



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

Piano degli indicatori, dei risultati attesi e rapporto sui risultati di bilancio

Sommario

| | |
|---|----|
| INTRODUZIONE..... | 3 |
| DIPARTIMENTO FUSIONE E TECNOLOGIE PER LA SICUREZZA NUCLEARE | 5 |
| DIPARTIMENTO TECNOLOGIE ENERGETICHE | 23 |
| DIPARTIMENTO SOSTENIBILITÀ DEI SISTEMI PRODUTTIVI E TERRITORIALI | 34 |
| DIPARTIMENTO UNITÀ EFFICIENZA ENERGETICA | 47 |
| ISTITUTO DI RADIOPROTEZIONE | 60 |
| UNITÀ TECNICA ANTARTIDE | 65 |
| DIREZIONE COMMITTENZA. SERVIZIO INDUSTRIA E ASSOCIAZIONI IMPRENDITORIALI | 70 |
| UNITÀ STUDI, ANALISI E VALUTAZIONI..... | 75 |
| UNITÀ RELAZIONI E COMUNICAZIONE..... | 80 |
| TABELLA 1. PROGRAMMA: FUSIONE, TECNOLOGIE PER LA SICUREZZA NUCLEARE (FSN) | 86 |
| TABELLA 2. PROGRAMMA: TECNOLOGIE ENERGETICHE (DTE)..... | 87 |
| TABELLA 3. PROGRAMMA: SOSTENIBILITÀ DEI SISTEMI PRODUTTIVI E TERRITORIALI (SSPT) | 88 |
| TABELLA 4. PROGRAMMA: EFFICIENZA ENERGETICA (DUEE)..... | 89 |
| TABELLA 5. PROGRAMMA: ISTITUTO DI RADIOPROTEZIONE (IRP) | 90 |
| TABELLA 6. PROGRAMMA: UNITÀ TECNICA ANTARTIDE (UTA) | 91 |
| TABELLA 7. PROGRAMMA: TRASFERIMENTO, PROMOZIONE E DIFFUSIONE DELLE TECNOLOGIE E DELLE CONOSCENZE SCIENTIFICHE (COM-REL-STAV)..... | 92 |
| TABELLA 8. PROGRAMMI DELLE STRUTTURE DI AMMINISTRAZIONE, SUPPORTO E COORDINAMENTO..... | 93 |

Introduzione

Al Conto consuntivo per l'esercizio finanziario 2018 è allegato il documento programmatico *Piano degli indicatori e dei risultati attesi di bilancio* (nel seguito "Piano") riferito alla medesima annualità, nel quale è illustrato il contenuto di ciascun programma di spesa dell'Agenzia, sono esposte le informazioni sintetiche relative ai principali obiettivi realizzati con riferimento ai relativi programmi e sono riportati gli indicatori individuati per qualificare tali obiettivi.

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.

In coerenza con il Piano, questo documento riferisce sui risultati conseguiti e riporta in forma tabellare, per ciascun programma di attività, i valori di riferimento e gli eventuali scostamenti rispetto alla previsione, con una motivazione sintetica circa le cause che li hanno determinati, qualora significativi.

I programmi di attività oggetto di misura, già definiti nel Piano di cui al Bilancio di previsione 2018, si sovrappongono alla struttura organizzativa dell'ENEA, per cui l'articolazione del documento richiama la denominazione della stessa struttura.

Con riferimento alle funzioni amministrative e di supporto, il documento si limita a riportare le schede sintetiche in ordine agli obiettivi di Piano.

Il documento ha inoltre lo scopo di presentare nel dettaglio il ruolo, le attività svolte e i risultati conseguiti nel corso del 2018 dalle strutture programmatiche e tecniche dell'ENEA, che hanno il compito di realizzare i risultati scientifici e i margini finanziari per assicurare la copertura dei costi fissi non coperti dal contributo ordinario dello Stato.

Nello specifico, attraverso i quattro Dipartimenti – *Fusione e tecnologie per la sicurezza nucleare, Tecnologie energetiche, Sostenibilità dei sistemi produttivi e territoriali, Efficienza energetica* – 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.

Le Unità tecniche dell'ENEA – *Istituto di Radioprotezione e Unità Tecnica Antartide* – sono preposte invece allo svolgimento di compiti previsti dalla normativa vigente e/o all'esecuzione di attività di ricerca o di servizio destinate sia all'interno che all'esterno dell'Agenzia.

Il documento contiene inoltre i contributi di altre strutture: se Dipartimenti e Unità tecniche costituiscono insieme il sistema portante delle attività dell'Agenzia, sono da menzionare in questa sede anche le Unità di staff quali la *Direzione Committenza* e le Unità *Studi e strategie* e *Relazioni e comunicazione*, volte rispettivamente a cogliere e sostenere le iniziative di finanziamento, ad

effettuare analisi e valutazioni del sistema energetico a supporto delle scelte strategiche di medio-lungo periodo e a promuovere e diffondere le conoscenze scientifiche e tecnologiche.

Dipartimento Fusione e Tecnologie per la Sicurezza Nucleare

| | |
|------------------|---|
| Missione | Ricerca e innovazione |
| Programma | Fusione e tecnologie per la sicurezza nucleare |
| Direttore | Aldo Pizzuto |

Ruolo della struttura

Il Dipartimento Fusione e Tecnologie per La Sicurezza Nucleare (FSN) ha come missione lo sviluppo delle tecnologie nucleari e delle radiazioni ionizzanti e non ionizzanti, di processi e prodotti dell'optoelettronica e della fotonica, nonché di metodi di progettazione innovativi. I settori applicativi sono: l'energia; la sicurezza, la "security"; i materiali; il settore medicale; l'esplorazione del territorio; la tutela dei beni culturali; il trasferimento tecnologico.

La missione del Dipartimento consiste nel fornire al sistema Paese conoscenze, metodi e strumenti indispensabili per fronteggiare sfide sempre crescenti nei settori più diversi. La ricerca di nuove fonti innovative di energia come la fusione, la necessità di garantire risposte adeguate nel campo della sicurezza nucleare anche ricorrendo a tecnologie d'avanguardia, le aumentate esigenze della protezione (security) verso i rischi chimici, batteriologici, radiologici e nucleari (CBRN), le esigenze del settore medicale che richiede sistemi per le cure oncologiche e la produzione di radio-farmaci sempre più efficaci ed efficienti, l'utilizzo di queste tecnologie per la protezione dell'ambiente e la tutela del patrimonio artistico, fanno delle attività del Dipartimento un patrimonio unico che caratterizza fortemente l'Agenzia.

Il Dipartimento ha in tutti questi campi un posizionamento di assoluto rilievo internazionale.

La ricerca e sviluppo nel settore della fusione nucleare rappresenta una delle eccellenze del sistema Italia. La fusione è oggi universalmente considerata una delle opzioni più attrattive per un portafoglio energetico sostenibile. In questo settore l'ENEA si è guadagnata una leadership riconosciuta a livello mondiale e coordina tutta la comunità scientifica italiana, che annovera le principali istituzioni di ricerca e molte tra le più prestigiose università.

Nel campo della ricerca dei reattori a fissione di IV generazione, il Dipartimento è diventato un riferimento mondiale per le tecnologie del piombo, che viene considerato il sistema di raffreddamento più intrinsecamente sicuro. Il Dipartimento è anche punto di riferimento istituzionale per i problemi di non proliferazione ed è attivo nelle sedi internazionali nel campo della regolamentazione dei sistemi di sicurezza dei reattori a fissione, il tutto operando in ambito internazionale e collaborando con istituzioni come AIEA, OCSE-NEA e altri.

Nel campo medicale è da segnalare lo sviluppo di acceleratori di protoni con caratteristiche uniche per il trattamento delle neoplasie.

Nel campo della security, le attività sono orientate verso i sistemi per la rilevazione di esplosivi convenzionali, bombe sporche e agenti batteriologici.

Tutti i suddetti temi di intervento presuppongono uno stretto contatto con il sistema industriale e l'Università. Verso l'industria il Dipartimento effettua un trasferimento tecnologico che spesso ha delle ricadute importanti come quella della partecipazione a ITER (il reattore sperimentale per lo studio della fusione) e la commercializzazione di impianti basati su tecnologie sviluppate in ENEA destinate al settore nucleare, industriale, medicale e della sicurezza CBRN. Il Dipartimento funge anche da Liaison Officer verso *Fusion for Energy* (l'agenzia europea incaricata di fornire il contributo europeo a ITER). Sono oltre 500 le PMI registrate nel database che l'ENEA ha costruito per promuovere la partecipazione italiana.

Come coordinatore delle attività del Programma Fusione italiano, il Dipartimento riveste la funzione di Program Manager del *Joint Fund Program Fusione* e rappresenta l'Italia in *Eurofusion*, il Consorzio europeo a cui è stata demandata l'esecuzione delle attività del programma fusione Euratom.

Principali linee di attività sviluppate nel corso del 2018

Relativamente alla realizzazione della *facility* DTT, nel 2018 è stato individuato il Centro di Ricerca ENEA di Frascati quale sito ove realizzare l'impianto, in esito a una procedura ad evidenza pubblica che ha visto la partecipazione di nove Regioni che hanno candidato altrettanti siti. Inoltre, sempre nel 2018, è stata avviata la prima azione di *market survey* per la fornitura dello strain per la realizzazione dei cavi superconduttori costituenti gli avvolgimenti dei magneti, ed è stato avviato l'iter tecnico amministrativo per la concessione del finanziamento di 250 M€ da parte della European Investment Bank (EIB).

Sono continuate le azioni per concrete soluzioni alla carenza dei radiofarmaci nel prossimo quinquennio dovuta alla progressiva chiusura dei reattori nucleari a questi dedicati, che non si prevede vengano rimpiazzati. Le soluzioni proposte dall'ENEA si sviluppano su due direttrici: la produzione del Tecnezio 99 con l'utilizzo del Reattore TRIGA del Centro della Casaccia, e l'avvio della realizzazione di una innovativa sorgente di neutroni denominata "Sorgentina" della quale sono in corso attività di prototipizzazione finanziate in ambito EUROfusion. Entrambe le soluzioni stanno riscontrando l'interesse dei soggetti industriali produttori di radiofarmaci.

Nel 2018, la partecipazione ai bandi inerenti il Proof of Concept (PoC) ha registrato la presenza di 14 manifestazioni di interesse da parte di imprese ad alto livello tecnologico che ha comportato l'approvazione, da parte del pool di esperti esterni associati ad IBAN (*Italian Business Angels Network*), di 4 progetti per un valore complessivo del 30% circa del fondo assegnato.

Per le attività di qualifica nucleare dei componenti è stata effettuata la ricarica della sorgente di Cobalto 60 dell'Impianto Calliope; le sorgenti radioattive sono state fornite dall'Institute of Isotope Co. Ltd. (IZOTOP) ungherese. La facility Calliope è stata impiegata in attività di qualifica sia in ambito nucleare (matrici cementizie utilizzate per lo stoccaggio di rifiuti radioattivi) che nel campo delle applicazioni spaziali (sistemi e componenti elettronici). Sono state condotte attività di servizio e di ricerca per diverse applicazioni quali, ad esempio, in esperimenti di Fisica delle alte energie, nel campo dei Beni Culturali, in campo agro-alimentare, ambientale ed agro-spazio, condotte nell'ambito di progetti e collaborazioni nazionali ed internazionali. Parte delle attività, svolta nell'ambito dell'accordo ASIF (*ASI Supported Irradiation Facility*), in collaborazione con l'Agenzia Spaziale Italiana, ha portato allo sviluppo e all'implementazione di apparati di standardizzazione e sistemi relativi all'upgrade della facility ed ad attività sperimentali in campo dosimetrico.

Nel campo della superconduttività sono proseguite attività di larga scala, con particolare riferimento alla progettazione dei cavi per il sistema magnetico di DTT e DEMO e nello sviluppo di sistemi (cavi e generatori) basati sull'uso di materiali superconduttori ad alta temperatura critica (YBCO). Le attività di ricerca di base sono state focalizzate sulla caratterizzazione elettrica e fisica dei nuovi materiali sviluppati all'interno del laboratorio, al fine di migliorarne le caratteristiche elettriche. In particolare, le nuove tecnologie di pinning hanno consentito un forte incremento delle caratteristiche di trasporto dei nastri YBCO.

Relativamente alle attività di sviluppo e promozione delle attività di ricerca sulla fusione nucleare controllata è stata curata la partecipazione di ENEA alle attività scientifiche, tecnologiche e industriali di Eurofusion, di F4E e di ITER, favorendone il ritorno tecnico scientifico, assicurando il controllo dello stato di avanzamento delle attività svolte dai partner italiani in Eurofusion e curandone il reporting. Inoltre, 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, la partecipazione di ENEA ad eventi internazionali quali: *Big Science Business Forum*, Copenaghen; *Symposium on Fusion Technology*, Giardini Naxos 16-21/9/2018; *DTT Industry day*, Monte Porzio Catone 14/12/2018.

L'attività dell'Istituto Nazionale di Metrologia delle Radiazioni Ionizzanti è relativa al ruolo di "Istituto Metrologico Primario" nel settore delle radiazioni ionizzanti (Legge 273/1991 e D.lgs. 112/1998), all'effettuazione di prove per l'omologazione degli strumenti di misura in ambito UE (Legge 99/2009) e alla predisposizione di mezzi e procedure per l'assolvimento degli obblighi di taratura e criteri di approvazione dei dosimetri delle radiazioni ionizzanti (D.lgs. 230/1995 e 241/2000). L'attività è orientata alla ricerca finalizzata allo sviluppo dei campioni nazionali (primari e secondari) e alla promozione e standardizzazione dei metodi di misura delle radiazioni ionizzanti. A tali attività sono state affiancate quelle di certificazione e accreditamento, di organizzazione interna e formazione.

Le attività nel campo della fisica della fusione si sono articolate sulla ricerca sulla fisica dei plasmi in condizioni rilevanti per la realizzazione dell'energia da fusione, sia in sistemi a confinamento magnetico che in configurazioni alternative e a confinamento inerziale. Sono inoltre stati definiti i programmi scientifici degli apparati sperimentali per la fusione costituiti dalla macchina FTU, sottoposta ad interventi di manutenzione evolutiva per l'intero anno, dall'impianto Proto-SPHERA (tokamak sferico) e dall'impianto laser ABC per gli studi di fusione inerziale e più in generale di interazione laser-materia. È stata effettuata la partecipazione alle attività di ricerca sulle macchine sperimentali del programma fusione europeo, e attraverso gli accordi europei di collaborazione internazionale a quelle in Cina e Corea, e sono stati sviluppati modelli teorici dei plasmi termonucleari per lo studio del loro comportamento, con particolare riferimento ai plasmi in condizione di ignizione e ai fenomeni di instabilità. Inoltre, sono state sviluppate diagnostiche, laser e sorgenti di microonde di potenza ad elettroni liberi per applicazioni ai plasmi da fusione, curandone anche l'applicazione ad altri campi di immediato interesse socio-economico.

Nel campo delle tecnologie per la fusione nucleare le attività, a carattere pluriennale, hanno riguardato i settori delle membrane, della safety e della neutronica. Sono state sviluppate attività di ricerca e sviluppo di tecnologie per la costruzione di componenti di macchine Tokamak (ITER, FTU, DEMO), robotica applicata, applicazioni criogeniche, progettazione di componenti complesse interne alle macchine Tokamak. Inoltre, nel settore dell'elettronica, è stata effettuata l'integrazione del nuovo sistema FSC, con il sistema di controllo di FTU, e sono state sviluppate tecnologie per radar ottici per

ambienti ostili. È inoltre proseguita l'attività di progetto dell'ITER Radial Neutron Camera (RNC) and Radial Gamma Ray Spectrometer (RGRS).

Nel 2018 le attività di ingegneria sperimentale hanno riguardato lo sviluppo tecnologico in supporto alla realizzazione (nel medio e lungo termine) di sistemi nucleari innovativi, tanto nel campo della fissione di quarta generazione che in quello della fusione nucleare. Nel campo della fissione si evidenziano le attività sui sistemi nucleari refrigerati a metallo liquido pesante, sia critici (Lead cooled Fast Reactor) che sottocritici (Accelerator Driven System ADS), con l'utilizzo del parco degli impianti sperimentali CIRCE-ICE, CIRCE-HERO, NACIE-UP, HELENA, LIFUS5, LECOR. Inoltre, è stato fornito supporto scientifico al consorzio FALCON (Fostering ALFRED Construction) per la realizzazione del reattore ALFRED (DEMO-LFR) in Romania, in sinergia con ANSALDO NUCLEARE sono proseguite le collaborazioni fra ENEA, ANSALDO NUCLEARE e WESTINGHOUSE per la progettazione e realizzazione di un LFR-SMR in UK e con INEST dell'Accademia Cinese delle Scienze (CAS) per lo sviluppo delle tecnologie LFR. Le attività di ingegneria sperimentale hanno, inoltre, riguardato il settore della fusione nucleare con lo sviluppo del breeding blanket per ITER e DEMO (HCLL, HCPB, WCLL), e con lo sviluppo delle tecnologie per IFMIF (International Fusion Materials Irradiation Facility). Anche per queste attività si è fatto uso del parco degli impianti sperimentali HEFUS 3, IELLLO, TRIEX, LIFUS-6, HYDREX, CEF.

Nel campo della gestione dei rifiuti radioattivi, il Dipartimento si è assunto l'onere di effettuare le attività che il D.lgs. 52/07 attribuisce all'ENEA in qualità di Gestore del Servizio Integrato (strumento tecnico-operativo in grado di farsi carico di tutte le fasi del ciclo di gestione dei rifiuti radioattivi di origine non elettro-nucleare e delle sorgenti radioattive non più utilizzate) espletando una funzione di indirizzo, supervisione e controllo dell'intero ciclo di gestione, assumendo la proprietà dei rifiuti e delle sorgenti raccolte e prendendosi carico del loro smaltimento definitivo, liberando da ogni responsabilità giuridica il produttore dei rifiuti stessi. È continuato il supporto a Sogin nelle attività di decommissioning degli impianti afferenti all'ex-ciclo del combustibile nucleare affidati da ENEA a Sogin mediante il comando di personale del Dipartimento sui siti di Trisaia, Casaccia e Saluggia.

Le attività sulla sicurezza e la sostenibilità del nucleare hanno riguardato principalmente lo sviluppo e l'applicazione di metodi per la sicurezza nucleare, la gestione in sicurezza della chiusura del ciclo del combustibile e la preparazione alle emergenze; la ricerca e sviluppo di reattori a fissione innovativi a supporto dell'industria; il supporto alle istituzioni in materia di sicurezza (safety e security). Tutte le attività sono orientate a perseguire l'obiettivo del mantenimento e rafforzamento delle competenze in tali settori per sostenere le attività nucleari italiane, quali lo smaltimento dei rifiuti radioattivi e l'analisi di sicurezza del sito, nonché un'autonoma capacità di valutazione della sicurezza dei reattori attuali ed innovativi.

Le attività sulle tecnologie fisiche hanno riguardato la ricerca applicata e hanno conseguito obiettivi su progetti a finanziamento regionale, nazionale e internazionale relativi alla realizzazione di acceleratori lineari di protoni ed elettroni per terapie oncologiche; all'applicazione di sensoristica innovativa nel monitoraggio marino ed atmosferico; allo sviluppo e dimostrazione di sensoristica per diagnostiche remote per la Security, per diagnostiche e monitoraggio strutturale su Beni culturali; alla realizzazione di componenti e dispositivi ottici miniaturizzati; allo sviluppo di rivelatori di radiazioni ionizzanti per nano-bio-fotonica; alla sintesi e caratterizzazione ottica ed elettronica di nanostrutture per l'energetica.

Alla fine del 2018 è stato approvato ed avviato il progetto ENEA dell'infrastruttura di ricerca TECHEA (Tecnologie per la salute) che prevede la realizzazione di facility di test e 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 per il monitoraggio di pazienti. Sono iniziate le attività di progettazione dei prototipi previsti e i necessari acquisti di componenti.

Sono stati inoltre approvati a fine 2018 due PoC in prima fase nell'ambito delle attività di trasferimento tecnologico promosse da ENEA: LIBS_H2O per uno strumento spettroscopico di analisi cliniche e ASCANIO per l'applicazione di sensori in fibra ottica al monitoraggio di infrastrutture viarie.

Principali risultati conseguiti

- Nel 2018 la sperimentazione su FTU è stata sospesa. In conseguenza del malfunzionamento di alcune schede di controllo delle correnti con conseguente danneggiamento dei sistemi di alimentazione degli avvolgimenti poloidali che hanno comportato lo shut-down. Durante lo shut-down si è provveduto a ricostruire le schede di controllo PHSC, e ad effettuare una serie di interventi di manutenzione su tutti i sottosistemi e alla RIPARAZIONE di due gyroton dell'impianto ECRH a 140 GHz.
- In preparazione delle misure della ritenzione di deuterio, come sostituto del trizio, che si effettueranno su FTU alla fine delle campagne sperimentali previste per l'estate 2019, si è completata la definizione e simulazione in laboratorio, su un quadrante della camera di FTU, della diagnostica Laser Induced Breakdown Spectroscopy.
- L'esperimento Protopinch ha completato la sua prima fase dimostrativa. Dopo aver raggiunto la corrente nominale di 10 kA sia in argon che in idrogeno, sono state modificate le alimentazioni delle bobine esterne aggiuntive, per la formazione e il controllo della configurazione toroidale. Tale configurazione è stata generata e, si stima, stiano circolando 5-10 kA di corrente toroidale. In collaborazione con uno spin-off dell'università di Pisa è stato installato un interferometro a dispersione, che ha mostrato l'esistenza di densità molto alte nel pinch (sino a $3 \times 10^{20} \text{ m}^{-3}$). Sono state eseguite diverse variazioni dei componenti interni tra cui un divertore per assorbire il flusso delle particelle perse durante la configurazione toroidale.
- Sviluppo e sfruttamento di nuove diagnostiche, sviluppate su FTU, sulle macchine europee nell'ambito del work package MST1.
- Ottimizzazione degli scenari DTT con riscaldamento alla ciclotronica ionica alle frequenze 60-90 MHz in schema di riscaldamento minoritario con H e 3He.
- Progetto concettuale di antenne alle frequenze 60-90 MHz con bassi campi elettrici paralleli al campo magnetico di DTT e basse tensioni nella linea di alimentazione.
- Inizio delle prove, in collaborazione con ASIIPP, di un'antenna con superfici ad alta impedenza per il riscaldamento alla ciclotronica ionica da provare su EAST in prima assoluta e come test preliminare in previsione della realizzazione delle antenne di DTT.
- Sviluppo dei metodi di misura e modellistica degli impulsi elettromagnetici a RF-microonde (EMP) prodotti da interazione laser-materia nell'ambito EUROfusion Enabling Research TOIFE.
- Test di una tecnica spettroscopica innovativa (THz-TD) nell'intervallo di frequenze tra 300 GHz e 20 THz, che consente l'analisi non-invasiva di materiali, nonché di diagnostica dei plasmi.

- Per quanto riguarda le applicazioni diagnostiche THz nel campo dei beni culturali, esse sono state inserite nel progetto ADAMO finanziato dalla Regione Lazio per il networking tra laboratori enti e università operanti nel settore.
- Nell'ambito della caratterizzazione di materiali innovativi, sono stati effettuati con successo irraggiamenti di grafene, con radiazione EUV emessa dalla sorgente Discharge Produced Plasma (DPP) al fine di controllarne le proprietà semiconduttrici.
- Nell'ambito dello sviluppo di sistemi ottici per tecnologie solari, nel 2018 è proseguito l'upgrade e lo sviluppo della bussola solare ENEA con versioni adatte alle attività di divulgazione scientifica.
- In collaborazione con l'Università di Bordeaux si sono studiate le possibili applicazioni di rivelatori C-MOS imagers con sensore al silicio per rivelazione di radiazione hard-X e gamma in esperimenti laser plasma e di imaging soft-X con rivelatori ibridi GEM-ASIC.
- Su KSTAR, a Daejeon - Rep. di Corea, i rivelatori GEM realizzati a Frascati sono stati utilizzati ottenendo immagini bidimensionali per lo studio delle instabilità della colonna di plasma.
- Caratterizzazione sperimentale del comportamento dei materiali porosi (foam) irraggiati da laser ad alta intensità: proprietà radiative e velocità di propagazione dell'onda idro-termica; modellistica dei processi relativi con il codice MULTI-FM appositamente sviluppato.
- Sviluppo e test di spettrometri Thomson ad elevato schermaggio EMP per ioni con energie dal keV al MeV accelerati da interazione laser-materia.
- Esperimenti di spettroscopia a contatto su campioni biologici, con caratterizzazione della emissione X nella water-window (2-50 Å) emessa dal plasma generato mediante il laser ABC.
- Esperimenti di interazione laser-materia, con caratterizzazione delle particelle accelerate mediante rivelatori al diamante, impiegando bersagli micro-strutturati (snow-flakes targets, Laser Hebrew University Jerusalem), bersagli capacitor-coil (Laser HiLASE, Repubblica Ceca) e bersagli planari di piccolo spessore (Laser Flame – INFN LNF).
- Continuazione della collaborazione al progetto Enabling Research "NAT" (*Nonlinear interaction of Alfvénic and turbulent fluctuations in burning plasmas*) coordinato dai colleghi del Max Planck Institute di Garching in Germania.
- Partecipazione e coordinamento degli Enabling Research project ENR-MFE17.ENE-10-T002-D001 *"Advancing diagnostic intelligence: How can we localize "non-local" transport and improve the energy confinement using meso-scale self-organization of instabilities?"* e *"Towards the demonstration of alpha channeling"*.
- Studi sulla teoria dell'instabilità di onde Alfvéniche guidate da particelle energetiche, saturazione non lineare e trasporto di particelle energetiche ad esse associate.
- Collaborazione allo sviluppo di scenari per DTT, caratterizzazione di vari sistemi di riscaldamento del plasma.
- Primo rilascio del codice di stabilità linear MHD MARS nell'ambito del Workflow di Equilibrio e Stabilità EQSTABIL, WPCD e suo porting in ambiente IMAS (ITER).
- Completamento della fase di verifica dei termini che ritengono gli effetti di raggio di Larmor finito per le particelle energetiche nel codice HYMAGYC, un codice ibrido per lo studio della interazione mutua tra onde Alfvéniche e particelle energetiche, in geometria della sezione poloidale del toro arbitraria, con il modulo MHD che ritiene le equazioni MHD complete, e particelle energetiche descritte con il modello girocinetico nell'approssimazione di rapporto tra raggio di Larmor e

- lunghezza perpendicolare della perturbazione.
- Studio dell'onset dei modi tearing su scariche JET utilizzando il codice di stabilità lineare MHD MARS (WPJET1).
 - Studio dei plasmi astrofisici, con particolare riguardo a tematiche comuni con i plasmi di interesse fusionistico.
 - Prosecuzione delle attività in collaborazione con INFN sui progetti Europei EUPRAXIA ed XLS Compact Light ed al premiale INFN PALSMAR.
 - Conclusione delle simulazioni e definizione di tutte le caratteristiche dei component di Fascio del progetto CARM e avvio della fase realizzativa dei component più critici.
 - Studio della saturazione dei modi Alfvénici con tecniche di mappe Hamiltoniane; confronto tra simulazioni a singolo modo toroidale e in presenza di molti modi toroidali.
 - Effettuazione di due campagne sperimentali: la prima utilizzando un impianto contenente un modulo multitubo di recente costruzione che ha previsto prove di separazione di una miscela He-H₂ in diverse condizioni sperimentali; la seconda ha invece interessato un reattore a membrana singolo tubo in cui sono state effettuate prove per il recupero del trizio da una corrente gassosa tramite reazione di water gas shift, in ambito WP BB Eurofusion.
 - Progettazione del "Pre-conceptual design phase I" del sistema di purificazione di trizio dal coolant (*Coolant Purification System, CPS*) di DEMO, in ambito WP TFV Eurofusion.
 - Sviluppo di un codice in Matlab in grado di simulare la permeazione del trizio dal circuito di raffreddamento primario a quello secondario per il concetto di blanket che prevede l'acqua come refrigerante primario in ambito WCLL Eurofusion.
 - Partecipazione al progetto TRANSAT, in ambito EURATOM, con lo studio delle tecnologie per il trattamento di gas triziati; nell'ambito del progetto è stato anche effettuato lo studio di nuovo processo per il recupero del trizio da elio mediante l'impiego di "non evaporable getter".
 - Studi di sicurezza per l'impianto DEMO: pianificazione di esperimenti con berillio ed aria o acqua; pianificazione di esperimenti di reazione di LiPb con acqua; analisi FFMEA (*Functional Failure Mode and Effect Analysis*) per i diversi sistemi d'impianto; stima dei prodotti di corrosione attivati; valutazione dei termini di sorgente radioattivi; analisi deterministiche di sequenze incidentali; studio di soluzioni impiantistiche per minimizzare il rischio di esplosione dovuto alla presenza di idrogeno in caso di incidente; analisi delle dosi occupazionali; classificazione preliminare di strutture, sistemi e componenti rilevanti per la sicurezza. Tutte le attività sono state effettuate in ambito WPSAE Eurofusion.
 - Aggiornamento dell'analisi di affidabilità dei design 2018 per i concetti WCLL e HCPB del blanket al fine di quantificarne l'impatto in termini di possibili disruzioni del plasma o a richieste di spegnimento anticipato del plasma. Valutazione delle perdite di trizio dai circuiti di refrigerazione del Water Cooled Lithium Lead, in ambito WPPMI Eurofusion.
 - Problematiche di sicurezza che afferiscono al progetto del divertore. Identificazione e gestione dei requisiti di sistema e definizione di un modello funzionale del sistema al fine di definirne e verificarne le specifiche funzionali, in ambito WPDIV Eurofusion.
 - Aggiornamento delle stime di utilizzo delle risorse naturali dell'impianto a fusione in base ai recenti trend di ricerca e sviluppo, in ambito WPSES Eurofusion.
 - Early Neutron Source: identificazione di eventi iniziatori di sequenze incidentali tramite FMEA; analisi di dose occupazionale; analisi di affidabilità e disponibilità; analisi funzionale dell'impianto;

analisi incidentale per il sistema litio; classificazione preliminare di strutture; sistemi e componenti rilevanti per la sicurezza.

- Balance of Plant: analisi preliminari di affidabilità e disponibilità dei circuiti di refrigerazione dei modelli di reattore HCPB e WCLL.
- Raccolta ed analisi dati per la dose occupazionale durante la fase di manutenzione del JET.
- Calcoli neutronici per: progettazione e integrazione di sistemi a iniezione di pellet e Electron Cyclotron antenna; il design del divertore; il supporto al design di un blanket di tipo Water Cooled Lithium Lead. Sviluppo e ottimizzazione del codice Advanced D1S per il calcolo delle dosi allo shutdown di DEMO.
- Sviluppo di rivelatori per neutroni veloci ad alto flusso "Self Powered" (SPND) con nuovi materiali sensibili per incrementare la risposta agli spettri neutronici veloci, per l'utilizzo nel monitoraggio attivo della Test Cell della sorgente di neutroni DONES.
- Attività sperimentale e calcolo neutronico in preparazione della campagna DTE2 del JET;
- Radial Neutron Camera per ITER: aggiornamento del modello di System Engineering; analisi funzionale e di sicurezza di differenti soluzioni progettuali; analisi neutroniche per la progettazione.
- Nell'ambito dell'accordo con Institut de Radioprotection et de Surtè Nucleare (IRSN) si sono effettuate: le applicazioni del codice ASTEC per le analisi incidentali degli impianti a fusione, lo sviluppo e la validazione del codice ASTEC in relazione ad attività di R&D sulla mobilizzazione delle polveri.
- Fornitura alla ditta IS TECH srl (Romania) di 1 tubo permeatore in lega Pd-Ag realizzato con un sistema innovativo di giunti a compressione sviluppato in ENEA.
- Realizzazione e fornitura di un reattore a membrana multi-tubo per processi di detritazione nell'ambito di una fornitura al CEA.
- Avvio delle attività del laboratorio Diamanti focalizzato sullo studio, caratterizzazione e produzione di diamanti artificiali impiegati come rivelatori di radiazione, con particolare attenzione alla rilevazione di neutroni tipici della fusione nucleare.
- Sviluppo di un nuovo rilevatore di neutroni ad attivazione in grado di operare sotto le difficili condizioni ambientali incontrate in un impianto di fusione (progetto *Enabling Research EUROfusion VERDI*).
- Sono stati effettuati irraggiamenti di campioni di materiali con neutroni da 14 MeV, e conseguenti studi di attivazione e resa del prodotto di reazione, per studiare la possibilità di produrre ^{99}Mo e ^{64}Cu attraverso reazioni indotte da neutroni da fusione a 14 MeV, nell'ambito delle attività su "Sorgentina".
- Sviluppo di sistemi di moderazione per neutroni a 14 MeV per la produzione di campi neutronici termalizzati per un possibile utilizzo a fini scientifici dei neutroni prodotti da SORGENTINA-RF, di prevista realizzazione presso il Centro del Brasimone.
- Sviluppo di sistemi di moderazione di sorgenti di neutroni sigillate per la produzione di campi neutronici termici ed epitermici di larga area per applicazione alla dosimetria e al test di dispositivi di rivelazione di neutroni, in collaborazione con l'Istituto Nazionale di Fisica Nucleare -Laboratori Nazionali di Frascati (INFN-LNF).
- Sviluppo di sistemi spettroscopici ad ampio range di risposta in energia dei neutroni, per applicazioni alla caratterizzazione di fasci neutronici direzionali sia di sorgenti accelerator-driven

che reattori di ricerca, in collaborazione con l'Istituto Nazionale di Fisica Nucleare -Laboratori Nazionali di Frascati (INFN-LNF).

- Sviluppo di rivelatori di neutroni a gas tipo GEM per ³He-replacement nei dispositivi di rivelazione di fasci neutronici da sorgenti a reattore e ad acceleratore.
- Misure sperimentali presso il generatore di neutroni FNG per attività di ricerca e sviluppo, e servizio a committenti esterni.
- Nell'ambito della commessa commerciale ANN-ENEA, prototipi richiesti (8 prototipi full scale più altri 4 di riserva) sono stati costruiti e sono risultati conformi alle specifiche richieste da ITER-F4E.
- Realizzazione di prototipi in piccola scala del divertore del reattore DEMO e loro prove a test di fatica ad alto flusso termico.
- Progettazione di massima della cassetta del divertore di DEMO e relativi sub componenti come supporti della cassetta alla camera da vuoto e supporti dei PFC alla cassetta, con preparazione del modello CAD di riferimento necessario per le successive analisi.
- Gestione delle attività di contatto tra EUROfusion ed il gruppo di progetto italiano di DTT, nell'ambito del work package DTT1-ADC, dedicato allo studio delle configurazioni avanzate di divertore e ricadente nella linea di ricerca sulla fisica di ITER.
- Individuazione di un possibile approccio complementare per il core fuelling di DEMO, basato sull'iniezione di pellet ad alta velocità lungo traiettorie rettilinee oblique, dal lato di alto campo, o quasi verticali attraverso il port superiore.
- Sviluppo del progetto dettagliato per il rifacimento del sistema elettronico della diagnostica bolometrica attualmente installata in FTU.
- Sviluppo e test del radar ottico subacqueo nella vasca del reattore TRIGA e conseguente avvio dell'iter relativo alla domanda di brevetto internazionale PCT/IT2016/000144 dal nome "Sistema ottico di scansione compatto per sensori laser radar in ambienti ostili".
- Progetto concettuale del DEMO-LFR ALFRED in collaborazione con ANSALDO NUCLEARE; qualifica dei codici di neutronica per il progetto di nocciolo; implementazione piattaforma di calcolo per supporto al progetto e analisi di sicurezza dei reattori a piombo; analisi di sicurezza e progettazione dei sistemi LFR/ADS; analisi di sicurezza su scenari di riferimento dei sistemi LFR; qualifica coating e caratterizzazione di materiali strutturali; progetto scambiatore e pompa di circolazione reattore a piombo; caratterizzazione sperimentale dell'interazione metallo liquido acqua; qualifica di componenti prototipici (pompa per sistemi LFR); caratterizzazione sperimentale di sistemi e piscina refrigerati a metallo liquido; implementazione sistemi di coolant-chemistry per reattori LFR.
- Caratterizzazione sperimentale della termoidraulica dei sistemi nucleari a piscina su sistemi di larga scala (CIRCE-ICE) e sulla stratificazione termica e mescolamento in sistemi a piscina (CIRCE-HERO).
- Caratterizzazione del fenomeno di fuel-pin bundle blockage per sistemi nucleari refrigeranti a metallo liquido.
- Caratterizzazione small-leakage da generatori di vapore e scambiatori di calore.
- Nell'ambito della collaborazione ENEA-CASHIPS (Cina) sono stati raggiunti i seguenti risultati: analisi di sicurezza in supporto allo sviluppo dell'ADS cinese CLEAR-I; concettualizzazione di un impianto di larga scala a metallo liquido per la qualifica componenti per il sistema CLEAR-I denominato CLEAR-S; concettualizzazione di un impianto di a metallo liquido per la qualifica del

sistema primario del SMR CLEAR-M, denominato CLEAR-M1X.

- Nell'ambito delle attività fusionistiche sono stati conseguiti i seguenti risultati: realizzazione di procedure offline per la determinazione del contenuto di azoto in litio; utilizzo dell'impianto Lifus 6 per lo studio dei fenomeni di erosione/corrosione da litio; impiego di prototipi per la qualifica delle operazioni di manutenzione remotizzata del Target di IFMIF; effettuazione di prove di qualifica delle operazioni di manutenzione del target IFMIF; progetto di dettaglio del Target assembly di IFMIF.
- In ambito EUROfusion effettuazione dell'analisi termomeccanica dei moduli di blanket europei: HCLL, HCPB, WCLL; progetto Termoidraulico e Termomeccanico del WCLL.
- Avvio della caratterizzazione energetica accurata dei fasci x di riferimento dell'INMRI, mediante spettrometria con rivelatori al HGPe e modellazione Monte Carlo.
- Nell'ambito dello sviluppo dei campioni nazionali sono proseguite le attività per l'implementazione dei dati di base del nuovo rapporto ICRU 90, *Key Data For Ionizing-Radiation Dosimetry: Measurement Standards And Applications*.
- Sempre riguardo lo sviluppo di nuovi campioni primari è stato avviato lo studio del campione di attività del radionuclide Ho-166, in previsione del suo impiego nella medicina nucleare.
- Sviluppo di un nuovo campione trasportabile multisorgente per la taratura di portali radiometrici e monitori d'area installati in impianti e depositi fuori dall'INMRI.
- Proseguimento dell'attività di potenziamento per il campione di dose assorbita in acqua nell'ambito del progetto europeo RTNORM.
- Contributo alla revisione internazionale del protocollo di dosimetria IAEA 398.
- Predisposizione della documentazione per l'adeguamento del Nulla Osta per la detenzione di una nuova sorgente di Co-60 per alti ratei di dose.
- Nell'ambito dei confronti internazionali previsti per la validazione dei campioni nazionali, è stato concluso il lavoro sperimentale per il confronto, in ambito BIPM, con gli Istituti Nazionali di Francia e Regno Unito, sul rateo di emissione neutronica da una sorgente di Am(Be) mediante il metodo del bagno al MnSO₄.
- Partecipazione al confronto internazionale, organizzato dal BIPM, per la caratterizzazione radiometrica di un Materiali dei Riferimento in farina di frumento giapponese, raccolta nell'area della centrale di Fukushima.
- Partecipazione a 5 progetti triennali (METRODecom2, MRTDOosimetry, RTNORM a coordinamento ENEA, DIGITALSTD) finanziati dalla CE nel quadro dei Programmi Europei di Ricerca Metrologica (EMRP, EMPIR).
- Nell'ambito del progetto CORSAIR, finanziato dalla Regione Toscana, 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.
- Collaborazione con CAEN S.p.A. per la caratterizzazione del nuovo sistema di acquisizione digitale di segnali per spettrometria x e gamma e degli algoritmi di base per il programma di analisi spettrometrica automatica.
- Collaborazione con Università di Padova alla caratterizzazione di rivelatori scintillatori plastici per il monitoraggio radiologico continuo di acque destinate al consumo umano.
- Collaborazione con Centri di radioterapia nazionale sulle applicazioni di dosimetria per fasci IORT.

- Prosecuzione delle attività nell'ambito del contratto con SOGIN su tre tematiche: taratura dei monitori d'area degli impianti nucleari italiani, organizzazione di un confronto tra i siti SOGIN su misure di contaminazione al corpo intero (WBC) e di contaminazione di matrici cementizie e metalliche mediante tecniche radiochimiche.
- Supporto metrologico alle nuove attività di studio svolte dal Dipartimento per la produzione di radio-farmaci nei Centri dell'ENEA.
- Organizzazione e svolgimento, in collaborazione con ARPA Lombardia, di un Confronto Interlaboratorio (ILC) a carattere nazionale sull'analisi accurata di spettri gamma ad elevata risoluzione, con particolare focalizzazione alle determinazioni di area di picco, correzioni per effetto somma ed auto assorbimento.
- In collaborazione con l'Associazione Italiana di Fisica in Medicina, organizzazione di un Confronto Interlaboratorio (ILC) di carattere dosimetrico per i Centri radioterapici nazionali.
- Organizzazione di un Confronto Bilaterale per il Joint Research Centre (JRC) di Ispra sulle procedure di taratura di Contaminometri, in vista dell'accreditamento del JRC-Ispra come LAT.
- Svolgimento di un Audit tecnico di conformità alla norma ISO/IEC 17025 per la Sezione Radiazioni Ionizzanti del *Bureau International des Poids et Mesures* (Sevres).
- 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.
- Partecipazione, su designazione del Ministero degli Affari Esteri, alla Delegazione italiana alla *26. Conferenza Generale dei Pesi e Misure*, Versailles, nella quale è stato formalmente adottato il nuovo Sistema Internazionale di Unità di Misura, basato su costanti fisiche fondamentali.
- Prosecuzione del servizio di taratura della strumentazione di misura delle radiazioni ionizzanti, per soddisfare la richiesta nazionale nel settore.
- Pianificazione ed avvio di un programma di taratura e qualificazione della strumentazione radioprotezionistica di SOGIN (tutti i siti) e NUCLECO.
- 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".
- Sviluppo ed applicazione di metodi per la sicurezza nucleare: completamento della validazione di librerie di sezioni d'urto neutroniche/fotoniche per analisi di schermaggio e dosimetria del vessel LWR; sviluppo del sistema di attivazione ANITA-NC in grado di trattare l'attivazione di materiali indotta sia da neutroni che da particelle cariche; analisi delle misure di sezione d'urto di cattura degli isotopi dispari del Gadolinio effettuate presso la facility nTOF del CERN nell'ambito della messa a punto di una metodologia per la valutazione di sezioni d'urto nucleari di interesse per le analisi di sicurezza neutronica; analisi dello stato dell'arte e del TRL (Technology Readiness Level) degli *Accident Tolerant Fuels* e calcoli di criticità per i reattori commerciali in attività con codici deterministici, per l'utilizzo di *Accident Tolerant Cladding*; valutazione di differenti scenari di

riduzione degli inventari di transuranici (TRU) provenienti dal riprocessamento di combustibile UOx nell'ambito di un Benchmark della Nuclear Energy Agency (NEA), allargamento della serie di sequenze incidentali per reattori BWR (tipo Fukushima) e PWR (tipo REP900) analizzate a supporto alla gestione delle emergenze off-site con impatto alla popolazione italiana; valutazione comparativa di sistemi di sicurezza passivi/attivi; validazione dei codici di termoidraulica di sistema CATHARE e RELAP5 sul data base di dati sperimentali realizzato alla SIET (Piacenza) sull'utilizzo di sistemi di sicurezza passivi in reattori evolutivi ed innovativi; confronto tra codici di dispersione atmosferica per preparazione e risposta alle emergenze nucleari.

- Nell'ambito di programmi comunitari e collaborazioni internazionali: interpretazione dell'esperimento LIVE 3D con ASTEC V2.1.1 code per lo studio dell'"in-vessel corium retention" e studio di un transitorio di Station Black Out per un reattore PWR da 900 MWe (progetto IVMR); utilizzo dei dati sperimentali da OSU-MASLWR per valutazione delle capacità di simulazione del codice T/H TRACE dei fenomeni di circolazione naturale e scambio termico in tubi elicoidali (collaborazione con US-NRC); partecipazione a benchmark internazionali per lo sviluppo e la validazione di codici fast-running per la determinazione del Termine Sorgente e per il calcolo rapido delle conseguenze alla popolazione dovute ad incidenti severi nei reattori di potenza europei (progetto FASTNET); partecipazione col codice di sistema CATHARE e CFD TRIO al benchmark internazionale sulle facility Tall e NACIE (progetto SESAME); messa a punto nel sistema ERANOS di procedure non-standard per riprodurre una configurazione sia critica che sottocritica e confronto con dati della facility giapponese KUCA (Kyoto University Critical Assembly) per ADS ed estensione della metodologia "A-BAQUS" di progettazione di nocciolo di un sistema sottocritico (ADS) a combustibili ternari Uranio, Torio, Transuranici (Plutonio e Attinidi Minor (progetto di ricerca IAEA); modellizzazione del rilascio di radiocarbonio dal deposito geologico alla geosfera (progetto CAST); progettazione di sistemi di campionamento per misure in situ di xeno per il monitoraggio dei rifiuti radioattivi contenenti transuranici (progetto MODERN2020); realizzazione di un sistema per l'assorbimento di CO₂ e Cl da grafite irraggiata per la determinazione analitica di C14 e Cl36 tramite scintillazione liquida e spettrometria di massa (progetto CHANCE).
- Nell'ambito della collaborazione con ASI e INFN si è completata la generazione delle sezioni d'urto di danneggiamento per tutti gli elementi della tavola periodica basandosi sulla libreria di dati valutati ENDF/B-VII.1.
- Ricerca e sviluppo di sistemi nucleari avanzati a fissione e a fusione: sviluppo di una metodologia di analisi della deformazione di un assembly nel nocciolo di un reattore veloce e sua applicazione ad un assembly di ALFRED; sistematizzazione dei risultati di validazione delle capacità dei codici di analisi neutronica ERANOS (deterministico) e MCNP (Monte Carlo) per la realizzazione di in un dossier di validazione nelle applicazione a sistemi veloci refrigerati a Piombo; sviluppo di una metodologia di analisi vibrazionale di una fascio di barrette di combustibile in piombo liquido, e di una tecnica di decomposizione modale della sollecitazione per la ricerca di dell'effetto di accoppiamento fra più barrette in un fascio rappresentativo dell'elemento di combustibile di ALFRED; concettualizzazione di una piattaforma integrata di analisi a supporto dello sviluppo di reattori veloci refrigerati a piombo, e sviluppo/raffinamento di codici di analisi (es: ANTEO+) e di strumenti di pre- e post-processing (es: VisualEO, VisualPin, VisualCore); finalizzazione del progetto di nocciolo per la configurazione aggiornata del reattore Dimostrativo a Piombo ALFRED ed elaborazione degli obiettivi generali di progettazione e dei criteri, delle basi e dei limiti di progettazione di nocciolo; sviluppo di una metodologia perturbativa HGPT-BU applicata al

bruciamento del combustibile in reattori di IV generazione in collaborazione con l'Università Sapienza.

- Nel campo della collaborazione con Westinghouse Electric Company LLC, progettazione del nocciolo del reattore commerciale CLFR, nella variante ad ossidi misti di Uranio-Plutonio e supporto alla stesura della documentazione per la fase 1 del bando per sistemi SMR avanzati (UK BEIS).
- Nell'ambito delle attività del consorzio EUROfusion: caratterizzazione microstrutturale degli effetti di trattamenti termo-meccanici in acciaio 9 Cr RAFM per applicazioni ad alta temperatura tramite misure SANS (Small Angle Neutron Scattering) effettuate su campioni irradiati di Eurofer97 standard, B-alloyed and 9Cr ODS; caratterizzazione tramite misure SANS e di diffrazione neutronica delle distribuzioni di difetti in acciai irradiati Eurofer97, standard and ODS, tramite inter-confronto su diversi campioni di Eurofer97/2; caratterizzazione non distruttiva tramite misure di diffrazione neutronica del campo di sollecitazioni in un monoblocco di W-CuCrZr del tipo a diffusione ionica previsto per il Divertore di ITER.
- Nell'ambito della ricerca, sviluppo e applicazioni per la chiusura del ciclo e la valutazione della idoneità dei siti per il deposito nazionale di rifiuti radioattivi: studio, delle modalità di progettazione e gestione del deposito geologico, in ambito europeo e internazionale, attraverso la partecipazione alla piattaforma tecnologica europea "*Implementing Geological Disposal of Radioactive Waste Technology Platform*" (IGD-TP); sviluppo di processi e procedure per la radioecologia tra cui le misure di trizio in campioni di acqua di pozzo per studio della ricarica degli acquiferi e per valutazioni di inquinamento di falda, la progettazione di un sistema di arricchimento del trizio in soluzioni acquose e le misure di parametri ambientali con dispositivi mobili accoppiati ad analizzatore di gas radon.
- Nell'ambito della Convenzione "CTBT" tra ENEA e MAECI: oltre alla gestione del Centro Dati Nazionale, componente radionuclidi (NDC-RN) a supporto dell'Autorità Nazionale, sono stati svolti studi sulle incertezze associate alle misure di radio-xeno in collaborazione con l'Università di Bologna e CTBTO, si è realizzato un sistema sperimentale per il campionamento e l'analisi di radio-xeno dei gas nobili radioattivi e si è partecipato ad esercizi di inter-confronto fra laboratori internazionali.
- Relativamente al supporto e consulenza al MAECI in materia di sicurezza, non proliferazione e disarmo: partecipazione alle attività del *Nuclear Security Contacy Group* e dell'IAEA sulla nuclear security; coordinamento italiano del G7 NSSG e partecipazione al *G7 Global Partnership Nuclear and Radiological sub Working Group*.
- Supporto tecnico ai Segretariati Regionali in Georgia, Kenya e Marocco per il progetto On Site Technical Assistance to CBRN CoE.
- Per le attività del laboratorio tracciabilità in ambito CLUST-ER Agroalimentare e piattaforma europea S3 "*Traceability and Big data*": partecipazione alla rete regionale sulle attività inerenti la tracciabilità agroalimentare con le Università e i centri di ricerca del territorio (Univ. Di di Bologna, di Parma, Piacenza, di Ferrara, CNR, CRA) ed all'elaborazione di un'agenda strategica regionale; sviluppo e ottimizzazione delle metodologie per l'effettuazione di analisi isotopiche e di analisi di carbonio in campioni alimentari; creazione di un database di dati analitici geo-referenziati su matrici agroalimentari ed applicazione alla tematica del ciclo di vita dei prodotti agroalimentari.
- Acquisizione del WP EUROFUSION "WP18-MST2-20" per l'implementazione di misure LIBS durante la manutenzione a lungo termine dei reattori fusionistici utilizzando un braccio robotico

multipurpose. Le attività sono state svolte in collaborazione fra la divisione FUSTEC, PHYSFUS e TECFIS.

- Conclusione delle attività del progetto COBRA, relativo alle tecnologie per i Beni Culturali, con la disseminazione all'inizio dell'anno e la consegna della rendicontazione finale alla Regione Lazio.
- Approvazione da parte della Regione del Centro di Eccellenza del DTC (Distretto Tecnologie della Cultura) nell'ambito del quale l'ENEA partecipa a tre progetti di ricerca (ADAMO; SISMI E ECoDigt).
- coordinamento del progetto di diagnostiche e monitoraggio ADAMO effettuando in tale ambito diagnostiche per imaging presso la sala dei Paesaggi presso Palazzo Vescovile (Frascati, Roma), con sistema laser scanner RGB-ITR ed il lidar LIF scanning.
- Messa a punto di un sistema di monitoraggio sulle Mura Aureliane (presso Porta San Sebastiano) che mette in relazione la stabilità della struttura con i parametri atmosferici, tramite misure effettuate con sensori in fibra ottica opportunamente funzionalizzati.
- Nell'ambito del progetto no-profit WeAct3 promosso da CIVITA "La Tecnologia per Arte, Cultura, Turismo, Territorio" è stata effettuata la digitalizzazione della la volta affrescata da Pietro da Cortona "Il Trionfo della Divina Provvidenza" a Palazzo Barberini, per mezzo del prototipo laser scanner RGB-ITR.
- Conclusione delle attività relative alla commessa con la ditta De Feo Restauro, su campioni provenienti dalla fontana dei Tritoni di Valletta, con le analisi delle acque e redazione del report finale per la presentazione avvenuta in occasione dell'inaugurazione.
- Misure di spettrofotometria infrarossa su estratti vegetali di *Opuntia ficus indica* per lo studio del contenuto in polisaccaridi (progetto MAECI "Recupero di antiche tecnologie messicane per lo sviluppo di prodotti sostenibili per il restauro dei beni culturali").
- Attuazione della prima fase del progetto ENEA LINC "Laboratorio Interdipartimentale per la Spettroscopia CARS". Il setup sperimentale è stato montato, collaudato e dimostrato su standard esaminati attraverso il microscopio ottico. L'attività svolta ha permesso di sottomettere una proposta di progetto di grande rilevanza Italia-USA al MAECI.
- Nell'ambito del "WP18-MST2-20" è stato progettato e realizzato il sistema di monitoraggio della ritenzione di deuterio e trizio basato su tecnica LIBS montata su un braccio robotico e ne sono state dimostrate le sue prestazioni su target di deuterio trattenuto in campioni ad hoc situati all'interno del mock-up FTU sulla prima parete, a simulare un plasma-facing-component contaminato da combustibile nucleare di fusione. In collaborazione con PHYSFUS sono state effettuate le misure d'emissione ottica UV-NIR e di "trasparenza" al laser HeNe del plasma nel reattore PROTOSFERA, per caratterizzare l'espansione del plasma.
- Le diagnostiche per la Security si sono sostanziate con l'approvazione di due nuovi progetti nell'ambito del programma NATO SPS (*Science for Peace and Security*) DEXTER (*Detection of EXplosives and firearms to counter TERRORISM*): EXTRAS (*EXplosive TRace detection Sensor*) ed INSTEAD (*INtegrated System for Threats EARly Detection*), ambedue coordinati da ENEA. EXTRAS è iniziato e prevede lo sviluppo di un sensore laser remoto di identificazione e rilevamento tracce di esplosivi su soggetti in movimento in ambito metropolitano. INSTEAD deve sviluppare un sistema di visione e controllo e comando dell'esperimento, le cui specifiche sono in fase di definizione.
- Su commessa di RFI (Rete Ferroviaria Italiana) è stato eseguito uno studio preliminare avente lo scopo di fornire elementi di valutazione sullo stato dell'arte dello sviluppo tecnologico per la realizzazione di un sistema di rivelazione remota di sostanze incognite in uno scenario di "smart

gate" basato su spettroscopia laser Raman per la rivelazione di diverse sostanze sulla superficie del bagaglio.

- Nell'ambito del progetto europeo sulla Security ENTRAP sono state effettuate valutazioni sui precedenti attentati terroristici utilizzando metodi di ricerca operativa lungo la cronologia dei casi storici e di scenari di attacco emergenti, analizzando i progetti precedenti ed i loro strumenti implementati.
- Avvio del progetto sulla Security EXERTER con l'obiettivo di colmare le difficoltà per gli operatori della sicurezza nell'utilizzare i risultati della ricerca e di orientare gli sforzi di innovazione del settore per la lotta al terrorismo. Per il gruppo NATO task group SET-237 sono stati caratterizzati provini prodotti dagli altri partner per la realizzazione di materiali standard per la calibrazione di sensori remoti.
- Le attività del Lidar fluorosensore marino, in coda ai progetti RITMARE e RIMA appena conclusi, si sono concentrate in due campagne di misura nel Mar Tirreno (Campagna FLEX, in collaborazione con ESA, CNR e altri istituti nazionali e internazionali) e nell'Oceano Artico (Campagna HighNorth18, in collaborazione con NATO, Marina Militare e altri istituti nazionali e internazionali).
- Sono state effettuate misure HPLC su campioni di fitoplancton marino prelevati durante le campagne in nave "Sentinel 2017" e "FLEX2018 per la calibrazione del lidar fluorosensore.
- Per la campagna di navigazione artica Arctic Sail Expeditions Italia, è stato ridisegnato e realizzato un nuovo prototipo CASPER compatto operante con software di controllo remoto di un innovativo spettrofluorimetro finalizzato all'analisi di qualità delle acque, testato nelle acque del Giappone.
- Nell'ambito dell'Infrastruttura Europea sul Food (METROFOOD) sono state eseguite misure Raman, LIBS, LIF e LPAS per la diagnostica precoce e non distruttiva di campioni di riso e tessuto di ostrica.
- Avvio del progetto della Regione Lazio ADVISER (*Automatic Device for Smart detection of tumours*), che ha come obiettivo lo sviluppo di un innovativo dispositivo medico integrato per la diagnosi precoce, precisa e rapida di malattie tumorali attraverso la rilevazione SERS di marcatori specificamente predisposti, effettuando misure preliminari su proteine modello.
- Sviluppo di un sensore laser SERS, nell'ambito del progetto RAFAEL (Sistema per la previsione e la gestione del rischio sulle Infrastrutture Critiche nel Sud Italia).
- Avvio del progetto regionale SMARTIES (Smart scaffold ingegnerizzati per la rigenerazione dell'apparato muscolo scheletrico) per lo sviluppo di nuove metodiche poco invasive che favoriscono la rigenerazione dei tessuti in situ.
- Conclusione dell'attività di ricerca commissionata con la ERSsystem di Gottingen (AT) mediante la realizzazione ed il collaudo presso il cliente di un sistema multistrato finalizzato al trasporto di protoni in materiali ceramici.
- Misure "blind test", nell'ambito del network FORESEE, sui fogli di carta stampata e con le tecniche disponibili sull'ILS per verificarne l'autenticità. Sono state identificate le differenze di qualità di carta e di inchiostro tra le varie pagine. Con l'apparato LIBS di laboratorio sono state effettuate misure di interesse medicale su richiesta della ditta spagnola DENEb.
- Caratterizzazione di materiali di schermaggio per le diagnostiche di plasma presso la facility ABC per fusione inerziale.
- Studio, mediante spettroscopia elettronica, di film di YBCO ottenuti per sintesi chimica e di FeSeTe ottenuti con PLD, e di film contenenti Boro per lo sviluppo di un rivelatore di neutroni termici.

- Test di irraggiamento con neutroni di cristalli di fluoruro di litio presso FNG, per utilizzarli come detector innovativi.
- Caratterizzazione, mediante Raman-mapping, di film spessi di diamante, superconduttori e film di grafene trattati con radiazione EUV.
- Attività di crescita di nanofili di silicio mediante la CVD su carbon paper e su rame utilizzando come catalizzatore nanoparticelle di rame da sospensione colloidale.
- Nell'ambito del progetto europeo H2020 MILEDI l'attività sperimentale è stata focalizzata su: sintesi di nano-particelle luminescenti dei gruppi II-VI (CdS, CdSe, CdTe) sia in soluzione che in film sottile, per dispositivi elettro-ottici (OLED) e di loro precursori metallorganici; caratterizzazione attraverso spettroscopia di assorbimento e di fluorescenza di film sottili nanocompositi, svolte con i partner nazionali ed internazionali.
- Avvio del progetto regionale NANOSCRILA (Scrittura Laser di Nanocompositi).
- Per il progetto TOP IMPLART: è stata ultimata la progettazione fino a 71 MeV; è stata appaltata la realizzazione dei moduli 5 e 6 per l'innalzamento della energia da 35 a 55 MeV; sono predisposte le gare per la realizzazione dei moduli 7 e 8 (energia fino a 71 MeV) e per i modulatori e klystron di potenza successivi. È stata inoltre migliorata la stabilità della macchina a 35 MeV, sostituendo i 4 sistemi di termoregolazione delle strutture SCDTL con chiller a celle Peltier, e installando nuove guide RF e phase shifters.
- Acquisizione di un finanziamento, da parte della Fondazione Terzo Pilastro, per una attività di ricerca e realizzazione di un sistema pre-industriale per la gestione ed il controllo on-line dei sensori di lettura di dose assunta dal paziente durante il trattamento di radioterapia, sulla base del precedente sviluppo prototipale interno.

Principali interlocutori nazionali e internazionali coinvolti nelle attività

Nell'ambito delle attività del programma fusione e fissione sono in atto numerose collaborazioni a livello nazionale ed internazionale, in particolare con il consorzio europeo EUROfusion, di cui l'ENEA è membro e nell'ambito del quale viene attuato il programma fusione, l'Agenzia Fusion for Energy (F4E), l'IAEA, l'OCSE-NEA, il Ministero degli Esteri e il Ministero dello Sviluppo Economico, per le attività relative al trattato di non proliferazione e le analisi e studi di sicurezza nucleare, e i principali Atenei italiani ed Enti di ricerca (CNR, INFN). ENEA collabora inoltre con numerosi laboratori europei ed extraeuropei, tra cui l'Istituto di Scienze Fisiche di HEFEl presso l'Accademia delle Scienze Cinese (CASHIPS), SCK-CEN (Belgio), CEA (Francia), CIEMAT (Spagna), 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), Wigner (Ungheria), CCFE (Inghilterra); IPPE (Obnisk, Russa) e il Consorzio FALCON "Fostering Alfred Construction".

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: Terapia e diagnostica medica; Radioprotezione in campo ambientale e industriale (ISPRA, 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 e 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.

Oltre alle università e ai su citati centri di ricerca nazionali ed internazionali, 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., Saes Getters, Greenpumps, Marlusi Srl; THERMOCOAX SAS (Francia), SAAS GmbH (Germania).

Nel 2018 ENEA ha sottoscritto con INFN e CNR l'accordo formale per la partecipazione all'infrastruttura europea distribuita sui Beni culturali E-RIHS.it. Ha inoltre avviato la collaborazione anche con le cinque università pubbliche del Lazio nell'ambito del DTC e, nel medesimo ambito con le con associazioni di stakeholders (fra cui CNA).

Nell'ambito delle tecnologie per la Security ENEA partecipa ai principali network nazionali ed europei con grandi industrie e PMI. Le attività internazionali sono svolte in ambito NATO ed EDA sia con istituti di ricerca sia con industrie. Il personale della divisione TECFIS è membro IMG-S (Industrial and Research Stakeholders Group for Security) del TA6 CBRNE a livello europeo, del cluster CBRN cluster a livello nazionale; svolge inoltre attività di consulenza per vari direttorati EU (in particolare DG Migration & HOME Affairs). A livello nazionale vi sono stretti rapporti all'interno dei progetti con corpi militari (Aviazione, Carabinieri) e organismi del Ministero degli Interni.

Le attività di R&D per la sicurezza delle tecnologie nucleari 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) e NUGENIA (NUclear GENeration II & III Association). Mentre ETSO è composta dalle principali Technical Safety Organizations europee (IRSN, GRS, BEL V, VTT, JSI, PSI etc.), NUGENIA 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.

Ricadute economiche e tecnologiche sul sistema industriale

Tra le ricadute economiche del Dipartimento si annoverano le attività svolte nel 2018 dal consorzio ICAS, di cui ENEA è partner. In virtù di tale partecipazione ENEA ha fatturato oltre 564 k€ per contratti relativi alla produzione di cavi superconduttivi per ITER, F4E e CERN.

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 soprattutto sul sistema industriale. Da notare anche che l'industria italiana ha acquisito contratti da F4E per forniture di contenuto altamente tecnologico per ITER per un totale di circa 14 M€.

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.

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) che bene si integrano con le attività nazionali finanziate nell'ambito dell'Accordo di Programma fra ENEA e MISE.

Grazie a questa attività il sistema italiano ha sviluppato un notevole know-how che favorisce l'inserimento dell'industria italiana nel settore nucleare di quarta generazione, ad esempio in Belgio per MYRRHA, in Romania per ALFRED, in Cina per CLEAR-I, in Russia per BREST, in USA per WLFR e in UK per BEIS-AMR. Ciò consente inoltre di mettere a frutto gli investimenti realizzati da ENEA nell'ambito della tecnologia dei materiali liquidi pesanti, e contemporaneamente colloca ENEA in una posizione privilegiata nel contesto internazionale dello sviluppo della tecnologia nucleare di nuova generazione.

Nell'ambito della ricerca internazionale per il miglioramento della sicurezza dei reattori nucleari attuali e di nuova concezione, ENEA ha valorizzato le attrezzature sperimentali della società partecipata SIET di Piacenza, favorendone l'ottenimento di contratti internazionali ed il finanziamento della Commissione Europea alle attività sperimentali.

Per quanto riguarda la fotonica, il progetto H2020 MILEDI coinvolge sia importanti industrie nazionali, in particolare il Centro Ricerche FIAT S.C.p.A. (CRF) di Orbassano (TO), punto di riferimento nel settore dei display per automotive, ed altre ditte europee, quali MICROOLED S.A.S (MOD), a Grenoble (F), specializzata in microdisplay, e Ekspla UAB (EKS), a Vilnius, in Lituania, che sviluppa sistemi laser per applicazioni scientifiche ed industriali, e la piccola compagnia israeliana Amsys, Ltd. Advanced Measurement Systems (AMSYS), che sviluppa sistemi ottici e spettroscopici. A livello regionale, il progetto ISOFIBRA, relativo al bando Regione Lazio per Imprese, è coordinato dalla ditta SOMMA srl di Aprilia (RM), mentre partner del PoC ASCANIO sono le ditte GEI Srl e EARTH System srl.

Le ricadute sul tessuto industriale regionale e nazionale del progetto TOP-IMPLART riguardano principalmente ditte di meccanica (CECOM srl, TSC srl) ed elettronica (SIT SpA, Vitrociset SpA) interessate alla successiva commercializzazione del prototipo. Sono in corso trattative con la società ITEL (Ruvo di Puglia), che sviluppa il progetto ERHA, simile al TOP IMPLART, e che ha richiesto ad ENEA un supporto nello sviluppo. Interesse industriale per i brevetti di sensori laser per la security è stato manifestato da varie ditte fra cui la MerMec group. Fra i partner e gli stakeholder dei progetti NATO sono presenti importanti aziende nazionali fra cui RFI e ATAC.

Dipartimento Tecnologie Energetiche

| | |
|------------------|-------------------------------|
| Missione | Ricerca e innovazione |
| Programma | Tecnologie energetiche |
| Direttore | Gian Piero Celata |

Ruolo della struttura

La missione del Dipartimento Tecnologie energetiche (DTE) è quella di contribuire alla decarbonizzazione del sistema Paese attraverso lo sviluppo di sistemi energetici integrati a basse emissioni di CO₂ per i processi industriali/terziario e centri urbani. Il Dipartimento svolge attività di studio, analisi, ricerca, sviluppo, progettazione e qualificazione di tecnologie, metodologie, materiali, processi, prodotti e impianti. Fornisce inoltre servizi tecnici avanzati e trasferisce le conoscenze al sistema produttivo nei settori delle fonti di energia rinnovabili (solare termico e termodinamico con sistemi di accumulo termico, fotovoltaico, bioenergia e bioraffineria) e delle tecnologie per l'efficienza energetica e gli usi finali dell'energia (*smart cities*, mobilità sostenibile, uso sostenibile dei combustibili fossili, idrogeno e celle a combustibile, accumulo di energia per applicazioni mobili e stazionarie, *smart grids*, ICT, robotica). La strategia del Dipartimento è in linea con il nuovo Piano Nazionale Integrato Energia Clima, ovvero con le direttive dell'Energy Union.

Principali linee di attività sviluppate nel corso del 2018

L'attività sulla **bioenergia** si è focalizzata sullo sviluppo di processi termochimici per la produzione di syngas ad elevato potere calorifico e basso contenuto di catrami, valorizzando biomasse lignocellulosiche e altre tipologie di scarti quali fanghi e residui di processi biologici. È stata completata la progettazione di un impianto a letto fluido a circolazione interna da 1,3 MW e sono state effettuate sperimentazioni su fanghi. Inoltre, sono stati sviluppati processi innovativi basati sull'impiego di ossigeno e vapore per la produzione di biocarburanti avanzati e vettori energetici N₂-free. Nell'ambito dello stesso processo, sono state svolte attività di ricerca sul trattamento con microrganismi delle acque di processo prodotte dallo stadio di purificazione del syngas finalizzate al loro biorisanamento. Per quanto riguarda la digestione anaerobica, è stato messo a punto e validato un sistema avanzato di sensori per il controllo del processo e il rilevamento precoce delle emissioni odorigene; l'attività di ricerca ha riguardato l'ottimizzazione di un processo bistadio per la produzione di un biogas a più alto contenuto di metano e lo studio e sperimentazione di nuovi processi fermentativi utilizzando idrogeno per la conversione biologica della CO₂ in metano.

Per quel che riguarda la tematica della **bioraffineria**, la ricerca continua ad essere finalizzata sulla messa a punto di nuovi metodi di pretrattamento per ottimizzare la produzione di glucosio da idrolisi della cellulosa, concentrandosi fundamentalmente su biomasse di interesse industriale come guayule, cardo, scarti lignocellulosici, ecc. È stata portata a termine un'attività relativa allo sviluppo di nuovi formulati enzimatici per l'idrolisi di biomasse pretrattate di cardo, ed avviata un'attività sperimentale sulla valorizzazione della lignina dal processo di pretrattamento con *steam explosion* tramite depolimerizzazione catalitica, allo scopo di ottenere *chemicals* e famiglie di idrocarburi. A tal fine sono

stati utilizzati catalizzatori avanzati a base di argille pilastrate, montmorillonite e saponite scambiata con nichel, a seconda della finalità applicativa di interesse (resine plastiche, pesticidi, famiglie di idrocarburi potenzialmente utilizzabili come biocarburanti avanzati, ecc.).

Nel settore dei **biomateriali** è proseguita la ricerca e lo sviluppo di materiali innovativi anche da bioraffineria e la loro qualificazione finalizzata anche al contesto dell'efficienza energetica, con particolare riferimento all'utilizzo di fibre naturali da riciclo per il rinforzo della matrice cementizia in chiave strutturale e per la produzione di pannelli rigidi atti ad incrementare l'isolamento termico degli involucri edilizi.

L'attività di ricerca sul **fotovoltaico** ha focalizzato le proprie azioni sullo sviluppo dei processi di fabbricazione di celle ad alta efficienza basate su strutture tandem che utilizzano l'accoppiamento monolitico o meccanico di celle ad eterogiunzione a-Si/c-Si (o standard c-Si) con celle a base di perovskite o kesterite. Risultati di notevole interesse sono stati raggiunti attraverso lo sviluppo di particolari strati sottili a base di ossido di silicio e altri ossidi metallici con proprietà utili alla raccolta dei portatori di carica e con maggior trasparenza ottica. Per lo sviluppo dei sistemi e delle applicazioni fotovoltaiche, sono stati condotti studi e sperimentazioni di nuovi dispositivi e componenti per gli impianti di conversione dell'energia rivolti all'integrazione dell'energia prodotta nelle reti elettriche di distribuzione. Linee di attività di interesse nazionale e internazionale hanno riguardato: le tecniche di gestione e controllo di reti energetiche in presenza di sistemi di produzione da rinnovabile e di accumulo energetico; lo sviluppo e l'implementazione di modelli di reti e microreti in configurazione *smart grid* e delle relative logiche di controllo e gestione. Di grande interesse industriale è stato lo studio di processi avanzati per il trattamento del fine vita dei moduli fotovoltaici in silicio cristallino per l'individuazione di soluzioni tecnologiche anche per l'eco-design dei moduli.

Le attività del **solare termico e termodinamico** si sono concentrate sullo sviluppo di progetti di ricerca per la progettazione, sviluppo e qualificazione di componenti e impianti. Nel settore della costruzione e messa in esercizio degli impianti solari a collettori lineari parabolici, è stata avviata la fase di commissioning dell'impianto cogenerativo MATS, con la circolazione del sale fuso nel campo solare, il test di funzionamento della caldaia di *backup* e del sistema di accumulo termico, l'avviamento del generatore di vapore e di tutti i componenti che costituiscono il *power block*. Nell'ambito del solare a concentrazione a fluido gassoso, è stata completata la fase di sperimentazione di un impianto dimostrativo basato sulla tecnologia *parabolic dish* con microturbina ad aria compressa, particolarmente interessante per la generazione distribuita di energia elettrica con impianti a concentrazione di piccola taglia (circa 10 kW). È stata completata un'attività commerciale di sperimentazione (in laboratorio e sull'impianto PCS), di una serie prototipale di tubi ricevitori per applicazioni ad alta temperatura, realizzati da un consorzio di imprese e organizzazioni di ricerca giapponesi, per la produzione di idrogeno da fonte solare.

Nel settore di ricerca per l'**accumulo di energia termica da fonte solare**, sono state realizzate le prove sperimentali sul circuito ATES, per la qualificazione di un sistema di accumulo termico con materiale a cambiamento di fase, basato sull'utilizzo di una miscela di sali fusi per media temperatura. Nel settore dei sistemi di accumulo termico a materiale solido, sono state sviluppate le attività sperimentali previste per la caratterizzazione di un sistema a calore sensibile, che utilizza il calcestruzzo come materiale di *storage* a media temperatura. Sono state completate le attività sperimentali realizzate su un impianto pilota da 200 kWt, basato su un sistema di accumulo termico a miscela ternaria con due

scambiatori di calore inseriti all'interno del serbatoio di accumulo. Questa tipologia di impianto è stata replicata su un nuovo sistema di accumulo di taglia più piccola, costituito da un serbatoio a sali fusi con due scambiatori di calore che utilizzano olio silconico come fluido termovettore. Per lo sviluppo di sistemi di accumulo termico a sali fusi con materiale solido filler integrato nel serbatoio, è stata completata la progettazione esecutiva ed avviata la costruzione di un circuito sperimentale a termoclino con sali fusi e *slag* di fonderia. Questo sistema di accumulo sarà utilizzato in un impianto dimostrativo a collettori di Fresnel realizzato in Marocco, che ha l'obiettivo di dimostrare le potenzialità della tecnologia solare a concentrazione per impianti di piccola-media taglia. Su tale impianto saranno sperimentate applicazioni multi-generative basate sull'utilizzo di sistemi di accumulo termico ottimizzate per impianti di potenza da 1 a 5 MWe.

Le tematiche delle **smart grid**, **microgrid** e reti energetiche integrate sono state oggetto di studio ed analisi di tecniche di ottimizzazione multi-obiettivo per la gestione ed il controllo evoluto, per l'erogazione di servizi ancillari di rete e per lo sviluppo di strategie avanzate per la stabilità della rete elettrica. È stata, inoltre, terminata la fase di realizzazione ed installazione dell'impianto dimostratore del sistema HVDC (*High Voltage Direct Current*) su commessa Toshiba Corporation ed è stata avviata l'attività di collaudo dell'impianto.

Sono state sviluppate tecnologie per la **de-carbonizzazione dei processi industriali altamente energivori** (siderurgia e cemento) attraverso: tecnologie innovative di cattura della CO₂ e suo utilizzo, basate su nuovi materiali a basso costo e più efficienti nella cattura e soluzioni tecnologiche integrate con FER. Nel campo della produzione di energia da combustibili fossili l'attenzione è stata rivolta a cicli energetici ad alta efficienza e flessibilità operativa intrinsecamente *capture ready*, e a cicli innovativi ad alta temperatura basati su CO₂ supercritica (tipo Brayton). Particolare enfasi merita lo sviluppo di tecnologie P2G per la produzione di idrogeno o syngas, applicate allo sfruttamento del surplus di energia elettrica da FER. Sono stati, infine, studiati accorgimenti tecnici migliorativi relativi a nuove **pompe di calore** a CO₂, caratterizzate da alta efficienza e basso impatto ambientale, nonché sistemi di **scambio termico con CO₂ supercritica** ad alta temperatura per applicazioni di *solar cooling* con pompa di calore e sono stati condotti studi sui processi fluidodinamici bifase e di scambio termico in ambito spaziale.

Relativamente al tema della **produzione di idrogeno e delle celle a combustibile**, sono state sviluppate procedure di standardizzazione, testing e caratterizzazione di celle a combustibile ad alta temperatura, ad ossidi solidi (SOFC), singole e in *stack*, e ottimizzati componenti al fine di favorire nel breve termine la diffusione della tecnologia. Sono stati inoltre condotti studi su celle SOFC per applicazioni in modalità reversibile (produzione di energia e di H₂) e studi su elettrolisi dei carbonati fusi, da applicare anche in sistemi P2G.

Con riferimento al tema **accumulo elettrico**, sono state intraprese attività volte allo sviluppo di sistemi basati su accumulatori elettrochimici innovativi, con l'obiettivo di aumentare la densità di energia, migliorare la sicurezza, ridurre il costo e allungare il ciclo e la durata di vita delle batterie. In particolare, le attività di ricerca hanno riguardato le seguenti tecnologie: litio-zolfo, litio-ione, sodio-ione, litio-aria. In parallelo allo sviluppo, sono state condotte analisi di sicurezza per le batterie, attraverso testing e caratterizzazione di invecchiamento, anche in condizioni di abuso, di batterie litio-ione per accumulo stazionario.

Nell'ambito della **mobilità elettrica sostenibile** sono state svolte attività mirate allo sviluppo di nuove soluzioni per infrastrutture di ricarica, quali la ricarica continua durante il moto dei veicoli attraverso un accoppiamento induttivo (*wireless dynamic charge*), la ricarica "ultrarapida" (max 30") di accumuli ibridi con supercapacitori per il trasporto pubblico locale e la realizzazione di strumenti di supporto alla pianificazione e/o valutazione di interventi di mobilità elettrica, con particolare riferimento al settore del trasporto pubblico urbano. Inoltre, è stata avviata una ricerca per realizzare un sistema di gestione intelligente e predittiva del traffico di veicoli pesanti su ponti, viadotti ed infrastrutture strategiche della rete stradale, grazie ad un dispositivo di pesatura dinamica innovativo basato su sensori in fibra ottica.

Nell'ambito "**Smart Energy**" è stato sviluppato un approccio strategico integrato per la progettazione e realizzazione di "*positive energy district*", ossia del modello di riferimento per lo sviluppo delle *Smart Cities* costituito dall'integrazione "ecosistemica ed interoperabile" di diverse tecnologie "smart"; tra cui una piattaforma urbana (*Smart City Platform*) per la raccolta, l'elaborazione e la redistribuzione in tempo reale dei principali indicatori di funzionamento della città (*Key Performance Indicators*). L'aspetto innovativo della soluzione sviluppata è la trasversalità della distribuzione dei dati tra le *utilities* urbane al fine di potenziarne notevolmente la prestazione, l'efficienza energetica, l'offerta di nuovi servizi al cittadino.

L'approccio scelto dal Dipartimento è quello di collegare flessibilità ed efficienza con la sostenibilità sociale di una comunità, ovvero meccanismi di incentivazione e remunerazione tali che consentano di spendere la flessibilità energetica in servizi sociali e ciò potrebbe incentivare anche il conseguimento degli obiettivi di un'economia circolare. In questa direzione è stato sviluppato un progetto che si articola su una piattaforma di servizi di *assisted energy* e di *assisted living* per il cittadino connessa in *real time* con sistemi di domotica, sensori e sistemi per la sicurezza localizzati nelle abitazioni (*smart homes*), nel cui contesto è stato sviluppato e brevettato il sistema "senso-senso" ed un "energy box" domotico, orientato all'*automatic demand response*. Nel 2018 si è conclusa la prima fase di sperimentazione in aree urbane: Smart Lab a Matera e Brescia ed avviato un importante ed articolato progetto di Smart Community presso il quartiere di Centocelle a Roma. Inoltre, è stata condotta una prima sperimentazione di relazione flessibile tra cittadino/comunità/utente e distributore di energia elettrica. Si tratta di uno studio "proof of concept" sull'utilizzo della tecnologia *block chain* e degli *smart contract* per l'incentivazione della flessibilità e il suo remunerare attraverso "token sociali", ossia spendibili in servizi sociali per il cittadino stesso. Lo studio è stato poi sperimentato su un impianto fotovoltaico e su edifici simulati presso la Casaccia.

Sul tema del **monitoraggio delle strutture pubbliche energivore**, è continuato lo sviluppo della piattaforma PELL (*Public Energy Living Lab*) per il monitoraggio e la valutazione prestazionale in remoto e *real time* di infrastrutture energivore pubbliche. La piattaforma è stata scelta come tecnologia portante ed obbligatoria per le piattaforme nazionali di procurement pubblico (Consip) e di database nazionale (AGID) nel settore dell'illuminazione pubblica ed è stata poi applicata in aree urbane (Livorno). È stata inoltre avviata l'estensione al settore degli edifici pubblici, su cui è stato identificato e condiviso con gli *stakeholders* il formato di scambio dei dati (*data model*), l'architettura e la finalità di servizio di analisi della piattaforma.

Sul tema degli "**edifici smart**", è stato realizzato uno "smart building di seconda generazione", in grado non soltanto di avere un bilancio energetico attivo ma dotato di una flessibilità totale, grazie

alla combinazione strategica di rinnovabili, sistemi di gestione dei carichi interni, sistemi di accumulo, sistemi di *automatic demand response* per il dialogo con la rete (è in fase di sviluppo un prototipo presso il CR Casaccia).

Infine, sul tema del **controllo del territorio e della resilienza urbana**, è stata consolidata la piattaforma CipCast per la prevenzione del rischio di danno concatenato alle infrastrutture pubbliche (rete elettrica, rete digitale, strade, abitazioni, reti idriche, ...) a causa di eventi critici naturali, ambientali o antropici. La piattaforma è stata applicata a contesti urbani nell'ambito di diversi progetti di ricerca. Sul tema del controllo e monitoraggio del territorio e delle sue infrastrutture critiche è stato utilizzato un drone con un sistema integrato di sensori per la rilevazione di parametri chiave (infrarosso, qualità aria) ed ingegnerizzato il sistema Venus, uno sciame di robot sottomarini per il controllo delle aree costiere.

Per quanto riguarda l'area tematica dell'**ICT**, è proseguito lo sviluppo e l'evoluzione tecnologica dell'infrastruttura e dei servizi per l'*High Performance Computing*, attraverso l'upgrade di CRESCO6 che ha raddoppiato la sua potenza di calcolo, raggiungendo 1,4 Pflops di picco. Inoltre, nel Data Center CRESCO di Portici sono state implementate soluzioni che hanno permesso l'integrazione di sistemi di *storage* ad alte prestazioni all'interno di un'infrastruttura ibrida (Infiniband e OmniPath) di reti a bassa latenza. L'attività è proseguita con lo sviluppo di software e modelli numerici nel settore del calcolo ad alte prestazioni per la fluidodinamica, per la progettazione a livello atomico di nuovi materiali per l'energia e per l'implementazione di tecnologie Big Data. È proseguito lo sviluppo e l'implementazione di nuove applicazioni *web-based*, e di tecnologie e strumenti per la comunicazione web, la formazione a distanza, la produzione di contenuti, la videocomunicazione, la condivisione geografica dei dati e lo sviluppo di ambienti ed applicazioni ICT nell'ambito dell'*Internet of Things* (IoT) e *Smart City*. Nel campo dei beni culturali sono proseguite le attività di acquisizione, elaborazione e restituzione 3D di immagini di siti e manufatti, con il fine di permettere indagini diagnostiche accurate e modalità innovative di fruizione dei beni.

Principali risultati conseguiti

- Deposito di quattro **brevetti** nazionali ed uno internazionale: a) processo a supporto poroso per l'estrazione di idrogeno ed isotopi da metalli liquidi e relativo apparato; b) apparato per il filtraggio di un fluido comprendente uno scambiatore di pressione a valvola rotante; c) metodo per controllare una concentrazione di triometani in una rete idrica acquedottistica; d) sistema di raffreddamento bifase a convezione forzata; e) processo di preparazione di biocemento aerato autoclavato.
- Pubblicazione di oltre 130 **articoli** su riviste scientifiche internazionali con *impact factor* e di oltre 200 pubblicazioni senza *impact factor*.
- Partecipazione a 29 **progetti europei**.
- Nell'ambito della **bioenergia**, sono stati ottimizzati processi *tailor made* su biomassa di cardo e di guayule per la produzione di zuccheri di seconda generazione; è stata aggiornata la piattaforma GIS per l'atlante nazionale delle biomasse. È stata eseguita la trasformazione microbica di zuccheri di alcune biomasse lignocellulosiche in lipidi attraverso *Cryptococcuscurvatus*; ed è stato impiegato il glicerolo per produrre 2-3 butanediolo.

- Nell'ambito del **fotovoltaico** i principali risultati sono stati: la realizzazione di un contatto selettivo per le lacune a base di film sottili di ossido silicio nanocristallino drogato di tipo p ($p\text{-SiO}_x$); la sintesi di strati buffer di SiO_x per la passivazione di wafer di silicio al posto del $a\text{-Si:H}$, che hanno consentito la fabbricazione di celle solari ad eterogiunzione con efficienza di 19,7% su substrato testurizzato di tipo n ed emitter in $a\text{-SiC:H}$ di tipo p-type; la sperimentazione di strati di MoO_x come *emitter* su SiO_x di buffer per celle ad *emitter* trasparente realizzate a partire da silicio n-type e di strati di WO_x , come *layer* emettitore nelle celle solari ad eterogiunzione su silicio di tipo n; il confronto operativo tra film di ITO depositati per *sputtering* RF e DC finalizzato alla valutazione del minor danno indotto sui film sottili di amorfo nelle celle solari ad eterogiunzione su silicio; la realizzazione del primo prototipo di cella tandem monolitica CZTS/silicio che ha mostrato una $V_{oc} > 1V$ ed una risposta spettrale compatibile con le spettrali dei due singoli dispositivi; realizzazione di celle ad alta efficienza a base di perovskite in ambienti con differenti valori di umidità relativa, ricavandone preziose indicazioni per processi a più alta umidità relativa; lo sviluppo di uno strato trasportatore di elettroni (ETM) innovativo per celle a perovskite, a base di ossido di zinco, ottenuto facendo crescere nanorod di ZnO su uno strato di ZnO:Al (AZO), che ha consentito la realizzazione di celle solari a perovskite con efficienza del 10,9%; la realizzazione di prototipi di cella tandem monolitica perovskite/silicio e di celle tandem perovskite/silicio con celle unite meccanicamente, raggiungendo un'efficienza massima del 24,16%. È stata avviata la messa a punto e la sperimentazione di processi a basso impatto energetico ed ambientale per il trattamento del fine vita di moduli fotovoltaici, condotta in collaborazione con il Consorzio ECO-PV. Sono state sviluppate metodologie e soluzioni per l'utilizzo del fotovoltaico in edilizia residenziale, industriale (BIPV) e nel paesaggio (BAPV) anche nel contesto di NZEBs.

Per il fotovoltaico e l'integrazione energetica nelle reti elettriche (*smart grid*) sono state condotte attività di sviluppo, sperimentazione, caratterizzazione e qualificazione di componenti e dispositivi di sistema di varie tipologie (fotovoltaico piano, a concentrazione, ibrido fotovoltaico-termico). Sono stati realizzati due sistemi fotovoltaici con accumulo al litio rappresentativi di utenze residenziali e commerciali che differiscono per modalità di inserimento (AC e DC), per potenza e capacità. Aspetto caratterizzante degli impianti è la presenza dell'EMS (*Energy Management System*) sviluppato da ENEA che consente di effettuare il controllo e la supervisione delle unità di produzione e stoccaggio in tempo reale. Altra attività sperimentale ha riguardato la caratterizzazione dei convertitori e delle batterie al fine di valutare, in condizioni di reale funzionamento, i relativi rendimenti di carica e scarica. Sono stati realizzati e caratterizzati anche convertitori di tipo distribuito (SMPT) per applicazioni fotovoltaiche e di soluzioni topologiche di tipo multilivello di convertitori DC-AC con la relativa validazione sperimentale.

- Nel settore delle **smart grid** e di reti e micro-reti energetiche, è stata condotta la sperimentazione di criteri di ottimizzazione multi-obiettivo per l'efficientamento e la gestione ottimale delle risorse energetiche distribuite e logiche innovative per il controllo della stabilità della rete e per l'incremento della flessibilità, mediante accumulo energetico e tecniche di *demand response*. Sono state sviluppate tecniche di ottimizzazione multi-obiettivo di sistemi complessi generazione-rete-utilizzatore, con particolare attenzione all'erogazione di servizi ancillari di rete e di utente. Sono state, inoltre, condotte le attività per lo sviluppo di un modello clusterizzato della rete elettrica pan-europea, con l'obiettivo di generare una *library* di reti equivalenti con varie configurazioni di rete e di interconnessione riscontrabili nella rete elettrica reale, e di studiare le problematiche di gestione relative alla trasmissione e alla distribuzione in un'ottica transnazionale. Sono state sviluppate logiche

per la gestione evoluta di reti e microreti energetiche, in presenza di poligenerazione distribuita, e sistemi di accumulo energetico e sono stati implementati approcci multiobiettivo per la gestione ottimizzata di comunità energetiche locali e di *hub* energetici multivettore. È inoltre da segnalare l'avvio della fase di test dell'impianto dimostratore Toshiba Corporation del sistema HVDC (*High Voltage Direct Current*), basato su tecnologia VSC (*Voltage Source Converter*), realizzato presso il C.R. ENEA della Casaccia.

- Nell'ambito del **solare termico a concentrazione**, sono stati definiti gli strumenti modellistici per valutare le performance energetiche di ricevitori di varia tipologia; è stato ulteriormente migliorato, e successivamente trasferito sulla linea di produzione industriale del tubo ricevitore, il nuovo *coating* solare ENEA-PLUS, caratterizzato dalle migliori prestazioni al mondo in termini di bassissima energia dispersa; è stato inaugurato e messo in esercizio un sistema da 10 kWe, con tecnologia *parabolic dish*, dotato di un sistema innovativo di produzione di energia elettrica con *MGT (Micro Gas Turbine)*; è stato realizzato un sistema di accumulo termico termoclino con doppio scambiatore integrato; infine, è stato effettuato il commissioning dell'impianto solare cogenerativo a sali fusi MATS, da 1 MWe (Borg el Arab, Egitto).

- Nell'ambito della **de-carbonizzazione dei processi industriali** i principali risultati sono: il completamento della sezione di emulazione di un ciclo EGR (*Exhaust Gas Recirculation*) sull'impianto AGATUR; definizione di configurazioni di turbomacchine operanti a sCO_2 per il pompaggio della CO_2 e per sistemi di generazione di potenza; analisi tecnico-economica di due diverse configurazioni di una stazione di spinta per il trasporto della CO_2 in pipeline; sviluppo della *facility* sperimentale CO2ATTO per studi di scambio termico della CO_2 in condizioni supercritiche, finalizzati a tecniche di raffreddamento di palettature di turbine a gas; studi numerici e sperimentali per la definizione di una strategia di controllo per turbogas *multifuel*, eseguiti sulla microturbina da 100 kWe installata sull'impianto Zecomix; sviluppo e test di validazione sull'infrastruttura Valchiria del pre-prototipo del sistema DOES (*Detection of Oxygen Emission Spectroscopy*), destinato al monitoraggio in ossicombustione della concentrazione di ossigeno; sviluppo di filtri interferenziali innovativi e primo modello radiometrico per una camera iperspettrale finalizzata al monitoraggio ambientale della CO_2 in siti di stoccaggio geologico; sintesi di membrane di tipo perovskitiche per la produzione di O_2 necessario alla rigenerazione di sorbenti e dimensionamento di un modulo di rigenerazione integrato con il processo *Calcium Looping (CaL)*; sintesi di membrane basate su materiale carbonioso (GO, rGO) per la separazione della CO_2 ; sviluppo di catalizzatori metallici allo stato fuso per la cattura della CO_2 e la sua valorizzazione come grafite di elevata qualità; sintesi di sorbenti a base di CaO-Cenosfere per migliorare la capacità di cattura e stabilità rispetto ai sorbenti naturali a base di CaO; sviluppo di un processo di inertizzazione delle scorie di acciaieria (BOF) mediante l'uso di *coal fly ash* residui del processo CaL; sintesi di zeoliti da *coal fly ash* per la pirolisi catalitica di plastiche RAEE di tipo stirenico per la produzione di miscele di idrocarburi; sviluppo di un processo di degradazione del PET producendo syngas di alta qualità; analisi termo-economica di una soluzione per la decarbonizzazione sia di un complesso residenziale che di un sito industriale (cementificio) basata sull'integrazione di un processo P2G con un processo CaL e un metanatore (digestore anerobico); test e simulazioni di un processo integrato di gassificazione e carbonatazione sull'impianto Zecomix; sviluppo di un prototipo di metanazione monoreattore multitubo per la produzione di SNG; test e caratterizzazione di differenti catalizzatori per la produzione di SNG e DME da CO_2/H_2 e primi studi sul processo di sintesi

diretta del DME; realizzazione di un modulo filtrante per la rimozione del particolato da SNG proveniente da biomassa/carbone, con un catalizzatore per la conversione del TAR.

- Nell'ambito della **produzione di idrogeno e celle a combustibile** sono state caratterizzate e validate celle a combustibile ad alta temperatura, di tipo SOFC, singole o in *stack*; studio delle celle a ossidi solidi in modalità reversibile.

- Nell'ambito dell'**accumulo elettrico** sono state sviluppate nuove batterie litio-zolfo, litio-zolfo *semiflow* e sodio-ione; ottimizzazione delle prestazioni e dei costi di fabbricazione di sistemi litio-ione; realizzazione di un dispositivo sperimentale per la simulazione del comportamento termico di celle al litio; realizzazione e test di una sezione di prova di un sistema per la ricarica wireless dinamica per *city car* con valutazione dell'efficienza di trasferimento della potenza e dei campi magnetici residui; realizzazione e test di un sistema per la ricarica "flash" di un sistema di accumulo ibrido basato su accumulo batterie e supercapacitori per l'alimentazione di un bus in modalità di ricarica frequente lungo la linea; sviluppo di uno strumento per la valutazione delle convenienze tecnico-economiche di elettrificazione del trasporto pubblico a livello di rete (Onebus); completamento del simulatore ad agenti per la determinazione dei consumi di energia elettrica derivanti dalla mobilità pubblica e privata elettrificata; proseguimento delle azioni per la sicurezza dei sistemi di accumulo con il coinvolgimento di *stakeholders* di settore per la definizione dei rischi e la prevenzione; campagne di misure per la determinazione delle prestazioni dei veicoli TPL elettrificati al fine della determinazione di modelli di consumo. Inoltre sono state aggiornate le Linee Guida per la redazione dei PUM (Piani Urbani di Mobilità) ed è stato dato un contributo alla redazione del RAEE (Rapporto Annuale Efficienza Energetica).

- Nell'ambito della **smart energy** i principali risultati ottenuti sono stati: creazione di un *repository* formale di specifica per le piattaforme *Smart City Platform* per la raccolta dati urbani, la loro elaborazione in *Key Performance Indicators* e la loro distribuzione in tempo reale ad *utilities*, *city management* e cittadini; estensione della piattaforma CipCast per l'integrazione di infrastrutture critiche (reti energetiche, urbane e digitali) al fine di valutarne i rischi di danni dovuti a fattori ambientali o cyber-attacchi o concatenazioni di guasti su infrastrutture interconnesse; qualificazione ed ingegnerizzazione di un insieme sensoriale (Sesto Senso) per il controllo integrato di abitazioni ed uffici, puntando allo sviluppo di un modello di *smart home* che accoppia i temi dell'efficienza energetica e dell'*assisted living* (soprattutto sicurezza ed *aging*); messa a punto di un format (procedure, standard, allegati tecnici, piattaforme di supporto, sistemi di valutazione) per accompagnare le città verso lo sviluppo della *smart city*. In particolare, due sono le direzioni in cui il Dipartimento ha fornito a diverse città una funzione di "advisory per la smart city": la prima riferita al processo di trasformazione della rete di illuminazione pubblica in una rete di *smart services* e la seconda sullo sviluppo di piattaforme **ICT** per lo scambio di dati delle varie *utilities* urbane; nel dominio delle *water utility*, sviluppo di una metodologia, basata sulla modellistica di simulazione e il monitoraggio distribuito dei parametri caratteristici, per identificare l'interdipendenza funzionale tra l'infrastruttura acquedottistica e quella elettrica, intese quali infrastrutture critiche a servizio di una comunità urbana, allo scopo di approfondire il comportamento della infrastruttura idraulica in condizioni straordinarie di funzionamento, derivanti dal verificarsi di un evento calamitoso, quale un terremoto; raddoppio della potenza di calcolo di CRESCO6, che ora è di 1,4 Pfllops di picco; implementazione di un'infrastruttura ibrida di reti a bassa latenza.

Principali interlocutori nazionali e internazionali coinvolti nelle attività

Il Dipartimento partecipa a progetti, gruppi di lavoro, commissioni nei principali organismi nazionali ed 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*). 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. Nella logica di un contributo integrato di sistema Paese, il Dipartimento coordina, presiedendone la relativa associazione, il Cluster Tecnologico Nazionale Energia, approvato dal MiUR, ed avente la funzione di descrivere le traiettorie tecnologiche in linea con le politiche nazionali e regionali della ricerca e dell'innovazione.

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, In.BIO, TRAIN, T.R.E., TERN, il Ministero dello sviluppo economico, il Ministero dell'Istruzione, dell'Università e della Ricerca, altre Amministrazioni pubbliche quali Agenzia Entrate, INPS, ANAC, Acquirente Unico, AGID, ASI, Consip, LazioInnova e alcuni Enti locali. In ambito privato le attività del Dipartimento vedono il coinvolgimento di varie aziende quali, a titolo esemplificativo, BIOCHEMTEX, COMET BIOrefining, VERSALIS, NOVAMONT, Matrica, Materbiotech, Magneti Marelli, Ladurner S.r.l., Rise Technology S.r.l., 3SUN SpA, STMICROELECTRONICS, Hiltron, ECO-PV, AIRBUS, Alenia Aermacchi, ENEL, EnelX, Hera, A2A, ARETI, Iren, Eni, Acea, IBM, General Electric Transportation, Avio, HP, Olivetti, Poste Italiane, Nuovo Pignone, Cantieri Navali, Trenitalia, ABB, Ansaldo, Archimede Solar Energy, Italcementi, MAGALDI, Maire Tecnimont SPA, Processi Innovativi S.r.l., Gruppo Industriale Maccaferri – Exergy, Techint SPA, Tenaris.

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), Hirosaki University (J), Utsunomiya University (J), University of Connecticut (USA), Tel Aviv University (ISR), Shanghai Institute of Optics and Fine Mechanics (CHI), Pontificia Universidad Católica de Valparaíso (CHI), École Polytechnique Montreal (CAN), Universidad Nacional Autónoma de México (MEX), Universidade Federal de Santa Catarina (BRA). Partecipazione a varie iniziative internazionali, tra cui il Joint Programme "Smart Grids" ed il Joint Programme "Photovoltaic Solar Energy" della EERA (*European Energy Research Alliance*), il Joint Programme Smart Cities di EERA, Il Joint Programming Initiative Urban Europe. 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 DTE), 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), CEA (F), CNRS (F), INSA (F), Karlsruher Institut fuer 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). 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), SINTEF (NOR), ZegPower (NOR), EPFL (CH), Johnson Matthey (UK), Axion 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 delle bioenergie e dei biocarburanti avanzati, esse presentano ricadute nel settore agricolo per la possibilità di sviluppare nuovi sistemi colturali sostenibili e nel sistema industriale per lo sviluppo e la qualificazione in esercizio di impianti preindustriali e lo sviluppo di tecnologie di gassificazione e successivo *upgrading* del syngas.

Nel settore fotovoltaico si segnala la collaborazione con ENEL Green Power, finalizzata alla realizzazione di una linea pilota per moduli bifacciali ad alta efficienza, e con Rise Technology per lo sviluppo di tecniche di metallizzazione a basso costo.

La realizzazione del progetto MATS ha creato le condizioni per realizzare un accordo di cooperazione con Kinetics Technology, come EPC *contractor* e Orascom Construction, per concretizzare un piano di sviluppo della tecnologia solare a concentrazione in un ampio mercato nell'area mediterranea. Le attività sulla qualificazione dei componenti solari ad alta, bassa e media temperatura hanno ricadute sulle aziende produttrici nazionali e internazionali. Lo sviluppo di nuovi *coating* per tubi solari ricevitori, ha permesso una forte innovazione tecnologica per Archimede Solar Energy nell'ambito della produzione di tubi ricevitori a media temperatura e il rinnovo di un contratto a ENEA di assistenza alla produzione.

L'utilizzo di tecnologie impiantistiche innovative orientate all'abbattimento dei costi energetici e l'adozione delle CCS per la decarbonizzazione ed il parallelo incremento dell'efficienza dei processi industriali, consente una maggiore competitività in ambito internazionale, attraverso la sicurezza e stabilità del sistema elettrico attraverso cicli turbo-gas avanzati, basati sul ricircolo dei prodotti di combustione (cicli EGR) o sull'uso di CO₂ supercritica in turbine a gas, a supporto delle FER non programmabili.

Per quanto concerne le celle a combustibile, il Dipartimento è un punto di riferimento per l'interlocuzione fra industria del settore, comunità scientifica e pubblico. 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. 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 ed innovativo. Infine, nel settore ICT, va rilevato che le infrastrutture computazionali installate presso ENEA consentono di fornire servizi di calcolo sempre più performanti al mondo delle imprese.

Dipartimento Sostenibilità dei Sistemi Produttivi e Territoriali

| | |
|------------------|--|
| Missione | Ricerca e innovazione |
| Programma | Sostenibilità dei sistemi produttivi e territoriali |
| Direttore | Roberto Morabito |

Ruolo della struttura

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 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.

In virtù delle competenze multidisciplinari presenti e della elevata capacità di integrazione e messa a sistema delle stesse, SSPT è in grado di fornire un'ampia offerta, che trova applicazione in domini trasversali quali l'economia circolare, la bioeconomia, l'agroindustria, il turismo sostenibile, le città sostenibili, materiali, processi e approcci per edilizia e industria sostenibile, la mitigazione e l'adattamento ai cambiamenti climatici, la salvaguardia e la valorizzazione del territorio e dei beni artistici e culturali e la protezione della salute dei cittadini.

Temi prioritari a livello nazionale e internazionale che, nel loro complesso, mirano a favorire una transizione verso una società a basso tenore di carbonio e basata su modelli di economia circolare, in grado di promuovere un uso efficiente delle risorse e di ridurre gli impatti dei cambiamenti climatici.

Principali linee di attività sviluppate nel corso del 2018

L'organizzazione interna è stata parzialmente integrata a partire dal mese di luglio 2018, con la costituzione di due Sezioni che riportano funzionalmente direttamente al Direttore di Dipartimento: una Sezione per la Economia circolare ed una per il Trasferimento tecnologico verso i PVS, a conferma del crescente ruolo strategico di queste attività per il Dipartimento e per l'ENEA nel suo complesso.

Come già avvenuto nel corso del 2017, anche nel 2018 la capacità progettuale del Dipartimento è stata resa possibile anche grazie agli sviluppi dell'iniziativa denominata "*Cantiere della Sostenibilità*", avviata nel 2015.

Strategicamente rilevante per il Dipartimento è stata, ed è tuttora, anche la partecipazione al Progetto ES-PA "*Energia e sostenibilità per la P.A.*"; le attività svolte dal Dipartimento perseguono l'obiettivo di fornire alle Autorità regionali e locali i più aggiornati strumenti di riferimento per favorire l'attuazione di politiche territoriali innovative nei settori dell'economia circolare e dell'uso efficiente delle risorse, dell'agroindustria, dell'edilizia sostenibile, della valorizzazione del territorio e della valutazione delle emissioni di CO₂ dei Programmi di politica regionale. I 19 progetti dei quali il Dipartimento ha la responsabilità, riguardano interventi integrati sul territorio e la definizione di linee guida per lo sviluppo sostenibile nei settori industriale ed urbano.

Nel contesto nazionale SSPT continua la collaborazione e l'offerta di supporto tecnico-scientifico alla P.A. centrale, in particolare al MATTM e al MiSE.

La collaborazione con il MATTM costituisce una delle principali attività sulla quale sono impegnate tutte le Divisioni e le Sezioni e si articola come di seguito indicato:

- attività sull'impatto ambientale dei bio-combustibili per avio-trazione, che riguarda la messa a punto di un protocollo di misura sperimentale "in campo" per la determinazione delle emissioni e la valutazione tossicologica: sono continuate nel 2018 e troveranno la conclusione entro il 2019;
- sviluppo di tecniche per la valorizzazione dei rifiuti e di azioni di supporto alla partecipazione italiana a tavoli internazionali ed europei sui temi della qualità dell'aria;
- progettazione, realizzazione e coordinamento della Piattaforma Nazionale sul Fosforo;
- attuazione del Piano d'azione nazionale per l'uso sostenibile dei prodotti fitosanitari;
- attività relative alle valutazioni delle politiche nazionali e regionali e valutazione dell'impatto della Direttiva NEC (*National Emission Ceilings*); in questo contesto è stata raggiunta l'operatività del modello FORAIR_IT per la previsione della qualità dell'aria sul territorio nazionale a scala spaziale di dettaglio;
- attività di studio ed analisi finalizzate alla definizione di interventi per il trasferimento tecnologico verso i Paesi in Via di Sviluppo (PVS), nell'ambito delle attività di cooperazione internazionale svolte dal MATTM.

La collaborazione con il MiSE è relativa principalmente all'implementazione in Italia del Regolamento comunitario REACH - sistema integrato di registrazione, valutazione e autorizzazione delle sostanze chimiche -, attività sulla quale il Dipartimento è impegnato da diversi anni e che a fine 2018 è stata rinnovata per altri tre anni tramite un'apposita Convenzione, e alle attività relative all'Accordo di Programma per la Ricerca di Sistema Elettrico.

Nel contesto europeo il Dipartimento, oltre alla partecipazione a progetti finanziati nell'ambito del Programma Horizon 2020, ha continuato a sviluppare collaborazioni con le imprese tramite la partecipazione ai progetti finanziati dalle *Knowledge and Innovation Communities* (KIC) dell'Istituto europeo per l'Innovazione e la Tecnologia (EIT) sulle materie prime, grazie anche al fatto che SSPT ospita, presso il Centro della Casaccia, il nodo organizzativo "South" di detta KIC e si avvia ad ospitare un ufficio di coordinamento per le azioni verso le Regioni meno favorite ("*Mediterranean Innovation Hub*").

In particolare, nel corso del 2018 è stato approvato e finanziato il progetto Horizon2020 CICERONE che, sotto il coordinamento scientifico di ENEA, dovrà elaborare la prossima Agenda strategica europea per il finanziamento di Ricerca e l'Innovazione nel settore dell'economia circolare a livello europeo, nazionale e regionale e che dovrà fungere da riferimento per un utilizzo razionale ed omogeneo delle risorse finanziarie da dedicare all'economia circolare, in modo da favorire l'adozione di questo innovativo modello di business in Europa.

Attiva è stata anche la partecipazione alla definizione di programmi di ricerca con il Joint Research Centre di Ispra, con il quale ENEA ha stipulato un Protocollo di Intesa nel 2016.

Esperti del Dipartimento partecipano infine a diversi Comitati tra cui si citano in questa sede la Piattaforma europea degli stakeholder sulla Economia Circolare (ECESP), l'*European Circular Economy Research Alliance* (ECERA), l'*European Resource Efficiency Knowledge Centre* (EREK).

In particolare, è motivo di soddisfazione la partecipazione a ECESP, in quanto ENEA è stata selezionata dalla Commissione Europea come unico rappresentante degli Enti pubblici di ricerca europei e unico soggetto italiano. A valle della selezione, la Commissione Europea ha chiesto ad ENEA di agire come *hub* verso i soggetti italiani delle istituzioni, delle imprese, della ricerca e della società civile, attivi nel settore dell'Economia Circolare. A tale proposito, nel corso del 2018, ENEA ha promosso la costituzione, e agisce nel ruolo di coordinatore, della Piattaforma italiana sull'Economia circolare ICESP, "mirror" di quella europea, che ha il fine di promuovere il "modo" italiano per fare economia circolare (*Italian way for circular economy*), per far convergere iniziative, esperienze, criticità e prospettive che il nostro Paese vuole e può rappresentare in Europa sul tema, e per promuovere l'economia circolare in Italia anche attraverso specifiche azioni. Tra i 18 membri primi firmatari, oltre ENEA, ci sono: il MATTM, il MISE, l'Agenzia per la Coesione Territoriale, la Regione Puglia, la Regione Emilia Romagna, Confindustria, Unioncamere, il CNA, FISE-UNICIRCULAR, FSS-Circular Economy Network, l'ENEL, HERA, AMA, INTESA Sanpaolo, REMEDIA, ILVA, UNIV. BOLOGNA.

Per quanto riguarda il settore dell'economia circolare e chiusura dei cicli, nel corso del 2018 sono proseguite le attività già avviate negli anni precedenti oltre all'attivazione di una serie di nuove collaborazioni con industrie e P.A. centrali e locali per promuovere l'implementazione di soluzioni "circolari" nella gestione del territorio e del sistema produttivo. Su questi temi il Dipartimento ha affiancato il MATTM e MISE nel Tavolo di lavoro per l'individuazione di indicatori per misurare l'attuazione operativa dell'economia circolare in Italia, fornendo il proprio supporto tecnico scientifico nella definizione di criteri e nell'individuazione di indicatori su scala micro, meso e macro e nella elaborazione di una proposta nazionale sottoposta a consultazione pubblica negli ultimi mesi del 2018. Sulla base del lavoro svolto il Dipartimento ha sottoscritto un accordo con il MATTM per la realizzazione di un pilota regionale per la sperimentazione degli indicatori individuati.

Per quanto attiene il settore della gestione delle acque reflue urbane e della sostenibilità ambientale, oltre alle attività progettuali già in corso, nell'ambito del Protocollo d'Intesa tra ENEA ed il Commissario straordinario di Governo, finalizzato all'implementazione di interventi sui sistemi di collettamento, fognatura e depurazione delle acque reflue per gli agglomerati nazionali non ancora dichiarati conformi ed interessati da sentenze di condanna della Corte di Giustizia dell'Unione europea, è stato sottoscritto un accordo relativo alla elaborazione di un progetto di fattibilità tecnica ed economica relativo alle diverse opzioni di recapito per l'impianto di depurazione a servizio della città di Catania.

Nel settore dello sviluppo di nuovi materiali e processi di fabbricazione sostenibili, oltre alle attività progettuali già in corso derivanti dalla partecipazione di ENEA alla citata KIC "Raw Materials" (ECO-COMBAT per lo sviluppo di batterie di accumulo realizzate con materiali sostenibili, REVALUE Per lo sviluppo di compositi riciclabili per il settore automobilistico), si citano le attività per la messa a punto di materiali superconduttori a base di calcogenuri e pnicturi, con la realizzazione del primo manufatto, ed il rilancio delle attività sui materiali per il recupero del calore (c.d. "pireoelettrici").

Riguardo le tecnologie aeronautiche e navali sono proseguite le attività in collaborazione con il Distretto Tecnologico Aerospaziale (Brindisi) per lo sviluppo di metodi di ispezione per le tecnologie produttive di grandi strutture in materiale composito e propulsori aeronautici.

Sono proseguite anche le attività nel settore dei trasporti e di altre tecnologie industriali, tramite i progetti per la fabbricazione e test di materiali plastici di origine naturale e petrolchimica da applicare in processi industriali, per lo sviluppo di materiale composito leggero geopolimerico da applicare soprattutto per l'isolamento termico nei veicoli, per l'impiego di prodotti naturali nel settore della concia e caratterizzazione di prodotti e sottoprodotti di lavorazione, che hanno condotto anche alla firma di un memorandum con la Stazione Sperimentale Pellami e Concia.

Si cita infine il progetto ISAAC (Bando PON-MISE) per la valorizzazione del brevetto ENEA-FOS: "*Microcosmo per l'allevamento di piante sotto condizionamento biotico e abiotico*". È in corso inoltre la valorizzazione di altri brevetti, relativi ai compositi basati su fibre di basalto (con impiego termostrutturale o in barriere antifuoco) ed a sistemi di ispezione senza contatto dei materiali. La vocazione del Dipartimento ad azioni di trasferimento tecnologico, è testimoniata dall'ampio numero di successi in occasione del lancio della Iniziativa ENEA "*Proof of Concept*".

Per quanto riguarda il tema dei cambiamenti climatici e l'inquinamento atmosferico si sono sviluppati strumenti modellistici che permettono una descrizione dettagliata dei fenomeni cruciali per l'ambiente mediterraneo e per il nostro Paese con le sue particolarità orografiche. Il modello ad alta risoluzione del Mediterraneo è operativo e interrogabile via web; per la prima volta si sono descritti gli scambi con l'Atlantico e il Mar Nero e si sono inserite le maree. Il modello di qualità dell'aria è operativo in versione prognostica e fornisce le previsioni orarie di inquinamento su tutto il Paese ad alta risoluzione spaziale; dati ed animazioni sono accessibili tramite web.

Questi prodotti di eccellenza hanno permesso al Dipartimento di partecipare a programmi finanziati tramite Horizon 2020 o Copernicus, puntando ad attività che hanno come focus lo sviluppo di servizi climatici e meteorologici come, ad esempio, Il progetto SECLi-FIRM che fornisce previsioni climatiche stagionali per il supporto decisionale alla gestione dei rischi nel settore elettrico ed Il servizio Copernicus CAMs50 che ha incluso il modello di previsione di qualità dell'aria sviluppato dal Dipartimento fra i 10 modelli europei candidati a fornire informazioni di dettaglio. Inoltre le attività di analisi e interpretazione dei dati da satellite hanno conseguito un riconoscimento da parte di ESA che ha finanziato un visiting scientist per una ricerca collaborativa.

Le attività sul tema dei cambiamenti climatici hanno riguardato, nell'ambito dei rapporti già citati con il MATTM, anche i Paesi in Via di Sviluppo per i quali il Dipartimento opera per migliorare la predicibilità di eventi estremi, per i servizi climatici per l'agricoltura, per lo sfruttamento di energie rinnovabili (solare, eolico, idroelettrico).

Nel 2018, infine, è stata arricchita la capacità strumentale del Dipartimento con la messa a punto di strumenti ad alta risoluzione temporale per la misura e la caratterizzazione del particolato atmosferico e per l'esposizione diretta di cellule all'inquinamento atmosferico intraprendendo così una più diretta contiguità con gli studi di impatto sulla salute.

In relazione alla sicurezza del territorio e del patrimonio storico e monumentale, un contributo significativo è stato dato alla Protezione Civile; esperti del Dipartimento sono presenti nella Direzione Di Comando e Controllo (DICOMAC) della Protezione Civile e nel Centro Nazionale di Microzonazione Sismica.

In questo settore è stata sviluppata una collaborazione con l'associazione SISMASAFE per la definizione dei criteri per il rilascio di un marchio finalizzato a individuare gli edifici maggiormente sicuri in caso di sisma ed una collaborazione con l'Arma dei Carabinieri per la verifica di stabilità sismica della Caserma Talamo.

Attraverso il progetto RESTART finanziato dal PON Lazio sono iniziate le attività che puntano all'integrazione e alla co-validazione delle varie tecniche di diagnostica non distruttive (prove soniche, ultrasoniche, raggi x, gammagrafia, georadar, riflettografia) applicate per la verifica dell'efficacia di interventi di riassetto su statue altamente vulnerabili, incluso il servizio di monitoraggio delle condizioni ambientali e meccaniche durante la movimentazione e il trasporto.

Sul tema della riduzione del rischio da attività antropiche, il Dipartimento opera su due linee principali: i) la caratterizzazione e la definizione dei pathways di contaminanti nell'ambiente e ii) la sperimentazione di sistemi per la bonifica ed il restauro degli ecosistemi.

È giunta a conclusione nel 2018 la prima fase del Progetto "Campania Trasparente", finanziato dalla Regione Campania, che ha prodotto una dettagliata mappatura della distribuzione di inquinanti in aria e della loro provenienza. In Siti di Interesse Nazionale per le bonifiche, sono in corso due grandi progetti, finanziati dal CIPE, per la valutazione della relazione tra distribuzione di inquinanti, stato degli ecosistemi e salute umana (CISAS) e per la progettazione della bonifica ed il restauro ambientale del litorale di Bagnoli (ABBACO). Biotecnologie microbiche per la bonifica di siti industriali vengono sviluppate e testate in ambito di progetti EU e Nazionali (ERANET-SUPREME, TESTARE, CESA).

Nel settore della protezione e valorizzazione del capitale naturale sono state sviluppate soluzioni integrate per aumentare la resilienza dei territori e per 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, per proteggerli da rischi naturali e di origine antropica, valorizzando ed implementando nel contempo il capitale naturale. Sono attivi in questo settore progetti per il verde urbano (MIUR-ANTHOSART), per la valorizzazione delle risorse naturali e riqualificazione ambientale (POR-Smart Basilicata; Parco Naturale del Lura), per strategie comuni per la gestione di infrastrutture verdi europee (EU-INTERREG Magic Landscapes). In ambito comunitario è in fase di realizzazione un progetto (IDEM) volto a definire le metodologie per l'applicazione della Direttiva Quadro EU sulla Strategia Marina agli ambienti del mare Mediterraneo profondo, dove si stanno sviluppando attività industriali che devono essere correttamente regolamentate.

Per quanto attiene la messa a punto di metodi di osservazione e di analisi dei livelli e trend attuali e passati dei parametri di interesse climatico, il Dipartimento gestisce una serie di osservatori per

l'acquisizione di lunghe serie temporali di dati atmosferici e marini in zone particolarmente vulnerabili: le aree polari ed il Mediterraneo. Finanziamenti PNRA supportano gli osservatori Meteo-climatologici antartici "Concordia" e "Mario Zucchelli" e quello artico di Thule. Le attività osservative a lungo termine in Antartide sono integrate da una serie di studi di processo, attraverso 4 nuovi progetti PNRA. Proseguono anche le attività di ricerca paleoclimatica con le grandi collaborazioni internazionali (Beyond EPICA – Oldest ICE). Nel 2018 si è inoltre aperta una nuova linea di ricerca in ambiente antartico, relativa agli effetti dell'acidificazione sugli organismi marini.

Gli osservatori atmosferici e marini Mediterranei, Lampedusa e Mar ligure Orientale, contribuiscono a Joint Research Units relative a infrastrutture EU e/o aderiscono a reti di ricerca EU e Internazionali (WMO, NASA-AERONET, *Long Term Ecological Time Series*).

Il Dipartimento contribuisce anche con continuità ai progetti che sostengono le grandi infrastrutture EU per la gestione e disseminazione di dati ambientali marini (SEADATANET ed EMODNET). Nel 2018 si è inoltre concluso un progetto per favorire la interoperabilità di infrastrutture per la gestione di dati sviluppate in EU, USA, Australia e Canada.

SSPT opera inoltre nel settore dello sviluppo di tecniche e metodi per la salvaguardia del Patrimonio naturale e culturale, anche al fine dello sviluppo turistico, settore in fase di consolidamento e tipicamente trasversale, che coinvolge le competenze di più Divisioni. In particolare, sono in corso studi sullo sviluppo di biomateriali per il restauro, sia attraverso un finanziamento MAECI in collaborazione con il Messico, sia in collaborazione con diverse Sovrintendenze. È iniziato inoltre nel 2018 un progetto sullo sviluppo di sensori innovativi per il controllo ambientale in musei e gallerie d'arte finanziato dalla Regione Lazio. A sostegno delle imprese turistiche di aree marine è in fase conclusiva il progetto INTERREG STRATUS, che supporta gli operatori del settore nell'adattamento al cambiamento climatico e promuove buone pratiche di sostenibilità come fattore qualificante per la competitività.

Nel settore delle biotecnologie e dell'agroindustria oltre ai temi guida strategici - relativi alla valorizzazione e competitività delle produzioni alimentari in termini di qualità, sicurezza e sostenibilità, allo sviluppo di prodotti (*food* e *no-food*) ad alto valore aggiunto e ad alta valenza tecnologica a partire dalle risorse biologiche, alla promozione di approcci di filiera, attraverso distretti e cluster agro-industriali integrati sul territorio - SSPT promuove la ricerca di modelli di sviluppo in grado di fornire cibo per una popolazione crescente conservando le risorse del pianeta.

Gli obiettivi sono pertanto orientati a favorire la transizione da un'economia di prodotto ad una economia di sistema; a passare da un approccio di uso delle risorse di tipo dissipativo ad un approccio di tipo conservativo; a fare un salto culturale verso una sostenibilità economica e ambientale che deve interessare l'intera società, partendo dalla valorizzazione del territorio e dalla collaborazione dei diversi interlocutori coinvolti.

Lo sviluppo di metodologie e tecnologie per l'innovazione e la tracciabilità delle catene di produzione, approvvigionamento, trattamento e commercializzazione dei prodotti agroalimentari ha portato al coinvolgimento in iniziative di ampio respiro internazionale nell'ambito delle quali collocare le nuove proposte progettuali e attingere a future risorse economiche.

Con l'approvazione del progetto SIMBA nell'ambito del bando Horizon 2020, Action LC-SFS-03-2018: *Microbiome applications for sustainable food systems*, Topic: H2020-SFS-2018-1, verrà implementata

la comprensione della struttura, delle funzioni e della sostenibilità degli eco-microbiomi associati all'intero sistema alimentare, con le relative implicazioni legate al cambiamento climatico, alla sicurezza alimentare e nutrizionale. L'approccio include l'applicazione di consorzi microbici nelle diverse fasi del sistema alimentare, dal campo alla tavola. Microbi o sistemi microbici (come gli enzimi) potranno essere applicati come ingredienti al cibo per migliorare la microflora intestinale e per garantire una migliore assimilazione dei nutrienti.

Nell'ambito della partecipazione all'iniziativa PRIMA (*Partnership for research and innovation in the Mediterranean Area*) si darà avvio al progetto IMPRESA, con l'obiettivo di selezionare nuovi grani duri più adatti alle limitanti condizioni ambientali che sempre più caratterizzeranno ampi areali del Mediterraneo. Si studieranno i meccanismi alla base della resilienza del grano duro, e di graminacee selvatiche affini ("*Crop Wild Relatives*", CWRs) agli stress abiotici (principalmente siccità, alte temperature e salinità dei suoli), mediante analisi fisiologiche, combinate con moderne tecnologie "omiche", in particolare la metabolomica; dall'altro, sulla base di tali indagini, l'ottenimento di germoplasma migliorato e adattato alle condizioni di stress descritte in precedenza a partire da materiale originale, sia già prodotto che da svilupparsi nel corso del progetto, tramite strategie non OGM di "ingegneria cromosomica".

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*. L'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. La realizzazione del "LOC" si avvale delle competenze di biologi, clinici ed ingegneri e questi ultimi, attraverso la combinazione di tecnologie di micro-elettronica, microfluidica, microonde e microscopia, svilupperanno il "LOC" che sarà quindi validato prima mediante test in vitro e, infine, in modelli preclinici di tumore cerebrale. Sono iniziate, inoltre, le attività sperimentali rivolte allo sviluppo di nuove strategie terapeutiche per la cura del medulloblastoma, un tumore cerebrale dell'età infantile. Con il progetto NANOCROSS, finanziato dall'Associazione Italiana per la Ricerca sul Cancro (AIRC) si intende mettere a punto un sistema di somministrazione sempre più sicuro ed efficace di agenti chemioterapici, favorendo l'attraversamento della barriera emato-encefalica e diretto specificatamente alle cellule tumorali. Nel 2018, in particolare, sono state eseguite prove modellistiche in silico di dinamica molecolare per valutare comparativamente le potenziali funzionalità di diversi peptidi di membrana da utilizzare per la ingegnerizzazione dei nanovettori.

Sono in corso attività sperimentali per lo sviluppo di metodiche per la termo-ablazione dei tumori e l'ipertermia come terapia oncologica adiuvante, oltre a protocolli sperimentali per l'analisi della risposta immunitaria, a nuove formulazioni terapeutiche e strumenti immunoterapeutici innovativi per la terapia del cancro, per il trattamento delle patologie croniche infiammatorie e di malattie genetiche.

Nell'ambito della ricerca sui meccanismi di interazione tra radiazioni non-ionizzanti e sistemi biologici, mettendo a sistema le competenze di biofisica e quelle di biologia molecolare, sono cominciate attività relative all'utilizzo di impulsi elettrici per la modulazione di fenomeni diversi per nuove strategie terapeutiche su cellule nervose, in particolare in un modello neuronale in vitro di sclerosi laterale amiotrofica e su sistemi in vitro per un approccio terapeutico della glicogenosi.

Principali risultati conseguiti

L'integrazione delle competenze e delle infrastrutture ha permesso al Dipartimento di consolidare i risultati già ottenuti negli anni precedenti in termini di progettualità specifica, in risposta a bandi nazionali ed internazionali, e di collaborazioni con la P.A. e le imprese; nel corso del 2018 sono state adottate 110 determinazioni autorizzative da parte della Direzione ed aperte 89 commesse per un totale pari a 15.290.307 €, che si aggiungono a quelle in corso.

Anche nel corso del 2018, il principale e più strategico risultato conseguito consiste nell'ampliamento e nell'applicazione dell'offerta di SSPT ai domini trasversali citati all'inizio del documento.

Tale risultato si basa sulla multidisciplinarietà di competenze del Dipartimento e sulla promozione di un approccio sistemico e integrato alle diverse tematiche suindicate, che si rivolge alla Pubblica Amministrazione Centrale, alle Regioni e agli Enti locali, oltre che al settore privato, con particolare attenzione alle PMI.

Nell'ambito delle attività di collaborazione e dell'offerta di supporto al MATTM sono continuate le attività previste nell'Atto esecutivo di durata biennale, firmato nel 2017, per lo svolgimento di analisi e studi atti all'individuazione di criticità locali e alla definizione di interventi di trasferimento tecnologico e cooperazione in selezionati Paesi in Via di Sviluppo.

In particolare, nel corso del 2018 sono stati definiti, anche in collaborazione con le diverse Autorità pubbliche dei PVS, diversi Full Project Proposal (FPP) su tematiche proprie del Dipartimento; i PVS coinvolti nel 2018 sono stati le Maldive, il Lesotho, l'Etiopia, il Sudan, il Botswana, Cuba, lo Swaziland, le Isole Solomon. La positiva collaborazione instaurata in special modo con il Governo delle Maldive per la valutazione del potenziale energetico delle correnti inter-atollo ha avuto un seguito nel 2018 con il finanziamento del progetto Wave4M per lo sviluppo di un modello di previsione delle onde ai fini della protezione delle isole.

Tutti i FPP sono stati approvati dai Comitati Congiunti MATTM-PVS e prevedono attività che dovranno essere realizzate direttamente da ENEA; nel corso del 2018 sono stati firmati con il MATTM 5 Atti esecutivi, per un importo complessivo di circa 2,9 M€, per attività che riguardano la realizzazione di una rete per early warning e per la realizzazione di un sistema sostenibile per l'approvvigionamento idrico in aree rurali (Etiopia), per il rafforzamento del sistema di allerta meteo nazionale (Sudan), per attività sull'early warning e sulla edilizia sostenibile (Botswana).

La collaborazione con il MATTM è stata ulteriormente rafforzata con la firma di 5 Atti esecutivi ai due Protocolli di Intesa firmati nel 2017 con la DG SVI (DG Sviluppo sostenibile, il danno ambientale e per i rapporti con l'Unione europea e gli organismi internazionali), il primo relativo a *"Programmi di collaborazione per la realizzazione di interventi di trasferimento tecnologico e cooperazione verso i Paesi in Via di Sviluppo (PVS)"*, il secondo inerente *"Attivazione di programmi di collaborazione sulle tematiche dello sviluppo sostenibile, della efficienza energetica e delle energie rinnovabili"*, firmato a dicembre 2017.

Nell'ambito di questo secondo Protocollo, a fine 2018 è stato sottoscritto un accordo con la DG per i rifiuti e l'inquinamento (RIN) relativo alla realizzazione di iniziative dirette a garantire il funzionamento della Piattaforma nazionale per il fosforo e alla definizione di un piano per l'autonomia nazionale rispetto a questa materia prima critica. Inoltre sono state concordate diverse

attività per le quali sono in corso di definizione una serie di Atti esecutivi, finanziati dalle DG SVI, dalla DG per il clima e l'energia (CLE) e DG RIN, su Banca dati nazionale LCA e Pilota Regionale su Indicatori di circolarità, con inizio nei primi mesi del 2019.

Il Dipartimento ha portato avanti, inoltre, in maniera significativa, le attività relative all'Accordo di Programma con il MiSE per la Ricerca sul Sistema Elettrico, assumendo un ruolo di coordinamento su alcune tematiche (materiali di frontiera, energia dal mare); in particolare: valutazione dei flussi di risorse per l'implementazione dei diversi scenari di evoluzione del parco circolante in un'ottica di economia circolare e dei relativi impatti ambientali ed esternalità; realizzazione di un catalogo ambientale materiali e prodotti per l'Efficienza energetica in edilizia; sviluppo di un materiale composito cemento e ossido di grafene per l'efficienza energetica in ambito edilizio; applicazione di tecniche di efficientamento dei processi di saldatura industriale; realizzazione di celle solari a base di perovskite stampate mediante tecnologia *inkjet printing*; tecniche di utilizzo per la calce canapulo nelle costruzioni; sviluppo di materiali innovativi per lo sviluppo di sistemi per il recupero energetico da cascami termici in ambito industriale.

SSPT ha partecipato attivamente anche alla preparazione della proposta di un nuovo Accordo di Programma RSE 2019-2021, attualmente in fase di valutazione dal MISE.

Nel corso del 2018 si sono intensificate le attività relative alle due Convenzioni con INVITALIA siglate nel 2017, per le quali SSPT, in collaborazione con i Dipartimenti DTE e DUEE, fornisce un supporto tecnico-scientifico in merito alla concessione ed erogazione a favore di imprese per la realizzazione di programmi di sviluppo per la tutela ambientale di cui al D.M. del 7/12/2016 e di cui alla L.181/89. Tali programmi prevedono finanziamenti agevolati, in base al rispetto di determinati criteri fissati dalla normativa EU sulle agevolazioni statali (GBER), per investimenti che consentono alle imprese di andare oltre (o adeguarsi anticipatamente) le norme dell'Unione in materia di tutela ambientale o di innalzare il livello di tutela ambientale in assenza di tali norme (art 36 e 37 del GBER), investimenti a favore di misure di efficienza energetica (art 38 del GBER), investimenti a favore della cogenerazione ad alto rendimento (art 40 del GBER), investimenti volti a promuovere la produzione di energia da fonti rinnovabili (art 41 del GBER), investimenti per il risanamento di siti contaminati (art 45 del GBER) e investimenti per il riciclaggio e il riutilizzo dei rifiuti (art 47 del GBER).

Le competenze e l'approccio sistemico di SSPT hanno prodotto l'adesione al nuovo Cluster tecnologico del MIUR su Economia del Mare (BIG) - Sviluppo sostenibile nella economia del mare e la predisposizione di Protocolli di Intesa con il Joint Research Centre di Ispra, con Confcommercio, con il Provveditore alle Carceri di Puglia e Basilicata e con il Centro Interuniversitario di Ricerca "Industria 4.0".

Nel ruolo di coordinatore della Piattaforma italiana sull'Economia circolare (ICESP), costituita nel 2018 come "mirror" di quella analoga europea, il Dipartimento ha organizzato nel mese di dicembre 2018, presso il Senato, la prima Conferenza annuale, con oltre 150 partecipanti; nell'occasione sono stati presentati i lavori dei sei Gruppi di Lavoro della Piattaforma ai quali hanno collaborato complessivamente circa 60 organizzazioni di rilievo nel settore dell'economia circolare.

Nel corso del 2018 sono state esaminate 20 proposte di investimento relative a diversi settori produttivi quali il chimico, il manifatturiero (tessile, meccanica di precisione, produzione di calce, produzione di acciaio), l'alberghiero ed il riciclo e gestione di rifiuti. Le dimensioni degli investimenti

presentati vanno da pochi milioni ad oltre 50 M€. L'attività di analisi richiesta all'ENEA è caratterizzata dall'esigenza di dover verificare la rispondenza delle proposte con gli stringenti criteri previsti dalla normativa per le agevolazioni statali per gli investimenti in tutela ambientale. Spesso investimenti, seppur validi da un punto di vista tecnico e produttivo, non presentano i requisiti minimi, come ad esempio il superamento delle prestazioni ambientali del processo produttivo previste dalle BAT, per esser ammessi al regime di agevolazione.

In merito alla proposta europea sulle grandi infrastrutture di ricerca METROFOOD-RI a coordinamento ENEA, nell'ambito della Roadmap ESFRI 2018, è stata avviata la fase di realizzazione, che si concretizzerà con la costituzione dell'ERIC. Prosegue l'impegno in ambito BBI-JU - iniziativa tecnologica sulle Bio-Industrie, sia con il progetto Valuemag che con nuove proposte in fase di valutazione.

A livello nazionale si è consolidato il rapporto con ASI sul tema dell'AgroSpace, attraverso due nuovi contratti di ricerca che aprono nuovi filoni di ricerca e sviluppo sul tema dei sistemi biorigenerativi in ambienti estremi, con importanti ricadute applicative per l'esplorazione nello spazio e per tutte le attività di *"indoor precision farming"*.

A livello regionale, oltre al successo conseguito in 6 progetti PSR delle Regioni Lazio e Basilicata, siamo entrati a far parte del Cluster lucano sulla Bioeconomia, con una rappresentanza all'interno del comitato tecnico-scientifico.

Inoltre, SSPT ha ottenuto i cofinanziamenti della Regione Lazio per la realizzazione MAIA (*"Materiali avanzati in una infrastruttura aperta"*) una infrastruttura di ricerca, relativo alla strategie di specializzazione sull'*"Additive Manufacturing"*, per fornire servizi sui materiali avanzati a grandi industrie, a PMI e ad enti pubblici.

Sono cresciute le attività di ricerca collaborativa con le imprese del settore agroindustriale, grazie al Centro Servizi Avanzati per l'Agroindustria (CSAgri) e si sono consolidati i rapporti con alcuni players industriali di rilevanza nazionale ed internazionale, quali Novamont, United Genetics, 9th Dimension Biotech e Granarolo; con quest'ultima è stata avviata una nuova iniziativa *"AgroFood BIC"* finalizzata alla accelerazione di start up innovative. È stato realizzato un importante brevetto per la produzione biotecnologica di apocarotenoidi ad elevato valore aggiunto.

In ambito biomedico sono stati ottenuti brevetti relativi all'identificazione di biomarcatori molecolari predittivi di risposta al trattamento radiochemioterapico nel carcinoma della cervice; ed alla vaccino terapia

Sono state sviluppate due applicazioni in collaborazione con DUEE per la diagnosi veloce della vulnerabilità energetica e strutturale delle scuole e dei condomini (SafeSchool 4.0 e Condomini+4.0).

È stato sviluppato il sistema ShareArt che consente di rilevare automaticamente i volti che guardano in direzione di un'opera d'arte acquisendo, contestualmente, una serie di informazioni relative all'osservazione delle opere d'arte come, ad esempio, il tempo di osservazione, la distanza e il percorso compiuto dall'osservatore per raggiungere l'opera.

Nell'ambito dell'iniziativa *Proof of Concept* sono state presentate 34 proposte di progetto, delle quali 13 sono state giudicate finanziabili e 6 sono state realmente finanziate, in funzione del budget messo a disposizione dalla Agenzia per il bando del 2018. In questo ambito sono stati sviluppati due

strumenti: il sistema leggero compatto e a basso consumo per l'analisi dei gas ed il monitor ad elevata risoluzione temporale per il levoglucosano, rispettivamente primo e 13° classificato fra i 22 progetti selezionati.

Sono stati infine realizzati diversi brevetti: *“Metodo ed apparato per la misura di intensità di luce diffusa da un materiale”*; *“Dispositivo e sistema di misura”*; *“Procedimento per la preparazione di un materiale ceramico composito a base di carburo di silicio e nitruro di alluminio”*; *“Elemento di rinforzo antisismico in fibra naturale”*; *“Nuovo processo a basso consumo energetico e a basso impatto ambientale per il recupero dei componenti principali dei pannelli fotovoltaici in silicio cristallino a fine vita”*, *“Medicazione avanzata che consente il monitoraggio della carica microbica delle ferite di superficie, favorendone il processo di cicatrizzazione nonché il controllo dei parametri vitali dei soggetti sui quali è apposta”* (cod. Repertorio ENEA 851).

A quanto citato sono da aggiungere la definizione di un processo di preparazione di un latte lactose-free ed a basso contenuto glucidico (sviluppato nell'ambito di un contratto di ricerca commissionata di Granarolo, che ha portato all'industrializzazione di 2 bevande a base di latte attualmente in commercio), l'avvio procedura registrazione congiunta di varietà di cardo alto-produttore in acido oleico con Novamont, un Contratto di Licenza esclusiva con opzione di acquisto alla società DIAMANTE srl del brevetto dal titolo *“Particella virale chimerica del virus X della patata e suo uso nella diagnosi in vitro della sindrome di Sjogren”*.

Nel campo della salute alimentare, in sinergia con le attività di ricerca e sviluppo nel settore agro-industriale, è stato completato e pubblicato uno studio in vitro che ha rivelato il coinvolgimento di meccanismi epigenetici nei potenziali effetti nutraceutici di un'alimentazione arricchita con nocciole.

Nel campo della salute riproduttiva è stato completato uno studio commissionato dall'Università di Aarhus per la determinazione della sicurezza per il sistema riproduttivo maschile di terapie farmacologiche per il trattamento di patologie croniche intestinali.

Nel campo della valutazione dell'impatto della qualità dell'aria sulla salute, in collaborazione con le attività di modellistica atmosferica, è stato condotto uno studio epidemiologico di mortalità per causa, relativo alla Regione Toscana, ed è stato avviato un processo di standardizzazione di un approccio sperimentale innovativo basato sull'esposizione di colture cellulari in area ambiente.

Sono stati infine completati i progetti di collaborazione Italia-Egitto, finanziati dalla NATO e dal MAECI, relativi all'implementazione di un set innovativo di bioindicatori precoci per misurare la dose di radiazioni in caso di emergenze.

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 MIUR, il MIBACT, la Difesa), l'Agenzia per la Coesione Territoriale, la Presidenza del Consiglio, la Protezione Civile, lo Stabilimento Chimico Farmaceutico Militare, le Regioni (in particolare Lazio, Emilia Romagna, Puglia, Sardegna e Basilicata), numerosi Comuni, l'ANCIM, la Aeronautica Militare Italiana, diversi Cluster tecnologici del MIUR (Alisei - scienze della Vita, Agrifood - filiera agroalimentare, BIG - sviluppo sostenibile nella economia del mare, Fabbrica intelligente, Trasporti, Beni culturali, Chimica Verde), i Distretti tecnologici (Ligure - Tecnologie Marine e Ticass "Tecnologie Innovative per il Controllo Ambientale e lo Sviluppo Sostenibile", federazioni, associazioni

ed organizzazioni di categoria, il Polo DLTM, i Distretti Aeronautici di Puglia e Campania, IMAST sui materiali polimerici, i consorzi partecipati CETMA, CALEF, CERTIMAC e TeRN.

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 l'AMA di Roma, e società come ENEL Produzione, ENEL Green Power, CSM, CRF, Leonardo, Artigrafiche Boccia, Telespazio, FOS, Beghelli, Scianatico, Bosch, Brembo, Granarolo, Novamont, United Genetics, Loro Piana.

In ambito comunitario ed internazionale, principali interlocutori sono la Commissione Europea, il JRC di Ispra, l'UNIDO, la FAO, le Piattaforme tecnologiche europee.

Tra le collaborazioni attivate nell'ambito della KIC "RawMaterials" si citano quelle con organizzazioni nazionali e internazionali tra i quali il Fraunhofer (Germania), ARKEMA, SUEZ Environment, il Centro Ricerche FIAT (Italia), 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, il Lesotho, l'Etiopia, il Sudan, il Botswana, Cuba, lo Swaziland, le Isole Solomon.

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.

L'attività di trasferimento tecnologico ha consentito di mettere in diretto contatto l'offerta delle imprese nazionali con la richiesta proveniente dai PVS, la cui richiesta 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, alla bonifica di siti inquinati e di miniere, all'efficientamento degli edifici, al settore agroalimentare. Le ricadute economiche delle attività di trasferimento tecnologico per le imprese nazionali sono valutabili, 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 presso selezionati PVS).

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, 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.

Dipartimento Unità Efficienza Energetica

| | |
|------------------|------------------------------|
| Missione | Ricerca e innovazione |
| Programma | Efficienza energetica |
| Direttore | Roberto Moneta |

Ruolo della struttura

Il Dipartimento Unità per l'Efficienza Energetica (DUEE) svolge le funzioni di Agenzia Nazionale per l'Efficienza Energetica. In tale veste rappresenta l'ENEA verso la pubblica amministrazione centrale e periferica ai fini dell'attuazione delle misure volte al miglioramento dell'efficienza degli usi finali dell'energia e, in materia, assicura supporto tecnico e consulenza alle imprese e agli operatori economici.

DUEE promuove, attraverso la collaborazione pubblico-privato e gli accordi volontari, il coinvolgimento di capitale privato negli interventi di efficienza energetica; svolge ricerche, studi, analisi, fornisce servizi tecnici specialistici e trasferisce conoscenze a operatori, professionisti, cittadini e imprese. Le attività del Dipartimento trovano indirizzo nella Strategia Energetica Nazionale (SEN), nei provvedimenti correlati e nei programmi europei in materia.

Il Dipartimento è costituito da due Divisioni, composte da cinque laboratori ciascuna e, al 31 dicembre 2018, da un organico di 178 risorse.

Principali linee di attività sviluppate nel corso del 2018

Nell'esercizio del proprio ruolo, il Dipartimento:

- A. affianca il Ministero dello sviluppo economico per: la predisposizione e l'attuazione delle direttive europee sui temi dell'energia, le strategie, la programmazione e il monitoraggio delle misure, la verifica del raggiungimento degli obiettivi nazionali, la valutazione dei programmi di incentivazione, la raccolta delle pratiche inerenti le detrazioni fiscali per l'efficienza energetica, il rafforzamento delle politiche di coesione territoriale in materia. Opera nell'ambito dell'Accordo di programma per la ricerca del sistema elettrico;
- B. fornisce consulenza e servizi specialistici alle Amministrazioni centrali e territoriali per la diffusione delle pratiche dell'efficienza energetica nei rispettivi ambiti di competenza e per la più ampia e omogenea applicazione della legislazione energetica su tutto il territorio nazionale. In particolare realizza diagnosi e valutazioni energetiche per edifici e progetti di particolare rilevanza, redige Piani energetico-ambientali regionali, predispone i PAEES per le amministrazioni locali e ne favorisce l'attuazione, svolge una funzione di sensibilizzazione, di raccordo, di valutazione e di controllo riguardo i programmi pubblici dedicati alle imprese energivore, alle grandi imprese e alla PMI, realizza campagne di informazione e formazione rivolte a cittadini, dipendenti pubblici, operatori e professionisti;
- C. eroga assistenza alle imprese attraverso azioni di tipo commerciale volte alla validazione tecnico-economica di progetti ai fini della loro finanziabilità e ad accrescere la partecipazione di capitale

privato nella realizzazione degli interventi di efficienza energetica;

- D. opera in ambito internazionale con la predisposizione di proposte progettuali, la realizzazione dei progetti acquisiti e la stipula di accordi finalizzati alla promozione dell'industria nazionale del settore.

Principali risultati conseguiti

A. SUPPORTO TECNICO-SCIENTIFICO E CONSULENZA AL MINISTERO DELLO SVILUPPO ECONOMICO

(DOVE NON INDICATO DIVERSAMENTE LE ATTIVITÀ SONO STATE SVOLTE NELL'AMBITO DEL CONTRIBUTO ORDINARIO DELLO STATO)

1. Monitoraggio dell'attuazione delle politiche di efficienza energetica

Sono state svolte le azioni previste dalla Direttiva EED in relazione al calcolo dei risparmi energetici conseguiti ai fini del raggiungimento degli obiettivi previsti al 2020 per il Paese, e individuate e valutate le eventuali misure aggiuntive da inserire nel conteggio (a livello nazionale e regionale, Burder Sharing Regionale, ecc.)

2. Redazione di rapporti e relazioni

- Redazione dei seguenti documenti (previsti da provvedimenti normativi): *Piano d'Azione per l'Efficienza Energetica 2017*, *Relazione Annuale* (ai sensi della DEE), *Relazione sulla situazione energetica del Paese*, *Rapporto Annuale dell'Efficienza Energetica (RAEE)*, *Rapporto Annuale Detrazioni Fiscali*.
- Supporto alla redazione del *Piano Nazionale Energia Clima* per la ricognizione di misure e potenziali di risparmio energetico da considerare nella definizione dello scenario energetico di policy al 2030 e per la valutazione delle relative ricadute socio-economiche.

3. Direttive europee e rapporti con organizzazioni internazionali

- Attività di supporto tecnico-scientifico per l'aggiornamento e l'attuazione delle Direttive europee (Ecodesign, Etichettatura, EPBD ed Efficienza Energetica) attraverso la partecipazione attiva e sistematica alla discussione nei tavoli tecnici presso il Consiglio e la Commissione Europea.
- In merito alla Direttiva Edifici (EPBD), si è provveduto alla revisione dei diversi testi di proposta di modifica si è assunto il coordinamento della Concerted Action V.
- In relazione alle attività inerenti l'Azione Concertata per la Direttiva Efficienza Energetica (CA-EED) il Dipartimento ha assicurato la partecipazione alla serie di workshop tematici e alle sessioni plenarie svoltesi nel 2018, e ha condotto studi, partecipato a riunioni operative con i colleghi degli altri Stati e con il MiSE, relativamente alle tematiche principali della EED (ricevuto un rimborso dalla CE).
- Partecipazione per conto del Mise a riunioni periodiche IEA, IPEEC, G20, Energy Efficiency HUB, Setplan, EnR, ed elaborazione dati per IEA e IPEEC (report, revisione documenti e presentazioni).

4. Legislazione nazionale

- Il Dipartimento ha assicurato la partecipazione alla Cabina di Regia Mise-Mattm (istituita ai sensi del Decreto Lgs 102/14) fornendo consulenza tecnica per il Programma di Riqualificazione

Energetica della Pubblica Amministrazione Centrale (PREPAC) attraverso le valutazioni istruttorie delle proposte di riqualificazione energetica presentate nell'anno 2018 (n. 50 per un valore dei finanziamenti richiesti pari a circa M€ 50), la formazione e l'informazione sulla predisposizione delle proposte progettuali del Programma rivolte alle Pubbliche Amministrazioni Centrali (Ministero della Difesa, Ministero di Giustizia, Carabinieri, ecc.).

- Stesura Linee guida contratti di prestazione energetica (E.P.C.) per gli edifici della pubblica amministrazione (art. 14 c. 4 D.Lgs.102/2014). Attività normativa CTI per la redazione di una Norma Tecnica e Linee Guida per la Diagnosi Energetica degli Edifici (CT 213 "Diagnosi energetiche negli edifici - Attività nazionale") e per la normativa inerente il tema edifici (UNI TS 11300, Legge 90, UNI 10339, ecc.).
- Il Dipartimento ha svolto tutte le attività inerenti la gestione del portale di presentazione delle domande di detrazione fiscale (65%) per le spese sostenute a fronte degli interventi di riqualificazione energetica degli edifici esistenti. Il portale è stato aggiornato introducendo alcuni controlli preliminari di congruenza dei dati ed implementando il calcolo automatico del risparmio energetico attraverso la definizione di adeguanti algoritmi. Le pratiche pervenute nell'anno sono 305.981.

Detrazioni fiscali: risultati in termini di assistenza e gestione del meccanismo nell'anno

Servizio di consulenza tecnico – procedurale agli utenti (professioni e non) svolto attraverso una specifica casella di posta elettronica (gdl.effener@enea.it) fornendo informazioni o chiarimenti su problematiche di natura tecnica o procedurale in risposta a circa **12.685 e-mail**.

Aggiornamento delle FAQ e del portale www.acs.enea.it che nel 2018 ha avuto più di **5.300.000 accessi**.

Assistenza informatica 65%

- Richieste prese in carico ed elaborate n. 4.697
- rilascio dichiarazioni e ricerca pratiche n. 200
- rilascio duplicati di ricevute n. 140

Docenze/relazioni a circa 30 seminari/corsi

- Portale per la ristrutturazione edilizia (Bonus Casa): è stato progettato e realizzato il nuovo sistema informativo per la trasmissione dei dati degli interventi di risparmio energetico e l'utilizzo delle fonti rinnovabili di energia che accedono alle detrazioni fiscali ex art. 16 bis del DPR 917/86. Le pratiche pervenute in circa quattro mesi sono 265.127, 2.000 e-mail di consulenza e circa 3.500.000 accessi.
- L'attività istituzionale del Dipartimento DUEE riguardante l'art. 8 del d.lgs. 102/14 - Diagnosi industria si è articolata in continuità con quella degli anni precedenti attraverso la gestione della banca dati dedicata alle diagnosi dei soggetti obbligati, controllo delle diagnosi documentali e in situ per la verifica dell'ottemperanza all'obbligo dei soggetti obbligati, stesura di rapporto dell'attività svolta;
- Dall'analisi approfondita del data-base delle diagnosi energetiche è stata condotta la definizione di una metodologia con lo scopo di individuare indici di prestazione energetica significativi e coerenti con le varie tipologie di produzione relative alle aziende ricadenti nei codici ATECO previsti dal decreto del 21 dicembre 2017. In tale ambito è stata svolta un'analisi di circa 7.500 diagnosi relative a circa 3.500 aziende, che ha permesso i parametri di riferimento per determinare il

consumo efficiente di energia elettrica per i vari settori produttivi (codice ATECO a 6 cifre)¹ (Convenzione MISE).

Diagnosi Energetiche: risultati in termini di assistenza al provvedimento

L'esperienza italiana è stata considerata *best practice* a livello europeo, come è stato confermato nei Plenary Meeting (febbraio 2018 e ottobre 2018) dell'iniziativa *Concerted Action 2* sulla Direttiva sull'Efficienza Energetica 27/2012 (*Energy Efficiency Directive*).

Visto gli ottimi risultati ottenuti, è proseguita l'attività di collaborazione con le aziende nei numerosi tavoli settoriali per le diagnosi energetiche, in collaborazione con le associazioni di categoria, per definire linee guida per il monitoraggio, provvedere alla revisione ed all'aggiornamento dei format a supporto delle aziende per ottemperare agli obblighi del decreto anche in vista della prossima scadenza di dicembre 2019.

Per quanto riguarda le azioni a supporto delle PMI, DUEE ha supportato il MISE nella implementazione dei bandi regionali per la promozione delle diagnosi energetiche, ha collaborato con le Regioni nelle valutazioni delle diagnosi inviate dalle aziende che hanno riposto ai bandi. Inoltre, ha partecipato ad iniziative in ambito regionale, in Lombardia con Assolombarda, alla definizione di progetti pilota per la sensibilizzazione da parte della PMI verso l'efficienza energetica.

- Sono continuate nel 2018 le attività svolte dall'ENEA nell'ambito del meccanismo dei Certificati Bianchi, a supporto del Ministero dello Sviluppo Economico e del GSE (Gestore dei Servizi Energetici). L'ENEA ha contribuito alla gestione del meccanismo dei Certificati Bianchi sin dalla sua nascita, prima a supporto dell'AEEG, poi del GSE. Dal primo luglio 2015 le attività, precedentemente condotte dall'Unità Tecnica Efficienza Energetica, sono state svolte dall'Unità Certificati Bianchi, costituita allo scopo. Il ruolo e i compiti dell'ENEA sono stati stabiliti nel D.M. del 28 dicembre 2012 e nella Convenzione stipulata in data 20/12/2013 da GSE ed ENEA - con la quale sono stati regolati i rapporti e le obbligazioni delle Parti, in esecuzione del suddetto Decreto -, e sono stati ribaditi nel D.M. 11 gennaio 2017. Secondo quanto stabilito dai suddetti Decreti, l'ENEA fornisce supporto al GSE per la valutazione tecnica delle proposte di interventi di efficientamento energetico e nella verifica dei risparmi conseguiti a seguito della realizzazione di tali interventi.

Risultati delle attività nell'ambito del meccanismo dei Certificati Bianchi

L'Unità Certificati Bianchi ha effettuato (con il supporto dell'Unità Tecnica Efficienza Energetica) nel secondo semestre 2017 e nei primi nove mesi del 2018 circa 1600 valutazioni, per un importo complessivo incassato nell'anno 2018 di 1.045.471,00 € (IVA esclusa).

Le attività sono state condotte nell'ambito della Convenzione stipulata con il GSE il 20/12/2013, che è stata prorogata, in prossimità della scadenza, fino al 20/03/2018. Le attività, che hanno riguardato esclusivamente la valutazione di istanze di verifica dei risparmi conseguiti nell'ambito di progetti presentati sulla base del D.M. del 28 dicembre 2012, sono continuate in virtù di tale proroga fino al mese di settembre, fino a che non sono giunte a termine tutte le istruttorie avviate prima del 20 marzo.

Non avendo fatto seguito la stipula di una nuova Convenzione, l'Unità Certificati Bianchi ha terminato le attività alla fine del mese di settembre del 2018.

5. Attività di formazione, informazione e gestione della scuola delle Energie

¹ I settori che sono stati oggetto dell'indagine sono: Ceramica, Carta, Grande Distribuzione Organizzata, Plastica, Gomma, Vetro, Fonderie, Acciaierie, Termovalorizzatori, Sanità Privata, Settore Immobiliare, Trasporti, Pasta e Dolci, Telecomunicazioni, Settore bancario, Cementerie, Metallurgia, Fabbricazione mobili, Fabbricazioni macchinari, Fabbricazione prodotti metallo, Fabbricazione prodotti chimici, Elettronica-ottica-apparecchiature medicali, Automotive, Industria farmaceutica, Industrie Alimentari, Industrie delle bevande, Industrie del tabacco, Industrie tessili, Riparazione-manutenzione-apparecchiature, Aziende rifiuti, Abbigliamento, Articoli in pelle, Stampa e supporti registrati, ecc..

Il cuore delle attività sul presente tema è rappresentato dal **Programma triennale di informazione e formazione sull'efficienza energetica (PIF)**. Questa iniziativa, in attuazione delle disposizioni contenute nell'articolo 13, del d.lgs n. 102/14, ha lo scopo di sensibilizzare i cittadini, i settori produttivi e i dipendenti della PA nell'uso efficiente dell'energia. Il programma si è concretizzato attraverso la campagna nazionale "Italia in classe A" (CONVENZIONE MISE). Di seguito le principali attività svolte nell'anno:

- **Scuola e Formazione:** KZDenergy è un progetto sperimentale ideato da ENEA nel campo del Behaviour Change, per mappare un nuovo lessico e un nuovo approccio comunicativo sul tema della sostenibilità energetica e l'impatto delle tecnologie necessarie a completare la transizione energetica. Il progetto sperimenta una semiotica dell'energia costruita su azioni di influenza sperimentate direttamente con gli studenti e i – KIDZTeD; i KIDZDoC, il sito kdzenergy.ue e l'E-Prof, un nuovo supereroe del quotidiano per l'efficienza energetica.
- **Summer School in Efficienza Energetica:** sesta edizione di Orientamento e Formazione specialistica in Efficienza Energetica post-laurea, organizzata con l'obiettivo di offrire al mercato del lavoro nuovi profili professionali destinati a sostenere la promozione dell'efficienza energetica.
- **Cittadini e Condomini:** realizzate iniziative d'informazione e sensibilizzazione su tutto il territorio nazionale, sia in forma di "tour" che attraverso le piattaforme di comunicazione social web e di settore, con l'ausilio di tool-kit informatici destinati al grande pubblico, una raccolta di consigli pratici per accedere agli incentivi e programmare la riqualificazione delle abitazioni.
- **Il Road Show, "Efficienza energetica on the road"** iniziato ad ottobre 2017, ha proseguito il suo percorso con le successive quattro tappe (Matera, Napoli, Bari e Palermo) per concludersi a Roma con un evento presso la Sala della Protomoteca del Campidoglio. Ogni tappa del Road Show ha avuto la durata di un'intera giornata durante la quale sono stati programmati e realizzati cinque eventi rivolti ai diversi target della Campagna (sportello cittadini, incontro con la Pubblica Amministrazione e PMI, spettacolo conferenza per studenti scuole secondarie di secondo grado, talk "L'Energia vitale dell'arte").

I numeri del road show: Efficienza Energetica on the Road 2018

- 20 eventi, in 5 città, per PA e PMI. differenziati in base alle richieste del territorio
- 4.000 studenti di istituti superiori
- 250 fra articoli di stampa e passaggi TV di livello nazionale
- 5.172 "mi piace" su FB e 1157 followers su Twitter
- 271 pubblicazioni FB, oltre 390 di Twitter, 122 su Instagram, 21 video su Youtube
- 81.265 visualizzazioni dei video pubblicati su FB
- 3,5 milioni di reach di pubblico e un reach potenziale di oltre 21 milioni di pubblico su Twitter

- Numerose partecipazioni a trasmissioni televisive e radiofoniche, interviste su testate giornalistiche di settore.

B. ACCORDO DI PROGRAMMA PER LA RICERCA DEL SISTEMA ELETTRICO

Il Piano triennale (2015-17) dell'Accordo MiSE-ENEA ha previsto, nel 2018 da parte di DUEE, lo svolgimento della terza annualità dei seguenti tre progetti afferenti al tema dell'efficienza energetica;

è stata, inoltre, portata a termine un'estensione trimestrale dei medesimi progetti nel periodo ottobre 2018-dicembre 2018 che ha concluso le attività del Piano triennale stesso.

1. Tecnologie per costruire gli edifici del futuro

Obiettivo del progetto è stato lo sviluppo di soluzioni innovative per la progettazione e realizzazione di edifici ad elevata efficienza energetica in termini di riduzione dei consumi energetici, comfort abitativo e valorizzazione della competitività dei prodotti dell'industria nazionale.

I risultati raggiunti sono sintetizzati nei seguenti punti:

- analisi tecnico economica di scenari di applicazione del sistema ibrido sperimentale realizzato presso il CR Casaccia;
- campagne sperimentali di misura di impianti solar heat driven in grado di ridurre i carichi elettrici per la climatizzazione degli edifici delle reti insulari non interconnesse alla rete elettrica nazionale (RTN) e relative valutazioni economiche;
- analisi dell'influenza dei consumi di energia primaria sulla contabilizzazione individuale di calore, sviluppo di indici per valutare la propensione al risparmio nelle diverse condizioni di utilizzo dei sistemi di ripartizione di calore e ampliamento del software per l'analisi tecnico economica (THIM) con un nuovo strumento per valutare la ripartizione dei costi individuali per ACS;
- analisi e ottimizzazione del comportamento energetico della rete termica dell'aeroporto di Roma Fiumicino con metodi stazionari e dinamici (piattaforma ENSim);
- valutazioni climatico-ambientali delle coperture vegetali installate su un edificio del CR Casaccia e realizzazione di un prototipo di serra bioclimatica sullo stesso edificio;
- affinamento del codice di calcolo per la valutazione dei consumi energetici (residenziale) sviluppato nelle annualità precedenti, implementando nuovi modelli per l'analisi dei consumi di energia elettrica per i vari usi finali.

2. Studi sulla riqualificazione energetica del parco esistente di edifici pubblici: direzione NZEB

Le attività, per quanto riguarda gli edifici esistenti, si sono concentrate sullo sviluppo di metodologie standard e soluzioni innovative per la riqualificazione delle principali tipologie di edifici (residenziali e non residenziali), inclusi quelli storici, secondo un approccio olistico e cost-effective. Tali metodologie portano ad una progettazione ottimale tale da massimizzare le opportunità di risparmio energetico, con soluzioni in grado di ottenere una riduzione di almeno il 60% del fabbisogno di energia primaria.

Gli studi, effettuati su situazioni progettuali puntuali e reali e sui relativi costi di realizzazione, permettono di avviare un'evoluzione dei requisiti prestazionali attualmente richiesti agli edifici pubblici (compresi, a ricaduta, i residenziali e quelli del settore terziario anche in vista del recepimento della nuova Direttiva EPBD), che incidono sui costi di realizzazione e di progettazione degli interventi di riqualificazione nonché sulla bolletta energetica dell'Amministrazione Centrale e costituiscono una guida per le azioni di riqualificazione previste nel PREPAC. L'attività si è focalizzata anche sugli aspetti prettamente impiantistici con particolare riferimento allo sviluppo di soluzioni basate su sistemi ICT e BEMS (Building Energy Management Systems) applicate a scenari diversi (abitazioni singole, edifici singoli o collegati in rete), che favoriscono comportamenti più efficaci degli utenti finali, aumentandone la consapevolezza sul modo di usare l'energia attraverso sistemi di

contabilizzazione evoluti, che massimizzano l'autoproduzione di fonti rinnovabili e che incrementano la conoscenza sulle abitudini di consumo.

3. Efficientamento di processi e macchinari

Il progetto ha avuto come obiettivo la realizzazione di strumenti e metodi, che mirano alla promozione di tecnologie ad alta efficienza energetica, allo scopo di favorire il mercato di prodotti più performanti e di migliorare la qualità dei processi industriali più energivori per contribuire alla riduzione della bolletta energetica nazionale e aumentare la competitività del settore produttivo rispetto ai mercati internazionali. In particolare l'attività ha prodotto i seguenti principali risultati:

- Potenziamento del laboratorio di prova per la verifica di motori elettrici ad alta efficienza di fino a 55kW.
- Allestimento di un sistema trasportabile integrato per misure di efficienza energetica *on site* delle apparecchiature per saldatura e validazione dello standard di Etichettatura ECOWELDESIGN per processi di saldatura automotive (Resistenza, laser e Punch rivetting).
- Realizzazione di un sistema di prova di materiali adsorbenti MOF sviluppati *ad hoc* per l'efficientamento del processo di essiccazione della pasta alimentare.
- Allestimento e collaudo di una facility sperimentale realizzata per effettuare test funzionali di catalizzatori magnetici quali sostitutivi dei catalizzatori tradizionali nei processi chimici catalitici.
- Realizzazione del prototipo-generatore di impulsi elettrici (PEF) ad alta intensità e della camera di trattamento per un sistema dedicato all'inattivazione batterica degli alimenti.

4. COOL_IT (Progetto Ricerca di Sistema - Bando B, Italcementi capofila)

Il progetto Cool_IT, sviluppato in partnership fra Italcementi e ENEA, si prefigge come obiettivo lo sviluppo di Cool Material termocromici e fotocromici, ossia rispettivamente materiali in grado di variare la propria colorazione in funzione della temperatura superficiale del materiale o della radiazione solare incidente sullo stesso.

L'attività di progetto ha previsto anche lo studio di pigmenti termocromici commerciali potenzialmente idonei all'impiego in matrice cementizia; la ricerca di mercato e i contatti avuti con fornitori e distributori di questi prodotti hanno messo in evidenza che i prodotti commerciali disponibili sono principalmente di natura organica e vengono opportunamente formulati in microcapsule. Grazie al progetto si apre, altresì, un percorso di collaborazione industria/ricerca molto interessante che consente una visione a più largo spettro e che consente verifiche di durabilità ed efficacia che garantiranno un'immissione sul mercato di nuovi materiali che, oltre ad essere performanti garantiranno l'utente finale sulla bontà ed efficacia del prodotto.

C. SUPPORTO TECNICO-SCIENTIFICO E CONSULENZA ALLE AMMINISTRAZIONI CENTRALI

(DOVE NON INDICATO DIVERSAMENTE LE ATTIVITÀ SONO STATE SVOLTE CON IL RISTORO DELLE SPESE SOSTENUTE DA ENEA)

1. Attività nell'ambito dei protocolli in atto varie amministrazioni centrali (Ministero dell'agricoltura, Ministero dei Beni culturali, Ministero della Difesa, Agenzia della Coesione Territoriale, Città Metropolitane di Roma e Milano, Regione Toscana e Università della Regione e Comune di Enna).

2. Analisi energetica dell'Aeroporto militare di Centocelle finalizzata alla valutazione tecnica sulla fattibilità dell'inserimento del nuovo polo della difesa, all'interno del "comprensorio energetico" esistente. Analisi energetica finalizzata alla realizzazione della diagnosi energetica dell' Aeroporto militare di Pratica di Mare e dell'Aeroporto militare di Vigna di Valle, è stata effettuata la valutazione tecnico/economica degli interventi di miglioramento dell'efficienza energetica degli edifici
3. Attività di formazione degli Energy Managers locali INPS, mediante un corso teorico ed esercitazione pratica consistente nella Diagnosi energetica di uno stabile di proprietà INPS per Regione.

D. SUPPORTO TECNICO-SCIENTIFICO E CONSULENZA ALLE AMMINISTRAZIONI TERRITORIALI

- Realizzazione della piattaforma informatica (**TEKNO-EE**) per l'implementazione di servizi di supporto "innovativi" alle Amministrazioni regionali e locali nel campo dell'efficienza energetica, con particolare riferimento alla Gestione degli Attestati di Prestazione Energetica (APE), al nuovo Catasto degli Impianti Termici, alla geo-referenziazione delle informazioni e all'elaborazione statistica dei dati.
- Sviluppo di SafeSchool 4.0, l'applicativo ENEA per smartphone e tablet, liberamente scaricabile da Google Play ed App Store, in grado di misurare la vulnerabilità energetico-strutturale degli edifici scolastici. L'applicazione è uno strumento a disposizione dei tecnici del settore permette di aiutare i tecnici a fare una diagnosi dell'edificio guidandoli nella raccolta dei dati indispensabili all'analisi delle criticità sia sotto il profilo energetico che strutturale.
- Progetto "ES-PA" (Energia e Sostenibilità per la PA) - migliorare le competenze delle PA regionali e locali sui temi dell'energia e della sostenibilità - definito nell'accordo ENEA - Agenzia di Coesione Territoriale PON Governance. Il progetto (termine 2020) prevede la realizzazione di azioni specifiche, ma trasversali sul territorio e la diffusione dei risultati.

Risultati delle attività Progetto ES-PA

1. Casi studio di particolare rilievo e/o complessità, su cui effettuare delle diagnosi energetiche insieme all'amministrazione pubblica,
2. Realizzazione di un tool-box per ottimizzare le proposte progettuali di riqualificazione energetica a livello urbano sulla base di una metodologia costi-benefici,
3. Realizzazione di un tool-box interattivo relativo alle detrazioni fiscali per la riqualificazione energetica degli edifici
4. Linee Guida operative per la riqualificazione energetica e la sicurezza sismica di edifici pubblici.
5. Disseminazione delle buone pratiche realizzate nell'ambito dei Piani di Azione dei PAES.
6. Realizzazione di una banca dati per la progettazione di "sistemi di simulazione" e di "best practices".

Alcune attività principali suddivise per Regione

Regione Lazio

- Avvio e gestione del Catasto Regionale degli Attestati di Prestazione Energetica
- Supporto per la redazione del **PAESC del Comune di Roma**: definizione di misure per l'efficienza energetica e valutazione del relativo potenziale di risparmio energetico
- Progetto sul Rischio Iperbarico, finanziato dall'INAIL e in collaborazione con l'Università La Sapienza di Roma

Regione Lombardia

- Accordo di collaborazione con la Città Metropolitana di Milano per il Progetto +Community per il sostegno alle Amministrazioni locali
- Progettazione di uno "Sportello energia" per gli Enti locali
- Partecipazione al "Tavolo regionale dell'Efficienza Energetica"
- Partecipazione in qualità di Deputy del Joint Programme Energy Efficiency in Industry Processes (EEIP) nell'ambito di EERA (European Energy Research Alliance)
- Nell'ambito dell'accordo tra Città Metropolitana e Comune di Milano, collaborazione sulle tematiche dell'efficientamento energetico
- Partecipazione al comitato tecnico-scientifico dello sportello energia Comune di Monza
- Realizzazione Osservatorio Regionale NZEB

Regione Puglia

- Progetto di Alternanza scuola/lavoro "SAV.Energy"
- Collaborazione con la Regione per l'aggiornamento del PAER
- Realizzazione Catasto APE e catasto impianti Termici
- Progetto REEHUB "Regional Energy Efficiency HUB"
- Realizzazione Osservatorio Regionale nZEB

Regione Sicilia

- Supporto alla programmazione energetico-ambientale, nell'ambito del Protocollo d'Intesa con la Regione Siciliana, CNR e

- Università siciliane
 - Partecipazione allo Sportello Energia della Città Metropolitana di Messina
 - Collaborazione con l'Università di Catania - Dipartimento di Giurisprudenza sugli aspetti giuridici e normativi dei contratti EPC
 - Collaborazione con il Comune di Enna per interventi di efficientamento energetico del patrimonio edilizio pubblico
 - Progetto per l'erogazione di 9 borse di studio in risposta al Bando della Regione Siciliana
- Regione Toscana**
- Collaborazione con l'AOUP di Pisa per interventi sul nuovo ospedale
 - Partecipazione ai tavoli regionali di Industria 4.0
- Regione Umbria**
- Diagnosi energetica di una scuola del Comune di Assisi, per accedere ai finanziamenti del Conto Termico
 - Collaborazione nella stesura dei bandi sui fondi POR-FESR per il finanziamento di interventi di efficienza energetica nelle PMI e istruttoria tecnica delle domande
- Regione Basilicata**
- Consulenza per la realizzazione del Catasto Illuminazione Pubblica Regionale
 - Realizzazione del Catasto Regionale degli Attestati di Prestazione Energetica
 - Regolamento per l'esecuzione degli accertamenti e delle ispezioni sugli impianti termici degli edifici (ai sensi del D.Lgs. n. 192/2005 e DPR 74/2013)
 - Linee Guida per l'esecuzione delle verifiche sugli APE
 - Consulenza e supporto alla Programmazione PO-FESR 2014-2020 per la redazione dei Bandi per il finanziamento di interventi di efficienza energetica
- Regione Molise**
- Realizzazione Catasto APE
 - Collaborazione nella redazione del Piano Energetico e Ambientale Regionale
 - Consulenza e supporto alla Programmazione PO-FESR 2014-2020 per la redazione dei Bandi
- Regione Campania**
- Supporto a Sviluppo Campania per attività relative all'ufficio energia
 - Studio di fattibilità tecnico economica per l'efficientamento energetico dell'impianto di Pubblica Illuminazione del Comune di Pagani
- Regione Abruzzo**
- Realizzazione per la gestione Catasto APE
 - Convenzione con ADSU (Azienda per il supporto agli studi universitari di Teramo) per efficientamento edifici Università
 - Regolamento per l'esecuzione degli accertamenti e delle ispezioni sugli impianti termici degli edifici (ai sensi del D.Lgs. n. 192/2005 e DPR 74/2013)
 - Linee Guida per l'esecuzione delle verifiche sugli APE
 - Collaborazione per la realizzazione dell'Osservatorio Energetico Regionale
- Regione Veneto**
- Supporto all'Unione dei Comuni dei Tre Territori Veronesi su realizzazione interventi PAES
- Regione Calabria**
- Realizzazione Catasto APE
- Regione Sardegna**
- Supporto tecnico alla rete Metropolitana di Sassari per PAESC di rete
 - Accordo Quadro con Università degli Studi di Sassari
 - Collaborazione con il Comune di Sassari
- Regione Emilia Romagna**
- Supporto nucleo di valutazione regione Emilia Romagna per la valutazione dei progetti presentati per un bando riguardante la riqualificazione energetica degli edifici pubblici o ad uso pubblico.
 - Commissione per la legge urbanistica regione Emilia Romagna per la stesura di osservazioni e raccomandazioni alla bozza della nuova legge urbanistica regionale.

• Progetti territoriali

Fondo Sociale Europeo, Sicilia 2020. Regione Siciliana, Dipartimento Istruzione e Formazione Professionale. Avviso pubblico n. 11/2017 "Rafforzare l'occupabilità nel sistema R&S". Il Dipartimento ha vinto il Progetto "Innovazione e valorizzazione Efficienza Energetica delle imprese nel sistema AgroIndustria" (acr. INNOVA), rivolto a laureati di ingegneria, agraria, architettura,

biologia, economia e comunicazione, ed ha come obiettivo principale lo sviluppo di *Spin off* di Ricerca in Sicilia”.

E. SUPPORTO TECNICO-SCIENTIFICO E CONSULENZA ALLE IMPRESE E OPERATORI PRIVATI

(DOVE NON INDICATO DIVERSAMENTE LE ATTIVITÀ HANNO PREVISTO IL RISTORO DELLE SPESE SOSTENUTE DA ENEA)

- Sviluppo di Condomini+ 4.0, l'applicativo ENEA per smartphone e tablet, liberamente scaricabile da Google Play ed App Store, in grado di misurare la vulnerabilità energetico-strutturale degli edifici condominiali. L'applicazione è uno strumento a disposizione dei tecnici del settore ed ha questa finalità: aiutare i tecnici a fare una diagnosi dell'edificio guidandoli nella raccolta dei dati indispensabili all'analisi delle criticità sia sotto il profilo energetico che strutturale.
- Attività di consulenza con la società Ariston Thermo S.p.A. finalizzata all'analisi dell'impatto energetico ed ambientale generato dall'applicazione di logiche Demand Response agli scaldacqua elettrici ad accumulo su scala regionale e nazionale; l'obiettivo dello studio è stato quello di indagare le potenzialità dell'utilizzo della flessibilità del parco scaldacqua elettrici nazionale nella partecipazione al Mercato dei Servizi di Dispacciamento (impatto energetico ed economico) e nella gestione della domanda in modo da incrementare la penetrazione di impianti di generazione da fonte rinnovabili e ridurre le ore di funzionamento delle centrali maggiormente inquinanti (impatto ambientale).

F. FORMAZIONE

- Corsi per Energy Manager (EM) ed Esperti in Gestione dell'energia (EGE) in collaborazione con ISNOVA nei settori Civile-Terziario ed Industriale.
- Corsi per EGE in collaborazione con Parco FENICE nei settori Civile-Terziario ed Industriale.
- Corsi Alternanza Scuola Lavoro in collaborazione con la ESCo SEASIDE che ha coinvolto scuole di Bologna e Provincia
- Seminari e corsi di formazione (più di 50 eventi) rivolti a professionisti, aziende e associazione di categoria (Assistal, Aqua Italia, Assotermica, HERA, ASSISTAL, Confartigianato, CNA, Altroconsumo, IREN, FIRE, Logical, ANIT, Ordine dei Geometri Rovigo,...) sul meccanismo delle detrazioni fiscali e cessione del credito per i condomini.

G. PARTECIPAZIONE A NETWORK DI AGENZIE INTERNAZIONALI E A PROGETTI EUROPEI

- BEST - Energy checkUp. Attività di collaborazione con il Dipartimento SSPT. Il progetto si rivolge ad aree industriali e reti regionali che raggruppano PMI e grandi imprese.
- TEESCHOOLS. Attività di collaborazione con il Dipartimento SSPT, prevede la realizzazione di strumenti di analisi semplificata per le diagnosi energetiche degli edifici scolastici.
- FEEDSCHOOLS. Il progetto facente parte del programma Central Europe prevede lo sviluppo di un Tool per la diagnosi energetica semplificata negli edifici scolastici e la valutazione economica-finanziaria degli interventi di riqualificazione energetica che conducano le scuole alla classe nZEB e alla raccolta di buone prassi che applicabili a scala nazionale ed europea.
- Progetto SCOPE (Saving COOPerative Energy). H2020-EE-2015-3-MarketUptake. Promozione dell'efficienza energetica nelle PMI europee del settore Agricoltura ed Industria Alimentare.

- Net-UBIEP, relativo all'identificazione di nuove competenze per le figure professionali che lavorano a diverso titolo nella filiera edile e che dovranno recepire quanto previsto dal DLgs. 50 del 2016 relativamente alla digitalizzazione del settore edile.
- PUBLENEF - Supporting Public Authorities for implementing Energy Efficiency Policies. Il progetto ha lo scopo di assistere gli Stati membri nell'implementazione in maniera efficace ed efficiente delle politiche di sostenibilità energetica.
- ODYSEE MURE. Il progetto nell'ambito del programma IEE (Intelligent Energy Europe) riguarda il monitoraggio completo del consumo di energia, sviluppando una metodologia che rende compatibili e confrontabili i dati e le elaborazioni sui consumi dei 29 Paesi europei coinvolti.
- Progetto comunitario INTAS Industrial and tertiary product Testing and Application of Standards (Horizon 2020). Implementazione della legislazione comunitaria per l'efficienza energetica e in particolare come azione CSA (Coordination and Support Actions - Azione di Coordinamento e support).
- MEDENER, associazione di Agenzie nazionali per il risparmio energetico. ENEA ne detiene la Presidenza per gli anni 2017-2018.
- Progetto MeetMED. Nel 2018 sono stati elaborati dei country report, con la collaborazione anche del Dipartimento DTE per la parte relativa alle rinnovabili, compilati diversi questionari, e dato supporto alla redazione dei primi deliverable di progetto, relativi alle misure di policy attuate e l'offerta di formazione professionale.
- Progetto GuarantEE - Energy Efficiency with performance Guarantees in private and public sector. É continuata la partecipazione al progetto che ha lo scopo di promuovere e armonizzare tra i paesi membri lo strumento dell'EPC attraverso lo sviluppo e la messa a disposizione d'innovativi modelli di business.
- Progetto Impress II (2017-2020). É stato acquisito e avviato uno studio su emissioni al camino di apparecchi a biomassa per il riscaldamento domestico.
- Progetto "eXTENDing, Programma Horizon 2020 "The energy performance assessment and certification schemes via amOduLar approach". Per migliorare la conformità, l'affidabilità, l'usabilità e la convergenza degli attestati di prestazione energetica (APE) tra i vari paesi europei per supportarne l'evoluzione verso uno schema futuro di APE di prossima generazione.

Principali interlocutori nazionali e internazionali coinvolti nelle attività

I risultati riportati evidenziano una forte eterogeneità degli interlocutori di DUEE, che vedono una maggiore presenza di istituzioni pubbliche, rappresentate dal MiSE, da altri Ministeri e dalle Regioni, in contemporanea con operatori privati e singoli cittadini.

In generale il rapporto intrattenuto da DUEE con tutte le tipologie di committenti si fonda sullo svolgimento di 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

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.

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.

La partecipazione del Dipartimento a progetti nazionali e internazionali di sviluppo di metodi, strumenti e prodotti per l'efficienza energetica rivolti al settore industria, terziario e residenziale ha avuto un impatto fortemente positivo soprattutto per quanto riguarda l'ampliamento della rete di collaborazioni con altri centri di competenze tecnico-scientifiche (Università, centri di ricerca, ecc.) e realtà imprenditoriali. L'incontro e il confronto con le imprese e i poli scientifici nazionali e di altre regioni europee, favoriscono l'aggiornamento della domanda tecnologica da parte delle mondo produttivo e delle pubbliche amministrazioni e hanno permesso a DUEE la formulazione di una offerta tecnologica maggiormente sintonica con le richieste.

A testimonianza di quanto detto si segnala, solo a titolo di esempio, la copiosa rassegna stampa raccolta in occasione della presentazione del *Rapporto Annuale per l'Efficienza Energetica* (giugno 2018), dei risultati della Campagna di informazione e formazione "Italia in Classe A", gli ottimi risultati ottenuti e riconosciuti a livello europeo nell'accompagnamento delle aziende interessate all'adempimento del d.lgs. 102/14 art.8 riguardo alla redazione delle diagnosi energetiche.

Istituto di Radioprotezione

| | |
|---------------------|------------------------------|
| Missione | Ricerca e innovazione |
| Programma | Radioprotezione |
| Responsabile | Elena Fantuzzi |

Ruolo della struttura

L'Istituto di Radioprotezione (IRP) *assicura la sorveglianza di radioprotezione ex lege* per tutte le attività ENEA con rischi da radiazioni ionizzanti, inclusi gli impianti nucleari di ricerca. Attraverso il consolidato patrimonio di competenze e risorse strumentali di cui dispone IRP, *fornisce valutazioni e servizi tecnici avanzati* all'Agenzia stessa e ad utenti esterni nel campo dei metodi analitici e di dosimetria delle radiazioni ionizzanti, della caratterizzazione radiologica e di valutazioni di radioprotezione per siti e impianti nucleari, inclusi quelli dedicati alla fusione nucleare ed acceleratori di particelle. Svolge inoltre *attività di ricerca e qualificazione* con l'obiettivo di mantenere la qualità della radioprotezione adeguata allo stato dell'arte internazionale, di sviluppare metodi e tecniche di valutazioni ottimizzate ed innovative. Tale presidio di competenze è messo al servizio del Sistema Paese per le *attività con impiego di radiazioni ionizzanti e nucleari* di ricerca, industriali e sanitarie e contribuisce al ruolo di ENEA di "TSO" (*Technical Support and Scientific Organization*) per le Autorità nazionali nel campo della radioprotezione.

Principali linee di attività sviluppate nel corso del 2018

IRP ha assicurato, in tutti i Centri ENEA, il supporto ai Datori di Lavoro per la predisposizione delle istanze autorizzative e/o per qualsiasi altro disposto di legge in materia di radioprotezione. Ha garantito, attraverso i propri laboratori, il monitoraggio degli ambienti di lavoro e del personale esposto per esposizione esterna e contaminazione interna; ha effettuato per mezzo degli Esperti Qualificati le valutazioni di radioprotezione per le attività dell'Agenzia con impiego di radiazioni ionizzanti, oltre che per varie e nuove esigenze dell'Agenzia. Inoltre:

- *nel CR Casaccia* ha effettuato anche la *sorveglianza locale della radioattività ambientale ex art.54 del D.Lgs.230/95 e s.m.i.* in relazione alla presenza degli impianti e laboratori nucleari di ricerca (in gestione a ENEA, SOGIN e Nucleco) e ha garantito la gestione dell'emergenza nucleare e radiologica per gli aspetti di radioprotezione;
- *nel CR Frascati* sono state fornite valutazioni progettuali e di radioprotezione per le pratiche di futura realizzazione e coordinato, in supporto alla Direzione ISER e al Direttore FSN, i riscontri ENEA ai Piani di Intervento per gli impianti FNG e FTU, proposti dalla Prefettura di Roma;
- *nel CR Trisaia*, su mandato dell'OdV dell'ENEA e della Direzione ISER, IRP fornito il supporto di competenze professionali e tecnico-specialistico, nonché l'esecuzione di tutti i rilievi radiometrici, ai fini della rimozione delle parti residue dell'ex-Impianto CO.NU Magnox presso il sito ENEA della Trisaia. È stato, inoltre, effettuato il monitoraggio ambientale di radioattività del sito previsto anche dalla certificazione ambientale EMAS del sito ENEA.

Oltre ai servizi per l'ENEA, come di consueto, gran parte delle attività sono state rivolte alla fornitura di servizi tecnici avanzati per oltre 300 Utenti esterni, per l'esecuzione di circa 50.000 misure per dosimetria esterna e interna, radiometriche su campioni di varia origine e natura e di concentrazione radon in ambienti di lavoro o di vita. Le tecniche impiegate sono state come ogni anno qualificate attraverso inter-confronti internazionali.

Le attività di ricerca sono state rivolte alla dosimetria individuale, alla gestione delle emergenze e valutazioni del rischio nucleare e radiologico, al monitoraggio ambientale, al monitoraggio dei radionuclidi naturali, alla messa a punto di nuove tecniche di misura radiometrica per matrici complesse e/o specifici radionuclidi, nonché alle valutazioni di radioprotezione per grandi acceleratori per la fusione nucleare e per applicazioni sanitarie.

In ambito internazionale, sono proseguite le attività del progetto EMPIR - *Preparedness -Metrology for mobile detection of ionising radiation following a nuclear or radiological incident*, (17 partner di paesi europei, il cui scopo principale è lo sviluppo di procedure armonizzate per l'acquisizione ed elaborazione dei dati di monitoraggio ambientale in emergenza radiologica e nucleare) e, nell'ambito del *Memorandum of Understanding* tra ENEA e Joint Research Centre della CE e uno specifico *Collaboration Agreement* per IRP, sono proseguiti gli approfondimenti sulle tecniche e procedure di monitoraggio ambientale nonché di valutazioni di dose in caso di rilasci radioattivi in ambiente in caso di incidenti e/o emergenze. Infine, i ricercatori IRP hanno partecipato ad attività di ricerca e di armonizzazione della dosimetria delle radiazioni ionizzanti nell'ambito dei Gruppi di Lavoro di EURADOS (WG2- *Harmonization of Individual Monitoring*, WG3-*Environmental Dosimetry*, WG6-*Computational Dosimetry*, WG7-*Internal Dosimetry*, WG12-*Dosimetry in Medical Imaging*).

Principali risultati conseguiti

Nel corso del 2018 è stata assicurata la sorveglianza fisica di radioprotezione per le oltre 60 pratiche con radiazioni ionizzanti in 11 Centri e Sedi ENEA, attraverso oltre 300 sopralluoghi e l'esecuzione di oltre 10.000 misure dirette ed indirette negli ambienti di lavoro, circa 100 relazioni *ex lege* degli Esperti Qualificati, 600 valutazioni di dose per i circa 300 lavoratori esposti in ENEA alle radiazioni ionizzanti basate sul monitoraggio individuale, assicurato e gestito dallo stesso Istituto, attraverso la fornitura di oltre 10.000 dosimetri personali e l'esecuzione di oltre 600 misure di contaminazione interna. È stata fornita, inoltre, ove necessario, la formazione di radioprotezione *ex lege* in tutti i Centri ENEA.

Sono state completate le oltre 2.000 misure radiometriche previste dalla rete di sorveglianza ambientale del sito CR Casaccia ed è stato redatto anno il rapporto annuale di monitoraggio della radioattività ambientale, che include la valutazione dosimetrica per la popolazione circostante, necessario *ex lege* per gli Esercenti degli impianti ivi operanti (ENEA, SOGIN e Nucleco).

Per conto della Direzione di Centro Casaccia e degli Esercenti ENEA, SOGIN e Nucleco, è stata assicurata la formazione degli addetti alla squadre di emergenza per gli aspetti di radioprotezione del CR Casaccia nonché l'esecuzione delle prove di emergenza annuale dell'intero sito e quella dei singoli impianti e Laboratori ENEA. Inoltre, è stata fornita la consulenza di radioprotezione per i piani preliminari di disattivazione così come l'analisi delle potenziali conseguenze radiologiche, in scenari definiti dal Ministero Interno in assenza di protezione fisica o di mitigazione, per gli impianti TRIGA e TAPIRO così come richiesti dalle autorità vigilanti.

Presso il CR di Frascati, per l'impianto denominato DTT (Divertor Tokamak Test facility) sono proseguiti gli studi di fattibilità e le valutazioni di radioprotezione necessari per i documenti tecnici da allegare all'istanza autorizzativa. Sono inoltre proseguite per l'acceleratore TOP-IMPLART le valutazioni per l'aumento dell'energia massima fino ai 150 MeV così come per l'ottimizzazione della progettazione radioprotezionistica per la nuova macchina radiogena denominata CARM, di prossima installazione.

Per il CR Trisaia, oltre alla redazione del rapporto annuale di radioattività ambientale, IRP ha predisposto i documenti tecnici necessari, e *sub judice* alla Procura di Potenza e alle autorità vigilanti (ISIN e ARPA Basilicata), per procedere alla effettiva rimozione delle parti residue dell'ex-Impianto CO.NU Magnox in area ENEA. In particolare è stato redatto il *Piano di caratterizzazione delle diverse tipologie di materiali (liquidi, metalli, calcestruzzo)*, il *rapporto di Pre-caratterizzazione* dei liquidi presenti, il *rapporto di Caratterizzazione finale* ed il *Piano per le modalità di rilascio* dei liquidi analizzati.

IRP ha inoltre preso in carico l'intera attività di caratterizzazione radiologica delle matrici di interesse per la Prima Fase di rimozione. Tale attività ha comportato l'effettuazione della caratterizzazione di oltre 80 campioni per oltre 400 misure radiometriche, la cui esecuzione ha richiesto oltre 4 mesi.

Le *attività di ricerca* nel campo delle tecniche radiometriche hanno permesso di mettere a punto nuove tecniche di trattamento campioni per la caratterizzazione radiologica di campioni di cemento e plastica in termini di contenuto di radionuclidi transuranici e di misure di Ra-226 in campioni di urina. È stata verificata la buona prestazione dei dosimetri personali ENEA se utilizzati per il monitoraggio ambientale. Da ultimo, al fine di affrontare eventuali eventi incidentali e/o emergenziali sia all'interno sia all'esterno del CR Casaccia, è stata sviluppata una procedura per il monitoraggio individuale in campo della contaminazione interna con tecnica WBC ed anche per misure parziali (screening per la dose alla tiroide) da impiegare su larga scala a seguito di incidenti radiologici, sia per lavoratori e individui della popolazione, anche eventualmente non deambulanti.

Si è concluso, con piena soddisfazione della SOGIN, l'Ordine Attuativo sul tema "Prova valutativa interlaboratorio su misure di Whole Body Counter tra i siti SOGIN". IRP ha redatto il rapporto finale sulle prestazioni dei WBC e svolto le giornate formative per il personale SOGIN sui risultati dell'interconfronto e la presentazione delle più recenti raccomandazioni europee sulle misure di contaminazione interna.

In ambito internazionale:

- EURADOS - IRP ha curato il coordinamento dell'interconfronto sulla valutazione di dose interna "*InterComparison on Internal DOSE Assessment (ICIDOSE 2017)*" per la verifica operativa della applicabilità delle nuove "Raccomandazioni tecniche per il monitoraggio degli individui per le introduzioni di radionuclidi in ambiente lavorativo" ed ha redatto il rapporto finale presentato al un workshop dedicato presso l'Ufficio Federale tedesco per la Radioprotezione (BfS) di Monaco.
- EMPIR - *Preparedness -Metrology for mobile detection of ionising radiation following a nuclear or radiological incident*, nel WP3 "*Monitoring of ionising radiation by non-governmental networks*" e WP4 "*Passive dosimetry*", sono stati verificati i primi risultati sulla prestazione ed utilizzo di dosimetri ambientali al variare del rateo di dose e dell'angolo di incidenza del fascio.

- JRC (CE), al termine del Collaboration Agreement (CA n. 33904) “REMME & DARP - *Radioactivity Environmental Monitoring Measurements Evaluation and Dose Assessment for Radiation Protection purposes*”, con il Radioactivity Environmental Monitoring Group, G10 Knowledge for Nuclear Safety, Security & Safeguards, gli studi e verifiche delle procedure nei vari paesi internazionali e le metodiche di valutazione di dose sono state raccolte e presentate agli esperti degli Stati membri presenti all’“*EURATOM Article 35-36 Experts’ meeting 2018*”. I risultati hanno permesso l’aggiornamento delle valutazioni di dose da radiazione naturale dell’*European ATLAS of Natural Radiation* e sul database REMdb gestito dalla Commissione Europea.
- JRC(CE) - IRP ha collaborato, nell’ambito del Gruppo di Lavoro per le “*Good Practices in Risk Assessment*” coordinato dall’unità– JRC.E.1 Disaster Risk Management Unit per l’emissione report rivolto alle autorità responsabili delle valutazioni del rischio a livello nazionale per gli aspetti di valutazioni di dose radioprotezionistiche sulla popolazione e l’ambiente.

Le principali attività di studio e di valutazioni radioprotezionistiche sono state documentate in 12 pubblicazioni internazionali con *peer review*, 16 relazioni a congressi internazionali, 10 relazioni a congressi nazionali e 14 Rapporti Tecnici/Rapporti *ex lege*.

La *fornitura di servizi tecnici avanzati* all’utenza esterna continua ad essere rilevante sia per il riscontro da parte degli Utenti, che continua ad aumentare, sia per l’aspetto finanziario. Nel 2018 sono state accertate fatture per circa 2 M€ per l’esecuzione delle seguenti misure per oltre 300 Utenti esterni i cui principali sono NUCLECO, SOGIN, ISIN, Eni oltre a varie Aziende Ospedaliere, Enti di ricerca (ISS, CNR, INFN), industrie e aziende private:

- noleggio e lettura di 35.000 dosimetri personali per tutti i tipi di radiazioni per circa 100 utenti;
- 5.000 valutazioni di monitoraggio della concentrazione di radon per circa 200 utenti, tra cui ENI;
- oltre 3.000 misure di contaminazione interna, sia dirette che indirette per 11 utenti, fra cui Nucleco, SOGIN, ISPRA, INFN;
- oltre 500 misure radiometriche in campioni di varia origine per vari tipi di radionuclidi per 5 utenti, tra cui Nucleco ed Eni.

Infine, ottimi risultati sono stati ottenuti nelle partecipazioni ad interconfronti internazionali: per misure di radiometria degli escreti (PROCORAD), per misure di radioattività in matrici ambientali in condizioni di routine ed in situazioni emergenziali (IAEA-ALMERA), oltre che per la determinazione di concentrazione del radon in aria (MetroRadon-EURADOS) e per i dosimetri personali per fotoni e neutroni (EURADOS). Tutto ciò ha permesso, come negli anni precedenti, di dare evidenza nuovamente della qualità ed affidabilità dei *servizi avanzati di radioprotezione* forniti.

Principali interlocutori nazionali e internazionali coinvolti nelle attività

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

1. *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. 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 Antiveleni 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. In relazione alla normativa tecnica nazionale, 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, dall'industria petrolifera a quella dei fertilizzanti (produzione di NORM e TENORM) e, in generale, attività produttive, sanitarie e di ricerca. 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. Le richieste dei servizi in costante aumento e le collaborazioni instaurate con le autorità Ministeriali, gli Enti di Ricerca e Università, 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 permettono oggi di offrire al Paese un sistema di competenze e servizi tecnici avanzati altamente qualificati.

Unità Tecnica Antartide

| | |
|---------------------|--|
| Missione | Ricerca e innovazione |
| Programma | Programma Nazionale di Ricerca in Antartide |
| Responsabile | Vincenzo Cincotti |

Ruolo della struttura

L'Unità Tecnica Antartide (UTA) organizza e realizza le Campagne in Antartide nell'ambito del Programma Nazionale di Ricerche in Antartide (PNRA) del MIUR.

Il ruolo dell'Unità deriva dal Decreto Interministeriale MIUR-MISE del 30 settembre 2010, che affida all'ENEA il compito dell'attuazione logistica delle spedizioni scientifiche in Antartide del PNRA. Tale compito 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, con il fine della realizzazione operativa di tutti i progetti scientifici in Antartide finanziati dal PNRA.

Principali linee di attività sviluppate nel corso del 2018

Il Programma Nazionale di Ricerche in Antartide viene realizzato in esecuzione del Programma Esecutivo Annuale (PEA) che ogni anno viene elaborato insieme al CNR e approvato dal MIUR. Essendo necessariamente svolto in area operativa durante l'estate australe, ogni PEA si realizza a cavallo di due anni solari, per cui le principali linee di attività sviluppate nel corso del 2018 sono state:

- le operazioni in Antartide per il completamento della 33ma Campagna estiva;
- la conduzione della 14ma Campagna invernale presso la Stazione italo-francese Concordia;
- la pianificazione e organizzazione della 34ma Spedizione, in esecuzione del Programma Esecutivo Annuale 2018, articolata nelle seguenti macroaree:
 - selezione, gestione (sia amministrativa che sanitaria) e addestramento del personale di Spedizione, costituito dall'insieme dei partecipanti con compiti operativi, sia scientifici che tecnico-logistici, a sud del 60° parallelo;
 - programmazione e gestione delle operazioni di trasporto intercontinentali del personale e materiali da e per l'Antartide, attraverso il nolo di appositi vettori aerei e navali, nonché delle operazioni aeree continentali tra le Stazioni antartiche;
 - progettazione e approvvigionamenti relativi all'intera gamma dei servizi tecnici necessari al funzionamento delle Stazioni "Mario Zucchelli" e "Concordia", 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.);

- l'avvio operativo in Antartide della 34ma Campagna estiva.

Principali risultati conseguiti

La 33ma Campagna estiva è stata conclusa con successo con la chiusura la Stazione italiana costiera Mario Zucchelli (MZS) entro il termine previsto del 15 febbraio 2018. Nei 120 giorni di Spedizione sono state ospitate a MZS 268 persone (di cui 168 residenti e 100 ospiti/in transito) e sono state svolte attività in 27 progetti scientifici.

Con il passaggio dell'ultimo collegamento continentale del velivolo Basler BT-67, il 6 febbraio 2018 si è conclusa la Campagna estiva presso la Stazione italo-francese Concordia, nel corso della quale si sono avvicendate 113 persone per ricerche afferenti a 34 diversi progetti scientifici (la metà dei quali riferiti a ricercatori italiani), e si è contestualmente aperta la 14ma Campagna invernale. La squadra composta da 13 persone ha trascorso in assoluto isolamento l'intero inverno antartico, per mantenere in funzionamento le molte apparecchiature e strumentazioni scientifiche che raccolgono dati per progetti di astrofisica, fisica dell'atmosfera, meteorologia, glaciologia, geomagnetismo, sismologia. Sono stati inoltre sviluppati i progetti di biomedicina che coinvolgono la collaborazione con l'Agenzia Spaziale Europea. La Campagna invernale è stata completata, con il raggiungimento di tutti gli obiettivi previsti, il 6 novembre 2018.

La pianificazione e organizzazione della 34ma Spedizione è stata impegnativa oltre la media delle precedenti, in ragione delle novità che è stato indispensabile introdurre in tema dei trasporti antartici intercontinentali aerei e navali. I principali risultati vengono brevemente descritti nel seguito con riferimento alle macroaree di attività.

- La selezione del personale di Spedizione ha riguardato, oltre ai ricercatori di Enti e Università, individuati dai rispettivi responsabili di progetto, i tecnici ENEA addetti alle operazioni logistiche, gli specialisti provenienti dalla Forze Armate Italiane, i Vigili del Fuoco, nonché gli operatori da assumere con contratto interinale attraverso una Agenzia di somministrazione lavoro, per quei profili professionali altrimenti non disponibili. Una specifica selezione, volta ad una più accurata valutazione circa l'attitudine psico-fisica a lavorare in gruppo e ad adattarsi ad un ambiente estremo quale quello antartico, è stata effettuata per la squadra destinata alla Campagna invernale presso la Stazione Concordia. L'insieme dei candidati dopo la prima fase delle selezioni, circa 230 unità, è stato sottoposto alle visite mediche di idoneità. Sono state organizzate ed eseguite due successive sessioni del corso di addestramento antartico, rivolto ai candidati neofiti, che si svolge in due settimane, la prima presso il C.R. Brasimone e la seconda in un campo sulle Alpi in Val d'Aosta. A la Thuile in Val d'Aosta è stato inoltre organizzato e condotto, per la prima volta, uno specifico corso volto alla coesione dell'intera squadra italo-francese destinata alla Campagna invernale a Concordia.
- Le operazioni di trasporto del personale e materiali da e per l'Antartide sono state svolte, nel corso del 2018, sia attraverso le strutture aeree e portuali della città di Christchurch in Nuova Zelanda, dove UTA dispone di un proprio ufficio durante la prima parte della Campagna estiva, sia della città di Hobart in Tasmania (Australia). In particolare, i trasporti di personale e materiali dall'Italia all'emisfero australe sono stati gestiti attraverso vettori commerciali, mentre sono stati noleggiati appositi vettori aerei e navali per i trasporti intercontinentali tra le due città suddette e la Stazione Mario Zucchelli in Antartide:

- quando nel giugno 2018 si è dovuta registrare l'inaspettata (ma motivata) indisponibilità della compagnia sudafricana che da sedici anni effettuava il servizio di collegamento aereo intercontinentale con il vettore Hercules L100/30 in configurazione combinata passeggeri/cargo, è stata messa in atto una serie di azioni urgenti che hanno consentito di pianificare un servizio integrato, distinto fra voli passeggeri - con un vettore Airbus A319 - e voli di solo cargo - con i vettori Ilyushin IL76 e Hercules L100/30;
 - una ulteriore novità nell'organizzazione della 34ma Spedizione ha riguardato l'utilizzo di una nave cargo commerciale, adeguata al codice polare, cui è stato affidato il servizio di trasporto dei materiali pesanti e soprattutto del combustibile indispensabile al rifornimento delle Stazioni antartiche italiane;
 - per i collegamenti continentali tra le Stazioni antartiche è stata confermata la struttura basata sui velivoli Basler BT-67 e Twin Otter DHC-6/300, e sugli elicotteri Ecureuil AS-350/B2 per le attività a corta-media distanza da MZS.
- Sono stati progettati e definiti i lavori e i relativi approvvigionamenti di materiali e componenti per l'intera gamma dei servizi tecnici, sia quelli necessari al funzionamento ordinario delle Stazioni "Mario Zucchelli" e "Concordia", che quelli opportuni per lo sviluppo e l'ampliamento delle stesse infrastrutture. Tra questi ultimi interventi, si segnalano in particolare: gli acquisti per il completamento del Nuovo Acquario, per i moduli di ampliamento della zona giorno, per la completa ristrutturazione sia dei laboratori che della zona notte, per il completamento del nuovo impianto fotovoltaico di MZS, il rinnovo delle attrezzature per lo scarico delle navi nella Baia Terra Nova (una tubazione per il pompaggio del combustibile e un pontone), le nuove motoslitte per la Stazione Concordia. Inoltre, si evidenziano le operazioni relative all'acquisto delle attrezzature e dei ricambi necessari alle attività del cantiere di Boulder Clay, relativo alla realizzazione di una aviopista permanente su ghiaia, progetto che viene eseguito a seguito di uno specifico finanziamento concesso dal MIUR a valere su fondi FISR.

Il 19 ottobre 2018 è stato dato l'avvio operativo alla 34ma Campagna estiva in Antartide; dopo che il gruppo di apertura ha realizzato, in un tempo addirittura inferiore al previsto, la pista di atterraggio su ghiaccio marino, sono stati accolti con pieno successo sia l'Airbus A319 che l'Ilyushin IL76, prima volta in assoluto di voli aerei turbo-jet operati a MZS. Considerati anche i successivi voli dell'Hercules L100/30, sono stati gestiti quattordici voli intercontinentali A/R su MZS.

La Stazione Concordia è stata nuovamente raggiunta il 6 novembre 2018, data che segna la fine della Campagna invernale e l'avvio della successiva Campagna estiva. Le operazioni in Antartide sono proseguite secondo i piani fino alla fine dell'anno, con il supporto a ben 50 progetti di ricerca PNRA, tra MZS, Concordia e le Basi straniere. Tra le diverse attività di riqualificazione delle Stazioni, si segnala che nel dicembre 2018 è stata messa in funzione la prima sezione del nuovo impianto fotovoltaico installato sul tetto della Stazione Mario Zucchelli.

Sono proseguiti i lavori relativi all'aviosuperficie su ghiaia nell'area della morena di Boulder Clay, costruita con il solo impiego di materiale lapideo reperito in loco. Nel corso della stagione è stata raggiunta la quota di 1.350 m del rilevato di base, che rappresenta circa il 60% della lunghezza totale prevista.

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 della XXXIV Spedizione del PNRA sono state positivamente condotte attività in cooperazione con i Programmi polari statunitense (NSF), coreano (KOPRI), neozelandese (AntNZ), inglese (BAS), tedesco (BGR), australiano (AAD), norvegese (NPI) e cinese (CAA).

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 2018 l'Unità Tecnica Antartide ha partecipato, all'interno delle delegazioni italiane, ai lavori del *XLI Antarctic Treaty Consultative Meeting (ATCM)*, alla XXI riunione annuale del *Committee for Environmental Protection (CEP)*, alla XXX riunione annuale del *Council of Managers of National Antarctic Programs (COMNAP)* e alla XXXVII riunione annuale 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 comunque che essere indirette.

Direzione Committenza. Servizio Industria e Associazioni imprenditoriali

| | |
|---------------------|---|
| Missione | Ricerca e innovazione |
| Programma | Trasferimento, promozione e diffusione delle tecnologie e degli altri prodotti della ricerca |
| Responsabile | Marco Casagni |

Ruolo della struttura

La Direzione Committenza (COM) ha il ruolo di rappresentare l'Agenzia come unica interfaccia verso il potenziale mercato dell'offerta di ricerca e servizi ad alto contenuto tecnico-scientifico per un'efficace interrelazione con i soggetti che sono le potenziali controparti contrattuali dell'Ente (Committenza) e per un ampliamento delle quote di mercato, fatta salva la particolare autonomia del Dipartimento Unità Efficienza Energetica.

In particolare, il Servizio Industria ed Associazioni imprenditoriali, della Direzione Committenza (COM-INDAS), ha l'obiettivo di facilitare l'accesso e l'incontro fra domanda e offerta alle PMI, delle loro associazioni e dei potenziali stakeholder e di promuovere il trasferimento tecnologico, la valorizzazione dei risultati della ricerca dell'Agenzia e l'utilizzo delle infrastrutture e dei laboratori sperimentali da parte del mondo produttivo.

Principali linee di attività sviluppate nel corso del 2018

Il Servizio COM-INDAS rende disponibili a Industria, PA e cittadini servizi avanzati, soluzioni tecnologiche e prodotti raccolti nell'Atlante dell'innovazione tecnologica, consultabile attraverso il sito ENEA e, a partire dal prossimo anno 2019, attraverso il Portale del *Knowledge Exchange Program*, che sarà la porta di accesso per le imprese alle competenze, alle tecnologie e alle infrastrutture di ricerca relativamente alle principali tematiche tecnologiche di ricerca applicata dell'Agenzia.

COM-INDAS promuove accordi con le imprese per l'utilizzo di brevetti ENEA, la condivisione di conoscenze scientifiche, la costituzione di laboratori, la realizzazione di progetti di ricerca congiunta.

Il Servizio fornisce inoltre assistenza tecnico-amministrativa per l'avvio di spin-off e mette a disposizione diverse *facilities* anche di natura logistica per supportarne la prima fase di sviluppo. Per facilitare l'incontro tra offerta e domanda di innovazione promuove la partecipazione a reti nazionali e internazionali per il sostegno a innovazione e trasferimento tecnologico.

Principali risultati conseguiti

L'anno 2018 è stato caratterizzato dal prosieguo di alcuni rilevanti progetti di notevole respiro ed impatto verso l'esterno, aventi l'obiettivo strategico comune di migliorare i risultati dell'attività ENEA in ambito "Terza Missione". In particolare:

- prosieguo della fase di istruttoria del percorso avviato per **rafforzare la presenza di laboratori ENEA in Lombardia**, nonché la valorizzazione del capitale umano con ricadute dirette sul sistema della ricerca, dell'innovazione e sul territorio lombardo, attraverso la realizzazione del Laboratorio "Materiali e processi industriali sostenibili 4.0" e del Laboratorio "Tecnologie per le Smart Cities", presso le strutture logistiche del Parco Scientifico e Tecnologico Kilometro Rosso SpA di Stezzano (BG), e del Laboratorio "Tecnologie per la sostenibilità" (eco-innovazione di prodotti e processi, sostenibilità di aree industriali, percorsi di simbiosi industriale, bonifica e riqualificazione di siti, industriali e non, del territorio) presso l'Università degli Studi di Brescia; la realizzazione dei laboratori fa parte di un Accordo Quadro di Collaborazione con la Regione Lombardia che si farà carico degli investimenti per la valorizzazione del capitale umano impiegato nella ricerca e per la qualificazione del lavoro dei giovani ricercatori per un importo di euro 920.000, a fronte di un impegno ENEA a farsi carico dei costi relativi all'allestimento dei laboratori e alla messa a disposizione delle relative attrezzature;
- prosieguo dell'attività per la realizzazione e la messa on line – prevista per la primavera 2019 - del Portale del "**Knowledge Exchange Program (KEP)**", la cui gestione, a regime, sarà assicurata dalla Direzione Committenza. L'innovazione non è un processo chiuso all'interno delle singole imprese o istituzioni, ma un processo aperto di acquisizione e cessione di conoscenza. Il processo innovativo ha luogo attraverso una rete di scambi di conoscenza fra il soggetto innovatore e gli altri attori del sistema in cui opera e non può essere rappresentato da un processo lineare che procede dal laboratorio al mercato. Da qui l'idea di avviare in ENEA un percorso "personalizzato" che possa condurre verso collaborazioni più strette con il sistema delle imprese, stimolando uno scambio di conoscenza multidirezionale in grado di generare la produzione di nuova conoscenza, nel tentativo di aumentare le *royalties* per ENEA e le *revenues* per le imprese. Il percorso procede con il supporto di un Advisory Board costituito da rappresentanti delle principali associazioni imprenditoriali, quali Unioncamere, Confindustria, CNA, Confapi e Confartigianato. Nel corso dell'anno ha preso avvio la fase di *awareness* delle tematiche connesse all'azione di trasferimento tecnologico da parte degli Knowledge Exchange Officer - ricercatori o tecnologici con competenze sulle tematiche tecnologiche presentate sul Portale, che avranno il compito di svolgere un ruolo proattivo nel rapporto con le imprese e rappresentare i loro occhi e le loro orecchie all'interno dell'Agenzia -, attraverso la partecipazione a seminari specialistici, cui hanno contribuito esperti esterni; le attività connesse al KEP e al PoC sono state oggetto di presentazione in occasione del *11th Plenary Meeting of the European TTO Circle* (Sophia Antipolis, giugno 2018) e del Convegno *NanoInnovation 2018* (Università La Sapienza, settembre 2018).
- L'ENEA ha previsto, con il Piano Triennale di Attività (PTA) 2018-2020, la costituzione di un **Fondo per il Proof of Concept (PoC)** finanziato con risorse proprie per un totale di 2.500.000 euro, 500.000 euro per il 2018 e 1.000.000 per ciascuno dei due anni successivi, e finalizzato a verificare la fattibilità tecnica e le prospettive di mercato di tecnologie ENEA con un Technology Readiness Level (TRL) tendenzialmente compreso fra 2 e 4 (Fase 1, con finanziamento ENEA fino a 50.000 euro e compartecipazione del partner industriale solo in-kind e durata di 12 mesi) e tecnologie ENEA con TRL da 4 a 6 (Fase 2, con finanziamento ENEA fino a 100.000 euro per un massimo del 50% del costo del progetto con cofinanziamento del partner industriale e una durata fino a 24 mesi). In questo primo anno di funzionamento, in risposta ad un bando interno, sono state presentate 80 diverse proposte progettuali per le quali sono state richieste, con apposito Avviso

Pubblico, delle manifestazioni di interesse da parte di potenziali partner industriali o di investimento. Una peculiarità della costruzione del fondo è stata la previsione di finanziare, su base competitiva, solo progetti in collaborazione con un partner industriale che soddisfacesse requisiti di affidabilità economico-finanziaria, presenza nel mercato di riferimento della tecnologia da sviluppare e fosse in grado di apportare un contributo tecnico-innovativo nell'implementazione e realizzazione del progetto presentato. Una tale impostazione, una volta a regime, dovrebbe concentrare l'attività di valutazione sui progetti presumibilmente di maggiore interesse per il mercato. Inoltre, la collaborazione con partner già attivi sul mercato dovrebbe apportare ai team di progetto quelle competenze necessarie a gestire le incertezze di mercato che quasi sempre mancano ai ricercatori. Le manifestazioni di interesse pervenute sono state complessivamente 64, mentre le partnership ENEA-soggetti industriali valutate positivamente dalle Commissioni preposte sono state 45, in diversi casi costituite da un raggruppamento di imprese complementari fra loro. La quasi totalità delle collaborazioni è stata creata con soggetti imprenditoriali con cui i gruppi di ricerca avevano delle relazioni pregresse, un dato che enfatizza l'importanza della prossimità relazionale, prima ancora che geografica, fra gli attori di un sistema innovativo per favorire lo scambio di conoscenze e la capacità di cogliere le conoscenze esterne. Delle partnership costituite, 43 hanno presentato un progetto che ha ottenuto una valutazione da parte di un pool di esperti associati ad IBAN sulla base del potenziale innovativo, del potenziale di mercato, della qualità del piano di implementazione del progetto e dell'utilità del PoC come strumento abilitante la commercializzazione della tecnologia. I risultati di questa valutazione sono stati sottoposti al Consiglio Tecnico Scientifico dell'Agenzia che ha predisposto una graduatoria che ha ammesso al finanziamento 17 progetti, 13 dei quali effettivamente finanziati in relazione allo stanziamento disponibile di 500.000 euro con importi dai 10.000 ai 60.000 euro. Da sottolineare come fra i 13 progetti finanziati, 2 siano in Fase 2 e vedano, quindi, un cofinanziamento delle attività progettuali da parte del partner industriale. I progetti prenderanno avvio nel 2019. Considerando la natura sperimentale del primo anno di funzionamento del Fondo di PoC ENEA, i numeri finora ottenuti, sia in termini di disclosure di linee di ricerca che di risposta del sistema industriale, sono molto promettenti e la procedura competitiva per l'aggiudicazione dei finanziamenti è apparsa molto utile anche in una funzione formativa per i ricercatori dell'Agenzia: per i team che non sono riusciti a conseguire un finanziamento, l'esperienza dovrebbe aver fornito degli stimoli ad adottare un approccio all'ideazione progettuale che vada oltre la tradizionale impostazione della ricerca.

Oltre ai risultati conseguiti in merito alle iniziative appena descritte, si ritiene importante segnalare i seguenti ulteriori risultati:

- conduzione a conclusione dei progetti BRIDGEconomies_2, FRIENDEurope e SIMPLER - rifinanziati per il biennio 2017-2018 dalla rete EEN- Enterprise Europe Network del Programma COSME della UE - e dei progetti riservati ai partner dei consorzi EEN, tra cui INCAME, MAKEOVER e KAMILLER, per servizi specialistici che la rete EEN fornisce a supporto di Horizon 2020, e Bridge-UP, SUNRise e SCALER per l'assistenza ad imprese innovative per lo scaling-up delle proprie attività nel mercato di riferimento;
- supporto ai Dipartimenti nella predisposizione e gestione di progetti di innovazione, con particolare riguardo alla diffusione e valorizzazione dei risultati e, precisamente:

- collaborazione con il Dipartimento SSPT nell'ambito della Convenzione tra l'Autorità di gestione del PON Governance e Capacità Istituzionale e l'ENEA per la regolamentazione dei rapporti di attuazione, gestione e controllo relativi al progetto ES-PA – *Energia e sostenibilità per la PA*, in particolare nell'ambito delle attività 3.1.1 *“Affiancamento all'applicazione del modello CO2MPARE e realizzazione di strumenti per la selezione degli interventi a minore impatto carbonico”* e 3.1.2 *“Contestualizzazione del modello CO2MPARE a una regione pilota con riferimento al POR FESR 2014-2020 e alla programmazione unitaria regionale”* relative all'applicazione del modello CO₂MPARE - CO₂ Model for Operational Programme Assessment in EU Regions - per la stima degli effetti sulle emissioni di GHG delle misure e degli interventi previsti dai programmi operativi co-finanziati con il FESR;
- supporto al Dipartimento Fusione e Tecnologie per la Sicurezza Nucleare nella definizione di una strategia finalizzata alla realizzazione a scala industriale di una tecnologia in grado di generare flussi di neutroni ad alta velocità per il trattamento di radioisotopi e la produzione di radiofarmaci (progetto Sorgentina-RF);
- collaborazione con il Dipartimento Tecnologie Energetiche nell'ambito del progetto H2020 INNO-SOFC, iniziato in data 01/09/2015 con durata di 30 mesi, finalizzato allo sviluppo di un sistema innovativo di Solid Oxide Fuell Cells (SOFC) da 50 KW. ENEA è lead partner per il WP *“Dissemination and exploitation”*;
- collaborazione con DTE (Responsabile scientifico: Dr. Roberto Farina, DTE-BBC-BBE) per la presentazione ed esecuzione del progetto Central Europe REEF 2W, iniziato il 01/06/2017 con durata 36 mesi, finalizzato a migliorare l'efficienza energetica e la produzione di energia rinnovabile nelle infrastrutture di trattamento acque e rifiuti urbani;
- Supporto al Dipartimento SSPT nell'ambito del progetto *“Strategie Ambientali per il Turismo Sostenibile”* (STRATUS) finanziato nell'ambito del Programma Interreg Italia-Francia Marittimo 2014-2020;
- gestione, in collaborazione con i Dipartimenti, della proprietà intellettuale dell'Agenzia attraverso il deposito di 18 nuovi brevetti, e l'estensione internazionale di quelli valutati più promettenti in termini di possibilità di applicazione industriale e quindi di ritorno economico in termini di royalties. Gestione dell'intero portafoglio brevettuale ENEA attraverso il mantenimento o la dismissione dei titoli di proprietà industriale in esso contenuti: nel corso del 2018 hanno cessato la vigenza n. 12 brevetti;
- supporto ai Dipartimenti nell'attività di negoziazione e predisposizione di contratti di licenza e predisposizione di accordi di gestione della proprietà intellettuale connessa all'esecuzione di specifici progetti o a seguito della co-titolarità di brevetti;
- aggiornamento delle schede tecniche dell'“Atlante dell'innovazione”, contenente le tecnologie, i prodotti e i servizi ENEA di potenziale interesse per le imprese;
- realizzazione, a fronte dell'Accordo di Collaborazione con Assobiotec, della rilevazione statistica sulle imprese nel campo delle biotecnologie in Italia e cooperazione per l'individuazione e lo sviluppo di occasioni di collaborazione tra l'ENEA e le imprese associate e per la realizzazione di

progetti di ricerca e sviluppo e la valorizzazione dei risultati della ricerca scientifica in tutte le aree di applicazione delle biotecnologie;

- svolgimento dell'istruttoria per il pagamento dell'Equo Premio agli inventori e/o corrispettivo correlato al valore dell'Equo Premio.

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. Oltre a quelli già citati, il servizio COM-INDAS 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

Le ricadute economiche e tecnologiche sono relative alla possibilità della struttura di fornire servizi all'interno dell'Ente, e interessano quindi tutte le Unità organizzative dell'ENEA. Dal punto di osservazione del sistema industriale, le ricadute tecnologiche riguardano la possibilità di poter acquisire ed implementare tecnologie, materiali ed impianti dimostrativi sviluppati nell'ambito delle ricerche svolte dall'Ente e promosse dal servizio COM-INDAS.

Unità Studi, analisi e valutazioni

| | |
|---------------------|---|
| Missione | Ricerca e innovazione |
| Programma | Trasferimento, promozione e diffusione delle tecnologie e degli altri prodotti della ricerca |
| Responsabile | Diana Anna Maria Savelli |

Ruolo della struttura

L'Unità Studi, analisi e valutazioni (STAV), istituita il primo ottobre 2018, 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. I risultati degli studi condotti sono destinati alla pubblica amministrazione centrale e locale, ad aziende e associazioni per le quali l'Unità costituisce un riferimento terzo, ai ricercatori, e agli Organi di Vertice dell'Agenzia. 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.

L'Unità si occupa, inoltre, della predisposizione dei documenti programmatici dell'Agenzia e delle relazioni di consuntivo e di assicurare gli adempimenti connessi all'attuazione della disciplina sulla Performance, anche con l'obiettivo di delineare meglio e potenziare l'immagine dell'ENEA all'interno del panorama nazionale degli enti di ricerca.

Solo alcune delle attività svolte da STAV sono riconducibili a quelle precedentemente condotte dall'Unità STUDI (Studi e strategie), che è stata soppressa il 30 settembre 2018. I testi che seguono, relativi alle attività e ai risultati del 2018, si riferiscono esclusivamente all'Unità STUDI e sono stati predisposti dai Responsabili dei Servizi di STUDI o dai referenti di specifiche linee di attività.

Principali linee di attività sviluppate nel corso del 2018

Nel corso dei primi nove mesi del 2018 l'Unità STUDI ha operato nei seguenti ambiti:

- elaborazione di scenari a breve, medio e lungo termine, sulle possibili evoluzioni del sistema energetico nazionale, focalizzati in particolare sui temi legati alla decarbonizzazione, alla valutazione di impatto delle politiche sul sistema energetico, alle emissioni, al PIL, all'occupazione e alla competitività internazionale;
- monitoraggio e valutazione dei principali mercati energetici, mediante un'attività sistematica di analisi del settore energetico italiano e, più in generale, dei mercati internazionali dell'energia, con particolare riferimento ai temi della decarbonizzazione, della sicurezza energetica e dei prezzi dell'energia. I risultati dell'attività sono presentati nella pubblicazione *Analisi trimestrale del*

sistema energetico italiano, rivolta ai decisori politici, agli operatori del settore, ai ricercatori, e in pubblicazioni su riviste e presentazioni a convegni;

- predisposizione di studi sull'evoluzione del sistema energetico nazionale e sugli effetti delle politiche sul sistema sociale ed economico;
- valutazioni di carattere sociale sulle scelte tecnologiche, in termini di impatto e di accettabilità, effetti distributivi delle politiche energetiche, ricadute occupazionali e bisogni formativi;
- accordi con altre Istituzioni a livello nazionale e internazionale per lo svolgimento di studi di interesse comune e la creazione di collaborazioni;
- partecipazione a progetti europei, nazionali e regionali;
- partecipazioni a tavoli coordinati da organismi internazionali.

Principali risultati conseguiti

Questi i risultati più significativi conseguiti dall'Unità STUDI nel corso del 2018:

- ha partecipato alla preparazione del Piano Nazionale Integrato Energia Clima, su richiesta del MiSE, per la parte relativa alle analisi di impatto macroeconomico degli scenari energetici (di riferimento e di policy) elaborati da RSE. L'analisi è stata condotta attraverso l'uso del modello di equilibrio economico generale GDyn-E (in collaborazione con UTEE) e della Matrice Contabilità Sociale-SAM). Il prodotto è contenuto nella Proposta di Piano Nazionale Integrato per l'Energia e il Clima, pubblicato sul sito del MiSE, alle pagine 227-231 (https://www.mise.gov.it/images/stories/documenti/Proposta_di_Piano_Nazionale_Integrato_per_Energia_e_il_Clima_Italiano.pdf);
- ha collaborato con il Dipartimento Tecnologie Energetiche (DTE) alla realizzazione del Programma SIMTE - Sistema Informativo Nazionale per il Monitoraggio sullo Stato e sulle Prospettive delle Tecnologie Energetiche per la produzione di Energia Elettrica e di Calore e per l'Efficienza Energetica - attraverso l'elaborazione di scenari e la preparazione del rapporto Descrizione dello scenario energetico nazionale "Intermedio";
- ha predisposto e pubblicato i quattro numeri previsti de "L'Analisi trimestrale del sistema energetico italiano", che riportano una descrizione delle tendenze del sistema energetico italiano sui tre aspetti della decarbonizzazione, della sicurezza energetica e dei prezzi dell'energia, e una valutazione della distanza fra tali tendenze e gli obiettivi di policy. I quattro numeri contengono anche cinque approfondimenti (Focus) su questioni specifiche;
- ha elaborato analisi quantitative del sistema elettrico italiano con l'utilizzo di un modello PLEXOS sviluppato dall'ENEA, nell'ambito dell'accordo di collaborazione con il Dipartimento di Economia dell'Università degli Studi Roma Tre. Il modello è stato tra l'altro utilizzato per il contratto Assogas, con un'analisi sui "Potenziali effetti sul sistema elettrico della transizione verso un sistema energetico low carbon";
- ha contribuito a tre task del programma Socio-Economic Studies di Eurofusion:
 - *Soft link between ETM and the European power system model*, in collaborazione con il Joint Research Centre, nel quale è stato sviluppato un soft-link tra un modello di dispacciamento del

sistema elettrico europeo basato su PLEXOS e il modello EuroFUSION Times model; i risultati sono riportati nel report annuale sull'attività svolta e in un working paper del JRC in corso di preparazione;

- *New global and regional energy scenarios*, nel quale si è sviluppato un set di scenari di lungo termine anche includendo nel modello ETM i costi delle esternalità ambientali; i risultati sono stati pubblicati in un poster presentato alla conferenza SOFT 2018 (Symposium on Fusion Technology, Giardini Naxos, 16-21 September 2018) e descritti nel report annuale sull'attività svolta;
- *EUROFusion TIMES model (ETM) maintenance*; i risultati sono riportati nel report annuale sull'attività svolta;
- ha messo a punto e avviato un'indagine di livello nazionale sulla penetrazione del telelavoro e del lavoro agile nella PA con l'obiettivo di conoscere l'impatto di queste due nuove forme di organizzazione del lavoro su qualità della vita e sostenibilità urbana. L'indagine è svolta attraverso un questionario rivolto ai dipendenti pubblici e interviste ai direttori del personale delle istituzioni coinvolte. I risultati dell'indagine, condotta nell'ambito del progetto Smart Working X Smart Cities, consentiranno di mettere a punto metodologie e strumenti di valutazione a supporto di policy di sostenibilità urbana;
- ha effettuato il monitoraggio dell'attuazione delle disposizioni dell'articolo 14 della Legge 7 agosto 2015, n. 124, con la valutazione della penetrazione del telelavoro e del lavoro agile nella PA, pubblicando il rapporto "Modalità flessibili di lavoro nel pubblico impiego: diffusione e caratteristiche";
- ha supportato PER nella predisposizione delle "Linee guida per la redazione dei progetti di telelavoro proposti dai responsabili di macrostruttura e per il ricorso al lavoro agile e al telelavoro";
- ha predisposto, nell'ambito del progetto europeo WinWind (Horizon 2020), 3 report sui casi studio "best practice" e organizzato una visita di campo (Sardegna), un Desk Nazionale (Roma-ENEA) e un Desk tematico (Abruzzo) che hanno dato luogo a due pubblicazioni sui relativi risultati;
- ha contribuito, nell'ambito del Progetto europeo COP21 RIPPLES (Horizon 2020), alla elaborazione del Deliverable 3.3 "Report on assessing the technology innovation implications of NDCs, technology portfolio choices, and international competitiveness in clean technologies";
- ha contribuito, nell'ambito del progetto HyLAW, alla compilazione delle schede di identificazione della regolamentazione per 20 applicazioni diverse organizzate in 8 categorie di applicazione dell'idrogeno - LAP (legal rules and administrative processes) anche mediante interviste con gli esperti di settore ed elaborato il Deliverable 3.5 – National Policy Paper – Italy;
- ha prodotto il Rapporto di fine attività per il Progetto RES H/C SPREAD "Analisi dello stato e degli obiettivi di sviluppo delle FER termiche in Emilia-Romagna e proposte di misure per la loro promozione e diffusione".

Contributi forniti nell'ambito della partecipazione a Tavoli internazionali:

- per il Joint Program E3s (Economic, environmental and social impacts of energy policies and technologies) ha organizzato l'Assemblea Generale del Joint Programme (Roma, marzo 2018) e

il Workshop “Challenges of the Energy Transition and Idea Creation” (5-6/3, 2018);

- per l’Experts Group on Energy Technology R&D dell’IEA ha partecipato e fornito supporto organizzativo al workshop “Water and Energy Nexus” (Bruxelles 28-29/05/2018);
- per il C3E TCP della IEA ha organizzato presso la sede ENEA il secondo meeting del comitato esecutivo e del workshop internazionale “Knowledge Building on Women in Clean Energy” (al quale hanno partecipato circa 80 esperti provenienti da otto Paesi e da diverse organizzazioni internazionali) e ha partecipato al terzo comitato esecutivo e all’evento *Energia+Muyer* organizzato dai partner cileni a Santiago del Cile.

Pubblicazioni

- De Luca E., Giuffrida L.G., Felici B., Tommasino M.C., *Il ruolo delle donne nella transizione energetica*, Rienergia, Staffettaonline.com (2018).
- Felici B., Penna M., *Coworking, nuove pratiche di innovazione sociale in ambiente urbano*, PRISMA Economia - Società – Lavoro, fascicolo 1-2 (2018).
- Felici B., Penna M., *Coworking: il valore delle relazioni*, Energia, Ambiente e Innovazione n. 1/2018.
- Felici B., *L’innovazione sociale, pratiche di rigenerazione urbana in un quartiere di Torino tra intervento pubblico e autoproduzione sociale*, Energia, Ambiente e Innovazione n. 1/2018.
- Felici B., *Decarbonizzazione e mobilità condivisa*, Energia, Ambiente e Innovazione n. 2/2018.
- Felici B., *Sviluppo urbano e crisi idriche*, Energia, Ambiente e Innovazione n. 3/2018.
- De Luca E., Giuffrida L.G., *Donne e clean energy. L’Italia nel C3E TCP, programma di collaborazione IEA*, Energia, Ambiente e Innovazione n. 1/2018.

Principali interlocutori nazionali e internazionali coinvolti nelle attività

Principali interlocutori nazionali:

- **Istituzionali:** Ministero per lo Sviluppo Economico, Ministero dell’Ambiente, Ministero delle Infrastrutture e Trasporti, Presidenza del Consiglio dei Ministri, Regione Lazio, ISPRA, ISTAT, RSE, le Università di Roma “La Sapienza”, Roma Tor Vergata e Roma III, LUISS, Politecnico di Torino, Politecnico di Milano, il Laboratorio Scienze delle Cittadinanza, ISFOL, ACCREDIA, Osservatorio Ambientale sui Cambiamenti Climatici di Roma Capitale (Dipartimento Tutela Ambiente – Protezione Civile), Regione Lazio, Università degli Studi Roma Tre, Ente Parco Regionale di Veio, Comune di Roma - Assessorato alla Sostenibilità Ambientale, Liceo Scientifico Statale Ignazio Vian, Bracciano (Roma).
- **Privati:** Confindustria, ANIE Rinnovabili, Unione Petrolifera, Assogas, Anigas, TERNA, ENEL, Federazione ANIMA, Coordinamento FREE, Unioncamere, Fondazione Eni Enrico Mattei, Sustainable Technologies.

Principali interlocutori internazionali:

- Commissione Europea, IEA, OCSE, la Nuclear Energy Agency, IDDRI, SDSN, CEA, TecNALIA, ECN, VTT,

Fraunhofer, UKERC, CEDEFOP, CRES, Energies Demain, WWF, Institut d'Economia de Barcelona, University College of London, Policy Studies Institute at the University of Westminster, University of Cardiff, Ecologic Institute, VITO, Freie Universität Berlin (FUB) - Environmental Policy Research Centre, UNECE, FAO, UNIDO, OECD, World Bank, ILO, IRENA.

Ricadute economiche e tecnologiche sul sistema industriale

Le ricadute economiche e tecnologiche delle attività di STUDI sul sistema industriale sono limitate e di difficile quantificazione. Esse consistono infatti in attività di analisi a supporto di attori principalmente pubblici nell'orientare le loro decisioni di politica energetica o tecnologica.

Unità Relazioni e Comunicazione

| | |
|---------------------|---|
| Missione | Ricerca e innovazione |
| Programma | Trasferimento, promozione e diffusione delle tecnologie e degli altri prodotti della ricerca |
| Responsabile | Federico Testa, a.i. |

Ruolo della struttura

L'Unità Relazioni e Comunicazione (REL) realizza attività di comunicazione, informazione, promozione, formazione, di relazioni esterne e istituzionali internazionali, nell'ambito di linee guida strategiche delineate dai vertici. In particolare REL sviluppa e gestisce iniziative, progetti e servizi per promuovere e valorizzare l'immagine dell'Agenzia e rafforzarne la conoscenza e il posizionamento, attraverso l'utilizzo coordinato dei canali più opportuni (sito, web, eventi, pubblicazioni, ecc.).

L'Unità, nello specifico:

- svolge attività di relazioni Internazionali e di cooperazione allo sviluppo;
- realizza iniziative di Informazione, di organizzazione di eventi, di comunicazione interna;
- rende disponibili attività di Promozione e comunicazione esterna;
- sviluppa attività di Ufficio Stampa e Rapporti con i Media e di gestione dei social media.

Principali linee di attività sviluppate nel corso del 2018

Attività di relazioni internazionali e di cooperazione

Le attività sono articolate nei seguenti ambiti:

- gestione dei rapporti con organizzazioni, istituzioni, enti internazionali e supporto alla partecipazione di rappresentanti ENEA a Gruppi di Lavoro e Comitati di esperti internazionali;
- definizione di accordi e protocolli di cooperazione scientifica e tecnologica, e per la mobilità internazionale dei ricercatori;
- monitoraggio delle opportunità di accesso a finanziamenti per la cooperazione allo sviluppo e progetti di grande rilevanza del MAECI; monitoraggio delle opportunità di partecipazione a manifestazioni scientifiche internazionali di carattere istituzionale;
- supporto ad iniziative nell'ambito della cooperazione allo sviluppo anche mediante il Coordinamento della Task Force Cooperazione allo Sviluppo che riunisce esperti dei Dipartimenti ENEA e ruolo di interfaccia e collegamento con l'esterno per quanto riguarda gli interventi, i partenariati e le possibili attività in questo settore;
- diffusione di informazioni e iniziative ENEA presso organismi e soggetti internazionali, e attraverso l'accoglienza di Delegazioni internazionali.

Attività di promozione

Le attività sono articolate nei seguenti ambiti:

- sviluppo di progetti di creatività grafica per la disseminazione;
- realizzazione d'immagini coordinate e loro declinazione nei materiali di comunicazione quali inviti, locandine, manifesti per progetti;
- progettazione e realizzazione di siti web;
- produzione e distribuzione di materiale promozionale e informativo;
- produzione di pubblicazioni tecnico scientifiche, rapporti tecnici, volumi, della rivista Energia Ambiente e Innovazione e dell'Analisi Trimestrale del sistema energetico nazionale;
- partecipazione a fiere nazionali e internazionali;
- realizzazione e invio della newsletter ENEAinform@;
- produzione di foto, video promozionali e riprese a supporto dell'ufficio stampa;
- produzione di programmi, agende e locandine a supporto delle attività del servizio REL-EVENTI;
- produzione di cartelline per incontri e visite istituzionali, a supporto dei Servizi Istituzionale e Internazionale.

Attività di Ufficio stampa e rapporti con i Media

Le attività sono articolate nei seguenti ambiti:

- promozione e gestione dei rapporti con i Media;
- diffusione ai Media delle informazioni su ruolo e attività dell'Agenzia;
- redazione e diffusione di comunicati stampa e del settimanale ENEAinform@;
- produzione di foto e video; gestione di quattro account su altrettanti social media;
- realizzazione e diffusione della rassegna stampa quotidiana e di rassegne tematiche;
- realizzazione dei contenuti dei diversi strumenti e canali informativi.

Attività di informazione e realizzazione eventi

L'attività è articolata nei seguenti ambiti:

- organizzazione di eventi, in particolare convegni, workshop e incontri formativi;
- gestione e controllo della procedura di assegnazione di patrocinii/contributi;
- comunicazione interna, attraverso la piattaforma Intranet dell'ENEA, la pubblicazione della newsletter ENEAinformazioni, l'organizzazione di eventi dedicati ad un pubblico interno;
- coordinamento della piattaforma ENEA e-learning;
- rapporti con le scuole.

Principali risultati conseguiti

Attività di relazioni internazionali e di cooperazione

1 – Cooperazione scientifica e tecnologica – È stata assicurata la partecipazione diretta a 25 tavoli di lavoro e meeting organizzati dal Ministero degli Esteri e da rappresentanze diplomatiche in Italia; è stata organizzata l'accoglienza di 20 delegazioni internazionali presso Centri ENEA, con visite a laboratori e impianti dell'Agenzia e presentazioni delle principali attività di RST; è stata curata l'organizzazione/supporto/partecipazione diretta a missioni esplorative all'estero o nell'ambito di Commissioni miste per Accordi bilaterali in vigore.

Sono state assicurate le necessarie attività di supporto nel quadro di quattro progetti di Grande Rilevanza finanziati dal MAECI, per un importo complessivo di circa 90.000 euro.

Nell'ambito degli accordi bilaterali di cooperazione S&T, nel corso del 2018 è proseguito il lavoro a supporto degli accordi vigenti e sono stati avviati gli iter per la/il proroga/rinnovo o la firma di nuovi accordi con alcuni partner pubblici o privati. In particolare le attività a sostegno di collaborazioni già vigenti o nuove hanno riguardato i seguenti partner:

| Nome partner | Nazionalità | Tipologia di attività |
|----------------------------|--------------------|---|
| IRSN | Francia | Gestione organizzativa e partecipazione allo Steering Committee biennale |
| Dipartimento per l'Energia | USA | Supporto al riconoscimento di ENEA quale capofila italiano per uno dei 18 progetti bilaterali di Grande Rilevanza |
| ICE | Italia | Organizzazione workshop BioCubaPharma con le imprese italiane del settore biomedico/biofarmaceutico |
| TERI | India | Rinnovo MoU sulle energie rinnovabili |
| ETRI | Corea del Sud | Firma di un MoU sul tema dei beni culturali |

2 – Cooperazione allo sviluppo – Nel 2018 il Servizio ha partecipato attivamente a due progetti, di cui aveva direttamente curato negli anni precedenti l'istruttoria e il conseguimento della commessa ad ENEA, affidati al Dipartimento DTE nella fase esecutiva e di gestione amministrativa.

- 1) Fondo per investimenti in materia di energia e sviluppo sostenibile - Partnership pubblico-privato
- 2) Progetto "Professionisti senza Frontiere: competenze delle diaspore per lo sviluppo economico locale in africa saheliana" (2016-2018)

È stato curato l'aggiornamento dell'Atlante per la cooperazione allo sviluppo, disponibile on line in italiano e in inglese, che conta 83 schede relative a tecnologie, progetti ed accordi.

Nell'ambito delle collaborazioni bilaterali sono stati finalizzati n. 3 nuovi accordi di collaborazione con le seguenti controparti nazionali: a) Liceo scientifico Statale Teresa Gullace; b) Fondazione E4impact e c) Arma dei Carabinieri, ai fini di un miglior coordinamento nella partecipazione dell'Agenzia alle attività di cooperazione internazionale.

A livello continuativo, è stato effettuato il monitoraggio delle opportunità di finanziamento, il coordinamento delle iniziative all'interno di ENEA attraverso le periodiche riunioni della Task Force CS e sono stati effettuati numerosi incontri con associazioni di settore per lo sviluppo di progetti congiunti.

3 – Supporto alla promozione internazionale delle attività ENEA nel sistema paese – Partecipazione a 4 tavoli di coordinamento nell'ambito di iniziative di promozione del sistema Paese avviate dal MAECI, DG per la promozione del sistema Paese e Direzione Centrale per l'innovazione e la ricerca.

Nell'ambito delle iniziative di promozione rientrano anche, in collaborazione con le altre unità REL, le attività preparatorie di EXCO 2019, l'Expo della cooperazione internazionale.

4 – Supporto alla formazione internazionale attraverso la partecipazione diretta di REL-INT ai Comitati congiunti delle due Convenzioni a sostegno della mobilità internazionale dei ricercatori siglate da ENEA con ICTP e TWAS, organizzazioni delle Nazioni Unite.

In particolare, nel 2018, ENEA ha ospitato 7 borsisti stranieri nell'ambito della collaborazione con ICTP, e 6 nel quadro TWAS e REL-INT ha curato l'istruttoria per il rinnovo biennale della Convenzione di collaborazione con ICTP, finalizzato nel mese di ottobre.

Le attività di tutoraggio e ospitalità di tirocinanti e stagisti a vocazione internazionale hanno riguardato 2 tirocinanti.

Attività di promozione

Nel 2018 è partito un nuovo progetto di promozione della Rivista *Energia, Ambiente e Innovazione* per una più importante diffusione nel web attraverso la progettazione e realizzazione di un sito dedicato e di un app, per una lettura degli articoli anche su dispositivi mobile.

Sempre di particolare rilievo le attività a supporto della disseminazione di molti progetti, per i quali si sono curati l'ideazione di loghi, le immagini coordinate, i siti di progetti, le newsletter (si citano solo a titolo di esempio, ANTHOSART, AD-ASTRA, GUARANTEE, ES-PA, PELAGOS, MATS, MILEDI, IDEM, PEFMED, ICEPS, ecc.).

Per l'attività editoriale il servizio ha supportato i ricercatori nella produzione e pubblicazione di 9 volumi e di 52 rapporti tecnici scientifici, oltre alla produzione di opuscoli tematici, di numerosi articoli per la rivista *Energia, Ambiente e Innovazione*, e dell'*Analisi Trimestrale del Sistema Energetico*, pubblicazioni la cui diffusione è assicurata anche digitalmente, oltre che dalla stampa, nell'ottica di una riduzione dei costi di produzione e lo sviluppo della divulgazione attraverso il web.

Nel settore fieristico si è curata la progettazione e l'allestimento di aree espositive e l'organizzazione di eventi tecnici in 18 fiere, accogliendo tutte le richieste pervenute dalla struttura – tra cui fiere internazionali quali DENKMAL, il Salone internazionale per la cura del patrimonio culturale, la conservazione e il rinnovo urbano, che si è tenuta a Lipsia e che ha visto coinvolta ENEA in una collettiva con imprese italiane e REmTechEXPO, evento specializzato sulle bonifiche dei siti contaminati, rischi ambientali e rigenerazione del territorio.

Tra i progetti di divulgazione scientifica e per rispondere alla Terza Missione degli Enti di Ricerca dedicata alla divulgazione scientifica il Servizio ha supportato i 5 Centri di Ricerca che quest'anno hanno aderito all'OPEN DAY ENEA e per i quali sono stati allestiti laboratori, sale e ambienti affinché si

potessero svolgere attività dimostrative, giochi, seminari. Per tutti i ricercatori coinvolti sono stati ideati e prodotti materiali divulgativi, poster e quanto necessario per le loro lezioni e attività di accoglienza ai visitatori. Per la gestione degli ingressi è stato progettato e realizzato un sito nel quale gli utenti potevano conoscere le attività presenti nei centri e registrarsi.

Nel campo dell'audiovisivo sono stati realizzati circa 7 video promozionali, di cui 5 per i progetti europei, oltre a report fotografici e materiale girato a supporto dell'ufficio stampa, diffusi sulle più importanti reti televisive nazionali.

Attività di Ufficio stampa e rapporti con i Media

Nel corso del 2018 REL-MEDIA ha prodotto **260** tra comunicati stampa e news, **42** edizioni del settimanale ENEAinform@ in italiano e in inglese, **115** servizi video (produzione raddoppiata), oltre a innumerevoli servizi fotografici. Le pagine "ufficiali" ENEA su Facebook, Twitter, Instagram e YouTube sono presidiate quotidianamente con la pubblicazione di contenuti multimediali e l'interazione con i lettori.

Quest'attività ha contribuito a generare oltre **14mila articoli** tra carta stampa, web e lanci di agenzia (**+41%** rispetto al 2017) e **530 servizi** tra tv, radio e web (**+50%**), dati record da quando teniamo questo genere di conteggio. Sui **social**, aumenti consistenti dei nostri fan su Facebook (+42%) su Instagram (+172%). Forte aumento della presenza ENEA sui due principali **TG nazionali** (20 passaggi al TG1, + 400%, e 14 sul TG5, +100%). Per quanto riguarda i **quotidiani** da segnalare il dato di "Repubblica" (319 articoli, +135%) e la triplicata presenza sul "Messaggero".

Attività di informazione e realizzazione eventi

In relazione alle attività di informazione ed eventi, nel 2018 sono stati organizzati oltre 100 eventi, fra convegni a carattere istituzionale, workshop tecnici, kick off meeting, seminari divulgativi e formativi, corsi di formazione destinati ad Ordini e Categorie professionali.

Fra quelli più importanti si ricordano:

- RAEE: presentazione annuale del *Rapporto Efficienza Energetica* seguito dal ROAD SHOW sull'efficienza energetica che ha toccato 10 città italiane.
- Eventi sull'economia circolare, lancio della Piattaforma ICESP.
- Il PREMIO HAUSMANN & Co - Patek Philippe, dedicato alle giovani eccellenze della ricerca ENEA nel campo dell'energia, dell'ambiente e clima, della sicurezza e salute, delle nuove tecnologie e tenutosi nello splendido scenario del Museo di Palazzo Venezia.
- I nuovi scenari della mobilità elettrica: Upgrading tecnologico, potenzialità ed impatti, workshop conclusivo dell'Accordo di Programma per la Ricerca di Sistema elettrico.

Nel 2018 il servizio REL-EVENTI ha provveduto alla redazione di una Disciplina concernente la concessione di patrocini/contributi. Il nuovo regolamento è stato approvato dal CdA ENEA e pubblicato in un'apposita sezione del sito istituzionale; in questo modo si è voluta garantire la massima trasparenza nella procedura di tale attività. Nel 2018 sono stati concessi oltre 110 patrocini/contributi.

La gestione e la pubblicazione di contenuti nella nuova Intranet è andata a regime, così come la pubblicazione mensile della newsletter "ENEA Informazioni", alla quale è stato dato un nuovo layout e nuovi contenuti redazionali.

L'Agenda ENEA, prodotta e realizzata con REL-PROM, concepita come strumento di Comunicazione Interna, è stata dedicata alla celebrazione del 2019 come anno internazionale della tavola periodica degli elementi, istituita dall'UNESCO.

Le attività verso il mondo della scuola mosse dal desiderio di trasferire alle nuove generazioni competenze acquisite all'interno dei laboratori e di trasferire riflessioni su importanti temi che riguardano la ricerca scientifica, sono state consolidate e coordinate a livello centrale; in particolare sono stati attivati circa 50 percorsi di Alternanza Scuola lavoro, pubblicati sulla pagina web dedicata e seguiti dalla fase progettuale e amministrativa fino alla completa realizzazione. Inoltre sono proficuamente continuati i rapporti con il MIUR per quel che riguarda il Protocollo di Intesa "Educazione allo sviluppo sostenibile, alla cooperazione internazionale e al rafforzamento del rapporto scuola e mondo del lavoro" e si sta procedendo alla realizzazione di un progetto pilota che, in collaborazione con DUEE, prevede l'ideazione di percorsi formativi rivolti agli Istituti C.A.T. in grado di fornire agli studenti gli strumenti di analisi energetica degli edifici, così da comprendere l'eventuale interesse e propensione ad approfondire tale attività in futuro. Il percorso vuole intendersi come un orientamento per gli anni post- diploma.

Per quel che riguarda la piattaforma e-learning, nel 2018 REL-EVENTI ha provveduto ad una completa catalogazione dei corsi già esistenti sia in base al contenuto che ai dati statistici di fruizione (anni 2015 e 2016), attribuendo ciascun corso per competenza a ciascun dipartimento a seconda della paternità autoriale e/o quando non è stato possibile, a seconda dell'argomento. Inoltre REL-EVENTI sta curando il restyling della piattaforma, con il supporto tecnico di DTE-ICT.

Principali interlocutori nazionali e internazionali coinvolti nelle attività

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

Ricadute economiche e tecnologiche sul sistema industriale

Le attività di REL per accrescere la notorietà dell'ENEA, rafforzarne l'immagine e la percezione positiva presso il mondo esterno, oltre alle attività di relazioni, networking, promozione ed eventi possono dare un contributo non secondario all'acquisizione di commesse, con ricadute positive in termini economici e tecnologici. REL, inoltre, contribuisce direttamente al conseguimento delle attività previste da alcuni progetti, facendosi carico ad esempio della realizzazione di attività di disseminazione attraverso la realizzazione di eventi, la promozione, la gestione dei media.

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

| Programma: Fusione, tecnologie per la sicurezza nucleare (FSN) (*) | | | | | |
|--|---|--------------------|------------|---------------------|--|
| 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 | 1,63 | 2,31 | 0,68 | Consegue ad una diminuzione delle entrate accertate a consuntivo rispetto alla previsione per circa 7,1 M€ |
| 2A) Valore del programma (dati in euro) | Costo del personale+Spese dirette totali | 50.818.431 | 43.493.301 | - 7.325.131 | La diminuzione consegue alla riduzione delle spese di personale e delle spese per le attività di ricerca |
| 3A) Equilibrio finanziario | Valore delle uscite (Spese dirette totali)/Valore delle entrate | 0,88 | 1,01 | 0,13 | Consegue ad una diminuzione delle entrate accertate a consuntivo rispetto alla previsione per circa 7,1 M€ |
| 4A) Miglioramento del risultato economico | Spese in conto capitale/Spese correnti | 0,45 | 0,34 | - 0,11 | Consegue alla diminuzione delle spese di investimento rispetto alla previsione per il differimento al 2019 di alcuni importanti investimenti soprattutto nel settore della metrologia delle radiazioni ionizzanti |
| 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) | 6.040.853 | 397.421 | - 5.643.433 | Sulla variazione incidono le seguenti componenti: - la prima per circa 3,6 milioni di spese non discrezionali riferite alla quota destinata al consorzio RFX (1 M€), la gestione del servizio integrato dei rifiuti radioattivi (2 M€), la gestione in sicurezza degli impianti nucleari del centro Casaccia e per l'avvio del Progetto TECHEA (0,6 M€); - la seconda, derivante da minori entrate accertate a consuntivo rispetto alla previsione; - la restante quota è costituita dall'avanzo di amministrazione a destinazione vincolata applicato all'anno 2019. |
| 6A) Internazionalizzazioni e attività | Valore delle entrate per programmi internazionali/Valore delle entrate | (1) 0,39 | 0,55 | 0,16 | Consegue al minor valore delle entrate accertate rispetto alla previsione. |
| 7A) Incentivazione del personale (dati in euro) | Risorse accertate sul fondo conto terzi | 41.085 | 61.247 | 20.162 | |
| 8A) Valorizzazione economica brevetti | Entrate provenienti dalla cessione dei brevetti/Spese mantenimento e deposito brevetti | 0,00 | 0,00 | - | |
| 9A) Apertura ai giovani ricercatori | Spese per il ricorso al lavoro flessibile/Spese dirette totali | 0,09 | 0,07 | - 0,02 | Consegue alla mancata emissione di bandi per assegni di ricerca |
| 10A) Avanzamento programma | Spese dell'anno/Spese del triennio | 0,30 | 0,26 | - 0,04 | |

(*) Il programma FSN è al netto delle attività del Progetto DDT (che ha registrato un accertamento di 38.000 migliaia di euro ed un avanzo di amministrazione vincolato di pari importo)

(1) Dato reso coerente con quello di consuntivo per la determinazione del quale sono state escluse le entrate internazionali da ricondurre alle attività commerciali.

Tabella 2. Programma: Tecnologie energetiche (DTE)

| Programma: Tecnologie energetiche (DTE) | | | | | |
|--|---|---------------------|--------------------|-------------|--|
| 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 | 1,56 | 2,00 | 0,44 | Nel corso del 2018 il Costo del personale è diminuito del 6,47% rispetto alla previsione iniziale, mentre il Valore delle entrate è diminuito del 26,87%. La diminuzione del Valore delle entrate è legata sia a difficoltà con il MIUR (per ritardi nella formalizzazione dell'obbligazione giuridica e/o contratti tecnicamente chiusi per i quali si resta in attesa dell'incasso) che a difficoltà sui progetti UE (vedi indicatore 6A). |
| 2A) Valore del programma (dati in euro) | Costo del personale+Spese dirette totali | 44.047.471 | 39.782.067 | - 4.265.405 | Lo scostamento è legato: alla variazione del Costo del personale (-2.156k€) e alla variazione delle Spese dirette totali (-2.108k€). La diminuzione del Costo del personale è legata ad un non completo turn over del personale cessato e ad assunzioni concentrate nella parte finale dell'anno. La diminuzione delle Spese dirette totali risulta proporzionata alla diminuzione delle Entrate progettuali. |
| 3A) Equilibrio finanziario | Valore delle uscite (Spese dirette totali)/Valore delle entrate | 0,50 | 0,55 | 0,05 | La modifica di questo indicatore è legata ad una diminuzione del Valore delle entrate (-26,87%) superiore rispetto alla diminuzione del Valore delle spese (-19,64%). |
| 4A) Miglioramento del risultato economico | Spese in conto capitale/Spese correnti | 0,63 | 0,38 | - 0,25 | La diminuzione sensibile di questo indicatore risiede nel forte calo nel corso del 2018 delle Spese in conto capitale rispetto alla previsione iniziale. Questo calo è riconducibile a: difficoltà nella capacità di spesa soprattutto per procedure di notevole importo, modifiche nella struttura della spesa progettuale che ha comportato un decremento della voce relativa agli investimenti. |
| 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) | 13.361.419 | 10.573.601 | - 2.787.819 | Il decremento del margine finanziario è legato principalmente alla riduzione delle entrate per progetti in area MIUR e CE. |
| 6A) Internazionalizzazione attività | Valore delle entrate per programmi internazionali/Valore delle entrate | 0,16 ⁽¹⁾ | 0,13 | - 0,03 | |
| 7A) Incentivazione del personale (dati in euro) | Risorse accertate sul fondo conto terzi | 102.412 | 45.850 | - 56.562 | Nella previsione iniziale è stato notevolmente sovrastimato il contributo al fondo conto terzi 2018 proveniente dal contratto con COMET Biorefining (60k previsti, 4k realizzati). Sarebbe auspicabile un incremento dell'attività commerciale del Dipartimento soprattutto per i servizi ad alto contenuto di lavoro. |
| 8A) Valorizzazione economica brevetti | Entrate provenienti dalla cessione dei brevetti/Spese mantenimento e deposito brevetti | 1,40 | 3,45 | 2,05 | L'andamento di questo indicatore è legato all'incremento delle entrate legate alle royalties e ad una minore spesa per il mantenimento dei brevetti. |
| 9A) Apertura ai giovani ricercatori | Spese per il ricorso al lavoro flessibile/Spese dirette totali | 0,11 | 0,07 | - 0,04 | |
| 10A) Avanzamento programma | Spese dell'anno/Spese del triennio | 0,31 | 0,28 | -0,03 | L'avanzamento del programma nel triennio è sostanzialmente in linea con le previsioni. |

(1) Dato reso coerente con quello di consuntivo per la determinazione del quale sono state escluse le entrate internazionali da ricondurre alle attività commerciali.

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 | 3,08 | 3,61 | 0,53 | |
| 2A) Valore del programma (dati in euro) | Costo del personale+Spese dirette totali | 45.518.545 | 39.947.913 | - 5.570.632 | Lo scostamento è dovuto ad un non completo turn-over del personale cessato e ad assunzioni concentrate nella parte finale dell'anno. E' imputabile anche alle minori spese in conto capitale su progetti che prevedevano investimenti significativi il cui inizio è stato posticipato (Progetto MAIA) |
| 3A) Equilibrio finanziario | Valore delle uscite (Spese dirette totali)/Valore delle entrate | 0,76 | 0,55 | - 0,20 | Lo scostamento è dovuto a mancate spese su progetti a causa di un posticipo del cronoprogramma (ESPA) e di formalizzazione del Contratto finale (MATTM-PVS Etiopia firmato dicembre 2018) |
| 4A) Miglioramento del risultato economico | Spese in conto capitale/Spese correnti | 0,46 | 0,37 | - 0,09 | Lo scostamento è dovuto al fatto che erano previste in sede di previsione maggiori spese in conto capitale su progetti che prevedevano investimenti significativi e il cui inizio è stato posticipato (Progetto MAIA) |
| 5A) Margini finanziari (dati in euro) | Valore delle entrate connesse a programmi di ricerca e servizi resi (accertamenti + avanzo di amministrazione anno n-1) - Spese finalizzate alla realizzazione degli stessi programmi/servizi (Impegni+avanzo amministrazione anno n) | 5.009.801 | 2.677.640 | - 2.332.162 | Lo scostamento è dovuto a minori entrate che non si sono concretizzate nel corso dell'anno (es. PON, Convenzioni MATTM) anche a causa di ritardi nelle erogazioni dei finanziamenti per le commesse pubbliche e all'incidenza dell'avanzo di amministrazione finale determinato da risorse non impiegate. |
| 6A) Internazionalizzazione attività | Valore delle entrate per programmi internazionali/Valore delle entrate | 0,29 | 0,35 | 0,06 | Lo scostamento positivo è frutto della concretizzazione di maggiori progetti europei rispetto a quanto previsto |
| 7A) Incentivazione del personale (dati in euro) | Risorse accertate sul fondo conto terzi | 61.854 | 33.995 | - 27.859 | Lo scostamento è dovuto a minori entrate per contratti di servizio rispetto a quanto indicato in sede di previsione |
| 8A) Valorizzazione economica brevetti | Entrate provenienti dalla cessione dei brevetti/Spese mantenimento e deposito brevetti | 0,18 | 3,27 | 3,09 | Scostamento dovuto a maggiori entrate non previste per il contratto RIMOS |
| 9A) Apertura ai giovani ricercatori | Spese per il ricorso al lavoro flessibile/Spese dirette totali | 0,16 | 0,16 | - 0,00 | |
| 10A) Avanzamento programma | Spese dell'anno/Spese del triennio | 0,31 | 0,27 | - 0,04 | Lo scostamento è dovuto agli slittamenti di spese di cui al punto 3A |

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 | 1,18 | 0,81 | - 0,38 | Lo scostamento in diminuzione tra consuntivo e previsionale è dovuto all'effetto combinato della riduzione del costo del personale (-27,1%) e dell'aumento del valore delle entrate (+7,1%) anche a seguito della soppressione della unità UCB le cui commesse sono confluite nel Dipartimento DUEE avvenuta nel corso del 2018. |
| 2A) Valore del programma (dati in euro) | Costo del personale+Spese dirette totali | 16.378.594 | 11.046.436 | - 5.332.158 | La differenza tra consuntivo e previsionale è dovuta alla diminuzione sia del costo del personale (-27,1%), come sopra indicato, sia delle spese dirette totali (-49,8%). Queste ultime sono diminuite nel 2018 principalmente a causa del mancato incasso delle anticipazioni sulle commesse più rilevanti (PIF); tali spese, pertanto, sono state posticipate al 2019. |
| 3A) Equilibrio finanziario | Valore delle uscite (Spese dirette totali)/Valore delle entrate | 0,38 | 0,18 | - 0,20 | Lo scostamento nell'ambito dell'equilibrio finanziario è dovuto sia alla riduzione delle spese dirette totali (-49,8%) sia all'aumento del valore delle entrate (+7,1%) dovute alle maggiori entrate per PAR e progetti Europei. Per le motivazioni sulle variazioni si rinvia agli indicatori precedenti (1A e 2A). |
| 4A) Miglioramento del risultato economico | Spese in conto capitale/Spese correnti | 0,36 | 0,38 | 0,02 | Sebbene gli indicatori siano rimasti invariati, i valori assoluti delle Spese in conto capitale e Spese correnti si sono dimezzati a consuntivo rispetto al previsionale a seguito della mancata attivazione di macro contratti, sempre legati al PIF. |
| 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) | 6.600.131 | 9.836.275 | 3.236.144 | Il margine finanziario è molto più elevato in quanto a fronte di maggiori entrate per 745.000 Euro (PAR, progetti europei e attività commerciale) le spese totali dirette si sono contratte come già descritto ai punti precedenti. |
| 6A) Internazionalizzazione attività | Valore delle entrate per programmi internazionali/Valore delle entrate | 0,03 | 0,06 | 0,03 | L'incidenza delle entrate per programmi internazionali sulle entrate totali è raddoppiato a consuntivo rispetto al previsionale. In valore assoluto, le entrate per programmi internazionali sono aumentate da € 278.600 a € 675.693,97. |
| 7A) Incentivazione del personale (dati in euro) | Risorse accertate sul fondo conto terzi | 93.363 | 120.097 | 26.734 | L'incentivazione del personale (Entrate per conto terzi) è aumentata del 28,6% a consuntivo rispetto al previsionale, per una maggiore entrata di attività commerciali. |
| 8A) Valorizzazione economica brevetti | Entrate provenienti dalla cessione dei brevetti/Spese mantenimento e deposito brevetti | 0 | 0 | 0 | |
| 9A) Apertura ai giovani ricercatori | Spese per il ricorso al lavoro flessibile/Spese dirette totali | 0,07 | 0,25 | 0,18 | Lo scostamento è dovuto ad un valore previsto inferiore al valore a consuntivo in considerazione dello slittamento del piano assunzionale |
| 10A) Avanzamento programma | Spese dell'anno/Spese del triennio | 0,30 | 0,20 | - 0,10 | Il 10% di scostamento è dovuto alla riduzione delle spese annuali a consuntivo rispetto a quelle previsionali. |

(*) I dati di previsione di DUEE sono stati riformulati a seguito della soppressione dell'Unità UCB le cui attività sono confluite nel Dipartimento

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 | 2,20 | 1,72 | - 0,47 | <i>In questo caso il valore negativo dello scostamento, rivela in realtà una migliore prestazione dell'Unità. Infatti, la differenza è dovuta non solo a minore costo del personale (-320.000) a causa delle cessazioni avvenute nel corso del 2018 ma anche al maggiore valore delle entrate (+ 270.000).</i> |
| 2A) Valore del programma (dati in euro) | Costo del personale+Spese dirette totali | 4.810.738 | 4.104.525 | - 706.213 | <i>La differenza è riconducibile a ragioni non dipendenti dalla gestione dell'Unità. Infatti lo scostamento è dovuto prevalentemente (per l'80%/550.000) ad una significativa minore spesa di personale che di minor ricorso a lavoro flessibile, a causa dell'assunzione a tempo indeterminato del personale con contratto di lavoro flessibile. Anche altre spese sono state leggermente inferiori al previsto.</i> |
| 3A) Equilibrio finanziario | Valore delle uscite (Spese dirette totali)/Valore delle entrate | 0,72 | 0,42 | - 0,30 | <i>Analogamente al primo indicatore 1A), il valore negativo dello scostamento rivela una migliore prestazione dell'Unità che ha prodotto maggiori entrate (+16% entrate) con una minore incidenza delle spese di personale e delle altre spese dirette.</i> |
| 4A) Miglioramento del risultato economico | Spese in conto capitale/Spese correnti | 0,52 | 0,73 | 0,21 | <i>La variazione è positiva poiché le spese in conto capitale sono state solo in minima parte inferiore al previsto (-68.000 circa rimandate a 2019), mentre le spese correnti sono state significativamente inferiori (vedi punto 9A).</i> |
| 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) | 776.261 | 1.144.669 | 368.407 | <i>I maggiori margini finanziari, +50%, sono dovuti al positivo incremento delle entrate (+15%) contestualmente alle minori spese (-30%), per la maggior parte dovuta a minori spese per il lavoro flessibile.</i> |
| 6A) Internazionalizzazione attività | Valore delle entrate per programmi internazionali/Valore delle entrate | 0 | 0 | 0 | |
| 7A) Incentivazione del personale (dati in euro) | Risorse accertate sul fondo conto terzi | 135.400 | 159.729 | 24.329 | <i>Le maggiori entrate da attività commerciali (+15%) hanno incrementato positivamente anche la quota destinata al fondo di incentivazione per il personale (Fondo conto terzi).</i> |
| 8A) Valorizzazione economica brevetti | Entrate provenienti dalla cessione dei brevetti/Spese mantenimento e deposito brevetti | 0 | 0 | 0 | |
| 9A) Apertura ai giovani ricercatori | Spese per il ricorso al lavoro flessibile/Spese dirette totali | 0,21 | 0,04 | - 0,16 | <i>La differenza è dovuta all'assunzione a tempo indeterminato nel corso del 2018 di dipendenti a tempo determinato, per i quali era prevista la spesa per una ulteriore annualità. Ciò ha ridotto di 211.000 euro le spese correnti e sostanzialmente annullato le spese per il ricorso al lavoro flessibile</i> |
| 10A) Avanzamento programma | Spese dell'anno/Spese del triennio | 0,34 | 0,29 | -0,05 | <i>Le spese previste sono state quasi completamente realizzate (85%), ad eccezione delle minori spese per lavoro flessibile che non influenzano significativamente questo parametro poiché erano previste per ogni anno del triennio. Solo una spesa in conto capitale (-68.000 circa) è stata rimandata al 2019 per meglio definire le modalità di realizzazione e anche alcune spese correnti sono state leggermente inferiori del previsto.</i> |

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 | 0,11 | - 0,03 | |
| 2A) Valore del programma (dati in euro) | Costo del personale+Spese dirette totali | 24.617.059 | 21.904.402 | - 2.712.656 | 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 |
| 3A) Equilibrio finanziario | Valore delle uscite (Spese dirette totali)/Valore delle entrate | 1,06 | 0,87 | - 0,19 | |
| 4A) Miglioramento del risultato economico | Spese in conto capitale/Spese correnti | 0,17 | 0,15 | - 0,03 | Le spese in conto capitale hanno subito una riduzione rispetto al dato di previsione per effetto del differimento temporale della spesa in funzione dello stato di avanzamento del programma |
| 5A) Margini finanziari (dati in euro) | Valore delle entrate connesse a programmi di ricerca e servizi resi (accertamenti + avanzo di amministrazione anno n-1) - Spese finalizzate alla realizzazione degli stessi programmi/servizi (Impegni+avanzo amministrazione anno n) | 1.000.000 | - 1.420.016 | - 2.420.016 | Il margine finanziario legato ai Programmi Esecutivi Annuali del PNRA è percentualmente costante e pari a 5% della spesa. Le differenze che si evidenziano tra dati di previsione e dati di consuntivo si riferiscono principalmente ad uno scostamento temporale legato alla rendicontazione finale dei PEA. Nello specifico, i maggiori fattori contingenti che determinano un rapporto anomalo tra spese ed entrate nel 2018 sono: 1. impegni straordinari per circa 660 k€ a valere su entrate di due esercizi precedenti per la copertura delle indennità antartiche del CNR; 2. un accertamento di 1950 k€ a seguito di incasso negli ultimi giorni dell'anno, che determina un imprevisto avanzo di gestione. |
| 6A) Internazionalizzazione attività | Valore delle entrate per programmi internazionali/Valore delle entrate | 0 | 0 | 0 | |
| 7A) Incentivazione del personale (dati in euro) | Risorse accertate sul fondo conto terzi | 0 | 0 | 0 | |
| 8A) Valorizzazione economica brevetti | Entrate provenienti dalla cessione dei brevetti/Spese mantenimento e deposito brevetti | 0 | 0 | 0 | |
| 9A) Apertura ai giovani ricercatori | Spese per il ricorso al lavoro flessibile/Spese dirette totali | 0 | 0 | 0 | |
| 10A) Avanzamento programma | Spese dell'anno/Spese del triennio | 0,35 | 0,31 | - 0,04 | |

Tabella 7. Programma: Trasferimento, promozione e diffusione delle tecnologie e delle conoscenze scientifiche (COM-REL-STAV)

| Programma: Trasferimento, promozione e diffusione delle tecnologie e delle conoscenze scientifiche (COM-REL-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 | 80,19 | 30,56 | - 49,63 | Consegue alla maggiore entrata accertata di circa tre volte rispetto al dato di previsione. |
| 2A) Valore del programma (dati in euro) | Costo del personale+Spese dirette totali | 11.122.712 | 11.740.168 | 617.456 | |
| 3A) Equilibrio finanziario | Valore delle uscite (Spese dirette totali)/Valore delle entrate | 10,64 | 2,85 | - 7,79 | Consegue alla maggiore entrata accertata di circa tre volte rispetto al dato di previsione. |
| 4A) Miglioramento del risultato economico | Spese in conto capitale/Spese correnti | 0,05 | 0,05 | 0 | |
| 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 | - | 0,15 | 0,15 | |
| 7A) Incentivazione del personale (dati in euro) | Risorse accertate sul fondo conto terzi | 0 | 0 | 0 | |
| 8A) Valorizzazione economica brevetti | Entrate provenienti dalla cessione dei brevetti/Spese mantenimento e deposito brevetti | 0 | 0 | 0 | |
| 9A) Apertura ai giovani ricercatori | Spese per il ricorso al lavoro flessibile/Spese dirette totali | - | 0,13 | 0,13 | |

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

| Struttura organizzativa | Indicatori da dati di Previsione | | Indicatori da dati di Consuntivo | | Deviazione Costo del servizio | Deviazione Incidenza del Costo del servizio/costi totali 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) 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 applicazione di nuove tecnologie e Rapporti con le Università (ANTRUN) (Direzione soppressa) | 272.883 | 0,10% | n/a | n/a | n/a | n/a | | |
| Direzione board dei direttori (BOARD) | 363.182 | 0,13% | 306.006 | 0,12% | - 57.176 | -0,01% | | |
| Presidenza/Direzione (DIR) | 405.877 | 0,15% | 183.286 | 0,07% | - 222.591 | -0,08% | | |
| Organo Centrale di sicurezza (OCS) | 357.556 | 0,13% | 356.585 | 0,14% | - 971 | 0,01% | | |
| Ufficio degli Organi di Vertice (UVER) | 1.371.572 | 0,49% | 1.829.005 | 0,74% | 457.433 | 0,25% | L'incremento del costo del servizio rispetto alla previsione è da attribuire alla riorganizzazione del personale degli Uffici dell'Organo di Vertice e all'aumento delle spese di funzionamento a seguito di specifiche operazioni con gli organismi partecipati. | L'incidenza dei costi dei servizi sui costi totali dell'Agenzia è aumentata perché si sono ridotti i costi totali di Agenzia rispetto ai dati di previsione |
| Direzione Amministrazione (AMC) | 9.971.905 | 3,59% | 10.016.172 | 4,06% | 44.267 | 0,47% | | |
| Direzione Affari Legali, Prevenzione della Corruzione e Trasparenza (LEGALT) | 1.699.300 | 0,61% | 1.619.163 | 0,66% | - 80.137 | 0,05% | | |
| Direzione Personale (PER) | 4.687.214 | 1,69% | 4.441.672 | 1,80% | - 245.542 | 0,11% | | |
| Direzione Infrastrutture e Servizi (ISER) | 55.769.073 | 20,08% | 53.629.528 | 21,75% | - 2.139.545 | 1,67% | | |