



Dipartimento Sostenibilità dei Sistemi Produttivi e Territoriali

Cantiere della sostenibilità

Position Paper n. 6

**Materiali e processi per una industria
manifatturiera competitiva e sostenibile**

Iscritti al tavolo

Selene Baschieri¹, Caterina Arcangeli², Antonio Molino³, Vincenzo Larocca³, Angelo Camassa⁴, Cecilia Bartoleschi⁵, Alessandro Gessi⁶, Sonia Manzo⁷, Raffaele Lamanna³, Walter Vastarella⁸, Giuseppe Barbieri², Paolo Tassini⁹, Giovanni Di Girolamo², Giuliana Ansanelli¹⁰, Roberta De Carolis¹¹, Antonio Rinaldi², Massimo Cristofaro¹², Daniele Mirabile Gattia², Francesco Buonocore², Domenico Palumbo¹³, Paolo Di Lorenzo¹³, Marco Antonini³, Antonio Salluzzo⁸, Francesca Varsano², Maurizio Coronidi¹¹, Mariangela Bellusci², Priscilla Reale², Marzia Pentimalli², Paolo Masoni¹⁴, Maria Cristina Ferrara¹⁵, Danilo Fontana¹¹, Massimiliana Pietrantonio¹¹, Stefano Pucciarmati¹¹, Simona Scalbi¹⁰, Sergio Galvagno⁹, Maria Rita Mancini², Giorgia Nadia Torelli¹¹, Elena Salernitano¹⁶, Anna Grazia Scalone¹⁵, Federica Bezzi¹⁶, Pierpaolo Iovane⁹, Flavio Caretto¹⁵, Matteo Scafè¹⁶, Monica Valli¹⁶, Silvia Scaffoni¹⁰, Luigi D'Aquino⁹, Giuseppe Magnani¹⁶, Mauro Atrigna¹⁷, Federica Burgio¹⁶, Claudio Mingazzini¹⁶, Gianni Appetecchi², Bruno Lanza⁸, Alessandro Strafella¹⁶, Selene Grilli¹⁶, Carla Minarini⁹, Antonino Coglitore¹⁶, Pasquale Morvillo⁹, Antonio Imparato⁹, Sara Cortesi, Grazia Barberio¹⁰, Maria Grazia Maglione⁹, Fabio Zaza⁸, Marco Alvisi¹⁴, Bruno Rapone², Fania Palano¹⁵, Valerio Miceli⁴, Francesca Mazzanti¹⁶, Mario Jorizzo¹⁴, Michele Penza¹⁵, Lorenzo Petrucci², Vittoria Contini², Francesca Di Benedetto¹⁵, Luciano Pilloni², Amelia Montone¹⁸, Monica Schioppa¹⁵, Antonella Tagliente¹⁵, Riccardo Miscioscia⁹, Fulvia Villani⁹, Loredana Tammaro¹⁵, Massimo Moncada², Francesco Cognini², Maria Lucia Protopapa¹⁵, Pier Luigi Porta¹⁰, Antonio Donatelli¹⁵, Alessandra Zamagni¹⁰, Saverio Mazzarelli¹⁵, Fausta Loffredo⁹, Carmela Borriello⁹, Stefania Casu¹¹, Cristiana Testa⁵, Anna Maria Laera¹⁵, Daniele Valerini¹⁵, Antonella Luciano¹⁰, Marco La Monica, Davide Mattioli¹¹, Luigi Quercia¹³, Piero Morales², Dario Della Sala¹⁸.

Gruppo di redazione

Marco Alvisi¹⁴, Flavio Caretto¹⁵, Roberta De Carolis¹¹, Sergio Galvagno⁹, Paolo Tassini⁹, Giovanni Di Girolamo², Maria Cristina Ferrara¹⁵, Danilo Fontana¹¹, Mariagrazia Maglione⁹, Valerio Miceli⁴, Claudio Mingazzini¹⁶, Daniele Mirabile Gattia², Michele Penza¹⁵, Walter Vastarella⁸

Rapporteur:

Piero Morales

Referente Dipartimento:

Dario della Sala

Affiliazioni

¹SSPT-BIOAG-BIOTEC; ²SSPT-PROMAS-MATPRO; ³SSPT-BIOAG-PROBIO; ⁴SSPT-BIOAG-SOQUAS; ⁵SSPT-TECS-BIORISC; ⁶SSPT-MET-ISPREV; ⁷SSPT-PROTER-BES; ⁸SSPT-PROTER-BIOGEO; ⁹SSPT-PROMAS-NANO; ¹⁰SSPT-USER-RISE; ¹¹SSPT-USER-R4R; ¹²IRP-FUAC; ¹³SSPT-USER-SITEC; ¹⁴SSPT-STIS; ¹⁵SSPT-PROMAS-MATAS; ¹⁶SSPT-PROMAS-TEMAF; ¹⁷DTE-FSN-FOSG; ¹⁸SSPT-PROMAS;

Parole Chiave

Produzioni sostenibili, materie prime seconde, processi ad alto consumo di energia, eco-progettazione, elettronica organica, reti di sensori, biosensori, fabbrica intelligente, "one-health", benessere globale, materiali composite, materiali composite rinforzati con fibre, materiali ceramici, tecnologie pulite, tecnologie a bassa impronta ambientale

Sommario

<i>EXECUTIVE SUMMARY</i>	104
1. <i>Introduzione</i>	105
2. <i>Quadro nazionale e internazionale</i>	106
3. <i>Competenze, infrastrutture e risorse ENEA</i>	109
4. <i>Proposta ENEA</i>	111
4.1. <i>Obiettivi generali</i>	111
4.2. <i>Linee prioritarie di intervento</i>	111
4.3. <i>Dettagli delle Linee d'intervento</i>	113
5. <i>Applicazioni al settore produttivo</i>	116
5.1. <i>Linea d'intervento a</i>	116
5.2. <i>Linea d'intervento b</i>	116
5.3. <i>Linea d'intervento c</i>	117
6. <i>Scenario di impatto ambientale, economico e sociale</i>	117
7. <i>Posizionamento ENEA nei confronti dei competitori nazionali ed internazionali</i>	118
7.1. <i>Punti di forza dell'ENEA</i>	118
7.2. <i>Punti di debolezza dell'ENEA</i>	119
8. <i>Potenziati fonti di finanziamento</i>	119

EXECUTIVE SUMMARY

Vengono qui analizzate le capacità dell'ENEA riguardo allo scenario della sostenibilità delle produzioni industriali. Per la necessità di focalizzare gli sforzi su un numero limitato di argomenti rilevanti, vengono proposte tre principali linee di ricerca: a) Processi e materiali per applicazioni avanzate; b) Produzioni basate su riciclo di scarti e riprocessamento di bio-risorse; c) Interfacce e superfici per produzioni innovative sicure e a basso consumo energetico. Alcuni altri progetti rilevanti, basati su risorse umane e strumentali più limitate, sono mirati a progettare produzioni intrinsecamente sicure e più efficienti, a proporre il raggruppamento delle competenze, alla valutazione e certificazione di impianti di produzione e relative processi.

Viene anche discussa la compatibilità della linee guida qui descritte con le direttive e le raccomandazioni sia delle Nazioni Unite che dell'Unione Europea, recepite ed espresso nei Governi Nazionale e Regionali del Paese, e con la qualità della Ricerca dell'ENEA

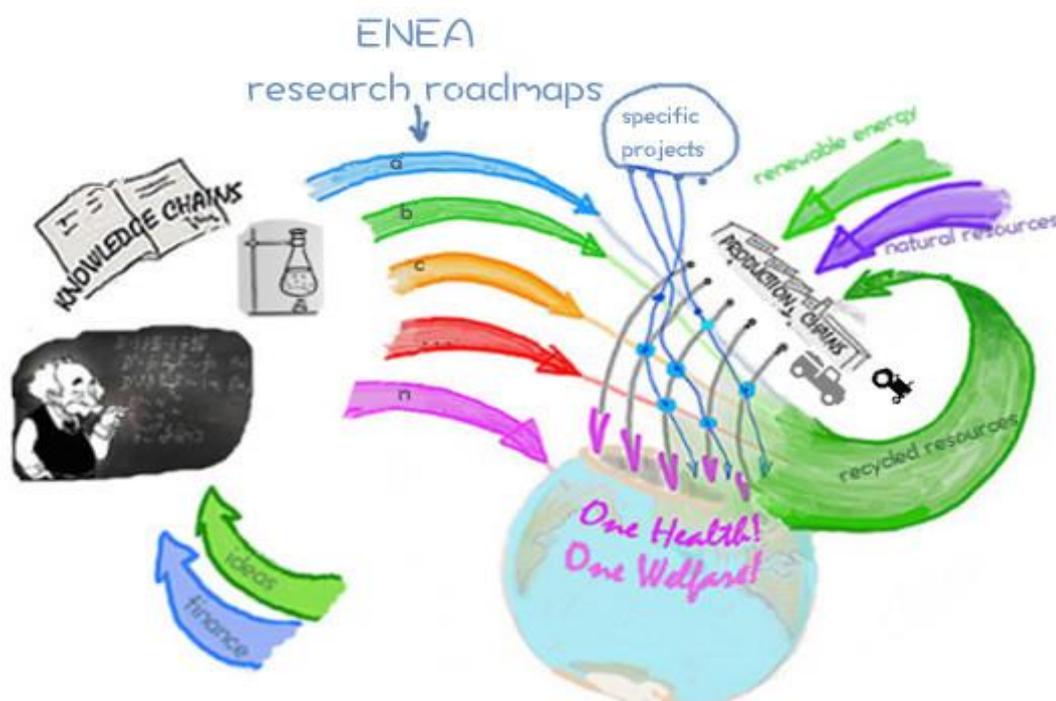
Vengono riportati anche la quantità di personale coinvolto, le infrastrutture e la strumentazione rilevanti, la qualificazione dei gruppi di Ricerca, espresse da brevetti, progetti di Ricerca competitive finanziati, dimostratori, collaborazioni nazionali ed internazionali, per fornire l'evidenza dell'esperienza e della capacità intellettuale disponibili. Anche gli elementi critici vengono analizzati.

Documenti separati descrivono, con la convenzionale struttura in Workpackages, Tasks, Deliverables, tre Progetti Integrati che corrispondono ad alcune delle Linee di ricerca descritte in questo Position Paper.

1. Introduzione

E' comunemente riconosciuta, a livello internazionale, l'esigenza di un **cambiamento dei modi produttivi e di consumo** per renderli più adeguati ad una **sostenibilità globale**, sia ambientale che sociale. L'analisi delle competenze ENEA presenti nel Dipartimento SSPT, mostra una **diffusa consapevolezza della necessità di processi produttivi competitivi dal punto di vista qualitativo ed economico**, ma al tempo stesso **praticabili dal punto di vista del benessere e della salute planetari**. I temi dell'eco-design dei prodotti (inteso come progettazione orientata al risparmio energetico e alla economicità dello smontaggio e riciclaggio a fine vita), della sostituzione di materie prime critiche, della sostituzione di solventi organici e sostanze "high concern", della sicurezza intrinseca dei prodotti, del monitoraggio di processo, dell'approccio alla produzione secondo la visione dell'economia circolare, rappresentano una crescente motivazione e l'obiettivo ultimo delle nostre unità di ricerca.

La figura seguente illustra la nostra visione, che parte dallo sviluppo e l'acquisizione delle necessarie conoscenze (knowledge chains), elabora linee guida di ricerca applicata (roadmaps), si interfaccia con le filiere produttive del Paese (production chains), persegue l'utilizzo e la valorizzazione delle risorse di recupero, per contribuire a sviluppare un pianeta più vivibile.



Questo approccio mira a rafforzare la tradizione dell'alta qualità della vita che la Comunità internazionale riconosce all'Italia, **promuovendo elevate caratteristiche qualitative e di sostenibilità nei prodotti italiani**, non solo nei classici settori dell'agroalimentare e della moda.

E' d'altronde evidente, in particolar modo per il nostro Paese, la necessità di fornire strumenti alla struttura produttiva per ottenere maggiore qualità dei prodotti a costi minori (di materie prime, di energia e di impatto ambientale), per limitare i processi fortemente energivori e dannosi e per gestire rifiuti, scarti di lavorazione e acque di processo e fognatura, non più come un costo socio-economico ma come risorse.

Una efficace innovazione passa oggi attraverso una ottima ricerca, al passo con i più elevati standard. Tuttavia, nonostante la **disponibilità di ottime competenze dell'ENEA** e la **collaborazione sistematica con una struttura formativa eccellente** a livello accademico, è indispensabile **selezionare accuratamente gli obiettivi e focalizzare le risorse**, così da disporre di una forza lavoro sovracritica sui temi di rilievo del Paese e da facilitare il recupero del divario tecnologico con i concorrenti.

Nonostante altri Paesi, che in passato hanno investito più di noi, si trovino talvolta in posizione di evidente vantaggio tecnologico, sviluppando i nostri punti di forza, in primo luogo risorse culturali e infrastrutture, avremo la possibilità di collaborare e acquisire rapidamente i loro risultati sfruttando la rete di collaborazioni nazionali e internazionali già oggi disponibile, agganciata alle idee e alla possibilità di sperimentazione e realizzazioni offerta dall'ENEA.

Le competenze che si raccolgono attorno al presente Position Paper esibiscono un **ampio portafoglio progettuale**, con **valide infrastrutture** e la possibilità di ospitare per la sperimentazione o per la validazione, le imprese produttive con gli eventuali impianti su scala dimostrativa e pilota; e infine una **numerosa forza lavoro intellettuale**. Non sono così numerosi, nemmeno fuori del nostro Paese, Centri di ricerca come quelli dell'ENEA, multidisciplinari e in grado di affrontare queste sperimentazioni. Verranno quindi utilizzati al meglio e inseriti più efficacemente nel sistema produttivo, sia nella parte a monte, di ricerca a lungo termine, che in quella più a valle di supporto al prodotto a breve termine.

2. Quadro nazionale e internazionale



Figura 12 - Obiettivi prioritari delle Nazioni Unite

Tutti gli obiettivi di sviluppo dell'industria e dei suoi prodotti non possono che inquadrarsi nell'approccio dello sviluppo sostenibile, che sono espressi nella tabella degli obiettivi prioritari delle Nazioni Unite (**Figura 12**). Per quanto attiene al tema trattato nel presente documento sottolineiamo, nell'ordine, i temi della Salute e Benessere, dell'Acqua incontaminata come materia prima prioritaria, della Crescita Economica in condizioni di lavoro soddisfacenti, della necessità di Lavoro, Innovazione e Infrastrutture, di Produzioni e Consumi Responsabili. Temi analoghi sono trattati anche in ambito europeo, all'interno delle

specificazioni della maggior parte delle Partnership Pubblico-Private (PPP) finanziate dalla Commissione Europea e via via negli ambiti più specifici delle indicazioni nazionali e regionali, fino a quello del più generalista degli Enti di ricerca italiani, il CNR. Analizziamo in particolare la PPP “Factories of the future ” (FoF) della UE, riassunte nella seguente Tabella.

Temi della PPP “FACTORIES OF THE FUTURE”	Competenze disponibili in ENEA	Altri obiettivi raggiungibili in futuro
Sustainable Manufacturing		
1. Environmental Friendliness 2. Economic Growth 3. Social well-being		High efficiency for “0”emissions Alternative to energy intensive processes Improved use of renewables Environment neutral materials
ICT Intelligent Manufacturing		
1. Smart Factory 2. Virtual factory 3. Digital Factory	Laser based applications	
High Performance Manufacturing		
1. Adaptive equipment for reconfiguration 2. Micro-Manufacture machines 3. Tools for production planning + reconfiguration 4. “0” defect production	Durable high performance components Tooling materials	Rapid micro-manufacturing technology 3D microparts production Microfactory for MEMS Quality monitoring
Exploiting New Materials Through Manufacturing		
1. Net shape manufacturing for advan. funct. materials 2. Materials functionality via manufacturing processes 3. Strategies for renovation and repair 4. Product design using sustainable processing technologies	Engineered metallics+composites Roll to roll large area OLEDs, smart textiles, organic PV etc. Manufacturing for flexibles	Complete chains for nanocomponents fabrication Upscaled systems for fabrication of fiber based products

Tra i suoi temi si nota una prevalenza di tematiche legate all'acquisizione di concetti organizzativi e produttivi rispetto a quelle relative a specifici obiettivi tecnologici quali materiali o dispositivi, che pur continuano ad avere un ruolo importante: quasi un invito a studiare una più sostenibile organizzazione delle attività produttive prima ancora di investigare nuovi e più avanzati prodotti. Dai temi della “organizzazione delle produzioni”, così come dei “macchinari per la produzione”, ENEA è più lontana, ma è in grado di **offrire competenze già ora** per soddisfare alcune esigenze espresse da FoF; ed **altri obiettivi sono raggiungibili negli anni futuri** come frutto di una accurata programmazione.

Documenti Internazionali e Nazionali relativi a strategie per l'Industria Sostenibile			
Anno	Titolo del documento	Collegamento internet	Autore
2015	Roadmap per la Ricerca e l'Innovazione	https://goo.gl/FUqZvh	Associazione Cluster Fabbrica Intelligente
2015	Impact of the SPIRE Public-Private Partnership	https://goo.gl/Kzfpif	Commissione Europea
2015	L'anello mancante: piano d'azione dell'Unione Europea per l'economia circolare	https://goo.gl/7uymKn	Commissione Europea COM (2015) 614
2015	Rapporto sulla competitività dei settori produttivi	https://goo.gl/YDV8Cc	Istit. Centrale Statistica
2013	Composite Recycling Made Easy (brochure)	https://goo.gl/8gDXNv	Eu CIA
2014	THINK, ACT, Beyond Mainstream - Industry 4.0	https://goo.gl/ugGdqw	Roland Berger Consultants
2015	Sustainable Nuclear and Renewable Convergence Strategy and Roadmap 2015-2019	https://goo.gl/SvNYsS	KIC Innoenergy
2015	Next generation manufacturing, Manufacturing 2030	https://goo.gl/XE4Wrj	E.Westkaemper, Manufature, EU
2014	Photonics driving economic growth of Europe - Multi-annual strategic Roadmap 2014-2020	https://goo.gl/sWr9Qd	European Strategic Platform Photonics 21
2013	Verso un uso più efficiente delle risorse Italia	https://goo.gl/X6mEQc	Confindustria
2012	Multi-annual Roadmap Factory of the Future	https://goo.gl/6YIWUC	EFFRA
2012	Filiere Produttive e Territori - Prime analisi	https://goo.gl/rEx6Xm	Minis. Svil. Economico
2012	Manufacturing the Future: the next era of growth and innovation	https://goo.gl/6rJxeW	McKinsey
2010	Strategic multi-annual Roadmap - Factories of the Future	https://goo.gl/qP6lkl	Commissione Europea

Riportiamo nella Tabella precedente una selezione non esaustiva di documenti Nazionali e Internazionali che permetteranno al lettore di acquisire un quadro complessivo delle linee guida in cui l'azione dell'ENEA si inserisce. Senza entrare nell'analisi di questi numerosi documenti, abbiamo estratto da essi in questa sede una serie di importanti orientamenti e parole-chiave, da mantenere come prioritari nella programmazione delle azioni dell'ENEA, riportati in colore nella casella qui accanto.

Tra gli argomenti che più riguardano la "traiettorie" dell'Industria Sostenibile, citiamo quelli delle produzioni a misura del cliente, del recupero e del riciclo e dell'eco-design.



3. Competenze, infrastrutture e risorse ENEA

Sulla tematica della sostenibilità produttiva in ENEA convergono più anime: una di esse dispone di competenze e strumentazioni relative ai **materiali strutturali** monofasici o compositi, tradizionalmente applicati al settore dei trasporti, cantieristica, produzione e recupero di energia, industria manifatturiera, meccanica e costruzioni; vi è poi un'anima legata a processi elettrochimici per **la conversione e lo stoccaggio di energia**, con forti punti di contatto con la competenza sui materiali, in particolare per quanto riguarda la ingegnerizzazione e la caratterizzazione, sia morfologico-strutturale che chimico-funzionale, delle superfici; ve ne è una che origina dalle forti competenze di **elettronica organica**¹²⁶, e in particolare di **dispositivi su polimeri**, e dei processi di fabbricazione tipici di quel settore; una ulteriore anima è quella che tradizionalmente sviluppa ed implementa processi e tecnologie integrate per il **riutilizzo, il riciclaggio e il recupero di materie prime secondarie** da prodotti a fine vita, rifiuti e scarti industriali. Vi afferiscono infine ricercatori esperti di scienze biologiche e di materia soffice, con forti competenze di biologia cellulare e molecolare, di microbiologia e di agronomia. Queste diversificate competenze si associano su tematiche comuni di sviluppo, coerentemente con la forte presenza, in Italia, delle industrie farmaceutica, biotecnologica e agroalimentare. La **forte interdisciplinarietà**, che origina nel nostro Ente dallo sviluppo dell'energia nucleare in tutti i suoi diversi aspetti, permette di allargare lo spettro delle filiere produttive a cui i ricercatori che afferiscono alla tematica "Industria Sostenibile" possono dare un contributo.

In particolare il personale ENEA ha contribuito alla definizione delle competenze e delle possibili traiettorie progettuali del presente Position Paper, con **32 schede progettuali**. La Tabella seguente mostra le **connessioni tra le diverse tematiche di ricerca** affrontate dal Dipartimento SSPT (descritte nelle 32 schede) e strutturate in tre linee di intervento sperimentale e una di progettazione e qualificazione, e **le filiere produttive** così come elencate dall'ISTAT. I quattro colori indicano le aree di intervento individuate, mentre le tonalità di colore rappresentano tre livelli di "Technology Readiness", i toni più scuri esprimendo le possibilità di intervento più immediate. E' quindi immediato per il lettore comprendere ove ENEA sia pronta

¹²⁶ Adottiamo la traduzione del termine corrente in Europa "organic electronics", con la relativa accezione: al suo interno si collocano tutti i dispositivi basati su semiconduttori organici e polimerici e quindi, come celle solari, display, sorgenti di luce, microcircuiti, sensori. I dispositivi della elettronica organica sono anche stampabili, su vetro, carta, plastica.

ad agire “hic et nunc” in virtù di competenze articolate, e ove possa espandere le proprie competenze. Si nota come i colori scuri siano prevalentemente presenti per le prime due Linee e su ben definite filiere produttive (costruzioni, aeronautica, trasporti), mentre la terza Linea è più orientata alle strategie del futuro. La quarta Linea consiste in generale di competenze di progettazione e servizi.

Un elemento di vantaggio per l'ENEA è anche rappresentato dalle **infrastrutture e attrezzature** disponibili nei vari Centri dell'ENEA. In breve, i Centri del Sud in particolare sono in grado di affrontare tematiche all'avanguardia nel settore dei **materiali, processi e prodotti** dell'industria "manifatturiera", mentre il Centro della Casaccia e quello di Trisaia sono particolarmente ben equipaggiati per le infrastrutture di **ricerca medica e biologica** e di **caratterizzazione strutturale e micro-strutturale** (alcune delle quali uniche in Italia, come tavole sismiche, shakers etc.) oltre a possedere diverse avanzate strumentazioni di **sintesi e caratterizzazione** (spettroscopica, meccanica e morfologica) e **impianti di riciclo**; il Laboratorio di Faenza si caratterizza per gli impianti in scala pilota per lo **sviluppo di componenti** e relativi materiali, e per le strumentazioni di eccellenza per la **caratterizzazione termomeccanica**. Tra le tante infrastrutture dell'offerta ENEA, molto rilevante è quella di **calcolo parallelo**, che rappresenta un nostro indubbio punto di forza e che verrà utilizzata appieno nelle varie Linee di intervento.

LINEA DI INTERVENTO	COMPETENZE E CAPACITA'	AGRIFOOD	COSTRUZIONI	DIFES & AERONAUTICA	ICT	MECCANICA	MEDIATICO & AUDIOVISIVO	SANITA'	SISTEMA CASA	SISTEMA MODA	TURISMO BENI CULTURALI	ENERGIA	CHIMICA	METALLURGIA E SIDERURGIA	MEZZI DI TRASPORTO	PACKAGING
PROCESSI E MATERIALI PER ALTE PRESTAZIONI	CERAMICI PER PRODOTTI SOSTENIBILI															
	CERAMICI X ALTA TEMPERATURA															
	RIVESTIMENTI CERAMICI PER PROCESSI SOSTENIBILI															
	CERAMICI MONOLITICI PER PROCESSI INDUSTRIALI EFFICIENTI															
	COMPOSITI X EFFICIENZA ENERGETICA															
	PACKAGING ALIMENTARE FUNZIONALE															
	COMPOSITI POLIMERICI PER SETTORE TRASPORTI															
	NANOMATERIALI PER L'ENERGIA															
	MATERIALI E DISPOSITIVI PER ENERGIA SOSTENIBILE															
	INNOVAZIONE SOSTENIBILE DEI PROCESSI INDUSTRIALI															
MATERIALI REDOX ATTIVI PER L'ENERGIA																
MATERIE PRIME-SECONDE, RISORSE DA RICICLO E BIO-RISORSE	FIBRE INORGANICHE DA COMPOSITI A FINE VITA															
	FIBRE NATURALI PER ECONOMIA VERDE															
	MATERIALI RESILIENTI															
	CERAMICI DA PRODOTTI A FINE VITA E BIOMASSA															
	RECUPERO E RIUTILIZZO DELL'ACQUA															
INTERFACCE, SUPERFICI E DISPOSITIVI ATTINENTI A NUOVI PARADIGMI COSTRUTTIVI	NANOMATERIALI E TECNOLOGIE ABILITANTI															
	AUTOASSEMBLAGGIO BIO-INORGANICO															
	NUOVE TECNOLOGIE DI PROCESSO PER L'ELETTRONICA FLESSIBILE															
	DIODI EMETTITORI ORGANICI PER UNA ILLUMINAZIONE MIGLIORE															
	SENSORI MULTIPARAMETRICI PER CONTROLLO DI PROCESSO															
	RETI DI SENSORI PER PROCESSI E AMBIENTE															
Progettazione e certificazione di processi produttivi sicuri e sostenibili	SICUREZZA INTRINSECA DELLE NANOTECNOLOGIE															
	NODO DI COMPETENZA PER RIUSO, RACCOLTA, RICICLO E RECUPERO															
	VAUTAZIONE D'IMPATTO DELLE ENERGIE RINNOVABILI															
	CERTIFICAZIONE AMBIENTALE D'IMPRESA															
	PROGETTAZIONE DI MATERIALI ECO-SOSTENIBILI															

4. Proposta ENEA

4.1. Obiettivi generali

- *Progettare processi produttivi sostenibili mediante tecnologie di recupero e riciclo di materie prime; sostituire materiali e fibre polimeriche con materiali e fibre di natura biologica e con materiali e fibre di recupero;*
- *Progettare e sperimentare materiali e componentistica durevoli anche in ambienti difficili o estremi, compresi quelli rivolti all'uso e allo stoccaggio di energia;*
- *Progettare e sperimentare prodotti basati su ceramici e compositi sia per applicazioni tecnologiche di alto livello che per utilizzi diversi ma di largo consumo;*
- *Contribuire alla ottimizzazione dei processi produttivi sperimentati mediante approcci chemiometrici, analisi multivariate e sviluppo di modelli predittivi semi-empirici.*
- *Mantenere e sviluppare una ricerca avanzata di tipo strategico nei settori della sensoristica e di nuove metodologie costruttive basate sull'interfaccia bio-inorganica e sul "selfassembly" supramolecolare; l'obiettivo è il superamento delle costose tecnologie di fabbricazione ad approccio "top-down", e un forte contributo alla ricerca e alla terapia medica.*

4.2. Linee prioritarie di intervento

Come accennato, per raggiungere tali obiettivi, le competenze ENEA vengono focalizzate, sviluppate e messe a disposizione del sistema Paese concentrandole su **tre linee d'intervento**, che contribuiranno al rafforzamento del sistema produttivo italiano su un incisivo ventaglio di possibilità applicative. Le linee di intervento individuate sono:

- processi competitivi e sostenibili per la realizzazione di materiali e prodotti innovativi, durevoli e ad alte prestazioni, cioè altamente performanti anche in condizioni estreme di temperatura, stress, pH, etc.;
- processi produttivi basati su materie prime-secondarie, risorse di recupero e bio-risorse;
- ingegnerizzazione di interfacce, superfici e dispositivi rivolti a nuovi paradigmi costruttivi a basso impatto energetico-ambientale.

Per le tre linee è stata effettuata anche una indagine sulla dimensione delle competenze (vedi tabella seguente ¹²⁷):

	Linea a	Linea b	Linea c
Numero esperti ENEA con specifiche competenze	87	72	67
Laboratori e infrastrutture rilevanti	11	17	2
Dimostratori realizzati	12	10	5
Brevetti recenti	10	9	8
Numero di partner privati (incl. industrie)	23	15	28

¹²⁷ I dati analitici da cui derivano i numeri riportati in Tabella sono disponibili su richiesta

Altre linee di intervento, rispondenti alle direttive Europee, Nazionali e Regionali, e che coinvolgono un limitato impegno di risorse, riguardano:

1. la gestione e certificazione ambientale per la Revisione Ambientale d'Impresa e la Spending Review Ambientale ;
2. la valutazione di impatto ambientale per gli impianti di produzione di energia eolica, solare, da biomasse, idroelettrica;
3. la creazione di un nodo di competenza normativa e sperimentale che sia di riferimento per il riciclo e riuso
4. la creazione di un gruppo di lavoro sinergico per la individuazione di nuove disponibilità di materiali, e di un Centro di Studio sui Materiali per l'Energia
5. la creazione di una struttura di progettazione di materiali nanostrutturati intrinsecamente sicuri, di alta qualità e dalle interazioni prevedibili, anche mediante l'utilizzo dei fondamenti del "Quality by Design" a garanzia della sostenibilità dei processi produttivi.

Analizziamo nel seguito le tre linee (a, b, c), che rappresentano una razionalizzazione dell'incrocio tra le capacità del Dipartimento e le filiere produttive, alla luce delle linee guida ricavate dai citati documenti. Il seguente schema illustra i concetti della offerta ENEA.



Figura 13 – Schema dell'offerta ENEA

Assieme a capacità ad alto TRL o prossime al trasferimento all'industria produttiva, si vuole perseguire anche un impatto strategico più a lungo termine per la fabbrica intelligente (interfaccia uomo-macchina, sensoristica avanzata, selfassembly supramolecolare, elettronica flessibile e illuminazione organica) in cui è prevalente l'attività di ricerca di base e sulle quali si ricerca comunque il diretto coinvolgimento di imprese, consorzi e Istituti privati utilizzando le forti infrastrutture dell'ENEA.

4.3. Dettagli delle Linee d'intervento

- a) Processi competitivi e sostenibili per la realizzazione di materiali, superfici e prodotti innovativi ad alte prestazioni, cioè altamente performanti anche in condizioni estreme di temperatura, stress, pH etc.

*Il nostro scopo: 1) Fornire elementi tecnologici di **promozione delle imprese operanti nei settori automotive, aeronautico, trasporti, energia**; 2) **risparmio di energia e di materie prime** mediante lo sviluppo di materiali (leghe, ceramici, compositi) idonei alla **durabilità e affidabilità**, e all'uso ad alte temperature (miglioramento dei rendimenti termodinamici, coibentazioni), in condizioni estreme di pH, di stress meccanico, di attriti.*

Questa linea di attività, basata sulla lunga esperienza ENEA nell'**ingegneria dei materiali**, attiene alla realizzazione di componentistica specifica di alta qualità, idonea a prestazioni elevate in ambienti difficili (alte temperature, alte velocità di rotazione, aggressivi chimici, elevati sforzi o attriti meccanici...), studiando a questo scopo sia **materiali puramente ceramici che materiali compositi**, per i quali ENEA dispone di impianti unici a livello nazionale. Lo scopo è ottenere più elevate prestazioni con maggior leggerezza, processi produttivi "eco-designed" per una più efficiente riciclabilità, che usino minori risorse materiali e energetiche, e **componentistica più duratura e con minori attriti**. Lo sviluppo dei nuovi processi e semilavorati (con polimeri preceramici, o "Prepreg Preceramici" per pirolisi) tiene sempre conto delle facilities già presenti negli impianti industriali, e delle forme/numerosità dei componenti da realizzare. ENEA dispone anche di una serie di facilities per la **prototipazione rapida**, la **produzione di stampi e componenti**, e per la successiva applicazione di **rivestimenti**; e di impianti utilizzabili per la produzione di **dimostratori in scala reale**, su cui effettuare una qualificazione meccanica, termomeccanica e funzionale (es: antirumore, coibentazione, barriera termica, alleggerimento strutturale), oltre alle prove di invecchiamento accelerato (gelo disgelo, nebbia salina, ecc). Vengono anche effettuati studi di Life Cycle Assessment: nel caso del composito a matrice ceramica, le applicazioni a fine vita sono quelle legate al settore dell'edilizia (rinforzo dei cementi, malte e semilavorati).

Se l'alleggerimento strutturale è quello che sta orientando maggiormente il **settore automotive e trasporti** in genere ai materiali compositi a matrice polimerica (PMC), ciò che invece orienta ai compositi a matrice ceramica (CMC) è la contemporanea resistenza alla temperatura ed al fuoco, eventualmente combinata a coibentazione termica ed acustica, esigenze più sentite nel settore navale, ferroviario ed aeronautico. I compositi ceramici rinforzati con fibre di carburo di silicio o di carbonio, hanno elevate prestazioni in termini di proprietà meccaniche e termiche e vengono sviluppati per **applicazioni nei settori aeronautico, aerospaziale e nucleare**. Per il settore manifatturiero siamo in grado di ingegnerizzare fibrorinforzati di basso costo (non superiore a quello dei PMC), anche sfruttando fibra di carbonio o basalto di recupero, che puntano a temperature più basse, da 400 a 1200°C (**paracalore, componenti termostrutturali, tubi di scarico, pannelli coibenti resistenti al fuoco**, e in generale tecnologie per risparmiare energia ed aumentare i livelli di sicurezza anche nel settore delle industrie fortemente energivore).

Altre applicazioni tecnologiche spaziano dai **componenti strutturali leggeri**, alla **utensileria** meccanica da taglio, foratura, fresatura, rettifica etc., ai **rivestimenti anti-usura, anticorrosione e antiriflesso**. Si affronta anche la sperimentazione su materiali ad elevatissime superfici specifiche (>1000 mq/g) idonei per catalisi o immagazzinamento sicuro di sostanze ed elementi allo stato gassoso (H₂, CH₄...) o per reazioni chimiche di superficie idonee all'utilizzo energetico e sensoristico. Vengono infine studiate le problematiche relative alle leghe metalliche di alta qualità e leggerezza, e alle **tecnologie di giunzione** di questi manufatti, per

applicazioni nel settore aeronautico, navale e dei trasporti in genere, sempre con lo scopo di fornire un prodotto che implichi minori consumi di risorse.

b) Processi di produzione basati su materie prime-seconde, risorse di recupero e bio-risorse

*Il nostro scopo: 1) Contribuire al rafforzamento di una economia circolare basata sul **recupero di materia prima** da prodotti e materiali a fine vita, da scarti di lavorazione e da reflui; 2) sperimentare e validare nuovi processi manifatturieri ove è possibile **sostituire i polimeri di sintesi con fibre organiche** di origine naturale o di recupero.*

Questa seconda linea di intervento contribuisce alla salvaguardia e risparmio delle risorse naturali mediante un uso più razionale dei materiali a fine vita. L'approccio dell'ENEA pone l'accento sul recupero di materia da scarti di produzione o da prodotti a fine vita e sul loro riutilizzo, come materie prime seconde, all'interno dei processi produttivi. Parte importante della attività è rivolta all'utilizzo di materiali naturali, biocompatibili e riciclabili. L'ENEA vanta una lunga tradizione in questo settore ed una comprovata esperienza testimoniata da numerosi brevetti depositati e dimostratori in scala pilota e/o industriale sviluppati.

Particolare rilievo occupa la ricerca svolta sulle fibre innovative, da destinarsi ai tessuti tecnici, elementi ad alto contenuto tecnologico che stanno assumendo una connotazione sempre più ampia sul mercato. ENEA ha infatti sviluppato processi innovativi per la **produzione di fibre di basalto**, al fine di ridurre il costo e permettere a questa fibra naturale una maggiore diffusione sul mercato; e processi di produzione di **fibre tecniche ottenute da ceneri leggere**, provenienti da centrali termoelettriche. Esempio di successo industriale è il processo per il **recupero di fibre di carbonio da materiali compositi a fine vita**, e metodi per la produzione di feltri e filati che contribuiscono alla loro reintroduzione sul mercato. I processi di recupero di queste fibre hanno un costo energetico pari al 5 - 10% del costo della fibra di carbonio vergine e il prezzo della fibra di recupero, che mantiene in larghissima misura le proprietà meccaniche della fibra di partenza, è ridotto al 40% - 50%. La ricerca è tuttora in corso per sviluppare nuovi processi di recupero a costi minori, sia in termini economici che ambientali.

L'esigenza sempre maggiore di gestire i flussi dei prodotti a fine vita in modo sostenibile ha spinto la ricerca verso orizzonti che, superando il concetto della temovalorizzazione, mirano alla loro trasformazione in prodotti ad alto valore aggiunto. Su questa linea è stato sviluppato un processo di produzione di **carburo di silicio di alta qualità da pneumatici a fine vita**. Il SiC prodotto è stato collaudato con ottimi risultati nella preparazione di manufatti sinterizzati; il valore di mercato per la polvere è stimato per analogia con i prodotti commerciali $\geq 40\text{€/kg}$. Accanto a questa linea tuttora in corso di sviluppo, ENEA mira anche ad altre applicazioni, sia per la produzione di altri ceramici, sia per nuovi campi di utilizzo: ad esempio, sono oggetto di ricerca i compositi a matrice plastica rinforzati con nanoparticelle, o l'impiego delle polveri ceramiche di recupero nei dispositivi elettronici.

La linea di intervento proposta include anche il **recupero e l'utilizzo di biomateriali**, in particolare di fibre vegetali e biopolimeri adatte all'utilizzo in biocompositi termo-isolanti e isolanti acustici. Va notato che la coltivazione di fibre vegetali ha in molti casi l'ulteriore ricaduta positiva dell'utilizzo e della riqualificazione di terreni aridi, incolti, o inquinati, non utilizzabili per l'agricoltura a scopo alimentare. Queste capacità sono sviluppate in stretta sinergia con le competenze agronomiche e biotecnologiche dell'ENEA. Afferenti a questa tematica, accanto al trattamento dei flussi solidi di materiali, sono anche i processi di **trattamento dei reflui di processo**, che perseguono il duplice obiettivo del recupero di materiali di valore e la gestione

della risorsa idrica. In questo ambito sono significative le esperienze sul trattamento delle acque di processo, con la relativa estrazione e produzione di sostanze utili da diversi settori industriali, quali **ulivicoltura e lattiero-caseario**. Il recupero delle acque e delle biomasse, oggetto di progettualità all'interno di altre tematiche del Dipartimento, viene affrontato anche all'interno di altri Progetti Integrati.

c) Ingegnerizzazione di interfacce, superfici e dispositivi rivolti a nuovi paradigmi costruttivi a basso impatto energetico-ambientale.

*Il nostro scopo: Sperimentare e validare **tecnologie interamente nuove**, che **abbattono i costi energetici di produzione dei dispositivi tecnologici integrati**, che siano **intrinsecamente prive di fasi di smaltimento** e che permettano un **monitoraggio integrale e ultrasensibile** sia nei processi produttivi che in ambito medico-sanitario.*

Si affronta qui la sfida di **nuovi modi di costruire dispositivi** efficienti, sicuri e con trascurabile consumo energetico e di materia prima se non quella abbondantissima del carbonio. E' quindi una sfida a più lungo termine, in cui la **componente di ricerca di base è centrale**, pur non mancando ricadute e applicazioni a breve termine nei settori della sensoristica, della medicina, della strumentazione e delle lavorazioni delle superfici. L'elemento caratterizzante è l'**interfaccia tra materiali di tipo diverso (e in particolar modo bio-inorganici)**, interfaccia che utilizza basse energie per l'assemblaggio delle componenti.

Su opportune superfici è possibile far reagire componenti gassose con componenti a stato solido, oppure singole molecole in soluzione con complessi biomolecolari, per realizzare sensori idonei alla rivelazione di inquinanti atmosferici o di pesticidi; sulle stesse interazioni di polarizzazione si basa l'autoassemblaggio di complessi supramolecolari a base di DNA, proteine e polimeri conduttori che si montano con precisione molecolare semplicemente in virtù di un attento disegno delle sequenze di nucleotidi. Su altre superfici e interfacce è possibile applicare strati di materiali (piccole molecole o soluzioni) spessi poche decine di nanometri, talora anche con metodi di stampa.

L'autoassemblaggio bio-inorganico consentirà di superare i principali attuali ostacoli alla realizzazione di sistemi elettronico-molecolari e l'avvio di un **sistema produttivo privo dell'impressionante consumo energetico proprio della fabbricazione dei circuiti integrati** (la produzione di un computer della massa di 1 kg costa, energeticamente, più di un'automobile di 1000 kg) ed **esente dai problemi di smontaggio, smaltimento e recupero** dei dispositivi elettronici. Si tratta quindi di uno dei migliori esempi di "lean technology", cioè una tecnologia intrinsecamente priva di rifiuti di processo e di prodotto, che è tuttora nella fase di ricerca fondamentale ma che vede in questi anni un incremento esponenziale delle pubblicazioni tecnico-scientifiche e dei programmi di ricerca.

Lo sviluppo di alcune tecnologie inquadrato nella Linea (c), ad esempio la sensoristica, anche basata su alcuni principi "biomimetici", l'elettronica organica flessibile, e le straordinarie sorgenti di luce costituite dai diodi emettitori organici, hanno prospettive di utilizzo più immediate, nelle quali l'ENEA ha un ruolo; vogliamo quindi perseguire con la massima energia una ricerca che produrrà la tecnologia del futuro. Ulteriori elementi di sinergia sono rappresentati dalla componente più tradizionalmente tecnologica di interfacciamento del dispositivo con sofisticati sistemi di rivelazione e di elaborazione dei dati, e dalla possibilità di realizzare, con le stesse modalità di autoassemblaggio, **nanosensori e vettori di farmaci** a rilascio controllato, **sistemi protesici** di interfacciamento neuronale, rivestimenti ingegnerizzati per la biocompatibilità di **protesi ortopediche**.

Lo sviluppo delle tre Linee di intervento qui descritte si basa sulla maturazione e il consolidamento progressivo di conoscenze che hanno radici profonde nel tessuto scientifico e tecnologico dell'ENEA. Esse si rivolgono al mercato della ricerca più prossimo e meglio identificabile a breve termine, ma anche a una progettualità più esplorativa nelle ricerca dei collegamenti interni ed esterni all'ENEA, più orientata agli obiettivi a lungo termine, più ambiziosa nelle individuazione dei percorsi di finanziamento, illustrata nei Progetti Integrati allegati al presente Position Paper. Questi si innervano comunque sulle Linee di Intervento, abbracciando tuttavia in maniera ancora più estesa le tematiche di questo Position Paper; e si rivolgono quindi ad una platea che non è ristretta solo al naturale end-user industriale.

5. Applicazioni al settore produttivo

5.1. Linea d'intervento a

Questa linea di intervento è contraddistinta dai maggiori valori di TRL che contraddistinguono le specifiche attività dell'ENEA e dalla maggiore taglia degli operatori industriali, pertanto le applicazioni molto pragmaticamente devono innestarsi su filiere produttive più consolidate. Le principali applicazioni sono:

- Processi e prodotti ad alta durabilità e a basso attrito, per condizioni estreme di temperatura, pressione, stress, vibrazioni, pH, attrito...
- Compositi fibrorinforzati per applicazione nei settori trasporti e costruzioni (alleggerimento, coibentazione, antifuoco)
- Nuove metodologie di taglio, saldatura e giunzione inter-materiale.
- Prodotti e processi eco-sostenibili per lo stoccaggio e la conversione di energia chimica in energia elettrica
- Prodotti e processi eco-sostenibili per lo stoccaggio di combustibili

5.2. Linea d'intervento b

In questo caso la controparte industriale delle ricerche dell'ENEA è in fase ancora evolutiva, poiché deve esplorare i nuovi paradigmi del recupero, delle materie prime seconde e di quelle alternative alle attuali. Le principali applicazioni sono:

- Processi di recupero di materie prime da scarti, prodotti usurati e acque reflue di processo.
- Fabbricazione di isolanti termoacustici, di pannelli in PMC, di feltri e di filati in fibre naturali e di recupero.
- Estrazione di materie prime naturali da reflui industriali (es. produzione biopolimeri)
- Recupero e riqualificazione di terreni abbandonati e inquinati per la coltivazione di fibre vegetali e di coloranti naturali per l'industria tessile.
- Prodotti per l'industria edile, dei trasporti, tessile e biomedicale

5.3. Linea d'intervento c

Questa è la Linea di intervento più esplorativa, che si propone di anticipare le necessità di un prossimo futuro, ed è applicata in particolare a:

- Sviluppo di tecnologie di autoassemblaggio biomimetico a costo energetico trascurabile per nanodispositivi, sensori ed elettronica organico-molecolare.
- Ingegnerizzazione di interfacce e superfici per sensoristica ad altissima sensibilità e per protesica neuronale e ortopedica.
- Ingegnerizzazione di reti di sensori interconnessi
- Applicazioni della tecnologia OLED e della elettronica flessibile a soluzioni personalizzate per l'illuminazione e per la elaborazione e trasduzione di segnali.

6. Scenario di impatto ambientale, economico e sociale

A breve termine:

- Risparmio di energia e materia prima attraverso componentistica di alta qualità e durabilità.
- Sostenibilità delle fabbricazioni in ottica eco-design, alto valore aggiunto per l'offerta di una migliore qualità della vita
- Nuove materie prime e nuovi prodotti da materiali di riciclo, che generino una associata economia circolare
- Riduzione dell'impiego di carbonio fossile nelle sintesi chimiche di materiali polimerici, in favore dell'impiego di carbonio proveniente da materiali biologici o di riciclo di prodotti a fine vita.
- Miglioramento dei parametri di processo e della sicurezza sociale attraverso una sensoristica diffusa e ultrasensibile

A medio-lungo termine:

- Componentistica di elevata qualità, affidabilità, durabilità e riciclabilità per applicazioni a misura del cliente, per ambienti estremi;
- Uso dei processi di autoassemblaggio (self-assembly) biomimetici (in particolare DNA) per la costruzione di nano-dispositivi economici e privi di impatto e necessità di riciclaggio. Trascurabile energia di fabbricazione e di utilizzo attraverso lo sviluppo di elettronica molecolare;
- Fortissima riduzione dell'energia luminosa in applicazioni di nicchia, con l'uso di diodi organici emettitori e di elettronica flessibile, miglioramento delle condizioni di lavoro;
- Sviluppo di una nuova categoria di imprese basate sull'uso di sorgenti luminose ultrasottili e flessibili in ambiti diversi
- Forti contributi tecnologici alla medicina, alla chirurgia e alla protesica

7. Posizionamento ENEA nei confronti dei competitori nazionali ed internazionali

Le molte attività di innovazione tecnologica dell'Agenda, in funzione delle reiterate riduzioni del Contributo Ordinario dello Stato al bilancio annuale, si sono spesso trovate in una difficile competizione con analoghe ricerche portate avanti da Istituzioni come CNR, INFN e più recentemente IIT, meglio dotate finanziariamente, seppure in taluni casi carenti di una consolidata struttura e di personale proprio. Una larga parte dell'ENEA ha quindi impegnato energie, preparazione tecnica e residue dotazioni strumentali e infrastrutturali in una necessariamente sempre maggiore collaborazione con gruppi di ricerca esterni all'Ente. Questo in molti casi ha creato un rapporto di tipo collaborativo più che competitivo con altri Enti, Istituzioni e Accademie, sia in Italia che all'estero, incrementando il patrimonio culturale e tecnologico dell'Agenda. Un'altra parte del patrimonio dell'ENEA risiede nelle sue ragguardevoli infrastrutture e strumentazioni sperimentali, che permettono di offrire un valido contributo ai partner di ricerca. Le dimensioni, le infrastrutture e la multidisciplinarietà dei Centri di Ricerca ENEA hanno pochi rivali in Italia.

Nel settore della sostenibilità delle produzioni l'ENEA ha inoltre al suo attivo:

- La partecipazione a piattaforme e reti nazionali ed internazionali: ECOAP14, G7 Alliance for resource efficiency, EIP Raw Materials (ECDG GROWTH), WSSTP, GMI, WATER JPI, SPIRE, European Industrial Symbiosis Association (EURISA), Fabbrica del Futuro, EFFRA, KIC Raw Materials, Climate KIC, JPI Urban Europe, Cluster Tecnologico Fabbrica Intelligente, Piattaforma di Simbiosi Industriale, Stati Generali della Green Economy, Rinascimento della Manifattura Bolognese, Cluster Tecnologico Chimica Verde e Cluster Tecnologico CTNA. ENEA è anche membro associato del Bio-Based Industries Consortium, BIC).
- Lo sviluppo di brevetti nei settori di: recupero di metalli critici e preziosi; processi e tecnologie per il trattamento ed il recupero di materie prime da acque reflue e di processo; recupero di fibra di carbonio e suo riprocessamento in feltri e filati; recupero di pneumatici a fine vita per la produzione di carburo di silicio; rivestimento protettivo per componenti realizzati in superlega, Processi a Membrana e Fluidi supercritici per separazione componenti chimiche e valorizzazione scarti e reflui.

7.1. Punti di forza dell'ENEA

Nella competizione-collaborazione con altri operatori di ricerca nazionali ed internazionali, l'Agenda può sfruttare alcuni indubbi elementi di vantaggio, come:

- Ruolo specifico di Ente deputato alla sostenibilità
- Storico interfacciamento con le imprese
- Disponibilità di Centri di Ricerca su tutto il territorio nazionale
- Disponibilità di infrastrutture uniche assieme a laboratori multidisciplinari
- Possibilità di ospitare linee sperimentali di processo industriale
- Approccio integrato facilitato dalla multidisciplinarietà e dall'organizzazione in Centri di Ricerca
- Qualità della ricerca (pubblicazioni, brevetti, partecipazione a Progetti), rispetto all'investimento.
- Collaborazione consolidata con un buon numero di gruppi di ricerca Italiani e esteri di alto livello. Convenzioni quadro con Università e accordi di collaborazione con Centri di ricerca specifici.

7.2. Punti di debolezza dell'ENEA

Tuttavia alcuni elementi agiscono da freno alla competitività e devono essere assolutamente migliorati, come ad esempio:

- Insufficiente velocità dei processi decisionali e delle procedure operative
- Alta entità dei costi fissi
- Insufficiente velocità operativa dei servizi tecnici
- Elevata età media dei ricercatori, scarso ricambio generazionale
- Difficoltà nel sostenere gli elevati investimenti iniziali di alcune tecnologie
- Scarsità di addetti alla ricerca sperimentale in diverse aree
- Obsolescenza delle strumentazioni sperimentali, in particolare in alcuni Centri.
- Scarsità delle borse di dottorato e post-doc

8. Potenziali fonti di finanziamento

Per le attività con applicazioni a più breve termine le fonti di finanziamento previste sono quelle usuali che derivano da progetti Regionali in consorzio con le Imprese (POR, PIA, Accordi di Programma), da Programmi nazionali di sostegno alla ricerca applicata (PON MIUR e PON MISE), da specifici accordi di programma con MISE e da alcuni programmi Europei. (Excellent Science, Industrial Leadership, EIT).

Le attività a più lungo termine possono quasi esclusivamente basarsi su finanziamento europei in ambito NMP (Nanotechnologies, Materials, Production processes), FoF, SPIRE per la parte a medio termine di più immediato interesse di gruppi industriali; e in ambito FET (Future and Emerging Technologies) per la parte più a lungo termine. La competizione in entrambi questi programmi è tuttavia fortissima e ci si aspetta, dal punto di vista statistico, di poter finanziare su queste fonti non più del 10% della ricerca.

Le attività in collaborazione tra paesi UE e Paesi non membri che vengono effettuate presso questi ultimi (nello specifico relative alla parte del P.I. sull'autoassemblaggio bio-inorganico in collaborazione con gli USA) possono ricevere con più elevata probabilità parziali finanziamenti attraverso i programmi RISE che richiedono obbligatoriamente la presenza di un partner privato.

Particolare rilievo rivestono in alcuni settori tecnologici le possibilità di intervento tramite la KIC EIT RAWMaterials, il cui centro di ricerche congiunto del Sud-Europa ha sede in ENEA-Casaccia. La KIC finanzia attività di trasferimento tecnologico, creazione di impresa, creazione di nuovi profili professionali, tramite un accordo strategico che copre (almeno) gli anni 2016-2022. La disponibilità di un "modello" di intervento così a portata di mano, può generare ipotesi di altri interventi nazionali con modalità similari, che sempre però devono basarsi su una luna durata temporale e su investimenti di diversi milioni di Euro (in linea peraltro con gli investimenti minimi di altri Paesi industrializzati), se i risultati aspirano davvero ad essere significativi nei confronti dell'utenza industriale.