

MATERIALI AVANZATI

Risultati dei progetti finanziati dalla collaborazione tra Regione Lombardia e Fondazione Cariplo

QUADERNI FONDAZIONE CARIPLO • Valutazione

51

Fondazione
CARIPLO

TUTE SERVARE MUNIFICE DONARE • 1816



Regione
Lombardia



MATERIALI AVANZATI

Risultati dei progetti finanziati dalla collaborazione tra Regione Lombardia e Fondazione Cariplò

A cura di Paolo Canino, Diletta Savoldi, Lorenzo Vaiani
Evaluation Lab – FSVGDA

Foto di Archivio Fondazione Cariplò

Collana “Quaderni dell’Osservatorio” n. 51 ▪ Anno 2025

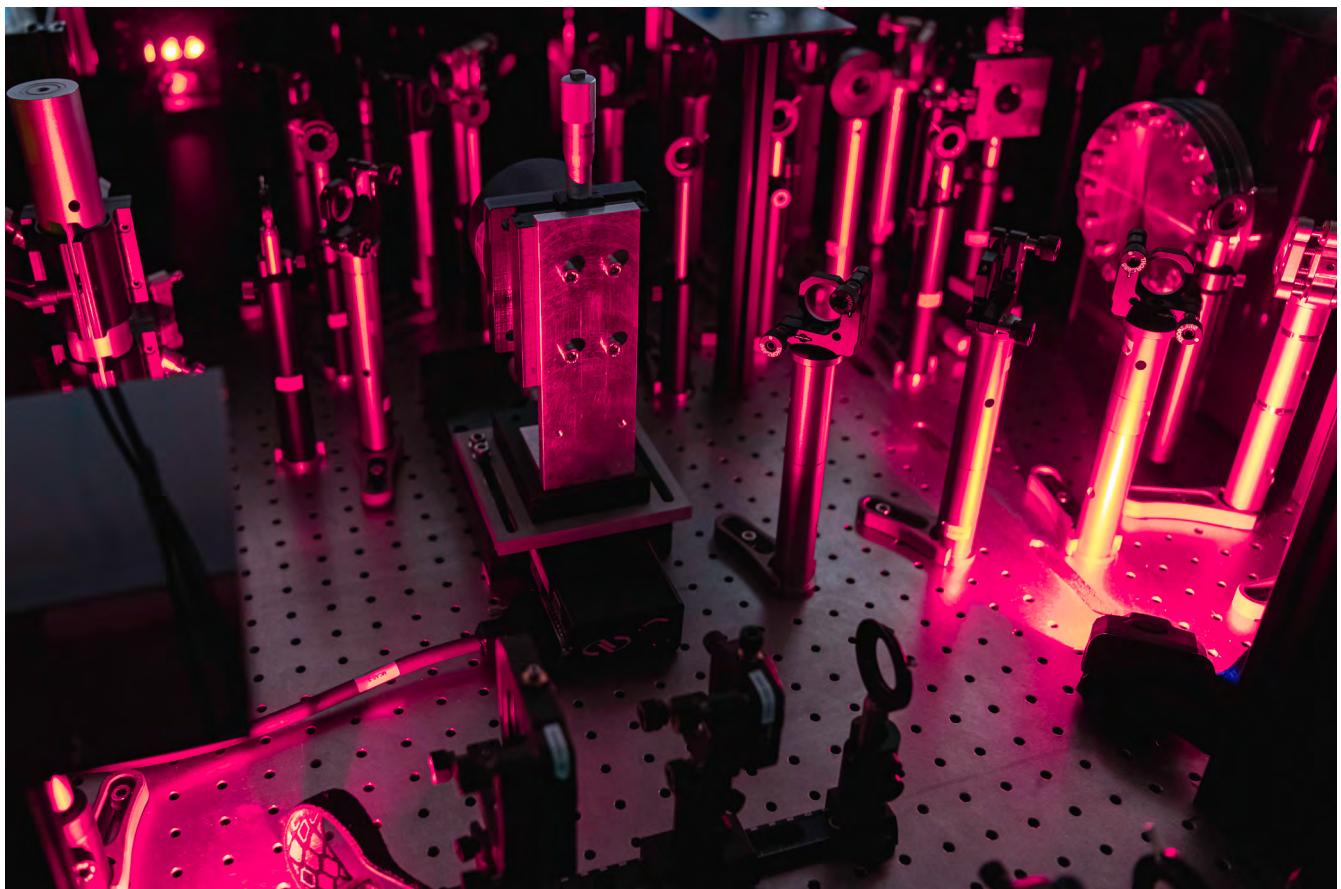
Fondazione Cariplò

Via Daniele Manin 23 ▪ 20121 Milano ▪ www.fondazionecariplo.it

Fondazione
CARIPLÒ



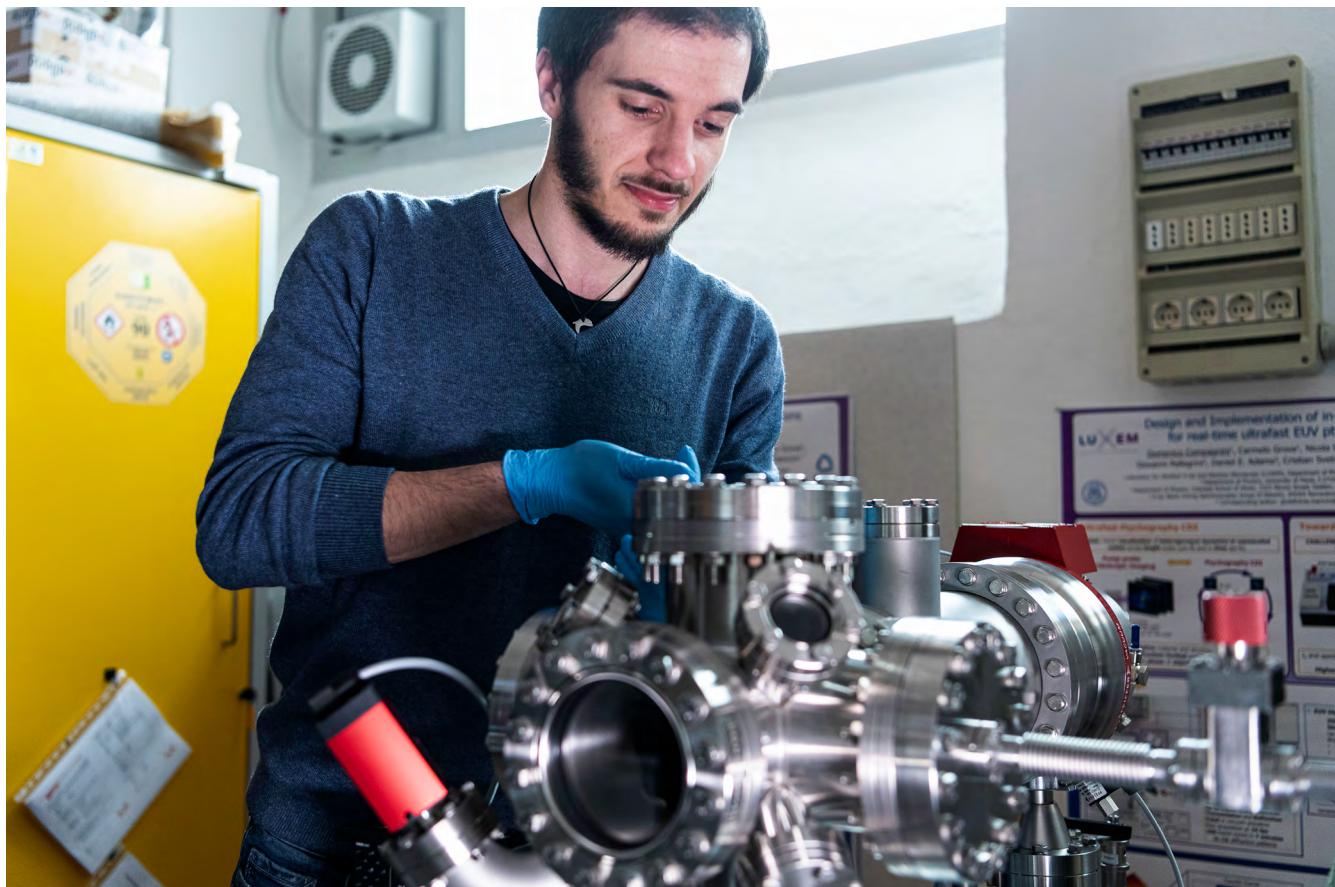
INDICE



EXECUTIVE SUMMARY	5
1. INTRODUZIONE	7
2. I RISULTATI DEI PROGETTI FINANZIATI	11
2.1 Il contesto	12
2.2 Risultati principali	13
2.3 Realizzazione dei progetti	14
2.4 Contaminazioni e collaborazioni	18
3. LA RILEVANZA SCIENTIFICA DELLE PUBBLICAZIONI	27

3.1 Impostazione metodologica	27
3.2 Il quadro generale	28
4. CONCLUSIONI	33

EXECUTIVE SUMMARY



Questo rapporto analizza i risultati delle ricerche finanziate nell'ambito dell' "Avviso congiunto per la concessione di contributi a sostegno del trasferimento della conoscenza nel settore dei Materiali avanzati", promosso da Fondazione Cariplo e Regione Lombardia con l'obiettivo di descriverne i risultati raggiunti e le ricadute in termini di crescita del livello di maturità tecnologica delle soluzioni sviluppate, innovazioni di prodotto e di processo raggiunte, pubblicazioni,

brevetti, formazione di giovani ricercatori e raccolta di ulteriori finanziamenti. Le analisi si basano, da un lato, sui dati raccolti attraverso il sistema di monitoraggio predisposto dall'Evaluation Lab di FSVGDA per tutti i bandi della Fondazione Cariplo che rileva in modo sistematico informazioni dettagliate sulle attività svolte e sui risultati raggiunti dai progetti in occasione delle richieste di acconto e di saldo presentate dai relativi enti realizzatori. D'altro lato, sono stati utiliz-

zati ulteriori dati e informazioni – raccolti attraverso un’indagine ad hoc svolta a 24 mesi dalla conclusione dell’iniziativa – per verificare eventuali sviluppi, successivi all’esaurimento dei contributi assegnati. Tali dati sono stati, inoltre, approfonditi e integrati sia mediante strumenti di analisi bibliometrica applicati alle pubblicazioni scientifiche prodotte sia con elementi qualitativi; questi ultimi sono stati ottenuti sia mediante la realizzazione di un focus group a cui sono stati inviati i riferenti di tutti i soggetti (enti di ricerca e imprese) coinvolti nella realizzazione dei progetti, sia attraverso lo svolgimento di interviste specifiche a referenti di progetti selezionati come casi studio, al fine di esplorare in dettaglio alcuni aspetti considerati di particolare rilievo.

Il lavoro di analisi sull’Avviso congiunto Materiali avanzati è organizzato in quattro capitoli. Nel primo è illustrato il contesto nel quale lo strumento è stato concepito definendo nello stesso tempo gli obiettivi dell’iniziativa. Nel secondo capitolo sono illustrati dati descrittivi che danno conto degli esiti scientifici e organizzativi (inserimento di nuove figure professionali, supporto ai percorsi di carriera, ulteriori finanziamenti raccolti) dei progetti finanziati, considerando il ruolo che il contributo degli enti promotori ha avuto per la realizzabilità dei progetti stessi. Il terzo capi-

tolo approfondisce la rilevanza delle pubblicazioni scientifiche prodotte dai progetti di ricerca finanziati, analizzandone l’impatto (in termini di circolazione dei risultati) presso la comunità scientifica di riferimento e comparando i risultati con alcuni importanti riferimenti internazionali e settoriali. Infine, il quarto capitolo riporta alcune riflessioni sintetiche riguardo alla capacità dell’Avviso di raggiungere i propri obiettivi.

Dall’analisi condotta sui progetti finanziati emerge chiaramente come l’Avviso congiunto abbia raggiunto tutti e tre i suoi obiettivi principali. I progetti sostenuti hanno accelerato in modo significativo la crescita del livello di maturità tecnologica delle soluzioni sviluppate, sia durante il periodo di realizzazione sia nei due anni successivi alla loro conclusione, partendo da prove di concetto o tecnologie validate in laboratorio e raggiungendo, in tutti i casi, almeno il livello della validazione in ambiente industrialmente rilevante e, in alcuni casi, alla dimostrazione di prototipi in ambiente operativo o alla messa in produzione della soluzione sviluppata. Inoltre, l’iniziativa ha stimolato efficacemente la collaborazione e il rapporto sinergico tra il mondo della ricerca e quello delle imprese, favorendo un dialogo che si è esteso oltre il periodo del finanziamento. Infine, i progetti hanno contribuito alla formazione di figure professionali altamente qualificate.

1. INTRODUZIONE



Nel 2015, Fondazione Cariplo e Regione Lombardia hanno sottoscritto un Accordo di Collaborazione con l'obiettivo di promuovere, sviluppare e valorizzare il capitale umano impegnato nella ricerca, con particolare attenzione al sostegno di percorsi di trasferimento tecnologico, al potenziamento delle collaborazioni tra accademia e impresa e alla formazione di figure professionali per favorire processi di innovazione, anche a vantaggio delle industrie emergenti.

Nel 2018 l'Accordo di Collaborazione ha portato gli enti di riferimento a promuovere l'"Avviso congiunto per la concessione di contributi a sostegno del trasferimento della conoscenza nel settore dei Materiali avanzati" con dotazione finanziaria totale di € 6 milioni di cui € 3,5 milioni di Fondazione Cariplo riservati ad organismi di ricerca pubblici e privati non profit con sede operativa in Lombardia e nelle province di Novara e Verbania-Cusio-Ossola e € 2,5 milioni di Regione Lombardia

riservati ad imprese ed organismi di ricerca privati con sede operativa in Lombardia. L'avviso aveva la finalità di creare un ecosistema favorevole al trasferimento della conoscenza e, in ultima analisi, incrementare la competitività del sistema produttivo lombardo e la crescita del capitale umano.

In particolare, l'Avviso ha sostenuto progetti di ricerca industriale e sviluppo sperimentale finalizzati al perseguimento dei seguenti obiettivi:

1. accelerare la generazione di soluzioni innovative nel settore dei Materiali avanzati (ovvero, testare, validare e dimostrare - in ambiente rilevante - tecnologie che avevano raggiunto la *proof of concept* o che erano state validate in laboratorio, ottenendo un aumento del Livello di Maturità Tecnologica ("Technology readiness level" o "TRL") da valori di partenza pari a 3 o 4 a valori di arrivo pari a 5 o 6);
2. stimolare la collaborazione tra il mondo della ricerca e il sistema delle imprese;
3. formare qualificate figure professionali capaci di gestire e favorire processi di innovazione.

Il processo di selezione dell'Avviso congiunto ha previsto la realizzazione di:

- un'istruttoria formale-amministrativa, rispetto alla completezza della documentazione obbligatoria richiesta, alla tempistica e alla sussistenza dei requisiti soggettivi e oggettivi richiesti dall'Avviso;
- un'istruttoria di merito dei progetti formalmente ammessi alla valutazione, svolta con il contributo di esperti esterni indipendenti secondo la metodologia del *peer review*, in modo da garantire l'oggettività scientifica della valutazione. In particolare, ciascun progetto è stato valutato da tre *reviewer* individuati sulla base delle parole chiave indicate dai proponenti all'atto della presentazione. Di questi due erano esperti della tecnologia e dei materiali oggetto della proposta in ambito accademico e uno nel campo del trasferimento tecnologico e della valorizzazione della conoscenza. Secondo quanto previsto nel testo dell'Avviso in merito alla presenza di giudizi discordanti, per cinque progetti è stato necessario ricorrere al parere di un quarto revisore

(editor) che ha determinato il giudizio definitivo sul progetto. Nel complesso sono stati reclutati 40 esperti internazionali provenienti da prestigiose istituzioni attive nel campo oggetto di intervento quali, a titolo esemplificativo e non esclusivo, il MIT, l'Università della Pennsylvania, l'Università della California, l'Università di Cambridge, l'Università di Dublino e l'École Polytechnique Fédérale de Lausanne. I *reviewer* hanno valutato le proposte verificando preliminarmente la coerenza rispetto alle finalità dell'Avviso: non sono stati valutati nel merito i progetti che sono stati ritenuti incoerenti da almeno due *reviewer* su tre. In tutti gli altri casi, i *reviewer* hanno valutato i progetti sulla base dei seguenti criteri:

- a. **descrizione del progetto:** verifica della completezza e chiarezza della descrizione dell'idea progettuale (*peso pari al 5% nella determinazione del punteggio finale*);
- b. **innovatività, efficacia e competitività:** valutazione dell'originalità rispetto allo stato dell'arte e della tecnica, della solidità dei dati preliminari a supporto della tecnologia proposta, dell'adeguatezza delle metodologie proposte per portare la tecnologia a un TRL di 5-6, della capacità potenziale di rispondere ai fabbisogni del mercato, della possibile efficacia delle modalità di gestione della proprietà intellettuale e delle attività di *exploitation* (*peso pari al 30%*);
- c. **sostenibilità:** considerazione delle possibili ricadute in termini ambientali, economici e sociali (*peso pari al 10%*);
- d. **impatto sul capitale umano:** valutazione dell'adeguatezza delle attività proposte per la crescita professionale del personale coinvolto e del potenziale contributo del progetto alla creazione di figure professionali capaci di gestire e favorire processi di innovazione (*peso pari al 15%*);
- e. **collaborazione tra gli Organismi di ricerca e le imprese:** considerazione della potenziale efficacia delle modalità di gestione congiunta del progetto e dell'adeguatezza delle attività di contaminazione individuate (*peso pari al 20%*)

- f. soggetti proponenti e network attivato:** valutazione della competenza e rilevanza tecnico-scientifica dei proponenti, della presenza di spazi e dotazioni adeguati alla dimensione e tipologia del progetto, della complementarità della partnership attivata e del valore aggiunto apportato dai Cluster Tecnologici Lombardi (CTL) e/o da altri soggetti terzi, se presenti nel progetto (*peso pari al 10%*);
- g. piano economico e durata:** valutazione della coerenza e adeguatezza del budget e della tempistica rispetto alle attività proposte (*peso pari al 10%*).

All’Avviso sono pervenute complessivamente 56 candidature, di cui 10 sono state finanziate, con un tasso di successo pari a circa il 18%. Le candidature sono state presentate da 11 enti di ricerca, 6 dei quali (55%) hanno ricevuto finanziamenti. I progetti prevedevano inoltre la partecipazione di 26 soggetti partner.

I contributi destinati ai 10 centri di ricerca, impegnati come capofila o partner in almeno uno dei progetti sostenuti, sono stati erogati da Fondazione Cariplo, per un totale complessivo di oltre €3,1 milioni. Le risorse destinate alle 19 imprese impegnate in qualità di partner sono state erogate direttamente da Regione Lombardia, per un importo complessivo di oltre €2,2 milioni. Di seguito, la tabella 1.1 mostra i soggetti finanziati nell’ambito dell’Avviso congiunto.

Inizialmente, la durata prevista dei progetti finanziati era di 30 mesi. La Pandemia da Covid 19 e le conseguenti restrizioni hanno impattato fortemente l’operatività degli enti impegnati nella realizzazione dei progetti ed è stato quindi necessario nel 2020 prevedere una proroga dei tempi, che ha comunque consentito di portare a termine le attività previste in un tempo medio di circa 36 mesi.



Tabella 1.1 – Soggetti finanziati per progetto

Titolo del progetto	Capofila	Partner
A Peptide Hydrogel Platform for Extracellular Vesicles Isolation and Multi-modal Analysis (HYDROGEX)	Consiglio Nazionale delle Ricerche - Istituto di Scienze e Tecnologie Chimiche "Giulio Natta"	Consorzio Italbiotec; Exosomics Srl; Politecnico di Milano; Università Vita-Salute San Raffaele
Development of next generation high efficiency and radiation hard space solar cells	Politecnico di Milano	CESI - Centro Elettrotecnico Sperimentale Italiano "Giacinto Motta" - S.p.A; Fondazione Istituto Italiano di Tecnologia
Development of novel slag based glass ceramic for plasma spray coating and 3D printing	Università degli Studi di Brescia	ORI MARTIN SPA; PROTIDEA SRL
META-matEriali come nuova teCnOlogia per pannelli fono-ISOLanti ad alte prestazioni, realizzati con MATeriali plastici rigenerati (METAISOLECOMAT)	Politecnico di Milano	Laborplast srl; Pantecnica srl
Myco-Advanced leaTher matERials (MATER)	Università degli Studi di Pavia	Mogu S.r.l.; Politecnico Mi-Dip. Scienze e Tecnologie Aerospaziali
POLISTE - advanced POlymeric mate- rials based on Lignin for Sustainable TEchnologies	Politecnico di Milano	Camfart Mole Abrasive s.r.l.; Electrolux Italia S.p.A.; Lati Industria Termoplastici S.p.A.; Università degli Studi di Milano - Bicocca
SILKELASTOGRAFT - A novel compliance-matching silk fibroin/polyurethane graft for in situ vascular tissue engineering	Politecnico di Milano	Bioengineering Laboratories srl; Istituto Ricerche Farmacologiche Mario Negri
Smart valves based on active soft materials	Università degli Studi di Milano	Fondazione Politecnico di Milano; Politecnico di Milano; WISE Srl
Sviluppo di materiali avanzati per sen- sore iperspettrale (HYPERMAT)	Università degli Studi di Milano - Bicocca	Antares Scarl; INAF; Politecnico di Milano
Towards smart footwear systems: a self-powered, intelligent shoe (FITNESS)	Università degli Studi di Pavia	ATOM Engineering S.r.l.

Fonte: elaborazioni EVALAB su dati Fondazione Cariplo, 2024

2. I RISULTATI DEI PROGETTI FINANZIATI



Le analisi presentate si basano, da un lato, sui dati raccolti attraverso il sistema di monitoraggio predisposto dall’Evaluation Lab di FSVGDA per tutti i bandi della Fondazione Cariplo. Tale processo rileva in modo sistematico informazioni dettagliate sulle attività svolte e sui risultati raggiunti dai progetti, in occasione delle richieste di accounto e di saldo presentate dai relativi enti realizzatori (l’ultima a giugno del 2022). Dall’altro lato, ulteriori dati e informazioni necessari a verificare gli

eventuali sviluppi successivi sono stati raccolti mediante un’indagine ad hoc svolta a circa 24 mesi dalla conclusione dell’iniziativa (nel mese di settembre 2024). Tali dati sono stati approfonditi e integrati con riscontri qualitativi, ottenuti sia attraverso un focus group, cui sono stati invitati i referenti di tutti i soggetti coinvolti (enti di ricerca e imprese), sia attraverso lo svolgimento di interviste ai referenti di progetti selezionati come casi studio, al fine di esplorare in dettaglio alcuni aspetti considerati

di particolare rilievo. L'analisi può considerarsi pienamente rappresentativa di quanto realizzato nell'ambito dell'Avviso congiunto poiché i progetti oggetto di studio corrispondono al 100% di quelli finanziati, e coprono l'intero valore dei contributi deliberati.

2.1 Il contesto

Sulla base delle informazioni raccolte, è stato possibile ricostruire il contesto iniziale dei progetti e ipotizzare il probabile scenario in assenza del finanziamento.

Come evidenziato nella figura 2.1, l'80% dei ricercatori ha dichiarato che aveva già un'idea progettuale e che la stessa è stata successivamente trasformata in proposta per partecipare all'Avviso congiunto. Inoltre, il 10% dei progetti risultava già definito ma privo dei finanziamenti necessari per essere avviato. Un solo progetto sostenuto era già stato avviato con finanziamenti propri e, in quanto coerente con il bando, ha presentato la propria candidatura per ottenere il finanziamento e potenziare le attività.

Per quanto riguarda gli scenari alternativi (figura 2.2), 9 degli intervistati hanno indicato che, senza il contri-

buto, avrebbero dovuto cercare altre fonti di finanziamento, mentre solo 1 ha affermato che il progetto sarebbe comunque stato realizzabile, sebbene con tempi più lunghi e/o in scala ridotta.

Tale scenario è stato successivamente confermato dai riscontri qualitativi del focus group e dei casi studio condotti con i referenti dei progetti e i loro partner. Questi hanno evidenziato come l'Avviso congiunto abbia svolto un ruolo cruciale nel consentire lo sviluppo di progetti e delle relative soluzioni tecnologiche, che necessitavano di finanziamenti, ma che avrebbero incontrato notevoli difficoltà nell'accesso ad altre fonti di sostegno, soprattutto per il livello di maturità tecnologica ancora molto basso. Al momento del lancio, infatti, vi era un vuoto negli strumenti di finanziamento focalizzati sullo sviluppo di proof of concept rendendo l'Avviso congiunto un'opportunità unica. Negli anni successivi, nuovi strumenti di supporto, come l'EIC Pathfinder (2021-2027), hanno in parte colmato il divario appena evidenziato, intervenendo a sostegno di progetti di ricerca focalizzati su quegli stessi TRL. Tutto ciò ha facilitato la collaborazione con il mondo delle imprese, spesso non disposte o non in grado di inve-

Figura 2.1 – Contesto al momento della partecipazione al bando



Fonte: elaborazioni EVALAB su dati Fondazione Cariplo, 2024

stire risorse in una fase percepita come “esplorativa” e caratterizzata da poche garanzie sull’effettiva capacità di generare risultati commercializzabili.

2.2 Risultati principali

La tabella 2.1 presenta, in forma aggregata, i principali risultati conseguiti dai progetti analizzati, suddivisi in due distinti periodi di riferimento. Il primo periodo considera il tempo intercorso dall’avvio dei progetti fino alle richieste di saldo, mentre il secondo si concentra sui 24 mesi successivi alla conclusione dei progetti (ovvero dalla richiesta di saldo). Quest’ultimo periodo permette di valutare lo stato di avanzamento delle attività dopo la conclusione dell’Avviso congiunto, offrendo una panoramica sui possibili lasciti del contributo erogato. È importante sottolineare che l’analisi non intende proporre un confronto tra i due periodi, poiché – come confermano anche i risultati – la maggior parte degli obiettivi viene generalmente raggiunta durante il primo periodo di finanziamento. Piuttosto, l’analisi si focalizza sulla verifica del proseguimento dei progetti e sulla valutazione degli effetti che l’Avviso si proponeva di stimolare, come la collaborazione tra il mondo della ricerca e le imprese,

le sinergie e le contaminazioni tra questi due ambiti, lo sviluppo (o l’eventuale interruzione) delle soluzioni tecnologiche, e così via. Complessivamente, i progetti hanno mobilitato investimenti pari a circa €9,8 milioni – corrispondenti a una media di €979mila per progetto. Di questi, €5,3 milioni sono stati erogati sotto forma di contributi dagli enti promotori – pari a un contributo medio di circa €535mila per progetto.

Sono state inoltre prodotte 40 pubblicazioni scientifiche (36 nel primo periodo e 4 nel secondo) e si sono generate 61 partecipazioni a convegni scientifici dall’avvio dei progetti ai 24 mesi dalla conclusione.

La realizzazione dei progetti ha consentito l’inserimento di 56 nuovi ricercatori e ha permesso di raccogliere ulteriori finanziamenti per €2,3 milioni e commesse di ricerca per €155 mila. Inoltre, 8 dei 10 dei progetti finanziati hanno avviato collaborazioni con 56 nuovi soggetti. Considerando il periodo dall’avvio a 24 mesi dalla conclusione, ciascun progetto ha mediamente coinvolto 7 nuovi soggetti. Infine, sono stati avviati complessivamente 6 percorsi di brevettazione e costituiti 4 spin-off, un dato sostanzialmente in linea con le aspettative dell’Avviso congiunto.

Figura 2.2 – Scenario in assenza del finanziamento dell’Avviso congiunto



Fonte: elaborazioni EVALAB su dati Fondazione Cariplo, 2024

Tabella 2.1 – Quadro di sintesi

	Dall'avvio alla richiesta di saldo	Nei 24 mesi successivi alla richiesta di saldo
Progetti finanziati	10	10
Progetti analizzati	10	10
Contributi (€)	5.349.000	-
Investimento totale dei progetti (€)	9.790.000	-
Pubblicazioni su riviste scientifiche peer reviewed (n.)	36	4
Partecipazioni a convegni scientifici	58	3
Risorse umane incluse	56	-
Progetti in partnership	10	-
Partner coinvolti (n.)	26	-
Progetti che hanno avviato nuove collaborazioni	8	3
Soggetti coinvolti (n.)	39	17
Finanziamenti raccolti grazie al progetto (n.)	1	1
Importo dei finanziamenti raccolti (€)	1.800.000	500.000
Nuove commesse di ricerca (n.)	-	2
Importo delle commesse di ricerca (€)	-	155.000
Percorsi di brevettazione (n.)	3	3
Progetti che hanno avviato un percorso di brevettazione (n.)	2	3
Spin-off (n.)	2	2
Progetti che hanno costituito spin-off(n.)	2	2

Fonte: elaborazioni EVALAB su dati Fondazione Cariplo, 2024

2.3 Realizzazione dei progetti

I paragrafi che seguono descrivono, mediante elementi quantitativi e approfondimenti qualitativi, alcuni risultati raggiunti dai progetti analizzati. Nel dettaglio, sono stati esaminati: l'evoluzione dei livelli di maturità tecnologica, le attività svolte e i risultati conseguiti, i percorsi di brevettazione intrapresi e la creazione di spin-off, le pubblicazioni scientifiche e le altre modalità di divulgazione dei risultati della ricerca, e, infine, la raccolta di nuovi finanziamenti a seguito del contributo della Fondazione.

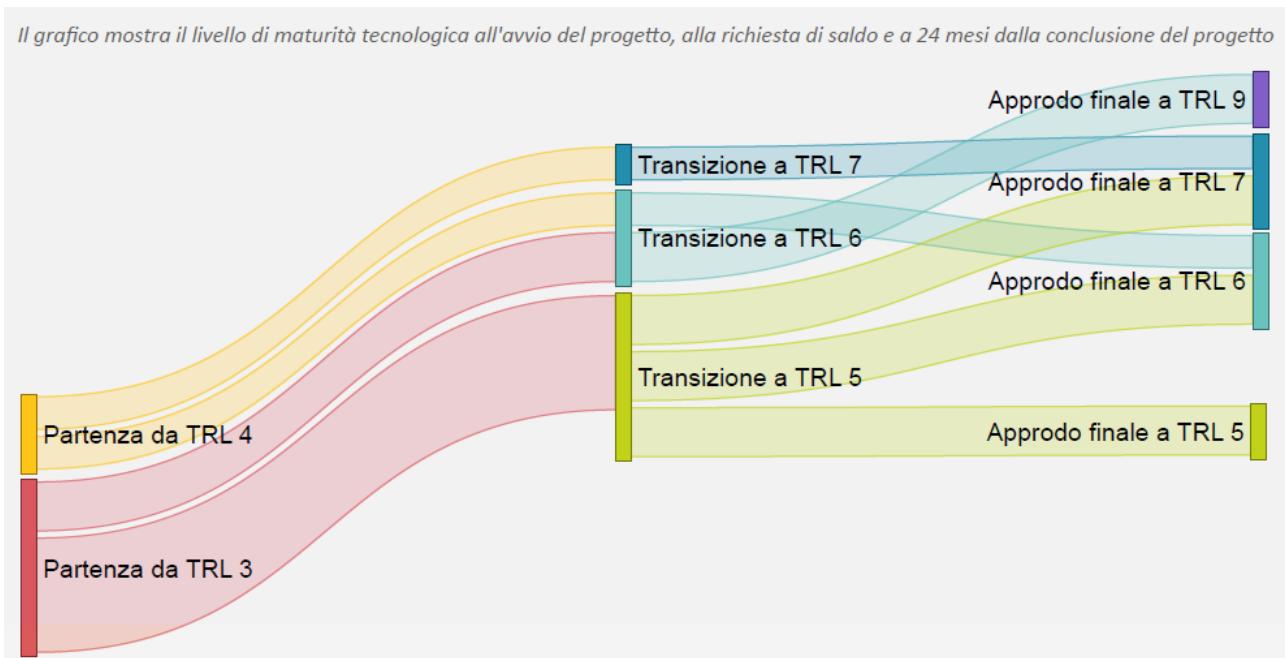
Evoluzione dei livelli di maturità tecnologica

La figura 2.3 illustra l'evoluzione dei livelli di maturità tecnologica (Technology Readiness Level - TRL) dei progetti finanziati, analizzata in tre momenti distinti:

l'avvio dei progetti, la chiusura del processo rendicontativo degli stessi con l'invio delle richieste di saldo e il follow-up a 24 mesi dalla loro conclusione.

All'avvio, la quasi totalità dei progetti (8 su 10) partiva da un TRL corrispondente alla Prova di concetto sperimentale (TRL3), come previsto dalle linee guida dell'Avviso congiunto. Al momento del saldo, la maggior parte dei progetti (6 su 10) aveva raggiunto un TRL5, indicativo di tecnologie validate in un ambiente industriale, mentre i restanti 4 avevano compiuto progressi ancora maggiori. Questi risultati dimostrano il pieno raggiungimento dell'obiettivo dell'Avviso congiunto, confermato da tutti e dieci i progetti finanziati.

A 24 mesi dalla conclusione, 7 progetti hanno continuato a portare avanti la crescita delle soluzioni in termini di maturità tecnologica. 2 dei 7 progetti

Figura 2.3 – Evoluzione dei livelli di maturità tecnologica

Fonte: elaborazioni EVALAB su dati Fondazione Cariplo, 2024

hanno compiuto un significativo salto, passando dal TRL6 al TRL9, dimostrando così una maturità avanzata e una vicinanza alla piena applicazione industriale o commerciale. Gli altri 3 progetti sono rimasti invece a livelli di maturità tecnologica pari a quelli raggiunti al momento della rendicontazione a saldo (rispettivamente TRL5, TRL6 e TRL7), probabilmente anche a causa della mancanza di strumenti di finanziamento specifici per lo sviluppo di soluzioni tecnologiche a questo livello di maturità, tema emerso durante il focus group.

Attività svolte e risultati conseguiti

La figura 2.4 riporta i risultati scientifici ottenuti, in relazione allo stadio della ricerca (ricerca applicata, sviluppo tecnologico e produzione). I principali contributi si concentrano sulla caratterizzazione, l'ottimizzazione e lo sviluppo di nuovi materiali, sistemi o processi, in linea con il focus dell'Avviso congiunto.

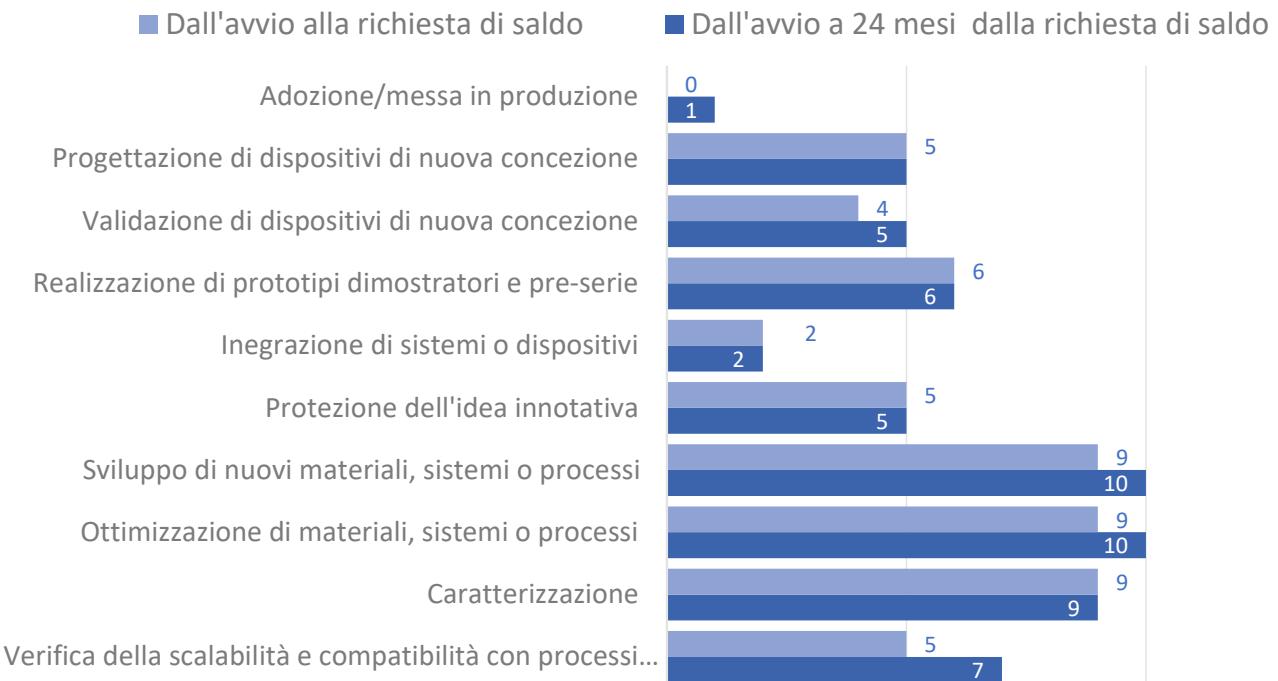
Per quanto riguarda la fase di sviluppo tecnologico, è significativa la quota di progetti che ha raggiunto risul-

tati in termini di realizzazione di prototipi dimostratori e progettazione/validazione di dispositivi di nuova concezione.

I dati relativi al secondo periodo analizzato – che include i 24 mesi successivi alla conclusione del progetto – mostrano che la maggior parte dei progetti ha continuato a sviluppare le soluzioni tecnologiche. Infatti, un progetto ha già adottato o avviato la messa in produzione della propria soluzione tecnologica. A questo se ne aggiungono altri sette che hanno manifestato una chiara intenzione di farlo in futuro, evidenziando un elevato potenziale di implementazione delle soluzioni sviluppate grazie al supporto ricevuto.

La tabella 2.3, invece, riporta il numero di progetti che, nei due diversi periodi considerati, hanno conseguito risultati scientifici in termini di innovazione raggiunta. Tali risultati riguardano, per la totalità dei progetti, l'innovazione di prodotto e, in misura leggermente inferiore, anche se più alta rispetto al momento delle richieste di saldo, l'innovazione di processo.

Figura 2.4 – Principali attività svolte per stadio della ricerca (numero di progetti)



Fonte: elaborazioni EVALAB su dati Fondazione Cariplo, 2024

Tabella 2.3 – Principali risultati scientifici raggiunti (numero di progetti)

	Dall'avvio alla richiesta di saldo	Dall'avvio a 24 mesi dalla richiesta di saldo
Innovazione di prodotto	9	10
Innovazione di processo	7	8

Fonte: elaborazioni EVALAB su dati Fondazione Cariplo, 2024

Il box 1 riporta l'esempio di un progetto che ha conseguito importanti risultati sul versante della ricerca applicata e dello sviluppo tecnologico.

Brevetti e spin-off

Come già anticipato (tabella 2.1), alcuni dei risultati dei progetti analizzati sono stati valorizzati attraverso

il deposito di un brevetto. A 24 mesi dalla conclusione dei progetti, 3 di essi hanno valorizzato la soluzione tecnologica mediante percorsi di brevettazione, per un totale di 6 percorsi avviati, cui sono seguite azioni specifiche di valorizzazione del brevetto stesso.

Metà di questi processi è stata intrapresa durante il periodo compreso tra l'avvio dei progetti e le richieste

Box 1 - Trasformare gli scarti industriali in un prodotto di successo

Il progetto “Development of novel slag based glass ceramic for plasma spray coating and 3D printing” (rif. 2018-1733 contributo €533.000) - realizzato dall’Università degli Studi di Brescia (in qualità di ente di ricerca capofila del progetto) e da ORI Martin SpA e Protidea s.r.l. (imprese partner) - intendeva sviluppare un nuovo processo per l’utilizzo della scoria di acciaieria nella realizzazione di un materiale innovativo, ovvero un granulato sferoidale in fase vetrosa. In particolare, arricchendo questo materiale con sottoprodotti ricchi di silice e/o vetro di riciclo e opportuni additivi, il progetto voleva sviluppare un vetro di composizione e caratteristiche tipiche del basalto da utilizzare per la produzione di fibre e polveri nella stampa additiva di ceramici, con possibili applicazioni in vari settori, come quello edilizio e dell’automotive.

Il progetto, che si poneva lo sfidante obiettivo di combinare due tipologie di sottoprodotti (o rifiuti) differenti per ottenere un nuovo materiale, ha raggiunto il massimo livello di maturità tecnologica (TRL 9), procedendo con la messa in produzione della soluzione tecnologica.

In particolare, grazie all’Avviso congiunto il gruppo di lavoro ha potuto lavorare alla possibilità di sviluppare un by-product, utilizzabile a prescindere dal tipo di impianto esistente. Inoltre, grazie alle collaborazioni stabilitate tra il mondo della ricerca e il sistema delle imprese, e sfruttando quanto appreso e sviluppato durante il progetto, è stato possibile esplorare l’applicazione della soluzione tecnologica per la creazione di nuove composizioni.

Infine, il progetto è riuscito ad avviare il maggior numero di nuove collaborazioni durante il periodo di realizzazione del progetto (6 tra enti di ricerca pubblici e imprese). A queste si aggiungono, inoltre, 2 nuove collaborazioni avviate nei 24 mesi successivi alla fine del progetto.

di saldo, mentre l’altra metà si è sviluppata nei 24 mesi successivi alla conclusione del progetto. Tra questi, due erano in fase di valutazione al momento dell’ultima rilevazione mentre uno era già stato registrato.

Inoltre, quattro progetti hanno creato spin-off, due dei quali sono stati creati grazie alle competenze e/o conoscenze acquisite nel corso del progetto, e uno è stato avviato a prescindere dalla presenza di un percorso di brevettazione. Anche in questo caso, la distribuzione temporale mostra che metà degli spin-off è stata creata tra l’avvio dei progetti e le richieste di saldo, mentre l’altra metà nei 24 mesi successivi alla conclusione dei progetti.

Pubblicazioni scientifiche e altre modalità di divulgazione dei risultati della ricerca

I risultati dei progetti analizzati sono confluiti in 40 pubblicazioni apparse su riviste scientifiche peer reviewed. Le pubblicazioni prodotte in media da ciascun progetto sono quindi 4. Tuttavia, oltre la metà delle pubblicazioni totali fa riferimento a tre progetti,

gli stessi che hanno continuato a pubblicare anche nei 24 mesi successivi all’esaurimento del contributo. Nel corso del capitolo 3, si darà conto del valore di tali pubblicazioni analizzandone l’impatto in termini di circolazione dei risultati presso la comunità scientifica. Come si vedrà, complessivamente le pubblicazioni prodotte sono di qualità medio-alta.

Accanto alle pubblicazioni su riviste scientifiche, l’altra modalità tipica della divulgazione dei risultati della ricerca è la presentazione a convegni. Sulla base di quanto indicato nella tabella 2.1, tutti i progetti hanno presentato i risultati a convegni scientifici nazionali o internazionali, per un totale, complessivamente, di 61 partecipazioni, 58 delle quali nel periodo tra l’avvio e le richieste di saldo dei progetti, con una media di 6,1 presentazioni per ciascun progetto.

Le partecipazioni ai convegni sono avvenute principalmente tramite autocandidatura (43 occasioni su 61) e presentando prevalentemente poster. Considerando, invece, sia le autocandidature sia le partecipazioni su invito la tipologia di contributo più frequente è stato il

paper (37 volte su 61 partecipazioni a convegni scientifici) (figura 2.5).

Inoltre, due progetti hanno presentato i risultati dei propri progetti a fiere di settore, partecipando complessivamente a 7 eventi, mentre quattro progetti hanno organizzato workshop tematici, per un totale di 9 incontri. Tale risultato, probabilmente un po' inferiore alle attese iniziali, ha senz'altro risentito più di altri delle conseguenze legate alla pandemia da Covid-19 e dalle restrizioni ad essa collegate.

Raccolta di nuovi finanziamenti e commesse di ricerca

La realizzazione dei progetti ha anche permesso di raccogliere ulteriori risorse economiche che hanno consentito di proseguire le linee di ricerca intraprese o di sfruttare al meglio le competenze maturate durante l'implementazione dei progetti.

Nella tabella 2.4, sono riportati i dati relativi alle risorse economiche raccolte; dal suo esame emerge

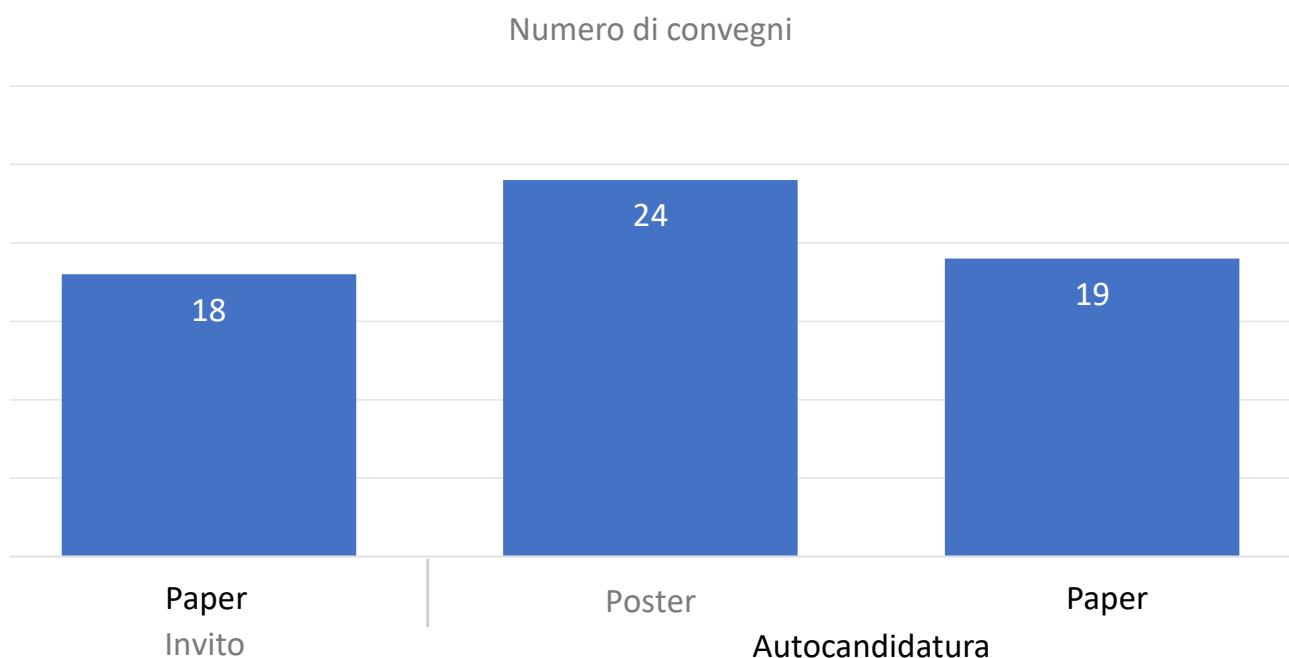
che 2 progetti hanno raccolto nuovi finanziamenti da parte dell'Unione Europea per €2,3 milioni. Il dato appare significativo soprattutto se si considera che i contributi complessivamente deliberati a vantaggio dei progetti mappati ammontano a €5,3 milioni. Un altro progetto ha infine ottenuto due nuove commesse di ricerca dal valore complessivo di €155.000 da un'istituzione nazionale.

Il box 2 riporta un caso di successo relativo alla capacità dell'Avviso congiunto di stimolare e incentivare la raccolta di nuovi finanziamenti.

2.4 Contaminazioni e collaborazioni

Questo paragrafo illustra il grado di raggiungimento del secondo obiettivo perseguito dall'Avviso congiunto: stimolare la collaborazione tra il mondo della ricerca e il sistema delle imprese. Le analisi si basano sui dati raccolti attraverso le tre schede di monitoraggio e i riscontri qualitativi del focus group e dei casi

Figura 2.5 – Modalità di accesso e tipologia di contributo



Fonte: elaborazioni EVALAB su dati Fondazione Cariplo, 2024

Tabella 2.4 – Raccolta di nuove risorse economiche

Raccolta di nuove risorse economiche	
Progetti (n.)	3
Incidenza sui progetti analizzati (%)	30
Raccolta di finanziamenti dell'Unione Europea	
Numero di finanziamenti (n.)	2
Numero di progetti (n.)	2
Valore complessivo (€)	2.300.000
Commesse di ricerca	
Numero di commesse (n.)	2
Numero di progetti (n.)	1
Valore complessivo (€)	155.000

Fonte: elaborazioni EVALAB su dati Fondazione Cariplo, 2024

Box 2 – Nuovi finanziamenti per il proseguimento della ricerca

Il progetto “POLISTE - advanced POlymeric materials based on Llignin for Sustainable TEchnologies” (rif. 2018-1739 contributo €488.100) – ha permesso al Politecnico di Milano (in qualità di ente di ricerca capofila del progetto), in collaborazione con l’Università degli Studi di Milano - Bicocca (ente di ricerca partner), Camfart Mole Abrasive s.r.l., Electrolux Italia S.p.A. e Lati Industria Termoplastici S.p.A. (aziende partner), di sviluppare un processo per l’ottenimento di materiali polimerici termoplastici e termoindurenti a base di lignina, destinati a essere impiegati come rivestimenti protettivi per metallo, plastiche strutturali bioderivate o materiali per dispositivi di stoccaggio di energia.

A seguito della conclusione del progetto finanziato dall’Avviso congiunto, il progetto ha ottenuto un nuovo finanziamento da parte della Commissione europea, tramite il BIOMAC - European Sustainable BIO-based nanoMAterials Community (per un importo di circa €500.000), al fine di proseguire il lavoro di ricerca. Inoltre, sempre nei successivi 24 mesi, sono state avviate 10 nuove collaborazioni con nuovi soggetti (4 organismi di ricerca pubblici, 3 privati e 3 imprese), con l’obiettivo di sviluppare progetti di ricerca e innovazione tecnologica per partecipare a bandi di finanziamento europei e nazionali.

Proprio grazie a una di queste collaborazioni, è stato possibile ottenere il finanziamento dall’Unione Europea. Oltre alla possibilità di accedere a nuovi finanziamenti, l’Avviso congiunto ha permesso di maturare ulteriori apprendimenti che l’università sta cercando di consolidare. In particolare, si intende replicare la creazione di laboratori congiunti, anche coinvolgendo realtà non direttamente partecipanti al progetto, e promuovere la partecipazione di professionisti del settore aziendale e imprenditoriale alle lezioni, per condividere con gli studenti le proprie esperienze e offrire loro una prospettiva orientata al mondo aziendale.

studio. La figura 2.6 evidenzia la percentuale di progetti che hanno attivato sinergie con il mondo delle imprese attraverso diverse modalità, quali:

- visite a impianti e laboratori;
- costituzione di team di lavoro misti;
- creazione di comitati tecnici congiunti;
- istituzione di laboratori condivisi;
- altre forme di contaminazione con il mondo imprenditoriale.

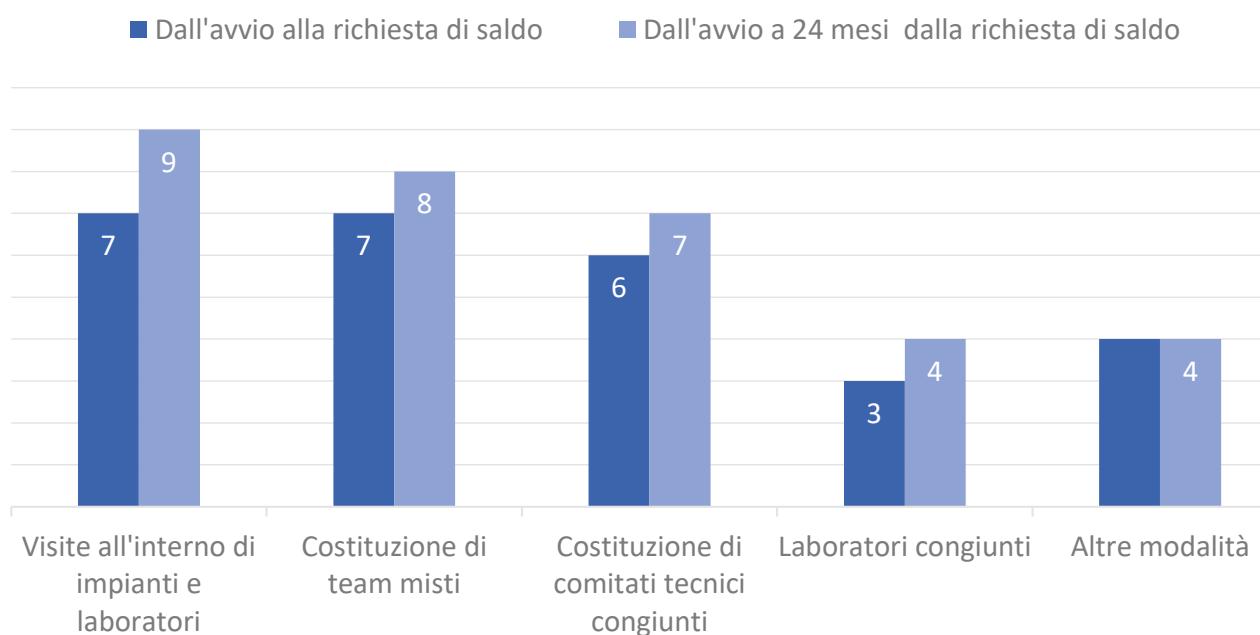
I dati sono analizzati in due periodi distinti: il primo, che copre dall'avvio dei progetti alla loro conclusione, e il secondo, che include i 24 mesi successivi. Le modalità di collaborazione più diffuse tra i progetti e il sistema delle imprese hanno riguardato l'organizzazione di visite a impianti e laboratori, la costituzione di team misti e la creazione di comitati tecnici congiunti, pratiche adottate da quasi la totalità di progetti. Inoltre, il maggior numero di persone è stato coinvolto all'interno di team

misti (97). Seguono, a distanza, le visite (56 persone) e comitati tecnici congiunti (43 persone).

Un aspetto significativo riguardo al raggiungimento dell'obiettivo è che queste modalità di contaminazione sono state portate avanti anche nei due anni successivi alla conclusione dei progetti, come dimostrato dall'incremento sistematico del numero di progetti nel secondo periodo. Da un lato, tale evidenza suggerisce che le modalità di lavoro adottate nel corso dei progetti finanziati dall'Avviso congiunto si siano dimostrate utili e le organizzazioni coinvolte (enti di ricerca e imprese) abbiano ritenuto importante continuare a utilizzarle. D'altro canto, è anche opportuno considerare che i livelli di maturità tecnologica raggiunti nel corso dei progetti sostenuti dall'Avviso implicano la necessità, in caso di sviluppi ulteriori, di una forte contaminazione tra università e impresa.

Inoltre, delle 24 nuove aziende coinvolte durante i due anni successivi, 10 (42%) non erano state precedentemente incluse, evidenziando la capacità e la volontà

Figura 2.6 – Modalità di contaminazione tra mondo della ricerca e sistema delle imprese (n progetti)



Fonte: elaborazioni EVALAB su dati Fondazione Cariplo, 2024



dei progetti di ampliare e proseguire le proprie sinergie con il sistema delle imprese (figura 2.7).

Il rapporto tra gli organismi di ricerca e il mondo imprenditoriale mostra, in maniera unanime dai quattro casi studio analizzati, che l'Avviso congiunto ha costituito un'opportunità significativa di avvicinamento e di scambio tra due settori che tradizionalmente faticano a interagire in modo strutturato. Le testimonianze raccolte confermano che, attualmente, manca un intermediario o un contesto in grado di favorire l'incontro e la collaborazione tra la ricerca accademica e il mondo delle imprese. Le interazioni esistenti sono prevalentemente basate su legami interpersonali, spesso informali, che non si traducono in un vero e proprio scambio di conoscenze istituzionalizzato e consolidato.

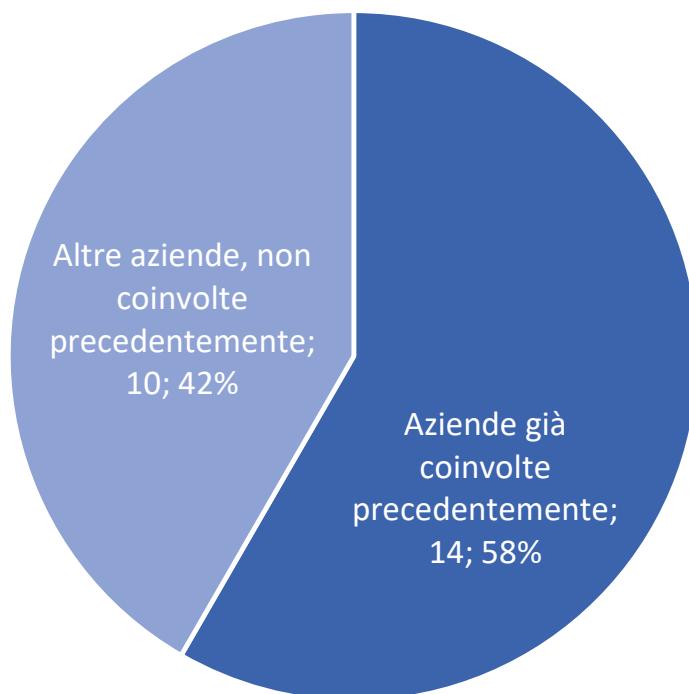
Le imprese, in particolare quelle di dimensioni minori, che spesso non dispongono delle risorse necessarie per gestire autonomamente le attività di ricerca e sviluppo, non sono a conoscenza delle possibilità che il

mondo dell'università e, più in generale, degli organismi di ricerca possono offrire loro. Al contempo, per gli enti di ricerca, in assenza di relazioni consolidate con il mondo imprenditoriale, risulta difficile sapere quali possono essere i bisogni specifici di ricerca, innovazioni e sviluppo delle aziende.

Le testimonianze raccolte ribadiscono l'importanza di creare una piattaforma dedicata – una sorta di "vetrina" o "marketplace" - che faciliti l'incontro tra la domanda di ricerca proveniente dal mondo imprenditoriale e l'offerta di competenze e risorse degli organismi di ricerca operanti in settori affini.

Un altro elemento indicato come potenzialmente utile a mettere in comunicazione il mondo aziendale e quello della ricerca fa riferimento a programmi nei quali le imprese svolgono un ruolo di mentorship nei confronti dei giovani ricercatori, consentendo loro di sviluppare capacità pratiche e di applicare concretamente le idee e, più in generale, di trasporre il loro modo di ragio-

Figura 2.7 – Soggetti delle imprese coinvolte nei 24 mesi successivi alla conclusione del progetto



Fonte: elaborazioni EVALAB su dati Fondazione Cariplo, 2024

nare accademico in un contesto aziendale. Un possibile esempio è il progetto Mfarie Curie Action – Industry-Academia Partnerships, proposto dall'Unione Europea.

Le figure 2.8 e 2.9 approfondiscono il tema delle collaborazioni avviate, intese come modalità più strutturate e formali di sinergia tra il mondo della ricerca e quello delle imprese. Durante il periodo di riferimento dell'Avviso congiunto, 8 progetti hanno attivato nuove collaborazioni, per un totale di 39 partnership, corrispondenti a una media di quasi 5 collaborazioni per progetto. Tra queste, 16 (42%) hanno coinvolto imprese, con una media di 2 nuove collaborazioni con imprese per ciascun progetto.

Analizzando il periodo successivo alla conclusione dei progetti, come mostrato nella figura 2.8, emerge che gli stessi 8 progetti hanno proseguito ad attivare nuove collaborazioni anche nei 24 mesi successivi, portando il totale delle collaborazioni avviate a 56 (+17 nuove collaborazioni), pari a una media di 7 per progetto. Dalla figura 2.9 si evince che, in questo secondo periodo, l'attenzione si è maggiormente concentrata sulla creazione di partnership con organismi di ricerca privati, ma una quota significativa (4 su 17, circa il 25%) ha continuato a coinvolgere le imprese, confermando l'impegno profuso per rafforzare le sinergie tra ricerca e industria.

Chiedendo ai ricercatori di identificare i principali vantaggi derivanti dalla collaborazione sinergica con il mondo delle imprese, i benefici più frequentemente segnalati includono:

- accesso prioritario a potenziali brevetti;
- supporto tecnico e consulenze, di cui le imprese hanno usufruito, accedendo a competenze avanzate e strumentazione d'avanguardia;
- coinvolgimento di giovani ricercatori, promuovendo lo sviluppo professionale e facilitando l'integrazione con la cultura aziendale;
- proseguimento dello sviluppo industriale, attraverso collaborazioni o consulenze con gli organismi di ricerca;
- ottimizzazione dei materiali, grazie all'accesso a tecniche avanzate di caratterizzazione chimico-fisica

per migliorare l'ottimizzazione dei materiali utilizzati nei loro processi;

- integrazione delle competenze;
- incubazione di nuove idee.

Dal focus group è emerso che entrambe le categorie coinvolte (imprese e centri di ricerca) hanno molto apprezzato la contaminazione e lo scambio reciproco lungo tutto il percorso progettuale. Le imprese hanno beneficiato del contributo di giovani professionisti altamente qualificati e di proposte di ricerca innovative e commercialmente interessanti. D'altro canto, i ricercatori universitari hanno avuto l'opportunità di confrontarsi direttamente con il mondo aziendale, sviluppando progetti di ricerca concreti, con possibili applicazioni dirette sul mercato.

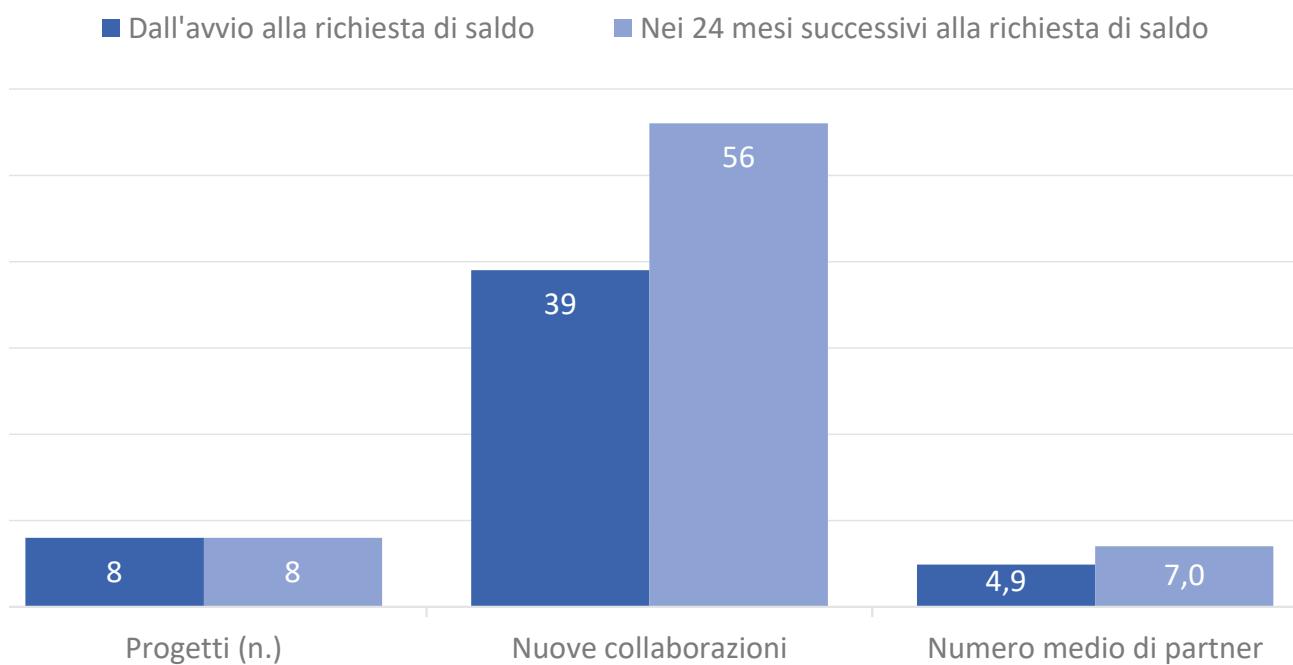
Il box 3 riporta le opinioni dei progetti intervistati riguardo la capacità dell'Avviso congiunto di stimolare e incentivare la collaborazione e il rapporto sinergico tra il mondo della ricerca e le imprese.

2.5 Risorse umane, inserimento di giovani e supporto ai percorsi di carriera

I progetti finanziati dalla Fondazione Cariplo e da Regione Lombardia sono stati l'occasione per favorire la crescita intellettuale e professionale di molti giovani ricercatori, in coerenza con il terzo obiettivo dell'Avviso congiunto. Come si può vedere dalla tabella 2.1, infatti, sono 56 le persone che sono state contrattualizzate e che hanno contribuito alla realizzazione dei progetti (34 uomini e 22 donne).

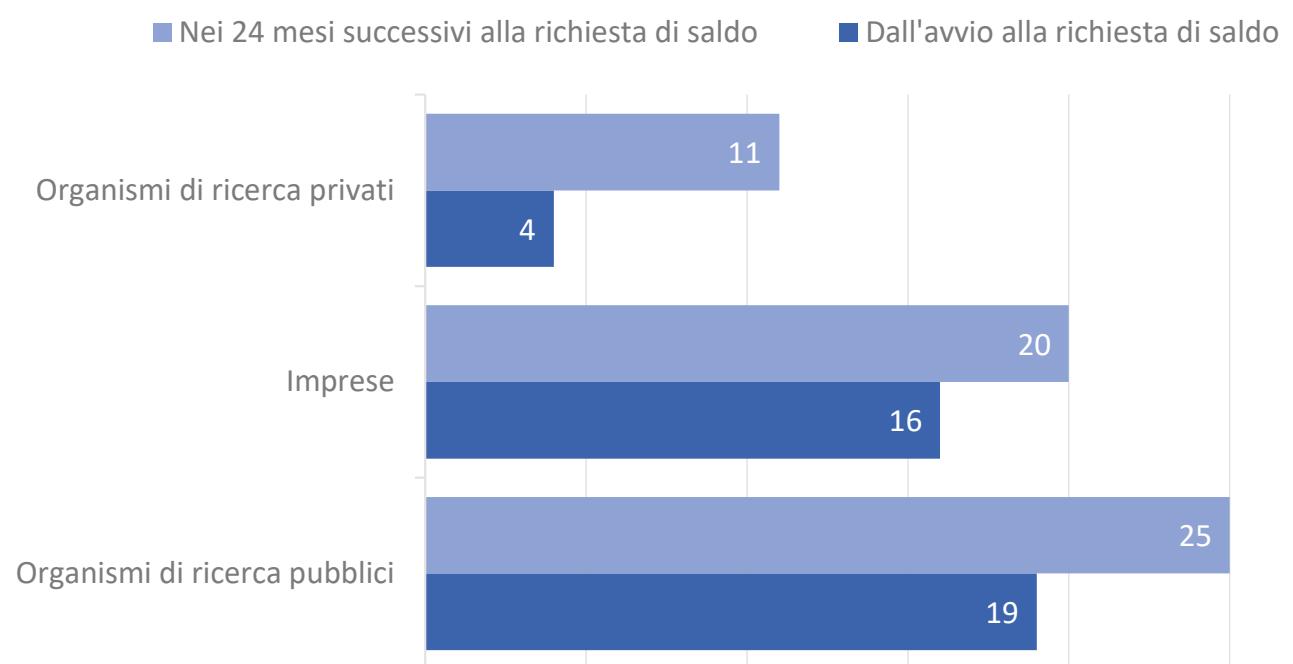
Esaminando la tipologia di contratto e le posizioni ricoperte dalle risorse umane coinvolte (figura 2.10), si osserva che, durante la realizzazione dei progetti, la maggior parte delle persone reclutate ricopre la posizione di assegnista di ricerca (38 su 56, circa il 68%). Al momento del saldo, invece, seppur l'assegnista di ricerca sia rimasta la categoria prevalente (15 persone), risultano cresciuti maggiormente i dottorandi e le persone attive nel mondo aziendale. Infine, 18 studenti coinvolti all'interno dei progetti hanno prodotto la tesi di laurea e, in 6 ulteriori casi, è stata realizzata una tesi di dottorato. A 24 mesi dalla conclusione dei progetti, purtroppo, non è stato possibile tracciare circa la metà dei percorsi

Figura 2.8 – Nuove collaborazioni avviate



Fonte: elaborazioni EVALAB su dati Fondazione Cariplo, 2024

Figura 2.9 – Tipologia di soggetti con cui sono state avviate nuove collaborazioni



Fonte: elaborazioni EVALAB su dati Fondazione Cariplo, 2024

Box 3 – Un rapporto sinergico tra mondo della ricerca e imprese

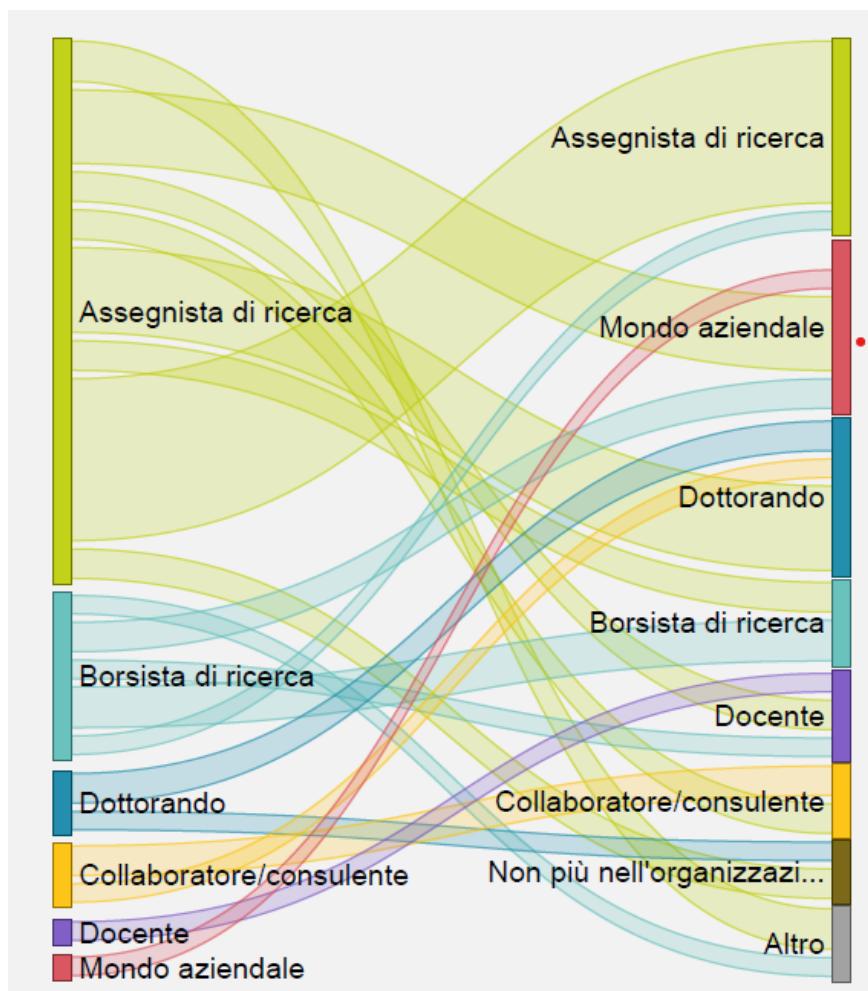
Il progetto METAISOLECOMAT (rif. 2018-1743 contributo €581.100), guidato dal Politecnico di Milano (in qualità di ente di ricerca capofila del progetto) e composto dalle imprese Laborplast s.r.l. e Pantecnica s.r.l. (aziende partner), ha generato un'innovazione di prodotto che ha consentito lo sviluppo di pannelli fonoassorbenti con ridotto spessore e peso, realizzati utilizzando PVC rigenerato da scarti post-industriali.

Il progetto, grazie al supporto delle due imprese partner, è stato in grado di avviare 2 spin-off, uno durante il periodo di attuazione dell'Avviso congiunto e il secondo nei successivi 24 mesi.

Per entrambe le imprese, la collaborazione con il mondo accademico ha rappresentato un'importante opportunità, che non solo ha permesso loro di beneficiare dell'innovazione tecnologica sviluppata grazie all'Avviso congiunto, ma ha anche contribuito a sostenere sei giovani ricercatori del Politecnico nel processo di trasformazione dell'idea iniziale in una proposta imprenditoriale.

Infatti, grazie al supporto delle due aziende e di un importante realtà di venture capital, i giovani ricercatori hanno potuto costituire uno spin-off imprenditoriale che sta ottenendo ottimi risultati sul mercato. Tale supporto ha aiutato i giovani ricercatori-imprenditori, favorendo il *go to market* ed evitando che loro stessi dovessero trasferirsi all'estero per sviluppare la loro idea.

Figura 2.10 – Percorsi di carriera (posizione ricoperta nel corso del progetto e al saldo)



Fonte: elaborazioni EVALAB su dati Fondazione Cariplo, 2024

di carriera delle risorse umane coinvolte. Per la metà restante, si evidenzia una forte variabilità, corrispondente a una sorta di “unicità” nei percorsi intrapresi.

Le testimonianze raccolte in occasione delle interviste per i quattro casi studio hanno permesso di constatare che anche l’obiettivo di favorire la crescita intellettuale e professionale dei giovani ricercatori è stato conseguito dal bando. Infatti, sia i referenti degli organismi di ricerca, sia quelli del mondo delle imprese hanno sottolineato come l’Avviso congiunto abbia rappresentato un’importante opportunità per formare figure professionali capaci di svolgere un ruolo di “mediatori culturali” per favorire il trasferimento tecnologico.

I giovani ricercatori, da un lato, hanno avuto la possibilità di proseguire la ricerca avviata in ambito

accademico, sviluppando anche gli aspetti legati a una possibile futura commercializzazione. Dall’altro lato, hanno potuto acquisire un’esperienza diretta nel contesto lavorativo delle divisioni di ricerca e sviluppo delle imprese, arricchendo la loro formazione con competenze pratiche.

Anche le imprese hanno beneficiato della presenza degli studenti, potendo non solo contare su figure specializzate e interamente dedicate allo sviluppo della trasformazione tecnologica, ma anche, a livello più generale, avendo la possibilità di coltivare giovani talenti potenzialmente inseribili nel proprio organico. Il box 4 fa riferimento a un caso emblematico sulla capacità dell’Avviso congiunto di stimolare gli sviluppi di carriera dei giovani coinvolti nel progetto.

Box 4 – Sviluppi di carriera dei giovani coinvolti nel progetto

Il progetto Myco-Advanced leaTher matERials (MATER) (rif. 2018-1765 contributo €590.500), ha permesso al gruppo formato dall’Università degli Studi di Pavia (in qualità di ente di ricerca capofila del progetto), assieme al Dipartimento di Scienze e Tecnologie Aerospaziali del Politecnico di Milano (ente di ricerca partner) e a Mogu S.r.l.(azienda partner), di sviluppare un innovativo processo di produzione per l’industria del pellame e, più in generale, per il settore della moda basato sull’impiego di organismi fungini in grado di ridurre l’inquinamento prodotto dalle lavorazioni.

Il progetto, che ha raggiunto un TRL 9 e quindi ha portato alla commercializzazione della soluzione sviluppata, ha visto la partecipazione di 9 giovani ricercatori, che hanno potuto beneficiare in maniera significativa dell’esperienza offerta dall’Avviso congiunto. In particolare, 4 di essi sono stati assunti dall’azienda partner, la quale ha inoltre deciso di finanziare una nuova borsa di dottorato industriale. Un’altra giovane ricercatrice ha scelto di proseguire il proprio percorso professionale all’interno del mondo accademico, diventando professore associata, mentre gli altri ricercatori hanno intrapreso carriere lavorative in altre aziende private.

I giovani ricercatori hanno avuto la possibilità di beneficiare di esperienze di laboratori congiunti e di team misti sviluppando delle competenze che si sono rivelate strategiche una volta inseriti nel mercato del lavoro.

Oltre a questo, il team di progetto è stato tra i più prolifici in termini di pubblicazioni peer reviewed, con sei articoli pubblicati durante il periodo di attività dell’Avviso congiunto, seguiti da una ulteriore pubblicazione nei successivi 24 mesi.

3. LA RILEVANZA SCIENTIFICA DELLE PUBBLICAZIONI



3.1 Impostazione metodologica

La principale dimensione indagata in questo capitolo è l'efficacia dell'"Avviso congiunto nel produrre avanzamenti della conoscenza nell'ambito dello studio dei materiali avanzati", con particolare riferimento alla rilevanza scientifica (in termini bibliometrici) delle pubblicazioni prodotte dai progetti finanziati. A questo scopo sono state analizzate le pubblicazioni (e le relative citazioni ricevute) per determinare il grado di

diffusione presso la comunità scientifica degli articoli prodotti nell'ambito delle ricerche sostenute dall'Avviso congiunto e pubblicati su riviste peer reviewed. Per raccogliere e analizzare gli elementi utili a formulare un giudizio di merito sono stati utilizzati gli strumenti di analisi appositamente messi a punto da Clarivate Analytics: InCites ed Essential Science Indicators (ESI), entrambi basati sul database bibliometrico Web of Science.

Prima di addentrarci nell’analisi dei risultati, pare qui opportuno ricordare, da un lato, che oltre la metà delle pubblicazioni si riferisce a tre dei dieci progetti sostenuti dall’Avviso e che, quindi, le considerazioni che seguono riguardano principalmente la circolazione nella comunità scientifica dei risultati di tali ricerche. Dall’altro, si ritiene utile segnalare che tale differenza nella propensione a pubblicare dei diversi progetti è strettamente collegata sia al livello di maturità tecnologica di partenza (più basso era tale livello, più intensa l’attività di ricerca di base richiesta), sia al trade-off fra pubblicazione dei risultati e protezione della proprietà intellettuale, nei casi di avvio di percorsi di brevettazione.

3.2 Il quadro generale

Nella tabella 3.1 è riportato il punto di partenza dal quale si sviluppano le analisi successive: 10 progetti che, a partire dal 2020, hanno generato 33 pubblicazioni su riviste

scientifiche peer reviewed indicizzate in Web of Science (sul totale di 40 pubblicazioni complessive pubblicate).

Tali documenti sono stati citati da altre pubblicazioni su riviste scientifiche 545 volte - in media 16,5 citazioni per ciascun documento – delle quali il 15% (92 citazioni) generate da un solo documento. 10 pubblicazioni sono state citate almeno 10 volte. I documenti in cui sono presenti citazioni delle pubblicazioni analizzate sono 370. Essi sono stati citati, a loro volta, circa 4.900 volte, per una media di 13,2 citazioni per documento. I numeri citati evidenziano chiaramente la dimensione significativa dell’eco che almeno alcune delle pubblicazioni prodotte hanno generato presso la comunità scientifica.

I ricercatori univocamente identificati come autori (o co-autori) delle pubblicazioni analizzate sono 100; in media ciascun documento ha portato la firma di 5 ricercatori. Inoltre, 3 documenti sono stati citati all’interno di 2 brevetti. Complessivamente, sono invece

Tabella 3.1 – Quadro riepilogativo delle pubblicazioni analizzate

Progetti	10
Documenti totali	40
Documenti analizzati	33
Citazioni	545
Media citazioni per documento	16,52
Indice H	10
% documenti citati	85
Documenti citanti	370
Citazioni dei documenti citanti	4883
Media citazioni dei documenti citanti	13,19
Autori univocamente identificati	100
Numero medio di autori per documento	5
Citazioni da brevetti	3
Autori citati	22
Istituzioni univocamente identificate	49
Numero medio di istituzioni per documento	3
Numero medio di Paesi per documento	1,3

Fonte: elaborazioni EVALAB su dati Clarivate Analytics, 2024

49 le istituzioni cui fanno riferimento gli autori delle pubblicazioni analizzate. In media, ciascun documento risulta dunque prodotto con la collaborazione di 3 autori e 3 istituzioni diverse localizzate, meno della metà delle volte, in due paesi diversi.

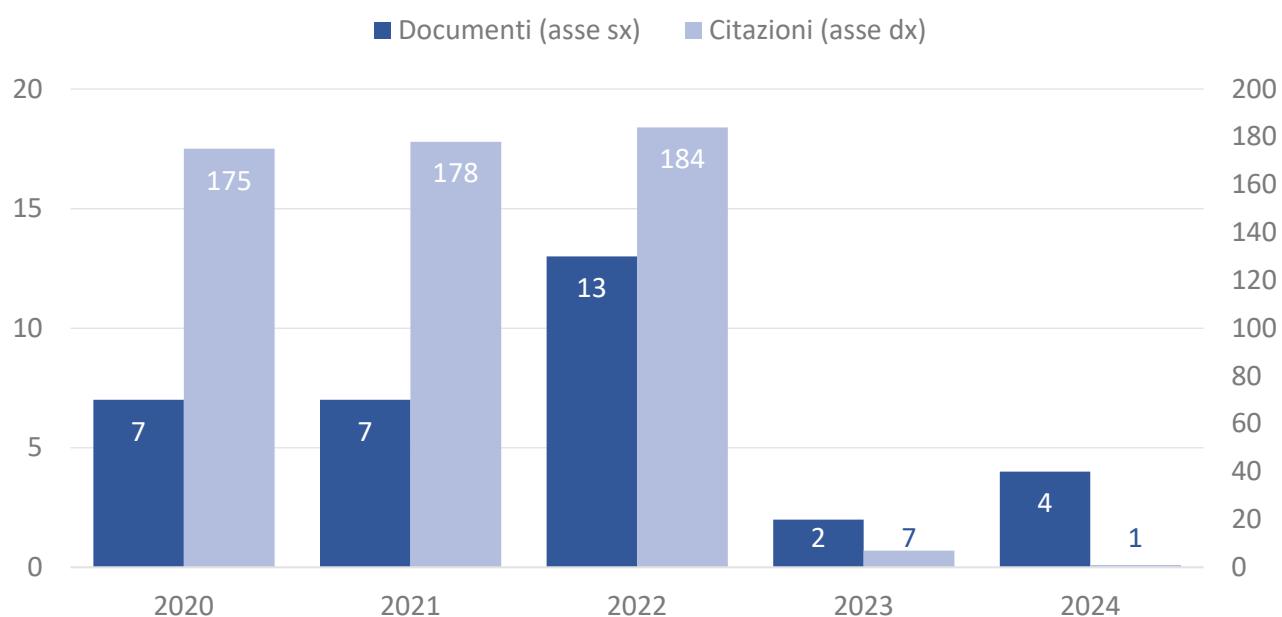
La figura 3.1 evidenzia la distribuzione di frequenza dei documenti (barre blu, asse sinistro) e delle relative citazioni complessive (barre azzurre, asse destro) per anno di pubblicazione. Le prime barre a sinistra dell'istogramma indicano, ad esempio, il numero di documenti pubblicati nel 2020 e il numero totale di citazioni che tali documenti hanno avuto dal 2020 al primo semestre 2024.

Si può quindi notare come le pubblicazioni del 2023 e del 2024 appaiano relativamente meno citate delle altre (o non citate nel caso del 2024), questo deriva, almeno parzialmente, dal fatto che l'analisi bibliometrica è stata condotta nel 2024, per cui gli articoli pubblicati più recentemente hanno avuto un tempo minore per essere (letti e) citati da altri documenti.

Tali considerazioni non tengono, tuttavia, conto delle diverse riviste su cui i documenti analizzati sono stati pubblicati e dei diversi settori cui essi si riferiscono. Questa limitazione è superata dalla figura 3.2 nella quale i dati medi annuali, relativi al numero di citazioni, sono rapportati a due stime del loro valore atteso. I valori attesi sono calcolati, nel primo caso (barra blu), prendendo come riferimento il settore relativo alla pubblicazione e, nel secondo caso (barra azzurra), la rivista su cui è apparsa. Per ogni anno, il grafico riporta inoltre il valore medio del Journal Impact Factor (JIF) delle riviste sulle quali sono stati pubblicati i documenti (linea blu continua).

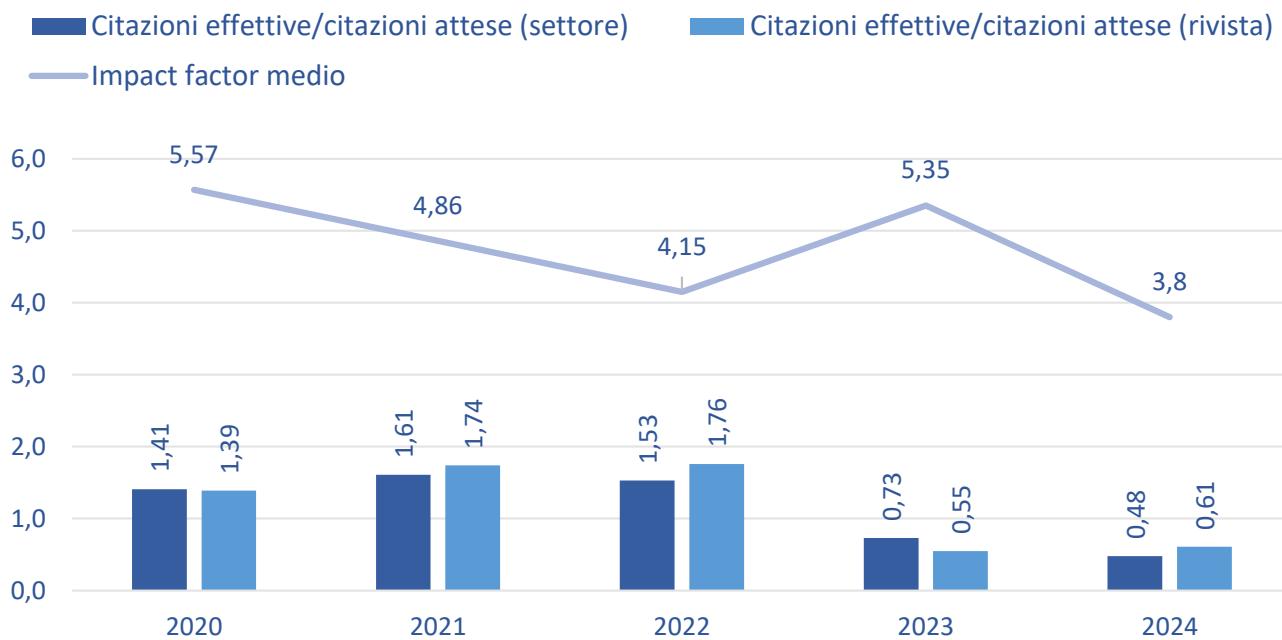
Dall'analisi della figura appare anzi tutto evidente come le pubblicazioni analizzate risultino mediamente più citate rispetto all'insieme dei documenti pubblicati negli stessi anni sulle stesse riviste e su riviste classificate negli stessi settori. Il rapporto fra citazioni effettive e citazioni attese è infatti superiore a 1 in tutti gli anni, tranne per il 2023 e 2024 (in cui, però, il risultato

Figura 3.1 – Documenti analizzati e relative citazioni totali per anno di pubblicazione



Fonte: elaborazioni EVALAB su dati Clarivate Analytics, 2024

Figura 3.2 -Rilevanza delle pubblicazioni per anno di pubblicazione



Fonte: elaborazioni EVALAB su dati Clarivate Analytics, 2024

fin qui riscontrato potrebbe essere considerato con maggiore cautela per la stessa ragione riportata sopra - concomitanza dell'anno di pubblicazione e svolgimento dell'analisi bibliometrica).

L'analisi dei dati relativi al JIF, infine, evidenzia come i risultati delle ricerche finanziate siano stati pubblicati soprattutto su riviste di settore relativamente importanti, in termini citazionali, riuscendo comunque a raggiungere e mantenere livelli di citazioni superiori alla media. Riguardo a tali riviste, pare opportuno sottolineare che, rispetto a quanto registrato - in media, nel periodo oggetto di analisi – per l'insieme di tutte le riviste indicizzate da Web of Science, risultano più elevati sia il rapporto fra documenti redatti in collaborazione con ricercatori affiliati a realtà aziendali e totale dei documenti pubblicati, sia il rapporto fra citazioni provenienti da brevetti e totale delle citazioni ricevute dai documenti pubblicati, a riprova di una loro maggiore specializzazione nell'ambito della

ricerca applicata. Tale risultato appare quindi in linea con la focalizzazione principale dell'Avviso congiunto.

Nella figura 3.3 inoltre è proposto, sempre per l'insieme delle pubblicazioni analizzate, il valore medio del rapporto fra le citazioni effettive dei vari documenti e quelle attese. Questi valori sono stimati, nel diagramma di sinistra, in base al settore in cui è classificata la rivista e, nel diagramma di destra, in base alla rivista stessa. In entrambi i casi le stime tengono inoltre conto del tipo di documento (articolo, rassegna o altra tipologia).

Il valore medio del quoziente è superiore all'unità: le pubblicazioni analizzate risultano quindi mediamente più citate, sia rispetto agli altri documenti dello stesso tipo pubblicati nello stesso anno sulle stesse riviste scientifiche, sia rispetto alle altre pubblicazioni del medesimo anno, nel medesimo settore e della medesima tipologia. Relativamente alla normalizzazione per rivista, risulta inoltre che le pubblicazioni analizzate sono state citate mediamente circa 1,5 volte di più dei

Figura 3.3 – Rapporto medio tra citazioni effettive e citazioni attese

Fonte: elaborazioni EVALAB su dati Clarivate Analytics, 2024

documenti pubblicati nello stesso campo di ricerca nello stesso anno. Nella tabella 3.2 sono riportati alcuni dati relativi alla distribuzione degli articoli analizzati, posti a confronto con alcune soglie significative in termini di quota di citazioni ricevute.

Osservando i dati, si note che le differenze positive sono comprese fra il 3 e il 15% circa. In particolare, la soglia corrispondente all'1% di articoli più citati (fra quelli pubblicati nello stesso anno, nello stesso settore), nel nostro caso ne include il 3%; entro la soglia del 5% se ne trovano il 9%; nella soglia del 10% il 15%; nella soglia del 25% il 30%. Infine, la soglia che divide in due l'insieme delle pubblicazioni degli stessi anni e degli stessi settori racchiude, nel nostro database, ben il 61% dei documenti. Dobbiamo inoltre tenere in considerazione che l'85% dei documenti è stato citato almeno una volta, e del 15% rimanente il 6% dei documenti sono stati pubblicati nell'anno di riferimento all'analisi bibliografica e "non ancora" citati per, auspicabilmente, tale ragione.

3.3 Rilevanza settoriale

Seguono alcune analisi che evidenziano i campi di ricerca delle pubblicazioni con i risultati più rilevanti (più spesso ripresi in riviste peer reviewed incluse in Web of Science). Anzi tutto, occorre ricordare che il campo di ricerca di una pubblicazione è identificato, in questa come nelle analisi precedenti, dal settore cui si riferisce la rivista su cui essa è pubblicata. Ciò premesso, la tabella 3.3 mostra alcuni dati di sintesi volti a evidenziare i settori in cui le pubblicazioni analizzate sono state citate più spesso, in assoluto e in termini relativi, e i campi di ricerca per cui i documenti sono stati citati all'interno di brevetti.

Da un rapido esame dei dati, possiamo notare come le principali aree di ricerca siano diverse, a seconda che si consideri il numero di citazioni o di documenti. Nel primo caso, il dato più significativo si registra per la chimica, con 238 citazioni; nel secondo, il dato relativamente più elevato riguarda l'ambito dell'agricoltura, l'ambiente e l'ecologia, con 10 documenti.

Tabella 3.2 – Distribuzione dei documenti in rapporto alla distribuzione di frequenza delle relative citazioni

	Top 1%	Top 5%	Top 10%	Top 25%	Top 50%
Numero di documenti	1	3	5	10	20
Percentuale di documenti	3%	9%	15%	30%	61%

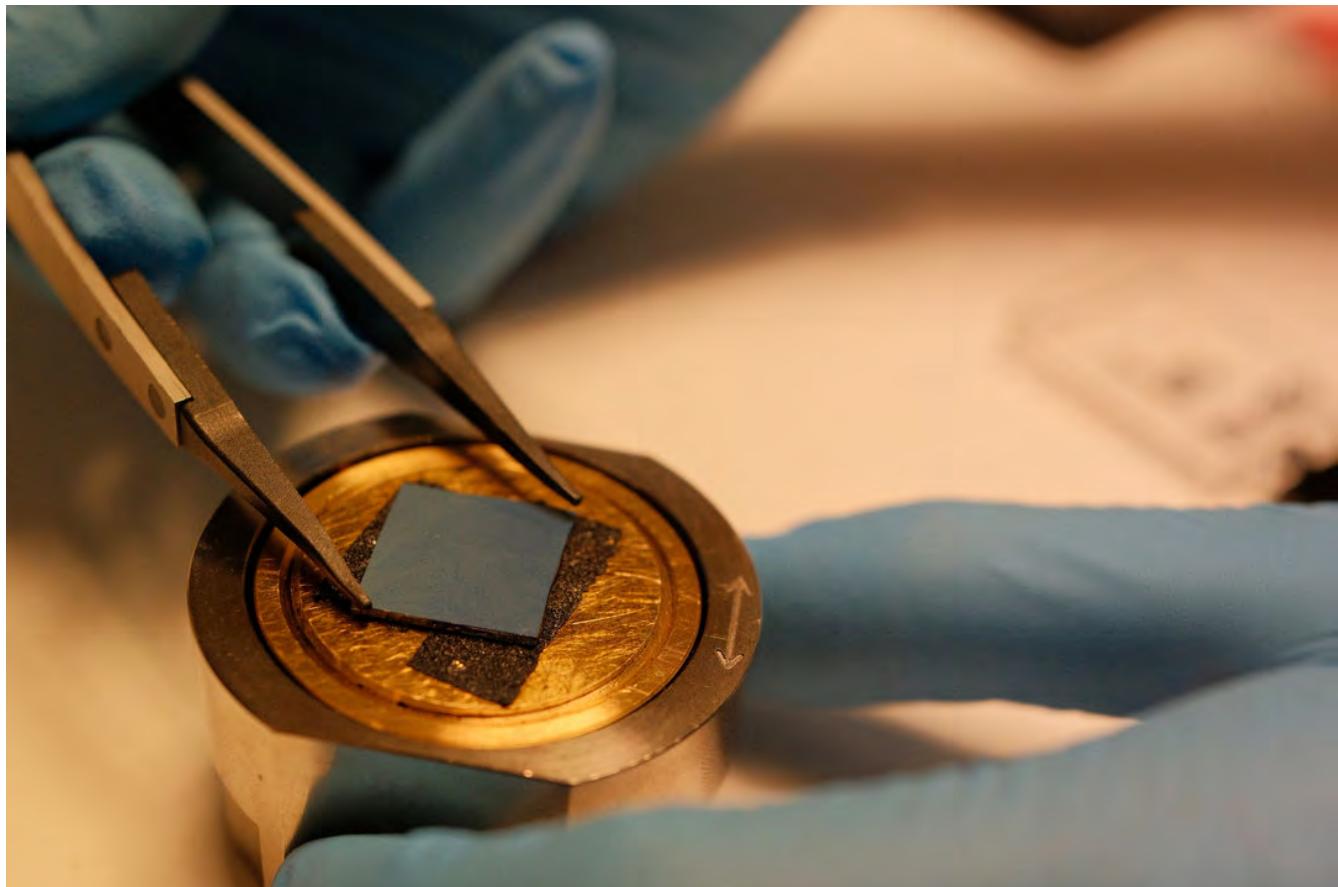
Fonte: elaborazioni EVALAB su dati Clarivate Analytics, 2024

Tabella 3.3 – Principali aree di ricerca e relativa rilevanza scientifica

Area di ricerca	Documenti		Citazioni			Citazioni effettive/attese (settore)	Citazioni da brevetti
	v.a.	%	v.a.	%	media per doc		
Chemistry	7	21%	238	44%	34	2,7	1
Agriculture, Environment & Ecology	10	30%	125	23%	13	1,4	0
Clinical & Life Sciences	7	21%	71	13%	10	1,3	2
Physics	4	12%	67	12%	17	1,1	0
Engineering & Materials Science	4	12%	43	8%	11	0,8	0
Electrical Engineering, Electronics & Computer Science	1	3%	1	0%	1	0,1	0

Fonte: elaborazioni EVALAB su dati Clarivate Analytics, 2024

4. CONCLUSIONI



Dall'analisi dei progetti finanziati emerge chiaramente che l'Avviso congiunto ha raggiunto i propri obiettivi principali, promuovendo la crescita tecnologica, stimolando collaborazioni sinergiche tra il mondo della ricerca e quello delle imprese e favorendo la crescita intellettuale e professionale di giovani.

In particolare, i progetti sostenuti hanno ottenuto risultati significativi per quanto riguarda:

1. **l'incremento del livello di maturità tecnologica (TRL)** delle soluzioni studiate, sia durante il periodo di realizzazione dei progetti (nella totalità dei casi) che nei due anni successivi alla loro conclusione (nel 70% dei casi);
2. **il trasferimento tecnologico** testimoniato dall'avvio di 6 percorsi di brevettazione e dalla creazione di 4 spin-off, sviluppati grazie alle conoscenze e com-

petenze acquisite, dalla ricezione di 2 nuove commesse e dall'avvio di, complessivamente, 56 nuove collaborazioni con il mondo delle imprese;

3. **l'attrazione di nuovi finanziamenti**, con circa 2,3 milioni di euro aggiuntivi raccolti per proseguire lo sviluppo delle soluzioni tecnologiche sostenute dall'Avviso, a fronte di un investimento iniziale di oltre €5 milioni da parte degli enti promotori;
4. la **divulgazione dei risultati di ricerca**, tramite diverse forme di diffusione dei risultati – quali partecipazioni a convegni e fiere di settore – e la **divulgazione accademica** di alto livello, tramite pubblicazioni scientifiche.

L'iniziativa ha favorito una forte sinergia tra il mondo accademico e imprenditoriale, portando vantaggi reciproci. Da un lato, le imprese hanno potuto accedere a giovani professionisti altamente qualificati e a proposte di ricerca innovative e commercialmente rilevanti. Dall'altro, i ricercatori universitari hanno avuto l'opportunità di sviluppare progetti concreti con applicazioni dirette nel mercato e di confrontarsi con le dinamiche aziendali e imprenditoriali.

Un ulteriore punto di forza dell'Avviso congiunto è stato il suo ruolo nel superare le barriere finanziarie che spesso limitano lo sviluppo di collaborazioni tra

ricerca e industria. Questo ha permesso di consolidare relazioni di lungo termine tra i due mondi, generando un impatto duraturo sia sul piano scientifico che su quello economico.

In sintesi, i risultati ottenuti dimostrano l'efficacia dell'Avviso congiunto come strumento per stimolare l'innovazione, promuovere il trasferimento tecnologico e rafforzare il legame tra ricerca e industria. Come emerso durante i focus group e le interviste, questo legame potrebbe essere ulteriormente sviluppato:

- attraverso la creazione di una piattaforma dedicata, un “marketplace”, che faciliti l'incontro tra la domanda di ricerca delle imprese e l'offerta di competenze degli enti di ricerca contribuendo a superare le attuali barriere e favorendo uno scambio di conoscenze più efficace e una collaborazione più strutturata tra i due mondi;
- mediante lo sviluppo di iniziative simili al progetto Marie Curie Action – Industry-Academia Partnerships, proposto dall'Unione Europea, in cui le aziende contribuiscono alla formazione dei giovani ricercatori svolgendo un ruolo di mentorship e promuovendo una più stretta collaborazione fra le realtà aziendali e il mondo accademico.

Questo quaderno è scaricabile dal sito – *This document can be downloaded from*
www.fondazionecariplo.it/ossevatorio

Può essere citato – Quote as:

Paolo Canino, Diletta Savoldi, Lorenzo Vaiani (a cura di) (2025), MATERIALI AVANZATI. Risultati dei progetti finanziati dalla collaborazione tra Regione Lombardia e Fondazione Cariplo. Milano: Fondazione Cariplo.

Is licensed under a Creative Commons Attribuzione Condividi allo stesso modo 3.0 Unported License.
ISBN 979-12-80051-19-6





Fondazione Cariplo
Via Daniele Manin, 23
20121 Milano
www.fondazionecariplo.it
ISBN: 979-12-80051-19-6