



**Politecnico
di Torino**

POLITECNICO DI TORINO

Corso di Laurea Magistrale in Ingegneria Gestionale

Classe LM-31

Percorso Gestione dell'Innovazione e Imprenditorialità

A.A. 2023/2024

Sessione di laurea novembre/dicembre 2023

Tesi di Laurea Magistrale

Ruolo dei programmi Proof of Concept nei processi di trasferimento tecnologico

Relatore:

Prof. Emilio Paolucci

Candidata:

Gabriella Nasi

Correlatori:

Federico Micol

Fabiana Resio

Indice

Abstract.....	4
1. Introduzione	6
1.1. Contesto.....	6
1.2. Programmi POC del Politecnico di Torino	7
1.3. Programmi POC di FCSP.....	8
1.4. Contenuto e obiettivo dell'elaborato	9
2. Revisione della letteratura	12
2.1. Il trasferimento tecnologico	12
2.1.1. I limiti del modello tradizionale.....	13
2.1.2. Le alternative al modello tradizionale	16
2.2. Le invenzioni accademiche	21
2.2.1. I problemi legati alla commercializzazione	21
2.3. I <i>Proof of Concept Center</i>	26
2.4. I programmi <i>Proof of Concept</i>	27
2.4.1. Struttura dei programmi POC	29
2.4.2. I programmi POC europei.....	30
2.4.3. Influenza dei POC sulla commercializzazione delle RBI.....	31
2.4.4. Effetto dei POC sulle tipologie di commercializzazione.....	35
2.5. <i>Gap</i> nella letteratura e contributo della Tesi	41
3. Dati e metodo.....	44
3.1. Raccolta dati.....	44
3.2. Realizzazione del database.....	46
3.3. Variabili analizzate.....	50
3.3.1. Variabili indipendenti	51
3.3.2. Variabili di controllo.....	52
3.3.3. Variabili dipendenti	55
3.4. Analisi dei dati	59
3.4.1. Statistiche descrittive del campione.....	60
3.4.2. Influenza dei POC sulla valorizzazione.....	62
3.4.3. Titolarità dei brevetti e programmi POC	67

3.4.4.	Influenza dei POC sull'abbandono totale delle famiglie brevettuali ...	70
3.4.5.	Influenza dei POC sulle estensioni PCT.....	73
3.4.6.	Influenza dei POC sulla nazionalizzazione	76
3.4.7.	<i>Backward citations</i> e programmi POC	79
4.	Risultati.....	82
4.1.	Programmi POC e valorizzazione dei brevetti.....	83
4.2.	Programmi POC e abbandono totale delle famiglie brevettuali.....	85
4.3.	Programmi POC sulle scelte di estensione PCT e di nazionalizzazione.....	86
5.	Conclusione.....	89
6.	Appendici.....	92
6.1.	Analisi di regressione sulla valorizzazione	92
6.2.	Analisi di regressione sull'abbandono totale della famiglia brevettuale	93
6.3.	Analisi di regressione sulle estensioni PCT	93
6.4.	Analisi di regressione sulla nazionalizzazione.....	94
6.5.	<i>Backward citations</i> rispetto alla sottosezione IPC di appartenenza dei brevetti 95	
	Bibliografia	96

Abstract

Per incentivare e sostenere il processo di trasferimento tecnologico (TT) universitario sono stati creati i programmi *Proof of Concept* (POC), strumenti che, attraverso l'erogazione di finanziamenti a fondo perduto, competenze e opportunità di formazione per i ricercatori, hanno l'obiettivo di sostenere le scoperte scientifiche sviluppate in ambito accademico, *Research-Based Inventions* (RBI), nella commercializzazione. Infatti, nonostante siano caratterizzate da incertezza e alto grado di rischio, le invenzioni universitarie possono costituire fonte di innovazione in caso di diffusione, favorendo il progresso economico.

L'impatto dei POC è stato oggetto di studi che hanno evidenziato come la loro efficacia dipenda da diversi fattori e da un'adeguata progettazione; tuttavia, rimane da approfondire l'influenza che esercita la partecipazione a tali programmi sulle *performance* dei brevetti. L'elaborato ha l'obiettivo di colmare questo *gap*, analizzando brevetti del Politecnico di Torino che si sarebbero potuti candidare ad iniziative promosse dalla stessa Università e dalla Fondazione Compagnia di Sanpaolo tra il 2016 ed il 2021.

Confrontando i brevetti beneficiari di un finanziamento POC con i brevetti che non lo hanno ottenuto, sono state analizzate le loro *performance* esplorando come i programmi possano offrire risultati differenti di valorizzazione, abbandono delle famiglie brevettuali, estensione PCT e nazionalizzazione, in base ad aspetti come la titolarità, la categoria tecnologica dell'invenzione e le *backward citations*.

Contrariamente a quanto ipotizzato, i programmi POC non sembrano esercitare una influenza rilevante né sulle valorizzazioni né sul periodo necessario al raggiungimento della prima valorizzazione, il quale è risultato maggiore per i brevetti beneficiari del finanziamento. A tal proposito intervengono le *backward citations* che offrono un contributo positivo alla probabilità che un brevetto venga valorizzato.

Successivamente, è stata verificata l'esistenza di eventuali altri aspetti per i quali i programmi POC possono fornire un concreto e ancora inesplorato contributo.

È emerso che i POC insieme alla presenza di contitolari favoriscono le estensioni PCT mentre se combinati ad un numero elevato di *backward citations* promuovono le nazionalizzazioni.

Relativamente alle decisioni di abbandono, tali programmi possono svolgere simultaneamente un duplice ruolo, in base al settore di appartenenza dell'invenzione: assistere i ricercatori nell'abbandono, aiutandoli a comprendere il reale funzionamento delle RBI, o nel mantenimento dei brevetti, attraverso il supporto da loro erogato.

Inoltre, viene riscontrato che la presenza di contitolari e di elevate *backward citations* scoraggia, nel primo caso, e posticipa, nel secondo, le decisioni di abbandono.

L'appartenenza dell'invenzione alla categoria *science-based* o *engineering-based* non sembra invece contribuire all'efficacia dei programmi POC sulle *performance* analizzate in quanto viene riscontrato che queste dipendono maggiormente dalle difficoltà intrinseche di ciascun settore. I brevetti sono quindi stati analizzati in base al codice IPC al fine di identificare eventuali settori per i quali i POC siano particolarmente necessari.

L'elaborato propone aspetti sui quali, in seguito ad analisi esplorative, i programmi POC potrebbero esercitare concretamente effetti positivi se realizzati attentamente e regolarmente a supporto di un processo di trasferimento tecnologico di successo.

1. Introduzione

1.1. Contesto

L'innovazione è un fattore determinante per il progresso economico e sociale di un Paese. Innovare significa aderire alle circostanze, ai mutamenti dell'ambiente e alle scoperte scientifiche, significa osservare e proporre risposte concrete sempre più coerenti con i bisogni del mercato.

Nasce da uno stretto rapporto tra sviluppi nella ricerca e nelle conoscenze e può interessare diversi ambiti, come le università. L'innovazione di tipo accademico ricopre un ruolo rilevante ma il problema maggiore che la caratterizza è il raggiungimento del mercato. In tale contesto, emerge il fenomeno del trasferimento tecnologico (TT), il quale comprende un insieme di attività che permettono il trasferimento di fattori, tra cui conoscenza, tecnologia, competenze e metodi, dall'università verso il mercato.

Negli anni il concetto di trasferimento tecnologico ha assunto un ruolo cruciale all'interno di un sistema in continua crescita economica e digitale, diventando così essenziale per favorire l'innovazione.

Si tratta di un processo frutto della collaborazione tra il mondo accademico e quello industriale. I ricercatori universitari e le università, infatti, attraverso le proprie invenzioni, note in letteratura come *Research-Based Inventions* (RBI), trasferiscono la conoscenza prodotta alla società e alle industrie in modo da rendere la tecnologia accessibile.

Le scoperte scientifiche sviluppate in ambito accademico sono caratterizzate da alto potenziale, dunque, possono costituire fonte di innovazione se trasferite al mondo esterno. Tuttavia, esistono diversi fattori che caratterizzano il contesto delle RBI specialmente nelle fasi iniziali del loro sviluppo, come incertezza e alto grado di

rischio, che impediscono loro sia di raccogliere fondi per ulteriori sviluppi futuri sia di partecipare ad un trasferimento tecnologico di successo.

Pertanto, è necessaria la creazione di un'infrastruttura che consenta di evitare il cosiddetto “*funding gap*” e promuova un'innovazione responsabile e sostenibile in modo da favorire il progresso economico.

A tal riguardo sono state proposte diverse iniziative, come la nascita degli Uffici di Trasferimento Tecnologico (TTO), che forniscono assistenza e suggerimenti ai ricercatori attraverso una serie di attività, ad esempio raccogliere e valutare le informazioni legate alle invenzioni, predisporre forme adeguate di protezione e supportare i ricercatori nell'individuazione del potenziale commerciale della proprietà intellettuale dei brevetti connessi alle invenzioni universitarie.

I TTO sono un tramite per collegare il mondo della ricerca con quello industriale e direttamente anche con il mercato, ad esempio attraverso la fondazione di *spin-off*.

Inoltre, al fine di incrementare l'attrattività delle RBI verso gli investitori e le imprese sono stati istituiti, da parte delle istituzioni pubbliche, i centri e i programmi *Proof of Concept* (POC). Nello specifico, i programmi POC prevedono l'erogazione di finanziamenti a fondo perduto, competenze e opportunità di formazione ai ricercatori universitari per supportarli nella traduzione delle proprie RBI in prodotti potenzialmente commercializzabili.

1.2. Programmi POC del Politecnico di Torino

Il Politecnico di Torino ha introdotto i finanziamenti POC in seguito ad alcune analisi che hanno svelato carenze al suo interno riguardo la capacità di licenziare i brevetti e la capacità di raccogliere finanziamenti nelle fasi iniziali da parte degli *spin-off* [1]. Di conseguenza, il Consiglio di Amministrazione dell'Università ha deciso di stanziare 1 milione di euro all'anno per almeno tre anni consecutivi, cofinanziati per la metà dell'importo dalla Fondazione della Compagnia di Sanpaolo. A tal fine, il TTO ha lanciato nel 2016 il “Bando per il finanziamento di progetti *Proof-of-Concept*” (Bando POC), replicando alcuni dei più famosi programmi già lanciati in alcune note università, come Imperial College, Berkeley, UCLA, Haifa, che si erano rivelati efficaci nell'aumentare la commercializzazione delle RBI. Il bando aveva gli obiettivi di aiutare i ricercatori a fare raggiungere le loro RBI un livello finale di circa sei sulla

scala TRL e di incentivare i giovani accademici, ovvero dottorandi e ricercatori post-dottorato, a partecipare alle attività di trasferimento tecnologico [1].

Il livello di maturità tecnologica, TRL¹, compreso tra tre e cinque è stato un requisito necessario per accedere al finanziamento previsto dal bando, insieme al possesso di una RBI coperta da un brevetto di proprietà dell'università, di un membro avente età inferiore ai trentacinque anni appartenente alla squadra e, infine, di un piano dettagliato, su un orizzonte temporale compreso tra i sei e i nove mesi, relativo ai passi da seguire per aumentare il TRL della tecnologia. Quest'ultimo doveva contenere gli obiettivi del progetto e l'identificazione del dominio applicativo o dei diversi domini, i TRL iniziale e finale previsti, un diagramma di GANTT con le attività stabilite e le tappe fondamentali, un confronto con tecnologie esistenti simili e le loro prestazioni, e infine l'allocazione dei fondi. I fondi previsti per coprire i costi relativi all'avanzamento del livello di maturità dell'invenzione sono ammontati a 50.000 euro per ogni progetto [2]. I candidati sono stati valutati sulla base del contenuto del progetto, della qualità del *team*, del potenziale associato alla RBI, dell'avanzamento previsto nel TRL e delle proiezioni di budget. Nel 2017 sono stati lanciati altri due bandi, soggetti alle stesse condizioni dei precedenti. In totale, tra il 2016 e il 2017, i tre bandi POC hanno finanziato 31 progetti.

1.3. Programmi POC di FCSP

La Fondazione LINKS della Compagnia di San Paolo (FCSP) ha provveduto a finanziare programmi POC nelle diverse università italiane [3].

La prima iniziativa *PoC Instrument* risale al triennio 2019-2021, a seguito di una Convenzione sottoscritta tra FCSP e 5 università italiane:

- Politecnico di Torino;
- Università di Torino;
- Università del Piemonte Orientale;
- Università Federico II di Napoli;
- Università di Genova. [4]

¹ Il *Technology Readiness Level* (TRL) indica una metodologia per la valutazione del grado di maturità di una tecnologia. È basata su una scala di valori compresi tra 1 a 9, dove 1 è il più basso e indica che la data tecnologia si trova nella ricerca di base, mentre il 9 è sinonimo di "prima produzione", ovvero vi è una prova funzionale del sistema applicata al settore industriale specifico.

Il bando è unico per i cinque atenei e prevede cinque date, di *cut-off*², per la presentazione delle candidature. L'iniziativa è rivolta a professori e ricercatori delle università e ha l'obiettivo di supportarli nella realizzazione delle attività necessarie a trasferire verso una realtà industriale una soluzione brevettata o in corso di brevettazione, o un software registrato.

In seguito, grazie al supporto della propria partecipata *holding* di Venture Capital, LIFTT SpA (LIFTT), FCSP lancia un ulteriore bando "*PoC Instrument*", nel 2022 con durata fino al 2024 [5]. Come la precedente iniziativa, anche qui vi è l'obiettivo di incentivare la valorizzazione commerciale della proprietà intellettuale delle accademie, agevolando il passaggio delle tecnologie da una fase iniziale di sviluppo ad una forma adeguatamente evoluta da consentire al settore industriale di apprezzarne le potenzialità. È un supporto che sostiene l'avanzamento del livello di maturità tecnologica delle invenzioni e conseguentemente ne riduce il rischio. Permette quindi il passaggio da un'idea ad un prototipo fino ad una concreta opportunità di valorizzazione industriale, favorendo così uno sfruttamento commerciale dei progetti, anche tramite la costituzione di imprese *spin-off* degli atenei stessi.

Come ulteriore obiettivo vi è la diffusione di una cultura di valorizzazione della conoscenza attraverso incentivi volti ad aumentare e favorire la protezione della proprietà intellettuale e, quindi, la creazione di elementi che migliorino la valutazione delle performance degli atenei. Infine, contribuisce a consolidare e incrementare iniziative innovative e imprenditoriali accademiche per stimolare il trasferimento tecnologico verso il mercato.

1.4. Contenuto e obiettivo dell'elaborato

L'impatto dei POC è stato oggetto di studi che hanno evidenziato come la loro efficacia dipenda da diversi fattori e da un'adeguata progettazione, la quale sembra essere simile in ogni paese.

Nonostante tali finanziamenti vengano promossi sempre più frequentemente, rimane ancora da approfondire l'influenza che questi programmi esercitano sull'efficacia dei brevetti beneficiari dei finanziamenti: in particolare, persistono dubbi circa l'impatto

² Cut-off: scadenza per la presentazione delle domande di partecipazione al presente bando come di seguito definito.

sulla loro valorizzazione economica. Inoltre, non è ancora chiaro come i programmi POC influiscano sulle scelte dei ricercatori che, a seguito della partecipazione, attraverso le conoscenze acquisite si trovano di fronte alla decisione di commercializzare o abbandonare le proprie invenzioni.

Il contesto di ricerca ideale per valutare l'influenza dei programmi POC sulla valorizzazione economica della proprietà intellettuale accademica è un'università impegnata attivamente nel trasferimento tecnologico, avente un TTO che abbia sviluppato "capacità allo stato dell'arte" in linea con quelle dei principali atenei tecnici in Europa. Viene proposto quindi uno studio sull'ampio portafoglio brevettuale del Politecnico di Torino.

Istituita nel 1859, il Politecnico di Torino è la più antica università tecnica d'Italia ed è specializzata in discipline come l'Ingegneria e l'Architettura.

Si posiziona ai primi posti nelle classifiche di Ingegneria e Tecnologia (33° nel 2018 secondo *QoS*).

Sono circa 38.700 gli studenti iscritti ai corsi di laurea e laurea magistrale e oltre 1.302 dottorandi mentre, a fine 2021, contava circa 1.600 docenti e ricercatori.

Il Politecnico di Torino ha dimostrato impegno nel trasferimento delle RBI all'industria e alla società, creando, all'inizio degli anni 2000, un Ufficio per il Trasferimento Tecnologico.

L'obiettivo principale consisteva nel supportare i docenti nella brevettazione dei risultati della loro attività scientifica e nella costituzione di *spin-off*, dedicandosi alla cosiddetta "Terza Missione".

L'elaborato analizza i brevetti del Politecnico di Torino che hanno effettuato domanda per programmi POC promossi dalla Fondazione Compagnia di Sanpaolo e dal Politecnico tra il 2016 ed il 2021 ed è organizzato come segue.

Inizialmente presenta una revisione della letteratura corrente relativa al modello tradizionale del trasferimento tecnologico proseguendo attraverso uno studio dei problemi e delle soluzioni che sono state proposte per mitigare le criticità e gli ostacoli alla commercializzazione delle invenzioni universitarie. Vengono quindi presentati i programmi POC, compresi i finanziamenti a livello europeo.

Successivamente viene introdotta l'analisi effettuata sui brevetti del Politecnico di Torino, confrontando i brevetti che hanno beneficiato di tali contributi e quelli che non

hanno mai ricevuto il finanziamento, in quanto non hanno aderito alle iniziative o, a seguito della presentazione della domanda di partecipazione, non sono stati ritenuti idonei.

Nonostante, infatti, diversi studi abbiano esaminato l'impatto dei POC, rimane da approfondire come tali programmi possano agire sulla valorizzazione economica dei brevetti universitari e in generale sulle loro *performance*. Pertanto, sulla base della distinzione tra beneficiari e non del finanziamento, l'elaborato mira a colmare questo *gap*.

L'influenza dei POC viene anche valutata in base alle categorie di appartenenza delle diverse invenzioni, in quanto la natura stessa delle tecnologie costituisce una fonte importante di eterogeneità per l'efficacia dei programmi [2] [1]. Tra le variabili riscontrate essere di maggiore interesse nella letteratura vengono analizzate la presenza o meno di contitolari, da cui dipendono le strategie in tema di *licensing* accademico e le modalità di interazione fra i protagonisti del TT [6], e la numerosità delle *backward citations*³, una misura del flusso di conoscenza, utilizzate anche per provare la novità delle invenzioni [7]. Entrambe possono influire sull'efficacia dei programmi POC. Infine, il loro impatto viene verificato sulle scelte di abbandono della famiglia brevettuale che possono essere influenzate da diversi fattori, tra cui la categoria delle invenzioni [8], seguite poi dalle decisioni di estensione PCT⁴ e di nazionalizzazione, ritenute essere un reale indicatore dell'attività di innovazione globale [9].

In conclusione, la Tesi amplia la teoria esistente proponendo un'analisi esplorativa dell'influenza che esercita la partecipazione ai programmi POC sulle *performance* dei brevetti. L'obiettivo è comprenderne la loro reale efficacia e su quali determinanti e categorie agire al fine di realizzare un processo di trasferimento tecnologico di successo.

³ *Backward citations*: citazioni di opere precedenti in un nuovo documento o in una ricerca. Avviene ad esempio in ambito accademico e scientifico, dove i ricercatori costruiscono le loro argomentazioni e le loro scoperte basandosi su studi precedenti. Si evidenzia in tale modo l'evoluzione delle idee e la continuità della ricerca

⁴ Il PCT (*Patent Cooperation Treaty*) o Trattato di Cooperazione in materia di Brevetti è un trattato multilaterale gestito dal WIPO (*World Intellectual Property Organization*) che ha sede a Ginevra. La procedura ai sensi del PCT facilita l'ottenimento di una protezione per le proprie invenzioni negli Stati membri: presentando una domanda di brevetto internazionale, i richiedenti possono contemporaneamente richiedere protezione in un numero elevato di paesi.

2. Revisione della letteratura

2.1. Il trasferimento tecnologico

Il trasferimento tecnologico è l'insieme delle attività svolte dagli istituti di ricerca dedicate alla valutazione, protezione e commercializzazione di tecnologie e, in generale, alla gestione della proprietà intellettuale sviluppata nell'ambito dei progetti di ricerca e sviluppo condotti dal mondo accademico. Possono essere riassunte come iniziative rivolte alla valorizzazione economica dei risultati di ricerca che si sviluppano normalmente attraverso la loro protezione e il trasferimento alle imprese.

L'obiettivo di promuovere il trasferimento e la commercializzazione delle scoperte sviluppate all'interno delle università si è concretizzato per la prima volta attraverso l'emanazione nel 1980 di una legge statunitense chiamata *University and Small Business Patent Procedures Act* o meglio conosciuta come *Bayh-Dole Act*, dal nome dei suoi principali promotori: il senatore *Birch Bayh* e il rappresentante *Bob Dole*.

Il *Bayh-Dole Act* ha permesso alle università di diventare titolari della proprietà intellettuale delle invenzioni derivanti dalla ricerca finanziata con fondi pubblici, fornendo un incentivo agli investimenti e incoraggiando la collaborazione tra il mondo accademico e l'industria.

La legge ha portato le università a considerare il trasferimento delle tecnologie sviluppate all'interno di esse come un'attività commerciale, favorendo di conseguenza la brevettazione delle invenzioni, il licenziamento, la creazione di *start-up* e *spin-off* e la diffusione delle invenzioni accademiche nel settore privato, generando beneficio alla società.

Grazie all'enfasi posta sul trasferimento tecnologico (TT), la maggioranza degli atenei ha creato istituzioni interne per facilitare la commercializzazione delle invenzioni, ovvero gli uffici di trasferimento tecnologico (TTO) o gli uffici di innovazione e commercializzazione (OCT) [10].

Nonostante sia un tema in progressiva espansione, il processo di trasferimento tecnologico non possiede ancora una rappresentazione che lo renda generalizzabile, in quanto gli studi

esistenti propongono una rappresentazione semplicistica o non adatta a descrivere le alternative che si presentano realmente nel processo.

Si riporta di seguito il modello tradizionalmente proposto in letteratura [10]:

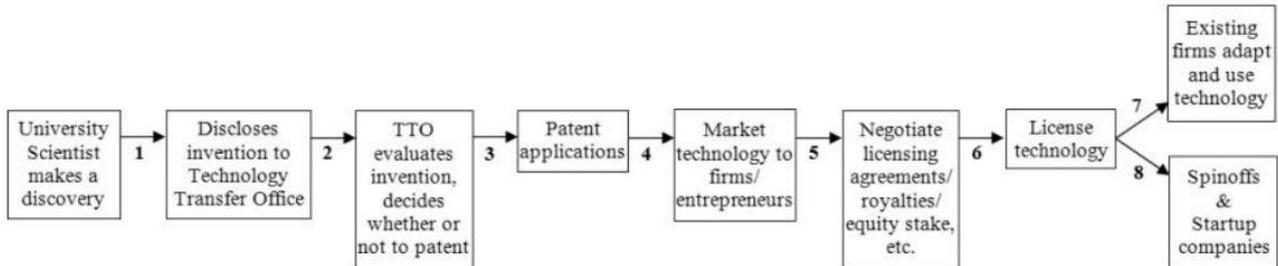


Figura 1: Modello tradizionale del trasferimento tecnologico universitario

Il processo ha inizio con una scoperta effettuata da parte di un ricercatore universitario.

Una volta divulgata l'invenzione al TTO, quest'ultimo, in collaborazione con i ricercatori (e talvolta con studi brevettuali esterni) valuta e decide se perseguire o meno il deposito di una domanda di un brevetto, considerandone anche l'eventuale potenziale commerciale. Se il TTO decide di investire nell'invenzione, il passo successivo è la presentazione della domanda di brevetto. Se la domanda viene approvata dall'ufficio brevettuale, il TTO promuove la tecnologia ad organizzazioni e imprenditori esterni con l'obiettivo di individuare coloro che possano utilizzarla in modo efficace, fornendo opportunità di guadagno all'università [10].

L'invenzione subisce normalmente un adattamento durante il processo di commercializzazione per avvicinarla ai concreti bisogni del mercato: l'università, e talvolta l'inventore, potrebbero continuare ad essere coinvolti con l'organizzazione o l'impresa per sviluppare ulteriormente la tecnologia.

2.1.1. I limiti del modello tradizionale

Il modello tradizionale presenta alcuni limiti:

1. lega il trasferimento tecnologico ad un percorso lineare rigido, semplificando le complessità che possono nascere realmente;
2. costringe le divulgazioni di diversi ambiti di ricerca a seguire il percorso presentato dal modello e questo può portare al fallimento di molte innovazioni nel processo di trasferimento in quanto non si considerano le specificità di ognuna;

3. pone troppa enfasi sull'importanza del licenziamento dei brevetti trascurando così altri meccanismi di trasferimento tecnologico [10];
4. non riconosce l'importanza di meccanismi informali di trasferimento tecnologico, come i comportamenti, i valori e le relazioni che si instaurano all'interno delle singole università e delle singole aziende.

Collegata alla cultura accademica vi è il tema dei sistemi di ricompensa per i docenti impegnati nel processo di trasferimento di tecnologia.

Le linee guida del *Bayh-Dole Act* richiedono che la facoltà riveli immediatamente le invenzioni al TTO. Nella realtà, le università devono affrontare alcuni problemi interni, ovvero se i ricercatori abbiano sufficienti incentivi per la divulgazione e se un loro coinvolgimento continuo nel processo di TT sia necessario o sia già presente ma in modo adeguato. Ruolo importante relativo a questa sfida è anche la percezione degli scienziati rispetto alla facilità di interazione con il TTO: infatti, nel caso sussistano difficoltà di comunicazione, i ricercatori possono convincersi che i costi relativi alla protezione della proprietà intellettuale (IP) superino i benefici [10]. Gli incentivi per la commercializzazione della tecnologia dovrebbero considerare anche le motivazioni dei docenti, in particolare l'aspettativa di reputazione e di riconoscimento che guidano le attività di divulgazione delle invenzioni. Articoli pregressi evidenziano che le università che forniscono maggiori ricompense per il coinvolgimento dei docenti nel trasferimento di tecnologia generano più licenze [11].

Come affermato in precedenza, il modello tradizionale ignora diversi aspetti di un sistema di ricompensa e di come questo potrebbe influenzare il processo di trasferimento tecnologico. Conseguentemente, sorge il bisogno di introdurre schemi di incentivi monetari alternativi, come contratti di licenza che prevedano una quota di *royalties* spettante agli inventori.

Pertanto, sono stati analizzati i cosiddetti *markets for intellectual property*, nello specifico:

- il grado con cui le caratteristiche dei ricercatori, come le precedenti pubblicazioni e l'esperienza nella commercializzazione, interagiscono con l'esistenza o la mancanza dei diritti di proprietà intellettuale affinché si giunga ad una vendita di tecnologie al loro stato iniziale;
- se la ricerca di un accademico influenza l'efficacia delle attività di licenza dell'università stessa;
- se la protezione della IP facilita il trasferimento delle tecnologie generate dall'università.

Sebbene il prestigio accademico di un soggetto possa agire positivamente sulla visibilità di un'invenzione, è emerso che la notorietà del ricercatore non influenza la valutazione da parte di potenziali acquirenti del valore dell'invenzione o la loro disponibilità a pagare.

Inoltre, nonostante un brevetto possa risultare non necessario all'ottenimento di licenze in quanto la maggior parte delle tecnologie viene concessa in licenza prima che venga concesso, il brevetto aumenta in modo significativo la probabilità di trovare un licenziatario. Depositare una domanda di brevetto, infatti, aumenta sostanzialmente la probabilità di firmare un accordo di licenza relativo a quell'invenzione, riduce l'incertezza associata ai diritti di proprietà intellettuale, diminuisce i rischi di espropriazione e modifica il potere contrattuale del licenziante [12]. Di conseguenza, dopo aver depositato una domanda, gli inventori riusciranno ad ottenere una posizione più incisiva nella relazione che instaurano con i TTO e saranno maggiormente incentivati a partecipare al processo di individuazione di un licenziatario [12].

In alcuni casi, grazie alla rapida individuazione di un licenziatario si riescono porre a carico di tale soggetto le spese associate alla IP come clausola dell'accordo di licenza. Nei casi invece in cui tale contratto sia assente, è l'università ad effettuare l'investimento e, considerato che le spese di brevettazione sono caratterizzate da rischiosità e importi significativi, alcune università hanno deciso di procedere a sostenere l'esborso solamente a seguito dell'individuazione dei partners [13] [14].

Studi passati affermano che la probabilità di trasferimento della IP è influenzata da due principali categorie di fattori: dalla capacità delle parti di individuarsi reciprocamente e avere

l'intenzione di stipulare un accordo, e, dall'altro lato, dalle condizioni che consentono alle parti di valutare il valore della tecnologia una volta completata la ricerca [15].

Vengono poi condotte delle analisi più approfondite al riguardo.

La prima si concentra sulla relazione tra le caratteristiche dell'inventore e le probabilità che venga trovato un acquirente [15]. Oltre ad una dipendenza positiva tra questi due aspetti, emergono delle considerazioni rilevanti relativamente a: reputazione accademica, che può essere un buon indicatore della possibilità o meno di concedere in licenza una tecnologia, e divulgazioni di inventori con esperienza, le quali hanno maggiori probabilità di essere autorizzate rispetto a quelle divulgate da inventori meno esperti [15].

Il secondo gruppo di analisi esamina il fattore relativo all'impatto della IP sulla probabilità di trovare un acquirente [15]. A tal proposito, è emerso che i mercati della proprietà intellettuale sono sottoposti ad un numero elevato di difficoltà, come ad esempio informazioni asimmetriche sulla qualità della tecnologia, conoscenze tacite trattenute dai ricercatori ed incertezze. Si creano, quindi, problemi nell'individuare relazioni con l'esterno e nello stipulare e progettare contratti efficaci [15]. Inoltre, l'influenza che esercitano i brevetti in tale contesto dipende dal momento in cui vengono richiesti; tuttavia, in linea generale, i diritti di proprietà intellettuale agevolano il commercio di informazioni tecnologiche. Inoltre, secondo *Daniel W. Elfenbein*, per attirare l'interesse commerciale, coloro che necessitano maggiormente dei brevetti sono gli inventori inesperti [15].

Infine, viene svolto uno studio sulla relazione che intercorre tra la protezione della IP e le caratteristiche dell'inventore sui termini di pagamento dei contratti di licenza e sul reddito complessivo delle licenze [15]. A tal riguardo un'ipotesi che può essere formulata riguarda i licenziatari, i quali dovrebbero pagare maggiormente se il prestigio degli inventori è positivamente correlato alla percezione del valore dell'invenzione. Il risultato emerso invece suggerisce che ciò non accade [15].

2.1.2. Le alternative al modello tradizionale

Gli aspetti fino ad ora analizzati possono contribuire in modo significativo al processo di trasferimento tecnologico, tuttavia, vengono trascurati o valutati marginalmente dal modello tradizionale. Conseguentemente, in letteratura si sono proposte visioni più dinamiche e alternative. Sono stati presentati sia diversi percorsi aggiuntivi da seguire per le invenzioni,

sia rappresentazioni collaborative in cui un'organizzazione *web-based* facilita la cooperazione, l'innovazione e la trasparenza tra i partecipanti universitari e industriali.

L'obiettivo è agevolare il processo di trasferimento tecnologico nelle università, rendendolo più efficiente ed efficace e accelerare la commercializzazione delle invenzioni universitarie.

A questo proposito sono stati presentati i concetti di imprenditorialità accademica, *open innovation* e “visione collaborativa”.

Per l'imprenditorialità accademica è stata proposta una duplice visione, considerandolo un tema sia endogeno, in quanto può essere risultato di uno sviluppo interno all'università grazie alla sua storia e alle sue tradizioni, sia esogeno, ossia reso possibile in parte da influenze esterne [16].

Le università, infatti, hanno intensificato le collaborazioni con le industrie poiché le innovazioni che ne derivano sono sempre più riconosciute per il loro contributo alla crescita economica regionale. Gli atenei diventano quindi creatrici di conoscenza e istituzioni che la diffondono, impegnandosi così a facilitare lo sviluppo economico, la creazione di posti di lavoro e la competitività nei mercati globali.

L'imprenditorialità accademica è un canale attraverso il quale i ricercatori fondano un'impresa al fine di commercializzare le proprie invenzioni o competenze, sfruttando così le opportunità derivanti dalle loro scoperte [17] [18] [19] [20].

Diventa quindi importante analizzare come l'imprenditorialità influenza il rendimento scientifico di un accademico.

Come prima evidenza, il ricercatore coinvolto sposta la sua attenzione da tematiche scientifiche a problemi di maggiore interesse per l'industria [21]. Questo porta alla successiva possibilità di creazione di contributi accademici in nuovi ambiti, consentendo alle università di generare ricerche di maggiore rilievo in quanto frutto di ricombinazione della conoscenza.

Un ulteriore tema riscontrato riguarda la socializzazione, definita da *Van Maanen e Schein (1977)* [22] come “modo in cui ad un individuo viene insegnato e apprende quali comportamenti e prospettive sono abituali e desiderabili all'interno dell'ambiente di lavoro e quali non lo sono”. Questo concetto permette ai soggetti di approcciarsi a nuovi presupposti e imparare nuovi metodi di lavoro [22]. Così gli accademici vengono influenzati a diventare

imprenditori e, una volta costituita l'impresa, vengono esposti a nuovi *social networks* per creare differenti relazioni.

Inoltre, è stato riscontrato che gli imprenditori con più esperienza, basata sugli anni di permanenza all'interno dell'accademia, sono detentori di una raccolta di pubblicazioni maggiormente complete e controllano più risorse rispetto a coloro che non sono imprenditori [21]. Vi è un superiore tasso di ingresso nel mondo imprenditoriale tra i docenti senior, seguiti da docenti junior, ricercatori senior e ricercatori junior [21].

A supporto delle precedenti affermazioni vengono avanzate diverse ipotesi.

La prima riguarda l'impegno nell'imprenditorialità, il quale è ritenuto essere d'aiuto alla propensione all'esplorazione di un ricercatore [21]. Questo effetto è stato poi confermato in quanto la probabilità di esplorazione è risultata maggiore per gli imprenditori rispetto ai non imprenditori accademici.

Successivamente è stata formulata un'ipotesi riguardo un aumento della propensione all'esplorazione dovuto all'impegno nell'imprenditorialità. Più precisamente, questo sarà meno pronunciato per gli accademici con legami organizzativi maggiormente interdisciplinari, ovvero per coloro che hanno più esperienza in collaborazioni e *coauthoring* con colleghi competenti in altre e diverse discipline [21]. In realtà è emerso che sia per imprenditori che per non imprenditori, le probabilità di esplorazione aumentano all'aumentare del livello dei legami organizzativi interdisciplinari [21].

In seguito, è stata studiata l'interazione tra esplorazione e impatto della ricerca, supponendo che una maggiore propensione all'esplorazione da parte di un accademico possa aumentare l'impatto scientifico della ricerca dell'individuo [21]. L'interdipendenza tra questi due aspetti è risultata positiva e significativa. I risultati hanno mostrato che, sia nel caso in cui venga considerata l'esplorazione sia nel caso contrario, gli accademici-imprenditori hanno un numero maggiore di citazioni rispetto ai non imprenditori [21]. Tuttavia, l'esplorazione svolge comunque un effetto sull'imprenditorialità andando così a validare l'ipotesi.

In aggiunta, è stato riscontrato che l'imprenditorialità può indurre gli accademici a produrre maggiormente lavori scientifici applicati i quali potrebbero essere responsabili dell'impatto della loro ricerca, e parallelamente produrre scienza di qualità superiore [21]. Inoltre, essere coinvolti nel mondo imprenditoriale consente l'accesso ad una molteplicità di risorse utili per la ricerca. In linea con il resto della letteratura, è emerso anche un effetto positivo della brevettazione sulla produttività successiva della ricerca degli accademici.

In sintesi, essere un imprenditore accademico comporta effetti favorevoli sulla pubblicazione in nuove aree disciplinari la quale, a sua volta, contribuisce positivamente alle citazioni di pubblicazioni successive [21]. Inoltre, l'esplorazione mitiga parzialmente l'effetto di essere un imprenditore sull'impatto della ricerca.

È importante infine sottolineare che, il coinvolgimento in un'impresa non è in concorrenza con la produzione scientifica a condizione che un ricercatore rimanga nel mondo accademico.

A questo proposito, è importante introdurre anche la nozione di “imprenditorialità ibrida”, basata su decisioni di dipendenti accademici di fondare un'impresa rimanendo però tali [23] [24]. Letterature passate affermano che l'imprenditorialità da parte di accademici è negativa per la loro produzione scientifica se rinunciano alla propria posizione per dedicarsi completamente alla loro impresa [25]. Questo però in parte viene smentito da studi più recenti che ritengono la ricerca di tali soggetti più incisiva, in quanto vengono attratti da nuovi ambiti della conoscenza [21].

L'imprenditorialità accademica ha sia aspetti in comune con la ricerca sia proprie peculiarità. Da una parte vi è una complementarità legata all'impegno nella risoluzione di problemi tecnici orientati verso applicazioni pratiche; dall'altra, differisce dalla brevettazione e dalla collaborazione con le imprese in quanto comprende una serie di ulteriori incarichi, come l'impegno personale e sul mercato e l'attrazione degli investitori, nei quali il parallelismo con la ricerca può essere meno presente.

L'imprenditorialità accademica viene comunemente svolta attraverso la creazione di società *spin-off* e *startup* nelle quali sia i docenti che gli alunni possono fungere da imprenditori. Soprattutto gli studenti si rivelano particolarmente importanti nella realizzazione di queste entità.

Nell'ambito accademico, uno *spin-off* universitario (USO) consiste in un'azienda costituita all'interno di un istituto di istruzione attraverso l'uso di conoscenze generate in questi centri, le quali derivano dall'attività di ricerca e sviluppo degli accademici.

Il funzionamento di un USO si basa sullo sfruttamento di nuovi processi, prodotti o servizi derivanti dalle conoscenze acquisite e dai risultati ottenuti nell'università stessa.

Al momento, gli USO sono considerati uno strumento di valore per il contributo che generano alla creazione di imprese e di posti di lavoro [26]. Inoltre, promuovono il

mantenimento dell'equilibrio del sistema economico e influiscono positivamente sui processi innovativi [26].

Nell'ultimo decennio, gli USO sono diventati uno dei meccanismi più utili per trasferire le conoscenze in materia di ricerca e sviluppo dalle università alle imprese. Letterature passate sostengono anche che in tale periodo si è verificato un aumento sia del numero di pubblicazioni sugli spin-off universitari sia della ricerca accademica su questa struttura aziendale al fine di individuare le migliori strategie per la loro gestione e le politiche universitarie più efficienti [27].

Diventa quindi necessario valorizzare le potenziali risorse interne, mantenere allineati gli obiettivi e incoraggiare le persone a vedere la commercializzazione della tecnologia come una possibilità di carriera. In tal modo le università possono migliorare il trasferimento tecnologico e l'imprenditorialità.

La generazione di *spin-off* accademici però non è l'unico modo di facilitare l'esplorazione scientifica e il TT; a tal proposito, gli individui decidono di intraprendere questa scelta a seguito di opportunità che si generano dalla loro ricerca in momenti specifici dell'esperienza accademica quindi, solamente coloro ai quali si presentano possibilità potenzialmente di valore dovrebbero essere spinti a diventare imprenditori per contribuire a nuovi importanti risultati di ricerca.

Un'altra opzione è *l'open innovation*, ossia un paradigma concettualizzato da Chesbrough (2003b) [28] originariamente rivolto all'innovazione nelle grandi imprese multinazionali e successivamente, esteso anche alle università. È un tipo di innovazione che si contrappone a quella "chiusa", in cui un'azienda genera, sviluppa e commercializza le proprie idee, e ne supera la linearità. Infatti, considera le interazioni degli inventori con soggetti esterni e le conseguenti reciproche integrazioni di idee, competenze e capacità per consentire collaborazioni efficaci tra mondo accademico e industrie [28].

Infine, un ulteriore percorso alternativo che possono seguire le invenzioni è rappresentato dal concetto di "visione collaborativa". Basata sul tema precedente, si caratterizza da una cooperazione economica, snella e trasparente tra i partecipanti [10].

La visione collaborativa si basa su una piattaforma per mettere in contatto gli innovatori con i partner e le risorse di cui hanno bisogno per sviluppare il loro prodotto, semplificando il processo di trasferimento tecnologico e velocizzando la diffusione dell'innovazione [10].

La più nota tra queste è *Creative Commons*, la quale non ha scopo di lucro e rilascia licenze che consentono ai creatori di comunicare quali diritti si riservano e a quali rinunciano. Altro esempio è *GreenXchange* che si fonda sempre sulle basi di *Creative Commons*, essendo un suo progetto lanciato in collaborazione con *Nike* e *Best Buy* al fine di aiutare i titolari di brevetti a condividere le risorse di proprietà intellettuale per accelerare le innovazioni di sostenibilità [10]. Vi è infine il *Sustainability Consortium*, un'organizzazione lanciata da Walmart con lo scopo di rappresentare gli interessi governativi, accademici e commerciali e sviluppare un quadro per gli standard dei prodotti di sostenibilità per migliorare il trasferimento tecnologico [10].

Le tre alternative sopra riportate sono ancora imperfette ma in continua evoluzione in modo da prendere parte al processo di trasferimento tecnologico futuro.

2.2. Le invenzioni accademiche

Una delle modalità con cui il processo di trasferimento tecnologico e la successiva diffusione dell'innovazione possono realizzarsi è in seguito alla presenza di invenzioni accademiche. Sviluppate internamente alle università, tali scoperte sono basate sulla ricerca e sono conosciute in letteratura con il termine *Research-Based Inventions* (RBI). La loro diffusione verso le imprese e la società è stata promossa da numerose politiche locali e internazionali ma si sono presentati fattori che ne hanno impedito la commercializzazione. Quest'ultima quindi è diventata un obiettivo essenziale per le università di tutto il mondo che hanno iniziato a perseguire la cosiddetta "terza missione", ossia la diffusione di cultura, conoscenze e risultati della ricerca al di fuori del contesto accademico, attraverso la creazione di TTO, offerte di formazione imprenditoriale e rafforzamento delle collaborazioni industriali.

Nonostante ciò, esistono ancora lacune rilevanti da colmare.

2.2.1. I problemi legati alla commercializzazione

Le difficoltà che si trovano ad affrontare le università sono legate principalmente alle caratteristiche delle invenzioni che vengono sviluppate al loro interno: bassi livelli di maturità tecnologica (TRL) e conseguentemente alti gradi di incertezza e rischio. Per gestire tali criticità, gli atenei necessitano di risorse, soprattutto nelle fasi iniziali di sviluppo delle loro invenzioni, per continuare le attività e migliorare la ricerca di base [29].

Nel caso in cui si verifichi una carenza di fonti di finanziamento le invenzioni potrebbero cadere nella cosiddetta “valle della morte”, termine concettualizzato nell’ambito della ricerca come divario tra la ricerca di base condotta da professori universitari o scienziati e lo sviluppo del prodotto per l’applicazione industriale [30] [31]. Si riferisce alla mancanza di risorse per supportare le attività di test, convalida e maturazione necessarie per portare una nuova idea ad uno stadio in cui è sufficientemente matura da attirare l’interesse di società private o investitori. Infatti, per molti soggetti, tradurre la loro ricerca scientifica in prodotti commercializzabili è una sfida e la difficoltà di passare da un’invenzione, ovvero basata sulla ricerca incentrata sulla tecnologia, all’innovazione, basata sullo sviluppo del prodotto, rappresenta una difficoltà causata principalmente dalla mancanza di sostegni sufficienti. Gli aiuti economici tradizionali, come ad esempio quelli forniti dalle banche, sono di difficile accesso per le invenzioni nelle fasi iniziali poiché caratterizzate da rischio e incertezza elevati.

Secondo *Curtis* (2013) [32], quattro nuove invenzioni su cinque non sono mai commercializzate, in particolare, *Swamidass* (2013) [33], afferma che il 75% delle RBI sviluppate all’interno delle università non viene mai concesso in licenza o commercializzato in quanto soggette agli ostacoli e alle inefficienze riguardanti il processo di commercializzazione.

Un esempio per il quale questo problema si presenta maggiormente è il settore della ricerca medica, nel quale il processo di traduzione delle scoperte in trattamenti efficaci per le persone richiede più tempo, risorse e spesso non è di successo [34]. Tali difficoltà si riscontrano anche nel settore del *cleantech*, o “tecnologia pulita”, dove si trovano diverse tecnologie promettenti ma immature e costose per arrivare ad una commercializzazione [34]. Ne sono state un esempio i biocarburanti avanzati o il solare fotovoltaico che si sono rivelate inadatte agli investimenti nel settore a metà degli anni 2010 [35]. Si tratta di una complicazione importante, in quanto le invenzioni rappresentano una delle maggiori opportunità per lo sviluppo e il lancio di prodotti che possono costituire innovazioni radicali. Inoltre, le ingenti risorse investite nello sviluppo di nuove tecnologie vengono utilizzate solo parzialmente, attraverso la creazione di conoscenza, se queste tecnologie non vengono mai commercializzate.

Le difficoltà presentate precedentemente sono causate anche dal problema legato alla valutazione dell’applicabilità e del potenziale industriale, accompagnato dalla mancanza di

competenze commerciali e gestionali dei ricercatori e dalla carenza di comunicazione con le controparti industriali o finanziarie.

Negli anni sono state sviluppate soluzioni per gestire le diverse criticità, come ad esempio l'introduzione del *Bayh-Dole Act*, ma non sono state sufficienti. Nonostante gli aiuti a disposizione, un'ulteriore rilevante problematica che si trovano ad affrontare le università è la mancanza di piani e strumenti di investimento adeguati a sostenere lo sviluppo della ricerca di base in ricerca applicata e, infine, in prodotti commercializzati [2]. Infatti, in via preventiva al raggiungimento del mercato, le RBI necessitano di una convalida tecnologica, che consenta di dimostrare il funzionamento della tecnologia, e successivamente di una convalida del potenziale commerciale, ovvero della verifica che sussista la fattibilità di una produzione della tecnologia su scale maggiori [2]. Per attuare queste verifiche sono essenziali dei fondi adeguati ma sono presenti ostacoli, dovuti alla mancanza di investimenti in ambiti particolarmente rischiosi e incerti come lo sviluppo di RBI [2], che le istituzioni pubbliche hanno il compito di colmare.

Parallelamente sono presenti ulteriori problemi, come la complessità, la novità e la composizione dei gruppi di ricerca che creano criticità nella stima precisa del valore commerciale della RBI e prolungano i suoi tempi di ingresso nel mercato [2].

Riassumendo, le difficoltà riscontrate e di maggior rilievo sono: mancanza di risorse disponibili a supporto del trasferimento tecnologico, presenza di asimmetrie informative e mancanza di capacità manageriali e comunicative tra gli accademici e le controparti industriali [36].

Studi recenti si sono focalizzati sulla presenza degli inibitori che ostacolano un trasferimento tecnologico efficace [36]. Questi sono stati esaminati attraverso un caso studio di 15 RBI sviluppate all'interno del Politecnico di Torino. Dalle analisi è emerso che il TT è vincolato da fattori istituzionali, culturali e interpersonali.

I fattori istituzionali comprendono politiche, incentivi e processi di allocazione delle risorse che possono creare ostacoli permanenti, dovuti ad accesso limitato da parte dei ricercatori universitari a finanziamenti o, addirittura, ad una loro mancanza [36]. L'incertezza sulla disponibilità economica porta alla difficoltà nell'assumere persone per velocizzare lo

sviluppo delle ricerche. Di conseguenza si registra un eccesso di lavoro per i ricercatori già coinvolti e pianificazioni errate circa l'avanzamento del lavoro di ricerca [36].

Tra gli inibitori istituzionali viene identificato il disallineamento di obiettivi e di condivisione dei rischi e degli investimenti tra università e imprese. Le imprese si concentrano sul breve termine in quanto ambiscono a profitti e crescita economica mentre le università non cercano risultati rapidi visto il loro interesse a scoprire nuove teorie e modelli [36].

Inoltre, è emerso che gli accademici sono soggetti a due altre tensioni sempre nel contesto degli inibitori istituzionali, a livello organizzativo e relazionale. Le prime riguardano la loro proattività nella ricerca di fondi per il progresso delle RBI: coloro che si attivano al riguardo sono anche le persone più propense a trasferire esternamente i risultati della propria ricerca [36]. Le tensioni di tipo relazionale, invece, considerano il timore dei ricercatori di perdere il controllo e la proprietà sulle proprie scoperte, portandoli così a limitare possibili collaborazioni con le imprese.

Inoltre, gli accademici presentano difficoltà nel comunicare con le imprese per permettere loro di conoscere il pieno potenziale della tecnologia e conseguentemente migliorare la tecnologia esistente o crearne di nuova [36]. Sorgono quindi complicazioni per le aziende che influenzano le successive allocazioni di investimenti.

Infine, gli inibitori istituzionali prevedono la comprensione della combinazione ottimale e del bilanciamento degli incentivi [36]. I ricercatori potrebbero avere maggiori incentivi a sviluppare progetti di ricerca di base rispetto a quelli successivi, di ricerca applicata, perché i risultati ottenuti sono più idonei alla pubblicazione [36] e, il numero di pubblicazioni insieme a quello di citazioni rappresentano degli elementi fondamentali per l'avanzamento di carriera all'interno dell'università.

Inoltre, è emerso che gli accademici preferiscono mostrare ai colleghi la loro capacità di gestire molteplici progetti rispetto ai risultati ottenuti [36]. Ciò crea inerzie nei gruppi di lavoro poiché costituiti anche da collaboratori, come dottorandi, i quali hanno maggiori incentivi a lavorare su pochi progetti e terminarli prima di iniziarne altri, limitando così lo sviluppo delle ricerche [36].

Gli inibitori interpersonali, invece, riguardano il coinvolgimento di individui o organizzazioni necessari per lo sviluppo e la commercializzazione delle RBI [36]. Da una

parte i ricercatori hanno limitata esperienza nella comunicazione con le aziende mentre dall'altra queste ultime possono assumere comportamenti opportunistici, contribuendo così ad incrementare le difficoltà relazionali [36].

Due aspetti importanti da considerare sono la limitata percezione dei ricercatori dei problemi reali del mondo industriale, causata dai collegamenti limitati di essi con le imprese che solitamente sono a carattere personale, mantenuti da un solo soggetto del gruppo di ricerca (comunemente dal *Principal Investigator*) [36], e la scarsità di informazioni e competenze per valutare il potenziale economico delle RBI. È emerso infatti che i ricercatori hanno una scarsa esperienza industriale e imprenditoriale, controbilanciata da alti livelli di specializzazione tecnico-scientifica [37]. Sovente, questo vincolo impedisce di riconoscere le esigenze del mercato e limita la capacità di commercializzare con successo le proprie invenzioni.

In aggiunta alla disconnessione dalla realtà precedentemente menzionata, gli inibitori interpersonali comprendono anche attriti esterni e interni al gruppo di ricerca sulla RBI [36]. Tra gli attriti esterni, hanno un ruolo importante le barriere comunicative dovute a diversità di linguaggio e culturali i soggetti esterni, portando gli accademici a preferire l'interazione con soggetti che ricoprono funzioni tecniche nelle imprese. Accanto a questo problema vi è il timore di possibili furti di idee legati alla mancanza della dovuta attenzione ad aspetti di riservatezza, o di comportamenti opportunistici causati da rapporti informali non regolamentati attraverso contratti [36]. Infine, a livelli inferiori di maturità tecnologica (TRL), è complicato definire i limiti di una RBI e conseguentemente attribuire i diritti di proprietà intellettuale, i quali sono solitamente reclamati dalle imprese che pretendono la loro detenzione esclusiva [36].

Le frizioni interne, invece, riguardano comportamenti scorretti tra ricercatori della stessa università, come la tendenza ad occuparsi di progetti più adatti alle caratteristiche del gruppo di ricerca o ad attrarre risorse non di loro competenza per aumentare e mantenere reputazione e integrità all'interno dell'università [36]. Altro aspetto più legato ai gruppi multidisciplinari è dato dalla mancanza di chiarezza relativa alla gerarchia dei ruoli ricoperti dagli studiosi e, quindi, dalla difficoltà nell'identificare la persona di riferimento per un progetto per gestire le attività di coordinamento tra i diversi membri del team di ricerca. In aggiunta, l'omogeneità all'interno dei gruppi universitari e le loro dimensioni ridotte, impediscono

l'emergere di una pluralità di prospettive su potenziali applicazioni alternative di mercato che potrebbero favorire la commercializzazione delle RBI.

Spostando l'attenzione sugli inibitori culturali, la loro presenza impedisce agli accademici di raggiungere una valida commercializzazione dell'innovazione [36]. I ricercatori hanno la tendenza a concentrarsi su analisi principalmente teoriche e non includere proiezioni su possibili applicazioni future, portandoli a trascurare le reali potenzialità della tecnologia [36]. Inoltre, gli accademici sono guidati da convinzioni errate riguardo le necessità delle imprese e i loro processi di innovazione. Si genera quindi la convinzione che le aziende non siano interessate a RBI radicali, disincentivando gli studiosi ad interazioni esterne.

Si nota dunque la presenza di molteplici fattori che ostacolano il trasferimento tecnologico, alcuni in modo diretto, come le frizioni interpersonali, altri, come gli inibitori culturali e istituzionali, si potenziano reciprocamente andando ad aumentare gli effetti negativi sui primi [36].

Per superare questi aspetti, bisogna riflettere sui ruoli dei soggetti che prendono parte al trasferimento tecnologico e ai loro possibili sviluppi futuri, considerando che i ricercatori necessitano di assistenza nel creare collegamenti con l'esterno per sviluppare ulteriormente le loro invenzioni. Attualmente il compito di connettere le università con le imprese è ricoperto dagli uffici di trasferimento tecnologico, ma ciò non è sufficiente in quanto è emerso il bisogno che questi agiscano più attivamente e che vengano affiancati da altri soggetti quali incubatori e parchi scientifici [36]. Sorge quindi la necessità di valutare nuovamente l'intero sistema attuale legato al TT in modo da superare le difficoltà che caratterizzano la commercializzazione delle invenzioni basate sulla ricerca.

2.3. I Proof of Concept Center

Recentemente sta aumentando di notorietà il ruolo del *Proof of Concept Center* (POCC), un'organizzazione interna o collegata alle università che si sostituisce agli investitori nella concessione iniziale di finanziamenti per lo sviluppo delle RBI, in quanto questi ultimi prediligono destinare fondi a tecnologie meno rischiose, grandi imprese e investimenti più ampi e successivi [38].

Tra i POCC, occupano una posizione di rilievo il *von Leibig Entrepreneurism Center* dell'Università della California, San Diego e il *Deshpande Center* del MIT [38]. Entrambi presentano condizioni uniche che hanno permesso loro di affermarsi, come l'ubicazione in università di rilievo nella ricerca e il posizionamento in una stabile rete di investitori. Si delineano quindi requisiti legati al collocamento dei POCC in università che: producano tecnologie innovative, non siano contrarie a collaborazioni esterne e abbiano TTO disposti a cooperare [38]. Inoltre, come inizialmente prevedevano i due centri presi a riferimento, la loro localizzazione nelle sole scuole di ingegneria potrebbe consentire agli atenei di concentrare le ricerche in tale ambito, aumentandone l'efficacia, nonostante l'area disciplinare limitata [38].

I POCC sono stati progettati per colmare il "gap di finanziamento" che caratterizza le invenzioni nelle fasi iniziali. I loro servizi solitamente includono finanziamento iniziale, servizi commerciali e di consulenza, spazio incubatore, ricerche di mercato e prevedono che i ricercatori continuino a svolgere le analisi nei propri laboratori [38]. Inoltre, permettono agli inventori di valutare il potenziale commerciale della loro ricerca, sviluppare prodotti in fase iniziale e testare i prototipi, rendendo loro più semplice l'ottenimento di finanziamenti da investitori esterni per sviluppi ulteriori. Compito di questi centri è accelerare la commercializzazione delle innovazioni esternamente alle università [38].

Tuttavia, i requisiti richiesti affinché il loro contributo sia efficace e i molteplici servizi che sono chiamati ad offrire non rendono l'implementazione dei POCC praticabile in ogni università.

2.4. I programmi *Proof of Concept*

Data la complicata realizzazione dei POCC, un numero sempre maggiore di atenei si sta avvalendo di programmi *Proof of Concept* (POC).

I finanziamenti POC sono strumenti che si propongono di migliorare il processo di trasferimento tecnologico attraverso una combinazione di denaro, relazioni industriali e competenze che permettono di comprendere la fattibilità tecnica e commerciale delle RBI [1]. Tali programmi hanno l'intento di:

- consentire graduali avanzamenti del livello di maturità tecnologica delle invenzioni;

- collegare i risultati della ricerca universitaria ai requisiti dei relativi campi di applicazione [1];
- sostenere l'applicazione, l'uso ed il progresso della conoscenza, indirizzando l'attenzione verso progetti realizzati da singoli ricercatori o gruppi di ricerca piuttosto che *start-up* e piccole e grandi imprese in fasi successive di sviluppo;
- aumentare l'attrattività delle RBI al di fuori dell'ambito universitario;
- ridurre il rischio e l'incertezza tecnologica delle invenzioni nelle fasi iniziali di sviluppo;
- favorire la trasformazione delle RBI in applicazioni industriali efficaci;
- individuare metodi che possano aiutare nella produzione di nuove tecnologie o nell'integrazione di tecnologie esistenti al fine di incrementare i vantaggi offerti sul mercato;
- favorire le attività di valorizzazione della scienza come la protezione dei diritti di proprietà intellettuale, la costruzione e il collaudo di prototipi, l'analisi di mercato e la pianificazione aziendale, formazione di *team* imprenditoriali e relazioni con partner esterni.

Conseguentemente potranno aumentare l'interesse da parte degli investitori, la crescita di *spin-off* o il numero di tecnologie concesse in licenza dalle università alle imprese [1]. Inoltre, grazie all'intervento di mentori ed esperti del settore, i POC favoriscono uno scambio di idee e informazioni tra il mondo industriale e quello accademico.

Al fine di organizzare al meglio il TT e creare una serie di meccanismi di potenziamento responsabili della commercializzazione di successo delle RBI potrebbe essere di supporto un'infrastruttura globale integrata, guidata dal TTO e dall'università, rispetto ad una visione autonoma del POC come strumento autonomo, concepito esclusivamente per convogliare risorse finanziarie verso RBI promettenti [1]. Questa decisione è critica in quanto guida le decisioni nelle università che devono comprendere se sia maggiormente efficiente allocare dei fondi specifici a strumenti autonomi o allocare risorse sia finanziarie che organizzative per creare un'infrastruttura in grado di amplificare la capacità commercializzare i risultati della ricerca [1].

Inoltre, l'efficacia di questi strumenti è in parte determinata da condizioni al contorno, identificate come determinanti "esterne" [2]. Tali fattori possono modificare il modo in cui i POC impattano sulla loro capacità di commercializzare le RBI e hanno fornito consigli sullo sviluppo delle pratiche di TT a livello nazionale, al fine di ottenere risultati positivi derivanti da una migliore implementazione di questi programmi. È stato quindi dimostrato che i POC sono organizzati in modi diversi a seconda del livello delle pratiche di trasferimento tecnologico in ciascun paese. Nello specifico, è stata individuata una relazione curvilinea tra il livello di implementazione di tali pratiche in un dato paese e la gestione dei POC: i paesi con bassi e alti livelli di pratiche di TT sono più inclini a centralizzare la gestione dei programmi POC, attraverso ad esempio la loro gestione da parte di governi; mentre i paesi con un grado medio di pratiche di TT sono più orientati al decentramento della gestione dei POC, e quindi ad un loro controllo a livello universitario [2].

2.4.1. Struttura dei programmi POC

Nonostante la diversa organizzazione dei POC, questi strumenti sembrano condividere una configurazione simile in ogni paese che prevede il passaggio attraverso tre fasi, preparatoria, di valutazione e di esecuzione, con l'obiettivo di aumentare la probabilità di commercializzazione delle RBI.

La fase preparatoria prevede che i ricercatori comprendano la necessità della programmazione delle attività di avvicinamento al mercato, andando a considerare anche dimensioni nuove e aggiuntive rispetto al loro usuale lavoro di ricerca [1].

Due compiti importanti al riguardo sono la costruzione di un efficace gruppo di lavoro e la redazione di un documento tecnico che contenga gli elementi di funzionamento e di novità della RBI e i passi da seguire per sviluppare la tecnologia e aumentare il TRL, seguiti poi dalla valutazione del potenziale di mercato dell'invenzione, ovvero le opportunità di go-to-market. Successivamente deve essere sviluppato un piano di fattibilità che evidenzi la sostenibilità economica e la continuità del business per aiutare i ricercatori a individuare i flussi in entrata e in uscita collegati al loro progetto [1].

Nella fase di valutazione, una commissione di esperti analizza i documenti redatti precedentemente dal gruppo di ricerca [1]. L'organo competente è composto da ricercatori, imprenditori, rappresentanti o investitori che affiancano il servizio offerto dai TTO e determinano se un progetto sia idoneo a ricevere un finanziamento POC, procurando un

riscontro relativo sulla fattibilità di mercato dell'idea e/o fornendo suggerimenti ai ricercatori sugli stadi successivi che dovrebbero intraprendere per ottenere una convalida della loro invenzione. La commissione offre anche supporto al *team* nella ricerca di informazioni e nella realizzazione di legami con soggetti potenzialmente interessati allo sviluppo e/o sfruttamento della tecnologia da sviluppare [1].

Infine, viene eseguito il piano preparato inizialmente. Ciò prevede una convalida del mercato del prodotto e l'esplorazione del settore di riferimento e ha come obiettivo principale lo sviluppo della tecnologia [1]. Parallelamente sarà necessario espandere e consolidare la rete di relazioni per aumentare la disponibilità delle risorse a disposizione. Il gruppo di lavoro espone qui i risultati del proprio progetto agli esperti che lo hanno precedentemente valutato.

2.4.2. I programmi POC europei

L'impatto dei finanziamenti POC sulla conversione delle scoperte scientifiche in applicazioni commerciali e sociali viene anche esaminato a livello europeo, considerato il ruolo rilevante che svolgono nel migliorare il progresso e la crescita economica.

Tali programmi sono promossi dall'*European Research Council* (ERC), un ente istituito nel 2007 per migliorare la qualità della scienza e che ad oggi costituisce il principale investitore per l'Unione europea nella ricerca [34].

Dal 2011 sono stati avviati i programmi *Proof-of-Concept* (POC) per finanziare ulteriori lavori di valorizzazione volti a verificare il potenziale di innovazione delle idee derivanti da precedenti progetti finanziati dall'ERC stesso.

Nel periodo compreso tra il 2011 e il 2016, le proposte presentate dai beneficiari sono aumentate considerevolmente e il budget a disposizione è raddoppiato. Conseguentemente, l'interesse verso questi contributi è incrementato progressivamente, portando il numero dei programmi a triplicarsi [34]. I finanziamenti ottenibili attraverso il POC ERC hanno un importo massimo pari a 150.000 euro e coprono un periodo di 18 mesi [34]. I relativi bandi vengono pubblicati una volta all'anno e ogni *principal investigator* può candidarsi per un solo progetto all'anno [34].

Il processo di valutazione invece avviene in tre fasi [34]:

1. "eccellenza nel potenziale di innovazione", determina in che misura il progetto candidato contribuirà in modo significativo al raggiungimento delle fasi iniziali di pre-commercializzazione o innovazione sociale;

2. “impatto”, valuta l’influenza della proposta sull’economia, la società, la cultura, l’ordine pubblico o i servizi;
3. “qualità ed efficienza dell’implementazione”, determina se il progetto è strutturato attraverso un approccio solido che ne dimostri la fattibilità tecnica e applicativa.

Al fine di essere considerate per il finanziamento, le proposte devono ottenere un punteggio minimo dalla maggioranza degli esperti su ognuno dei tre criteri di valutazione [34]. In seguito, vengono classificate secondo i punteggi ottenuti e finanziate sulla base della graduatoria. Tuttavia, se il fondo non è sufficientemente consistente da sovvenzionare la totalità dei progetti, questi ultimi vengono classificati per priorità sulla base del valore maggiore per i criteri di qualità, impatto e, in ultimo, attuazione [34].

2.4.3. Influenza dei POC sulla commercializzazione delle RBI

Sono state individuate tre categorie di fattori, relazionali, strutturali e culturali, generate grazie alla struttura dei programmi POC, che mitigano l’impatto degli inibitori sul processo di commercializzazione delle invenzioni basate sulla ricerca [1].

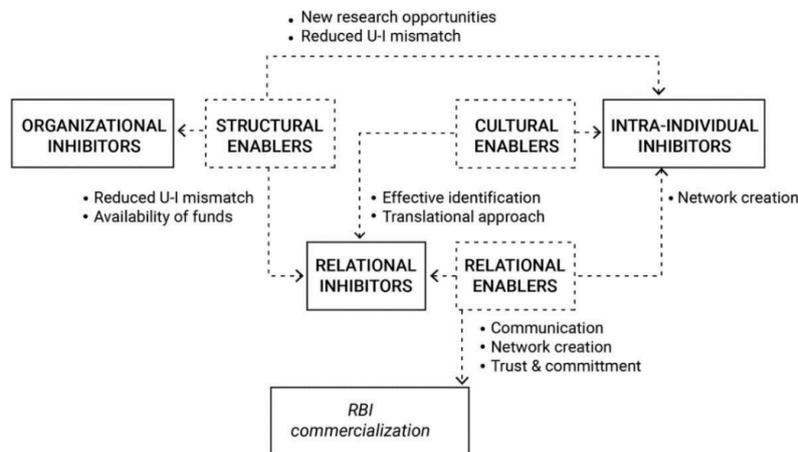


Figura 2: Relazioni tra inibitori, abilitatori indotti da POC e relativi meccanismi abilitanti.

La fiducia, l’impegno, la creazione di reti e la comunicazione sono aspetti importanti che emergono in tutte le fasi del POC e aiutano le università a rassicurare gli stakeholder circa il ridotto rischio associato ad una RBI. Gli abilitatori relazionali aiutano a ridurre il divario esistente tra l’esterno e il mondo accademico aiutando quest’ultimo a costruire una rete consistente di relazioni attraverso una comunicazione efficace [1]. La letteratura afferma che questo gruppo di fattori contribuisce direttamente alla commercializzazione, supportando

attività come concessione in licenza di brevetti o creazione di *spin-off* [1]. Il programma POC risulta essere uno strumento efficace sia nel costruire e facilitare le diverse relazioni sia nel rafforzare l'impegno di terze parti, incentivando così il gruppo di ricerca con conseguente aumento dell'impegno di tutti i soggetti coinvolti e incremento di fiducia nella ricerca [1].

In aggiunta, i ricercatori hanno appreso come impostare una comunicazione strutturata per descrivere i contenuti del loro brevetto portando alla creazione di un linguaggio condiviso tra università e industria [1]. Ciò ha consentito anche per gli accademici di trasmettere conclusioni e valori rilevanti in modo chiaro e conciso per avvicinare un maggior numero di controparti [1].

Si è notato infine l'incremento di relazioni durevoli e il conseguente aumento della capacità del gruppo di ricerca di attrarre nuovi fondi e nuovi consigli, i quali hanno permesso inoltre una maggiore comprensione dei reali problemi da risolvere [1].

Emerge quindi che i progetti sostenuti da finanziamenti pubblici hanno più probabilità di raggiungere risultati di valorizzazione positivi, in termini di commercializzazione e di impegno accademico, rispetto a progetti simili che non hanno ottenuto tali finanziamenti [34].

I fattori strutturali invece riguardano prevalentemente il miglioramento del processo e aiutano i ricercatori a migliorare il trasferimento tecnologico, lo sviluppo della ricerca e il livello di TRL, in modo da ottenere fondi e consigli dagli investitori per costruire prime versioni di un prodotto che sia in linea con quanto richiesto dal mercato [1].

Il loro impatto sulla commercializzazione di un'invenzione è emerso essere di tipo indiretto, in quanto contribuiscono a ridurre l'effetto degli inibitori organizzativi e relazionali che ostacolano il processo [1].

I finanziamenti erogati dal POC agiscono in modo preciso e tempestivo rendendoli da subito disponibili dove risultano necessari. In aggiunta, facilitano il processo di negoziazione di fondi esterni aumentando la fiducia degli investitori [1].

È stato anche indicato che, nonostante l'aiuto economico offerto dal POC sia insufficiente per concludere l'avanzamento del TRL, aiuta nell'assunzione di giovani ricercatori utili ad implementare il progetto, accelerare l'evoluzione del livello di maturità della tecnologia e creare il prototipo [1].

Un ulteriore aspetto positivo del POC nell'ambito dei fattori strutturali è il supporto che offre nell'avvicinare una RBI alla domanda del relativo settore, trasformandola in qualcosa di simile ad un prodotto che risponda alle reali esigenze del mercato di interesse. Tutto ciò permette di attenuare la percezione sul rischio che si potrebbe presentare nell'utilizzo futuro della tecnologia e incrementa le intenzioni di collaborare o investire nuovamente [1].

Sovente, per raggiungere una commercializzazione efficace servono modifiche aggiuntive e per poterle effettuare sono necessari ulteriori investimenti. A tal riguardo, un aiuto ulteriore che possono offrire i POC è la capacità di attrarre successivi finanziamenti per proseguire le attività di sviluppo [34]. Questi programmi includono quindi l'attivazione di forme private di contributi, come quelle fornite da *business angels* e *venture capitalists*, le quali svolgono anche un ruolo di certificazione, ovvero riconoscono che un determinato ente soddisfa un particolare standard [34]. Così viene fornito un segnale di qualità verso l'esterno, generando informazioni positive su valore e prospettive di una data tecnologia.

Conseguentemente, sembra che i progetti supportati da finanziamenti per la valorizzazione della scienza pubblica abbiano maggiori probabilità di ricevere contributi successivi da fonti esterne, sia pubbliche che private [34]. Tuttavia, è necessaria la riduzione dell'incertezza che caratterizza la natura iniziale dei progetti POC per aumentare il coinvolgimento delle fonti private [34].

Si può dedurre quindi che il periodo nel quale i finanziamenti siano più necessari è la fase iniziale di sviluppo poiché caratterizzata da maggiori difficoltà.

A favore di tale affermazione interviene il duplice ruolo assunto dai programmi POC nel certificare la qualità delle invenzioni, i quali quindi dovrebbero essere maggiormente necessari nelle fasi iniziali in quanto i ricercatori godono di poca visibilità; e nel funzionare da capitale sociale per i ricercatori ad inizio carriera, consentendo loro di rafforzare le relazioni e i contatti personali. Pertanto, il vantaggio offerto dai contributi per la valorizzazione della scienza pubblica è maggiore se il ricercatore principale è nelle prime fasi della sua carriera accademica [34].

Tale affermazione trova conferma anche nei programmi POC dell'ERC, nei quali l'attenzione viene spostata maggiormente sul singolo ricercatore [34]. Gli aiuti economici sono distinti in base all'esperienza accademica e questo ha permesso di portare alla luce la maggiore consistenza dei finanziamenti per gli accademici ad inizio carriera [34]. Tale evidenza suggerisce che questi programmi sono efficaci per colmare sia una lacuna di tipo

economico sia di tipo motivazionale [34]. Conseguentemente, emerge un'importante dimensione, riassunta con la nozione di anzianità accademica dell'inventore principale del progetto, in termini di "fase di sviluppo nella carriera accademica" [34]. In particolare, l'aumento di fiducia nella propria tecnologia, la creazione di nuove competenze e il supporto allo sviluppo dei prototipi saranno effetti tanto maggiori quanto più saranno motivati e capaci i ricercatori di impegnarsi nelle attività di valorizzazione. *D'Este e Patel (2007)* [39] sottolineano una relazione positiva tra progressione nella carriera accademica e l'impegno nelle attività di commercializzazione.

Viene affermato anche che l'anzianità accademica consente di stabilire con maggiore capacità legami con l'esterno i quali, oltre ad essere numerosi e frequenti, producono incentivi consistenti verso la commercializzazione [40] [39] [41] [42].

Ciò si oppone però a studi passati che sottolineavano nelle fasi iniziali una preferenza ad aumentare il prestigio universitario piuttosto che intraprendere relazioni commerciali [15].

Infine, grazie agli abilitatori strutturali, si delineano nuove opportunità di ricerca dovute alle interazioni che si sviluppano tra i soggetti presenti, permettendo un'esplorazione più dettagliata dell'ambiente tecnologico in cui si trova l'invenzione [1]. Di conseguenza, è possibile comprendere le possibilità di successo di una RBI, individuare i suoi limiti e andarli a colmare in modo da migliorare il progetto [1].

Le ricerche svolte dagli accademici devono poter essere condotte senza il timore di pregiudizi o barriere culturali che potrebbero ostacolare la commercializzazione della RBI [1]. A tal proposito intervengono gli abilitatori culturali. Questi esercitano un'influenza indiretta sull'avanzamento del TRL e, conseguente, sulla commercializzazione delle RBI [1]. Gli abilitatori culturali permettono al gruppo di ricerca di incrementare la fiducia sulla propria invenzione e aumentare la reputazione di fronte agli stakeholder industriali. Inoltre, i POC, attraverso l'allineamento degli obiettivi di ricerca e commercializzazione, forniscono un'alternativa alle strutture che presentano da un lato l'attività di promozione della scienza di base e dall'altro lo sfruttamento dei diritti di proprietà intellettuale [1].

È importante sottolineare che i fattori abilitanti intervengono in ognuna delle tre fasi di cui si compone un programma POC, quindi, sia la sua struttura che gli obiettivi diventano fondamentali per garantire l'esito finale [1]. Risulta necessario introdurre riscontri continui

e strutturare al meglio il programma e le diverse fasi in modo da renderle una sequenza standard.

Inoltre, nonostante la loro configurazione maggiormente formale, sono gli aspetti informali, ossia i fattori relazionali, a contribuire all'efficacia dei POC [1]. Infatti, grazie ad essi, gli accademici creano reputazione e riescono ad accedere alle reti aziendali, scoprendo nuove opportunità di business [1]. Tutto ciò viene realizzato utilizzando una comunicazione più incisiva anche verso coloro meno esperti nella tecnologia.

In aggiunta, i ricercatori vengono incentivati a cambiare le proprie convinzioni e a costruire relazioni, permettendo loro di individuare nuove opportunità e fornire soluzioni richieste dal mondo esterno [1].

2.4.4. Effetto dei POC sulle tipologie di commercializzazione

Nel momento in cui avviene l'attivazione dei fattori abilitanti, la licenza non è più la soluzione principale di valorizzazione. Si delinea un'opzione altrettanto valida per accedere a fasi successive dello sviluppo delle invenzioni, ossia la creazione di *spin-off* [1].

Dunque, è interessante analizzare gli effetti di tali programmi data la particolare rilevanza tra i progetti di finanziamenti pubblici a sostegno delle attività di valorizzazione della scienza. La valutazione tiene conto della natura multidimensionale del processo di valorizzazione della scienza e analizza la probabilità del progetto di raggiungere un risultato di valorizzazione positivo in termini di commercializzazione [34]. Nello specifico, si è voluto comprendere come i fattori "interni" dei POC, ossia le caratteristiche tecnologiche delle RBI e le caratteristiche e l'impegno dei gruppi di ricerca che li sviluppano, influiscono su tre diversi effetti della commercializzazione [2]:

- concessione di licenze;
- creazione di *spin-off*;
- promozione di nuove ricerche per aumentare il TRL delle RBI e migliorare il loro *market fit*.

La letteratura prevede due aspetti determinanti che possono influenzare il successo dei POC nell'aiuto alla commercializzazione di RBI: fattori di progetto istituzionali a livello macro, e fattori a livello micro, ovvero tecnologia e *team* [2].

I primi fanno riferimento a determinanti "esterne" e si riferiscono al modo in cui i POC sono progettati e alle condizioni istituzionali che favoriscono la commercializzazione delle RBI.

Era emerso che la qualità della ricerca accademica e il numero delle aree disciplinari di un ateneo sono essenziali per garantire un tasso sufficientemente elevato di candidati ai bandi POC [2].

Allo stesso modo, era stato riscontrato che le caratteristiche dei TTO sono incisive per uno sviluppo efficace dei programmi POC, in quanto un personale esperto può assicurare competenza nella valutazione delle RBI da una prospettiva industriale e può fungere da collegamento tra l'ambiente accademico e quello delle imprese [2]. Accanto all'esperienza dei membri del TTO, anche il numero di persone esperte che lavorano all'interno di un TTO può portare a un maggiore successo dei programmi POC [2].

Gli elementi a livello micro, ossia le determinanti “interne”, si riferiscono alle caratteristiche delle invenzioni che creano eterogeneità tra diverse RBI che si candidano per uno stesso programma POC, nello specifico comprendono la natura tecnologica delle RBI e le caratteristiche e l'impegno dei soggetti che le sviluppano [2]. Tali determinanti forniscono un'ampia risorsa di eterogeneità dei progetti sottoposti allo stesso POC e possono essere il motivo per il quale alcune invenzioni raggiungono una commercializzazione di successo mentre altre no [2]. Inoltre, questi fattori offrono delle metriche utili a misurare il grado di efficacia di un programma.

Le caratteristiche e l'impegno della squadra di lavoro comprendono:

- eterogeneità del *background*;
- dimensione;
- età dei soggetti;
- impegno, ovvero l'intenzione preliminare del gruppo di fondare uno spin-off.

Background diversi sfruttano un insieme ampio di conoscenze e competenze che possono incrementare le doti nel riconoscere opportunità, affrontare e risolvere imprevisti, e sperimentare nuovi schemi cognitivi [2].

Dall'altro lato i *team* omogenei facilitano la condivisione e la comunicazione sia di conoscenza tacita sia formale, contribuendo così ad un processo decisionale più tempestivo ed efficace [2]. Inoltre, siccome gruppi uniformi dispongono di un comune dominio di specializzazione dei soggetti coinvolti, possono essere più propensi a continuare ricerche per migliorare la qualità delle loro invenzioni da un punto di vista tecnologico [2].

Questo permette, in aggiunta, di aumentare le possibilità che una RBI venga brevettata e successivamente concessa in licenza [2].

Tuttavia, un aspetto essenziale verso la commercializzazione è dato dalla connessione con il mondo esterno e squadre omogenee richiedono un tempo maggiore per costruire tali relazioni. Ciò potrebbe però incentivare i team a rimanere fedeli alle modifiche apportate alle loro invenzioni, spingendoli verso nuove opportunità di ricerca [2].

Un ulteriore elemento da considerare è la dimensione della squadra che influenza la comunicazione interna, il controllo reciproco tra i membri del *team* e le motivazioni individuali nel partecipare alle attività previste [2].

È stato riscontrato che dimensioni minori consentono un maggiore coinvolgimento nelle attività di progetto e comprensione di differenti domini di conoscenza [2]. Inoltre, migliorano il monitoraggio reciproco, in quanto aumenta la capacità e l'incentivo dei membri a controllare vicendevolmente il loro operato, riducendo l'eventuale insorgere di comportamenti opportunistici, problema particolarmente accentuato nel caso di *spin-off* accademici [2].

Team numerosi invece gestiscono in modo migliore le complicazioni derivanti dal processo di licenza del brevetto di una tecnologia, come la negoziazione e l'applicazione dei termini contrattuali, le quali richiedono un monitoraggio continuo di eventuali rischi e costi di transazione [2]. Inoltre, una dimensione consistente del gruppo di ricerca, grazie alle numerose conoscenze a disposizione, permette di implementare un piano di valorizzazione del POC efficace e affrontare i diversi ostacoli futuri [2].

L'età del *team*, invece, contribuisce all'intenzione dei ricercatori di fondare uno *spin-off* o impegnarsi in attività di commercializzazione della tecnologia [43].

I soggetti giovani possono aumentare la probabilità di ricevere fondi in futuro, migliorando la propria reputazione e posizione, e conseguentemente avere l'opportunità di passare da una carriera accademica ad una imprenditoriale [2]. Inoltre, potrebbero anche condurre alla volontà di proseguire l'attività di ricerca sulla RBI che ha ricevuto un finanziamento POC iniziale, in modo da rafforzare il bacino di competenze [2]. Essendo quindi maggiormente coinvolti nello sviluppo tecnologico, i docenti più giovani sono più efficaci nel processo di trasferimento tecnologico [44].

Inoltre, analizzando i POC a livello europeo, emerge un effetto statisticamente significativo e negativo dell'anzianità accademica sulla probabilità di impegnarsi in contratti di ricerca e sviluppo e consulenza [34]. Tra i ricercatori con maggiore esperienza, solamente coloro che dispongono già di notevole prestigio e relazioni consolidate beneficiano leggermente dell'effetto di addizionalità dato dai programmi POC [34].

Tuttavia, soggetti con più esperienza potrebbero comprendere meglio il mercato e le potenziali applicazioni delle loro RBI, agevolando l'identificazione di possibili licenziatari e la gestione del processo di licenza [2].

Infine, è stato esaminato l'impegno della squadra, dato dall'intenzione preliminare del gruppo di fondare uno *spin-off*. Tale intenzione può nascere da stimoli diversi che agiscono sui ricercatori [2].

L'altro determinante "interno" che influenza l'efficacia della commercializzazione delle RBI è la natura della tecnologia; essa costituisce, infatti, una fonte di eterogeneità significativa tra le invenzioni finanziate nell'ambito di programmi POC [2].

In particolare, la natura della tecnologia si riferisce:

- all'architettura di prodotto alla base della RBI, ovvero se è vicina alla ricerca di base o applicata;
- al livello di maturità raggiunto, cioè al TRL [2].

Relativamente al tipo di architettura della tecnologia, le invenzioni basate sulla scienza (*science-based*), attraverso lo sviluppo di nuovi principi di base e teorici, possono favorire un insieme più vasto di applicazioni specifiche in ambito industriale, mentre RBI basate sull'ingegneria (*engineering-based*) ampliano e applicano le conoscenze scientifiche a determinati settori industriali, proponendo soluzioni che si adattano perfettamente a problemi specifici [45].

I progetti *engineering-based* hanno alta probabilità di trasformarsi in esempi di successo di trasferimento tecnologico, considerata la loro maggiore facilità nell'essere concessi in licenza o convertiti in possibili prodotti [2].

Considerazioni diverse invece riguardano le invenzioni *science-based*, le quali richiedono percorsi di sviluppo più lunghi e complicati per raggiungere la commercializzazione [2].

Diventa quindi più probabile che l'*outcome* di queste ultime invenzioni sia la creazione di *spin-off* o che, data la loro natura più esplorativa, vengano ulteriormente sviluppate attraverso nuove ricerche [2].

Inoltre, è stato riscontrato che gli ambiti delle *Life Sciences* e delle scienze ingegneristiche e fisiche consentono un maggiore avanzamento dei progetti verso la valorizzazione [34].

Per quanto riguarda la maturità della tecnologia è tradizionalmente misurata utilizzando la scala del TRL [2]. Livelli inferiori a tre indicano che la RBI si trova all'interno della ricerca di base, caratterizzata da tecnologie e concetti non collegabili formalmente alle concrete esigenze industriali. Un grado compreso tra quattro e cinque è indice che la tecnologia su cui si basa la RBI è stata dimostrata e validata. Livelli fino a sette invece indicano che l'invenzione può essere commercializzata. Attraverso i finanziamenti forniti dai POC i progetti migliorano il proprio grado di maturità tecnologica, alcuni in modo considerevole [2]. Le RBI che si trovano in alto nella scala del TRL possono essere commercializzate più facilmente quindi ci saranno maggiori probabilità che venga costituito uno *spin-off* [2]. Uguali considerazioni sono presenti per la concessione in licenza in quanto solamente un'invenzione a livelli superiori di maturità tecnologica risulterà sufficientemente "attraente" verso i potenziali soggetti fornitori di infrastrutture di supporto per la sua implementazione finale [2].

Al contrario, le RBI a livelli inferiori, anche in seguito ai finanziamenti forniti dai POC, avranno bisogno di attività di ricerca aggiuntive per incrementare il loro potenziale di commercializzazione [2].

Si sono quindi delineate condizioni necessarie alla creazione di *spin-off* e al perfezionamento attraverso nuovi risultati di ricerca, escludendo la concessione in licenza a causa dell'assenza di risultati precisi [2].

Risulta che, affinché venga creato uno *spin-off*, occorra l'appartenenza del progetto alla categoria ingegneristica, ovvero RBI basate su tecnologie applicate, e l'intenzione a priori di fondare tale organizzazione [2]. Quest'ultima è insita in fattori psicologici del gruppo di ricerca e non dipende in realtà dall'ambiente di lavoro circostante [46].

Inoltre, sono richiesti soggetti giovani nel gruppo, un TRL elevato e dimensioni ridotte del *team* [2].

Per quanto riguarda il risultato di commercializzazione relativo alla volontà di svolgere ulteriori ricerche per migliorare una RBI, è richiesta la presenza di un'invenzione basata sulla scienza [2]. Infatti, nonostante i POC consentano l'avanzamento del livello iniziale di maturità di una RBI, non permettono lo sviluppo di tale tipologia di RBI fino alla commercializzazione poiché necessitano di maggiori fasi di investimento e di sviluppo [2]. Tuttavia, bisogna sottolineare che l'incremento di ricerche avente l'obiettivo di migliorare una RBI non implica automaticamente un trasferimento tecnologico futuro di successo ma semplicemente che il progetto viene sottoposto ad un successivo perfezionamento per essere reso ulteriormente in linea con le reali esigenze del mercato [2].

In sintesi, il dominio "interno" dei POC è risultato estremamente importante, accanto ai macro-fattori, nel conferire risultati positivi al processo di trasferimento tecnologico e aiutare le invenzioni a superare la "valle della morte". Nel progettare i programmi POC è necessario considerare le peculiarità delle differenti RBI che possono essere sviluppate, e sapere che esistono invenzioni per le quali non è sufficiente l'esposizione ad un POC per la loro piena commercializzazione.

A seguito di tali considerazioni, sorgono rilevanti implicazioni sulle azioni che numerosi attori sono tenuti a svolgere al fine di progettare schemi POC efficaci.

Le università dovrebbero favorire la creazione di attività armonizzate e connesse e incentivare il coordinamento interno. Dunque, gli uffici di trasferimento tecnologico dovrebbero organizzare percorsi differenti per ciascuna RBI e destinare maggiori risorse finanziarie ai programmi POC e nello specifico alle invenzioni su base scientifica [2].

Prima di concedere un finanziamento, i TTO dovrebbero assistere i gruppi di ricerca nel delineare le proprie caratteristiche, i propri obiettivi e nel valutare attentamente l'impatto dei finanziamenti a supporto della valorizzazione della scienza per sviluppare maggiore comprensione dei possibili percorsi in base alle proprie esigenze. Invece, ad un livello strategico più elevato deve essere promossa la creazione di gruppi con specifiche caratteristiche al fine di promuovere un efficace TT.

Infine, i TTO, avendo a disposizione i risultati dei programmi POC a livello accademico, potrebbero fornire considerazioni e metriche rilevanti riguardo al loro impatto sulle attività di ricerca a livello di singola università. Ad esempio, incentivando, dove possibile, la

presentazione di domande di brevetto in quanto consiste in un determinante positivo per gli esiti del processo di valorizzazione [34].

Tali programmi infatti svolgono un ruolo critico nel migliorare le tecnologie e i progetti generati tramite ricerca universitaria e sono uno strumento attraverso il quale si può costruire un ecosistema in cui i ricercatori siano incentivati e aiutati a prendere parte al processo di trasferimento tecnologico. A tal proposito, il programma POC dell'ERC è stato efficace nel favorire la valorizzazione anticipata delle scoperte scientifiche e, grazie all'effetto generato dall'anzianità accademica relativa al ricercatore principale, viene confermata la funzione che svolgono tali finanziamenti nel supportare la mancanza di fondi che vincola la trasformazione della ricerca in applicazioni pratiche e commerciali, in particolar modo per i soggetti con poca esperienza accademica [34].

Emerge infatti che i progetti sovvenzionati hanno ottenuto risultati notevolmente migliori rispetto al resto dei candidati [34]. Conseguentemente i finanziamenti POC dovrebbero essere attivati a complemento delle fonti tradizionali di finanziamento per la ricerca di base e dovrebbero essere promossi tra gli Stati membri dell'Unione Europea e no, compresi quelli in via di sviluppo [34].

In particolare, favorire la valorizzazione della scienza è diventata una priorità a livello globale in quanto consente di diffondere i risultati della ricerca pubblica all'industria e portare alla creazione di nuovi prodotti, processi e servizi che possono essere di supporto alle principali sfide sociali, come la salute, la sicurezza, l'energia, il cambiamento climatico e l'uso efficiente delle risorse naturali [47].

Questo tema è già stato oggetto di studio in passato e sono emersi fattori rilevanti per l'applicazione degli schemi di finanziamento a livello accademico: una dimensione del TTO efficace e la qualità della ricerca dell'università.

Inoltre, risulta che anche l'impatto e il cambiamento della società possono essere importanti per valutare il successo di tali programmi.

2.5. Gap nella letteratura e contributo della Tesi

I programmi POC ricoprono un ruolo rilevante nel miglioramento del processo di trasferimento tecnologico in quanto sono strumenti che possono accelerare la transizione dei risultati scientifici verso applicazioni commerciali e sociali. Numerosi studi si sono espressi al riguardo, approfondendo le problematiche che caratterizzano la commercializzazione

delle invenzioni in ambito accademico dovute alla loro incertezza ed alto grado di rischio. Gli studi sono poi proseguiti attraverso i soggetti coinvolti, dei quali sono stati esaminati i comportamenti e le competenze necessarie affinché riescano a partecipare attivamente al trasferimento tecnologico. Infine, la letteratura ha esplorato le caratteristiche necessarie e gli effetti positivi derivanti dai contributi offerti, che, grazie a fattori relazionali, strutturali e culturali mitigano la presenza di inibitori nel processo di valorizzazione economica delle RBI.

Tuttavia, l'efficacia delle iniziative a sostegno della valorizzazione dovrebbe essere studiata attraverso l'approfondimento simultaneo di due tematiche: progetti basati sulla ricerca e possibili risultati di valorizzazione.

Attualmente, invece, sono analizzati separatamente o con attenzione particolare alla sola valorizzazione economica, avente come *outcomes*: creazione di *spin-off*, contratti di licenza e proseguimento delle ricerche. Nonostante, infatti, la letteratura evidenzi l'importanza e i benefici della brevettazione nel processo di trasferimento tecnologico delle RBI, rimane inesplorato l'impatto dei finanziamenti POC su tale pratica. Nello specifico non è ancora presente una valutazione della loro influenza sulle *performance*, in termini di decisioni strategiche dei ricercatori relative alla protezione e valorizzazione della proprietà intellettuale, dei brevetti che hanno beneficiato di tali programmi rispetto a coloro che non li hanno ottenuti.

Inoltre, la maggioranza dei risultati ottenuti provengono da analisi principalmente di tipo qualitativo, ovvero prive di dati quantitativi e statistiche che dimostrino le affermazioni proposte. Mancano quindi prove quantitative e sistematiche sugli effetti dei finanziamenti pubblici per la valorizzazione, che si rivolgono a singoli ricercatori o gruppi di ricerca, aventi lo scopo di tradurre le scoperte scientifiche in applicazioni pratiche [34].

Tuttavia, comprendere l'efficacia dei finanziamenti non è facile ed evidente perché le attività di valorizzazione richiedono un insieme ampio di competenze, motivazioni e valori. La disponibilità di fondi, infatti, è solo una parte del sistema di supporto necessario per trasformare nuove conoscenze in applicazioni pratiche [34]. Inoltre, i ricercatori potrebbero considerare le indicazioni fornite dai programmi POC, su come impostare le proprie decisioni relative alle invenzioni, potenzialmente complesse [34].

Infine, dando un'eccessiva priorità alle attività di valorizzazione, potrebbero diminuire l'attenzione e lo sforzo dedicati alle attività di ricerca di base, la cui qualità influisce

sull'efficienza degli strumenti a supporto della valorizzazione in caso di mancanza di finanziamenti [34]. La disponibilità di fondi a supporto della valorizzazione deve risultare come componente aggiuntiva ai contributi per la ricerca di base in modo da considerare la ricerca e lo sviluppo come portatrici di nuove conoscenze a disposizione della società [34]. Sorge quindi la necessità di analizzare in modo quantitativo come la partecipazione a questi programmi impatti sulle *performance* dei brevetti rispetto ai brevetti simili che non hanno mai ottenuto finanziamenti POC.

A questo proposito, per analizzare le lacune presenti in letteratura, l'elaborato propone un approfondimento basato su brevetti relativi alle RBI per le quali i *team* hanno presentato domanda di *application* ai programmi POC promossi dalla Fondazione Compagnia di Sanpaolo e dal Politecnico di Torino tra il 2016 ed il 2021.

3. Dati e metodo

3.1. Raccolta dati

Al fine di analizzare i benefici derivanti dai programmi POC, sono state confrontate le *performance* dei brevetti del Politecnico di Torino che hanno ricevuto almeno un finanziamento POC con quelli che non hanno preso parte a tali programmi o che, a seguito della presentazione della domanda di partecipazione per accedere a tale contributo, non sono risultati idonei a riceverlo.

I dati considerati riguardano i candidati al Bando POC lanciato dal Politecnico di Torino tra il 2016 e il 2018 e ai Bandi POC della Fondazione Compagnia di San Paolo, strutturalmente identico allo strumento POC presentato in precedenza dal Politecnico di Torino. Tali informazioni sono poi state inserite all'interno di un database appositamente creato su Excel.

Questo documento è frutto di un periodo nel quale sono stati analizzati e codificati i dati raccolti attraverso *Orbit Intelligence*, un software di *intelligence* a livello mondiale sulla proprietà intellettuale dedicato alla ricerca e all'analisi dei brevetti; le informazioni provenienti dal database interno dell'ufficio di trasferimento tecnologico del Politecnico di Torino; e i dati contenuti nelle domande di partecipazione ai programmi POC di diverse date di *cut-off* e di due linee principali di percorsi per la candidatura ai bandi di FCSP:

- Linea 1 – *PoC Launchpad*, che rappresenta la naturale evoluzione delle Convenzioni 2019-2021;
- Linea 2 – *PoC Transition* che rappresenta, per un beneficiario che ha già portato a termine un progetto nell'ambito dell'iniziativa *PoC Instrument*, uno strumento volto ad avvicinare ulteriormente la tecnologia proposta al mercato.

Dal software sono stati estratti: le date di domanda e applicazione al POC, le date di concessione e di abbandono, lo stato della famiglia brevettuale, i codici IPC⁵ e le *backward e forward citations*.

Tra le diverse informazioni contenute invece nelle domande presentate, sono servite principalmente:

- titolo del brevetto;
- data di primo deposito della domanda di brevetto;
- stato del brevetto, ovvero se:
 - la procedura di deposito della domanda ha ottenuto esito positivo dalla Commissione Brevetti;
 - la domanda è stata depositata in Italia;
 - è stata richiesta un'estensione PCT;
 - la domanda di brevetto europeo non è stata ancora concessa;
 - il brevetto è stato concesso ed è attivo in almeno 4 stati oltre all'Italia.
- titolarità del brevetto, ovvero chi detiene il potere decisionale sullo sfruttamento economico del brevetto⁶;
- soggetto/i contitolare/i e relativa percentuale di contitolarità;
- categoria della tecnologia a cui l'invenzione oggetto della domanda appartiene;
- TRL iniziale e che si intende di raggiungere a seguito della partecipazione al programma.

⁵ La classificazione internazionale dei brevetti IPC (*International Patent Classification*) rappresenta il sistema più utilizzato a livello internazionale per i brevetti e i modelli d'utilità. Istituita a seguito dell'Accordo di Strasburgo del 1971, è strutturata in modo gerarchico e suddivide le tecnologie brevettabili in otto sezioni (A - H), a loro volta distribuite in livelli sempre più dettagliati. Viene aggiornata periodicamente. La IPC viene utilizzata anche per pubblicazioni, articoli scientifici e testi tecnici in generale, al fine di valutare lo stato della tecnica in un particolare settore.

⁶ Il titolare del brevetto può essere sia una persona giuridica che una persona fisica. Possono essere previsti anche più titolari, che potranno essere sia persone giuridiche che fisiche allo stesso tempo. L'inventore è invece necessariamente una persona fisica ed anche in questo caso possono essere designati più inventori allo stesso tempo.

Nell'elaborato, il titolare della totalità dei brevetti è il Politecnico di Torino mentre gli inventori sono i singoli ricercatori.

3.2. Realizzazione del database

In seguito a diversi aggiornamenti e modifiche sia lato contenuto sia lato decisionale su quanto mantenere e analizzare nello specifico, è stato creato il database di riferimento usato successivamente per le analisi oggetto dell'elaborato. Inizialmente, il database conteneva diverse sezioni relative alle informazioni riguardanti i progetti, gli stakeholders, i soggetti coinvolti e i cotitolari.

Di seguito vengono presentate le variabili finali su cui si sono basate le verifiche oggetto dell'elaborato.

ID	codice di identificazione univoca del brevetto formato da un numero progressivo positivo.
TACK-CODE	codice numerico utilizzato per identificare l'invenzione a cui il brevetto è associato all'interno dell'università.
PRIMO DEPOSITO	data di primo deposito del brevetto utilizzata come data di riferimento per il conteggio di tutte le variabili <i>count</i> .
DOMANDA POC	variabile booleana che identifica se per il brevetto a cui si riferisce è stata presentata una domanda di partecipazione al programma POC.
DATA DELLA DOMANDA POC	contiene la data della prima domanda di partecipazione al POC.
DEPOSITO DELLA DOMANDA POC	conteggio giorni intercorsi tra il deposito e la presentazione domanda.
ASSEGNAZIONE DEL POC	variabile booleana che riporta un 1 in caso di brevetto vincitore del finanziamento POC, 0 altrimenti.

DATA DI ASSEGNAZIONE DEL POC	data della prima assegnazione di un contributo POC per lo sviluppo della RBI oggetto del brevetto.
DEPOSITO ASSEGNAZIONE DEL POC	conteggio giorni intercorsi tra deposito e ottenimento del POC, se informazione disponibile.
MAIN IPC	<p>codice IPC principale del brevetto a cui fa riferimento.</p> <p>Per questa variabile sono state create tre suddivisioni ulteriori che contengono rispettivamente:</p> <ul style="list-style-type: none">- il primo carattere del codice, che individua la categoria principale a cui appartiene il brevetto;- i primi due caratteri del codice, per identificare l'ambito trattato;- i primi tre caratteri dell'IPC, ulteriore suddivisione che consente di comprendere in modo più specifico l'argomento in esame.
ALL IPC	elenco di tutti i codici IPC associati al brevetto.
TITOLARITÀ DEL BREVETTO	variabile booleana dove lo 0 identifica la proprietà esclusiva dell'Università mentre l'1 è sinonimo di titolarità condivisa tra più soggetti.
CONTITOLARI DEL BREVETTO	<p>campo numerico che riporta una diversa codifica per le tipologie di titolarità.</p> <ul style="list-style-type: none">- Titolarità esclusiva dell'Ateneo.

	<ul style="list-style-type: none"> - Contitolarità con una o più organizzazioni no profit o ente pubblico. - Contitolarità con uno o più soggetti privati. - Contitolarità con un'organizzazione no profit o ente pubblico e con un soggetto privato.
ESTENSIONE PCT	variabile che identifica se è stata depositata una domanda di estensione PCT, senza l'indicazione di un paese specifico, se non è stata depositata o se non è ancora scaduto il periodo per la presentazione della richiesta di estensione.
DATA DI ESTENSIONE PCT	data in cui è stata presentata la domanda di estensione PCT.
PCT COUNT	Numero dei giorni compresi tra la data di deposito e l'estensione PCT
NAZIONALIZZAZIONE IN: <ul style="list-style-type: none"> - EUROPA - AFRICA - OCEANIA - ASIA - NORD E SUD AMERICA - OVERALL 	variabili booleana che identificano se la domanda di estensione è stata presentata nei continenti indicati nell'elenco. La variabile "overall" assume valore pari ad 1 se il brevetto è stato nazionalizzato in almeno uno dei continenti dell'elenco.
DATA DI PRIMA NAZIONALIZZAZIONE	è la data in cui il brevetto è stato nazionalizzato in uno dei paesi elencati per la variabile precedente.
NAZIONALIZZAZIONE COUNT	giorni passati dalla data di deposito alla prima nazionalizzazione.

ABBANDONO DELLA FAMIGLIA	variabile booleana che determina se la famiglia brevettuale in cui il brevetto di riferimento è compreso è stata abbandonata totalmente.
DATA DI ABBANDONO DELLA FAMIGLIA	è la data di abbandono della famiglia brevettuale.
ABBANDONO COUNT	giorni passati dalla data di deposito sino all'abbandono dell'ultimo brevetto.
ABBANDONO PARZIALE	giorno in cui è stato abbandonato il primo brevetto della famiglia brevettuale.
PARZIALE COUNT	giorni compresi tra la data di deposito e l'abbandono del primo brevetto.
CONCESSIONE	variabile che rileva se un brevetto della famiglia è stato concesso in seguito alla presentazione della domanda.
DATA DI PRIMA CONCESSIONE	data in cui uno dei brevetti della famiglia brevettuale è stato concesso.
PRIMA CONCESSIONE COUNT	giorni trascorsi dalla data di deposito fino alla prima concessione.
VALORIZZAZIONE	tale variabile identifica se il brevetto è stato valorizzato economicamente.
TIPO DI VALORIZZAZIONE	contiene l'informazione sulla modalità di valorizzazione, ovvero: <ul style="list-style-type: none"> - licenza; - licenza a <i>spin-off</i>; - cessione; - cessione a <i>spin-off</i>; - opzione/prelazione.
ENTE	nome dell'ente che ha valorizzato il brevetto.

DATA DI PRIMA VALORIZZAZIONE	data in cui il brevetto è stato valorizzato per la prima volta.
PRIMA VALORIZZAZIONE COUNT	giorni passati dalla data di deposito sino alla prima forma di valorizzazione.
BACKWARD CITATION	numero di <i>backward citation</i> del brevetto di riferimento al momento del deposito.
FOREWARD CITATION⁷	numero di <i>foreward citation</i> del brevetto di riferimento calcolate al mese di luglio 2023.

Tabella 1: Elenco delle variabili presenti nel database.

In conclusione, le variabili totali sono 43 e compongono le colonne del database mentre sulle righe sono stati inseriti 151 diversi brevetti del Politecnico di Torino che avrebbero potuto o hanno beneficiato delle iniziative POC a partire dal 2016.

Sul totale, 99 brevetti hanno presentato domanda di *application* al POC. Di questi, 87 hanno beneficiato del finanziamento, mentre 12 non lo hanno ottenuto. 52 brevetti, invece, non hanno presentato domanda di partecipazione al POC.

3.3. Variabili analizzate

L'impatto dei POC è stato studiato su alcune variabili della "Tabella 1" individuate essere di interesse nella letteratura esistente per i motivi elencati nei successivi paragrafi.

Attraverso analisi esplorative, i brevetti che non hanno ottenuto il contributo POC sono stati confrontati con i brevetti che invece ne hanno beneficiato per studiare l'influenza dei programmi sulle decisioni strategiche dei ricercatori relative alla protezione e valorizzazione della proprietà intellettuale. A tal fine, è stata creata la variabile indipendente "assegnazione POC".

L'influenza dei POC viene studiata sulle *performance* dei brevetti, come "valorizzazione", "abbandono", "estensione PCT" e "nazionalizzazione". Per ognuna è stato esaminato anche il tempo trascorso dalla data di primo deposito dei brevetti,

⁷ *Forward citations*: o "citazioni in avanti", rappresentano il numero di volte che un articolo, un libro o un'altra fonte è stata citata da lavori successivi.

utilizzando i relativi campi “*count*”. Queste costituiscono le variabili dipendenti in quanto il loro valore può modificarsi e offrire risultati diversi a seconda che sia stato o meno ottenuto il finanziamento.

Infine, vengono controllati una serie di fattori che possono contribuire all’efficacia dei programmi POC, ovvero le variabili di controllo, come “*main IPC*”, “*titolarità*”, “*contitolarità*” e “*backward citation*”.

3.3.1. Variabili indipendenti

- **assegnazione del POC**

I programmi POC sono stati creati con l’obiettivo di favorire un trasferimento tecnologico efficace. Attraverso l’erogazione di finanziamenti a fondo perduto, competenze e opportunità di formazione, i POC supportano i ricercatori universitari nella realizzazione delle attività necessarie a trasferire, verso una realtà industriale, una soluzione brevettata o in corso di brevettazione. È un supporto che sostiene l’avanzamento del livello di maturità tecnologica delle invenzioni e conseguentemente ne riduce il rischio e l’incertezza. Emerge quindi che i progetti supportati da finanziamenti per la valorizzazione della scienza pubblica abbiano maggiori probabilità di ricevere contributi successivi da fonti esterne, sia pubbliche che private. Inoltre, la struttura dei POC consente, grazie alla presenza di fattori relazionali, culturali e strutturali, di mitigare la presenza di inibitori che contrastano una commercializzazione efficace delle invenzioni. Sembra infatti che i progetti finanziati ottengano risultati notevolmente migliori [34]: viene quindi evidenziata la funzione che tali programmi svolgono nel supportare la mancanza di fondi che vincola la trasformazione della ricerca in applicazioni pratiche. Nonostante i diversi risultati positivi riscontrati in letteratura a favore dei POC, non è ancora stata approfondita la differenza di *performance*, in termini di valorizzazione, abbandono, estensione PCT e nazionalizzazione, tra brevetti beneficiari dei finanziamenti e brevetti simili che non li hanno ottenuti. La variabile indipendente per cui è stata analizzata l’influenza sulle osservazioni del campione è stata quindi “assegnazione POC”. I suoi effetti sono stati verificati anche in seguito alla presenza delle variabili di controllo, ovvero fattori che possono contribuire all’efficacia dei programmi POC.

3.3.2. Variabili di controllo

- *main IPC*

L'alto grado di incertezza e di rischio che caratterizzano le RBI, sono le problematiche di maggior rilievo che le università devono affrontare nella commercializzazione poiché gli investitori preferiscono investire in tecnologie comprovate con incertezza relativamente bassa e il cui rischio di mercato possa essere gestito [48]. Tali difficoltà possono poi essere più rilevanti per alcune tipologie di invenzioni, in base alla loro diversa natura tecnologica. A tal proposito, le caratteristiche delle singole RBI, ovvero uno dei determinanti interni dei programmi POC, possono influire anche su risultati di commercializzazione come concessione di licenze, creazione di *spin-off* e promozione di nuove ricerche [2].

Le invenzioni *science-based* favoriscono un insieme più vasto di applicazioni specifiche in ambito industriale [45]. Sono caratterizzate da percorsi di sviluppo lunghi e complicati che riguardano nuovi principi di base o teorici quindi, data la loro natura sperimentale, anche in presenza del POC, gli effetti di commercializzazione che si possono presentare sono il proseguimento nelle ricerche per migliorare la tecnologia o la creazione di *spin-off* [2]. All'interno del database, in base ai codici IPC, sono stati individuati appartenere a tale categoria i brevetti dei seguenti settori: fabbisogni umani, "A", chimica e metallurgia, "C", tessile e carta, "D", energia elettrica, "H".

Dall'altra parte, le invenzioni *engineering-based*, ampliano e applicano le conoscenze scientifiche a determinati settori industriali, proponendo soluzioni che si adattano perfettamente a problemi specifici [45]. Sono caratterizzate da maggiori possibilità di raggiungere risultati positivi di commercializzazione. Vengono quindi introdotte sul mercato tramite licenze o creazione di *spin-offs* [2]. I brevetti caratterizzati da tecnologie appartenenti a questa tipologia, sono stati identificati rientrare nei settori che seguono: esecuzione di operazioni e trasporto, "B", costruzioni immobili, "E", ingegneria meccanica, illuminazione e riscaldamento, "F", strumenti, "G".

Sulla base di tali affermazioni la prima variabile di controllo ad essere analizzata nel seguente elaborato è "*main IPC*", nello specifico è stata creata una variabile che caratterizza la sottocategoria di appartenenza della tecnologia per verificare se quanto riscontrato in letteratura influisca sulle decisioni che i ricercatori si trovano ad elaborare in seguito o meno alla partecipazione ai POC, come valorizzazione,

abbandono, estensioni PCT e nazionalizzazione. Per eseguire le analisi di regressione, è stata definita, invece, una variabile booleana che identifica se la categoria dell'invenzione è *science-based* (0) o *engineering-based* (1).

- **titolarità e contitolarità**

Un ulteriore tema rilevante in ambito brevettuale è la titolarità-spettanza dei risultati della ricerca in quanto da questo dipendono le strategie in tema di *licensing* accademico e le modalità di interazione fra i protagonisti del TT [6]. Anche il *Bayh-Dole Act* include riferimenti al riguardo, infatti, trasferendo la titolarità delle invenzioni dalle agenzie federali alle Università americane, ed in generale a tutte le organizzazioni no-profit, garantisce a queste ultime di beneficiare dei fondi pubblici nella loro ricerca, e di brevettare conseguentemente le loro scoperte, se desiderato.

I brevetti accademici coprono invenzioni a cui la ricerca universitaria ha contribuito in una certa misura. Vengono identificati tali, i brevetti che hanno almeno uno scienziato universitario tra gli inventori, definito quindi inventore accademico. Questi brevetti possono essere di proprietà o di comproprietà degli inventori, delle loro università, di un'agenzia governativa o di un'organizzazione pubblica di ricerca, o di una società commerciale [49].

È stato riscontrato che il sistema di titolarità che si fonda su una centralizzazione istituzionale è preferibile per minimizzare i costi di transazione dei contratti di licenza dell'invenzione e inoltre, può essere uno strumento di controllo del licenziatario al fine di un'efficace valorizzazione della proprietà intellettuale. In caso di contitolarità invece risulta talvolta complicata la suddivisione dei risultati di ricerca e conseguentemente si possono generare diversi problemi a livello amministrativo, come in alcune decisioni relative alla suddivisione dei guadagni. L'allocazione della titolarità può causare quindi possibili interferenze tra le parti in materia di appartenenza dei risultati [6]. Di conseguenza risulta fondamentale, in caso di presenza di soggetti esterni, regolare il rapporto che si instaura con essi. Questo accade ad esempio anche all'interno dei Bandi POC analizzati. In caso di contitolarità con privati, infatti, essi si devono impegnare per co-finanziare il progetto che ha presentato domanda per il programma e sono previsti accordi per disciplinare le modalità del loro coinvolgimento. Inoltre, sono ammissibili ai bandi solamente i brevetti di titolarità esclusiva dell'ateneo o, se in contitolarità, la percentuale dell'università deve essere

maggiore. In aggiunta è necessario il consenso di tutti i contitolari nel partecipare al POC. L'insieme dei precedenti requisiti potrebbe risultare un disincentivo alla partecipazione di altri soggetti.

Tuttavia, recenti studi mostrano che i brevetti di proprietà dell'università detengono un valore inferiore rispetto a quelli di proprietà dell'azienda [49]. Simile risultato viene riscontrato anche da *Wright et al.*, i quali affermano che, negli Stati Uniti, le invenzioni accademiche sponsorizzate dalle aziende hanno un valore e un impatto più elevati rispetto a quelle finanziate solo con sovvenzioni federali [50].

Esistono infatti due possibili motivi del valore inferiore dei brevetti di proprietà universitaria: un potenziale commerciale ridotto delle invenzioni brevettate, dovuto ad una minore rilevanza delle invenzioni che si trovano nel portfolio delle università rispetto a quelle conferite alle imprese, e/o una mancanza di efficacia nel commercializzarle, riferito alla maggior difficoltà delle università di intraprendere attività per sfruttare i brevetti dovuta a mancanza di capacità manageriali, mezzi o incentivi, rispetto alle imprese [49].

Considerate, dunque, le diverse affermazioni contenute in letteratura, la variabile “titolarità” è stata la successiva variabile di controllo ad essere inserita nella ricerca. Per alcune analisi descrittive è stata anche considerata la “contitolarità” al fine di approfondire lo studio sulla precedente variabile.

- ***backward citation***

Infine, vi è “*backward citation*”, la terza variabile di controllo ad essere inserita nelle ricerche. Questa tipologia di citazioni si riferisce al processo di identificare e seguire le referenze bibliografiche presenti in un articolo scientifico, un libro o un'altra fonte di informazioni. Ciò aiuta a tracciare l'evoluzione delle teorie o delle scoperte e a comprendere come un certo lavoro si collochi all'interno di un contesto di ricerca più ampio.

Nonostante possa essere considerata come una misura del flusso di conoscenza, tale variabile deve essere attentamente interpretata in quanto è legata alle caratteristiche delle diverse tecnologie in termini di velocità con cui altri settori sono in grado di comprenderle, assorbirle e utilizzarle [7]. Coffano propone quindi una nuova interpretazione per le *backward citations*, ovvero quanto più è rapida l'adozione di una nuova tecnologia, tanto più velocemente questa nuova tecnologia diventa “conoscenza

comune” e non viene più citata [7]. Conseguentemente diventa invisibile in termini di citazioni a ritroso. Tale studio viene effettuato inizialmente sulle tecnologie ICT in quanto riconosciute come *general purpose technologies* (GPT), ovvero tecnologie che hanno le caratteristiche di propagarsi orizzontalmente in tutta l’economia e godere di complementarità con lo sviluppo di applicazioni di altri settori. Le ICT sono una tecnologia centrale e rappresentano la fonte di un gran numero di innovazioni in numerosi settori, come il settore dei dispositivi medici. A tal proposito, viene riscontrato che le innovazioni in ambito medico sono rilevanti nello studio del processo di ricombinazione e aggregazione della conoscenza. Tuttavia, le *backward citations* relative alle ICT sono molto scarse, ovvero le tecnologie che sembrano innovative per l’ambito medico sono in realtà le stesse da qualche anno. Settori invece che hanno riscontrato un alto numero di citazioni sono stati la chimica e l’ingegneria meccanica che quindi hanno presentato maggiori connessioni con il settore medico. In conclusione, viene analizzata la variabile relativa alle “*backward citations*” in quanto caratterizzata da forti connessioni con le caratteristiche delle tecnologie stesse e può essere verificata la presenza o meno di particolari settori per i quali il processo di innovazione avviene con minore velocità rispetto ad altri. Questo potrebbe essere un contributo alla scoperta di campi che necessitano di maggiori finanziamenti pubblici per poter partecipare al processo di trasferimento tecnologico.

3.3.3. Variabili dipendenti

- **valorizzazione**

La valorizzazione commerciale della proprietà intellettuale è uno degli obiettivi dei programmi POC, anche a livello europeo, oltre alla diffusione di una cultura di valorizzazione della conoscenza al fine di favorire la creazione di elementi che migliorino le *performance* degli atenei. Viene dimostrato che la struttura dei POC consente, grazie alla presenza di fattori relazionali, culturali e strutturali, di mitigare la presenza degli inibitori al fine di raggiungere una commercializzazione efficace delle RBI. I POC, infatti, favoriscono la creazione di *network* tra università e aziende.

Conseguentemente potranno aumentare anche l’interesse da parte degli investitori, la crescita di *spin-off* o il numero di tecnologie concesse in licenza dalle università alle imprese. In letteratura emergono alcune implicazioni relativamente ai brevetti che

sono supportati da finanziamenti per la valorizzazione, come l'aumento della probabilità di ricevere contributi successivi da fonti esterne [34]. Infatti, grazie alla maggiore interazione e comunicazione efficace con le aziende, si incrementa anche la capacità dei ricercatori di attrarre nuovi finanziamenti per lo sviluppo ulteriore della tecnologia. Tali aspetti permettono di trasformare le invenzioni in applicazioni in linea con le esigenze del mercato, di attenuare la percezione sul rischio caratterizzante una RBI, portando anche all'attivazione di forme private di contributi. Infine, si delineano nuove opportunità di ricerca permettendo un'esplorazione dell'ambiente tecnologico e una maggiore comprensione delle possibilità di successo delle invenzioni [34].

Conseguentemente, viene studiato come i POC influenzano la valorizzazione dei brevetti beneficiari del finanziamento rispetto ai brevetti che tale contributo non lo hanno ricevuto. Inoltre, l'analisi viene anche estesa alla variabile "valorizzazione count" per comprendere se vi siano differenze in termini temporali tra i due macrogruppi di brevetti, ovvero se il finanziamento supporta una valorizzazione più tempestiva e quali effetti di commercializzazione presenta maggiormente, se licenze, *spin-off* o ulteriori ricerche per migliorare la tecnologia. A tal riguardo, per alcune analisi descrittive è stata utilizzata la variabile "tipo di valorizzazione" mentre per le analisi di correlazione e regressione, è stata creata una variabile booleana "tipologia di valorizzazione", che contiene l'informazione se il brevetto è stato valorizzato verso *spin-off* (0) o altro (1), ovvero licenze o cessioni a soggetti privati o contratti di opzione/prelazione.

- **abbandono della famiglia**

La durata di un brevetto è di 20 anni, ma molti brevetti vengono abbandonati prima di raggiungere il termine di tale periodo [8]. Ciò potrebbe essere in parte dovuto ai costi di mantenimento, alla mancanza di opportunità di licenza, alle limitate possibilità di realizzazione in contesti di mercato dinamici, alla mancanza di investimenti per portare avanti il brevetto, al cambiamento delle priorità dell'inventore o l'emergere di prodotti competitivi migliori. Uno studio passato ha analizzato brevetti depositati tra il 2000 e il 2020 ed è emerso un picco di abbandoni iniziale che poi è diminuito negli anni [8]. Il motivo è stato dimostrato essere la tasso di mantenimento dei primi anni.

Inoltre, è stato verificato che il tasso di abbandono per alcuni sottogruppi identificati dalla classificazione IPC, è più elevato rispetto ad altri. Questo identifica i primi come

settori in declino, in quanto vi è stato l'abbandono delle tecnologie pregresse a favore di tecnologie nuove e differenti con l'emergere dei recenti strumenti, ad esempio i *digital media* che hanno perturbato la tecnologia della scrittura o stampa basata su carta. Per tale motivo, settori con un tasso di obsolescenza più elevato potrebbero essere caratterizzati da lenti cambiamenti tecnologici e quindi richiedere un'attenzione particolare sia da parte degli investitori sia delle politiche pubbliche, che dovrebbero quindi investire in settori in crescita o indagare le ragioni del declino di tali settori se sono cruciali per lo sviluppo sociale.

Tuttavia, i brevetti abbandonati contribuiscono effettivamente alla creazione di conoscenza in quanto diventano disponibili per la società: chiunque può utilizzare utilizzarla per far avanzare la propria ricerca, sperimentazione, sviluppo di prodotti o innovazioni. Alcuni di questi, infatti, sono stati resi consultabili a seguito di una modifica legislativa del 1999, aiutando conseguentemente le decisioni di concessione dei brevetti. Ad esempio, è stato scoperto che l'USPTO, *United States Patent and Trademark Office*, cita domande di brevetto abbandonate più spesso di brevetti rilasciati [51]. Pertanto, i brevetti abbandonati sono estremamente utili ma il loro potenziale non è ancora pienamente realizzato [51].

Infine, emerge anche che vi è correlazione tra tasso di abbandono e tasso di deposito [8]. Alto tasso di deposito e alto di abbandono sono sinonimo di elevato cambiamento tecnologico nel settore mentre nel caso di basso abbandono vi è costanza nel cambiamento tecnologico. Deposito basso e abbandono alto invece caratterizzano gli ambiti che raggiungono più velocemente l'obsolescenza mentre basso abbandono e basso deposito sono i settori che si avviano verso l'obsolescenza.

Considerati quindi i numerosi impatti e le implicazioni derivanti, una variabile dipendente ad essere stata scelta per lo studio dell'impatto dei POC tra brevetti beneficiari e non del finanziamento è stata "abbandono della famiglia" e conseguentemente "abbandono *count*".

- **estensione PCT e nazionalizzazione**

Successivamente, l'influenza dei POC è stata esplorata nell'ambito delle decisioni di estensione PCT e nazionalizzazione. Considerato il recente avanzamento delle nuove tecnologie come la *Information Communication Technology* (ICT), nano e biotecnologie, gli sviluppi tecnologici non sono limitati alle singole nazioni, e le

esigenze globali si sono spostate verso un livello maggiore di collaborazioni internazionali [9].

In letteratura sono sorti diversi studi [52] [53] che hanno esplorato i fattori che influenzano il sistema dei brevetti, come la crescita del PIL e della spesa per la R&S, e quindi il numero di domande di brevetto. Conseguentemente è emerso che, considerata la notevole quantità di brevetti nazionali depositati solamente a scopo di difesa senza alcuna intenzione di perseguire incentivi economici, le domande di brevetto PCT, che invece comportano una notevole quantità di sacrifici finanziari, possono davvero rappresentare gli sforzi legati all'innovazione di un singolo paese [9]. Per i motivi sopra riportati, il ruolo ricoperto dai governi dei singoli paesi è molto importante all'interno del processo di innovazione. Come sostiene Mazzucato, le ricerche finanziate dallo Stato, in America, hanno portato a risultati di tecnologie all'avanguardia [54]. Ad esempio, il governo degli Stati Uniti ha effettuato ingenti investimenti nella ricerca iniziale di nuove tecnologie come Internet, biotecnologie e gas di scisto, al posto delle aziende private che erano timorose nel correre rischi a causa delle incertezze del loro successo commerciale. Dopo che le ricerche di base sulle nuove tecnologie sono state compiute, sono nate opportunità commerciali. Il governo degli Stati Uniti ha concesso poi alle aziende private di trarre beneficio dalle tecnologie sviluppate. In tale contesto, il sistema dei brevetti ha assunto un ruolo fondamentale nello sviluppo delle tecnologie e successiva diffusione di conoscenza, nonostante ciò, si sono presentati dubbi al riguardo. Se da un lato sembra che tale sistema ostacoli l'innovazione, dall'altro è stato dimostrato che l'innovazione è guidata principalmente dall'aspettativa di trarre profitto dal diritto di brevetto, quindi molti paesi stanno cercando di promuovere la protezione della proprietà intellettuale per non indietreggiare nella competizione globale [9]. Inoltre, sembra che l'inefficienza nella gestione del sistema di innovazione nazionale porti ad un basso livello di conoscenza e diffusione, TT e numero di domande di brevetto PCT, e di conseguenza di una nazionalizzazione post domanda di estensione PCT.

Le analisi delle variabili “estensione PCT” e “nazionalizzazione” sono state approfondite anche considerando le relative variabili “estensione PCT *count*” e “nazionalizzazione *count*” per comprendere i possibili effetti del finanziamento POC sui tempi richiesti per la presentazione delle domande.

3.4. Analisi dei dati

L'esplorazione del database è avvenuta tramite Stata, un pacchetto software statistico generico sviluppato da *StataCorp* per la manipolazione, la visualizzazione, le statistiche e il reporting automatizzato dei dati.

Sul campione state condotte: analisi descrittive per comprendere la frequenza di alcune ricorrenze; analisi di correlazione al fine di identificare il collegamento esistente tra le variabili; analisi sui tempi utilizzando le variabili *count*; e analisi di regressione. Queste ultime sono state eseguite, per le variabili “valorizzazione”, “abbandono”, “estensione PCT” e “nazionalizzazione”, utilizzando il “modello logit⁸”, mentre per le relative variabili *count* è stata condotta un'analisi di regressione lineare⁹. In ogni analisi sono state aggiunte una alla volta le variabili, iniziando dalla indipendente e continuando con quelle di controllo.

A tal proposito, per la variabile di controllo “*backward citation*”, nonostante sia stata inserita in ogni analisi di regressione, non sono stati riportati esplicitamente i commenti e i risultati ottenuti in quanto hanno condotto ad un dimezzamento dei dati. Conseguentemente la significatività è peggiorata sensibilmente e non è stata più riscontrata alcuna correlazione. Tuttavia, in seguito alla significativa correlazione emersa con la valorizzazione e la nazionalizzazione, nelle analisi di regressione per tali variabili le *backward citations* sono state mantenute e i risultati segnalati.

Infine, nel campione è presente un brevetto per il quale la nazionalizzazione è avvenuta senza la preventiva richiesta di estensione PCT e il suo valore di “nazionalizzazione *count*” è nullo. Quest'ultimo, essendo paragonabile ad un *outlier*, è stato considerato come dato *missing* in quanto interferiva negativamente nelle analisi dei tempi e di regressione.

⁸ Noto anche come modello logistico o regressione logistica, “logit” è un modello di regressione non lineare utilizzato quando la variabile dipendente è di tipo dicotomico. L'obiettivo è di stabilire la probabilità con cui un'osservazione può generare uno o l'altro valore della variabile dipendente.

⁹ L'analisi di regressione lineare è usata per analizzare una variabile dipendente e una o più variabili indipendenti. Lo scopo è stimare un'eventuale relazione funzionale esistente tra la variabile dipendente e le variabili indipendenti.

3.4.1. Statistiche descrittive del campione

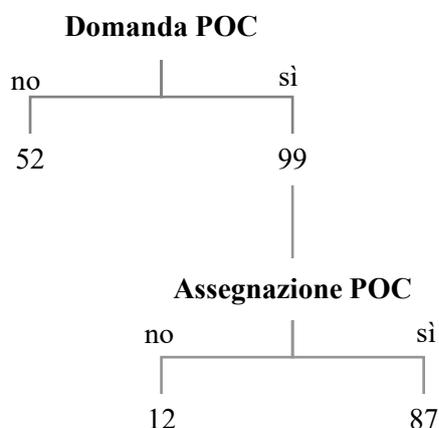


Figura 3: Suddivisione generale del database.

Su 151 brevetti presenti nel campione, 52 non hanno presentato domanda mentre 99 si sono candidati al programma. Tra questi ultimi, 87 hanno ricevuto il finanziamento.

Inizialmente è stata condotta un'analisi generale per individuare le categorie tecnologiche delle invenzioni associate ai brevetti raccolti nel database. Di seguito è presentata la distribuzione dei brevetti basata sulla sottosezione di riferimento del codice IPC:

1. A0: agricoltura
2. A6: sanità
3. B0: separazione e miscelazione
4. B2: formatura
5. B6: trasporti
6. C0: chimica. Nello specifico:
 - trattamento acque;
 - esplosivi e fiammiferi;
 - chimica organica;
 - resine naturali e composizioni varie
7. C1: chimica. In particolare:
 - biochimica;
 - microbiologia;

- enzimologia
- 8. C2: metallurgia
- 9. D0: tessili o materiali flessibili non inclusi altrove
- 10. E0: edilizia
- 11. E2: trivellazioni del terreno e industria mineraria
- 12. F0: motori o pompe
- 13. F1: ingegneria in generale
- 14. F2: illuminazione e riscaldamento
- 15. G0: strumenti. Nello specifico:
 - misurazioni e prove;
 - elaborazione, calcoli e conteggio
- 16. G1: strumenti. In particolare:
 - strumenti musicali e acustica;
 - memorizzazione di dati;
 - tecnologie dell'informazione e della comunicazione (ICT) adattate a campi specifici di applicazione
- 17. H0: energia elettrica

I gruppi che si presentano con maggiore frequenza nel campione totale sono:

Codice IPC	Percentuale di frequenza nel campione
G0 strumenti	22%
A6 sanità	20%
B6 trasporti	12%
H0 energia elettrica	10%
Altro	36%

Tabella 2: Frequenze delle categorie IPC presenti nel campione.

Tutte le sottocategorie riportate presentano brevetti che hanno effettuato domanda per il finanziamento POC. Su 99 candidature, 5 non hanno l'informazione sul codice IPC (*missing*), mentre il 27% delle richieste proviene dal sottogruppo sanità (A6) e il 22% da misurazioni, prove, elaborazione, calcoli e conteggio (G0).

Per tutte le sottocategorie, la maggioranza dei brevetti che ha presentato domanda ha ricevuto il finanziamento. Tuttavia, per trasporti (B6), edilizia (E0), motori e pompe (F0) e energia elettrica (H0), prevalgono i brevetti che non hanno presentato domanda.

Passando invece alla sezione G, relativa agli strumenti, il 61% dei brevetti ha richiesto un finanziamento POC: si può desumere quindi che sia caratterizzata da elevata necessità di finanziamenti iniziali per lo sviluppo delle invenzioni.

È stata quindi esplorata l'influenza delle caratteristiche tecnologiche, ovvero uno tra i determinanti interni dei POC che influiscono sulla loro efficacia nel supporto alla commercializzazione delle RBI, attraverso le variabili "main IPC" e "science o engineering-based". Il loro impatto è stato studiato su valorizzazione, abbandono, domande di estensione PCT e nazionalizzazione.

3.4.2. Influenza dei POC sulla valorizzazione

Codici IPC	Nome	Assegnazione POC				Totale
		no		sì		
		Valorizzazione				
		no	sì	no	sì	
A0	agricoltura			1	1	2
A6	sanità	5	0	20	4	29
B0	separazione e miscelazione	1	0	4	1	6
B2	formatura	4	1	2	0	7
B6	trasporti	9	2	5	1	17
C0	trattamento acque; esplosivi e fiammiferi; chimica organica; resine naturali e composizioni varie			5	0	5
C1	biochimica; microbiologia; enzimologia	2	0			2
C2	metallurgia			0	1	1
D0	tessili o materiali flessibili non inclusi altrove			1	0	1
E0	edilizia	2	0	0	1	3
E2	trivellazioni del terreno e industria mineraria			1	0	1
F0	motori o pompe	4	0	1	0	5
F1	ingegneria in generale	1	0	1	1	3
F2	illuminazione e riscaldamento	3	1	2	2	8
G0	misurazioni e prove; elaborazione, calcoli e conteggio	13	4	11	4	32

G1	strumenti musicali e acustica; memorizzazione di dati; tecnologie dell'informazione e della comunicazione (ICT) adattate a campi specifici di applicazione	3	1	3	2	9
H0	energia elettrica	6	2	7	0	15
Missing					5	5
Totale		53	11	64	23	151

Tabella 3: Analisi descrittiva sulla valorizzazione dei brevetti contenuti nel database

Inizialmente, l'impatto del finanziamento POC è stato analizzato attraverso la variabile "valorizzazione". In totale, 87 brevetti hanno ottenuto il finanziamento POC ma successivamente, come riportato nella "Tabella 3", solamente il 21% è stato valorizzato. Tra coloro che non hanno ottenuto il finanziamento POC la valorizzazione è stata invece del 18%, portando così all'ipotesi di un lieve impatto positivo dei programmi POC sulla valorizzazione.

I brevetti dei sottogruppi per i quali sono state evidenziate maggiori difficoltà nel processo di traduzione da invenzioni in applicazioni commerciali, A6 e H0, sono caratterizzati da scarsa valorizzazione, sia in presenza sia in assenza del finanziamento. Altre sottosezioni con ridotte percentuali di valorizzazione sono: trasporti (B6); formatura (B2); separazione e miscelazione (B0); G0 e G1, per le quali era stata evidenziata un'alta frequenza di domande di partecipazione al POC, presentano circa il 25% di valorizzazioni sia in caso di finanziamento POC sia in caso di sua assenza; e infine, motori e pompe (F0) non contiene brevetti valorizzati.

In contrapposizione, i due ambiti di ricerca che dovrebbero consentire maggiore avanzamento verso un risultato di valorizzazione economica, l'ingegneristico (F1), e le *life sciences* (C0 e C1) non sembrano confermare la letteratura.

F1 mostra che su 3 brevetti totali, 1 non ha presentato domanda per il POC e non ha valorizzato, mentre tra i restanti che hanno ottenuto il finanziamento, 1 è stato licenziato ad uno *spin-off* universitario mentre l'altro non ha proseguito con la commercializzazione. Relativamente a C0 e C1, i brevetti totali sono 7 e di questi nessuno ha proseguito nella valorizzazione.

Emerge infine un sottogruppo, illuminazione e riscaldamento (F2) per il quale, in caso di assegnazione del finanziamento, la valorizzazione è pari al 50% mentre, in sua assenza, solamente al 25%.

In sintesi, i brevetti che hanno proseguito attraverso uno sfruttamento economico sono in totale 29. Di questi, 18 hanno beneficiato del finanziamento POC in un tempo medio di valorizzazione, rispetto alla data di assegnazione del finanziamento, di circa 2 anni e 5 mesi.

Il risultato di commercializzazione più utilizzato è stato riscontrato essere la licenza ad uno *spin-off* universitario in oltre il 60% dei casi, sia in presenza di POC sia in sua assenza, seguito poi dal contratto di cessione e dalla licenza a privati. Invece, solamente in caso di assegnazione del finanziamento è comparsa la scelta, da parte del 17% dei brevetti, del contratto di opzione/prelazione.

Assegnazione POC		Tipologia di valorizzazione				
		Licenza	Licenza a <i>spin-off</i>	Cessione	Cessione a <i>spin-off</i>	Contratto di opzione/prelazione
Sì	Frequenza	1	11	3	0	3
	Percentuale	6%	61%	17%	-	16%
No	Frequenza	1	7	3	0	0
	Percentuale	9%	64%	27%	-	-

Tabella 4: Tipologie di valorizzazione in base all'assegnazione del POC.

È stato quindi verificato se i brevetti beneficiari del POC hanno maggiori possibilità di essere concessi in licenza a *spin-off* rispetto ai brevetti che non hanno ottenuto tale finanziamento. L'influenza del POC è stata anche valutata considerando i possibili effetti che possono generare le variabili di controllo sull'efficacia di tali programmi. Sono quindi state svolte analisi di correlazione, "Tabella 5", e di regressione attraverso l'utilizzo del "modello logit", "Tabella 6".

Variabile	Assegnazione POC	
	correlazione	p-value
Tipologia di valorizzazione	0,0439	0,5922

Tabella 5: Analisi di correlazione tra assegnazione del POC e la tipologia di valorizzazione.

```
Average marginal effects          Number of obs   =       29
Model VCE      : Robust

Expression      : Pr(tipologia_valorizzazione), predict()
dy/dx w.r.t.   : asegnazione_poc sci_eng_based titolarita
```

	Delta-method				
	dy/dx	Std. Err.	z	P> z	[95% Conf. Interval]
asegnazione_poc	.0028487	.1869894	0.02	0.988	-.3636437 .3693412
sci_eng_based	-.1581047	.1926058	-0.82	0.412	-.5356051 .2193958
titolarita	.0618578	.2074872	0.30	0.766	-.3448097 .4685253

Tabella 6: Output dell'analisi di regressione lineare riferito alla variabile tipo di valorizzazione.

I risultati emersi riportano l'assenza di correlazione tra la tipologia di valorizzazione e i programmi POC. Anche in presenza degli effetti che possono generare la categoria tecnologica e la titolarità del brevetto non è stata registrata alcuna relazione. Il modello presentato è caratterizzato da una significatività trascurabile e prevede correttamente i dati al 62%, *outcomes* inclusi nel capitolo "6.1" delle Appendici. Sullo studio può avere influito il numero di osservazioni, 29, che viene ulteriormente ridotto in seguito all'aggiunta della variabile "*backward citation*", i cui risultati quindi non vengono riportati.

Assegnazione POC	Osservazioni	Media	Dev. Standard	Mediana	Minimo	Massimo
Sì	18	38	18	30	12	72
No	11	27	14	29	6	48

Tabella 7: Statistiche sul tempo in mesi trascorso tra la data di primo deposito e la data di prima valorizzazione dei brevetti.

Successivamente, la "Tabella 7" riporta le informazioni in mesi tra la data di primo deposito della domanda di brevetto e la data di prima valorizzazione dei brevetti beneficiari e non del POC. I brevetti senza il supporto del POC hanno commercializzato in media 1 anno prima rispetto ai 18 beneficiari, ovvero in 2 anni e 3 mesi.

Proseguendo con le analisi, la "Tabella 8" riporta lo studio della correlazione¹⁰ tra l'assegnazione del finanziamento e la variabile "valorizzazione", e tra l'assegnazione del POC e il conteggio dei giorni intercorsi dalla data di primo deposito a quella di prima valorizzazione.

Variabili	Assegnazione POC	
	correlazione	p-value
Valorizzazione	0,0439	0,5922
Prima valorizzazione <i>count</i>	0,2998	0,1142

Tabella 8: Analisi di correlazione tra assegnazione del POC e valorizzazione e prima valorizzazione *count*

¹⁰ Le correlazioni in genere riportano due valori fondamentali: r e p.

Il coefficiente di correlazione, r, è una misura specifica usata nell'analisi della correlazione per quantificare la forza della relazione lineare tra due variabili.

La significatività statistica, p, è indicata tramite un p-value, il quale deve essere sottratto ad 1 per conoscere la significatività della relazione tra le variabili.

Nel seguente elaborato il valore di r viene inserito nella colonna "correlazione" mentre nella colonna "p-value" è contenuto p.

Tra l'ottenimento del contributo e la valorizzazione non è presente correlazione in quanto la significatività è prossima al 41%. La correlazione relativa a "prima valorizzazione *count*" risulta essere prossima al 90%, quindi lievemente significativa, e riporta che per i brevetti beneficiari, i giorni trascorsi tra la data di primo deposito e la data di prima valorizzazione del brevetto sono maggiori rispetto al caso in cui il finanziamento non sia presente. Tale risultato viene ulteriormente evidenziato dall'analisi di regressione, il cui *output* è mostrato in "Tabella 9", eseguita su "prima valorizzazione *count*". Nonostante il ridotto numero di osservazioni, essa conferma, con significatività del modello al 70%, quanto emerso nell'analisi di correlazione. Non vengono evidenziate invece correlazioni con le variabili di controllo.

Linear regression	Number of obs	=	29
	F(3, 25)	=	1.25
	Prob > F	=	0.3123
	R-squared	=	0.1725
	Root MSE	=	503.93

prima_val_count	Coef.	Robust Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]	
1.asegnazione_poc	347.2053	181.3288	1.91	0.067	-26.24842	720.659
1.sci_eng_based	81.88211	227.5234	0.36	0.722	-386.711	550.4753
1.titolarita	337.5183	286.1778	1.18	0.249	-251.8759	926.9124
_cons	669.5915	233.3968	2.87	0.008	188.9018	1150.281

Tabella 9: Output dell'analisi di regressione lineare riferito alla variabile valorizzazione *count*.

Andando successivamente ad utilizzare il "modello logit" sulla valorizzazione, i risultati confermano la non correlazione con l'assegnazione del POC.

Tuttavia, dal modello finale, comprensivo di variabili indipendenti e di controllo, emerge che le "*backward citations*" influenzano positivamente la valorizzazione. Nello specifico, gli effetti marginali riportati nella prima colonna della "Tabella 10", indicano che per ogni citazione aggiuntiva i brevetti hanno il 2% in più di probabilità di essere valorizzati.

Average marginal effects	Number of obs	=	74
Model VCE : Robust			
Expression : Pr(valorizzazione), predict()			
dy/dx w.r.t. : asegnazione_poc sci_eng_based titolarita backward_citation			

	Delta-method dy/dx	Std. Err.	z	P> z	[95% Conf. Interval]	
asegnazione_poc	-.077597	.1303244	-0.60	0.552	-.3330282	.1778342
sci_eng_based	.1163897	.1127593	1.03	0.302	-.1046145	.3373938
titolarita	.0247918	.1285802	0.19	0.847	-.2272208	.2768044
backward_citation	.0222287	.0051472	4.32	0.000	.0121404	.032317

Tabella 10: Output del modello logit riferito alla variabile dipendente valorizzazione.

Tale modello è significativo al 99% e predice correttamente l'81% dei valori, dati riportati nel capitolo “6.1” delle Appendici.

3.4.3. Titorarietà dei brevetti e programmi POC

	Assegnazione POC			
	no		sì	
	Titorarietà			
	esclusiva dell'Ateneo	in contitorarietà	esclusiva dell'Ateneo	in contitorarietà
Frequenza	46	18	65	22
Percentuale	71.88%	28.13%	74.71%	25.29%

Tabella 11: Analisi sulla relazione tra assegnazione del POC e titorarietà.

Codici IPC	Settori	Titorarietà	
		esclusiva dell'Ateneo	in contitorarietà
A	fabbisogni umani	14	17
B	esecuzione di operazioni e trasporto	24	6
C	chimica e metallurgia	5	3
D	tessile e carta		1
E	costruzioni immobili	3	1
F	ingegneria meccanica, illuminazione e riscaldamento	14	2
G	strumenti	33	8
H	energia elettrica	13	2

Tabella 12: Titorarietà dei brevetti per settore.

Le analisi descrittive svolte sulla variabile di controllo “titorarietà” riportano una frequenza maggiore di brevetti di titorarietà esclusiva del Politecnico, sia in caso di assegnazione del POC sia in caso contrario. Osservando la “Tabella 12”, emergono due settori, “fabbisogni umani” e “tessile e carta”, nei quali prevalgono i brevetti in contitorarietà con una o più organizzazioni no profit o ente pubblico.

La presenza o meno di contitolari è stata poi analizzata sulle variabili dipendenti “valorizzazione”, “estensione PCT”, “nazionalizzazione” e “abbandono”.

	Titorarietà			
	esclusiva dell'Ateneo		in contitorarietà	
	Valorizzazione			
	no	sì	no	sì
Frequenza	89	22	33	7
Percentuale	80%	20%	83%	17%

Tabella 13: Influenza della titorarietà sulla valorizzazione

Oltre a confermare nuovamente una ridotta valorizzazione sia in caso di esclusività dell'Ateneo sia in caso di contitolarità, i dati mostrano una valorizzazione del 20%, in caso di titolarità esclusiva e del 17% se è presente contitolarità. Nella “Tabella 14” è presentata la suddivisione della titolarità per tipologia di valorizzazione. Si osserva che, in caso di esclusività dell'Ateneo, il 64% dei brevetti è concesso in licenza a *spin-off* universitari mentre un numero ridotto è soggetto a licenze verso privati. Percentuale maggiore verso la licenza a *spin-off* si verifica anche in presenza di soggetti contitolari.

Tipologia di titolarità		Tipologia di valorizzazione				
		Licenza	Licenza a <i>spin-off</i>	Cessione	Cessione a <i>spin-off</i>	Contratto di opzione/prelazione
Esclusiva dell'Ateneo	Frequenza	2	14	3	0	3
	Percentuale	9%	64%	14%	-	13%
In contitolarità	Frequenza	0	4	3	0	0
	Percentuale		57%	43%		

Tabella 14: Tipologie di valorizzazione per titolarità.

Variabili	Titolarietà	
	correlazione	p-value
Valorizzazione	-0.0260	0.7514
Prima valorizzazione <i>count</i>	0.2612	0.1712

Tabella 15: Analisi di correlazione tra la titolarità e la valorizzazione.

Dalla “Tabella 15” non emerge correlazione tra titolarità e la valorizzazione. È possibile giungere alla medesima conclusione anche considerando il tempo trascorso affinché i brevetti vengano valorizzati per la prima volta.

	Titolarietà				
	in contitolarità		esclusiva dell'Ateneo		
	Estensione PCT				
	no	sì	in tempo	no	sì
Frequenza	4	36	4	30	77
Percentuale	10%	90%	4%	27%	69%

Tabella 16: Influenza della titolarità sulle decisioni di estensione PCT.

Per quanto riguarda invece le decisioni di estensione PCT, in caso di contitolarità, il 90% dei brevetti ha presentato domanda, mentre in caso di titolarità esclusiva dell'Ateneo, la percentuale di estensioni scende al 69%. Sembra dunque esserci dipendenza tra le due variabili.

Con riferimento alla “Tabella 16”, ogni brevetto può presentare tre tipologie di informazioni: se la domanda di estensione è stata presentata, indicata con “sì”, se non è stata presentata, “no”, e se non è stata presentata ma non è ancora scaduto il termine per effettuare la domanda, in tabella riportata come “in tempo”, ovvero se non sono ancora decorsi 12 mesi dalla data di primo deposito del brevetto.

Variabili	Titolarità	
	correlazione	p-value
Estensione PCT	0.1904*	0.0209
PCT <i>count</i>	0.1332	0.1595

Tabella 17: Analisi di correlazione tra titolarità e estensione PCT.

L’analisi di correlazione è stata calcolata assegnando valore *missing* ai brevetti che presentano il valore “in tempo” per l’estensione PCT in quanto, non è stata ancora effettuata la scelta. Tale decisione è stata mantenuta anche per le successive analisi di correlazioni e di regressione su questa variabile.

Con alta significatività la presenza di contitolari influisce positivamente sulle decisioni di estensione PCT, mentre sembra che la titolarità non influisca sul tempo necessario alla presentazione della domanda di estensione dal primo deposito del brevetto.

Successivamente, la presenza o meno di soggetti contitolari è stata analizzata anche rispetto alle nazionalizzazioni in seguito alle estensioni PCT.

	Titolarità			
	esclusiva dell'Ateneo		in contitolarità	
	Nazionalizzazione			
	no	sì	no	sì
Frequenza	39	54	12	20
Percentuale	42%	58%	38%	62%

Tabella 18: Influenza della titolarità sulle decisioni di nazionalizzazione.

Variabili	Titolarità	
	correlazione	p-value
Nazionalizzazione	0.0394	0.6628
Nazionalizzazione <i>count</i>	0.0942	0.4091

Tabella 19: Analisi di correlazione tra la titolarità e nazionalizzazione

Nonostante la “Tabella 18” sembri rilevare maggiore nazionalizzazione in caso di presenza di contitolari, tra le variabili non viene riscontrata correlazione.

A supporto dei risultati ottenuti relativamente alle estensioni PCT intervengono le analisi tra titolarità e abbandono. Come mostrato dalla “Tabella 20”, in caso di contitolarità viene riscontrato un significativo decremento di abbandoni rispetto al caso di esclusività dell’Ateneo.

	Titolarità			
	esclusiva dell'Ateneo		in contitolarità	
	Abbandono della famiglia brevettuale			
	no	sì	no	sì
Frequenza	91	20	37	3
Percentuale	82%	18%	93%	7%

Tabella 20: Influenza della titolarità sulle decisioni di abbandono.

L’analisi di correlazione conferma la minore tendenza di abbandono dei brevetti in contitolarità tra Università ed enti esterni, seppure con una significatività del 90%. La titolarità non sembra influire invece sul tempo riscontrato per una decisione di abbandono dalla data di primo deposito del brevetto.

Variabili	Titolarità	
	correlazione	significatività
Abbandono della famiglia brevettuale	-0.1292	0.1139
Abbandono <i>count</i>	-0.1555	0.4787

Tabella 21: Analisi di correlazione tra la titolarità e abbandono della famiglia brevettuale.

3.4.4. Influenza dei POC sull’abbandono totale delle famiglie brevettuali

La maggiore o minore difficoltà delle diverse invenzioni di giungere ad un risultato di valorizzazione è stato esaminato successivamente attraverso la variabile “abbandono”, che riporta l’informazione circa il potenziale abbandono totale della famiglia brevettuale a cui si riferisce. In linea generale, sul totale del campione, è stato riscontrato il 15% di brevetti la cui famiglia è stata abbandonata totalmente.

Codici IPC	Nome	Assegnazione POC				Totale
		no		sì		
		Abbandono della famiglia brevettuale				
		no	sì	no	sì	
A0	agricoltura			2	0	2
A6	sanità	2	3	22	2	29
B0	separazione e miscelazione	1	0	2	3	6

Capitolo 3: Dati e metodo

B2	formatura	5	0	2	0	7
B6	trasporti	8	3	5	1	17
C0	trattamento acque; esplosivi e fiammiferi; chimica organica; resine naturali e composizioni varie			4	1	5
C1	biochimica; microbiologia; enzimologia	2	0			2
C2	metallurgia			1	0	1
D0	tessili o materiali flessibili non inclusi altrove			1	0	1
E0	edilizia	2	0	0	1	3
E2	trivellazioni del terreno e industria mineraria			1	0	1
F0	motori o pompe	3	1	1	0	5
F1	ingegneria in generale	1	0	2	0	3
F2	illuminazione e riscaldamento	4	0	4	0	8
G0	misurazioni e prove; elaborazione, calcoli e conteggio	13	4	13	2	32
G1	strumenti musicali e acustica; memorizzazione di dati; tecnologie dell'informazione e della comunicazione (ICT) adattate a campi specifici di applicazione	3	1	5	0	9
H0	energia elettrica	7	1	7	0	15
Missing				5	0	5
Totale		51	13	77	10	151

Tabella 22: Analisi sulla relazione tra assegnazione del POC e abbandono.

Sono circa il 20% i brevetti abbandonati totalmente in caso di non assegnazione del POC, mentre per i brevetti beneficiari l'11%.

Analizzando le diverse sottocategorie, in due di esse si registra un'inversione di tendenza in caso di assegnazione o meno del POC: separazione e miscelazione (B0) e edilizia (E0) per le quali, in caso di non ottenimento del finanziamento, nessun brevetto della famiglia è stato abbandonato.

Assegnazione POC	Osservazioni	Media	Dev. Standard	Mediana	Minimo	Massimo
Sì	10	66	25	63	42	118

No	13	46	28	48	0	78
----	----	----	----	----	---	----

Tabella 23: Statistiche sul tempo in mesi trascorso tra la data di primo deposito e la data di abbandono totale dei brevetti.

Emerge che, in caso di ottenimento del POC, l’abbandono avviene in media dopo circa 5 anni dal primo deposito mentre, in caso di assenza del finanziamento gli anni sono circa 4. Considerando invece l’abbandono dalla data di assegnazione del POC, il tempo medio intercorso è pari a circa 3 anni e 6 mesi.

Variabili	Assegnazione POC	
	correlazione	p-value
Abbandono della famiglia brevettuale	-0,1213	0,138
Abbandono count	0,3637	0,088

Tabella 24: Analisi di correlazione tra l’assegnazione del POC e abbandono della famiglia brevettuale.

La relazione mostrata nella “Tabella 24” conferma parzialmente i risultati sopra presentati. Tra la variabile “abbandono” e l’assegnazione del POC, non sembra esserci correlazione vista la significatività piuttosto ridotta. Con maggiore certezza invece, 91%, si può affermare che il POC porti a tempi di abbandono crescenti. A tal proposito, l’analisi di regressione, inclusa nella “Tabella 25”, sulla variabile “abbandono count” riporta una correlazione positiva, caratterizzata da significatività pari a circa il 90%, con l’assegnazione del POC, convalidando la correlazione.

Linear regression	Number of obs	=	23
	F(3, 19)	=	2.30
	Prob > F	=	0.1099
	R-squared	=	0.1953
	Root MSE	=	833.72

abbandono_count	Robust		t	P> t	[95% Conf. Interval]	
	Coef.	Std. Err.				
1. assegnazione_poc	596.3763	347.3799	1.72	0.102	-130.6982	1323.451
1. sci_eng_based	-417.6344	275.8956	-1.51	0.147	-995.0904	159.8216
1. titolarita	-494.3871	344.0363	-1.44	0.167	-1214.463	225.6892
_cons	1750.806	208.4655	8.40	0.000	1314.483	2187.13

Tabella 25: Output dell’analisi di regressione lineare riferito alla variabile abbandono count.

I “modelli logit” emersi riportano una significatività iniziale dell’86% che gradualmente si riduce all’aumentare del numero di variabili di controllo inserite.

Average marginal effects	Number of obs	=	146
Model VCE : Robust			

Expression : Pr(abbandono_famiglia), predict()
 dy/dx w.r.t. : assegnazione_poc sci_eng_based titolarita

	Delta-method		z	P> z	[95% Conf. Interval]	
	dy/dx	Std. Err.				
assegnazione_poc	-.0802711	.0637431	-1.26	0.208	-.2052052	.0446631
sci_eng_based	.0033339	.0679967	0.05	0.961	-.1299373	.136605
titolarita	-.1371867	.0828386	-1.66	0.098	-.2995474	.0251741

Tabella 26: Output del modello logit riferito alla variabile dipendente abbandono.

I risultati in “Tabella 26” confermano la non significatività della correlazione tra l’assegnazione del POC e le decisioni di abbandono. Inoltre, con una significatività del 90%, emerge che i brevetti in contitolarità hanno il 13% in meno di probabilità di presentare abbandoni totali, sostenendo così la correlazione in “Tabella 21”. I valori del modello sono predetti correttamente nell’84% dei casi, dato riportato nel capitolo “6.2” delle Appendici.

3.4.5. Influenza dei POC sulle estensioni PCT

Un successivo contributo che l’elaborato offre alla letteratura riguarda l’impatto dei POC sulle decisioni in merito alle estensioni PCT [9].

	Assegnazione POC				
	no		sì		
	Estensione PCT				
	no	sì	in tempo	no	sì
Frequenza	22	42	4	12	71
Percentuale	34.38%	65.63%	4.60%	13.79%	81.61%

Tabella 27: Analisi sulla relazione tra assegnazione del POC ed estensione PCT.

La “Tabella 27” mostra che, in caso di ottenimento del finanziamento, circa l’82% dei brevetti presenta la domanda di estensione, valore sensibilmente maggiore rispetto all’assenza del contributo POC, 66%.

A tal riguardo, la maggioranza delle sottocategorie include brevetti che hanno presentato nel 100% dei casi la domanda PCT a seguito della partecipazione al POC. Nelle sottosezioni sanità (A6) e separazione e miscelazione (B0) sono state riscontrate, invece, più estensioni nel caso di assenza del POC, ovvero il 100%.

In entrambi i gruppi però le osservazioni in caso di non assegnazione del POC non sono sufficienti per evidenziare un risultato significativo e generalizzabile.

Formatura (B2) e illuminazione e riscaldamento (F2) hanno mostrato uguali percentuali sia in presenza di partecipazione al POC sia in caso contrario.

Inoltre, è emerso che il tempo medio, la mediana e il massimo del periodo trascorso dalla data di primo deposito del brevetto alla data della richiesta di estensione PCT è prossimo ai 12 mesi, sia per i brevetti beneficiari del POC sia in caso di assenza del finanziamento, mentre il valore minimo è inferiore di un mese in presenza del contributo.

Variabili	Assegnazione POC	
	correlazione	p-value
Estensione PCT	0,2342*	0,0043
PCT count	-0,1031	0,2772

Tabella 28: Analisi di correlazione tra l'assegnazione del POC e l'estensione PCT.

In seguito ai risultati presentati nella “Tabella 28”, si può affermare che i programmi POC contribuiscano in modo altamente significativo all’aumento delle domande di estensione PCT mentre non esiste correlazione con il periodo necessario alla presentazione delle domande. Con riferimento alla “Tabella 16” e alla “Tabella 17” sono state analizzate le tipologie di titolarità in caso di estensione PCT per i brevetti che hanno ottenuto il POC.

	Tipologia di titolarità			
	esclusiva dell'Ateneo	contitolarità con una o più organizzazioni no profit o enti pubblici.	contitolarità con uno o più soggetti privati.	contitolarità con un'organizzazione no profit o ente pubblico e con un soggetto privato.
Frequenza	50	17	3	1
Percentuale	71%	24%	4%	1%

Tabella 29: Tipologie di titolarità in caso di estensione PCT e assegnazione POC

I risultati in “Tabella 29” mostrano, nonostante la maggior frequenza della titolarità esclusiva dell’Ateneo, un’alta percentuale anche di brevetti in contitolarità con una o più organizzazioni no profit o enti pubblici.

Con riferimento alla “Tabella 30”, utilizzando il “modello logit”, emerge che i brevetti supportati dal finanziamento e in contitolarità hanno maggiori probabilità di presentare domanda di estensione PCT, nello specifico:

- i brevetti supportati dal finanziamento hanno circa il 18% di probabilità in più di presentare una estensione PCT, con significatività al 99,5%;
- i brevetti in contitolarità hanno il 20% di probabilità in più di presentare una estensione PCT, con significatività al 98%.

dipendenza tra le variabili indipendenti e di controllo. Infatti, nel database si sono presentate le seguenti criticità:

- “titolarità” = 1 restituisce per “assegnazione POC” ed “estensione PCT” solo valori unitari;
- “assegnazione POC” = 0 conduce a valori nulli anche “titolarità”;
- “estensione PCT” = 0 porta a valori nulli tutte le occorrenze di “titolarità”;
- “*science o engineering based*” = 0 restituisce solo valori unitari per “assegnazione POC”.

3.4.6. Influenza dei POC sulla nazionalizzazione

Codice IPC	Nome	Assegnazione POC				Totale
		no		sì		
		Nazionalizzazione				
		no	sì	no	sì	
A0	agricoltura			0	2	2
A6	sanità	2	2	6	13	23
B0	separazione e miscelazione	0	1	3	2	6
B2	formatura	0	3	1	1	5
B6	trasporti	6	3	5	1	15
C0	trattamento acque; esplosivi e fiammiferi; chimica organica; resine naturali e composizioni varie			2	3	5
C1	biochimica; microbiologia; enzimologia	0	2			2
C2	metallurgia			0	1	1
D0	tessili o materiali flessibili non inclusi altrove					0
E0	edilizia	1	0	0	1	2
E2	trivellazioni del terreno e industria mineraria			0	1	1
F0	motori o pompe	3	0	0	1	4
F1	ingegneria in generale	1	0	1	1	3
F2	illuminazione e riscaldamento	1	3	1	3	8
G0	misurazioni e prove; elaborazione, calcoli e conteggio	8	6	1	11	26

G1	strumenti musicali e acustica; memorizzazione di dati; tecnologie dell'informazione e della comunicazione (ICT) adattate a campi specifici di applicazione	2	2	2	3	9
H0	energia elettrica	3	4	2	4	13
Missing						0
Totale		27	26	24	48	125

Tabella 32: Analisi sulla relazione tra assegnazione del POC e nazionalizzazione.

Come mostrato dalla “Tabella 32”, solo una parte dei brevetti che ha effettuato domanda di estensione PCT, nei 18 mesi successivi ha deciso di procedere alla nazionalizzazione.

La maggior parte delle osservazioni contenute nel database presenta maggiori nazionalizzazioni in caso di assegnazione del POC. Ad esempio, i sottogruppi E0, E2 e F0, contengono il 100% dei brevetti nazionalizzati a seguito del finanziamento mentre, in sua assenza nessuno. Gli altri brevetti hanno comunque percentuali superiori se supportati dal POC, ad eccezione di B0, B2 e B6.

Assegnazione POC	Osservazioni	Media	Dev. Standard	Mediana	Minimo	Massimo
Sì	51	29	19 giorni	30	27	30
No	27	30	12 giorni	30	28	30

Tabella 33: Statistiche sul tempo in mesi trascorso tra la data di primo deposito e la data di nazionalizzazione dei brevetti.

Dalla “Tabella 33” si osserva che, nonostante il tempo medio richiesto per la nazionalizzazione, la mediana e il massimo siano simili, il periodo minimo riscontrato in caso di presenza del finanziamento è 2 anni e 3 mesi.

Sembra dunque che il POC contribuisca, anche se non in modo rilevante, alla riduzione del tempo necessario alla decisione di nazionalizzare il brevetto in un determinato Stato.

Variabili	Assegnazione POC	
	correlazione	p-value
Nazionalizzazione	0,1771*	0,0482
Nazionalizzazione count	-0,1215	0,2891

Tabella 34: Analisi di correlazione tra l'assegnazione del POC e la nazionalizzazione.

L'analisi di correlazione ha evidenziato risultati simili all'estensione PCT, ovvero anche per le decisioni di nazionalizzazione esiste una dipendenza altamente significativa con l'ottenimento del POC, mentre il periodo richiesto per nazionalizzare il brevetto non è influenzato dal finanziamento.

Sembra dunque che i POC contribuiscano sia alle estensioni PCT sia alle nazionalizzazioni.

```

Average marginal effects          Number of obs   =       125
Model VCE      : Robust

Expression   : Pr(naz_overall), predict()
dy/dx w.r.t. : asignazione_poc sci_eng_based titolarita
    
```

	Delta-method		z	P> z	[95% Conf. Interval]	
	dy/dx	Std. Err.				
asignazione_poc	.1538387	.084388	1.82	0.068	-.0115588	.3192362
sci_eng_based	-.0881065	.0926818	-0.95	0.342	-.2697595	.0935464
titolarita	.0314743	.1045925	0.30	0.763	-.1735233	.2364719

Tabella 35: Output del modello logit riferito alla variabile dipendente nazionalizzazione.

Con una significatività del 93% si può concludere che i brevetti sostenuti dal programma POC abbiano circa il 15% di probabilità in più di essere nazionalizzati rispetto a quelli che non hanno ottenuto il finanziamento.

Il modello, significativo all'81% predice correttamente i valori nel 62% dei casi, output mostrato nel capitolo "6.4" delle Appendici.

Nonostante la significatività della relazione con "assegnazione POC" si riduca considerato il dimezzamento delle osservazioni, la "Tabella 36" riporta una correlazione altamente significativa tra le decisioni di nazionalizzazione e le *backward citations*.

```

Average marginal effects          Number of obs   =       71
Model VCE      : Robust

Expression   : Pr(naz_overall), predict()
dy/dx w.r.t. : asignazione_poc sci_eng_based titolarita backward_citation
    
```

	Delta-method		z	P> z	[95% Conf. Interval]	
	dy/dx	Std. Err.				
asignazione_poc	.0919144	.1732969	0.53	0.596	-.2477412	.4315699
sci_eng_based	-.1328424	.1093332	-1.22	0.224	-.3471316	.0814468
titolarita	-.0373122	.1409006	-0.26	0.791	-.3134722	.2388479
backward_citation	.0289897	.0106636	2.72	0.007	.0080893	.04989

Tabella 36: Output del modello logit riferito alla variabile dipendente nazionalizzazione con la presenza delle *backward citations*.

Nello specifico: i brevetti con più citazioni hanno circa il 3% in più di probabilità di essere nazionalizzati. Quest'ultimo modello è significativo al 90% e prevede

correttamente i valori nel 68% dei casi, output contenuto nel capitolo “6.4” delle Appendici.

L’analisi di regressione lineare sui tempi necessari alla nazionalizzazione dalla data di primo deposito del brevetto conferma la mancanza di correlazione del dato con la presenza del finanziamento e con le altre variabili di controllo.

Linear regression	Number of obs	=	78
	F(3, 74)	=	1.00
	Prob > F	=	0.3964
	R-squared	=	0.0356
	Root MSE	=	17.162

nz_count	Robust		t	P> t	[95% Conf. Interval]	
	Coef.	Std. Err.				
1.assegnazione_poc	-2.998456	3.716665	-0.81	0.422	-10.40407	4.40716
1.sci_eng_based	3.039772	4.380369	0.69	0.490	-5.688305	11.76785
1.titolarita	5.073986	3.619107	1.40	0.165	-2.137241	12.28521
_cons	893.647	4.873495	183.37	0.000	883.9364	903.3577

Tabella 37: Output dell’analisi di regressione lineare riferito alla variabile nazionalizzazione count

3.4.7. Backward citations e programmi POC

Assegnazione POC	Osservazioni	Media	Dev. Standard	Mediana	Minimo	Massimo
Si	67	6	6	4	0	29
No	7	12	7	9	3	26

Tabella 38: Informazioni sulle backward citations rispetto all’assegnazione del POC.

Sul totale dei brevetti presenti nel campione solamente la metà, ovvero 74, presenta le informazioni sulle *backward citations*. Nonostante ciò, dai risultati della “Tabella 38”, si osserva che in media i brevetti che hanno ottenuto il finanziamento contengono un numero inferiore di citazioni, 6. Tale affermazione viene inoltre supportata dalla mediana: 4 per i beneficiari rispetto a 9 per i brevetti che non hanno ricevuto il contributo.

Con riferimento alla “Figura 17” e alla “Figura 18”, contenute nel capitolo “6.5” delle Appendici, dalle analisi è emerso che il 75% dei brevetti beneficiari presenta un numero inferiore a 7 citazioni, mentre in caso di non assegnazione del POC, le citazioni sono concentrate verso valori superiori: il 75% delle osservazioni contiene 12 *backward citations*.

Codici IPC	Settori	Assegnazione POC				Media del settore	Mediana del settore
		no		sì			
		media	mediana	media	mediana		
A	fabbisogni umani			4,48	4	4,48	4
B	esecuzione di operazioni e trasporto	9,67	9	8,27	5	8,57	5,5
C	chimica e metallurgia			4,5	4	4,5	4
D	tessile e carta						
E	costruzioni immobili			6	6	6	6
F	ingegneria meccanica, illuminazione e riscaldamento	8	8	8,57	5	8,5	5,5
G	strumenti	14,67	15	5,13	3	6,63	4
H	energia elettrica			5	4	5	4

Tabella 39: Backward citations per settore.

Nello specifico, la “Tabella 39”, mostra la media e la mediana di citazioni per settore, caratterizzato dal codice IPC. Osservando la mediana, il numero di citazioni contenuto nei brevetti beneficiari è inferiore. Ingegneria meccanica, illuminazione e riscaldamento (F) ed esecuzione di operazioni e trasporto (B) sono gli unici settori per i quali la media assume un valore maggiore, tuttavia la mediana rimane in linea con i dati del campione. Vengono poi eseguite analisi descrittive per verificare l’impatto delle *backward citations* sulle variabili dipendenti.

Valorizzazione	Osservazioni	Media	Dev. Standard	Mediana	Minimo	Massimo
Sì	21	10,52	9,93	5	0	29
No	53	4,66	2,88	4	0	12

Tabella 40: Influenza delle backward citations sulle valorizzazioni.

Abbandono	Osservazioni	Media	Dev. Standard	Mediana	Minimo	Massimo
Sì	12	5,83	3,46	5	0	12
No	62	6,42	6,76	4	0	29

Tabella 41: Influenza delle backward citations sull'abbandono delle famiglie brevettuali.

Estensione PCT	Osservazioni	Media	Dev. Standard	Mediana	Minimo	Massimo
Sì	65	6,63	6,64	4	0	29
No	9	4,11	2,37	3	0	8

Tabella 42: Influenza delle backward citations sulle estensioni PCT.

Nazionalizzazione	Osservazioni	Media	Dev. Standard	Mediana	Minimo	Massimo
Sì	50	7,46	7,28	5	0	29
No	21	4,14	2,39	4	0	9

Tabella 43: Influenza delle backward citations sulle nazionalizzazioni.

Variabili	<i>Backward citations</i>	
	correlazione	p-value
Valorizzazione	0,4208*	0,0002
Valorizzazione <i>count</i>	-0,3019	0,1835
Abbandono	-0,0344	0,7712
Abbandono <i>count</i>	0,5387	0,0708
Estensione PCT	0,1311	0,2656
PCT count	0,0341	0,7875
Nazionalizzazione	0,2379*	0,0458
Nazionalizzazione <i>count</i>	0,0948	0,4996

Tabella 44: Analisi di correlazione tra le backward citations e le variabili dipendenti.

Con riferimento alle precedenti tabelle è emerso che:

- le *backward citations* influiscono in modo altamente significativo e positivo sulle opportunità di commercializzazione e sulle scelte di nazionalizzazione dei brevetti. Infatti, sia la media sia la mediana di citazioni dei brevetti valorizzati o nazionalizzati sono maggiori;
- le *backward citations* conducono a tempi di abbandono maggiori, con una significatività del 93%. Il relativo andamento viene mostrato in “Figura 4”. Tuttavia, tale risultato non è emerso nelle analisi di regressione in quanto non hanno prodotto output, sottolineando la mancanza di dati.

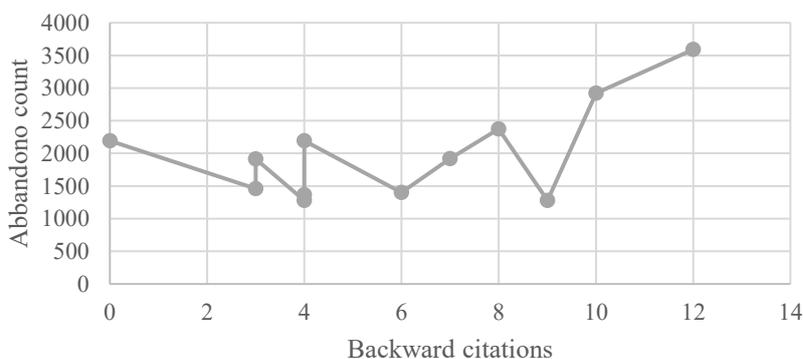


Figura 4: Relazione tra le backward citations e i tempi di abbandono totale delle famiglie brevettuali.

4. Risultati

Uno degli obiettivi della “Terza Missione” è favorire il trasferimento tecnologico della conoscenza, attraverso un’interazione continua tra università, società e tessuto imprenditoriale, al fine di promuovere la crescita economica. Tuttavia, il processo di trasferimento tecnologico è ancora soggetto alla presenza di inibitori che causano [36]:

- disallineamento di obiettivi e di condivisione dei rischi e degli investimenti tra università e imprese;
- difficoltà dei ricercatori di rendere attrattive le proprie invenzioni sul mercato e conseguentemente di ottenere finanziamenti;
- limitata esperienza di comunicazione, di esperienza industriale e di commercializzazione delle RBI da parte dei ricercatori;
- maggiore attenzione dei ricercatori verso l’aspetto teorico, trascurando le reali potenzialità della tecnologia.

Sono stati creati quindi i programmi POC, la cui struttura consente, grazie alla presenza di fattori relazionali, culturali e strutturali, di mitigare la presenza degli inibitori favorendo così una commercializzazione efficace delle invenzioni universitarie, RBI.

I POC, infatti, agevolano la creazione di *network* tra università e aziende, contribuendo alla concessione in licenza di brevetti, alla creazione di *spin-off* e alla raccolta di finanziamenti per lo sviluppo ulteriore della tecnologia. Contestualmente, aumenta la ricerca e il livello di TRL per trasformare le invenzioni in applicazioni in linea con le esigenze del mercato. Inoltre, si attenua la percezione sul rischio caratterizzante una RBI portando anche all’attivazione di forme private di contributi. Infine, si delineano nuove opportunità di ricerca permettendo un’ esplorazione dell’ambiente tecnologico e una maggiore comprensione delle possibilità di successo delle invenzioni [34].

Tuttavia, il successo dei POC dipende anche dalle caratteristiche delle invenzioni candidate ai programmi, come natura tecnologica e impegno dei soggetti che le

sviluppano [2]. La natura tecnologica delle RBI offre un'ampia fonte di eterogeneità dei risultati di commercializzazione a cui i POC possono condurre [2].

Parallelamente, aspetti come la titolarità e le *backward citations* possono influire sulle decisioni strategiche dei ricercatori relative alla protezione e valorizzazione dei brevetti candidati ai programmi e quindi avere effetti anche sul processo di trasferimento tecnologico [6] [7].

La maggioranza dei brevetti presenti nel campione riporta una titolarità esclusiva del Politecnico, risultato che potrebbe essere influenzato dai requisiti di ammissibilità al bando: titolarità esclusiva dell'Ateneo o percentuali di titolarità maggiori dello stesso in caso di contitolarità. Tuttavia, per i settori "fabbisogni umani", comprensivo della sottocategoria ricerca medica, e "tessile e carta" prevalgono i brevetti in contitolarità con una o più organizzazioni no profit o ente pubblico. Potrebbero quindi essere dei campi particolarmente complessi che sono di maggiore interesse o che richiedono maggiori sforzi e contributi per sviluppare la tecnologia.

Relativamente alle *backward citations*, si osserva che i brevetti supportati dal POC ne contengono un numero inferiore, Tale risultato potrebbe essere sinonimo della necessità di finanziamenti da parte di alcune invenzioni in quanto appartenenti ad ambiti particolarmente nuovi. Emergono invece "esecuzione di operazioni e trasporto" e "ingegneria meccanica, illuminazione e riscaldamento" che, come riscontrato anche da Coffano [7], presentano valori elevati. Sono infatti settori caratterizzati da elevata interconnessione con altri ambiti e/o alto grado di ricerca interna a cui fare riferimento, oppure settori particolarmente complessi che richiedono una vasta conoscenza [7].

In conclusione, attraverso analisi esplorative l'elaborato pone a confronto i brevetti beneficiari e non del contributo POC per verificarne l'influenza e l'efficacia, in base alla categoria tecnologica, la titolarità e le *backward citations*, sulle decisioni di valorizzazione, abbandono, estensione PCT e nazionalizzazione.

4.1. Programmi POC e valorizzazione dei brevetti

L'80% dei brevetti contenuti nel campione non è stato commercializzato. Sembrerebbe quindi che, in linea generale, i brevetti analizzati non riescano ad ottenere opportunità di valorizzazione, confermando quanto affermato da *Swamidass* [33],

ovvero che a causa di problematiche relative alla struttura attuale dei programmi POC, il trasferimento tecnologico non abbia ottenuto del tutto il sostegno ipotizzato.

Nello specifico, la ricerca medica e il settore del *cleantech*, essendo tecnologie promettenti ma immature e costose, soffrono di lacune nella traduzione delle scoperte in applicazioni efficaci per la società [33]. I risultati evidenziano per tali settori un'elevata percentuale di non valorizzazioni, indipendentemente dal POC, andando a confermare le difficoltà di TT. Uguali considerazioni emergono relativamente agli ambiti delle *Life Sciences* e delle scienze ingegneristiche e fisiche, nonostante fosse stato evidenziato un maggiore loro avanzamento verso la commercializzazione [34].

Sembra quindi che lo sfruttamento economico dell'invenzione, indipendentemente dalla sua categoria tecnologica, continui ad essere una direzione difficile da perseguire, forse per scelta dei ricercatori, che prediligono continuare nel miglioramento della propria invenzione, o per mancanza di risorse sufficienti allo sviluppo delle RBI che non permette loro di risultare sufficientemente "attraenti" verso il mondo esterno. Anche la titolarità del brevetto non sembra avere effetti né sulle opportunità né sui tempi di valorizzazione.

A tal proposito, il risultato di commercializzazione più utilizzato è stato riscontrato essere la licenza ad uno *spin-off* universitario in oltre il 60% dei casi, sia in presenza sia in assenza del programma. Non è emersa alcuna relazione tra i programmi POC e la possibilità che un brevetto venga valorizzato verso *spin-off*, neanche in presenza degli effetti generati da valori diversi di titolarità, categoria dell'invenzione o *backward citations*.

L'analisi dell'influenza dei programmi POC sulla commercializzazione delle invenzioni universitarie non sembra sostenere in modo diretto un miglioramento del processo di trasferimento tecnologico universitario: i brevetti beneficiari del finanziamento mediamente sono valorizzati, dalla data di primo deposito, in tempi maggiori.

L'unico aspetto emerso che può intervenire sull'efficacia dei programmi è il numero di *backward citations* contenute nei brevetti. Infatti, per ogni citazione aggiuntiva i brevetti ottengono il 2% di probabilità in più di essere valorizzati. Le *backward citations* vengono inserite dai ricercatori al fine di provare l'effettiva novità dell'invenzione, tali citazioni riflettono quindi le competenze da loro acquisite [7].

Conseguentemente, se le citazioni sono numerose la tecnologia è innovativa e compresa nell'ambito tecnologico di riferimento e questo potrebbe favorire la valorizzazione economica del brevetto.

4.2. Programmi POC e abbandono totale delle famiglie brevettuali

Nonostante il grande interesse verso l'argomento, le ricerche non sono numerose, sia perché sono state utilizzate tecniche di analisi non applicabili all'ambito [2], sia perché si è preferito indirizzare tale studio verso progetti in campo aziendale [55]. Un'ulteriore criticità riscontrata, secondo *Khelil* [55], è la presenza di numerosi fattori che influenzano la decisione di abbandono dei brevetti. L'elaborato propone quindi uno studio al riguardo avente l'obiettivo di colmare questo *gap*.

Nel campione analizzato solamente il 15% dei brevetti presenta un abbandono dell'intera famiglia. Tuttavia, il numero di abbandoni per alcuni sottogruppi è più elevato rispetto ad altri. Ad esempio, "separazione e miscelazione" presenta la metà delle famiglie abbandonate totalmente, mentre "edilizia" il 33%. In aggiunta per entrambi i sottogruppi tale decisione si verifica solamente per i brevetti beneficiari del POC. Emerge invece il settore della ricerca medica per il quale il 60% delle famiglie brevettuali sono abbandonate in assenza di finanziamento mentre, se supportate dal POC, solamente l'8%. Si delinea quindi un duplice ruolo dei programmi.

Per le prime due sottocategorie i POC potrebbero aiutare i ricercatori a comprendere il reale funzionamento tecnologico delle loro invenzioni, supportandoli nella decisione di abbandono. Conseguentemente, i relativi brevetti diventerebbero disponibili per la società andando così a contribuire alla creazione di conoscenza.

D'altra parte, per sottocategorie come la ricerca medica, particolarmente complesse e di interesse generale, i POC potrebbero concorrere a coprire alcune tipologie di costi che possono presentarsi durante la vita del brevetto e aumentare la fiducia dei ricercatori, incentivando loro a continuare attività di sviluppo sulla propria invenzione. Inoltre, i POC offrendo un potenziale aiuto nell'attivazione di forme private di finanziamenti grazie alla creazione di *network* di contatti con aziende e investitori [34], possono generare esternalità positive su valore e prospettive di una data tecnologia. La combinazione di tali fattori potrebbe quindi disincentivare le decisioni di abbandono.

In linea generale, però, la categoria tecnologica delle invenzioni, ovvero *science-based* o *engineering-based*, non sembra influire sulle scelte di abbandono, portando alla conclusione che tale decisione dipenda in realtà dalle caratteristiche dello specifico settore a cui le invenzioni si riferiscono.

Si delinea inoltre una minore tendenza di abbandono in presenza di brevetti in contitolarità tra l'Università e gli enti esterni, ovvero i brevetti in contitolarità detengono il 13% in meno di probabilità di presentare abbandoni totali. Nello specifico non si presentano brevetti abbandonati nei casi in cui sia presente tra i contitolari almeno un soggetto privato. Il maggiore impatto e valore delle invenzioni accademiche sponsorizzate dalle aziende [50] potrebbe infatti promuovere il mantenimento e la protezione dei brevetti.

Successivamente, nonostante tra i programmi POC e il tasso di abbandono non sia presente correlazione, è emerso che i brevetti beneficiari vengono abbandonati dopo rispetto ai brevetti che non hanno ottenuto il finanziamento. Questo risultato potrebbe essere conseguente al supporto che offrono tali iniziative, contribuendo così al posticipo delle decisioni di abbandono brevettuali.

Uguale risultato emerge analizzando la relazione diretta con le *backward citations*: sembra infatti che all'aumentare del numero di tali citazioni, le decisioni di abbandono vengano posticipate. Tale risultato potrebbe trovare conferme nell'interpretazione di Coffano, secondo la quale nel momento in cui una tecnologia diventa "conoscenza comune", ovvero nel caso di rapida adozione, non viene più citata [7]. Se un brevetto contiene un numero elevato di *backward citations* potrebbe significare che sia innovativo e rilevante nel contesto della tecnologia esistente, incentivando così la scelta di mantenerlo e proteggerlo, soprattutto in caso di ottenimento del finanziamento.

4.3. Programmi POC sulle scelte di estensione PCT e di nazionalizzazione

Il 75% delle osservazioni contenute nel campione ha presentato domanda di estensione PCT e, tra queste, il 63% proviene da brevetti beneficiari del programma POC. Inoltre, il 65% di coloro che hanno presentato domanda di estensione, ha scelto di nazionalizzare e, tra questi, il 66% ha ottenuto il finanziamento.

Lo studio condotto conferma la presenza di una significativa relazione tra i precedenti aspetti, infatti, è stato rilevato che i brevetti supportati dal POC hanno il 18% di probabilità in più di presentare una domanda di estensione PCT e il 15% di probabilità in più di essere nazionalizzati.

Questo risultato potrebbe essere conseguente ad uno dei requisiti di partecipazione al POC, ovvero la redazione di un piano di fattibilità che evidenzi la sostenibilità economica e la continuità del *business* delle invenzioni. I ricercatori potrebbero quindi comprendere al meglio le opportunità o le modifiche da apportare e, in caso di RBI la cui fattibilità tecnica e commerciale venga comprovata, essere incentivati a presentare domande di estensione. Emerge un unico settore, “esecuzione di operazioni e trasporto”, per il quale, nonostante le estensioni PCT siano maggiori in presenza del finanziamento, le nazionalizzazioni sono in tale caso minori. Tale risultato può trovare spiegazione nell’*outcome* ottenuto attraverso l’analisi dell’abbandono delle famiglie brevettuali, nella quale si era delineato un numero maggiore di abbandoni per questo settore in caso di brevetti beneficiari.

Un ulteriore contributo rilevante alle sole estensioni PCT è dato dalla contitolarità, nello specifico con una o più organizzazioni no profit o enti pubblici. I soggetti esterni, infatti, attraverso l’apporto di risorse e competenze potrebbero incentivare e supportare l’estensione PCT. Inoltre, la loro presenza permetterebbe di condividere il rischio proprio delle RBI. Dalle analisi è emerso che i brevetti supportati dalla presenza di contitolari ottengono il 20% in più di probabilità di presentare una domanda di estensione.

La contitolarità però potrebbe influire negativamente sul tempo necessario alla presentazione delle domande di estensione considerata la necessità di un consenso da parte di tutti i soggetti per tale decisione. L’ipotesi è stata smentita in quanto, indipendentemente dalla partecipazione al POC, i tempi registrati per la presentazione delle domande di estensione sono prossimi ai mesi conferiti dalla normativa.

Tale risultato sembra confermare che in linea generale il periodo concesso è adeguato ed è utilizzato totalmente dai ricercatori in quanto trattasi di una scelta di notevole impatto, sia a livello di protezione della propria invenzione sia a livello di risorse necessarie. Anche per le decisioni di nazionalizzazione né i programmi POC né la presenza di soggetti contitolari influiscono sul periodo necessario a tale scelta. Tenuto

conto, infatti, dei costi relativi all'estensione, potrebbe essere opportuno comprendere in modo approfondito come ottenere gli *assets* richiesti, in termini di competenze e risorse finanziarie.

Un successivo aspetto per il quale non sono emersi effetti sulla presentazione delle domande di estensione e sulla nazionalizzazione è relativo alla categoria di appartenenza dell'invenzione.

Emerge infine che le *backward citations* influiscono in modo positivo sulle scelte di nazionalizzazione dei brevetti. Nello specifico, un numero di citazioni elevato riflette quanto un'invenzione sia innovativa e compresa nell'ambito tecnologico di riferimento, al contempo prodotti basati su tecnologie esistenti sono più facili da realizzare ed essere accettati come sicuri rispetto alle innovazioni radicali [7]. Queste ultime sono infatti disincentivate dalla regolamentazione europea che favorisce invece una standardizzazione nel contesto innovativo [7].

In conclusione, la presenza di programmi POC insieme alla contitolarità con una o più organizzazioni no profit o enti pubblici sono i due aspetti che incentivano le domande di estensione PCT. D'altra parte, invece, i POC e le *backward citations* favoriscono le scelte di nazionalizzazione.

La presenza di soggetti e iniziative pubbliche a supporto delle ricerche conduce a risultati all'avanguardia e rappresenta l'impegno all'innovazione di una singola nazione [54]. Conseguentemente, le estensioni PCT e le nazionalizzazioni diventano espressione della volontà dei paesi di promuovere la protezione della proprietà intellettuale al fine di non retrocedere nella competizione globale e, contemporaneamente, partecipare allo sviluppo di tecnologie e diffusione della conoscenza attraverso la stipula di collaborazioni internazionali [9].

5. Conclusione

Per incentivare e sostenere il processo di trasferimento tecnologico universitario sono nati i programmi *Proof of Concept*, ovvero strumenti che, attraverso l'erogazione di finanziamenti, competenze e opportunità di formazione per i ricercatori, sostengono le scoperte scientifiche sviluppate in ambito accademico, *Research-Based Inventions*, nella commercializzazione. Le invenzioni universitarie sono infatti caratterizzate da incertezza e alto grado di rischio; tuttavia, possono costituire fonte di innovazione in caso di diffusione, favorendo il progresso economico.

Nonostante sia nota la rilevanza della brevettazione nel TT delle RBI, non è ancora stato esplorato l'impatto dei programmi POC su tale pratica.

Il seguente elaborato presenta prove quantitative e sistematiche dell'influenza che esercitano i POC sulle decisioni strategiche dei ricercatori, in termini di protezione e valorizzazione della proprietà intellettuale. Vengono quindi confrontate le *performance* di brevetti beneficiari e no di questi programmi, esplorando come i POC possano offrire risultati differenti di valorizzazione, abbandono, estensione PCT e nazionalizzazione, in base ad aspetti come la titolarità, la categoria tecnologica dell'invenzione e le *backward citations*.

I finanziamenti POC combinati alla presenza di contitolari come organizzazioni no profit o enti pubblici apportano risorse e competenze promuovendo le decisioni di estensione PCT. Inoltre, viene riscontrato che i programmi POC offrono un contributo rilevante nelle scelte di nazionalizzazione e abbandono dei brevetti, a favore delle quali interviene anche l'effetto generato dalla presenza delle *backward citations*.

Da una parte, i POC, attraverso la richiesta di un piano di fattibilità relativo alle invenzioni ed il finanziamento erogato, aiutano a comprendere il reale funzionamento delle RBI e coprire costi legati alla vita del brevetto, supportando i ricercatori verso la scelta strategica più opportuna; dall'altra invece la presenza di numerose citazioni indicano che la tecnologia è innovativa e compresa nell'ambito tecnologico di riferimento, incentivando la scelta di mantenere e proteggere il brevetto.

Analogamente, siccome la regolamentazione europea favorisce una standardizzazione del contesto innovativo, disincentiva le innovazioni radicali, caratterizzate da un numero inferiore di citazioni, in quanto più difficili da realizzare ed essere adottate. Inoltre, considerata la maggiore rilevanza delle invenzioni accademiche sponsorizzate da aziende, la presenza di almeno un soggetto contitolare privato contribuisce alla riduzione delle scelte di abbandono del brevetto.

Infine, nonostante sia uno degli obiettivi dei programmi POC non è emersa una loro rilevante influenza né sulla valorizzazione né sull'attivazione di determinate tipologie di commercializzazione. In linea generale però il campione di brevetti analizzato presenta una ridotta valorizzazione, indipendentemente dalla categoria tecnologica dell'invenzione a cui si riferiscono. I POC sembrano inoltre posticipare il periodo necessario affinché un brevetto venga commercializzato.

A tal riguardo emerge il contributo positivo che possono offrire le *backward citations* nell'aumento delle probabilità che un brevetto venga valorizzato. Questo risultato conferma dunque che un numero elevato di citazioni è sinonimo di un'invenzione maggiormente in linea con le richieste del mercato.

In conclusione, i programmi POC possono offrire un valido supporto alla “Terza Missione” nel favorire un processo di trasferimento tecnologico di successo.

Tuttavia, dovrebbero essere strutturati e indirizzati in base ai possibili fattori che possono influire sui loro effetti, come la presenza di diverse tipologie di titolari, categorie tecnologiche e *backward citations*.

Inoltre, nonostante la valorizzazione economica possa essere maggiormente rilevante, dovrebbero considerare anche altre possibili soluzioni, come l'abbandono, le estensioni PCT e le nazionalizzazioni in quanto dimostrate essere fonte di importante innovazione, sia interna ad un paese sia nei suoi rapporti con le altre nazioni, al fine di promuovere lo sviluppo di tecnologie e diffondere la conoscenza.

La presente ricerca, però, non è priva di limitazioni.

In primo luogo, il contesto delle analisi è stato limitato ad un'unica università in modo da ottenere il maggior numero di informazioni sul campione, considerato l'accesso agevolato ad alcuni dati riservati. Tale scelta è stata anche conseguente alla difficoltà nel reperimento delle informazioni sui brevetti appartenenti alle altre università.

Nonostante ciò, alcune informazioni sono comunque mancate in quanto, ad esempio, i software e i documenti analizzati non le contenevano. Conseguentemente il campione esaminato è stato caratterizzato da una dimensione limitata. Ciò potrebbe aver influito sulle analisi svolte e sul grado di generalizzabilità dei risultati.

Inoltre, i POC, essendo uno strumento di recente iniziativa, non hanno permesso uno studio su un periodo esteso. Infatti, alcune variabili, come le estensioni PCT, non presentavano ancora il valore definitivo. Per valutare le decisioni relative alla vita dei brevetti e i loro effetti sarebbe stato necessario un orizzonte temporale maggiore.

Successivamente, verificare gli effetti di tali programmi è complesso in quanto sia i fattori che possono agire sulla loro efficacia sia le attività su cui possono influire sono numerosi. Non è stata quindi verificata la presenza di altri eventuali fattori che possono intervenire sui risultati di tali programmi.

In conclusione, ricerche future potrebbero verificare le relazioni e i risultati emersi nel presente elaborato su un campione maggiormente esteso e/o includere altre possibili fonti di eterogeneità che possono modificare l'influenza dei programmi POC.

6.2. Analisi di regressione sull'abbandono totale della famiglia brevettuale

Logistic model for abbandono_famiglia

Classified	True		Total
	D	~D	
+	0	0	0
-	12	62	74
Total	12	62	74

Classified + if predicted Pr(D) >= .5
True D defined as abbandono_famiglia != 0

Sensitivity	Pr(+ D)	0.00%
Specificity	Pr(- ~D)	100.00%
Positive predictive value	Pr(D +)	0.00%
Negative predictive value	Pr(~D -)	83.78%
False + rate for true ~D	Pr(+ ~D)	0.00%
False - rate for true D	Pr(- D)	100.00%
False + rate for classified +	Pr(~D +)	0.00%
False - rate for classified -	Pr(D -)	16.22%
Correctly classified		83.78%

Logistic regression

Log pseudolikelihood = -61.05318

Number of obs = 146
Wald chi2(3) = 4.63
Prob > chi2 = 0.2007
Pseudo R2 = 0.0399

abbandono_famiglia	Robust				
	Coef.	Std. Err.	z	P> z	[95% Conf. Interval]
asegnazione_poc	-.6255348	.499059	-1.25	0.210	-1.603673 .3526029
sci_eng_based	.0259801	.5298129	0.05	0.961	-1.012434 1.064394
titolarita	-1.069066	.6459001	-1.66	0.098	-2.335006 .1968753
_cons	-1.153173	.5640597	-2.04	0.041	-2.25871 -0.0476365

Figura 9: Output del modello logit eseguito sulla variabile dipendente abbandono riportante i coefficienti.

Figura 10: Valori predetti correttamente dal modello logit sull'abbandono.

6.3. Analisi di regressione sulle estensioni PCT

Logistic regression

Log pseudolikelihood = -71.636998

Number of obs = 146
Wald chi2(3) = 12.30
Prob > chi2 = 0.0064
Pseudo R2 = 0.0959

est_pct	Robust				
	Coef.	Std. Err.	z	P> z	[95% Conf. Interval]
asegnazione_poc	1.10187	.4207022	2.62	0.009	.2773092 1.926431
sci_eng_based	-.3893957	.4777124	-0.82	0.415	-1.325695 .5469034
titolarita	1.271189	.5833059	2.18	0.029	.127931 2.414448
_cons	.6565775	.4792538	1.37	0.171	-.2827427 1.595898

Figura 11: Output del modello logit eseguito sulla variabile dipendente estensione PCT riportante i coefficienti.

. logistic est_pct assegnazione_poc sci_eng_based titolarita backward_citation, vce(robust) coef
note: titolarita != 0 predicts success perfectly
titolarita dropped and 18 obs not used

Logistic regression

Log pseudolikelihood = -21.705948

Number of obs = 56
Wald chi2(3) = 6.63
Prob > chi2 = 0.0847
Pseudo R2 = 0.1208

est_pct	Robust				
	Coef.	Std. Err.	z	P> z	[95% Conf. Interval]
asegnazione_poc	1.962744	1.208491	1.62	0.104	-.4058552 4.331344
sci_eng_based	-.5188009	.9407713	-0.55	0.581	-2.362679 1.325077
titolarita	0 (omitted)				
backward_citation	.2412404	.1108477	2.18	0.030	.023983 .4584979
_cons	-.8733042	1.74399	-0.50	0.617	-4.291461 2.544853

Figura 13: Output del modello logit eseguito sulla variabile dipendente estensione PCT con le citazioni riportante i coefficienti.

Logistic model for est_pct

Classified	True		Total
	D	~D	
+	112	34	146
-	0	0	0
Total	112	34	146

Classified + if predicted Pr(D) >= .5
True D defined as est_pct != 0

Sensitivity	Pr(+ D)	100.00%
Specificity	Pr(- ~D)	0.00%
Positive predictive value	Pr(D +)	76.71%
Negative predictive value	Pr(~D -)	0.00%
False + rate for true ~D	Pr(+ ~D)	100.00%
False - rate for true D	Pr(- D)	0.00%
False + rate for classified +	Pr(~D +)	23.29%
False - rate for classified -	Pr(D -)	0.00%
Correctly classified		76.71%

Figura 12: Valori predetti correttamente dal modello logit sulle estensioni PCT.

6.5. Backward citations rispetto alla sottosezione IPC di appartenenza dei brevetti

-> assegnazione_poc = 0

group(IPC_carattere2)	3	8	9	12	15	26	Total
4	0	0	1	0	0	0	1
5	0	1	0	1	0	0	2
14	0	1	0	0	0	0	1
15	1	0	0	0	1	1	3
Total	1	2	1	1	1	1	7

Figura 17: Numero di backward citations in relazione al sottogruppo di appartenenza dei brevetti non beneficiari del POC.

Figura 18: Numero di backward citations in relazione al sottogruppo di appartenenza dei brevetti beneficiari del POC.

-> assegnazione_poc = 1

group(IPC_carattere2)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	12	16	23	25	27	29	Total
1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	2
2	2	1	4	2	2	2	2	0	1	1	2	0	0	0	0	0	0	19
3	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	4
4	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
5	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	5
6	0	0	0	2	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
10	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
11	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
12	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
13	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
14	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	4
15	1	2	3	0	2	0	1	0	1	0	1	1	0	0	1	0	0	12
16	0	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
17	0	0	0	2	2	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	6
Total	4	4	10	9	11	7	5	3	2	2	4	1	1	1	1	1	1	67

Bibliografia

- [1] D. Battaglia , E. Paolucci e E. Ughetto, «The role of Proof-of-Concept programs in facilitating the commercialization of research-based inventions,» *Research Policy*, 2021.
- [2] D. Battaglia, E. Paolucci e E. Ughetto, «Opening the black box of university Proof-of-Concept programs: Project and team-based determinants of research commercialization outcomes,» *Technovation*, 2021.
- [3] Fondazione Compagnia di San Paolo, «Pubblicato il nuovo bando PoC Instrument,» 2022. [Online]. Available: <https://www.compagniadisanpaolo.it/it/news/pubblicato-il-nuovo-bando-poc-instrument/>.
- [4] «poc-instrument-online-la-graduatoria-della-prima-cut-off,» 2020. [Online]. Available: <https://www.compagniadisanpaolo.it/it/news/poc-instrument-online-la-graduatoria-della-prima-cut-off/>.
- [5] «poc-instrument,» 2022. [Online]. Available: <https://www.compagniadisanpaolo.it/it/contributi/poc-instrument/>.
- [6] C. D. RE, «IL RUOLO DELLE UNIVERSITÀ E DEGLI ENTI PUBBLICI DI RICERCA NEL TRASFERIMENTO TECNOLOGICO: LE BEST PRACTICES CONTRATTUALI NELLE LICENZE D'INVENZIONE ACCADEMICA,» 2012-2013.
- [7] M. COFFANO, «Innovation dynamics in the medical device sector: network of collaborations, knowledge spillovers and regulation,» 2016.
- [8] Z. Khan, D. Kaushal, A. Dey e A. Gupta, «Obsolescence rate of sectors in patents filed in USPTO,» *World Patent Information*, 2023.

- [9] J. CHO, «ANALYSIS OF THE FACTORS AFFECTING PCT PATENT APPLICATIONS : THE LANDSCAPE OF PATENT APPLICATIONS AND ITS IMPLICATIONS ON NATIONAL INNOVATION SYSTEM,» 2020.
- [10] S. R. Bradley, C. S. Hayter e A. N. Link, «Models and Methods of University Technology Transfer,» *Foundations and Trends® in Entrepreneurship*, 2013.
- [11] J. Friedman e J. Silberman, «University Technology Transfer: Do Incentives, Management, and Location Matter?,» *The Journal of Technology Transfer*, 2003.
- [12] J. S. Gans, D. H. Hsu e S. Stern, «The Impact of Uncertain IP Rights on the Market for Ideas: Evidence from Patent Grant Delays,» *Management Science*, 2006.
- [13] J. Owen-Smith e W. W. Powell, «The expanding role of university patenting in life sciences: assessing the importance of experience and connectivity,» *Research Policy*, 2003.
- [14] D. Siegel, D. Waldman e A. Link, «Assessing the impact of organizational practices on the relative productivity of university technology transfer offices: an exploratory study.,» *Research Policy*, 2003.
- [15] D. W. Elfenbein, «Publications, patents, and the market for university inventions,» *Journal of Economic Behavior & Organization*, 2007.
- [16] H. Etzkowitz, «Research groups as ‘quasi-firms’: The invention of the entrepreneurial university.,» *Research Policy*, 2003b.
- [17] L. Zucker e M. Darby, «Star scientists and institutional transformation: Patterns of invention and innovation in the formation of the biotechnology industry.,» 1996.
- [18] S. Hughes, «Making dollars out of DNA: The first major patent in biotechnology and the commercialization of molecular biology.,» 2001.
- [19] S. Shane, «Technological opportunities and new firm creation.,» 2001.

- [20] W. Powell e K. Sandholtz, «Amphibious entrepreneurs and the emergence of organizational forms.,» 2012.
- [21] R. Fini, M. Perkmann e J.-M. Ross, «Attention to Exploration: The Effect of Academic Entrepreneurship on the Production of Scientific Knowledge,» *Organization Science*, 2022.
- [22] . J. Van Maanen e E. Schein, « Toward a theory of organizational socialization.,» 1977.
- [23] J. Raffiee e J. Feng, «Should I quit my day job? A hybrid path to entrepreneurship.,» 2014.
- [24] T. Folta, F. Delmar e K. Wennberg, «Hybrid entrepreneurship.,» 2010.
- [25] A. Toole e D. Czarnitzki, «Commercializing science: Is there a university “brain drain” from academic entrepreneurship?,» 2010.
- [26] F. J. Miranda, A. Chamorro-Mera e S. Rubio, « Academic entrepreneurship in Spanish universities: An analysis of determinants of entrepreneurial intention.,» *European Research on Management and Business Economics*, 2017.
- [27] F. J. Miranda, A. Chamorro e S. Rubio, «Re-thinking university spin-off: a critical literature review and a research agenda,» *The Journal of Technology Transfer*, 2018.
- [28] H. Chesbrough, «Open Innovation: The New Imperative for Creating and Profiting from Technology.,» *Boston: Harvard Business School Press*, 2003b.
- [29] P. Auerswald e L. Branscomb, «Valleys of death and darwinian seas: financing the invention to innovation transition in the United States.,» 2003.
- [30] J. Hudson e H. F. Khazragui, «Into the valley of death: research to innovation.,» *Drug Discovery Today*, 2013.
- [31] V. K. Upadhyayula, V. Gadhamshetty, K. Shanmugam, N. Souihi e M. Tysklind, «Advancing game changing academic research concepts to commercialization: A Life Cycle Assessment (LCA) based sustainability

- framework for making informed decisions in Technology Valley of Death (TVD).»,» *Resources, Conservation and Recycling*, 2018.
- [32] S. Curtis, «Four in Five Technologies Fail to Cross the ‘Valley of Death’.,» 2013.
- [33] P. M. Swamidass, «University startups as a commercialization alternative: lessons from three contrasting case studies,» 2013.
- [34] F. Munari e L. Toschi, «The impact of public funding on science valorisation: an analysis of the ERC Proof-of-Concept Programme,» *Research Policy*, 2021.
- [35] J. Weyant, E. Fu e J. Bowersock, «Renewed Energy: Insights for Clean Energy's Future,» *Kauffman Fellows Press*, 2018.
- [36] D. Battaglia, E. Paolucci e E. Ughetto, «Hurdles in university-industry technology transfer: why research-based inventions are not transferred to the market?,» *IEEE Transactions on Engineering Management*, 2023.
- [37] M. Colombo e E. Piva, «Firms’ genetic characteristics and competence-enlarging strategies: a comparison between academic and non-academic high-tech start-ups.,» *Research Policy*, 2012.
- [38] C. A. Gulbranson e D. B. Audretsch, «Proof of concept centers: accelerating the commercialization of university innovation,» *The Journal of Technology Transfer*, 2008.
- [39] P. D'Este e P. Patel, «University-industry linkages in the UK: What are the factors underlying the variety of interactions with industry?,» *Research Policy*, 2007.
- [40] J. Bercovitz e M. Feldman, «Academic entrepreneurs: Organizational change at the individual level,» *Organization Science*, 2008.
- [41] W. Ding e T. Stuart, «When do scientists become entrepreneurs? The social structural antecedents of commercial activity in the academic life sciences.,» *American Journal of Sociology*, 2006.

- [42] P. Stephan, S. Gurmu, A. Sumell e G. Black, «Who's patenting in the university? Evidence from the survey of doctorate recipients.,» *Economics of Innovation and New Technology*, 2007.
- [43] A. Lam, «What motivates academic scientists to engage in research commercialization: “Gold”, “ribbon” or “puzzle”?,» *Research Policy*, 2011.
- [44] E. Roberts, «Entrepreneurs in High Technology: Lessons from MIT and beyond.,» *Oxford University Press*, 1991.
- [45] E. Autio, «New, technology-based firms in innovation networks symplectic and generative impacts.,» *Research Policy*, 1997.
- [46] R. Feola, M. Vesci, A. Botti e R. Parente, «The determinants of entrepreneurial intention of young researchers: combining the theory of planned behavior with the triple helix model.,» 2019.
- [47] OECD, «Science-industry knowledge exchange: a mapping of policy instruments and their interactions.,» *OECD Science, Technology and Industry Policy Papers*, 2019.
- [48] E. Rasmussen e R. Sørheim, «How governments seek to bridge the financing gap for university spin-offs: proof-of-concept, pre-seed, and seed funding.,» 2012.
- [49] F. Lissoni e F. Montobbio, «The ownership of academic patents and their impact. Evidence from five European countries.,» *Revue Economique*, 2015.
- [50] B. D. Wright, K. Drivas, Z. Lei e S. A. Merrill, «Technology transfer: industry-funded academic inventions boost innovation.,» *Nature*, 2014.
- [51] C. Cotropia e D. Schwartz, *The Hidden Value of Abandoned Applications to the Patent System*, 2020.
- [52] T. U. Daim, G. Rueda, H. Martin e P. Gerdtsri, «Forecasting emerging technologies: Use of bibliometrics and patent analysis.,» *Technological Forecasting and Social Change*, 2006.
- [53] M. Miyamoto e K. Takeuchi, «Climate agreement and technology diffusion: Impact of the Kyoto Protocol on international patent applications for renewable energy technologies.,» *Energy Policy*, 2019.

- [54] M. Mazzucato, *The Entrepreneurial State : Debunking Public vs. Private Sector Myths*, 2018.
- [55] N. Khelil, «The many faces of entrepreneurial failure: Insights from an empirical taxonomy.,» *Journal of Business Venturing*, 2016.
- [56] «Deep-tech-tecnologie-di-frontiera-e-innovazioni-ad-alto-impatto,» 2021. [Online]. Available: <https://www.backtowork24.com/news/Deep-tech-tecnologie-di-frontiera-e-innovazioni-ad-alto-impatto>.
- [57] B. IP, «uspto-abandonment-rate-nearly-tripling-since-covid,» [Online]. Available: <https://blueironip.com/uspto-abandonment-rate-nearly-tripling-since-covid/>.