativa ai sistemi di dissalazione acqua marina e salmastra ad osmosi in differenti configurazioni (vessel in parallelo/serie e ad albero), la seconda sui sistemi di raccolta e stoccaggio acque piovane.

Si è garantita inoltre la partecipazione alla segreteria Tecnica del Comitato di Gestione della direttiva ETS (Emission Trading Scheme).

#### **SSPT.OS.05 – Sviluppare modelli atmosferici integrati e metodi di misura innovativi per la valutazione degli impatti sulla salute e sugli ecosistemi delle politiche per migliorare la qualità dell'aria**

Nel 2020, dominato come noto dalla pandemia di SARS-COV-2, il Dipartimento SSPT ha organizzato una Task Force per studiare la relazione fra inquinamento atmosferico e diffusione del contagio. Il 30 marzo 2020 con Determinazione del Direttore del Dipartimento SSPT viene costituita una Task Force dipartimentale, che ha visto protagonisti principali i ricercatori delle Divisioni MET, PROTER e TECS, per l'organizzazione e la pianificazione di ricerche relative alle relazioni COVID19 e particolato atmosferico e alle conseguenze del lockdown sulle emissioni atmosferiche. Nei primi giorni di aprile il piano di lavoro ENEA elaborato dalla TF è stato sottoposto all'attenzione di ISPRA e da lì è iniziata una interazione che ha coinvolto sia le Agenzie Regionali di Protezione Ambientale che l'ISS. Il 29 aprile avviene la presentazione alla stampa del progetto che nel frattempo è stato denominato "Pulvirus", tramite un comunicato a firma ENEA, ISS E SNPA. Il 18 giugno il Presidente dell'ENEA delibera di firmare l'atto di sottoscrizione e di prevedere, per il solo impegno di ENEA, una spesa complessiva su due anni di 1.302.000 euro di cui 688.000 di personale, 249.000 di spese (consumabili, missioni, contratti a terzi e manutenzione) e 365.000 di investimenti. In particolare il progetto vuole approfondire:

- il discusso legame fra inquinamento atmosferico e diffusione della pandemia
- le interazioni fisico-chimiche-biologiche fra polveri sottili e virus
- gli effetti del "lock down" sull'inquinamento atmosferico e sui gas serra.

Il progetto utilizzerà per lo studio di interazione fra particolato atmosferico e virus sia analisi "in silico", ossia la riproduzione dell'interazione fra virus e particolato atmosferico mediante la simulazione matematica al computer, sia un modello biologico rappresentativo delle caratteristiche di SARS-CoV-2.

L'obiettivo è quindi quello di effettuare un'analisi seria e approfondita su queste tematiche, fondata su protocolli scientifici verificabili, così da fornire a istituzioni e cittadini informazioni attendibili utili per la migliore comprensione dei fenomeni e l'assunzione delle opportune decisioni.

Accanto alle attività promosse in risposta alla pandemia, sono continuate le altre attività di ricerca e sviluppo; in particolare nel 2020 si sono concluse le attività con il Governo del Lesotho per la simulazione con modelli dedicati di mappe di potenziale di utilizzo di energie rinnovabili.

In ambito europeo è stata portata avanti la seconda annualità di partecipazione nel Copernicus Atmosphere Monitoring Service CAMS\_50 Regional (previsione europea di Qualità dell'Aria). Le attività hanno permesso un forte sviluppo della catena modellistica MINNI. Il Progetto "VEG-GAP - VEGetation for Urban Green Air Quality Plans" (LIFE 2018 come Preparatory Project) ha raggiunto uno stadio di sviluppo avanzato in grado

di identificare gli elementi strategici per rendere la vegetazione uno strumento di contenimento dell'inquinamento atmosferico e di mitigazione del cambiamento climatico.

Lo sviluppo delle competenze modellistiche in "modalità previsionali" sta producendo importanti ricadute anche nel contesto nazionale dove la versione italiana, denominata FORAIR-IT, è ora tra i modelli nazionali considerati per lo sviluppo di Servizi Operativi nazionali di Qualità dell'Aria nell'azione Mirror Copernicus guidata dal MISE nel piano strategico Space Economy.

A fine 2020 si è avviata un'Azione di Accompagnamento nell'ambito delle "Analisi Dei Fabbisogni Del Buyers Group Mirror Copernicus: Identificazione Dei Servizi Tematici Di Riferimento", dove sono stati proposti ad ENEA percorsi finanziati per il supporto allo sviluppo dei Servizi tematici operativi.

Nel 2020 è stato avviato, come detto, il progetto integrato Pulviris di cui una linea specifica è orientata a produrre uno scenario emissivo nazionale "COVID19" che riesca a ricostruire l'impatto delle misure di contenimento sulle concentrazioni dei principali inquinanti atmosferici. L'attività proseguirà nel 2021 con le simulazioni necessarie per capire l'impatto dello scenario "COVID19".

Nell'ambito dell'accordo di Collaborazione con il Ministero dell'Ambiente denominato Accordo per la Direttiva NEC (National Emission Ceilings), si stanno sviluppando upgrade importanti sia al Sistema nazionale di previsione della Qualità dell'Aria FORAIR-IT, che al sistema modellistico di riferimento nazionale MINNI. Si è avviata inoltre una collaborazione con il Comando Unità Forestali, Ambientali e Agroalimentari dell'Arma dei Carabinieri sull' "Indice di Visibility" di parchi naturali e aree protette.

Nel 2020, Il Ministero dell'Ambiente ha riconfermato e sostenuto la partecipazione di ENEA ai tavoli internazionali ed europei sui temi della qualità dell'aria; ha affidato inoltre ad ENEA la valutazione dell'inquinamento atmosferico prodotto dai forni delle pizzerie a legna.

#### **SSPT.OS.06 - Sviluppare tecnologie e strumenti con l'obiettivo di favorire la sostenibilità nei sistemi produttivi agroalimentari**

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

A livello regionale prosegue l'attività di 6 progetti PSR della Regione Basilicata su diverse filiere agroalimentari.

A livello europeo rimane forte il collegamento con le attività afferenti ad ESFRI con l'attivazione della Preparatory phase dell'iniziativa METROFOOD-RI, la grande infrastruttura di ricerca, coordinata da ENEA, nel dominio Health and Food, così come in ambito Horizon 2020, che ha visto la prosecuzione del progetto DataCloud - Sharing food and nutrition security data towards 2030, per lo sviluppo di sistemi di sicurezza e tracciabilità in ambito food, unitamente all'avvio di FOODSAFETY4EU. Sono stati inoltre approvati altri due importanti progetti nell'ambito dell'ultima call di Horizon 2020, HARNESSTOM per la valorizzazione con ricadute industriali delle risorse genetiche del Pomodoro e INNOcoCELL nel campo del molecular farming per lo sfruttamento commerciale sostenibile di ingredienti cosmetici (scientificamente validati) derivati da risorse vegetali sottoutilizzate, con colture cellulari e coltivazione fuori suolo in aeroponica indoor. Sempre a livello europeo, proseguono le attività nell'ambito del progetto H2020 SIMBA che hanno portato alla messa a punto di bioinoculanti costituiti da consorzi microbici multifunzionali con un potenziale utilizzo in agricoltura, in grado di favorire l'aumento della produttività e la sostenibilità delle catene alimentari e la riduzione degli input chimici. È stato infine conferito al responsabile della Divisione l'incarico di delegato nazionale presso la Commissione Europea nell'ambito dello Horizon Europe Shadow Strategic Programme Committee per il Cluster 6 "Food, Bioeconomy, Natural resources, Agriculture and Environment".

Si conferma l'impegno nell'ambito dell'iniziativa europea *PRIMA* per i sistemi agroalimentari sostenibili e competitivi nel Mediterraneo all'interno del gruppo di coordinamento nazionale e delle iniziative di networking, partecipando al comitato di indirizzo dell'iniziativa *AgriFoodNext*. È stato inoltre avviato il Progetto *IMPRESA* per migliorare la resilienza agli stress abiotici nel grano duro mediante approcci genetici, fisiologici e "omici" e aumentare la biodiversità del germoplasma mediterraneo mediante introgressi basata sui parenti selvatici delle colture.

Sempre a livello europeo e nazionale è significativo il ruolo svolto nell'ambito della infrastruttura di ricerca *MIRRI*, per la messa in rete e la conservazione di ceppoteche microbiche di ampio interesse applicativo per la sostenibilità dei sistemi alimentari, lo sviluppo biotecnologico e la crescita della bioeconomia.

A livello internazionale sono continuate le attività di supporto alla formazione di ricercatori e PhD students finanziati da ENEA attraverso *TWAS*, con la presentazione nell'ambito del MoU con la FAO del lavoro svolto dai 3 borsisti internazionali provenienti dal Burkina Faso, dalla Repubblica del Congo e dal Cameroon su temi afferenti alla sostenibilità dei sistemi agroforestali in Africa e alla sicurezza alimentare dei prodotti trasformati per ridurre le perdite delle materie prime agricole. È stato inoltre confermato il ruolo ENEA di membro del Multi-stakeholder Advisory Committee (MAC) sui Sistemi Alimentari Sostenibili, nell'ambito dell'iniziativa UNEP "One Planet".

Gli studi scientifici, frutto del lavoro svolto nell'ambito dei progetti nazionali e internazionali, sviluppati nell'ambito di questo obiettivo hanno condotto alla pubblicazione di 37 articoli su riviste internazionali peer-review di settore.

#### **SSPT.OS.07 – Sviluppare tecnologie innovative - diagnostiche e terapeutiche - per la tutela della salute**

Le attività di innovazione tecnologica nel settore biomedico proseguono con il progetto *SUMCASTEC* finanziato nell'ambito del progetto EU di Horizon 2020 *FET-OPEN – Novel ideas for radically new technologies*, il cui obiettivo è quello di sviluppare una piattaforma tecnologica di ridotte dimensioni detta "lab-on-chip (LOC)" in grado di isolare e neutralizzare in pochi minuti le cellule staminali tumorali e con il progetto *NANOCROSS*, finanziato dall'Associazione Italiana per la Ricerca sul Cancro (AIRC), che intende mettere a punto un sistema di somministrazione sempre più sicuro ed efficace di agenti chemioterapici. Queste attività hanno portato anche al deposito di tre brevetti per la cura di tumori e di malattie rare. Sempre nell'ambito della programmazione Horizon 2020 *FET-OPEN – Novel ideas for radically new technologies*, il 2020 ha visto il finanziamento di una nuova progettualità, a leadership ENEA, "Regeneration of Injured Spinal cord by Electro pUlsed byo-hybrid aPproach (RISEUP)", che prevede la creazione e validazione di un metodo altamente innovativo per la riparazione e la rigenerazione delle lesioni del midollo spinale. L'approccio terapeutico si basa sul trapianto – e stimolazione wireless con due diversi tipi di stimoli elettrici – di cellule staminali a diverso stadio di differenziamento, poste su uno scaffold elettrificato e biodegradabile. L'utilizzo di stimoli elettrici (con microimpulsi) è alla base del PoC riguardante le nuove strategie terapeutiche per la Glicogenosi di tipo 3, patologia rara sulla quale ENEA ha focalizzato l'attenzione da qualche anno. Nel bando del 2019 e quindi con avvio nel 2020 sono stati attivati altri tre progetti PoC per la *Validazione di una piattaforma per vaccini genetici, lo sviluppo di kit analitici di biomarcatori ed infine lo Sviluppo di un prototipo di tumore vascolarizzato mediante biostampa 3D per lo screening di farmaci chemioterapici*.

Nell'ambito del progetto *TOP IMPLART*, proseguono gli studi degli effetti dei protoni finalizzati sia alla caratterizzazione radiobiologica del fascio dell'acceleratore presso la facility di ENEA-Frascati, sia alla valutazione della risposta cellulare in combinazione con altre terapie oncologiche.

Con riferimento all'individuazione di nuovi biomarcatori diagnostici e prognostici di malattie ad alto impatto sociale sono stati sottomessi due progetti in risposta al bando POR FESR Lazio 2014-2020, che hanno permesso di rafforzare una importante collaborazione con la Fondazione Santa Lucia, eccellenza italiana nell'ambito della cura delle malattie neurodegenerative.

Sono stati inoltre stabiliti importanti contatti con aziende del settore farmaceutico e dell'innovazione tecnologica multisettoriale che hanno portato alla firma di due incarichi di servizio da parte di *Alfasigma SpA* e uno da parte di *SIMITECNO Srl*. Queste attività rientrano pienamente nell'obiettivo di rendere disponibili servizi avanzati in ambito biomedico e per nuove tecnologie.

Per la caratterizzazione degli effetti da agenti chimici, fisici e biologici per la protezione della salute sono concluse le attività sperimentali dei progetti LDensRad e SEPARATE, finanziati nell'ambito del programma U.E. "European Joint Programm for the Integration of Radiation Protection Research - CONCERT". Tutti i risultati ottenuti in queste due tematiche di ricerca, cioè la stima degli effetti delle radiazioni ionizzanti sull'insorgenza di cataratta, e la caratterizzazione mediante un approccio "omico" dei meccanismi molecolari coinvolti negli effetti "fuori bersaglio" indotti dalle radiazioni, sono in fase di pubblicazione.

Sono inoltre iniziate, in collaborazione con la Divisione SSPT-PROMAS, le attività sperimentali del progetto W-SHIELD finanziato dalla Regione Lazio nell'ambito della call "Progetti Strategici 2019" settore LAreospaZIO.

Nello stesso ambito, si sono concluse le attività sperimentali relative al Progetto Aerotrazione con Biocarburanti (ABC), per lo studio tossicologico comparativo tra un biodisel innovativo per aviotrazione e un combustibile fossile, finanziato dal MATTM.

Si è aperta inoltre una nuova progettualità in tema salute e qualità dell'aria con il progetto "Studio integrato dell'esposizione dei lavoratori al particolato atmosferico in ambienti indoor: simulazione numerico-sperimentale di campi fluidi dinamici e di concentrazione, in scala reale e di laboratorio; caratterizzazione chimica, morfologica e tossicologica del particolato fine ed ultra-fine", finanziato nell'ambito del Bando Ricerche in Collaborazione (BRiC-2019) dell'Istituto Nazionale per le Assicurazioni contro gli Infortuni sul Lavoro (INAIL).

La Divisione SSPT-TECS è stata inoltre attivamente coinvolta nelle attività sperimentali di caratterizzazione della risposta alle radiazioni UV-G di un modello di infezione phago Phi-6/Pseudomonas, nell'ambito del progetto SMARTBIN, per la progettazione e sviluppo di un contenitore innovativo per il riconoscimento, la raccolta e il trattamento delle mascherine anti-covid usate. Lo sviluppo e la caratterizzazione del modello sperimentale phago Phi-6/Pseudomonas ha permesso la partecipazione alla stesura di alcune proposte progettuali per lo sviluppo di dispositivi innovativi di sanificazione, nell'ambito dei progetti FISR-COVID, in collaborazione con colleghi anche di altri Dipartimenti.

Infine sono in corso le attività di revisione sistematica della letteratura scientifica sul tema degli effetti biologici delle radio-frequenze, nell'ambito di due attività progettuali finanziate in un caso dall'Organizzazione Mondiale della Sanità, nel quale ad ENEA è stato assegnato il ruolo di coordinatore quale "Systematic reviews of exposure to radiofrequency fields and adverse reproductive outcomes (animal and in-vitro studies)", nel secondo caso attraverso una convenzione ENEA-ISS nell'ambito di un progetto INAIL per la valutazione del nesso di causa tra esposizione a campi elettromagnetici a radiofrequenza e patologie neoplastiche.

Nell'ambito delle attività finalizzate alla gestione dell'emergenze CBRN (rischi Chimici Biologici Radiologici e Nucleari), sono state avviate le attività del progetto di ricerca, a coordinamento ENEA, dal titolo "Novel Biological and Physical Methods for Triage in Radiological and Nuclear (RIN) Emergencies" finanziato nell'ambito del programma "Science for Peace and Security Programme" della NATO, per lo sviluppo di metodi innovativi di dosimetria biologica e fisica, da utilizzare in caso di emergenze radiologiche e nucleari. Questa expertise ed il posizionamento nel contesto europeo hanno portato alla nomina delle ricercatrici coinvolte nel Gruppo di lavoro "Biosicurezza: strumenti di controllo e sorveglianza" del Comitato Nazionale per la Biosicurezza, le Biotecnologie e le Scienze della Vita (CNBBSV).

Bisogna infine ricordare che in risposta all'emergenza sanitaria sono state messe in campo diverse attività sperimentali, in alcuni casi sottoposte a bandi nazionali e regionali, e di supporto al processo decisionale per la messa in sicurezza dei centri ENEA. Il Dipartimento ha istituito una Task Force per l'organizzazione e la pianificazione delle analisi di tamponi e sieri effettuati in ambito sanitario, ed in particolare per definire una procedura di sorveglianza sanitaria nei centri ENEA, per fronteggiare l'emergenza epidemiologica da COVID-19. Utilizzando le expertise di biologia molecolare e la strumentazione presente nei laboratori del C.R. Casaccia, è stato condotto uno studio pilota su un gruppo di volontari sottoposti a tampone nasofaringeo e test sierologico per SARS-COV 2 con l'obiettivo di fornire indicazioni per lo svolgimento dell'indagine di analisi molecolare e siero-prevalenza tra i lavoratori del Centro. A questo studio è seguita un'attività di validazione di alcuni strumenti industriali per screening veloci, richiesti da aziende nazionali.

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

In ambito nazionale i principali interlocutori sono i Ministeri (in particolare il MATTM, il MiSE, il MAECI, il MIPAAF, il MUR, il MIBACT, la Difesa), l'Agenzia per la Coesione Territoriale, la Presidenza del Consiglio, il Comitato Nazionale per le Biotecnologie, la Biosicurezza, e le Scienze della vita (CNBBSV), l'INAIL, la Protezione Civile, l'ASI, le Regioni (in particolare Lazio, Campania, Emilia Romagna, Marche, Puglia, Sardegna, Umbria, Lombardia e Basilicata), numerosi Comuni, l'ANCIM, la Aeronautica Militare Italiana, diversi Cluster tecnologici del MUR (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), i Distretti tecnologici (in Liguria il Polo DLTM per le Tecnologie Marine, federazioni, associazioni ed organizzazioni di categoria, i Distretti Aeronautici di Puglia e Campania, SSICA, i consorzi partecipati CETMA, DTA, CALEF, CERTIMAC, DTA, IMASTIn.BIO e TeRN, gli acceleratori di start up innovative come AGROFOOD-BIC e Food Innovation Hub. AIRC e AIG sono interlocutori per le azioni relative alle terapie innovative per la cura di tumori e di malattie rare.

Fra le 143 organizzazioni membri della Piattaforma ICESP, coordinata da ENEA e nata nel 2018 sul modello e richiesta della Piattaforma europea ECESP, si menzionano: ACEA Ambiente, Confartigianato, UTILITALIA, CGIL, CISL, UIL, Confindustria, il Cluster Agrifood, ArTer, FICO, Legacoop Puglia, i Politecnici di Milano e di Bari, CONFETRA, FISE Assoambiente, Italbiotec, Consorzio Italiano Compostatori e Amici della Terra che si affiancano ai Ministeri dell'Ambiente e dello Sviluppo Economico, all'Agenzia per la Coesione Territoriale e a realtà quali ENEL, ENI, HERA, Novamont, Nespresso, CNA, Unioncamere, FISE UNICIRCULAR, diverse Regioni (Emilia Romagna, Puglia, Lombardia, Umbria) e rappresentanti della società civile.

A livello industriale i principali interlocutori sono, oltre alle associazioni di categoria e Consorzi per il riciclo e recupero (ad esempio Corepla ed Ecopneus), multiutility come AMA di Roma, ACEA, HERA e società come Eni, ENEL Produzione, ENEL Green Power, CSM, FCA-Stellantis, Leonardo, AVIO, Telespazio, Aeroporti di Roma, Federdistribuzione, FOS, Beghelli, Scianatico, Bosch, Brembo, Novamont, United Genetics Seeds, Loro Piana, ALFRUS SpA, FILENI SpA, Special Product's Line, G&A Engineering, Alfasigma, Accademia Nazionale del Caffè espresso, Janssen SpA, Simitecno.

In ambito comunitario e internazionale, i principali interlocutori sono la Commissione Europea, il JRC di Ispra, l'UNIDO, la FAO, la IAEA, l'OMS, le Piattaforme tecnologiche europee. Tra le collaborazioni attivate nell'ambito della KIC "RawMaterials" e della "Climate KIC" si citano quelle con organizzazioni nazionali e internazionali tra i quali il Fraunhofer (Germania), ARKEMA, SUEZ Environment, il Centro Ricerche FIAT (Italia), CEA, IVL, VITO, SINTEF, RVO, IETU, TECNALIA, numerose Università.

Sempre a livello internazionale, come follow-up delle attività svolte in collaborazione con il MATTM, si citano le collaborazioni con i Governi e diversi Istituti di ricerca pubblici di alcuni Paesi in Via di Sviluppo tra i quali le Maldive, Vanuatu, Tonga, il Lesotho, l'Etiopia, il Sudan, il Botswana, Cuba, lo Swaziland, le Isole Salomone. Sono inoltre state attivate due borse di studio internazionali in ambito TWAS con ricercatori della Repubblica del Congo e del Cameroon su temi afferenti ai sistemi agro-industriali sostenibili.

## RICADUTE ECONOMICHE E TECNOLOGICHE SUL SISTEMA INDUSTRIALE

Le ricadute sono di tipo tecnologico e metodologico, consistendo in collaborazioni su progetti, nella realizzazione, applicazione, promozione di strumenti per l'innovazione 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.

Nel settore dell'agroindustria il Dipartimento lavora con realtà che afferiscono a diverse filiere produttive con ricadute economiche e tecnologiche sul sistema industriale, quali la difesa fitosanitaria delle colture (BiovecBlock), il miglioramento della shelf life dei prodotti ortofrutticoli (Alegra), la produzione di packaging sostenibile (MP3), la produzione di alimenti ad alto valore aggiunto stampati in 3D (Rigoni di Asiago), il miglioramento di aroma e gusto del caffè (Accademia nazionale del caffè espresso), la produzione di Microverdure in sistemi a contenimento per la produzione in ambienti estremi, dal deserto dell'Oman alla

Stazione Spaziale Internazionale (G&A Engineering), o per la produzione di anticorpi monoclonali "Rituximab" in piante di *Nicotiana benthamiana*, per applicazioni in ambito biofarmaceutico (Special Product's Line S.p.A.).

L'interesse nei confronti della variabilità climatica si è allargato negli ultimi anni ben oltre la comunità scientifica.

Il Laboratorio ENEA SSPT-MET-CLIM ha sviluppato un'intensa rete di collaborazioni e sinergie a livello nazionale ed internazionale per trasformare il dato climatico in informazione fruibile (e fruita) dalle amministrazioni pubbliche, dall'industria e dalle associazioni di utenti. Ad esempio nel settore Agroindustriale si stanno sviluppando tre servizi: uno per l'utilizzo di informazioni climatiche nel settore grano duro-pasta in collaborazione con Barilla spa, uno per il settore vitivinicolo con la compagnia portoghese Sogrape Vinhos, e uno per il settore olivicolo-oleario con la spagnola DCOOP. Nel settore della produzione di Energie rinnovabili e della gestione idrica, l'ENEA sviluppa nuovi metodi di previsioni climatiche sotto stagionali - stagionali (S2S) per l'ottimizzazione dei processi decisionali e dei risultati nel settore energetico e in quello della gestione dell'acqua. Nell'ambito del servizio Copernicus C3S European Tourism (2018-2020) l'ENEA ha prodotto informazioni climatiche per il settore turistico europeo con particolare attenzione alle aree costiere e alle problematiche relative all'innalzamento del livello del mare.

Particolarmente rilevante è la collaborazione pluriennale con FCA (su svariati temi come elettronica innovativa per auto, materiali leggeri per i trasporti, batterie, sensoristica), che ora dovrà essere rivisitata dopo la fusione di FCA e PSA in Stellantis.

Importante anche il progetto ARCADIA-PONGovernace, che ha come obiettivo quello di favorire l'approccio di ciclo di vita negli appalti pubblici e acquisti verdi, e dove ENEA sta realizzando una banca dati italiana LCA (Life Cycle Assessment) relativa a 15 filiere nazionali tra cui, ricordiamo, edilizia, energia, industria del legno della carta e dell'editoria e industria alimentare, delle bevande e del tabacco. Particolarmente importanti le ricadute "metodologiche" che derivano dal supporto ENEA all'Helpdesk REACH presso il Ministero dello Sviluppo Economico relativo all'assistenza sugli obblighi in caso di utilizzo, fabbricazione o importazione di sostanze chimiche. Il servizio mette a disposizione delle imprese italiane informazioni sulla regolamentazione, offre una serie di strumenti per agevolare le imprese negli adempimenti normativi, promuove attività di formazione e informazione per le imprese sulle tematiche di maggiore interesse (seminari, conferenze, webinar, ecc.).

Sotto il profilo dell'impatto "metodologico" va sottolineato il ruolo di Mandatario conferito all'ENEA dai 15 partner dell'iniziativa "LAerospaZIO" descritta in precedenza, che si concretizza nella possibilità di offrire i consueti servizi di coordinamento tecnico e procedurale ad alto livello della compagine da parte di SSPT, accoppiata alle competenze generali sul trasferimento tecnologico assicurate dalla Direzione ISV, che è parte integrante dell'iniziativa.

L'attività di trasferimento tecnologico ha consentito di mettere in diretto contatto l'offerta delle imprese nazionali con la richiesta proveniente dai PVS, che riguarda normalmente tecnologie e servizi con un elevato grado di maturità, che trattano un ampio spettro di tematiche che vanno dalla gestione dei rifiuti, all'approvvigionamento della risorsa idrica, al trattamento di reflui, all'inquinamento atmosferico e delle acque, alla bonifica di siti inquinati e di miniere, alla sicurezza sismica degli edifici strategici e delle infrastrutture, al settore agroalimentare, alla fornitura di servizi climatici per il turismo, l'energia e l'agricoltura e allo sviluppo di materiali e processi di fabbricazione e diagnostica per il settore dei beni culturali.

Da sottolineare l'ampia partecipazione e il successo del Dipartimento nella valorizzazione del know-how disponibile, consentita dai Bandi PoC, a dimostrazione delle grandi potenzialità delle competenze del Dipartimento SSPT nell'attrarre il forte interesse del sistema industriale a collaborare per lo sviluppo ed implementazione di tecnologie innovative fino a scala pilota e/o industriale. Oltre i numerosi progetti PoC- "Fase 1" in cui le aziende si assicurano la prelazione per il know-how che viene sviluppato, è da citare il PoC- "Fase 2" SAMUT, ove l'impresa AVIO partecipa finanziariamente, per lo sviluppo di un sistema di ispezione ultrasonica di componenti per motori aerospaziali. Di particolare rilievo, inoltre, è stata la partecipazione

delle proposte nell'ambito delle tecnologie biomediche che hanno visto un rilancio non solo nell'ambito del programma PoC. Le competenze di biologia molecolare e delle tecniche di PCR su cellule umane hanno permesso di collaborare con aziende nel settore di macchine dedicate all'analisi dei tamponi nasoro-faringei per ottimizzare l'analisi dei tamponi per l'evidenza di SARS-CoV-2 in termini di efficienza, di ripetibilità e di velocità di esecuzione. Inoltre, lo sviluppo di modelli sperimentali unici per studiare patologie cronico degenerative ha portato a contratti con aziende del settore farmaceutico per lo studio di molecole e principi attivi per la valutazione dell'efficacia terapeutica e di possibili effetti collaterali.

Le ricadute economiche delle attività di trasferimento tecnologico per le imprese nazionali sono valutabili quindi, per quanto riguarda l'impegno di SSPT, in numero di contatti tra imprese nazionali e domanda pubblica e privata locale, a seguito delle attività di informazione e disseminazione (svolte con visite, convegni e workshop).

Le ricerche prodotte nell'ambito dell'Accordo di Programma per la Ricerca sul Sistema Elettrico, per l'energia dal mare e i materiali di frontiera per usi energetici, divengono patrimonio della comunità scientifica nazionale grazie alla disseminazione, completa e istituzionale, praticata dal MISE.

Si vuole sottolineare infine l'estrema rilevanza delle ricadute che le attività del Dipartimento hanno anche sull'intero Sistema Paese: molte delle attività svolte hanno forti impatti non solo sul sistema produttivo nazionale, in ambiti anche molto diversi tra loro, ma anche sull'ambiente a livello locale, in termini di riduzione dell'inquinamento, e a livello nazionale e globale, in termini di riduzione delle emissioni di gas ad effetto serra e di una gestione sostenibile delle risorse naturali. La Knowledge Innovation Community EIT RawMaterials ha colto queste potenzialità, finanziando ripetutamente lo sviluppo delle attività di formazione e disseminazione sulla sostenibilità della filiera delle materie prime nel Sud Italia del Regional Center Southern Italy (coordinato da ENEA).

## 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, energivivi...), per la verifica del raggiungimento degli obiettivi indicativi nazionali, per il rafforzamento delle politiche di coesione territoriale.

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

Le attività di DUEE vengono svolte principalmente nell'ambito di convenzioni, protocolli e accordi di programma con la PA, le imprese e gli operatori economici, anche attraverso la Rete degli Uffici Territoriali ENEA, che assicura la più ampia e omogenea applicazione della legislazione energetica su tutto il territorio nazionale, e svolge un'azione di raccordo tra i decisori pubblici e gli operatori privati, per favorire l'adozione di criteri di sostenibilità energetico-ambientale nei processi di sviluppo locale.

Attraverso i propri laboratori di ricerca e la rete di Uffici Territoriali dislocati su tutto il territorio nazionale, il Dipartimento fornisce supporto tecnico e scientifico al settore industriale e dei servizi per promuovere e facilitare l'adozione di misure di efficienza energetica coerenti ed economicamente vantaggiose ed ai cittadini per promuovere una nuova cultura più attenta alla riduzione degli sprechi e ad un uso efficiente dell'energia.

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

### PRINCIPALI RISULTATI RAGGIUNTI NELL'ANNO 2020, CON RIFERIMENTO AGLI OBIETTIVI INDICATI NEL PIANO DELLA PERFORMANCE 2020 – 2022

Il Dipartimento DUEE ha svolto regolarmente e senza ritardi tutte le attività istituzionali e programmatiche che potevano essere svolte compatibilmente con l'emergenza sanitaria tutt'ora in corso. Sono stati prontamente utilizzati tutti gli strumenti ed i sistemi informativi disponibili per la condivisione dei dati, delle informazioni e dei risultati.

#### **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 concorrono entrambe le Divisioni del Dipartimento DUEE: la Divisione Sistemi, Progetti e Servizi per l'efficienza energetica (SPS), che svolge attività di sviluppo di sistemi, progetti e servizi volti al miglioramento del livello generale di efficienza energetica, al conseguimento degli obiettivi nazionali e al potenziamento della competitività del Sistema produttivo

nazionale, e la Divisione Servizi Integrati per la Sostenibilità Territoriale (SIST) che contribuisce al collegamento tra la programmazione energetica nazionale del MiSE e quella regionale degli assessorati energia, ambiente e attività produttive.

Il 2020, caratterizzato dalla pandemia da Covid-19, ha visto comunque un incremento della domanda di sostegno tecnico-scientifico da parte delle Regioni e degli Enti Locali.

La Divisione SIST ha risposto, anche in questa circostanza, alle esigenze specifiche:

- rendendo fruibile il patrimonio di conoscenze e di risultati della ricerca dell'Agenzia a livello locale;
- attraverso l'individuazione di best practice replicabili;
- attraverso il perfezionamento di metodologie di intervento sistemico e di trasferimento tecnologico.

La Divisione SPS ha continuato a fornire per tutto il 2020 supporto tecnico-scientifico all'Amministrazione centrale per l'attuazione delle direttive europee, per la programmazione e il monitoraggio delle relative misure (PAEE, 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 2020 per entrambe le Divisioni.

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

- Supporto alle aziende energivore e alle grandi imprese per la realizzazione delle Diagnosi Energetiche secondo quanto previsto dall'art. 8 del D.Lgs. 102/14 e ss.mm.ii - Gestione della casella di posta elettronica [audit102.assistenzaportale@enea.it](mailto:audit102.assistenzaportale@enea.it) per il supporto agli operatori e alle imprese in relazione al funzionamento del portale per il caricamento delle diagnosi Audit102; gestione della casella [diagnosienenergetica@enea.it](mailto:diagnosienenergetica@enea.it) per il supporto tecnico agli operatori per la realizzazione delle diagnosi energetiche (oltre 3000 utenti raggiunti), gestione verifiche documentali sulle grandi imprese e sulle aziende energivore che hanno inviato la Diagnosi Energetica secondo quanto previsto dall'art. 8 del D.lgs. 102/14; aggiornamento delle linee guida settoriali per la realizzazione delle diagnosi energetiche ai sensi dell'art.8 D.lgs. 102/2014; organizzazione di workshop e seminari on line sulle diagnosi energetiche ex Art.8 per tutti gli stakeholder del settore (operatori, imprese, enti certificati); verifiche in situ previste dal D.lgs. 102/2014 non effettuate, in accordo con il MiSE, a causa dell'emergenza sanitaria, nonostante l'estrazione del campione.
- Definizione degli standard di efficienza energetica per apparecchi e attrezzature - Supporto al MiSE nella negoziazione con la Commissione Europea e gli Stati membri a Bruxelles dei regolamenti applicativi di ecodesign e della nuova etichettatura energetica. Partecipazione alle riunioni del Regulatory Committee e dell'Energy labelling Experts Group per la votazione e la definizione dei nuovi Regolamenti di ecodesign per motori, circolatori, server e prodotti di archiviazione, alimentatori esterni, trasformatori di potenza e apparecchiature di saldatura ed etichettatura energetica per prodotti domestici e commerciali: frigoriferi, congelatori, lavatrici e lavasciugatrici, lavastoviglie, illuminazione, display (monitor e TV), apparecchi di refrigerazione con funzione di vendita (pubblicati nel 2019 nella GUCE L74, GUCE L272, GUCE L315). Partecipazione alle riunioni del Consultation Forum di ecodesign ed etichettatura energetica per la possibile istituzione di una etichetta europea per l'efficienza dell'acqua e di un sistema di incentivazione della riparabilità degli apparecchi.
- Aggiornamento e gestione del portale dedicato alla trasmissione ad ENEA dei dati degli interventi di efficienza energetica e utilizzo delle fonti rinnovabili di energia che usufruiscono delle detrazioni fiscali per la riqualificazione energetica del patrimonio edilizio esistente ex legge 296/2006 (Ecobonus) e delle detrazioni fiscali per le ristrutturazioni edilizie ex art. 16 bis del DPR 917/86 (Bonus Casa) - Il portale, composto da due sezioni parallele per gestire le due misure incentivanti, è stato aggiornato per adeguarlo alla legge di bilancio e accettare i dati degli interventi con fine lavori nel 2020. Il portale dedicato all'Ecobonus è stato inoltre aggiornato, nel corso dell'anno, per tenere conto dei nuovi requisiti tecnici previsti dal Decreto Interministeriale 6 agosto 2020 entrato in vigore il 6 ottobre 2020. È stato progettato, realizzato e messo in linea un nuovo portale per consentire la trasmissione ad ENEA delle asseverazioni ai sensi dell'art. 119 del D.L. 34/2020 (decreto rilancio) e del Decreto del MiSE 06/08/2020 per gli interventi che usufruiscono delle detrazioni fiscali Super Ecobonus

(detrazione del 110%). Tale sito consente la compilazione, il caricamento, la modifica e la consultazione delle asseverazioni e delle schede descrittive nonché il controllo automatico della congruenza dei principali dati tecnici e il caricamento degli allegati quali gli attestati di prestazione energetica, il computo metrico, l'assicurazione del tecnico abilitato, le fatture dei lavori eseguiti relativi agli interventi di efficienza energetica e utilizzo delle fonti rinnovabili di energia che usufruiscono delle detrazioni fiscali Super Ecobonus 110%. È stato realizzato il sito <https://detrazionifiscali.enea.it/> che consente di gestire e creare gli account per i siti dedicati alle detrazioni fiscali e per il Superbonus.

I dati pervenuti del 2020:

- ECOBONUS: 396.664 pratiche pervenute, 2.947.131.674,58 € di investimenti, 1.055.000 MWh/a di risparmio di energia primaria non rinnovabile (dato approssimato da analizzare);
- BONUS CASA: 371.572 pratiche pervenute;
- SUPERBONUS: 1.548 pratiche pervenute e validate al 31/12/2020.

È stata fornita assistenza agli utenti rispondendo a quesiti su:

Bonus Casa: 6.700 risposte;

Ecobonus : 12.619 risposte;

Superbonus 110%: 9.869 risposte.

- Conclusione del Piano triennale di informazione e formazione previsto dall'art. 13 D.lgs. 102/2014 - Per evidenziare le opportunità nelle diverse realtà (condominio, ospedale, edificio storico, aeroporto, scuola, azienda di piastrelle, acciaieria, edificio PA, navi, GDO) è stata realizzata una web-serie di dieci episodi dedicati a casi di eccellenza che mettono in risalto i risultati ottenuti con gli interventi di efficientamento energetico. Nei primi tre mesi le visualizzazioni su Youtube sono state oltre 300.000 e, attualmente, le 10 puntate sono utilizzate anche come video-lezioni a supporto delle scuole per didattica a distanza. In parallelo, sono stati realizzati corsi e seminari, in presenza e in-modalità e-learning, una campagna di digital marketing su Facebook, Twitter e LinkedIn con oltre 5 milioni di contatti unici e 45 milioni di timeline deliveries. Inoltre, si è conclusa una specifica campagna informativa attraverso gli opinion leader regionali e si è avviata la progettazione del nuovo Piano per il triennio 2021-2024.

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

- Coordinamento, su indicazione del MiSE, del Gruppo di lavoro per la redazione della Strategia per la Riqualficazione Energetica del Parco Immobiliare Nazionale (STREPIN): la strategia ha l'obiettivo di stimare per tutto il settore civile la superficie da riqualficare per raggiungere gli obiettivi di risparmio al 2030 e 2050, identificando politiche, azioni e misure da attuare.
- Partecipazione, nell'ambito del Programma per la Riqualficazione Energetica degli edifici della PA Centrale (PREPAC), alla cabina di Regia per l'efficienza energetica 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.
- Sviluppo e implementazione di una piattaforma per l'acquisizione e l'analisi di dati relativi a PREPAC e NZEB e alla raccolta dei dati caratterizzanti gli edifici a livello territoriale.
- Elaborazione del PAESC (Piano di Azione per l'Energia Sostenibile ed il Clima) del Comune di Roma Capitale, in collaborazione con il GSE e ISPRA.
- Analisi dei dati sui PAESC redatti dai Comuni Italiani per l'elaborazione dell'emendamento sul PNIEC in tema di governance multilivello e valorizzazione dell'esperienza del Patto dei sindaci (in collaborazione con ANCI, Covenant of Mayors, ISPRA, GSE e JRS).
- Supporto alle amministrazioni regionali e locali sui Piani di Azione Energia e Clima.
- Collaborazione nel coordinamento dei lavori per l'aggiornamento del PEAR della Regione Puglia.
- Programma della Commissione Europea "Isole Pilota della UE per la transizione energetica" - Proclamazione "Salina Isola Pilota europea" – Progetto ENEA per la redazione dell'Agenda di

Transizione Energetica dell'isola (Comuni di Malfa, Santa Marina Salina e Leni), pubblicata dal Segretariato Europeo "Clean Energy for EU Islands" a novembre 2019. Nel 2020 è stato realizzato il "Piano per la transizione energetica" dell'isola di Salina e questa best practise è stata la base per la presentazione di 2 progetti europei in cui ENEA è partner.

- Supporto alle autorità competenti locali sul recepimento normativo per l'attività di ispezione degli impianti termici (Marche, Abruzzo, Basilicata, Sicilia).
- Supporto alle Regioni nella programmazione regionale 2021-2027 sui temi dell'efficienza energetica.
- Realizzazione del Catasto APE per le Regioni Abruzzo e Basilicata e messa in rete e gestione del Catasto APE per le Regioni Lazio, Calabria, Puglia e Molise.
- Realizzazione del Catasto Impianti Termici per la Regione Puglia.
- Aggiornamento dell'interfaccia del Sistema Informativo nazionale sugli Attestati di Prestazione Energetica (SIAPE).
- Collaborazione con la Città Metropolitana di Milano per la definizione sinergica di attività in materia di analisi, progettazione, sperimentazione ed attuazione di azioni per l'implementazione di servizi ad elevato contenuto tecnico e scientifico connessi ad attività di controllo dell'efficienza degli impianti termici civili, anche con riferimento ad indicazioni sperimentali di efficienza edificio-impianto nel settore civile (realizzazione del primo *one stop shop* a Milano).
- Collaborazione con la Città Metropolitana di Roma finalizzata all'attivazione di percorsi di formazione professionale per l'acquisizione di competenze e qualifiche certificate nei settori delle energie da fonti rinnovabili, dell'efficienza energetica, delle tecnologie innovative, dell'ambiente, nonché di ogni altra attività che possa contribuire alla diffusione e sviluppo di questi temi sul territorio.
- Redazione del Bilancio energetico disaggregato della Regione Toscana – anno 2016 per IRPET.

#### Adempimenti normativi nazionali ed internazionali

- Redazione del Rapporto Annuale Efficienza Energetica 2020.
- Redazione del Rapporto Annuale 2020 (dati 2019) sulle detrazioni fiscali per l'efficienza energetica e l'utilizzo delle fonti rinnovabili di energia negli edifici esistenti.
- Elaborazione su indicazione del MiSE della Relazione annuale alla Commissione Europea sull'efficienza energetica - Risultati conseguiti e obiettivi al 2021.
- Elaborazione e redazione del "Rapporto annuale sullo stato della Certificazione Energetica degli Edifici in Italia", in collaborazione con il CTI.

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

A causa dell'emergenza pandemica le attività di seguito descritte si sono svolte nel 2020 utilizzando piattaforme telematiche e sistemi call conference.

- Incontri ed attività della Task Force on *Mobilising Efforts to Reach the EU Energy Efficiency Targets for 2020* istituita dalla Commissione Europea.
- Incontri ed attività dell'Implementation Working Group per l'efficienza energetica nell'industria (IWG6) dello Strategic Energy Technology Plan (SET Plan).
- Incontri ed attività dell'Energy Efficiency Working Party della IEA - International Energy Agency.
- IEA SHC (Solar Heating e Cooling Programme) incontri internazionali finalizzati alla promozione dell'uso di tutti gli aspetti dell'energia solare termica.
- Incontri ed attività dell'Executive Committee dell'IPEEC - International Partnership for Energy Efficiency Cooperation.
- Incontri ed attività del SR10 - Working Group on Industry e del SR08 - Working Group on Risk assessment dell'Energy Efficiency Financial Institutions Group (EEFIG).
- Incontri ed attività dei Circoli di Qualità dell'ISTAT "Benessere e sostenibilità", "Indicatori e metodologie per la valutazione delle policy", "Popolazione e famiglia; condizioni di vita e

partecipazione sociale”, “Ambiente e territorio”, “Indicatori congiunturali dell'industria e delle costruzioni”.

- Gruppo di lavoro per la redazione della Relazione sulla situazione energetica nazionale del Ministero dello Sviluppo Economico.
- Incontri e attività del Comitato tecnico scientifico del Piano Energetico Regionale della Regione Emilia Romagna.
- Incontri e attività del Comitato direttivo nazionale del Progetto H2020 Build UPON 2 - Boosting low carbon building renovation across Europe.
- Tavolo nazionale presso il MEF per la standardizzazione degli EPC (Energy Performance Contract) secondo il regolamento Eurostat.
- Partecipazione al gruppo consultivo CTI “Software house” per la qualità dei dati contenuti negli Attestati di Prestazione Energetica degli Edifici (APE).
- Tavolo nazionale per la programmazione 2021-2027 della Presidenza del Consiglio dei Ministri.
- Tavoli regionali di partenariato per la programmazione 2021-2027.
- Osservatorio economia circolare e transizione energetica, tavolo energie rinnovabili ed efficienza energetica in Regione Lombardia.
- Tavolo tecnico per la elaborazione del Piano Energetico e Ambientale della Regione Sicilia e supporto per la redazione del relativo Rapporto Ambientale (VAS) (PEARS 2020-2030).
- Tavolo Regionale ristretto della Presidenza della Regione per l'innovazione e lo sviluppo economico (Regione Siciliana).
- Task Force PACC (Piano di Adattamento ai cambiamenti climatici) della Regione Abruzzo.
- Comitato di gestione POR FESR della Regione Abruzzo.

#### Protocolli di intesa, Accordi e Convenzioni

Nonostante le difficoltà legate all'emergenza Covid 19, nel corso del 2020 il Dipartimento DUEE ha formalizzato 13 tra nuovi Protocolli d'intesa, Accordi di collaborazione e Convenzioni con Enti istituzionali, Regioni, Università.

Le principali collaborazioni attivate nel 2020 riguardano la Regione Lazio per la gestione del Sistema Informativo degli Attestati di Prestazione Energetica, la Regione Puglia per il supporto nelle attività di riqualificazione energetica dell'edilizia pubblica e rigenerazione urbana, nella formazione e divulgazione sui temi dell'efficienza energetica; Associazioni di categoria del settore edilizio, impiantistico e immobiliare al fine di accrescere le competenze degli operatori sul tema della performance e dell'efficienza energetica negli edifici sia pubblici che privati.

Il Dipartimento DUEE ha, inoltre, sottoscritto Atti esecutivi con la Città Metropolitana di Roma Capitale (CMR) e con l'Istituto per la promozione dell'innovazione tecnologica (ISNOVA) nell'ambito della formazione professionale nei settori delle energie e delle fonti rinnovabili, nonché sulle connesse tematiche di natura ambientale e di sviluppo sostenibile.

Sono state avviate collaborazioni con la Città Metropolitana di Milano (CMM) e con il Comune di Oristano e l'Unione dei Comuni del Sinis e la Terra dei Giganti al fine di promuovere servizi energetici sostenibili, realizzando azioni in campo ambientale a sostegno delle attività delle Amministrazioni Locali, delle imprese e dei cittadini; con il Dipartimento di Architettura dell'Università degli Studi “G. D'Annunzio” di Chieti-Pescara per una collaborazione di ricerca multidisciplinare nel percorso di transizione energetica, per la rigenerazione urbana attraverso la sostenibilità socio-economico, ambientale ed energetica.

Infine, il Dipartimento DUEE è stato coinvolto dall'Agenzia Nazionale per l'attrazione degli investimenti e lo sviluppo di Impresa (INVITALIA) nell'ambito di una Convenzione con il MiSE in ordine alle attività di assistenza tecnica nella valutazione degli interventi del Programma Operativo Complementare “Energia e Sviluppo dei territori” 2014-2020.

### Progetti nazionali ed internazionali

- Progetti europei: CA-EPBD V, CA-EED2, BEST, TEESCHOOLS, FEEDSCHOOLS, ODYSEE MURE, Progetto MeetMED, HARP, EEPLIANT3, BMB, ANTICSS, PUBLEnEf, GreenAbility, ANTICSS, LEAP4SME, ENPOR, GEAR@SME, LIGHTNESS.
- Tender europea “Assistance technique au programme d'appui de l'Union européenne aux secteurs des énergies renouvelables et de l'efficacité énergétique en Algérie (ENI/2018/404-536) in collaborazione con gli altri Dipartimenti ENEA.
- Progetto “eXTENDing” per migliorare la conformità, l'affidabilità, l'usabilità e la convergenza degli attestati di prestazione energetica (APE) tra i vari paesi europei, e allo stesso tempo supportarne l'evoluzione verso uno schema futuro di APE di prossima generazione.
- Progetto IMPRESS II per il supporto agli organi di regolamentazione e agli enti di standardizzazione, per l'implementazione di metodi di campionamento delle emissioni inquinanti prodotte da sorgenti fisse a partire da impianti industriali fino ad arrivare agli impianti termici civili.
- Progetto ES-PA “Energia e Sostenibilità per la Pubblica Amministrazione”, nell'ambito del Programma Operativo nazionale Governance e Capacità Istituzionale, di cui nel seguito i principali risultati conseguiti/strumenti realizzati fino ad oggi:
  - a) Realizzazione di una metodologia per la produzione di dati di scenario a supporto della pianificazione energetica regionale, attraverso la regionalizzazione degli scenari energetici nazionali elaborati con il modello Times-Italy dell'ENEA;
  - b) Realizzazione di una metodologia di sviluppo dei Bilanci Energetici Regionali, a partire dal Bilancio Energetico Nazionale, in modo coerente con quanto previsto dal Burden Sharing regionale;
  - c) Predisposizione di un tool-box interattivo per l'acquisizione, analisi e definizione di benchmark (a partire dai dati contenuti nel database ENEA) relativo al meccanismo di incentivazione delle detrazioni fiscali del 65% per la riqualificazione energetica del patrimonio edilizio esistente;
  - d) Realizzazione di un manuale per la corretta redazione della diagnosi energetica di edifici pubblici (a partire dalle esperienze già realizzate da ENEA) con metodologie di diagnosi sia leggere che approfondite;
  - e) Linee guida operative per la pianificazione degli investimenti in efficienza energetica degli edifici pubblici;
  - f) Realizzazione di un tool-box per ottimizzare le proposte progettuali di riqualificazione energetica a livello urbano sulla base di una metodologia costi-benefici;
  - g) Messa a punto di uno strumento software per l'autovalutazione del grado di efficienza energetica della PMI allo scopo di progettare interventi di miglioramento;
  - h) Messa a disposizione di strumenti per la realizzazione di campagne di sensibilizzazione promozione di misure per l'uso efficiente dell'energia (piano di comunicazione, tool-box, applicativi web, manuali).

### **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 “Tecnologie, tecniche e materiali per l'efficienza energetica ed il risparmio di energia negli usi finali elettrici degli edifici nuovi ed esistenti” e 1.6 “Efficienza energetica dei prodotti e dei processi industriali”. CNR ed ENEA hanno rappresentato al MiSE le difficoltà riscontrate nello svolgimento delle attività a causa dell'emergenza sanitaria connessa alla diffusione del Covid-19, richiedendo ed ottenendo una proroga di 4 mesi al termine fissato per la conclusione delle attività programmate per il 2020. Il nuovo termine per la conclusione delle attività della Ricerca di Sistema dell'annualità 2020 è fissato al 30 aprile 2021.

I principali risultati raggiunti sono di seguito sinteticamente descritti:

- 1.5 “Tecnologie, tecniche e materiali per l'efficienza energetica ed il risparmio di energia negli usi finali elettrici degli edifici nuovi ed esistenti”: il progetto ha l'obiettivo di sviluppare modelli di uso estensivo del vettore elettrico negli edifici per incrementarne la prestazione energetica, aumentare la quota di energia rinnovabile e integrare sistemi avanzati di gestione e controllo. Nel corso della seconda annualità (2020) sono stati messi a punto test sperimentali e modelli di simulazione finalizzati a valutare le soluzioni e gli strumenti proposti per incrementare le prestazioni energetiche degli edifici nuovi e riqualificati.
- 1.6 “Efficienza energetica dei prodotti e dei processi industriali”: il progetto ha l'obiettivo di realizzare strumenti e metodologie per la promozione e diffusione delle tecnologie ad alta efficienza energetica, allo scopo di favorire il mercato di prodotti più performanti sia a livello di componenti sia a livello di sistemi energetici e contribuire alla riduzione della bolletta energetica nazionale aumentando la competitività del settore produttivo rispetto ai mercati internazionali. Nel secondo anno del programma (2020) le attività di ricerca e le analisi sperimentali, per ciascuna delle tematiche affrontate nel progetto, si sono concentrate su: progettazione e avvio attività legate ai dimostratori, svolgimento attività sperimentali di laboratorio, raccolta e analisi dati, preparazione delle prime attività di informazione e diffusione. Sono state progettate prove sperimentali per la verifica della risposta sismica di pannelli prefabbricati per l'efficientamento energetico degli edifici e si è proseguito nella caratterizzazione del parco edilizio dal punto di vista impiantistico; è stata progettata la campagna informativa sulla nuova etichetta energetica per elettrodomestici e sono proseguite le attività di negoziazione internazionale di nuovi regolamenti di ecodesign; si sono condotte analisi approfondite sugli interventi di recupero termico condotti dalle aziende di diversi settori nazionali ed è stata condotta un'analisi dei potenziali di risparmio energetico per settore merceologico sulla base dei dati delle diagnosi del 2019, validandone i risultati principali attraverso il confronto con alcune associazioni di settore.
- al bando B della Ricerca del Sistema Elettrico con il progetto “Cool\_IT”, sviluppato in partnership fra Italcementi e ENEA, che si prefigge come obiettivo lo sviluppo di Cool Material termocromici e fotocromici, che agiscano sulle proprietà legate alla riflettanza di elementi a matrice cementizia. Le attività svolte riguardano principalmente modellazioni in regime dinamico finalizzate a comprendere il comportamento delle aree urbane e degli edifici su cui sono stati utilizzati *cool materials*. Le modellazioni sono state effettuate in differenti zone climatiche e con differenti destinazioni d'uso degli immobili. Inoltre, è stata messa a punto una serie di protocolli per attivare monitoraggi in campo e test in laboratorio che restituiranno le performances dei materiali sottoposti agli agenti atmosferici e a cicli di invecchiamento accelerati. I risultati di tali attività, integrati al pilot finale saranno in grado di restituire informazioni precise sull'efficacia dei materiali sviluppati.

### **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 2020 da entrambe le Divisioni del Dipartimento. A causa dell'emergenza pandemica le attività si sono svolte utilizzando piattaforme telematiche, sistemi di e-learning e call conference.

- Circa 50 Workshop sul tema efficientamento energetico dei processi industriali;
- Corsi professionalizzanti per Energy Manager ed Esperti in Gestione dell'Energia finalizzati anche all'ottenimento della certificazione da parte terza per i professionisti partecipanti; Corsi per funzionari della PA Locale in collaborazione con GSE su tutto il territorio nazionale; Formazione agli operatori degli Sportelli Energia dei municipi di Roma Capitale (attività in collaborazione con il GSE); Corsi settoriali per la realizzazione delle diagnosi energetiche ai sensi dell'art.8 D.Lgs. 102/2014;
- Partecipazione a più di 200 workshop/seminari organizzati da Associazioni di categoria, operatori del settore, enti locali sul tema efficienza energetica e riqualificazione degli edifici per la rigenerazione delle città diretti a professionisti, imprenditori e tecnici delle pubbliche amministrazioni;

- Azioni di supporto tecnico con il Covenant of Mayors a favore degli Enti Locali per l'adesione e la realizzazione del programma Europeo "Patto dei Sindaci";
- Sviluppo e manutenzione delle piattaforme di E-learning;
- Articoli stampa e web e di servizi radio tv in cui si parla di DUEE e delle sue attività:
  - 6.210 articoli stampa/web;
  - 113 servizi radio/tv.

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

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

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

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

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

Una delle principali ricadute delle attività svolte dal Dipartimento è rappresentata dall'aver facilitato le interazioni fra gli attori istituzionali e gli operatori privati verso obiettivi e progetti comuni, identificati da provvedimenti normativi e misure di politica energetica, sfruttando le rispettive competenze e le specifiche necessità, oltretutto 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, in coerenza con il ruolo assegnatole all'interno dell'Agenzia, assicura il rispetto delle leggi e della normativa in materia di protezione dalle radiazioni ionizzanti per tutte le attività svolte nei Centri ENEA, persegue - attraverso attività di ricerca e qualificazione - l'innovazione dei metodi e l'accrescimento delle competenze e fornisce supporto tecnico scientifico alle Istituzioni e Autorità operanti nel settore.

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

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

### PRINCIPALI RISULTATI RAGGIUNTI NELL'ANNO 2020, CON RIFERIMENTO AGLI OBIETTIVI INDICATI NEL PIANO DELLA PERFORMANCE 2020 - 2022

#### **IRP.OS.01 - Assicurare la sorveglianza di radioprotezione individuale ed ambientale in ENEA incrementando la fornitura di servizi tecnici avanzati all'esterno e sviluppando e ottimizzando le tecniche analitiche, le valutazioni dosimetriche e di radioprotezione**

L'obiettivo triennale dell'Istituto di Radioprotezione discende direttamente dal ruolo assegnatole all'interno dell'Agenzia e dalle tre finalità principali dell'Istituto: assicurare all'Agenzia la sorveglianza fisica di radioprotezione *ex lege*, svolgere attività di ricerca al fine di sviluppare metodi ottimizzati e innovativi nonché mantenere la qualità della radioprotezione in ENEA adeguata allo stato dell'arte internazionale e, infine, fornire servizi tecnici avanzati anche all'esterno.

Le attività di *sorveglianza fisica di radioprotezione ex lege* sono state tutte assicurate anche nel periodo di emergenza sanitaria nazionale e i periodi ad accesso limitato ai Centri ENEA, rientrando esse fra i servizi indifferibili per cui è stato organizzato, al minimo indispensabile. Tra l'altro, nel 2020, le esigenze interne sono state anche superiori rispetto al previsto.

Nel corso del 2020 è stata assicurata la sorveglianza fisica di radioprotezione per le tutte le 60 pratiche con radiazioni ionizzanti nei Centri ENEA di Bologna (inclusi Laboratori di Montecuccolino e Faenza), Brasimone, Brindisi, Casaccia, Frascati, Portici, Saluggia, Santa Teresa e Trisaia. Per realizzare tutti gli adempimenti della sorveglianza di radioprotezione, l'Istituto si è avvalso di tutti e 4 i Laboratori della struttura IRP.

Gli *esperti di radioprotezione* (ex art.130 del D.Lgs. 101/2020), incaricati dai Datori di Lavoro dell'ENEA per le rispettive pratiche con impiego di radiazioni ionizzanti, hanno assicurato tutte le valutazioni dosimetriche (oltre 500) per i lavoratori ENEA esposti alle radiazioni ionizzanti e relazioni tecniche (circa 100) per ogni disposto di legge in materia di radioprotezione. Il *personale tecnico di radioprotezione operativa*, sotto la supervisione degli Esperti Qualificati, ha eseguito oltre 400 sopralluoghi di verifica negli ambienti di lavoro che hanno richiesto l'esecuzione di oltre 11.000 misure dirette ed indirette, con un incremento di esigenze di circa 4.000 misure straordinarie rispetto all'anno 2019 per alcune delle pratiche ENEA, realizzate comunque senza alcun disservizio, nonostante le condizioni di accesso limitato alle attività in presenza.

Per i Centri di Casaccia e Trisaia sono state completate quasi 3.000 misure radiometriche previste dalla rete di sorveglianza ambientale, rispettivamente oltre 2.000 per il sito CR Casaccia ex art. 97 D.Lgs. 101/2020 e circa 700 del sito Trisaia ai fini della certificazione ambientale.

Per il sito CR Casaccia è stato inoltre redatto ed inviato alle Autorità vigilanti, per conto degli Esercenti degli impianti ivi operanti (ENEA, SOGIN e Nucleco), il rapporto annuale di monitoraggio della radioattività ambientale. È stata inoltre assicurata la formazione degli addetti con circa 20 corsi specifici di addestramento e aggiornamento per le squadre di emergenza per gli aspetti di radioprotezione del CR Casaccia, nonché l'esecuzione di 3 prove di emergenza (1 dell'intero sito e 2 di singoli Impianti). Il monitoraggio individuale di radioprotezione per i 300 lavoratori esposti alle radiazioni ionizzanti nei vari Centri ENEA è stato anch'esso assicurato e gestito dall'Istituto, attraverso la fornitura di oltre 9.000 dosimetri personali ed il coordinamento ed esecuzione di oltre 600 misure di contaminazione interna.

Sono state inoltre garantite le tarature periodiche (54) per parte della strumentazione di radioprotezione, ed anche il monitoraggio straordinario per la concentrazione di gas radon per alcuni ambienti di lavoro del CR Frascati.

Anche nel 2020, l'attività di *consulenza alle Unità dell'Agenzia per valutazioni di radioprotezione e di caratterizzazione radiologica per attività da avviare e/o dismettere* è stata particolarmente intensa per il CR Frascati per la dismissione dell'Impianto FTU, per la realizzazione dell'Impianto DTT (Divertor Tokamak Test facility) anche attraverso la conduzione della specifica *task force* istituita dal Dipartimento FSN. Sono state necessarie anche valutazioni straordinarie ai fini delle modifiche degli acceleratori per gli Impianti TOP-IMPLART e FEL-CATS (tutti di competenza FSN). Per il CR Trisaia, per le attività di rimozione delle parti residue dell'Impianto Magnox sono state predisposti specifici rapporti di caratterizzazione e documenti necessari, su richiesta delle Autorità vigilante (ISIN e la Conferenza dei servizi) al completamento della operazioni, nonché supportato il RUP per la revisione di documenti predisposti da Nucleco per il Piano Operativo per la rimozione piuttosto complessa del serbatoio interrato. Per il CR Trisaia, è stata anche fornito supporto ai fini della caratterizzazione radiologica delle acque estratte attraverso il sistema MISOP realizzato su indicazione della Conferenza dei Servizi Regionale a seguito dell'inquinamento convenzionale in aree circostanti. Nel CR Casaccia sono state, invece, necessarie valutazioni straordinarie per l'Impianto TRIGA mentre per il CR Bologna è stato redatto il rapporto finale di caratterizzazione del sito dell'Impianto RB3 da accompagnare alla richiesta di revoca del Decreto di licenza di esercizio, inviata a cura ISER nel luglio 2020.

È stata inoltre dedicata particolare attenzione alla redazione ed aggiornamento di procedure di sorveglianza e misure di radioprotezione.

Per tutte le attività sopra descritte sono stati redatti 38 specifici documenti tecnici progettuali e/o documenti straordinari richiesti dalle Autorità vigilanti e/o necessarie per l'Agenzia.

La *fornitura di servizi tecnici avanzati* all'utenza esterna continua ad essere rilevante sia per l'aspetto finanziario (entrate per 1.500 k€) che per il riscontro da parte degli utenti, che ha riguardato:

- noleggio e lettura di circa 20.000 dosimetri personali per tutti i tipi di radiazioni per oltre 100 utenti;
- 3.500 valutazioni di monitoraggio della concentrazione di radon per 170 utenti, tra cui Eni;
- 3.000 misure di contaminazione interna, sia dirette che indirette per 11 utenti, fra cui Nucleco, Sogin, ISIN, INFN.
- 300 misure radiometriche in campioni di varia origine per vari tipi di radionuclidi per 5 utenti, tra cui Nucleco ed Eni.

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 molto buoni ottenuti nelle partecipazioni a 9 interconfronti internazionali (audit esterni). Due in meno rispetto al previsto solo a causa della cancellazione da parte degli stessi organizzatori per la emergenza Covid-19.

Non sempre è stato possibile realizzare le sessioni sperimentali di alcune *attività di ricerca*, ed in generale la maggior parte sono state rimandate a causa del ridotto accesso ai Centri ENEA e per poter dare priorità alle attività indifferibili di sorveglianza di radioprotezione. Tuttavia, nonostante le difficoltà sperimentali e l'accesso limitato ai CR ENEA, sono state portate a termine due linee di studio relativamente alla dosimetria esterna e al gas radon. Ciò ha permesso di *ottimizzare la fornitura dei servizi tecnici avanzati* ed introdurre una nuova tipologia di dosimetro, il *dosimetro per il cristallino*, da fornire ad Utenti esterni

attraverso il servizio di dosimetria esterna dell'ENEA, in risposta alle recenti raccomandazioni internazionali sulla riduzione del limite di dose per tale organo, ora implementato anche a livello di normativa nazionale. Inoltre, un nuovo lettore per rivelatori radon è stato inserito definitivamente nella routine del servizio di misura della concentrazione del gas radon, riducendo i tempi di lettura e migliorando l'accuratezza complessiva di misura.

In ambito internazionale, IRP ha quasi completato le attività previste nel progetto europeo (2017-2020) *EMPIR PREPAREDNESS - Metrology for mobile detection of ionising radiation following a nuclear or radiological incident* - la cui scadenza è stata posticipata al 31/01/2021. Le attività hanno riguardato prevalentemente la qualificazione delle misure con strumentazione portatile a basso costo utilizzabili anche da privati cittadini. Gli strumenti sono stati qualificati e testati attraverso prove di interconfronto. Inoltre, sono stati analizzati 10 tipi di dosimetri passivi, in uso in routine, ai fini della determinazione dell'equivalente di dose ambientale in condizioni di emergenza. Le pubblicazioni inerenti avverranno nel 2021.

Le principali attività di studio sono state documentate in 13 pubblicazioni internazionali con *peer review (IF)*, 4 relazioni a congressi internazionali, 5 pubblicazioni nazionali e 18 Rapporti Tecnici.

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

L'Istituto è:

1. in costante rapporto con le seguenti organizzazioni: *EURADOS* (European Radiation Dosimetry group), *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;
2. collabora con il Joint Research Centre della Commissione Europea per le tematiche specifiche della radioprotezione anche nell'ambito del Memorandum of Understanding n° 34497 tra il JRC e l'ENEA (2016-2020) e per specifici accordi e collaborazioni con l'Unità G10 -Knowledge for Nuclear Safety, Security & Safeguards - Radioactivity Environmental Monitoring Group e - E.1 Disaster Risk Management Unit;
3. è membro della rete di Laboratori ALMERA, istituita da IAEA e membro del consiglio scientifico di PROCORAD, associazione privata cui aderiscono i principali laboratori nel campo delle misure di radiometria degli escreti;
4. è consulente tecnico-scientifico del 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;
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. dal 2020 è anche socio collettivo della Associazione Italiana di Radioprotezione, la principale associazione scientifica nel campo della radioprotezione a livello nazionale nell'ambito del quale i ricercatori contribuiscono a iniziative di confronto, e collaborazioni.

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 e ne presiede la Sottocommissione 2 *Protezione dalle radiazioni* della Commissione tecnica *Tecnologie nucleari e radioprotezione* dell'UNI e in questo ambito coordina rappresentanti di altre organizzazioni nazionali (Ispra, ARPA regionali, ANPEQ, AIRP, AIFM, INFN, SOGIN, VVFF) e private (Ametek, Unsider, Atlaservice) per la redazione ed il recepimento della normativa tecnica internazionale a livello italiano.

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

Oltre a garantire all'Agenzia stessa i servizi e la consulenza per le esigenze di radioprotezione, di monitoraggio e caratterizzazione radiologica di materiali e siti, le attività dell'Istituto impattano in modo particolare in ambiti che spaziano dal *decommissioning* nucleare alla medicina e, in generale, alle attività produttive, sanitarie e di ricerca che impiegano le radiazioni ionizzanti (anche di origine naturale).

Gli studi sulla radioattività ambientale di origine antropomorfa e naturale rivestono grande interesse in ambito nazionale e internazionale, non solo per gli aspetti di sicurezza nucleare, ma anche per la promozione di un sistema economico sostenibile. D'altra parte, i servizi tecnici avanzati, forniti in alcuni casi in modo esclusivo a livello nazionale e rivolti ad una utenza di settore ormai consolidata, rappresentano una competenza e potenzialità tecnica unica per completezza a livello nazionale che è messa in ogni possibile ed opportuna occasione al servizio del Paese. Anche le collaborazioni instaurate con le autorità Ministeriali e gli Enti di Ricerca per tutti gli aspetti di radioprotezione delle radiazioni ionizzanti testimoniano come l'impegno profuso per mantenere ed implementare competenze, capacità operative e tecniche di indagine permettano oggi di offrire al Paese un sistema di competenze e servizi tecnici avanzati altamente qualificati.

## Unità Tecnica Antartide (UTA)

---

**Responsabile: Elena Campana**

### FINALITÀ E STRATEGIE

L'Unità Tecnica Antartide (UTA) organizza e realizza le Campagne in Antartide nell'ambito del Programma Nazionale di Ricerche in Antartide (PNRA) del MIUR, in ragione del Decreto Interministeriale MIUR-MiSE del 30 settembre 2010 che affida all'ENEA il compito relativo all'attuazione logistica delle spedizioni scientifiche in Antartide.

Il ruolo dell'Unità, in esecuzione del Programma Esecutivo Annuale elaborato insieme al CNR e approvato 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.

A UTA fanno inoltre riferimento tutti i progetti scientifici finanziati dal PNRA per la loro realizzazione operativa.

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. Mentre il personale di UTA, per le attività organizzative condotte in Italia, si attesta intorno alle 40 unità, alle Spedizioni antartiche partecipano mediamente 200 persone.

Le risorse finanziarie sono messe a disposizione dal MUR su base annua; su 23 M€ di finanziamento del Programma Esecutivo Annuale del PNRA, almeno 16 M€ sono assegnati alle attività di competenza di UTA.

### PRINCIPALI RISULTATI RAGGIUNTI NELL'ANNO 2020, CON RIFERIMENTO AGLI OBIETTIVI INDICATI NEL PIANO DELLA PERFORMANCE 2020 - 2022

L'obiettivo triennale dell'Unità - **UTA.OS.01 – Assicurare l'attuazione, quanto alle azioni tecniche, logistiche e organizzative, delle Spedizioni del PNRA in ottemperanza al Decreto Interministeriale MIUR-MiSE del 30 settembre 2010** - discende direttamente dalle finalità sopra descritte.

Gli obiettivi annuali di UTA sono perciò ricorrenti, anno dopo anno, nel rispettare tempi e modi di esecuzione del Programma Esecutivo Annuale (PEA) che viene elaborato da UTA insieme al CNR e approvato dal MIUR.

Nei primi mesi del 2020 è stata portata a compimento la 35ma Spedizione antartica, che si è svolta del tutto in linea con le previsioni del PEA 2019 e che ha visto l'impiego di 251 persone di cui 137 con compiti logistici e lo svolgimento delle attività relative a 45 progetti di ricerca. Per quanto riguarda i trasporti antartici intercontinentali ci si è avvalsi di un Hercules C-130J dell'Aeronautica Militare e di un Airbus A319 dell'Australian Antarctic Division. I trasporti continentali sono stati garantiti con Basler e Twin Otter nonché elicotteri. Il rifornimento di carburante e di merci è stato garantito con la Nave Laura Bassi, di proprietà dell'OGS, a bordo della quale si è inoltre svolta la Campagna di ricerca oceanografica.

Nel secondo semestre 2020 si è dato avvio alla pianificazione delle attività previste per la 36ma Spedizione che tuttavia, a causa dell'emergenza Covid 19, in accordo con il CNR è stata configurata come una Spedizione in emergenza. La Spedizione ha visto la partecipazione di un numero limitato di personale veterano (circa 60 tra logistici e personale scientifico) e lo svolgimento delle sole attività scientifiche e logistiche ritenute indifferibili (22 progetti di ricerca). Tra queste la campagna oceanografica svolta a bordo della Nave Laura Bassi, presa in carico dal PNRA anche come supporto ad attività logistiche.

Il finanziamento della Spedizione è stato conseguentemente ridotto dai previsti 16 M€ a 10 M€.

Si sottolinea che tale riduzione non ha comunque influito sugli obiettivi indicati nel Piano delle performance.

La Campagna estiva 2020-21 ha avuto inizio il giorno 30 ottobre 2020 con l'arrivo presso la Stazione Mario Zucchelli del gruppo di apertura.

La 16ma Campagna invernale presso la Stazione italo-francese "Concordia" si è conclusa il 12 novembre con il contestuale avvio della Spedizione estiva.

Per quanto riguarda le attività propedeutiche all'avvio della Spedizione, il previsto training riservato ai partecipanti alla 17ma Campagna invernale a Concordia, unici a non essere stati selezionati esclusivamente tra personale veterano, è stato effettuato da remoto.

Per tutti i partecipanti UTA ha inoltre garantito la gestione del personale di Spedizione, gestione che comprende l'organizzazione delle visite mediche presso gli Istituti di Medicina Aerospaziale dell'Aeronautica Militare, la gestione della biglietteria aerea verso l'emisfero australe, la copertura assicurativa, ed il trattamento di missione (diaria e indennità antartica).

UTA ha garantito inoltre il trasporto, tramite vettori commerciali, dei beni logistici e scientifici dall'Italia all'emisfero australe.

In aggiunta a tali attività quest'anno è stato necessario organizzare un periodo di quarantena obbligatoria sia a Christchurch sia ad Hobart, nonché elaborare e quindi gestire un protocollo sanitario volto a scongiurare il pericolo di introdurre il Covid in Antartide, sulla base di linee guida internazionali elaborate dal COMNAP.

Per quanto riguarda i trasporti aerei verso l'Antartide ci si è avvalsi del supporto statunitense per il trasferimento del primo gruppo incaricato di aprire la Base MZS e di un aereo Airbus A319 con partenza da Hobart per il trasferimento del restante personale.

Per i trasporti continentali è stato confermato il nolo annuale di velivoli Basler BT-67 e di elicotteri Ecureuil AS-350/B2 per le attività a corta-media distanza da MZS.

Per garantire il funzionamento delle Stazioni antartiche sono state condotte nel corso del 2020 le necessarie attività di progettazione e di approvvigionamento per l'intera gamma dei servizi tecnici necessari, che spaziano dalle esigenze primarie (mensa, alloggio, riscaldamento, sanità) a quelle tecniche sia di base che di supporto alla ricerca (telecomunicazioni, informatica, impiantistica, laboratori, mezzi di trasporto a corto raggio terrestri e marini, ecc.).

Il progetto nazionale FISR, Progetto "Aviopista" ed il progetto comunitario "Beyond Epica" sono stati sospesi e le attività previste rinviate al 2021.

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

Il PNRA è un programma scientifico del MIUR che coinvolge direttamente, oltre all'ENEA, il Consiglio Nazionale delle Ricerche (CNR), la Commissione Scientifica Nazionale per l'Antartide (CSNA), Università ed Enti di ricerca nazionali (INGV, OGS, ISPRA).

La gestione della base antartica permanente Concordia avviene in collaborazione strettissima con l'Istituto Polare francese (IPEV), con il quale annualmente si concordano e realizzano le attività logistiche e scientifiche in base. Inoltre, le attività logistiche in Antartide sono frequentemente realizzate in collaborazione con altri Programmi antartici stranieri, attraverso i rispettivi organismi attuatori.

Nel corso del 2020 sono state positivamente condotte attività in cooperazione con i Programmi polari statunitense (NSF), neozelandese (AntNZ), inglese (BAS), tedesco (BGR), australiano (AAD), coreano (KOPRI).

Occorre inoltre sottolineare che le attività antartiche sono inserite nel sistema internazionale del Trattato Antartico, al quale l'Italia ha aderito nel 1981 divenendo parte contraente nel 1987 in virtù della istituzione del PNRA. In tale ambito, nel corso del 2020 l'Unità Tecnica Antartide ha partecipato alla XXXII riunione annuale del *Council of Managers of National Antarctic Programs* (COMNAP) che si è tenuta in modalità on line mentre sono state rinviate le riunioni annuali dell'*Antarctic Treaty Consultative Meeting* (ATCM) del *Committee for Environmental Protection* (CEP) e della *Commission for the Conservation of Antarctic Marine Living Resources* (CCAMLR).

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

L'Antartide è caratterizzato da condizioni climatiche estreme (vento e temperatura) che lo rendono un sito particolarmente adatto a test di nuove tecnologie e studi sul comportamento umano. Le ricadute economiche e tecnologiche sul sistema industriale (principalmente PMI e programmi spaziali) sono potenzialmente interessanti, ma di difficile quantificazione, e non possono che essere indirette.

## Direzione Innovazione e Sviluppo (ISV)

---

**Direttore: Alessandro Coppola**

### FINALITÀ E STRATEGIE

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

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

Sul piano organizzativo, dal 1° agosto 2020, la Direzione COM si è riorganizzata in Servizi, realizzando con essi dei "centri di competenza" per le attività di maggior rilevanza ai fini della propria "mission" e dando vita alla Direzione Innovazione e Sviluppo (ISV) che, al suo interno, dispone di un'apposita unità di trasferimento tecnologico (Divisione Sviluppo Tecnologico); ciò con l'obiettivo non solo di promuovere ancora più efficacemente le attività di ricerca e i servizi dell'ENEA verso controparti industriali ed Istituzionali, ma anche di ridurre gli oneri burocratici e relazionali delle Unità tecniche attraverso una più efficiente centralizzazione delle competenze specialistiche comunque indispensabili.

### PRINCIPALI RISULTATI RAGGIUNTI NELL'ANNO 2020, CON RIFERIMENTO AGLI OBIETTIVI INDICATI NEL PIANO DELLA PERFORMANCE 2020 – 2022

L'obiettivo triennale **COM.OS.01 – Promuovere e valorizzare il ruolo dell'Agenzia nel trasferimento al territorio dei risultati della ricerca e nelle collaborazioni con le Università; promuovere, facilitare l'accesso e supportare la partecipazione delle Unità Organizzative a programmi e opportunità di finanziamento internazionali, europei, nazionali e regionali** discende direttamente dal ruolo assegnatole all'interno dell'Agenzia, che ha tre finalità principali: la promozione del ruolo dell'ENEA nei confronti della committenza, la valorizzazione e il trasferimento dei risultati della ricerca, il supporto alle Unità Organizzative per la partecipazione a programmi e opportunità di finanziamento internazionali, europei, nazionali e regionali.

La Direzione ha fronteggiato la fase di emergenza dovuta al COVID-19 ridefinendo le modalità di interazione interne ed esterne e proseguendo in contemporanea nella fase di riorganizzazione delle attività della Direzione.

Nel corso del 2020 è stata data piena operatività al Piano Triennale di Realizzazione ENEA 2019-2021 per la Ricerca di Sistema Elettrico in ragione del quale è stato stipulato fra MiSE, ENEA, RSE S.p.A. e CNR un Accordo di Programma 2019-2021 per le attività di ricerca e sviluppo di interesse generale per il sistema elettrico nazionale. L'ENEA ha stipulato 151 accordi di collaborazione con 151 co-beneficiari. A seguito dell'erogazione del contributo da parte del MiSE, si è poi provveduto: al trasferimento delle quote di anticipo, pari al 10% dell'importo contrattuale, spettante ai co-beneficiari stessi; alla predisposizione, pubblicazione e validazione sul portale telematico della Cassa per i Servizi Energetici ed Ambientali dello stato di avanzamento dei lavori (gennaio-dicembre 2019) delle attività tecnico-scientifiche e dei rendiconti economico-finanziari dei 10 progetti di cui ENEA svolge il ruolo di coordinatore.

Sono inoltre proseguite nel 2020 le attività di coordinamento del progetto ES-PA "Energia e Sostenibilità per la PA" e quelle del servizio Help Desk, a supporto di utenti esterni e stakeholder. In particolare, è stata effettuata la rendicontazione delle spese di personale per il periodo settembre 2019 - agosto 2020 e una prima quota di altri costi relativi al 2018 per un importo totale per l'ENEA di oltre 1,2 milioni di euro, e altre spese relative al 2018-2019, per un valore pari a circa 228.000 euro, sono in corso di validazione. È stata inoltre elaborata una rimodulazione dell'intero progetto per venire incontro alle esigenze di

riorganizzazione delle attività e della spesa dei Dipartimenti, anche a seguito della situazione pandemica. Nell'ambito dell'attività di promozione del progetto, sono stati organizzati diversi webinar, in particolare una serie dedicata alle tematiche dell'efficienza energetica, ed è stato costantemente curato l'aggiornamento del sito web.

Nel corso del 2020 la Direzione ha continuato ad assicurare alle strutture tecniche dell'Agenzia, tramite la propria Divisione Sviluppo Tecnologico le competenze amministrative e giuridiche per la definizione e gestione dei rapporti contrattuali con la Committenza (tale supporto ha riguardato circa 40 *Consortium Agreement*, 17 *Non Disclosure Agreement*, 5 *Memorandum of Understanding*, 10 contratti di ricerca collaborativa e oltre 40 altre tipologie di contratto, tra cui 4 accordi di licenza) e degli istituti giuridici di proprietà intellettuale (depositate 11 nuove domande di brevetto in priorità e 4 marchi presso l'Ufficio Italiano Brevetti e Marchi, richieste le estensioni PCT per due domande di brevetto italiane e avviate le fasi nazionali ed EPO per 5 titoli brevettuali). Nell'anno è proseguita anche l'attività di sensibilizzazione, attraverso contatti mirati rivolti ad imprese selezionate, per l'iscrizione al Knowledge Exchange Program che, al 31 dicembre 2020, vede 201 aziende registrate. È stato acquisito il progetto KEP 2.0, presentato nel mese di febbraio 2020 in risposta ad un Bando del MiSE, che prevede l'attivazione di due posizioni di "Knowledge Transfer Manager" a tempo determinato che andranno ad affiancare ed integrare il lavoro dei Knowledge Exchange Officer (KEO) del programma KEP. La Direzione ha continuato, inoltre, ad assicurare il coordinamento del Programma di Proof of Concept, messo a punto per sostenere lo sviluppo di tecnologie con un basso grado di maturità tecnologica - purtroppo fortemente penalizzato nel suo sviluppo a causa dell'emergenza COVID-19 – cui si è aggiunta una ulteriore iniziativa di Proof of Concept (PoC) seguita dal Servizio ISV-MARK finalizzata allo sviluppo di tecnologie protette da brevetto ENEA, grazie ad un finanziamento acquisito in seguito alla partecipazione ad un bando MiSE dedicato.

Nel corso dell'anno, in seguito alla stipula di apposita Convenzione, il MiSE ha affidato ad ENEA le attività di valutazione tecnico-scientifica dei progetti di cui all'intervento agevolativo "Economia Circolare" (DM 11 giugno 2020) alle quali la Direzione partecipa, in collaborazione con il Dipartimento SSPT per la parte tecnica, gestendo l'attività di interfaccia con lo stesso MiSE e con INVITALIA, soggetto deputato alla valutazione economico-finanziaria delle medesime iniziative.

È stato predisposto, a cura del Servizio ISV-MARK, il nuovo Regolamento Spin-off ENEA che aggiorna la regolamentazione esistente, aumentando il sostegno alle iniziative imprenditoriali dei ricercatori ENEA volte a trasferire sul mercato i risultati della ricerca interna e aprendo il processo di creazione di nuova imprenditorialità interno al sistema innovativo nazionale, prevedendo un presidente della Commissione Spin-off ENEA esterno con esperienza nell'ambito della creazione e sviluppo di impresa.

Attraverso il Servizio COM-INT, che ha operato fino a luglio 2020, la Direzione ha contribuito al posizionamento di ENEA in ambito internazionale: è stato siglato un nuovo *Memorandum of Understanding* con l'Università di Mekelle in Etiopia, Paese prioritario per le politiche di Cooperazione italiana, ed è stata conclusa la negoziazione di accordi collaborazione S&T con due Università indiane: l'Università Tecnologica Statale del Madhya Pradesh (RGPV) e la Lovely Professional University (LPU).

Per sostenere l'internazionalizzazione del sistema produttivo italiano, è stata negoziata una Convenzione con flussi finanziari tra MAECI ed ENEA con la DG Sistema Paese del MAECI, per la realizzazione di un piano di promozione integrata volto a rafforzare l'internazionalizzazione del sistema paese attraverso iniziative mirate da realizzare in paesi di rilevanza strategica per l'export nazionale, con risorse economiche pari a 80.000 euro (valore della Convenzione).

Tra le altre attività a supporto del MAECI si è conclusa la selezione di un esperto ENEA da assegnare per un periodo di tre anni presso l'Ufficio IX della Direzione Sistema Paese (DGSP) del MAECI.

Si è contribuito alla notifica annuale sulle attività cooperazione allo sviluppo ENEA 2020 al MAECI-DGCS trasmettendo i dati richiesti per la predisposizione della relazione annuale sull'attuazione della politica di Cooperazione allo Sviluppo.

Nel quadro della mobilità internazionale e nella cornice delle Convenzioni con l'ICTP (*International Center for Theoretical Physics*) è proseguita l'attività a sostegno dei borsisti e delle fellowship internazionali da parte del Servizio COM-INT e successivamente del Servizio ISV-RELIST.

I risultati raggiunti da agosto a dicembre attraverso il Servizio ISV-FUND sono riconducibili a tre principali filoni: la mappatura, diffusione e supporto alla partecipazione delle Unità Organizzative a programmi e opportunità di finanziamento internazionali, europei, nazionali e regionali e l'organizzazione di eventi formativi in collaborazione con APRE e ISV-STP per favorire la transizione dal quadro di programmazione attuale, in chiusura, al nuovo Framework Programme Horizon Europe; l'attività di valutazione dei principali risultati quali-quantitativi in termini di presentazione di proposte progettuali in collaborazione con ISV-STP, al fine di perfezionare il supporto progettuale ai Dipartimenti, in occasione dell'uscita dei bandi della nuova programmazione europea e nazionale; il supporto alle attività di coordinamento con riferimento ai Programmi/Progetti interdipartimentali attualmente in essere (Accordo di Programma ENEA/MiSE Ricerca di Sistema Elettrico ed ES-PA già citati).

La Direzione, attraverso il Servizio ISV-RELIST, ha garantito le relazioni Istituzionali, con iniziative con Parlamento e Governo in stretta collaborazione con il Vertice, i Dipartimenti e le Unità dell'ENEA (PNR, PNIR, *Piano nazionale di ripresa e resilienza (PNRR)*, DDL Salva mare, Pulviris, PEWEC). Attraverso la collaborazione con i Ministeri ha supportato le attività nell'ambito della Ricerca del Sistema Elettrico (MiSE), Fondazione ENEA Tech, Patto dei Sindaci e Comitato delle Regioni (Italia e UE), KPMG. Sotto il profilo regolamentare ha contribuito al processo di aggiornamento delle Direttive RED II ed EED (rinnovabili ed efficienza energetica, rispettivamente), *Clean Hydrogen Alliance; Italian Batteries Alliance; SET PLAN, Clean Energy Transition Partnership (CETP)*. Ha consolidato e rafforzato l'interfaccia fra l'interno e l'esterno, rafforzando il posizionamento dell'Agenzia e individuando le azioni, gli interventi, i possibili partenariati e le opportunità - anche in termini di progettualità e di finanziamenti - per valorizzare le competenze dell'Agenzia. Nel quadro della cooperazione scientifica sono stati stipulati Accordi Bilaterali di Cooperazione scientifica e tecnologica (fra cui: RES4AFRICA, UNESCO, VIU Venice International University) e promozione internazionale (bando CEI, eventi InnovitalyUAE-cooperazione bilaterale con l'Ambasciata d'Italia in Abu Dhabi in materia di R&I, eventi EXPO 2021 Dubai) e sono stati assicurati i rapporti con OCSE, AIE, IEAE e con le Rappresentanze delle Ambasciate Italiane all'estero. Ha supportato le strutture tecniche nell'accesso alle opportunità attraverso una azione di lobby nella ricerca di partner e presso i servizi della Commissione. I maggiori risultati: EIT KIC UM, tender World Bank, Kazakhstan, AFD – EGYPT; call Green Deal, FEEDSCHOOLS. Infine, ha promosso la partecipazione attiva ai tavoli di lavoro per accrescere le relazioni e potenziare le attività e collaborazioni per ENEA per posizionamento strategico in EU (RPUE, CE, Parlamento UE). I maggiori risultati: sede dell'Associazione MEDENER ubicata presso l'Ufficio ENEA di Bruxelles e approvazione del nuovo progetto meetMED II, accordo con ARERA per condivisione sede per sinergie.

ISV si è anche dotata del Servizio Supporto Tecnico e Pianificazione operativa (ISV-STP) che ha eseguito la mappatura dei processi assegnati verso le risorse umane disponibili. I risultati sono stati raggiunti grazie al massiccio uso di videoconferenze e strumenti di lavoro collaborativo e sono riconducibili essenzialmente: alle attività di Legal Entity Appointed Representative (LEAR) e Account Administrator, gestione banche dati, "proposte" e "contratti UE", analisi e reportistica direzionale sulle performance ENEA in H2020; alle attività di supporto tecnico ed organizzativo, alle procedure interne ISV ed ENEA e supporto alla Direzione per la redazione di documenti strategici (PP, PCPTC, bilancio); al supporto tecnico scientifico per la realizzazione di procedure a supporto organizzativo e tecnico alla gestione di progetti (procedure definizione costi del personale, mappatura dei sottoprocessi per ospitalità curriculari).

URP ha adempiuto, in coordinamento con l'Unità Relazioni e Comunicazione, agli obblighi normativi in materia di Ufficio per le relazioni con il pubblico.

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

I principali interlocutori sono quelli citati nelle collaborazioni e nella struttura dell'ENEA alla quale si fornisce supporto, incluse le Istituzioni scientifiche e soggetti di altri Paesi, governativi e non, a livello nazionale e internazionale. Gli interlocutori principali sono la PA centrale, Governo e Parlamento, le organizzazioni europee e internazionali e altri soggetti terzi stakeholder (europei), in considerazione delle attività finalizzate principalmente alla formalizzazione di convenzioni, accordi di programma, protocolli di intesa fra le strutture dell'Agenzia nonché a favorire l'accesso e la partecipazione ai fondi di

finanziamento europei e più ampiamente internazionali per attività di ricerca ed innovazione, oltre che alla stipula di accordi commerciali per azioni di trasferimento tecnologico o partnership pubblico-privato con referenti del settore privato. Infine la Direzione partecipa attivamente alle attività organizzate dall'Associazione NETVAL (Network per la valorizzazione della ricerca, che include tra i soci la maggior parte delle Università italiane e i principali Enti pubblici di ricerca) ed è membro di TAFTIE (Network europeo delle Agenzie per l'Innovazione) e del TTO Circle (che include tra i suoi membri i principali enti di ricerca pubblica a livello europeo).

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

La Direzione ISV gioca essenzialmente il ruolo di mediatore tra l'offerta tecnico-scientifica dell'Agenzia e le necessità del sistema industriale, con l'ambizione di voler rappresentare il "punto di ingresso" al mondo ENEA e alle sue potenzialità, nella continua ricerca di soluzioni innovative, competenze, risorse strumentali, prodotti e servizi adatte alle esigenze dei diversi interlocutori. Le ricadute economiche e tecnologiche sono dunque indirizzate verso l'intera Agenzia e derivano da un'azione sinergica di knowledge exchange con il mondo industriale al quale viene offerta l'opportunità di acquisire e implementare i risultati sviluppati nell'ambito delle attività di ricerca svolte dall'Agenzia, anche attraverso specifici accordi per l'accesso ai suoi brevetti e al know how dei suoi ricercatori. La Direzione ISV assicura nel contempo alle unità tecniche dell'Agenzia una tempestiva informazione sui possibili canali di finanziamento pubblico e privato a livello locale, nazionale ed internazionale, promuovendo la presentazione di proposte a bandi di finanziamento ad ogni livello, grazie alle relazioni attive con le potenziali controparti contrattuali quali Unione Europea, Organismi internazionali, PA centrale, Governo e Parlamento, Regioni ed enti locali.

## Unità Relazioni e Comunicazione (REL)

---

**Responsabile: Maria Cristina Corazza**

### FINALITÀ E STRATEGIE

L'Unità Relazioni e Comunicazione (REL) progetta, sviluppa, gestisce e rende disponibili attività di comunicazione, informazione, realizzazione di eventi, di siti, materiale informativo, manifestazioni e di relazioni esterne, secondo quanto previsto dal Piano della performance 2020-2022. In coerenza con le strategie individuate dai Vertici e in relazione agli obiettivi previsti, l'Unità individua i canali di comunicazione/contatto più efficaci per raggiungere i soggetti di interesse dell'Agenzia; in particolare, l'Unità supporta e pone al servizio del Vertice e di tutta la Struttura servizi, iniziative, progetti per rafforzare l'immagine e il posizionamento dell'ENEA, far conoscere, promuovere, valorizzare la notorietà di prodotti e servizi dell'Agenzia e contribuire così ad accrescere la richiesta esterna. Tali obiettivi vengono perseguiti con la diffusione di notizie attraverso il settimanale in italiano e in inglese Eneainform@, la presenza sui principali social network –Facebook, LinkedIn, Twitter e Instagram– e, dal gennaio 2019, con il magazine quadrimestrale "Energia, Ambiente e Innovazione". Nel 2020 l'Unità ha realizzato anche video e materiali promozionali nell'ambito di una convenzione con il Ministero degli Esteri per la promozione delle eccellenze italiane all'estero, corredati da tour virtuali dei laboratori ENEA e interviste ai ricercatori.

### PRINCIPALI RISULTATI RAGGIUNTI NELL'ANNO 2020, CON RIFERIMENTO AGLI OBIETTIVI INDICATI NEL PIANO DELLA PERFORMANCE 2020 - 2022

#### **REL.OS.01 - Assicurare il trasferimento e la comunicazione dei risultati delle attività ENEA con piani di comunicazione integrati, per rafforzarne il posizionamento presso gli Stakeholder**

Nel corso del 2020 il *Servizio Informazione ed Eventi* (REL-EVENTI) ha organizzato oltre 70 eventi, fra convegni a carattere istituzionale, workshop tecnici, kick off meeting, seminari divulgativi e formativi, corsi di formazione destinati ad Ordini e Categorie professionali ed ha coordinato, laddove richiesto, la partecipazione di colleghi ENEA ad eventi esterni. A causa dell'emergenza sanitaria, nel 2020 la quasi totalità degli eventi è stata organizzata in modalità remota. Questo ha comportato la necessità di gestione di diverse piattaforme per eventi on-line, la riduzione del numero di eventi e, al contempo, la crescita esponenziale del numero dei partecipanti ai suddetti eventi, che soprattutto nella prima fase del lockdown, sono stati numerosissimi.

Nel 2020 sono stati concessi circa 50 tra patrocini e contributi; REL-EVENTI ha contribuito alla loro promozione attraverso la relativa sezione del sito ENEA, e ne ha coordinato l'intero iter amministrativo. Il numero dei patrocini richiesti, sempre a causa della pandemia, ha subito una radicale riduzione.

Incessante è stata la gestione e la pubblicazione di contenuti nella Intranet ENEA; mensilmente è stata inoltre redatta e distribuita la newsletter "ENEA Informazioni", che rappresenta uno strumento di comunicazione interna, particolarmente importante in un momento di "lavoro a distanza".

Le attività verso il mondo della scuola, volte a trasferire alle nuove generazioni competenze/esperienze acquisite all'interno dei laboratori e a veicolare riflessioni su importanti temi che riguardano la ricerca scientifica, sono state consolidate e coordinate a livello centrale; i percorsi di Alternanza Scuola lavoro, trasformati dalla Legge 145/2018 in Percorsi per le Competenze Trasversali e per l'Orientamento (PCTO), sempre a causa della pandemia, hanno subito un significativo arresto, ma sono state coordinate altre attività per supportare il mondo della scuola che si è trovato ad affrontare, senza esserne preparato, un momento di grande difficoltà dato dalla necessità di una didattica totalmente a distanza.

Le pagine web "ENEA per la scuola" in cui sono presentate le attività ENEA dedicate al mondo studentesco (visite guidate, percorsi didattici e laboratori per le scuole), e le iniziative finalizzate ad incoraggiare l'interesse per le discipline scientifiche, sono state costantemente aggiornate per contribuire a far sì che la cultura della sostenibilità diventi chiave per la crescita e il benessere della collettività.

Per quel che riguarda la piattaforma e-learning, nel 2020 REL-EVENTI ha continuato e perfezionato il lavoro di restyling curando in particolar modo il contatto con l'utenza e assicurando assistenza e guida nelle fasi di richiesta e rilascio degli attestati di frequenza. Il Servizio ha inoltre coordinato gli eventi preparatori e le attività organizzative relative alla Notte dei Ricercatori che si è svolta, per la prima volta, a novembre ed in modalità remota.

Nel corso del 2020 il Servizio Ufficio stampa e rapporti con i media (REL-MEDIA) ha prodotto 289 tra comunicati stampa e news, 45 edizioni del settimanale ENEAinform@ (23 in italiano e 22 in inglese), oltre a innumerevoli video e foto veicolate direttamente ai media e sui social. Le pagine ENEA gestite da REL-MEDIA su Facebook, Twitter, Instagram, LinkedIn e YouTube sono presidiate quotidianamente con la pubblicazione di contenuti e l'interazione con i lettori. Quest'attività ha contribuito a generare oltre 22.500 articoli tra carta stampa, web e lanci di agenzia (+27% rispetto al 2019) e quasi 500 servizi audiovisivi tra tv, radio e web (-19%), su quest'ultimo dato ha pesato l'emergenza covid che ha indubbiamente eroso spazi. Sui social sono stati riscontrati aumenti consistenti dei fan in particolare su Facebook (+74%), Instagram (+134%), LinkedIn (+77%), YouTube (+68%) e Twitter (+15%). È in crescita la presenza ENEA sul Tg1 (+10%). Per quanto riguarda i quotidiani, da segnalare l'ulteriore aumento delle evidenze su Repubblica (396 articoli, +9%) e La Stampa (300 articoli, +8%).

Il Servizio Promozione e comunicazione (REL-PROM) ha seguito i progetti editoriali proposti dalla rete scientifica dell'Agenzia (Dipartimenti, Istituti, ricercatori, ecc.) curandone la progettazione, la stampa e la distribuzione. Nell'anno 2020 ha accolto tutte le richieste per la produzione e pubblicazione di volumi, monografie tecniche scientifiche, atti di convegno, testi divulgativi e didattici e rapporti tecnici. Nel dettaglio: 14 i volumi a cui è stato attribuito un codice identificativo ISBN, 10 i rapporti tecnici scientifici prodotti, oltre alla progettazione di opuscoli tematici, di tre fascicoli della rivista Energia, Ambiente e Innovazione più gli speciali sui progetti, tecnologie e soluzioni ENEA per la transizione, la sostenibilità energetica, e la sostenibilità agroalimentare; 3 i numeri dell'Analisi Trimestrale del Sistema Energetico oltre il Rapporto Annuale Efficienza Energetica. Il Laboratorio Tecnografico, fulcro tecnico della Sezione Stampa del Servizio REL-PROM, ha curato la stampa di circa 170.900 pagine, tra pieghevoli, riviste, opuscoli, per cui si è curata la spedizione anche su indicazione dirette dei vertici dell'Agenzia. Oltre che attraverso la stampa cartacea, la diffusione delle Edizioni ENEA è assicurata anche dalla pubblicazione della versione digitale, nell'ottica di una riduzione dei costi di produzione e dello sviluppo della divulgazione attraverso il web.

REL-PROM ha svolto inoltre attività di disseminazione di numerosi progetti di ricerca, collaborando con le unità tecniche nello sviluppo di piani di comunicazione, curando l'ideazione di loghi, le declinazioni grafiche, le immagini coordinate, i website, e le newsletter dedicate (si citano solo a titolo di esempio [www.arcadia.enea.it](http://www.arcadia.enea.it), [www.bloowater.eu](http://www.bloowater.eu), [www.EITRAWMaterials-rcsi.eu](http://www.EITRAWMaterials-rcsi.eu), [www.sunetwork.it](http://www.sunetwork.it), [www.laerospazio.enea.it](http://www.laerospazio.enea.it), [www.risen-h2020.eu](http://www.risen-h2020.eu)). Ha supportato l'ufficio stampa nella sua attività con i media con l'individuazione di immagini, foto e grafica necessaria al supporto di comunicati stampa e news; progetta, realizza e si occupa della spedizione della newsletter ENEAinform@ in italiano e in lingua inglese (23 in italiano e 22 in inglese inoltrata a ca. 4000 contatti mail). Si occupa dell'aggiornamento di tutte le sezioni del sito istituzionale [enea.it](http://enea.it); dalla sezione Amministrazione Trasparente, a Opportunità, Lavoro, Bandi di Concorso, alle pagine informative e divulgative.

Per una corretta e coerente comunicazione nel web dell'Agenzia, REL-PROM ha continuato a lavorare sulla riprogettazione di siti tematici istituzionali: nel 2020 sono stati progettati il sito INMRI e quello del Dipartimento Fusione e Sicurezza Nucleare.

Relativamente al web, il Servizio ha redatto, insieme al GdL Accessibilità - istituito con la Disposizione del Presidente 290/2020 - le linee guida ENEA da adottare per l'accessibilità dei siti web e ha effettuato un'analisi volta a individuare le azioni necessarie per la dismissione del CMS plone e la creazione, nel corso del 2021, di un sito [enea.it](http://enea.it) rispondente ai requisiti di accessibilità su un'altra piattaforma.

Con riferimento agli audiovisivi, REL-PROM ha accolto tutte le richieste relative alla produzione di materiale audiovisivo per il web, come video, spot, pillole, registrazioni didattiche e presentazioni; strumenti di comunicazione e promozione maggiormente utilizzati nell'anno a causa dell'importante sviluppo di eventi e fiere digitali in sostituzione della programmazione in presenza saltata a causa della

pandemia. In dettaglio sono stati realizzati 10 video promozionali di progetti di ricerca (a titolo di esempio Metrofood, Miledi, V-Gelm, Idrozaff, Simba) oltre al supporto all'ufficio stampa nel fornire girati per la diffusione dell'immagine ENEA in TV e media nazionali.

Il Servizio ha fornito inoltre supporto alla partecipazione di ricercatori ENEA a eventi digitali nella realizzazione grafica di slides, presentazioni, e quanto necessario ai relatori per la loro presenza in workshop, convegni e webinar scientifici o divulgativi. Ha curato la progettazione di allestimenti in aree espositive su piattaforme virtuali come Times4Childes e Focus Lives al fine di promuovere attività e progetti di ricerca. Con le Direzioni dei Centri ha elaborato le misure di prevenzione al contenimento del virus, progettando percorsi, segnaletiche, pannellistiche, al fine di fornire indicazioni al personale per un corretto comportamento all'interno degli uffici e dei laboratori in tutti i Centri di Ricerca.

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

Media, comunicatori, Istituzioni, organizzazioni e organismi nazionali e internazionali, associazioni, imprese, pubbliche amministrazioni, enti locali, istituti scolastici e professionali, Università, cittadini.

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

Fra le attività prioritarie dell'Unità la diffusione di informazioni/notizie sulle attività dell'ENEA e la promozione/valorizzazione dell'Agenzia, per rafforzarne il posizionamento, la notorietà, l'immagine e favorire l'incontro tra l'offerta (ricerca e tecnologie ENEA) e la domanda (stakeholder, portatori di interesse, potenziali committenti). Da segnalare il positivo incremento delle richieste da parte di dipartimenti/direzioni/uffici dell'ENEA di servizi/supporto/collaborazione dell'Unità e della collaborazione diretta con laboratori, ricercatori e tecnologi per iniziative, progetti, realizzazione di siti, la partecipazione a manifestazioni e premi (p.es il Premio Aspen). La redazione della rivista Energia, Ambiente e Innovazione è stata l'occasione per ampliare il network di interlocutori dell'Agenzia a livello nazionale e all'estero.

Nel corso del 2020 nel notiziario settimanale è stato inserito un apposito spazio per far conoscere i brevetti, in modo da contribuire alla notorietà presso possibili soggetti interessati. Sempre nel 2020, la realizzazione di materiale promozionale per il MAECI ha comportato un corrispettivo a REL pari a 50mila euro per le attività svolte.

Sempre nel 2020, sono stati rafforzati i rapporti con i diversi soggetti nazionali e internazionali e con gli stakeholder di riferimento (amministrazioni centrali e locali, imprese, istituzioni private, mondo scientifico, istituti scolastici, cittadini) nei settori tecnologici e scientifici di interesse dell'Agenzia. Inoltre i numeri della rivista sono stati collegati a specifiche tematiche di interesse dei Dipartimenti quali l'economia circolare, le tecnologie e le attività per il sistema agroalimentare, la transizione energetica, il trasferimento tecnologico, l'efficienza energetica, corredati dalle raccolte di schede tecniche sui progetti realizzati o in corso.

## Unità Studi, Analisi e Valutazioni (STAV)

---

**Responsabile: Diana Anna Maria Savelli**

### FINALITÀ E STRATEGIE

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

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

Inoltre, all'interno dell'Agenzia, l'Unità cura la predisposizione dei documenti programmatici, in attuazione delle linee strategiche definite dal Vertice e in collaborazione con i Dipartimenti, le Unità Tecniche e le Direzioni Centrali, e assicura gli adempimenti connessi all'attuazione della disciplina sulla Performance. Svolge, inoltre, il ruolo di Segreteria Tecnica del Consiglio Tecnico Scientifico ENEA, garantendo l'istruttoria della documentazione, l'organizzazione e l'assistenza alle riunioni.

### PRINCIPALI RISULTATI RAGGIUNTI NELL'ANNO 2020, CON RIFERIMENTO AGLI OBIETTIVI INDICATI NEL PIANO DELLA PERFORMANCE 2020 - 2022

L'Obiettivo Specifico dell'Unità - **Accrescere la qualità e valorizzare i risultati delle analisi e valutazioni sul sistema energetico nazionale e sulla sua transizione verso un sistema low-carbon; mettere a punto un progetto per lo studio e la valutazione delle tecnologie energetiche e ambientali, con particolare attenzione alle ricadute sull'economia e sull'occupazione; supportare il Vertice ENEA nella predisposizione dei Documenti programmatici e nella gestione del ciclo della Performance, puntando sul miglioramento della qualità dei prodotti** - discende direttamente dal ruolo assegnatole all'interno dell'Agenzia.

Le principali linee di attività di STAV riguardano:

- l'analisi del sistema energetico nazionale e della sua transizione verso un sistema low-carbon
- la messa a punto di studi e valutazioni delle tecnologie applicate e in via di sviluppo negli ambiti energetico e ambientale
- il coordinamento – a supporto del Vertice ENEA - della predisposizione dei Documenti programmatici e della gestione del ciclo della Performance
- la conduzione di attività di ricerca nell'ambito di programmi europei e di progetti ideati dall'Unità.

#### Analisi del sistema energetico nazionale

Le analisi e valutazioni sul sistema energetico nazionale sono effettuate utilizzando tre prospettive: una prospettiva tecnico-economica, una prospettiva socio-tecnica e una prospettiva politica. Uno dei prodotti di tale attività è la pubblicazione dell'*Analisi trimestrale del sistema energetico italiano*. Il prodotto, disponibile in rete, è stato progressivamente consolidato ed è molto apprezzato all'interno e all'esterno dell'Agenzia. Nell'ambito dell'Unità è stato istituito uno specifico Servizio dedicato a tale attività (STAV-SISTEN).

I target fissati per il 2020 sono stati tutti perseguiti, con alcune modifiche derivanti dall'emergenza sanitaria da Covid-19 che ha portato, innanzitutto, ad una redistribuzione dei contenuti dell'Analisi trimestrale e ad una revisione delle date di pubblicazione. In genere, infatti, il primo numero annuale dell'Analisi trimestrale (pubblicato a fine marzo) è dedicato al consuntivo dell'anno precedente e il secondo riporta la situazione del primo trimestre dell'anno. Visto il rapidissimo e rilevante impatto della crisi sanitaria da Covid-19 sul sistema energetico italiano, si è deciso di posticipare l'uscita del primo numero 2020 a fine aprile, in modo

da includere in esso una valutazione tempestiva dell'impatto della crisi sui consumi di energia del I trimestre 2020. Il numero 1/2020 ha dunque inglobato il contenuto dei tradizionali numeri 1 e 2 di ogni anno; di conseguenza, il numero 2/2020 si è focalizzato sui dati del secondo semestre dell'anno (che in genere sono riportati sul numero 3) e a fine anno i numeri dell'Analisi trimestrale pubblicati sono stati 3 e non 4. Di contro, il prodotto ha avuto una rilevanza mediatica elevatissima, in ambito specialistico e non, e in tutti e tre i casi la pubblicazione è stata effettuata a poco più di un mese dalla fine del trimestre di riferimento.

Tre sono state le nuove tematiche sviluppate nel corso del 2020, nell'ambito dell'articolo "Efficienza energetica e decarbonizzazione nel settore dei trasporti" pubblicato sulla rivista ENEA "Energia, Ambiente e Innovazione" e dei due FOCUS sull'Analisi trimestrale dedicati a "La competitività italiana in alcune delle più importanti tecnologie low-carbon" e "Crescente penetrazione della generazione da fonti rinnovabili e sicurezza del sistema elettrico nazionale", a cura del Politecnico di Torino, con il quale è stata avviata una proficua collaborazione. Sono stati pubblicati quattro articoli, rispetto ai due previsti nel Piano 2020. Due degli articoli sono stati pubblicati sulla rivista Energia e hanno riguardato: "Dinamiche del sistema energetico italiano e strategie nazionali" e "Analisi della crisi - Impatto sul sistema energetico italiano".

#### Valutazione delle tecnologie energetico e ambientali

Un altro compito assegnato all'Unità STAV riguarda la messa a punto di studi e valutazioni sulle tecnologie applicate e in via di sviluppo negli ambiti energetico e ambientale, con particolare attenzione alla crescita di competitività e alle ricadute sull'economia e sull'occupazione. Nell'ambito di STAV è stato istituito uno specifico Servizio dedicato a tale attività (STAV-VALTEC) che ha agito lungo due direttrici: l'individuazione di una metodologia di carattere generale e la conduzione di studi su aspetti specifici.

Lungo la prima direttrice, le attività nel corso del 2020 si sono focalizzate sull'analisi approfondita delle esperienze fatte e dei differenti percorsi intrapresi da Paesi e istituzioni che hanno già affrontato il tema del Technology Assessment ai fini delle decisioni di policy nonché degli sviluppi in corso nel campo del Technology Assessment. L'approfondimento dello stato dell'arte e la produzione di un documento di analisi – che sarà concluso nel 2021 - si è di fatto rivelato uno step essenziale per l'individuazione di una metodologia di carattere generale.

Sono quattro le pubblicazioni relative a studi su aspetti specifici collegati alle tecnologie, due relative all'impatto sull'ambiente e sulla salute dei processi di smaltimento/riciclo/riuso dei pannelli fotovoltaici a fine vita, uno sulle implicazioni socio-economiche ed ambientali del fine vita del fotovoltaico in Italia, il quarto sul "Dialogo nell'agroalimentare".

#### Documenti programmatici e ciclo della Performance

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

Nel corso del 2020 sono state portate a termine tutte le attività previste e approvati tutti i documenti (compresa la revisione del Sistema di Misurazione e Valutazione della Performance), nonostante le difficoltà legate alla pandemia, la cui unica conseguenza è stata lo slittamento dell'approvazione della Relazione sulla performance 2019 rispetto ai termini di legge a seguito della proroga dei termini fissati per l'approvazione del Bilancio consuntivo (dal 30 aprile al 30 giugno) prevista nel decreto legge 17 marzo 2020 n. 18 convertito con legge 24 aprile 2020 n. 27.

STAV ha, inoltre, coordinato la partecipazione alla Sperimentazione sugli indicatori comuni per le funzioni di supporto (Personale; Amministrazione; Spazi e servizi comuni; Informatica; Comunicazione) proposta dal

Dipartimento della Funzione Pubblica e rappresentato l'ENEA nell'ambito dei Tavoli Tecnici sulla Valutazione istituiti dalla Conferenza dei Presidenti degli Enti di Ricerca e dall'ANVUR.

Nel 2020 il Dipartimento della Funzione Pubblica ha assegnato ai documenti ENEA relativi alla performance il punteggio più alto rispetto alle 82 pubbliche amministrazioni di sua competenza: il punteggio attribuito al Piano performance ENEA è stato pari a 7,83/10 rispetto alla media di 4,94 di tutte le altre PA, la Relazione sulla performance 2019 ha ricevuto un punteggio di 83/100 contro una media di 62/100.

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

Il personale di STAV è inoltre impegnato in attività di ricerca nell'ambito di progetti europei o di Programmi ideati all'interno dell'Unità.

##### *Progetto Smart Working x Smart Cities*

Il Progetto Smart Working x Smart Cities è stato ideato all'interno dell'Unità STAV con l'obiettivo di dimostrare e quantificare il contributo che il ricorso strutturato a modalità flessibili di organizzazione del lavoro può dare alla sostenibilità urbana. Al Progetto hanno aderito 29 Amministrazioni pubbliche distribuite su tutto il territorio nazionale. Un questionario somministrato a oltre 5500 dipendenti che sono stati in telelavoro e in lavoro agile dal 2015 al 2018 (al quale ha risposto il 60% del totale coinvolto) ha consentito la costruzione di una importante base dati. Alle Amministrazioni coinvolte l'ENEA ha consegnato – tra la fine del 2019 e i primi mesi del 2020 - un Report in cui è stata quantificata l'entità del contributo fornito alle politiche pubbliche di riduzione delle emissioni inquinanti e dei consumi energetici attraverso le proprie scelte organizzative del lavoro, che ha costituito l'output preliminare dell'indagine. L'analisi dei risultati complessivi del Progetto ha portato nel 2020 alla pubblicazione della monografia "Il tempo dello Smart Working. La PA tra conciliazione, valorizzazione del lavoro e dell'ambiente" che mette in evidenza la portata "trasformativa" e le potenzialità di questa nuova organizzazione del lavoro che consente di migliorare la qualità del lavoro, conciliare lavoro-famiglia, valorizzare le persone e agire per la sostenibilità ambientale urbana. Interesse verso i risultati dell'indagine e verso la metodologia sviluppata è stato manifestato da molti interlocutori, tra cui la Funzione Pubblica, che ha coinvolto l'ENEA all'interno dell'Osservatorio Nazionale del Lavoro Agile nelle Amministrazioni Pubbliche istituito con decreto-legge 19 maggio 2020, n. 34, convertito con modificazioni dalla legge 17 luglio 2020, n. 77, le cui competenze e la cui composizione sono stati definiti nel Decreto del 4 novembre 2020 del Ministro della Funzione Pubblica. Fanno parte dell'Osservatorio rappresentanti delle amministrazioni centrali, regionali e locali, degli enti nazionali e degli enti di ricerca ed esperti individuati tra professionalità del settore pubblico e privato. In rappresentanza dell'ENEA è stata scelta la dottoressa Penna, ideatrice del Progetto Smart Working x Smart Cities.

##### *Progetto Socio-Economic Studies del programma EUROfusion*

Nel corso del 2020 è continuata la collaborazione al Progetto Socio-Economic Studies del programma EUROfusion (programma europeo nell'ambito del Consorzio Eurofusion di Euratom di cui è leader, all'interno dell'ENEA, il Dipartimento FSN), nell'ambito del quale STAV-SISTEN elabora scenari globali di lungo periodo (mediante l'utilizzo di un modello del sistema energetico mondiale basato sul generatore di modelli TIMES), volti ad analizzare il possibile ruolo delle diverse tecnologie energetiche (tra cui la fusione) nella transizione verso un sistema energetico low-carbon. Per il 2020 era previsto il raggiungimento di un deliverable di responsabilità diretta di SISTEN, più un contributo ad altri due deliverable; la deadline per tutti i deliverable è stata posticipata il 12 novembre 2020 al 28/02/2021.

##### *Progetto WASTE2GRIDS*

Nel 2020 è stata completata l'attività svolta nell'ambito del Progetto WASTE2GRIDS (Converting WASTE to offer flexible GRID balancing Services with highly-integrated, efficient solid-oxide plants), coordinato dal Dipartimento TERIN.

##### *Progetto europeo WinWind*

Il Progetto europeo WinWind (*Winning Social Acceptance for Wind Energy in Wind Energy Scarce Regions*) - programma Horizon 2020 finalizzato alla individuazione di strategie per il superamento delle

barriere all'accettazione sociale dell'energia eolica in alcune regioni target in cui la risorsa eolica è disponibile ma gli impianti eolici non sono diffusi né facilmente accettati - è stato condotto dal personale di STAV-VALTEC (tra cui la Responsabile scientifica della partecipazione ENEA). Il progetto ha esaminato da più prospettive due casi per ogni Paese partner (per l'Italia le Regioni Abruzzo e Lazio) e indentificato e studiato "regioni modello" dove gli impianti eolici sono stati accettati (per l'Italia, Puglia e Sardegna). Il Progetto si è concluso nel 2020 con la realizzazione di uno strumento web (<https://www.pocketwinwind.eu/>) con il quale sono stati resi fruibili agli stakeholder e al vasto pubblico i risultati ottenuti e le opportunità emerse nell'ambito del Progetto.

*Programma Clean Energy Education & Empowerment Technology Cooperation Program (C3E TCP)*

Il Programma *Clean Energy Education & Empowerment Technology Cooperation Program (C3E TCP)* dell'IEA è finalizzato all'analisi dei dati sulle carriere delle donne nel settore della clean energy per individuare e superare i gap di genere e promuovere azioni correttive. Uno dei due membri del comitato esecutivo nominati dal MiSE in rappresentanza dell'Italia fa parte di STAV; la Rappresentanza italiana è Leader della task sulla raccolta e analisi dei dati per la formulazione di indicatori volti a individuare eventuali barriere. Nel corso del 2020 è stata elaborata una prima stesura del programma di lavoro per il 2020-2021 che individua le azioni per migliorare la conoscenza sulla gender-diversity e sono stati individuati i primi indicatori per aree tematiche che saranno oggetto di selezione.

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

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

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

**RICADUTE ECONOMICHE E TECNOLOGICHE SUL SISTEMA INDUSTRIALE**

Le ricadute economiche e tecnologiche delle attività di STAV sul sistema industriale sono limitate e di difficile quantificazione. Come già detto, i risultati degli studi prodotti dall'Unità sono d'interesse soprattutto per i decisori politici (PA centrale e locale, Istituzioni nazionali e internazionali) e per il mondo della ricerca.

**Tabella 1. Programma: Fusione, tecnologie per la sicurezza nucleare (FSN)**

Programma: Fusione, tecnologie per la sicurezza nucleare (FSN) (1)					
Indicatore		dati di previsione	dati di consuntivo	Δ	analisi scostamenti
1A) Piano di sviluppo del personale e ricambio generazionale	Costo del personale/Valore delle entrate	2,54	3,30	0,76	Malgrado ci sia stato un decremento del costo del personale rispetto alle previsioni per circa 3,6 milioni di euro, legato alla differenza tra il personale cessato e quello assunto e alla minore corresponsione degli arretrati contrattuali, i ritardi avuti nelle entrate relative al progetto INMRI-MiSE (4,5 milioni di euro posticipati al 2021), all'incasso dell'entrata per il progetto Top Implant, (2,3 milioni di euro) da parte della Regione Lazio e la proroga causata dal COVID-19 di alcune attività EUROfusion (0,9 milioni di euro) hanno determinato un incremento del rapporto.
2A) Valore del programma (dati in euro)	Costo del personale+Spese dirette totali	54.247.625	43.029.486	-11.218.140	Risente della diminuzione delle spese di personale per circa 3,6 milioni di euro e le minori spese per circa 7,2 milioni di euro dovute al rinvio all'anno successivo di alcune attività.
3A) Equilibrio finanziario	Valore delle uscite (Spese dirette totali)/Valore delle entrate	1,29	1,09	- 0,19	Risente delle minori attività realizzate sia in termini di entrata che di spesa a seguito dell'emergenza sanitaria che ha causato lo slittamento al 2021 di molti progetti.
4A) Miglioramento del risultato economico	Spese in conto capitale/Spese correnti	1,39	0,47	- 0,92	Risente del differimento al 2021 di molte gare per la realizzazione di impianti a seguito dei ritardi dovuti all'emergenza sanitaria e alla richiesta di molte aziende di prorogare le forniture.
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)	2.172.702	-1.117.992	-3.290.694	Consegue sia dalle minori entrate rispetto alle previsioni (circa 4,4 milioni di euro) che dall'utilizzo delle stesse per effetto di quanto detto sopra.
6A) Internazionalizzazione attività	Valore delle entrate per programmi internazionali/Valore delle entrate	0,59	0,83	0,24	I ritardi acquisiti non si sono verificati nell'ambito dei progetti internazionali i quali sono rimasti in linea con le previsioni.
7A) Incentivazione del personale (dati in euro)	Risorse accertate sul fondo conto terzi	70.766	51.231	-19.535	Alcune attività commerciali (come il progetto Beis da 0,47 milioni di euro) sono state formalizzate a gennaio 2021.
8A) Valorizzazione economica brevetti	Entrate provenienti dalla cessione dei brevetti/Spese mantenimento e deposito brevetti	0,00	0,00	0,00	
9A) Apertura ai giovani ricercatori	Spese per il ricorso al lavoro flessibile/Spese dirette totali	0,03	0,08	0,05	
10A) Avanzamento programma	Spese dell'anno + costo del personale/Spese + costo del personale del triennio	0,34 <sup>(2)</sup>	0,27	- 0,07	Lo scostamento è minimo ed è diretta conseguenza di quanto specificato per il 2A) in merito al differimento al 2021 di alcuni programmi di attività.

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

(2) dato ricalcolato per una revisione della composizione della spesa

Programma: Fusione, tecnologie per la sicurezza nucleare (FSN) (1) (2)					
Indicatore		dati di previsione	dati di consuntivo	Δ	analisi scostamenti
1A) Piano di sviluppo del personale e ricambio generazionale	Costo del personale/Valore delle entrate	0,25	0,54	0,29	Consegue al rapporto tra le spese di personale e le entrate: entrambe le voci decrescono, le prime per un minore ricambio generazionale a seguito del personale cessato dal servizio e dalla minore erogazione delle competenze arretrate, mentre le entrate si riducono in parte per ritardi accumulati nell'approvazione di progetti slittati nel 2021 e in parte per le minori spese sostenute per il progetto DTT, rispetto a quelle preventivate, che non hanno reso necessario il ricorso all'entrata preventivata in termini di competenza del prestito BEI.
2A) Valore del programma (dati in euro)	Costo del personale+Spese dirette totali	163.747.625	50.921.977	-112.825.648	Risente principalmente del differimento al 2021 dei ritardi accumulati nell'esecuzione delle gare inerenti il progetto DTT data la complessità della progettazione dei componenti del sistema di contenimento magnetico oltre al rinvio delle successive gare per la costruzione dei cavi e del trasformatore centrale. Solo questi due componenti hanno un valore a base di gara di 32 milioni di euro, che si aggiungono ai 70 del sistema di contenimento magnetico indicati in previsione.
3A) Equilibrio finanziario	Valore delle uscite (Spese dirette totali)/Valore delle entrate	0,88	0,31	- 0,57	Risente prevalentemente del ritardo nell'esecuzione delle gare inerenti l'acquisizione delle componenti per il progetto DTT.
4A) Miglioramento del risultato economico	Spese in conto capitale/Spese correnti	15,73	1,47	- 14,26	Consegue soprattutto il mancato sostenimento delle spese in conto capitale attribuite all'acquisizione delle componenti dell'impianto DTT dovuto al ritardo nell'esecuzione delle gare.
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)	33.512.418	29.126.842	-4.385.575	Consegue prevalentemente sia a progetti vinti nell'esercizio ma perfezionati nel 2021 che allo slittamento delle attività inerenti il progetto DTT.
6A) Internazionalizzazione attività	Valore delle entrate per programmi internazionali/Valore delle entrate	0,06	0,14	0,08	I ritardi acquisiti non si sono verificati nell'ambito dei progetti internazionali i quali sono rimasti in linea con le previsioni.
7A) Incentivazione del personale (dati in euro)	Risorse accertate sul fondo conto terzi	70.766	51.231	-19.535	Alcune attività commerciali ( come il progetto Beis da 0,47 milioni di euro) sono state formalizzate a gennaio 2021.
8A) Valorizzazione economica brevetti	Entrate provenienti dalla cessione dei brevetti/Spese mantenimento e deposito brevetti	0,00	0,00	0,00	
9A) Apertura ai giovani ricercatori	Spese per il ricorso al lavoro flessibile/Spese dirette totali	0,00	0,05	0,04	
10A) Avanzamento programma	Spese dell'anno + costo del personale/Spese + costo del personale del triennio	0,34	0,11	- 0,23	E' diretta conseguenza di quanto specificato per il 2A) in merito al differimento al 2021 di alcuni programmi

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

a) Bilancio di Previsione 2020:

Entrata prevista di 35.000 migliaia di euro di cui 10.000 migliaia di euro dal MiSE e 25.000 migliaia di euro dalla Regione Lazio e 64.336 migliaia di euro quale entrata prevista dal Prestito BEI; spese pari a 109.500 migliaia di euro quali spese in conto capitale;

b) Conto Consuntivo 2020:

Accertamento di 20.000 migliaia di euro, dal MiSE e dalla Regione Lazio per 10.000 migliaia di euro ciascuno; avanzo vincolato iniziale di 3.366 migliaia di euro finale di 15.474 migliaia di euro; spese in conto capitale di 7.652 migliaia di euro e 240 migliaia di euro quali spese correnti capitalizzate.

(2) Valori comprensivi del Fondo di rotazione ex legge 183/87

(3) dato ricalcolato per una revisione della composizione della spesa

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

Programma: Tecnologie energetiche e fonti rinnovabili (TERIN)					
Indicatore		dati di previsione	dati di consuntivo	Δ	analisi scostamenti
1A) Piano di sviluppo del personale e ricambio generazionale	Costo del personale/Valore delle entrate	1,25	2,28	1,03	L'aumento del rapporto è da imputarsi essenzialmente ad una minore entrata per i programmi co-finanziati a valere su bandi Nazionali. Tali entrate saranno in gran parte realizzate negli esercizi successivi.
2A) Valore del programma (dati in euro)	Costo del personale+Spese dirette totali	56.089.966	47.630.923	- 8.459.043	La riduzione è essenzialmente legata alla riduzione delle spese effettivamente sostenute.
3A) Equilibrio finanziario	Valore delle uscite (Spese dirette totali)/Valore delle entrate	0,69	0,84	0,15	Nel corso del 2020 la diminuzione delle entrate è stata superiore rispetto a quella delle spese che si sono rese comunque necessarie al fine di realizzare i progetti per i quali gli incassi si realizzeranno negli esercizi successivi.
4A) Miglioramento del risultato economico	Spese in conto capitale/Spese correnti	1,23	1,22	- 0,01	Il rapporto a consuntivo risulta praticamente invariato in quanto le spese in conto capitale e le spese correnti sono diminuite in percentuali simili.
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)	13.870.174	- 1.550	- 13.871.724	A consuntivo si rileva un sostanziale equilibrio tra le disponibilità (Entrate totali + Avanzo iniziale) e le spese (Spese totali + Avanzo finale). Di fatto non vengono prodotti margini per effetto delle minori attività realizzate e rinviate all'esercizio successivo e del maggior avanzo generatosi a fine 2020 dovuto alla mancata conclusione di due gare e ad una parte delle spese inerenti le attività sulla Ricerca di Sistema rinviate all'esercizio successivo. Al netto degli avanzi di amministrazione il margine a consuntivo è di circa 2.463k€, circa il 16% dell'entrata realizzata.
6A) Internazionalizzazione attività	Valore delle entrate per programmi internazionali/Valore delle entrate	0,15	0,26	0,11	Le entrate da progetti europei sono pressochè in linea con le previsioni nonostante la situazione contingente del 2020 legata all'emergenza sanitaria, mentre il totale delle entrate subisce una forte riduzione di circa 14k€ rispetto a quelle preventivate dove un peso rilevante hanno avuto i programmi realizzati in ambito nazionale a seguito di un sostanziale blocco dei trasferimenti pubblici oltre a ritardi accumulati nell'approvazione di progetti.
7A) Incentivazione del personale (dati in euro)	Risorse accertate sul fondo conto terzi	45.240	19.265	- 25.975	Le entrate da contratti con privati in ambito commerciale hanno subito una contrazione a causa della particolare emergenza sanitaria. Ne consegue che anche l'accantonamento per il fondo conto terzi si è ridotto.
8A) Valorizzazione economica brevetti	Entrate provenienti dalla cessione dei brevetti/Spese mantenimento e deposito brevetti	0,00	0,19	0,19	
9A) Apertura ai giovani ricercatori	Spese per il ricorso al lavoro flessibile/Spese dirette totali	0,04	0,02	- 0,02	I contratti di lavoro flessibile si sono ridotti a causa della particolare emergenza sanitaria.
10A) Avanzamento programma	Spese dell'anno + costo del personale/Spese + costo del personale del triennio	(1)	0,28	- 0,05	La diminuzione di questo indicatore è dovuta alla particolare emergenza sanitaria che ha riguardato soprattutto il primo semestre 2020; successivamente nel secondo semestre 2020 l'andamento della spesa ha ripreso l'andamento di crescita previsto.

(1) dato ricalcolato per una revisione della composizione della spesa

**Tabella 3. Programma: Sostenibilità dei sistemi produttivi e territoriali (SSPT)**

Programma: Sostenibilità dei sistemi produttivi e territoriali (SSPT)					
Indicatore		dati di previsione	dati di consuntivo	Δ	analisi scostamenti
1A) Piano di sviluppo del personale e ricambio generazionale	Costo del personale/Valore delle entrate	2,48	3,14	0,66	Scostamento dovuto alla riduzione delle entrate rispetto alla previsione a causa dello slittamento al 2021 di alcune attività programmatiche e al rallentamento delle attività di rendicontazione a causa dell'emergenza COVID-19, per i seguenti principali progetti CoCliCo, Concert, PON Icos e PON Actris, Arcadia e convenzione Biofuel.
2A) Valore del programma (dati in euro)	Costo del personale+Spese dirette totali	49.071.359	42.630.650	- 6.440.708	Lo scostamento è dovuto ad un rallentamento delle spese relative alle attività programmatiche che hanno subito degli slittamenti a causa dell'emergenza COVID-19
3A) Equilibrio finanziario	Valore delle uscite (Spese dirette totali)/Valore delle entrate	0,66	0,55	- 0,11	Lo scostamento è dovuto alle minori spese effettuate nel corso dell'anno ed allo slittamento di alcune attività a causa dell'emergenza COVID-19, come riportato nell'indicatore 1A).
4A) Miglioramento del risultato economico	Spese in conto capitale/Spese correnti	1,14	0,67	- 0,47	Lo scostamento è dovuto a minori spese in conto capitale che subiscono una riduzione di circa 3 milioni di euro rispetto alla previsione causate dall'emergenza COVID-19 che ha determinato lo slittamento di alcuni progetti al 2021.
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)	8.313.361	4.546.544	- 3.766.816	Scostamento dovuto ad una riduzione delle entrate ed ad un aumento dell'avanzo di amministrazione a seguito del rallentamento e contemporaneo slittamento di alcune attività programmatiche al 2021 a causa dell'emergenza COVID-19
6A) Internazionalizzazione attività	Valore delle entrate per programmi internazionali/Valore delle entrate	0,29	0,30	0,01	
7A) Incentivazione del personale (dati in euro)	Risorse accertate sul fondo conto terzi	18.691	59.415	40.724	Lo scostamento, in positivo, è dovuto a maggiori entrate in termini di attività commerciali nell'ambito delle Divisioni USER e BIOAG non previste inizialmente
8A) Valorizzazione economica brevetti	Entrate provenienti dalla cessione dei brevetti/Spese mantenimento e deposito brevetti	0,02	0,93	0,91	Scostamento, in positivo, dovuto a maggiori entrate relative a cessione di brevetti a Convase, Agroservice e G&A non previsti
9A) Apertura ai giovani ricercatori	Spese per il ricorso al lavoro flessibile/Spese dirette totali	0,09	0,16	0,06	Lo scostamento è dovuto alla riduzione delle spese totali rispetto alle previsioni come conseguenza dell'emergenza sanitaria rilevate sia in termini di investimenti che di spese correnti per un totale di circa 4 milioni di euro. Mentre le spese riferite al lavoro flessibile sono rimaste in linea con quelle previste.
10A) Avanzamento programma	Spese dell'anno + costo del personale/Spese + costo del personale del triennio	(1) 0,33	0,28	- 0,04	Scostamento dovuto a minori spese sostenute a causa dello slittamento di alcune attività programmatiche a seguito dell'emergenza COVID-19

(1) dato ricalcolato per una revisione della composizione della spesa

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

Programma: Efficienza energetica (DUEE)					
Indicatore		dati di previsione	dati di consuntivo	Δ	analisi scostamenti
1A) Piano di sviluppo del personale e ricambio generazionale	Costo del personale/Valore delle entrate	1,36	1,69	0,33	Rispetto ai dati di previsione, nel bilancio consuntivo 2020 è diminuito sia il costo del personale (-8%) che il valore delle entrate (-26%). Lo scostamento in aumento dell'indicatore è dovuto a una riduzione del valore delle entrate superiore alla riduzione del costo del personale. Il costo del personale è diminuito sia quale differenza tra il personale cessato e quello assunto sia a seguito della minore corresponsione degli arretrati contrattuali rispetto alle previsioni. La riduzione del valore delle entrate è dovuta a minori accertamenti attribuibili a: 1. DL 63/2013-Verifiche sui condomini per € 803.638 in quanto, a causa dell'emergenza COVID-19, le attività previste si sono svolte in misura molto ridotta; 2. Convenzione MISE (Programma PIF) per € 104.500, per maggiori accertamenti previsti nel bilancio previsionale 2020 3. Contratto ES-PA a valere sul PON Governance e capacità istituzionale 2014-2020 per 488.448 € riferiti ad accertamenti slittati al 2021 per effetto della proroga delle attività al 31/12/2021. 4. Finanziamenti da Regioni e Ministeri diversi da quello vigilante per € 812.000, per attività rallentate o non formalizzate a causa dell'emergenza COVID 19. 5. Accordo con l'Arma dei Carabinieri per € 665.000, non formalizzato per volontà della controparte e altre attività commerciali rallentate o non formalizzate a causa dell'emergenza COVID 19 per 344.614 €. 6. Programmi europei per 459.616 € per progetti che, in fase di predisposizione del bilancio previsionale, erano stati presentati ma poi non sono stati ammessi a finanziamento e per progetti in corso che hanno subito uno slittamento a causa dell'emergenza COVID-19. Inoltre le riduzioni di entrata sopra descritte sono state parzialmente compensate dalle maggiori Entrate per il programma Ricerca di Sistema elettrico (+1.271.693 €) La diminuzione del Valore del programma tra consuntivo e previsione è dovuta alla diminuzione sia del costo del personale (-8%), come sopra indicato, sia delle spese dirette totali (-50%). Con riferimento alle spese risultanti dal consuntivo 2020 le voci in conto capitale hanno registrato una variazione positiva (+109.640 €) mentre le spese correnti si sono ridotte (-1.208.733 €). L'aumento delle voci in conto capitale riguarda l'acquisto di apparecchiature tecnico- scientifiche per il programma di Ricerca di Sistema elettrico. Le spese correnti sono diminuite nel bilancio 2020 per effetto di: - mancata attivazione di contratti tecnico scientifici previsti principalmente nell'accordo con l'Arma dei carabinieri non più formalizzato e in, misura inferiore, nei progetti europei e nella linea di attività con il MISE relativa alle Diagnosi energetiche; - missioni non effettuate in alcun progetto a causa dell'emergenza COVID-19; - mancato acquisto di materiali di consumo previsti essenzialmente nel programma di Ricerca di Sistema elettrico per il quale è stata prevista una proroga al 30 aprile 2021.
2A) Valore del programma (dati in euro)	Costo del personale+Spese dirette totali	15.325.719	13.160.427	- 2.165.292	La diminuzione del Valore del programma tra consuntivo e previsione è dovuta alla diminuzione sia del costo del personale (-8%), come sopra indicato, sia delle spese dirette totali (-50%). Con riferimento alle spese risultanti dal consuntivo 2020 le voci in conto capitale hanno registrato una variazione positiva (+109.640 €) mentre le spese correnti si sono ridotte (-1.208.733 €). L'aumento delle voci in conto capitale riguarda l'acquisto di apparecchiature tecnico- scientifiche per il programma di Ricerca di Sistema elettrico. Le spese correnti sono diminuite nel bilancio 2020 per effetto di: - mancata attivazione di contratti tecnico scientifici previsti principalmente nell'accordo con l'Arma dei carabinieri non più formalizzato e in, misura inferiore, nei progetti europei e nella linea di attività con il MISE relativa alle Diagnosi energetiche; - missioni non effettuate in alcun progetto a causa dell'emergenza COVID-19; - mancato acquisto di materiali di consumo previsti essenzialmente nel programma di Ricerca di Sistema elettrico per il quale è stata prevista una proroga al 30 aprile 2021.
3A) Equilibrio finanziario	Valore delle uscite (Spese dirette totali)/Valore delle entrate	0,23	0,15	- 0,07	Lo scostamento in diminuzione relativo all'equilibrio finanziario è dovuto al maggiore decremento delle spese dirette totali (-50%) rispetto al decremento del valore delle entrate (-26%). Per le motivazioni sulle variazioni si rinvia agli indicatori precedenti (1A e 2A).
4A) Miglioramento del risultato economico	Spese in conto capitale/Spese correnti	0,38	1,87	1,49	Il rapporto tra spese in conto capitale e spese correnti è notevolmente aumentato a consuntivo (1.87) rispetto al previsionale (0.38). L'importo consuntivo per le spese in conto capitale è superiore del 18% al valore previsionale; le spese correnti, invece, si sono ridotte del 76% tra consuntivo e previsionale. Per le motivazioni sulle variazioni delle voci di spesa si rinvia all'indicatore precedente (2A).
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)	7.909.349	5.776.479	- 2.132.870	La variazione del Margine finanziario a consuntivo risulta negativa per effetto del decremento tra il valore registrato a consuntivo e il valore previsionale delle entrate connesse a programmi di ricerca e servizi resi (accertamenti ), così come le spese finalizzate alla realizzazione degli stessi programmi/servizi.
6A) Internazionalizzazione attività	Valore delle entrate per programmi internazionali/Valore delle entrate	0,12	0,10	- 0,02	L'incidenza delle entrate per programmi internazionali sulle entrate totali a consuntivo è leggermente inferiore al dato previsionale (-0.02). La riduzione delle entrate internazionali è dovuta a progetti che, in fase di predisposizione del bilancio previsionale, erano stati presentati ma poi non sono stati ammessi a finanziamento e a programmi in corso che hanno subito uno slittamento delle attività e dei relativi rendiconti, a causa dell'emergenza COVID-19.
7A) Incentivazione del personale (dati in euro)	Risorse accertate sul fondo conto terzi	40.000	2.393	- 37.607	L'incentivazione del personale (Entrate per conto terzi) è diminuita del 94% a consuntivo rispetto al previsionale, per effetto del decremento delle attività commerciali, come spiegato in precedenza (Indicatore 1A)
8A) Valorizzazione economica brevetti	Entrate provenienti dalla cessione dei brevetti/Spese mantenimento e deposito brevetti	0,00	0,00	0,00	-
9A) Apertura ai giovani ricercatori	Spese per il ricorso al lavoro flessibile/Spese dirette totali	0,06	0,07	0,01	Il ricorso al lavoro flessibile a consuntivo è sostanzialmente in linea con il dato previsionale, la variazione lievemente positiva (0.01) è dovuta al fatto che le spese dirette totali sono diminuite in misura superiore ai costi del lavoro flessibile.
10A) Avanzamento programma	Spese dell'anno + costo del personale/Spese + costo del personale del triennio	0,34 <sup>(1)</sup>	0,30	- 0,05	L'avanzamento del programma registra uno scostamento negativo a causa della riduzione delle spese annuali a consuntivo (delle spese programmatiche e delle spese di personale) rispetto a quelle previsionali.

(1) dato ricalcolato per una revisione della composizione della spesa

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

Programma: Istituto di Radioprotezione (IRP)					
Indicatore		dati di previsione	dati di consuntivo	Δ	analisi scostamenti
1A) Piano di sviluppo del personale e ricambio generazionale	Costo del personale/Valore delle entrate	2,34	2,50	0,17	Lo scostamento è poco significativo: risente di una leggera diminuzione di spese di personale (-3%) e una leggera diminuzione di entrate per attività commerciali (-9%)
2A) Valore del programma (dati in euro)	Costo del personale+Spese dirette totali	4.949.505	4.384.155	- 565.350	Tenuto conto di una marginale riduzione delle spese di personale (-3%, quale differenza per modifiche all'organico nel corso del 2020), lo scostamento risente prevalentemente delle minori spese dirette per circa 460.000 euro (circa -40%). Tale differenza è dovuta a una minore spesa di ricorso a lavoro flessibile (-65.000) rivelatasi non realizzabile per aspetti normativi, nonché a spese correnti molto inferiori in particolare per costi di missione e partecipazione a convegni (-120.000 euro) non realizzati per l'emergenza COVID e anche per minori spese correnti correlate ai servizi da fornire che sono stati inferiori rispetto all'atteso, sempre a causa dell'emergenza COVID.
3A) Equilibrio finanziario	Valore delle uscite (Spese dirette totali)/Valore delle entrate	0,66	0,42	- 0,24	Il valore negativo dello scostamento, rivela in realtà una migliore prestazione dell'Unità per il contributo all'equilibrio finanziario: ha prodotto entrate leggermente inferiori (-9%) a fronte di spese sensibilmente inferiori (circa -40%)
4A) Miglioramento del risultato economico	Spese in conto capitale/Spese correnti	0,50	2,10	1,60	Le spese correnti sono state inferiori rispetto all'atteso; inoltre parte dei fondi resosi disponibili è stato destinato a maggiori (+15%) spese per l'acquisizione di strumentazione tecnico-scientifica per l'aggiornamento e integrazione della dotazione strumentale
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)	901.244	938.192	36.948	I margini finanziari leggermente superiori (+5%) rispetto al previsto sono dovuti principalmente a spese significativamente minori (40%) a fronte di entrate solo leggermente inferiori (-9%)
6A) Internazionalizzazione attività	Valore delle entrate per programmi internazionali/Valore delle entrate	0,01	0,00	-0,01	In ottobre 2020, il termine del progetto finanziato è stato posticipato a inizio 2021 e pertanto l'entrata dei fondi "a saldo" delle attività saranno entrate 2021.
7A) Incentivazione del personale (dati in euro)	Risorse accertate sul fondo conto terzi	109.000	136.267	27.267	Lo scostamento positivo è dovuto ad una previsione di entrata da conto terzi inferiore rispetto alle corrispondenti entrate.
8A) Valorizzazione economica brevetti	Entrate provenienti dalla cessione dei brevetti/Spese mantenimento e deposito brevetti	0,00	0,00	n/a	
9A) Apertura ai giovani ricercatori	Spese per il ricorso al lavoro flessibile/Spese dirette totali	0,06	0,00	- 0,06	Risente del fatto che non è stato possibile ricorrere a lavoro flessibile (T.D.) per vincoli legislativi.
10A) Avanzamento programma	Spese dell'anno + costo del personale/Spese + costo del personale del triennio	0,35 <sup>(1)</sup>	0,31	- 0,04	La differenza è poco significativa e risente sostanzialmente di quanto specificato per il 2A), in particolare alle minori spese correnti.

(1) dato ricalcolato per una revisione della composizione della spesa

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

Programma: Unità Tecnica Antartide (UTA)					
Indicatore		dati di previsione	dati di consuntivo	Δ	analisi scostamenti
1A) Piano di sviluppo del personale e ricambio generazionale	Costo del personale/Valore delle entrate	0,14	0,24	0,09	Delta relativo ad un valore delle entrate consuntivo più basso rispetto alla previsione, già evidenziato in fase di assestamento di bilancio, imputabile a: 1) una diminuzione nella voce "Trasferimenti dal settore pubblico per programmi di ricerca" dovuta al mancato riconoscimento da parte del MUR di 6 MLN di euro sul totale PEA 2020 pari a 16 MLN di euro per la realizzazione della XXXVI spedizione in Antartide in modalità emergenziale a causa dell'evoluzione sfavorevole della pandemia COVID-19; 2) al ritardato versamento da parte del CNR del contributo dovuto pari al 40% delle due rendicontazioni presentate nel 2020 relative al progetto Avosuperficie in Antartide; 3) una diminuzione nella voce "entrate internazionali" dovuta alle minori collaborazioni con altri programmi di ricerche in Antartide sempre a causa della pandemia.
2A) Valore del programma (dati in euro)	Costo del personale+Spese dirette totali	25.555.419	16.590.107	- 8.965.311	Le minori entrate rispetto alle previsioni hanno generato minori spese dirette totali. Inoltre ciascuno dei programmi esecutivi annuali del PNRA, relativo ad una campagna antartica estiva, si estende su due differenti esercizi finanziari; in questo caso il valore economico registrato è inferiore in ragione del ritardo di alcune spese, impegnate a valere su successivi esercizi. Tra queste rientrano le spese per il noleggio di mezzi aerei originariamente previste sull'anno finanziario 2020 e slittate sull'anno finanziario 2021.
3A) Equilibrio finanziario	Valore delle uscite (Spese dirette totali)/Valore delle entrate	1,09	1,12	0,03	
4A) Miglioramento del risultato economico (1)	Spese in conto capitale/Spese correnti	n/a	n/a	n/a	
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)	7.871.888	2.653.470	- 5.218.418	Le minori entrate evidenziate sopra ed un parallelo minore impiego delle disponibilità a causa delle minori spese da sostenere, hanno generato un aumento dell'avanzo vincolato finale ed un conseguente scostamento negativo del margine finanziario.
6A) Internazionalizzazione attività	Valore delle entrate per programmi internazionali/Valore delle entrate	0,02	0,01	-0,01	
7A) Incentivazione del personale (dati in euro)	Risorse accertate sul fondo conto terzi	0,00	0,00	0,00	
8A) Valorizzazione economica brevetti	Entrate provenienti dalla cessione dei brevetti/Spese mantenimento e deposito brevetti	n/a	n/a	n/a	
9A) Apertura ai giovani ricercatori	Spese per il ricorso al lavoro flessibile/Spese dirette totali	0,00	0,00	0,00	
10A) Avanzamento programma	Spese dell'anno + costo del personale/Spese + costo del personale del triennio	0,39 <sup>(2)</sup>	0,25	- 0,14	Le minori spese nell'anno 2020 hanno determinato una variazione negativa del margine calcolato sul triennio rispetto alle previsioni.

(1) Non applicabile ad UTA poiché i beni patrimoniali sono di proprietà del Programma Nazionale di Ricerca in Antartide  
(2) dato ricalcolato per una revisione della composizione della spesa

## Tabella 7. Programma: Innovazione e trasferimento tecnologico (ISV, REL, STAV)

➤ ISV

Programma: Innovazione & Sviluppo (ISV)					
Indicatore		dati di previsione	dati di consuntivo	Δ	analisi scostamenti
1A) Piano di sviluppo del personale e ricambio generazionale	Costo del personale/Valore delle entrate	8,66	22,25	13,59	Lo scostamento consegue prevalentemente alle minori entrate rilevate rispetto a quelle previste riconducibili in parte alla pandemia COVID-19 che ha causato ritardi nella realizzazione dei progetti internazionali quali Bridgeconomies e Incame che riportano nel 2020 circa il 50% del totale preventivato ed il restante saldo verrà realizzato nel 2021; in parte alle entrate afferenti il progetto ES-PA il cui valore ridotto in fase di assestamento 2020 di -57K€ verrà realizzato nell'esercizio 2021.
2A) Valore del programma (dati in euro)	Costo del personale+Spese dirette totali	7.199.057	6.884.838	- 314.220	I dati di consuntivo sono in linea con la previsione, le minori spese sono attribuite alla riduzione delle attività a seguito dell'emergenza sanitaria.
3A) Equilibrio finanziario	Valore delle uscite (Spese dirette totali)/Valore delle entrate	1,22	1,83	0,61	Scostamento dovuto alla riduzione del valore delle entrate, come riportato per l'indicatore 1A).
4A) Miglioramento del risultato economico	Spese in conto capitale/Spese correnti	0,02	0,08	0,06	Lo scostamento pur rilevando solo un lieve incremento dell'indicatore è frutto di una diversa distribuzione della spesa a seguito dell'emergenza sanitaria. Infatti si sono ridotte le spese correnti come conseguenza delle minori attività espletate e si sono incrementate le spese in conto capitale legate alle acquisizioni di materiali informatici necessari a garantire la modalità di lavoro agile LAG.
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)	22.284	n/a	n/a	
6A) Internazionalizzazione attività	Valore delle entrate per programmi internazionali/Valore delle entrate	0,72	0,92	0,20	Scostamento dovuto alla riduzione del valore delle entrate, come riportato per l'indicatore 1A).
7A) Incentivazione del personale (dati in euro)	Risorse accertate sul fondo conto terzi	0,00	0,00	0,00	
8A) Valorizzazione economica brevetti	Entrate provenienti dalla cessione dei brevetti/Spese mantenimento e deposito brevetti	n/a	n/a	n/a	
9A) Apertura ai giovani ricercatori	Spese per il ricorso al lavoro flessibile/Spese dirette totali	0,12	0,04	- 0,08	A seguito della pandemia di COVID-19 non sono state attivate borse di studio internazionali
10A) Avanzamento programma	Spese dell'anno + costo del personale/Spese + costo del personale del triennio	0,34	0,33	- 0,01	

➤ **REL**

Programma: Programmi di Promozione e Comunicazione (REL)					
Indicatore		dati di previsione	dati di consuntivo	Δ	analisi scostamenti
1A) Piano di sviluppo del personale e ricambio generazionale	Costo del personale/Valore delle entrate	43,11	23,63	- 19,48	La riduzione è legata al minor costo del personale e alle maggiori entrate relative soprattutto alla convenzione con il MAECI per la realizzazione congiunta di un piano di promozione integrata volto al rafforzare l'internazionalizzazione del sistema paese
2A) Valore del programma (dati in euro)	Costo del personale+Spese dirette totali	2.595.552	2.151.096	- 444.456	Alle minori spese di personale si sono aggiunte le minori spese totali a causa della riduzione delle attività a seguito della pandemia
3A) Equilibrio finanziario	Valore delle uscite (Spese dirette totali)/Valore delle entrate	8,49	4,81	- 3,68	Nonostante le maggiori entrate consuntivate rispetto alle previste (Δ 25.349), risultano minori le spese a seguito delle attività ridotte a causa della pandemia
4A) Miglioramento del risultato economico	Spese in conto capitale/Spese correnti	0,05	0,11	0,06	valore trascurabile
5A) Margini finanziari (dati in euro)	Valore delle entrate connesse a programmi di ricerca e servizi resi (accertamenti + avanzo di amministrazione anno n-1) - Spese finalizzate alla realizzazione degli stessi programmi/servizi (Impegni+ avanzo amministrazione anno n)	n/a	n/a	n/a	
6A) Internazionalizzazione attività	Valore delle entrate per programmi internazionali/Valore delle entrate	0,00	0,00	0,00	
7A) Incentivazione del personale (dati in euro)	Risorse accertate sul fondo conto terzi	0,00	0,00	0,00	
8A) Valorizzazione economica brevetti	Entrate provenienti dalla cessione dei brevetti/Spese mantenimento e deposito brevetti	n/a	n/a	n/a	
9A) Apertura ai giovani ricercatori	Spese per il ricorso al lavoro flessibile/Spese dirette totali	0,00	0,00	0,00	
10A) Avanzamento programma	Spese dell'anno + costo del personale/Spese + costo del personale del triennio	0,34	0,28	- 0,06	L'avanzamento del programma è in linea con la previsione

➤ **STAV**

Programma: Programmi di Studi e Strategie (STAV)					
Indicatore		dati di previsione	dati di consuntivo	Δ	analisi scostamenti
1A) Piano di sviluppo del personale e ricambio generazionale	Costo del personale/Valore delle entrate	0,00	0,00	0,00	
2A) Valore del programma (dati in euro)	Costo del personale+Spese dirette totali	2.175.828	2.064.391	- 111.437	Lo scostamento è legato alla variazione del costo del personale (-87.000 euro) e alla variazione delle spese totali (-24.000 euro). La riduzione delle spese di personale è legata in parte alla previsione della corresponsione degli arretrati contrattuali superiore a quella di effettiva erogazione, ed in parte alle maggiori spese previste riferite al personale andato in quiescenza a fine 2020. La riduzione delle spese totali invece è legata al contenimento delle spese di funzionamento a seguito dell'emergenza sanitaria che ha colpito il Paese.
3A) Equilibrio finanziario	Valore delle uscite (Spese dirette totali)/Valore delle entrate	0,00	0,00	0,00	
4A) Miglioramento del risultato economico	Spese in conto capitale/Spese correnti	0,50	26,17	25,67	Lo scostamento è dovuto all'importante diminuzione delle spese correnti a causa dell'emergenza sanitaria.
5A) Margini finanziari (dati in euro)	Valore delle entrate connesse a programmi di ricerca e servizi resi (accertamenti + avanzo di amministrazione anno n-1) - Spese finalizzate alla realizzazione degli stessi programmi/servizi (Impegni+avanzo amministrazione anno n)	n/a	n/a	n/a	
6A) Internazionalizzazione attività	Valore delle entrate per programmi internazionali/Valore delle entrate	0,00	0,00	0,00	
7A) Incentivazione del personale (dati in euro)	Risorse accertate sul fondo conto terzi	0,00	0,00	0,00	
8A) Valorizzazione economica brevetti	Entrate provenienti dalla cessione dei brevetti/Spese mantenimento e deposito brevetti	n/a	n/a	n/a	
9A) Apertura ai giovani ricercatori	Spese per il ricorso al lavoro flessibile/Spese dirette totali	0,00	0,00	0,00	
10A) Avanzamento programma	Spese dell'anno + costo del personale/Spese + costo del personale	0,33	0,32	-0,02	

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

Programmi delle Strutture di amministrazione, supporto e coordinamento (1)								
Struttura organizzativa	Indicatori da dati di Previsione		Indicatori da dati di Consuntivo		Deviazione Costo del servizio	Deviazione Incidenza del Costo del servizio/costi totali dell'Agenzia	Commenti eventuali Deviazione Costo del servizio	Commenti eventuali Deviazione Incidenza del Costo del servizio/costi totali dell'Agenzia
	Costo del servizio (personale + spese di funzionamento della struttura+ altre spese riconducibili alla struttura) dati in migliaia di Euro	Incidenza del Costo del servizio/costi totali dell'Agenzia (valori percentuali)	Costo del servizio (personale + spese di funzionamento della struttura) dati in migliaia di Euro	Incidenza del Costo del servizio/costi totali dell'Agenzia (valori percentuali)				
Direzione board dei direttori (BOARD)	230.483	0,06%	230.234	0,09%	- 249	0,03%	il decremento è riferito prevalentemente alle minori spese di personale rispetto a quelle previste quale differenza tra personale cessato e quello assunto e alle minori spese di funzionamento a causa dell'emergenza sanitaria	
Presidenza/Direzione (DIR)	310.000 (2)	0,08%	172.389	0,07%	- 137.610	-0,01%		
Organo Centrale di sicurezza (OCS)	279.568	0,07%	249.026	0,10%	- 30.542	0,03%		
Ufficio degli Organi di Vertice (UVER)	1.746.788	0,42%	1.567.919	0,60%	- 178.869	0,18%		
Direzione Amministrazione (AMC)	10.474.546	2,54%	9.483.227	3,63%	- 991.319	1,09%	Il decremento è riferito prevalentemente alle minori imposte dovute anche a seguito della mancata erogazione degli interessi sulle ex polizze INA	L'incremento dell'incidenza del costo del servizio è dovuta principalmente alla riduzione dei costi complessivi di Agenzia rispetto alla previsione
Direzione Affari Legali, Prevenzione della Corruzione e Trasparenza (LEGALT)	1.848.262	0,45%	1.376.277	0,53%	- 471.985	0,08%	Il decremento è riferito prevalentemente alle minori spese di personale rispetto a quelle previste quale differenza tra personale cessato e quello assunto e alle minori spese di funzionamento a causa dell'emergenza sanitaria	
Direzione Personale (PER)	4.881.581	1,18%	4.530.148	1,73%	- 351.433	0,55%	Il decremento è riferito prevalentemente alle minori spese rispetto alla previsione per investimenti per la sostenibilità energetica dei Centri di Ricerca e per la sicurezza degli impianti. In previsione tali spese sono state stimate per circa 8.094 migliaia di euro mentre a consuntivo ne sono state realizzate 1.476 migliaia di euro. Il restante delta è riferito alle minori spese di personale sostenute a consuntivo e ai minori servizi erogati a causa dell'emergenza sanitaria da COVID-19	L'incremento dell'incidenza del costo del servizio è dovuta principalmente alla riduzione dei costi complessivi di Agenzia rispetto alla previsione
Direzione Infrastrutture e Servizi (ISER)	60.931.986	14,78%	52.796.333	20,22%	- 8.135.652	5,44%		

(1) i costi totali dell'Agenzia includono le spese per il progetto DTT  
(2) il dato di previsione 2020 è stato ricalcolato